

**COMFORP**  
**Concurso de Jóvenes Técnicos en Automoción**  
7ª Edición



# Nuevos Sistemas de Iluminación en el Automóvil

Alumnos:  
Oliver Pérez Gil  
Jorge Regadera Trinidad  
Tutor:  
Júan Francisco Payo Moralejo

**EQUIPO B**

## INDICE

- 1 **NORMATIVA QUE REGULA EL SISTEMA DE ALUMBRADO EN LOS AUTOMÓVILES.**
  - 1.1 Dispositivos de alumbrado y señalización óptica
  - 1.2 Homologación
- 2 **PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ILUMINACIÓN**
  - 2.1 Parámetros básicos de fotometría
- 3 **LÁMPARAS UTILIZADAS EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO DEL AUTOMÓVIL**
  - 3.1 Tipos de lámparas
  - 3.2 Lámparas halógenas
  - 3.3 Faros o proyectores
- 4 **NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN**
  - 4.1 Lámparas de xenón
    - Estructura y funcionamiento
    - Faros con lámparas de descarga de gas y tecnología BI-XENÓN
    - Regulación automática del alcance luminoso
  - 4.2 Sistema iluminación adicional y luz de viraje dinámica.
  - 4.3 Gestión de la iluminación. Red de abordo-Bus de datos
    - Unidad de control para la red de a bordo
    - Unidad de control del AFS
    - Transmisores de nivel
    - Conmutador de luces
    - Transmisor goniométrico de la dirección
    - Sensores de posición del módulo orientable
    - Unidades de control para lámparas de descarga de gas
    - Electroimanes de regulación de obturador
    - Motores reguladores del alcance de luces
    - Servomotores de luz de viraje dinámica
  - 4.4 Tecnología LED
  - 4.5 Luz diurna
  - 4.6 Encendido automático de luces
- 5 **BIBLIOGRAFIA**

## NORMATIVA QUE REGULA EL SISTEMA DE ALUMBRADO EN LOS AUTOMÓVILES.

A efectos de Reglamento se entiende por:

- 1.1. Dispositivo: el elemento o conjunto de elementos que desempeñan una o varias funciones.
- 1.2. Luz de cruce o de corto alcance: la luz utilizada para alumbrar la vía por delante del vehículo, sin deslumbrar ni molestar a los conductores que vengan en sentido contrario, ni a los demás usuarios de la vía.
- 1.3. Luz de carretera o de largo alcance: la luz utilizada para alumbrar una distancia larga de la vía por delante del vehículo.
- 1.4. Luz de posición delantera: la luz utilizada para indicar la presencia y la anchura del vehículo, cuando se le vea desde delante.
- 1.5. Luz de posición trasera: la luz utilizada para indicar la presencia y la anchura del vehículo, cuando se le vea desde detrás.
- 1.6. Luz de posición lateral: la luz utilizada para indicar la presencia de un vehículo cuando se le ve de lado.
- 1.7. Luz de marcha atrás: luz utilizada para iluminar la vía por detrás del vehículo y para advertir a los demás usuarios de la vía que el vehículo va, o está a punto de ir, marcha atrás.
- 1.8. Luz indicadora de dirección: la luz utilizada para indicar a los demás usuarios de la vía que el conductor quiere cambiar de dirección hacia la derecha o hacia la izquierda.
- 1.9. Señal de emergencia: el funcionamiento simultáneo de todas las luces indicadoras de dirección del vehículo para advertir que el vehículo representa temporalmente un peligro para los demás usuarios de la vía.
- 1.10. Luz de frenado: luz utilizada para indicar, a los demás usuarios de la vía que circulan detrás del vehículo, que el conductor de éste está accionando el freno de servicio.
- 1.11. Luz de la placa posterior de matrícula: el dispositivo utilizado para iluminar el lugar en el que se colocará la placa posterior de matrícula; podrá consistir en diferentes elementos ópticos.
- 1.12. Luz antiniebla delantera: la luz utilizada para mejorar el alumbrado de la carretera en caso de niebla, nevada, tormenta o nube de polvo.
- 1.13. Luz antiniebla trasera: la luz utilizada para hacer el vehículo más visible por detrás en caso de niebla densa.
- 1.14. Luz de estacionamiento: la luz utilizada para señalar la presencia de un vehículo estacionado en zona edificada. En tales circunstancias sustituye a las luces de posición delanteras y traseras.
- 1.15. Luz de gálibo: la luz instalada lo más cerca posible del borde exterior más elevado del vehículo y destinada claramente a indicar la anchura total del vehículo. En determinados vehículos y remolques, esta luz sirve de complemento a las luces de posición delanteras y traseras del vehículo para señalar su volumen.
- 1.16. Catadióptrico (o retrocatadióptrico): dispositivo utilizado para indicar la presencia del vehículo mediante la reflexión de la luz procedente de una fuente luminosa independiente de dicho vehículo, hallándose el observador cerca de la fuente.  
No se considerarán catadióptricos:
  - Las placas de matrícula retroreflectantes.
  - Las señales retroreflectantes mencionadas en el ADR.
  - Las demás placas y señales retroreflectantes que deban llevarse para cumplir la reglamentación vigente sobre la utilización de determinadas categorías de vehículos o de determinados modos de funcionamiento.
- 1.17. Luz de trabajo: dispositivo destinado a alumbrar un lugar de trabajo o un proceso de trabajo.
- 1.18. Luz de alumbrado interior: la destinada a la iluminación del habitáculo del vehículo en forma tal que no produzca deslumbramiento ni moleste indebidamente a los demás usuarios de la vía.

## Dispositivos de alumbrado y señalización óptica

Los dispositivos de alumbrado y señalización óptica, junto con una indicación genérica del número, color y situación, para las distintas categorías de vehículos, aparecen recogidos en las siguientes tablas.

Descripción:	Todo automóvil, con excepción de los reseñados en las tablas siguientes			
Tipo de luz	Número	Color	Situación <sup>(9)</sup>	Obligatorio o no
Luz de cruce	2	BLANCO	Delante. En los bordes exteriores <sup>(1)</sup>	Obligatorio
Luz de carretera	Un número par <sup>(1)</sup>	BLANCO	Delante. En los bordes exteriores <sup>(1)</sup>	Obligatorio
Luz de marcha atrás	1 ó 2	BLANCO	Detrás <sup>(1)</sup>	Obligatorio
Luces indicadoras de dirección	Un número par mayor de dos <sup>(1)</sup>	AMARILLO AUTO	Bordes exteriores y lateral <sup>(1)</sup>	Obligatorio
Señal de emergencia	Igual nº que los indicadores de dirección	AMARILLO AUTO	Igual nº que los indicadores de dirección <sup>(1)</sup> .	Obligatorio
Luz de frenado	2	ROJO	Detrás. En los bordes exteriores <sup>(1)</sup>	Obligatorio
Tercera luz de freno	1 <sup>(1)</sup>	ROJO	Detrás. Sobreelevada <sup>(1)</sup>	Opcional
Luz de la placa de matrícula trasera	1	BLANCO	La necesaria para iluminar la placa	Obligatorio
Luz de posición delantera	2	BLANCO	Delante. En los bordes exteriores <sup>(1)</sup>	Obligatorio
Luz de posición trasera	2	ROJO	Detrás En los bordes exteriores <sup>(1)</sup>	Obligatorio
Luz de estacionamiento	2 ó 4 <sup>(2)</sup>	BLANCO delante ROJO detrás AMARILLO AUTO lateral	En los bordes exteriores <sup>(1)</sup>	Opcional <sup>(3)</sup>
Luz antiniebla trasera	1 ó 2	ROJO	Si es una, a la izquierda o en el centro. Si son dos, en los bordes exteriores <sup>(1)</sup>	Obligatorio
Luz antiniebla delantera	2	BLANCO AMARILLO SELECTIVO	Delante <sup>(1)</sup>	Opcional
Luz de gálibo	2 visibles por delante y 2 visibles por detrás	BLANCO delante ROJO detrás	Lo más alto que permita el vehículo <sup>(1)</sup>	Obligatoria <sup>(4)</sup>
Catadióptricos delanteros no triangulares	2	BLANCO	Delante <sup>(1)</sup>	Opcional
Catadióptricos traseros no triangulares	2	ROJO	Detrás. En los bordes exteriores	Obligatorio
Catadióptricos laterales no triangulares	Mínimo 2, máximo en función de la longitud del vehículo <sup>(1)</sup>	AMARILLO AUTO <sup>(5)</sup>	En el lateral, uniformemente distribuidas	Opcional <sup>(6)</sup>
Luz de posición lateral	Mínimo 2, máximo en función de la longitud del vehículo <sup>(1)</sup>	AMARILLO AUTO <sup>(5)</sup>	En el lateral, uniformemente distribuidas	Obligatorio <sup>(7)</sup>
Alumbrado interior del habitáculo				Opcional <sup>(8)</sup>
Dispositivos luminosos o reflectantes de señalización de apertura de puertas				Opcional

(1) En función de las categorías y de la reglamentación vigente.

(2) Dos delanteras y dos traseras o una delante y otra detrás, coincidiendo con las de posición.

(3) Si la longitud del vehículo no es mayor de 6 m y su anchura es menor de 2. En los demás vehículos está prohibida.

(4) Es obligatoria para vehículos de más de 2,10 m de anchura y opcional para vehículos de anchura entre 1,80 y 2,10 m. En cabinas con bastidor es opcional la luz de gálibo trasera.

(5) Excepcionalmente rojas, si están agrupadas, combinadas o mutuamente incorporadas con un dispositivo trasero.

(6) Es obligatorio para vehículos de más de 6 m de longitud.

