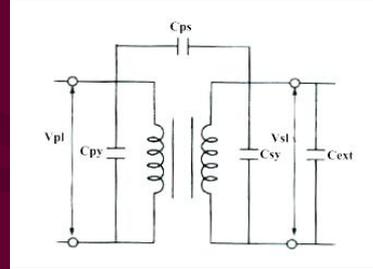
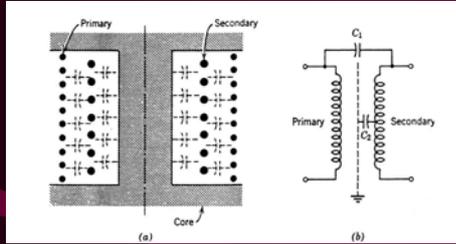
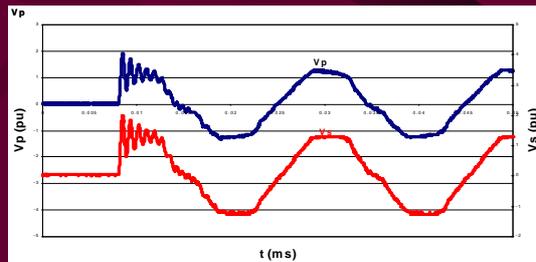
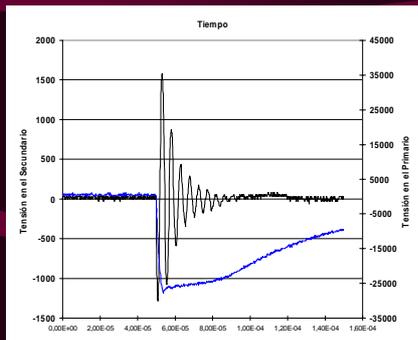


Sobretensiones: su transferencia



Transformador MVA	C_{py} μF	C_{ps} μF	C_{sy} μF
1	1,2-14	1,2-17	3,1-16
2	1,2-16	1-18	3-16
5	1,2-14	1,1-20	5,5-17
10	4-7	4-11	8-18
25	2,8-4,2	2,5-18	5,2-20
50	4-6,8	3,4-11	3-24
75	3,5-7	5,5-13	2,8-13

Incidente versus transferida



Cableado y Puesta a Tierra

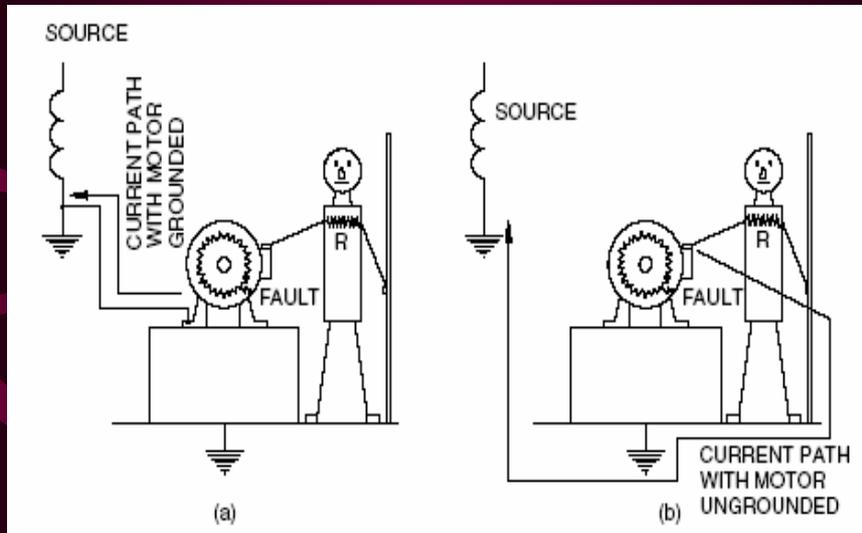
Funciones principales de la puesta a tierra

- Proteger personas y animales frente al riesgo de electrocución, y a equipos de daños por cortocircuitos.
- Suministrar un punto de referencia cero.
- Control de ruidos.
- Brindar un camino para las descargas atmosféricas y fallas del tipo de sobretensión en general.

Tipos de Puesta a Tierra

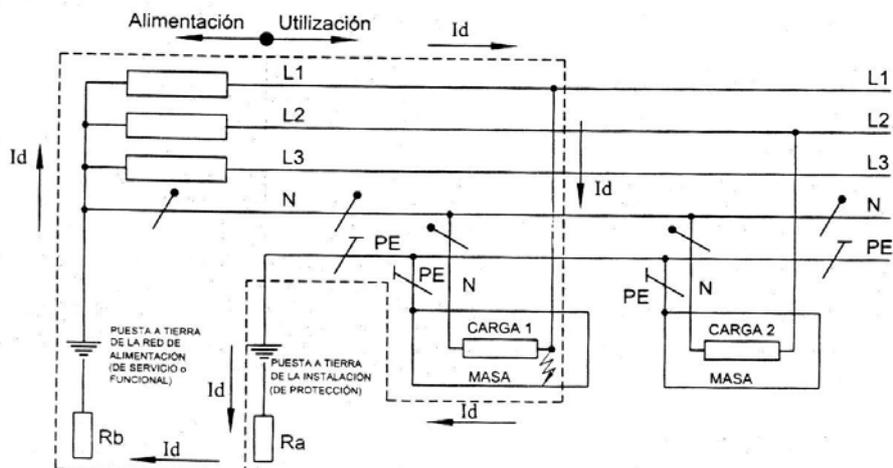
- Puesta a tierra de servicio o funcional: es la que mantiene el potencial de tierra de los circuitos de alimentación.
- Puesta a tierra de protección: es donde se conectan los elementos conductores que pueden entrar en contacto con la instalación.
- Puesta a tierra de referencia: es la encargada de brindar potencial constante para referencia de tierra de equipos que la requieren para su funcionamiento.
- Puesta a tierra para pararrayos: es la encargada de llevar a tierra las corrientes de las descargas atmosféricas.

