



Tema 6

Dispositivos de medida para verificación y control



Tema 6

Aparatos de medida

1. Aparatos de verificación, Patrones	1
2. Patrones portátiles	1
Voltímetro y amperímetro portátil	1
Otros aparatos portátiles menos usados	2
3. Polímetros	2
4. Óhmetro	4
5. Megger	4
6. Resistencia de aislamiento de una instalación	5
Medir la resistencia de aislamiento de una instalación	5
Medir la resistencia de toda la instalación con respecto a tierra	6
Hallar la resistencia entre cada conductor y tierra	6
Comprobar el aislamiento entre conductores	7
7. Telurímetro	8
Mediciones de resistencias de tierra	8
8. Secuenciadores	10
9. Pinza amperimétrica	12
10. Aparatos de medida de obligada tenencia	13
Categoría electricista básico	13
Telurómetro	13
Medidor de aislamiento	13
Multímetro o tenaza	14
Medidor de corriente de fuga	14
Detector de tensión	15
Analizador-registrador de potencia y energía	15
Verificador de la sensibilidad de disparo de los diferenciales	16
Verificador de la continuidad de conductores	16
Luxómetro	17
Electricista de categoría especialista	18
Analizador de redes	18
Comprobador del dispositivo de vigilancia nivel aislamiento de los quirófanos	18
Equipos especiales para electricistas	19

Tema 6

Aparatos de medida

1. APARATOS DE VERIFICACIÓN, PATRONES

Por regla general los aparatos de medida colocados de manera permanente en los cuadros y equipos son los más económicos, y por tanto los menos sensibles; a no ser que el equipo requiera precisión y entonces los aparatos se colocan de cuadro móvil, en ves de hierro móvil.

Existen aparatos portátiles y robustos, muy fiables que se utilizan para contrastar los fijos, se les llaman **patrones**: **voltímetro patrón**, **amperímetro patrón**, **vatímetro patrón**, etcétera.

Para localizar averías y comprobaciones previas **no se usan los patrones**, sino aparatos sensibles (de cuadro móvil) cuyo uso ya se ha explicado.

2. PATRONES PORTÁTILES

Con caja de madera, bornes de conexión rápida de una sola escala, o de varias, en cuyo caso tiene **un borne común** más **un borne por cada escala**.

Voltímetro y amperímetro portátil

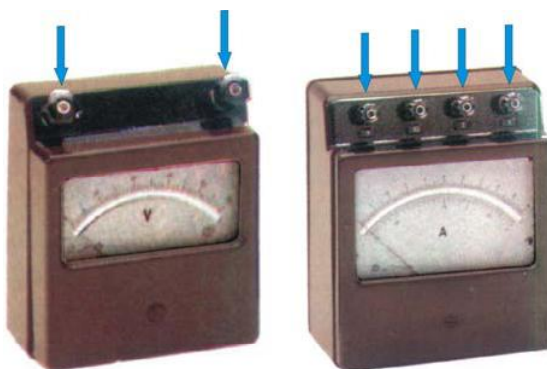


Figura 1 VOLTÍMETRO Y AMPERÍMETRO PORTÁTIL

Otros aparatos portátiles menos usados



Figura 2 PATRONES DE MEDIDA MENOS FRECUENTE

3. POLÍMETRO

Aparato portátil que se utiliza principalmente para localizar averías, especialmente en circuitos electrónicos, son de cuadro móvil y de gran sensibilidad **20 K Ω** para la corriente continua (**DC**), cuando se usa en corriente alterna (**AC**) es a través de rectificadores, que les hacen perder sensibilidad pudiendo quedar en **8 K Ω** , la posición de trabajo es la horizontal, al ser portátiles la aguja suele perder con facilidad el cero inicial, por lo que conviene antes de nada, comprobar si marca cero, y si es preciso rectificar la puesta a cero con el tornillo de ajuste que hay sobre el eje de giro de la aguja.

