



Laboratorio de Extensión
De la Escuela de Ingeniería Eléctrica



Medición de magnitudes de puesta a tierra

Ing. Esp. Ana Lía Elbert
Ing. Gonzalo López

Telurímetro o Terrómetro

Medición:

- Resistencia de puesta a tierra R_E
- Resistividad del terreno ρ (directa o indirecta)

Clasificación general:

- 3 terminales
- 4 terminales
- Tipo pinza

Conectores: 4 terminales

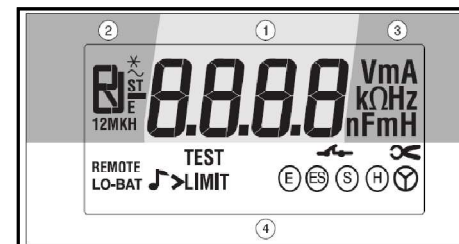
- **H / C2:** Sonda auxiliar de Corriente
- **S / P2:** Sonda auxiliar de Tensión
- **ES / P1:** Sonda de Tensión (en jabalina a medir)
- **E / C1:** Sonda de Corriente (en jabalina a medir)
 - ES y E se combinan en telurímetros de 3 terminales

Adicionales:

- : Conectores para Pinza (según el instrumento)

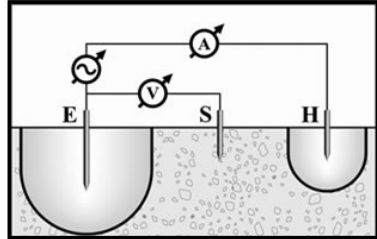
Display

En forma general:



Funcionamiento

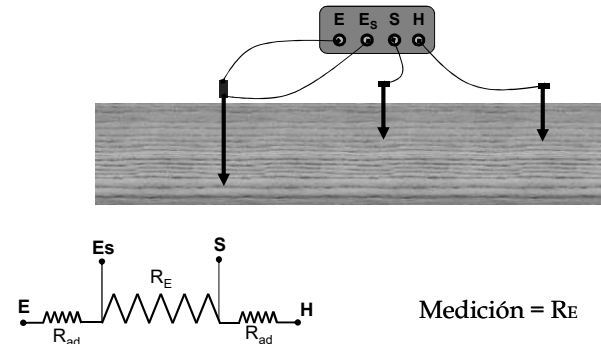
Método de la caída de tensión



Por ley de ohm $R_E = V/A$

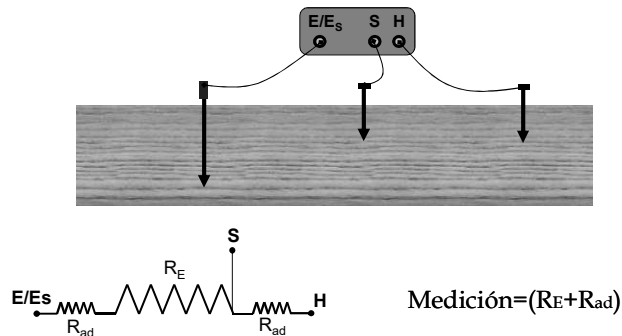
Funcionamiento - Modelos

● 4 terminales



Funcionamiento


● 3 terminales



Controles y Verificaciones

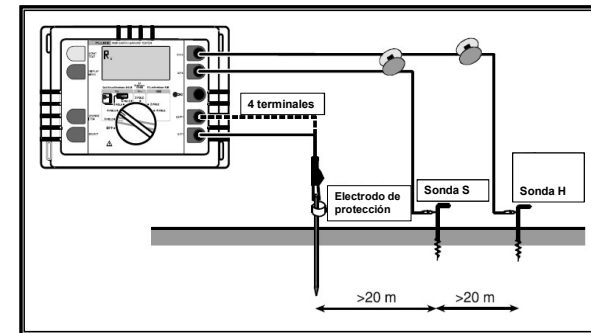
- Verificación según el tipo de medición:
 - Cableado según manual de usuario
- Medición de control de seguridad:
 - Voltaje excesivo : >24V (usando detector ausencia tensión)
- Alarmas : (según instrumento)
 - Tensiones sofométricas
 - Conexión incorrecta o incompleta
 - Voltaje de batería demasiado bajo : LO-BAT