(7) Obligatoria en vehículos cuya longitud supere los 6 m excepto en las cabinas con bastidor y opcional para el resto.

(8) Es obligatoria para los destinados al servicio público de viajeros y los de alquiler con conductor.

(9) La situación y altura de cada dispositivo se ajustará a lo dispuesto en la reglamentación vigente de los vehículos automóviles.

## Homologación

**Obligatorio, marca del fabricante de la pieza de origen**  
Ejemplo: **Valeo**

**Número de homologación**  
Otorgado por el Ministerio de Industria  
Ejemplo: **01 1 02A 02HC/R 50982**

**Marcaje de homologación europeo**

**E9** «E» (ONU) o **e9** (Unión Europea)  
seguido del número correspondiente al país que ha otorgado la homologación

1 Alemania	6 Bélgica	11 Reino Unido
2 Francia	7 Hungría	12 Austria
3 Italia	8 Checoslovaquia	13 Luxemburgo
4 Países Bajos	9 España	14 Suiza
5 Suecia	10 Yugoslavia	22 Federación Rusa

**Intensidad luminosa del haz de carretera**  
10 / 17,5 / 20 / 25 / 27,5 / 30 / 37,5

la intensidad máxima autorizada en la parte delantera del vehículo es: **75**

**Sentido de circulación**

SIN FLECHA Circulación a la derecha (todos los países salvo G.B. e Irlanda)  
Circulación a la izquierda (G.B. e Irlanda)

### Marcaje de homologación normalizada para proyectores:

- C/R Código Europeo (cruce o carretera)
- HC Halógeno cruce
- HR Halógeno carretera o largo alcance
- HCR Halógeno cruce + carretera
- HC/R Halógeno cruce o carretera
- DC Lámpara de descarga, cruce
- DR Lámpara de descarga, carretera
- DC/R Lámpara de descarga, cruce o carretera
- DCR Lámpara de descarga cruce + carretera
- RL Luz obligatoria de circulación diurna
- SM1 o SM2 Luz de posición lateral
- A Luz de posición delantera
- F o B Antiniebla
- PL Cristal de plástico
- 1 Indicador de cambio de dirección delantero (a mas de 40 mm de la zona de iluminación del proyector)
- 1a Indicador de cambio de dirección delantero (entre 20 y 40 mm de la zona de iluminación del proyector)
- 1b Indicador de cambio de dirección delantero (a menos de 20 mm de la zona de iluminación del proyector)

**Obligatorio, marca del fabricante de la pieza de origen**  
Ejemplo: **Valeo**

**Número de homologación**  
Otorgado por el Ministerio de Industria  
Ejemplo: **2a 01 R S1 02 1A 02**

**Material plástico utilizado (reciclado)**  
Ejemplos :  
sobre la transparencia : **>PMMA<** sobre el soporte : **>ABS>** sobre el portalámparas : **>PP-TD20<**

**Marcaje de homologación europeo**

**E9** «E» (ONU) o **e9** (Unión Europea)  
seguido del número correspondiente al país que ha otorgado la homologación:

1 Alemania	6 Bélgica	11 Reino Unido
2 Francia	7 Hungría	12 Austria
3 Italia	8 Checoslovaquia	13 Luxemburgo
4 Países Bajos	9 España	14 Suiza
5 Suecia	10 Yugoslavia	

La situación de los marcajes en los vehículos puede variar, de acuerdo con las autorizaciones correspondientes

**Posición del piloto de señalización según la vista posterior, del vehículo**

SIN FLECHA  
Piloto derecho  
Piloto izquierdo  
Piloto mixto

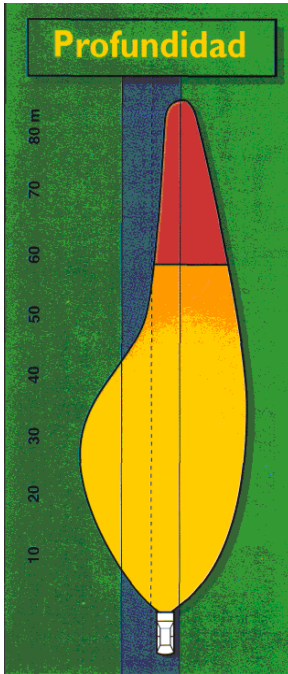
### Marcaje de homologación normalizada para pilotos de señalización:

- AR Piloto de marcha atrás
- F Piloto de niebla
- IA Catadióptico
- R Piloto de posición posterior
- 2a Indicador de dirección posterior
- 5 Repetidor lateral de indicador de dirección

## PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ILUMINACIÓN

### Parámetros fotométricos

**Haz de cruce:** Queda definido por 6 parámetros:



**Profundidad**

Es la iluminación media en la carretera a una distancia de 60 metros. Esta noción corresponde a la distancia de visibilidad en atención concentrada, es decir, cuando el conductor efectúa un pequeño recorrido a gran velocidad.

**Confort**

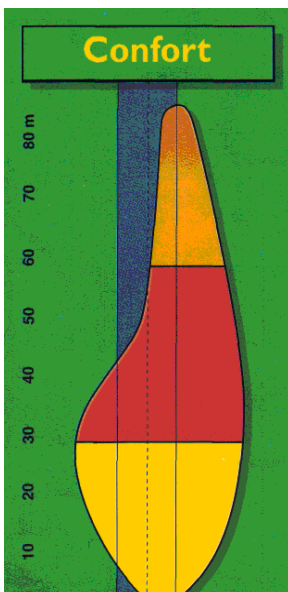
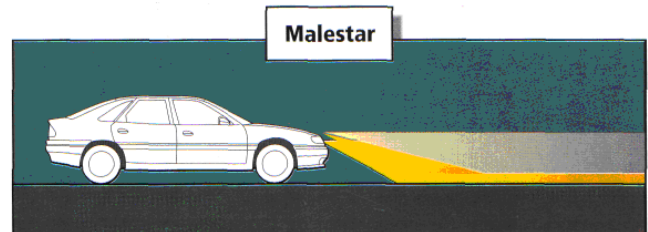
Es la iluminación sobre la superficie de la carretera entre 30 y 60 metros. Esta noción corresponde a la distancia de visibilidad en atención difusa, es decir, cuando el conductor efectúa largos recorridos a velocidad poco elevada.

**Anchura**

Es la iluminación media de la calzada a lo ancho de la carretera y en su periferia entre 20 y 30 metros. La anchura permite situar bien el vehículo en las curvas o en los períodos de mala visibilidad (niebla).

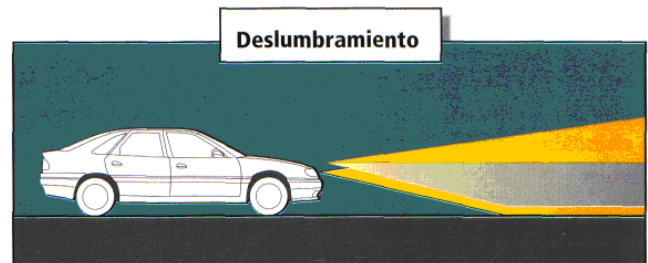
**Malestar**

Es el exceso de iluminación del suelo en la proximidad del vehículo que impide ver más lejos. El malestar es causa de fatiga para el conductor



**Deslumbramiento**

Es la cantidad de luz situada de I a 2% por encima del corte. Además del reglaje, el deslumbramiento depende de la calidad y del estado de la superficie del reflector, de su forma y de la definición de las estrías del cristal. El deslumbramiento es causa de peligro para el conductor que viene en sentido inverso.



**Homogeneidad**

Se distinguen dos tipos de homogeneidad: La homogeneidad estática (vehículo parado) y la homogeneidad dinámica (vehículo en movimiento). Si el haz no es homogéneo y presenta "manchas de luz" (exceso o falta de luz), esto impide una buena visibilidad y es causa de fatiga.

Los proyectores son elementos de seguridad y por tanto, deben de responder a las normas fijadas por la reglamentación.

Las normas que definen las prestaciones de los proyectores son generalmente inferiores a las exigencias de los cuadros de cargas de los constructores.

Para controlar los haces de cruce y carretera se han definido unos puntos de medida establecidos sobre la proyección del haz en una pantalla situada a 25 metros.

