

Guía de la medición de tierra

Controladores de tierra y resistividad



Acerca del Grupo Chauvin Arnoux

CHAUVIN ARNOUX, empresa fundada en París (Francia) en 1893, lleva varios siglos desarrollando sus conocimientos especializados en el diseño, fabricación y comercialización de instrumentos de medida para profesionales. Desde instrumentación portátil hasta equipamiento eléctrico fijo en sistemas de eficiencia energética, y desde el control integral de una cadena de proceso térmico hasta la metrología industrial, la oferta del Grupo CHAUVIN ARNOUX cubre todos los requisitos del cliente para todos los sectores (instaladores eléctricos, industria, organismos públicos, educación, investigación, etc.).

"CHAUVIN ARNOUX es un referente en el mercado de la medida en Francia y en el resto del mundo."

Algunas cifras

- 10 filiales en el mundo
- 900 colaboradores
- 6 centros de producción
- 6 oficinas de proyectos en el mundo
- 11 % del volumen de negocios invertido en la I+D
- 100 millones de euros de volumen de negocio

Su socio para:

- eficiencia energética
- controles reglamentarios
- medidas medioambientales
- supervisión y dimensionamiento de instalaciones



**4 compañías especializadas
en medición en un solo grupo**



Instrumentación portátil
de prueba y medida



Cómputo, medida y
eficiencia energética



Temperaturas en los
procesos industriales



Metrología y controles
reglamentarios

La medida de tierra

En cualquier instalación doméstica e industrial, la conexión de una toma de tierra es una de las reglas básicas a respetar para garantizar la seguridad de la red eléctrica.

La ausencia de una toma de tierra podría suponer serios riesgos para la vida de las personas y poner en peligro las instalaciones eléctricas y los bienes. Sin embargo, la presencia de una toma de tierra no es suficiente para garantizar una seguridad total. Sólo controles realizados con regularidad pueden probar el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica.

Existen numerosos métodos de medición de tierra dependiendo del tipo de regímenes de neutro, del tipo de instalación (doméstico, industrial, medio urbano, rural, etc.) y de la posibilidad de dejar sin tensión la instalación.

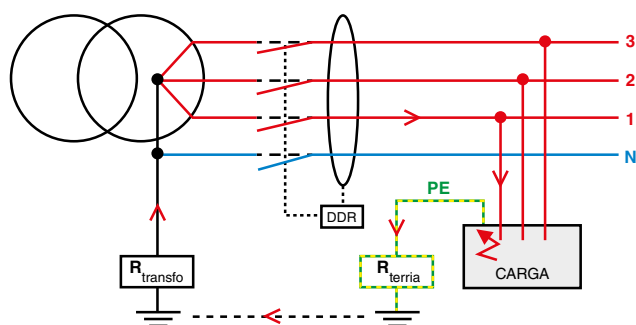
¿Por qué es necesaria una puesta a tierra?

La puesta a tierra consiste en realizar una conexión eléctrica entre un punto dado de la red, de una instalación o de un material y una toma de tierra. Esta toma de tierra es una parte conductora, que se puede incorporar en el suelo o dentro de un medio conductor, en contacto eléctrico con la Tierra.

La puesta a tierra permite así conectar a una toma de tierra, a través de un cable conductor, las masas metálicas que corren el riesgo de entrar en contacto casualmente con la corriente eléctrica debido a un defecto de aislamiento en un dispositivo eléctrico. La corriente de defecto no representará en este caso ningún peligro para las personas, ya que podrá eliminarse por la tierra. Sin una puesta a tierra, la persona quedará sometida a una tensión eléctrica que, según su importancia, puede ocasionar la muerte.

La puesta a tierra permite entonces eliminar sin riesgo las corrientes de fuga y, asociada a un dispositivo de corte automático, originar la desconexión de la instalación eléctrica. Una buena puesta a tierra garantiza por lo tanto la seguridad de las personas, pero también la protección de los bienes e instalaciones en caso de rayo o de intensidades de defecto. Siempre debe estar asociada a un dispositivo de corte.

Ejemplo:



En caso de defecto de aislamiento en la carga, la corriente de defecto se elimina por la tierra a través del conductor de protección (PE). Según su valor, la corriente de defecto ocasiona un corte automático de la instalación al poner en funcionamiento el interruptor diferencial (DDR).

¿Qué valor de resistencia de tierra debe encontrarse?

Antes de efectuar una medida de tierra, la primera cuestión fundamental que uno debe plantearse es saber cuál es el valor máximo admisible para asegurarse de que la toma de tierra sea correcta.

Las exigencias en materia de valor de resistencia de tierra son distintas según los países, los regímenes de neutro utilizados o el tipo de instalación. Por ejemplo, un distribuidor de energía tipo EDF (empresa de generación y distribución eléctrica de Francia) solicitará a menudo una resistencia de tierra extremadamente débil del orden de unos ohmios. Es importante informarse previamente sobre la norma vigente para la instalación a probar.

Tomemos como ejemplo una instalación en esquema TT para las viviendas en Francia:

En una instalación, para garantizar la seguridad de las personas, los dispositivos de protección deben actuar en cuanto circule por la instalación una "tensión de defecto" que supere la tensión límite aceptada por el cuerpo humano. Los estudios realizados por un grupo de trabajo, compuesto por médicos y expertos en seguridad, han llevado a la fijación de una tensión de contacto permanente admitida como no peligrosa para las personas del orden de 50 VAC para los locales secos (este límite puede ser más débil para medios húmedos o sumergidos).

Además, de forma general, en las instalaciones domésticas en Francia, el dispositivo de corte diferencial (DDR) asociado a la toma de tierra acepta una elevación de corriente de 500 mA.

Mediante la ley de Ohm: $U = RI$

Se obtiene: $R = 50 \text{ V} / 0,5 \text{ A} = 100 \Omega$

Para garantizar la seguridad de las personas y de los bienes, la resistencia de la toma de tierra tiene que ser por lo tanto inferior a 100Ω .

El cálculo a continuación refleja perfectamente que el valor depende de la corriente nominal del dispositivo de protección diferencial (DDR) de cabecera de la instalación.

Guía de la medición de tierra

Por ejemplo, la correlación entre el valor de resistencia a tierra y la corriente diferencial asignada se da en la siguiente tabla:

Valor máximo de la toma de tierra en función de la corriente asignada del DDR (Esquema TT)

Corriente diferencial residual máxima asignada del DDR ($I_{\Delta n}$)		Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas (Ohmios)
Baja sensibilidad	20 A	2,5
	10 A	5
	5 A	10
	3 A	17
Media sensibilidad	1 A	50
	500 mA	100
	300 mA	167
	100 mA	500
Alta sensibilidad	≤ 30 mA	> 500

Generalmente, los tipos de construcción son los siguientes:

- bucle en el fondo de la excavación
- fleje o cable enterrado en el hormigón de limpieza
- placas
- picas o tubos
- cintas o cables
- Etc

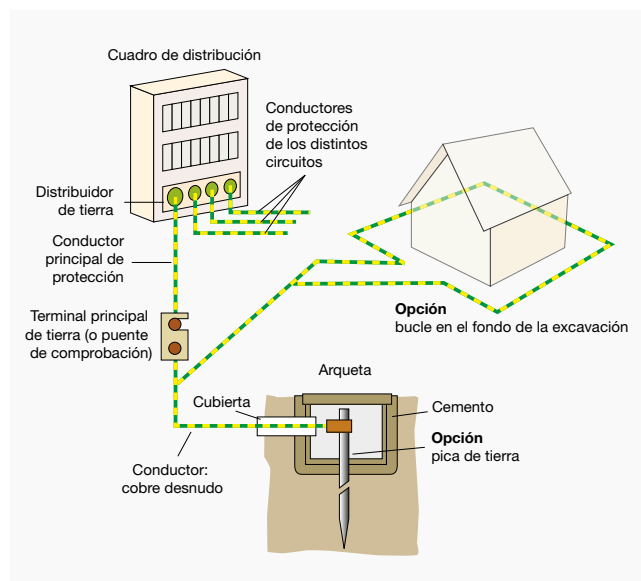
Sea cual sea el tipo de toma de tierra elegido, su papel radica en estar en estrecho contacto con la tierra para proporcionar una conexión con el terreno y que circulen las corrientes de defecto. La realización de una correcta toma de tierra dependerá entonces de tres elementos esenciales como:

- la naturaleza de la toma de tierra
- el conductor de tierra
- la naturaleza y la resistividad del terreno, de ahí la importancia de realizar medidas de resistividad antes de la implantación de nuevas tomas de tierra.

¿De qué está compuesta una puesta a tierra?

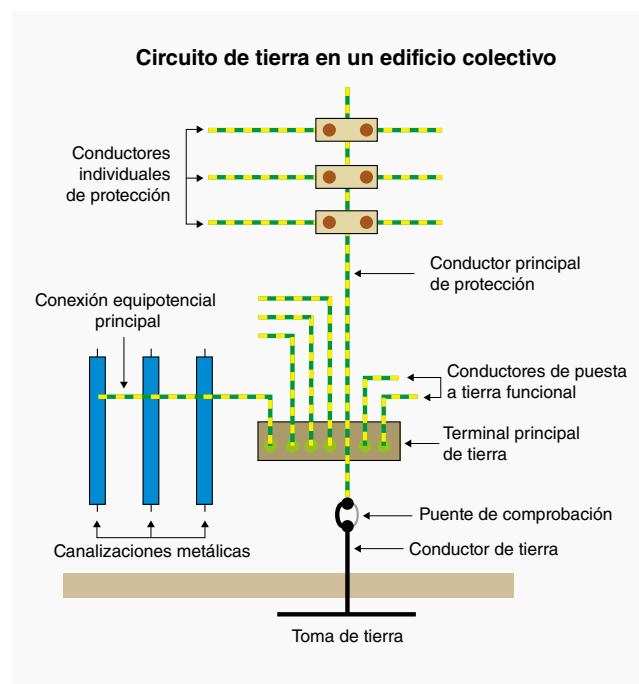
► La toma de tierra

En función de los países, del tipo de construcción o de las exigencias normativas, existen distintos métodos para realizar una toma de tierra.



► Los demás elementos

A partir de la toma de tierra se realiza todo el sistema de puesta a tierra del edificio. Este sistema suele constar de los siguientes elementos: el conductor de tierra, el terminal principal de tierra, el puente de comprobación, el conductor de protección, la conexión equipotencial principal, la conexión equipotencial local.



La resistividad de los terrenos

La resistividad (ρ) de un terreno se expresa en óhm-metro ($\Omega \cdot m$). Esto corresponde a la resistencia teórica en Ohmios de un cilindro de tierra de $1 m^2$ de sección y de 1 m de longitud. Su medida permite conocer la capacidad del terreno para conducir la corriente eléctrica. Por lo tanto, cuanto más débil sea la resistividad, más débil será la resistencia de la toma de tierra construida en este lugar.

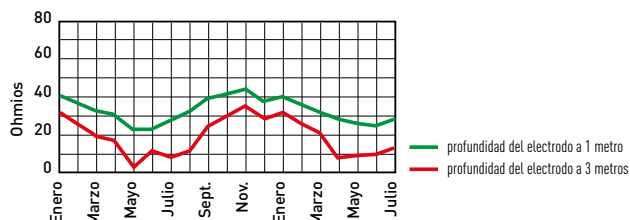
La resistividad es muy variable según las regiones y la naturaleza de los terrenos. Depende del índice de humedad y de la temperatura (las heladas o la sequía la aumentan). Por ello una resistencia de tierra puede variar según las estaciones y las condiciones de medida.

Dado que la temperatura y la humedad son más estables al alejarse de la superficie de la tierra, cuanto más profundo esté el sistema de puesta a tierra menos sensible será el mismo a los cambios medioambientales.

Por lo tanto se recomienda realizar la toma de tierra lo más profundo posible.

Variaciones estacionales de la resistencia de la tierra

(puesta a tierra: electrodo en un terreno arcilloso)



Resistividad en función de la naturaleza del terreno

Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Terrenos pantanosos	de unas unidades a 30
Lodo	de 20 a 100
Humus	de 10 a 150
Margas del jurásico	de 30 a 40
Arena arcillosa	de 50 a 500
Arena silíceas	de 200 a 3.000
Terreno pedregoso desnudo	de 1.500 a 3.000
Terreno pedregoso recubierto de césped	de 300 a 500
Calizas tiernas	de 100 a 300
Calizas agrietadas	de 500 a 1000
Micacita	800
Granitos y areniscas en alteración	de 1.500 a 10.000
Granitos y areniscas muy alterados	de 100 a 600

Utilidad de la medida de resistividad

La medida de resistividad permitirá:

- elegir la ubicación y la forma de las tomas de tierra y de las redes de tierra antes de construirlas
- prever las características eléctricas de las tomas de tierra y de las redes de tierra
- reducir los costes de construcción de las tomas de tierra y de las redes de tierra (ahorro de tiempo para conseguir la resistencia de tierra deseada).

Se utiliza por lo tanto en un terreno en construcción o para los edificios del sector terciario de grandes dimensiones (o subestaciones de distribución de energía) para los que resulta importante elegir con exactitud la mejor ubicación para las tomas de tierra.

Métodos de medida de resistividad

Se utilizan varios procedimientos para determinar la resistividad de los terrenos. El más usado es el de los "cuatro electrodos" que presenta dos métodos:

- **Método de WENNER** apropiado en el caso de querer realizar una medida en una única profundidad
- **Método de SCHLUMBERGER** apropiado para realizar medidas a distintas profundidades y crear así perfiles geológicos de los suelos.

