



DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA

ANEJO 11. BALIZAMIENTO

ÍNDICE

A11 BALIZAMIENTO.....	02
A11.1 INTRODUCCIÓN.....	02
A11.2 AFECCIONES POR LA DEMOLICIÓN EN LA ACTUAL T7	03
A11.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE BALIZAMIENTO	03
A11.3.1 LUCES DE EJE DE CALLE DE RODAJE.....	04
A11.3.2 BALIZAS RETRORREFLECTANTES DE BORDE	05
A11.3.3 BALIZAS RETIL.....	05
A11.3.4 LETREROS DE INFORMACIÓN.	05
A11.3.5 BARRA DE PUNTO DE ESPERA INTERMEDIO.	05
A11.4 TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CIRCUITOS.....	07
A11.5 CARACTERÍSTICAS DEL REGULADOR.....	09
A11.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES.	10
A11.7 CÁLCULO DE LAS POTENCIAS DEMANDADAS.	11
A11.8 RESULTADOS.....	17
A11.9 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	24
A11.9.1 LUCES DE EJE, BARRA DE PARADAS Y RETIL.	24
A11.9.2 BALIZAS RETRORREFLECTANTES DE BORDE.....	29
A11.9.3 LETREROS.	32
A11.9.4 TRANSFORMADORES.	35
A11.9.5 REGULADORES DE INTENSIDAD.....	37



A11 BALIZAMIENTO

A11.1 INTRODUCCIÓN

En este anejo se describen las características y especificaciones de las ayudas visuales y de los circuitos que las alimentan.

En la nueva calle de salida rápida se instalarán:

- Luces de eje de calle de rodadura
- Balizas retrorreflectantes de borde de calle de rodadura
- Balizas RETIL
- Letreros de información

Debido a la demolición parcial de la actual calle T7 se verán afectados los siguientes subsistemas de balizamiento:

- Luces de borde de pista
- Luces de eje de calle de rodaje
- Luces de borde de calle de rodaje

Las características de todos los elementos y los sistemas que los alimentan se adaptarán a las especificaciones y recomendaciones del Anexo 14 de OACI. En general cada elemento se conecta a un transformador de aislamiento instalado en arquetas-depósito que serán del tipo F900 para resistir al paso de las aeronaves.



A11.2 AFECCIONES POR LA DEMOLICIÓN EN LA ACTUAL T7

Las luces de borde de la pista, que en el enlace entre la misma y la actual T7 son empotradas se verán afectadas por la demolición del firme de la calle de rodaje. Como la nueva calle de salida rápida está situada en la misma posición que la actual T7, estas balizas deberán ser repuestas en la misma posición en la que actualmente se encuentran. En concreto se ven afectadas 4 balizas de borde de pista.

Como además se señala en el anejo de servicios afectados, por la demolición de la actual T7 se verán afectadas 5 balizas retrorreflectantes.

Además se ven afectados 2 letreros de información, de prohibición de paso y dirección. Se aprovecharán para su instalación en la nueva calle de salida rápida.

También se verán afectados los dos tramos de peine eléctrico a cada lado de la actual T7 que deberán ser demolidos. En concreto se ven afectados 190m de peine eléctrico.

A11.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE BALIZAMIENTO

En la nueva calle de salida rápida se instalarán:

- Luces de eje de calle de rodadura
- Balizas retrorreflectantes de borde de calle de rodadura
- Balizas RETIL
- Letreros de información
- Luces de barra de punto de espera intermedio



A11.3.1 LUCES DE EJE DE CALLE DE RODAJE

Atendiendo a la normativa OACI, en concreto a los apartados: 5.3.16.12 hasta 5.3.16.19, las luces de eje de calle de rodaje comenzarán en una línea paralela a 0.9m del eje de la pista y en el lado de la salida 60m antes del punto de inicio de la curva del eje de la calle de salida rápida. Estas luces serán unidireccionales de color verde y amarillo alternativamente hasta alcanzar el borde inferior a la superficie de transición interna hasta un punto situado a 90m del eje de la pista (porque se alcanza el perímetro del área crítica sensible del ILS) donde serán todas de color verde unidireccionales. Todas las luces serán unidireccionales para el abandono de la pista. Serán de tipo LED de 15 W de potencia.

Además, en el tramo recto de 60m antes de la curva de salida con radio 550m, en la curva y hasta el punto donde comienza en Eje N°2 se instalarán balizas verdes y amarillas espaciadas cada 15m: un total de 5 balizas en el tramo de 60 m, 20 balizas en el tramo curvo (R=550m) y 26 balizas en el tramo recto anterior al inicio del Eje N°2.

En la curva de R=45m de enlace entre la nueva T7 y la R7 se instalarán 16 balizas espaciadas cada 7.5m y en el último tramo recto del Eje N°1 se instalarán, espaciadas cada 30m, 4 balizas (las dos últimas estarán separadas 20m en lugar de 30 para establecer una baliza en el P.K. final del Eje N°1).

En el primer tramo recto del Eje N°2 se instalarán 10 balizas espaciadas 15m. Posteriormente en el tramo curvo y posterior recto desde el P.K. 0+152.162 hasta el P.K. 0+183.011 se instalarán 4 balizas espaciadas 7.5m

A11.3.2 BALIZAS RETRORREFLECTANTES DE BORDE DE CALLE DE RODADURA

Se emplearán balizas elevadas de borde retrorreflectantes. Se situarán cada 30m en tramos rectos, y situadas simétricamente respecto al eje de calle de rodadura. En tramos curvos se sitúan a menor distancia dependiendo del



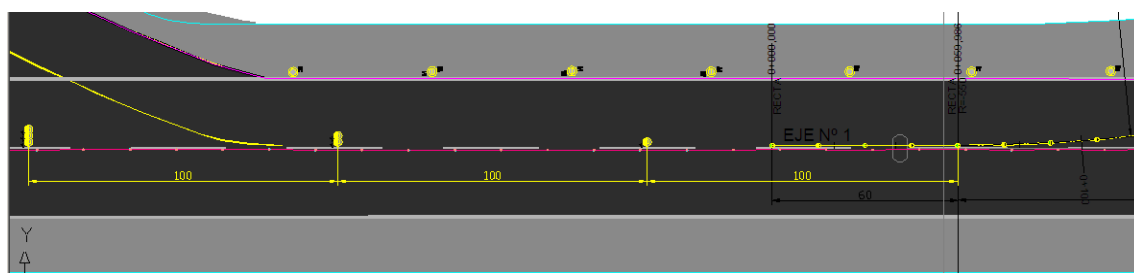
radio de la curva, proporcionando en todo momento una clara indicación de la curva.

Según la normativa OACI, estas balizas deberían disponerse con un espaciado longitudinal uniforme que no exceda de 60m. En este proyecto se ha propuesto un espaciado que no excede de los 30m con el fin de que proporcionen una clara identificación de los tramos curvos de la salida rápida así como de sus márgenes.

A11.3.3 BALIZAS RETIL

El sistema luces de señalización de calle de salida rápida (RETIL) en la nueva T7 consiste en 3 barras de luces, perpendiculares al eje de pista, separadas 100m, orientadas de forma que sean visibles para el piloto de un avión que está aterrizando en la dirección de aproximación de la pista.