Estos aparatos, llevan una clavija (o Jack), que es común para todas las medidas, donde se encaja la **punta de prueba de color negro**. La **punta de prueba de color rojo**, unas veces se encaja en un punto u otro según lo que se desee a medir. Las medidas más utilizadas son:

- ▶ **Voltajes en continua**, hasta cinco valores para final de escala.
- ▶ **Voltajes en alterna**, hasta cuatro valores para final de escala.
- ▶ **Medidas de resistencias**, multiplicando la lectura del aparato por 1, por 10 o por 1000.
- ▶ **Comprobación de continuidad**, por medio del sonido de un zumbador (Buzz).
- ▶ **Comprobador corriente**, para lectura directa en valores de grados de milésimas de amperios en corriente continua, o hasta 5 A, o 10 A en corriente alterna, según aparatos.
- ▶ **Otras mediciones**: todos los aparatos de medida tienen las posibilidades mencionadas anteriormente, dependiendo de marcas, algunos tienen, además, comprobación de baterías, medidor de capacidad, medidor de decibelios, pero no todas estas posibilidades sino una sola de ellas.

Para la medición de resistencias el polímetro necesita una pila, que se coloca dentro del aparato quitando la tapa, esta pila debe ser alcalina. En caso que se utilicen las normales de tipo seca (estándar), si se deja demasiado tiempo si usar existe el riesgo de que se perforen y se derrame el ácido averiando el aparato.

Cuando se va a efectuar una medición de resistencias, primeramente se unen las puntas de prueba, y se ajusta la lectura de la aguja al cero en la escala de ohmios. Se hace esto, actuando sobre el potenciómetro de ajuste, después de esta operación previa se efectúa la lectura, pero teniendo en consideración que la lectura de ohmios es en sentido contrario a como se lee las demás medidas, es decir que el cero está a la derecha y el infinito a la izquierda.

En la figura 3 aparece un polímetro analógico, otro digital y otro electrónico.



Figura 3 POLÍMETROS DE DIVERSAS GENERACIONES

Medir con un digital, presenta la ventaja de que el conmutador no tiene tantas escalas. Para voltios, algunos llevan un conmutador para corriente continua o alterna, otros son automáticos y aparece en la pantalla **DC** o **AC**. Si la tensión sobrepasa la capacidad del aparato, dentro de un límite razonable, el aparato se desconecta por si solo sin que se estropee, lo que no ocurre con el analógico, que con que se equivoque de escala, es suficiente para que se inutilice. Sin embargo, la lectura se hace algo lenta porque los números se van sucediendo arriba y abajo hasta que se estabiliza, si no se hace la suficiente presión, y se mueve las puntas de prueba, la lectura parece que se ha vuelto loca, cambiando de 200 a 30 y luego a 230; este síntoma es porque no se hace buen contacto midiendo voltaje, finalmente, si, se llega a estabilizar cambiando solo el último dígito una cifra arriba y abajo sin acabar de estarse quieto, es porque la lectura es medio entero, por eso sube, pero como rebasa baja uno y como es poco sube uno, la lectura exacta es la del dígito más bajo mas medio.

El polímetro digital necesita la pila para todas las mediciones, mientras que el analógico solo la usa para medir continuidad y resistencias.

El polímetro en inglés se escribe **Tester**, de aquí que se haya castellanizado esta palabra, y al medir con un **Tester** se le llame **testear**.

El Polímetro lleva un fusible de cristal de pocos amperios (entre 0,5 y 2 A, la mayoría) para que se funda en caso de una equivocación, nunca se debe de poner otro de mayor intensidad en caso de que funda.

Todas las resistencias que llevan interiormente estos aparatos son muy exactas, y de valores fuera de lo común, cuando una de estas resistencias se quema, **no merece la pena intentar reparar el aparato**, puesto que la lectura que nos va a dar será errónea forzosamente, ya que habrá descompensado el equilibrio de valores, lo más inteligente es tirar el aparato y comprar otro nuevo, puesto que los hay desde 6 euros.

El esquema de conexión difiere mucho de una marca a otra, siendo para medir voltajes y continuidad el de resistencias en serie a través de un conmutador, y las resistencias en paralelo para medir intensidades.