► Método de Wenner

Principio de medida

Se insertan cuatro electrodos en línea recta en el suelo y a igual distancia a entre ellos. Entre los dos electrodos exteriores (E y H), se inyecta una corriente de medida I mediante un generador. Entre los dos electrodos centrales (S y ES), se mide el potencial ΔV gracias a un voltímetro.

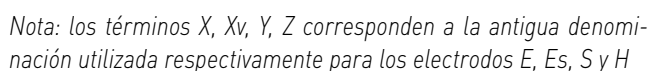
El instrumento de medida utilizado es un ohmiómetro de tierra clásico que permite la inyección de una corriente y la medida de ΔV .

El valor de la resistencia R leída en el ohmiómetro permite calcular la resistividad mediante la siguiente fórmula de cálculo simplificada:

$$\rho_w = 2 \pi a R$$

Guía de la medición de tierra

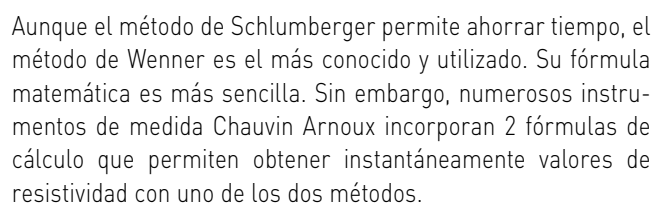
Recomendamos una medida con $a = 4 \text{ m}$ como mínimo.



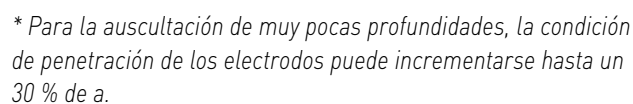
Principio de medida

y el valor de la resistencia **R** visualizado en el ohmímetro permite calcular la resistividad mediante la siguiente fórmula:

Este método permite ahorrar bastante tiempo in situ, especialmente si se quiere realizar varias medidas de resistividad y por consiguiente crear un perfil del terreno. En efecto, sólo deben moverse los 2 electrodos exteriores a diferencia del método de Wenner que necesita desplazar los 4 electrodos a la vez.



La auscultación de distintas profundidades (**3/4 a**) para obtener la cartografía de la resistividad de un terreno se lleva a cabo variando **la distancia entre los electrodos** a. La penetración máxima de los electrodos no se debe superar (**del orden de 1/20º de a**). Esta condición se puede cumplir con facilidad para profundidades superiores a unos metros. La altura por encima del suelo de la pica se toma a menudo como base (L_{pica} - profundidad de penetración).



Ejemplo de cartografía de resistividad

		EJE 1	EJE 2	EJE 3
Profundidad auscultada		ρ	ρ	ρ
		ρ	ρ	ρ
		ρ	ρ	ρ
		ρ	ρ	ρ
		ρ	ρ	ρ
		ρ	ρ	ρ
		ρ_{min}	ρ_{min}	ρ_{min}
		ρ_{min}	ρ_{min}	ρ_{min}
		ρ	ρ	ρ
		ρ	ρ	ρ
		ρ	ρ	ρ
		ρ	ρ	ρ

En el ejemplo más arriba, un valor mínimo de resistencia de tierra se podrá realizar con más facilidad cuando la implementación del sistema de tierra se realiza a una profundidad donde la resistividad ρ es mínima en varios ejes de análisis.

La medida de resistencia de una toma de tierra existente

Los distintos métodos:

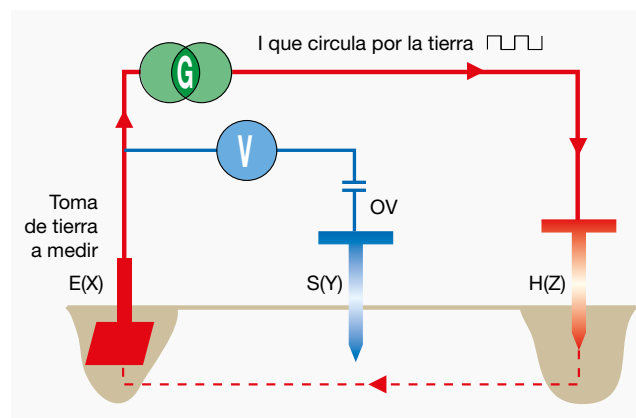
Las medidas de resistividad vistas anteriormente sólo pueden aplicarse en el caso de construir una nueva toma de tierra. Permiten prever el valor de resistencia de tierra y ajustar la construcción según el valor de tierra deseado.

En el caso de tomas de tierra existentes, la operación consiste en comprobar que las medidas acatan correctamente las normas de seguridad en términos de construcción y valor de resistencia.

No obstante, numerosas medidas pueden aplicarse según las características de la instalación tales como la posibilidad de dejar sin tensión la instalación, desconectar la toma de tierra, tener una única toma de tierra a medir o conectada a otras, la precisión de la medida deseada, el lugar de la instalación (medio urbano o no), etc.

Las medidas de tierra en instalaciones que disponen de una única toma de tierra

Es importante recordar que la medida de tierra de referencia es la medida de tierra con 2 picas. Se hace referencia a esta medida en todas las normas de control de una instalación eléctrica que permite realizar una medida precisa y segura de la resistencia de tierra.



El principio de medida consiste en hacer circular con un generador apropiado **G**, una corriente alterna (i) constante a través de la toma auxiliar H llamada "toma de inyección de corriente". Realizándose el retorno por la toma de tierra.

Se mide la tensión **V** entre las tomas E y el punto del terreno donde el potencial es nulo mediante otra toma auxiliar S llamada "toma de potencial 0 V". El cociente entre la tensión así medida y la corriente constante inyectada (i) da la resistencia buscada.

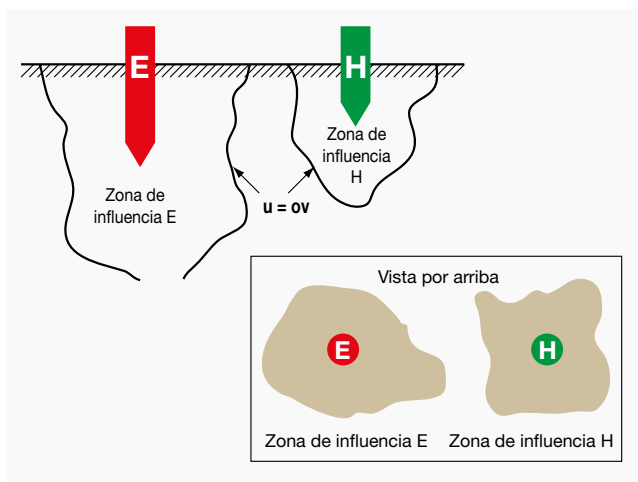
$$R_E = U_{ES} / I_{EH}$$

Observación importante:

El flujo de una corriente de defecto se efectúa primero a través de las resistencias de contacto de la toma de tierra. Cuanto más nos alejamos de la toma de tierra, más tiende al infinito la cantidad de resistencias de contacto en paralelo y constituye una resistencia equivalente casi nula. A partir de este límite, sea cual sea la corriente de defecto, el potencial es nulo. Existe por lo tanto en torno a cada toma de tierra, atravesada por una corriente, una zona de influencia de la cual se ignora la forma y la amplitud.

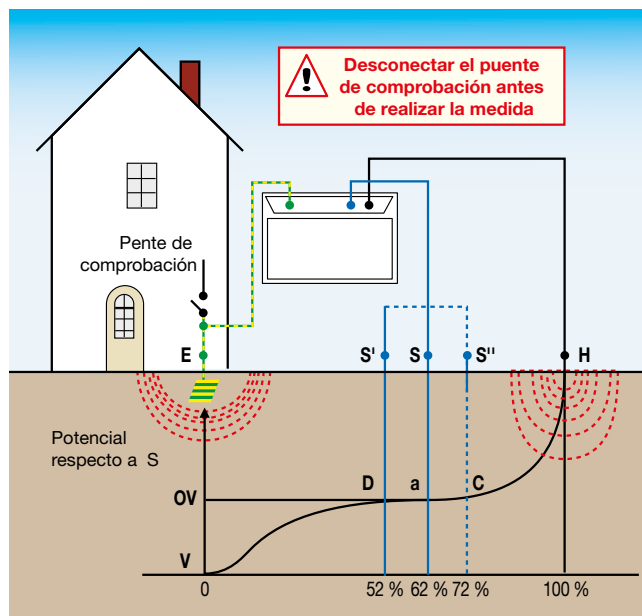
Durante las medidas, se debe procurar clavar la toma auxiliar S llamada "toma de potencial 0 V" al exterior de las zonas de influencia de las tomas auxiliares atravesadas por la corriente (I).

Guía de la medición de tierra



Dada la diferencia de comportamiento de difusión de corriente eléctrica según la resistividad del terreno, difícilmente se puede estar seguro de haber evitado las zonas de influencia. Por lo tanto, la mejor solución para validar la medida consiste en volver a realizar una medida desplazando la pica S y asegurarse de que es del mismo orden de magnitud que la anterior medida.

► Medida de tierra de 3 polos llamada método del 62 %



Este método requiere el uso de dos electrodos (o "picas") auxiliares para permitir la inyección de corriente y la referencia de potencial 0 V. La posición de dos electrodos auxiliares, con respecto a la toma de tierra a medir E(X), es determinante. Para realizar una medida correcta, la "toma auxiliar" de referencia de potencial (S) no tiene que estar clavada en las zonas de influencia de las tierras E y H, creadas por la circulación de la corriente (I).

Estadísticas de campo han demostrado que el método ideal para garantizar la mayor precisión de medida consiste en colocar la pica S a 62 % de E en la recta EH.

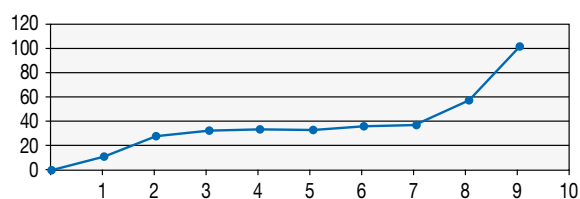
Conviene luego asegurarse de que la medida no varía o poco moviendo la pica S a $\pm 10\%$ (S' y S'') a cada lado de su posición inicial en la recta EH.

Si la medida varía, significa que (S) se encuentra en la zona de influencia. Se debe por lo tanto aumentar las distancias y volver a realizar las medidas.

Ejemplo: Medida a diferentes distancias de R1 a R9 de 10 a 90 % de la distancia SH

Resultados de la prueba

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	
Porcentaje:	0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %
Distancia:	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Valor en Ohmios:	0	11,4	28,2	33,1	33,9	34,2	35,8	37,8	57,4	101,7



► El método de medida en triángulo (dos picas)

Este método requiere el uso de dos electrodos auxiliares (o "picas"). Este método se utiliza cuando el método descrito anteriormente no puede aplicarse (no se puede conseguir una alineación o un obstáculo impide un alejamiento suficiente de H).

Consiste en:

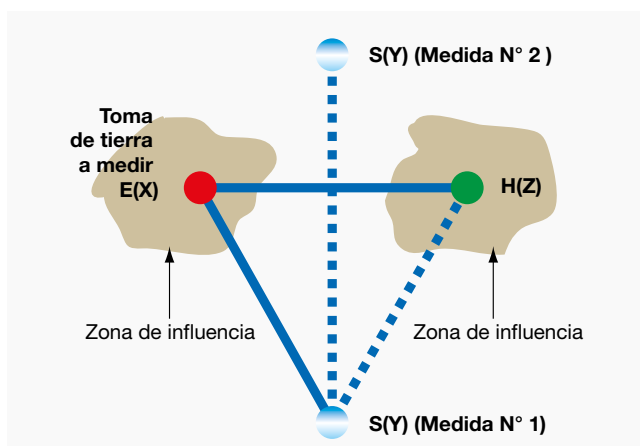
- clavar las picas S y H al igual que la toma de tierra E, formando las picas S y H un triángulo equilátero,
- efectuar una primera medida colocando S por un lado, luego una segunda medida colocando S por el otro lado.

Si los valores obtenidos son muy diferentes, la pica S se encuentra en una zona de influencia. Se debe por lo tanto aumentar las distancias y volver a realizar las medidas.

Si los valores obtenidos son próximos, a unos pocos %, puede considerarse que la medida es correcta.

Sin embargo, este método proporciona resultados inciertos. En efecto, aún cuando los valores obtenidos son próximos, las zonas de influencia pueden confundirse.

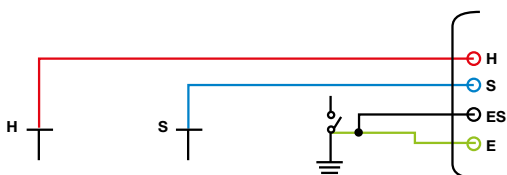
Para asegurarse de ello, vuelva a realizar las medidas aumentando las distancias.



► La medida de tierra por método de 4 polos

La medida de tierra de 4 polos se basa en el mismo principio que la medida de 3 polos, pero con una conexión adicional entre la tierra a medir E y el instrumento de medida. Así, este método permite obtener una mejor resolución (10 veces mejor que la medida 3 P) y librarse de la resistencia de los cables de medida.

Esta función es ideal para las medidas de resistencia de tierra muy débiles y, por consiguiente, conviene especialmente para los transportistas y distribuidores de energía que necesitan medir resistencias de tierra de pocos ohmios.



Observación: Abertura del puente de comprobación

La ventaja de las medidas de tierra de 3 ó 4 polos radica en que se efectúan en una instalación sin tensión y permite así obtener una medida de tierra aunque la casa o el edificio no esté aún conectado a la red de distribución de energía eléctrica o no lo vaya a estar.