Proporcionan al piloto información sobre la distancia a la calle de salida rápida. Se trata de 3 barras separadas 100m entre sí, y formadas por 1, 2 y 3 balizas. La barra formada por una baliza está situada a 100m del inicio de la curva de radio 550m (el P.K. 0+060 del Eje N°1). Está formada por una baliza empotrada unidireccional de filtro amarillo. A 100m en sentido contrario a la calle de salida se sitúa la siguiente barra, formada por 2 luces, y la tercera, formada por 3 luces, a 100m de la anterior, por lo que el sistema completo está formado por 6 balizas. Transversalmente en la pista, se sitúan junto al eje de la misma, pero desplazadas 2m hacia el lado en el que se sitúa la calle de salida rápida. A continuación se muestra un esquema de la disposición de las balizas RETIL.





Según el apartado "5.3.14 Luces indicadoras de calle de salida rápida" del Anexo 14 de la OACI, las luces RETIL no se encenderán en caso de que falle alguna de las lámparas o de otro fallo que evite la configuración completa de luces. El circuito que alimenta el sistema de balizas RETIL alimenta al primario de un solo transformador para todas las balizas. El secundario del transformador lleva la corriente a las 6 balizas dispuestas en serie de manera que si ocurre un fallo en una, el sistema de balizas RETIL deja de funcionar.

A11.3.4 LETREROS

El sistema de señalización vertical de la nueva calle de salida rápida T7 se compone de 8 letreros que proporcionan información de dirección, ubicación o prohibición de entrada. Dos de ellos se reutilizan de los actualmente existentes en la intersección de las calles C2 y R7.

A11.3.5 BARRA DE PUNTO DE ESPERA INTERMEDIO

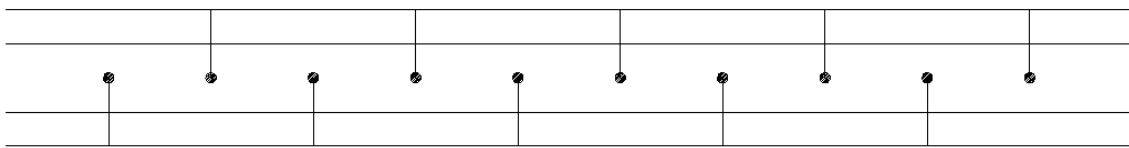
En la intersección de la nueva T7 con la calle de rodaje paralela a la pista R7 se colocarán 3 balizas empotradas unidireccionales de color amarillo en la señal horizontal de barra de punto de espera intermedio.

A11.4 TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS CIRCUITOS DE ALIMENTACIÓN

Los circuitos de alimentación que se instalarán son tipo serie. Las ventajas que tienen los circuitos de iluminación en serie frente a los paralelos son:



- Todas las lámparas trabajan con la misma corriente y, por tanto, con igual intensidad.
- Se puede usar para todo el circuito un cable con un solo conductor de diámetro y capacidad de tensión de aislamiento invariable. La tensión de aislamiento de los cables que conforman el circuito será de 5000 voltios, lo cual no significa que la instalación trabaja a dicha tensión
- Es posible controlar la intensidad de las luces dentro de un margen amplio
- El circuito puede tener una sola avería a tierra en cualquier punto del mismo sin que por ello quede afectado el funcionamiento de las luces
- Se ha de realizar la duplicación del circuito, de forma que si se produce el fallo de una baliza, la configuración del mismo siga siendo la óptima cumpliendo la reglamentación OACI. Por lo tanto la distancia entre balizas de dos circuitos diferentes pero con una función común, será la mitad de la distancia OACI recomendada para los mismos



Las características eléctricas de los circuitos de alimentación son en general:

- El circuito se alimentará con corriente alterna
- La frecuencia de la alimentación será de 50 Hz



- Se ha de escoger el regulador de intensidad de cada uno de los circuitos, de forma que suministre la potencia necesaria para todo el circuito que alimenta el mismo
- La intensidad que recorrerá el circuito será constante y de un valor de 6,6 A. Este hecho será verídico tanto en el circuito primario como en el circuito secundario, puesto que los transformadores que se instalarán serán de aislamiento
- El aislamiento de los cables será capaz de soportar como mínimo 5000 V
- Para una intensidad de 6,6 A se emplea una sección de cable de 6 mm² para todo el circuito
- Se instalará un transformador de aislamiento por cada baliza. Las características y funciones de este tipo de transformadores se verán más adelante dentro del apartado de características de cada uno de los elementos de la instalación. Ha de tenerse en cuenta que la potencia de este transformador debe ser la suficiente para alimentar la baliza a la que está conectado y las pérdidas del trozo de cable secundario que alimenta. La relación de transformación de estos transformadores por ser de aislamiento, será de 1:1
- Iluminación de los segmentos de forma selectiva para orientación de pilotos
- El circuito a través del transformador queda dividido en dos tramos bien diferenciados, un primario y un secundario. Ambos circuitos tienen la característica fundamental de tener la alimentación constante e igual a 6,6 A

A11.5 CARACTERÍSTICAS DEL REGULADOR DE CORRIENTE

Los reguladores de intensidad de corriente necesarios para la nueva calle de salida rápida T7 deben tener las siguientes características:



- Ha de mantener la corriente constante en $\pm 2\%$ de la intensidad nominal de funcionamiento $6.648A \leq I \leq 6.732A$
- Carecer de piezas móviles
- Temperaturas máximas de funcionamiento de -40° a 55°
- Humedades soportables por el instrumento de 10% al 100%
- Ha de ser capaz de funcionar a 2000m de altitud.
- Salida de secundario entre 4 y 70 kW
- Salida de secundario normalizada a 6,6 y 20 A, dependiendo del tipo de circuito que se alimente
- Frecuencia de alimentación soportada por el regulador entre 30 y 60 Hz
- Tensión de primario ha de ser capaz de soportar entre 120 y 12000 V

A11.6 CARACTERÍSTICAS DE LOS TRANSFORMADORES DE AISLAMIENTO

- Se colocará un transformador de aislamiento en cada baliza con el fin de que en el caso de fallo de ésta, la aísle del circuito, sin tener un fallo crítico de todo el circuito de balizamiento
- Relación de transformación será 1:1
- Deben poder trabajar a una temperatura de servicio entre -55° y 65°
- Las potencias normalmente en estarán normalizadas en Watios: 30, 45, 65, 100, 200, 300, 500, 1000 y 1500 W



A11.7 CÁLCULO DE POTENCIAS DEMANDADAS

Se calcula a continuación la potencia demandada por un circuito en serie. El cálculo de un circuito en serie está encaminado a la elección del regulador adecuado para alimentarlo, así como la elección de los transformadores correspondientes a cada una de sus balizas.

Por este motivo el cálculo del circuito en serie se divide en dos etapas:

1. Cálculo del transformador para cada tipo de baliza del circuito
2. Cálculo del regulador adecuado para el circuito

Se determinarán a continuación los transformadores comerciales necesarios para el nuevo balizamiento de eje de la nueva calle, y los reguladores de corriente constante comerciales necesarios para dar servicio a los nuevos circuitos de balizamiento propuestos. En caso de que los reguladores disponibles no tengan potencia suficiente para albergar el nuevo balizamiento, se propondrán distintas soluciones adecuadas a cada caso.

1. Cálculo del transformador

En los circuitos de balizamiento del presente proyecto, se asocia a cada una de las balizas un transformador que se encargará de alimentar la lámpara o lámparas de dicha baliza.

La elección del transformador para cada baliza debe ser tal que la potencia consumida aguas abajo del transformador esté dentro del rango de potencias de trabajo del transformador y, siempre que sea posible, por debajo de su potencia nominal.



