

Regulación y control de la luz artificial

LUIS POZA

Regular la luz es variar su intensidad, adaptándola al nivel deseado; controlarla es interrelacionarse con ella y saber su estado y valor, incluso a distancia



Por ejemplo, la regulación y control de la luz ocupa los primeros puestos de consideración de ahorro energético, suponiendo que el 15% del consumo, que se atribuye al alumbrado, siga siendo cierto.

El género humano, a través del tiempo, ha estado acostumbrado a los distintos niveles y contrastes que le proporcionaba la luz natural. No era de extrañar, por ello, que una vez inventada la luz artificial, con sus distintas fuentes emisoras, no se investigase la posibilidad de regularla.

Los objetivos perseguidos se centran, en un principio, sólo en su regulación y en este momento podemos decir que hay soluciones para prácticamente todas las fuentes de luz.

Insistimos en ello: podemos regular "prácticamente" todas las fuentes de luz.

La salvedad se refiere a las que basan su funcionamiento en la descarga, y de éstas las lámparas de vapor de mercurio, con halogenuros metálicos, pueden ser una excepción. El motivo es la inestabilidad de su tono de emisión, en el momento de regularla.

Sin embargo, no podemos ser categóricos ya que en estos momentos hay alternativas que parecen entrever un futuro de regulación continua para esta fuente, a partir del 50% de su emisión luminosa.

Para centrarnos en la explicación que sigue debemos, necesariamente, catalogar, de nuevo, las fuentes de luz existentes. Como más antiguas tenemos las bombillas incandescentes, con sus diversas formas: estándar, esférica, vela, reflectora, espejo o spot, sofíto, etc.

Después, en una época más próxima a nuestros días, apareció la versión incandescente halógena, con sus variantes: bajo voltaje, dicroica, lineal a tensión de red, doble envoltura y reflectora halógena.

Mientras tanto, habían ido surgiendo las lámparas de descarga, como la de vapor de mercurio de baja presión, conocida familiarmente como fluorescente, vapor de mercurio alta presión, luz mezcla, vapor de sodio baja presión, vapor de sodio alta presión, vapor de mercurio con halogenuros metálicos, y xenón.

Si no estamos acostumbrados a trabajar con ellas, puede confundirnos tal cantidad y variedad; por ello, vamos a situarlas en una de sus aplicaciones típicas para poder reconocerlas, ya que, desde su aparición, nos acompañan en nuestro quehacer diario.

Bombilla estándar. La de siempre, la que suele ponerse, de forma provisional, cuando nos entregan una vivienda, donde

cuelgan del techo unos portalámparas conocidos como "de obra".

La esférica y vela se instalan en los cuartos de baño y en las arañas de cristal.

La reflectora y la spot, en los escalinates.

El modelo sofíto, en los cuadros.

Las halógenas dicroicas de bajo voltaje (12 V) han irrumpido en nuestra vivienda para resaltar espacios, rincones y después entradas a las mismas.

No imaginamos, en este momento, un hall sin aros empotrables con halógenas dicroicas.

La lámpara fluorescente podemos situarla en las oficinas y garajes, también en supermercados.

La versión de vapor de mercurio, en las iglesias y en las calles.

La de sodio baja presión, en las lindes de las naves industriales, como lámpara de seguridad (puede estar encendida toda la noche con un consumo mínimo).

El tipo de sodio alta presión, en las autopistas y últimamente en el alumbrado público.

Las lámparas de halogenuros metálicos, en las tiendas muy iluminadas, *bou-*

tiques y en proyectores para fachadas y rótulos.

Finalmente, las de xenón se utilizan en los proyectores de los cines y recientemente las llevan algunos vehículos como alumbrado de cruce e intensivo, como opción, con un importante suplemento económico.

¿Verdad que, indicado así, nos son más familiares y hasta podemos justificar la enorme cantidad de tipos catalogados?

Ahora ya las tenemos clasificadas, aunque de una forma no muy exhaustiva, ya que hay más, que no vamos a recordar, porque podríamos confundir al lector.

Resta por mencionar una de las fuentes de luz del futuro y de la que hablaremos en otro artículo, los led.