Procedimiento de las mediciones

1. Conecte el instrumento (según el manual)
2. Defina la magnitud a medir
3. Inicie la medición
4. Lea los valores resultantes (R_E , ρ , etc.)
5. Verifique alarmas 
 - a. R_H , R_S : Resistencia electrodos auxiliares
 - b. V_s : Tensiones sofometricas
 - c. Low Ic: niveles insuficientes de corriente

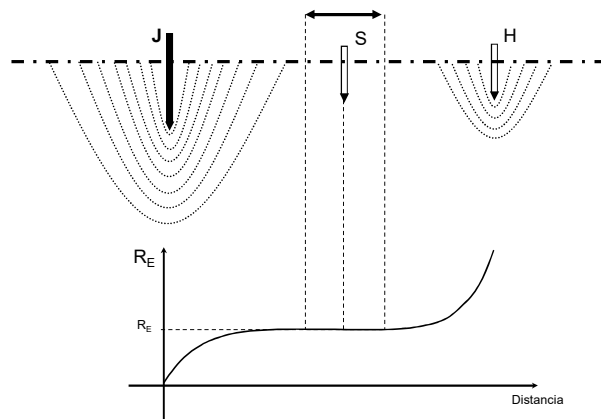
Use el instrumento en sistemas sin voltaje

Cableado R_E 3 o 4 Terminales

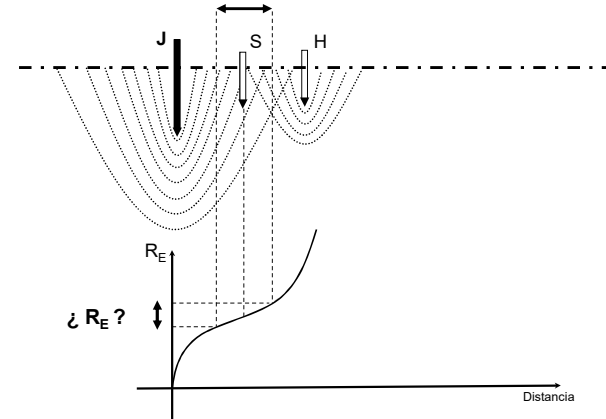


Respetar las distancias de los electrodos auxiliares

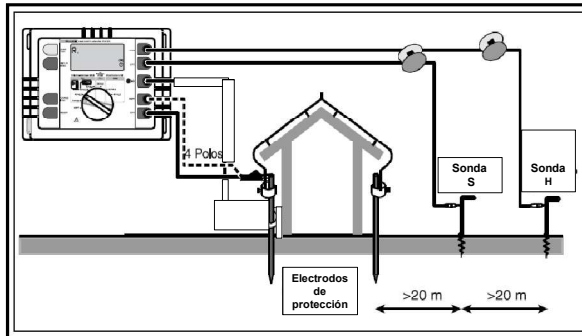
Ubicación Electrodos S y H



Ubicación Electrodos S y H



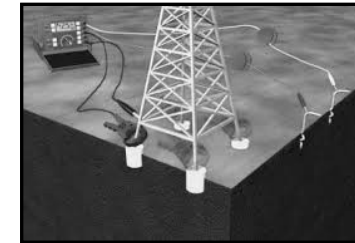
Medición R_E : Selectiva



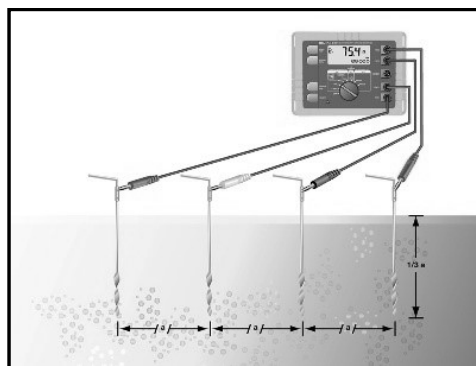
Valido para medición con 3 o 4 terminales

