

Eficiencia energética de los sistemas de alimentación y control de instalaciones térmicas.

Caso práctico

En el nº4 de la **Avenida del Despilfarro** se encuentra un **Hotel**, que dispone de instalaciones centralizadas para la **generación de calor y de frío** para las distintas habitaciones que lo integran.

Las instalaciones del **Hotel** son un poco antiguas por lo que el propietario decide que es el momento de modernizarlas y decide contactar con una empresa especializada en **eficiencia energética** para intentar reducir los consumos de energía del edificio.

Tras contactar con **SOLZO S.L.**, les explica sus intenciones y ellos tras un estudio de la instalación le indican que aprovechando la remodelación que pretende hacer se puede modernizar también el **sistema de control** de la instalación, y le envían una oferta para la mejora de la eficiencia de dicho **sistema de control**.

El propietario del **Hotel** acepta el presupuesto y **Marisol** y **Lorenzo** deciden enviar a **Carlos** para que se encargue de realizar el estudio, ya que al haber cursado parte de un ciclo formativo de electrónica es el más indicado para este trabajo. La persona de contacto por parte del **Hotel** será **Manuel** que es el **Jefe de Mantenimiento**.



A lo largo de esta unidad de trabajo se analizarán los sistemas de control de las instalaciones térmicas y se dará respuesta a las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Qué componentes se utilizan para la protección y el mando de sistemas de control?
- ✓ ¿Qué tipos de aparatos de medida se utilizan y cómo se realizan las medidas?
- ✓ ¿Qué riesgos existen en las instalaciones eléctricas y cómo se minimizan?
- ✓ ¿Qué tipos de motores y transformadores puedes encontrarte y qué instalaciones pueden tener asociadas?
- ✓ ¿Cómo se elaboran e interpretan esquemas eléctricos?
- ✓ ¿Qué diferencias existen entre las variables analógicas y las digitales?
- ✓ ¿Qué tipos de control y regulación puedes encontrarte en estas instalaciones?
- ✓ ¿Qué es un SCADA, la telegestión o un control centralizado?
- ✓ ¿Qué normativa se debe aplicar a estas instalaciones?



[Ministerio de Educación y Formación Profesional](#). (Dominio público)

Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

1.- Componentes eléctricos de protección y mando.

Caso práctico

Observa el cuadro general de electricidad que tiene tu hogar. Los elementos que ves tienen la función de mando y protección de la instalación eléctrica. Si accidentalmente se produce un cortocircuito en un enchufe se activará la protección correspondiente desconectando el circuito de forma automática para evitar males mayores.



Los elementos para la protección de circuitos eléctricos se clasifican en:

- ✓ **Seccionadores:** Pueden abrir y cerrar un circuito eléctrico cuando no circula corriente eléctrica por el mismo; aseguran un aislamiento con la alimentación eléctrica para labores de mantenimiento.
- ✓ **Interruptores:** Su función es la de establecer o interrumpir el paso de una corriente eléctrica.
- ✓ **Disyuntores:** Son interruptores que se accionan de forma automática.

Existen diversos tipos de elementos para la protección de circuitos eléctricos como:

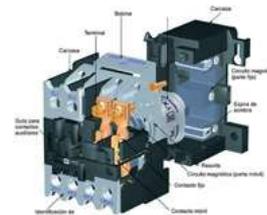
- ✓ **Fusibles:** Protegen contra sobrecargas y cortocircuitos según el tipo; cuando la intensidad supera la nominal del elemento este se funde y abre el circuito.
- ✓ **Interruptores Magnéticos:** Protegen contra cortocircuitos; cuando la intensidad es muy elevada se acciona el dispositivo.
- ✓ **Interruptores Térmicos:** Protegen contra sobrecargas; cuando la intensidad supera la intensidad nominal de la protección, ésta se acciona.
- ✓ **Interruptores Magnetotérmicos:** Protegen contra sobrecargas y cortocircuitos; combina los dos tipos anteriores.
- ✓ **Interruptores Diferenciales:** Miden la intensidad que entra al circuito y la que sale; si la diferencia supera el valor de la **sensibilidad**, acciona el dispositivo de apertura.

Algunas de las características que definen estos elementos son:

- ✓ **Tensión nominal:** Es la tensión para la que están diseñados y se mide en **Voltios (V)**.
- ✓ **Intensidad nominal:** Es la máxima intensidad que puede circular por el dispositivo de forma permanente y se mide en **Amperios (A)**.
- ✓ **Poder de corte:** Es la máxima intensidad de cortocircuito que puede soportar al desconectar el dispositivo y se mide en **kiloAmperios (kA)**.
- ✓ **Sensibilidad:** Es la intensidad a partir de la que se acciona una protección diferencial y se mide en **miliAmperios (mA)**.

En lo que respecta a los elementos de mando de circuitos eléctricos, pueden ser de accionamiento:

- ✓ **Manual:**
 - **Pulsadores:** Abren o cierran un contacto eléctrico cuando son accionados por el operador.
 - **Selectores:** El operador puede seleccionar varias posiciones asociadas a distintos circuitos.
 - **Conmutadores:** Permiten conectar cada conexión de entrada a una serie de conexiones de salida.
- ✓ **Eléctrico:**
 - **Contactores:** Abren o cierran circuitos de potencia y de mando. La imagen publicada por Arovila en Flickr es un ejemplo de contactor en el que se ilustran las distintas partes.
 - **Relés de mando:** Abren o cierran circuitos de mando.
 - **Telerruptores:** Interruptores comandados a distancia, permiten conectar un terminal de entrada a una serie de conexiones de salida.
 - **Temporizadores:** Permiten activar o desactivar circuitos al transcurrir un período de tiempo regulable desde el momento en que se da la orden de activación.
 - **Programadores horarios:** Permiten activar circuitos durante ciertos intervalos de tiempo predeterminados.



Para saber más

En el enlace puedes encontrar un extensísimo documento con fotos, datos y características técnicas de elementos de protección y mando eléctrico.

[Acceder al manual teórico-práctico de Schneider de Instalaciones eléctricas.](#) (36,05 MB)

1.1.- Protecciones magnetotérmicas y diferenciales.

¿Sabes qué función tiene la protección diferencial?

Se trata de un dispositivo de protección para las personas, animales e instalaciones que se activa cuando existe una fuga de intensidad en el circuito eléctrico.



Las protecciones **magnetotérmicas** son dispositivos que combinan dos funciones de protección:

- ✓ **Magnética:** que consiste en una bobina que se excita con una intensidad elevada y acciona el dispositivo de apertura de la protección. Se utiliza para la protección contra **cortocircuito**.
- ✓ **Térmica:** que consiste normalmente en una lámina bimetálica que al calentarse debido al paso de la corriente eléctrica se curva y actúa sobre el dispositivo de protección. Se utiliza para la protección contra sobrecargas.

Las principales características de estas protecciones son la **tensión e intensidad nominales**, y el **poder de corte**.

Las protecciones **diferenciales** son interruptores automáticos que detectan cuando existe una fuga de intensidad en el circuito que alimentan, y cuando esa fuga supera un determinado valor abren el circuito eléctrico.

Los tipos de diferenciales existentes en el mercado se pueden clasificar en:

- ✓ **Instantáneos:** Poseen un tiempo de disparo reducido y fijo.
- ✓ **Selectivos:** Poseen un tiempo de disparo mayor y en algunos casos puede ser regulable.
- ✓ **Superinmunizados:** Están protegidos frente a las distorsiones que puedan existir en la red eléctrica.

Las principales características de estas protecciones son la **tensión e intensidad nominales**, y la **sensibilidad**.

Asociado a un **diferencial** siempre debe existir una protección **magnetotérmica** de intensidad nominal menor o igual a la del **diferencial**, para limitar la intensidad que circula por el circuito eléctrico.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un enlace con imágenes animadas sobre interruptores automáticos magnetotérmicos.

[Magnetotérmicos en tu-veras.](#)

En el enlace siguiente puedes encontrar un enlace con imágenes animadas sobre interruptores automáticos diferenciales.

[Diferenciales en tu-veras.](#)

Autoevaluación

El disyuntor es un elemento de protección eléctrica que se puede accionar de forma manual.

- Falso.
- Verdadero.

Creo que debes poner más atención a lo que lees.

Correcto, se puede accionar tanto de forma manual como de forma automática.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

1.2.- Relés térmicos y disyuntores.

Imagínate que pegas dos láminas de distinto metal, cuando calientes la barra resultante ¿Qué piensas que puede ocurrir?



Lo que pasa es que como cada material se dilata de forma distinta a medida que se calienta la barra se doblará debido al efecto del calor. A esta barra se le denomina **lámina bimetálica** y es muy utilizada en dispositivos de protección térmica.

El **relé térmico** es un dispositivo para la protección de motores contra sobrecargas, fallo de alguna fase y diferencias de carga entre fases.

Además de los tres contactos principales de potencia, suele disponer de dos contactos auxiliares de mando, uno normalmente abierto y otro normalmente cerrado que se activan cuando la intensidad que circula por el motor supera el valor de regulación del dispositivo durante un cierto tiempo. En la imagen aparecen varios guardamotors publicados por Arovila en Flickr.

El **disyuntor** es un **interruptor automático** y es un dispositivo capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos.

Se suele utilizar más el término **disyuntor** para equipos grandes y el término **interruptor automático** para los pequeños.

Los **disyuntores** más utilizados son:

- ✓ **Disyuntor magnetotérmico:** que protege frente a sobrecargas y cortocircuitos.
- ✓ **Disyuntor magnético:** que protege frente a cortocircuitos.
- ✓ **Disyuntor térmico:** que protege frente a sobrecargas.
- ✓ **Disyuntor por corriente diferencial:** que protege frente a fugas de corriente a tierra.
- ✓ **Guardamotor:** que protege al motor de sobrecargas y cortocircuitos.

Debes conocer

En el enlace siguiente puedes encontrar una página con las características y aplicaciones del relé térmico.

[Relé térmico.](#)

En el enlace siguiente puedes encontrar una página con las características y aplicaciones del guardamotor.