Para realizar estos dos tipos de medida, se recomienda abrir el puente de comprobación con el fin de aislar la toma de tierra a medir y asegurarse así que la resistencia de tierra medida sea la de la toma de tierra. En efecto, puede existir una conexión desde la instalación de puesta a tierra hasta una toma de tierra de hecho debida a, por ejemplo, conductos metálicos de una red de distribución de agua o gas. Una medida de tierra con el puente de comprobación cerrado será entonces falseada por la presencia de esta toma de tierra de hecho que si se quita podría generar un valor de resistencia de tierra demasiado elevado (por ejemplo, sustitución de un conducto metálico por un conducto aislante).

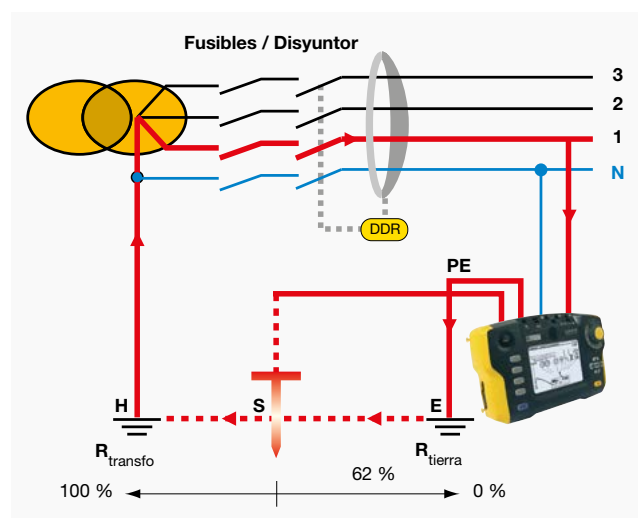
Por consiguiente, al menos de estar seguro de la ausencia de toma de hecho, es necesario abrir el puente de comprobación para realizar una medida de tierra.

Para identificar la presencia eventual de tomas de tierra de hecho, puede resultar útil medir las tomas de tierra con el puente de comprobación abierto y cerrado para saber si el valor con el puente de comprobación cerrado es el resultado de la toma de tierra especialmente establecida o de tomas de tierra de hecho.

► El método variante del 62% (una pica)

(únicamente en esquema TT o IT impedante)

Este método no requiere que se desconecte el puente de comprobación, sólo necesita el uso de una sola pica auxiliar (S). La pica H consta aquí de la puesta a tierra del transformador de distribución y la pica E del conductor PE accesible en el conductor de protección (o el puente de comprobación).



El principio de medida es idéntico al del método del 62 %:

La pica S será posicionada de tal manera que la distancia S-E sea igual al 62 % de la distancia global (distancia entre E y H). S se situará por lo tanto normalmente en la zona neutra llamada "Tierra de referencia 0 V".

La tensión medida dividida por la corriente inyectada da la resistencia de tierra.

Las diferencias con el método del 62 % son las siguientes:

- La alimentación de la medida se hace a partir de la red y ya no a partir de pilas o baterías.
- Una única pica auxiliar es necesaria (pica S), lo que hace que la preparación de la medida sea más rápida.
- No hace falta desconectar el puente de comprobación del edificio. Es un ahorro de tiempo, lo que garantiza el mantenimiento de la seguridad de la instalación durante la medida.

► Medida de bucle Fase-PE

(únicamente en esquema TT)

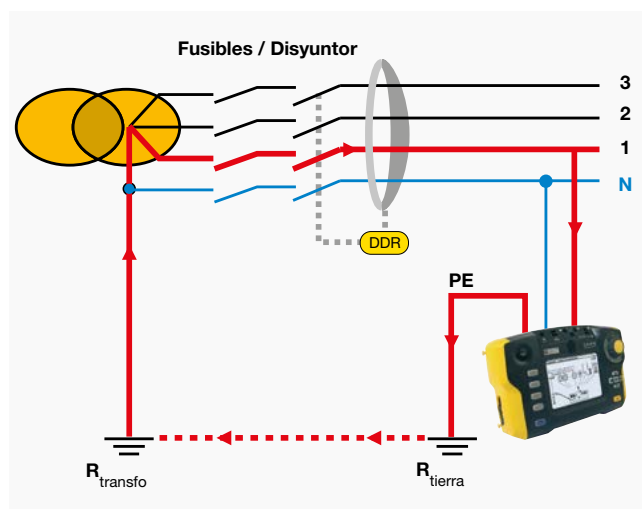
La medida de resistencia de tierra en una ciudad resulta a menudo difícil con los métodos que utilizan picas, ya que no se puede clavar picas por falta de espacio o a causa de suelos de hormigón. De hecho, las normas de verificaciones de instalaciones eléctricas autorizan aplicar el método de impedancia de bucle si la medida de tierra con picas no puede realizarse.

Véase IEC 60364-6: "NOTA: Si la medida de RA no es posible, se admite reemplazar esta medida por la del bucle de defecto."

La medida de bucle permite entonces una medida de tierra en medio urbano sin clavar picas y conectándose simplemente a la red de alimentación (toma de red eléctrica).

La resistencia de bucle así medida incluye además de la tierra a medir, la tierra y la resistencia interna del transformador así como la resistencia de los cables.

Al ser todas estas resistencias muy débiles, el valor medido es un valor de resistencia de tierra por exceso.



Por lo tanto, el valor real de la tierra es inferior:

$$R_{\text{medido}} > R_{\text{tierra}}$$

Observación: En esquema TN o IT (impedante), la medida de la impedancia de bucle permitirá calcular la corriente de cortocircuito y por lo tanto dimensionar correctamente los dispositivos de protección.

Las medidas de tierra en redes que poseen múltiples puestas a tierra en paralelo

Ciertas instalaciones eléctricas disponen de múltiples puestas a tierra en paralelo, especialmente en algunos países donde la tierra está "distribuida" en casa de cada usuario por el distribuidor de energía. Además, en los establecimientos equipados con materiales electrónicos sensibles, una red de conductores de tierra conectados a tierras múltiples permite obtener un plano de distribución sin defecto de equipotencialidad. Para este tipo de red, se puede optimizar la seguridad y rapidez de los controles gracias a las medidas de tierra selectiva.

Todas las medidas de tierra anteriormente descritas permiten realizar la medida en una única toma de tierra. Por consiguiente, si la toma de tierra consta de varias tierras paralelas, no se podrá aislar y medir cada tierra. Sólo se medirá la resistencia equivalente a la puesta en paralelo de todas las tierras. La única solución sería desconectar cada puesta a tierra para aislar la tierra a medir, pero este proceso resulta ser largo y pesado.

Para hacer frente a este tipo de instalaciones utilizadas con frecuencia en la industria, se realizan medidas de tierra con pinza(s) amperimétrica(s) llamadas "medidas de tierra selectiva". Se distinguen 2 tipos de medida que son: las medidas selectivas con picas y sin picas.

Todas las medidas de tierra selectiva aportan:

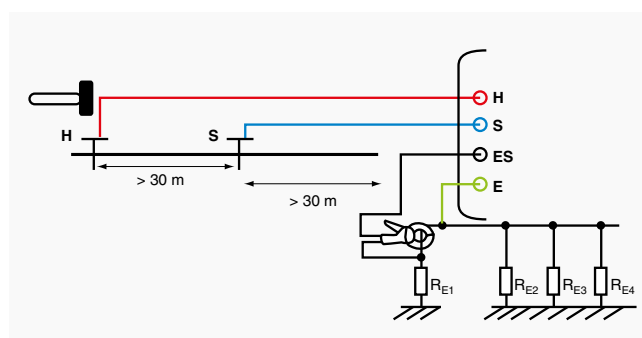
- Un ahorro de tiempo considerable, dado que ya no se necesita desconectar la resistencia de tierra a medir del resto de la red de tierras. En efecto, el uso de la pinza permite medir la corriente que atraviesa la toma de tierra medida y así librarse de la influencia de las tomas de tierra en paralelo.
- Una garantía para la seguridad de los bienes y personas en contacto con la instalación eléctrica, ya que la tierra no está desconectada.

► Medida de tierra de 4 polos selectiva

Durante el uso de un método de medida clásico de 3 ó 4 polos en un sistema de puesta a tierra en paralelo, la corriente de medida inyectada en el sistema está distribuida entre las diferentes tierras. No se puede por lo tanto conocer la cantidad de corriente en una toma de tierra dada, ni su resistencia. La medida efectuada en tal caso es la de la corriente total que circula en la puesta a tierra, dando la resistencia global de tierra equivalente a la puesta en paralelo de las resistencias de cada puesta a tierra.

Para lograr eliminar la influencia de las tomas de tierra paralelas, existe una medida de tierra de 4 polos selectiva, variante de la medida de 4 polos. Se basa en el mismo principio al cual se añade una pinza amperimétrica que permite medir exactamente la corriente que circula en la tierra a medir y así determinar su valor exacto.

Gracias al uso de picas auxiliares, y más especialmente de la referencia 0 V con la pica S, esta medida permite obtener un valor preciso de la resistencia de tierra.



► Medida de bucle de tierra con 2 pinzas y medida con pinza de tierra

la medida sin desconectar el puente de comprobación y sin pica de tierra

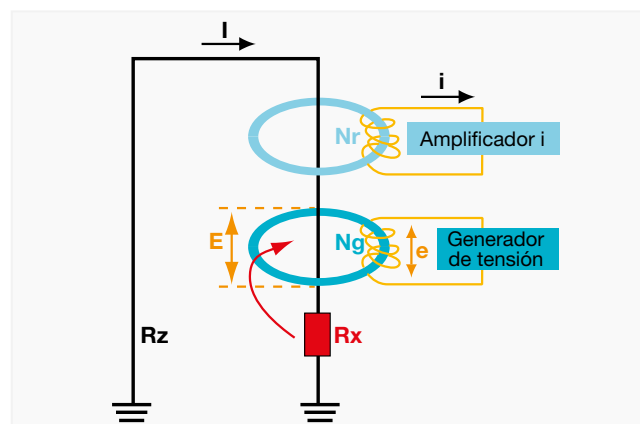
Estas medidas realmente han revolucionado las mediciones de tierra tradicionales como la medida de 4 polos selectiva. Estos 2 métodos de ejecución muy sencillos no requieren la desconexión de las tomas de tierra paralelas, pero aportan también un ahorro de tiempo adicional ya que no se tiene que buscar los lugares más indicados para posicionar las picas auxiliares. Efectivamente este proceso puede resultar largo y pesado en terrenos resistentes.

Medida con Pinza de tierra

La pinza de tierra tiene la ventaja de poder utilizarse de modo sencillo y rápido, ya que con sólo abrazar el cable conectado a la tierra se conoce el valor de la tierra así como el valor de las corrientes que circulan por él.

Una pinza de tierra consta de dos devanados, un devanado "generador" y un devanado "receptor".

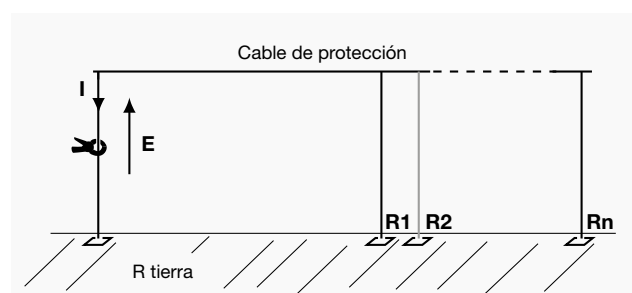
- El devanado "generador" de la pinza induce una tensión alterna a nivel constante E entorno al conductor abrazado; una corriente $I = E / R_{\text{bucle}}$ circula entonces a través del bucle resistivo.
- El devanado "receptor" mide esta corriente.
- Conociendo E e I, se deduce la resistencia de bucle.



Para identificar correctamente la corriente de medida y evitar las corrientes parásitas, la pinza de tierra utiliza una frecuencia de medida particular.

Consideremos el caso de una red de tierras en paralelo en la que se quiere medir la resistencia de tierra Rx en paralelo con n tomas de tierra.

Esta red puede representarse por el esquema simplificado a continuación:



Si se aplica la tensión E en cualquier punto de la puesta a tierra de Rx, una corriente I circula en el bucle según la siguiente ecuación:

$$R_{\text{bucle}} = E / I = R_x + R_{\text{tierra}} + (R_1 // R_2 // R_3 \dots // R_n) + R_{\text{cable}}$$

Donde:

R_x (valor buscado)

R_{tierra} (valor normalmente muy débil inferior a 1 Ω)

$R_1 // R_2 \dots // R_n$ (valor insignificante: caso de tierras múltiples en paralelo)

$R_{\text{cable de protección}}$ (valor normalmente muy débil inferior a 1 Ω)

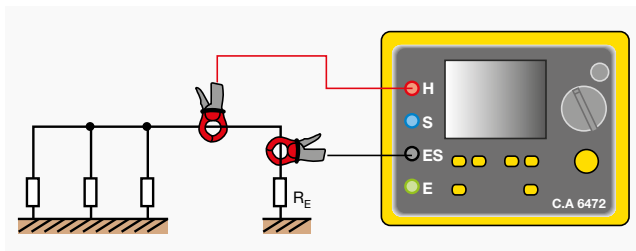
Considerando que "n" resistencias en paralelo equivalen a una resistencia R_{aux} de valor insignificante, obtenemos como aproximación:

R_{bucle} medido equivale a la resistencia de tierra Rx a medir.

Guía de la medición de tierra

Medida de bucle de tierra con 2 pinzas

Este método se basa en el mismo principio que el de la pinza de tierra. En efecto, el método consiste en colocar 2 pinzas alrededor del conductor de tierra probado y de conectar ambas al instrumento. Una pinza inyecta una señal conocida (32 V / 1.367 Hz) mientras que la otra pinza mide la corriente que circula en el bucle.



