

## Formación Profesional en CePETel 2022

Desde la Secretaría Técnica del Sindicato CePETel convocamos a participar del siguiente curso de formación profesional:

### Infraestructura Física de Centros de Cómputos Parte 1

**Clases:** 9 de 3hs c/u de 18:00 a 21:00 hs.

**Días que se cursa:** los días lunes 1, 8, 22 y 29 de agosto; 5, 12, 19 y 26 de septiembre; y 3 de octubre.

**Modalidad:** a distancia (requiere conectarse a la plataforma Zoom en los días y horarios indicados precedentemente).

**Docente:** Sergio Levita

**La capacitación es:**

- Sin cargo para afiliados y su grupo familiar directo.
- Sin cargo para encuadrados con convenio CePETel.
- Con cargo al universo no contemplado en los anteriores.

**Informes:** enviar correo a [tecnico@cepotel.org.ar](mailto:tecnico@cepotel.org.ar)

**Inscripción (hasta el 31 de julio):** ingresar al formulario (se recomienda realizar el registro por medio de una cuenta de correo personal y **no utilizar dispositivos de la empresa para acceder al link**).

<https://forms.gle/iByAn1QMBGQTiLSm9>

**Temario:**

**Clase 0 - Nivelación de inscriptos sin formación en electricidad y magnetismo. *Optativo para inscriptos que ya la tienen esta formación.***

Separación de cargas eléctricas por frotamiento. Ley de Coulomb. Corriente eléctrica. Conductores y aislantes eléctricos, Resistencia: cálculo y variación con la temperatura. Fuerza electromotriz. Diferencia de potencial. Ley de Ohm. Leyes de Kirchoff. Resistencias en serie y paralelo. Magnetismo. Líneas de campo magnético. Ley de Faraday. Generación de campos magnéticos por una corriente eléctrica. Inductores y capacitores. Potencia eléctrica en continua. Tensiones continua y alterna. Potencias eléctricas en alterna. Sistemas trifásicos. Conexiones estrella y triángulo. Guía de ejercicios. Bibliografía.

**Ing. Daniel Herrero – Secretario Técnico – CDC**

## **Clases 1 y 2 - Perturbaciones en la red de distribución, UPSs y Generadores.**

Clasificación de las perturbaciones eléctricas típicas en la red eléctrica de distribución. Inmunidad de equipos IT. Corriente consumida por equipos de IT. Distorsión armónica. Tecnologías de UPSs. Tipos de baterías. Cálculo de autonomía. Especificación típica de una UPS. UPSs redundantes paralelas. Generadores. Tanques de combustible. Regímenes. Tableros de transferencia: modo abierto y modo cerrado. Compatibilidad de UPSs con generadores. Filtros. Guía de ejercicios. Bibliografía

## **Clase 3 - Tiers de Centros de Cómputos en ANSI/TIA 942 A y Uptime Institute**

Clasificación de Tiers globales de acuerdo a ANSI/TIA 942 A y Uptime Institute. Clasificación de Tiers eléctricos de acuerdo a ambas fuentes. Clasificación de equivalentes a Tiers eléctricos de norma ANSI/BICSI 002-2014. Definición de PUE y DCIE. Límites aceptables. Guía de ejercicios. Bibliografía.

## **Clase 4 - Racks y pisos técnicos.**

Partes 1 y 2. Definición de rack. Dimensiones típicas. Racks abiertos y cerrados. Componentes constitutivos de un rack. Accesorios. Definición de piso técnico. Requerimientos de ANSI/TIA 942 A para pisos técnicos. Lay outs: pasillos calientes y fríos. Dimensiones de pasillos recomendadas por ANSI/BICSI 0002-2014. Norma ANSI/TIA 606-B, Administration Standard for telecommunication infrastructure. Sistema de coordenadas. Identificaciones de: racks en el sistema de coordenadas, patch panels en un rack, extremos de montantes y patchcords. Guías de ejercicios. Bibliografía.

Alimentación eléctrica en racks. Dispositivos de protección en tableros, tendidos hasta Rack. Toma eléctricos del extremo rack. Power Distribución Units (PDUs). Canales de tensión. Sobrecalentamiento en tomas IRAM.

Parte 3. Decíbeles. Definición y propiedades. Aplicación en amplificadores y atenuadores. Pasaje de decibeles a ganancia en veces; dbm y dbW. Aplicación a etapas en cascada. Guía de ejercicios.

## **Clase 5 Topología y tecnologías de cableado estructurado de cobre.**

ANSI/TIA 942 A topologías posibles. Medios y conectores reconocidos para capa física. Canalizaciones. Tecnologías de medios de cobre. Clasificación de medios. Familia de normas de cableado ANSI/TIA 568. Requerimientos ANSI/TIA 942 A para topologías. Categorías de cableados de pares retorcidos. Justificación de inmunidad a las interferencias. Blindajes. Tipos de cables de pares retorcidos. Patch panels y patchcords. Aplicaciones asociadas a cada categoría. Guía de ejercicios. Bibliografía.

## **Clase 6. Medición de un enlace de cobre.**

Medición en permanente link y channel link. Informes de un instrumento. Definición de cada parámetro requerido. Análisis detallado de cada parámetro en una medición categoría 6. Parámetros requeridos adicionados en categoría 6 A. Guía de ejercicios. Bibliografía.

**Ing. Daniel Herrero – Secretario Técnico – CDC**

## **Clase 7 ANSI/TIA 569-D Canalizaciones.**

Requerimientos para las canalizaciones exigidas por ANSI/TIA 569-D. Tipos de bandejas. Separación recomendada entre cables de energía y de datos. . Ejemplos de implementación. Ensayo Electrical Fast Transient/Burst, EEFT/B. Dimensionamiento de bandejas portacables. Cañerías. Ejemplo fotográfico. Guía de ejercicios. Bibliografía.

## **Clase 8. Cableado estructurado de fibras ópticas (FO).**

Refracción y reflexión de la luz. Angulo crítico. Partes constitutivas de una FO. Fibras monomodo y multimodo. Parámetros de ambos: atenuación, dispersión, interferencia intersímbolo, Bandas de ventanas de operación. Conectores y tipos de pulido. Cuplas. Parámetros de cada tipo de FO. Adaptadores y patch cords MPO. Distancias y atenuaciones máximas para cada aplicación. Procedimientos de medición de enlaces FO. Ejemplo de medición con inyector de potencia lumínica y medidor de potencia. Ejemplo de medición con equipo Fluke. Limpiador de conectores y microscopio. Guía de ejercicios. Bibliografía.

## **Acerca del docente**

Sergio Levita es Ingeniero Electrónico egresado de la Universidad de Buenos Aires. Es afiliado de nuestro Sindicato Cepetel, y desde el año 2019, es delegado del edificio Hornos de Telecom Argentina S.A. Desde 2000 a 2009 se desempeñó en diseño, supervisión de construcción y gestión física del Centro de Cómputos de Personal en Belgrano, Capital Federal. De 2009 a 2018 trabajó en: ampliaciones de infraestructura física, mudanza de equipamiento y gestión del Centro de Cómputos de Telecom en Gral Pacheco. A la fecha se encuentra desempeñando funciones en implementación de soluciones.

**Ing. Daniel Herrero – Secretario Técnico – CDC**

<http://www.cepetel.org.ar> ✉ [tecnico@cepetel.org.ar](mailto:tecnico@cepetel.org.ar) 📍 Rocamora 4029 (CABA) ☎ (+54 11)35323201

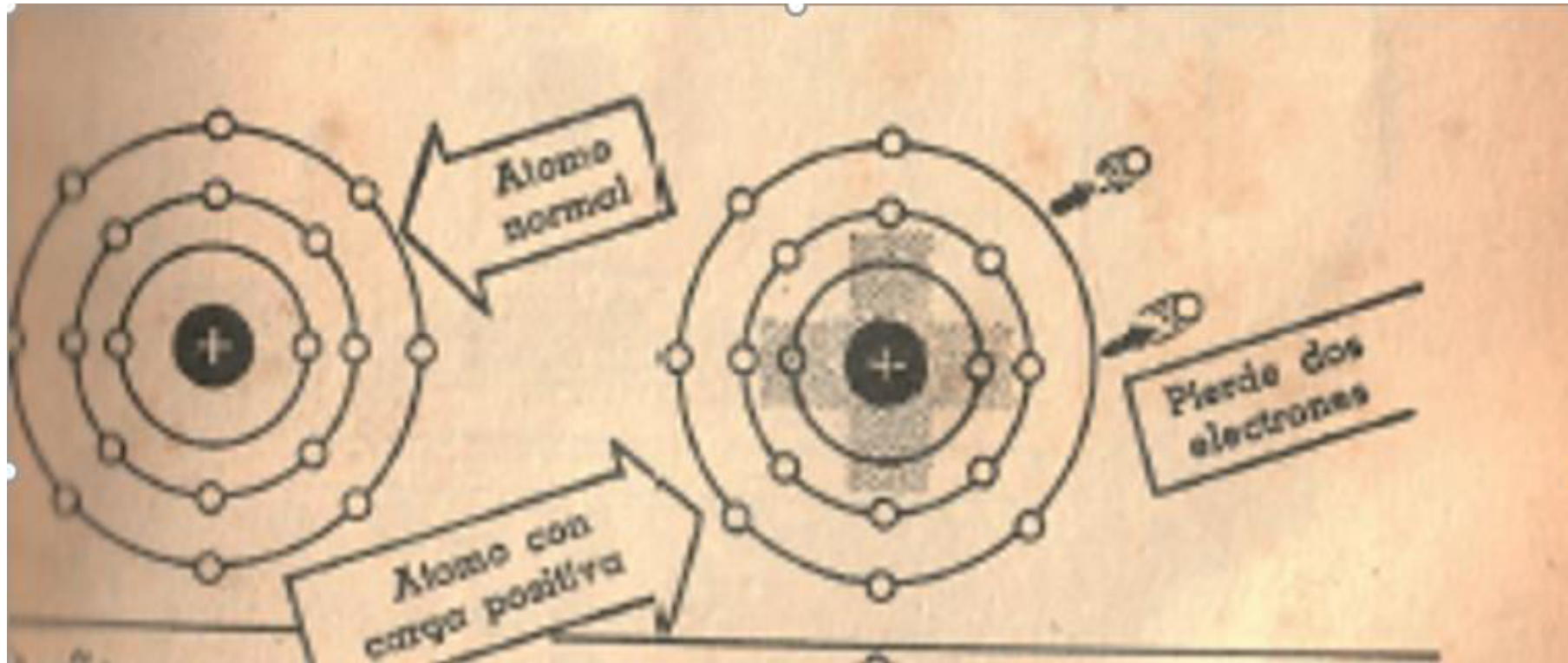
# Clase 0

Nivelación: conceptos básicos de electricidad



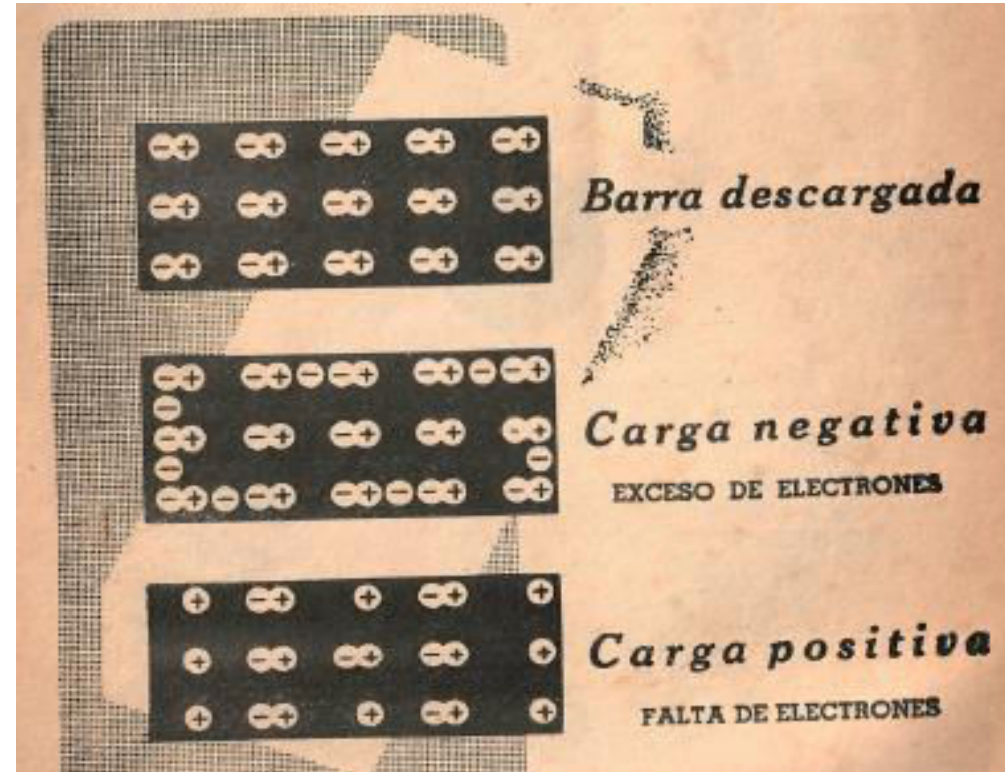
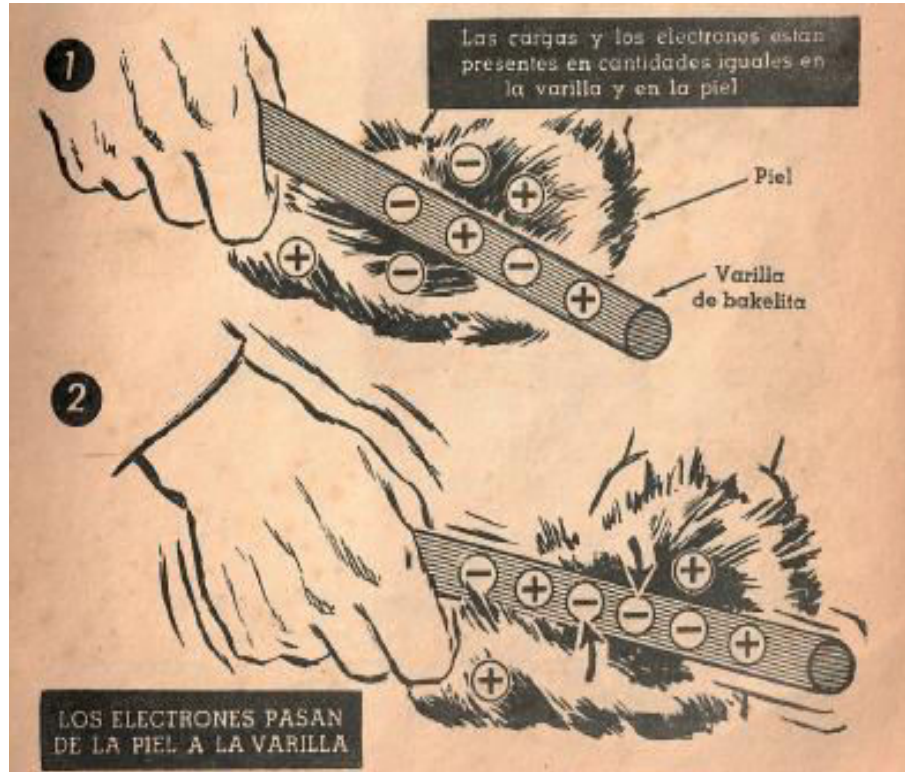
## Estructura atómica:

- Electrones con carga negativa que se mueven alrededor de un núcleo de protones positivos. Átomo normal carga neutra. Si pierden electrones, los átomos toman carga positiva y los electrones quedan libres.



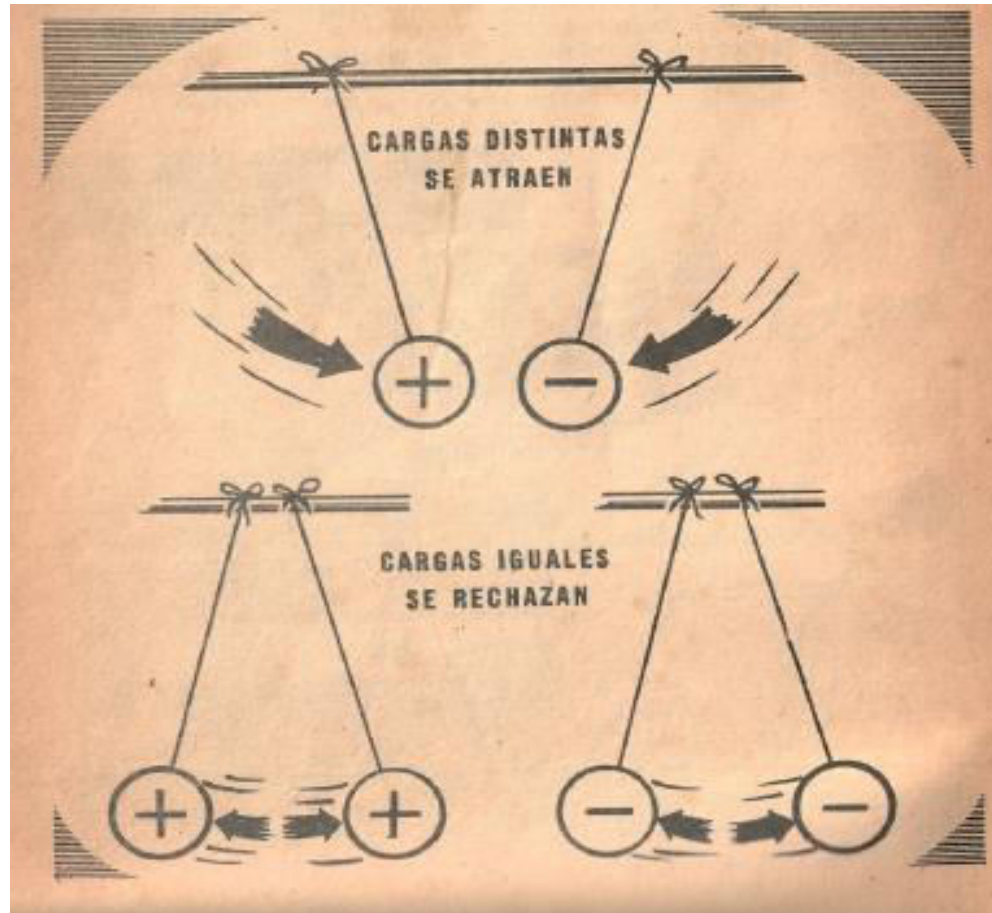
# Carga estática

- Por frotamiento pueden sacarse electrones de los átomos que pasan a la franela. También al revés, depende de los materiales.



# Fuerzas entre cargas

- Cargas iguales se repelan, distintas se atraen.



# Ley de Coulomb

La unidad de la carga eléctrica es el Coulomb. Hoy sabemos que la carga en Coulombs de un electrón es  $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Coulomb determinó la ley que predice la fuerza de atracción o repulsión entre cargas. La conocida como ley de Coulomb:

$$F = -\kappa \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

donde para el sistema internacional de unidades:

$$\kappa = 9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

$q_1$  y  $q_2$  son el valor de las cargas en culombios (C)

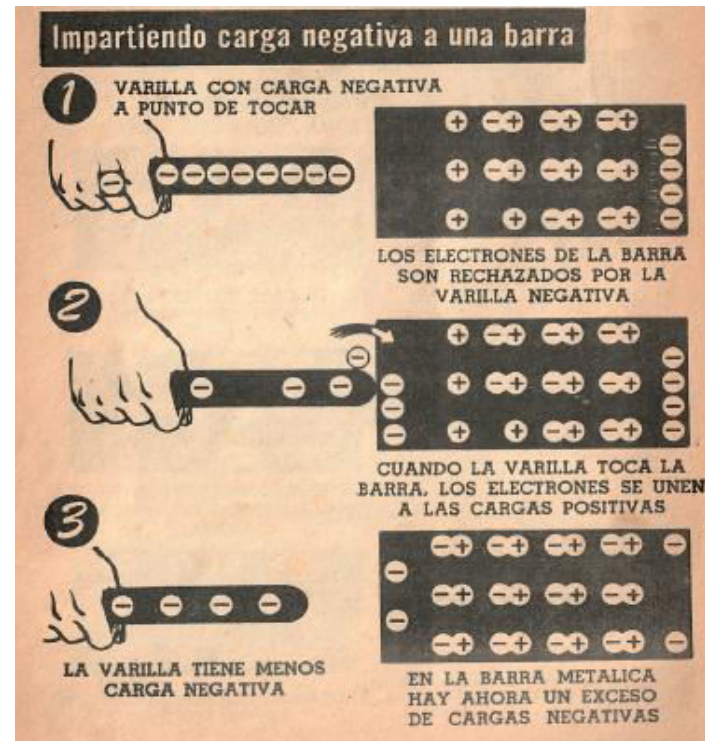
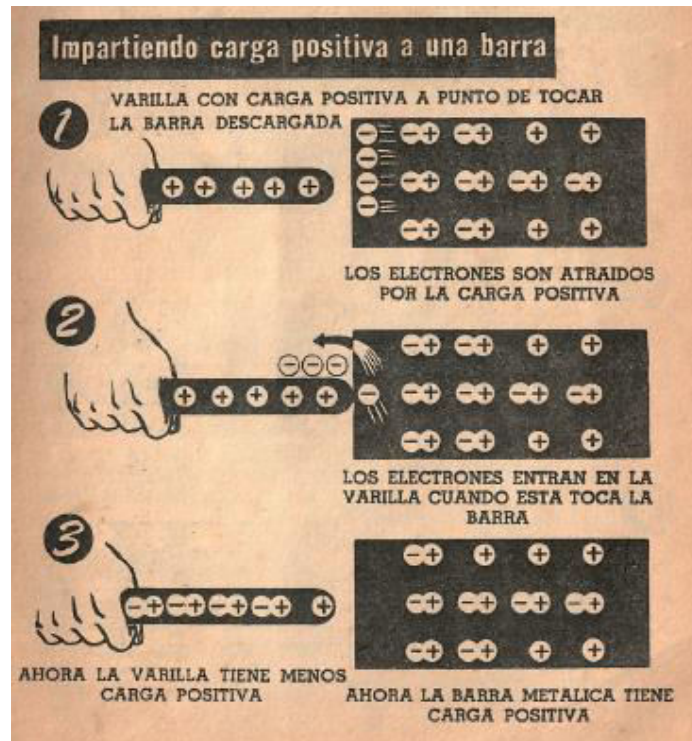
$r$  es la distancia que separa a las cargas en metros (m)

$F$  es la fuerza de atracción o repulsión en newtons (N) (cargas del mismo signo se repelen, cargas de signo opuesto se atraen, de ahí el signo negativo)

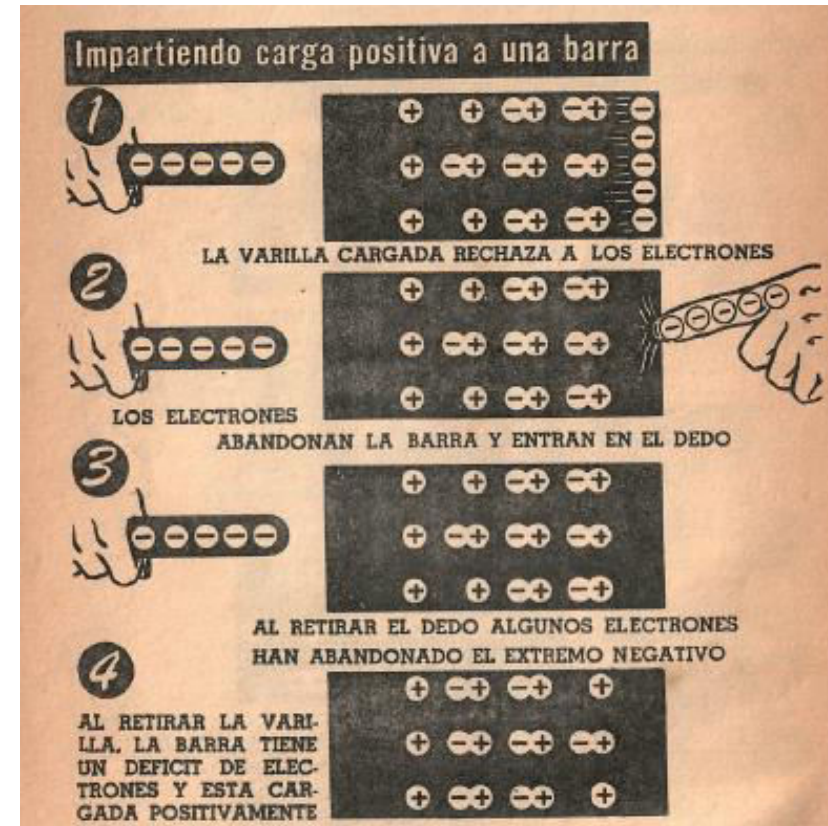
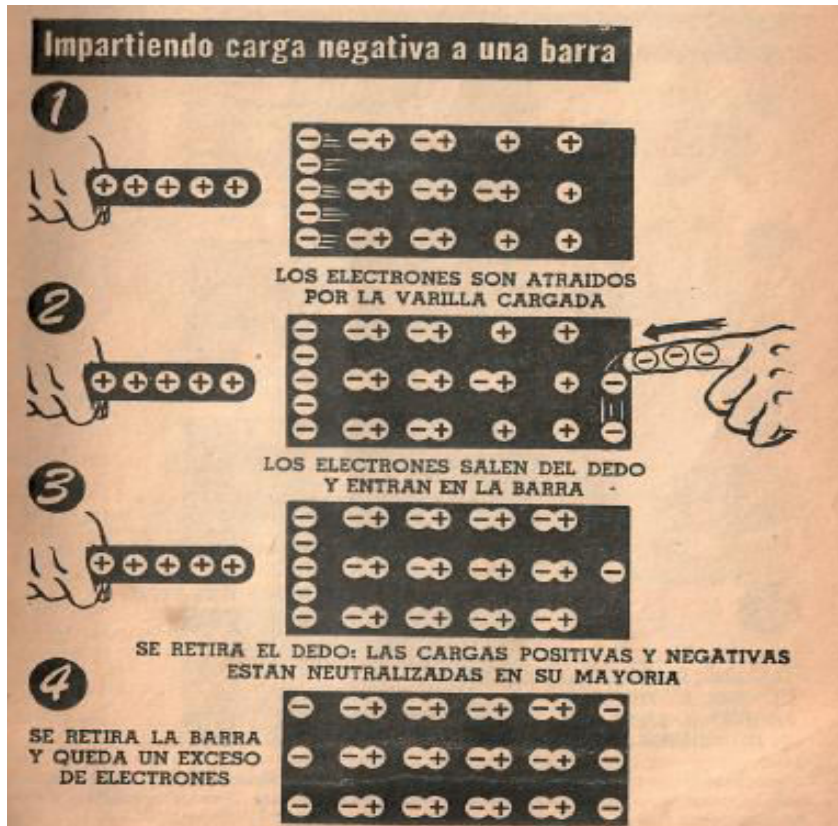


# Modificación de distribución de cargas por cercanía y contacto

- Objetos cargados modifican la distribución de cargas en otros elementos cercanos. Si los tocan los excesos de cargas se transfieren entre ambos. Las cargas de igual signo se repelen y tratan de repartirse en los dos volúmenes lo más alejado unas de otras.



# Modificación de distribución de cargas por cercanía y contacto





# Modificación de distribución de cargas por cercanía y contacto



# Corriente eléctrica

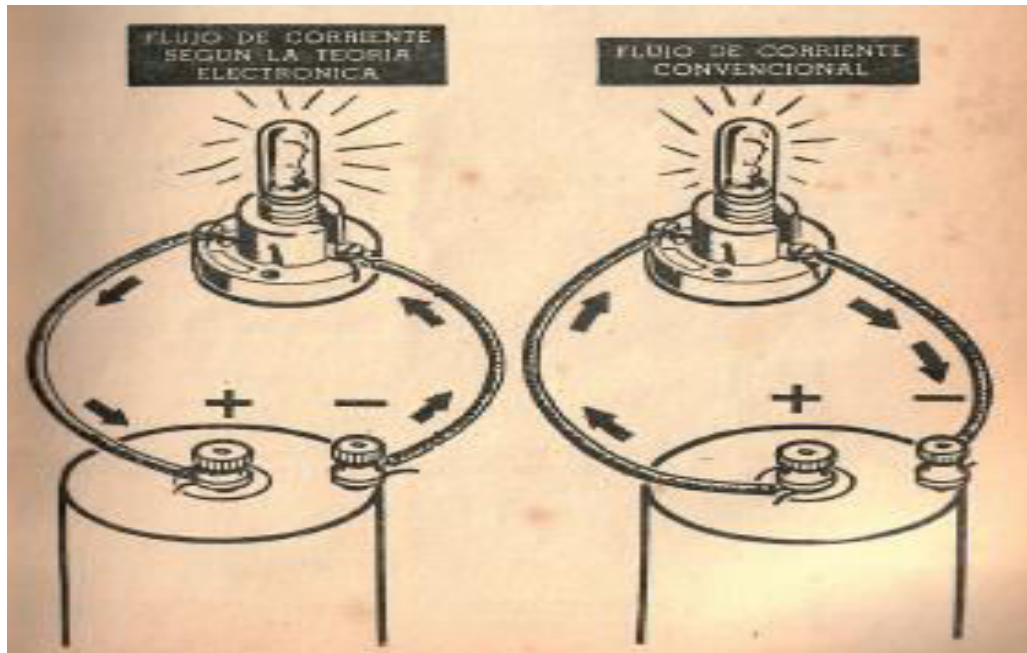
- Movimiento orientado de carga eléctrica.
- Intensidad de corriente eléctrica: se elige una sección del conductor. La cantidad de carga que la atraviesa en Coulombs por segundo se denomina Intensidad de corriente eléctrica. Se mide en C/s, a la cual se define como Ampere.





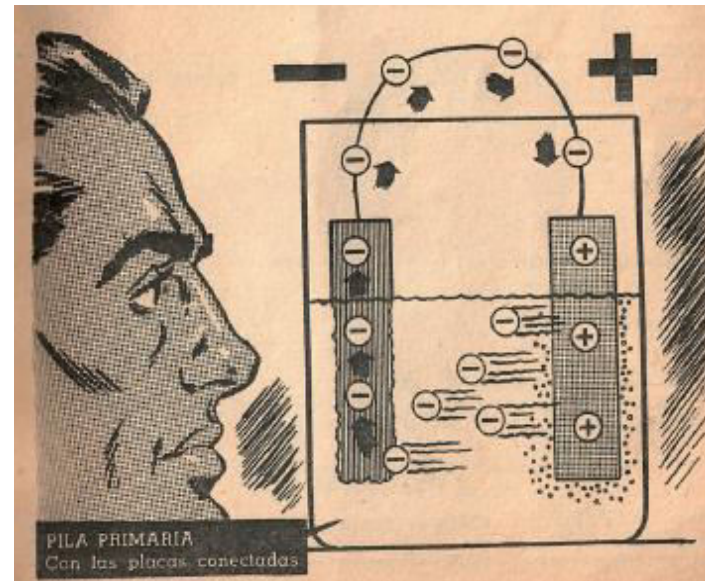
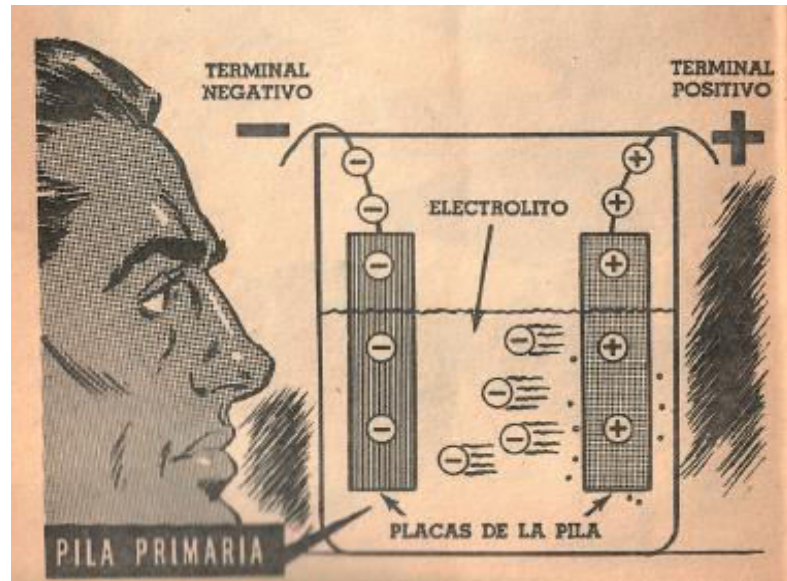
## Corriente convencional

- La corriente eléctrica a través de un conductor en un circuito es un movimiento de electrones (carga negativa). Al comienzo del estudio de estos fenómenos se creía que se trataba de movimiento de cargas positivas. En consecuencia, se estableció por convención que la corriente surgía del borne positivo como cargas positivas de, por ejemplo, una pila, y retornaba al negativo. Esa convención continúa en la actualidad.



## Circulación de corriente por una pila

- Circulación de electrones en una pila por un conductor externo que vincula ambos bornes. Internamente, los electrones van de la placa positiva a la negativa. No hay una acumulación de carga, sino circulación. Para que suceda esto, en la pila sucede una reacción química. Es decir, en la pila hay una energía potencial química que se pone de manifiesto al cerrar el circuito y dura hasta que se acaba esta energía potencial.



# Resistencia eléctrica

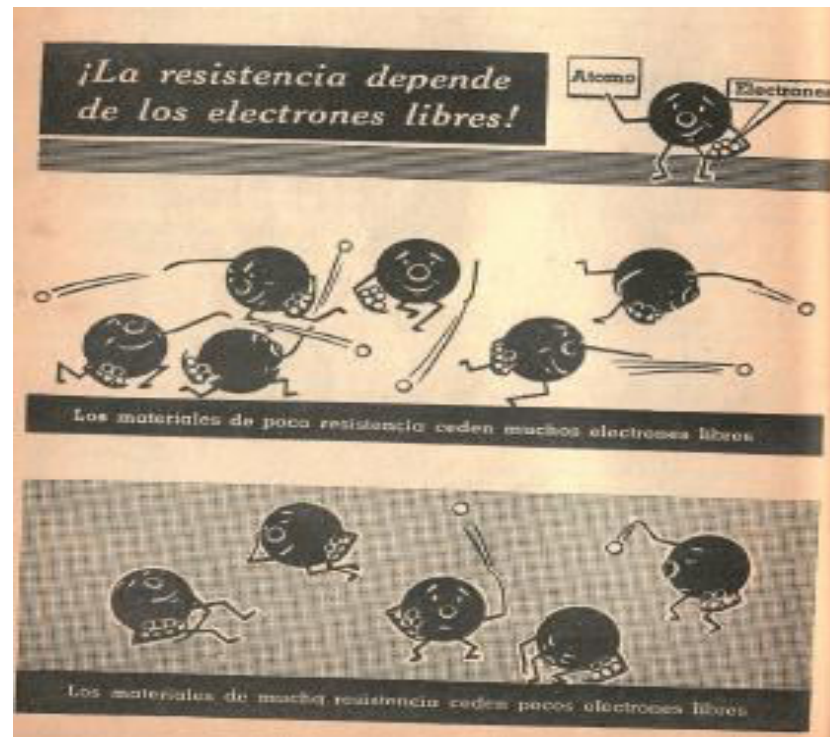
- Hay materiales que conducen corrientes eléctricas con gran facilidad (conductores), otros que no lo permiten (aisladores), y hay toda una gama intermedia. La resistencia eléctrica le pone valor numérico a esta propiedad del material. Indica cuanto se opone a la circulación de corriente un determinado material. Se mide en Ohms.