Todas las aludidas son susceptibles, en mayor o menor grado, de regularse, excepto una, la de sodio baja presión y no es relevante,

Pero ¿por qué ese afán por regular?

Citaremos varios motivos:

1. Ahorro de consumo y ahorro por reposición ya que una fuente de luz regulada sufre menos desgaste.

2. Confort. La vista padece menos ya que necesita momentos de descanso.

Figura 1. Diversos tipos de lámparas y bombillas.



3. Finalmente, la estética del diseño nos obliga a buscar nuevas soluciones que sorprenden a propios y a extraños.

Curiosamente, ahorro, confort y diseño, conceptos que a todos suenan, constituyen el *leit-motiv* de nuestra sociedad.

¿Cómo empezar a regular?

Regulación de la luz incandescente

Con varios encendidos podemos resolver el problema de forma elemental. Por ejemplo, en una tienda muy concurrida, a medida que haya menos clientes podemos ir apagando zonas, de forma gradual y muy estudiada, logrando un objetivo loable: no derrochar. Si además esos apagados están programados en base a un estudio previo, podremos conseguir que no se note en exceso.

En los teatros, y a principio de siglo, se puso en marcha un sistema que consiguió lograr lo que se pretendía, es decir, descensos progresivos del nivel de luz, para destacar anocheceres, o al revés, amaneceres o para apagar el alumbrado general al empezar la función.

Nos sirve que ni pintado este ejemplo porque era sinónimo de derroche.

Lo vamos a entender enseñada.

El sistema se basaba en la utilización de un reostato, cuyo funcionamiento es sencillo de entender. Consiste en introducir unas resistencias en serie y así la intensidad que va llegando a las lámparas era cada vez menor, luciendo menos, hasta apagarse. ¡Genial! Pero las resistencias podían calentar la sala, con lo cual no se eliminaba el consumo no utilizado en luz, se le daba otra aplicación no pretendida.

Eliminamos este sistema de nuestro archivo, por derrochador. No nos sirve al día de hoy.

El diodo semiconductor

Conocido también como diodo rectificador. Hablar de este componente nos viene bien porque la electrónica, a partir de ahora, va a salir al paso para ayudarnos en la regulación.

El diodo es un semiconductor de silicio, preferentemente, dopado con impurezas para conseguir, en la llamada porción N, un exceso de electrones y en la P una ausencia de los mismos, o presencia de huecos, que lo hace positivo.

Si unimos una porción del tipo N con una porción del tipo P, lograremos que en una alternancia de la corriente alterna sea conductor y en la otra no lo sea, es decir, conseguimos esto:

O sea, que conduzca a impulsos.

En la práctica, si intercalamos un diodo en el circuito de una bombilla, observaremos, después de unos momentos de parpadeo de la misma, hasta que se caliente su filamento, que luce la mitad; y si medimos el consumo, prácticamente se situará en la mitad.

¡Hemos conseguido un regulador Todo-Mitad-Nada y que permite a la carga consumir toda su potencia, la mitad o cero!

Pero buscamos algo más definitivo, con más futuro, y, prescindiendo de más pruebas, llegamos al Dimmer.

Dimer, del inglés *to dimmer*, enturbiar, es un aparatito totalmente electrónico que aloja en su interior un conjunto diac-triac que permite recortar la onda desde sus inicios y de forma progresiva, consiguiendo ¡la regulación de la luz!

El dimer tiene normalmente el aspecto externo que vemos a continuación:

Es decir, que se integra con el resto de los mecanismos de una vivienda.

Se conecta en serie con la carga y debe dimensionarse de acuerdo ella.

Actualmente se fabrican, en este formato, para 500 W máximo y la prudencia aconseja no sobrepasar el 80% de su capacidad, es decir, en este caso 320 W.

Existen modelos de potencias muy altas, pletinas de hasta 5000 W, que además pueden asociarse para totalizar 25.000 W.

Deben alojarse en armarios de control, ya que no caben en cualquier sitio.

Si tenemos oportunidad de analizar el interior de un dimer como el representado anteriormente, veremos una pieza curiosa que es el filtro, una ferrita bobinada de la forma que indica la *figura 2*.