En vez de disponer de una única pinza que incluye el circuito generador y el circuito receptor, se utilizan dos pinzas sirviendo una de generador y la otra de receptor. El interés de disponer de una pinza por función radica en realizar medidas en conductores donde la pinza de tierra no es a veces apropiada a causa de su diámetro para abrazar o de su espesor.

Los medidores C.A 6471 y C.A 6472, que incorporan la función 2 pinzas, pueden utilizarse con pinzas de tipo C o MN que permiten cubrir un gran número de secciones de conductores y aplicaciones.

Atención: las medidas de bucle de tierra conllevan varias “trampas” y se deben verificar varios puntos

1 - Número de tomas de tierra en paralelo

La aproximación (esquema de la izquierda) muestra que este método sólo puede aplicarse si existe un camino de baja impedancia paralelo hacia la toma probada. Por lo tanto, se aconseja evaluar la resistencia equivalente de las n tomas en paralelo y asegurarse de que su valor es efectivamente insignificante frente a R_E .

Ejemplo 1:

Cojamos una toma de tierra $R1$ de 20 Ω en paralelo con 100 tomas de tierra de valor 20 Ω .

La resistencia medida será de:

$$R_{\text{bucle}} = 20 + 1 / 100 * (1/20) = 20 + 1/5 = 20,2 \Omega$$

Obtenemos como resultado un valor muy próximo al valor real de $R1$.

Ejemplo 2:

Cojamos una toma de tierra compuesta únicamente de 2 tierras en paralelo donde $R1 = R2 = 20 \Omega$

La resistencia medida será de:

$$R_{\text{bucle}} = R1 + R2 = 40 \Omega$$

El valor medido se aleja entonces bastante del valor real de $R1$, que es de 20 Ω . Sin embargo, si el objetivo no radica en medir exactamente el valor de $R1$, sino asegurarse de que no supera un cierto umbral (100 Ω por ejemplo), esta medida también puede utilizarse en este caso.

2 - Identificación del circuito medido

Para aplicar la medida por bucle de tierra, es importante conocer las características de la instalación eléctrica. En efecto:

- en el caso en que no exista camino de baja impedancia paralelo a la toma probada, como por ejemplo en el caso de una instalación con una toma de tierra única, la medida de tierra por bucle no es posible ya que la corriente no tiene camino para realimentar.
- en el caso en que los valores medidos sean extremadamente bajos, hay que comprobar que la pinza no se ha posicionado en una conexión equipotencial. Si tal fuera el caso, la medida realizada no correspondería a la medida de resistencia de tierra sino a la resistencia de esta conexión. Sin embargo, esta medida puede servir para comprobar la continuidad del bucle.

3 - Frecuencia de medida e impedancia

Es importante tener en cuenta que para las medidas mencionadas hasta ahora, hemos hablado de “resistencia de bucle”. Dado el principio de la pinza de medida y de la señal de medida general (2.083 Hz para los C.A 6416 y C.A 6417), sería más correcto hablar de medida “de impedancia de bucle”.

De hecho, en la práctica, los valores reactivos en serie en el bucle (inducido de línea) pueden no tenerse en cuenta con respecto a la resistencia del bucle y el valor de impedancia de bucle Z es por lo tanto equivalente al valor de resistencia de bucle R .

Sin embargo, en redes de grandes longitudes (ejemplo: líneas de ferrocarril), la parte inductiva puede volverse significativa. En este caso, la medida realizada que es una medida de impedancia de bucle es una medida de resistencia de bucle por exceso.

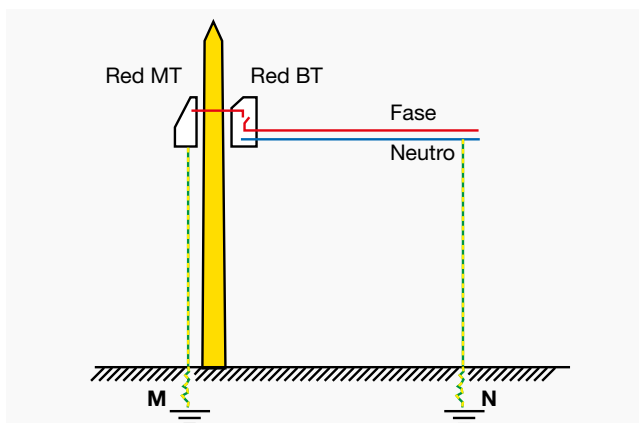
Para paliar esta influencia de la parte inductiva, los nuevos controladores de tierra Chauvin Arnoux que incluyen la medida con 2 pinzas (modelos C.A 6471 y C.A 6472) están equipados con una frecuencia de medida de 128 Hz que permite limitar la influencia de la parte inductiva de la línea. Asimismo, permiten acercarse al máximo de la frecuencia de la red y por lo tanto a las condiciones normales de uso de la instalación.

La medida de acoplamiento

En Francia, EDF utiliza mucho la medida de acoplamiento para controlar el acoplamiento entre las redes de media y baja tensión.

Consiste en estimar la influencia recíproca de 2 puestas a tierra que normalmente no tienen ninguna conexión física entre ellas.

Un fuerte acoplamiento entre dos tierras puede generar consecuencias nefastas para la seguridad de las personas y/o del material. El flujo de una corriente de defecto por la masa M de la red de media tensión (MT) puede generar una elevación del potencial del terreno y, por lo tanto, de la tierra del neutro de la red de baja tensión (BT). Asimismo, puede poner en peligro la vida de las personas y los materiales que utilizan la red BT.



Al caer un rayo en el transformador MT/BT, la elevación de potencial instantáneo puede ser de varios kV. El método a utilizar es el de la medida en línea llamada del "62 %".

La disposición de las picas auxiliares H (corriente inversa) y S (referencia de potencial) debe elegirse de modo a asegurar:

- un desacoplamiento suficiente con la toma de tierra a medir, con la condición de respetar las distancias indicadas en el esquema siguiente.
- la validez de la referencia de potencial del terreno.

La medida de acoplamiento se efectúa de la siguiente manera:

1 Desconecte el Neutro de la red BT (abra A)*

- Conecte E y ES a N (Tierra del Neutro BT) con dos cables de 50 m
- Conecte S a la 1ª pica con un cable de 50 m
- Conecte H a la 2ª pica con un cable de 100 m
- Realice la medida de resistencia de la toma de tierra del neutro: R_{neutro}

**La abertura del punto A es necesaria para permitir la medida de acoplamiento de la 1ª toma de tierra del neutro.*

En la práctica, se elude a veces abrir el punto A. La medida de acoplamiento es entonces la medida de acoplamiento de la tierra del neutro global.

2 Ídem pero con E y ES conectados a M (tierra de las masas de la red MT) (el neutro de BT siempre está desconectado)

- Realice la medida de resistencia de la toma de tierra de las masas: R_{masas}

3 Conecte E y ES a M (Tierra de las masas MT) con dos cables de 50 m

- Conecte S y H a N (Tierra del Neutro BT) con dos cables de 50 m
- Realice la medida de $R_{\text{masas/neutro}}$

4 Calcule el acoplamiento:

$$R_{\text{acoplamiento}} = [R_{\text{masas}} + R_{\text{neutro}} - R_{\text{masas/neutro}}] / 2$$

5 Calcule el coeficiente de acoplamiento:

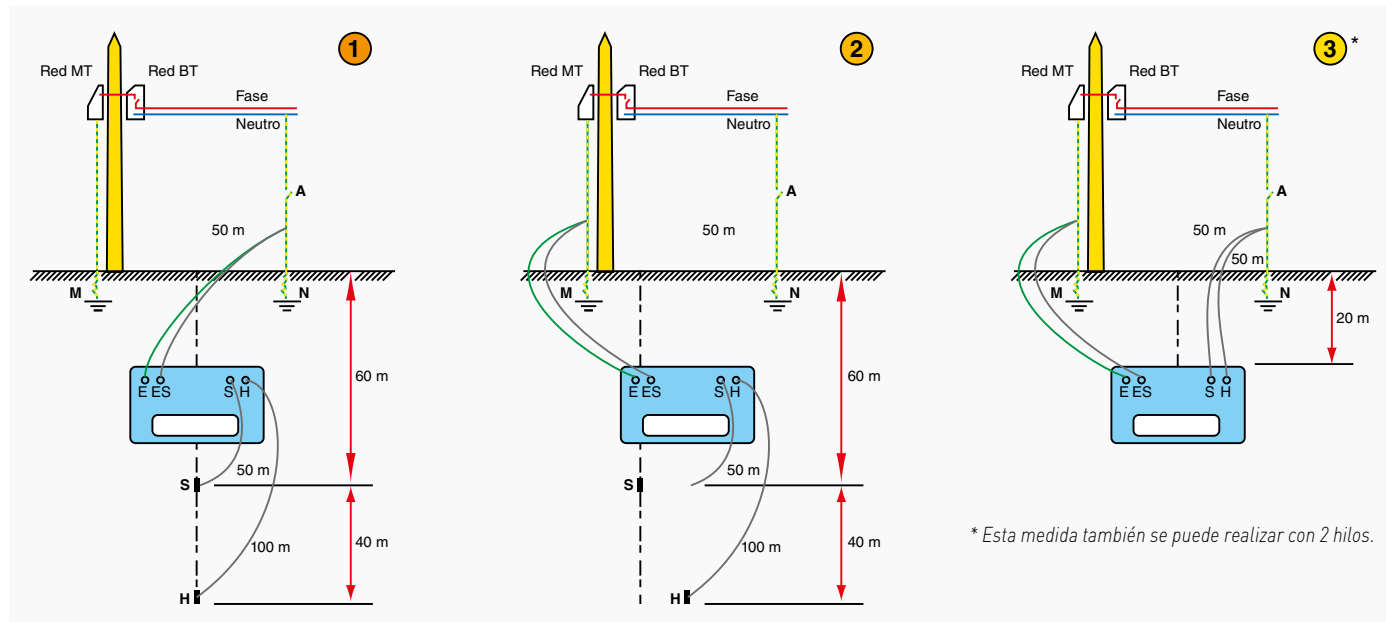
$$k = R_{\text{acoplamiento}} / R_{\text{masas}}$$

Este coeficiente debe ser < 0,15 (directiva EDF)

Importante: No olvide volver a conectar A

Guía de la medición de tierra

3 pasos para la medida de acoplamiento de Tierra del Neutro / Tierra de las Masas:



La medida de tierra en alta frecuencia

Todas las medidas de tierra mencionadas anteriormente se realizan en baja frecuencia, es decir una frecuencia que se acerca a la frecuencia de la red para estar en condiciones de medida lo más cerca posible de la realidad.

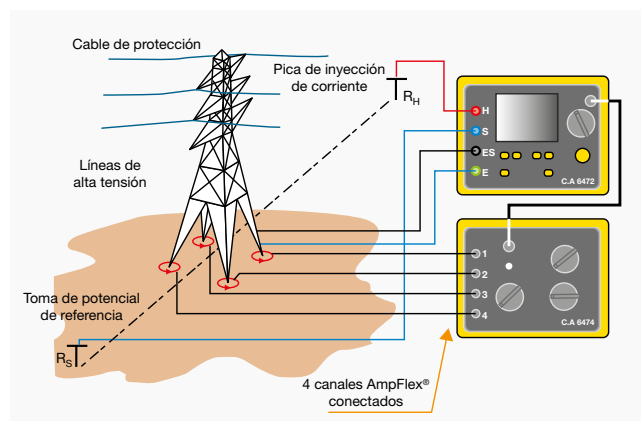
Sin embargo, unas redes de tierra complejas con varias tierras en paralelo también pueden tener una parte inductiva o capacitiva no insignificante debida a los cables que conectan a las diferentes tierras entre ellas. Además, en ciertas antiguas instalaciones, ocurre a veces que se cree haber aislado la tierra a medir al abrir el puente de comprobación pero que el mismo esté conectado a otras tierras sin que se vea. Aunque el valor inductivo de estas tierras sea bajo en baja frecuencia, puede volverse muy importante en alta frecuencia (rayo por ejemplo). Por consiguiente, aunque el sistema de puesta a tierra sea eficiente en baja frecuencia gracias a una resistencia débil, puede ocurrir que el valor de impedancia en alta frecuencia ya no permita un correcto flujo de las corrientes de defecto. El rayo podría entonces fluir a través de un canal inesperado en vez del de la tierra.

Una medida de tierra con un análisis en frecuencia permite así asegurarse del correcto comportamiento de la puesta a tierra en caso de rayo.

Medida de tierra de apoyos conectados por cable de protección (cable de guarda)

Las líneas de alta tensión están a menudo dotadas de un cable de protección (también denominado cable de guarda) que permite que fluyan las corrientes originadas por el rayo hacia la tierra a través de los apoyos. Al estar todas las torres conectadas entre ellas por este conductor, todas las resistencias de tierra de los apoyos están en paralelo y la problemática es idéntica a la mencionada más arriba para las redes de tierra múltiples en paralelo. En efecto, el uso de métodos tradicionales sólo permite medir la tierra global de la línea de alta tensión, es decir la puesta en paralelo de todas las tierras.

Cuando el número de torres es importante, este valor global medido puede ser muy débil mientras que la puesta a tierra de una de ellas es demasiado alta. No se puede por lo tanto realizar la medida de la resistencia de un apoyo con métodos tradicionales, al menos que se aisle la tierra a medir desconectando el cable de protección, lo que resulta peligroso y pesado.