4. ÓHMETROS

El óhmetro también llamado ohmímetro, se usa para medir resistencias, estas pueden ser muy bajas, en el caso de conductores, o muy altas en el caso de aislamiento entre un conductor y otro.

Cuando se trata de medir aislamientos, este es del orden de 250.000 ohmios como mínimo, por lo que se emplean aparatos que miden del orden del millón de ohmios (**MΩ,-megaohmios-**) el aparato que se utiliza se llama **Megger**.

5. MEGGER

La tensión necesaria la proporciona **un generador de manivela de imán permanente** -magneto- como el de la figura 4.

Modernamente la magneto ha sido sustituida por una pila y un circuito electrónico que eleva la tensión necesaria, como por ejemplo, los medidores de resistencia de tierra, llamados Telurímetro.



Figura 4 MEGGER DE MAGNETO, ELECTRÓNICO Y TELURÍMETRO

6. Resistencia de aislamiento en las instalaciones eléctricas

Todas las instalaciones eléctricas están separadas de tierra y los conductores separados entre sí por los aislantes. Como no existen aislantes perfectos, al quedar sometidos a una tensión, siempre habrá una corriente de circulación llamada **corriente de fuga** de valor infinitamente pequeño, si se aumenta la tensión el aislante puede perforarse y producirse un cortocircuito.

La resistencia de aislamiento se obtiene del cociente que resulta de dividir la tensión entre la corriente de fuga. Cuanto más larga sea la red, mayores serán las corrientes de fuga, y por tanto menor será la resistencia de aislamiento.

El [reglamento de BT](#), señala que los valores de la resistencia entre conductores y entre conductor y tierra, nunca será **inferior a 250.000 Ω** , y que la corriente de fuga nunca será superior a la del interruptor diferencial que protege contra los contactos indirectos.

Medir la resistencia de aislamiento de una instalación

Con el Megger se puede realizar tres pruebas diferentes:

- ▶ Medir la resistencia de toda la instalación con respecto a tierra.
- ▶ Hallar la resistencia entre cada conductor y tierra.
- ▶ Comprobar el aislamiento entre conductores.

Para medir una resistencia, lo primero que hay que hacer es asegurarse de que esta resistencia, ya sea cable o componente, no esté unida a corriente ni a tierra; a veces hay que desconectar cables, otras veces, bastará con abrir interruptores o quitar fusibles, el uso del Buscapolos es muy útil en estos casos, pues hay veces que quitando los fusibles que aparentemente afectan a una red, resulta que no son esos.

Medir la resistencia de toda la instalación con respecto a tierra.

- ▶ Primeramente debe de asegurarse de que no hay corriente, quitando los fusibles generales y dejando todos los circuitos cerrados, con los interruptores en posición de funcionamiento.
- ▶ Una punta del Megger se conecta a tierra y la otra a cualquiera de los conductores.

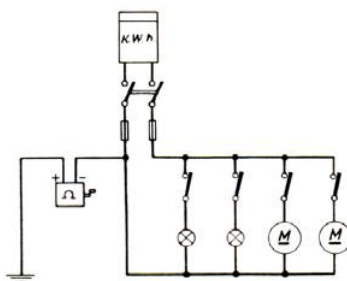


Figura 5 RESISTENCIA DE TODA LA INSTALACIÓN CON TIERRA

- ▶ Luego se mide la resistencia procediendo como indique las instrucciones de Megger (figura 5).
- ▶ Si la medida es inferior a **250.000 Ω** , se buscará donde está el fallo de aislamiento, si es superior se pasará a comprobar el aislamiento entre conductores.

Hallar la resistencia entre cada conductor y tierra.

- ▶ Primeramente debe de asegurarse de que no hay corriente, quitando los fusibles generales y dejando todos los circuitos cerrados, con los interruptores en posición de funcionamiento, pero desconectando todos los receptores.
- ▶ Una punta del Megger se conecta a tierra y la otra a cualquiera de los conductores, repitiendo con todos los cables generales.
- ▶ Luego se mide la resistencia procediendo como indique las instrucciones de Megger (figura 48).
- ▶ Si la medida es inferior a **250.000 Ω** , se buscará donde está el fallo de aislamiento, si es superior se pasará a comprobar el aislamiento entre conductores.