¿Un filtro para qué?

En el acto de regular se genera mucha radiointerferencia, sobre todo en el rango de AM y los receptores de radio sintonizados en esa gama de ondas la captan, emitiendo ruido. Para minimizarlo deben incorporarse potentes filtros, como los representados.

Hay tres tipos básicos de dimer: uno cuyo componente principal es el diac-triac; otro que incorpora un tiristor; y finalmente el que lleva un transistor Mosfet.

¿Por qué, de nuevo, surge la variedad?

Porque las cargas pueden ser distintas y el comportamiento en el principio de la regulación puede crear intensidades no deseadas.

¿Cargas distintas? ¿No estamos hablando de lámparas y sólo de lámparas? Sí, pero no... Vamos a explicarlo:

Las cargas son efectivamente lámparas como la versión incandescente (una

de las que pueden ser reguladas) que presenta una resistencia pura R .

Sin embargo, la versión halógena también puede ser una resistencia pura, si funciona a tensión de red (230 V) o si se trata de una halógena a baja tensión (12 V), la carga es un transformador electromagnético, que presenta una inductancia L .

Y si el transformador mencionado es electrónico, lleva en su interior una serie de condensadores para suprimir las interferencias y presenta un comportamiento distinto.

A esta carga se la reconoce como C .

La conducta de un regulador diac-triac permite arrancar cargas resistivas e inductivas, tales como bombillas incandescentes, halógenas a tensión de red y puede conectarse al primario de un transformador electromagnético cuyo secundario de 12 V encienda una lámpara halógena dicróica.

El recorte de fase se conoce en este caso como corte de onda ascendente, y se entiende porque la intensidad debe ir ascendiendo gradualmente y en el transformador electromagnético va a encontrarse con el efecto de la autoinducción, es decir, una oposición a crecer y como, inevitablemente, lo va a hacer, no se notará en demasía este efecto.

A esta acción se la conoce como recorte de onda ascendente y lo que se consigue "mordisqueando" la senoide es que la potencia proporcionada se vea mermada y por ello la luz oscila de un máximo a un mínimo y además el consumo también lo hace.

El eje de ordenadas es la intensidad y el de abscisas el tiempo.

El proceder de un regulador para el uso en transformadores electrónicos que admitan la regulación (atención, no todos la admiten) es distinto, ya que al conectarse se produce una sobreintensidad debida a

Figura 2.



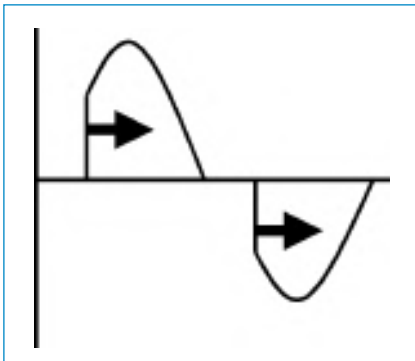


Figura 3.

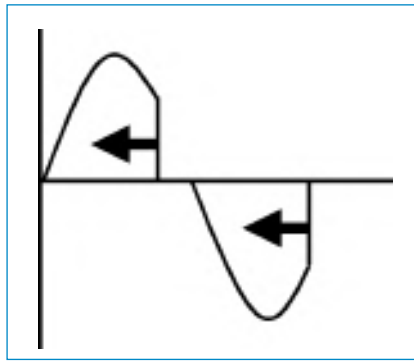


Figura 5.

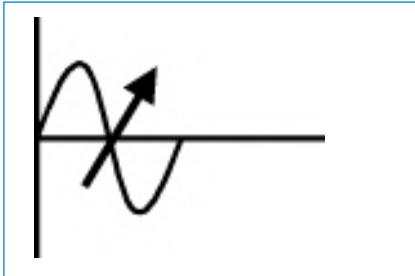


Figura 4.