[Guardamotor.](#)

Autoevaluación

¿Qué elemento protege una instalación eléctrica de las fugas a tierra de corriente?

- El magnetotérmico.
- El relé térmico.
- El diferencial.
- El fusible.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, debes prestar más atención a lo que lees.

Efectivamente es correcto, detecta fugas de corriente a tierra.

No es la respuesta correcta, este dispositivo protege la instalación frente a sobrecargas y cortocircuitos.

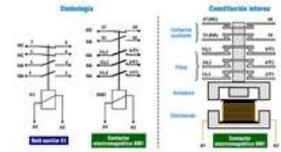
Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

1.3.- Contactores, relés de mando y selectores.

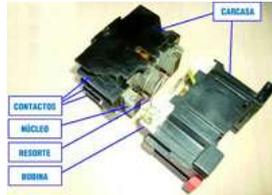
Supongo que en alguna ocasión te has fijado en los electroimanes que se usan en los desguaces de automóviles para levantar los vehículos fuera de uso. ¿Te imaginas cual es su principio de funcionamiento?

Cuando se hace pasar una intensidad por el electroimán éste actúa como un imán convencional y atrae la carrocería del vehículo; cuando ya no circula dicha intensidad el electroimán deja de comportarse como un imán y ya no atrae la carrocería por lo que esta cae al suelo.



El principio físico anterior es el mismo que se utiliza tanto en los **contactores** como en los **relés de mando**.

Las principales características de estos elementos son la **tensión e intensidad nominales**, y el **número de contactos eléctricos** de los que dispone. Observa la imagen procedente de Flickr y publicada por Arovia donde se ven las distintas partes del contactor.



Ambos elementos están constituidos fundamentalmente por una bobina con un núcleo ferromagnético y una serie de contactos eléctricos. Los contactos pueden ser **normalmente abiertos (NA)** o **normalmente cerrados (NC)** según la posición que adopten cuando el elemento está sin alimentación eléctrica. En el momento que se alimenta la bobina los contactos cambian su posición.

La diferencia entre el **contactor** y el **relé de mando** es la intensidad que puede circular por cada uno de los contactos de forma que el primero tiene contactos que soportan mayor intensidad, denominados **polos**, que se utilizan para controlar el circuito de fuerza, y tanto el primero como el segundo tienen contactos que soportan menor intensidad, que son utilizados para accionar los circuitos de maniobra del automatismo.

En general los contactos de maniobra suelen estar diseñados para una intensidad de **10A** mientras que los de fuerza pueden ser soportar intensidades mayores **25A, 50A, 100A** según el calibre del contactor.

Los **selectores** son dispositivos similares a los anteriores en los que se ha sustituido la bobina eléctrica por un mando, normalmente de accionamiento mecánico manual.

Mediante un **selector** se pueden elegir varias posiciones distintas en las que los contactos asociados adoptan posiciones determinadas, es decir combinaciones de contactos abiertos y cerrados.

Debes conocer

En el enlace siguiente puedes encontrar una página con las características y aplicaciones del contactor.

[Contactor.](#)

1.4.- Temporizadores y programadores horarios.

Cuando entras en un edificio de viviendas y accionas la luz de las escaleras ¿Qué es lo que sucede? Inconscientemente estás activando un **temporizador** que se encarga de mantener las luces encendidas durante un cierto intervalo de tiempo para luego apagarlas de forma automática.

Los temporizadores pueden disponer de bobina en el propio cuerpo o externa y disponen además de contactos que pueden ser de accionamiento instantáneo como los de un **relé de mando** o temporizados.



Los tipos más usuales de **temporizadores** son:

- ✓ **Retardo a la conexión:** Accionan los contactos transcurrido el tiempo programado desde que reciben alimentación.
- ✓ **Retardo a la desconexión:** Accionan los contactos cuando reciben la alimentación y los mantienen accionados hasta que transcurre el tiempo programado desde que se les retira la alimentación.
- ✓ **Programables:** Pueden programarse con distintas secuencias de accionamiento y desaccionamiento, incluyendo los dos tipos anteriores.

Los **programadores horarios** permiten establecer intervalos de tiempo durante los que el dispositivo acciona los contactos asociados, mientras que en el resto de tiempo permanecen en su posición de reposo (**NC** o **NA**).

Puedes encontrarte **temporizadores** y **programadores horarios analógicos** tanto neumáticos como mecánicos, siendo los **digitales** normalmente electrónicos.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un documento en el que se explican los principales componentes eléctricos de protección y mando.

[Elementos de protección y mando.](#) (0,88 MB)

En el enlace siguiente puedes encontrar una página en la que se explican los principales elementos de mando en los automatismos eléctricos.

[Elementos de mando en automatismos.](#)

Citas para pensar

No basta saber, se debe también aplicar. No es suficiente querer, se debe también hacer. *Johann Wolfgang Goethe.*

Autoevaluación

¿Qué intensidad suelen soportar los contactos de mando de un contactor?

- 1A.
- 5A.
- 10A.
- 15A.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

Efectivamente es correcto, esta es la intensidad más habitual.

No es la respuesta correcta, debes prestar más atención a lo que lees.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

2.- Componentes eléctricos de medida. Funciones.

Caso práctico

Cuando decides medir algo. ¿Qué crees que es más importante, el aparato de medida utilizado o el procedimiento de realización de la medida? Ambos son importantes, si el aparato no es el adecuado puede dificultarse la medida, o puede que el error en la medida resulte excesivo, pero también puedes introducir errores en la medida si no sigues el procedimiento de medida adecuado.



Las principales medidas a realizar en una instalación eléctrica son:

- ✓ **Tensiones:** determinadas con el polímetro normalmente.
- ✓ **Intensidades:** determinadas con la pinza amperimétrica en general.
- ✓ **Frecuencia:** determinada con el frecuencímetro.
- ✓ **Potencias:** determinadas con el vatímetro que mide potencia activa y el varímetro que mide potencia reactiva.
- ✓ **Energía:** medida generalmente con el contador de energía activa y el contador de energía reactiva.
- ✓ **Cos ϕ :** medido con el fasímetro.
- ✓ **Resistencias:** determinadas con el polímetro, el medidor de aislamiento y el telurómetro.
- ✓ **Temperaturas:** medidas con el termómetro y la cámara termográfica.



El **analizador de redes** permite medir la mayor parte de las variables indicadas anteriormente e incluso almacenar los valores obtenidos para poder analizarlos posteriormente con un ordenador.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar diferentes aparatos de medida de variables eléctricas y accediendo a cada uno de ellos puedes comprobar sus características técnicas y el esquema típico de conexión del aparato.

[Acceder a instrumentos de medida para electricidad.](#)

Citas para pensar

No sabe más el que más cosas sabe, sino el que sabe las que más importan.

Bernardino Rebolledo

Autoevaluación

Relaciona los conceptos de la primera columna con los de la tercera, escribiendo el número asociado al tipo de protección para cada dispositivo en el hueco correspondiente.

Ejercicio de relacionar

Dispositivo de protección.	Relación	Tipo de Protección.
Relé Térmico.	<input type="checkbox"/>	1. Fugas a tierra.
Guardamotor.	<input type="checkbox"/>	2. Cortocircuitos.
Interruptor magnético.	<input type="checkbox"/>	3. Sobrecargas.

Dispositivo de protección.	Relación	Tipo de Protección.
Diferencial.	<input type="checkbox"/>	4. Sobrecargas y cortocircuitos.

Enviar

Relé termico protege de Sobrecargas, Guardamotor protege de Sobrecargas y cortocircuitos, Interruptor magnético protege de Cortocircuitos y Diferencial protege de Fugas a tierra.

2.1.- Contadores y transformadores de tensión e intensidad.

¿Alguna vez te has parado a observar el contador de energía de tu vivienda? Si te fijas en la factura de electricidad debe aparecer la lectura tomada en el mes de facturación y la del mes anterior.

Los contadores miden la energía consumida en la instalación que alimentan y pueden ser de dos tipos:

- ✓ **Energía Activa:** Representa la capacidad de un circuito para realizar un trabajo, por lo que es la energía que se aprovecha en la instalación. Se mide en **kWh**.
- ✓ **Energía Reactiva:** Representa una energía que realmente no se consume, pero es necesaria para el funcionamiento de la instalación debido a la existencia de bobinas y condensadores. Se mide en **kVArh**.



Los contadores pueden ser **analógicos** o **digitales** aunque los instalados en la actualidad deben ser digitales obligatoriamente.

Para suministros de pequeña potencia los contadores suelen ser de **medida directa** de forma que la **tensión** y la **intensidad** de la instalación circulan directamente por el interior del aparato.

Cuando la potencia es elevada se suele utilizar la **medida indirecta** de forma que tanto la tensión como la intensidad que circula por el aparato es proporcional a la que circula por la instalación, utilizando para ello:

- ✓ **Transformadores de tensión:** Son transformadores reductores de tensión utilizados en instalaciones con tensiones elevadas, en los que el primario se conecta a la instalación y el secundario se conecta al contador. Las relaciones de transformación típicas están referidas a 110 Voltios en el secundario como puede ser **1.000/110V**.
- ✓ **Transformadores de intensidad:** Son transformadores en los que la máxima intensidad que circula por el secundario suele ser de **5 amperios**, aunque también puede ser de **1 amperio**. Las relaciones de transformación típicas son: **X/5A** como por ejemplo **20/5A** o **40/5A**.

Para saber más

En el enlace puedes encontrar un documento sobre transformadores de medida.

[Transformadores de medida](#), (0,36 MB)

Autoevaluación

¿Cómo funciona un temporizador con retardo a la desconexión?

- Cuando su bobina queda sin tensión cambia los contactos.
- Acciona los contactos transcurrido el tiempo programado desde que recibe la alimentación.
- Acciona los contactos cuando recibe alimentación y los mantiene accionados hasta que transcurre el tiempo programado desde que se les retira la alimentación.
- Cuando su bobina queda sin tensión comienza a contar y cambia los contactos cuando termina el tiempo programado.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

Efectivamente es así como funciona.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Solución

1. Incorrecto

2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

2.2.- Calibración y clases de precisión.

