

José Roger Folch
Martín Riera Guasp
Juan Pérez Cruz
Manuel Pineda Sánchez
Javier Andrés Martínez Román

Tecnología eléctrica

Prácticas

EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Los contenidos de esta publicación han sido revisados por el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universitat Politècnica de València

Colección Académica

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita: ROGER FOLCH, J. et al. (2015). *Tecnología eléctrica: prácticas*. Valencia: Universitat Politècnica de València

© José Roger Folch
Martín Riera Guasp
Juan Pérez Gruz
Manuel Pineda Sánchez
Javier Andrés Martínez Román

© 2015, de la presente edición: Editorial Universitat Politècnica de València
distribución: Telf.: 963 877 012 / www.lalibreria.upv.es / Ref.: 0648_04_01_01

Imprime: Byprint Percom, sl

ISBN: 978-84-9048-416-6
Impreso bajo demanda

Queda prohibida la reproducción, distribución, comercialización, transformación y, en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de la totalidad o de cualquier parte de esta obra sin autorización expresa y por escrito de los autores.

Impreso en España

Índice

CAPÍTULO 0: Introducción	9
0. PRÓLOGO	11
0.1 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD VÁLIDAS PARA CUALQUIER INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y/O LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS	13
0.2 EQUIPOS DE MEDIDA	14
0.2.1 POLÍMETROS	14
0.2.2 PINZA AMPERIMÉTRICA	17
0.2.3 ANALIZADOR DE ENERGÍA	18
0.2.4 OSCILOSCOPIOS Y/O EQUIPOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS	20
0.2.5 LUXÓMETRO	22
0.2.6 OTROS AUXILIARES DE MEDIDA DE RECIENTE UTILIZACIÓN ..	23
PRÁCTICA 1: Aparata: Ensayos del: Pequeño Interruptor Automático (PIA), Interruptor Diferencial (ID)	27
1.1 OBJETIVOS	29
1.2 ENSAYO DEL PEQUEÑO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	31
1.2.1 INSTRUCCIONES DEL MONTAJE	33
1.2.2 OBTENCIÓN DE LA CARACTERÍSTICA I/T DEL PEQUEÑO INTERRUPTOR AUTOMÁTICO	33
1.3 ENSAYO DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL (ID)	36
1.3.1 INSTRUCCIONES DEL MONTAJE	37
1.3.2 REALIZACIÓN PRÁCTICA DEL ENSAYO	37
1.4 CUESTIONES	38
PRÁCTICA 2: Automatización básica con contactores	41
2.1 OBJETIVOS	43
2.2 INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL CON CONTACTORES	43
2.3 PLANTEAMIENTO DE LAS MANIOBRAS	44
2.4 CIRCUITO DE POTENCIA	45
2.5 CIRCUITO DE MANDO	46

2.6	INSTRUCCIONES DE MONTAJE.	48
2.6.1	<i>MONTAJE DEL CIRCUITO DE MANDO.</i>	48
2.6.2	<i>COMPROBACIÓN DEL CIRCUITO DE MANDO.</i>	49
2.6.3	<i>MONTAJE EL CIRCUITO DE POTENCIA.</i>	49
2.7	MANIOBRA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA LUZ DE UN GARAJE.	50
2.8	MANIOBRA DE AUTOMATIZACIÓN DE UN ESTRELLA TRIÁNGULO.	52
2.8.1	<i>INTRODUCCIÓN.</i>	52
2.8.2	<i>CIRCUITO DE POTENCIA.</i>	54
2.8.3	<i>CIRCUITO DE MANDO.</i>	54
2.9	CUESTIONES	57
PRÁCTICA 3 : Automatismos no convencionales con microautómatas		59
3.1	INTRODUCCIÓN.	61
3.2	OBJETIVOS.	62
3.3	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO.	63
3.4	FUNCIONAMIENTO DEL CONJUNTO MICROAUTÓMATA (PLC) Y PANTALLA DE OPERADOR.	65
3.5	MONTAJE DEL CIRCUITO.	70
3.6	REALIZACIÓN DE PROGRAMACIONES.	71
3.6.1	<i>MANEJO DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN Y DE SELECCIÓN DEL EQUIPO A PROGRAMAR.</i>	72
3.6.2	<i>PRIMER EJERCICIO DE PROGRAMACIÓN.</i>	75
3.6.3	<i>SEGUNDO EJERCICIO DE PROGRAMACIÓN.</i>	77
3.6.4	<i>TERCER EJERCICIO DE PROGRAMACIÓN.</i>	78
3.6.5	<i>CUARTO EJERCICIO DE PROGRAMACIÓN.</i>	81
3.6.6	<i>MANIOBRA DEL ARRANCADOR ESTRELLA-TRIÁNGULO.</i>	83
3.6.7	<i>OTROS EJERCICIOS.</i>	84
3.6.8	<i>OTROS EJERCICIOS COMPLEMENTARIOS.</i>	87
3.7	CUESTIONES.	88
INSTALACIONES ELTRI		89
PRÁCTICA 4: Equipos de comprobación y medición de instalaciones eléctricas		89
4.1	INTRODUCCIÓN.	91
4.1.1	<i>PARÁMETROS A REVISAR EN ESTA PRÁCTICA:</i>	91