Riesgo de electrocución



Sistema de Distribución TT

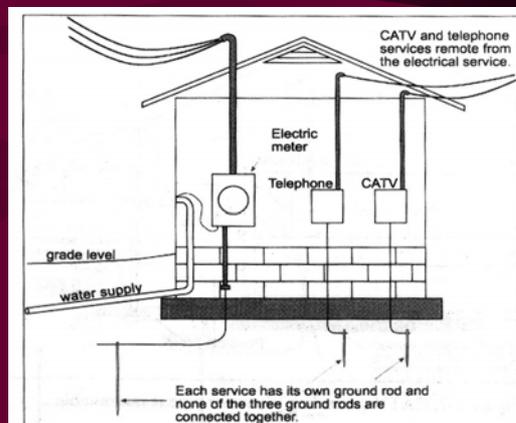
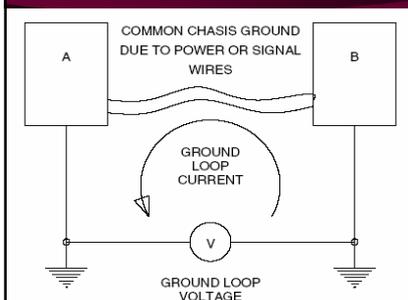
$I_d \times R_a \leq 24 \text{ V}$ sin límite; $24 \text{ V} \leq I_d \times R_a \leq 50 \text{ V}$, 5s; $50 \text{ V} \leq I_d \times R_a \leq 230 \text{ V}$, 0,17s
 En general $R_a \leq 10 \text{ ohms}$ y para equipos sensibles $R_a \leq 2 \text{ ohms}$



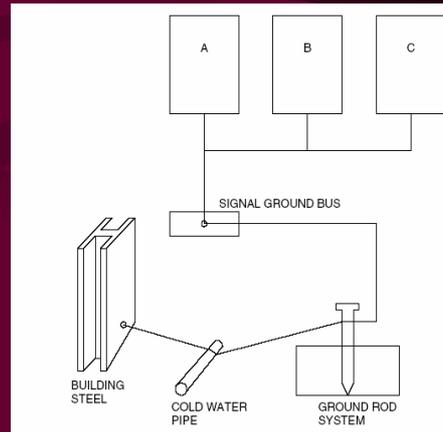
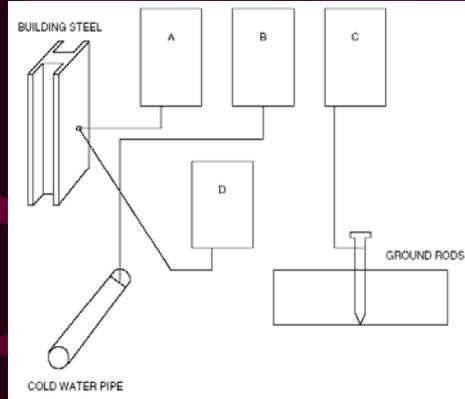
Problemas de la Puesta a Tierra desde el punto de vista de la Calidad de Potencia

- Lazos a tierra
- Ruido de interferencia electromagnética
- Conexiones flojas
- Tierras pobres
- Descargas atmosféricas
- Conductor neutro de capacidad insuficiente
- Pérdida de tierra de protección
- Puestas a tierra redundantes, etc.

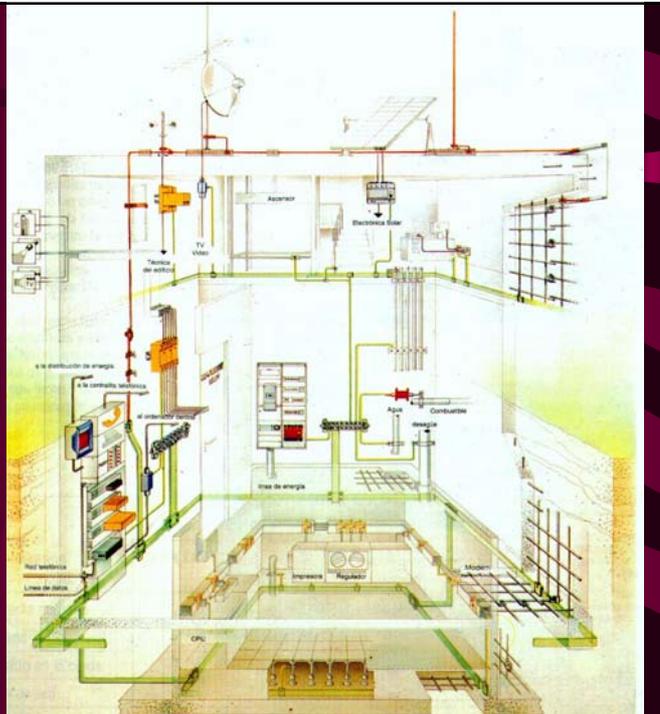
Lazos de tierra e ingreso con tierras separadas