Todos tenemos claro lo que significa el término "**aparato de precisión**" pero ¿Serías capaz de definir dicho concepto? Efectivamente, decimos por ejemplo que el reloj es un aparato de precisión puesto que la medida que nos ofrece del tiempo es muy próxima al valor real de dicha magnitud y fácilmente repetible.



Las principales características que posee un aparato de medida son:

- ✓ **Sensibilidad:** para un medidor analógico es el cociente entre la desviación de la aguja indicadora medida en grados y la variación de la magnitud que se está midiendo.
- ✓ **Precisión:** capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones.
- ✓ **Exactitud:** representa la proximidad entre el valor real de la magnitud y el valor medido.
- ✓ **Reproducibilidad:** representa la capacidad de reproducir la medida con el mismo resultado.
- ✓ **Rapidez:** representa la capacidad de un aparato para dar una medida estable.
- ✓ **Error absoluto:** se define como la diferencia entre el valor real de la magnitud y el de la medida.

Los aparatos de medida deben someterse a procedimientos de **calibración** periódicos, que consisten básicamente en comparar la medida obtenida con la de otro **aparato patrón** y hacer los ajustes necesarios para que ambas medidas coincidan.

La **clase de precisión** está relacionada con el porcentaje de error admisible en la medida y viene dada por la fórmula siguiente:

$$Clase\ de\ precisión = \frac{Error\ Absoluto\ Máximo}{Valor\ Final\ Escala} \cdot 100$$

Las **clases de precisión** más utilizadas en los aparatos de medida son:

- ✓ **Clase 0,1 y 0,2:** Típicas de instrumentos de investigación en los que se requiere gran precisión.
- ✓ **Clase 0,5:** Típica en instrumentos de laboratorio de precisión.
- ✓ **Clase 1:** Típica en instrumentos de medida portátiles de corriente continua.
- ✓ **Clase 1,5:** Típica en instrumentos de medida portátiles y de cuadros de corriente alterna.
- ✓ **Clase 2,5 y 5:** Típica en instrumentos de medida instalados en cuadros eléctricos para información del operador.

Autoevaluación

El funcionamiento del contactor es el que se indica a continuación:

- Cuando se alimenta su bobina abre todos sus contactos.
- Cuando se alimenta su bobina cierra todos sus contactos.
- Cuando se alimenta su bobina sus contactos cambian de posición.
- Cuando se alimenta su bobina comienza a contar y transcurrido el tiempo programado cambia la posición de sus contactos.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

Efectivamente es correcto, los NC se abren y los NA se cierran.

No es la respuesta correcta, parece que no entiendes bien lo que estudias.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

3.- Seguridad en las instalaciones eléctricas.

Caso práctico

Carlos se ha quedado de piedra al ver un vídeo en **Internet** sobre accidentes eléctricos y los posibles efectos de la corriente eléctrica sobre el cuerpo humano, como las quemaduras o la muerte. La teoría ya se la sabía, pero el hecho de ver las imágenes de los accidentados le ha hecho reflexionar sobre el tema.



Los principales **riesgos** existentes en instalaciones eléctricas son:

- ✓ Choque eléctrico debido a:
 - **Contacto directo**: con partes activas de la instalación que habitualmente están en tensión.
 - **Contacto indirecto**: con masas puestas en tensión de forma accidental.
 - **Contacto por arco eléctrico**: debido a que el aire se vuelve conductor en estas condiciones.
- ✓ **Quemaduras**: producidas por **choque** o **arco eléctrico**.
- ✓ **Caidas o golpes**: causadas por **choque** o **arco eléctrico**.
- ✓ **Incendios o explosiones**: originados por la electricidad.



En general los trabajos en instalaciones eléctricas se efectúan sin tensión, a excepción de los siguientes:

- ✓ Trabajos en instalaciones eléctricas con tensiones de seguridad.
- ✓ Operaciones de cambio de fusibles en cajas de acometida.
- ✓ Operaciones elementales de conexión y desconexión de circuitos.
- ✓ Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones que sea imprescindible realizarlas con tensión.
- ✓ Los trabajos en instalaciones en las que resulte vital la continuidad del servicio.

Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar una guía técnica sobre los riesgos eléctricos.

[Guía Riesgo Eléctrico](#), (5,24 MB)

En la página de Flucke puedes encontrar un documento sobre seguridad en la realización de medidas eléctricas.

[10 peligrosos errores que suelen cometerse al comprobar sistemas eléctricos](#), (0,31 MB)

Autoevaluación

Si un transformador de intensidad tiene de relación 20/5A significa que como máximo circularán 4A por el transformador:

- Verdadero.
- Falso.

Creo que debes poner más atención a lo que lees.

Correcto, la relación indica intensidad del primario frente a la del secundario.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

3.1.- Contactos directos e indirectos. Medidas de protección.

Supongo que en alguna ocasión has oído decir que a veces los electrodomésticos dan calambres. ¿Te imaginas cual es la razón?

Se trata de un **contacto indirecto** mediante el que la carcasa del electrodoméstico se pone accidentalmente bajo tensión, por eso en el momento en el que el usuario la toca circula una corriente eléctrica por su cuerpo hacia la tierra.

En las instalaciones eléctricas estamos sometidos a dos tipos de contacto eléctrico dependiendo de la parte de la instalación sobre la que se produzca el contacto:



- ✓ **Contacto directo:** El contacto con un conductor activo de la instalación supone que la persona esté sometida a la tensión que posee el conductor, y por tanto circulará por su cuerpo una intensidad que dependerá de la resistencia que oponga al paso de la corriente eléctrica y que vendrá determinada por la **ley de OHM**:
$$Intensidad(A) = \frac{Voltaje(V)}{Resistencia(\Omega)}$$
- ✓ **Contacto indirecto:** El contacto con una masa o conductor no activo de la instalación supone que la persona esté sometida a una tensión que normalmente será inferior a la existente entre conductores activos de la instalación.

Las medidas de prevención generales que deben tenerse en cuenta al trabajar en instalaciones eléctricas son las siguientes:

- ✓ Utilizar ropa y calzado adecuados para el trabajo a realizar.
- ✓ Utilizar equipos de trabajo y herramientas adecuadas y dotadas de marcado CE.
- ✓ Revisar antes de su utilización los equipos de trabajo y herramientas para comprobar que no se encuentran deteriorados.
- ✓ Toda instalación debe considerarse en tensión hasta que se compruebe la ausencia de la misma.
- ✓ No manipular elementos eléctricos con las manos mojadas.

Para la protección contra **contactos directos** se pueden adoptar las siguientes medidas de prevención:

- ✓ Alejamiento de las partes activas de la instalación, situándolas fuera del alcance de las personas.
- ✓ Recubrimiento aislante de las partes activas.
- ✓ Interposición de obstáculos entre las partes activas y las personas, utilizando barreras y envolventes.
- ✓ Utilización de pequeñas tensiones de seguridad de **24 ó 50 V**.

Para la protección contra **contactos indirectos** se pueden adoptar las siguientes medidas de prevención:

- ✓ **Sistemas pasivos:**
 - ✦ Utilización de doble aislamiento de seguridad.
 - ✦ Inaccesibilidad de forma simultánea entre partes en tensión y masa.
 - ✦ Utilización de pequeñas tensiones de seguridad de **24 ó 50 V**.
 - ✦ Separación de circuitos mediante transformadores de aislamiento que mantienen separado de tierra todo conductor activo.
 - ✦ Instalación de conexiones equipotenciales que evitan diferencias de tensión entre las masas.
- ✓ **Sistemas activos:**
 - ✦ Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte diferencial.
 - ✦ Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
 - ✦ Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
 - ✦ Neutro aislado de tierra.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un interesante vídeo sobre prevención del riesgo eléctrico.

<https://www.youtube.com/embed/MiJVO9e20OE>

[Resumen textual alternativo](#)

4.- Técnicas de medición de variables eléctricas.

Caso práctico

Lorenzo conecta el **analizador de redes** en la línea de alimentación a las bombas circuladoras de la instalación de calefacción del **Hotel** y registra la potencia que están absorbiendo. Como la potencia es variable decide dejarlo configurado para que registre los valores durante una semana, y luego pasará a recogerlo para poder analizar los datos obtenidos y poder determinar así la curva de carga de las bombas.



Para la medición de las variables eléctricas es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ Para la medición de **intensidades** el aparato debe conectarse en **serie** con el circuito eléctrico.
- ✓ Para la medición de **tensiones** el aparato debe conectarse en **paralelo** con el circuito eléctrico.
- ✓ Debe elegirse la escala mayor al principio y luego ir bajando la escala para obtener mayor precisión en la medida.
- ✓ Para medir resistencias de aislamiento es necesario dejar sin alimentación el circuito y desconectar previamente todos los receptores eléctricos.
- ✓ Antes de utilizar un aparato de medida es necesario haber leído previamente su manual de utilización.



Citas para pensar

Hay que estudiar mucho para saber poco.

Montesquieu

Autoevaluación

¿Cuál de las siguientes medidas de protección no protege contra contactos eléctricos?

- Recubrimiento aislante de las partes activas.
- Alejamiento de las partes activas.
- Utilización de protecciones magnetotérmicas.
- Utilización de pequeñas tensiones de seguridad.

No es correcta, esta medida protege contra contactos eléctricos.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Efectivamente es correcta, los magnetotérmicos protegen contra sobrecargas y cortocircuitos.

Incorrecta, debes revisar lo estudiado anteriormente.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

4.1.- Polímetro. Pinza amperimétrica. Vatímetro y Analizador de redes.

¿Qué equipos de medida eléctrica son los más utilizados en las instalaciones de los edificios? ¿Sabes para qué se utiliza el **polímetro**?

Se trata de un aparato de medida muy utilizado en instalaciones eléctricas que permite realizar la medida de diversas variables como pueden ser la **tensión**, la **resistencia** o la **intensidad**, aunque para medir esta última existen aparatos de medida más adecuados como la **pinza amperimétrica**.