► Principio de medida

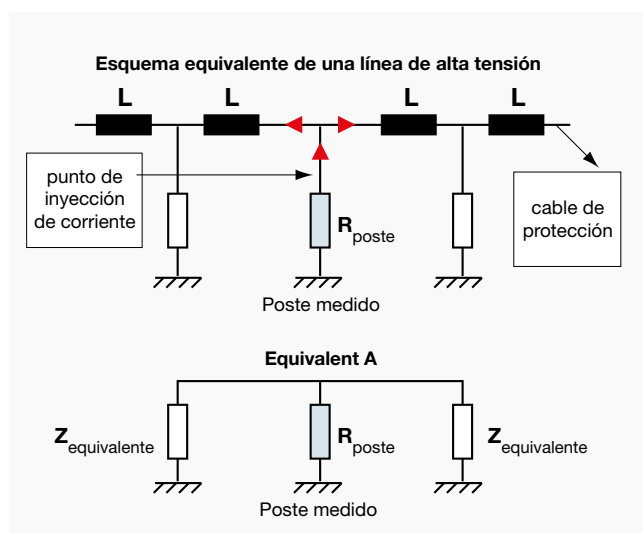
El C.A 6472, asociado al C.A 6474, unidad de tratamiento vectorial, ofrece la posibilidad de medir la resistencia de tierra de un apoyo (aunque el mismo pertenezca a una red de tierra en paralelo) realizando una medida selectiva del apoyo considerado.

El concepto C.A 6472 + C.A 6474 aúna dos principios de medida:

1. El uso de 4 sensores flexibles de corriente (AmpFlex®) colocados alrededor de los pies de la torre, permite medir exactamente la corriente que circula por la tierra de la torre considerada; esta medida selectiva está basada en el mismo principio que una medida selectiva con pinza amperimétrica donde la pinza es sustituida por un AmpFlex®.

2. Una medida en alta frecuencia hasta 5 kHz permite:

- obtener un valor de Z equivalente (véase esquema) mucho más grande que el valor de resistencia de tierra a medir. Así, la corriente desviada por el cable de protección hacia los demás apoyos se vuelve insignificante y el valor de la corriente que circula por la tierra se vuelve más importante. Esto permite aumentar de forma considerable la precisión de medida.
- realizar un barrido en frecuencia de 41 Hz a 5 kHz para analizar el comportamiento de la puesta a tierra en función de la frecuencia y prever su comportamiento en caso de que caiga un rayo.



► Métodos de medida

El C.A 6474 permite realizar las medidas de tierra de torres según los 2 métodos indicados a continuación:

1. Método activo es decir con inyección de una corriente de medida por el C.A 6472 (como las medidas de tierra tradicionales de 3 ó 4 polos).

2. Método pasivo utilizando las corrientes residuales que circulan por la línea de alta tensión. El uso del método pasivo permite comprobar la coherencia de medidas obtenidas con el método activo y garantiza la obtención de resultados de medida sean cual sean las condiciones. En efecto, un terreno de gran resistividad puede impedir la circulación de una corriente de medida bastante importante y, por consiguiente, la aplicación del método activo.

► Otras medidas

El C.A 6472 + C.A 6474 es una auténtica herramienta de diagnóstico de la línea de alta tensión. En efecto, además de la medida exacta y selectiva de la impedancia de tierra del apoyo considerado, el C.A 6472 + C.A 6474 también permite obtener:

- **La medida de la impedancia de la totalidad de la línea en función de la frecuencia** y así prever el comportamiento de la línea en caso de defecto. Efectivamente, en caso de que caiga un rayo, la impedancia de la línea debe ser lo bastante débil para que las corrientes de defecto puedan circular por el cable de protección y ser desviadas luego hacia la tierra a través de las torres.
- **la calidad de conexión del cable de protección:** al ser las corrientes de defecto desviadas por el cable de protección y luego por las torres, es imprescindible que la conexión entre los dos elementos sea correcta. Midiendo la corriente desviada por la parte alta del apoyo, se realiza una medida de resistencia de contacto entre el cable de protección y el apoyo, permitiendo identificar una posible conexión errónea.
- **la resistencia de tierra de cada pie de la torre considerada:** esta medida permite identificar una posible conexión errónea de uno o varios pies a la puesta a tierra.

Parámetros de influencia de la medida de tierra

Una medida de tierra con dos parámetros mayores de influencia:

- la resistencia de las picas auxiliares H y S;
- las tensiones parásitas

➤ Resistencia de las picas auxiliares H y S

Un valor de resistencia de picas alto influye sobre la precisión de la medida. En efecto, si las picas auxiliares H y S tienen una resistencia muy alta debido a un terreno muy resistivo (terreno rocoso por ejemplo), la corriente de medida se vuelve extremadamente débil y puede en ciertos casos no ser suficiente para realizar la medida de tierra.

Los medidores de tierra Chauvin Arnoux® de la gama C.A 647X permiten medir el valor de las picas auxiliares y por lo tanto saber la que tiene un valor demasiado alto. Esta medida permite ahorrar tiempo valioso in situ, ya que se identifica la pica auxiliar defectuosa y evita ir y venir de una pica a otra.

Se puede subsanar este problema de resistencia de pica demasiado alta añadiendo picas en paralelo, clavando más profundamente las picas, y/o humedeciendo el terreno. Además, todos los medidores de tierra no aceptan el mismo valor máximo de resistencia de picas auxiliares, de ahí la diferencia entre un medidor de tierra básico o más experto.

➤ Tensiones parásitas presentes en la instalación probada

Las medidas de tierra pueden verse alteradas por la presencia de tensiones parásitas, por lo que es obligatorio utilizar un ohmímetro de tierra para realizar las medidas de tierra. Este instrumento está especialmente diseñado para que no lo perturben las corrientes parásitas.

Sin embargo, puede que la frecuencia de 128 Hz habitualmente utilizada y el nivel de tensión parásita ya no permita realizar la medida.

Poder detectar y medir estas tensiones permite así conocer el grado de influencia de las mismas sobre el resultado de la medida y comprender por qué, llegado el caso, no se puede realizar una medida. Ciertos medidores avisan al usuario mediante un símbolo que parpadea en caso de importantes tensiones parásitas y poseen un sistema de elección automática de la frecuencia de prueba que tenga un ruido mínimo.

Las funciones de medida de las resistencias de las picas auxiliares y de las tensiones parásitas aportan así una mejor interpretación de la medida y un ahorro de tiempo in situ.

Estas herramientas permiten entender los funcionamiento incorrectos y subsanarlos. En efecto, si el valor medido obtenido es muy superior al valor esperado, puede significar que la tierra es realmente mala o que parámetros externos han falseado la medida.

Es importante pues elegir el medidor de tierra en función de las siguientes condiciones de medida que se piensan encontrar:

- Presencia o no de tensiones parásitas altas
- Resistividad de los terrenos alta

Precauciones particulares para realizar una medida de tierra

1. Se aconseja, para evitar las zonas de influencia, tomar las distancias más grandes posibles entre las picas H, S y la tierra a medir E.
2. Se aconseja, para evitar interferencias electromagnéticas, desenrollar toda la longitud del cable del enrollacables, colocar los cables en el suelo, sin hacer bucles, tan lejos como sea posible unos de otros y procurar que no estén directa o paralelamente cerca de conductos metálicos (cables, raíles, valla, etc).
3. Se aconseja, para obtener una precisión de medida correcta, tener bajas resistencias de picas auxiliares y remediarlo añadiendo picas en paralelo, clavando a más profundidad las picas y/o humedeciendo el terreno.
4. Se aconseja, para asegurarse de la validez de la medida realizada, efectuar otra medida desplazando la pica S de referencia 0 V.

Resumen de los distintos métodos de medida de tierra

	Edificio en el campo con posibilidades de clavar picas	Edificio en medio urbano sin posibilidades de clavar picas
Toma de tierra simple		
Método de 3 polos llamado del 62 %	●	
Método en triángulo (dos picas)	●	
Método de 4 polos	●	
Método variante del 62 % (una pica)	●	
Medida de bucle Fase-PE	●	● únicamente en esquema TT
Red de tierras múltiples en paralelo		
Método de 4 polos selectivo	●	
Pinza de tierra	●	●
Medida de bucle de tierra con 2 pinzas	●	●

Observación:

En el caso de una red de tierras múltiples en paralelo, los métodos tradicionales aplicados a las tomas de tierra simple pueden emplearse:

1. si solamente se quiere obtener el valor de toma de tierra global.
2. si la toma de tierra medida puede desconectarse de la red de tierras.

Preguntas frecuentes

¿Pueden utilizarse las canalizaciones de agua o gas para realizar la toma de tierra?

Está terminantemente prohibido utilizar las canalizaciones metálicas enterradas a modo de tomas de tierra. Asimismo, está prohibido utilizar las columnas montantes metálicas para el agua a modo de conductor principal de protección (columna de tierra), ya que la continuidad eléctrica de tales canalizaciones no está siempre garantizada (por ejemplo, en caso de intervención en la instalación).

Estoy en una nave, realizando una medida de bucle fase-tierra y una medida con picas en 3 polos.

El valor medido en 3 polos es mucho más alto.

¿Cómo es que los 2 métodos no dan el mismo resultado?

Como indicado en la página 7, puede ocurrir que la puesta a tierra conste de la toma de tierra pero también de tomas de tierra de hecho tales como la red de distribución de agua o gas en conductos metálicos.

Una medida de tierra de 3 polos con abertura del puente de comprobación permite por lo tanto medir realmente la resistencia de la toma de tierra, mientras que una medida de bucle también tomará en cuenta la puesta a tierra a través de las tomas de tierra de hecho.

Realicé una medida de tierra hace unos meses y el resultado de medida actual no corresponde al obtenido anteriormente.

¿Cómo puede ser?

Como indicado en la página 3, el valor de resistencia de tierra es sensible a la temperatura y a la humedad. Es por lo tanto normal que medidas realizadas en condiciones meteorológicas distintas sean notablemente diferentes.

DataView®

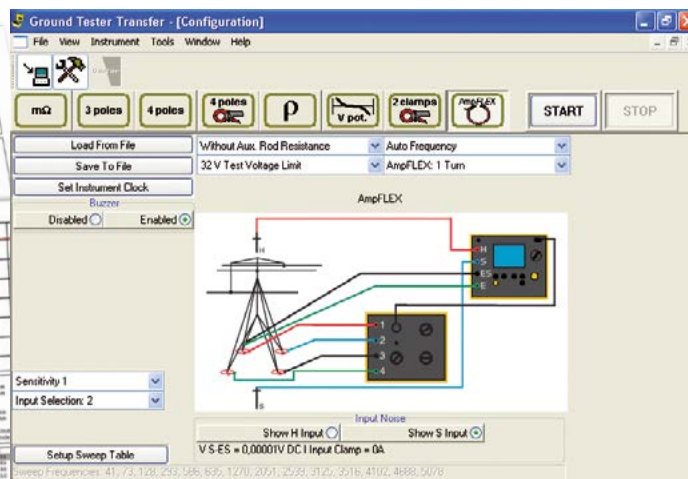
(para C.A 6470N **TERCA 3** /C.A 6471 /C.A 6472 + C.A 6474)

La herramienta imprescindible para configurar, iniciar las medidas a distancia, visualizar los datos en tiempo real, recuperar los datos guardados y crear informes de medida estándar o personalizados

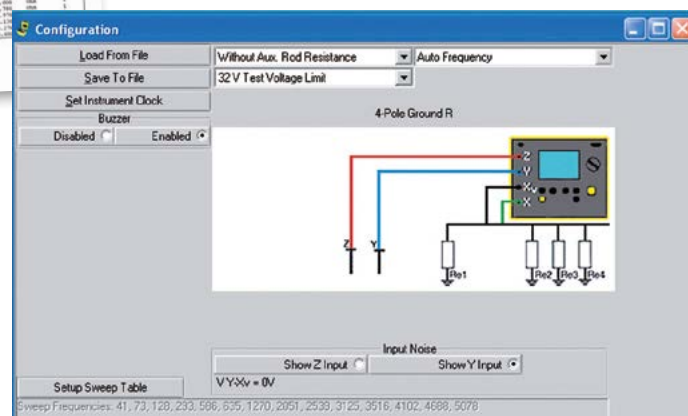
(El software DataView® se puede configurar en 5 idiomas, francés, inglés, alemán, español e italiano)

- Configuración de los parámetros de medida de todas las funciones
- Inicio de las pruebas a distancia con una única pulsación y visualización de datos en tiempo real
- Recuperación de los datos guardados en los instrumentos
- Posibilidad de añadir directamente comentarios del usuario en el informe de medida
- Posibilidad de crear modelos de informes personalizados
- Visualización de las curvas de resultados como para la medida de impedancia en función de la frecuencia, la visualización de la tensión de paso teórico en función de la distancia, etc.
- Impresión de informes de medida estándar o personalizados

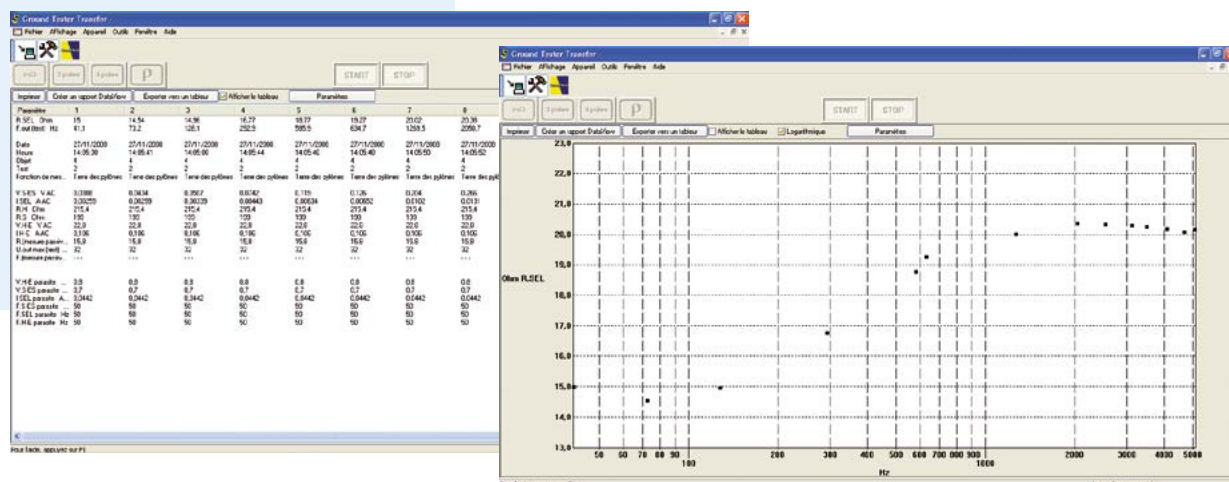
Informe automático



Configuración del método de medida seleccionado y visualización gráfica del esquema de medida.