La potencia consumida aguas debajo de un transformador de aislamiento, P_c , es la suma de la potencia de la totalidad de las lámparas de la baliza y las pérdidas en el cableado secundario, y viene dada por la siguiente expresión:

$$P_c = N \cdot P + L_b \cdot p_b$$

Siendo:

P_c Potencia consumida aguas abajo del transformador (W)

N Número de lámparas conectadas al mismo transformador (nº de lámparas de la baliza)

P Potencia de cada lámpara (W)

L_b Longitud de cableado secundario (km)

p_b Pérdidas por unidad de longitud del cableado secundario (W/km)

Las balizas tipo LED tienen un factor de potencia de valor próximo a 0,8. Para tener en cuenta este efecto, a la hora de calcular la potencia demandada por los nuevos circuitos se incrementa la potencia de las lámparas LED (unidireccionales, 15 W) en un 25%, luego se consideran 18,75 W en el caso de las balizas LED unidireccionales.

$$P = 18,75W$$

Se empleará para el circuito secundario un cable tipo Cu DV 1x2,5 mm² 0,6/1 kV; se considera para un cable de cobre de sección 2,5 mm² un valor de resistencia por unidad de longitud de 7,98 Ω /km. Las pérdidas por unidad de longitud del cableado secundario, p_b , se pueden evaluar de acuerdo con la expresión debida a Joule que se presenta a continuación (considerando una intensidad de 6,6 A, correspondiente a Brillo 5 - el mayor -, para el cable secundario):



$$p_b = I^2 \cdot R = 6,6^2 \cdot 7,98 = 347,61 \text{ W/km} \approx 0,35 \text{ W/m}$$

Una vez calculada la potencia aguas abajo del transformador P_c , se procederá a la selección de un transformador, de potencia nominal $P_{trafo_nominal}$, adecuado para cada baliza, de manera que:

$$P_{trafo_nominal} \geq P_c$$

Los valores comerciales de potencia nominal de los transformadores de balizamiento son los siguientes: 45, 65, 100, 150, 200, 300 y a veces 500, 1000 y 1500 W. Se indican en la siguiente tabla el rango admisible de potencias y el valor de la eficiencia a carga nominal para cada uno de ellos:

Potencia Nominal Transformador (W)	Rango de potencias (W)	Eficiencia a carga nominal (%)
45	35-60	86,5
65	40-90	87
100	50-125	89,5
150	45-185	91,5
200	25-230	92
300	25-360	94,5

Se observa que se puede admitir que el valor de potencia demandada por el conjunto baliza-secundario sea un 20% superior al valor nominal de potencia del transformador, luego el criterio final que se adopta para la elección de transformador es el siguiente:

$$P_{trafo_nominal} \geq \frac{P_c}{1,2}$$



Una vez elegido el transformador, se procede al cálculo de la potencia del conjunto transformador-secundario-baliza, $P_{t.calc}$. Esta potencia tiene en cuenta por un lado las pérdidas que se producen en el conector, y por otro aquellas otras pérdidas que se producen en el transformador:

Se suponen unas pérdidas en conectores, p_c , de valor igual al 2% de la potencia nominal del transformador elegido, es decir:

$$p_c = 0,02 \cdot P_{trafo_nominal}$$

Para valorar las pérdidas que se producen en el transformador se introduce el concepto de rendimiento del transformador, η_t para aunar en un mismo concepto las pérdidas que se producen en un transformador real que son las siguientes:

- Pérdidas Joule en el devanado primario

$$P_{J1} = R_1 \cdot I_1^2$$

- Pérdidas de hierro (fenómenos de histéresis y corrientes parásitas)

$$P_{Fe} = \frac{E_1^2}{R_{Fe}} = R_{Fe} \cdot I_{Fe}^2$$

- Pérdidas Joule en el devanado secundario

$$P_{J2} = R_2 \cdot I_2^2$$

Según sea la potencia consumida aguas abajo del transformador P_c (es decir, la potencia de la carga), se consideran los siguientes valores de η_t :

- Si $P_c \approx P_{trafo_nominal}$ y más exactamente, si $P_{trafo_nominal} \leq P_c$, entonces se considera un $\eta_t = 0,87$
- Si $P_c = 0,6 \cdot P_{trafo_nominal}$ entonces se considera un $\eta_t = 0,75$



Entre las 2 situaciones anteriores $0,6 \times P_{trafo_no\ min\ al} < P_c < P_{trafo_no\ min\ al}$ se supone un ajuste lineal del rendimiento entre ambos valores, por lo que:

$$\eta_t = 0,75 + 0,3 \cdot \left(\frac{P_c}{P_{trafo_no\ min\ al}} - 0,6 \right)$$

Una vez establecidas ambas pérdidas, se calcula la potencia del conjunto transformador-secundario-baliza, $P_{t.calc}$:

$$P_{t.calc} = \frac{P_c + p_c}{\eta_t} = \frac{(N \cdot P + L_b \cdot p_b) + p_c}{\eta_t}$$

Este valor de potencia se utilizará en el cálculo de la potencia total del circuito.

2. Cálculo del regulador

La elección del regulador para un circuito ha de ser tal que la potencia total demandada por el circuito en serie al que está conectado, $P_{CIRCUITO}$, esté por debajo de su potencia nominal, $P_{REGULADOR}$.

Para el cálculo de la potencia demandada por un circuito en serie, se tienen en cuenta los siguientes factores:

- Potencia consumida por los conjuntos transformador-secundario-baliza y transformador-secundario-letrero
- Pérdidas en el cableado primario

Por tanto el cálculo de la potencia demandada por un circuito en serie del sistema de balizamiento $P_{CIRCUITO}$ vendrá dado por la siguiente expresión:

$$P_{CIRCUITO}(W) = \sum_i B_i \cdot (P_{t.calc\ i}) + L_a \cdot p_a$$

Donde:

B_i Número de balizas o letreros de tipo i del circuito



$P_{t,calc,i}$ Potencia consumida por el conjunto transformador-secundario-baliza (o letrero) tipo i (tal y como se define en el apartado anterior)

L_a Longitud del cableado primario (km)

p_a Pérdidas por unidad de longitud del cableado primario (W/km)

Se empleará para el circuito primario un cable armado tipo Cu UNE RHZ1 6/10KV 1x6 mm². Se considera para un cable de cobre de sección 6 mm² un valor de resistencia por unidad de longitud de 3,30 Ω /km. Las pérdidas por unidad de longitud de los cables del primario p_a se pueden evaluar de acuerdo con la expresión debida a Joule que se presenta a continuación (considerando una intensidad de 6,6 A, correspondiente a Brillo 5 - el mayor -, para el cable primario):

$$p_a = I^2 \cdot R = 6,6^2 \cdot 3,30 = 143,75 \text{ W/km} \approx 0,14 \text{ W/m}$$

La potencia consumida por el circuito en serie $P_{CIRCUITO}$ se ha calculado en W. Sin embargo, lo habitual es que la potencia del regulador comercial venga expresada en kVA. Las potencias activa y reactiva están relacionadas por el factor de potencia. En este caso se tomarán un factor de potencia de 0,9, es decir:

$$\cos \varphi = 0,9$$

$$P(W) = S(VA) \cdot \cos \varphi$$

Donde:

$P(W) \equiv P_{CIRCUITO}(W)$ Potencia activa

$S(VA) \equiv P_{CIRCUITO}(VA)$ Potencia reactiva

Se seleccionará un regulador comercial de manera que su potencia nominal $P_{REGULADOR}$ sea superior a la potencia del circuito al que esté conectado, es decir:



$$P_{REGULADOR} > P_{CIRCUITO}$$

Ya sea en W o en VA

La elección del regulador se restringirá a valores comerciales de potencia.

