

JORNADAS IAPG COMAHUE

PRESENTACIÓN DEL TRABAJO:

“ COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNETICA”

Autor: Jorge D. Roisman Osengar

Empresa: Repsol – YPF
U.N.A.O. - U.E. Rincón de los Sauces

Temario: MEDICION Y CONTROL, PRACTICAS RECOMENDADAS

Introducción:

La **Compatibilidad Electromagnética (CEM)** es una disciplina relacionada con varias profesiones, sin embargo es poco entendida, es difícil de comprender y su desconocimiento produce fallas en las instalaciones de origen “misterioso”.

Involucra directamente a electricistas, instrumentistas, técnicos en automatización, informática, protección catódica, etc., cuyos criterios generalmente no son coincidentes.

El desarrollo tecnológico ha generado la proliferación de diversos instrumentos y equipos instalados en el campo o plantas, con electrónica sensible a la influencia de campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos.

Esto conlleva a la necesidad de convivencia de **Señales Débiles** analógicas o digitales (4-20 mA), PT-100, Protocolos HART, MODBUS, bus de campo, etc. y **Señales Fuertes**, (alimentación de energía, relees, motores, etc.).

En la práctica, la Compatibilidad Electromagnética (CEM) **es un hecho**, dado que numerosos equipos eléctricos y electrónicos conviven en un mismo ambiente, soportando mutuamente sus efectos electromagnéticos.

Su entendimiento y comprensión se vuelve cada vez más necesario para obtener confiabilidad en el funcionamiento de las Instalaciones y asegurar la Seguridad de las personas. Requiere de las distintas especialidades técnicas, aunar criterios.

Este Trabajo pretende dejar planteado el problema e introducir en algunos principios elementales que deben ser tenido en cuenta.

Definiciones:

Compatibilidad Electromagnética (CEM):

Capacidad de un aparato o de un sistema para funcionar en su entorno electromagnético de forma satisfactoria y sin producir él mismo perturbaciones electromagnéticas a todo aquello que se encuentre en este entorno.

Perturbación electromagnética:

Fenómeno electromagnético susceptible de crear problemas en el funcionamiento de un dispositivo, aparato ó sistema o de afectar desfavorablemente la materia viva ó inerte.

Nivel de compatibilidad electromagnética:

Nivel máximo especificado de perturbaciones electromagnéticas a que se puede someter un dispositivo, aparato o sistema que funciona en condiciones particulares.

Nivel de perturbación:

Valor de una perturbación electromagnética, medida en condiciones especificadas.

Nivel de inmunidad:

Nivel máximo de perturbación electromagnética que actúa sobre un dispositivo, aparato o sistema particular, sin que este deje de funcionar con la calidad deseada.

Susceptibilidad electromagnética:

Incapacidad de un dispositivo, aparato o sistema de funcionar sin degradar la calidad en presencia de una perturbación electromagnética.

Desarrollo:

1) Perturbaciones:

El origen de las perturbaciones electromagnéticas es muy diverso, pueden ser transitorias, temporales ó permanentes, alternas o de impulsos, de alta o de baja frecuencia (por encima de un MHz), conducidas ó radiadas, en modo común o en modo diferencial, dentro ó fuera de edificios.

Los fenómenos perturbadores pueden ser:

- Corrientes con alto contenido armónico
- Grandes corrientes de cortocircuito
- Sobre tensiones de Maniobra en el sistema eléctrico
- Descargas Atmosféricas
- Irradiación de Campos Electromagnéticos

2) Acoplamiento de las perturbaciones:

Todo campo electromagnético está compuesto por un campo magnético H y un campo eléctrico E. En fenómenos de baja frecuencia, predomina el campo magnético H y alcanza hasta una distancia del orden de 1000 Km para un campo de 50 hz.

En proximidades de una fuente de alta impedancia y alta frecuencia el campo predominante es eléctrico E. Un caso típico es cuando se producen sobre tensiones de maniobra en redes eléctricas

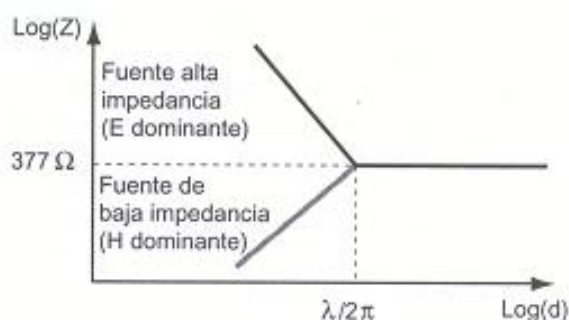


Fig. 1: Impedancia de la onda $Z = f(d)$.

A partir de la distancia indicada en fig1, la impedancia para el campo electromagnético se mantiene constante

$$Z_0 = E/H = 377 \text{ ohms}$$

Emisor	Frecuencia (f)	Longitud de onda (λ)	Campo
Red (1 kA, 1 fase)	50 Hz	6 000 km	20 A/m a 10 m
Rayo	30 kHz a 3 MHz	10 km	10 A/m a 500 m
Horno de secado	27 MHz	11 m	1,5 V/m a 10 m
Maniobras a 20 kV	75 MHz	4 m	5 kV/m a 1 m
FM	100 MHz	3 m	1 V/m a 500 m
Radio Onda Larga	200 kHz	1 500 m	30 V/m a 500 m
Walkie-Talkie	450 MHz	66 cm	10 V/m a 1 m
Televisión UHF	600 MHz	50 cm	0,5 V/m a 500 m
Teléfono móvil	900 MHz	33 cm	20 V/m a 1 m
Radar	1 GHz	30 cm	40 V/m a 500 m
Horno microondas	2,45 GHz	12 cm	1,5 V/m a 1 m

Fig. 2: Algunos emisores de perturbaciones electromagnéticas.

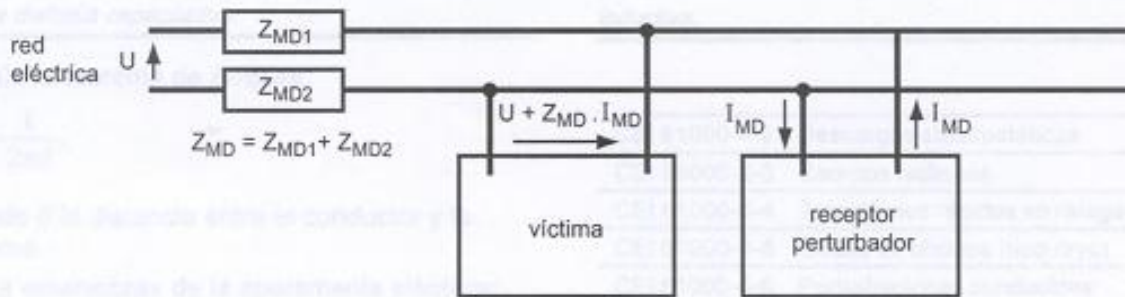
2.1) Mecanismos de los acoplamientos

- Impedancia común
- Eléctrico (capacidad parásita y radiante)
- Magnético (inducción mutua y radiación)
- Campo electromagnético (radiante)

2.1.1) Acoplamiento por impedancia común:

Puede darse en modo común (entre conductores de señal y cable de protección ó tierra), o en modo diferencial (conductores de señal entre sí)

a - Acoplamiento en modo diferencial (MD)



b - Acoplamiento en modo común (MC)