Inicio de prueba y resultados en forma de gráfico o números.



Inicio del test y resultados en forma gráfica o numérica.

Guía de selección



	C.A 6421	C.A 6423	C.A 6460	C.A 6462	C.A 6470N TERCA 3	C.A 6471	C.A 6472	C.A 6416	C.A 6417
Tierra									
Método 3P	●	●	●	●	●	●	●		
Método 4P			●	●	●	●	●		
Acoplo en automático					●	●	●		
Tierra selectiva									
Método 4P + pinza						●	●		
Método 2 pinzas						●	●		
Pinza de tierra								●	●
Medida de tierra de torres									
Con C.A 6474							●		
Resistividad									
Manual			●	●					
Automático					●	●	●		
Medida de potencial									
							●		
Continuidad									
					●	●	●		
Frecuencia de medida									
Monofrecuencia: 128 Hz	●	●	●	●					
Monofrecuencia: 2083 Hz								●	●
De 41 a 513 Hz					●	●			
De 41 a 5078 Hz							●		
Medidas y display Rs, Rh									
					●	●	●		
Medida y display U parásita									
					●	●	●		
Display									
Analógico	●								
LCD		●	●	●					
LCD triple visualización					●	●	●		
OLED								●	●
Alimentación									
Pilas	●	●	●					●	●
Baterías				●	●	●	●		
Página N°	20	20	22	22	24	26	28	34	34

Medidores de resistencia de tierra

► C.A 6421 y C.A 6423

Autónomos y herméticos, los medidores de resistencia de tierra C.A 6421 y C.A 6423 son instrumentos ligeros y muy fáciles de usar. Han sido diseñados para un uso in situ o en condiciones difíciles. Aseguran una de tierra precisa y rápida en las mejores condiciones de comodidad y seguridad según el método tradicional de picas.

Después de instalar y conectar las picas, una simple presión en el pulsador permite leer rápido la medida de resistencia cuya fiabilidad es controlada mediante indicadores luminosos.



C.A 6421

Ergonomía

- Carcasa robusta y hermética para un uso in situ
- Gran confort de lectura del display analógico o digital
- Facilidad de uso del instrumento, sólo tiene que realizar las conexiones, iniciar la medida y leer el resultado.
- Conexión sin error gracias a los códigos de color entre los terminales y los cables

Medidas

- Medida de resistencia por método de 2 ó 3 polos
- Diseñado para rechazar los altos niveles de ruido e interferencias
- Lectura directa del resultado entre 0,5 W y 2.000 W (1.000 W para el C.A 6421)
- Rango automático (para el C.A 6423)
- Indicadores luminosos de control de los defectos o perturbaciones de medida

Autonomía

- Funcionamiento con pilas
- Hasta 1.800 medidas de 15 segundos



C.A 6423

	C.A 6421	C.A 6423
Funciones		
Medida	Tierra	Tierra
Tipo	2P y 3P	2P y 3P
Resistividad	No	No
Rango de medida	0,5 Ω a 1000 Ω	0,01 Ω a 2000 Ω (en 3 escalas automáticas)
Resolución	-	10 m Ω / 100 m Ω / 1 Ω (según escala)
Precisión	$\pm$ (5 % + 0,1 % a fondo escala)	$\pm$ (2 % + 1 cuenta)
Tensión en vacío	$\leq$ 24 V	$\leq$ 48 V
Frecuencia	128 Hz	128 Hz
Alarmas	3 indicadores de presencia de fallos	3 indicadores de presencia de fallos
Otras		
Alimentación	8 pilas 1,5 V	8 pilas 1,5 V
Display	Analógico	LCD digital 2000 cuentas
Seguridad eléctrica	IEC 61010 y IEC 61557	IEC 61010 y IEC 61557
Dimensiones	238 x 136 x 150 mm	238 x 136 x 150 mm
Peso	1,3 kg	1,3 kg



Referencia para pedidos

► C.A 6421 P01123011

Suministrado con 1 correa de transporte, 8 pilas LR6 1,5 V,
1 manual de instrucciones en 5 idiomas.

► C.A 6423 P01127013

Suministrado con 1 correa de transporte, 8 pilas LR6 1,5 V,
1 manual de instrucciones en 5 idiomas.

Accesorios / Recambios

Correa de transporte P01298005

Fusible HPC 0,1 A - 250 V (juego de 10) P01297012

Pila 1,5 V ALC LR6 P01296033

Véase página 32 para los kit de tierra y/o resistividad

Medidores de resistencia de tierra y de resistividad

► C.A 6460 y C.A 6462

Auténtico medidor 3 en 1, en su carcasa robusta y hermética, el C.A 6462 es un instrumento especialmente diseñado para trabajar in situ.

Este medidor contribuye a establecer un diagnóstico preciso, fiable y rápido, por su gran facilidad de uso, en las mejores condiciones de confort y seguridad para el usuario donde quiera que sea necesario implantar una toma de tierra o caracterizar una tierra existente.

Ergonomía

- Carcasa robusta y hermética para un uso in situ
- Gran display LCD retroiluminado de 2.000 puntos que permiten un gran confort de lectura
- Visualización digital de los valores medidos con su unidad
- Facilidad de uso del instrumento
- Conexión sin error gracias a los códigos de color entre los terminales y los cables

Medida

- Medida de tierra por método de 3 ó 4 polos y resistividad
- Diseñado para rechazar los altos niveles de ruido e interferencias
- Rango automático
- 3 indicadores luminosos de control:
 - de alto nivel de ruido,
 - de resistencias piquetes auxiliares elevados,
 - de un defecto de conexión

Autonomía

- Funcionamiento con pilas (C.A 6460) o con batería (C.A 6462)



C.A 6460



C.A 6462

	C.A 6460	C.A 6462
Funciones		
Medida	Tierra / Resistividad / Acoplamiento	Tierra / Resistividad / Acoplamiento
Tipo	3P y 4P	3P y 4P
Rango de medida	0,01 Ω a 2000 Ω (en 3 escalas automáticas)	0,01 Ω a 2000 Ω (en 3 escalas automáticas)
Resolución	10 m Ω / 100 m Ω / 1 Ω (según escala)	10 m Ω / 100 m Ω / 1 Ω (según escala)
Precisión	$\pm$ (2 % + 1 cuenta)	$\pm$ (2 % + 1 cuenta)
Tensión en vacío	$\leq$ 42 V _{pico}	$\leq$ 42 V _{pico}
Frecuencia	128 Hz	128 Hz
Alarmas	3 indicadores de presencia de fallos	3 indicadores de presencia de fallos
Otras		
Alimentación	8 pilas 1,5 V	Batería recargable NiMH
Display	LCD digital 2000 cuentas	LCD digital 2000 cuentas
Seguridad eléctrica	IEC 61010 y IEC 61557	IEC 61010 y IEC 61557
Dimensiones	273 x 247 x 127 mm	273 x 247 x 127 mm
Peso	2,8 kg	3,3 kg

Referencia para pedidos

► C.A 6460 P01126501

Suministrado con 8 pilas LR14 1,5 V y
1 manual de instrucciones en 5 idiomas

► C.A 6462 P01126502

Suministrado con 1 cable de red para recarga y
1 manual de instrucciones en 5 idiomas

Accesorios / Recambios

Cable de red 2P EUR P01295174

Fusible HPC 0,1 A - 250 V (juego de 10) P01297012

Pack de batería P01296021

Pila 1,5 V ALC LR14 P01296034

Véase página 32 para los kit de tierra y/o resistividad



Controlador de tierra y de resistividad

► C.A 6470N TERCA 3

Este medidor de resistencia de tierra y de resistividad se inscribe en la gama completa de controladores multifunción de Chauvin Arnoux®. A la vez instrumento experto in situ, diseñado en una maleta robusta y hermética, y no obstante de uso sencillo, ofrece una ergonomía funcional; gran pantalla retroiluminada, reconocimiento automático de las conexiones, conmutador de acceso directo a las medidas que permiten un uso con toda seguridad por el usuario.



C.A 6470N
TERCA 3

Ergonomía

- Carcasa robusta y hermética para un uso in situ
- Gran display LCD retroiluminado y visualización múltiple con un gran confort de lectura
- Facilidad de uso del instrumento
- Reconocimiento automático de error de conexión
- Conexión sin error gracias a los códigos de color entre los terminales y los cables
- Seguridad incrementada por visualización de las conexiones en pantalla
- Interfaz comunicante USB
- Compatibilidad con el software DataView®

Informe
automático



DataView®

Medidas

- Medida de tierra por método de 3 ó 4 polos
- Resistividad: cálculo automático (método de Wenner y Schlumberger)
- Medida de acoplamiento
- Continuidad 200 mA
- Frecuencia de medida: 41 a 513 Hz
- Medida de resistencia de las picas auxiliares
- Alto rechazo de las tensiones parásitas hasta 60 V pico
- Memorización de los datos

Autonomía

- Alimentación por baterías recargables
- Adaptadores para carga de batería en el mechero del coche o con la red



C.A 6470N Terca 3

Funciones		
Método 3P	Rango	0,01 Ω a 99,99 k Ω
	Resolución	0,01 Ω a 100 Ω
	Tensión	16 V o 32 V, seleccionable
	Frecuencia de medida	41 Hz a 513 Hz automático o manual
	Corriente de prueba	Hasta 250 mA
	Precisión	± 2 % del valor ± 1 cuenta
Método 4P	Rango	0,001 Ω a 99,99 k Ω
	Resolución	0,001 Ω a 100 Ω
	Tensión	16 V ó 32 V
	Frecuencia de medida	41 Hz a 513 Hz automático o manual
	Corriente de prueba	Hasta 250 mA
	Precisión	± 2 % del valor ± 1 cuenta
Medida de resistividad del suelo Método 4P	Tipo de medida	Método Wenner o Schlumberger con cálculo automático de resultados y visualización en Ω -metro o Ω -pie
	Rango (selección automática)	0,01 Ω a 99,99 k Ω
	Resolución	0,01 Ω a 100 Ω
	Tensión	16 o 32 V, seleccionable
	Frecuencia de medida	41 Hz a 128 Hz seleccionable
Medida de tensión externa	Rango (selección automática)	0,1 a 65,0 VAC/DC – DC y 15 - 440 Hz
	Precisión	± 2 % del valor + 1 cuenta
Medida de resistencia / Continuidad	Tipo de medida	Método 2P o 4P, seleccionable
	Rango (selección automática)	2P: 0,01 Ω a 99,9 k Ω ; 4P: 0,001 Ω a 99,99 k Ω
	Precisión	± 2 % del valor + 3 cuentas
	Tensión	16 VDC (polaridad +, – o auto)
	Corriente de prueba	> 200 mA máx. para R < 20 Ω
Memorización	Capacidad memoria	512 mediciones
	Comunicación	USB optoaislado
Otras		
	Alimentación	Batería recargable
	Cargador de baterías	Alimentación externa con salida 18 Vdc / 1,5 A o alimentación en vehículo 12 Vdc
	Seguridad eléctrica	50 V CAT IV
	Dimensiones / Peso	272 x 250 x 128 mm / 3,2 kg

Referencia para pedidos

> C.A 6470N Terca 3P01126506

Suministrado con 1 adaptador de red + cable de red 2 polos para la recarga de la batería con la red, 1 software de exportación de datos + un cable de comunicación óptico/USB, 5 manuales de funcionamiento (1 por idioma) en CD-ROM, 5 manuales de uso simplificados, cada uno en un idioma diferente, 5 etiquetas con las características, cada uno en un idioma diferente.



Accesorios / Recambios

Software de generación de informes DataView®	P01102095
Adaptador de alimentador de batería para vehículo	P01102036
Cable de comunicaciones ópticas/RS	P01295252
Cable de alimentación GB	P01295253
Lote de 10 fusibles F 0,63 A - 250 V - 5 x 20 mm - 1,5 kA	AT0094
Adaptador de alimentador de batería desde la toma	P01102035
Pack batería.....	P01296021
Cable de comunicaciones ópticas/USB.....	HX0056-Z

Véase página 32 para los kit de tierra y/o resistividad

Medidor de resistencia de tierra y de resistividad experto

► C.A 6471

Un medidor de resistencia de tierra y de resistividad que se inscribe en la gama completa de controladores multifunción de Chauvin Arnoux®. Es el 5 en 1: tierra, tierra selectiva, resistividad, acoplamiento y continuidad en un instrumento experto para uso in situ, diseñado en una maleta robusta y hermética. Fácil de usar, ofrece una ergonomía funcional; gran pantalla retroiluminada, terminales de reconocimiento automático de las conexiones mediante un código de color, conmutador de acceso directo a las medidas que permiten un uso con toda seguridad por el usuario y una fiabilidad de las medidas incluso para los terrenos muy resistivos.