A11.8 RESULTADOS

A continuación se muestran los cálculos correspondientes a los transformadores que se instalarán y a los reguladores de intensidad.



CALLE DE SALIDA RÁPIDA. AEROPUERTO DE SEVILLA

Circui to	Descripción	N	Tipo de baliza	B	P(W)	Lb(m)	pb(W/ m)	Pc(W)	Ptrafonominal (W)	Rendimie nto	Pcalc(W)	pc(W)	Pcalc+pc(W)	Potencia total (W)
Eje A	Circuito A de eje de calle de salida	3	Empotrada,	1	18,7	40	0,35	32,7	45	0,79	41,54	0,90	42,44	1400,63
		3	unidireccional		5			5						
		1	Salida de pista	4	24	10	0,35	99,5	150	0,77	129,39	3,00	132,39	132,39
		1	Pista libre	4	24	15	0,35	101, 25	150	0,77	131,07	3	134,07	134,07
		1	Prohibida la entrada	1	24	15	0,35	29,2 5	45	0,77	38,24	0,90	39,14	39,14
		1	Dirección	4	24	15	0,35	101, 25	150	0,77	131,07	3,00	134,07	134,07
													SUMA	1840,29
Longitud cableado primario (m)			2979,49											
Pérdidas en el primario (W/m)			0,14											
Potencia disipada en el primario (W)			417,13											
Potencia total del circuito (W)			2257,42											
Potencia total del circuito (VA)			2508,24											
Potencia del regulador necesario (kVA)			4											
Régimen de carga del regulador			62,71											



CALLE DE SALIDA RÁPIDA. AEROPUERTO DE SEVILLA

Circuito	Descripción	N	Tipo de baliza	B	P(W)	Lb(m)	pb(W/m)	Pc(W)	Ptrafonominal(W)	Rendimiento	Pcalc(W)	pc(W)	Pcalc+pc(W)	Potencia total (W)
Eje B	Circuito B de eje de calle de salida	3	Empotrada, unidireccional	1	18,	40	0,35	32,7	45	0,79	41,54	0,90	42,44	1358,19
		2			75			5						
		1	Dirección, emplazamiento, dirección, dirección	1	24	10	0,35	387,	400	0,86	450,25	8,00	458,25	458,25
				6				5						
		1	Emplazamiento, dirección, dirección	1	24	10	0,35	291,	300	0,86	338,36	6,00	344,36	344,36
				2				5						
		2	Prohibida la entrada	1	24	10	0,35	27,5	45	0,75	36,50	0,90	37,40	74,81
		1	Destino	6	24	15	0,35	149,	200	0,79	188,00	4,00	192,00	192,00
								25						
													SUMA	2427,62
Longitud cableado primario (m)				2979,49										
Pérdidas en el primario (W/m)				0,14										
Potencia disipada en el primario (W)				417,13										
Potencia total del circuito (W)				2844,74										
Potencia total del circuito (VA)				3160,83										
Potencia del regulador necesario (kVA)				4										
Régimen de carga del regulador				79,02										



Circuito	Descripción	Nº de balizas	Tipo de baliza	Nº de lámparas por baliza	P(W)	Lb(m)	pb(W/m)	Pc(W)	Ptrafonominal(W)	Rendimiento	Pcalc(W)	pc(W)	Pcalc+pc(W)	Potencia total (W)
RETIL	Balizas RETIL Se acopla al CR	6	Empotrada, unidireccional	1	18,75	56,44	0,35	38,504	45	0,83	46,58	0,9	47,48	284,86
	Longitud cableado primario CR		2500											
	Longitud ampliación RETIL		363,85											
	Longitud total incluyendo RETIL		2863,85											
	Pérdidas en el primario (W/m)		0,14											
	Potencia del CR (W)		3869,26											
	Potencia demandada por RETIL (W)		1346,31											
	Potencia total (W)		4555,06											
	Potencia total (VA)		5061,17											
	Potencia del regulador necesario (kVA)		7,5											
	Régimen de carga del regulador		67,48											

Se usa el mismo regulador que se había instalado para el circuito CR



Circuito	Descripción	N	Tipo de baliza	B	P(W)	Lb(m)	pb(W/m)	Pc(W)	Ptrafonomina l(W)	Rendimiento	Pcalc(W)	pc(W)	Pcalc+pc	Potencia total (W)
Barra de paradas	Se acopla al actual circuito ER3 Actualmente instalado	3	Empotrada, unidireccional	1	18,75	25	0,35	27,5	45	0,75	36,50	0,90	37,40	112,21
ER3														
Longitud del primario			7900											
Potencia total del circuito (kVA)			19,724											
ER3 con barra de paradas														
Longitud total ER3 Modificado			7915,06											
Potencia demandada (kVA)			19,85											
Potencia del regulador (kVA)			25											
Régimen de carga (%)			79,40											

Se usa el mismo regulador que se había instalado para el circuito ER3



En la siguiente tabla se hace un resumen de los reguladores de intensidad necesarios para cada circuito así como su régimen de carga

Circuito	Longitud (m)	Potencia demandada (kVA)	Regulador (kVA)	Régimen de carga (%)
EJE A	2979,49	2,51	4	62,71
EJE B	2979,49	3,16	4	79,02

La barra de paradas se conecta mediante un transformador de aislamiento al circuito existente ER3, cuyas características se muestran a continuación (datos tomados del proyecto actual del aeropuerto "Adecuación a las NTAC")

Circuito	Longitud (m)	Potencia demandada (kVA)	Regulador (kVA)	Régimen de carga (%)
ER3	7.900	19,72 kVA	25 kVA	78,90

La modificación que sufrirá este circuito por conectar la barra de paradas será mínimo puesto que la barra de paradas apenas consume potencia, por lo que bastará el mismo regulador actualmente instalado. La modificación estará en que el régimen de carga será ligeramente mayor puesto que aumentará la potencia demandada.



Circuito	Longitud (m)	Potencia demandada (kVA)	Regulador (kVA)	Régimen de carga (%)
ER3_Modificado	7.915,06	19,85 kVA	25 kVA	79,40

Lo mismo ocurre con el circuito para las balizas RETIL. Estas balizas se conectan a una ampliación del circuito CR cuyas características se muestran a continuación:

Circuito	Longitud (m)	Potencia demandada (kVA)	Regulador (kVA)	Régimen de carga (%)
CR	2.500	3,87 kW	7,5 kW	51,59

La modificación que sufrirá este circuito por conectar las balizas RETIL será mínimo puesto que éstas apenas consumen potencia, por lo que bastará el mismo regulador actualmente instalado. La modificación estará en que el régimen de carga será ligeramente mayor puesto que aumentará la potencia demandada.

Circuito	Longitud (m)	Potencia demandada (kVA)	Regulador (kVA)	Régimen de carga (%)
CR_Modificado	2.863,85	5,061 kW	7,5 kW	67,48



A11.9 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

En este apartado se van a describir una serie de elementos comerciales para la instalación eléctrica.

A11.9.1 LUCES DE EJE, BARRA DE PARADAS Y RETIL

Para todos estos sistemas de balizamiento se usarán luces tipo LED con un consumo de 15W para las unidireccionales y 30W para las bidireccionales. Un fabricante posible puede ser ADB del grupo SIEMENS.



Ventajas específicas de las luces LED

- Consumo de energía bajo (15 W por lado).
- Mantenimiento sumamente reducido gracias al período de duración de las LEDs: 56,000 horas en 6.6 A, o más de 100,000 horas en condiciones operativas normales.