- ✓ **Polímetro**: aparato de medida que permite determinar tanto en corriente continua como en corriente alterna, **tensiones**, **resistencias** e **intensidades**. Se utiliza también para determinar si existe continuidad eléctrica entre dos puntos de una instalación.
- ✓ **Pinza amperimétrica**: aparato de medida de **intensidades** normalmente en corriente alterna. Suelen utilizar un pequeño transformador en el que el primario es el conductor por el que circula la intensidad que queremos medir y el secundario está conectado al visualizador de la medida. Algunos modelos poseen también la función de polímetro.
- ✓ **Vatímetro**: aparato de medida de **potencia activa** que está constituido por dos bobinas, una **amperimétrica** que determina la intensidad que circula por el circuito y otra **voltimétrica** que determina la tensión del circuito. El producto de ambas magnitudes es igual a la **potencia activa**. En circuitos de corriente continua se trata de magnitudes escalares y en los de corriente alterna de magnitudes vectoriales.
- ✓ **Analizador de redes**: aparato de medida múltiple que integra diversos aparatos de medida utilizados en instalaciones eléctricas. Las principales variables que mide suelen ser:
 - ✦ Tensión de fase.
 - ✦ Tensión de línea.
 - ✦ Intensidades de fase y línea, intensidades de pico y corrientes de fuga.
 - ✦ Frecuencia.
 - ✦ Factor de potencia.
 - ✦ $\cos \phi$.
 - ✦ Resistencias de bucle, de tierra y de aislamiento.
 - ✦ Impedancias de bucle y de línea.
 - ✦ Potencia y energía activa y reactiva.
 - ✦ Armónicos.

Los **analizadores de redes** además suelen permitir almacenar los datos de las medidas obtenidas para su posterior análisis mediante ordenador.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un interesante artículo sobre aparatos de medida utilizados en instalaciones eléctricas.

[Aparatos de medida.](#)

En el enlace siguiente puedes encontrar los aspectos más importantes a tener en cuenta en las medidas a realizar con un analizador de redes:

[10 claves para utilizar un analizador de redes](#)

4.2.- Contabilización de consumos. Interpretación de resultados.

Si observas una factura de electricidad de un suministro eléctrico verás algo similar a la imagen siguiente, posiblemente los importes serán inferiores, pero ¿sabrías interpretar la información facilitada en la factura?



En las facturas de electricidad aparecen varios términos importantes como puedes observar en la imagen anterior:

- ✓ **Lectura actual** y de la **última factura**.
- ✓ **Término de energía:** Representa el consumo de energía eléctrica correspondiente al período facturado y si existe **discriminación horaria**, es decir períodos en los que el precio del **kWh** es distinto, puede estar desglosado como máximo en seis tramos desde P1 a P6 correspondientes a períodos de consumos llamados punta, valle y llano.
- ✓ **Término de potencia:** Representa la potencia máxima instantánea que la compañía pone a nuestra disposición. En instalaciones grandes se controla mediante un maxímetro y en instalaciones más pequeñas se regula actualmente con el contador electrónico, si bien todavía se pueden ver instalaciones con el **ICP**.
- ✓ **Término de reactiva:** Que nos aplica la compañía en función de que aparezca un valor de energía reactiva penalizable.
- ✓ **Impuestos:** Que gravan el consumo.

Para la contabilización de los consumos basta con tomar la lectura directamente del contador.

Debes conocer

En el enlace puedes encontrar una guía técnica sobre contabilización de consumos en la que debes revisar principalmente el punto **2.5 Contadores eléctricos** y los ejemplos que en ella aparecen.

[Guía Contabilización de Consumos](#), (0,70 MB)

Para saber más

En los enlaces siguientes puedes descargar un interesante artículo sobre el mercado eléctrico y los tipos de suministros.

[El mercado eléctrico](#)

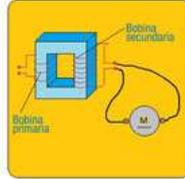
En el siguiente enlace puedes ver otro interesante artículo sobre cómo interpretar la factura de electricidad:

[La factura eléctrica](#)

5.- Transformadores y motores. Tipos y características.

Caso práctico

¿Sabías que cuando cargas el teléfono móvil estas utilizando un transformador que reduce la tensión de la red a otra más pequeña que luego se convierte en corriente continua para cargar la batería?



El **transformador** está formado por un **núcleo ferromagnético** en el que se instalan dos bobinados, el primario y el secundario. Cuando se alimenta uno de ellos aparece un flujo magnético que circula por el núcleo e induce en el otro bobinado una tensión proporcional a la relación de espiras entre el primario y el secundario.

Los tipos de **transformadores** más usuales son:

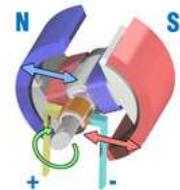
- ✓ **Monofásicos:** Se alimentan con corriente monofásica.
- ✓ **Trifásicos:** Poseen tres bobinados primarios y tres secundarios y se alimentan con corriente trifásica.
- ✓ **Autotransformador:** Es un transformador que suele ser monofásico en el que únicamente existe un bobinado que se comparte entre el primario y el secundario, aunque también existen trifásicos.

Las principales características de un **transformador** son las **tensiones** e **intensidades** nominales del primario y del secundario y sus **pérdidas**.

El **motor eléctrico** transforma la energía eléctrica en movimiento de rotación del **rotor** que gira en el interior del **estator**.

Los tipos de **motores** más usuales son:

- ✓ **Motores de Corriente Continua:** Se alimentan con este tipo de corriente.
- ✓ **Motores de Corriente Alterna:** Se alimentan con corriente alterna y pueden ser tanto **monofásicos** como **trifásicos**.
 - ➔ **Síncronos:** En los que la velocidad del rotor es constante e igual a la de rotación del campo magnético.
 - ➔ **Asíncronos o de Inducción:** En los que la velocidad del rotor es variable e inferior a la del campo magnético, existiendo por tanto un deslizamiento entre ambas velocidades.
 - ➔ **Rotor Bobinado:** El rotor posee bobinas al igual que el estator que se conectan con el exterior del motor mediante anillos rozantes y escobillas.
 - ➔ **Rotor de Jaula de Ardilla:** El rotor está formado por una especie de jaula conductora por lo que también se denomina de **rotor en cortocircuito**.
- ✓ **Motores universales:** Son motores que tanto pueden alimentarse con **corriente continua** como con **corriente alterna** y se alimentan a través del colector de delgas y **escobillas**.



Para saber más

En los enlaces siguientes puedes encontrar la definición de transformador y motor eléctrico en Wikipedia.

[Transformador eléctrico.](#)

[Motor eléctrico.](#)

https://www.youtube.com/embed/db8vun1_AA4

[Resumen textual alternativo](#)

5.1.- Eficiencia y rendimiento de transformadores y motores.

¿Sabías que existen motores de alta eficiencia? Pues aunque resulte sorprendente con ellos pueden obtenerse **rendimientos** de hasta el **95%**, o lo que es lo mismo, que las **pérdidas** no superan el **5%**.



El **rendimiento** o **eficiencia** de un **transformador** viene determinado por la expresión:

$$\eta = \frac{Potencia_{Eléctrica_{Secundaria}}}{Potencia_{Eléctrica_{Primaria}} \cdot 100$$

La eficiencia de un motor eléctrico nos indica en cierta manera la capacidad de dicho motor para transformar la **energía eléctrica** en **energía mecánica** en su eje.

El **rendimiento** o **eficiencia** de un **motor** viene determinado por la expresión:

$$\eta = \frac{Potencia_{Mecánica_{Eje}}}{Potencia_{Eléctrica_{Consumida}} \cdot 100$$

Siendo la potencia en ambos casos la que se indica a continuación:

$$P_{Monofásica} = U_{Fase} \cdot I_{Fase} \cdot \cos\varphi$$

$$P_{Trifásica} = 3 \cdot U_{Fase} \cdot I_{Fase} \cdot \cos\varphi$$

Citas para pensar

Puedes decir si un hombre es sabio por sus preguntas.

Naguib Mahfuz

Autoevaluación

¿Cuál de los siguientes términos no puede ser aplicado a un transformador?

- Monofásico.
- Trifásico.
- Síncrono.
- Reductor.

No es correcta, pues existen transformadores monofásicos.

No es la respuesta correcta, pues existen transformadores trifásicos.

Efectivamente es correcta, este término se aplica a motores de corriente alterna.

Incorrecta, existen transformadores reductores de tensión.

Solución

1. Incorrecto

2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

5.2.- Características eléctricas, mecánicas y conexionado de las máquinas eléctricas de c.c. y de c.a. monofásicas y trifásicas.

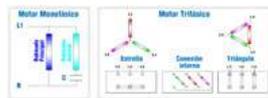
¿Alguna vez te has parado a observar la placa de características de un motor eléctrico? De ella puedes obtener gran cantidad de información sobre la máquina como el tipo, la potencia, la tensión e intensidad nominales, el número de revoluciones a que gira y muchas otras características importantes.

Las principales **características eléctricas** de los motores son:

- ✓ **Potencia Nominal:** Es la potencia mecánica que puede suministrar el motor.
- ✓ **Tensión nominal:** Es la tensión a la que debe alimentarse el motor
- ✓ **Intensidad Nominal:** Es la intensidad que consume el motor en condiciones nominales.
- ✓ **R.P.M.:** Es el número de revoluciones por minuto a las que gira el motor en condiciones nominales.
- ✓ **Rendimiento:** Es un indicador de las pérdidas de la máquina.
- ✓ **Cosφ:** Es el coseno del ángulo que forma el vector tensión con el vector intensidad en dicho motor.

Las principales **características mecánicas** de los motores son:

- ✓ **Tipo de sujeción:** Con patas, con brida, etc.
- ✓ **Tipo de cojinetes:** De bolas, de rodillos, de agujas, etc.
- ✓ **Grado de protección IP:** Protección contra cuerpos sólidos y entrada de líquidos.
- ✓ **Tipo de refrigeración:** Ventilación natural o forzada, Autoventilación, etc.
- ✓ **Escobillas:** Que hacen contacto con el **colector de delgas** en motores de c.c. o universales o con los **anillos rozantes** en los motores de rotor bobinado.