Medición R_E : Selectiva

- Seleccione la función: Medición Selectiva o 3o4/1
- Cablear y conectar el instrumento según manual
- Sin desconectar del conjunto, sujete la pinza sobre la jabalina a medir
- Realice la medición
- Verifique alarmas
- Lea el valor de R_E



Medición de Resistividad del terreno ρ



Método de Wenner

Medición de Resistividad del terreno ρ

- Disponga 4 jabalinas (alineadas) separadas " a " m
- Seleccione la función resistividad.
- Conectar el instrumento según manual
- Realice la medición
- Verifique alarmas
 - Lectura directa → Lea el valor de ρ_E (cargar el valor de " a ")
 - Lectura indirecta → Calculo manual de ρ_E

Medición de Resistividad del terreno ρ

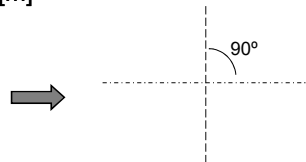
● El valor de ρ se obtiene:

$$\rho_E = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R_E$$

donde:

- ρ_E = Resistividad del terreno [Ωm]
- R_E = Resistencia medida [Ω]
- a = Distancia de sondas [m]

Es recomendable realizar
2 mediciones perpendiculares



Medición de R_E : 2 Pinzas

Aplicación:

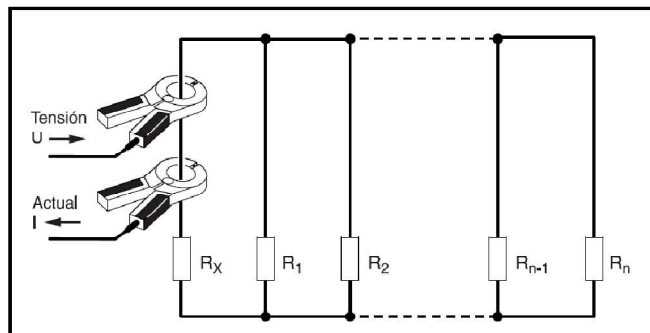
- Imposibilidad de utilizar sondas auxiliares

Características:

- Medición de menor exactitud
- Es preciso armar/contar con un bucle de medición
- Medición por exceso

Medición de R_E : 2 Pinzas

● Funcionamiento



Medición de R_E : 2 Pinzas

● En este caso la medición resulta

$$R_E = R_X + \underbrace{(R_1 // R_2 // \dots // R_n)}_{R_A}$$

donde:

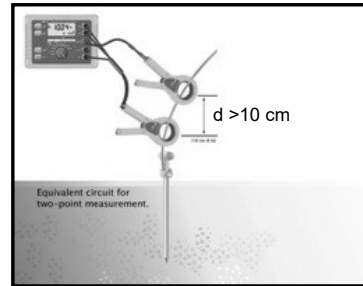
R_X = Resistencia incógnita

R_A = Resistencia adicional en el bucle de medición

Para una buena medición $R_A \rightarrow 0$

Medición de R_E : 2 Pinzas

- Seleccione la función de medición con "2 pinzas"
- Sujetar ambas pinzas sobre el conductor de tierra a medir
- Dejar una distancia mínima de 10 cm. entre ambas (según manual)
- Leer el valor de R_E