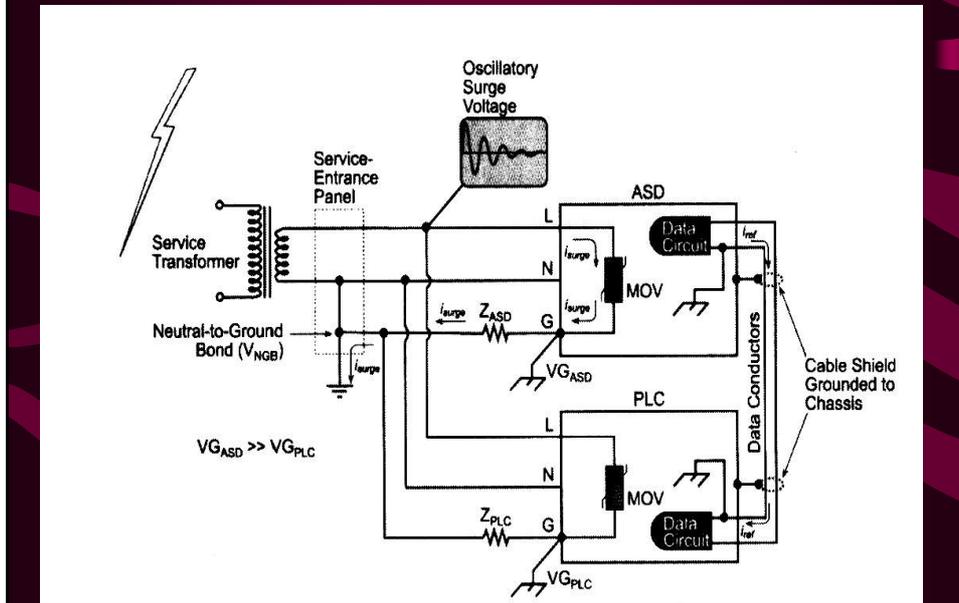
Tierras individuales y comunes



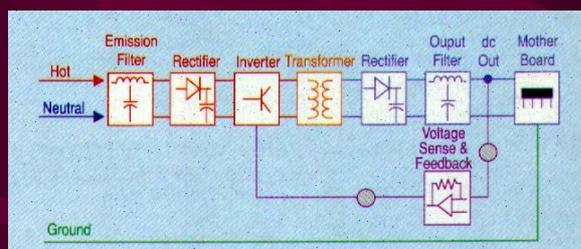
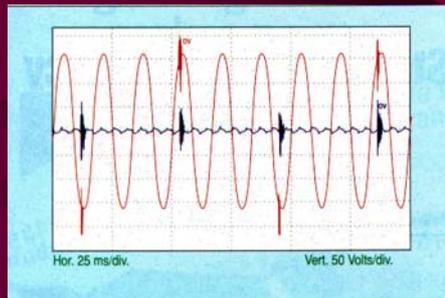
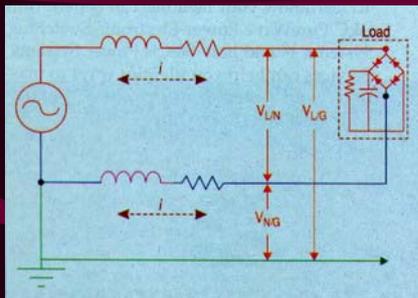
Esquema Europeo de cableado