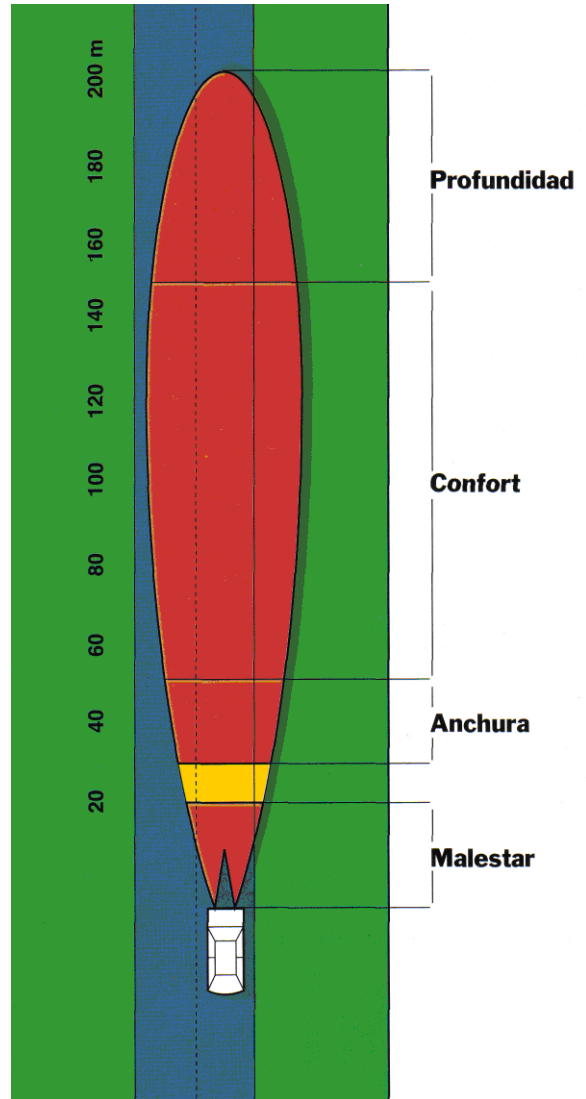
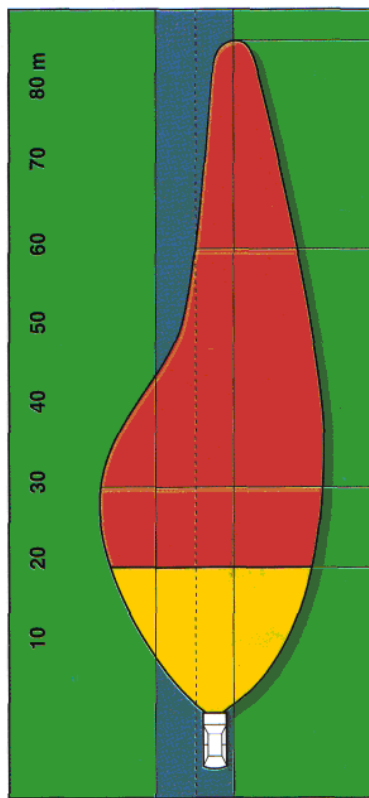
**Factores agravantes**

Los parabrisas tintados y fuertemente inclinados atenúan en un 30% los rayos luminosos que los atraviesan. Un parabrisa sucio es fuente de deslumbramiento.

Las lunetas limpias y no tintadas absorben al menos un 10% de luminosidad.

Los proyectores sucios son fuente de mala visibilidad.

La pérdida de visión puede llegar hasta un 50% del flujo emitido.



**Haz de carretera:**

**Profundidad**

Es la iluminación de la calzada a más de 150 metros.

**Confort**

Es la iluminación de la calzada entre 50 y 150 metros.

**Anchura**

Es la iluminación de la calzada entre 30 y 50 metros.

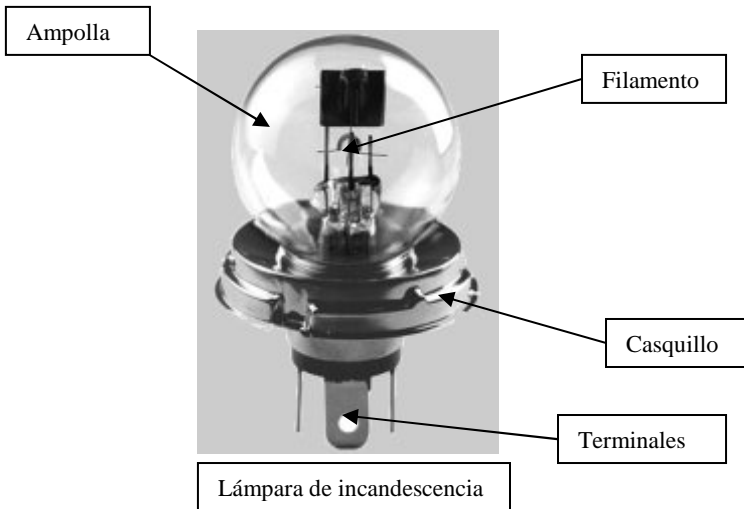
**Malestar**

Es el exceso de luz hasta 20 metros.

Los elementos de iluminación, como todos los demás componentes del vehículo, pierden prestaciones con el tiempo.

Cada tipo de producto tiene una banda de envejecimiento en la que los límites superior e inferior corresponden a las diferentes condiciones de utilización.

## LÁMPARAS UTILIZADAS EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO DEL AUTOMÓVIL



Las lámparas están constituidas por un filamento de tungsteno o wolframio que se une a dos terminales soporte; el filamento y parte de los terminales se alojan en una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío y se ha llenado con algún gas inerte (argón, neón, nitrógeno, etc.); los terminales aislados e inmersos en material cerámico se sacan a un casquillo, éste constituye el soporte de la lámpara y lleva los elementos de sujeción (tetones, rosca, hendiduras, etc.) por donde se sujeta al portalámparas.

Cuando por el filamento pasa la corriente eléctrica éste se pone incandescente a elevada temperatura (2000 a 3000°C) desprendiendo gran cantidad de Luz y calor por lo que se las conoce como lámparas de incandescencia; en el

automóvil se emplean varios tipos aunque todos están normalizados y según el empleo reciben el nombre, pudiendo ser para: faros, pilotos, interiores y testigos.

La lámparas de alumbrado se clasifican de acuerdo con su casquillo, su potencia y la tensión de funcionamiento. El tamaño y forma de la ampolla (cristal) depende fundamentalmente de la potencia de la lámpara. En los automóviles actuales, la tensión de funcionamiento de las lámparas es de 12 V prácticamente en exclusiva.

### Tipos de lámparas



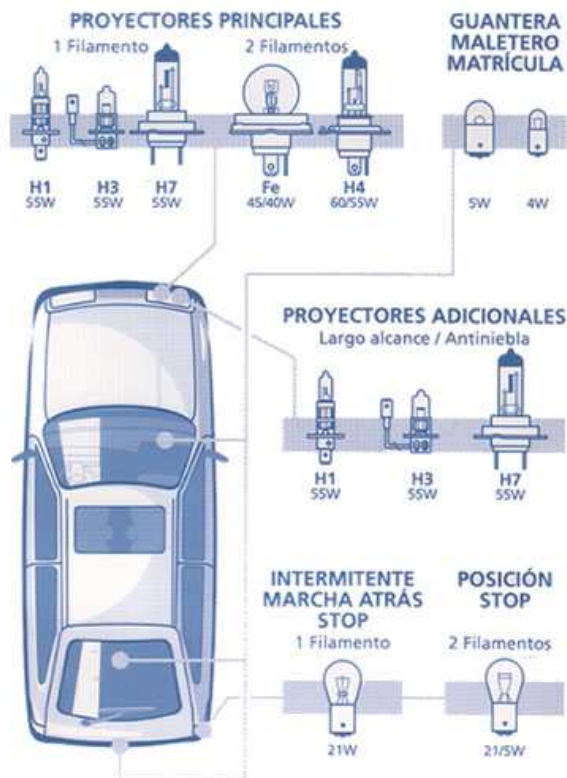
- **Plafón (Tipo festton):** Su ampolla de vidrio es tubular y va provista de dos casquillos en ambos extremos en los que se conecta el filamento. Se utiliza fundamentalmente en luces de techo (interior), iluminación de guantera, maletero y algún piloto de matricula. Se fabrican en diversos tamaños de ampolla para potencias de 3, 5, 10 y 15 W.



- **Pilotos:** La forma esférica de la ampolla se alarga en su unión con el casquillo metálico, provisto de 2 tetones que encajan en un portalámparas de tipo bayoneta. Este modelo de lámpara se utiliza en luces de posición, iluminación, stop, marcha atrás, etc. Para aplicación a luces de posición se utilizan preferentemente la de ampolla esférica y



filamento único, con potencias de 5 o 6 W. En luces de señalización, stop, etc., se emplean las de ampolla alargada con potencia de 15, 18 y 21





W. En otras aplicaciones se usan este tipo de lámparas provistas de dos filamentos, en cuyo caso, los tetones de su casquillo están posicionados a distintas alturas.



- **Control:** Disponen un casquillo con dos tetones simétricos y ampolla esférica o tubular. Se utilizan como luces testigo de funcionamiento de diversos aparatos eléctricos, con potencias de 2 a 6 W.