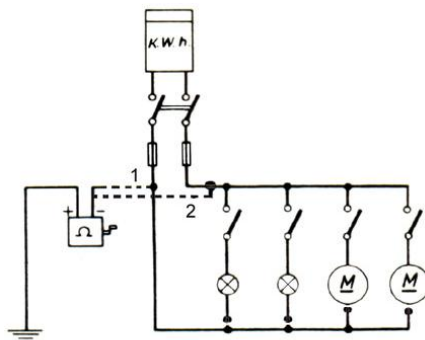


Figura 6 RESISTENCIA DE CADA CONDUCTOR CON TIERRA

Comprobar el aislamiento entre conductores.

- ▶ Se procede como en las anteriores pruebas, solamente que ahora las puntas el Megger se sitúa entre dos conductores, estando los receptores desconectados.
- ▶ Para variaciones del aislamiento por efecto electroquímico, es conveniente conectar el terminal positivo del generador (figura 49) a tierra.
- ▶ Se concluye como se ha explicado en las dos ocasiones anteriores.

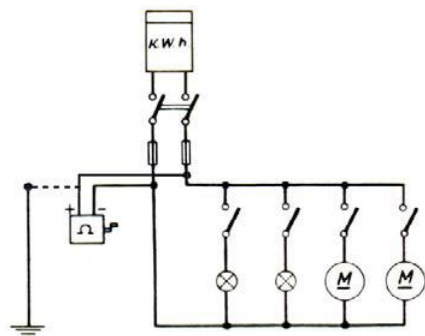


Figura 7 AISLAMIENTO ENTRE CONDUCTORES

Nota: En las pruebas de aislamiento de la instalación es imprescindible que haya una buena tierra, por ello en el **RBT**, se obliga a que haya un borne de tierra en la caja general de protección y en la centralización de contadores. Cuando se trate de una instalación antigua, y no exista este borne de tierra, se tomará uno de la construcción del edificio; como tuberías metálica, hierros bien cimentados, o mejor aún, se clavará una pica de tierra en el suelo, de forma provisional que luego se tendrá que quitar.

7. TELURÍMETRO

La medida de resistencia de tierra se hacen con C.A. para evitar los efectos electroquímicos del terreno que se pueden producir en el caso de emplear C.C., el **óhmetro** que se emplea en la medición de resistencias del terreno recibe el nombre de **Telurímetro**. Son aparatos caros, y aunque se emplean solamente cuando se coloca una tierra, o se revisan las existentes, el poco uso del aparato puede llegar a pensar que puesto que se emplea poco, es porque “no sirve para nada”, y por lo tanto algo de mala calidad. Todo lo contrario, requiere cuidado guardarlo con los aparatos más sensibles y cuando no se prevea su uso en un tiempo relativamente largo, quitarle las pilas si las tuviera.

Su aspecto es muy variable (ver la figuras 8), pero a pesar de ellos todos tienen algo en común, una bolsa con unos pequeños electrodos y cables para conectar el aparato con los electrodos clavados en tierra, siguiendo el esquema que normalmente está grabado en la parte interior de la tapa del instrumento.



Figura 8 TELURÍMETROS Y SUS ACCESORIOS

Mediciones de resistencia de tierra

La importancia de utilizar la tierra como conductor, viene marcada por necesidad que hay de conducir la electricidad estática de los rayos hacia tierra a fin de evitar los daños que la electricidad produce, incendios, muertes, destrucción de edificios. Modernamente, el uso de la tierra en las instalaciones eléctricas tiene los mismo beneficios, y son necesarias para que puedan funcionar los interruptores diferenciales con normalidad cuando se produzca un contacto indirecto.