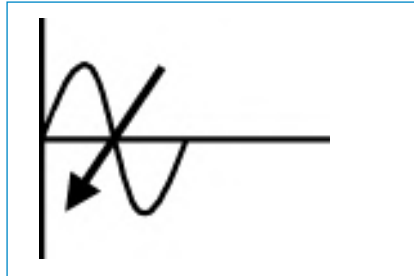


Figura 6.

los condensadores de los filtros, que necesariamente deben llevar. Por ello la regulación debe hacerse con la onda en descenso, y se les conoce como reguladores de recorte de onda descendente. Estos reguladores incorporan un transistor Mosfet.

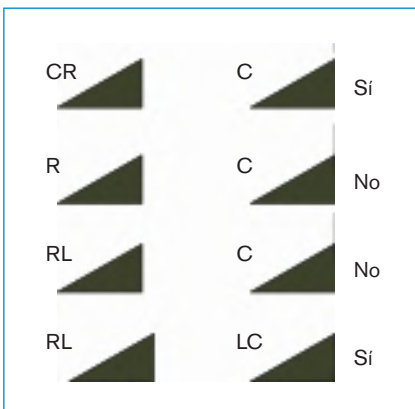
También el eje de ordenadas es la intensidad y el de abscisas el tiempo.

En este caso el recorte de la onda es descendente pero el efecto final, el de ahorro, es el mismo que el comentado anteriormente. ¡Vaya lío!

Para facilitar la selección, algunos fabricantes han creado un sistema, razonablemente sencillo, para averiguar el comportamiento de un regulador, respecto a las cargas conectadas al mismo.

Consiste en un dibujo que representa una rampa ascendente y una o dos de las tres letras mencionadas.

Figura 7. Regulador Transformador Compatibilidad



Las cargas también llevan el mismo sistema para saber si pueden asociarse o no con los reguladores y así podemos establecer una asociación de unos con otras (figura 7). Observemos que son compatibles cuando comparten alguna letra.

Hemos mencionado la posibilidad de utilizar en los reguladores componentes del tipo diac-triac, tiristores y transistores Mosfet.

Uno de los motivos es, rizando el rizo, lograr tiempos de conmutación más rápidos y así conseguir que la respuesta a la acción de mover el potenciómetro sea inmediata.

Esta sofisticación hace que se fabriquen modelos como el que se presenta en la figura 8. Dispone de seis modos de funcionamiento que son los siguientes:

1. Regulación de luminosidad con el

potenciómetro, encendido y apagado progresivos, con el pulsador se apaga o enciende.

2. Regulación de luminosidad con el potenciómetro, encendido y apagado normal, con el pulsador se apaga o enciende.

3. Simulador de amanecer y ocaso, mientras esté apretado el pulsador va encendiendo y al soltar va apagando.

4. Simulador de amanecer y ocaso, con una pulsación comienza a encender y con otra comienza el apagado.

5. Temporizador para luz de escalera con apagado progresivo.

6. Control desde el puerto serie de un ordenador.

¡Una auténtica maravilla!

Regulación de los tubos fluorescentes

Los primeros intentos consistieron en colocar, en el equipo del tubo, un transformador de precaldeo de cátodos e intercalar un dimer de los descritos, es decir, de incandescencia. El tubo debía ser del tipo T12, es decir, de 38 Ø y debía incorporar una banda de encendido a lo largo del mismo, y conectada a tierra.

Era necesario, además, poner una pre-carga, por ejemplo una bombilla de 25 W. ¡Demasiada cosas!

En la actualidad existen balastos electrónicos regulables a disposición de quien los desee:

1. Para un tubo de 18, 36 y 58 W como tubos más usuales.

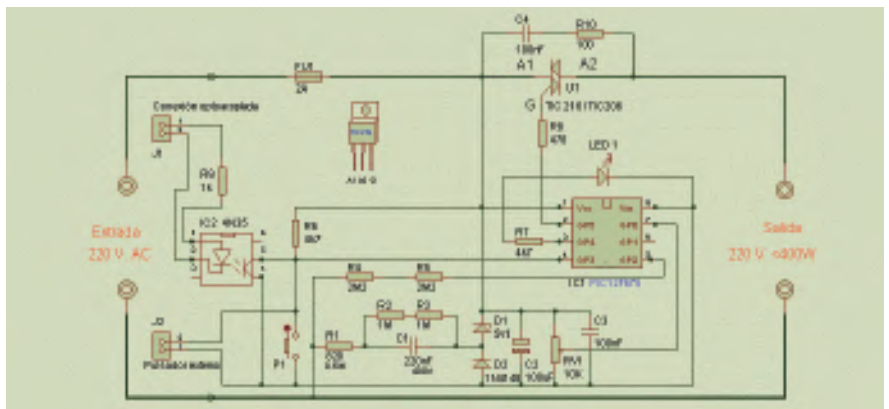
2. Para comandar dos tubos de 18, 36 y 58 W.