Los **motores monofásicos** constan de dos bobinados uno **principal** y otro **auxiliar** y en general necesitan un condensador para el arranque.

Los **motores trifásicos** suelen disponer de tres bobinados y normalmente pueden conectarse tanto en conexión **estrella** como en conexión **triángulo**.

Los **motores de corriente continua** están dotados de dos bobinados el **inductor** y el **inducido**, debiendo alimentar ambos bobinados para que puedan funcionar.

Para saber más

En los enlaces siguientes puedes encontrar información sobre el funcionamiento de las máquinas de corriente continua.

[La Máquina de Corriente Continua. Estructura.](#)

[La Máquina de Corriente Continua. Funcionamiento.](#)

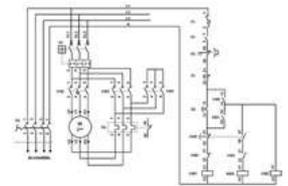
5.3.- Equipos y cuadros de control de máquinas eléctricas de c.c. y de c.a. Puesta en servicio, sistemas de arranque de los motores.

Caso práctico

Carlos observa la placa de características del motor que acciona un ventilador de impulsión del **Hotel**, lo localiza en los planos y comprueba que posee un arranque directo. Sería preferible instalar un **variador de frecuencia** para ajustar la velocidad de giro a las necesidades de la instalación.



La misión fundamental de los equipos y cuadros de control de las máquinas eléctricas, está relacionada con su protección y maniobrabilidad, utilizando los elementos y dispositivos que has estudiado anteriormente. La puesta en servicio y arranque de motores presenta gran diversidad, en función del tipo de corriente, las principales son los que estudiarás a continuación.



Los principales sistemas utilizados para el arranque de motores de **corriente alterna** son:

- ✓ **Arranque directo:** Es el más sencillo, pero la intensidad en el arranque puede ser elevada.
- ✓ **Arranque estrella-triángulo:** Consisten en arrancar primero el motor en **estrella** con lo que la tensión aplicada a cada bobina es la tensión de fase de la red, transcurrido un tiempo se pasa a la conexión en **triángulo**, con lo que cada bobina queda sometida a la tensión de línea de la red, que es superior a la de fase.
- ✓ **Arranque por resistencias:** Consiste en arrancar primero el motor insertando unas resistencias en serie con los bobinados del motor con lo que se reduce la tensión aplicada a cada bobinado.
 - **Rotóricas:** Insertadas en serie con los bobinados del rotor
 - **Estatóricas:** Insertadas en serie con los bobinados del estator.
- ✓ **Arranque por autotransformador:** Consiste en utilizar un **autotransformador** trifásico para ajustar la tensión de alimentación de las bobinas durante el arranque del motor.
- ✓ **Arrancador electrónico:** Que regula el arranque de forma similar a como se regula la luminosidad de una lámpara de corriente alterna.
- ✓ **Arranque con variador de frecuencia:** Se incrementa la frecuencia de la corriente alterna de alimentación para aumentar la velocidad del motor desde cero hasta la velocidad nominal.

Los principales sistemas utilizados para el arranque de motores de **corriente continua** son:

- ✓ **Excitación independiente:** En la que el bobinado inductor y el inducido se alimentan desde fuentes de alimentación diferentes.
- ✓ **Conexión serie:** En la que el bobinado inductor y el inducido se conectan en serie.
- ✓ **Conexión paralelo o shunt:** En la que el bobinado inductor y el inducido se conectan en paralelo.
- ✓ **Conexión compuesta:** En la que el bobinado inductor y el inducido se conectan en conexión serie-paralelo.
- ✓ **Arrancador electrónico:** En el que se utiliza un variador digital para el arranque del motor.

Autoevaluación

¿Cuál de las siguientes características no aparece en la placa de características de un motor trifásico de corriente alterna?

- Potencia nominal.
- Tensión del primario.
- Intensidad nominal.
- R.P.M.

No es correcta, la potencia aparece siempre en la placa de características.

Efectivamente esta es una característica típica de los transformadores.

Incorrecta, la intensidad nominal aparece siempre en la placa de características.

No es la respuesta correcta, las revoluciones por minuto son una de las características importantes del motor.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

6.- Líneas eléctricas de alimentación de equipos. Cumplimiento de reglamentación.

Caso práctico

Carlos toca la cubierta de un conductor eléctrico y nota que está demasiado caliente. Esta línea debe de estar sobrecargada, piensa. Busca en la documentación de la instalación el equipo que se alimenta con esa línea y comprueba la sección de los conductores. Realiza la medida de intensidad con la pinza amperimétrica y piensa: Vamos a tener que aumentar la sección de esta línea.



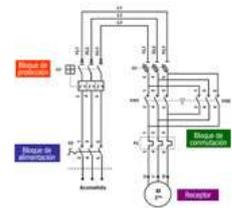
Las líneas eléctricas de alimentación de equipos se determinan en función de dos parámetros:

- ✔ **Intensidad máxima admisible:** de forma que no se supere nunca la soportada por la línea.
- ✔ **Caída de tensión:** que debe ser inferior a un porcentaje de la tensión de alimentación.

Las fórmulas que debes utilizar para la determinación de sección mínima que garantiza la caída de tensión en una línea son las siguientes:

$$S_{Monofásica} = \frac{P \cdot L}{\gamma_e \cdot U_{Línea}}$$

$$S_{Trifásica} = \frac{P \cdot L}{\gamma_e \cdot U_{Línea}}$$



Siendo:

- ✔ S: la sección mínima instalar en mm².
- ✔ P: la potencia que circula por la línea en W.
- ✔ L: la longitud de la línea en m.
- ✔ γ : la conductividad eléctrica del conductor en m/ Ω mm².
- ✔ e: la caída de tensión máxima admisible para esa parte de la instalación en V.
- ✔ U: las tensión de la línea en V.

La **intensidad máxima admisible** de las líneas eléctricas se determina a partir del **REBT** según el tipo de línea:

- ✔ **Líneas aéreas:** Según lo indicado en la instrucción técnica **ITC REBT 06, apartado 4.**
- ✔ **Líneas subterráneas:** Según lo indicado en la instrucción técnica **ITC REBT 07, apartado 3.**
- ✔ **Instalaciones interiores o receptores:** Según la instrucción técnica **ITC REBT 19, apartado 2.2.3.**

Se consideran aislamientos termoplásticos los de **PVC** siendo su temperatura máxima de **70°C** y los termoestables son todos los demás, soportando temperaturas de hasta **90°C**.

Una vez asegurado la sección mínima de una instalación deberás tener en cuenta que a **mayor sección, mayor inversión inicial** en la instalación pero menor será el calentamiento del conductor por efecto Joule y por tanto **menores serán las pérdidas** en distribución.

Debes conocer

En el enlace siguiente puedes encontrar el **REBT 2002**. Recuerda que lo importante de las normas es saber utilizarlas.

[Acceso al REBT y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.](#)

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un sencillo programa Web de cálculo de caídas de tensión.

[Acceder a Calculadora Líneas No Inductivas.](#)

6.1.- Comportamiento de los circuitos receptores. Factor de potencia. Medida y mejora. Influencia en la factura.

¿Cuántos receptores eléctricos tienes en tu casa? Normalmente solemos tener en casa gran cantidad de receptores eléctricos como lámparas de alumbrado, electrodomésticos, televisores, ordenadores, estufas y muchos otros. ¿Qué característica crees que se puede mejorar para disminuir el consumo sin disminuir los aparatos conectados?



En general los **receptores eléctricos** suelen ser de:

- ✓ **Corriente alterna:**
 - ✦ **Monofásicos.**
 - ✦ **Trifásicos.**
- ✓ **Corriente continua.**

El **factor de potencia** es la relación entre potencia activa y reactiva, y representa en ausencia de armónicos el coseno del ángulo que forman los vectores de la **tensión** y de la **intensidad**, midiéndose con el **fasímetro**.

Los más utilizados son los receptores de **corriente alterna** y a medida que disminuye el **factor de potencia** del receptor aumenta la **intensidad** consumida por el mismo.

Por esta razón nos interesa que el **factor de potencia** se aproxime lo más posible a la unidad, de forma que la **energía reactiva** consumida por el receptor sea mínima y por tanto la mayor parte de la energía consumida sea **energía activa**.



Dado que la mayor parte de los **receptores** son de tipo **inductivo** necesitamos añadir elementos **capacitivos** que compensen la **energía reactiva** y mejoren el **factor de potencia**.

Observando el diagrama vectorial anterior tendremos que la batería de condensadores necesaria vendrá dada por la expresión siguiente:

$$Q_c = P \cdot (\tan \varphi_i - \tan \varphi_f)$$

El consumo de **energía reactiva** supone el pago de **excesos** en la facturación por lo que aumenta el importe de las **facturas** de electricidad.

Para saber más

En los enlaces siguientes puedes encontrar información interesante sobre el Factor de Potencia y como se puede compensar.

[Acceder a el factor de potencia.](#)

[Acceder a soluciones de eficiencia energética para edificios.](#)

Autoevaluación

Si en una máquina eléctrica aumentan las pérdidas el rendimiento de la misma disminuye.

- Verdadero.
- Falso.

Correcto, se cumple esto exactamente.

Creo que debes poner más atención a lo que lees.

Solución

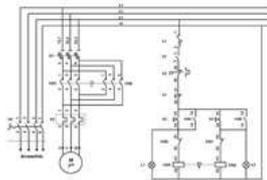
1. Opción correcta
2. Incorrecto



7.- Interpretación y elaboración de esquemas eléctricos.

Caso práctico

Carlos en su visita al Hotel tras inspeccionar las instalaciones ha dibujado varios esquemas y croquis de los automatismos para reflejar su estado actual. Desgraciadamente el propietario no disponía de documentación de los mismos. Al llegar a la oficina utilizará un programa informático para elaborar dichos esquemas y poder entregárselos al cliente junto con su informe.



En el esquema anterior puedes observar el esquema de **arranque con inversión de giro** de un **motor trifásico**. En el inicio de la instalación nos encontramos el **seccionador** de cuatro polos con accionamiento rotativo y retorno no automático **Q2**. A partir del mismo se alimentan tanto el circuito de **fuerza** como el de **maniobra**.