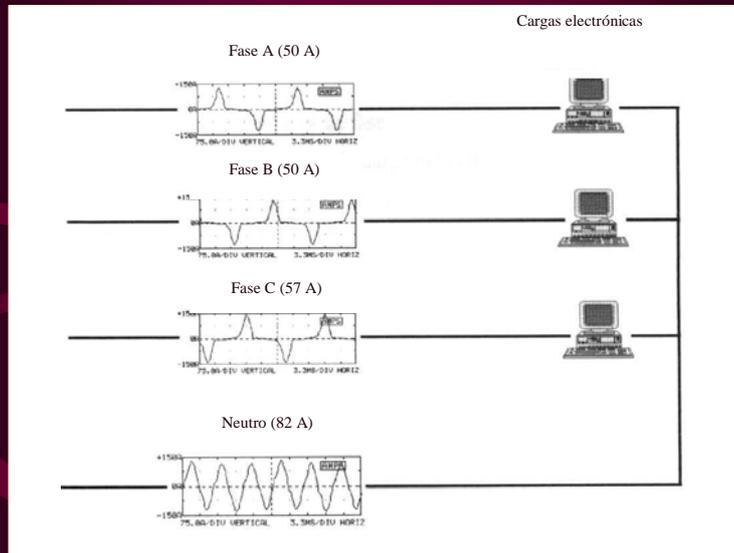
Equipos unidos por conductor de datos



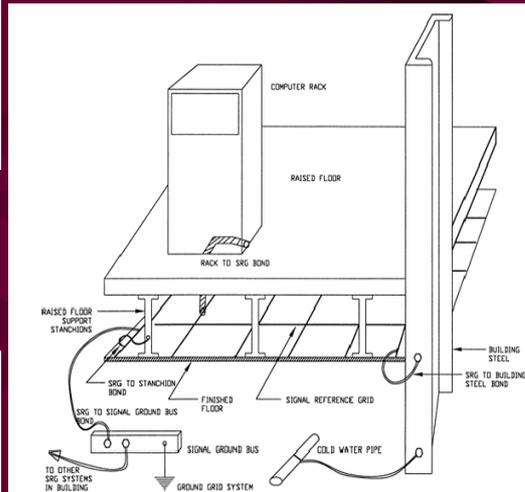
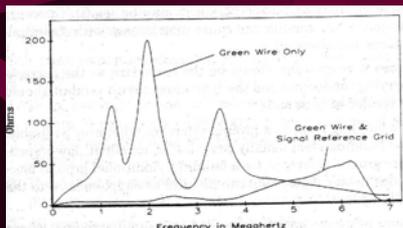
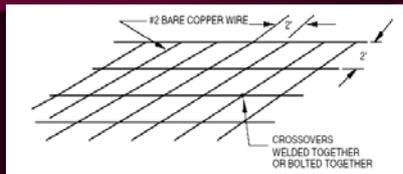
Diferencia de potencial neutro - tierra



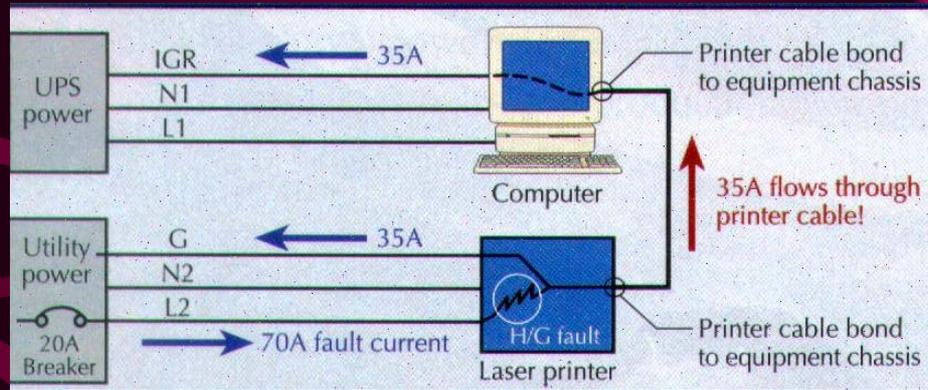
Caída de tensión en neutro



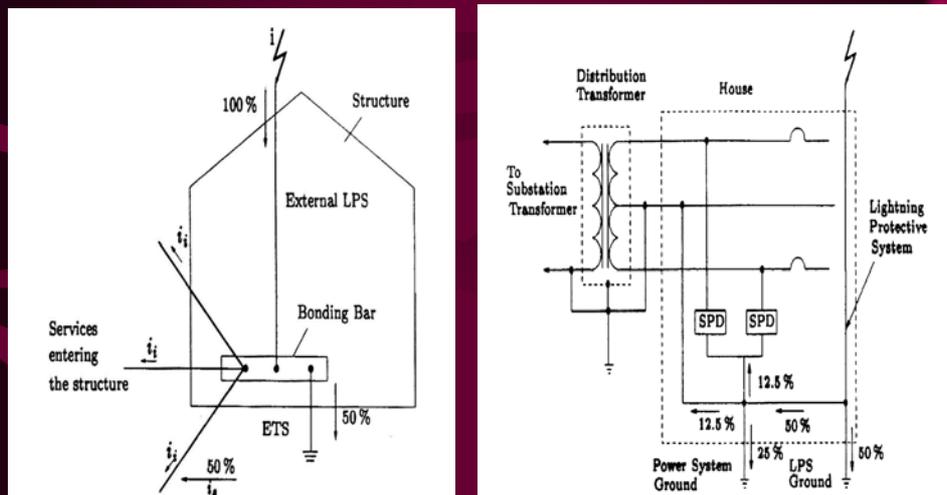
Malla de puesta a tierra



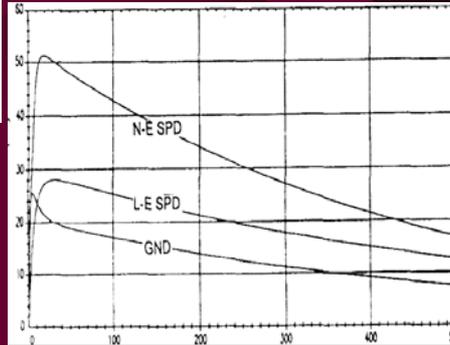
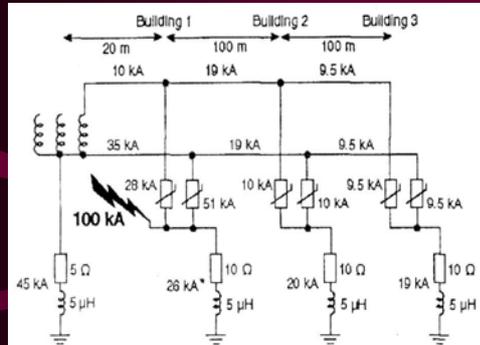
Puesta a tierra aislada