3. Finalmente y de momento, con un solo balasto poder actuar sobre cuatro tubos de 18 W.

Esto es importante porque el costo de un balasto para regular un tubo se aproxima al precio del que actúa sobre dos.

Lo mejor, desde el punto de vista eco-

Figura 8.



nómico, es colocar el menor número de balastos para regular el mayor número de tubos.

Por desgracia, no se fabrican, de momento, balastos regulables para cuatro tubos de 36 W.

Existen dos formas de regulación:

1. Con balastos electrónicos regulables analógicos.
2. Con balastos electrónicos regulables digitales.

Balastos electrónicos regulables analógicos

¿Cómo son los balastos de esta categoría?

Tienen unas medidas parecidas a las que aparecen en la *figura 9*, que descubren la posibilidad de incorporarlo en cualquier luminaria o regleta fluorescente.

Basan su funcionamiento en un estándar, conocido como 1-10 V C.C., consistente en incorporar en su interior una fuente de tensión continua conectada a los bornes $\pm 1-10$ V (*figura 10*).

¿Cómo se les impulsa?

De dos formas: Una activa, conectando a esos bornes una tensión, continua, por supuesto, en oposición y variable de 1 a 10 V, solución que casi no se utiliza.

Otra pasiva, que consiste en conectar los bornes \pm de un potenciómetro especial a los bornes \pm del balasto.

¿Qué ocurre si se cortocircuitan esos bornes, es decir, si se les puentea?

No pasa nada, simplemente que el nivel

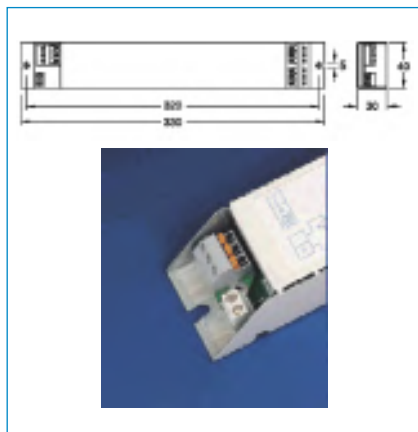
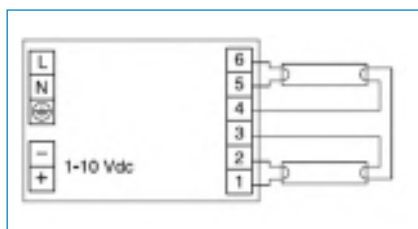


Figura 9.

Figura 10.



de emisión de luz desciende al mínimo y así pueden estar indefinidamente.

Aplicaciones:

1. Ahorrar consumo, hasta un 75 %, aprovechando la luz natural.
2. Permitir un encendido, casi instantáneo, en situaciones de frío intenso, por ejemplo -20 °C.
3. Permitir un ahorro importante en lugares de paso poco frecuentes, al estar en situación de espera (nivel mínimo).

Justificación

Imaginemos una fotocélula o fotorresistencia como la representada en la *figura 11*. Y dispuesta en el techo (*figura 12*):

Puede actuar sobre varias luminarias, regulándolas para conseguir un nivel deseado de 500 lux, por ejemplo en el plano de trabajo, jugando con la aportación de luz que entra por la ventana y así ahorrando energía, hasta un 75%.

¡Casi nada!

El otro punto mencionado.

Sabida es la dificultad de encender un tubo fluorescente a temperaturas bajo cero.

Pues bien, gracias a la situación de espera, cortocircuitando los bornes $\pm 1-10$ V, se puede lograr un encendido instantáneo, al quitar ese puente, lo que significa una gran seguridad en el trabajo.