- La reducción del número de intervenciones en el campo aumenta considerablemente la eficiencia en el tráfico y la disponibilidad de las calles de rodaje.
- Distribución óptima y homogénea de las luces instaladas en una misma área de calle de rodaje.
- Las LEDs emiten sus luces directamente en el color correcto.
- No se producen pérdidas de energía ni variaciones de color pues no hay filtros de color.
- Su conexión y funcionamiento son completamente compatibles con los circuitos de balizamiento clásicos.
- No se necesita cambiar los reguladores, cables o transformadores, y las luces se pueden regular en intensidad como una lámpara halógena tradicional.
- Incluso con un bajo consumo de energía no se detectan ningún tipo de problema con transformadores FAA 6.6 A de hasta 300 W.
- Es completamente compatible con las luces de la serie F y TLP, lo que permite la evolución progresiva, y a bajo costo, del sistema de alumbrado hacia una nueva tecnología basada en los LED.
- Para instalaciones completamente nuevas, la baja potencia requerida se refleja en la baja carga de la nueva instalación, reguladores de potencia CCR más pequeños así como los transformadores, etc. El ahorro en energía está asegurado.

Características

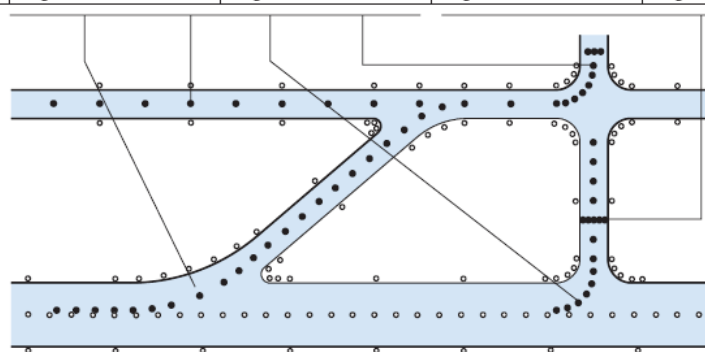
- Serie completa de luces empotradas de 8" diam., uni o bidireccionales (conmutables o no) que cubre todas las aplicaciones de las calles de rodaje.
- El uso intensivo de aleaciones de aluminio reduce el peso y facilita la instalación en el campo.
- Un desnivel bajo las ventanas de sólo 1 mm garantiza una fotometría óptima en caso de fuertes lluvias.
- La superficie exterior lisa de la cubierta protege los neumáticos.
- Barrera doble a prueba de agua.
- Su diseño y fabricación son simples y es de fácil mantenimiento.



- El número de partes es mínimo pues cuenta con partes multifuncionales.
- Su diseño modular permite cambiar rápidamente los componentes para modificar la aplicación de la luz.
- Los prismas están sujetos a la cubierta en un empalme de contactos múltiples, por medio de un travesaño multifuncional que soporta las LEDs. Es por ello que el cambio de prismas es simple, rápido y no se necesita ningún sellador ni resina.
- No es necesario realizar ningún ajuste óptico después del cambio de LEDs o de prismas.
- Anillos de adaptación estándar para instalaciones sobre las bases FAA de 12" profundas o poco profundas.
- Dispone de anillos específicos para adaptar la luz a las bases y anillos de fijación con otras normas.
- Cuenta con guía de instalación y herramientas de extracción.
- Contacto para probar la estanqueidad de la luz luego de una revisión.
- Características de alumbrado que no dañan el medio ambiente (no se utiliza cadmio).

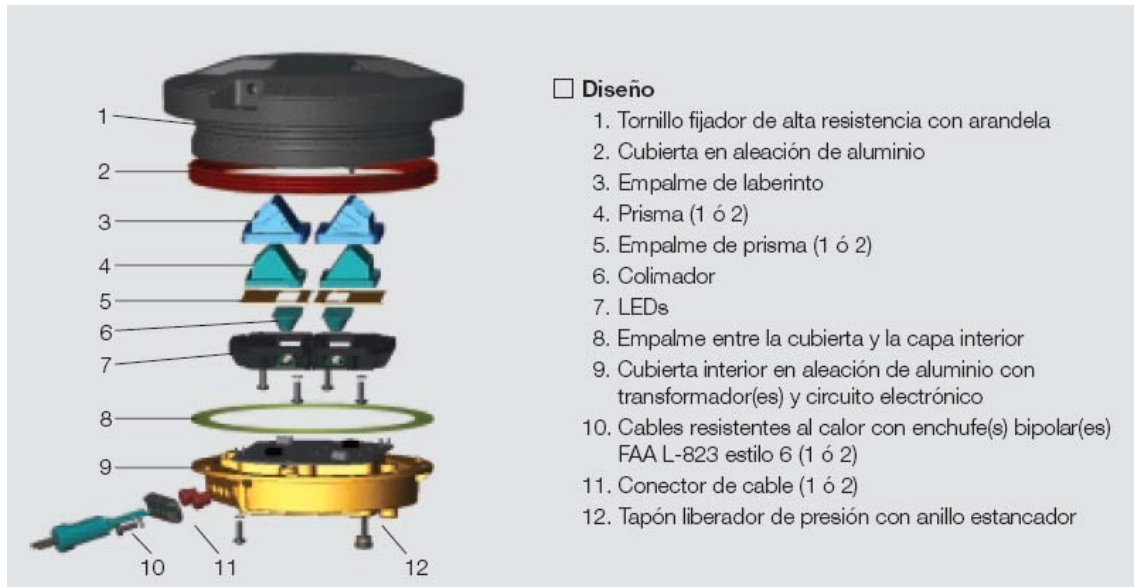
Cuadro de selección

Uso	Eje de calle de rodaje (todas las aplicaciones de CAT. I - II - III exceptuando la barra de parada)		Barra de parada CAT. I - II - III	
Descripción	Uni- o bi direccional		Unidireccional	
Tipo	Secciones rectas	Secciones curvas	Secciones rectas	Secciones curvas
Color	Verde o Amarillo	Verde o Amarillo	Rojo	Rojo
Curva fotométrica	Fig. 6.1 & 6.3	Fig. 6.2 & 6.4	Fig. 6.5	Fig. 6.6



■ Fig. 5

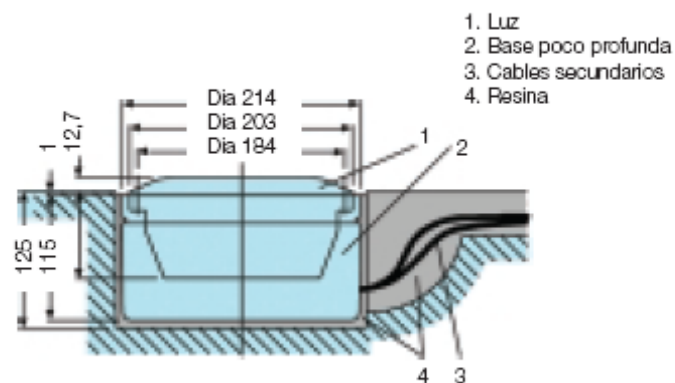
El diseño de la baliza se expone en la siguiente imagen:



Instalación

1) Sobre una base poco profunda

□ Instalación & dimensiones completas (mm)



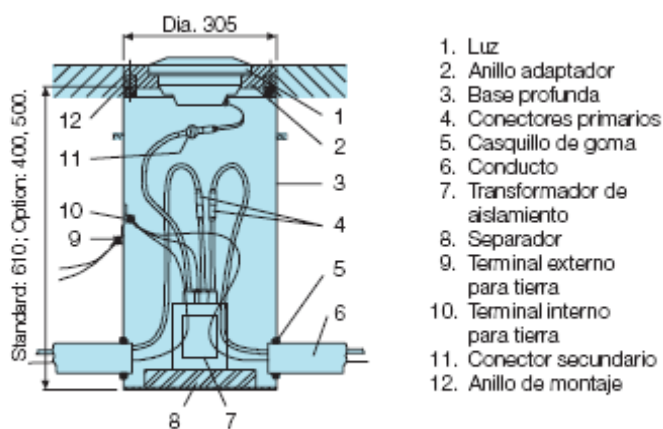
Instalación sobre base poco profunda de 8" diam.