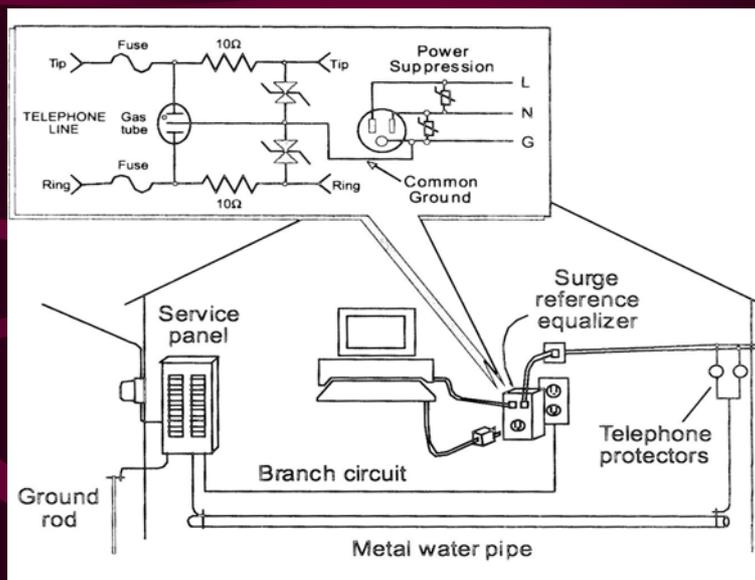
Transferencia de descargas atmosféricas Propuesta en Normas



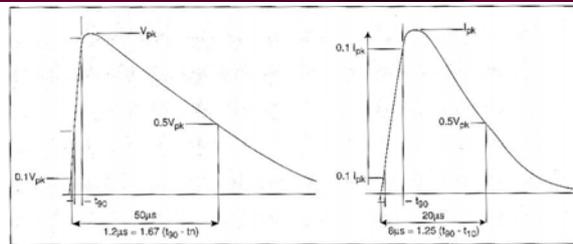
Repartición de corriente de descarga Analítica / experimental



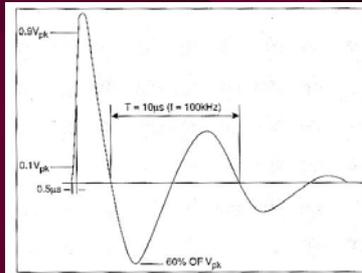
Protección y equipotencialidad



Ondas normalizadas (ANSI)

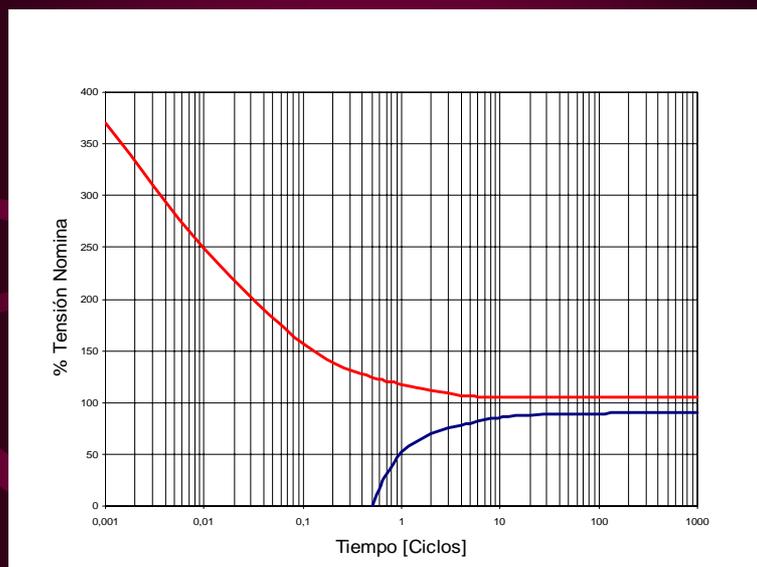


ANSI C62.41 Category B test pulse - 1.2/50μs unidirectional open circuit voltage waveform, and resultant 8/20μs current discharge waveform.



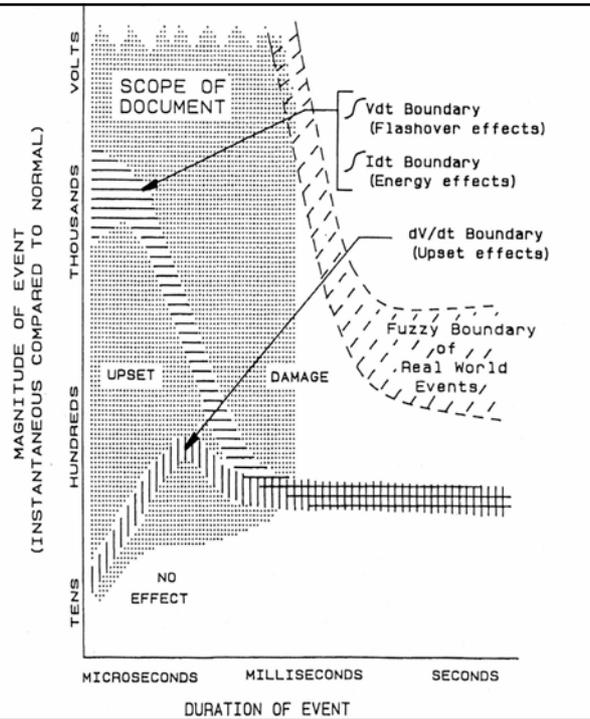
ANSI C62.41 Category A test pulse - 0.5μs 100kHz open circuit voltage ringwave.

¿Que soportan los equipos? Curva CBEMA



¿Que soportan los equipos?