4.2	REGLAMENTACIÓN.....	93
4.3	OBJETIVOS.	94
4.4	REALIZACIÓN PRÁCTICA.	95
4.4.1	<i>RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DE UN ELECTRODO.</i>	<i>95</i>
4.4.2	<i>RESISTIVIDAD DEL TERRENO.</i>	<i>99</i>
4.4.3	<i>RESISTENCIA DE AISLAMIENTO EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y EN RECEPTORES.....</i>	<i>101</i>
4.4.4	<i>COMPROBACIÓN DE DISPARO DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL.....</i>	<i>104</i>
4.5	CUESTIONES.	107
	PRÁCTICA 5: Medida de potencia activa y reactiva. Compensación del factor de potencia.	109
5.1	OBJETIVOS.	111
5.2	MEDIDA DE LAS POTENCIAS ACTIVA, REACTIVA Y APARENTE SUMINISTRADA A UNA CARGA MONOFÁSICA; COMPENSACIÓN DE LA ENERGÍA REACTIVA.....	114
5.2.1	<i>MONTAJES.</i>	<i>115</i>
5.2.2	<i>REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA.....</i>	<i>119</i>
5.2.3	<i>JUSTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</i>	<i>122</i>
5.3	COMPENSACIÓN DE UNA CARGA TRIFÁSICA.....	123
5.3.1	<i>MONTAJE.</i>	<i>124</i>
5.3.2	<i>REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA.....</i>	<i>126</i>
5.4	COMPENSACIÓN AUTOMÁTICA.....	126
5.4.1	<i>MONTAJE.</i>	<i>129</i>
5.4.2	<i>REALIZACIÓN PRÁCTICA.....</i>	<i>130</i>
5.5	CUESTIONES.	133
	PRÁCTICA 6: Alumbrado. Medidas de iluminación en diferentes equipos industriales.....	135
6.1	INTRODUCCIÓN.....	137
6.2	OBJETIVOS.	138
6.3	DESCRIPCIÓN DEL LUXÓMETRO.	138
6.4	REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA.	139
6.4.1	<i>MONTAJE DE LOS TUBOS FLUORESCENTES.....</i>	<i>140</i>

6.4.2	<i>ANÁLISIS DE LAS ONDAS DE TENSIÓN Y CORRIENTE</i>	143
6.4.3	<i>ANÁLISIS DE LOS VALORES DE TENSIÓN, CORRIENTE Y POTENCIAS</i>	144
6.4.4	<i>MÉTODOS ACTUALES DE CONTROL DE ALUMBRADO</i>	146
6.4.5	<i>MEDICIÓN DE LA ILUMINANCIA EN UN LOCAL</i>	148
6.5	CUESTIONES.....	150
	PRÁCTICA 7: Ejemplo práctico de control y regulación de un sistema de iluminación	151
7.1	INTRODUCCIÓN.....	153
7.2	OBJETIVOS.....	155
7.3	DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.....	159
7.3.1	<i>EQUIPO DE REGULACIÓN DE FLUJO LUMINOSO</i>	161
7.3.2	<i>PROGRAMA DE CONTROL</i>	163
7.3.3	<i>PRIMER EJERCICIO PRÁCTICO. ENCENDIDO Y REGULACIÓN DE FORMA MANUAL</i>	168
7.4	CUESTIONES.....	169
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	171