El **circuito de fuerza** parte del **seccionador** de fusibles **Q1** que debe estar cerrado y la tensión llega a los **contactores KM1** y **KM2** que poseen un enclavamiento mecánico entre ellos y se encuentran abiertos. A continuación nos encontramos el **relé térmico F2** y por último el **motor trifásico M**.

El **circuito de mando y maniobra** parte del **interruptor magnetotérmico** unipolar **F1** que debe estar cerrado, la tensión pasa entonces por el contacto normalmente cerrado del **relé térmico F2** y por el **pulsador** de paro **S1**.

Si accionamos el **pulsador** de marcha **S2** se ilumina la **lámpara L1** y se acciona la bobina del **contactor KM1** por lo que todos sus contactos cambian de posición y el **motor M** comienza a girar en uno de los sentidos posibles.

Mientras no se accione el **pulsador** de paro **S1** o se active alguna de las protecciones el motor seguirá en funcionamiento. Cuando ocurra alguna de estas circunstancias el **motor** se detiene. Posteriormente podemos accionar el **pulsador** de marcha **S3** que provoca que se ilumine la **lámpara L2** y se accione la bobina del **contactor KM2** por lo que todos sus contactos cambiarán de posición y el **motor M** comenzará a girar en sentido contrario ya que en el **esquema de fuerza** podemos observar que se intercambian las fases **L1** y **L3** en el motor.

El **motor** seguirá activado hasta que se accione el **pulsador** de paro **S1**, se activen las protecciones o la instalación quede sin tensión por algún motivo.

8.- Instrumentos de medida.

Caso práctico

Carlos entra en la sala de máquinas del **Hotel**, y piensa, esto está repleto de instrumentos de medida. Le pide a **Manuel** que es el **jefe de mantenimiento** la documentación técnica de las instalaciones y comienza a identificarlos según los planos y a observarlos uno por uno para anotar las temperaturas, presiones, caudales y demás variables que necesitará para llevar a cabo su trabajo.



El **termómetro** se utiliza para realizar medidas de **temperatura** y puede ser de **contacto**, de **inmersión** o por **infrarrojos**.

El **termohigrómetro** mide la **temperatura seca** y la **temperatura húmeda** para poder determinar la **humedad relativa** existente en el local.

El **anemómetro** se utiliza para determinar la velocidad del aire en un determinado punto.

El **barómetro** mide la presión atmosférica.

El **hidrómetro** permite determinar la velocidad, el caudal o la fuerza del fluido que circula por una conducción.

El **manómetro** mide la **presión manométrica** existente en el interior de un conducto o recipiente como diferencia entre la **presión absoluta** y la **presión atmosférica** cuando esta es positiva, es decir, cuando la presión absoluta es mayor que la atmosférica.

El **vacuómetro** mide la **presión manométrica** existente en el interior de un conducto o recipiente cuando esta es negativa, es decir, cuando la presión absoluta es menor que la atmosférica.



Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un documento con los distintos tipos de manómetros existentes.

[Tipos de manómetros.](#) (1,07 MB)

En el enlace siguiente puedes encontrar fotografías de todo tipo de instrumentos de medida.

[Catálogo de instrumentos de medida.](#)

Autoevaluación

¿Cuál de los siguientes tipos de arranque se utiliza con motores de corriente continua?

- Estrella-triángulo.
- Autotransformador.
- Arrancador electrónico.
- Resistencias rotóricas.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, este tipo de arranque se utiliza exclusivamente con motores de corriente alterna.

Efectivamente este tipo de arrancadores se utilizan tanto en corriente continua como el corriente alterna.

No es la respuesta correcta, este tipo de arranque se utiliza exclusivamente con motores de corriente alterna.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

8.1.- Caudalímetros. Contadores de calorías. Contabilización de consumos.

Caso práctico

Carlos sigue observando instrumentos de medida del **Hotel** pero se encuentra un contador de calorías que no aparece en los planos de la instalación y le pregunta al **jefe de mantenimiento** por qué no aparece. Ese aparato fue instalado hace poco y pertenece al circuito de calefacción, le responde **Manuel**.



El **caudalímetro** se utiliza para medir el caudal de un fluido que circula por una conducción y puede ser de:

- ✓ **Molinete:** que al girar incrementa el totalizador.
- ✓ **Tubo de Pitot y Venturi:** que utilizan las variaciones de presión en el fluido.
- ✓ **Electromagnético:** que utiliza un campo magnético.
- ✓ **Ultrasonido:** utiliza un emisor y un receptor de sonido.

El **contador de calorías** determina la energía intercambiada con una instalación, para lo cual mide el caudal que circula y la diferencia de temperaturas entre la entrada y la salida de dicha instalación.



El **RITE** regula en su instrucción técnica **IT 1.2.4.4** la **contabilización de consumos** en instalaciones térmicas para lo que se utilizan dos siguientes tipos de contadores:

- ✓ Contadores de agua.
- ✓ Contadores de calorías.
- ✓ Contadores de combustibles.
- ✓ Contadores de electricidad.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar la definición de caudalímetro en Wikipedia.

[Caudalímetro.](#)

En el enlace siguiente puedes encontrar características técnicas de medidores de energía.

[Medidores de energía.](#)

Autoevaluación

¿Cuál de los siguientes aparatos de medida no es común en instalaciones térmicas?

- Anemómetro.
- Micrómetro.
- Barómetro.
- Vacuómetro.

No es correcta, se utiliza para medir velocidades del aire.

Efectivamente este aparato no se usa habitualmente en instalaciones térmicas.

Incorrecta, se utiliza para medir la presión atmosférica.

No es la respuesta correcta, si es común utilizarlos.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

9.- Puntos de control de instalaciones. Variables.

Caso práctico

Marisol se dispone a realizar una medida de tensión en la instalación del **Hotel** busca en su caja de herramientas y encuentra su **polímetro digital**. Una vez realizada la medida comprueba el resultado con el indicado por la aguja del **voltímetro analógico** que está instalado en la puerta del armario de control y se da cuenta de que existe una pequeña diferencia en las medidas por lo que anota el resultado obtenido con su **polímetro**, que le parece más fiable.



Los **puntos de control** de una **instalación térmica** son aquellos en los que disponemos de algún sensor que nos facilita el valor de las variables en dichos puntos, y nos permiten actuar sobre el sistema para que se mantengan las variables de consigna o de referencia.

Una **variable analógica** es aquella en la que entre dos valores de la misma existen **infinitos** valores distintos. Imagina que mides dos veces la tensión con un voltímetro analógico, el resultado de la primera medida es de **0,9 V** y de la segunda de **1 V**, entre estos dos valores la tensión puede tomar infinitos valores como **0,99992 V**.

Las **señales analógicas** utilizan los siguientes rangos normalizados:

- ✔ **Intensidades:** de **4 a 20 mA** o bien de **0 a 20 mA**.
- ✔ **Tensiones:** de **0 a 10 mV**, de -10 a 10 V o bien de **2 a 10V**.

Una **variable digital** es aquella en la que entre dos valores de la misma existe un número **finito** de valores distintos. Si realizamos la misma medida con un voltímetro digital con dos decimales tendremos que los valores posibles serían: 0,90V, 0,91V, 0,92V, 0,93V, 0,94V, 0,95V, 0,96V, 0,97V, 0,98V, 0,99V y 1,00V, es decir únicamente existen **11** valores posibles.

El ejemplo más común de **señal digital** es la binaria que únicamente puede tomar dos valores posibles:

- ✔ **Cero lógico:** asociado a contacto abierto o ausencia de tensión.
- ✔ **Uno lógico:** asociado a contacto cerrado o presencia de tensión.

En general las variables medidas en los sistemas de control son **analógicas** aunque pueden convertirse en **digitales** para simplificar su tratamiento. Las variables **digitales** binarias se utilizan para la lectura de estado, lectura de alarmas y ordenes de marcha-paro.



Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar la definición de variable analógica y digital.

[Variable analógica.](#)

[Variable digital.](#)

10.- Elementos captadores-actuadores de regulación y control.

Caso práctico

Cada vez se utilizan más los **variadores de frecuencia** para el control de velocidad de los motores eléctricos dado que sustituyen el control **todo-nada** por un **control proporcional** que adapta la potencia de la máquina a las necesidades de la instalación, consiguiendo que las instalaciones sean mucho más eficientes.

Los **captadores** son elementos que reaccionan frente a la variación de una magnitud física para detectar y transmitir informaciones. Pueden clasificarse según el efecto que utilizan para realizar la detección como:

- ✓ **Inductivos:** Utilizan la variación del campo magnético.
- ✓ **Capacitivos:** Utilizan la variación de capacidad eléctrica.
- ✓ **Fotoeléctricos u ópticos:** Utilizan la variación de luminosidad.
- ✓ **Mecánicos:** Utilizan un elemento mecánico de detección.



Los **actuadores** son elementos que utilizan energía para introducir variaciones en un proceso automatizado y según la energía que utilizan se clasifican en:

- ✓ **Eléctricos:** Se alimentan con energía eléctrica.
 - **Motores de cc:** Alimentados con corriente continua.
 - **Motores de ca:** Alimentados con corriente alterna.
 - **Motores paso a paso.** Son motores eléctricos de giro controlado.
 - **Servomotores:** Son motores con un dispositivo que controla la posición.
- ✓ **Neumáticos:** Se alimentan con aire comprimido.
 - **Cilindros neumáticos:** Generan desplazamientos lineales.
 - **Actuadores rotativos:** Generan desplazamientos angulares.
 - **Actuadores de membrana:** Funcionan como los músculos.
- ✓ **Hidráulicos:** Se alimentan con fluidos hidráulicos a presión, normalmente aceite.
 - **Cilindros hidráulicos:** Generan desplazamientos lineales.
 - **Motores hidráulicos:** Generan desplazamientos angulares.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un interesante documento sobre captadores de señal.

[Transductores, sensores y captadores.](#) (1,29 MB)

En el enlace siguiente puedes encontrar la definición de actuador.