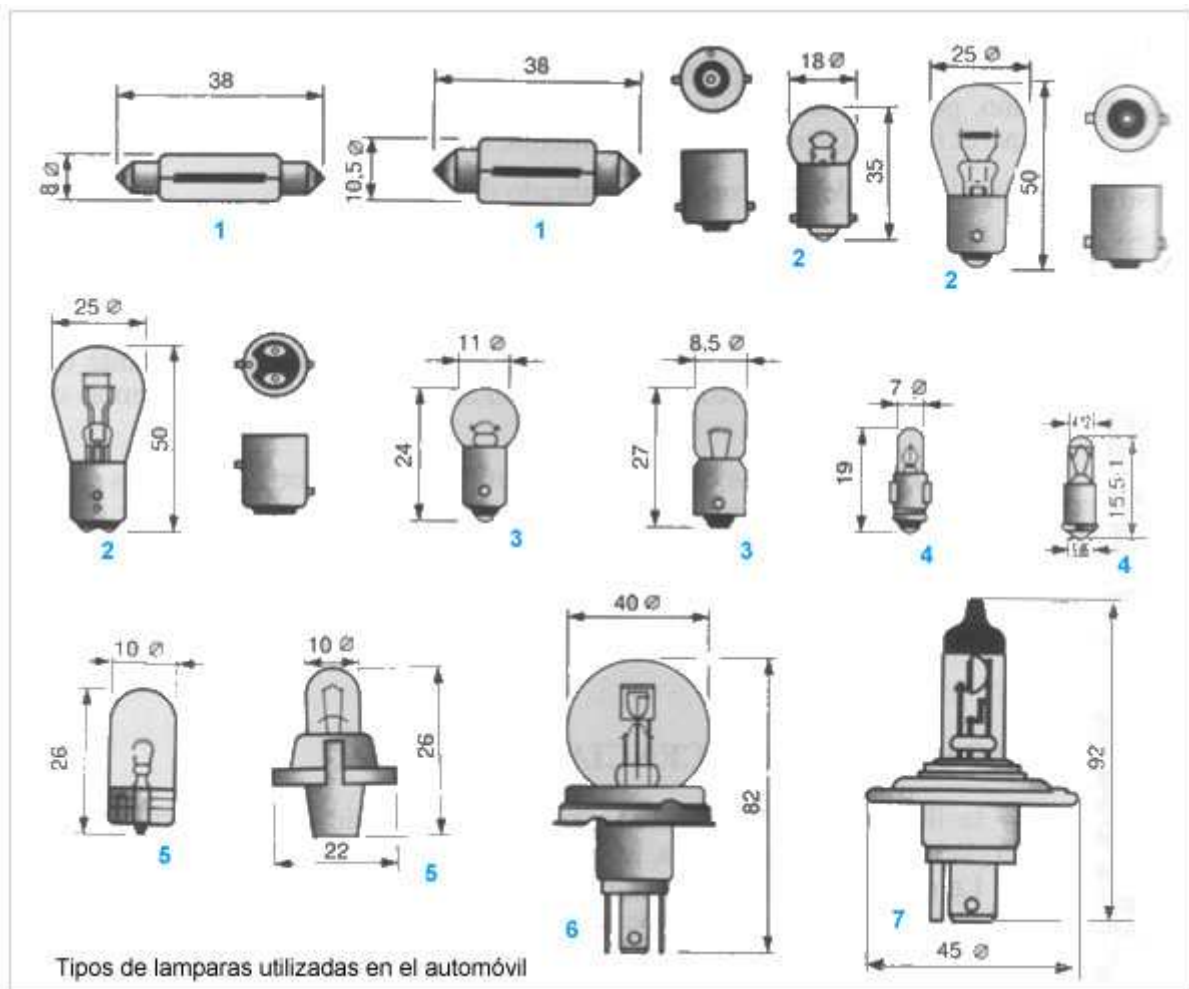


- **Wedge:** En este tipo de lámpara, la lámpara tubular se cierra por su inferior en forma de cuña, quedando plegados sobre ella los hilos de los extremos del filamento, para su conexión al portalámparas. En algunos casos este tipo de lámpara se suministra con el portalámparas. Cualquiera de las dos tiene su aplicación en el cuadro de instrumentos.



- **Foco europeo:** Este modelo de lámpara dispone una ampolla esférica y dos filamentos especialmente dispuestos. Los bornes de conexión están ubicados en el extremo del casquillo. Se utiliza en luces de carretera y cruce. Estas lámparas fueron utilizados durante muchos años por todos los vehículos, comúnmente con el filamento de luz de carretera de 55 vatios y el de luz de cruce de 45 vatios para los sistemas de 12 voltios. No obstante han ido cayendo en desuso debido a las ventajas de los otros dos tipos de bulbos.

- **Halógena:** Al igual que la anterior, se utiliza en alumbrado de carretera y cruce, así como en faros antiniebla.



## Lámparas halógenas

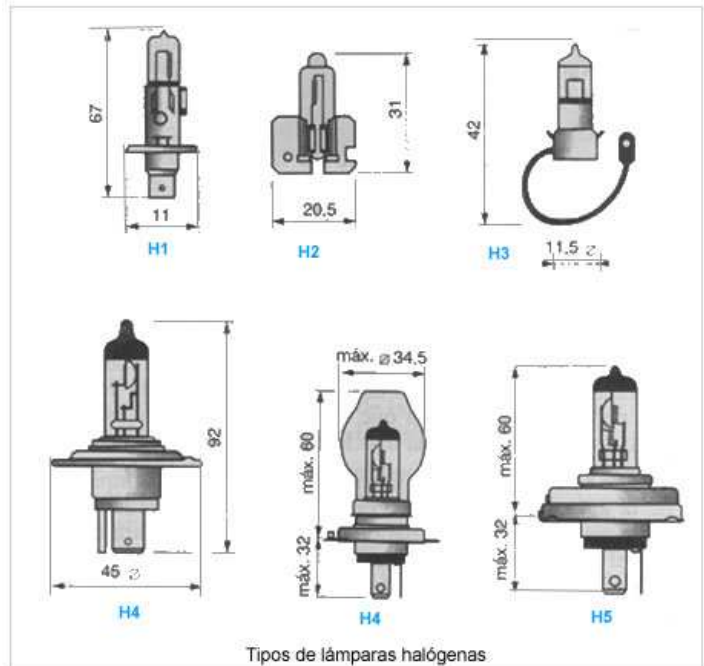
Ha venido reemplazando al incandescente estándar en casi todas las aplicaciones y especialmente en las luces de alumbrado, debido a que puede tener una vida mas larga y produce una iluminación mas brillante, con lo que se mejora el alcance del faro.

Aunque se les da este nombre, la forma real de llamarlas es Lámpara de Halógeno. Para aumentar la intensidad luminosa de una lámpara se puede aumentar la temperatura de funcionamiento de la misma, pero la forma constructiva de las lámparas incandescentes limita su temperatura de funcionamiento por lo que también se ve limitada su intensidad luminosa. Las lámparas halógenas presentan la ventaja de que la intensidad luminosa es muy superior a la de una lámpara convencional, con un pequeño aumento del consumo de corriente y una vida mas larga de funcionamiento. La ausencia casi total de ennegrecimiento de la ampolla, hace que su potencia luminosa sea sensiblemente igual durante toda la vida útil de la lámpara.

El extremo de la ampolla esta recubierto con pintura negra especial. La zona recubierta con pintura tiene una influencia directa sobre la distribución de la temperatura en el interior de la ampolla durante el ciclo de halógeno.

Atendiendo a la forma de la ampolla, numero de filamentos y posicionamiento de los mismos, existen básicamente las siguientes clases de lámparas halógenas:

- **Lámparas H1**, de ampolla tubular alargada en la que el único filamento está situado longitudinalmente y separado de la base de apoyo. En su casquillo se forma un platillo de 11 mm de diámetro. Se utiliza fundamentalmente en faros de largo alcance y antinieblas, con potencias de 55, 70 y 100 W.
- **Lámpara H2**, similar a la anterior en cuanto a filamento y ampolla, pero de menor longitud y no dispone de casquillo, sino unas placas de conexión. Es empleada básicamente en faros auxiliares, con potencias similares a la anterior.
- **Lámpara H3**, cuyo único filamento está situado transversalmente sobre la ampolla y no dispone de casquillo, acabando el filamento en un cable con terminal conector. Se utiliza principalmente en faros auxiliares antiniebla y largo alcance, con potencias similares a las anteriores.



- **Lámpara H4**, que es la más utilizada en luces de carretera y cruce. Sus dos filamentos van situados en línea alojados en una ampolla cilíndrica, que se fija a un casquillo con plataforma de disco para su acoplamiento a la óptica del faro. En algunos casos, la ampolla principal se cubre con otra auxiliar que puede ser coloreada para aplicación a países que utilizan alumbrado intensivo con luz amarilla. Generalmente se disponen los filamentos con potencias de 55/60 W (cruce-carretera), 70/75 y 90/100 W.
- **Lámpara H5**, que es similar a la anterior, de la que se diferencia únicamente por el casquillo, como puede verse en la figura.

El empleo de lámpara halógena en lugar de la convencional representa un fuerte aumento de la energía luminosa. Para la luz de carretera, 1200 lm (lúmenes) en lugar de los 700 lm de la lámpara convencional y en luz de cruce 750 lm frente a 450 lum. Los faros halógenos dan una mayor profundidad de visión en la luz de carretera, mientras que en la de cruce, aunque la distancia iluminada es la misma, la luz es mucho mas intensa y el haz luminoso mas ancho, lo que permite ver mejor los bordes de la calzada.

Dada la mayor temperatura de funcionamiento de la lámpara halógena y su potencia luminosa, se hace necesario emplear reflectores apropiados a ellas, cuya fabricación requiere unos niveles de calidad y precisión netamente superiores a los de un reflector convencional. En cuanto al cristal de la óptica se refiere, esta mucho mas cuidado el tallado de los prismas encargados de dirigir con precisión el haz luminoso, especialmente con el funcionamiento de la luz de cruce.

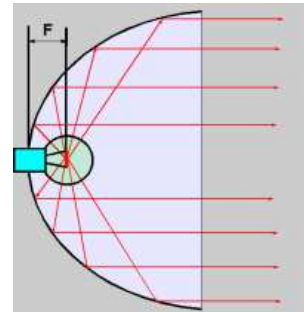
Con las lámparas halógenas debe tenerse la precaución de no tocar con los dedos el cristal de cuarzo, pues aparte de las quemaduras que puede provocar cuando esta caliente, la grasilla depositada con el tacto, produce una alteración permanente en el cristal con las altas temperaturas. Por esta razón, cuando se haya tocado el cristal, debe limpiarse con alcohol antes de poner en servicio la lámpara.

## Faros o proyectores

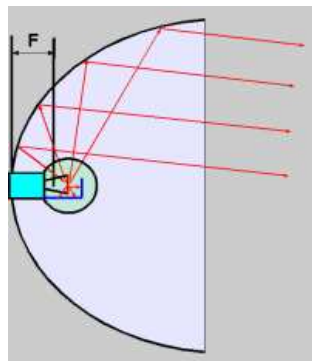
Las lámparas van dentro de los faros que proyectan su luz. Los faros a su vez deben de llevar a cabo dos tareas opuestas: una trata de conseguir una luz potente para realizar una conducción segura, con una cierta difusión cerca del vehículo, a fin de obtener una buena iluminación que permita ver bien el pavimento y la cuneta. Por otra parte, tiene que evitar que esta potente luz no deslumbré a los conductores de los vehículos que vienen en sentido contrario, hace falta otra luz mas baja o de cruce, que sin deslumbrar, permita una iluminación suficiente para mantener una velocidad razonable con la suficiente seguridad.