Introducción

0.	PRÓLOGO.....	11
0.1	NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD VÁLIDAS PARA CUALQUIER INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y/O LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS.....	13
0.2	EQUIPOS DE MEDIDA.....	14
<i>0.2.1</i>	<i>POLÍMETROS.....</i>	<i>14</i>
<i>0.2.2</i>	<i>PINZA AMPERIMÉTICA.</i>	<i>17</i>
<i>0.2.3</i>	<i>ANALIZADOR DE ENERGÍA.....</i>	<i>18</i>
<i>0.2.4</i>	<i>OSCILOSCOPIOS Y/O EQUIPOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....</i>	<i>20</i>
<i>0.2.5</i>	<i>LUXÓMETRO.</i>	<i>22</i>
<i>0.2.6</i>	<i>OTROS AUXILIARES DE MEDIDA DE RECIENTE UTILIZACIÓN. ..</i>	<i>23</i>

0. PRÓLOGO.

En este texto se proponen cuatro prácticas orientadas a facilitar al lector la comprensión del funcionamiento de los aparatos y equipos utilizados en las Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión que se explican en los libros de texto (ver bibliografía) y/o en las clases de teoría y problemas. El libro está especialmente indicado para el desarrollo de los ejercicios prácticos de la asignatura de Tecnología Eléctrica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia. Una característica interesante a tener en cuenta, es que tanto las prácticas como los puestos de prácticas son originales, que se han diseñado y montado en los laboratorios de la Escuela anteriormente citada, teniendo en cuenta y haciendo uso de los aparatos que se utilizan normalmente en las aplicaciones industriales. Además se pretende con estas prácticas que los usuarios se familiaricen con el uso de los equipos de medida que se utilizan normalmente en la industria: polímetros, analizadores de energía, osciloscopios, luxómetros, medidores de tomas de tierra y de aislamiento, comprobadores de instalaciones de B.T., etc. También, se han incorporado equipos de adquisición y representación de datos, que aún no son de uso común en la industria, pero que sin duda en un breve espacio de tiempo irán tomando protagonismo por las ventajas que presentan frente a los medios convencionales utilizados actualmente. Entre ellos cabe resaltar por su importancia, las tarjetas de adquisición de datos que permiten enviar los datos por técnicas inalámbricas y su representación en *tablets* y/o teléfonos móviles, con la incorporación de estos últimos a las maniobras de control de equipos y alumbrado.

La práctica 1 se dedica a facilitar el conocimiento del funcionamiento de la aparamenta eléctrica, por un lado en lo referente a la protección de las instalaciones y de las personas, tal como son los pequeños interruptores automáticos (PIA), y/o los Interruptores Automáticos, así como los Interruptores Diferenciales (ID), y por otro lado en lo referente al control y a las automatizaciones básicas, tal como son los contactores.

La práctica 2 se emplea para que el alumno se familiarice con los contactores, que son la base de las automatizaciones industriales convenciones, y que son estos equipos los que se utilizan para activar los motores e infinidad de cargas, tales como los alumbrados, condensadores de reactiva, etc., por lo que se considera muy importante que se utilicen en una sesión de prácticas.

La práctica 3 se dedica a introducir al alumno en el tema de los automatismos industriales modernos. Si bien en la práctica anterior se ha utilizado un contactor como elemento básico de control, hoy en día no se entiende una instalación moderna sin la participación de un autómatas programable o de un microautómata, este último también conocido como relé programable.