C.A 6471

Ergonomía

- Carcasa robusta y hermética para un uso in situ
- Gran display LCD retroiluminado y visualización múltiple con un gran confort de lectura
- Facilidad de uso del instrumento
- Reconocimiento automático de las conexiones
- Conexión sin error gracias a los códigos de color entre los terminales y los cables
- Seguridad incrementada por visualización de las conexiones en pantalla
- Interfaz comunicante USB
- Compatibilidad con el software DataView®

Informe
automático



DataView®

Medidas

- Medida de tierra por método de 3 ó 4 polos
- Medida de tierra selectiva (método de los 4 polos con pinza, medida de bucle con 2 pinzas)
- Resistividad: cálculo automático (método de Wenner y Schlumberger)
- Medida de acoplamiento
- Continuidad 200 mA
- Frecuencia de medida: 41 a 513 Hz (tierra piquete) y 128 Hz a 1758 Hz (medida selectiva con pinzas)
- Medida de resistencia de los piquetes auxiliares
- Alto rechazo de las tensiones parásitas hasta 60 V pico
- Memorización de los datos

Autonomía

- Alimentación por baterías recargables
- Adaptadores para carga de batería en el encendedor de cigarrillos del coche o con la red



C.A 6471

Funciones		
Medida con 2 pinzas	Rango	0,01 Ω a 500 Ω
	Resolución	0,01 Ω a 1 Ω
	Frecuencia de medida	Auto: 1367 Hz ; Manual: 128 Hz - 1367 Hz - 1611 Hz - 1758 Hz
Método 3P	Rango	0,01 Ω a 99,99 k Ω
	Resolución	0,01 Ω a 100 Ω
	Tensión	16 V o 32 V, seleccionable
	Frecuencia de medida	41 Hz a 513 Hz automático o manual
	Corriente de prueba	Hasta 250 mA
	Precisión	± 2 % del valor ± 1 cuenta
Medida 4P / Medida 4P + pinza	Rango	0,001 Ω a 99,99 k Ω
	Resolución	0,001 Ω a 100 Ω
	Tensión	16 V o 32 V seleccionable
	Frecuencia de medida	41 Hz a 513 Hz automático o manual
	Corriente de prueba	Hasta 250 mA
	Precisión	± 2 % del valor ± 1 cuenta
Medida de resistividad del suelo	Tipo de medida	Método Wenner o Schlumberger con cálculo automático de resultados y visualización en Ω -metro o Ω -pie
	Rango (selección automática)	0,01 Ω a 99,99 k Ω ; ρ máx. 999 k Ω m
	Resolución	0,01 Ω a 100 Ω
	Tensión	16 V o 32 V, seleccionable
	Frecuencia de medida	41 Hz a 512 Hz seleccionable
Medida de tensión externa	Rango (selección automática)	0,1 a 65,0 VAC/DC – DC y 15-440 Hz
	Precisión	± 2 % del valor + 1 cuenta
Medida de resistencia / Continuidad	Tipo de medida	Método 2P o 4P, seleccionable por el usuario
	Rango (selección automática)	2P: 0,01 Ω a 99,9 k Ω – 4P: 0,001 Ω a 99,99 k Ω
	Precisión	± 2 % del valor + 3 cuentas
	Tensión	16 Vdc (polaridad +, – o auto)
	Corriente de prueba	> 200 mA máx. para R < 20 Ω
Memorización	Capacidad memoria	512 mediciones
	Comunicación	USB optoaislado
Otras		
	Alimentación	Batería recargable
	Cargador de baterías	Alimentación externa con salida 18 Vdc / 1,5 A o alimentación en vehículo 12 Vdc
	Seguridad eléctrica	50 V CAT IV
	Dimensiones / Peso	272 x 250 x 128 mm / 3,2 kg

Referencia para pedidos

> C.A 6471 P01126505

Suministrado con 1 adaptador de red + cable de red 2 polos para la recarga de la batería con la red, 1 software de exportación de datos + un cable de comunicación óptico/USB, 2 pinzas C182 con 2 cables de seguridad, 5 manuales de funcionamiento (1 por idioma) en CD-ROM, 5 manuales de uso simplificados, cada uno en un idioma diferente, 5 etiquetas con las características, cada uno en un idioma diferente, 1 bolsa de transporte



Accesorios / Recambios

Software de generación de informes DataView®	P01102095
Adaptador de alimentador de batería para vehículo	P01102036
Cable de comunicaciones ópticas/RS	P01295252
Cable de alimentación GB	P01295253
Lote de 10 fusibles F 0,63 A - 250 V - 5 x 20 mm - 1,5 kA	AT0094
Adaptador de alimentador de batería desde la toma	P01102035
Pack batería	P01296021
Cable de comunicaciones ópticas/USB	HX0056-Z
Pinza MN82 (Ø 20 mm)	
(con cable de 2 m para conex. borna ES)	P01120452
Pinza C182 (Ø 52 mm)	
(con cable de 2 m para conex. borna ES)	P01120333

Véase página 32 para los kit de tierra y/o resistividad

Medidor de resistencia de tierra y de resistividad experto

► C.A 6472

Instrumento polivalente, el medidor de resistencia de tierra y resistividad C.A permite realizar un análisis completo y rápido de todas las configuraciones de puesta a tierra al reunir en un único instrumento el conjunto de las funciones de medida de tierra. Con una ergonomía tan sencilla como los anteriores modelos, goza también de una carcasa robusta y hermética.

Asimismo, cuando se asocia al C.A 6474, ofrece la posibilidad de realizar medidas de torres y constituye una herramienta imprescindible para el diagnóstico y el mantenimiento de las puestas a tierra de todo tipo de apoyos.



C.A 6472

Ergonomía

- Carcasa robusta y hermética para un uso in situ
- Gran display LCD retroiluminado y visualización múltiple con un gran confort de lectura
- Facilidad de uso del instrumento
- Reconocimiento automático de las conexiones
- Conexión sin error gracias a los códigos de color entre los terminales y los cables
- Seguridad incrementada por visualización de las conexiones en pantalla
- Interfaz comunicante USB
- Compatibilidad con el software DataView®

Informe
automático



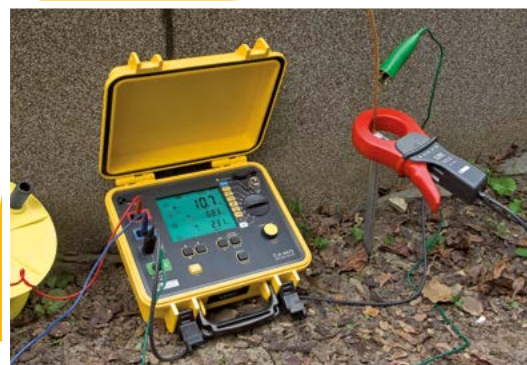
DataView®

Medidas

- Medida de tierra por método 3 ó 4 polos
- Resistividad: cálculo automático (método de Wenner y Schlumberger)
- Medida de tierra selectiva (método des 4 polos con pinza, medida de bucle con 2 pinzas)
- Medida de potencial del terreno en función de la distancia
- Medida de tierra del apoyo (asociado con la opción del C.A 6474)
- Medida de acoplamiento
- Continuidad 200 mA
- Frecuencias de medidas de 41 a 5.078 Hz (automática para la frecuencia de medida más apropiada, manual o barrido)
- Medida de resistencia de las picas auxiliares
- Alto rechazo de las tensiones parásitas hasta 60 V pico
- Memorización de los datos

Autonomía

- Alimentación por baterías recargables
- Adaptadores para carga de batería en el encendedor de cigarrillos del coche o con la red



C.A 6472

Funciones		
Medidas con 2 pinzas	Rango	0,01 Ω a 500 Ω
	Resolución	0,01 Ω a 1 Ω
	Frecuencia de medida	Auto: 1367 Hz ; Manual: 128 Hz - 1367 Hz - 1611 Hz - 1758 Hz
Método 3P	Rango	0,01 Ω a 99,99 k Ω
	Resolución	0,01 Ω a 100 Ω
	Tensión	Tensión nominal de 16 V ó 32 VRMS seleccionable por el usuario
	Frecuencia de medida	De 41 Hz a 5078 Hz automático o manual
	Corriente de prueba	Hasta 250 mA
	Precisión	$\pm 2\%$ L + 1 cuenta a 128 Hz
Medida 4P / Medida 4P + pinza	Rango	0,001 Ω a 99,99 k Ω
	Resolución	0,001 Ω a 100 Ω
	Tensión	16 V o 32 V seleccionable
	Frecuencia de medida	41 Hz a 5078 Hz automático o manual
	Corriente de prueba	Hasta 250 mA
	Precisión	$\pm 2\%$ del valor ± 1 cuenta
Medidas de resistividad del suelo Método 4P	Tipo de medida	Método Wenner o Schlumberger con cálculo automático de resultados y visualización en Ω -metro o Ω -pie
	Rango (selección automática)	0,01 Ω a 99,99 k Ω ; ρ máx. 999 k Ω m
	Resolución	0,01 Ω a 100 Ω
	Tensión	16 V o 32 V, seleccionable
	Frecuencia de medida	41 Hz a 128 Hz seleccionable
Medida de tensión externa	Rango (selección automática)	0,1 a 65,0 VAC/DC – DC y 15 – 440 Hz
	Precisión	$\pm 2\%$ del valor + 1 cuenta
Medida de resistencia / Continuidad	Tipo de medida	Método 2P o 4P, seleccionable por el usuario
	Rango (selección automática)	2P: 0,01 Ω a 99,9 k Ω – 4P: 0,001 Ω a 99,99 k Ω
	Precisión	$\pm 2\%$ del valor + 3 cuentas
	Tensión	16 Vdc (polaridad +, – o auto)
	Corriente de prueba	> 200 mA máx. para R < 20 Ω
Memorización	Memoria	512 mediciones
	Comunicación	USB optoaislado
Otras		
	Alimentación	Batería recargable
	Cargador de baterías	Alimentación externa con salida 18 Vdc / 1,5 A o alimentación en vehículo 12 Vdc
	Seguridad eléctrica	50 V CAT IV
	Dimensiones / Peso	272 x 250 x 128 mm / 3,2 kg

Referencia para pedidos

> C.A 6472P01126504

Suministrado con 1 adaptador de red + cable de red 2 polos para la recarga de la batería con la red, 1 software de exportación de datos + un cable de comunicación óptico/USB, 2 pinzas C182 con 2 cables de seguridad, 5 manuales de funcionamiento (1 por idioma) en CD-ROM, 5 manuales de uso simplificados, cada uno en un idioma diferente, 5 etiquetas con las características, cada uno en un idioma diferente, 1 bolsa de transporte.



Accesorios / Recambios

Software de generación de informes DataView®	P01102095
Adaptador de alimentador de batería para vehículo	P01102036
Cable de comunicaciones ópticas/RS	P01295252
Cable de alimentación GB	P01295253
Lote de 10 fusibles F 0,63 A - 250 V - 5 x 20 mm - 1,5 kA	AT0094
Adaptador de alimentador de batería desde la toma.....	P01102035
Pack batería	P01296021
Cable de comunicaciones ópticas/USB.....	HX0056-Z
Pinza MN82 (Ø 20 mm) (con cable de 2 m para conex. borna ES)	P01120452
Pinza C182 (Ø 52 mm) (con cable de 2 m para conex. borna ES)	P01120333

Véase página 32 para los kit de tierra y/o resistividad

Adaptador para la medida de tierra de las torres

► C.A 6474

Asociado al medidor de resistencia a tierra y de resistividad experto C.A 6472, el C.A 6474 constituye una solución única para la medida de tierra en torres en red. Gracias a la medida de tierra selectiva específica, se puede determinar las diferentes resistencias para un apoyo dado sin ninguna intervención peligrosa y larga en el cable de protección de la red de tomas. El uso de sensores flexibles Ampflex® permite además realizar medidas sea cual sea la configuración geométrica del apoyo.



▼
C.A 6474

▼ Ergonomía

- Carcasa robusta y hermética para un uso in situ
- Uso de sensores de corriente flexibles para abrazar fácilmente los pies de las torres
- Equipamiento adaptable a todo tipo de configuración de poste
- Compatibilidad con el software DataView®

▼ Medidas

- Resistencia de tierra de torres: medida selectiva que permite determinar el valor de la resistencia de tierra del poste sin intervención en la red.
Las medidas se realizan hasta 5 kHz en modos automático, frecuencia fija o en barrido.
- Medida de la resistencia de tierra global del apoyo
- Medida de la resistencia de tierra de cada pie de la torre
- Medidas de la impedancia global de la línea
- Medida de la resistencia del cable de protección sin intervención en el mismo

▼ Autonomía

- Alimentación por controlador C.A 6472

Informe
automático



DataView®

C.A 6474

Funciones

Tipo de medida	Resistencia global del apoyo Resistencia de tierra de cada pie Impedancia global de la línea Calidad de conexión del cable de tierras Medida activa (inyección mediante el C.A 6472) Medida pasiva (uso de las corrientes parásitas)
Rango	0,001 Ω a 99,99 k Ω
Precisión	$\pm$ [5 % + 1 cuenta]
Frecuencia de medida	41 a 5078 Hz
Barrido en frecuencia	Sí

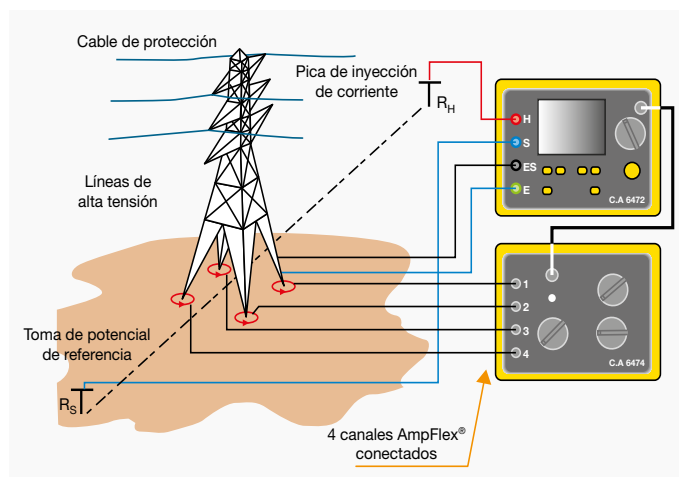
Otras

Alimentación / Memorización / Display	Realizado por el C.A 6472
Dimensiones / Peso	272 x 250 x 128 mm / 2,3 kg

El uso de sensores AmpFlex® proporciona una gran flexibilidad en cuanto a configuración del poste se refiere



Medida de tierra del poste con los C.A 6472 + C.A 6474



Referencia para pedidos

► C.A 6474P01126510

Suministrado con una bolsa de transporte de accesorios que contiene:
1 cable de empalme C.A 6472 - C.A 6474, 6 cables BNC/BNC de 15 m de largo,
4 sensores de corriente flexibles (AmpFlex®) de 5 m de largo, 1 juego de
12 anillos de identificación para AmpFlex®, 2 cables (5 m verde, 5 m negro) con
bornas de seguridad en devanadera, 5 adaptadores de conexión en horquilla a
banana de seguridad $\varnothing$ 4 mm, 3 abrazaderas, 1 bucle de calibración, 5 manuales
de instrucciones y 5 etiquetas características, cada uno en un idioma diferente.