Propuesta IEEE



Equipo eléctrico: Relación entre ubicación y sollicitación

Anexo E (Informativo IRAM)

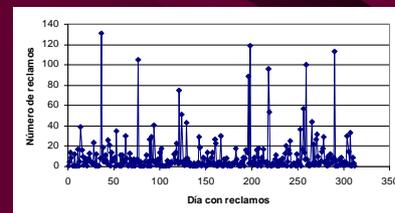
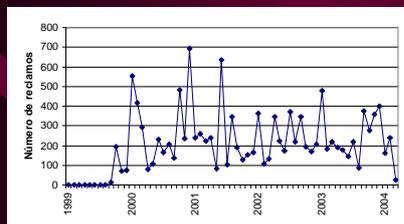
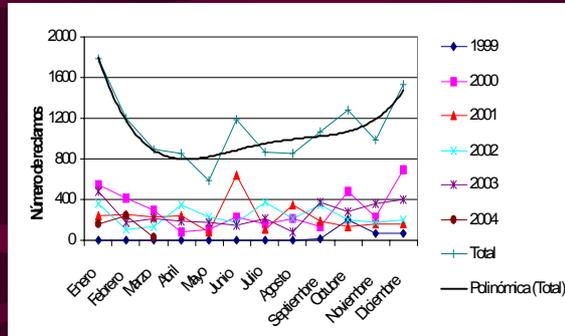
Ejemplos para las categorías de instalación I a IV y la coordinación de la aislación de acuerdo con la tabla I, según IEC 664-1 - Am1:1989 e IEC 664A:1991

SPD Location Categories, ANSI/IEEE C62.41

LOCATION CATEGORY	CAT C	CAT B	CAT A
VERY EXPOSED LOCATIONS	OUTSIDE AND SERVICE ENTRANCE	FEEDERS AND SHORT BRANCH CIRCUITS	OUTLETS AND LONG BRANCH CIRCUITS
Product Style	Service Entrance TVSS	Branch Panel TVSS	

Category	Location	Characteristics
A1	Outlets & long branch circuits - Low exposure	2kV / 70A Ring wave (0.5µ-100kHz)
A2	Outlets & long branch circuits - Medium exposure	4kV / 130A Ring wave (0.5µ-100kHz)
A3	Outlets & long branch circuits - High exposure	6kV / 200A Ring wave (0.5µ-100kHz)
B1	Feeders and short branch circuits - Low exposure	2kV / 170A Ring wave, or 2kV / 1kA Combination wave (1.250µs-8/20µs)
B2	Feeders and short branch circuits - Medium exposure	4kV / 130A Ring wave, or 4kV / 2kA Combination wave (1.250µs-8/20µs)
B3	Feeders and short branch circuits - High exposure	6kV / 500A Ring wave, or 6kV / 3kA Combination wave (1.250µs-8/20µs)
C1	Outside and Service Entrance - Low exposure	6kV / 5kA Combination wave (1.250µs-8/20µs)
C2	Outside and Service Entrance - Medium exposure	10kV / 5kA Combination wave (1.250µs-8/20µs)
C3	Outside and Service Entrance - High exposure	20kV / 10kA Combination wave (1.250µs-8/20µs)

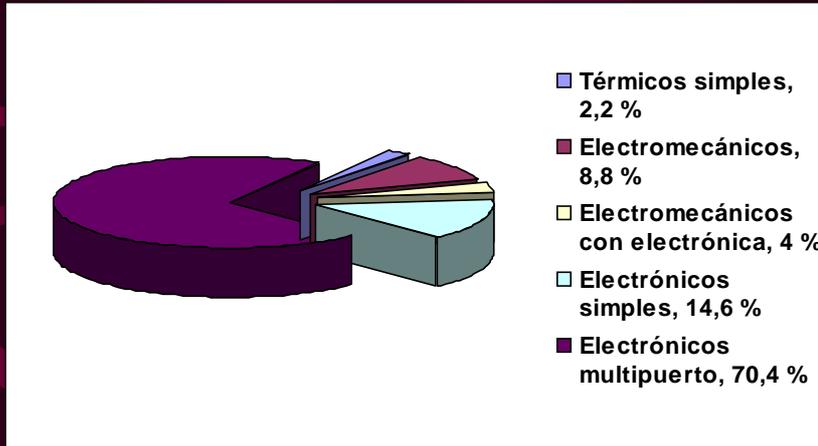
Distribución temporal de daños



CLASIFICACIÓN DE LOS ARTEFACTOS DEL USUARIO EN BASE A SU SUSCEPTIBILIDAD A SER DAÑADOS

- **Térmicos simples** (planchas, estufas, duchas eléctricas, focos, etc.)
- **Electromecánicos** (motores, lavadoras, ventiladores, heladeras, etc.)
- **Electromecánicos con control electrónico** (freezers, aire acondicionado, lavadoras, algunos electrodomésticos, etc.)
- **Electrónicos simples** (radios, microondas, teléfonos, etc.)
- **Electrónicos multi-puerto** (televisores, video reproductoras, fax-teléfono, computadoras, impresoras, equipo médico de alta complejidad, etc.)

Distribución por tipo de artefacto dañado



Clasificar los artefactos en base a su sensibilidad a resultar dañados

Incidencia 9/99 - 12/03

Televisores 38%
 Computadora 11%
 Equipos de música 7%
 Lavadora 6%
 Radio receptor 6%
 Equipos de frío 5%
 Vídeo VHS 4%

Total 77 %

CUANTO CUESTA?

Año 2003

- Televisores reclamados 1312
- Marcas: S1 42%, S2 31%
- 58% reclamos en 25 días (7% año)
- 24% reclamos en 5 días (1,4% año), debidos a: 20% tormenta, 50% neutro cortado y 30 % energización neutro.