[Actuador.](#)

Autoevaluación

¿Cuál de los rangos siguientes no está estandarizado para el tratamiento de señales analógicas?

- 4 a 20V.
- 0 a 10V.
- 4 a 10mA.
- 2 a 10 V.

Efectivamente este rango no está normalizado.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, debes fijarte más en lo que estudias.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

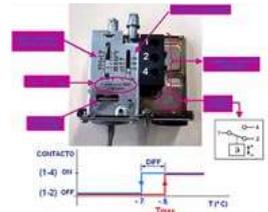
Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

10.1.- Termostatos. Higrostatos. Presostatos. Sondas. Pirostatos. Flujostatos. Finales de carrera. Servomotores.

Seguramente que en el salón de tu casa tengas instalado un **termostato** con el que puedes ajustar la temperatura de la calefacción de tu vivienda. ¿Alguna vez te has preguntado cómo funciona?

- ✓ El **termostato** detecta cuando la **temperatura** supera un cierto umbral y puede ser de:
 - ✦ Bulbo con refrigerante.
 - ✦ Lámina bimetálica.
 - ✦ Resistencia variable.
 - ✦ Termopar.
- ✓ El **higrostatato** detecta cuando la **humedad** ambiental supera un cierto valor mediante:
 - ✦ Dilatación de un material.
 - ✦ Cambio de conductividad del aire.
- ✓ El **presostato** detecta cuando la **presión** supera un cierto umbral y puede ser de:
 - ✦ Fuelle metálico.
 - ✦ Disco capacitivo.
- ✓ Las **sondas** pueden detectar principalmente:
 - ✦ Temperatura.
 - ✦ Presión.
 - ✦ Nivel.
- ✓ Los **pirostatos** detectan temperaturas elevadas.
- ✓ Los **flujostatos** detectan el movimiento de los fluidos mediante cambios de caudal.
- ✓ Los **finales de carrera** son dispositivos mecánicos que detectan la posición de objetos cuando actúan sobre ellos.



Todos estos elementos suelen disponer de uno o varios contactos asociados, normalmente diseñados para el paso de una intensidad de **5A** o de **10A**, de forma que cuando se activa el elemento cambian de posición dichos contactos.

- ✓ Los **servomotores** son motores dotados de un dispositivo para el control de su posición angular que les permite ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y de mantenerse estable en dicha posición.



Para saber más

En los enlaces siguientes puedes encontrar información sobre presostatos, servomotores, presostatos y demás elementos.

[Termostatos](#), (0,73 MB)

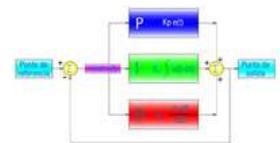
11.- Elementos de control proporcional. Tipos.

Caso práctico

Carlos observa la **placa de características** de un equipo de ventilación del **Hotel** que únicamente puede estar encendido o apagado. Si le colocamos un **controlador proporcional** podrá alcanzar con mayor velocidad las **condiciones de consigna** y se puede conseguir un **ahorro de energía**.



Además del control tipo **todo-nada** en el que el sistema se enciende o se apaga siguiendo las órdenes del controlador también se puede utilizar el **control proporcional** en el que el sistema se regula en función de la proximidad a los valores de consigna de la instalación.



Los tipos de control proporcional son:

- ✓ **Proporcional:** En el que la diferencia entre el valor de salida y el valor de consigna, considerado como el error, se multiplica por la constante K_p .
- ✓ **Integral:** En el que se considera la suma de los distintos errores en el tiempo y se multiplican por la constante K_i .
- ✓ **Derivativo:** En el que se consideran las variaciones del error en el tiempo y se multiplican por la constante K_d .
- ✓ **PID:** Integrado por la combinación de los tres tipos de controladores, **proporcional**, **integral** y el **derivativo**.
- ✓ **PD:** Integrado del controlador **proporcional** y el **derivativo**.
- ✓ **PI:** Integrado por la combinación del controlador **proporcional** y el **integral**.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar la definición del controlador **PID**.

[Controlador PID.](#)

Autoevaluación

De entre los siguientes aparatos de medida indica cual no detecta presiones:

- Barómetro.
- Manómetro.
- Higrómetro.
- Vacuómetro.

No es correcta, pues mide la presión atmosférica.

Incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

Efectivamente es correcto este elemento mide la humedad del ambiente.

No es la respuesta correcta, pues mide presiones de vacío.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

11.1.- Funciones de transferencia. Lazos. Algoritmos de control.

Piensa en un sistema que pretendes automatizar, existirán una serie de entradas que le informan al controlador sobre el estado del mismo y éste tendrá que tomar una serie de decisiones que actúen sobre el sistema.

Pues bien, la **función de transferencia** es la función a través de la que se determinan las salidas a partir de las entradas en cada instante.

El control se realiza mediante **lazos** de control que pueden ser:

- ✓ **Abiertos:** Si no existe realimentación entre la salida y la entrada.
- ✓ **Cerrados:** Son aquellos en los que se está monitorizando la señal de salida de forma continuada.

Los sistemas de control se pueden clasificar en:

- ✓ **Combinacionales:** En los que la salida se determina a partir de una combinación de las entradas.
- ✓ **Secuenciales:** En el que la salida depende de las entradas y además de los estados anteriores en el tiempo, pudiendo ser:
 - **Síncronos:** En los que existe un reloj que controla el paso del tiempo y controla cuando debe actuarse.
 - **Asíncronos:** En los que no existe reloj.

El **algoritmo de control** es el conjunto de instrucciones o reglas perfectamente definidas, ordenadas y finitas que permite realizar el control mediante pasos sucesivos inequívocos.



Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar más información sobre los algoritmos de control PID.

[Algoritmo de control PID.](#) (0,09 MB)

Autoevaluación

Relaciona los conceptos de la primera columna con los de la tercera, escribiendo el número asociado a la variable medida en el hueco correspondiente.

Ejercicio de relacionar

Aparato de medida.	Relación	Variable medida.
Telurómetro.	<input type="checkbox"/>	1. Potencia reactiva.
Cámara termográfica.	<input type="checkbox"/>	2. Tensión.
Varímetro.	<input type="checkbox"/>	3. Resistencia.
Voltímetro.	<input type="checkbox"/>	4. Temperatura.

Enviar

Telurómetro mide Resistencia, Cámara termográfica mide Temperatura, Varímetro mide Potencia reactiva y Voltímetro mide Tensión.

12.- Sistemas de regulación preconfigurados y programables. Sistemas SCADA.

Caso práctico

Una de las máquinas del **Hotel** dispone de una pantalla táctil. **Carlos** se queda observándola y le pregunta a **Manuel** por ella, y este le contesta que desde la pantalla pueden gobernar la máquina y le muestra las distintas pantallas en las que se **monitorizan** las principales **variables** del sistema en **tiempo real**, además de los **gráficos históricos** con la evolución de cada una de las variables en el tiempo.



Los sistemas de regulación **preconfigurados** disponen de bloques con las situaciones de control más usuales, de forma que se reducen las necesidades de programación para obtener el resultado esperado.

Imagina que entras en una habitación con varias luminarias y quieres regular la luz, con un **sistema preconfigurado** dispones de varios escenarios que puedes elegir, de forma que rápidamente puedes seleccionar el nivel de luminosidad deseado.

Los sistemas **programables** son más generales y por tanto también más versátiles. En el caso de la regulación de luz deberías programar los escenarios por lo que resultaría un poco más trabajoso.

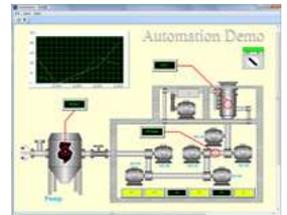
Los programas **SCADA** (sistema de control y adquisición de datos) realizan la adquisición de datos desde el sistema y la gestión de los mismos y pueden ser de tipo:

- ✔ **General:** son configurables y permiten adaptarse a distintos tipos de procesos.
- ✔ **Específico:** son aplicables únicamente a ciertos tipos de procesos.

Se trata en general de **entornos gráficos** en los que se asocian **rótulos y figuras** con las variables de **entrada** y las de **salida** del sistema. Permiten interactuar con los gráficos principalmente para:

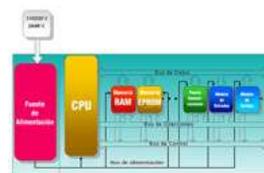
- ✔ Visualizar los valores de las variables.
- ✔ Emitir alertas cuando los valores superan los valores límite que pueden predefinirse.
- ✔ Visualizar históricos de valores de variables y de alertas o averías.
- ✔ Navegar a través de los distintos subsistemas de la instalación.
- ✔ Encender y apagar elementos del sistema de forma manual o automática.
- ✔ Utilizar gráficos animados a medida que evoluciona el sistema.

El principal inconveniente de los sistemas **SCADA** es la falta de estandarización de forma que no suele existir compatibilidad entre los sistemas de distintos fabricantes.



12.1.- CPU. Módulos de salidas y entradas A/D. Tarjetas de relés.

Supongo que tienes ordenador en tu casa, ¿Sabes que elementos lo integran? Los **ordenadores** y los **autómatas programables (PLC)** son muy parecidos en lo que respecta a los elementos que lo constituyen: Fuente de alimentación, CPU, memoria, Buses de datos y control, entre otros. Lo que más cambia entre ambos son los **periféricos** que le conectamos o **módulos de entrada y salida** de información.



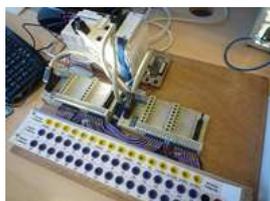
- ✓ La **CPU** es el cerebro del **PLC** y se encarga de controlar al resto de elementos.
- ✓ Los **módulos de entradas** se utilizan para introducir información en el **PLC**, al igual que ocurre con el teclado o el ratón de tu ordenador.
- ✓ Los **módulos de salida** permiten sacar información del **PLC** y actuar sobre el sistema, de forma parecida a como lo hace la impresora por ejemplo.