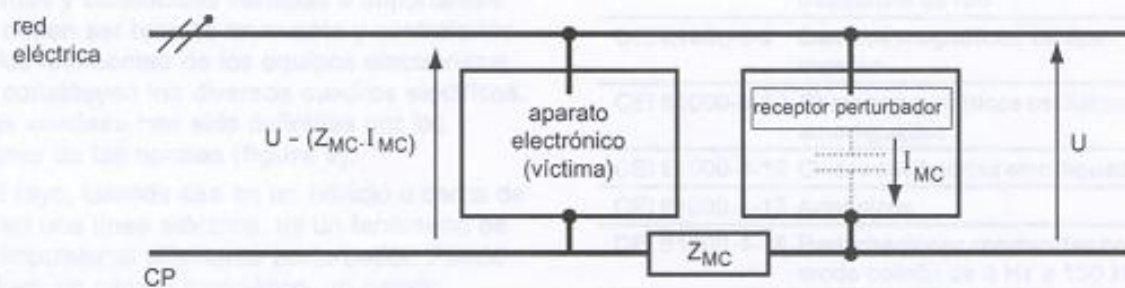
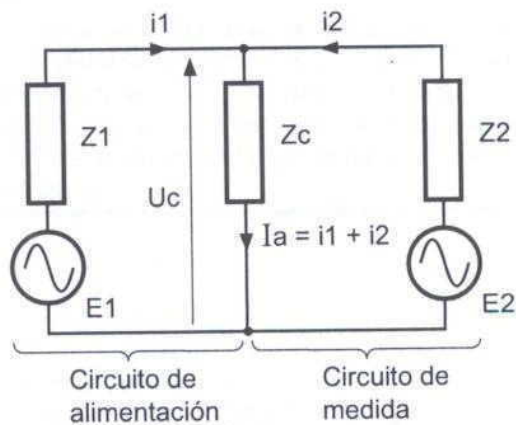


Fig. 3: Acoplamiento por impedancia común. Las perturbaciones producidas por un campo perturbador atacan a un receptor sensible debido a la no existencia de un acoplamiento en las alimentaciones (a) o a los circuitos de masa (CP) (b).



Esquema de impedancia común.

Fig 3b

2.1.2) Acoplamiento eléctrico y magnético

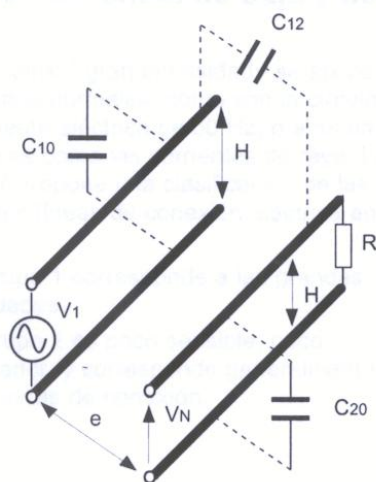


Fig. 4: Una variación brusca de la tensión V_1 , entre dos conductores, produce un campo que, a pequeña distancia, puede considerarse exclusivamente eléctrico, e induce una tensión V_N en otra estructura filar que sea paralela. Este modo de acoplamiento se llama diafonía capacitativa.

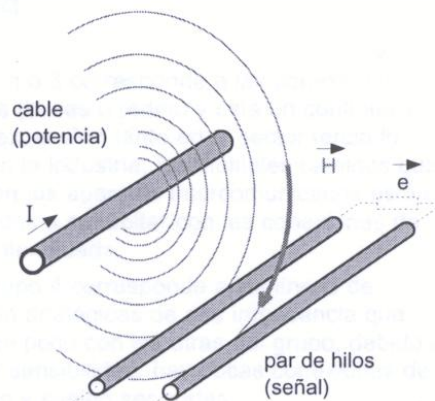


Fig. 5: Una variación de corriente en un cable produce un campo que a pequeña distancia puede considerarse exclusivamente magnético e induce entonces una tensión perturbadora en los cables que forman un bucle. Este modo de acoplamiento se llama diafonía inductiva.

3) Tierra y Masas

Suele existir bastante confusión sobre los términos “Tierra” y “Masa”, siendo usados como sinónimos.

Una gran cantidad de problemas de mal funcionamiento de equipos electrónicos, son debidos a diversos fenómenos producidos en los circuitos de masa.

Evitar estos problemas requiere un estudio y conocimiento profundo de los principios de la CEM.

A su vez, la configuración del Esquema de Puesta a Tierra del Neutro (ECT) de los sistemas eléctricos de potencia, tiene una enorme influencia sobre los sistemas electrónicos, generalmente desconocida por los referentes de las distintas especialidades.

MASA ó Terminal común de un Circuito, es el conductor de referencia de potencial cero con respecto al resto de potenciales del circuito. Físicamente, es el conductor por donde se realizan los retornos de las señales activas del circuito.

No existe una masa única.

Dentro de un mismo sistema pueden existir varios circuitos y varios sistemas de masa, en muchas ocasiones se mezclan esos circuitos, produciendo interferencias electromagnéticas.

Uno de los problemas que deben evitarse es la creación de “bucles de masa” que provocan la circulación indeseada de corrientes entre distintos subsistemas.

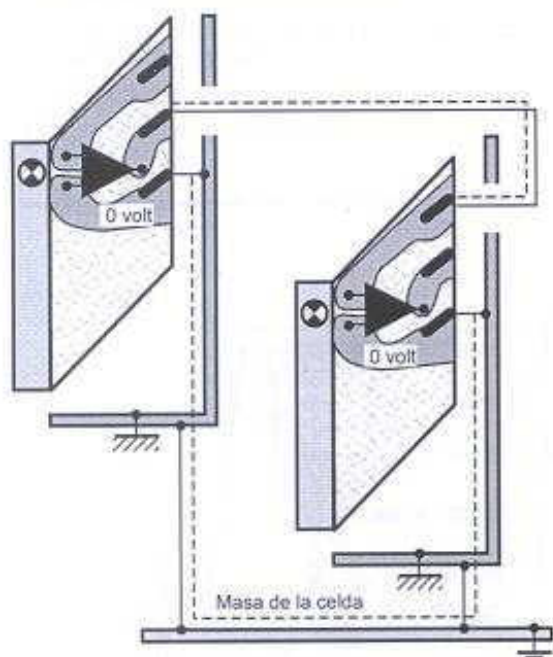


Fig. Ejemplo de bucle de masa en la caja de un equipo de aparatura BT de una celda MT.

Fig. 6

Recordemos que un bucle de este tipo (figura 1) se crea fácilmente, por ejemplo, en la «caja de relés» con los cables verde-amarillo cuando están conectados en estrella a la masa.

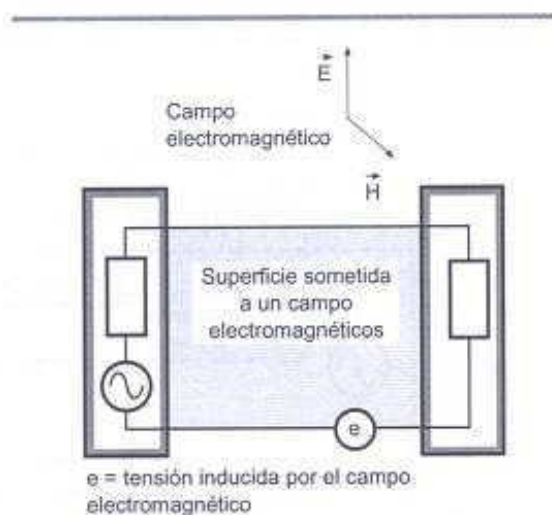


Fig. Un ejemplo de acoplamiento campo a cable de tipo diferencial.

fig. 7

La tierra, se refiere al potencial de la tierra física e influye sobre los edificios, líneas eléctricas, instalaciones eléctricas, etc.

3.1 Puestas a Tierra (PAT.)

Para los Instrumentistas, su sistema de puesta a tierra debe estar aislado y separado del sistema de puesta a tierra del Sistema Eléctrico, porque pueden producirse interferencias y ruidos en los sistemas de medición.

Para los Electricistas, el Sistema de Puesta a Tierra, debe funcionar como Tierra de Protección para las personas y Como Tierra de Referencia para el correcto funcionamiento del sistema de distribución de Energía eléctrica.

Entre los expertos de cada especialidad no existe un consenso común sobre como debe configurarse los sistemas de puesta a tierra, existiendo criterios dispares.

Estos sistemas suelen instalarse por separado, generando más problemas que beneficios.

Sin embargo, todos estamos parados sobre la misma Tierra.