El alumbrado de carretera se consigue situando la lámpara en el interior de la parábola del faro, de manera que su filamento coincida con el foco geométrico de la misma. Así, los rayos de luz que emite el filamento son devueltos por el reflector de manera que en conjunto forman un haz luz paralelo. Si el filamento se coloca delante del foco geométrico de la parábola, el haz de luz sale convergente, y si se coloca detrás, divergente.

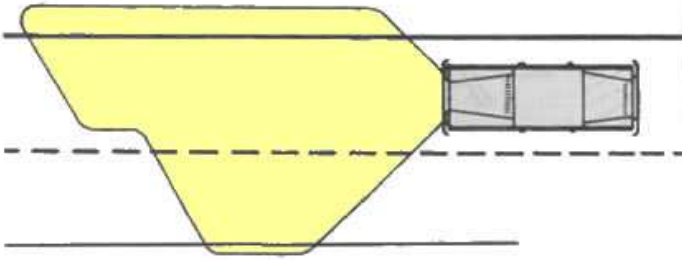
El foco geométrico de una parábola es por definición, el único punto para el que los rayos reflejados son paralelos. Para el alumbrado de carretera se obtiene, por consiguiente, una intensidad luminosa considerable por un haz de rayos paralelos de gran alcance. Pero esto no es lo que se busca para el alumbrado de carretera ya que se necesita una proyección de luz a gran distancia, pero que no se concentre en un punto sino que se extienda por toda la anchura de la carretera. Para lograr este objetivo el deflector o cristal que cubre el foco suele ir tallado formando prismas triangulares, de tal forma que se consiga una desviación hacia abajo del haz luminoso y una dispersión en el sentido horizontal.



El alumbrado de carretera por su intensidad llega a deslumbrar a los conductores de los automóviles que circulan en sentido contrario. Para evitar esto se dispone del alumbrado de cruce, que se obtiene instalando un segundo filamento por delante del foco geométrico de la parábola, con lo que se consigue que los rayos de luz salen de forma convergentes. Este filamento tiene la peculiaridad de disponer una pequeña pantalla por debajo de él, que evita que los rayos de luz que despiden el filamento hacia abajo, sean reflejados por la parábola, con lo cual, solamente son los que salen hacia la mitad superior, que parten del reflector con una cierta inclinación hacia abajo, lo que supone un corte del haz de luz, que incide en el suelo a una menor distancia evitando el deslumbramiento.



Los filamentos de las lámparas de carretera y cruce se disponen generalmente en una sola lámpara que tiene tres terminales uno de masa, otro de cruce y el otro de carretera. La fijación de la lámpara al faro se realiza por medio de un casquillo metálico, de manera que encaja en una posición única, en la cual, la pantalla del filamento de cruce queda posicionada por debajo de él en el montaje. Para ello el casquillo va provisto de un resalte que encaja en el foco en una posición predeterminada.



Para aprovechar al máximo la intensidad luminosa del alumbrado de cruce sin deslumbrar al conductor que viene en sentido efecto consigue dando una pequeña inclinación a la pantalla situada por debajo del filamento de luz de cruce, de forma que el corte de haz de luz se levante en un ángulo

de 15° sobre la horizontal a partir del centro contrario, se utiliza un sistema de alumbrado llamado de "haz asimétrico". Este y hacia la derecha. Como se ve en la figura inferior la parte derecha de la calzada queda mejor iluminada, permitiendo ver mejor el carril por donde vamos circulando sin deslumbrar a los conductores que vienen en sentido contrario.

## NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN



### Lámparas de Xenón

Estas lámparas son un sistema de iluminación con alto rendimiento luminoso que aumenta la seguridad activa durante la conducción. Se instalan estas lámparas actualmente en los vehículos de alta gama, aunque también se empiezan a ver cada vez más en vehículos de gama media.

La aplicación de las lámparas de descarga en la iluminación del automóvil ha hecho necesaria una miniaturización de la lámpara y el desarrollo de una alimentación electrónica capaz de

encender la lámpara rápidamente (el alumbrado público necesita varios minutos).

Este sistema de iluminación con lámpara de descarga es aplicable al haz de cruce, de carretera y antiniebla.

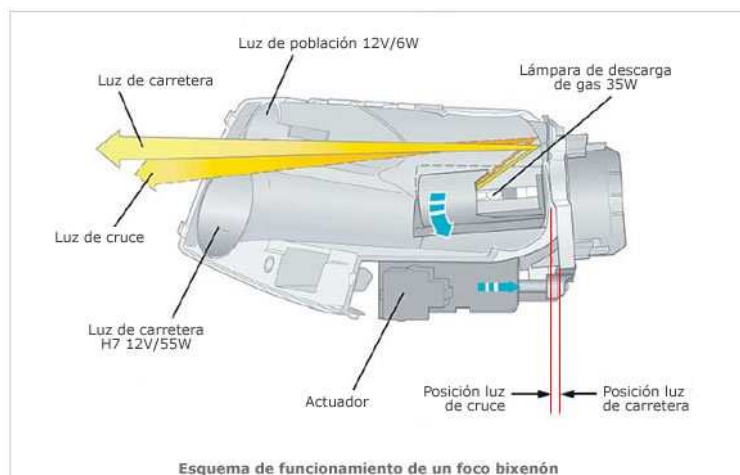
Estos bulbos de arco son sumamente brillantes debido a que la iluminación la produce un arco eléctrico en el interior del bulbo relleno con gas xenón esto hace que los faros dotados de estos bulbos tengan un gran alcance. Además de la intensidad luminosa, tienen otras ventajas como; una mayor economía de electricidad para producir la misma iluminación y una extensa vida útil.

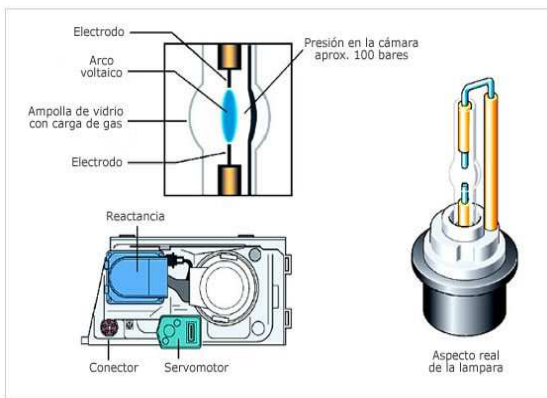
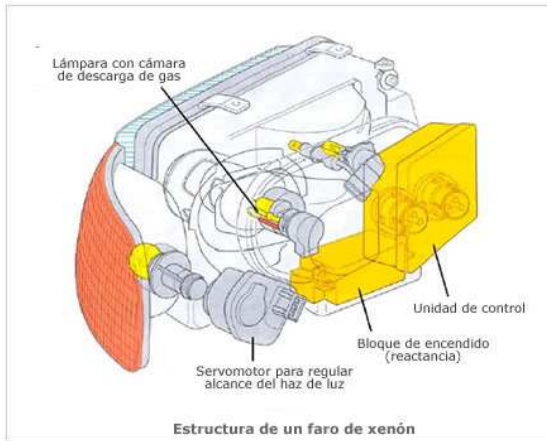
Tiene la desventaja de que funcionan a voltaje elevado por lo que necesitan un dispositivo elevador de voltaje que los hace más caros y requieren mas cuidado en la manipulación. Otra desventaja es que se demoran cierto breve tiempo para alcanzar el brillo máximo, esta demora hace que exista un tiempo de oscuridad si se permutan de alta a baja como en el resto de los bulbos, por lo que su utilización está restringida solo a las luces de carretera mientras que la luz de cruce se deja a un bulbo mas convencional. Algunos automóviles están dotados de un sistema de apantallamiento mecánico que los hace útiles también para las luces de cruce, al tapar parte del haz de luz producido.

Debido a la intensidad del brillo y alcance de estos bulbos, las legislaciones de los diferentes países establecen que los faros que los utilizan, deben estar dotados de un mecanismo de compensación de la posible inclinación del vehículo por la carga y otras razones, para evitar el deslumbramiento de los conductores que circulan en sentido contrario

### Estructura y funcionamiento

El conjunto está formado por un módulo electrónico (balastro) que genera alta tensión sobre una lámpara de descarga permitiendo crear un arco luminoso, normalmente están incorporados en el faro. No obstante, también existen modelos en los que la unidad de control está en una pletina sujeta cerca de las torres de





amortiguación. Normalmente, los componentes del faro de descarga de gas pueden sustituirse por separado.

La lámpara de descarga la forma una ampolla de vidrio que contiene dos electrodos y diferentes gases (gas xenón y halogenuros metálicos).

Funcionan por descarga de gas, una elevada tensión es aplicada a los electrodos de modo que se produzca la luminiscencia del gas. Como consecuencia aparece un arco permanente en la ampolla.