Ejemplo típico de reclamos

(país desarrollado)

EE con 500.000 clientes, 157 reclamos durante un año

Equipo	Porcentaje	N° de unidades	Costo Unitario Promedio (US\$)	Costo total (US\$)
Televisor	35	55	260	14300
Video reproductora	15	23	140	3220
Horno Microondas	11	18	210	3780
Aire acondicionado	6	9	650	5850
Heladera, Freezer	6	9	720	6480
Computadora	4	7	1150	8050
Contestador telefónico	3	5	98	490
Varios	20	31	35	1085
Total	100	157		43255

Ejemplos Típicos I

(Argentina)

- Número de usuarios: 320.000.-
- Número de reclamos anuales por daños: 3600.
- Porcentaje de reclamos reales: 55 %.
- Costo anual de reparación: U\$S 72.000.-

Ejemplos Típicos II (Latinoamérica)

- Número de usuarios: 250.000.-
- Número de reclamos anuales por daños: 3200.
 - Televisores: 32 %
 - Equipos de sonido: 20 %
 - Computadoras y periféricos: 18 %
 - Equipos de frío: 10 %
 - Teléfonos/fax: 7 %
- Costo anual de reparación: U\$S 55.000.-

VISIÓN EXTERNA

Indice de evaluación:

Número anual de reclamos por cada mil usuarios

- Distribuidora Norteamericana (1988): 0,314
- Distribuidora Latinoamericana (2002): 1,982
- Distribuidora Argentina I (2002): 4,26
- Distribuidora Argentina I (2003): 5,69
- Distribuidora Argentina II (2003): 11,09
- **CRE (promedio 2000-2003): 11,72**

Daños a artefactos

Ejemplo clásico de problemática mal manejada por parte de las empresas eléctricas y organismos reguladores

- La empresa eléctrica niega su responsabilidad en el daño
- El usuario culpa siempre a la empresa
- La respuesta del organismo regulador no siempre es clara y coherente
- Usualmente se carece de especificaciones o normas a cumplir por los artefactos
- Las municipalidades no verifican las instalaciones

Definición de la responsabilidad o no del distribuidor en los daños al usuario

En oportunidad de maniobras y actuación normal de protecciones

- **Responsabilidad evidente**

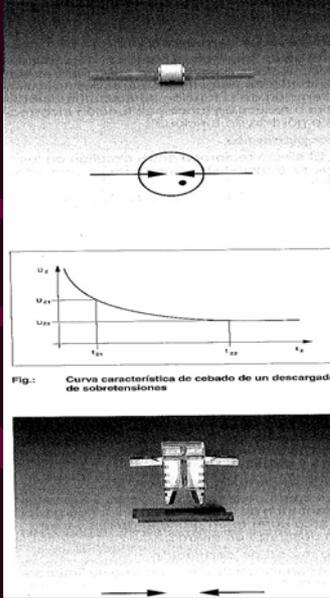
Grosera: error de conexión por parte de brigada, uso de motor sin protección, etc.

- **Responsabilidad tenue**

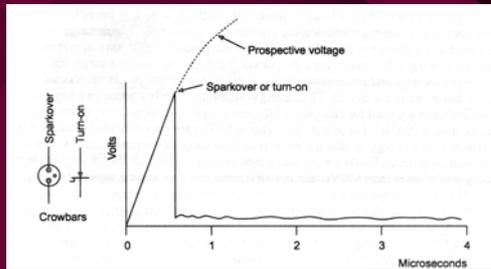
Vaga: sabotaje, punto de ingreso de la sobretensión

- **Invocación de Imposibilidad sobreviniente**
de fuerza mayor y caso fortuito

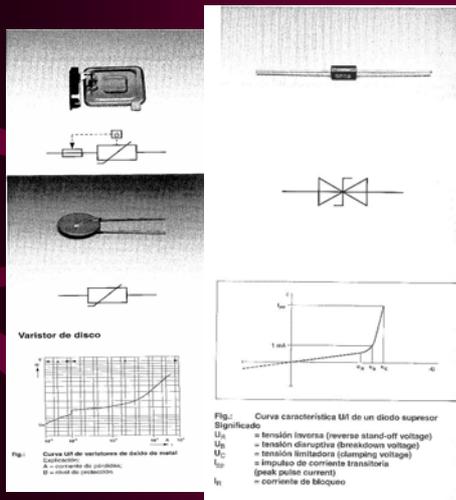
Dispositivos protectores lentos



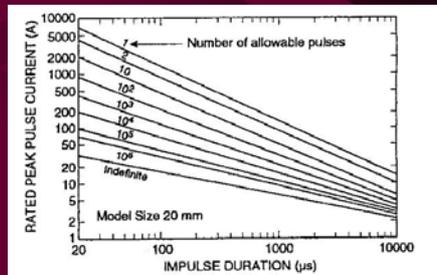
- Descargador gaseoso.
- Velocidad de respuesta 1 a 10 μ s.
- Capacidad de descarga del orden de 100 kA.
- Problemas de sobredisparo.