■ Fig. 7



Este método se aplica en pavimentos existentes. La base de 8" ó 12" de diámetro es sellada con resina. La posición y nivelación correctas se obtienen con la ayuda de un telescopio de enfoque. Los cables que conectan la luz al transformador de aislamiento son instalados en las ranuras hechas en el pavimento y cubiertos con resina. Se puede hacer montajes sobre bases nuevas o existentes de diámetro superior utilizando anillos de adaptación apropiados.

2) Sobre una base de acero FAA L-868 talla B



Instalación sobre base FAA L-868

Fig. 8

Este método de instalación es utilizado cuando se construye una nueva pista o cuando se vuelve a alisar una calle de rodaje. La luz LTS o LTC de 8" de diámetro se monta sobre un anillo adaptador de 8" a 12" diam. que está empernado en la base. Las bases están interconectadas por medio de conductos que protegen los cables. Se debe instalar el transformador debajo de la luz, o mejor aun en recinto separado. Ver catálogo A.05.120. Para más información favor de consultar las instrucciones de montaje que se encuentran con los materiales. El equipo técnico de ADB se encuentra a disposición de usuarios e instaladores para guiar y aconsejar con el fin de ayudar a resolver cualquier problema de instalación.



A11.9.2 BALIZAS RETRORREFLECTANTES DE BORDE DE CALLE DE RODAJE

En este caso se ha optado por el fabricante THORN AIRFIELD LIGHTING. Las características de la baliza retrorreflectante se indican a continuación.

ESPECIFICACIONES

La baliza retrorreflectante de borde de vía de circulación RRM-TE se conformará a las recomendaciones del apartado 5.5.5 y del Apéndice 1 del Volumen I del Anexo 14 de la OACI, así como a las normas FAA L853 AC150/5345-39B Y CAP 168 Cláusula 6.8, en particular en lo que se refiere a su color y a su frangibilidad.

La baliza no precisará alimentación. Reflejará la luz emitida por las aeronaves.

La baliza se compone de:

- Un cilindro en polietileno, resistente a los rayos UV, de 375 mm de altura
- Un manguito retrorreflectante
- Un adaptador de montaje (opcional)

La baliza se instalará directamente sin adaptador en suelo duro, en bloque de hormigón o en el revestimiento de la vía de circulación por medio del adaptador de montaje.

Será, a la vez, capaz de soportar el viento y el chorro de los reactores, y será completamente frangible.

Será fácil de instalar y de sustituir.

No precisará mantenimiento alguno.

CARACTERÍSTICAS

La baliza RRM-TE permite realizar un balizamiento retrorreflectante de los bordes de vía de circulación y de estacionamiento, de conformidad con las



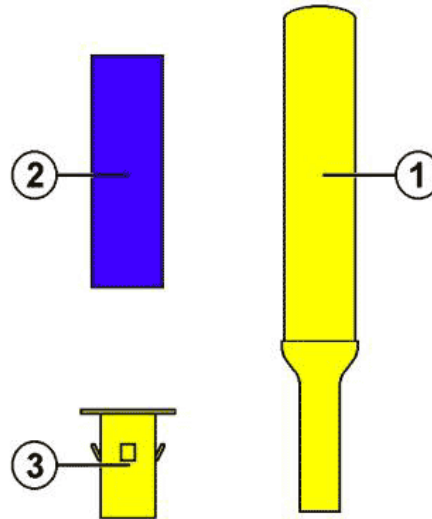
recomendaciones contempladas en el apartado 5.5.5. del Volumen I del Anexo 14 de la OACI.

Principales ventajas

- Conformidad del color con las recomendaciones del Apéndice I del Anexo 14 del Volumen I de la OACI para la utilización diurna y/o nocturna.
- Reflexión omnidireccional completa gracias a su forma cilíndrica.
- No necesita ninguna alimentación: La baliza refleja la luz emitida por las aeronaves. En estas condiciones, genera una intensa columna de luz de una anchura aproximada de 3 cm.
- Cuerpo y adaptador en polietileno de baja intensidad, resistente a los rayos UV.
- Completa frangibilidad: El cuerpo de plástico de la baliza soporta el viento o el chorro de los reactores y garantiza una buena frangibilidad al impacto.
- De fácil instalación y sustitución. La baliza puede montarse en un bloque de hormigón, directamente en suelo duro o con un adaptador dentro del revestimiento de la vía de circulación.
- No precisa mantenimiento alguno.

CONCEPCIÓN DE LA BALIZA

- 1 Cuerpo de la baliza
- 2 Funda retrorreflectante de color azul
- 3 Adaptador de montaje



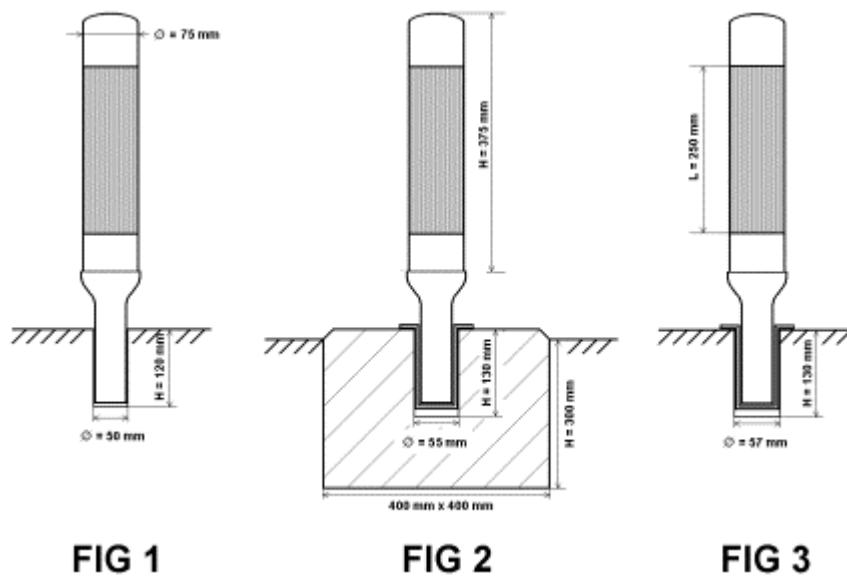
INSTALACIÓN

Las figuras que se ilustran a continuación muestran los 3 tipos diferentes de montaje que son posibles con las balizas retrorreflectantes RRM-TE.

Figura 1 Instalación en un suelo duro sin adaptador.

Figura 2 Instalación por medio del adaptador en bloque de hormigón.

Figura 3 Instalación por medio del adaptador en el revestimiento de la vía de circulación.





A11.9.3 LETREROS

Los letreros que se instalarán serán del tipo que ofrece la marca comercial ADB del grupo SIEMENS. Estos letreros están iluminados interiormente con lámparas fluorescentes.