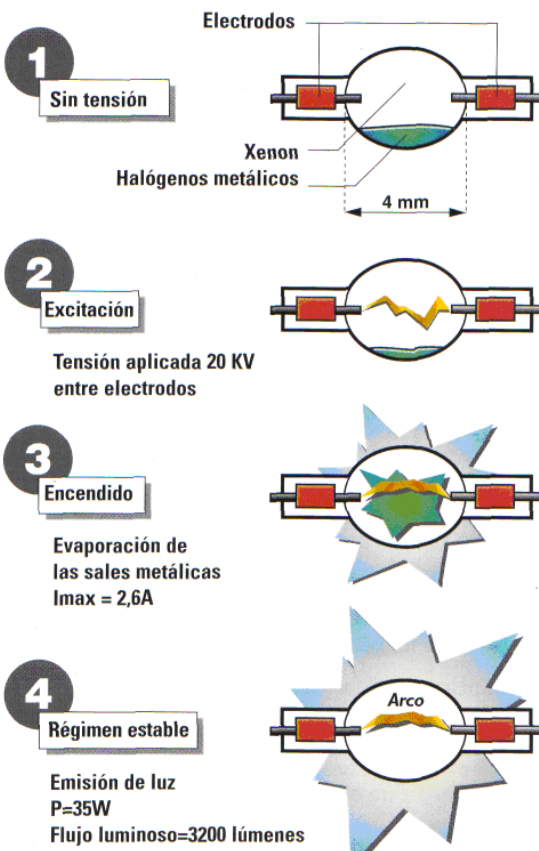
Para el funcionamiento se requiere un dispositivo electrónico que debe llevarlo el vehículo que utilice estas lámparas, el dispositivo enciende la lámpara y controla el arco. Para el encendido el sistema electrónico eleva la tensión entre los electrodos del interior de la ampolla creándose un arco de luz gracias al gas xenón y a la gasificación de los halogenuros metálicos.

En las lámparas de descarga de gas, el haz de luz se genera a través de la diferencia de tensión que se aplica entre los dos electrodos de tungsteno (de una cápsula de cuarzo. La cápsula de cuarzo contiene gas xenón en su interior. Cuando el gas es sometido a un pico de tensión de más de 20 kV, se genera el arco voltaico que provoca el efecto luminoso.

Una vez encendida la lámpara, la tensión de alimentación disminuye hasta unos 85 V de tensión alterna.

El arco es generado por una reactancia o reacción que produce una corriente alterna de 400 Hz. En el interior de la lámpara se alcanza una temperatura de aproximadamente 700 °C.

La temperatura de luz de estas lámparas es de 4100 a 4500°k frente a los 3200 de las halógenas, por los que es más blanca.



Cuando se ha efectuado el encendido, se hace funcionar la lámpara de descarga de gas aproximadamente durante 3 segundos, con una corriente de mayor intensidad. El objetivo es que la lámpara alcance su claridad máxima tras un retardo mínimo de 0,3 segundos. Debido a este ligero retardo no se utilizan lámparas de descarga de gas para la luz de carretera.

En virtud de la composición química del gas, en la ampolla o bulbo de la lámpara se genera una luz con un elevado porcentaje de luz verde y azul. Esa es la característica de identificación exterior de la técnica de luminiscencia por descarga de gas.

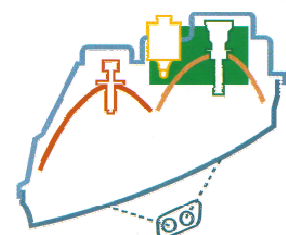
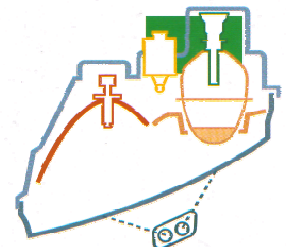
Desarrolla dos veces más de flujo luminoso que una lámpara halógena, con un consumo de 35W frente a los 55W de la lámpara halógena.

Según la tecnología de proyectores será empleada un determinado tipo de lámpara de descarga:

La tecnología elíptica. La lámpara de descarga es del tipo D2S.

La tecnología parabólica. La lámpara de descarga es del tipo D2R.

La tecnología superficie compleja con cristal liso o estriado. La lámpara de descarga es del tipo D2C.



## Faros con lámparas de descarga de gas y tecnología bi-xenón

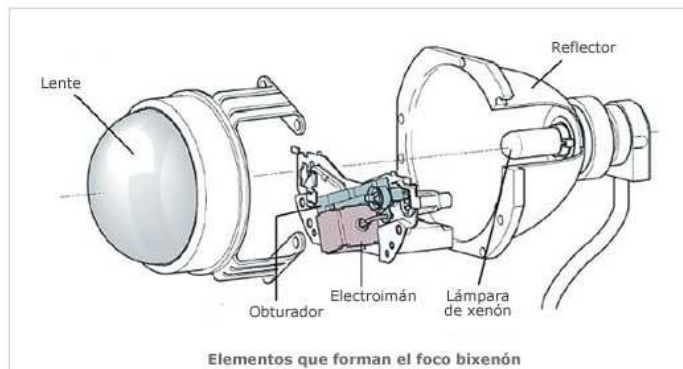
En los sistemas anteriores no era posible generar las luces de cruce y carretera con una sola lámpara de descarga de gas. No se podía modificar el límite claro-oscuro durante el funcionamiento. Ahora es posible



utilizar la luz de xenón para cruce y carretera, haciendo intervenir un obturador mecánico "shutter", cuya posición se conmuta por medio de un electroimán.

Esta configuración de faros utiliza la misma lámpara de descarga de gas tanto para las luces de cruce como para las luces de carretera, de ahí la denominación "bixenón".

Con este mecanismo obturador se cubre una parte de la luz generada por la lámpara, para configurar así la luz de cruce. Al pasar el mecanismo a la posición de carretera se deja pasar la totalidad de la luz generada por la lámpara.



Se sigue manteniendo una lámpara H7 para la función de ráfagas, ya que la bombilla de xenón, debido a las características de inflamación del gas para la producción de luz, no puede trabajar en la función de apagado y encendido rápido.

### Regulación automática del alcance luminoso

Para evitar la posibilidad de deslumbrar a los conductores que circulan en sentido contrario, la legislación obliga a que los vehículos con faros de descarga de gas dispongan de un sistema regulador automático de alcance luminoso. El perfeccionamiento de este sistema dinámico de reglaje se debe a la presencia de sensores situados en los ejes delantero y trasero, los cuales transmiten la información sobre la situación de la suspensión del vehículo. Los datos recibidos son tratados electrónicamente y transmitidos a los accionadores situados detrás de los proyectores de Xenón.

Los tiempos de reacción se miden en milésimas de segundo y la posición del haz de luz es ajustada inmediatamente, emitiéndose un haz luminoso que no deslumbra a los conductores que circulan en sentido contrario.

Si se presenta alguna avería eléctrica en la regulación automática del alcance luminoso, los servomotores del sistema desplazan automáticamente el enfoque de los faros a su posición más baja. De esta forma, el conductor se da cuenta de la avería.





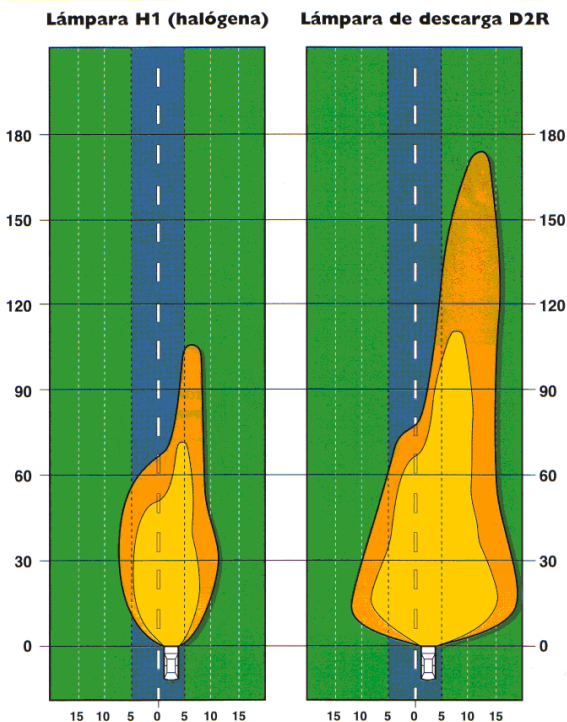
## Ventajas e inconvenientes

Los faros con lámparas de descarga de gas aportan numerosas ventajas respecto a las lámparas halógenas:

- El rendimiento luminoso es unas tres veces mayor. Para generar el doble de intensidad luminosa que una lámpara convencional de 55 W, se utiliza una descarga de gas de sólo 35 W. De esta manera se reduce el consumo aproximadamente en un 25%.
- La energía eléctrica convertida en calor es mucho menor por lo que se pueden usar faros pequeños y de materiales plásticos.
- Banda de luz más amplia. Mediante una configuración especial del reflector, visera y lente se consigue un alcance superior y una zona de dispersión más ancha en la zona de proximidad. De esta forma se ilumina mejor el borde de la calzada, lo cual reduce la fatiga visual del conductor.
- La vida útil es de unas 2.500 horas. Cinco veces más que una lámpara halógena.

Como inconvenientes podemos destacar:

- Tardan 60 segundos en dar luz máxima (3200lm) aunque al segundo dan 800lm (lúmenes).
- Necesitan equipo electrónico de encendido y control.
- Se permite el uso solo en combinación con sistemas automáticos de regulación de altura de la luz de los faros y de lavafaros (lo del lavafaros es para que siempre estén limpios, pues la suciedad es un aislante térmico y sin evacuaciones del calor se produce avería segura).
- Precio de lámparas e instalación requerida.