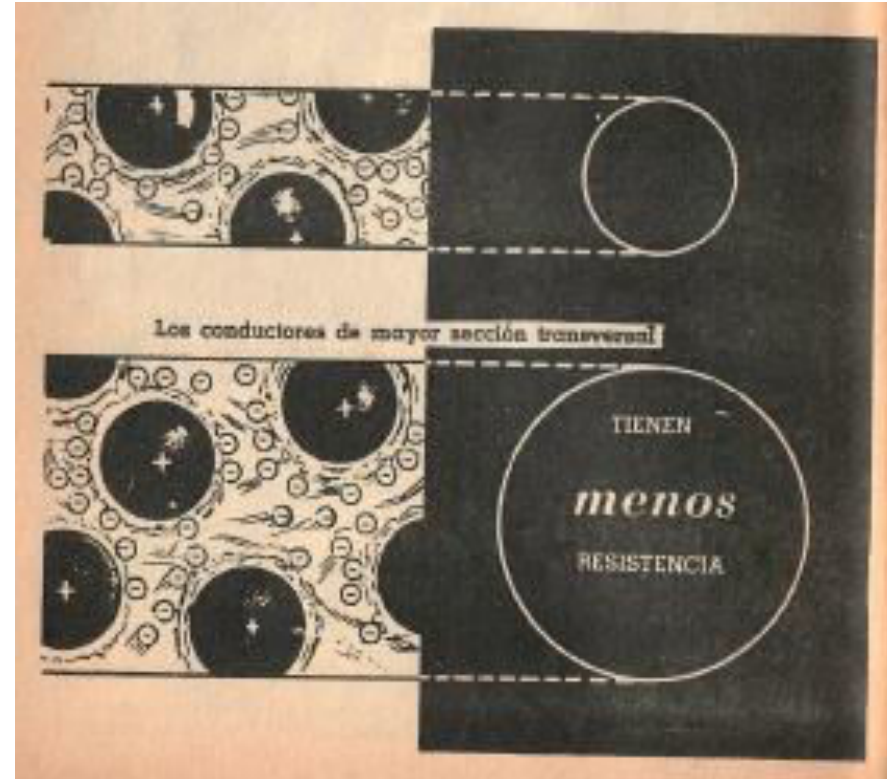
## Conductores y aisladores

- La diferencia entre conductores y aisladores depende de la cantidad de electrones libres del material. Es decir, electrones que están vagando por el material y no están atrapados por los átomos o electrones muy débilmente vinculados al mismo.



## Cálculo de una resistencia

- Los factores que determinan su valor son el largo, la sección y la resistividad del material en sí.



## Cálculo de una resistencia

$$R = \rho \cdot \frac{\ell}{S}$$

Donde  $\rho$  es el coeficiente de proporcionalidad o la **resistividad** del material,  $\ell$  es la longitud del cable y  $S$  el área de la sección transversal del mismo.

La resistividad surge de tablas y corresponde al material. Oro, cobre, etc. Se mide en ohms\*mm<sup>2</sup>/m o en ohms\*m

Material	$\rho_{20^\circ}$ ( $\Omega \cdot m$ )	$\rho_{20^\circ C}$ [ $\Omega \text{ mm}^2/m$ ]	Coeficiente $\alpha$ a 20 °C (1/°C)
Plata	$1,6 \times 10^{-8}$	0,016	$3,8 \times 10^{-3}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$	0,017	$3,9 \times 10^{-3}$
Aluminio	$2,8 \times 10^{-8}$	0,028	$3,9 \times 10^{-3}$
Hierro dulce	$7,8 \times 10^{-8}$	0,078	$5,0 \times 10^{-3}$
Plomo	$22 \times 10^{-8}$	0,220	$4,3 \times 10^{-3}$
Wolframio, Tungsteno	$5,5 \times 10^{-8}$	0,055	$0,5 \times 10^{-3}$

# Dependencia de la resistividad con la temperatura

$$\rho_2 = \rho \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

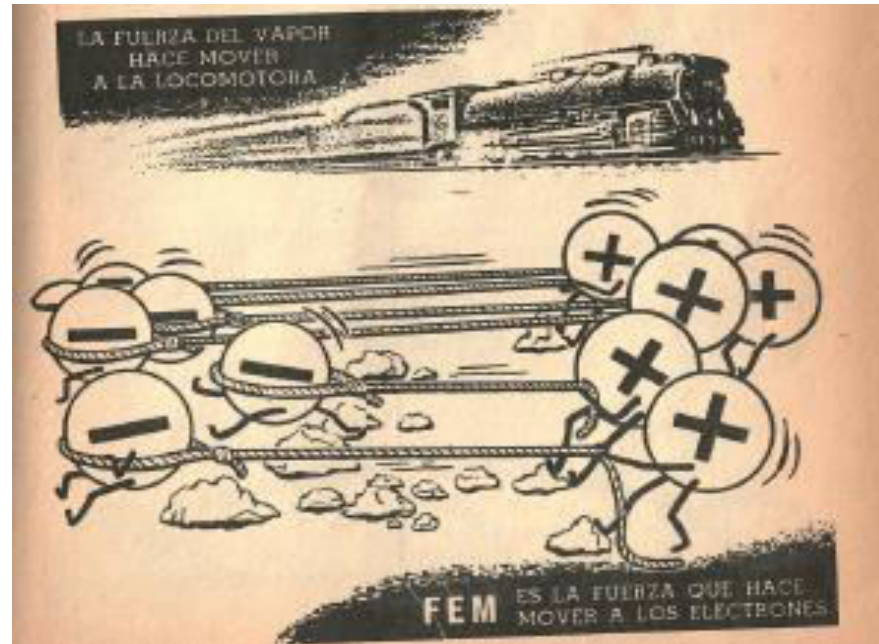
$\rho$  Resistividad a temperatura base en ohms\*mm<sup>2</sup>/m u ohms\*m

$\rho_2$  Resistividad a otra temperatura en ohms\*mm<sup>2</sup>/m u ohms\*m

$\alpha$  Coeficiente de temperatura en 1/ °C

## Fuerza electromotriz (fem)

Es el trabajo que realiza un generador para mover carga eléctrica. Se mide en Joule/Coulombs. Se redefine esta relación como Volt.



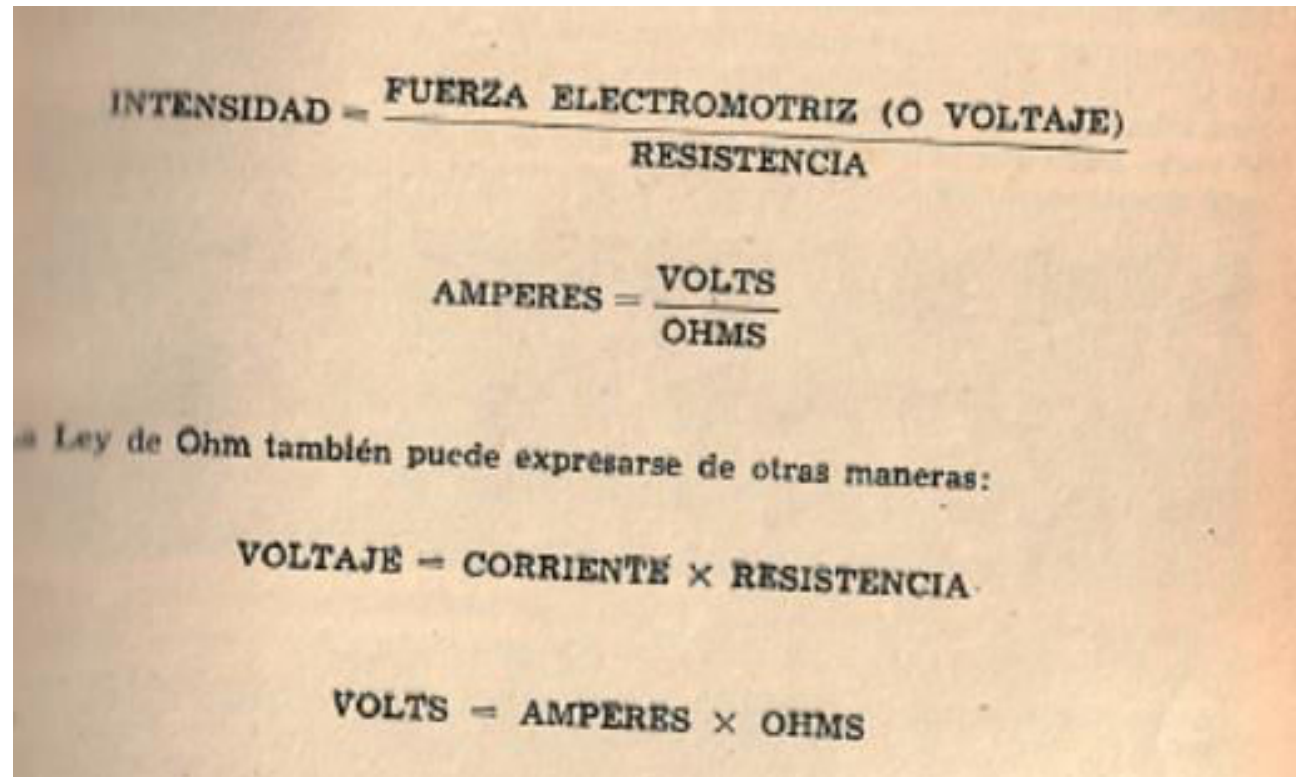


## Diferencia de potencial (ddp) o tensión

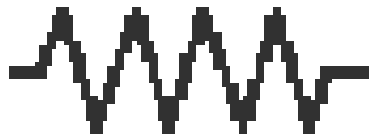
- Diferencia de potencial (ddp) o tensión o voltaje (denominación poco frecuente en nuestro país) también es trabajo sobre unidad de carga. Sólo tiene sentido hablar de diferencias entre puntos. Cuando se habla del potencial de un punto es porque hay una referencia tácita. Por ejemplo, un plano de masa a la que se le asigna por convención potencial cero.
- Se mide en Joule/Coulombs. Es decir, Volts.
- Se diferencia de fem en que la primera introduce la energía necesaria para el objetivo, En cambio, las ddp pueden suceder entre extremos de los componentes de un circuito y existen mientras haya una fem que hace circular corrientes.

# Ley de Ohm

La ley más básica de la electrotécnica.



# Símbolos



Resistencia



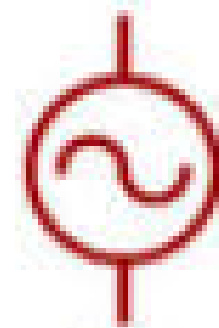
Resistencia



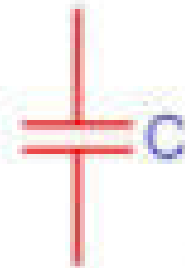
Batería



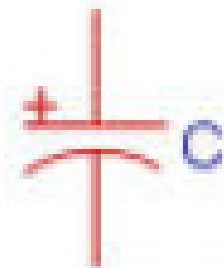
Inductancia



AC  
Voltage



No Polarizado



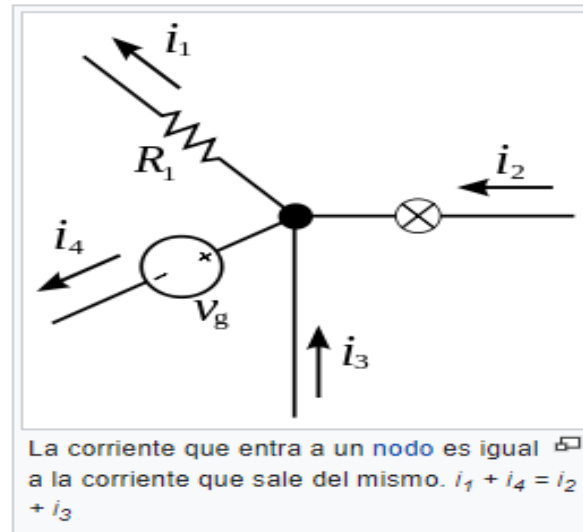
Polarizado

Capacitor

## Primera ley de Kirchoff

En cualquier nodo, la suma de las corrientes que entran en ese nodo es igual a la suma de las corrientes que salen. De forma equivalente, la suma de todas las corrientes que pasan por el nodo es igual a cero

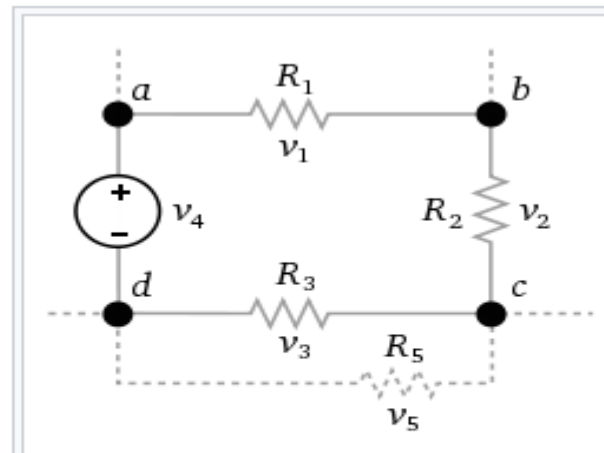
$$\sum_{k=1}^n I_k = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0$$



## Segunda ley de Kirchoff

En un circuito cerrado, la suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión total suministrada. De forma equivalente, la suma algebraica de las diferencias de potencial eléctrico en un circuito es igual a cero.

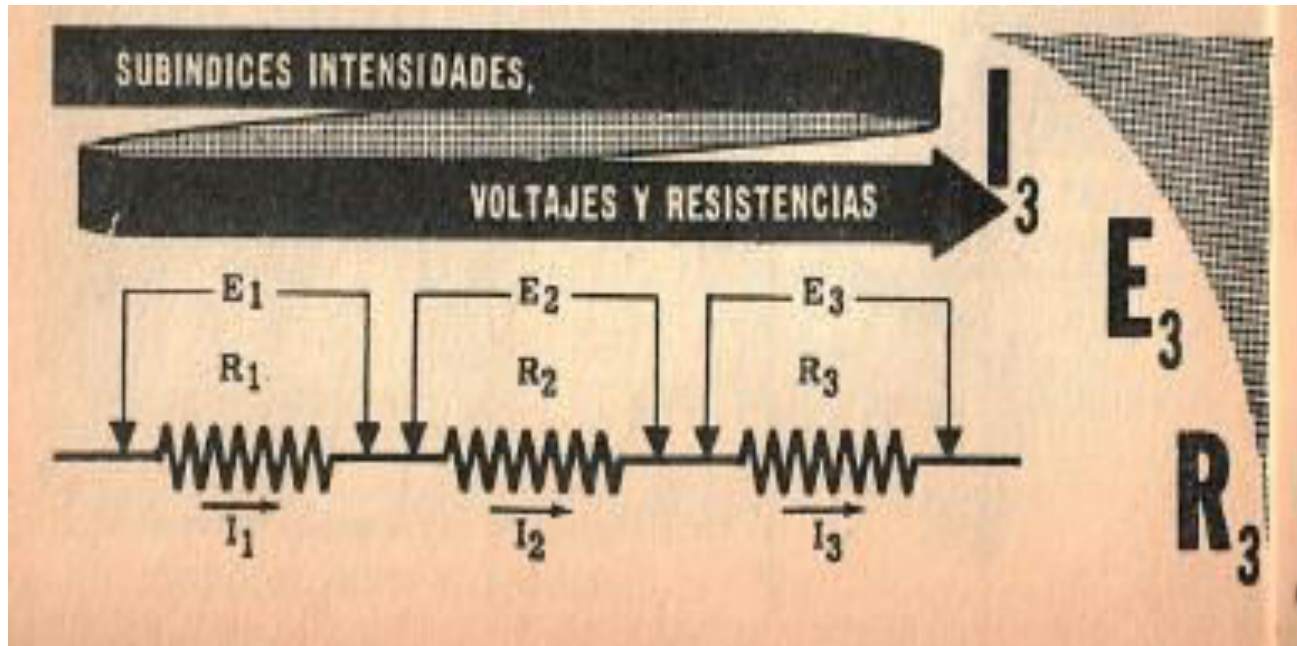
$$\sum_{k=1}^n V_k = V_1 + V_2 + V_3 \cdots + V_n = 0$$



Ley de tensiones de Kirchoff, en este caso  $v_4 = v_1 + v_2 + v_3$ . No se tiene en cuenta a  $v_5$  porque no forma parte de la malla que estamos analizando.

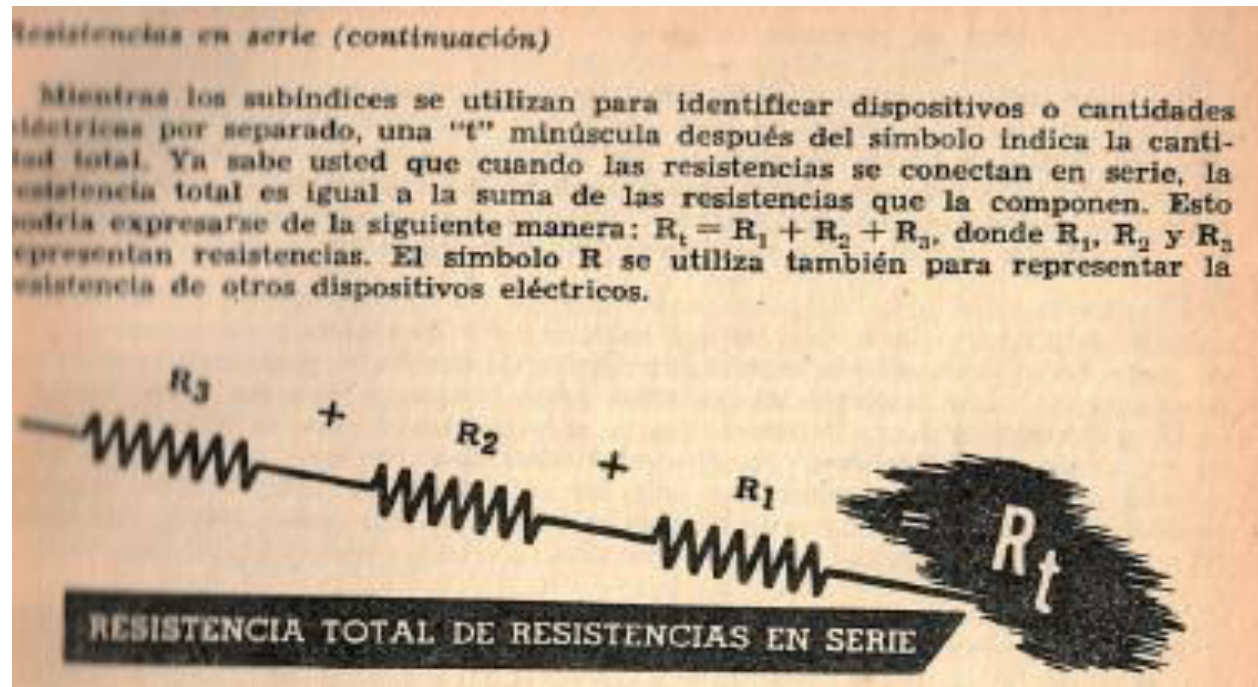
## Resistores en serie

- Pueden interconectarse en serie. Uno a continuación de otro, sin derivaciones en las uniones. Son circuladas por una corriente común.

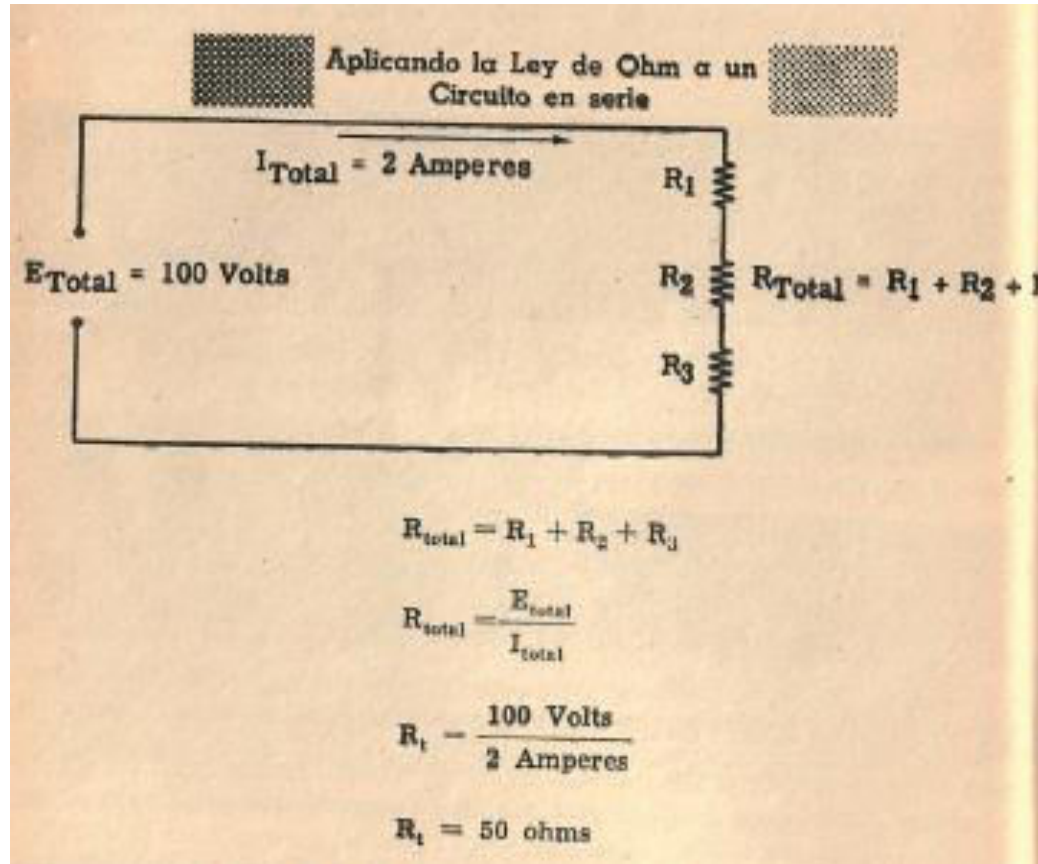


## Resistencia equivalente de resistores en serie

- Su equivalente  $R_t$  vista por el resto del circuito es su suma



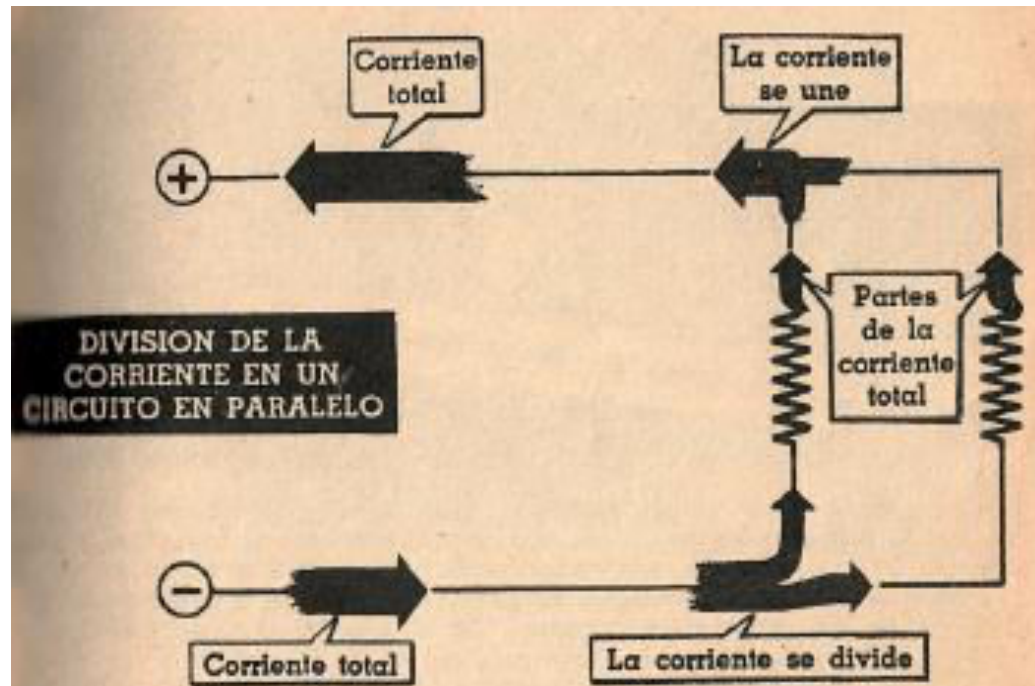
# Resistencia equivalente de resistores en serie. Ejemplo





## Resistores en paralelo

- También se pueden conectar en paralelo. La ddp entre extremos es común a todas.



## Resistencia equivalente de resistores en paralelo

- La resistencia equivalente del conjunto vista por el resto del circuito se deduce a continuación. La resistencia equivalente siempre es menor a la menor de las resistencias que forman el paralelo.

y que

$$E_t = E_1 = E_2$$
$$I_t = I_1 + I_2$$

La resistencia se determina substituyendo primeramente la fórmula de Ley de Ohm por la intensidad de corriente en cada parte de la ecuación 1 arriba. Como usted sabe

1)  $I_1 = \frac{E}{R_1}$

y dado que

2)  $I_t = I_1 + I_2$

substituyendo

3)  $\frac{E}{R_t} = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2}$

Recuerde ahora que el voltaje es el mismo en cada una de las partes del circuito, como lo ilustra la fórmula número 3. Dividiendo ambos términos de la ecuación número 3 por el voltaje "E", tenemos que

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

y efectuando la suma de fracciones encontramos lo siguiente:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2}$$
$$R_1 R_2 = R_t (R_2 + R_1)$$

multiplicando en cruz y despejando

$$R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

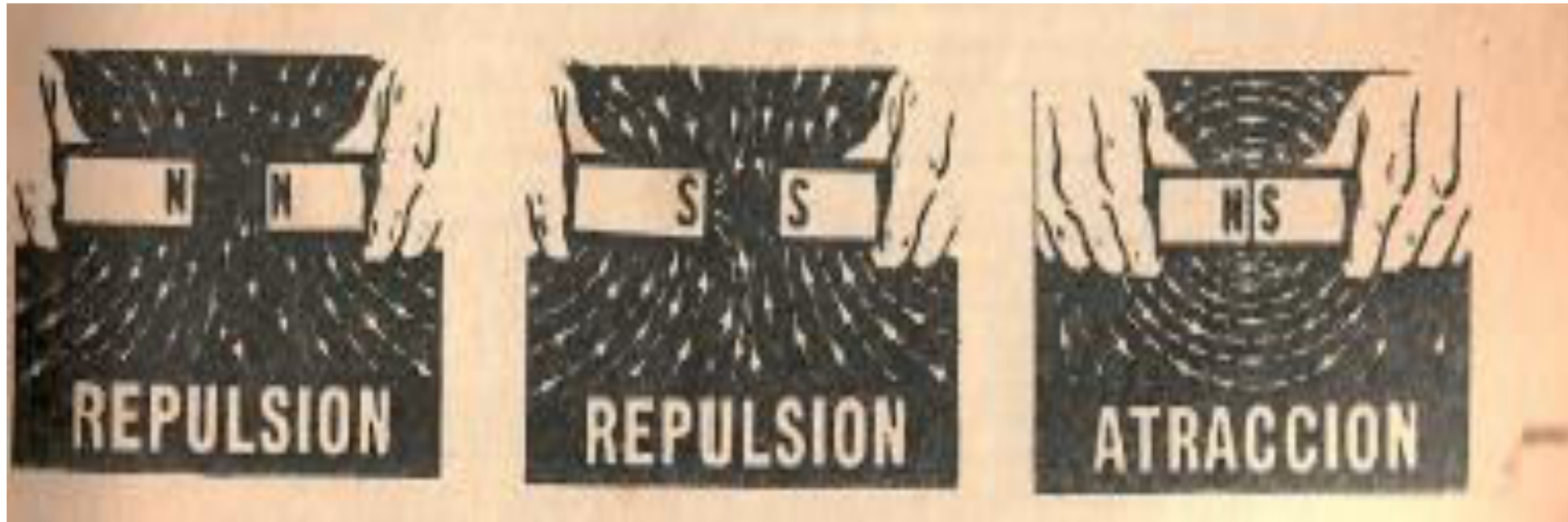
# Magnetismo

- Los fenómenos magnéticos tienen similitudes con los eléctricos, pero sus leyes matemáticas difieren. En vez de cargas positivas y negativas, se habla de polos norte y sur. Hay materiales con propiedades magnéticas como por ejemplo los imanes. Campos magnéticos invisibles vinculan ambos polos.

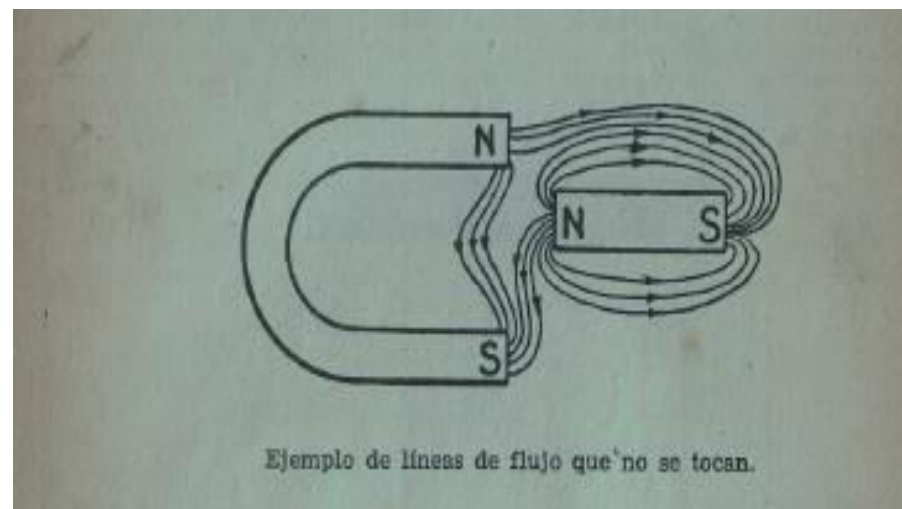
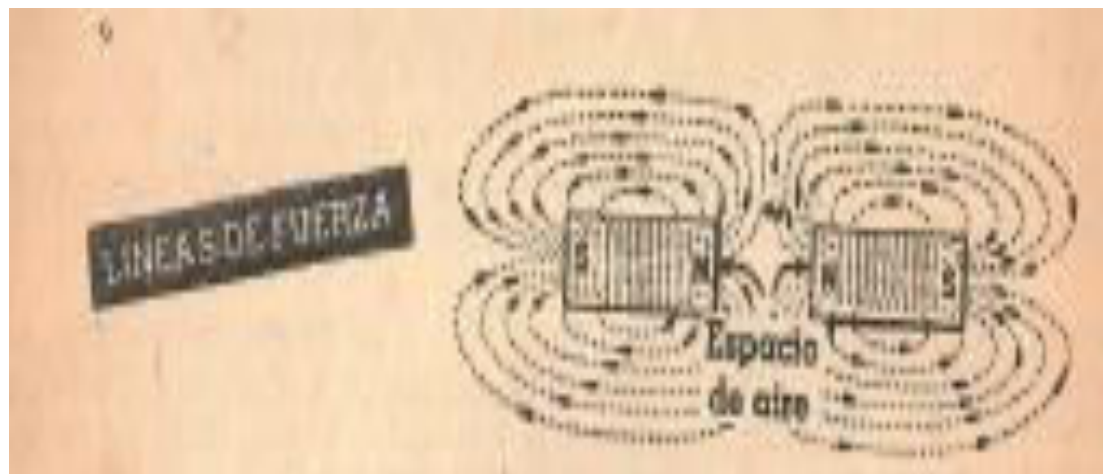


# Atracción y repulsión

- Polos iguales se rechazan y distintos se atraen. Lo cual se visualiza en la distribución de los campos magnéticos.