Accesorios / Recambios

Cable de conexión CA 6472 - CA 6474	P01295271
Cable BNC/BNC 15 m	P01295272
Sensor de corriente flexible 5 m AmpFlex®	P01120550
Juego de 12 anillos de identificación AmpFlex®	P01102045
Juego de 3 sargentos	P01102046
Cable verde de 5 m (conex. borna E)	P01295291
Cable negro de 5 m (conex. borna ES)	P01295292
Adaptadores de conexión en horquilla a banana de seguridad	P01102028
Bucle de calibración	P01295294
Sensores de corriente flexibles AmpFlex®: otras longitudes disponibles sobre pedido	

Accesorios de tierra y/o resistividad del terreno

Chauvin Arnoux propone accesorios de calidad para sus medidas de resistencia de tierra y/o resistividad del terreno. Las conexiones se efectúan fácilmente y sin riesgo de error gracias a un ingenioso código de color de los cables y de los terminales de conexión.

Además, la longitud de los cables se ha ideado y está indicada para las aplicaciones a las que se destinan nuestros kit de tierra. Para una buena manejabilidad durante la instalación, las devanadoras están dotadas de un asa. Esta asa es amovible para almacenar más fácilmente los accesorios.

Estos kits son compatibles con todos nuestros instrumentos, sean cual sean sus conectores, gracias a adaptadores con enchufe banana y terminales de horquilla suministrados.

Hacen que el uso de estos accesorios sea universal sea cual sea el método empleado. Todos los accesorios, picas de tierra, cables, devanadoras, pinzas cocodrilo, etc. se pueden transportar fácilmente en una única bolsa dotada de zonas compartimentadas.



Kit de tierra:

para las medidas de resistencia de tierra mediante el método 3P



Kit de tierra y de resistividad:

para las medidas de tierra y resistividad del suelo cualquiera sea el método utilizado

Composición

Para pedidos			Composición kits de tierra y resistividad							Productos asociados recomendados					
	Referencias	Descripción	Bobinas y devanaderas				Otras accesorios			3P	3/4P+ρ	Experto		Pilone	
			Verde	Rojo	Azul	Negro	Piquete / Mazo	Adaptadores guardacabos horquilla/conector banana	Bolsa de Transporte	C.A 6421 C.A 6423	C.A 6460 C.A 6462	C.A 6470N	C.A 6471	C.A 6472	C.A 6474
Kit 1P	P01102018	Kit de tierra 1P 30 m negro				33 m	1 / -								
	P01102020	Kit bucle 1P 33 m	33 m				1 / -								
Kit 3P	P01102017	Kit de tierra 3P 15 m (rojo, verde, azul)	5 m	15 m	10 m		2 / -								
	P01102021	Kit de tierra método 3P 50 m	10 m	50 m	50 m		2 / 1	5	Estándar						
	P01102022	Kit de tierra método 3P 100 m	10 m	100 m	100 m		2 / 1	5	Estándar						
	P01102023	Kit de tierra método 3P 166 m	10 m	166 m	166 m		2 / 1	5	Prestige						
Kit 4P	P01102040	Kit de resistividad 4P 50 m	33 m	50 m	50 m	33 m	4 / 1	5	Estándar						
	P01102024	Kit de tierra y resistividad 100 m	100 m 10 m	100 m	100 m	33 m	4 / 1	5	Prestige						
	P01102025	Kit de tierra y resistividad 166 m	100 m 10 m	166 m	166 m	33 m	4 / 1	5	Prestige						
Comp.	P01102030	Suplementos para resistividad 100 m	100 m			33 m	2 / -		Estándar						

Accesorios	P01102037	Kit de continuidad C.A 647x	(4 pinzas cocodilos rojo, negro, azul, amarillo), (2 puntas de prueba rojo, negro), (4 cables 1,5 m rojo, negro, azul, amarillo)												
	P01120550	Sensores de corriente flexible 5 m AmpFlex®													
	P01120551	Sensores de corriente flexible 8 m AmpFlex®													
	P01102046	Juego de 3 sargentos													
	P01120333	Pinza C182													

Otras accesorios / Recambios

Referencias	Descripción	Bobinas y devanaderas			
		Verde	Rojo	Azul	Negro
P01102026	Devanadera de cable verde	10 m			
P01102047	Devanadera H de cable negro 10 m				10 m
P01295260	Bobina de cable rojo 166 m		166 m		
P01295261	Bobina de cable rojo 100 m		100 m		
P01295262	Bobina de cable rojo 50 m		50 m		
P01295263	Bobina de cable azul 166 m			166 m	
P01295264	Bobina de cable azul 100 m			100 m	
P01295265	Bobina de cable azul 50 m			50 m	
P01295266	Bobina de cable verde 100 m	100 m			
P01295267	Bobina de cable negro 33 m				33 m
P01295268	Bobina de cable verde 33 m	33 m			
P01295270	Devanadera de cable negro 2 m (cable 2 m para pinzas)				2 m
P01295291	Devanadera de cable verde 5 m	5 m			
P01295292	Devanadera H de cable negro 5 m				5 m

Referencias	Descripción
P01102028	Lote de 5 adaptadores para bornas
P01102029	Lote de 4 manijas de bobina
P01102031	1 piqueta Tierra T
P01298066	Bolsa de transporte estándar
P01298067	Bolsa de transporte prestige

Pinzas de tierra

► C.A 6416 y C.A 6417

Las pinzas C.A 6416 y C.A 6417 son compactas y sólidas, diseñadas para un uso diario. El uso de materiales magnéticos eficientes ha permitido reducir su peso. Para mayor confort, la abertura de la pinza consta de una gran novedad: el sistema de compensación de fuerza instalado a nivel del gatillo. Un esfuerzo mínimo basta para mantener la pinza en posición abierta con el fin de optimizar su uso.

Adicionalmente, una protección permite prevenir que resbale la mano durante las medidas proporcionando una mayor seguridad.

El conmutador rotativo sobremoldeado de silicona es perfectamente manejable, incluso con guantes de protección. Las teclas de función de gran tamaño en el frontal de la pinza permiten un acceso directo a las distintas funciones.



C.A 6416

C.A 6417

Ergonomía

- Diámetro de la capacidad para abrazar de 35 mm
- Abertura fácil del gatillo gracias al sistema de compensación
- Display OLED multifunción de grandes dimensiones
- Retroiluminación accesible con una simple pulsación
- Conmutador rotativo para seleccionar el modo de medida, leer las medidas memorizadas o acceder al SET-UP
- Mantenimiento de la visualización de la medida mediante la tecla HOLD
- Protección

Medidas

- Visualización de la tensión de contacto*
- modo Pre-Hold automático
- Calibración automática del entrehierro
- Alarmas programables en Ω , A, V
- Alarma de presencia de tensión peligrosa
- Medida de la resistencia de bucle (0,01 a 1.500 Ω)
- Medida de la inductancia de tierra (10 a 500 μ H)
- Medida de corriente de fuga (0,2 mA a 40 A)
- Memorización de las medidas en Ω y/o A, con fecha y hora



Construcción de la cabeza

La cabeza de medida constituye el componente clave de la pinza de tierra que garantiza las prestaciones del producto. La construcción de las pinzas de tierra Chauvin Arnoux® consta de dos circuitos magnéticos independientes y apantallados que permiten un excelente rechazo de los ruidos de medida. El acabado liso de las superficies en contacto impide la acumulación de partículas que puedan afectar a las medidas. Finalmente, las piezas de centrado aseguran una alineación óptima de las 2 partes de la cabeza para proporcionar medidas precisas en el tiempo.

Software y Comunicación

- Comunicación Bluetooth para la C.A 6417
- El software de análisis de datos DataView® o el software GTC permite configurar y calibrar las pinzas **C.A 6417**, ajustar parámetros para la medida, la frecuencia... Fácil de usar, el software DataView® permite acceder directamente a los datos registrados en la pinza, a la configuración de la pinza, a las distintas medidas en tiempo real.

► Compatible con el sistema ANDROID

- Recuperar directamente sus medidas en su tableta o smartphone, y con la geolocalización GPS encontrar instantáneamente la ubicación que corresponde a las medidas.
- Enviar los informes por correo electrónico.



	C.A 6416	C.A 6417
Ohmímetro de bucle Visualización en 1.500 puntos	Rangos de medida (Ω) / Resolución (Ω) / Precisión 0,010 a 0,099 / 0,001 / ±1,5 % ±0,01 Ω 0,10 a 0,99 / 0,01 / ±1,5 % ±2 r 1,0 a 49,9 / 0,1 / ±1,5 % ±r 50,0 a 99,5 / 0,5 / ±2 % ±r 100 a 199 / 1 / ±3 % ±r 200 a 395 / 5 / ±5 % ±r 400 a 590 / 10 / ±10 % ±r 600 a 1150 / 50 / 20 % aproximadamente 1200 a 1500 / 50 / 25 % aproximadamente	
Frecuencia	Frecuencia de medida 2083 Hz / Frecuencia de transposición 50, 60, 128 o 2083 Hz	
Medida de la inductancia de bucle	Rangos de medida (μH) / Resolución (μH) / Precisión 10 a 100 / 1 / ±5 % ±r 100 a 500 / 1 / ±3 % ±r	
Tensión de contact	Rangos de medida (V) / Resolución (V) 0,1 a 4,9 / 0,1 5,0 a 49,5 / 0,5 50,0 a 75,0 / 1	
Amperímetro Visualización en 4.000 puntos	Rangos de medida (A) / Resolución (A) / Precisión 0,200 a 0,999 mA / 1 μA / ±2 % ±50 μA 1,000 a 2,990 mA - 3,00 a 9,99 mA / 10 μA / ±2 % ±50 μA 10,00 a 29,90 mA - 30,0 a 99,9 mA / 100 μA / ±2 % ±r 100,0 a 299,0 mA - 0,300 a 0,990 A / 1 mA / ±2 % ±r 1,000 a 2,990 A - 3,00 a 39,99 A / 10 mA / ±2 % ±r	
Setup	Modos Estándar o avanzado Alarmas Configurables en Z, V y A Zumbador Activo / Inactivo HOLD Manual o PRE-HOLD automático Auto apagado Activo / Inactivo	
Otras	Display OLED de 152 segmentos. Superficie activa 48 x 39 mm Capacidad para abrazar máx. Ø 35 mm Memorización 300 medidas con fecha y hora 2.000 medidas con fecha y hora Comunicación - Bluetooth® clase 2 Alimentación 4 pilas alcalina 1,5 V, LR6 (AA) o 4 batería Ni-MH Autonomía 1440 medidas de 30 segundos Calibración Automática al inicio Seguridad eléctrica IEC 61010 600 V CAT IV Estanquidad IP40 Dimensiones / Peso 55 x 95 x 262 mm / unos 935 g con pilas	

Referencia para pedidos

- > C.A 6416 P01122015
- > C.A 6417 P01122016

1 pinza suministrada en un maletín de transporte con 4 pilas 1,5 V,
 1 CD-Rom que contiene el manual de instrucciones en 5 idiomas.
 La pinza C.A 6417 suministrada con controlador de dispositivo
 simplificado GTT.

Accesorios / Recambios

- Bucle de calibración CL1 P01122301
- DataView® P01102095
- Modem Bluetooth USB P01102112
- Maletín P01298080



Líder Europeo de la Medición

Tres especializaciones profesionales complementarias, un experto conocimiento global

Imaginar, concebir diariamente para “medir” mejor el futuro

Actualmente, el grupo Chauvin Arnoux está considerado como un referente en la instrumentación de medida destinada a la industria e instalación eléctrica, a la electrónica o a la educación, tanto con instrumentos portátiles como de sobremesa. Su presencia es imprescindible también en el mercado de la medición térmica como en la implantación de sistemas de gestión y control de la energía.

Desde la transformación de materias primas hasta el servicio post-venta, nuestros equipos innovan cada día para proporcionar una solución global a todas las necesidades, desde las grandes industrias punteras, hasta las infraestructuras terciarias y las pequeñas empresas de electricidad.

► Consulte on line nuestros catálogos
www.chauvin-arnoux.es



Su distribuidor