Vamos a por el tercer ejemplo.

Imaginemos un almacén muy visitado, que por su gran superficie obliga a una iluminación general.

Podemos eliminarla, activando sólo los lugares donde se va a dejar la mercancía.

¿Cómo?

Con detectores de presencia que cortocircuiten los balastos donde no hay actividad, dejando los tubos listos para activarlos cuando sea necesario.

Hemos visto utilidades de la regulación analógica de los tubos fluorescentes y aplicaciones para ahorrar.

Aún podemos conseguir más cosas, pero ahora utilizando balastos digitales y el protocolo DALL.

Regulación digital y el protocolo DALL

Nos permite el control del flujo luminoso entre el 1 y el 100% mediante una línea de control con transmisión de señales digitales.

Deberemos disponer de balastos electrónicos regulables apropiados para esta opción, además de los accesorios precisos para cada instalación.

El protocolo de comunicación más extendido por los principales fabricantes es el sistema denominado DALL.



Figura 11.

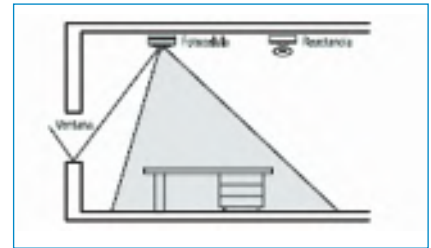


Figura 12.

Los accesorios básicos son la central de control, los pulsadores y/o el mando a distancia.

La central de control recoge las distintas escenas o memorizaciones de los niveles de iluminación que queremos preestablecer.

Los pulsadores nos permiten la aplicación del nivel de luz programado a las pantallas con las que están conectados. El mando a distancia permite la regulación por un emisor de infrarrojos, detectado por un sensor en la misma pantalla o luminaria.

Con este sistema de regulación:

1. El balasto lee e interpreta órdenes de un equipo de control que transmite señales digitales por medio de la línea de control (BUS).

2. La lámpara emitirá luz proporcionalmente a la señal recibida, desde 1 al 100% del flujo, pero ahora con una respuesta logarítmica, que es la del ojo humano.

3. El balasto debe presentar una regleta de conexiones adicional que deberá recoger esta señal, bornes DALL.

4. Los conductores de mando (BUS) no están polarizados (son intercambiables) y pueden retornar señales sobre el estado del balasto.

5. No existen pérdidas en la señal de regulación, ya que todos los balastos reciben la señal simultáneamente y, además, existe la posibilidad de controlar cada uno de ellos individualmente.

Vamos a ver una aplicación que está revolucionando determinados ambientes:

Sabido es que una de las propiedades de los colores es la mezcla aditiva.

Los tres colores presentados pueden, sumándolos, dar el color blanco, pero sumados dos a dos, proporcionan el amarillo, el rosa y el azul claro.

Conocido esto, si preparamos una regleta, como la que aparece a continuación, con tres tubos de esos tres colores, dispondremos de una fuente inagotable de tonos.

Podemos apreciar la parte interna, la oculta, con tres balastos regulables analógicos.

Actuando en ellos, todos encendidos, uno apagado y los otros alternativamente activos, podemos proyectar una luz blanca en un panel transparente, o bien amarilla, rosa o azul claro.

Todo esto de forma manual.

Si queremos automatizarlo, hemos de colocar balastos con el *software* apropiado.

Regulación de las lámparas de descarga

Sólo podemos actuar sobre las versiones de vapor de mercurio alta presión y sodio alta presión, en la aplicación de alumbrado público, con un equipo conocido como "doble nivel de potencia".

Ventajas del doble nivel de potencia

Regulación del 100% al 40% aproximadamente

Estos equipos están destinados a instalaciones donde, a determinadas horas, sobre todo al llegar el alba, se puede reducir el nivel de iluminación sin una disminución importante de visibilidad, pero con un ahorro energético considerable.