El primer y primordial objetivo de las puestas a tierra es la protección de las personas

El segundo objetivo de las puestas a tierra es ofrecer un punto de referencia de potencial cero y equipotencial para todos los subsistemas interconectados a ella

Las masas de los distintos subsistemas existentes deben referirse a Tierra en un único punto

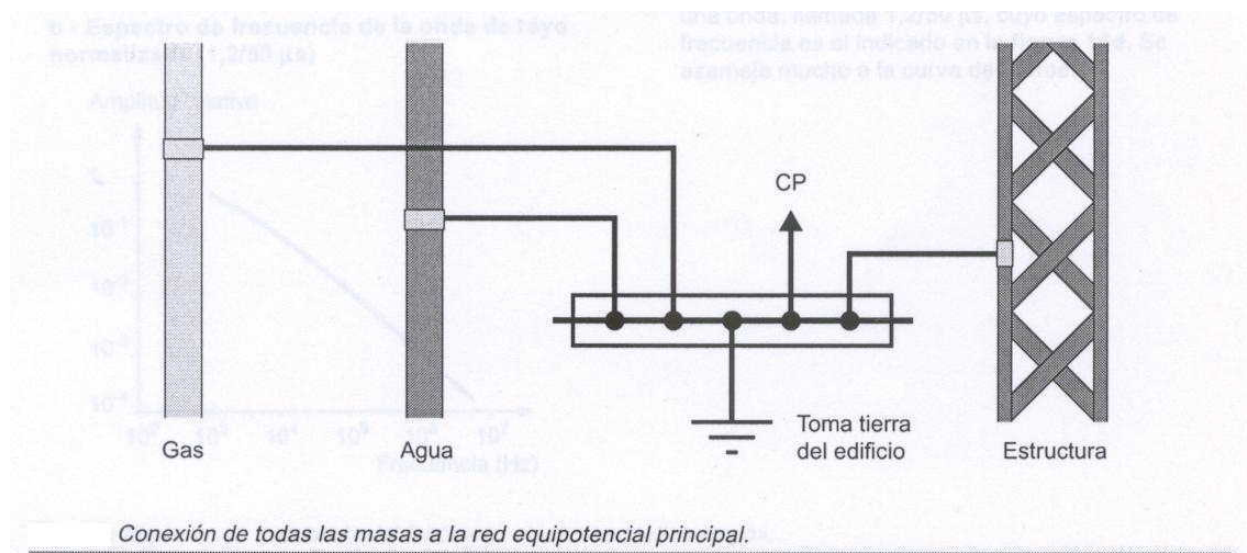


Fig. 8

Un Sistema de Puesta a Tierra cumple diversas funciones:

- Limitar las tensiones de contacto peligrosas
- Proveer un camino de retorno para corrientes de falla
- Dispersar descargas atmosféricas
- Neutralizar cargas electrostáticas
- Reducir captación de ruidos eléctricos
- Cerrar circuitos de radiocomunicaciones

Los Sistemas de Masa pueden ser:

Estructural: Neutro del transformador eléctrico de distribución y todas las masas metálicas se conectan a una toma de puesta a tierra (armadura de H°A° de edificios, cañerías de agua y gas, escaleras, pasarelas, gabinetes, consolas, tableros, cajas, cercos, torres, mástiles, riendas, etc.)

De señal: masas de fuentes de alimentación, cables de retorno, buses, drenaje de supresores y blindaje de cables).

Seguridad Intrínseca: Para Barreras de Seguridad intrínseca y supresores de sobre tensión

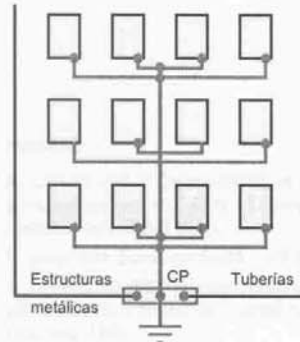
Pararrayos: Puntas captoras de rayos y cables de bajada

PAT simple: para bajas frecuencias, circuitos de Masa estructural y Masa de señal separados, hasta un único punto de referencia (PAT del sistema)

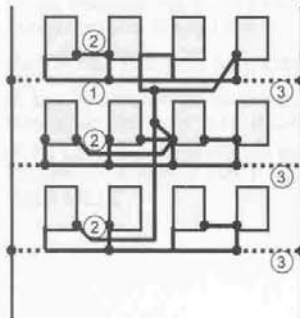
PAT Múltiple: para altas frecuencias, Masas estructural y Masas de señal unidas en cada gabinete, unidas en un punto a la PAT del sistema

Flotante: uso especial con masas de señal aislada, para casos especiales, peligro de acumulación de cargas estáticas

Seguridad eléctrica

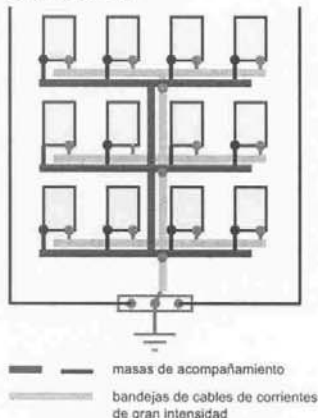


Equipotencialidad CEM



- (1) Conductor de equipotencialidad alrededor de la planta.
- (2) Blindaje o conductor de acompañamiento, bandeja de cables metálica.
- (3) Conductor de equipotencialidad suplementaria.

Seguridad y CEM



Búsqueda de la equipotencialidad en BF y AF.

a - Red equipotencial de protección en forma de bus (entre plantas) y en forma de estrella (en cada planta). Igual que para la distribución eléctrica

■ Objetivo: seguridad de las personas/contacto indirecto.

■ Atributos:

- ☐ no hay bucle de masas,
- ☐ es posible el cálculo de las corrientes de defecto,
- ☐ encaminamiento controlado de la corriente de defecto,
- ☐ baja impedancia a 50 Hz pero alta en AF.

b - Red de masas mallada

■ Objetivo:

- ☐ equipotencialidad en AF,
- ☐ baja impedancia en BF y en AF.

■ Cualidades:

- ☐ encaminamiento aleatorio y múltiple de las corrientes de defecto a 50 Hz y de neutro (TN-C) porque las masas están conectadas al CP,
- ☐ bucles de masas pequeños (AF),
- ☐ aumento de la corriente de defecto en TN.

Nota: especialmente en AF, el mallado, para ser eficaz, debe de ser muy denso.

Las conexiones de tipo 3, si están hechas, crean bucles entre las masas que van a afectar a los aparatos situados en plantas diferentes.

Así, si se han hecho este tipo de conexiones, hay que multiplicar el número de conexiones equipotenciales entre plantas para minimizar la superficie de los bucles entre masas.

c - Red equipotencial mínima de protección y de masas. Utilización óptima de las bandejas de cables

■ Objetivos: los de las figuras 27a y 27b.

■ Cualidades:

- ☐ suprime los bucles formados entre los circuitos de corrientes de alta y baja intensidad (circuitos de potencia y circuitos de señal) y los bucles de masa,
- ☐ equipotencialidad AF,
- ☐ equipotencialidad BF (si I_d es baja),
- ☐ no hay corrientes vagabundas,
- ☐ efecto de plano reductor/campos EM.

■ En los pisos superiores, hay que prever conexiones de tipo 3 si el material eléctrico se encuentra a menos de un metro de las estructuras metálicas exteriores del edificio.

Nota:

- ☐ puede completarse con planos de masas locales mallados,
- ☐ no se prohíben conexiones directas entre dos receptores próximos (con conductor de acompañamiento),
- ☐ dentro de una misma planta, puede ser suficiente una única bandeja de cables,
- ☐ la columna montante colocada en el centro limita las influencias exteriores.