Tanto las **entradas** como las **salidas** pueden ser **digitales** o **analógicas** según estén indicadas para tratar señales **digitales** como las proporcionadas por contactos o **analógicas** asociadas principalmente a señales con rangos de **4 a 20 mA** o bien de **0 a 10 V**.

Los módulos de salidas del autómata suelen utilizar preferentemente como elemento de apertura y cierre del circuito el:

- ✓ **Transistor**: Elemento de estado sólido.
- ✓ **Relé**: Elemento electromagnético.

Las **tarjetas de relés** activan relés que modifican el estado de sus contactos asociados en función de si les llega o no tensión a su bobina.



Para saber más

En los enlaces siguientes puedes encontrar información interesante sobre autómatas programables.

[Partes de un autómata programable.](#)

[Fabricantes de autómatas programables.](#)

Autoevaluación

En los sistemas de control combinatoriales la salida depende únicamente del estado de las entradas del sistema.

- Falso.
- Verdadero.

Creo que debes poner más atención a lo que lees.

Correcto, veo que estas comprendiendo los contenidos.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

12.2.- Interface de comunicación con PC. Telegestión.

Imagina que viajas a **Alemania**. Dado que allí no hablan nuestro idioma, si no te defiendes en **Alemán** ni en **Inglés**, necesitarás un **traductor**. Básicamente esa es la principal función de un **interface de comunicación**.



El **interface de comunicación con PC** es un dispositivo que funciona como **traductor** entre el lenguaje que utilizan los **ordenadores** y el de los **autómatas**.

Las principales funciones que suelen realizar dichos elementos son:

- ✓ **Adaptación de señales:** dado que tanto los niveles de tensión como el _____ protocolo pueden ser distintos.
- ✓ **Traducción:** de los mensajes que se intercambian ambos elementos.

Los principales tipos de **puertos** utilizados para la **comunicación** son:

- ✓ **RS232:** es una interfaz que designa una norma para el intercambio datos entre dos dispositivos utilizando una comunicación **serie asíncrona**, ideal para distancias pequeñas.
- ✓ **RS485:** es un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias y a través de canales ruidosos.

La **telegestión** consiste en realizar el **control** y la **gestión** de instalaciones, tanto **aisladas** como **distribuidas** geográficamente, a distancia utilizando para ello una combinación entre **electrónica**, **informática** y **telecomunicaciones** y pudiendo realizar fundamentalmente funciones de:



- ✓ **Telecontrol:** control del funcionamiento de la instalación.
- ✓ **Telegestión:** gestión de la información generada para analizarla y optimizar el funcionamiento.
- ✓ **Telemando:** envío de órdenes para el accionamiento o desconexión de equipos.
- ✓ **Telealarma:** envío de señales de alerta de forma automática en caso de fallo o avería.
- ✓ **Automatización:** realizar operaciones de forma automática.
- ✓ **Comunicación:** entre distintos elementos del sistema.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un interesante documento sobre telegestión.

[Telegestión](#). (1,49 MB)

13.- Sistemas de regulación y control centralizado.

Caso práctico

Te has fijado alguna vez que durante la operación salida de vacaciones los informativos suelen conectar con la **DGT** y pueden observarse las cámaras desde las que se controla el estado del tráfico en las principales vías de circulación. Se trata de un sistema de **control centralizado**.



Los **sistemas de regulación y control centralizados** deben permitir:

- ✓ **Gestionar:** las distintas instalaciones existentes de forma integrada.
- ✓ **Supervisar:** el estado de las mismas.

Las principales características que deben conseguirse con estos sistemas son:

- ✓ **Confort:** de los ocupantes.
- ✓ **Precisión:** en el ajuste de las condiciones óptimas.
- ✓ **Eficiencia:** en el uso de la energía.
- ✓ **Señalización:** mediante las correspondientes señales de alarma y aviso.



Para ello es preciso **controlar:**

- ✓ Valores de consigna.
- ✓ Estado de puertas y ventanas.
- ✓ Horarios y control de presencia.

Piensa en la instalación de climatización del **Hotel:**

- ✓ Una habitación que no está ocupada no es necesario que se climatice igual que si lo está.
- ✓ Una habitación con la ventana abierta no debería climatizarse.
- ✓ Una habitación o zona puede necesitar refrigeración mientras otras necesitan calefacción.

Las principales ventajas de los sistemas centralizados son:

- ✓ **Control** de la instalación por una persona especializada.
- ✓ **Programación** del funcionamiento, según horarios, actividades, ocupaciones, etc.
- ✓ **Ahorro de la energía.**
- ✓ **Gestión de averías** y avisos de mantenimiento (limpieza de filtros, revisiones, etc.).

Las principales desventajas de estos sistemas son:

- ✓ Dependencia de personal especializado para el control y la programación.
- ✓ Necesidad de período de pruebas correcciones y ajustes hasta el correcto funcionamiento.

Autoevaluación

Relaciona los conceptos de la primera columna con los de la tercera, escribiendo el número asociado a la variable controlada en el hueco correspondiente.

Ejercicio de relacionar

Tipo de sensor	Relación	Variable controlada
Higrostato.	<input type="checkbox"/>	1. Caudal.
Pirostato.	<input type="checkbox"/>	2. Humedad.
Flujostato.	<input type="checkbox"/>	3. Posición.
Final de carrera.	<input type="checkbox"/>	4. Temperatura.

Enviar

Higrostatto controla Humedad, Pirostatto controla Temperatura, Flujostato controla Caudal y Final de carrera controla Posición.

14.- Aplicación del Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Caso práctico

Carlos lleva siempre a mano su **REBT**, como si se tratara de una herramienta más, para poder consultar dudas y aplicar adecuadamente la **normativa vigente**. Tú también deberías hacerlo.



El **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002**, regula las instalaciones eléctricas de corriente alterna de tensión inferior a **1.000V** y las de **corriente continua** con tensión inferior a **1.500V**.

Además del Reglamento debes tener en cuenta las **Instrucciones Técnicas Complementarias** aplicables y más concretamente la instrucción:

- ✓ **ITC-BT-51**: Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

Existen además algunas **Guías Técnicas de Aplicación** que sirven de aclaración de ciertos puntos del **Reglamento** y sus **ITC**. Más concretamente debes revisar la siguiente guía:

- ✓ **BT-51**: Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.



Debes conocer

En los enlaces siguientes puedes varios documentos relacionados con el **REBT 2002**. No es necesario que los memorices, únicamente debes conocerlos y saber aplicarlos.

[ITC-BT-51 Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.](#)

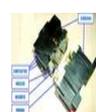
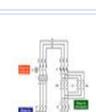
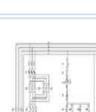
[Guía de Interpretación BT-51 Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.](#)

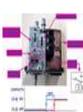
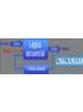
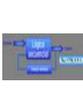
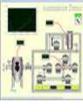
Citas para pensar

Darás por insoluble un problema justamente cuando, sin percatarte, estabas a punto de resolverlo. *Ley de Boris*

Anexo.- Licencias de recursos.

Licencias de recursos utilizados en la Unidad de Trabajo.

Recurso (1)	Datos del recurso (1)	Recurso (2)	Datos de
	Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: Latinstock.		Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataform Procedencia: Latinstock.
	Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: Latinstock.		Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5719603568/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: arovila. Licencia: Copyright (Cita). Procedencia: http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5719603568/sizes/m/in/photostream/		Autoría: arovila. Licencia: Copyright (cita). Procedencia: http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5719603568/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/metromon/5969905580/sizes/m/in/photostream/		Autoría: arovila. Licencia: Copyright (Cita). Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5719603568/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/metromon/5961404727/sizes/m/in/photostream/		Autoría: Ron Sombilon Gallery. Licencia: CC BY-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5719603568/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: freefotouk. Licencia: CC BY-NC 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/freefoto/2961431969/sizes/m/in/photostream/		Autoría: Ed from Ohio. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5719603568/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: Dusentrieb. Licencia: CC BY-SA. Procedencia: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:High_voltage_warning.svg		Autoría: GenBug. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5719603568/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: chuchi2012. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/chuchipi/5687780422/sizes/m/in/photostream/		Autoría: Ethan Hein. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/ethanhein/5687780422/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/metromon/5971704816/sizes/m/in/photostream/		Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/metromon/5971704816/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: esponsorvik. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/28478778@N05/5729001858/sizes/m/in/photostream/		Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5719603568/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: Public Domain Photos. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/free-stock/4999891431/sizes/m/in/photostream/		Autoría: Alexanderpf. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5719603568/sizes/m/in/photostream/
	Autoría: Public Domain Photos. Licencia: CC BY 2.0.		Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0.

	<p>Procedencia: http://www.flickr.com/photos/free-stock/4999891543/sizes/m/in/set-72157624854615799/</p>		<p>Procedencia: http://www.flickr.com/photos/phc-photostream/</p>
	<p>Autoría: aucadenas. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/44021012@N07/5598878994/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: aucadenas. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/44021012@N07/5598878994/sizes/m/in/photostream/</p>
	<p>Autoría: aucadenas. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/44021012@N07/5896903349/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: scanlime. Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/phc-photostream/</p>
	<p>Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/metromon/5896165279/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/metromon/5896165279/sizes/m/in/photostream/</p>
	<p>Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/metromon/5896735982/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Green_Mamba. Licencia: CC BY-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/greenmambagreenmamba/6076015082/sizes/m/in/photostream/</p>
	<p>Autoría: Green_Mamba. Licencia: CC BY-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/greenmambagreenmamba/6076015082/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/metromon/5896165279/sizes/m/in/photostream/</p>
	<p>Autoría: Green_Mamba. Licencia: CC BY-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/greenmambagreenmamba/5265691070/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/phc-photostream/</p>
	<p>Autoría: lisovy. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/lisovy/5631331048/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Green_Mamba. Licencia: CC BY-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/greenmambagreenmamba/6076015082/sizes/m/in/photostream/</p>
	<p>Autoría: Green_Mamba. Licencia: CC BY-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/greenmambagreenmamba/5234216674/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: José Luis Montalvillo. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: Montaje sobre http://www.flickr.com/photos/metromon/5896165279/sizes/m/in/photostream/</p>