La medida de resistencia de tierra está basada en el puente de Behrend, que permite la lectura directa del valor con una sola medida (figura 9)

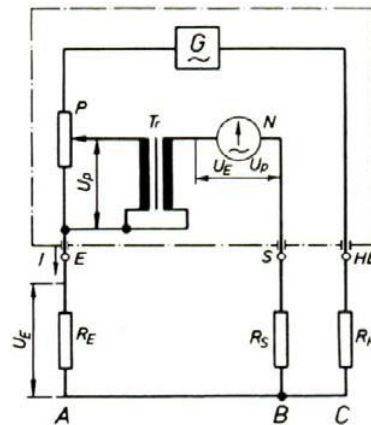


Figura 9 MEDIDOR DE TIERRA BEHREND

El medidor tiene tres salidas **E**, **S** y **HE**, la tierra que se quiere medir es R_E , que se conecta al punto **E** a una distancia de la pica de tierra de **20 m** aproximadamente, se coloca una tierra auxiliar R_H , que se conecta con **HE** y una sonda R_S en una posición intermedia, conectada al borne **S**.

En el generador de alterna se crea la corriente necesaria para la medición, esta corriente circula a través de un potenciómetro de medida **P**, llega a la pica R_E y a través de la tierra regresa al generador por la pica auxiliar R_H . La corriente generada origina una caída de tensión U_P , en el primario del transformador T_r de relación de transformación igual a 1, invirtiendo la tensión en el secundario $-U_P$. El galvanómetro **N** indicará cero (compensado) cuando por actuación sobre **P** se halla conseguido que $U_E = U_P$, cumpliéndose entonces también que: $R_E \cdot I = P_P \cdot I$ o $R_E = P_P$, con lo que se lee en el potenciómetro **P** el valor de la resistencia de toma desconocida R_E .

En las figuras 10 se representa diferentes formas de colocar las picas de medición, según el aparato de medir que se utilice. En el mercado existen muchos, cuando se tenga que usar uno, lo mejor es seguir las instrucciones al pie de la letra para poder obtener la resistencia del terreno.

La resistencia del terreno depende de la constitución del mismo, siendo de unos 50Ω por metro de terreno, en terrenos cultivables compactos y húmedos, de 500Ω por metro en terrenos poco fértiles y de 3.000Ω por metro cuando el suelo es pedregoso y seco.

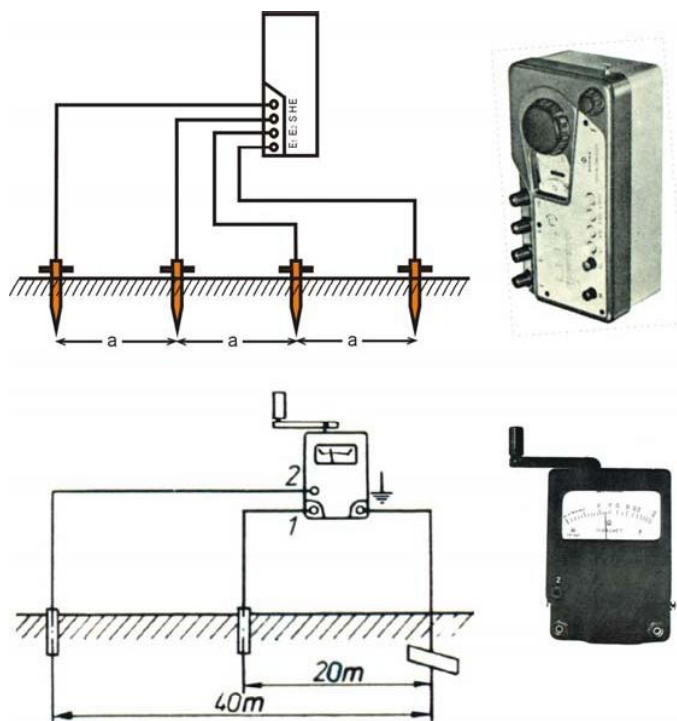


Figura 10 CADA MEDIDOR DE RESISTENCIA DE TIERRA TIENE SUS SISTEMA

8. SECUENCIADORES

Son aparatos de inducción, utilizan un disco de aluminio o de cobre, montado sobre un eje de forma que pueda girar sobre sí mismo, compuesto de dos electroimanes y un imán permanente.