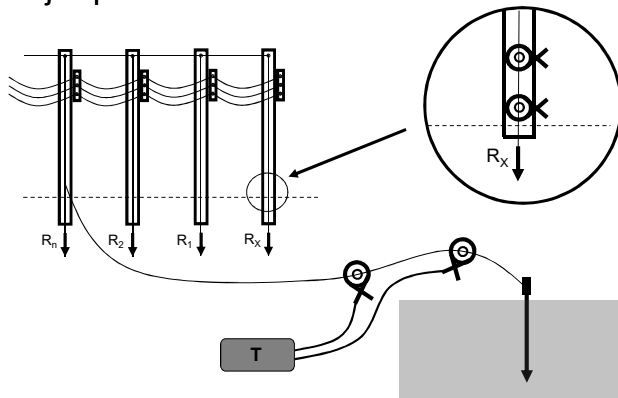


Medición de R_E : 2 Pinzas

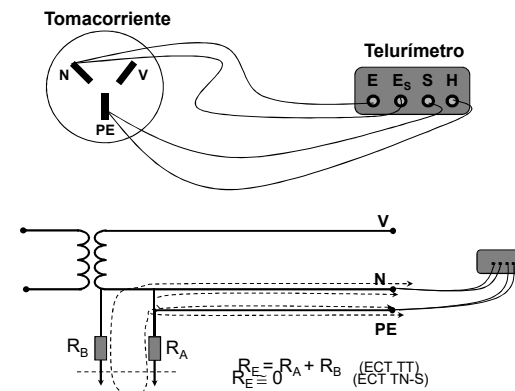
- Recomendaciones:
 - Utilizar solo en casos de necesidad
 - Armar cuidadosamente el bucle de medición
 - Solo para verificar límites de R_E
 - Mantener las pinzas calibradas

Medición de R_E : 2 Pinzas

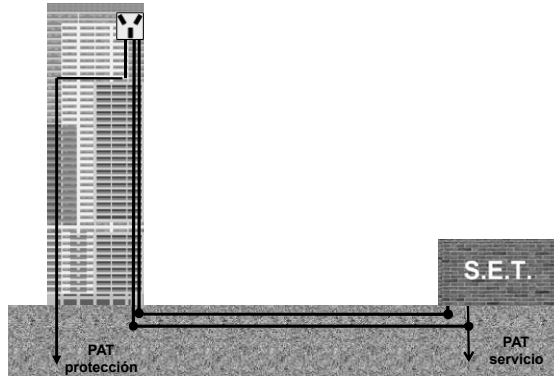
- Ejemplo



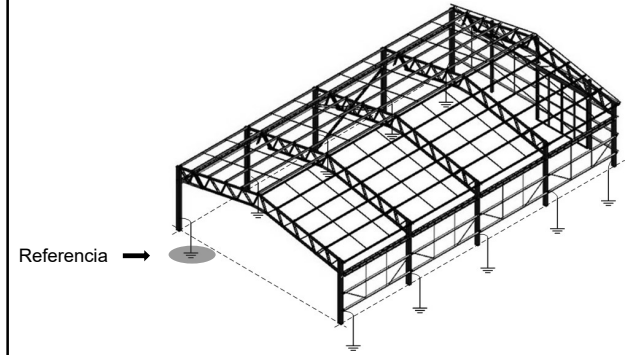
Medición Complementaria: Lazo N-PE



Mediciones en altura

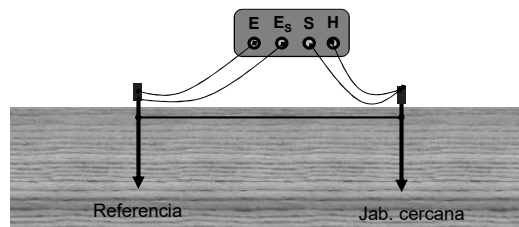


Continuidades



Sistema de jabalinas "interconectadas"

Continuidades

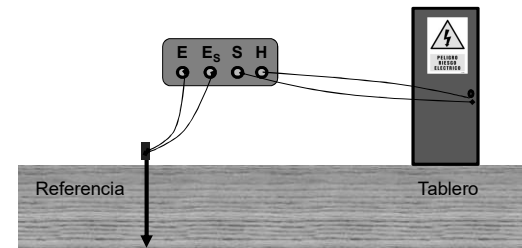


En el modo medición Re 3 o 4 terminales:

Lectura = 0 \Rightarrow jabalinas interconectadas

Lectura \neq 0 \Rightarrow jabalinas desvinculadas

Continuidades

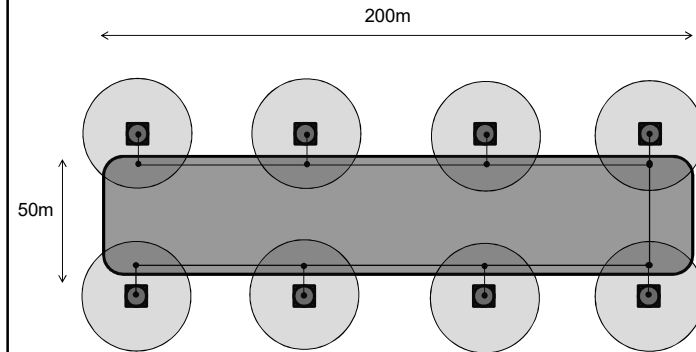


Casos particulares



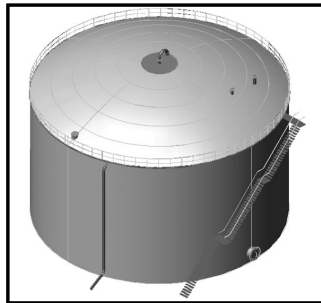
Celdas australianas para cereal

Casos particulares



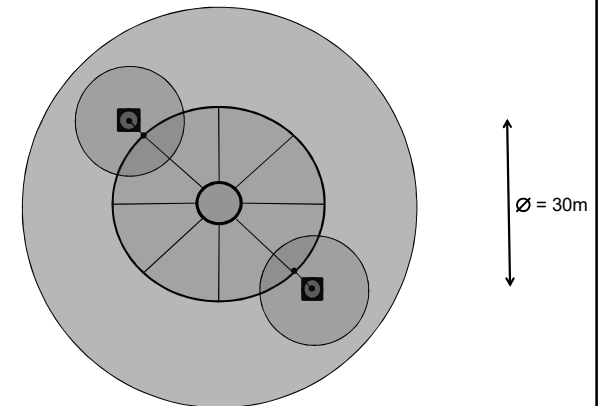
Jabalinas "independientes" \Rightarrow 25m/50m

Casos particulares



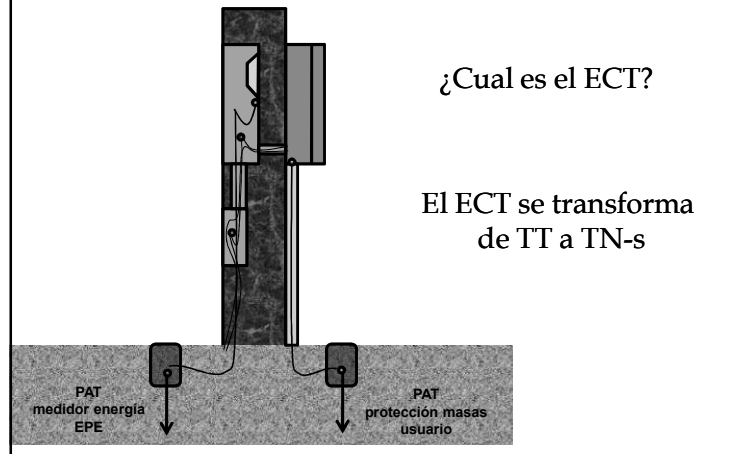
Tanques de aceites o combustibles

Casos particulares



Jabalinas independientes pero sistema único

Casos particulares



Informe de medición

● Resolución 900/15

Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el ambiente laboral

Informe de medición

● Aspectos destacados

- Uso Obligatorio (art. 1º)
- Validez de las mediciones: 12 meses (art. 2º)
- Control periódico de dispositivos de corte automático (art. 4º)

Informe de medición

● Protocolo de medición – hoja 1

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS	
(1) Razón Social:	
(2) Dirección:	
(3) Localidad:	
(4) Provincia:	
(5) CP:	(6) C.U.I.T.:

Informe de medición – hoja 2

Medición de la PAT

- Celda 27: Valor de la toma de tierra
- Celda 28: Cumple SI/NO

Corriente diferencial máxima asignada del dispositivo diferencial $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (Ω) para U_0 50 V	Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (Ω) para U_0 24 V	Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (Ω)
Sensibilidad baja	20 A	2,5	1,2	0,6
	10 A	5	2,4	1,2
	5 A	10	4,8	2,4
	3 A	17	8	4
Sensibilidad media	1 A	50	24	12
	500 mA	100	48	24
	300 mA	167	80	40
	100 mA	500	240	40
Sensibilidad alta	Hasta 30 mA inclusive	Hasta 1666	800	40

Informe de medición – hoja 2

Continuidad de las masas

- Celda 29: Continuidad entre electrodo de tierra y las masas. Medición con instrumento adecuado
- Celda 30: Capacidad de carga del conductor PE y PAT

$S_{min} PE = 2,5 mm^2$ (aislado verde y amarillo)

$S_{min} PAT = 6 mm^2$

Sección de los conductores de línea de la instalación S [mm ²]	Sección nominal del correspondiente conductor de protección "S _{pe} " [mm ²] y del conductor de puesta a tierra "S _{at} " [mm ²]	
	Si el conductor de protección (o el de puesta a tierra) es del mismo material que el conductor de línea	Si el conductor de protección (o el de puesta a tierra) no es del mismo material que el conductor de línea
$S \leq 16$	S	$\frac{k_1}{k_2} \times S$
$16 < S \leq 35$	16	$\frac{k_1}{k_2} \times 16$
$S > 35$	$S/2$	$\frac{k_1}{k_2} \times \frac{S}{2}$

Donde:
 k_1 es el valor de k para el conductor de línea, elegido de la Tabla 771.19.II, de acuerdo con los materiales del conductor y su aislación,
 k_2 es el valor de k para el conductor de protección, elegido de las tablas 771-C.III a 771-C.VII, según corresponda.

Informe de medición – hoja 2

Protección contra Contactos Indirectos

- Celda 31: Protección empleada
- Celda 32: cumple/No cumple

TT/TN – protección diferencial: Medir tiempo y corriente de disparo

Esquema	50 V < $U_0 \leq 120$ V		120 V < $U_0 \leq 230$ V		230 V < $U_0 \leq 400$ V	
	ca	cc	ca	cc	ca	cc
TN	0,4 s		0,2 s	5 s	0,06 s	0,2 s
TT	0,2 s	a)	0,06 s	0,2 s	0,01 s	0,02 s

a) La desconexión puede ser requerida por razones distintas a la de la protección contra los choques eléctricos.
b) Cuando se emplea protección diferencial no se considera el tiempo de apertura a I_n sino a $5 I_n$.

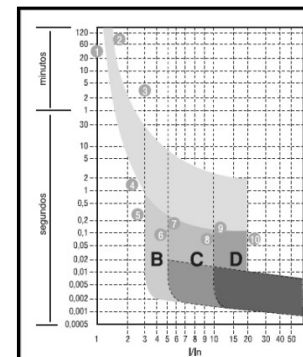
Tabla 771.18: Tiempos máximos de desconexión para la protección contra contacto indirecto por desconexión automática de la alimentación en circuitos terminales

Informe de medición – hoja 2

Protección contra Contactos Indirectos (solo TN-s)

Protección con IA: medir o calcular la IF en c/masa

Con PIA: verificar si la corriente de disparo (mayor) < IF



Una instalación protegida con temomagnética de $I_n=16A$ curva C, tiene una corriente de falla medida en una de sus masas de $I_{falla}=230 A$.

¿Cumple?

Informe de medición – hoja 2

Protección contra Contactos Indirectos (solo TN-2)

- Protección con IA en caja moldeada: La I_{falla} medida en cada masa > 1,2 lcc seteada en el IA
- Protección con Fusible: verificar con la curva que funda con la IF dentro de los 5s.