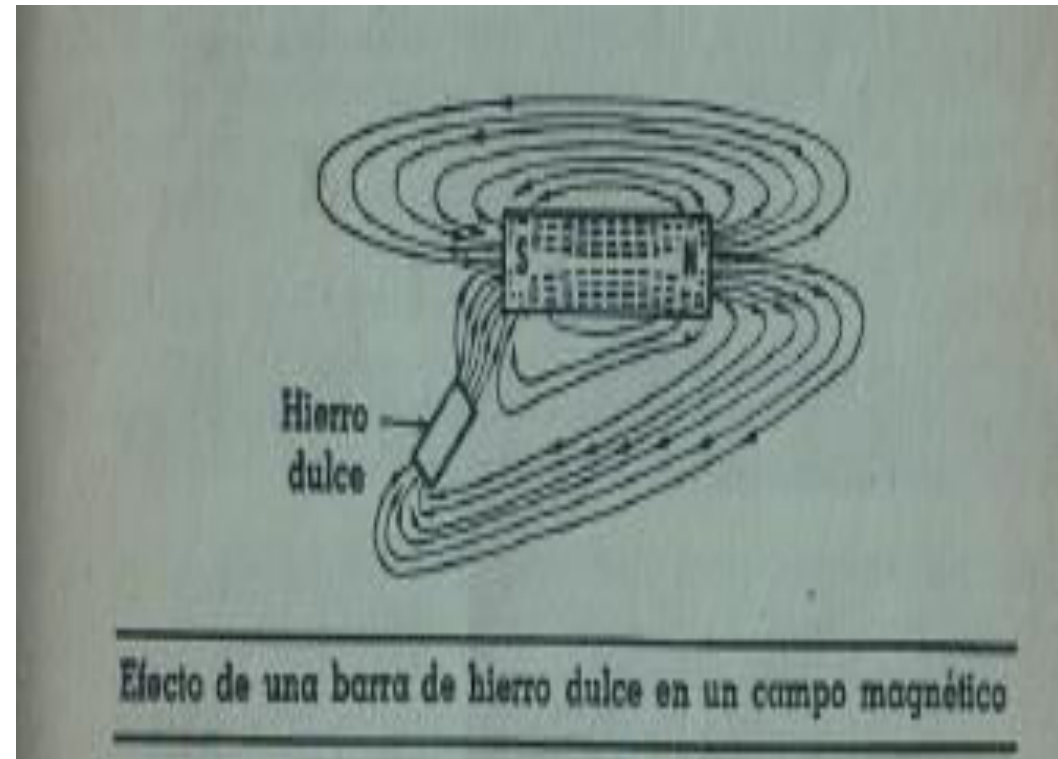
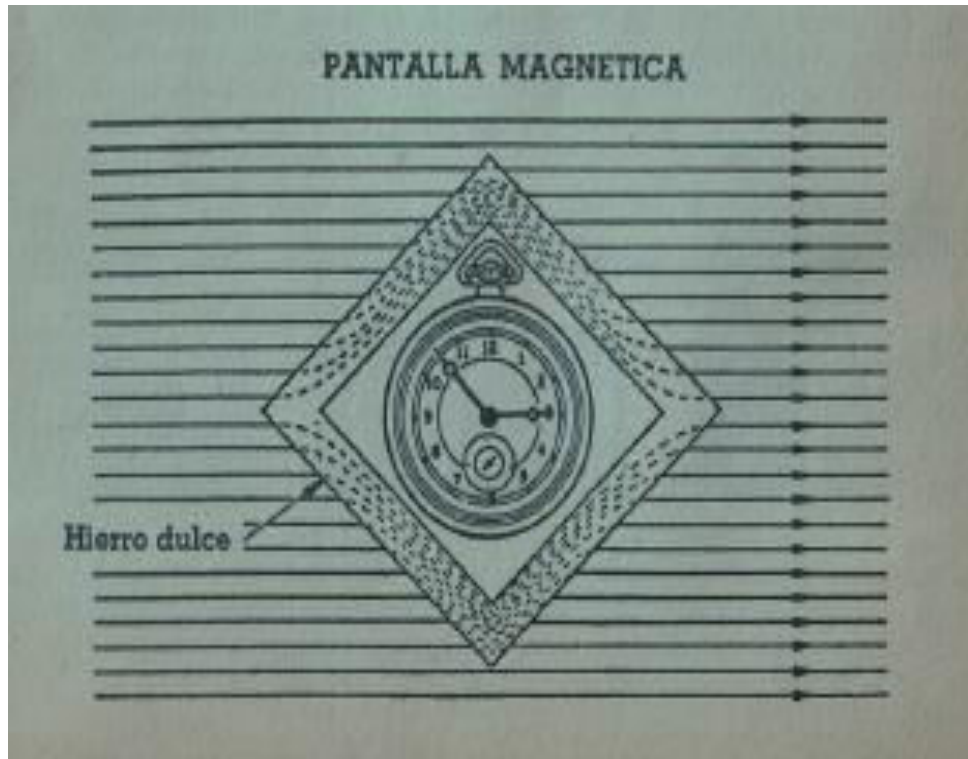
# Campo magnético





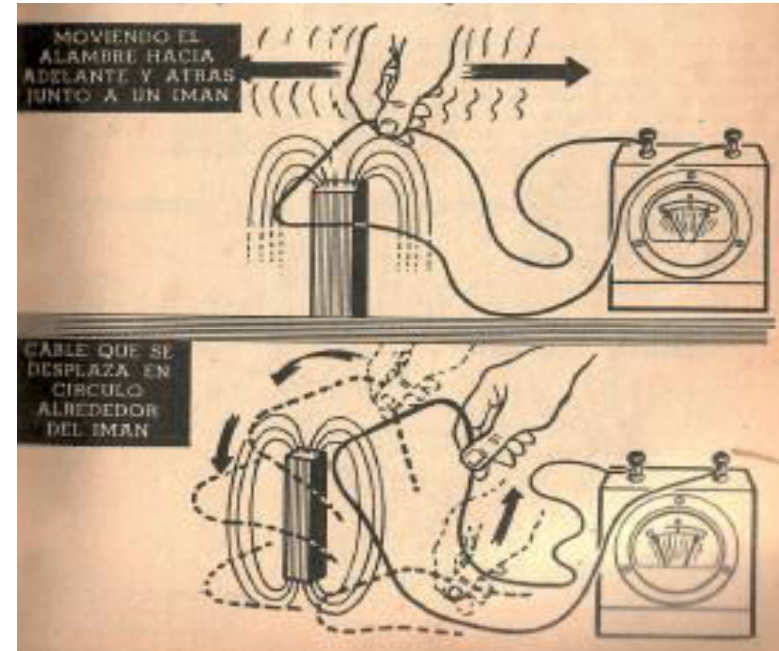
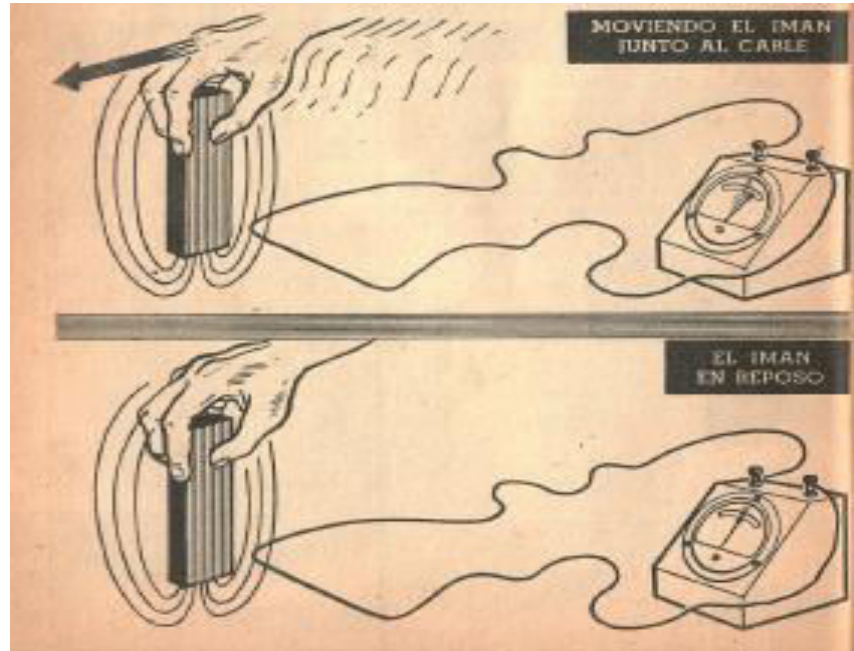
# Materiales ferromagnéticos

- Hay materiales por los que se encausan las líneas de campo, generalmente los denominados ferromagnéticos, y los que no. Los primeros pueden usarse para blindar instrumentos.



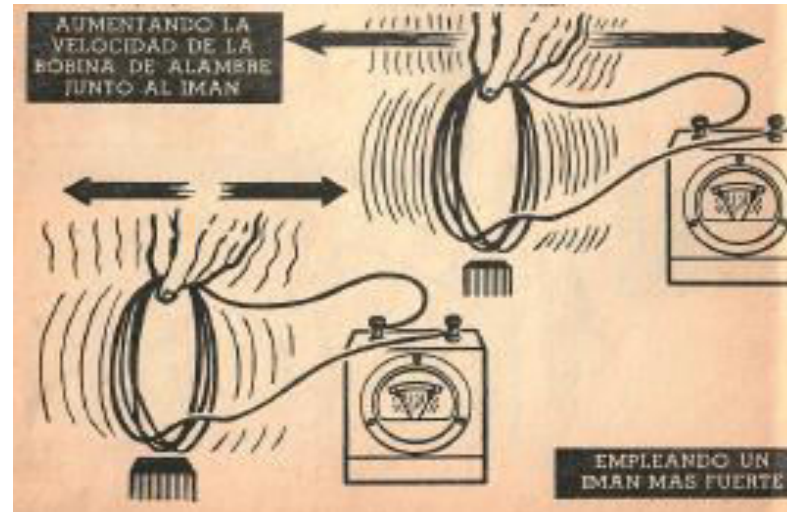
# Ley de Faraday

Establece que la tensión inducida en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez con que cambia en el tiempo el flujo magnético que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde. Si el campo no cambia ni en valor ni en superficie del circuito que atraviesa no se genera fem. Debe haber modificación del flujo magnético en el tiempo (función matemática derivada). Definido en forma burda flujo es campo por superficie. El cálculo es más complejo por la intervención de vectores.



# Ley de Faraday

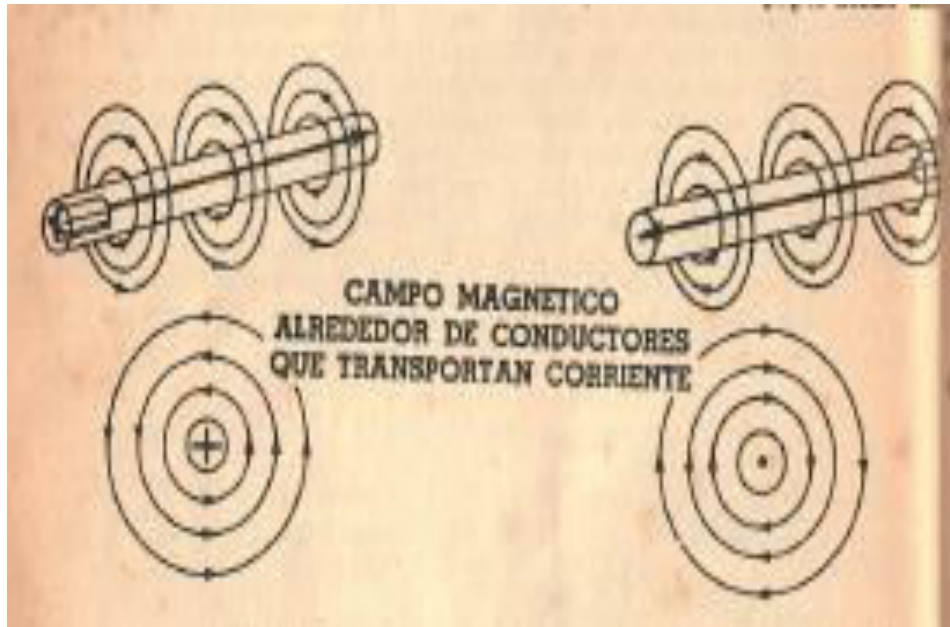
Más vueltas del circuito aumenta la fem inducida





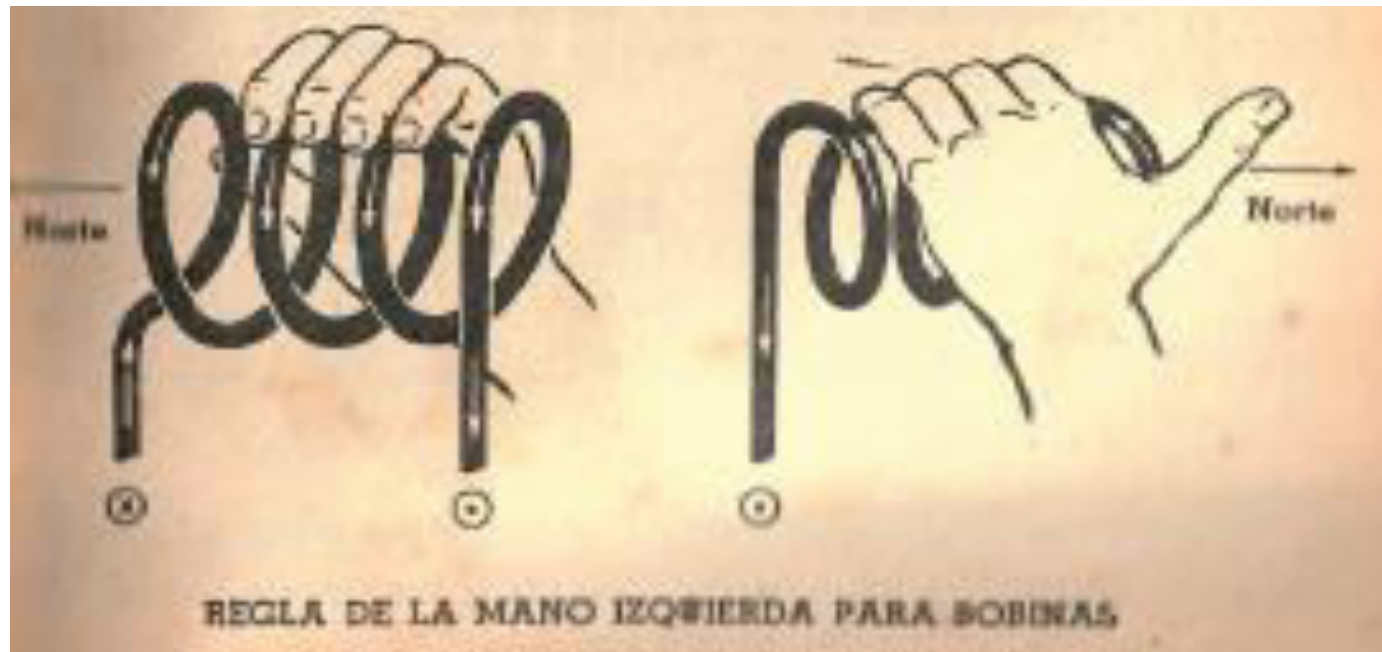
# Campo magnético producido por la corriente que circula por un conductor

- Por otro lado, la circulación de corriente por un conductor genera campos magnéticos que lo rodean. Si la corriente es constante el campo magnético existe y es constante. Si cambia la corriente, también lo hace el campo generado.



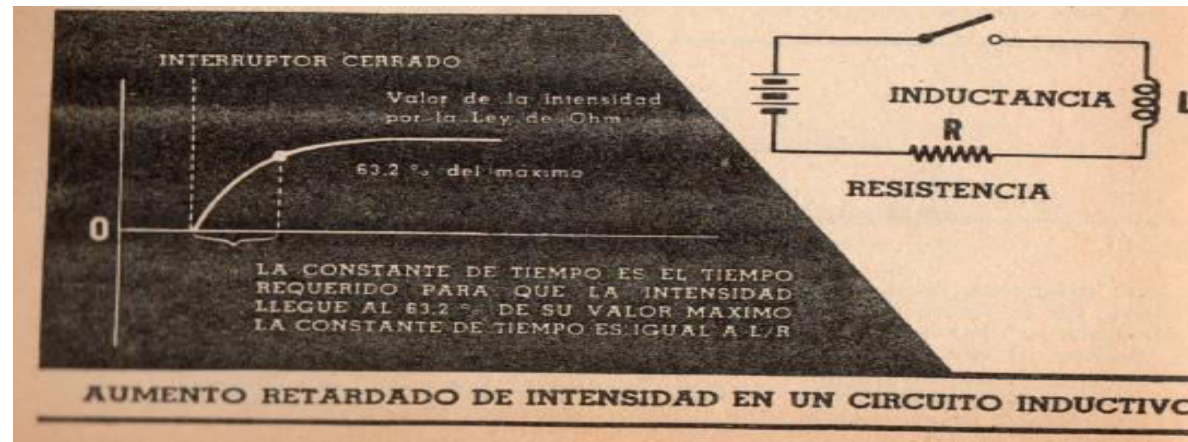
# Inductor

- Un inductor es un componente eléctrico basado en un arrollamiento de un conductor. Puede tener un núcleo o no. Su propiedad física se denomina inductancia. Aunque no halla arrollamiento un simple conductor tiene inductancia que es función de su longitud. Más longitud, mas inductancia. Muchas veces son indeseables y se las denomina inductancias parásitas. Se mide en Henries, típicamente submúltiplos. Si aplicamos la regla de la mano izquierda al camino que recorre el conductor, podemos identificar el sentido el campo total.

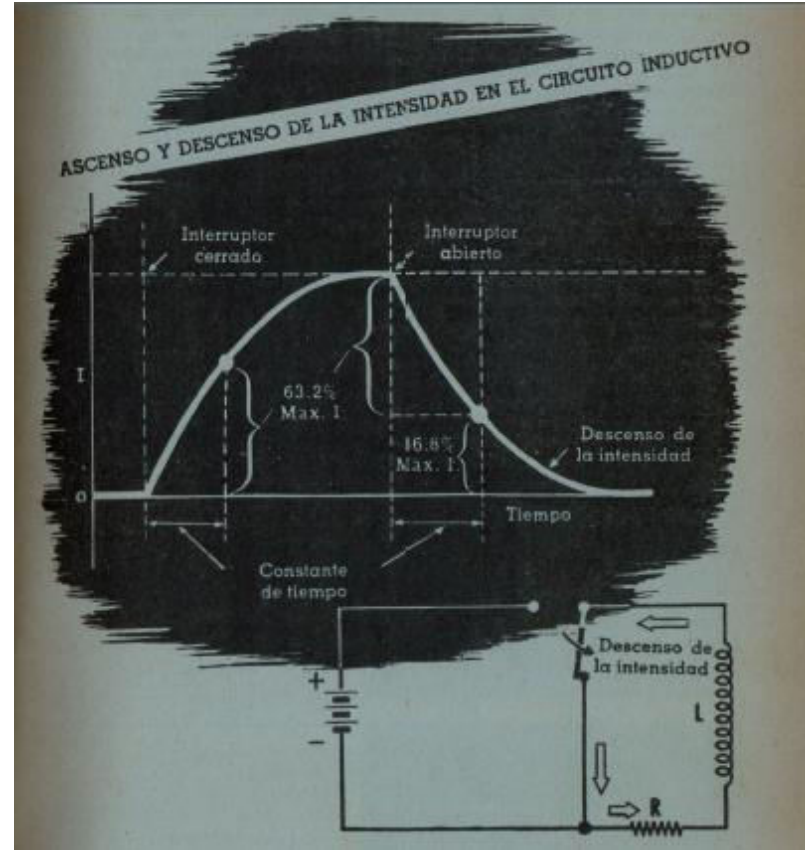


# Comportamiento de inductor ante fem de continua

En el instante cero se comporta como circuito abierto. Empieza a almacenar energía magnética. Luego de 5 constantes de tiempo se lo considera cargado



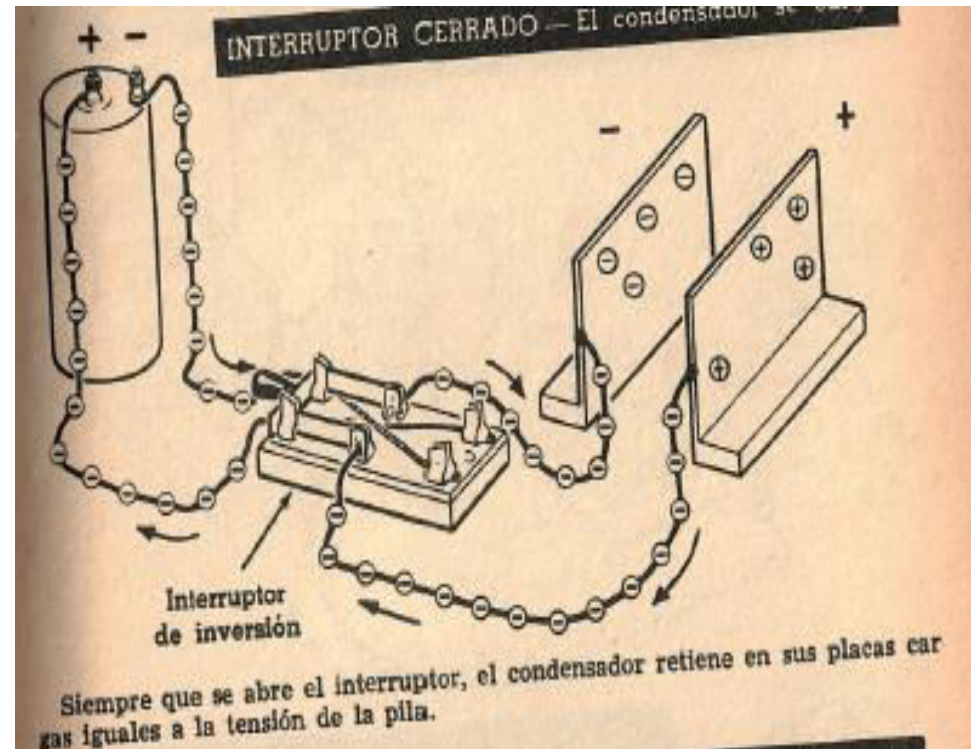
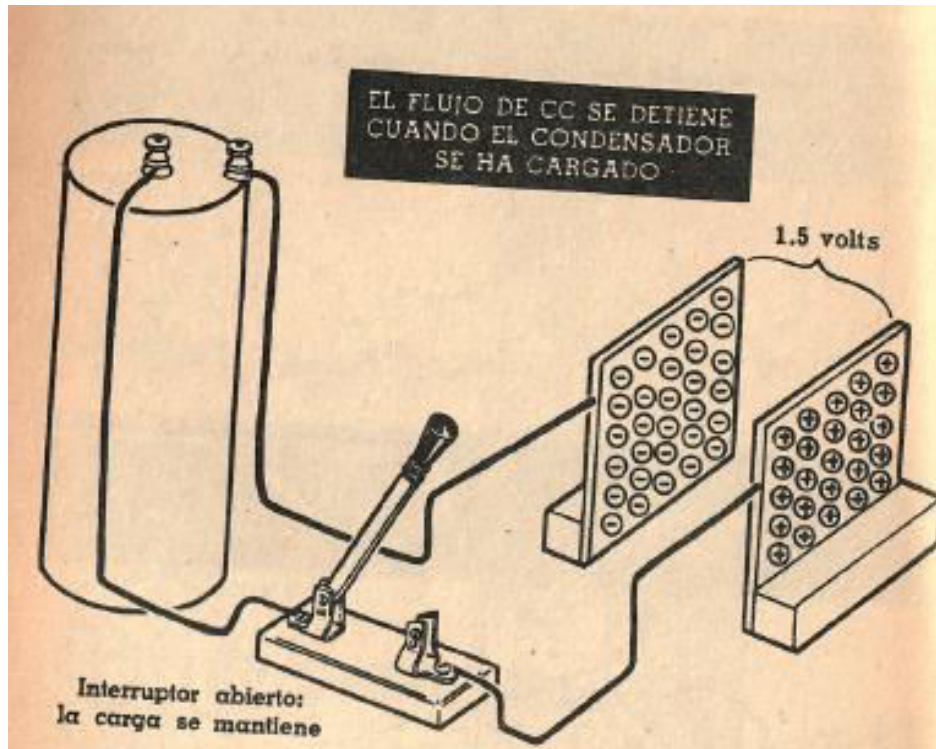
# Descarga de un inductor





# Capacitores

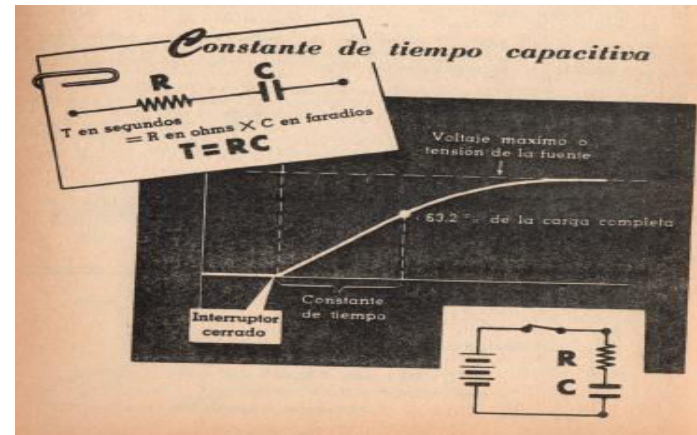
Capacitor: dispositivo eléctrico compuesto por dos placas metálicas enfrentadas, pero sin contacto. Si se conecta a una fem de continua, toma corriente de la fuente hasta que se carga, luego no toma más carga. Se mide en Faradios. Dado que es una unidad muy grande, se usan submúltiplos.



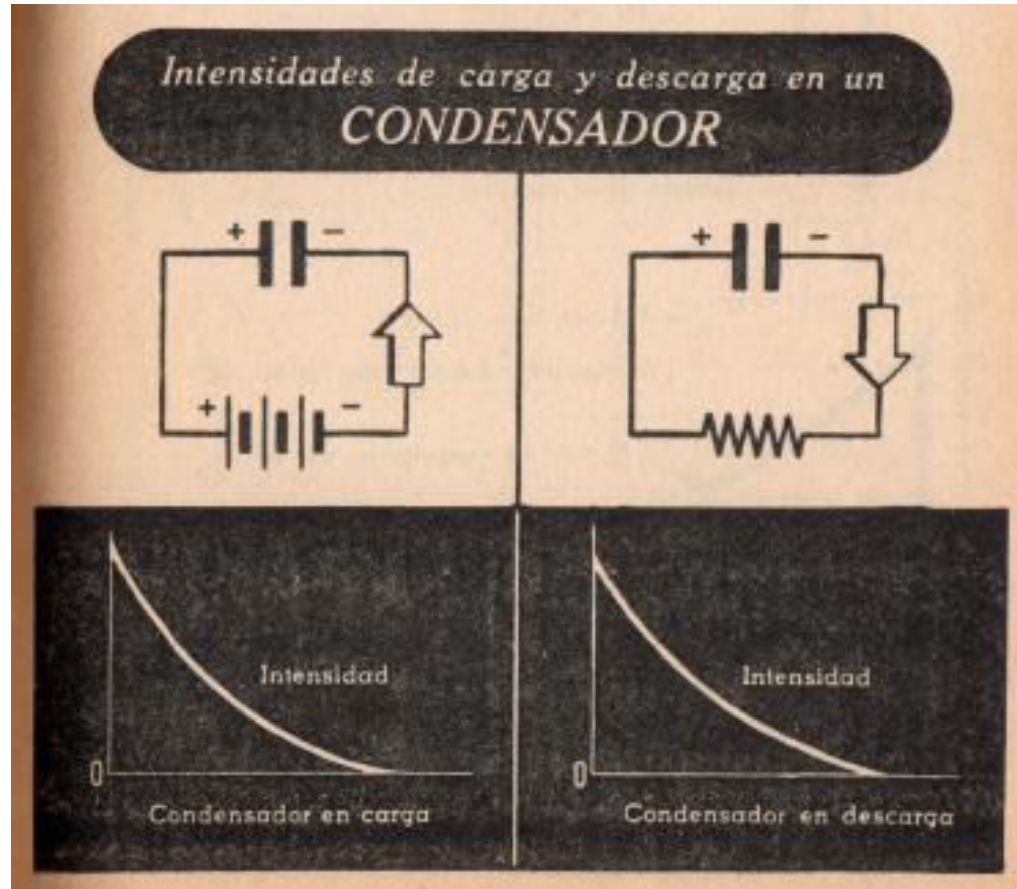


# Carga de un capacitor ante fem de continua

En el instante cero se comporta como circuito abierto. Empieza a almacenar energía eléctrica. Luego de 5 constantes de tiempo se lo considera cargado.



# Descarga de un capacitor



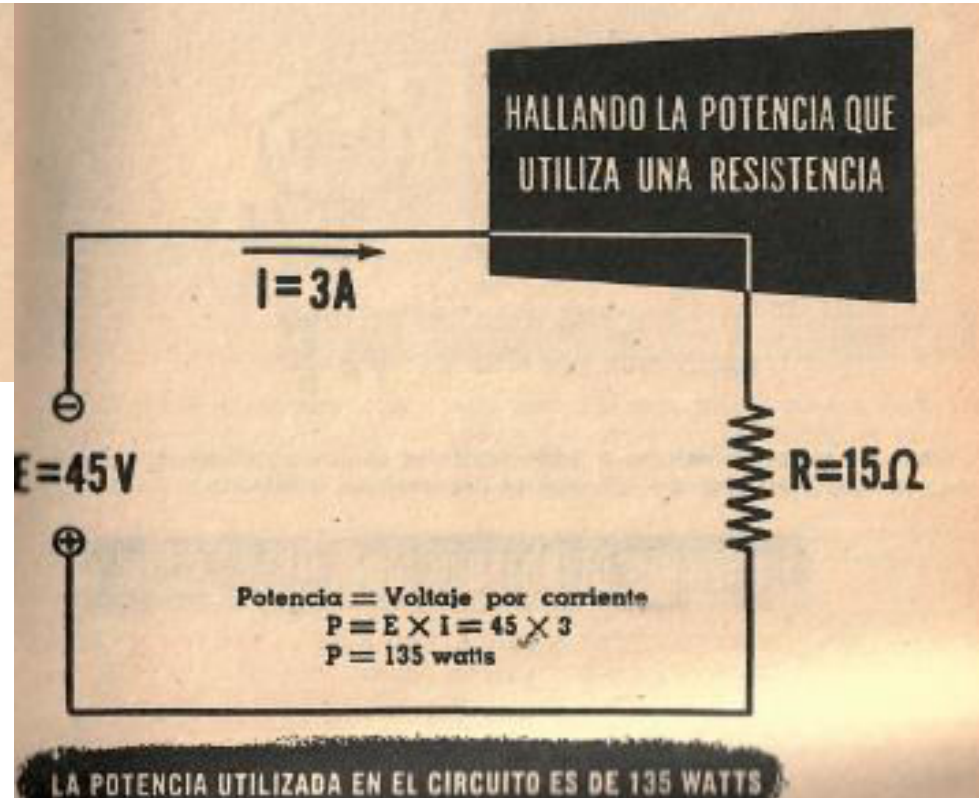
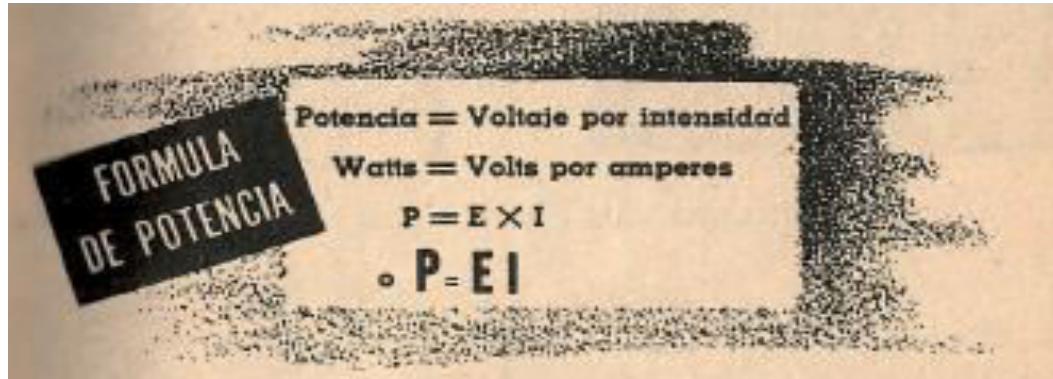
# Potencia de una fuerza

- Potencia es la velocidad con la que se desarrolla un trabajo de una fuerza. El trabajo depende de la fuerza, el desplazamiento en el cual se ejerce y el ángulo entre los vectores fuerza y desplazamiento. En el caso de la potencia eléctrica la fuerza es la que la fem desarrolla sobre los electrones. Se mide en Watts, donde Watt es Volt\* Ampere



# Potencia eléctrica

- En el caso de un circuito la potencia eléctrica es la correspondiente a la fuerza que ejerce la fem para mover carga.





## Potencia eléctrica, fórmulas alternativas

- Fórmulas alternativas de potencia eléctrica. En un motor la potencia entregada por la fem se convierte en energía mecánica. En un resistor, en calor. En el segundo caso se denomina Ley de Joule.

**VARIANTE DE LA FORMULA DE POTENCIA**

$P = EI$

SUBSTITUYENDO  $(IR)$  POR  $E$ :  $P = (IR)I \text{ o } I \times R \times I$

DADO QUE  $I \times I$  es  $I^2$ :  $P = I^2 R$

Del mismo modo,  $I = \frac{E}{R}$  y, si se substituye  $\frac{R}{E}$  por  $I$  en la fórmula de potencia, se puede determinar la potencia conociendo solamente el voltaje y la intensidad de corriente.

**OTRA VARIANTE**

$P = EI$

SUBSTITUYENDO  $\frac{E}{R}$  POR  $I$ :  $P = E \left( \frac{E}{R} \right) \text{ o } \frac{E \times E}{R}$

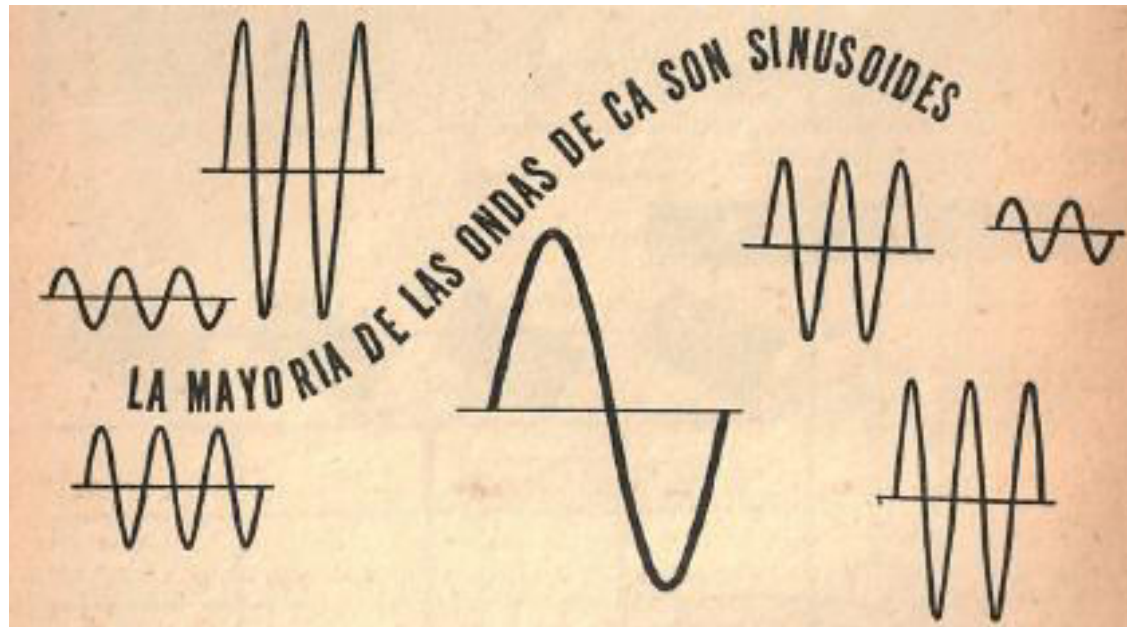
DADO QUE  $E \times E$  ES  $E^2$ :  $P = \frac{E^2}{R}$

Para potencias superiores a 1.000 watts se utiliza el kilowatt, mientras las cantidades inferiores a un watt se expresan en miliwatts.