En la práctica 4 se introducen las técnicas y los equipos empleados en el mantenimiento de la propia instalación, tanto desde su inicio y puesta en servicio como en su utilización a lo largo de su vida útil. Se puede plantear esta práctica en dos partes diferenciadas, una dedicada al concepto de la medición de los parámetros necesarios en el mantenimiento de las instalaciones eléctricas (Resistencia a tierra, resistividad del terreno, resistencia de aislamiento, comprobación de diferenciales, etc.), y otra parte que se dedica a conocer los equipos convencionales que se utilizan en la comprobación y medición de estos parámetros y son los usualmente se comercializan industrialmente.

La práctica 5 está dedicada al concepto de la potencia reactiva y los métodos de compensación de esta, planteándose la compensación monofásica de manera que el alumno puedan entender de forma clara las ventajas e inconveniente de esta compensación y también se dispone de un ejercicio de compensación trifásico industria en el que se identifica cada parte del equipo y se plantean unos ensayos industriales de mejora del factor de potencia.

La práctica 6 se dedica al estudio de las instalaciones de alumbrado, comprobando el funcionamiento de tubos fluorescentes con balastos convencional y electrónico, se mide la iluminación con el luxómetro y se compara la influencia en ese parámetro de los diferentes tipos de tubos fluorescentes y de luminarias.

En la práctica 7 exponen las nuevas formas de control del alumbrado en los modernos edificios que tienen automatizado el alumbrado y las tendencias que hoy día entran en las mediciones de los consumos energéticos, que permiten tanto el ahorro en el consumo de energía como las valoraciones de control que se estimen oportunas.

Las prácticas se complementan con una pequeña exposición de diversos aparatos de utilización industrial, que por su tamaño y las intensidades que manejan, no pueden ser utilizados en las prácticas: Interruptores Automáticos, Fusibles, Toroidales de Diferenciales, Interruptores de media tensión, cables, etc. Muchos de ellos se presentan parcialmente desmontados para facilitar su comprensión.

Para finalizar, indicar que en las prácticas, se procura utilizar equipos con la tecnología más reciente, e incluso en varias ocasiones a lo largo de estas prácticas se utilizarán equipos de medida y control que aún no están en uso en la industria, pero que sin duda en muy poco tiempo pasarán a formar parte de ellos y completarán a los ya existentes. Este criterio de innovación continua implica, que casi de forma continua se esté intentando actualizar los dispositivos disponibles. Por ello la realización de las mismas y su montaje pueden modificarse respecto a lo que se describe en este texto, aunque los conceptos sean los mismos.

0.1 NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD VÁLIDAS PARA CUALQUIER INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y/O LABORATORIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS.

En los diferentes textos que traten sobre las instalaciones eléctricas y los riesgos eléctricos inherentes a este tipo de instalaciones, se puede estudiar que en corriente alterna (c.a.) a partir de 24 voltios (50 para instalaciones en locales secos) y/o para corrientes de circulación a través del cuerpo humano de algo más de una decena de miliamperios, ambos valores pueden resultar peligrosos, incluso de carácter fatídico. Por tanto, hay que tener un excesivo cuidado con el manejo de las instalaciones, tanto en el laboratorio como en el desarrollo diario de la vida cotidiana, ya que es sabido por todos que las tensiones de uso convencionales son de 230 voltios (en monofásica) o 400 voltios (en trifásica), así como las corrientes que son demandadas por cualquier receptor, son sustancialmente mayores que los 10-12 miliamperios que son los considerados como poco peligrosos. Por todo ello, se exige que se guarden en el laboratorio una serie de normas básicas que determinen una pauta de trabajo seguro y que se resumen en:

1. SOLO SE PODRÁN MANIPULAR LOS CONDUCTORES Y EQUIPOS CUANDO NO ESTÉ APLICADA LA ALIMENTACIÓN (LA TENSIÓN). PARA ELLO:

Después de realizar el montaje de la práctica:

- *Lo último que se ha de conectar son los cables al cuadro de protecciones, con los interruptores de paso siempre desconectados.*
 - *Una vez realizados los ensayos se desconectan en primer lugar los interruptores de paso, posteriormente se desconectan del cuadro los cables, por último se desmontan los circuitos.*
 - *Cualquier modificación del circuito de ensayo se efectuará sin tensión. Para ello, se desconectarán siempre los cables de alimentación del cuadro.*
2. LAS CONEXIONES SE REALIZARÁN DE FORMA QUE LOS CONDUCTORES NO SE PUEDAN SOLTAR ACCIDENTALMENTE: EVITAR CONEXIONES DEMASIADO CORTAS O QUE ESTÉN FLOJAS O INSUFICIENTEMENTE APRETADAS.
 3. CUANDO EN LOS ENSAYOS SE UTILICEN MOTORES ELÉCTRICOS, ESTOS SE COLOCARÁN DE FORMA QUE LOS EJES NO SE PUEDAN TOCAR NI PUEDAN ENGANCHAR, DE FORMA ACCIDENTAL, LOS CABLES, LA ROPA, ETC.
 4. SI SURGE ALGUNA DUDA SOBRE LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA, CONSULTAR AL RESPONSABLE DEL LABORATORIO.

5. AL IGUAL QUE EN CUALQUIER PUESTO DE TRABAJO INDUSTRIAL, SI SE OBSERVA ALGUNA ANOMALÍA O SE PRODUCE ALGUNA AVERÍA, **DIGALÓ Y NO LO OCULTE**. Piense en el riesgo innecesario (a veces grave) que puede causar a los demás compañeros y personal encargado de las prácticas.
6. AL FINALIZAR EL TRABAJO HAY QUE DEJAR EL PUESTO DE PRÁCTICAS EN ORDEN (CABLES RECOGIDOS, ALIMENTACIONES DESCONECTADAS,...) PARA QUE SU MANIPULACIÓN RESULTE SEGURA PARA EL PRÓXIMO COMPAÑERO O PARA EL PERSONAL DEL LABORATORIO.

Hay que procurar siempre que cualquier trabajo debe resultar siempre seguro, tanto para los ejecutores de las prácticas como para los equipos y materiales empleados en los diferentes ensayos. Estas normas básicas pueden ser complementadas con otras adicionales durante la realización de cualquiera de las prácticas y deben ser cumplidas igual que estas normas básicas.

0.2 EQUIPOS DE MEDIDA.

Los aparatos de medida a utilizar, en general, serán equipos comerciales e industriales, que posteriormente el usuario se encontrará a lo largo de la vida profesional, de esta forma se puede ir familiarizando con los equipos de uso industrial.

La gran mayoría de equipos simples, tienen su propia autonomía, por lo que para su funcionamiento necesitan de una fuente de energía propia, funcionalmente una pila o pequeña batería, la duración de esta fuente de energía suele ser bastante limitada, para lograr una mayor autonomía energética, los equipos pueden disponer de “autoapagado”, por lo que al dejar de utilizarlos se suelen desconectar automáticamente para ahorrar energía. Pero algunos no disponen de esta característica, en estos caso el usuario debe de ser precavido y apagar el equipo al no ser necesaria su utilización. Decir también que cuando la reserva de energía es pequeña, suele aparecer algún mensaje indicativo de batería baja, en estos casos puede ocurrir que las medidas realizadas sean incorrectas, por lo que por precaución, deben ser reemplazadas las pilas o baterías correspondientes.

0.2.1 POLÍMETROS

El polímetro, junto con la pinza amperimétrica, son los equipos más convencionales de los utilizados en el sector industria eléctrico. En el caso del polímetro, este permite medir tensiones, corrientes e incluso resistencias de forma aproximada. Se usará de forma general, a lo largo de las prácticas, como voltímetro. Como se ha indicado anteriormente, los equipos a emplear pueden ser de diferentes marcas y/o modelo a los aquí representados (ver dos ejemplos en la figura 0.1), cualquiera de ellos podrá ser sustituido por otro similar, bien porque se puede averiar o bien por motivos de

innovación tecnológica, pero el funcionamiento de cualquier equipo es muy similar al descrito.