Informe de medición

● Protocolo de medición – hoja 3

PROTOCOLO DE MEDICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA Y CONTINUIDAD DE LAS MASAS											
Razón Social:		C.U.T.:									
Dirección:		Localidad:	CP:	Provincia:							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Análisis de los Datos y Medidas a Realizar</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Conclusiones:</td> <td>Recomendaciones para la adecuación a la legislación vigente:</td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div> </td> </tr> </tbody> </table>						Análisis de los Datos y Medidas a Realizar		Conclusiones:	Recomendaciones para la adecuación a la legislación vigente:	<div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>	
Análisis de los Datos y Medidas a Realizar											
Conclusiones:	Recomendaciones para la adecuación a la legislación vigente:										
<div style="border: 1px solid black; height: 150px; width: 100%;"></div>											
Hoja 3/3											

Forma, Admisión y Registro del Profesional Interviniente

Verificaciones TT

● Para ECT – TT

- Medir la resistencia del sistema de PAT
- Verificar la continuidad del conductor de protección entre cada masa eléctrica y el sistema de PAT (y bornes de tierra de tomacorrientes)
- Verificar continuidad con masas extrañas
- Verificar la existencia de DD en circuitos terminales y seccionales.
- Verificar el correcto funcionamiento de los DD (tiempo y corriente)

Verificaciones TN-S

● Para ECT – TN-S

- Medir la resistencia de PAT del neutro del transformador ($< 2\Omega$)
- Verificar la continuidad del conductor de protección entre cada masa eléctrica y la barra de tierra principal (y bornes de tierra de tomacorrientes)
- Verificar continuidad con masas extrañas
- Verificar la existencia de dispositivos de protección contra C.I.
 - ◆ DD: Verificar el correcto funcionamiento (tiempo y corriente)
 - ◆ IA: Verificar que la $I_{falla} > 1,2I_{cc}$ en cada masa a proteger
 - ◆ PIA: : Verificar que la $I_{falla} > \text{máximo valor de } I \text{ disparo del PIA (ver curvas)}$
 - ◆ Fusibles: Verificar que con la I_{falla} medida, funda dentro de los 5s.

Verificaciones Grupos Electr6genos

FIJOS

Cualquiera sea el ECT usado:

- El neutro del GE deber1 estar a tierra
- Valor PAT < 10Ω
- El neutro del GE deber1 estar separado del neutro de la red publica

MOVILES: Instalar adem1s un I.D.



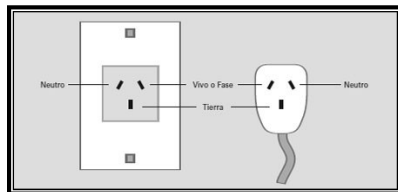
Recomendaciones

- De acuerdo con la Reglamentaci3n de AEA, en su Parte 7, Secci3n 771:
- Los tableros deben contar con barreras protectoras para evitar el contacto directo bajo tensi3n. (Punto 20.4).
- Debe verificarse que los conductores de protecci3n alcancen todo punto de la instalaci3n y todo equipamiento y al electrodo de tierra. (Punto 18.5).
- En cada edificio se debe efectuar asegurar la equipotencialidad de todas las masas. La conexi3n equipotencial no permite la presencia de tensiones de contacto entre elementos met1licos e inclusive, en el caso de descargas atmosf3ricas, evita la aparici3n de peligrosos arcos disruptivos. (Punto 18.5.8).

Recomendaciones

Verificar que todos los tomacorrientes est3n correctamente armados

el borne de conexi3n de la derecha corresponde al conductor de LINEA
el borne de conexi3n de la izquierda corresponde al conductor de NEUTRO
el borne restante para el conductor de PROTECCION



Recuerde

- Verificar ausencia de tensi3n en el lugar
- Realizar la conexi3n de acuerdo al manual
- Verificar las alarmas en pantalla
- Usar siempre los accesorios propios del instrumento