## Sistema iluminación adicional y luz de viraje dinámica.



Los sistemas de iluminación xenón y bi-xenón, se han combinado con nuevas tecnologías como es el **sistema de regulación de luz de viraje dinámica** también conocido como AFS (*Adaptive Frontlighting System*). Se trata de un sistema de faros inteligente que optimiza la iluminación de la carretera en curvas gracias a un control direccional del haz luminoso generado por los faros. Cuando el vehículo toma una curva, los faros adaptan su orientación a la trayectoria del vehículo para una mejor iluminación de la carretera.

Este sistema aporta una serie de beneficios entre los que destacan:

**Mayor seguridad:** gracias a que se dobla la visibilidad en curva.

**Mejora del confort de conducción:** debido al incremento significativo de la iluminación, que minimiza el estrés y la fatiga del conductor, lo que repercute también en una mayor seguridad.

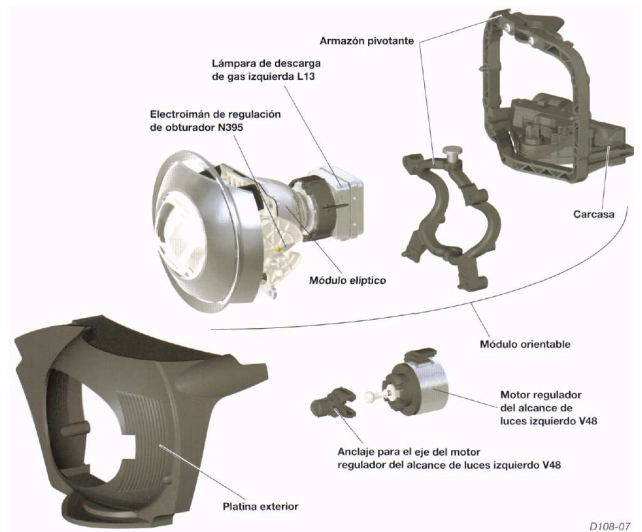


En su variante dinámica, entra en funcionamiento mediante el giro del conjunto en función del radio de la curva que se está trazando en cada momento. Gracias a esta nueva tecnología, el área iluminada por el haz de cruce al entrar en una curva será casi el doble. Esto permite al conductor identificar con antelación el trazado de la curva y adaptar en consecuencia su estilo de conducción.

En su otra modalidad, luz de estática para curvas, lo que se pretende iluminar son intersecciones o curvas muy cerradas. La máxima velocidad a la que entra en funcionamiento este sistema es 50 km/h. y para el funcionamiento de este sistema una unidad de control utiliza los parámetros de velocidad, ángulo de giro y señal del intermitente.

La homologación de este sistema se concedió en enero de 2003, pero no será hasta mediados de 2006 cuando se produzca la homologación del sistema de luces adaptativas AFS, el cual permitirá además de girar el haz de luz, aumentar la profundidad y la anchura del mismo. Así, en ciudad se podrá disponer de un haz más ancho y corto, mientras que en autopista, a altas velocidades, éste será más estrecho y largo.

La configuración interna del faro para luz de viraje dinámica es muy parecida a la de un faro bixenón convencional. Queda constituido por un módulo elíptico, donde va alojada la lámpara de descarga de gas. El electroimán de regulación de obturador y el obturador, va fijado a un armazón pivotante. En la parte inferior del armazón pivotante se integra una carcasa donde se ubican el servomotor de luz de viraje dinámica y el sensor de posición del módulo orientable.



D108-07

Todo el conjunto del módulo elíptico, armazón pivotante y carcasa forma el módulo orientable.

## Gestión de la iluminación y Red de a bordo (Bus de datos)

El correcto funcionamiento de los faros bi-xenón con luz de viraje dinámica requiere la intervención de dos unidades de control:

- Unidad de control de la red de a bordo .
- Unidad de control de luz de viraje y regulación del alcance de luces .

### Unidad de control para la red de a bordo

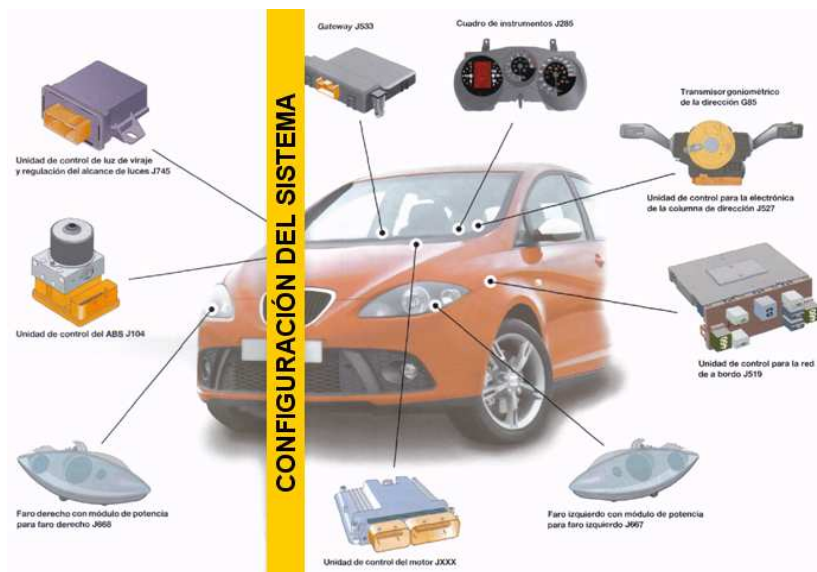
Las funciones asumidas por la unidad de control de la red de a bordo que están relacionadas con los faros son:

- Encendido de lámparas de descarga de gas.
- Conmutación entre luces de cruce y carretera y viceversa.
- Función de ráfagas.
- Función de emergencia.
- Autodiagnos.

### Unidad de control del AFS

La unidad de control del AFS asume las siguientes funciones:

- Regulación dinámica del alcance de luces.
- Regulación de luz de viraje dinámica.
- Función de emergencia.
- Autodiagnos.





Para ello requiere de una estructura eléctrica-electrónica compuesta por una serie de sensores o transmisores y actuadores, encargados de enviar información y acatar órdenes.

### Transmisores de nivel

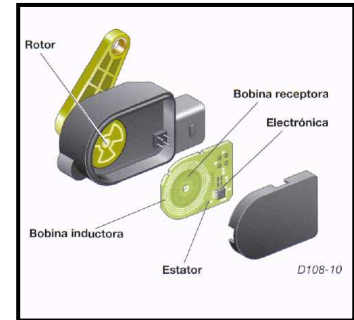
Se trata de dos transmisores inductivos (uno para cada eje del vehículo) formados básicamente por:

Un rotor que contiene una bobina que gira con las oscilaciones del vehículo.

Un estator compuesto por una bobina inductora que genera un campo magnético variable y una bobina receptora para reconocer la posición del rotor.

Al variar la inclinación del vehículo, varía la posición del rotor y modifica el campo magnético generado por la bobina inductora. Esa variación del campo magnético es captada por la bobina receptora en forma de señal eléctrica. Posteriormente, la electrónica interna del sensor se encarga de transformar esa señal en una cuadrada de 5V cuya proporción de periodo depende del grado de inclinación del vehículo.

A través de esta señal, el grado de inclinación de la carrocería, para la regulación dinámica del alcance de luces.



### Conmutador de luces

Consiste en un conmutador de varias posiciones que proporciona la señal de activación de diversas lámparas, entre ellas, las de descarga de gas (ya sea de forma manual o de forma automática por medio del sensor de lluvia y luz).

La señal de activación de las lámparas de descarga de gas le llega directamente a la unidad de control para la red de a bordo por cable convencional.



### Transmisor goniométrico de la dirección

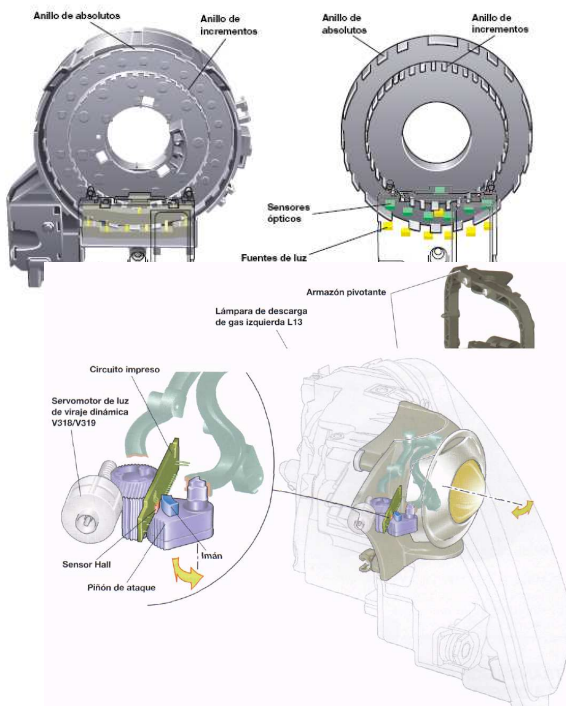
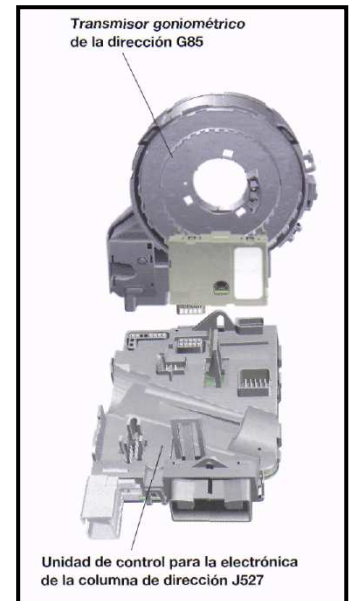
Va fijado a la columna de la dirección y ubicado detrás del volante. Éste vuelca en la línea CAN-Bus de tracción cuatro mensajes: ángulo de giro del volante, sentido y velocidad de giro, y si el transmisor está calibrado o no.