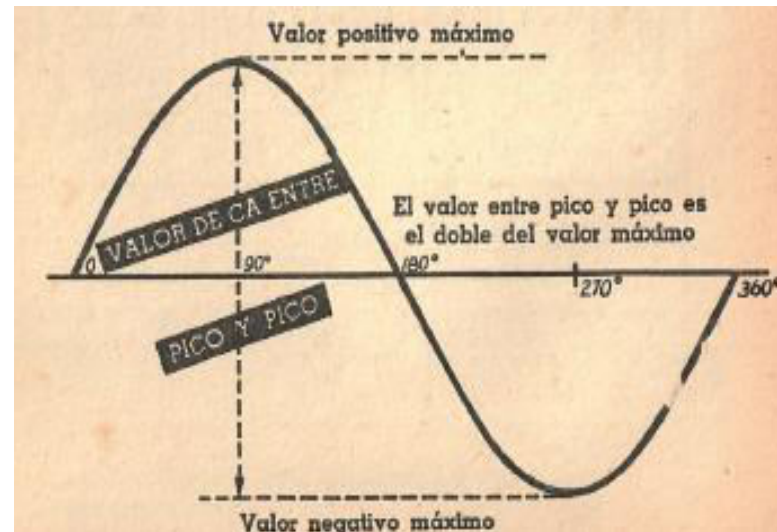
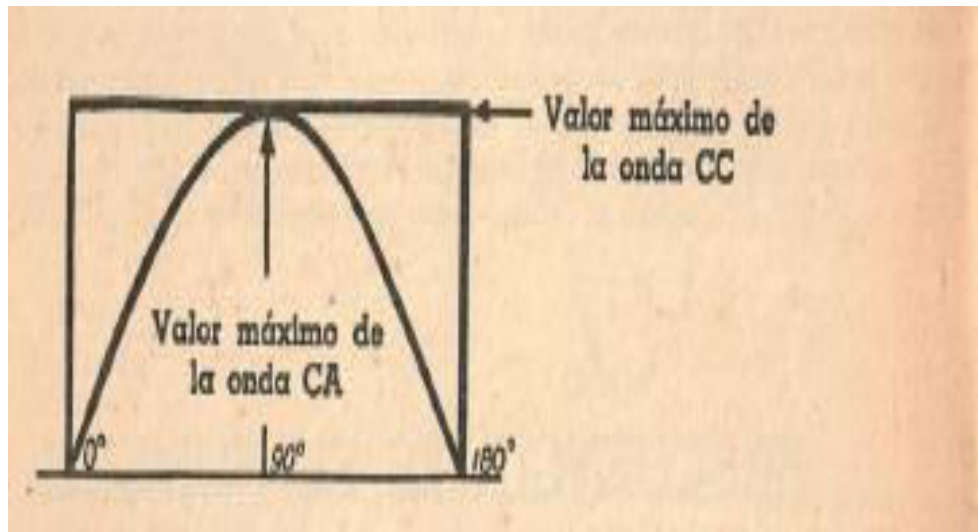
## Corriente continúa y alterna

- Corriente continua no cambia con el tiempo. Corriente alterna varía en ciclos repetitivos, típicamente senoides. Pero también puede tener otras formas, ejemplo cuadrada.



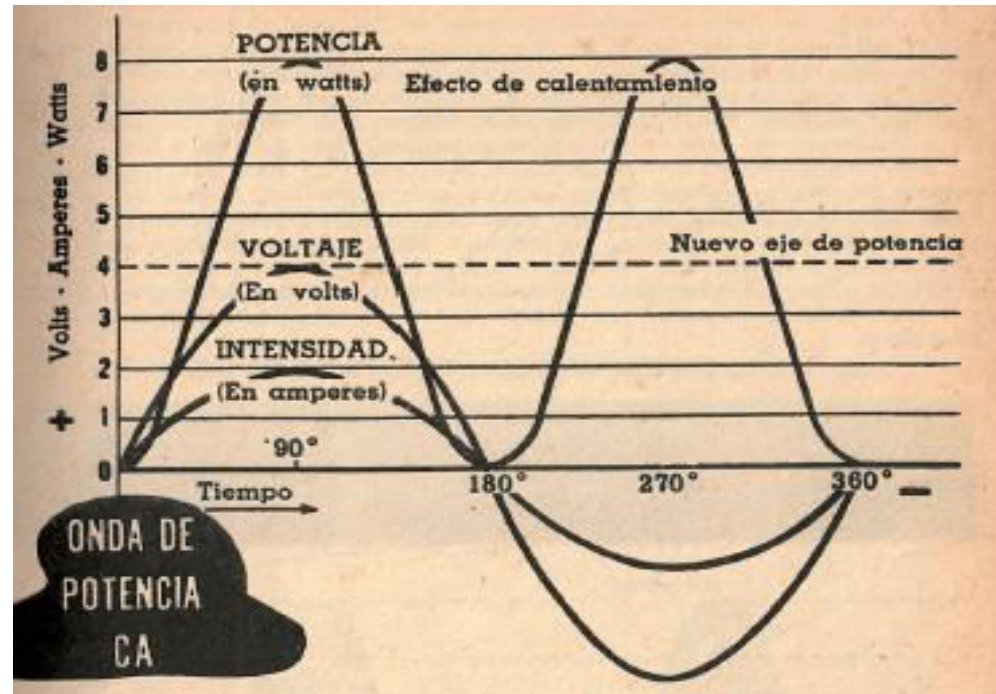
# Corriente alterna

- En Argentina la red eléctrica es senoidal con ciclos que duran 20ms.. Es decir, entre el inicio y fin de una ciclo senoidal es 20ms. Se denomina período y se lo simboliza como T.
- Frecuencia es la cantidad de ciclos por segundo. Se mide en Hertz. En Argentina 50Hz. Es la inversa del período.
- Se definen valores de pico y pico a pico. En la Argentina la primera es 311.1 Volts y la segunda, el doble, 622.2 Volts



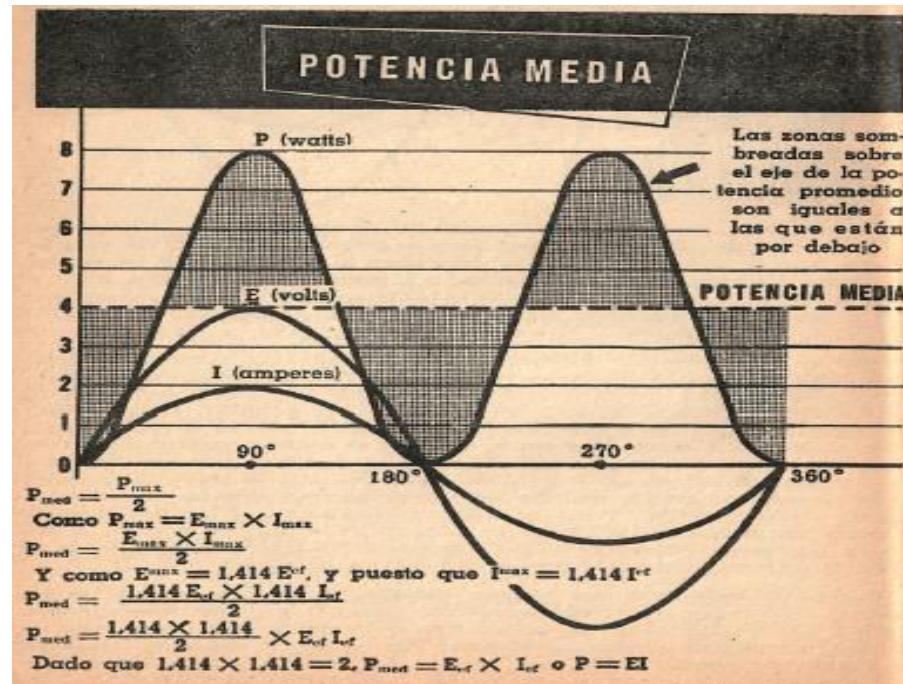
## Potencia eléctrica sobre un resistor en corriente alterna (AC)

- Supongamos un resistor conectado directamente a una fem. La corriente coincide en fase con la fem. La potencia desarrollada surge de multiplicar punto a punto tensión por corriente. La curva de potencia es siempre positiva, es decir, siempre va de la fem a la carga (resistor) y se consume a totalidad disipándose en forma de calor (ley de Joule)



# Potencia eléctrica sobre un resistor en corriente alterna (AC)

- En todo momento, la potencia va de la fem al resistor. Toda la potencia generada por la fem se consume, siempre la potencia está por encima de cero. Se denomina potencia real, se mide en Watts.



# Tensión eficaz

El valor de ddp asociada a la potencia media se denomina valor eficaz y es el valor pico a pico dividido raíz de 2. Es decir, 220Volts.

Su cálculo en un resistor sería:

$$V_{\text{ef}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} v^2(t) dt}$$

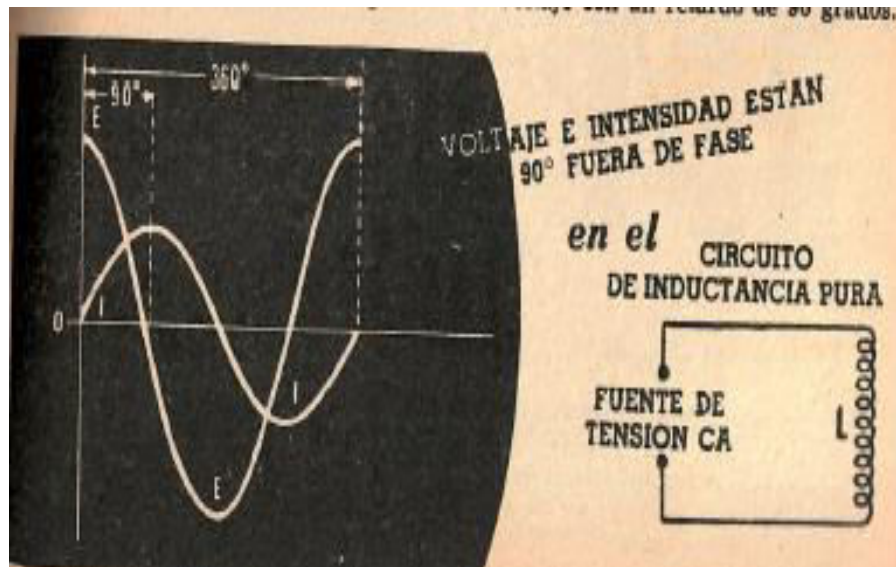
Donde T es el período: 20ms en el caso Argentino.

Conceptualmente, es la tensión de continua que generaría la misma potencia en Watts.



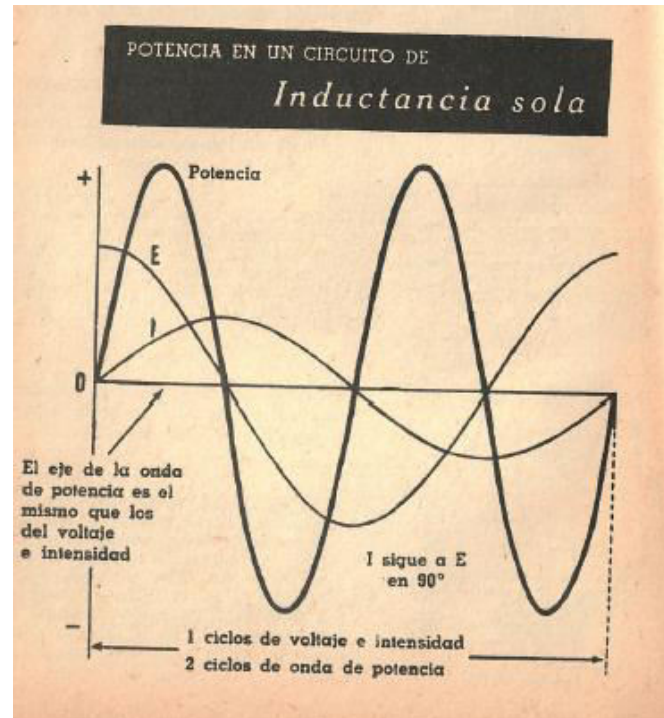
## Potencia en un inductor en AC

- En un inductor conectado directamente a una fem se produce un desfase de 90 grados de la corriente. La corriente atrasa frente a la fem.
- La potencia surge de multiplicar punto a punto tensión por corriente. Tiene semiciclos positivos y negativos. Es decir, en los primeros la potencia va de la fuente al inductor y en el segundo el inductor lo devuelve a la fuente. Es una potencia que nadie consume. Se la denomina potencia reactiva. Se mide en VAR (volts amperes reactivos) La empresa distribuidora debe proveerla, nadie la paga y se la devuelven.



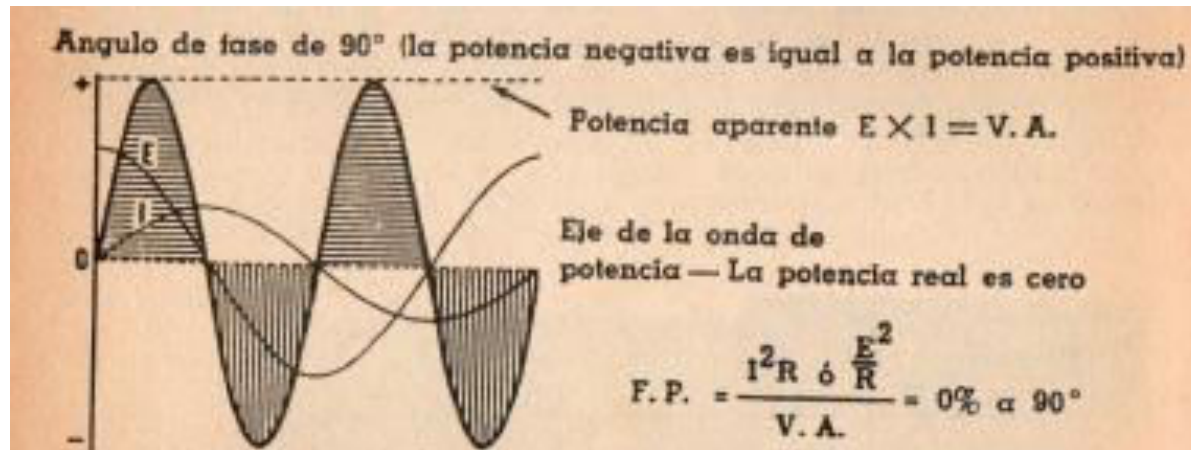
## Potencia en un inductor en AC

- La curva de potencia por momento es positivo y por momentos negativo. Como es simétrico la potencia es nula. Hay períodos donde la potencia va de la fem al inductor y otros en que van del inductor a la fem. Nunca se consume en la carga.



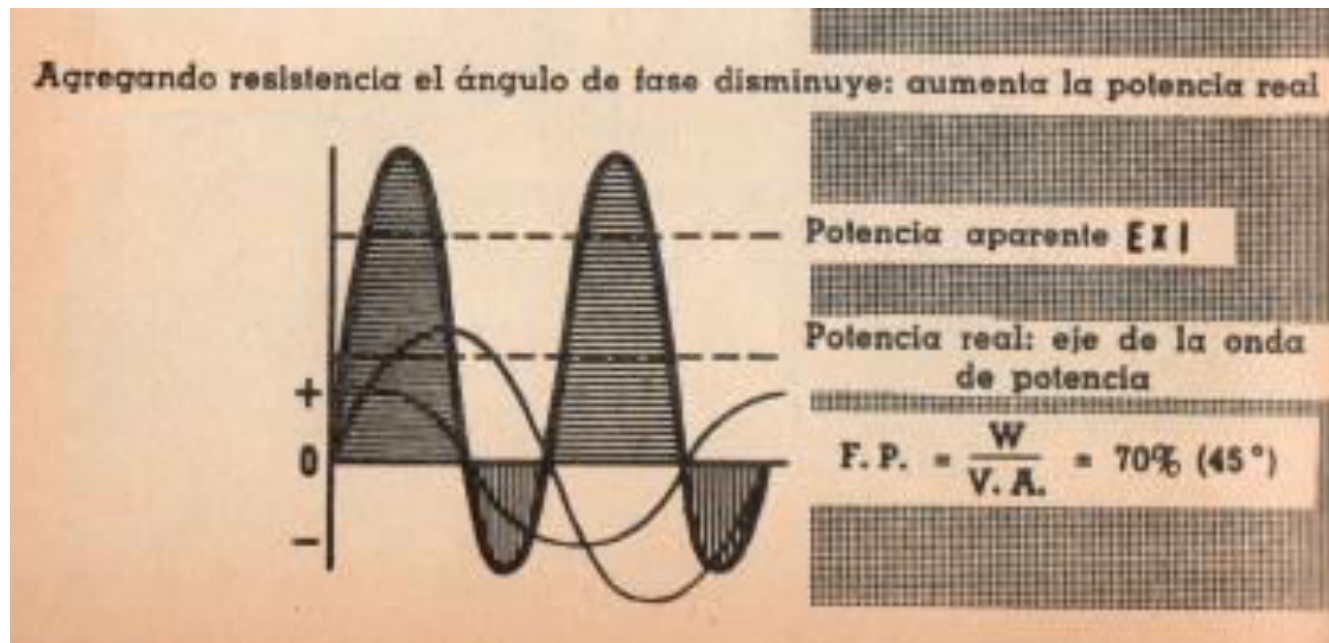
# Potencia aparente y factor de potencia

- La potencia total se denomina potencia aparente. Se mide en VA y surge de una suma vectorial entre la potencia real y las reactivas.
- Se define un parámetro denominado factor de potencia (FP) que relaciona potencia real con potencia aparente. Tiene un valor máximo de uno, la cual es el ideal. Corresponde con una carga puramente resistiva. Con cargas inductivas o capacitivas vale 0 dado que no hay potencia real.
- Normalmente un circuito eléctrico en una combinación de carga resistiva e inductiva. La segunda proveniente de motores. Por eso las empresas exigen. Un FP de al menos 0,8 y el cliente debe incorporar capacitores de compensación a la entrada de su instalación.



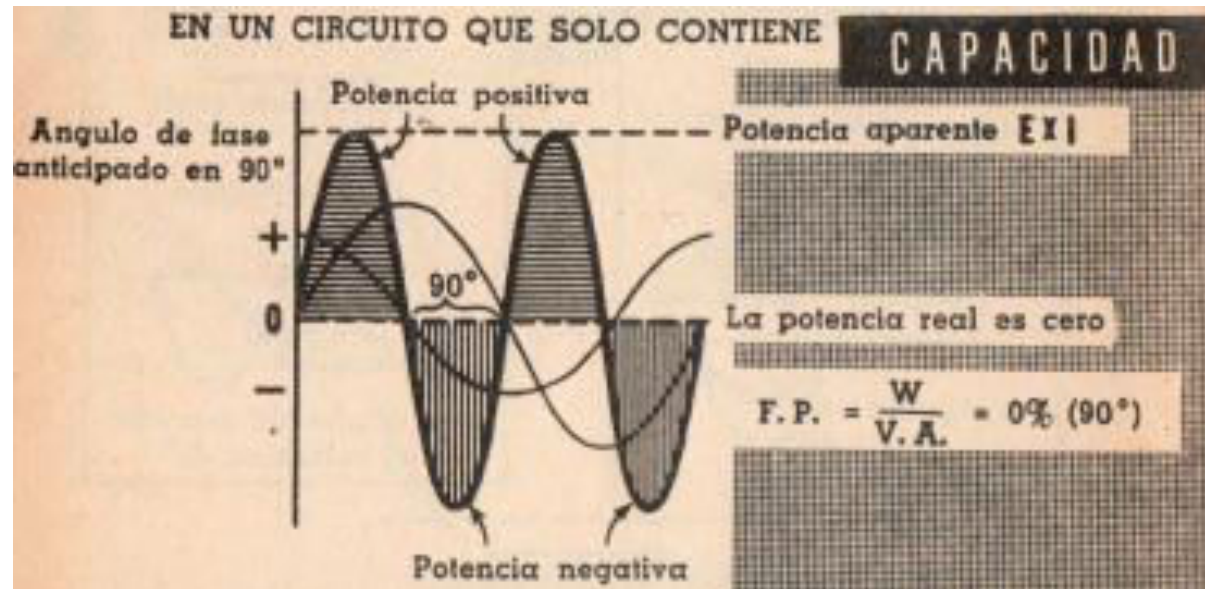
## Factor de potencia en cargas inductivas

- Normalmente un circuito eléctrico en una combinación de carga resistiva e inductiva. La segunda proveniente de motores. Por eso las empresas exigen. Un FP de al menos 0,8 y el cliente debe incorporar capacitores de compensación a la entrada de su instalación.



## Capacitores en AC

- En alterna la corriente del capacitor adelanta 90 grados a la tensión. Al revés que el inductor.
- La potencia surge de multiplicar punto a punto tensión por corriente. Tiene semiciclos positivos y negativos. Es decir, en los primeros la potencia va de la fuente al capacitor y en el segundo el inductor lo devuelve a la fuente. Es una potencia que nadie consume. Se la denomina potencia reactiva. Se mide en VAR (volts amperes reactivos). La empresa distribuidora debe proveerla, nadie la paga y se la devuelven.





# Análisis de régimen senoidal permanente

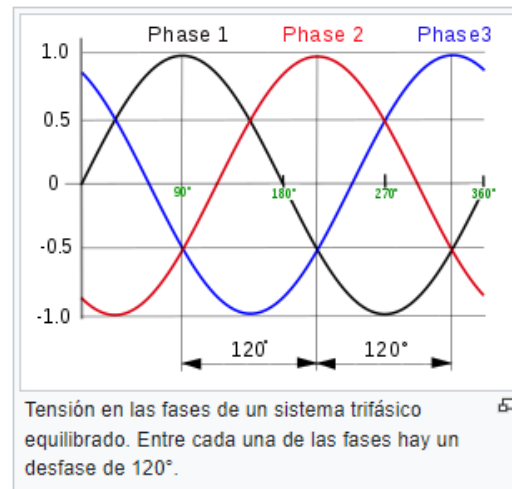
- La técnica que se usa para resolver los circuitos bajo fems senoidales consiste en el uso de fasores.
- Un fasor es un vector giratorio en el plano complejo. Tiene su punto de aplicación en el origen de coordenadas. Gira de acuerdo a la frecuencia del sistema. En el caso Argentino a 50Hz.
- La idea es pasar del mundo del análisis en el tiempo, cuyas ecuaciones resultan complicadas, a un mundo del plano complejo donde las ecuaciones son más sencillas, y la resolución se aproxima a lo que sería la continua. Una vez resuelto se vuelve al universo del tiempo tomando la parte real de los fasores solución.
- Los fasores se representan mediante dos valores: el valor eficaz de tensión o corriente y el ángulo de inicio en tiempo cero. <https://en.wikipedia.org/wiki/Phasor>
- En el mundo fasorial los equivalentes a las resistencias del mundo de la continúa se denominan impedancias. Tienen valor en ohms y fase. Las resistencias: fase cero, los inductores: 90 grados y los capacitores: -90.
- Es una técnica que sólo es aplicable en sistemas lineales. Es decir con resistores, inductores y capacitores de valores constantes independientes de la tensión aplicada. Sistemas donde las corrientes resultantes de tensiones senoidales, también lo son. No es el caso de las entradas de equipos de IT ni de UPSs.

## Distribución trifásica

Trifásico es un sistema de producción, distribución y consumo de energía eléctrica por tres tensiones monofásicas de igual frecuencia, amplitud (valor eficaz) que presentan una diferencia de fase entre ellas de  $120^\circ$  eléctricos, y están dadas en un orden determinado. Cada una de las corrientes monofásicas que forman el sistema se designa con el nombre de fase (R, S y T).

Un sistema trifásico de tensiones se dice que es *equilibrado* cuando sus corrientes tienen magnitudes iguales y están desfasadas simétricamente, Cuando no, se dice que está desequilibrado. Al alimentarse cargas monofásicas se busca distribuirlas lo más balanceado que se puede.

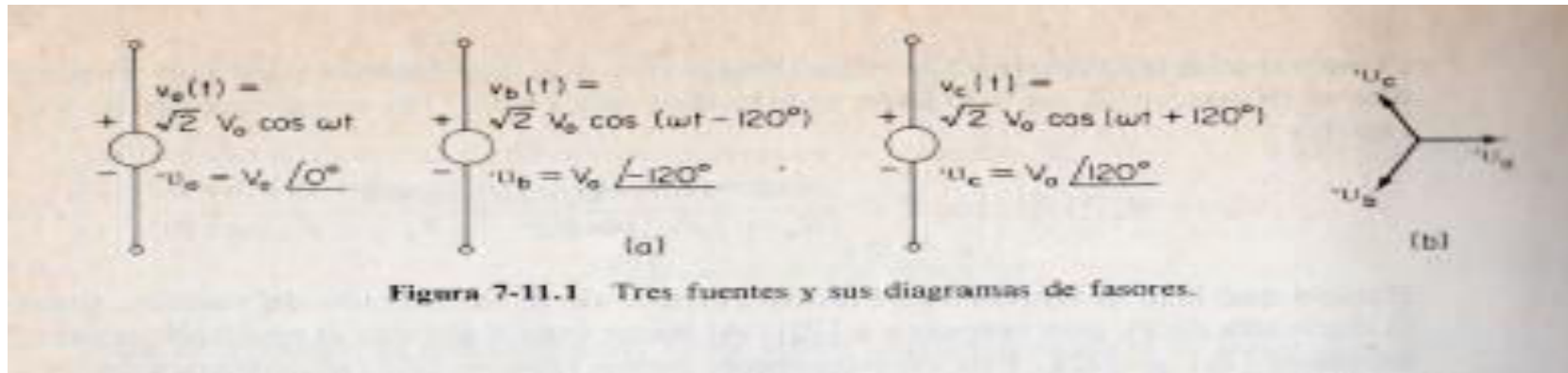
La distribución trifásica garantiza potencia constante a lo largo del tiempo.



# Tensión trifásica

En los gráficos siguientes podemos ver los tres generadores de un sistema trifásico.  $V_o$  es el valor eficaz. Si se conectan entre sí uno de los extremos los tres generadores, tenemos un sistema estrella, donde el punto central se denomina neutro.

Con la letra  $\omega$  es la velocidad angular, es el ángulo medido en radianes que recorre el fasor por unidad de tiempo. Recordar que una vuelta de 360 grados son  $2\pi$  radianes. Se lo puede calcular como  $2*\pi*$ frecuencia. Se mide en radianes /segundo, pero la palabra radianes no se usa y la unidad termina siendo 1/s.

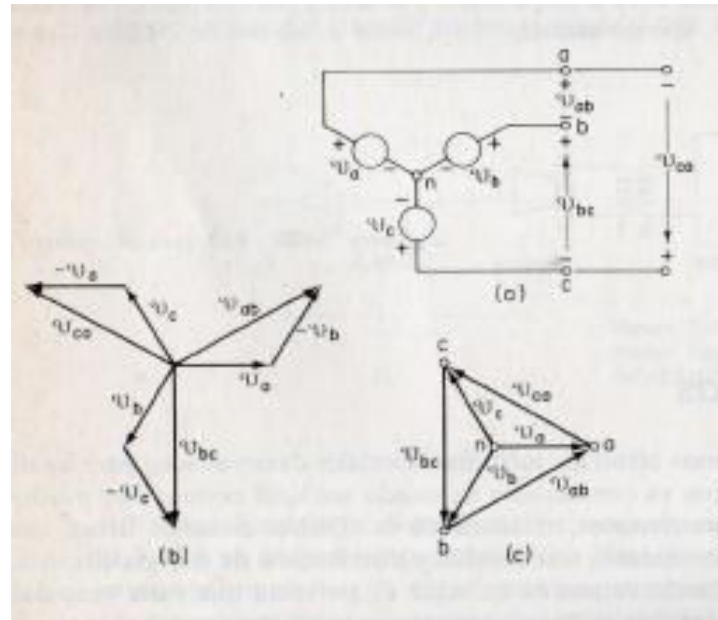


# Sistema estrella

Las cargas se conectan a los extremos libres de los generadores. Pueden o no tener conexión también con el neutro. En los gráficos aparecen los fasores de las tensiones.

Se definen las tensiones de fase (entre extremo de generador y el neutro.  $V_a$ ,  $V_b$  y  $V_c$ .

Tensión de línea a línea (entre extremos libres de cada par de generadores).  $V_{ab}$ ,  $V_{ca}$  y  $V_{bc}$ .



# Sistema estrella

Aplicando trigonometría surge que las tensiones de línea a línea son raíz de 3 veces la de fase ( $V_o$ ). Como la de fase tiene un valor eficaz es 220V, el valor eficaz de la de línea a línea es 220 multiplicado raíz de 3.. Es decir, 380V. La raíz de 6 incluye raíz de 3 y de 2. La segunda permite determinar el valor pico ("distancia" origen de coordenadas-extremo de fasor. Surge de trigonometría, coseno de 30 grados es (raíz de 3)/2

$$V_{ab} = V_a - V_b$$

$$V_{bc} = V_b - V_c$$

$$V_{ca} = V_c - V_a$$

$$V_{ab} + V_{bc} + V_{ca} = 0$$

$$V_{ab} = \sqrt{3} V_o / 30^\circ$$

$$V_{bc} = \sqrt{3} V_o / -90^\circ$$

$$V_{ca} = \sqrt{3} V_o / 150^\circ$$

$$v_{ab}(t) = \sqrt{6} V_o \cos(\omega t + 30^\circ)$$

$$v_{bc}(t) = \sqrt{6} V_o \cos(\omega t - 90^\circ)$$

$$v_{ca}(t) = \sqrt{6} V_o \cos(\omega t + 150^\circ)$$

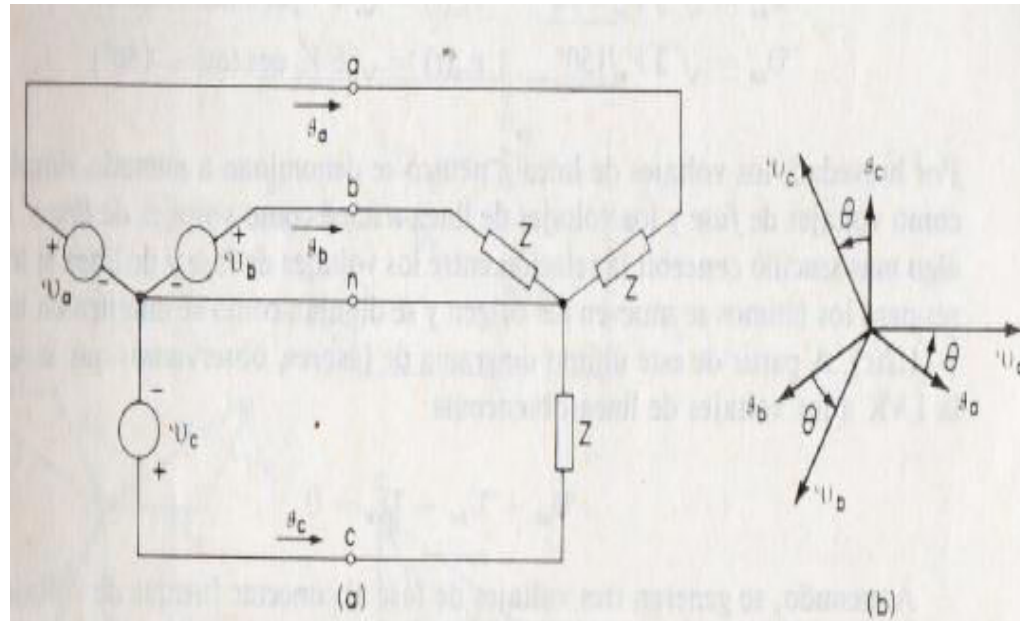


# Sistema estrella

Las corrientes resultantes en un sistema lineal se ven a continuación. Se distancian un ángulo  $\theta$  de las tensiones. Este ángulo theta surge de las características de las impedancias  $Z$ .

En sistemas lineales el factor de potencia coincide con el  $\cos \theta$  que también se denomina  $\cos \phi$ .

Esta relación no existe en sistemas alineales de un Centro de Cómputos, no podemos hablar de estos cosenos porque las corrientes no son senoidales.



## Sistema estrella

$$P_p = V_p I \cos \theta = \left( \frac{V_L}{\sqrt{3}} \right) I \cos \theta$$

$$Q_p = V_p I \sin \theta = \left( \frac{V_L}{\sqrt{3}} \right) I \sin \theta$$

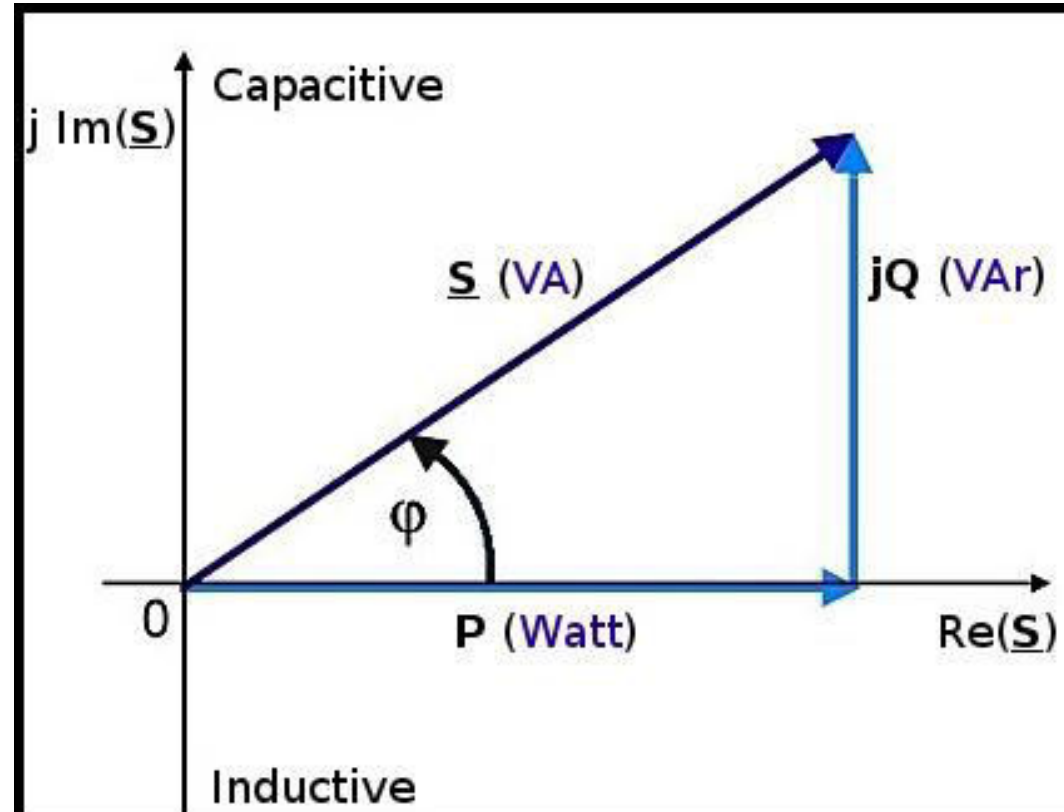
$$P_{\text{total}} = 3P_p = 3V_p I \cos \theta = \sqrt{3} V_L I \cos \theta$$

$$Q_{\text{total}} = 3Q_p = 3V_p I \sin \theta = \sqrt{3} V_L I \sin \theta$$

$$|W_{\text{total}}| = (P_{\text{total}}^2 + Q_{\text{total}}^2)^{1/2} = \sqrt{3} V_L I$$

$$\text{PF} = \frac{P_{\text{total}}}{|W_{\text{total}}|} = \cos \theta$$

## Triángulo de potencias en alterna



## Rotación de fases

- El orden en que van apareciendo los inicios de cada ciclo define el concepto de rotación. Se controla con un secuencímetro, ver foto.
- Puede ser en sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario.
- Lo estándar es que las fases R, S y T deberían ir presentándose en el sentido de las agujas del reloj. Se trata de un concepto importante al momento de energizar una UPS. Lo veremos en clase próxima.
- Ese orden puede verse como el sentido en que giraría un motor de conectarse de una u otra manera.