Para la conexión de cualquiera de estos polímetros, se disponen de varios puntos de conexión (normalmente suelen llevar 3 o 4 puntos de conexión), uno de ellos, indicado como común (COM), se tiene que conectar siempre con uno de los conductores de entrada al equipo de medida. Para elegir el otro conector se debe tener en cuenta la medida a realizar. Si se pretende medir tensión o resistencia se conectará al borne (también denominada como borna) de entrada del equipo serigrafiada con (V/ Ω) y posteriormente se debe seleccionar con el conmutador y/o varios botones (que llevaran para tal fin) tanto el parámetro (tensión “V” o resistencia “ Ω ”) como el valor del fondo escala adecuado que *siempre debe ser el inmediato superior al máximo valor esperado del parámetro a medir*. Puntualmente se puede medir la corriente, para este modo de funcionamiento, se dispone (además del borne común) de 1 o 2 entradas en el polímetro, para esta medida. Si se dispone de más de un borne de entrada de corriente, es porque se tienen que utilizar cada borne para un valor de corriente determinado, el límite de este valor es el que aparece serigrafiado en la entrada. Para elegir el borne de entrada adecuado, se conecta al que indique el valor inmediato superior al que se pretenda medir, por ejemplo si el valor de corriente a medir es inferior a 2 A, el borne de entrada será el marcado con la indicación 2 A, pero para valores de corriente mayores de 2A y menores de 10A, se utiliza la borna serigrafiada con 10 A, este es el caso del equipo situado a la derecha de la figura 0.1. Además, se deberá elegir con el conmutador la escala adecuada (corriente alterna “ca” “~” o corriente continua “cc” “=”). Con los botones y/o conmutador se selecciona además el fondo escala con el mismo criterio que lo comentado anteriormente para la borna: *el de valor inmediato superior*. Si solo se dispone de una única borna para corriente, esta será la utilizada ajustando también el valor del fondo escala y el tipo de parámetro (cc o ca.), teniendo en cuenta el valor a medir. Cuando se desconoce el valor de cualquier parámetro a medir se empleará la escala mayor y se irá reduciendo progresivamente hasta encontrar la más adecuada. En la figura 0.1 se presenta una fotografía de 2 polímetros, uno con 3 entradas y otro con 4.



Figura 0.1. Fotografía de 2 polímetros.

Los polímetros pueden llevar otros botones para aplicaciones y/o ajuste, que no son representativos para las prácticas propuestas, por lo que no se estima necesario describir su aplicación. Sí que se quiere resaltar que de forma convencional los bornes de la conexión de medida de corriente suelen estar protegidas ante un mal uso con fusibles. Así, se tiene que:

- a) En la entrada de 2 A, como protección, el equipo tiene instalado internamente un fusible de 2 A. que por seguridad incluso puede haber sido sustituido por uno de menor intensidad.
- b) En la entrada de 10 A., se tiene instalado un fusible de 10 A en algunos equipos, mientras que en otros esta entrada esta desprotegida frente a sobrecorrientes (unfused). Nuevamente, si hay fusible, puede estar sustituido por uno de menor intensidad por motivos de seguridad.

Si durante la utilización del equipo, y encontrándose correctamente instalado, no circula corriente por el circuito, puede ser debido a que estos fusibles se hayan fundido, normalmente por un mal uso del equipo. En ese caso deben ser sustituidos por un fusible de valor adecuado al uso del equipo de medida.

0.2.2 PINZA AMPERIMÉTRICA.

En el sector de la industria eléctrica, hay dos tipos generalizados de pinzas amperimétricas, un tipo es de aplicación directa y otras son las que necesitan de la ayuda de otros equipos auxiliares para la visualización de los valores medidos, tal como son los osciloscopios digitales o similares. Pero las más comunes, sin duda, son las primeras. Estas son de funcionamiento muy parecido al de un polímetro convencional, salvo en la forma de intercalarlo en el circuito para las medidas de corriente, ya que en este caso no se necesita interrumpir el conductor de la línea en la que se desea medir la corriente. La pinza amperimétrica es un toroidal que constituye un primario, por cuyo interior pasa el conductor, cuya corriente se quiere medir, y un secundario que da una corriente proporcional a la que circula por el primario. La peculiaridad de estos equipos industriales es que el toroidal se puede abrir, ya que poseen una “mordaza abatible” o pinza que permite (al presionar sobre un dispositivo) abrir y abrazar cualquier conductor sin necesidad de desconectarlo. En la figura 0.2 se puede ver una fotografía de dos modelos de este tipo de pinzas amperimétricas.