Los equipos dan inicialmente los valores máximos en lámpara, pasando éstos a nivel reducido cuando un relé conmuta la bobina de la reactancia a una impedancia mayor. Entre sus ventajas podemos citar:

1. Ahorro de energía en torno al 40% durante las horas de funcionamiento del equipo a nivel reducido.
2. Aumento de la vida de la lámpara. Al no reducir la tensión de red, mantiene la lámpara estable hasta el final de su vida.
3. Aumento de la vida del equipo y de la luminaria por menor degradación térmica.
4. Ahorro en mantenimiento y reposición de lámparas y equipos.

AUTOR

Luis Poza

Perito industrial e ingeniero técnico eléctrico. Trabaja en la empresa de iluminación Ilusol, y publica artículos de carácter eléctrico en reconocidas revistas técnicas de nuestro país, desde 1995. En 2005 escribió el volumen *El mundo de la iluminación*, para el grupo Grulilec. Actualmente está redactando *El mundo del automatismo* para dicho grupo.

SOLUCIONA TU FUTURO

PARA DOCTORES, LICENCIADOS, INGENIEROS, ARQUITECTOS, ING. TÉCNICOS, DIPLOMADOS, MAESTROS, TÉCNICOS SUP., ETC.

OPOSICIONES A PROFESORES

RETRIBUCIONES DESDE 24.000 A 28.500 EUROS

CATEDRÁTICOS Y PROFESORES DE ENSEANZA SECUNDARIA

Latín	Economía	Geografía e Historia	Org. y Gestión Comercial
Griego	Tecnología	Lengua C. y Literatura	Formación y Orient. Laboral
Dibujo	Informática	Hostelería y Turismo	Administración de Empresas
Música	Matemáticas	Procesos de Industria Alimentaria	Org. Proc. Mant. de Vehículos
Inglés	Educación Física	Sistemas Electrónicos	Sist. Electrónicos y Automáticos
Francés	Física y Química	Procesos Sanitarios	Intervención Sociocomunitaria
Alemán	Psicología y Pedagogía	Org. P. de Fabric. Mecánica	Construcciones Civiles y edificación
Filosofía	Biología y Geología	Proc. Diagnósticos Clínicos	Proceso y Medios de Comunicación

PROFESORES TÉCNICOS DE F.P.

Servicios a la Comunidad	Procesos de Gestión Administrativa
Cocina y Pastelería	Procedimientos y Diagnóstico Clínico
Servicios de Restauración	Sistemas y Aplicaciones Informáticas
Equipos Electrónicos	Oficina de Proyectos de Construcción
Mantenimiento de Vehículos	Procedimientos Sanitarios
Instalaciones Electrotécnicas	Mecanización Mto. Máquinas
Procesos Comerciales	Operaciones y E.Producción Agraria

E.O. IDIOMAS

Inglés Español Francés Alemán

MAESTROS

E. Infantil	E. Física
Inglés	A. y Lenguaje
P. Terapéutica	E. Musical

LA MEJOR Y MÁS COMPLETA PREPARACIÓN: TEMAS ESPECÍFICOS, EJERCICIOS DE EXAMEN, PROGRAMACIÓN Y UNIDADES DIDÁCTICAS, LEGISLACIÓN, CD CONVOCATORIAS, TUTORÍAS, CLASES, ETC.

Solicita información gratuita. Recibirás: Requisitos, Plazas, Bases y TEMA-MUESTRA de la especialidad elegida.

CEDE C/ CARTAGENA, 129 - 28002 MADRID. Tel.: 97 564 42 94
<http://www.cede.es> e-mail: oposiciones@cede.es

UrbicAD
 Seguridad y Salud **SMART**
 Solution

Software Instaladores

- Desarrollo de los documentos de los Estudios, Estudios Básicos y Planes de Seguridad y Salud.
- Planificación, Seguimiento e Implementación en obra de los Planes de Seguridad.

Totalmente adaptado a la normativa, incluyendo la Guía Técnica y el RD 604/2006.

- Eléctricos
- Telecomunicación (ITC)
- Transporte vertical
- Fontanería AF/AC
- Gas
- Climatización
- Energía Solar

www.urbicad.com
 Tel.: 963 492 144

Andrés Cortés López
 2015-2016 U.S. OCEANO
 SCILLA