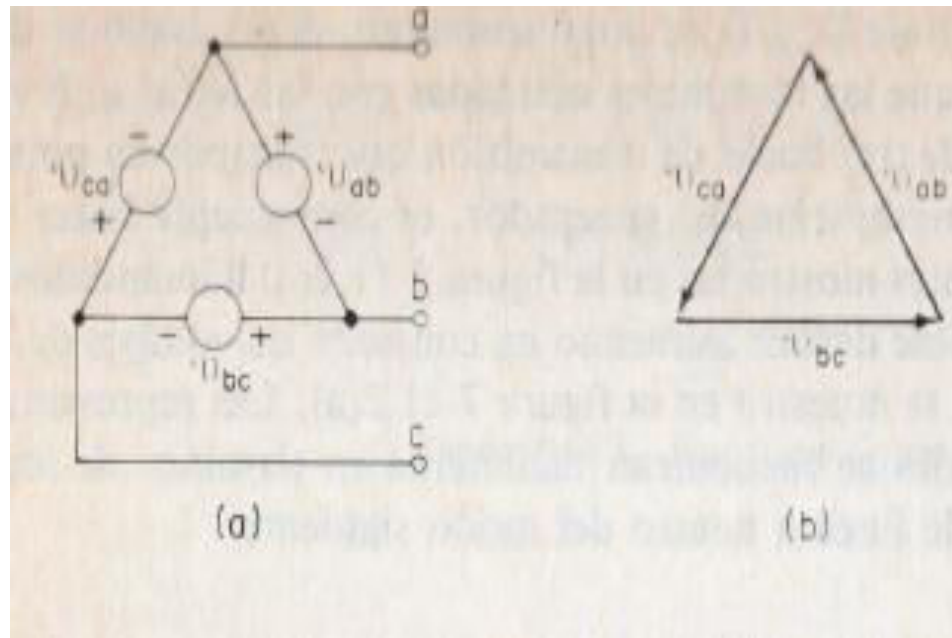


## Sistema triángulo o delta

Es la otra forma de conectar los generadores individuales.

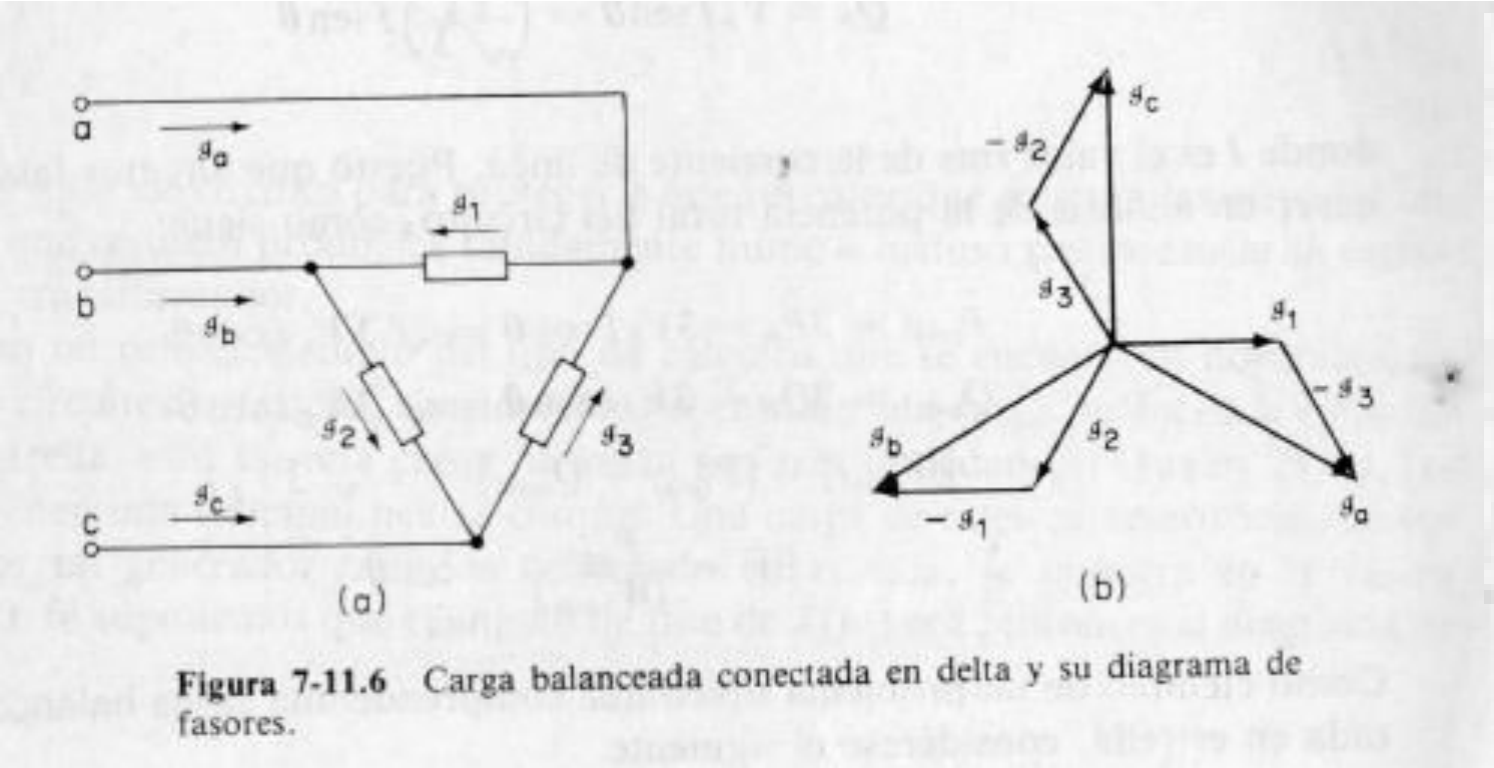
No hay neutro y la tensión entre fases es 380V, al menos en baja tensión (BT).

Se lo usan para trasladar energía entre puntos alejados porque usa un conductor menos que el estrella.





# Sistema triángulo o delta



$$g_a = g_1 - g_3$$

$$g_b = g_2 - g_1$$

$$g_c = g_3 - g_2$$

## Sistema triángulo o delta

$$P_L = VI_L \cos \theta = V \left( \frac{I_P}{\sqrt{3}} \right) \cos \theta$$

$$Q_L = VI_L \sin \theta = V \left( \frac{I_P}{\sqrt{3}} \right) \sin \theta$$

$$P_{\text{total}} = 3P_L = \sqrt{3} VI_L \cos \theta$$

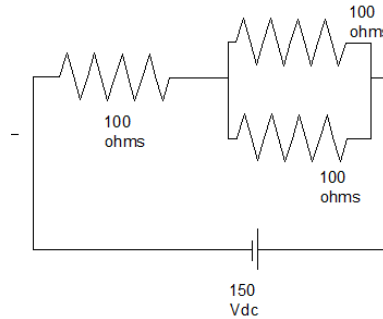
$$Q_{\text{total}} = 3Q_L = \sqrt{3} VI_P \sin \theta$$

$$|W_{\text{total}}| = (P_{\text{total}}^2 + Q_{\text{total}}^2)^{1/2} = \sqrt{3} VI_P$$

$$\text{PF} = \frac{P_{\text{total}}}{|W_{\text{total}}|} = \cos \theta$$

## Ejercicios:

1. Sea un cable Sintenax unipolar de  $6\text{mm}^2$  y longitud  $1000\text{m}$ . Calcular su resistencia a  $20\text{ }^\circ\text{C}$  y a  $50\text{ }^\circ\text{C}$ .
2. El cable anterior se alimenta con  $48\text{ Vdc}$  (continua) ¿Cuál es la corriente que circula? ¿Cuánta potencia eléctrica se disipa en forma de calor. Temperatura  $20\text{ }^\circ\text{C}$ .
3. Idem 2, pero si se lo alimenta con una tensión eficaz de  $220\text{V}$  alterna y el cable tiene una longitud de  $100\text{ km}$
4. Dado el siguiente circuito.



Reemplazar las dos resistencias en paralelo por su equivalente. Redibujar el circuito. Ahora quedan dos en serie. Reemplazarlas por su equivalente. Queda una sola resistencia en paralelo con la fem. Aplicando ley de Ohm, calcular la corriente que circula por esta resistencia. Volver para atrás y calcular la ddp entre los extremos de la R equivalente de las dos en paralelo. Calcular la corriente que circula por cada resistencia en paralelo.

## Ejercicios:

5. Se tiene una corriente alterna senoidal con valor eficaz 10 amperes. Determinar valores pico y pico a pico.
6. Determinar si es verdadera o falsa la siguiente afirmación: “Un capacitor apenas es energizado se comporta como un cortocircuito. La corriente sólo es limitada por resistencias exteriores, cada vez toma menos corriente y finalmente esa corriente se hace prácticamente cero. Termina comportándose como un circuito abierto cuando termina de cargarse.”
7. Determinar si es verdadera o falsa la siguiente afirmación: “ En corriente continua existen los conceptos de potencia real (en Watts), reactiva (en VAR) y aparente (en VA).

## Ejercicios:

8. Determinar si es verdadera o falsa la siguiente afirmación “Si en un circuito de una sola resistencia y una sola fem, la resistencia disipa  $2W$ , la fem está entregando  $2W$ ”
9. Determinar si es verdadera o falsa la siguiente afirmación “Es posible separar un polo norte de uno sur, de la misma manera que una carga eléctrica positiva, de otra negativa”
10. Determinar si es verdadera o falsa la siguiente “ La variación del flujo magnético que atraviesa una espira, genera una fem a lo larga de la misma”
11. Determinar si es verdadera o falsa la siguiente “ Toda corriente eléctrica que circula por un conductor, genera un campo magnético a su alrededor”



# Bibliografía

- Electricidad básica, Van Valkenburgh. Noogle and Neville inc, edición 1954
- Teoría de circuitos, Lawrence Huelsman, edición 1988

# Soluciones ejercicios

1.

$$\rho_{20\text{grados}} := 0.017 \quad \text{ohms} \cdot \frac{\text{m}}{\text{mm}^2}$$

$$R_{20\text{grados}} := \rho_{20\text{grados}} \cdot \frac{1000}{6} \quad \text{ohms}$$

+

$$R_{20\text{grados}} = 2.833 \quad \text{ohms}$$

$$\alpha := 0.0039 \quad \frac{1}{^\circ\text{C}}$$

$$\rho_{50\text{grados}} := \rho_{20\text{grados}} \cdot [1 + \alpha(50 - 20)] \quad \text{ohms} \cdot \frac{\text{m}}{\text{mm}^2}$$

$$\rho_{50\text{grados}} = 0.019 \quad \text{ohms} \cdot \frac{\text{m}}{\text{mm}^2}$$

$$R_{50\text{grados}} := \rho_{50\text{grados}} \cdot \frac{1000}{6} \quad \text{ohms}$$

$$R_{50\text{grados}} = 3.165 \quad \text{ohms}$$

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



AGOSTO 2022

# Soluciones ejercicios

2.

$$\text{Corriente} := \frac{48}{R20\text{grados}} \quad \text{Amperes}$$

$$\text{Corriente} = 16.941 \quad \text{Amperes}$$

$$\text{Potencia} := R20\text{grados} \cdot \text{Corriente}^2$$

$$\text{Potencia} = 813.176 \quad \text{Watts}$$

# Soluciones ejercicios

3.

$$R_{20\text{grados\_}100\text{km}} := \rho_{20\text{grados}} \cdot \frac{100000}{6}$$

$$R_{20\text{grados\_}100\text{km}} = 283.333 \quad \text{ohms}$$

$$\text{Corriente} := \frac{220}{R_{20\text{grados\_}100\text{km}}} \quad \text{Amperes eficaces}$$

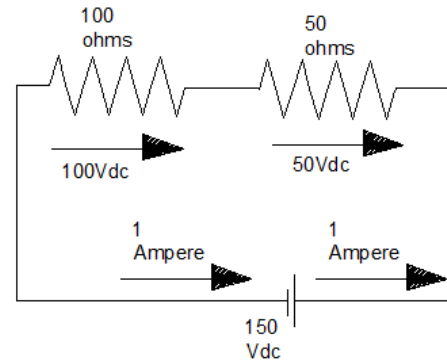
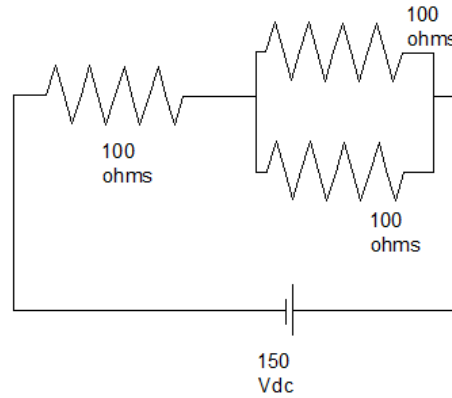
$$\text{Corriente} = 0.776 \quad \text{Amperes eficaces}$$

$$\text{Potencia} := R_{20\text{grados}} \cdot \text{Corriente}^2$$

$$\text{Potencia} = 1.708 \quad \text{Watts}$$

# Soluciones ejercicios

4.





# Soluciones ejercicios

5.

Corriente\_eficaz := 10 Amperes eficaces

Corriente\_pico := Corriente\_eficaz ·  $\sqrt{2}$  Amperes

Corriente\_pico = 14.142 Amperes

Corriente\_pico\_a\_pico := 2 · Corriente\_pico

Corriente\_pico\_a\_pico = 28.284 Amperes

# Soluciones ejercicios

6. Verdadero

7. Falso

8. Verdadero

9. Falso

10. Verdadero

11. Verdadero

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



AGOSTO 2022

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# CLASES 1 y 2

Perturbaciones eléctricas en redes de distribución.

UPSs (Uninterruptible Power Systems) y Generadores

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Parámetros básicas de tensión de alimentación

- Forma de onda senoidal.
- Tensión eficaz (en Argentina): 220V
- Frecuencia (en Argentina): 50Hz

# Perturbaciones eléctricas

- Impulso de tensión

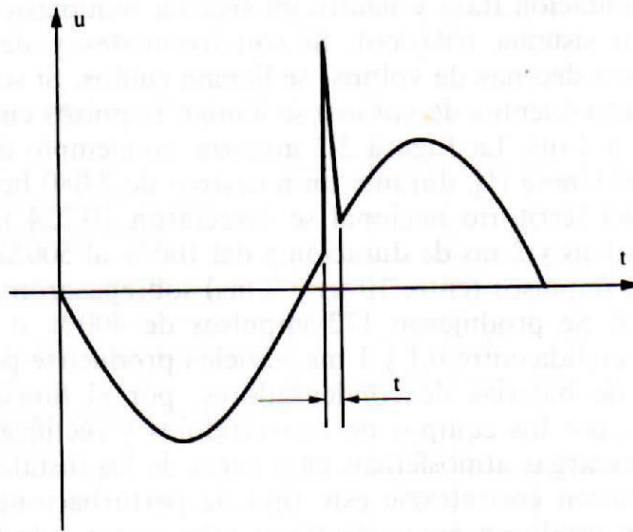
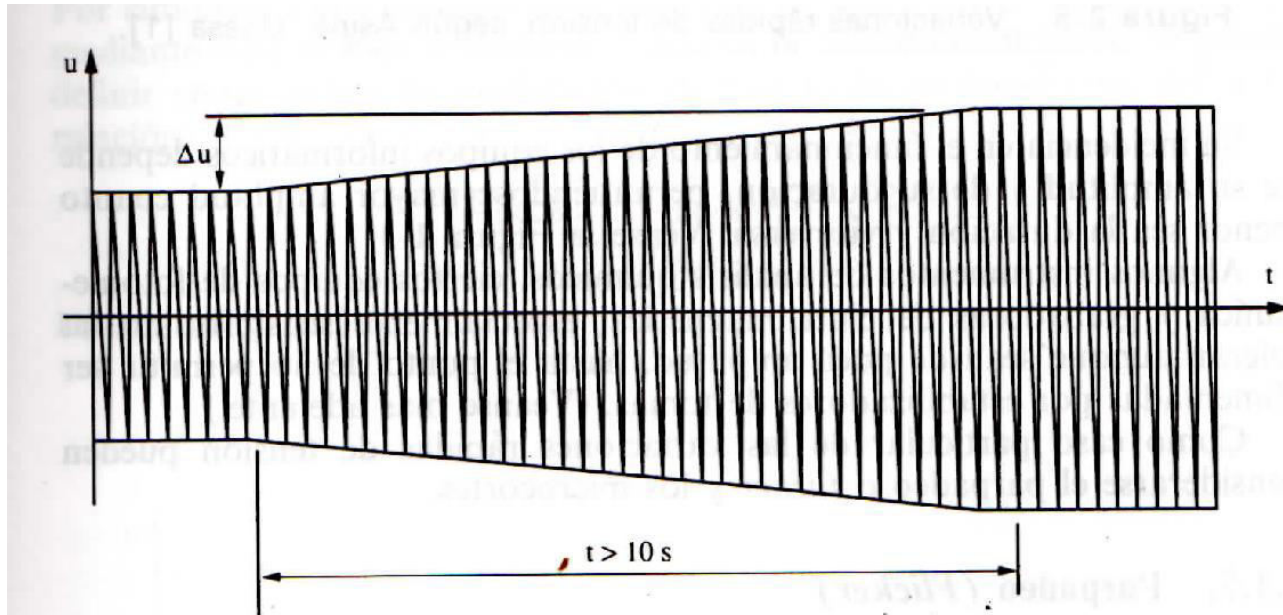


Figura 2-3. Impulso de tensión superpuesto a la tensión de red, según Asinel-Unesa [1].  $t \leq 2$  ms.



# Perturbaciones eléctricas

- Variación lenta de tensión



**Figura 2-4.** Variación lenta de tensión, según Asinel-Unesa [1].

# Perturbaciones eléctricas

- Variaciones rápidas de tensión

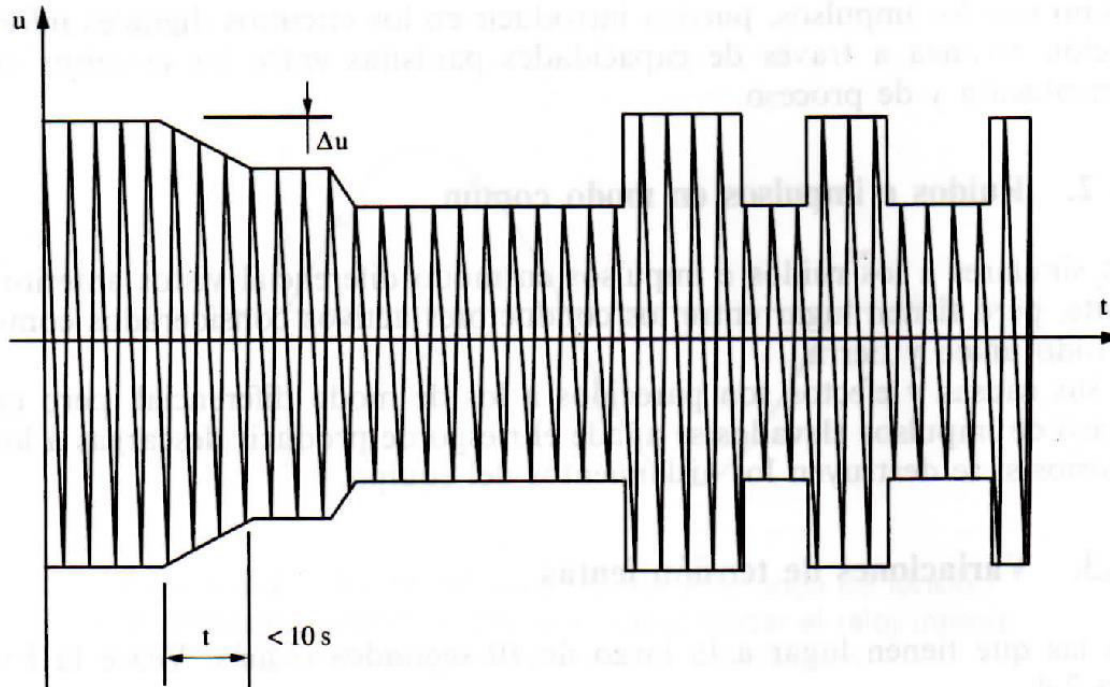


Figura 2-5. Variaciones rápidas de tensión, según Asinel-Unesa [1].

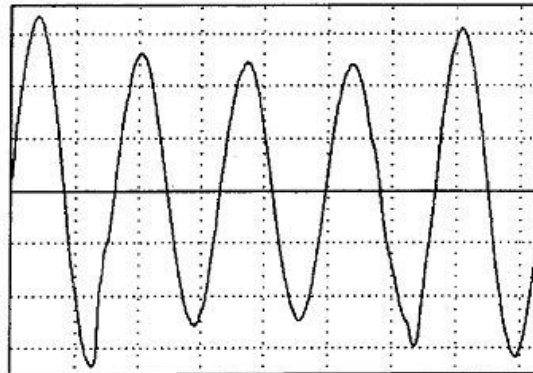
# Perturbaciones eléctricas

- Variaciones rápidas de tensión Sags
- Reducción en tensión de valor eficaz sin modificación de la frecuencia nominal con una duración de 10ms a algunos segundos

**2.2.67 sag:** An rms reduction in the ac voltage, at the power frequency, for durations from a half-cycle to a few seconds. *See also:* notch; undervoltage.

NOTE 1—The IEC terminology is *dip*.

NOTE 2—See Figure 2-4.



Horizontal 10 milliseconds/division

Vertical 50 volts/division

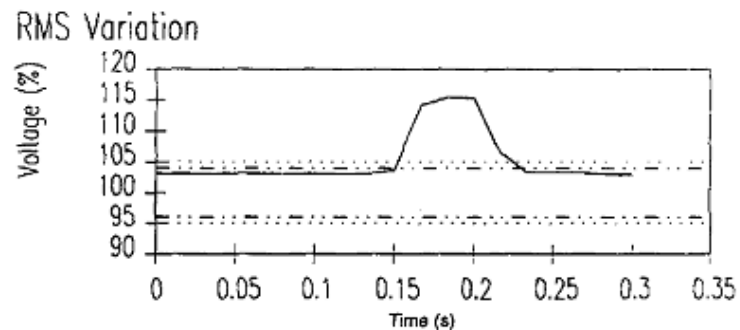
Reprinted with permission from *The Dranetz Field Handbook for Power Quality Analysis* [B5].

# Perturbaciones eléctricas

- Variaciones rápidas de tensión Swells
- Aumento de tensión de valor eficaz sin modificación de la frecuencia nominal con una duración de 10ms a un minuto

**2.2.78 swell:** An increase in rms voltage or current at the power frequency for durations from 0.5 cycle to 1.0 min. Typical values are 1.1 pu to 1.8 pu. (IEEE Std 1159)

NOTE—See Figure 2-5.



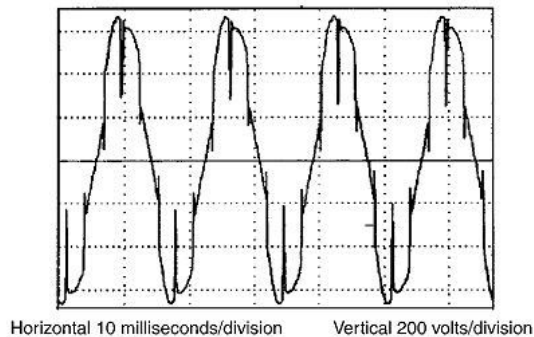
# Perturbaciones eléctricas

- Microcortes (notches)

**2.2.54 notch:** A switching (or other) disturbance of the normal power voltage waveform, lasting less than a half-cycle, which is initially of opposite polarity than the waveform, and is thus subtractive from the normal waveform in terms of the peak value of the disturbance voltage. This includes complete loss of voltage for up to a half-cycle. *See also: transient.*

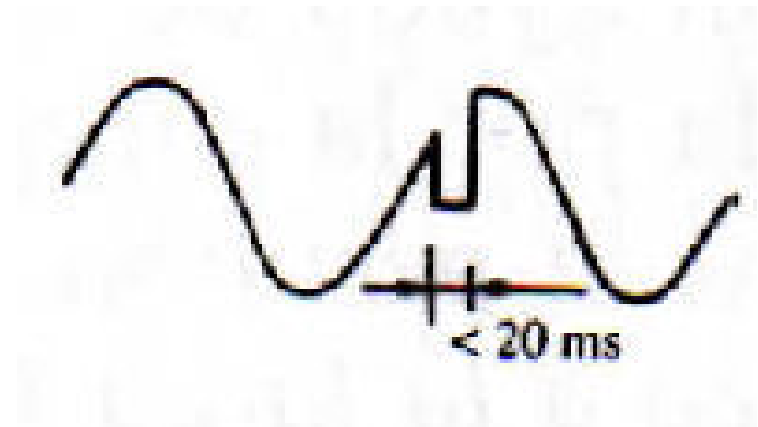
NOTE—See Figure 2-3.

- Microcortes aislados:
- Microcortes repetitivos:



Reprinted with permission from *The Dranetz Field Handbook for Power Quality Analysis* [B5].

Figure 2-3—Notches



# Perturbaciones eléctricas

- Cortes largos de tensión (más de 20ms)

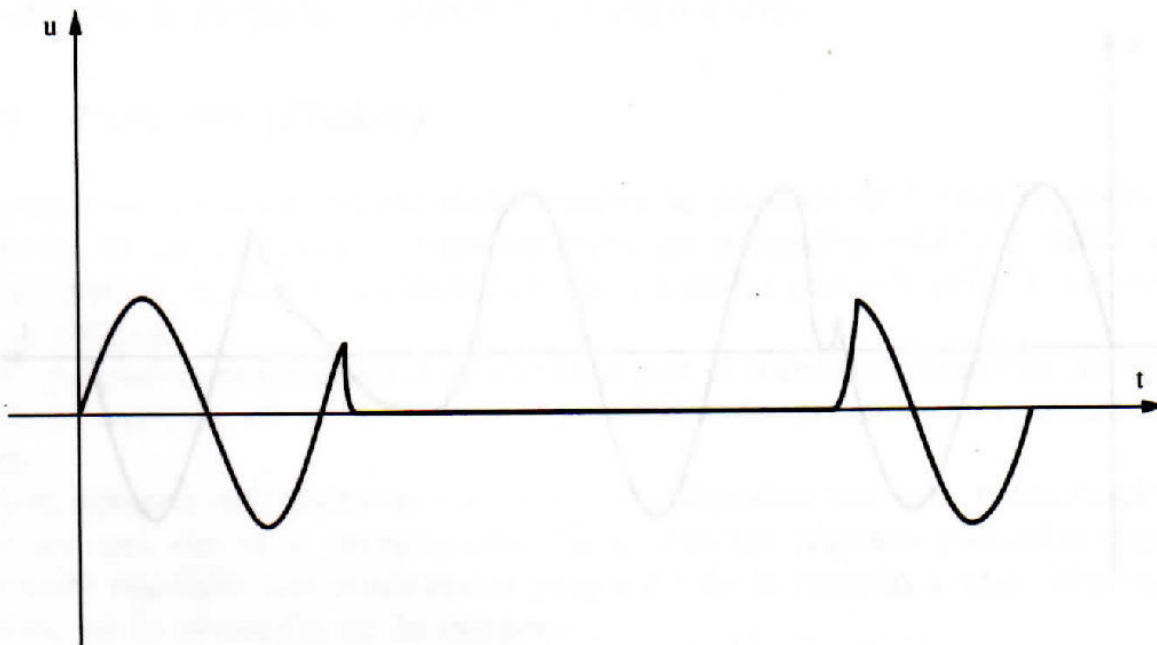
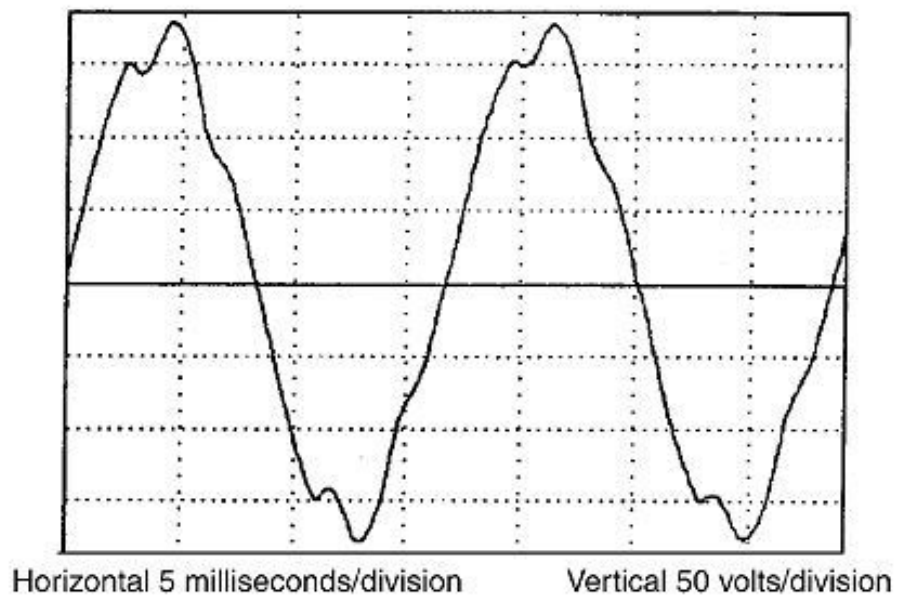


Figura 2-8. Cortes largos de la tensión.



# Perturbaciones eléctricas

- Distorsión



Reprinted with permission from *The Dranetz Field Handbook for Power Quality Analysis* [B5].

**Figure 2-1—Distortion example**

# Perturbaciones eléctricas

- Parpadeo (flicker)

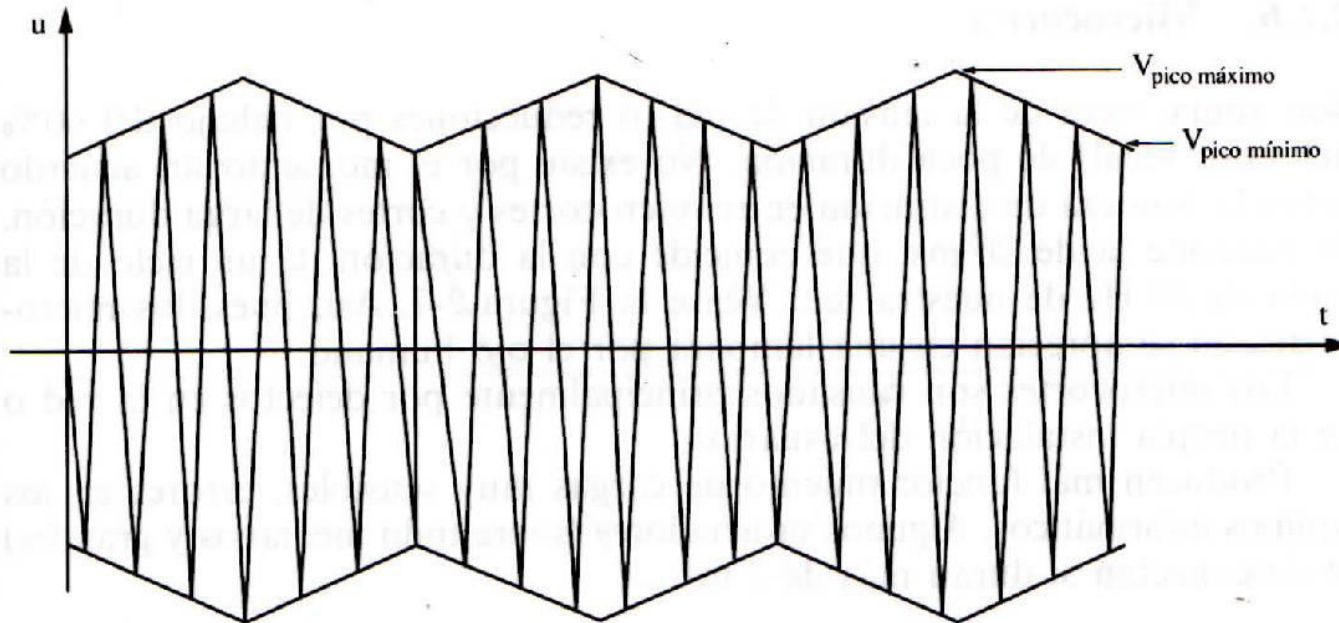


Figura 2-6. Parpadeo (*Flicker*) o modulación de la tensión.

# Perturbaciones eléctricas

- Variación de frecuencia

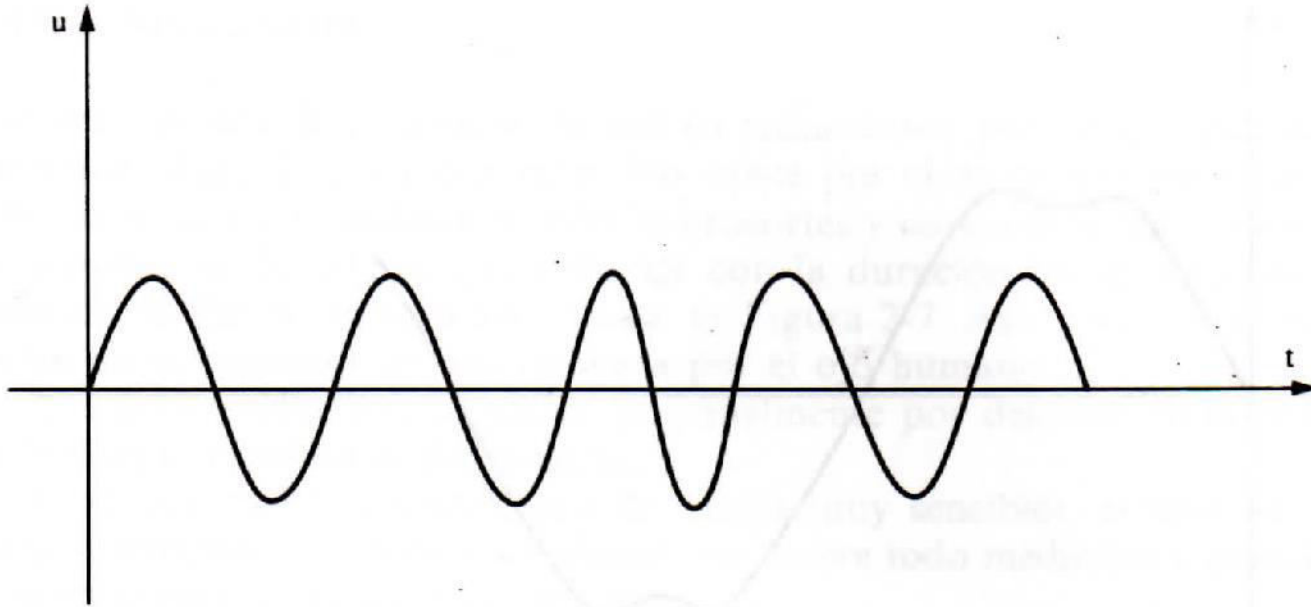

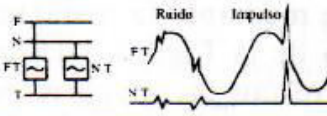
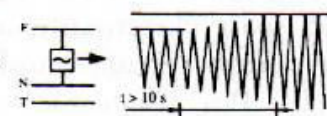
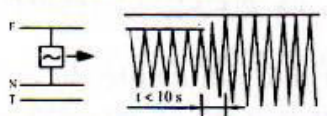
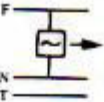
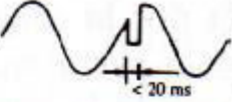
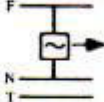

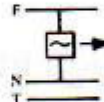
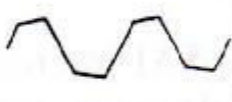
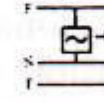

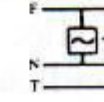
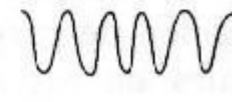


Figura 2-10. Onda perturbada en frecuencia.