La unidad de control del utiliza esta señal para la regulación de luz de viraje dinámica. Esta señal resulta fundamental para dicha función ya que la posición en el eje horizontal de los faros depende en gran medida de la posición angular del volante.

El transmisor goniométrico de la dirección funciona según el principio de barrera luminosa, es decir, a cada posición del volante le corresponde un sector angular de los anillos, que permitirán que el haz de luz emitida por cada fuente de luz sea detectada

por el sensor óptico correspondiente, los cuales generan una tensión de corriente.

La electrónica de control, ubicada en la unidad de control de la columna de dirección J527 transforma las tensiones de corrientes en mensajes CAN-Bus, concretamente de: ángulo de giro del volante, velocidad de giro del volante, sentido de giro del volante, y si el transmisor está calibrado o no.



### Sensores de posición del módulo orientable

Proporciona la señal de retroalimentación para determinar en cada momento en qué posición se encuentra el conjunto del módulo orientable, interviniendo así en la función de regulación de luz de viraje dinámica. Esta señal le llega a la unidad de control a través del módulo de potencia

Además son compartidas otras informaciones tales como: Señal de marcha atrás, mediante la cual queda desactivada la regulación dinámica de viraje. Señal de velocidad del vehículo, tomada del A.B.S., necesaria como parámetro básico para realizar la función dinámica de viraje. Señal de r.p.m. y

posición del pedal del acelerador, ambas necesarias para reconocer las aceleraciones y deceleraciones y realizar la función de regulación dinámica de alcance de luces.

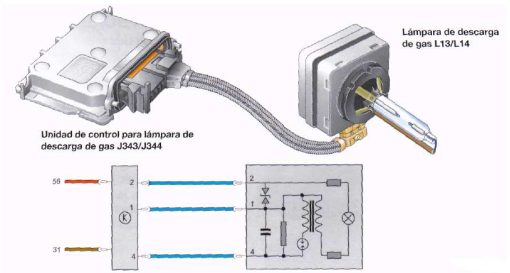
Como actuadores cabe destacar:

### Unidades de control para lámparas de descarga de gas

En la fase de encendido, la diferencia de tensión existente entre el contacto 1 y 4 de la reactancia es transformada a unos 20 kV con los que se alimenta a la lámpara.

En la fase de precalentamiento, la tensión en la lámpara es baja debido al gran consumo de la misma.

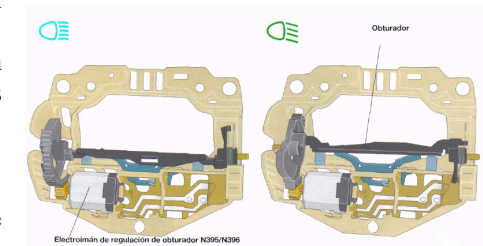
Durante la fase de servicio, la tensión que recibe la lámpara se estabiliza en una señal cuadrada de 85 V de pico y 400 Hz de frecuencia. En estas condiciones la lámpara consume unos 35W.



### Electroimanes de regulación de obturador

Cada faro contiene un electroimán. Consiste en un motor de corriente continua que acciona el obturador del faro.

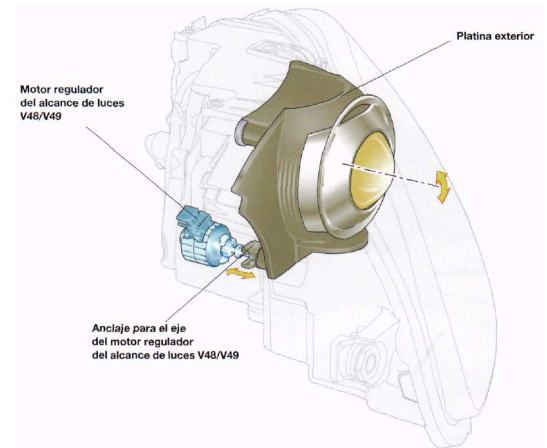
Asume la función de accionar el obturador para conmutar de luces de cruce a carretera y viceversa.



### Motores reguladores del alcance de luces

Son dos motores paso a paso que van ubicados uno en cada faro. El eje del motor va unido al anclaje situado en la platina exterior, de forma que cuando se excita al motor, se desplaza el módulo orientable en el eje vertical.

Estos motores se encargan de regular el alcance de luz de cada faro de forma independiente.



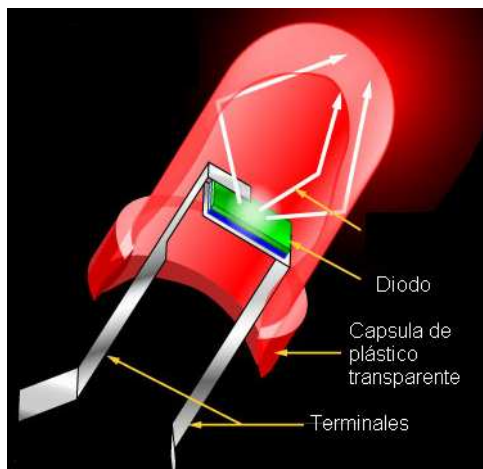
### Servomotores de luz de viraje dinámica

Existe un servomotor para cada faro. Están ubicados en una carcasa conjuntamente con los sensores de posición.

Son motores paso a paso de características muy similares a los motores.

Tienen la misión de regular la luz de viraje dinámica. Para ello, el eje del servomotor posee un tornillo sinfín que acciona un engranaje reductor. Este engranaje transmite el movimiento al piñón de ataque que mueve a todo el conjunto del módulo orientable en el eje horizontal.

### Tecnología LED



La avanzada en la tecnología de iluminación está representada por los diodos. La gran ventaja de los diodos está dada por su tamaño en relación a la capacidad de iluminar. Los diodos ocupan muchísimo menos espacio que las típicas bombillas, aunque estas sean las más pequeñas.

Los LEDs son muy brillantes, mucho más que las lámparas incandescentes, con otra diferencia, la luz se reparte en forma pareja por el LED, mientras que en una lamparita se concentra en el filamento incandescente.

Esta tecnología permite convertir casi toda la energía en luz sin emitir calor, eso prueba la eficiencia para aprovechar la energía. Con menos potencia eléctrica se logra igual luz, tal fenómeno implica un ahorro muy importante de energía.

La duración de los diodos de luz es muy larga, pueden estar encendidos, emitiendo luz, durante cincuenta mil horas, eso es igual a seis años de funcionamiento continuo. Tal durabilidad es cincuenta veces mayor que la de una bombilla incandescente.



Las condiciones a los que son sometidas las lámparas comunes, como las vibraciones o los golpes, suelen romper el filamento y muchas veces el vidrio, en cambio los LEDs son dispositivos de estado sólido y en comparación, resultan casi indestructibles.



El funcionamiento de los LEDs es diferente al de las lámparas incandescentes. Un LED tiene una estructura sencilla y al mismo tiempo fuerte. Está compuesto por cuatro componentes: el material emisor semiconductor que está montado en un chip reflector y es el material que da color a la luz.

También hay conductores (ánodo y cátodo) y cables para cada polo. Se suma una lente que cubre el material emisor y define el haz luminoso.



La iluminación de la parte trasera pasa por los diodos luminosos los cuales ofrecen ventajas en cuanto a la seguridad; los LED se caracterizan por un tiempo de respuesta mucho más rápido en comparación con las lámparas convencionales y no necesitan mantenimiento. También debemos destacar el aumento de la seguridad al usar diodos como sistema de iluminación ya que en caso de avería de alguno de ellos el sistema sigue funcionando de manera normal. De ahí su importancia en sistema de iluminación de frenado o señalización de la dirección.

Actualmente en el mercado existen lámparas LEDs, para ser adaptadas a los casquillos homologados en los pilotos de los a automóviles, sin necesidad alguna de modificaciones.

## Luz diurna

La iluminación diurna, a diferencia de las anteriores, no sirve para ver, sino para ser visto. En la actualidad en numerosos países, ya es obligatorio su uso. El problema radica en que este tipo de lámparas deberían tener una vida útil más prolongada y consumir sensiblemente menos que una convencional. Por ello en la actualidad se apuesta por diodos LED para este tipo de iluminación. La mayor controversia se presenta en el aumento del consumo de combustible y por tanto en el aumento de emisiones contaminantes a la atmósfera.

## Encendido automático de luces

El Sistema de encendido automático de luces se encarga de encender y apagar la luz, facilitando la conducción y mejorando la seguridad preventiva. Un sensor mide las condiciones de luz ambiental con ayuda de una fotocélula y enciende automáticamente las luces de posición y las luces de cruce cuando hay poca luz. El sensor también apaga las luces automáticamente cuando la claridad es suficiente para una conducción segura.

- Activa la luz cuando hay poca iluminación
- La sensibilidad del sensor de encendido automático es ajustable para que sea más o menos sensible a los cambios de iluminación ambiental.
- Se sigue manteniendo la opción de encender y apagar las luces manualmente

## BIBLIOGRAFIA

- [www.mecanicavirtual.org](http://www.mecanicavirtual.org)
- <http://es.wikipedia.org>
- [www.km77.com](http://www.km77.com)
- Apuntes de iluminación. Hella
- Cuaderno Técnico VALEO TEAM. **Módulo de Formación Iluminación y Señalización.** VALEO
- Bi-xenón con luz de viraje dinámica. **Cuaderno Autodidáctico n° 108.** SEAT
- Sistema eléctrico Altea. **Cuaderno Autodidáctico n° 92.** SEAT