Figura 0.2. Fotografía de 2 pinzas amperimétricas.

Usualmente este tipo de equipos disponen también de dos o más bornas para insertar unos cables que dan la posibilidad de ser utilizadas también como equipo de medida de tensiones y resistencias. De forma similar al caso de los polímetros, mediante botones o selectores permiten ajustar tanto la escala, como elegir la variable a medir. De forma similar al caso de los polímetros, para una mejor medición, las escalas se ajustarán de forma que sea seleccionada aquella que su fondo escala sea el inmediato superior (en valor) a la magnitud a medir.

A diferencia de los polímetros, estos equipos no suelen llevar fusible que limiten las posibles sobrecargas, por lo que hay que prestar especial atención al valor de la corriente a medir y que se realice con una pinza de valor adecuado. Ante cualquier duda sobre el valor de la corriente a medir, una forma práctica de protegerse ante posibles valores grandes e inadecuados de corriente es la de “cerrar” la pinza amperimétrica de forma gradual y observar la evolución del valor de la corriente, este valor va aumentando a medida que se va cerrando (completando) el circuito ferrormagnético que compone la “mordaza” de la pinza. Así, si el valor se acerca al máximo del fondo escala elegido y la mordaza aún no está completamente cerrada, es previsible que los valores a medir sean excesivos para la escala adoptada.

0.2.3 ANALIZADOR DE ENERGÍA.

Industrialmente se comercializan unos equipos bastante más completos y complejos, que los polímetros y/o amperímetros, y con una importante aportación de circuitería electrónica, que además de las medidas de tensiones y corrientes, permiten también registrar el desfase entre ellas. Con estas medidas, estos equipos, pueden calcular y presentar en su pantalla, además de los valores medidos otras variables, tales como las de potencia (tanto activa como reactiva), el factor de potencia, la energía, la frecuencia e incluso la distorsión armónica de tensiones y corrientes, esta último valor tiene hoy en día un relación con la calidad en el suministro de energía.

Muchos de estos equipos suelen estar preparados para ser conectados a una red de comunicación, bien con otros equipos de medida y/o control o bien a ordenadores personales, pudiéndose transferir a un PC para su almacenamiento los valores de los parámetros medidos y/o calculados, ya que el equipo por sí solo tiene muy poca memoria de almacenamiento de datos. El funcionamiento específico de este equipo no es objeto de estudio, por lo que se recomienda a aquellos que se encuentren interesados, recaben información en catálogos del equipo y/o otros textos o asignaturas. Los ajustes necesarios para la utilización del equipo como aparato de medida, así como los fondos de escala, se deben de programar de antemano. En el caso concreto de los equipos utilizados en los laboratorios de la ETSII en los ensayos de las prácticas que se relacionan en este texto, el analizador de energía se encuentra instalado en unas cajas cerradas junto a otros elementos auxiliares, así pues, cada “caja” es un equipo de medida formado por:

- a) El analizador de energía, propiamente dicho, cuyos rangos de medida son: en tensión entre 10 y 400V de tensión compuesta, y en corriente entre 10 mA y 1 A. Cuando se quiera medir otros valores de tensión o corriente diferentes, hay que adaptarlos mediante transformadores de medida (tensión y/o corriente) adecuados. Además, el equipo precisa, para la alimentación de la circuitería electrónica de una fuente externa, teniéndose que alimentar con una tensión de 230V~.
- b) 3 transformadores de corriente (uno por fase) de relación 10/1. Es decir la corriente del secundario conectado al analizador de energía será entre 0 y 1 A, mientras que la corriente que circula por el circuito principal es de entre 0 y 10 A. Con estos transformadores el rango efectivo de medida es, en consecuencia, diez veces mayor al original del aparato, es decir: 100mA~10A.
- c) 8 bornas de conexión (3 fases + N) 4 de ellas para la entrada y 4 para la salida, así como un conector de alimentación monofásica del equipo.