# Resumen de perturbaciones eléctricas

* PERTURBACIONES DE LA RED ELECTRICA	
NOMBRE	DESCRIPCION
Ruidos e impulsos en modo diferencial.	Desviaciones erráticas de la onda de tensión entre conductores activos. Frecuencia > 500 Hz. Impulsos = Ruidos altos y cortos. 
Ruidos e impulsos en modo común.	Idem entre conductores activos y tierra. (Entre activos no hay perturbación.) 
Variaciones lentas.	Cambios de tensión producidos entre conductores activos poco a poco. (En más de 10 s.) 
Variaciones rápidas.	Idem producidos en muy poco tiempo. (Menos de 10 s.) 

# Resumen de perturbaciones eléctricas

Microcortes.	Anulación de la tensión entre conductores activos hasta cero voltios o casi. Durante < 20 m.		
Cortes largos.	Idem. Duración > 20 m.		
Distorsión.	Desviaciones permanentes de la onda de tensión entre conductores activos. En áreas de baja calidad de red la distorsión llega al 5,7 %.		
Parpadeo.	Variaciones rápidas de tensión repetitivas que ocasionan oscilaciones luminosas en lámparas.		
Variaciones de frecuencia.	Cambios en el ritmo de oscilación de la tensión.		

# Inmunidad de equipos IT Curva ITI

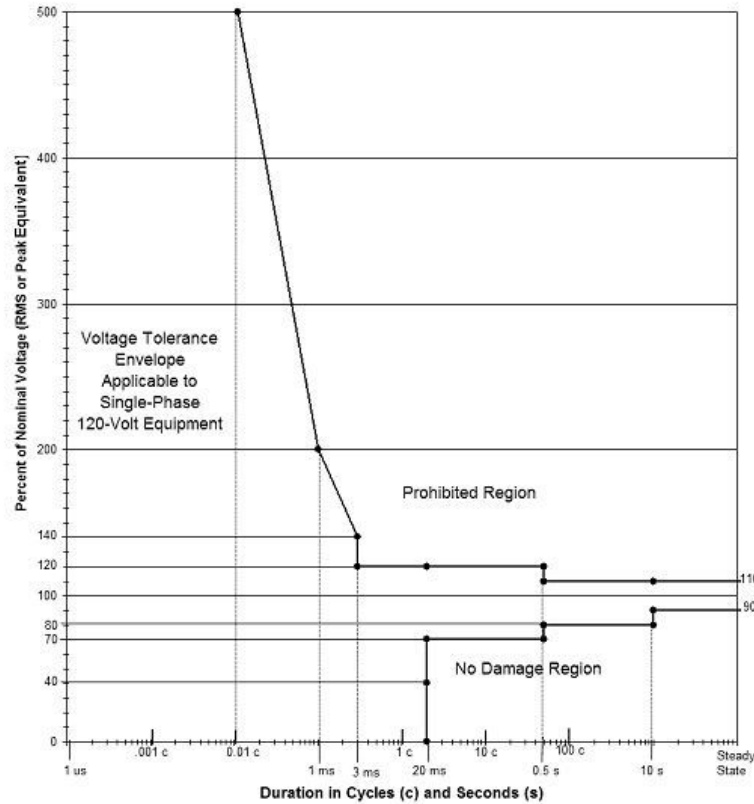


Figure 3-10—New ITI (CBEMA) curve (2000)



# Inmunidad de equipos IT Curva ITI

Características	Necesidades de las cargas críticas	
	Poco críticas	Muy críticas
Estabilidad de la tensión en régimen estacionario	+ 10 % - 10 %	+ 5 % - 8 %
Estabilidad de la tensión en régimen transitorio	+ 20 % - 30 % ( $\leq 40$ ms)	+ 20 % - 20 % ( $\leq 4$ ms)
Microcortes de menos de 10 ms	No desconectan Pueden ocasionar errores	Desconectan Ocasionan errores
Estabilidad de la frecuencia	$\pm 2\%$	$\pm 0,5$
Distorsión armónica de tensión	$\leq 5\%$ Algunas, $\leq 35\%$	$\leq 5\%$ Algunas, $\leq 3\%$ del armónico 3.º

Figura 2-11. Característica de alimentación de las cargas críticas.

# Corriente consumida por equipo de IT

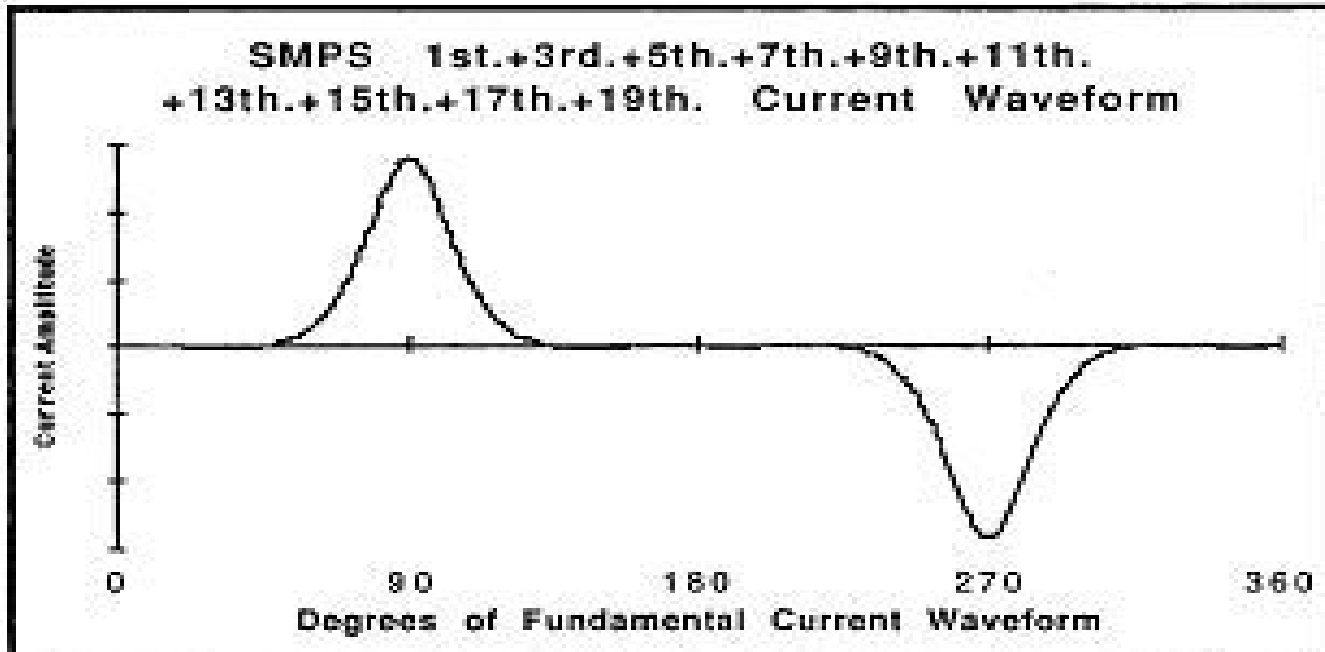


Figure 4-21—Nonsinusoidal ac input current to a typical SMPS with peaks occurring at 90° and 270°

# Factor de cresta (de función periódica)

- Es la relación entre el valor pico y el eficaz.
- La señal periódica se puede descomponer por serie de Fourier en armónicas con frecuencias múltiplos de la original (frecuencia de la señal distorsionada denominada fundamental).
- THD %: factor de distorsión armónica. Se define como la relación entre el valor rms de todas las armónicas y la fundamental.
- Si refiere a distorsión de corriente: THDI %. En caso de tensión THDV %.

# UPS Uninterruptible Power System.

- En ausencia de energía de la empresa de distribución eléctrica, una UPS continúa abasteciendo la carga sin que la misma sufra una interrupción.
- Típicamente, durante la interrupción, la UPS obtiene energía desde un banco de baterías.
- No están pensadas para abastecer las cargas por largos plazos de tiempo, sino hasta el arranque de un grupo electrógeno.
- Protege las cargas de perturbaciones eléctricas

# Tecnologías de UPSs

- EIA/TIA 942 acepta las siguientes tecnologías:
- Estáticas
- Rotativas
- Híbridas

Reconoce que en DCs se usan casi con exclusividad las estáticas.

# UPS rotativas

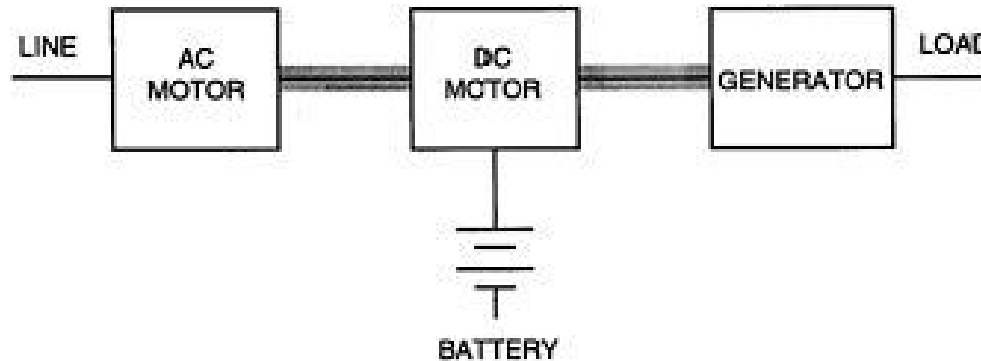


Figure 7-23—Rotary UPS with dc motor/generator

- Con entrada normal: AC Motor rota el alternador de salida (que alimenta la carga) y también opera como generador de DC que carga baterías.
- Con interrupción de entrada, el AC Motor se detiene, el DC Motor gira el eje del generador de salida y la carga continúa siendo abastecida.
- Voluminosa, ruidosa, alto costos de mantenimiento.



# UPS híbridas

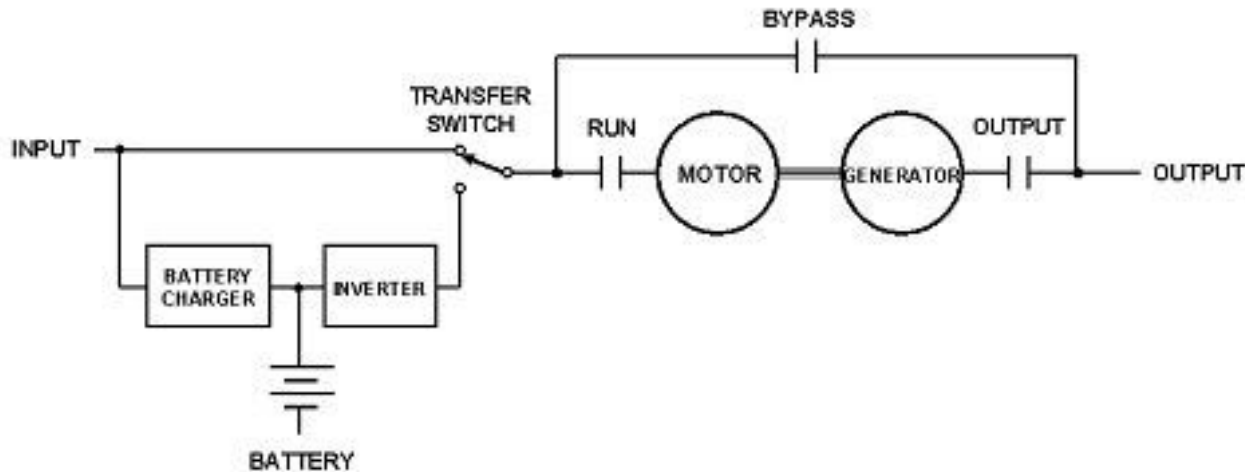


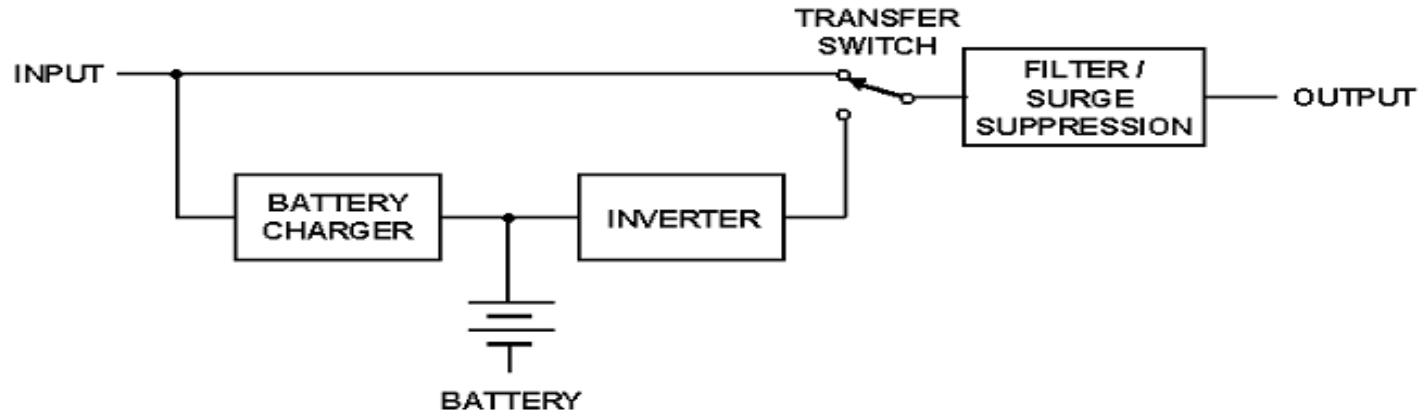
Figure 7-24—Rotary UPS with static inverter

- Con entrada presente, La carga es abastecida por el conjunto motor-generador.
- El battery charger carga y mantiene a flote las baterías.
- Con entrada ausente: Conmutación automática de switch. El inversor abastece el motor desde baterías. Durante el tiempo de conmutación la carga sigue alimentada por la inercia del sistema mecánico.

# Tecnologías de UPSs estáticas

- UPS stand by
  - UPS interactivas
  - UPS doble conversión
- 
- En Datacenters se usan las UPSs doble conversión

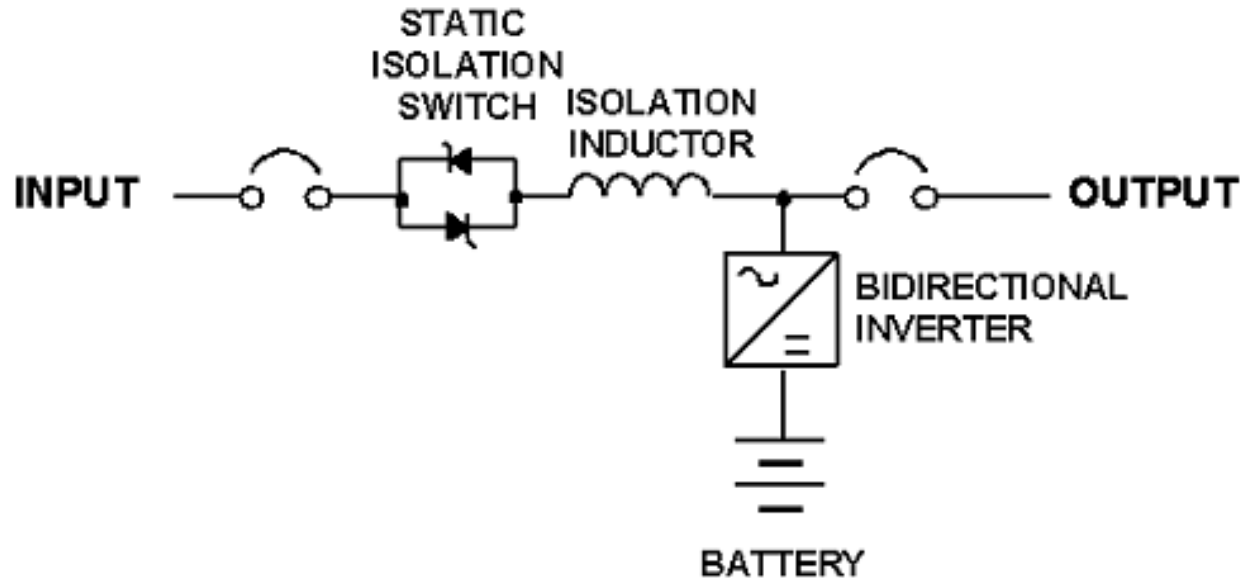
# UPS stand by



**Figure 7-22—Standby power supply with power conditioning**

- Normalmente: la entrada alimenta la carga a través del transfer switch y las baterías son cargadas
- En ausencia de entrada, el switch conmuta automáticamente y el inversor abastece la carga.
- Alto rendimiento, carga no protegida de disturbios en la red.

# UPS Interactiva

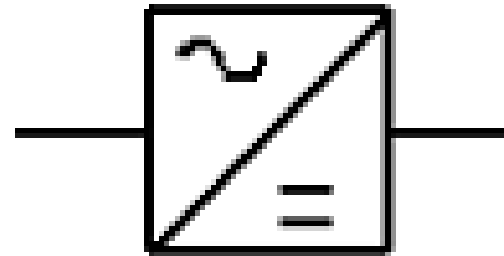


- Con entrada presente, la carga se alimenta de entrada, pero regulada por el consumo del inversor, que además carga baterías.
- En ausencia de entrada, el inversor alimenta la carga, la entrada se aísla para que no haya flujo de energía hacia la entrada.
- Complejo circuito de control,

# UPS doble conversión. Rectificador

- Circuito de estado sólido que convierte tensión alterna en continua,
- Sirven para alimentar inversor y cargar baterías
- Toman corrientes de entradas alejadas de una senoidal, muchos armónicos, alta distorsión.

**RECTIFIER**

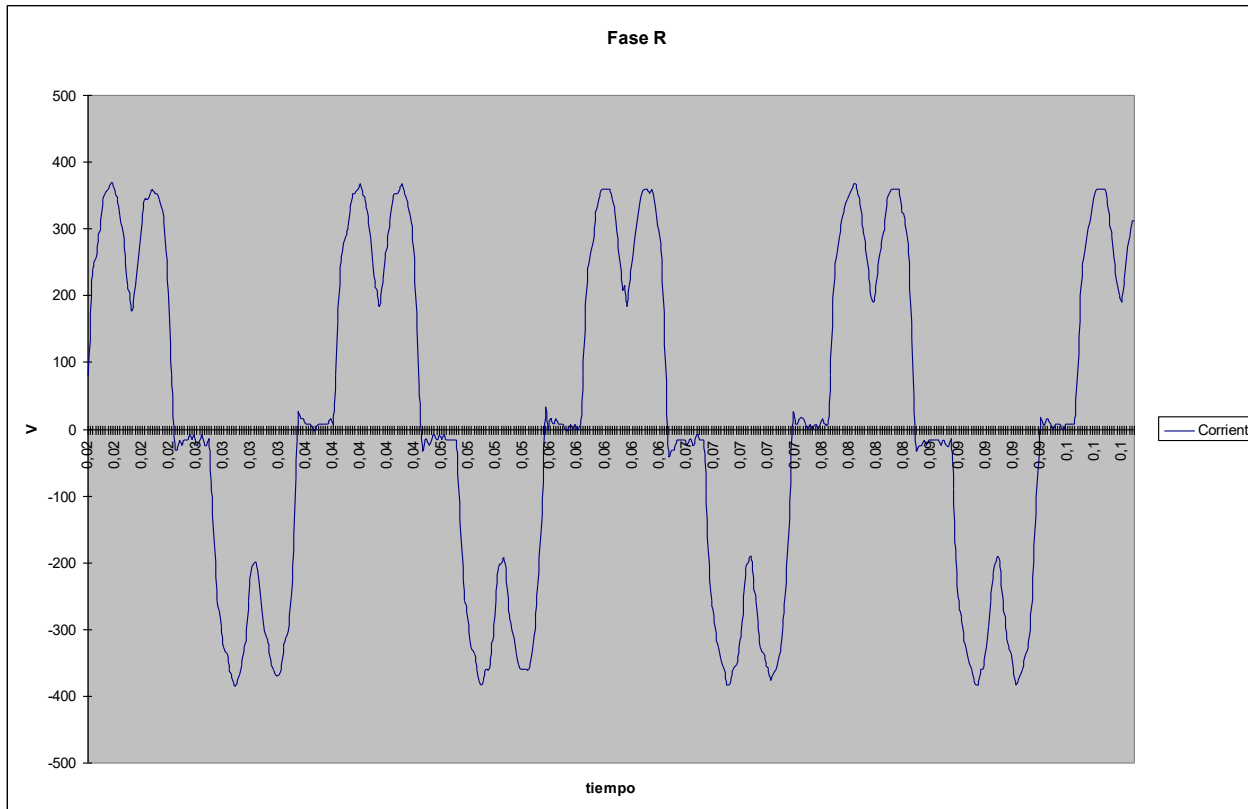


# Tecnologías de rectificador

- Rectificación de 6 pulsos con SCRs (silicon controlled rectifiers):  
THD 30%  
THD 10% con filtro pasivo que disminuye factor de potencia cuando la carga está por debajo de la nominal
- Rectificación de 12 pulsos.  
Son dos puentes rectificadores de 6 pulsos que trabajan desfasados en el tiempo por un transformador triángulo estrella que alimenta uno de ellos.  
THD 12%  
THD 5% con filtro pasivo que disminuye factor de potencia cuando la carga está por debajo de la nominal, pero menos que en caso de rectificadores de 6 pulsos.
- Rectificación sincrónica por conmutación a alta frecuencia con transistores.  
THD menor a 5%



# Corriente de entrada en UPS 6 pulsos sin filtro (medición propia)



# Transformador 12 pulsos

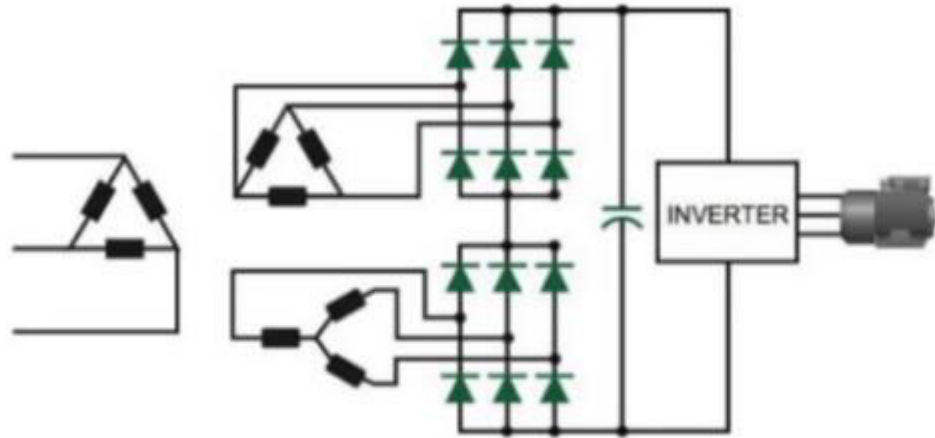


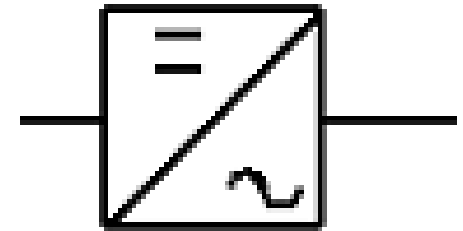
Diagram of a 12-pulse rectifier, which consists of two 6-pulse rectifiers as well as a primary transformer and two secondaries.

*Image credit: Emerson Industrial Automation*

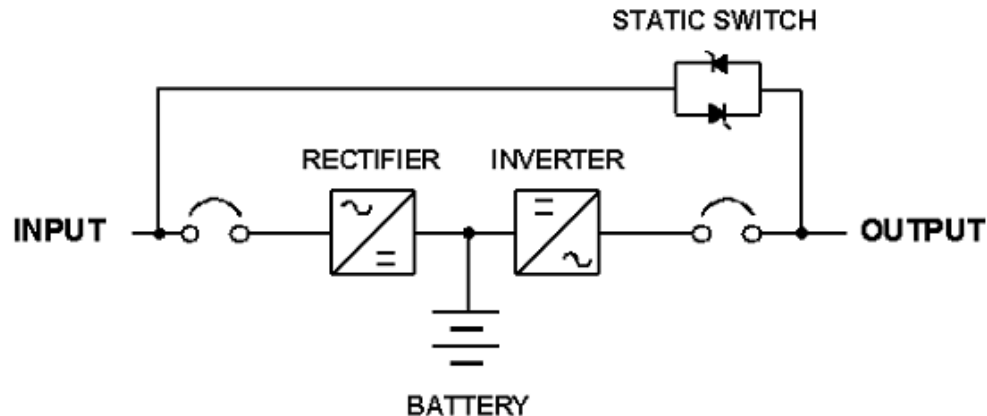
# UPS doble conversión. Inversor

- Circuito de estado sólido que convierte tensión continua en alterna
- La tecnología más común es pulse width modulation, PWM.
- Incluyen filtro de salida y bloque de control que regula permanentemente la modulación de acuerdo a la carga y sus cambios. Muy buena respuesta saltos de consumo y cargas no lineales

**INVERTER**

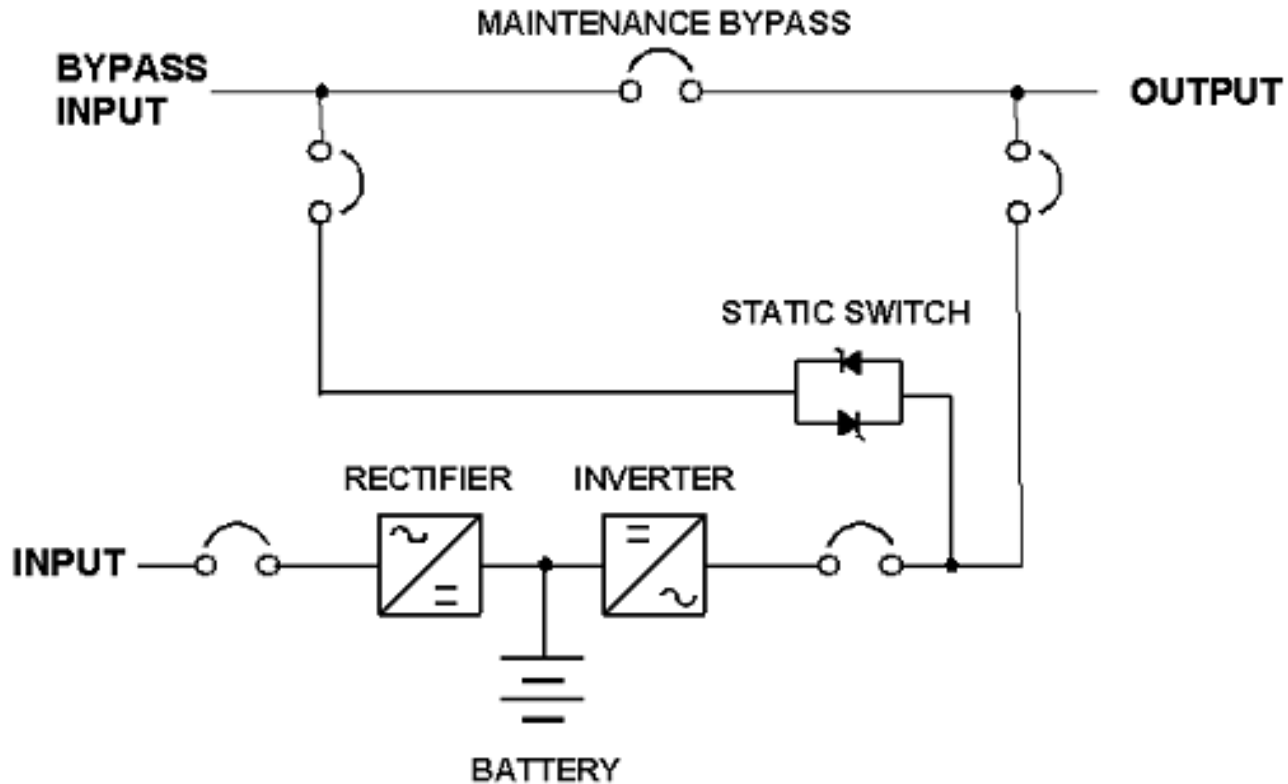


# UPS doble conversión



- En presencia de entrada rectificador alimenta al inversor y carga baterías, el inversor abastece la carga.
- En ausencia de entrada el inversor continua alimentando la carga desde baterías
- Con presencia de entrada, ante sobrecarga la carga es abastecida a través del switch estático.

# UPS doble conversión con bypass mecánico



# Banco de baterías

- La función básica de un UPS es sostener la carga hasta tanto enciendan grupos electrógenos.
- Serían necesarios sólo algunas decenas de segundos de autonomía, pero las baterías se calculan para 5 a 30 minutos para dar tiempo a intervención humana en caso de no arranque de grupos electrógenos.
- En caso de ausencia de grupos electrógenos la autonomía debe ser suficiente para ejecutar apagado ordenado de sistemas IT
- Para las potencias típicas de un DC, autonomías mayores son poco prácticas por la cantidad y volumen de baterías necesarias.

# Topologías de bancos de baterías

- Un string de baterías por cada módulo UPS.
- Más de un string de baterías en paralelo por cada módulo UPS (mayor confiabilidad)
- Un string para más de una UPS. No recomendable.
- Más de un string de baterías en paralelo por cada módulo UPS (mayor confiabilidad)
- Bancos protegidos por fusibles en vez de termomagnéticas por muy altas corrientes de cortocircuitos de las baterías



# Monitoreo de baterías

- Las UPS prueban bancos de baterías periódica y automáticamente, abasteciendo el inversor con energía obtenida parcialmente de entrada presente y de baterías. Emiten alarma en caso de detección de fallas. Permite un diagnóstico global.
- Sistemas para monitorear celdas individuales mediante medición de tensión e impedancia.

# Baterías de plomo ácido

- Estancas ó VRLA (valve-regulated lead acid), también conocidas con selladas o electrolito inmovilizado. Recombinan internamente el hidrógeno generado y no lo emiten al ambiente. En caso de sobrepresión se abre válvula normalmente cerrada para purgarlo. Libres de mantenimiento.
- Inundadas (flooded cell batteries): mantenimiento periódico, más espacio, requieren ventilación, menor costo, menos ciclos de vida, menos esperanza de vida

# Componentes de una batería

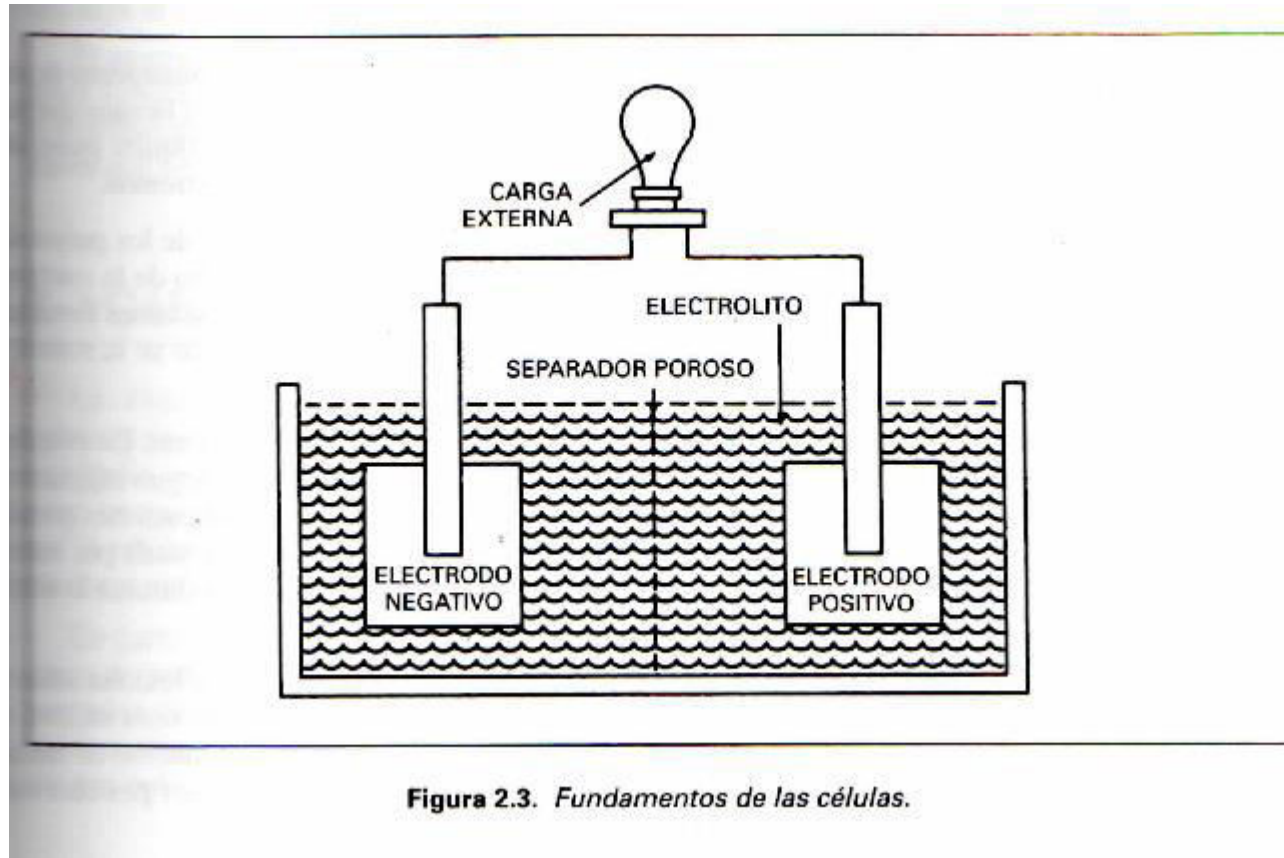


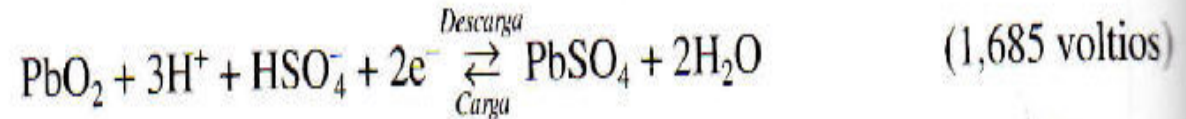
Figura 2.3. Fundamentos de las células.