Fig. 9

3.2) Influencia de los esquemas de conexión de Neutro (ECT) en los sistemas electrónicos

Existen tres sistemas de conexión del neutro de los transformadores de distribución de energía, según la Norma IEC 60364:

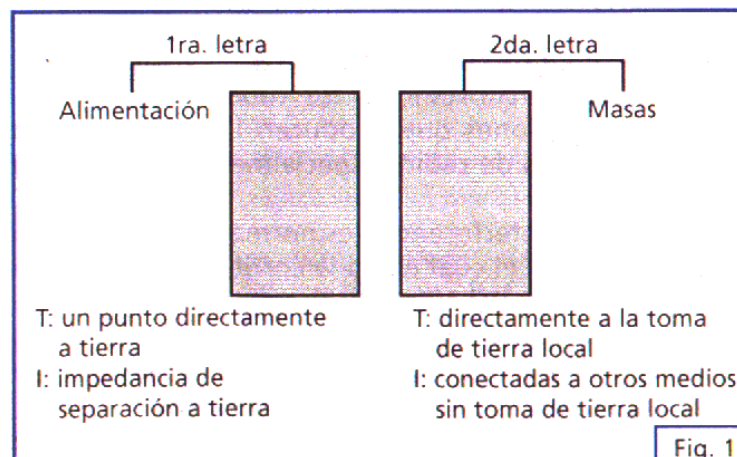


Fig. 10

Estos tres sistemas son:

TN: Centro estrella del transformador a Tierra, masa de los equipos receptores a Neutro.

Tiene dos variantes:

TN-C: el cable de protección PE y el Neutro, son el mismo conductor.

TN-S: el cable de protección PE y el Neutro están separados y se unen en el centro estrella del transformador

TT: centro estrella del transformador a tierra, masa de los receptores a tierra. Es el esquema aprobado por la AEA.

IT: Centro estrella aislado, masa de los receptores a tierra. Usado en casos especiales.

El sistema de conexión TN-C es el que genera los mayores riesgos en equipos y personas.

Requiere que los valores de puesta a tierra sean muy bajos para asegurar que la tensión de contacto permanezca baja en caso de defecto de aislamiento de algún aparato.

Este sistema de conexión ha sido prohibido en la Edición 2002 del reglamento de instalaciones eléctricas en inmuebles, de la A.E.A.

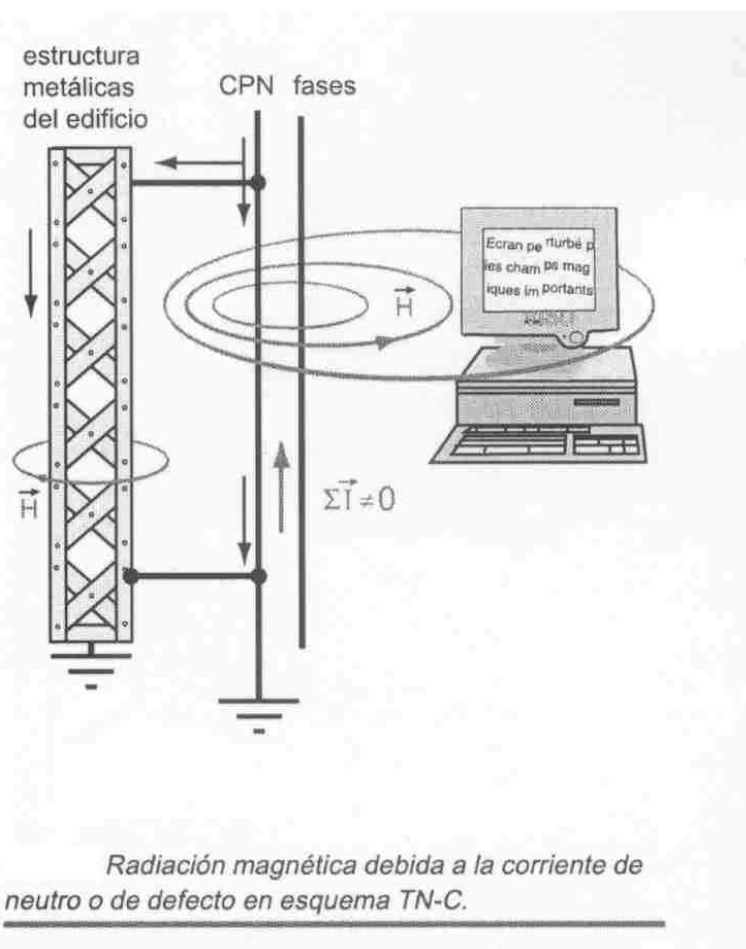
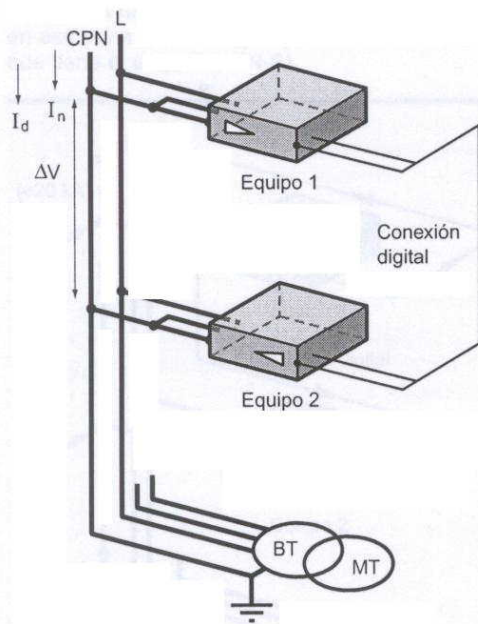
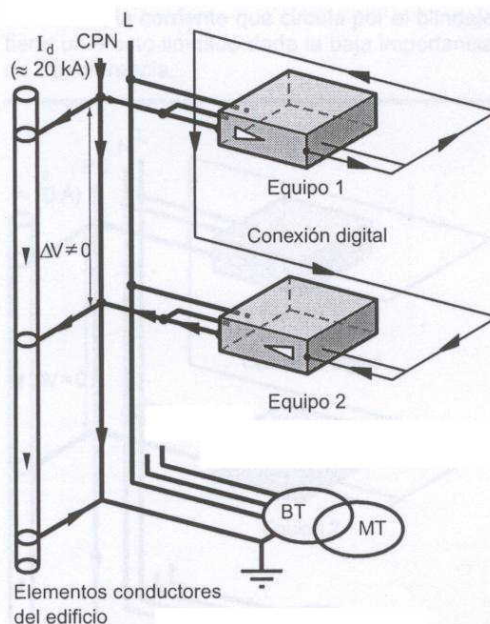


Fig.11



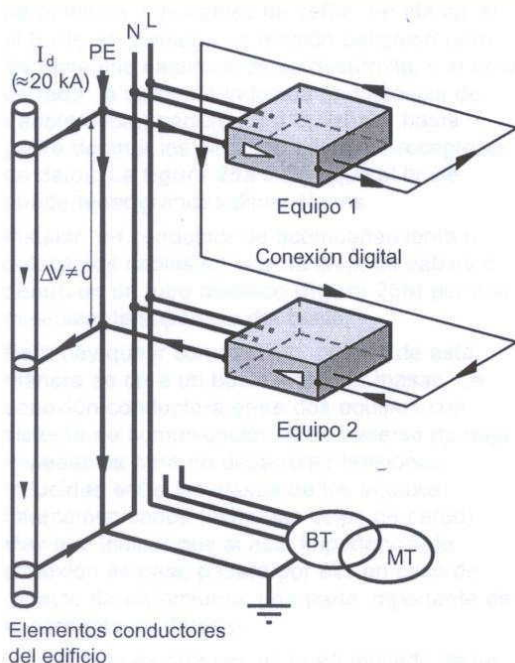
Esquema TN-C; la corriente de neutro desarrolla diferentes potenciales que afectan a las diferencias de tensión de las conexiones digitales; la corriente de defecto de aislamiento (varios kA) desarrolla un ΔV destructor.