Los campos magnéticos de los electroimanes atraviesan el disco induciendo corrientes parásitas que circulan concéntricamente en el disco; la existencia simultánea de un campo magnético fijo hace que el disco gire, si se cambia el sentido de entrada las fases el disco gira en sentido contrario.

En los contadores el disco tiene dispositivo de sentido único y va unido mecánicamente con una numeración, los secuenciadores carecen de estos mecanismos, por tanto, siempre que se coloque las tres fases en el mismo orden el disco girará en un sentido, y se altera el orden girará en sentido contrario figura 11 y 12

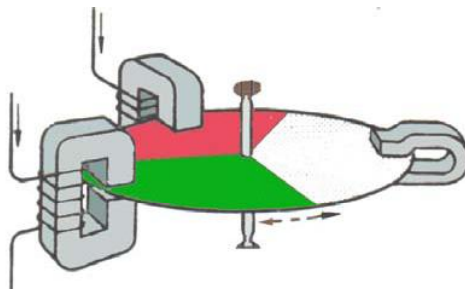


Figura 11 DISCO GIRATORIO DEL SECUENCIADOR

Exteriormente tiene una apariencia similar al de la figura 12, con una ventana frontal por donde se ve la sucesión de los colores del disco, y los tres cables de distintos colores para conexión a una base de enchufe o directamente en los conductores antes de colocar en la base de enchufe.



Figura 12 SECUENCIADOR

Colocando un tope en el disco se puede hacer que al girar en un sentido se accione un conmutador de manera que se encienda una luz verde y girando al contrario este tope vuelva al conmutador para que se encienda una luz roja y se apague la anterior; sin embargo, esta manera simple de explicarlo, en realidad es más complicado pues se hace electrónicamente en la figura 13 se muestra un secuenciador electrónico, que carece de disco giratorio, tan solo hay una luz verde y otra roja, y es para instalación fija en cuadro de control

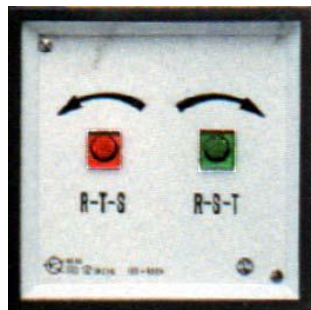


Figura 13 SECUENCIADOR ELECTRÓNICO PARA CUADROS

9. PINZA AMPERIMÉTRICA

Es el instrumento más utilizado por el electricista, lleva un núcleo de hierro que se abre accionando un gatillo (También se llama pistola electricista). Una vez abierto, se coloca rodeando un solo conductor, inmediatamente en la pantalla de lectura aparecerá el consumo, figura 14.



Figura 14 PINZAS PARA MEDIR CONSUMO

En la actualidad todas las pinzas amperimétricas son digitales, pero anteriormente se fabricaban analógica, por lo que se tenía que tener mucho cuidado con la escala para que la aguja no se doblara al dar un fuerte bandazo cuando se ponía en una escala demasiado baja.

Al ser las pinzas actuales electrónicas carecen de escala, caso de que se rebase el límite máximo de lectura, el aparato no se deteriora, tan solo aparece la pantalla en blanco, o con un aviso de que se ha rebasado el límite. Si la lectura es de décimas de amperes, o tan baja que el aparato no aprecia lectura, se puede dar dos vueltas al conductor sobre la pinza entonces la lectura que obtenemos es la multiplicación de la corriente por el número de vueltas dadas. Una vez obtenida la lectura se divide por el número de vueltas dadas y se obtiene la lectura real.

El número de vueltas tiene que ser fácilmente divisible, para no andar con décimas, se busca un resultado de números enteros que son más fáciles de dividir mentalmente y menos posibilidades de error.

La pinza amperimétrica al ser electrónica llevan pilas alcalinas o de botón, tienen puntas de prueba para medir voltajes o resistencia y también continuidad.