# Componentes de baterías

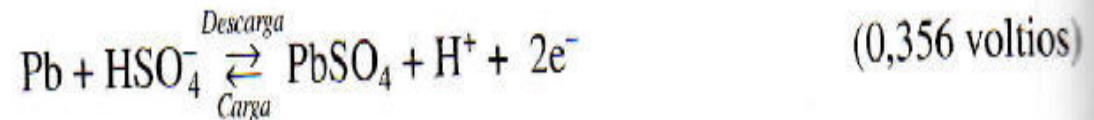
- Electrodo negativo: en descarga suministra electrones al circuito exterior, mientras se oxida. Su material activo es plomo.
- Electrodo positivo: en descarga recibe electrones al circuito exterior, mientras se reduce. Su material activo es dióxido de plomo ( $\text{PbO}_2$ ).
- Electrolito: Solución de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) en agua. Suministra los iones para cerrar el camino de conducción de cargas eléctricas internas. Los iones positivos ( $\text{H}^+$ ) se crean en el electrodo negativo y se absorben en el positivo. Se consume a medida que se descarga la batería. Si se mide la concentración se conoce el estado de carga
- Separador: separa eléctricamente los electrodos para evitar cortocircuitos. No es estrictamente necesario, pero permite achicar el volumen de la batería sin riesgos de cortocircuitos. Fibra de vidrio porosa.

# Reacciones químicas

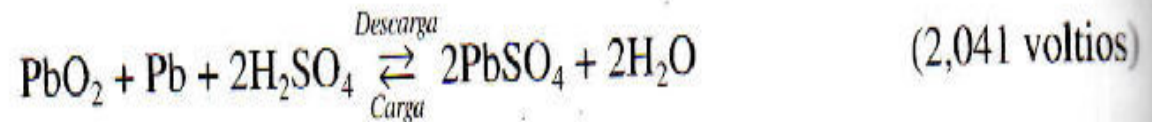
En el electrodo positivo:



En el electrodo negativo:



Para el conjunto de la célula:



# Sobrecarga de baterías plomo ácido

- En sobrecarga de baterías no estancas se electroliza agua, se consume y se genera hidrógeno (electrodo negativo) y oxígeno (electrodo positivo).
- En sobrecarga de baterías estancas: hay recombinación para reducir o eliminar pérdida de electrolito y generación de gases.
- Con batería descargada, la corriente se invierte en convertir sulfato de plomo en plomo en electrodo negativo y dióxido de plomo en el positivo. Al ir cargándose, comienza a usar energía en electrolización de agua. En sobrecarga va todo a electrólisis.

# Sobrecarga en baterías recombinantes

- El electrodo positivo alcanza máxima carga antes que el negativo. Comienza a generar oxígeno mediante la reacción:



- El oxígeno se difunde hacia el electrodo negativo y se recombina mediante:





# Baterías plomo ácido inundadas

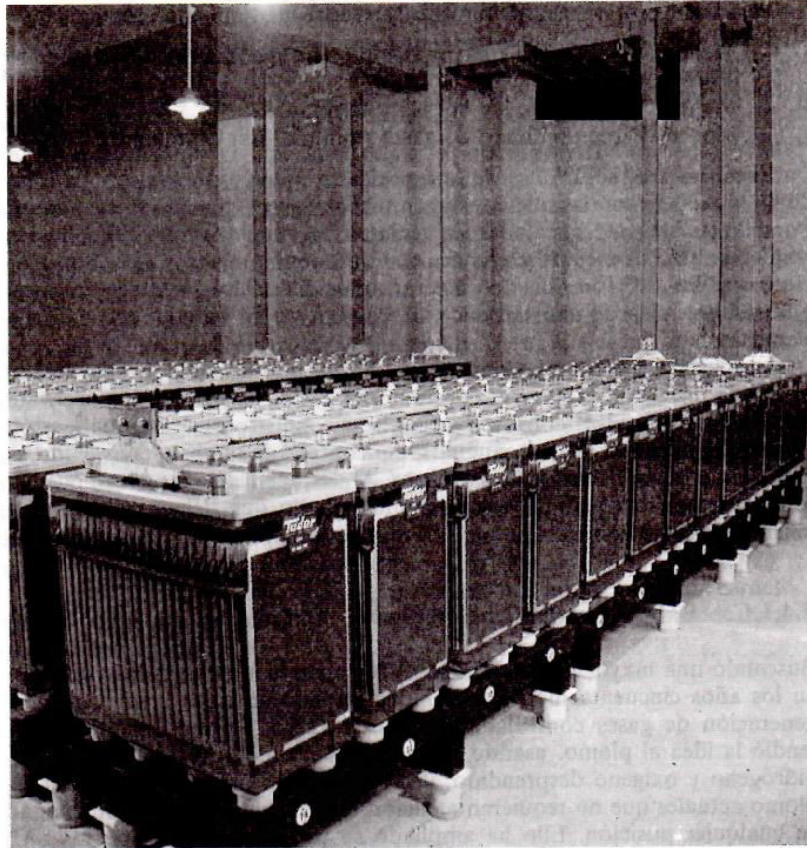


Figura 4-14. Sala de baterías estacionarias de plomo ácido para un SAI de gran potencia. Cortesía de TUDOR.

# Baterías plomo ácido inundadas

- En respaldos de alta capacidad siguen dominando el mercado.
- Se debe controlar periódicamente el nivel de electrolito. Debe superar 1 cm el nivel de placas.
- Se debe mandar a analizar la composición del electrolito a laboratorio externo.
- Se deben hacer pruebas de descarga anuales.
- Las inundadas han sido reemplazadas en el mercado de capacidades bajas y medianas por las selladas libres de mantenimiento.
- “Selladas libres de mantenimiento” exceso de electrolito para que alcance hasta el fin de vida útil.

# Baterías plomo ácido gelificadas

- Desarrollo previo a las recombinantes.
- Tenían electrolito viscoso.
- Resolvieron problemas de derrames y fugas.
- Las reemplazan las recombinantes: “Selladas libres de mantenimiento”

# Capacidad de baterías en Ah

- Se establece en función de descarga en 20 horas hasta una tensión por celda.
- Ejemplo: 90Ah implica que puede descargar a 4,5 amperes durante 20 horas y terminar en 1,8V por celda.
- En tiempos menores la capacidad baja drásticamente.

# Tablas de descargas de batería Yuasa 12V/90Ah

Tabla de descarga por POTENCIA (Watts por celda.) a 25° C y 1.70 V/celda

Modelo	Tiempo																
	1 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	25 min.	30 min.	35 min.	40 min.	45 min.	1 h.	2 hs.	3 hs.	5 hs.	8 hs.	10 hs.	20 hs.
UXH 90-12I	716.7	533.4	408.4	350.0	300.0	266.7	241.6	211.7	186.7	166.7	113.7	68.4	50.0				
UXH 100-12	554.0	489.0	351.0	278.0	234.0	205.0	182.0	162.0	147.0	136.0	112.0	70.0	51.0				
UXH 200-6	1106.0	976.0	700.0	556.0	468.0	408.0	364.0	324.0	294.0	272.0	224.0	140.0	102.0				

Tabla de descarga por POTENCIA (Watts por celda.) a 25° C y 1.80 V/celda

Modelo	Tiempo																
	1 min.	5 min.	10 min.	15 min.	20 min.	25 min.	30 min.	35 min.	40 min.	45 min.	1 h.	2 hs.	3 hs.	5 hs.	8 hs.	10 hs.	20 hs.
UXH 90-12I	600.0	434.0	367.0	308.3	266.6	236.6	213.3	191.6	175.0	163.3	110.0	65.0	48.3	31.6	21.6	17.5	8.3
UXH 100-12	471.0	413.0	311.0	261.0	223.0	194.0	176.0	157.0	143.0	133.0	109.0	66.0	49.0	32.0	22.0	18.0	10.0
UXH 200-6	940.0	824.0	620.0	520.0	444.0	338.0	352.0	314.0	286.0	266.0	218.0	132.0	98.0	64.0	44.0	36.0	20.0

# Cálculo de autonomía de UPS

- UPS de 100KVA/80KW
- Dos bancos de 33 Baterías 12V/90Ah
- Tensión mínima de celda hasta la cual se descarga la batería: 1,7V
- Considerando una eficiencia del inversor del 90%, las baterías deben entregar  $80KW/0,9=88,9KW$
- Potencia de descarga por celda:  $88,9KW/(33 \times 2 \times 6)=224,4W$
- Interpolando la tabla de descarga de la batería, el tiempo para alcanzar 1,7V por celda es 32.6 minutos.

# Coeficiente de envejecimiento de la batería

- Cálculo anterior válido para el momento inicial
- Coeficientes de pérdida aproximada de capacidad de descarga de las baterías para tiempos posteriores:
- 12 meses: 92%
- 24 meses: 88%
- 36 meses :85%
- 48 meses: 80%
- 12 y 24 meses para saber cómo estamos antes de llegar al momento de reemplazar las baterías-
- 36 meses momento de reemplazo de las baterías.



# Cálculo de autonomía de UPS

- Descarga de baterías a 36 meses:
- 30 minutos:  $241.6 * 0.85 = 205.4W$
- 25 minutos:  $266.7 * 0.85 = 226.7W$
- Necesitamos sacarle 224.4W. Es decir, prácticamente una autonomía de 25 minutos a los 3 años.
- En síntesis, 32.6 minutos inicialmente y 25 minutos a los 3 años.

# Dimensionamiento de UPSs

- Diseño de UPS 0,38 a 2,7KW por m2 (EIT/TIA 942)
- Limitante de KW y no KVA por factor de potencia de cargas típico de 0.98.
- Dimensionamiento de, al menos, 20% adicional para soportar picos de consumo.
- Dimensionamiento adicional para crecimiento.

# Sala de Baterías

- Con acondicionamiento de aire, ventilación, monitoreo de hidrógeno duchas y elementos para lavado de ojos para personal en caso de derrame de ácido
- Sistema de acondicionamiento de aire para UPSs y sala de baterías.
- Expectativa de vida de baterías fuertemente afectada por temperatura: 5°C: un año menos.
- Demasiado frío, baja la capacidad

# Ejemplo de especificación técnica de UPS

- Tensión de entrada senoidal trifásica 3x380 Vca, frecuencia 50Hz
- Tensión de salida senoidal trifásica 3 x 380 Vca más neutro, frecuencia 50 Hz.
- Potencia nominal de salida  
800 KVA/640KW, es decir con factor de potencia 0.8 ante una carga alineal informática que genere una corriente con **factor de cresta 3** en cualquier condición de tensión y frecuencia de entrada dentro del rango de operación.
- Factor de potencia de entrada :  
0.95 a 1 inductivo.

Autonomía:

30 minutos hasta descargar celdas de baterías hasta 1,7V.

# Ejemplo de especificación técnica de UPS

- Márgenes estáticos admisibles de tensión de entrada sin que entre en funcionamiento en modo batería (cambios lentos): +10%, -10%
- Márgenes admisibles de la frecuencia de entrada sincronizándose con la fuente de energía de entrada :  
+/- 0.5 Hz, ajustable hasta +/- 2 Hz. como mínimo.

# Ejemplo de especificación técnica de UPS

- Márgenes estáticos admisibles de la tensión de salida (tanto en modo rectificador-inversor como en modo baterías)  
+/- 1%
- Márgenes dinámicos admisibles de la tensión de salida y tiempos de recuperación asociados :  
Con escalón del 100% de la carga nominal resistiva, tanto en red como en batería : +/- 8%  
Tiempo de recuperación hasta los límites estáticos, tanto en red como en batería : 20 mseg.  
Por accionamiento del conmutador a red : +/-8 %  
Tiempo de recuperación hasta los límites estáticos : 20 mseg.  
Salvo Transferencia : 2mseg máximo.  
Salvo tensión nula : 1mseg máximo.

# Ejemplo de especificación técnica de UPS

- Desequilibrio máximo de las tensiones de salida menor al 3 % con carga equilibrada y desequilibrada.
- Márgenes admisibles de la frecuencia de salida en modos de red y batería : +/- 0.5 Hz, ajustable hasta al menos +/- 2 Hz. sincronizándose con la entrada.
- Velocidad máxima de variación de la frecuencia de salida : 1 Hz./seg.
- Sobrecargas admisibles :  
Sin salir de los límites estáticos : 15% durante 10 segundos  
Intensidad de cortocircuito : mayor al 150 % de la nominal.



# Ejemplo de especificación técnica de UPS

- Distorsión de la tensión de salida :
  - Con carga lineal : en total menor al 5 %, menor al 3% en cualquier armónico.
  - Con carga no lineal : menor al 5%
- Distorsión de la corriente de entrada:
  - 5%
- Rendimiento mínimo :
  - 90%
- Ruido acústico medido a 1 metro de cada unidad UPS :
  - menor a 65 dBA
- Tiempo de recarga con carga nominal :
  - 10 horas para alcanzar el 100% de la autonomía.

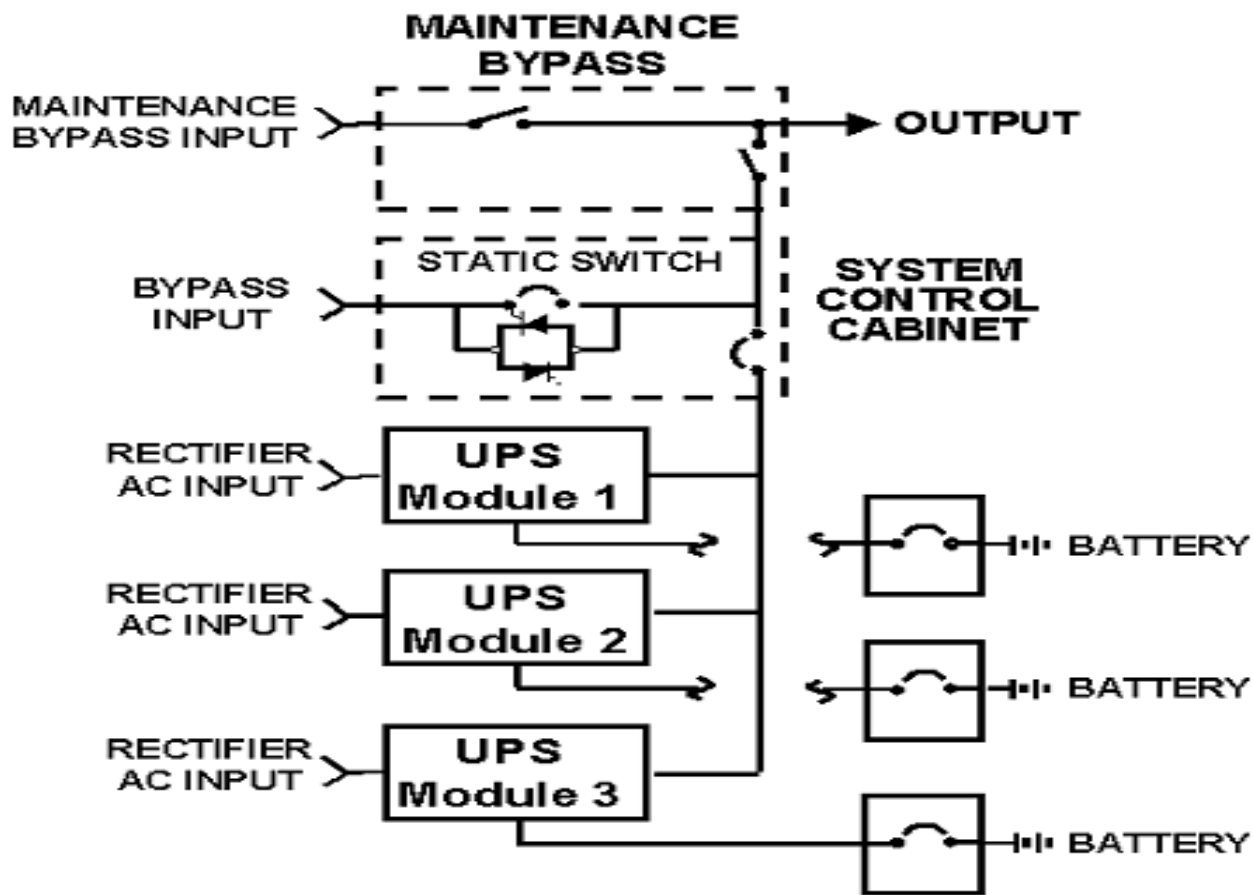
# Ejemplo de especificación técnica de UPS

- Ambiente
- Temperatura de funcionamiento 0 a 40 °
- Temperatura de almacenamiento -25 a 70 °
- Panel frontal en el que se indiquen los siguientes eventos :
- Tensión de entrada presente dentro de los límites. Tipo : señal luminosa.
- Tensión de salida presente. Tipo : señal luminosa.
- Fallo en el sistema : Tipo : señal luminosa y audible.
- Batería descargándose. Tipo : señal luminosa y audible.
- Sobrecarga. Tipo : señal luminosa y audible.
- Sincronización con red. Tipo : señal luminosa.
- Frecuencia de salida. Tipo : señal luminosa indicando frecuencia correcta o
- frecuencímetro.

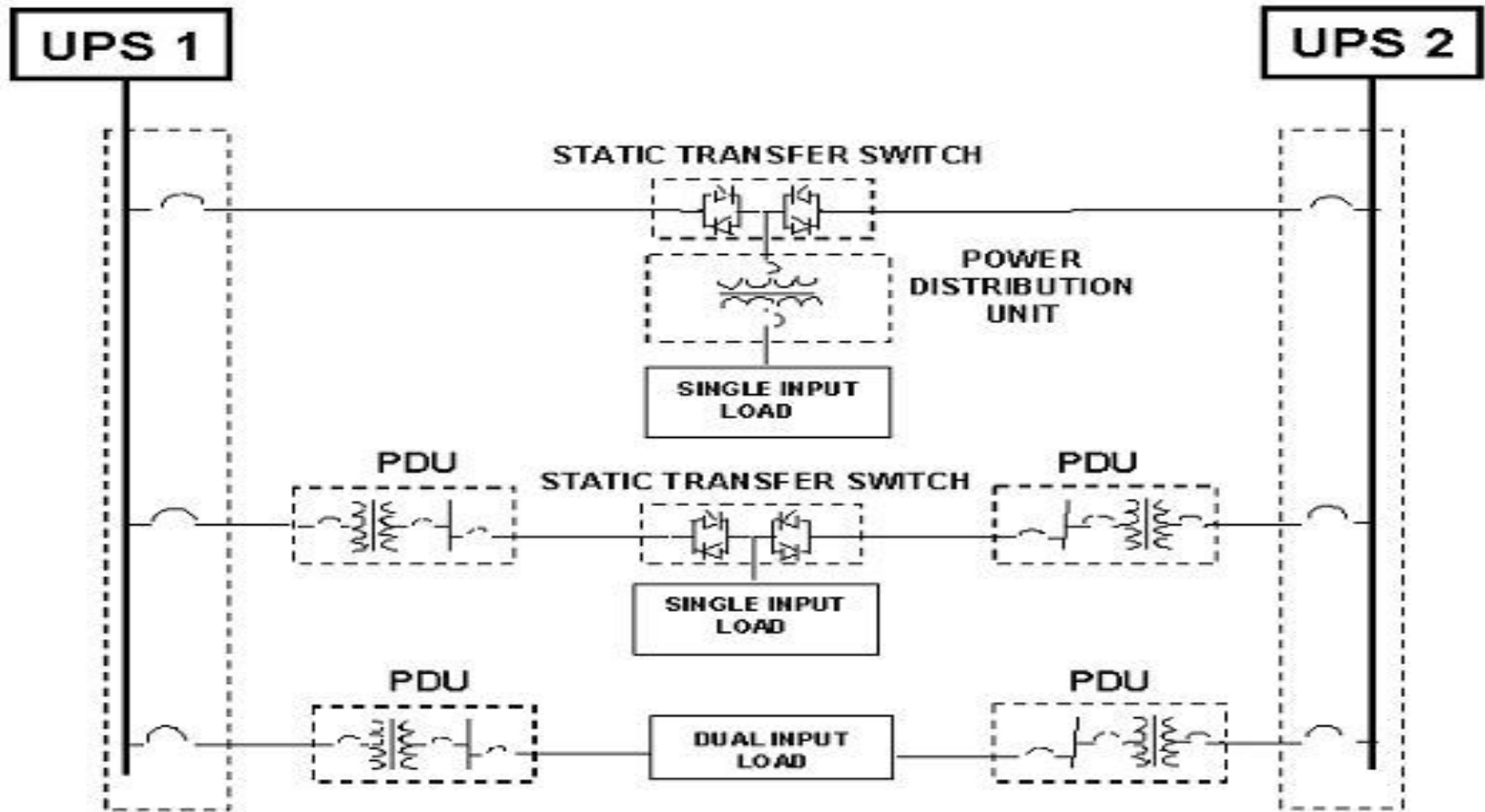
# Sistemas redundantes de UPSs

- Redundante aislado (isolated redundant)
- Paralelas
- Aisladas distribuidas (isolated distributed)

# UPSs paralelas



# Alimentación de cargas con dos buses



# Ejemplo de 4 UPSs paralelas de 60KVA cada una con bancos de baterías individuales



# Ejemplo de 4 UPSs paralelas de 60KVA cada una con bancos de baterías individuales





# Tablero de ejemplo de 4 UPSs paralelas de 60KVA cada una



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**

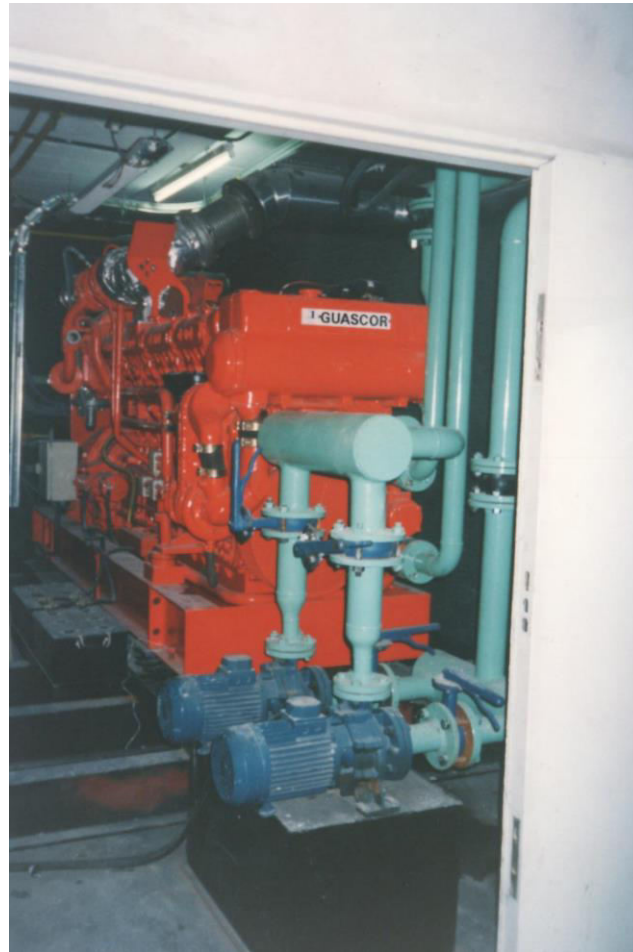


**AGOSTO 2022**

# Tablero de distribución a cargas de ejemplo de 4 UPSs paralelas de 60KVA cada una



# Imagen de generador stand alone



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Generadores Ansi/Bicsi 002-2014

- Proveen energía al Datacenter ante cortes de energía. Tener en cuenta que la función de las UPSs es proveer potencia eléctrica hasta tanto arranquen los generadores y, en todo caso, tener un tiempo extra para resolver algún posible problema con el arranque de los mismos.
- Típicamente son diesel o a gas.
- Deben proveer energía estable y confiable durante interrupciones inesperadas de la red y mantenimientos programados.

# Generadores: legislación local

- Cada jurisdicción exige valores particulares en ruido sonoro máximo, polución permitida, tanque de combustible, limitación en cantidad de horas de operación, supresión de fuego

# Generadores: esquemas de transferencia cerrado y abierto.

- En el primero las cargas no notan cortes en su alimentación: arrancan los grupos electrógenos, estabilizan sus frecuencias, se ponen en fase con la entrada principal, se ponen en paralelo con la entrada principal y finalmente se desconecta esta última. Idem pero al revés en el egreso de la planta generadora del sistema.
- Transferencia cerrada ideal para mantenimiento programadas.
- En el sistema abierto hay una interrupción de potencia a la carga. Siempre sucede si la planta generadora reacciona ante un corte imprevisto de la alimentación principal.
- Toda la lógica de arranque, inserción y egreso de grupos electrógenos es llevada a cabo por el ATS ( automatic transferencia system), también conocido como tablero de transferencia.

# Generadores: régimen de trabajo:

- Los límites a los cuales puede ser exigido a un generador dependen de las máximas temperaturas que pueden soportar en sus bobinados. En el caso de los bobinados dependen de la sección del conductor y fundamentalmente de la calidad del aislante eléctrico.
- No se debe operar un generador a menos del 50% de su carga nominal dado que no queman el combustible correctamente lo cual daña al generador
- Teniendo cuenta lo anterior se pueden definir diferentes regímenes de trabajo.
- Operación continua. Tiempo de funcionamiento ilimitado con carga al 100% nominal en todo momento
- Prime Power: Generador es usado como entrada principal de energía. El generador está diseñado para operar 7x24 con cargas que van variando entre el 50 y el 100% de la carga nominal. Típicamente promedio 70%.  
Se puede extraer más potencia que en regimen de operación continua.
- Standby power: el generador es usado como backup de entrada principal de energía. Como no están operando todo el tiempo, se pueden exigir mayores potencias a entregar e incluso sobrecargas que superen el 100% de la carga nominal. Se los diseña pensando en una operación de 1 hora en 12.
- Detalles definidos por el fabricante.
- Todo generador puede ser presentado en todo regimen de trabajo, la diferencia es cuanta potencia se le puede exigir en cada caso.



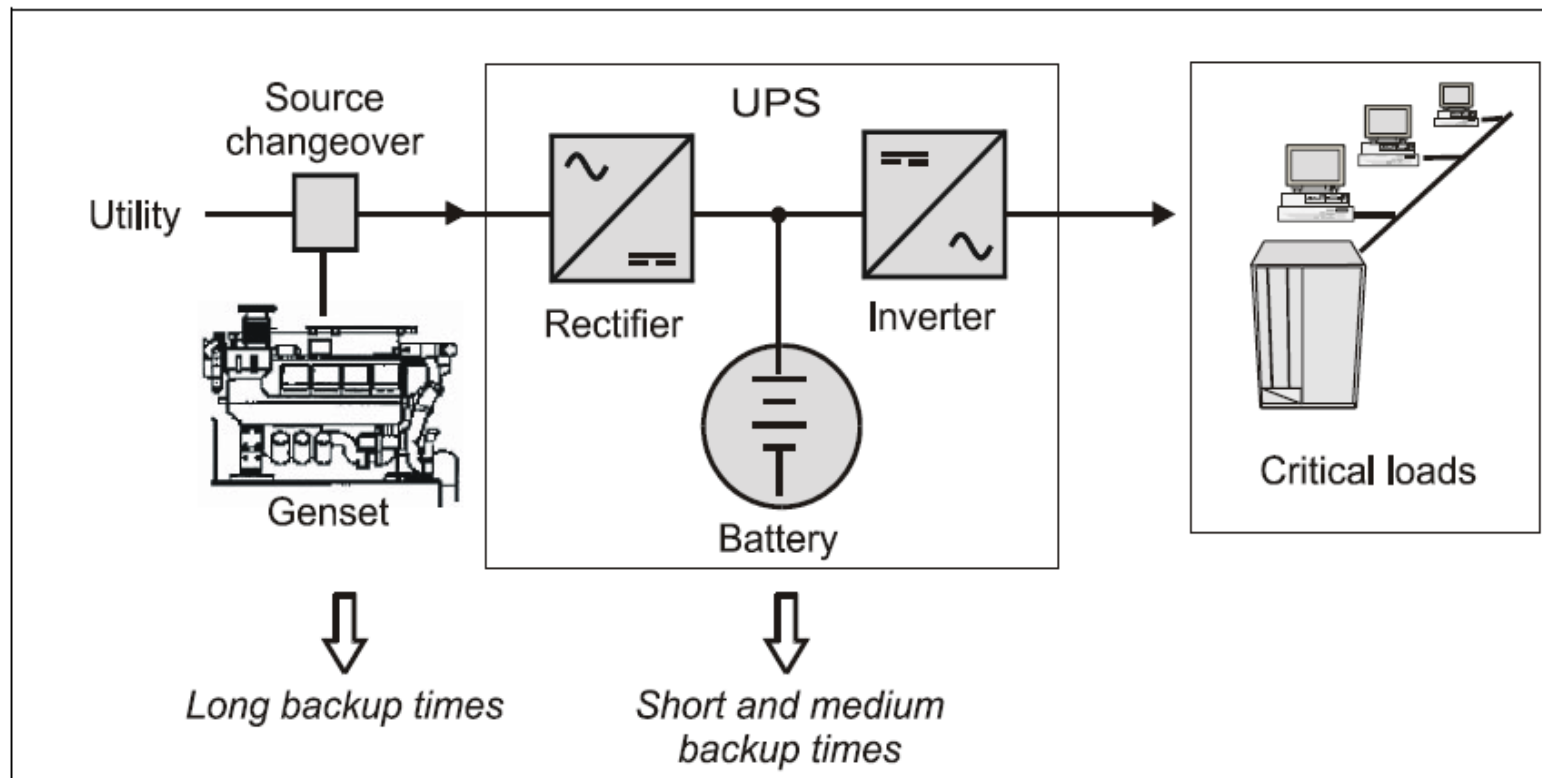
# Generadores: otras consideraciones

- Contenido armónico de la carga a abastecer.  
A mayor distorsión armónica, menor potencia extraíble por mayor sobrecalentamiento en bobinados.
- Ventanas de trabajo admitidos por las UPSs.
- Sags y caídas de tensión soportadas por sistemas mecánicos y de iluminación.
- Topología de la planta generadora, cantidad de unidades y redundancia.
- Los generadores de un datacenter deben dimensionarse para abastecer carga de IT propiamente dicha, refrigeración, bombas, ventilación, sistemas de seguridad y cargas no crítica o del edificio.

# Generadores: tanques de combustibles

- Pueden ser afectados por microbios, agua y partículas.
- Deben tener las siguientes características:
  - a. Detección de pérdidas en tanque y cañerías.
  - b. Monitoreo remoto de nivel de combustible
  - c. Seguridad de puntos de llenado de tanque mediante coberturas en aberturas.
  - d. Sistemas de gases de escape contemplan disminución de polución y sonido (a través de silenciadores).
  - e. Los silenciadores afectan la eficiencia y capacidad del motor.
  - f. Sistemas de disminución de polución incluye emisión de partículas y Nitrogen Oxide (Nox emission).
  - g. Pobre calidad de combustible redundante en posible interrupción del servicio por obstrucción de filtros e inyectores

# Compatibilidad UPSs y Generadores



**Fig. 1.** UPS-genset complementarity.

# Compatibilidad UPSs y Generadores. Dimensionamiento de los segundos.

- La planta de generadores deben ser dimensionada para la máxima potencia de entrada que corresponda con la máxima potencia de salida del ondulator. Para lo anterior se debe considerar la eficiencia del conjunto rectificador-ondulador y la corriente de carga de baterías. Todo sumado da una potencia a la entrada de la UPS que supera la de salida
- Los generadores están diseñados para abastecer cargas lineales (corrientes senoidales puras)

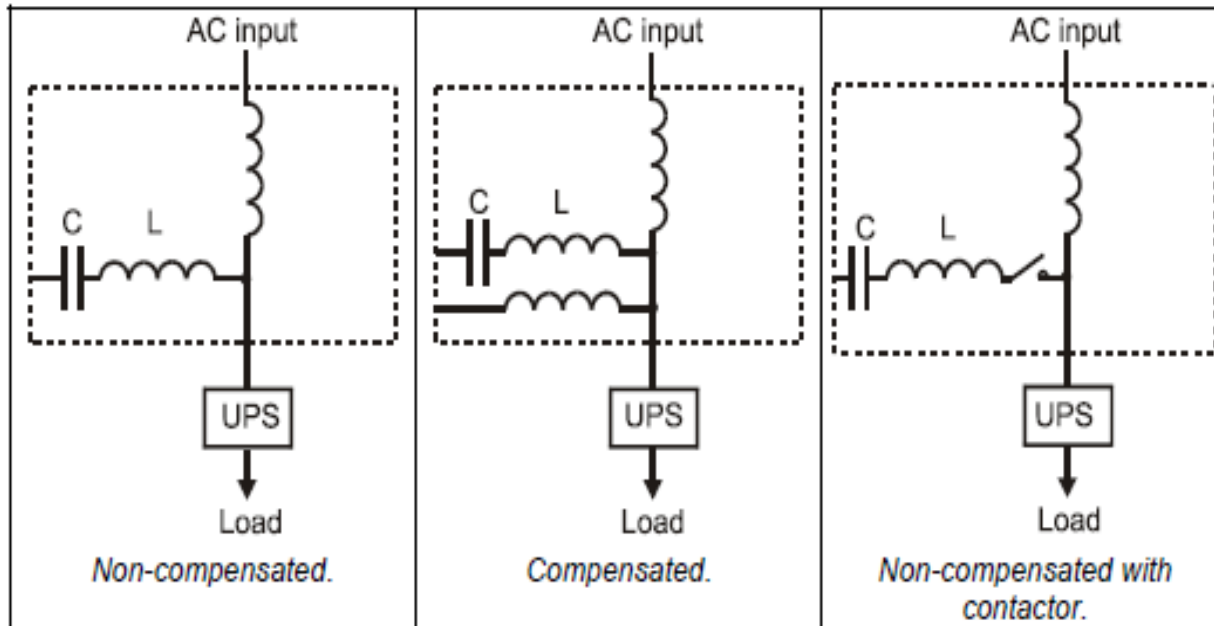
# Compatibilidad UPSs y Generadores. Efecto de las armónicas.

- Aumentan la temperatura de los bobinados (por efecto skin)
- Dificultan la regulación de la tensión de salida
- Aumentan la distorsión de la tensión de salida
- Reducen factor de potencia de entrada

# Compatibilidad UPSs y Generadores. Soluciones a los efectos de las armónicas.

- Solución clásica sobre dimensionar (oversizing) del generador de 1,5 a 2 veces. Lo cual también se lo puede ver como lo que se denomina un “derating” del grupo electrógeno. Implica sobrecostos.
- Filtros pasivos LC.  
THDI 5% al 100% de la carga. Elimina armónicas cercanas a su sintonía. Menor dificultad en hacerla compatible con generador.
- Rectificador de 12 pulsos (tienen menos THDI) que el típico de 6 pulsos.  
THDI 10% al 100% de la carga. THDIs mayores ante menos carga. Requieren un oversizing del generador menor. Solución cara, no tan efectiva y superada por otras tecnologías.
- Filtro activo  
Se conecta en paralelo a la entrada de la UPS y posee una inteligencia que le permite absorber potencia y luego devolverla en determinados momentos que haen que el total de corriente tomadad por el rectificador y filtro se parezca a una senoide. Típicamente alcanzan THDI menores al 5%
- Rectificador PFC (Power factor correction) consumen corrientes senoidales con THDI menores al 3%.