Fig.12



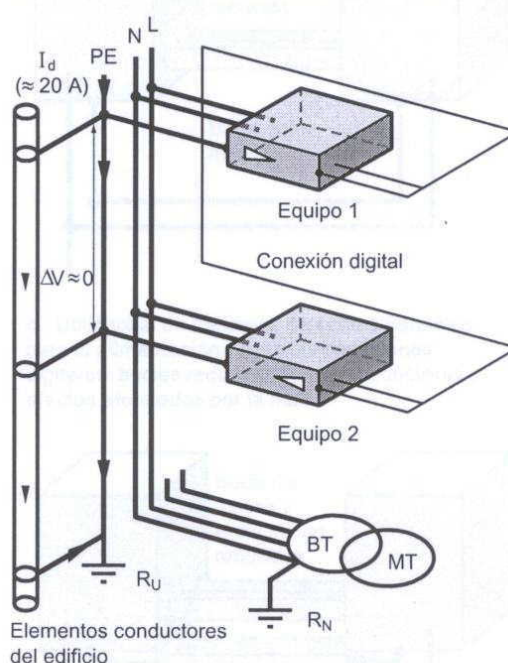
Esquema TN-C con malla; el ΔV permanente (desequilibrios de neutro, armónicos múltiples de 3) o temporal (corrientes de defecto) queda atenuado; pero hay «corrientes vagabundas»: riesgo de incendio y campos magnéticos perturbadores incluidos los cables de potencia (figura 20).

Fig.13



Esquema TN-S: ΔV temporal; la corriente de defecto en el cable de protección afecta temporalmente a la equipotencialidad; puesto que el CP está conectado a las estructuras hay distribución de corriente y de campos magnéticos como en la figura 20.

Fig.14



Esquema TT. La pequeña corriente del conductor de protección CP no afecta a la equipotencialidad de las referencias de potencial electrónica de los sistemas de redes, (R_{CP} pequeña respecto a R_U y R_N ; e I_d también baja) los campos magnéticos y los ΔV son 1000 veces más pequeños que en TN-C o TN-S.

Fig.15

4) Contenido Armónico

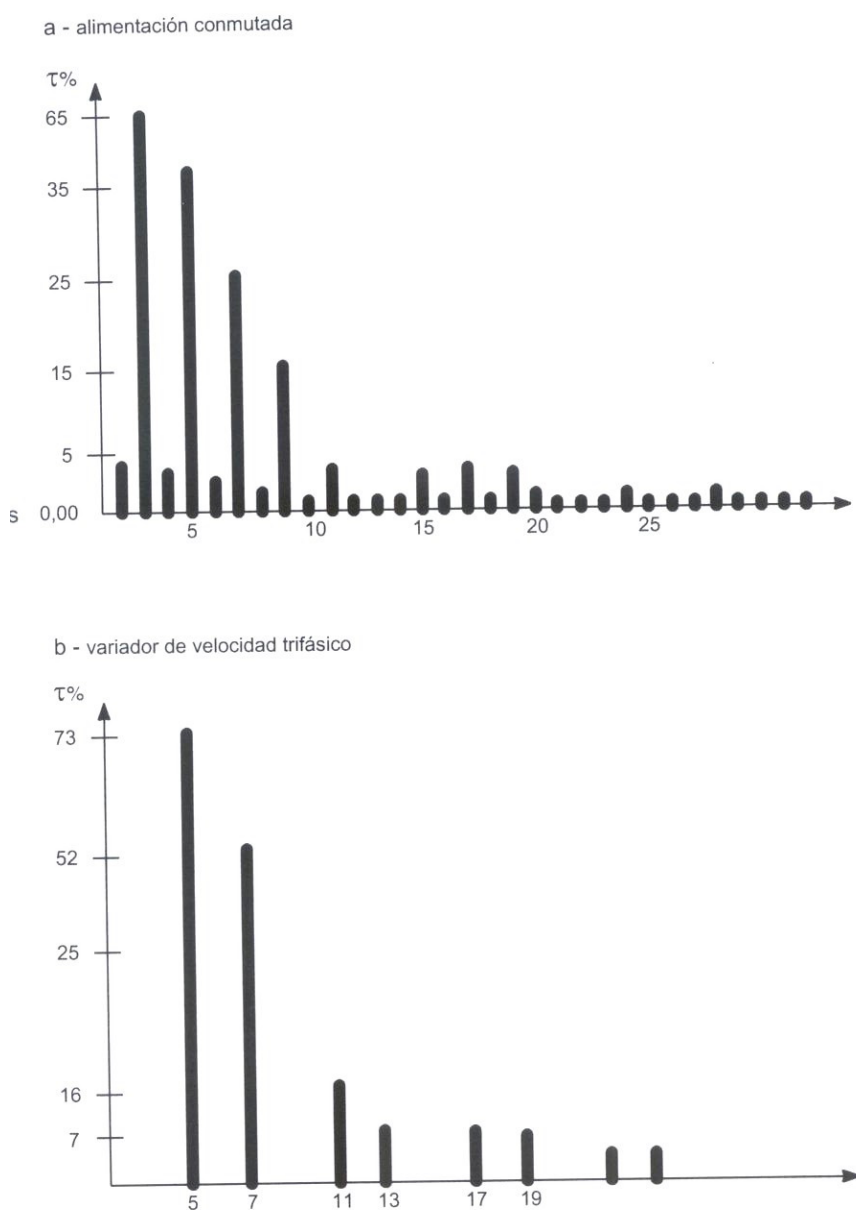
Otro de los aspectos que debe tenerse en cuenta, es la presencia de componentes armónicos en las corrientes que circulan por la red de distribución de energía eléctrica.

Estas corrientes son originadas por las fuentes de alimentación de computadoras, copiadoras, UPS, variadores de frecuencia, balastos electrónicos de tubos fluorescentes y provocan que el potencial del Neutro respecto de tierra se eleve.

La circulación de corrientes de alta frecuencia por el Neutro provoca además desequilibrios originando el disparo intempestivo de interruptores diferenciales, si éstos no son del tipo Súper inmunizado, que poseen un filtro interno para altas frecuencias.

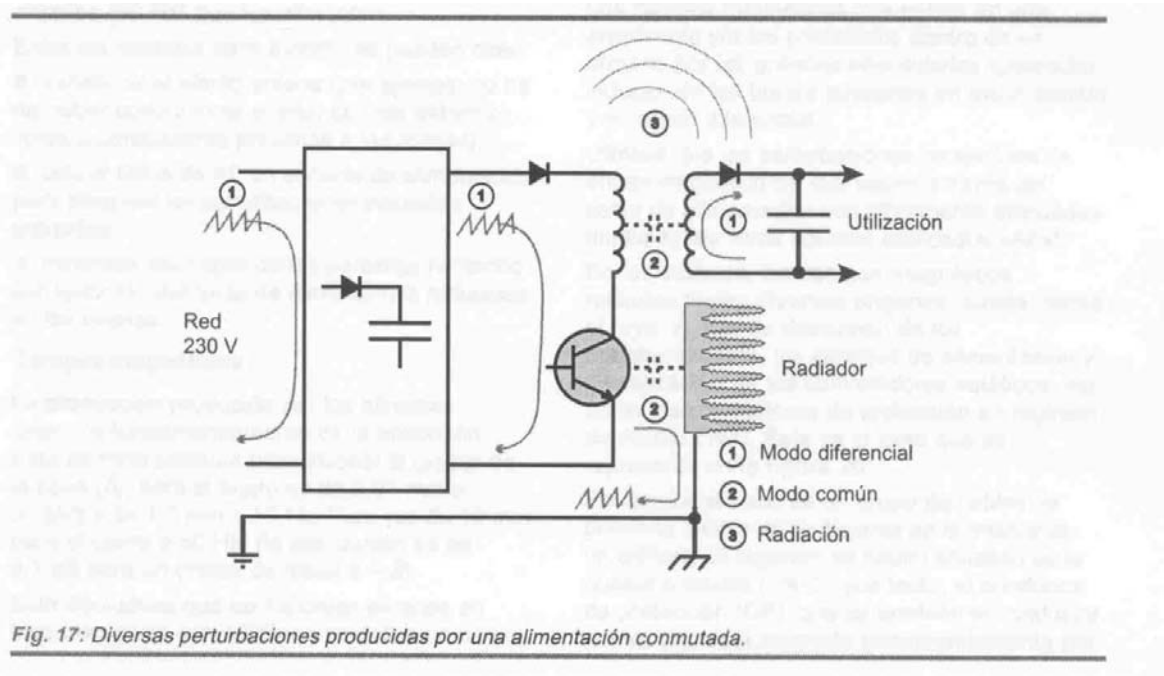
Además se requiere sobre dimensionar el conductor de Neutro.