Principales Características

- Supera las especificaciones OACI más recientes de luminancia y colorimetría (véase la tabla de valores fotométricos)
- Económica en funcionamiento y mantenimiento: alimentación eléctrica de bajo consumo, lámparas de gran duración, los paneles verticales retienen menos suciedad que los paneles inclinados o arqueados y se mantienen limpios.
- Estructura modular: los mismos componentes eléctricos y mecánicos para toda la gama de letreros.
- Ningún reflector interno para alcanzar los valores fotométricos.
- Lámpara fluorescente de 24 W y duración de 10.000 horas (la misma para todos los tamaños).
- Eficiencia de la lámpara de 75 lumen/watt: tres veces más eficiente que una lámpara halógena con filamento de tungsteno.
- Fuente luminosa de 6.000 K que produce una señal blanca, la cual aumenta el contraste de colores y la legibilidad del letrero.
- Encendido y funcionamiento fiable entre -20°C y $+55^{\circ}\text{C}$.
- Diseñado con varias lámparas para garantizar la visibilidad del letrero en caso de fundirse alguna de ellas.
- Cubierta amovible para cambiar fácilmente la lámpara.
- Símbolos recortados en cinta adhesiva aplicados en vacío sobre la cara interior del letrero.
- Paneles de mensajes sin uniones (hasta 3,7 metros de largo) hechos de policarbonato autoextinguible de larga duración, resistente a ultravioletas, abrasión y altas temperaturas.
- Más grueso que el panel habitual (4 mm) para resistir sin problemas a los vientos más fuertes y al chorro de reactores.
- Alimentación eléctrica serie de 6,6 A o paralela de 230 V, 50/60 Hz.



- Alto factor de potencia.
- Cuerpo rígido, pero ligero y frágil, formado por paneles y elementos de extrusión de aluminio.
- Fragilidad conforme a las especificaciones soportando velocidades de viento de hasta 216 km/h (OACI), respectivamente 322 km/h (FAA).
- Protección de tipo IP34 sin utilización de juntas (IP44 en opción).

Materiales y Acabado

El letrero es resistente a la corrosión y no requiere mantenimiento.

- Cuerpo de aluminio: elementos de extrusión, perfiles de los paneles y columnas.
- Panel con la leyenda: policarbonato de gran duración, resistente a ultravioletas y abrasión, autoextinguible.
- Tornillería de acero inoxidable.
- Capa de pintura de poliéster por electrodeposición y cocida en horno (blanco RAL 9016).

Instalación

Los letreros se suministran montados. Deben instalarse sobre cimientos de hormigón a la distancia recomendada del borde de la pista o de la calle de rodaje. El letrero pesa poco y dos personas pueden manipularlo e instalarlo fácilmente. Las bridas de las columnas se fijan a los cimientos con bulones de empotramiento (3 cada una). El nivel horizontal del letrero puede corregirse ajustando la altura de las bridas de montaje (máx. 1,5 cm). El cliente recibe las instrucciones de instalación. El cable de alimentación se tiende en conducto flexible hacia el suelo hasta un codo (ficha A.05.110) o hasta la caja de un transformador de tipo FAA (ficha A.05.120) empotrada en los cimientos.

Instalación típica

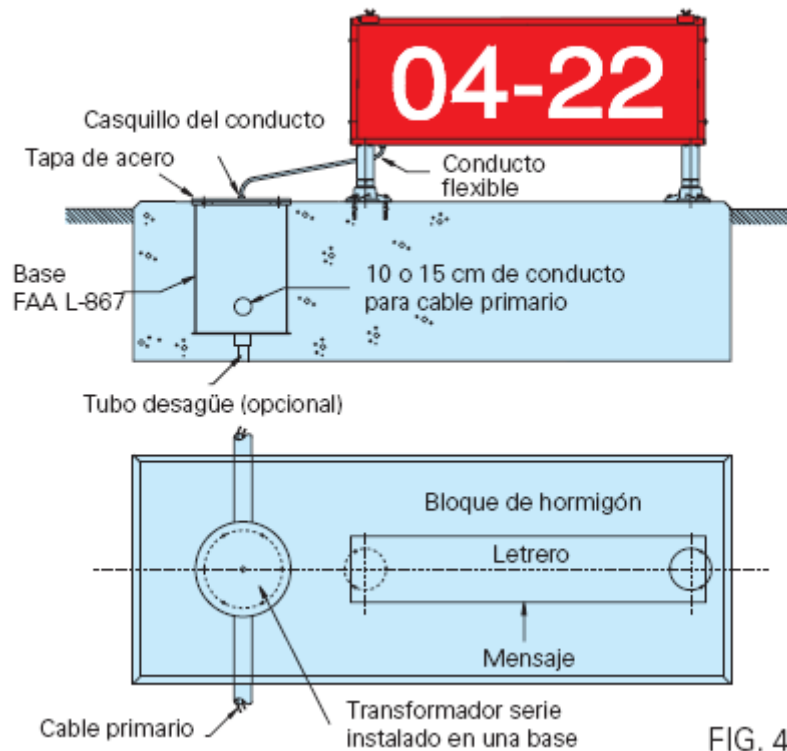


FIG. 4

Características Fotométricas (Valores típicos)

Lamparas: 24 W, Fluore scente, 10000 horas de vida útil a intensidad máxima.

Luminancia media de los letreros Calculada según OACI Anexo 14, Apéndice 4, FIG. 4.1.

COLOR	LUMINANCIA (cd/m ²)	VALOR MÍNIMO OACI RVR<800m
Rojo	79	30
Amarillo	325	150
Blanco	560	300

Relación rojo/blanco: 1/7,1 (especificación: >1/5< relación <1/10)

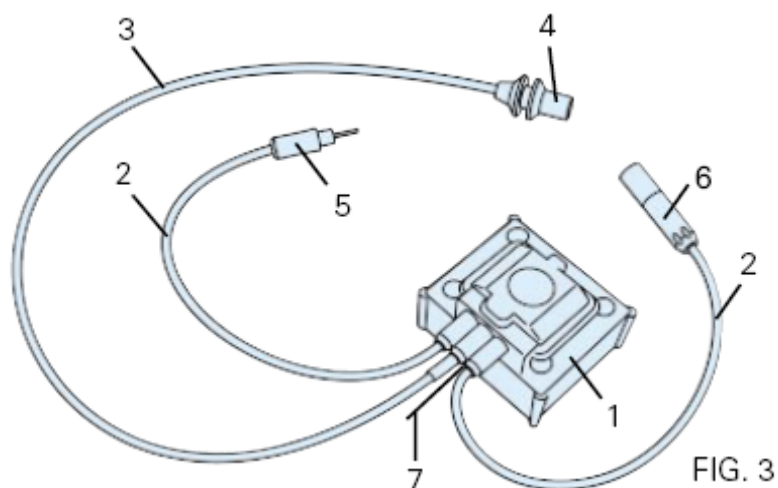
Factor de uniformidad: 2,5/1 (especificación: <5/1) entre los valores máximo y mínimo, en toda la superficie del letrero.