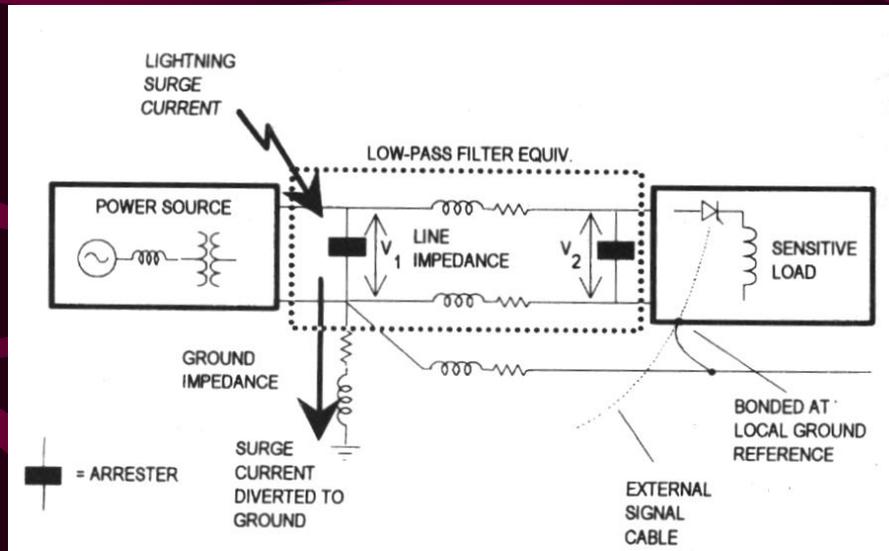
Dispositivos protectores rápidos



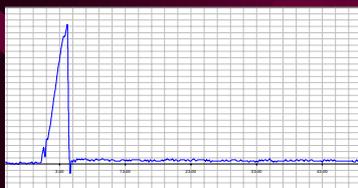
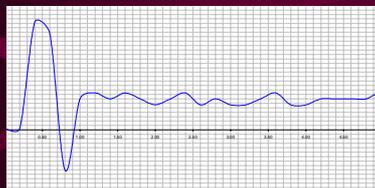
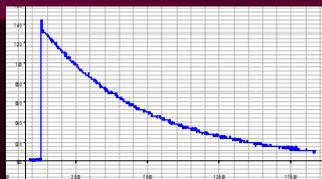
- Problemas de vida útil
- Velocidad de respuesta 1 a 10 ns y 1 a 10 ps para diodos
- Capacidad de descarga <10 kA



Protector doble (acoplado)

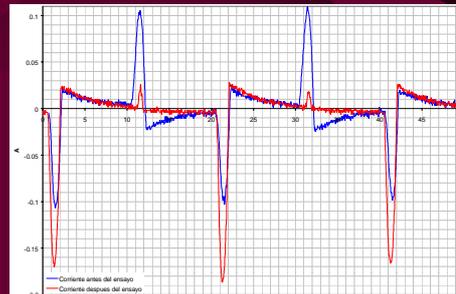
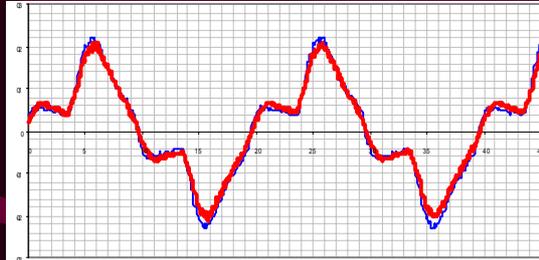


Ensayos de laboratorio



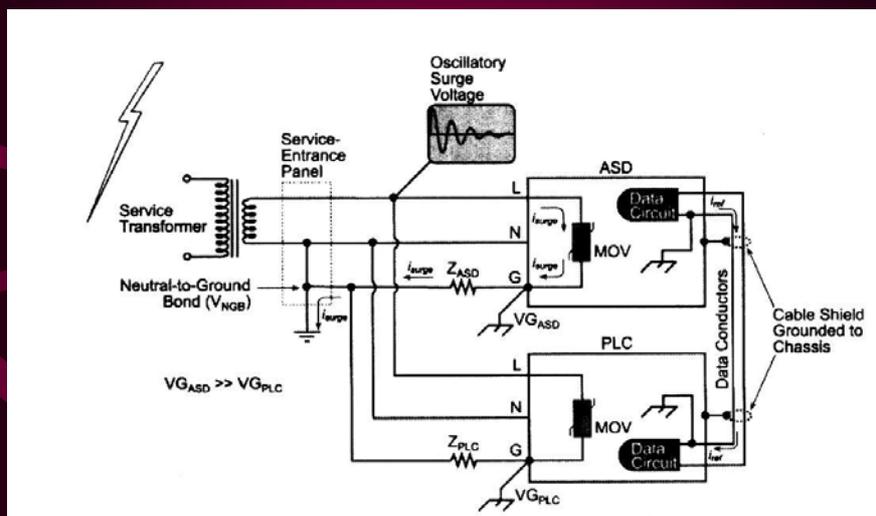
- Se ensayaron 13 equipos típicos disponibles en el mercado.
- La metodología seguida se encuentra especificada en IRAM 2377. Impulso 2500 V.
- Todos ellos resultaron con fallas (daños)

Modificación en la corriente de carga



Problemas por equipos multi-puerto

Impulso de corriente acoplado desde el puerto de potencia hacia el de datos



Culpabilidad o responsabilidad

- Debe eliminarse el 40 % de los reclamos falsos.
- Un importante porcentaje de daños se deben a errores de conexión por parte de la EE.
- Las instalaciones internas adolecen de importantes defectos y falencias.
- La característica acumulativa de la falla distorsiona el análisis.
- Muchos equipos de baja tensión generan sobretensiones.
- Por razones de precio, se eliminan las protecciones internas.