Su eliminación requiere el uso de filtros de armónicos en las instalaciones eléctricas.

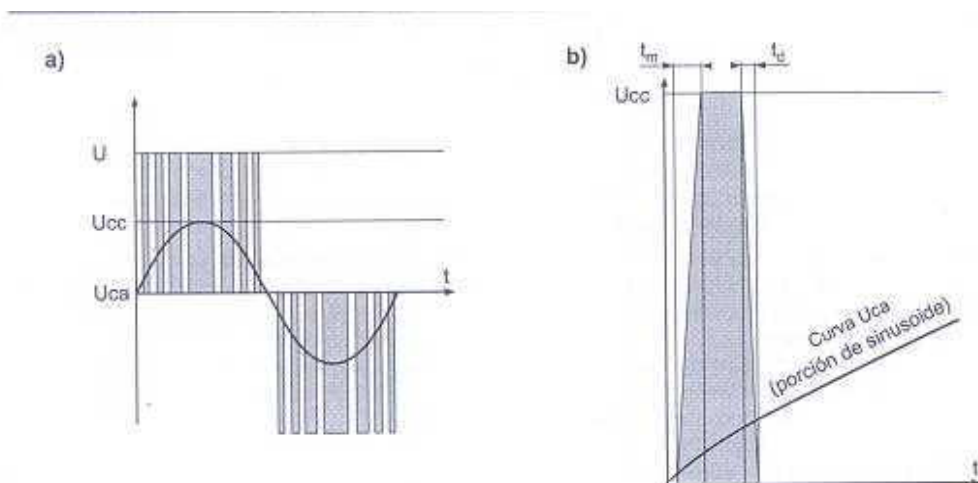


Ejemplos de espectros de armónicos de receptores.

Fig.16



La Fig. 17 ilustra como puede generarse interferencias dentro de los mismos equipos electrónicos debido al uso de fuentes conmutadas de Alta Frecuencia



Una fuente de perturbaciones en los equipos de electrónica de potencia con generación de la senoide por modulación de ancho de pulso (PWM):
a: principio,
b: un pulso muy ampliado (la escala ampliada es la de tiempo t), la porción de senoide está desproporcionada ya que, en realidad, ocupa 20 ms; $t_m \sim 2$ a $3 t_d$ (de 10 ns a 1 μ s).

Fig. 18

La Fig. 18 muestra una importante fuente de generación de armónicos, presentes en Plantas y Baterías, que son los Variadores de Frecuencia.

5) La instalación

El diseño de la instalación tiene una importancia preponderante para el mantenimiento de la CEM, pudiendo influir especialmente dos factores.

- La elección de los materiales
- Su disposición relativa dentro de la instalación

El primer factor está relacionado con la selección de las “fuentes” y las “víctimas”. Un aparato elegido para una función, puede ser más o menos generador de perturbaciones y susceptible de sufrirlas.

Si dos equipos deben funcionar próximos, se debe escoger:

- a) O una “fuente” poco perturbadora y una “víctima” “ordinaria” (medianamente sensible)
- b) O una “fuente” “ordinaria” (medianamente perturbadora) y una “víctima” poco sensible

El segundo factor depende directamente del primero, consiste en colocar los componentes ya escogidos y definidos, debe tenerse especial cuidado en la elección del lugar de instalación, cuando deben convivir corrientes débiles y corrientes fuertes.

La selección debe tener en cuenta los costes de materiales y de su instalación.

Además de los mencionados, deben tenerse en cuenta otros factores:

En la elección de la configuración de la red de puesta a tierra debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

Donde predomina **instrumentación analógica**, es necesario **configurar las masas en forma de estrella** para evitar los “Bucles de Masa”

Donde predominan **dispositivos digitales** (de alta frecuencia), es necesario **configurar las masas en forma de malla** para asegurar conexiones equipotenciales.

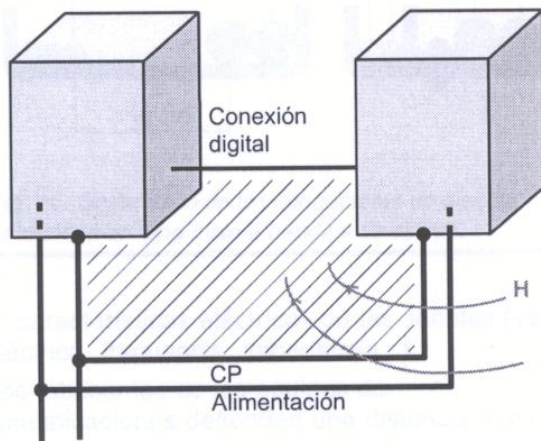
Deben instalarse Supresores de Sobre Tensión para asegurar conexiones equipotenciales, en caso de perturbaciones internas ó externas.

Es altamente aconsejable separar los circuitos de alimentación. Un equipo “fuente” y un equipo “víctima” deben tener sus alimentaciones separadas por impedancias importantes a las frecuencias perturbadoras.

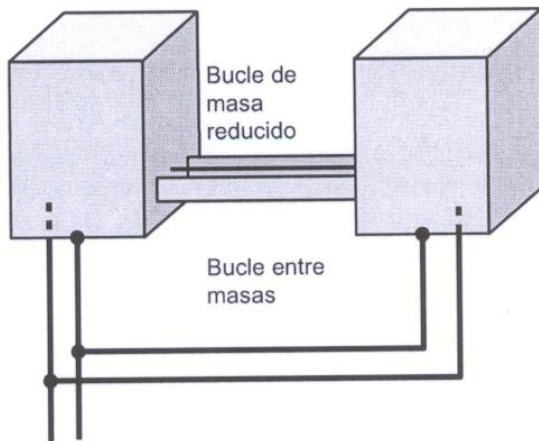
El cableado en las bandejas de cables debe respetar las separaciones mínimas de acuerdo a la categoría. (Energía, comando, señal, etc.)

Deben reducirse los bucles entre masas para reducir las interferencias por campos magnéticos

a - Bucle formado por la red y la línea digital



b - La bandeja de cables, conectada a la masa de dos aparatos, minimiza el efecto de la corriente inducida con la conexión digital.



c - Utilización de bandejas de cables paralelas para la alimentación y para las conexiones digitales: bucles reducidos, planos reductores y efectos atenuados por la malla.

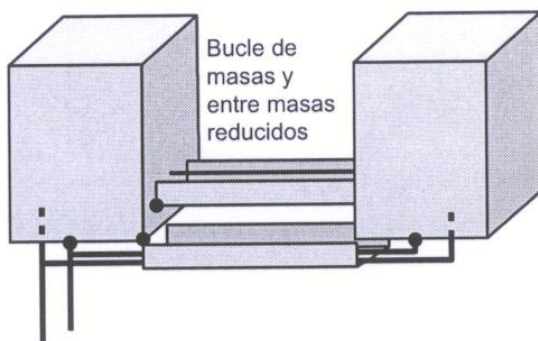


Fig. 25: Perturbaciones de una conexión digital debido a un bucle inductivo y su solución.