A11.9.4 TRANSFORMADORES

Seguendo las especificaciones del fabricante ADB se tienen las siguientes características de los transformadores

- ADB ha conseguido conservar en un volumen bastante reducido las características técnicas de los transformadores toroidales.
- Unas curvas de carga muy planas garantizan salidas de luz uniforme a través de un gran rango de carga secundaria.
- El solapamiento de las curvas de carga entre los diferentes transformadores de la gama permite que cada carga comprendida entre 25 W y 360 W esté cubierta por al menos un transformador.
- Seguridad del personal de mantenimiento mejorada: separación total de los enrollados y ausencia de rampas entre los enrollados o los enrollados y el núcleo, eliminando toda posibilidad de descarga eléctrica durante la sustitución de lámparas. La conexión a tierra (opcional) del enrollado secundario aumenta aún más la seguridad.
- Elevada fiabilidad gracias a una extensa investigación de los materiales y a las pruebas que se realizan sistemáticamente en todas las fases de producción (pruebas eléctricas antes y después del encapsulado, última prueba dieléctrica a 10.000 VCA y última prueba de aislamiento a 15.000 VCC).
- Encapsulado en un elastómero termoplástico especial, resistente a la exposición a los rayos U.V. y al ozono, a agentes químicos como ácidos, álcali y aceite, a los impactos y maltratos. No absorbe el agua. Como resultado de ello, los transformadores pueden sumergirse, enterrarse o exponerse al sol y la intemperie.
- Autoprotección: incluso en cortocircuito o secundario abierto, no se producen daños ni se reduce la vida útil del transformador.
- Enchufes macho y hembra moldeados en fábrica: reducción de los costos de instalación y mantenimiento ensamblaje completamente estanco garantizado.
- Volumen reducido y bajo peso.
- Temperatura ambiente: -55 °C a +65 °C.



Instalación

El transformador está diseñado para enterrarlo directamente en la tierra. Sin embargo, para facilitar el acceso en caso de sustitución o comprobación rutinaria, se recomienda instalarlo en mampostería de acero o cajas o envoltentes de hormigón.





Especificaciones técnicas

Valores nominales			Rendimiento a 20 °C (valores típicos) (1)							
Potencia nominal secundaria	Corriente primaria/secundaria	Frecuencia	Rango de potencias	Rango de cargas (2)	Eficiencia a carga nominal		Factor de potencia a carga nominal		Corriente de corto circuito (3)	Voltaje con circuito abierto
					IEC	FAA	IEC	FAA		
W	A	Hz	W	Ohm	%	%			A	V (rms)
45	6,6 / 6,6	50	35 – 60	0,80 – 1,38	86,50	87,00	0,98	0,98	6,73	17,00
65	6,6 / 6,6	50	40 – 90	0,92 – 2,07	87,00	87,50	0,98	0,98	6,71	25,00
100	6,6 / 6,6	50	50 – 125	1,10 – 2,87	89,50	90,00	0,98	0,98	6,70	37,00
150	6,6 / 6,6	50	45 – 185	1,00 – 4,25	91,50	na*	0,98	na*	6,68	52,00
200	6,6 / 6,6	50	25 – 230	0,57 – 5,28	92,00	92,50	0,98	0,98	6,67	65,00
300	6,6 / 6,6	50	25 – 360	0,57 – 8,25	94,50	95,00	0,98	0,98	6,67	105,00
45	6,6 / 6,6	60	35 – 60	0,80 – 1,38	86,00	87,00	0,98	0,98	6,73	17,50
65	6,6 / 6,6	60	45 – 100	1,03 – 2,29	87,00	87,50	0,98	0,98	6,71	30,00
100	6,6 / 6,6	60	35 – 125	0,80 – 2,87	89,00	90,00	0,98	0,98	6,69	37,00
150	6,6 / 6,6	60	50 – 185	1,15 – 4,25	91,50	na*	0,98	na*	6,70	52,00
200	6,6 / 6,6	60	40 – 230	0,92 – 5,28	92,50	92,50	0,98	0,98	6,68	62,00
300	6,6 / 6,6	60	25 – 360	0,57 – 8,25	94,00	94,50	0,98	0,98	6,67	99,00

1) Primario alimentado por una fuente de voltaje sinusoidal de la frecuencia nominal.
 2) La corriente secundaria se mantiene entre 6,53 A y 6,67 A para el rango de cargas indicado.
 3) Corriente primaria = 6,6 A
 * no aplicable

A11.9.5 REGULADOR DE CORRIENTE

El regulador de la compañía ADB se describe a continuación:

Fig. 1 MCR³ 20 kVA full option



Regulador de
Corriente Constante
Controlado por
Microprocesador

Tipo MCR³

Características

El MCR 3 es la siguiente generación de tipos de MCR de ADB, de los cuales miles de unidades son usadas a nivel mundial. El reconocido regulador con tiristor controlado por microprocesador ha sido modernizado



ampliamente. Su nueva estructura permite actualizarlo en el sitio, desde un regulador de corriente constante simple hasta una unidad de opciones múltiples incluyendo las siguientes características:

- RCC regulado y controlado en su totalidad digitalmente.
- Una interfaz integrada máquina-humano con menú, que permite hacer la configuración total en su sitio, sin ningún equipo adicional.
- Funcionalidad de diagnóstico de mantenimiento en remoto repotenciable (disponible en el 2006).
- Selector de circuito incorporado opcional o AGLAS máster para el sistema de control y monitoreo individual de lámparas (ILCMS por el inglés).
- Dinámica alta en la regulación
- Alzaprima para una óptima regulación en caso de producirse cambios importantes de carga (disponible en el 2006).
- Control remoto y monitoreo a través de la combinación de control multifilar y field bus simple o redundante (J-BUS).
- Memoria Flash que permite la actualización en remoto del RCC con la última versión del software, o reconfigurarlo.
- Completamente independiente, ya sea para su configuración o al estar en operación.

Se adapta perfectamente a las luces LED de nueva tecnología, así como a las lámparas convencionales, o a cualquier combinación de éstas.

Módulos de potencia

Los módulos de potencia del MCR se fabrican alrededor de los paquetes de tiristores. Independientemente del voltaje de alimentación, el rango total de potencia, de 2.5 a 30 kVA, está cubierto por tres módulos, de 50, 63 y 110 A. Junto con las PCBs de control, el módulo de potencia forma un compartimiento de bajo voltaje de fácil mantenimiento.



Datos técnicos

Las cifras de rendimiento son siempre iguales o mejores que las especificadas a continuación.

Rangos de voltaje de entrada

Tipos FAA: 220, 230, 240, 380, 400 ó 415 V, 50/60 Hz, monofásicos, bifilar

Tipos IEC: 230 ó 400 V

Voltaje de control remoto

Multifilar (multiwire): 24 ó 48 a 60 V DC

Multiplex: según protocolo J-Bus sobre RS485

Cualquier combinación de multifilar y BUS (o bus redundante)

Control de brillo

Hasta 8 pasos para niveles de brillo, ajustable por el usuario en 255 niveles

Regulación de corriente de salida

Dentro de un $\pm 1\%$ de 6.6 A (ó 20 A), bajo las condiciones estándar ya sea de la IEC o la FAA. NB: En configuraciones de brillo inferiores, las tolerancias en la salida de corriente exceden el 1%

Tiempo de la respuesta de regulación

Menos de 0.5 seg. en carga resistiva completa (100%) (factor de potencia = 1)

Voltaje de salida del circuito abierto

Menos de 1.2 veces del voltaje de salida nominal (RMS)

Eficiencia

90 a 92% dependiendo del tamaño, bajo carga resistiva nominal, corriente de salida nominal y voltaje de entrada nominal



Factor de potencia primario

0,9 para potencias de hasta 10 kVA

0,95 para potencias de 15 kVA y más

Derivaciones en el secundario del transformador de salida para adaptar el MCR a la carga real del circuito en serie y para lograr una mejor eficiencia y un factor de potencia primario. También para reducir distorsiones en la formación de ondas.

Temperatura

Temperatura de operación: $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$

Temperatura no operacional: $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$

El aumento de temperatura bajo las condiciones más adversas cumple con el ANSI C57.12.91

Grado de protección: IP 21