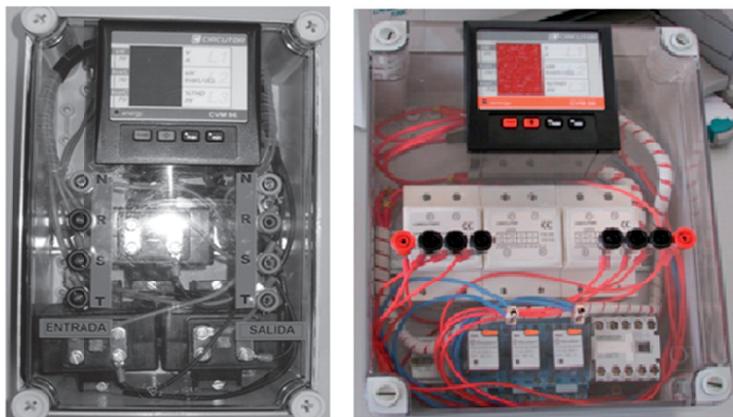


Figura 0.3. Equipo de medida basado en un analizador de energía.

Por lo tanto, con estos equipos de medida se pueden medir señales de corriente alterna de entre 10 y 400V de tensión compuesta, y los valores de corriente comprendidos entre 100 mA y 10 A.

El aspecto externo de dos tipos similares montados en sendas cajas, es el que se representa en la figura 0.3. En la figura 0.4, se puede ver el detalle de la carátula del analizador de energía, en la que destacan varias teclas, una de “reset”, que al pulsarla, el equipo se reinicia, otra con el símbolo  que permite cambiar entre las diferentes variables medidas y/o calculadas y 2 teclas más de color negro que no se deben utilizar en estas prácticas.



Figura 0.4. Fotografía del analizador de energía empleado en las diferentes prácticas mostrando lectura de tres tensiones de línea.

Notas aclaratorias sobre el manejo:

Desde el punto de vista de la toma de medidas con el analizador, y aun sabiendo que durante la exposición teórica de las prácticas, se repasarán los conceptos necesarios para su utilización, sí se quiere comentar aquí, que los valores de tensión y corrientes son los que se miden en la línea de alimentación, es decir tensión compuesta y corrientes de línea (así se ha programado el equipo). Además el equipo permite visualizar las potencias y los factores de potencia bien por fase o bien totales (suma de la potencia de las tres fases) del conjunto de la línea trifásica. Es interesante tomar siempre los valores de potencia trifásica, y si se necesita pasar a una fase, se divide por el total de fases. Se aconseja esta forma de realizar las medidas es porque existen siempre pequeños desequilibrios en las medidas experimentales que normalmente no deben ser tenidos en cuenta en los cálculos. La manera fácil de corregir estos desequilibrios es obtener y operar con la media de los valores de línea (en tensiones y corrientes) y con $1/3$ de la potencia trifásica.

0.2.4 OSCILOSCOPIOS Y/O EQUIPOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Estos equipos (el osciloscopio y/o la tarjeta de adquisición de datos) son muy empleados en los laboratorios, pero cada día es más normal su uso en el entorno industrial, ya que son los indicados para observar las formas de onda de las tensiones y corriente y por tanto del contenido de armónicos de la energía eléctrica, y con ellos la calidad de la energía. Realmente, estos equipos, de forma directa solo pueden medir tensiones, pero indirectamente (con la ayuda de resistencias calibradas y/o transformadores de medida) pueden medir corriente, incluso combinando adecuadamente la entrada de al menos dos de sus canales, son capaces de representar

Para seguir leyendo haga click aquí