Fig.19

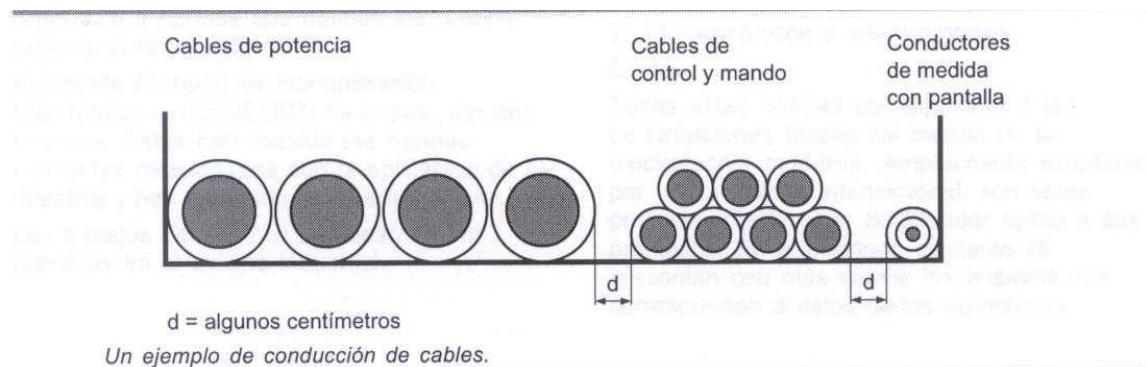


Fig.20

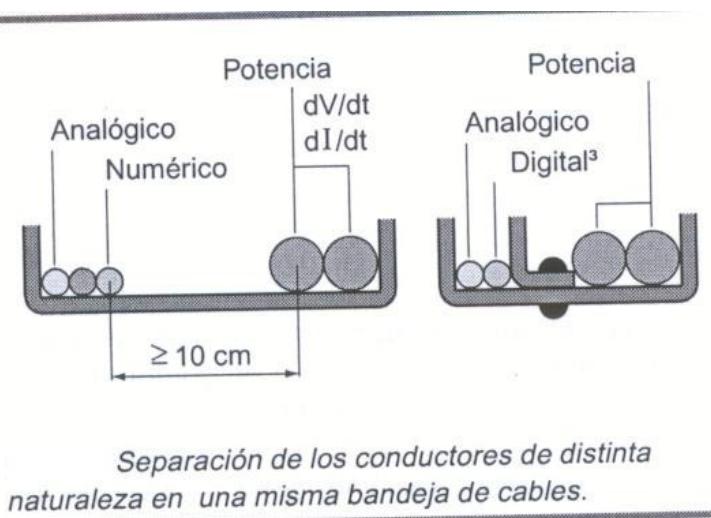


Fig.21

6) Equipotencialidad:

Cuando por razones de diseño, funcionalidad, etc es necesario hacer conexiones a tierra separadas entre distintos subsistemas, se debe tener presente la necesidad de asegurar por algún medio la conexión equipotencial entre estos sistemas separados, a fin de evitar la presencia de sobretensiones peligrosas para la seguridad de las personas y la integridad de los equipos eléctricos o electrónicos e instalaciones.

El origen de estas sobretensiones puede ser diverso, originado en la misma instalación, debido a conmutaciones de fuentes, interruptores, corrientes armónicas, etc o bien por descargas atmosféricas en días de tormentas.

Para asegurar esta conexión equipotencial debe emplearse descargadores de sobretensión, siendo necesario estudiar para cada caso en particular el tipo de protector más conveniente.

El diseño de un buen sistema de protección contra sobretensiones requiere un estudio de ingeniería cuidadoso para evitar daños a los equipos instalados. Es aconsejable recurrir a especialistas en el tema.

7) Protección de tanques de almacenamiento de Hidrocarburos

7.1) Protección de tanques contra descargas atmosféricas

Debido al avance tecnológico, se ha difundido la utilización de sensores eléctricos o electrónicos de diverso tipo, para mediciones de temperatura, nivel, etc que se instalan sobre los tanques de almacenamiento de petróleo.

Desde el punto de vista de la Ingeniería Eléctrica, los tanques se comportan como una Jaula de Faraday, actuando como un blindaje para la influencia de campos eléctricos, magnéticos o electromagnéticos.

Sin embargo, el hecho de instalar sensores eléctricos de distinta tecnologías, conectados mediante cables a centrales de medición o RTU, da lugar al fenómeno conocido como “Agujero de Faraday”. Esto no es sino un orificio en la estructura de la Jaula de Faraday por donde ingresan cables a su interior

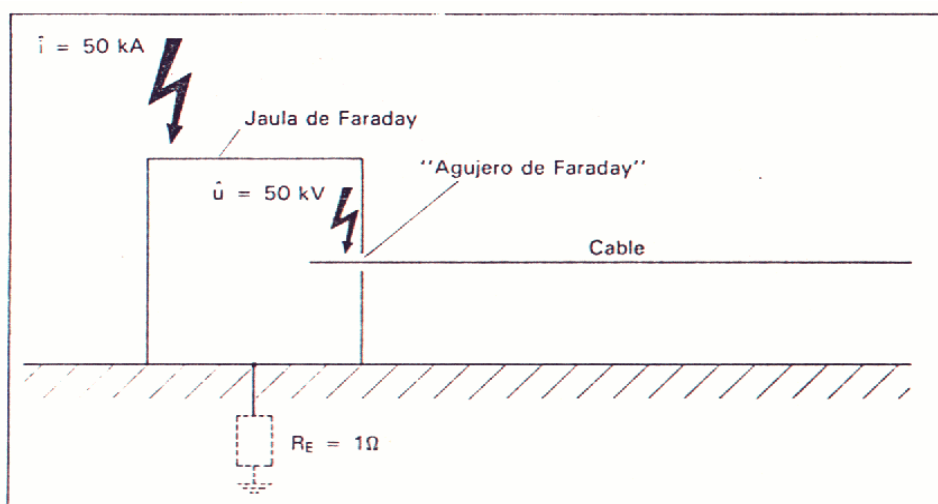


Fig. 2.7. La descarga de un rayo sobre una "Jaula de Faraday" da lugar a un paso de chispas en el "Agujero de Faraday".

Imagen del libro "Protección contra sobretensiones en Baja Tensión" de Peter Hasse

Los cables que llegan al sensor, dependiendo de la tecnología y tipo empleado, generalmente son uno o mas pares con malla de blindaje. Normalmente esta malla está referida a tierra del lado de la RTU o Sala de Control, actuando como una “tierra lejana”, por lo cual da lugar a la aparición de diferencias de potencial entre esta malla y la estructura metálica del tanque, a la que el sensor está unido, en caso que el tanque sea impactado por un rayo, o caiga en las cercanías del mismo.

A continuación, se ilustra un ejemplo de un incidente ocurrido por este fenómeno:

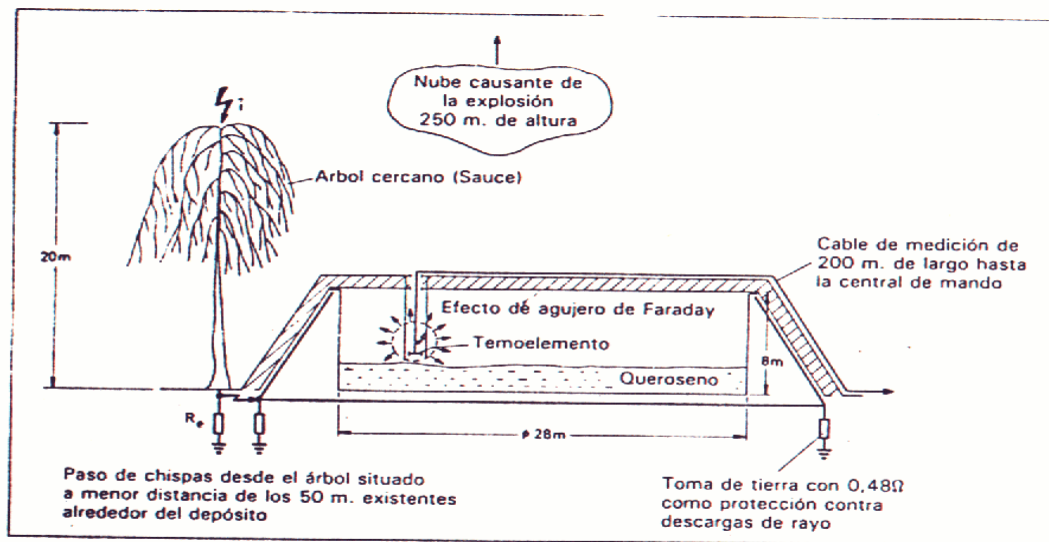


Fig. 2.5. Explosión de un depósito de queroseno (Holanda, 1975).