Sí se da a elegir a un electricista entre una pinza amperimétrica y un polímetro, el electricista optará siempre por la pinza, mientras que el electrónico preferirá el Tester a la pinza.

10. APARATOS DE MEDIDA DE OBLIGADA TENENCIA

El nuevo reglamento de baja tensión, especifica que herramientas de verificación debe de poseer el **electricista de categoría básica** y el **electricista de la categoría especialista**

Categoría electricista básico

Telurómetro

Explicado en párrafo 7 Telurímetro

Medidor de aislamiento

Ampliamente explicado en el párrafo 4 óhmetros y siguientes



Figura 15 MEDIDOR DE AISLAMIENTO

Multímetro o tenaza

Para las siguientes magnitudes: Tensión alterna y continua hasta 500 V, Intensidad alterna y continua hasta 20 A, Resistencia. Todas las pinzas amperimétricas rebasan estas magnitudes mínimas, aunque hay algunas pinzas que no miden en continua. Con el multímetro, en cambio, la limitación está en los amperios, en que la escala máxima está en los 10 Amperios. Lo normal será tener **los dos el Multímetro y la tenaza amperimétrica**. Descritos en párrafos y **3 Polímetros** y **9 pinzas amperimétrica**

Medidor de corrientes de fuga

Con resolución mejor o igual que 1 mA. La figura 16 muestra gráficamente como son y como se usa, son pinzas amperimétricas, capaz de medir desde milésimas de amperios (0,001 A)



Figura 16 MEDIDOR DE FUGAS

Detector de tensión

Llamado normalmente **buscapolos**, tienen forma de destornillador de bolsillo, y sirve para saber si hay o no hay tensión, otro detector de tensión (con dos puntas) sirve para saber aproximadamente la tensión que existe entre dos extremos que se elija.



Figura 17 BUSCAPOLOS Y MEDIDOR DE TENSIÓN

Analizador - registrador de potencia y energía para corriente alterna trifásica, con capacidad de medida de las siguientes magnitudes: **potencia activa**; **tensión alterna**; **intensidad alterna**; **factor de potencia**



Captura de transitorios hasta 50 KHz

Captura ultrarrápida de señales

Figura 18 ANALIZADOR REGISTRADOR PARA CORRIENTE ALTERNA

Equipo **verificador de la sensibilidad de disparo de los interruptores diferenciales**, capaz de verificar la característica intensidad - tiempo;



Figura 19 Verificador del disparo de los interruptores diferenciales

Se realiza la prueba siguiendo las instrucciones del fabricante, cada fabricante tiene su sistema explicado en el interior la tapa.

Equipo **verificador de la continuidad de conductores**



Figura 20 IDENTIFICADOR DE CONDUCTORES

Consta de dos piezas, uno emite una señal de alta frecuencia y el segundo lo detecta

Medidor de impedancia de bucle, con sistema de medición independiente o con compensación del valor de la resistencia de los cables de prueba y con una resolución mejor o igual que $0,1 \Omega$;



Figura 21 MEDIDORES DE IMPEDANCIA Y CORTOCIRCUITO

Se realiza la prueba siguiendo las instrucciones del fabricante, cada fabricante tiene sus sistema explicado en el interior la tapa.

Luxómetro con rango de medida adecuado para el alumbrado de emergencia



Figura 22 LUXÓMETROS

Electricista de categoría Especialista

Además de todos los del electricista básico, deberán contar con los siguientes:

Analizador de redes, de armónicos y de perturbaciones de red



Figura 23 ANALIZADOR DE REDES

El uso de estos equipo necesita seguir las instrucciones del fabricante

Aparato comprobador del dispositivo de vigilancia del nivel de aislamiento de los quirófanos



Figura 24 MEDIDOR DE TIERRAS Y COMPROBADOR DE RESISTENCIAS DE SUELOS

Equipos especiales para electricistas: maletas con el equipo completo



Figura 25 EQUIPO PARA ELECTRICISTA BÁSICO Y ELECTRICISTA ESPECIALISTA