Imagen del libro “Protección contra sobretensiones en Baja Tensión” de Peter Hasse

La malla del cable que llega al sensor **NO DEBE** conectarse a tierra directamente en este extremo, porque ello da lugar a la formación de un “Lazo de Tierra”, produciendo circulación de corriente entre la malla y tierra, induciendo tensiones de ruido sobre los circuitos de medición, por aparición de tensiones entre los conductores del lazo de medición y tierra (modo común)

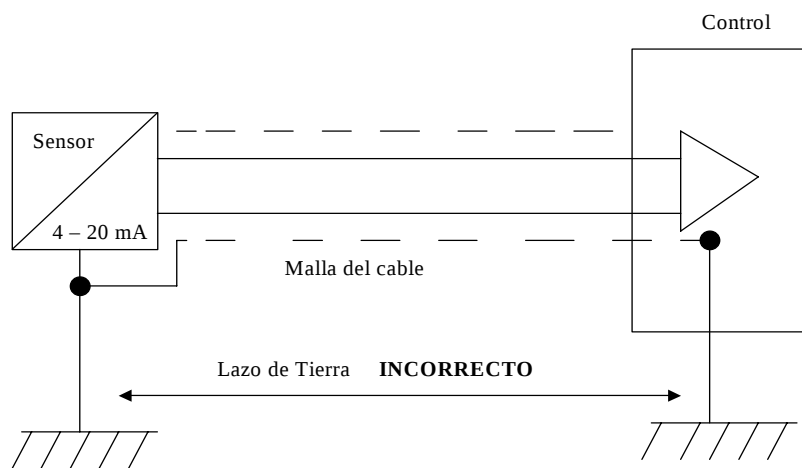


fig 22

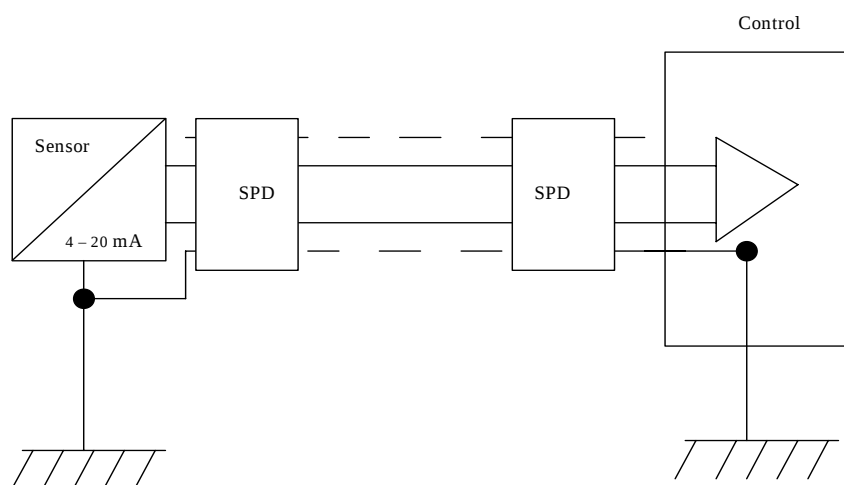


Fig 23

En la Industria de Instrumentación se difundió desde hace años como estándar la transmisión de datos en lazos de corriente 4 – 20 mA. Para evitar el efecto mencionado y conducir a tierra cualquier posible acoplamiento de una descarga atmosférica, debe conectarse protectores de sobretensión (SPD) del lado del sensor y del lado de control (RTU o Sala de Control)

En los circuitos de medición analógicos, por lazos de corriente, se generan diferencias de potencial entre ambos conductores respecto de tierra, por lo tanto los protectores de sobretensión (SPD) diseñados especialmente para estos circuitos, protegen ambos conductores. Para evitar diferencias de potencial entre la malla del cable y la estructura metálica del tanque, contienen un descargador gaseoso, que se vuelve conductor en caso de sobretensiones y efectúa la conexión equipotencial a tierra de la malla del cable.

Como alternativa a la instalación de SPD, debe considerarse el reemplazo del vínculo físico a través de cable, con convertidores de nuevas tecnologías. Actualmente existen dos, a saber:

- a) Conversión 4-20 mA / Radio, consta de un Transmisor y un receptor trabajando en la banda de 900 Mhz. El receptor convierte nuevamente a 4 – 20 mA. El alcance teórico de la señal es hasta 30 Km aproximadamente.
- b) Conversión 4 –20 mA a protocolo digital, optoacoplado mediante fibra óptica.

7.2) Coordinación de Puestas a Tierra de Tanques

Este tal vez sea uno de los puntos donde más disenso existe entre las diversas especialidades técnicas (Eléctricos, Instrumentistas, Protección Catódica, Protección contra rayos, etc) y que requiere un trabajo en conjunto para poder coordinar las diversas necesidades.

La amplitud del tema no permite desarrollarlo en este trabajo, siendo tema de estudio para otras Jornadas y Seminarios. Pretendemos dejar planteado el tema, ya que no existe un estándar único que contemple todas las necesidades

Para Protección Catódica el ideal sería el tanque aislado o bien ejecutar las puestas a tierra (PAT) con ánodos de Zn o Mg.

Para descarga de corriente estática es suficiente con una PAT de 1 Mohm

Para funcionamiento correcto de instrumentos se requiere 1 o 2 ohm

Para equipos eléctricos hasta 10 ohm

Para descargas de rayos, baja impedancia .

Es de uso corriente efectuar las PAT con jabalinas de acero-cobre y contrapesos enterrados de cable de cobre. En suelos de resistividad alta, superior a 100 ohm.m, es de esperar que el efecto de corrosión externa del tanque debida al cobre sea despreciable.

Para proteger las instalaciones contra descargas atmosféricas, la mejor solución sería efectuar PAT en forma de mallas con cable o flejes de cobre.

Cuanto mas baja resistividad tenga el suelo, podría ser significativo el efecto de corrosión

Para poder coordinar las necesidades en ese caso, una solución sería conectar ánodos de Mg o Zn como jabalinas y unir la masa del tanque a la malla de PAT a través de vías de chispas.

Conclusión:

La introducción de la electrónica en un gran campo de aplicaciones, ya sea Instrumentación, Protección y Control, obliga a tener en cuenta los principios de la Compatibilidad Electromagnética.

Cada instalación genera un problema en particular que requiere ser analizado en conjunto por los especialistas de las diversas disciplinas. Si no se tienen en cuenta algunos principios básicos basados en la CEM. , difícilmente se alcanzará un funcionamiento confiable y seguro.

La complejidad de los fenómenos electromagnéticos requiere de esos especialistas una mayor capacitación y comprensión del fenómeno, para alcanzar el objetivo deseado:

“ CONFIABILIDAD Y SEGURIDAD”

Bibliografía:

Cuadernos Técnicos Schneider-Electric:

Nº 149: La CEM;

Nº 177 Perturbaciones en sistemas electrónicos y los ECT;

Nº 187: Coexistencia de corrientes de alta y baja intensidad;

Nº 179: Sobre tensiones y limitadores en BT

Norma IEC 60364: Esquemas de Conexión de Neutro

Apuntes del Curso IAPG “ Protección contra descargas eléctricas y puesta a tierra en instalaciones de medición, instrumentación y control” Ing D. Brudnick

National Instruments: “ Field Wiring and Noise Considerations for Analog signals”

Henry Ott: “ Noise Reduction Techniques in electronic Systems”

Liebert Corporation: “Isolated Grounding”

“Reglamento para instalaciones eléctricas en inmuebles”, A.E.A., Edición 2002

Norma IEC 6-1312 “Protección contra impulsos electromagnéticos del rayo”

“Protección contra sobretensiones en circuitos de B.T” , Peter Hasse. Ed. 1991

Norma IRAM 2281, ejecución de puestas a tierra

Norma IRAM 3973 (En estudio) “Protección catódica de sistemas de almacenaje subterráneo de líquidos inflamables y combustibles”