# Filtros pasivos LC

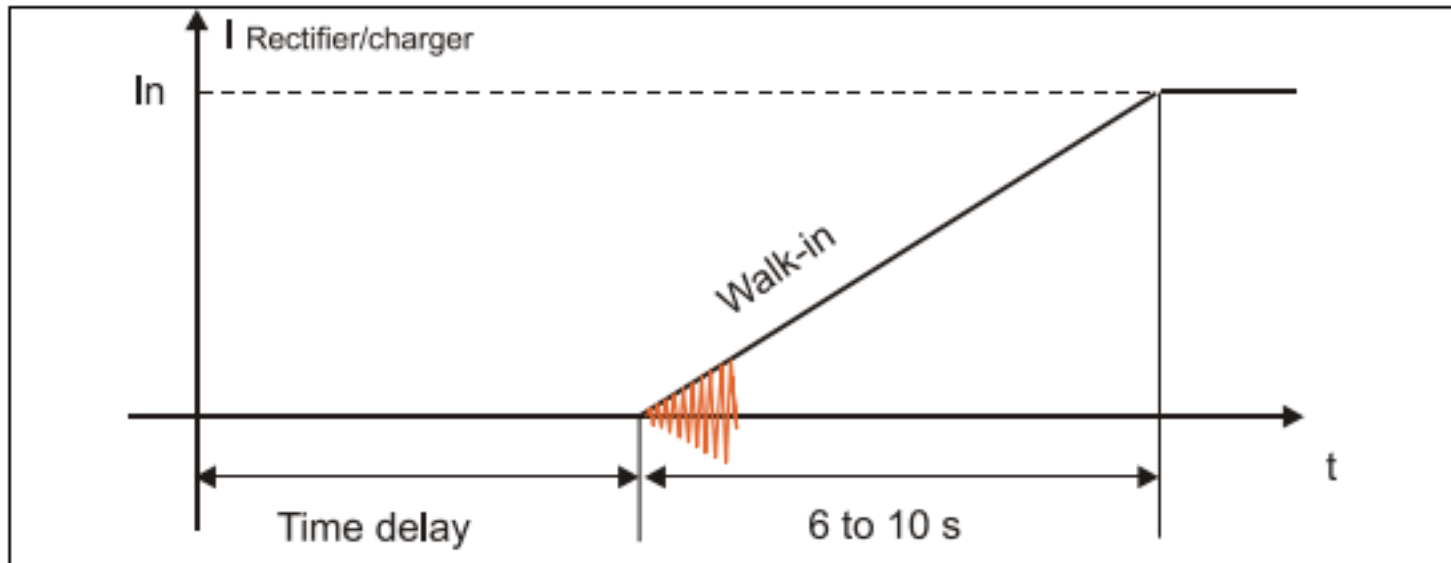


*Fig. 5. The three types of LC filter.*



# Rampa creciente de corriente de entrada de la UPS

Ayuda al arranque de un generador. No se ve exigido a alimentar carga de cero a un valor alto de un instante a otro.



**Fig. 4.** UPS rectifier/charger input current during genset start-up.

# Ejercicios

1. Determinar si la siguiente afirmación es verdadera o falsa “en una máquina on line doble conversión se puede cerrar el bypass mecánico externo con el equipo en modo rectificador/inversor sin consecuencias”
2. Sea una UPS on line doble conversión de 100KVA, 80KW ¿Cuántos equipos IT se pueden alimentar si tienen un consumo de 100VA con FP=1?
3. Sea la UPS anterior con un banco de 33 baterías en serie del tipo Yuasa 12V/90Ah. ¿Cuánto sería la autonomía inicial a la mitad de carga (50KVA, 40KW)? Considerar tensión final de 1,8V por celda y rendimiento inversor 90% ¿Cuánto sería luego de 3 años?
4. Determinar si la siguiente afirmación es verdadera o falsa “una máquina on line doble conversión de 200KVA/160KW sin filtros pasivos, ni rectificador 12 pulsos, ni rectificador PFC se puede alimentar con un generador de 200KVA/160KW”

# Bibliografía

- Alimentación de equipos informáticas y otras cargas críticas, Salvador Martínez García, editorial Mc Graw Hill, 1992
- Baterías recargables . Manual de aplicaciones. Equipo técnico de Marketing de Gates Energy Products Inc, Editorial Paraninfo, 1999
- ANSI/TIA 942 A. Telecommunication Infraestructure standard for Data Centers, Marzo 2014
- ANSI/BICSI 0002-2014 Data Center Design and implementation Best Practices.
- UPS Gen Compatibility. MGE UPS Systems.
- Harmonics, Harmonics Filters y PFC Rectifiers, MGE UPS Systems.

# Presentación complementaria a Clases 1 y 2

# Propiedades de baterías de ion de litio

- Cargan más rápido. No obstante, requieren un sistema de monitoreo para evitar sobre calentamiento de las celdas y control de su tensión. Estos sistemas pueden limitar la corriente de carga.
- No todas las UPSs son compatibles con baterías de ion de litio
- Carga a 90% en no más de 4 horas. VRLA de 6 a 12 horas.
- Pesan menos. Ocupan el mismo espacio
- Mayor vida útil. Vida útil en flotación 10-15 años. Miles de cargas/descargas frente a 250/500 de VRLA

# Clase 3

- Clasificación de Tiers globales de Datacenters de acuerdo a EIA/TIA 942 A y Uptime Institute
- Clasificación de Tiers Eléctricos de acuerdo a EIA/TIA 942 A y Uptime Institute
- Clasificación de equivalentes a Tiers Eléctricos de acuerdo a norma ANSi/BICSI 002-2014 Datacenter Design Implementations Best Practices.
- Power Usage Effectiveness (PUE) y Datacenter Infrastructure Efficiency (DCIE)

# Tiers de Datacenters EIA/TIA 942 A y Uptime Institute

- Estudiaremos la clasificación de diferentes Tiers establecida por la norma EIA/TIA 942 A y el Uptime Institute
- Los cuatro diferentes Tiers corresponden con cuatro niveles de disponibilidad confiabilidad de los mismos desde un punto de vista constructivo.
- Se corresponden con características de Tiers a niveles más específicos: eléctrico, telecomunicaciones, edilicio, mecánico.
- Recordar que el curso apunta a capacitar a quien deba hacer un diseño global o gestionarlo cotidianamente. Siempre interactuando con los profesionales específicos de cada área, quienes serán los responsables finales (ejemplo ingenieros electricista para la instalación que les compete)

# Definición de Tier 1 de acuerdo a EIA/TIA 942

## Tier 1 Datacenter básico

- Susceptible de interrupciones por actividades planificadas o no planificadas
- Si tiene UPS o generadores son de módulo único o tiene muchos puntos de falla únicos.
- Debería poder hacerse un apagado total anual para mantenimiento preventivo.
- Errores de operación o fallas espontáneas causan interrupción del datacenter
- Cualquier falla conduce a la caída del Centro de Cómputos



## Definición de Tier 2 de acuerdo a EIA/TIA 942

### Tier 2: Datacenter con componentes redundantes

- Levemente menos susceptible a interrupciones que Datacenter básico por actividades planificadas o no planificadas.
- Posee algunos componentes redundantes.
- Tienen UPS y generadores con capacidad N+1
- Unico camino de distribución de energía
- Mantenimiento de camino único de energía y otras partes de la infraestructura requieren shutdown programado.

# Definición de Tier 3 de acuerdo a EIA/TIA 942

## Tier 3 Datacenter concurrentemente mantenible

- Permite actividades planificadas sin interrupciones.
- Las actividades planificadas incluyen mantenimientos preventivos y programables, reparación, reemplazo, testing.
- Mantenimiento o testing de un camino, no afecta al principal que tiene capacidad suficiente para sostener la carga.
- Actividades no planificadas como errores de operación o fallas espontáneas pueden causar interrupción del Datacenter.

# Definición de Tier 4 de acuerdo a EIA/TIA 942

Tier 4 Tolerante a fallas.

- Capacidad de infraestructura suficiente para permitir cualquier actividad planificada sin interrupción.
- Al menos un peor caso de fallas no producen interrupción.
- Distribución del tipo 1+1, ambos activos.

# Definición de Tiers específicos de Datacenters de acuerdo a EIA/TIA 942

- Un Datacenter puede tener diferentes niveles para los diferentes aspectos que Tier constituyen sus aspectos constructivos.
- Por ejemplo podría ser E4 (Tier 4 eléctrico), T3 (Tier 3 en telecomunicaciones), M2 (Tier 2 en mecánica), A1 en edilicio.
- El Tier global es el menor. En el caso anterior sería un Datacenter Tier 1.

# Uptime Institute

- Paralelamente a la norma EIA/TIA 942 A existe el Uptime Institute que clasifica Tiers con sus propias normas (muy similares a las de la EIA/TIA 942 A)
- Sus criterios no están completamente abiertos a la comunidad.
- Además certifica Centro de Cómputos en concreto, que luego son usados para promocionar la calidad de los mismos por sus dueños.
- Certifica en aspectos de diseño, facility y operación.

# Certificaciones Uptime Institute



# Tier 1 de acuerdo a Uptime Institute

- Los componentes tienen capacidad para las necesidades básicas, pero sin redundancia.
- Un solo camino de distribución
- Toda falla de capacidad o de camino de distribución impactará en los sistemas informáticos.
- Trabajos programados requieren apagado de sistemas que afectará equipos de IT.
- Se trata de DCs susceptible a tareas programadas, no programados y eventos espontáneos
- Requiere completo apagado para mantenimiento y reparaciones. Apagado general anual para mantenimiento.

## Tier 2 de acuerdo a Uptime Institute

- Componentes con capacidad básica más redundancia.
- Un solo camino de distribución a la carga informática.
- La falla de un solo componente de capacidad no debería afectar.
- La falla del camino de distribución impactará a los sistemas informáticos.
- El sistema es susceptible ante ciertas actividades programadas y no programadas, y eventos espontáneos.
- Se requieren módulos de UPS y generadores redundantes.
- Puede requerirse completo apagado para mantenimiento preventivo y reparaciones. Apagado general anual para mantenimiento
- Eventos espontáneos pueden causar interrupción del DC.



## Tier 3 de acuerdo a Uptime Institute

- Componentes con capacidad básica más redundancia
- Múltiples caminos de distribución.
- Generalmente un solo camino activo por vez.
- El sitio es susceptible por tareas no programadas. Depende de las instalaciones.
- El sitio acepta tareas programadas activando redundancias y sin afectación de las cargas IT.
- Hardware de computadoras requieren doble fuente de energía.
- Durante mantenimientos, riesgo alto de interrupción.
- Errores de mantenimiento o fallas espontáneas pueden causar interrupción de servicios.

## Tier 4 de acuerdo a Uptime Institute

- Redundancia de capacidad.
- Múltiples caminos de distribución todos activos simultáneamente
- Un solo peor caso de falla no impacta sobre los equipos IT
- Se puede remover todo componente de capacidad básica en forma programada si afectación.
- Se requiere hardware IT con doble fuente.
- Sistemas complementarios en diferentes compartimentos para que un solo evento no afecte más de un sistema o camino.
- El sitio no es susceptible de interrupción ante eventos de peor caso.
- El sitio no es susceptible de interrupción ante trabajos programados.
- eventos de peor caso.
- Mantenimientos pueden ser ejecutados haciendo uso de redundancias.
- Durante mantenimientos, riesgo alto de interrupción.
- Operación de emergency Power Off (EPO) pueden causar caídas..

# Aspectos eléctricos. Comparación de Tiers según EIA/TIA 942 y Uptime Institute

- A continuación comparamos los aspectos de Tiers eléctricos de la norma EIA/TIA 942 A y el Uptime Institute.

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**

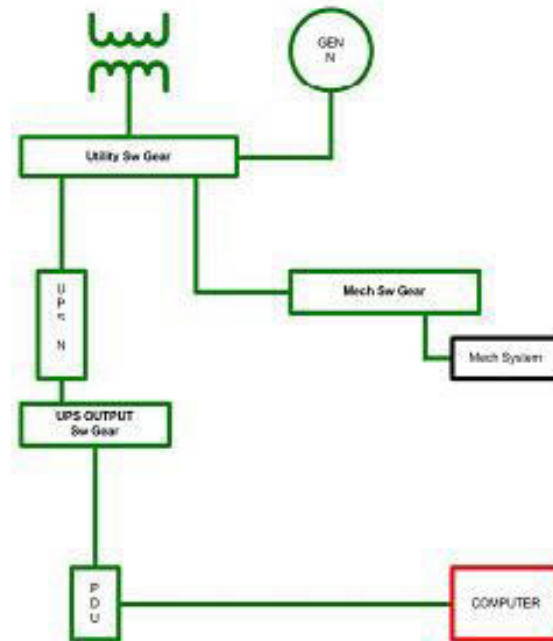


**AGOSTO 2022**

# Uptime Institute: Tier 1: Sitio con infraestructura Básica

- Sin redundancia de capacidad y de caminos de distribución de energía.
- Cualquier falla o trabajo planificado genera interrupción de la energía

Illustrative Electrical System Topology - Tier I



## EIA/TIA 942:

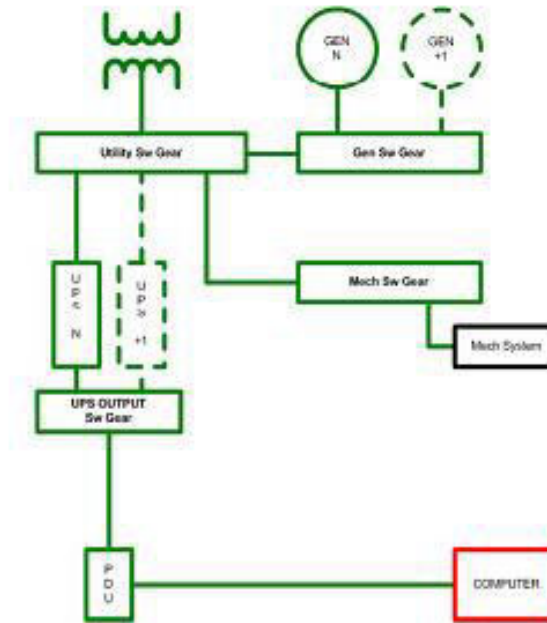
### Tier 1: Datacenter básico (condiciones eléctricas)

- Instalaciones mínimas que satisfacen los requerimientos básicos de los equipos con poco o nada de redundancia.
- Único camino de distribución de la energía hasta las cargas. Cualquier mantenimiento implica interrupción del servicio.
- Sin redundancia en entrada externa de energía
- Sin redundancia en generadores locales y UPSs. Si están constituidos por módulos paralelos, es sólo a efectos de conseguir la potencia requerida por la carga.
- Todas las tecnologías de UPSs son permitidas. Obligación de entrada de bypass de mantenimiento de UPSs.
- Sin banco de cargas de prueba para generadores y UPSs. Obligación de entrada preparada para conexión de bancos móviles a contratar ante eventualidad.
- Se pueden usar PDUs para distribuir energía o transformadores en tableros.
- Monitoreo de sistema eléctrico es opcional.

# Uptime Institute: Tier 2 Sitio con infraestructura con redundancia de capacidad en componentes.

Illustrative Electrical System Topology - Tier II

- Redundancia de capacidad en UPSs y generadores.
- Único camino de distribución de la energía hasta las cargas.



## EIA/TIA 942:

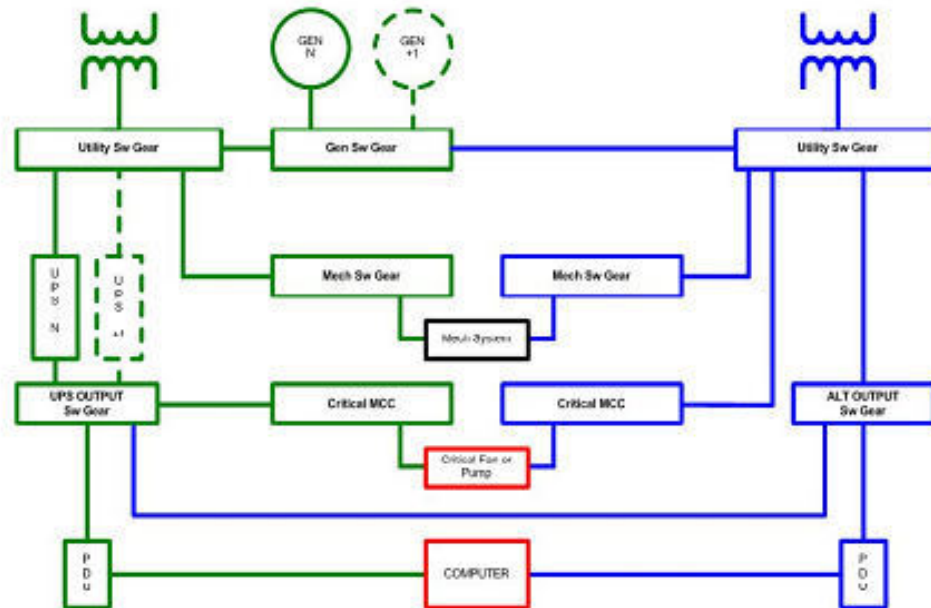
### Tier 2: Datacenter con redundancia de componentes (condiciones eléctricas)

- Respetar requerimientos de Tier I y además:
- Sin redundancia de entrada exterior de energía ni generadores.
- Obligación de redundancia de UPSs de tipo N+1.
- Obligación de entrada preparada para conexión de bancos móviles a contratar ante eventualidad.
- Uso de PDUs recomendada.
- Recomienda el uso de 2 sistemas de UPS con PDUs independientes.
- Recomienda alimentadores redundantes para sistemas mecánicos.

# Uptime Institute: Tier 3: Sitio con infraestructura mantenible concurrentemente.

Illustrative Electrical System Topology - Tier III

- Permite mantenimientos programados sin afectar el servicio.
- Redundancia de capacidad en UPSs y generadores.
- Múltiples caminos de distribución de la energía hasta las cargas, pero uno solo activo.





# EIA/TIA 942:

## Tier 3: Datacenter mantenible concurrentemente (condiciones eléctricas)

- Respetar requerimientos de Tier II y además:
- Todos los sistemas con redundancia mínima de tipo N+1. UPSs, generadores, camino de distribución de la energía.
- Alimentación N+1 para sistemas mecánicos.
- Doble camino en alimentadores y tableros.
- Redundancia en todos los sistemas eléctricos y mecánicos que permita aislar cualquier componente sin interrupción del servicio.
- Automatic Static Transfer Switches se deben usar para equipos con única entrada de energía.
- Recomendación de sistema de monitoreo de todos los componentes eléctricos y mecánicos.

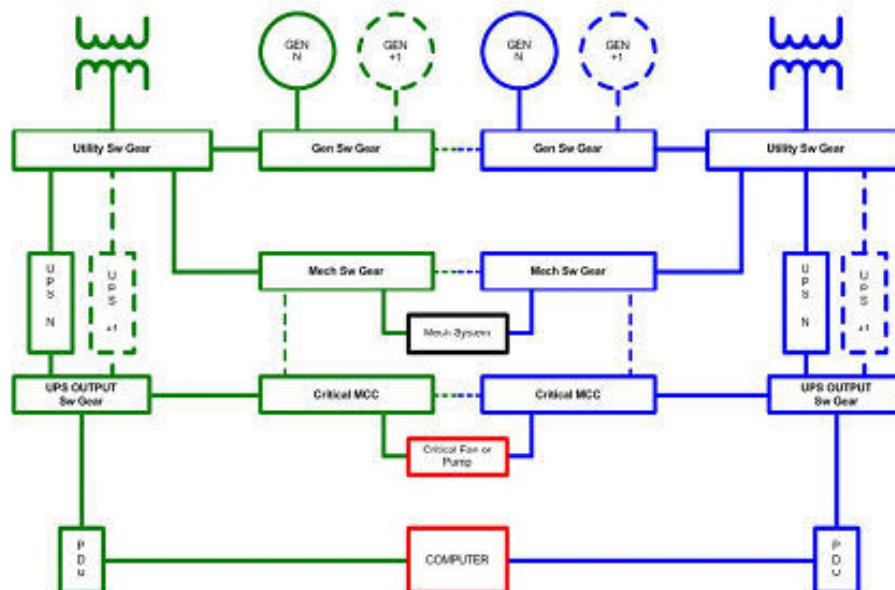
# Uptime Institute:

## Tier 4: Sitio con infraestructura tolerante a fallas

- Sistemas con capacidad redundante.
- Múltiples caminos de distribución que se reparten e consumo en todo momento.
- Todos los equipos de IT tienen doble fuente.
- Una única falla o mantenimiento o trabajo programado en la capacidad de los sistemas, sus componentes o camino de distribución no afecta equipos de IT.
- Alto riesgo durante única falla o mantenimiento o trabajo programado en la capacidad de los sistemas, sus componentes o camino de distribución no afecta equipos de IT.
- Compartimentalización de sistemas complementarios.

# Uptime Institute: Tier 4: Sitio con infraestructura tolerante a fallas

Illustrative Electrical System Topology - Tier IV



## EIA/TIA 942:

### Tier 4: Datacenter tolerante a fallas (condiciones eléctricas)

- Respetar requerimientos de Tier III y además:
- Todos los sistemas, módulos, sistemas y caminos de distribución son 2(N+1)
- Alimentadores y equipos con posibilidad de bypass manual para mantenimiento y en caso de fallas.
- Toda falla genera la conmutación automática y sin interrupción de la energía al sistema alternativo.
- Sistema de monitoreo de baterías con alarma de celdas (impedancia celdas y temperatura)
- Entrada de energía externa exclusiva para datacenter, separada de cargas no críticas. Doble acometida, provenientes de diferentes subestaciones.

# Uptime Institute: Tabla resumen

**Figure 1:  
Performance Standards by Tier Level**

Tier Requirement	Tier 1	Tier II	Tier III	Tier IV
Source	System	System	System	System + System
System Component Redundancy	N	N+1	N+1	Minimum of N+1
Distribution Paths	1	1	1 normal and 1 alternate	2 simultaneously active
Compartmentalization	No	No	No	Yes
Concurrently Maintainable	No	No	Yes	Yes
Fault Tolerance (single event)	No	No	No	Yes

# EIA/TIA 942

## Tablas resumen

Table 12: Reference guide (electrical)

	1 (E <sub>1</sub> )	2 (E <sub>2</sub> )	3 (E <sub>3</sub> )	4 (E <sub>4</sub> )
<b>ELECTRICAL</b>				
<i>General</i>				
System allows concurrent maintenance	Not required	Utility, generator, and UPS system	From utility down to but not including power distribution unit	Throughout Distribution System
Single Point of Failure	Multiple single points of failure throughout the distribution system	Multiple single points of failure throughout the distribution system	Single point of failure from last distribution panel to critical and essential load only	No single points of failure for distribution systems serving electrical equipment or essential load
Power System Analysis	Up-to-date short circuit study, coordination study, and arc flash analysis	Up-to-date short circuit study, coordination study, and arc flash analysis	Up-to-date short circuit study, coordination study, arc flash analysis, and load flow study	Up-to-date short circuit study, coordination study, arc flash analysis, and load flow study
Computer & Telecommunications Equipment Power Cords	Single Cord Feed with 100% capacity	Single Cord Feed with 100% capacity	Redundant Cord Feed with 100% capacity on remaining cord or cords	Redundant Cord Feed with 100% capacity on remaining cord or cords
<i>Utility</i>				
Utility Entrance	Single Feed	Single Feed	N+1 Redundant Feed	2N Redundant Feed from different utility substations or generator plant
<i>Main Utility Switchboard</i>				
Service	Shared	Shared	Dedicated	Dedicated
Construction	Panel board with bolt on circuit breakers	Switchboard with stationary circuit breakers	Switchboard with draw out circuit breakers	Switchgear with draw out circuit breakers
Surge Suppression	Not required	Not required	Yes	Yes

# EIA/TIA 942

## Tablas resumen

	1 (E <sub>1</sub> )	2 (E <sub>2</sub> )	3 (E <sub>3</sub> )	4 (E)
<b>Uninterruptible Power Supply System</b>				
Redundancy	N	N	N+1	2N
Topology	Single or Parallel-Modules	Single or Parallel Modules	Distributed Redundant Modules or Block Redundant System	Distributed Redundant Modules or Block Redundant System
Automatic Bypass	Not required	Yes with non dedicated feeder to automatic bypass	Yes, with dedicated feeder to automatic bypass	Yes, with dedicated feeder to automatic bypass
Maintenance Bypass Arrangement	Not required	Non dedicated maintenance bypass feeder to UPS output switchboard	Dedicated maintenance bypass feeder serving UPS output switchboard	Dedicated maintenance bypass feeder serving UPS output switchboard
Output Power Distribution	Panel board incorporating standard thermal magnetic trip breakers	Panel board incorporating standard thermal magnetic trip breakers	Switchboard incorporating removable circuit breaker with adjustable long time and instantaneous trip function	Switchboard incorporating removable circuit breaker with adjustable long time, short time and instantaneous functions with provision to turn off instantaneous function
Battery String	Common String for multiple modules	Dedicated String for each module	Dedicated String for each module	Dedicated String for each module
Battery type	5 Year valve regulated lead acid or flywheel	10 Year valve regulated lead acid or flooded type or flywheel	15 Year valve regulated lead acid or flooded type or flywheel	20 Year lead acid flooded type or flywheel
Battery minimum back up time with design load at end of battery life	5 minutes	7 minutes	10 minutes	15 minutes
Battery Monitoring System	Not required	Not required	String level by UPS System	Centralized automated system to check each cell for, voltage, and impedance or resistance
<b>Power Distribution Unit</b>				
Transformer	Standard high efficiency	Standard high efficiency	K-Rated or harmonic cancelling, high efficiency	K-Rated or harmonic cancelling, low Inrush high efficiency
<b>Automatic Static Transfer Switch</b>				
Over-current Device	Not required	Not required	Circuit Breaker	Circuit Breaker
Maintenance Bypass Procedure	Not required	Not required	Manual Guided with mechanical interlock	Automatic operation
Output	No requirement	No requirement	Dual Circuit Breaker	Dual Circuit Breaker

# EIA/TIA 942

## Tablas resumen

	1 (E <sub>1</sub> )	2 (E <sub>2</sub> )	3 (E <sub>3</sub> )	4 (E)
<b>Standby Generating System</b>				
Generator Sizing	Sized for UPS System only without redundancy	Sized for UPS & mechanical system without redundancy	Sized for total building load N+1 distributed redundancy	Sized for total building load with 2N distributed redundancy
Generators on Single Bus	Yes	Yes	No	No
<b>Loadbank</b>				
Installation	No requirement	Provision for Portable	Provision for Portable	Permanent sized for single largest equipment
Equipment Tested	No requirement	Generator	Generator UPS	Generator UPS
Auto Shutdown	Not required	Not required	Automatic upon failure of utility	Automatic upon failure of utility
<b>Testing</b>				
Factory Acceptance Testing	Not required	Not required	UPS and Generator Systems	UPS and Generator Systems, Generator controls, ASTS
Site circuit breaker testing	Not required	Not required	Contact Resistance test of all circuit breakers in critical and essential paths, 225 A and higher	Primary Injection and Contact Resistance test of all circuit breakers in critical and essential paths, 225 A and higher
Commissioning	Not required	Component level	Component level and System level	Component level, system level, and integrated system including total outage testing
<b>Equipment Maintenance</b>				
Operation and Maintenance Staff	Offsite. On call.	Onsite Day Shift only. On-call at other times	Onsite 24 hrs M-F, on-call on weekends	Onsite 24/7
Preventative Maintenance	No requirement	Generator maintenance	Generator and UPS maintenance	Comprehensive preventative maintenance program
Facility Training Programs	No requirement	Limited training by manufacturer	Comprehensive training program for normal operation of equipment	Comprehensive training program for normal operation of equipment and manual operation of equipment during emergency operation



# Power Usage Effectiveness (PUE)

- No está definido en EIA/TIA 942 A. Tiene norma ANSI específica y aparece en BICSI 0002-2014.
- Power Usage Effectiveness (PUE) es un parámetro que indica el nivel de eficiencia de un Centro de Cómputos. Idealmente, toda la potencia consumida por el Centro de Cómputos debería tener como destino alimentar los equipos de IT. Obviamente, es un ideal imposible. Hay energía que se pierde en la ineficiencia de las UPSs y grupos eléctricos, el funcionamiento de equipos de refrigeración, etc.
- Se debe considerar que se lo puede medir de diferentes formas. Podemos hablar de su valor instantáneo, su valor integrado a lo largo de un día, un mes, un año, etc. Es fundamental para comparar la eficiencia energética de dos Datacenters distintos.

# Power Usage Effectiveness (PUE)

$$PUE = \frac{\text{Total facility power}}{\text{ITE power}}$$

- Es decir, es un valor siempre mayor que uno.
- Se considera valores aceptables para un Datacenter cuando su valor está entre 1.3 y 2.
- Un Datacenter es considerado claramente ineficiente si su valor se acerca a 3.
- El valor de la energía mensual se puede obtener de la factura del distribuidor de electricidad. Estos proveedores informan la energía consumida en KW-hora. Es decir, es la energía que corresponde a un consumo instantáneo constante de 1KW durante 1 hora. Por ejemplo, un valor de 15 Kw-hora corresponde a un valor en Joule para un mes de 15Kw-hora\*24 horas \*30días.

# Datacenter Infrastructure Efficiency (DCIE)

- En general, se desea trabajar con porcentajes de eficiencia. Para lo cual se trabaja con su inversa “Datacenter Infrastructure Efficiency”
- Su valor será entre cero y uno (o 100%). Cuanto más nos acercamos al 100%, mejor será la eficiencia del DC.

$$DCIE = \frac{1}{PUE} \times \frac{ITE \text{ power}}{\text{Total facility power}} = \times 100\%$$

# Ejercicios

1. Evaluar la correspondencia entre los Tiers eléctricos 1 a 4 de ANSI/TIA 942 A y la clasificación Fx (con x de 0 a 4) de ANSI/BICSI 0002-2014 .
2. Se tienen 2 Centros Cómputos, el A y el B. El primero tiene Tiers específicos E2, T2, M3. El B: E4, T2, M3 ¿Cuál es el Tier global de cada uno? ¿Cuál es el más confiable?
3. Determinar los valores aceptables del DCIE de un DataCenter.
4. Un Datacenter tiene un consumo total de 100MegaJoules a lo largo de un día y un consumo cada 24 horas sólo para equipos IT de 70MegaJoule. Calcular el PUE y el DCIE diarios.
5. Un Datacenter tiene un consumo total instantáneo de 2000KW y un consumo sólo para equipos IT instantáneo de 1200KW. Calcular los PUE y DCIE instantáneos y diarios (si los valores instantáneos son constantes a lo largo del día) ¿Corresponde con valores aceptables para un DC?

# Bibliografía

- ANSI/TIA 942 A. Telecommunication Infraestructure standard for Data Centers, Marzo 2014
- ANSI/BICSI 0002-2014 Data Center Design and implementation Best Practices.
- Tiers Clasificacions Define Site Infraestructure Performance, White Paper, Pitt Turner, John H. Seader, Kennett G Brill, Uptime Institute.

# Clase 4 parte 1

## Racks y Piso Técnico

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Racks de un Datacenter

## ***Rack:***

- Gabinete metálico destinado a albergar físicamente equipamiento electrónico, típicamente informático o de telecomunicaciones.
- Sus alturas se definen por la cantidad de “unidades”. Una unidad son 1,75 pulgadas.
- Aunque existen más chicos, los típicos de Datacenters son de 42 ó 45 unidades.
- Los equipos de IT tienen alturas que son múltiplos de 1 unidad. Pueden ser de 1, 2, 3 etc.

# Racks de un Datacenter

- Poseen guías laterales multiperforadas que permiten el rackeo (montaje físico) de los equipos.
- Las guías están separadas 19 pulgadas.
- Los equipos tienen un ancho que también es de 19 pulgadas y se fijan a las guías.
- Seguro que hay guías delanteras, también puede haber traseras para poder fijar equipos en 4 puntos.
- En el pasado había racks y equipos con ancho de 23 pulgadas. Ya no existen.



# Racks de un Datacenter

- Externamente los racks pueden tener anchos de 600, 700 u 800mm. Las baldosas de piso técnico son típicamente de 600x600. Es decir, los primeros tienen el ancho de una baldosa.
- Erróneamente a los de 700 hay quienes los llaman de 23 pulgadas, no obstante las guías internas siguen siendo de 19 pulgadas.
- Las profundidades típicas son de 900, 1000 ó 1200mm. Es decir ocupan entre 1,5 y 2 baldosas.

# Racks Cerrados

Se trata de estructuras metálicas que cierran completamente a los equipos con paredes laterales, techo, piso, puertas delanteras y traseras

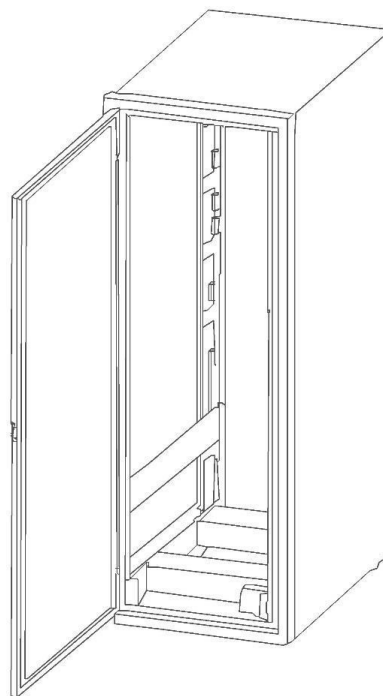


Figura 1

# Racks Cerrados



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Puertas de racks cerrados

- La evacuación del calor generado por los equipos de IT, exige que ingrese aire frío por el frente, haya un intercambio de calor interno y sea expulsado aire caliente hacia atrás. Hay equipos con variantes en el ingreso o egreso de aire, pero son minoritarios y cada vez menos.
- Lo anterior exige puertas delanteras y traseras multiperforadas.



# Guías delanteras de racks

- En la siguiente foto se pueden ver las guías delanteras separadas 19" con un equipo rackeado.
- No obstante, la imagen muestra demasiadas aberturas entre frente y parte trasera del rack. No debe suceder en un DC ya que hace que el aire frío lo atraviese sin intercambiar calor.



# Paneles ciegos para tapar aberturas



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



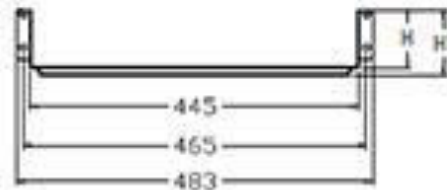
**AGOSTO 2022**

# Aberturas en racks

- No se recomiendan los equipos IT no rackeables. Requieren bandejas y, por ende, aberturas.



Hacer click en la imagen para agrandar



# Rack de Cableado Horizontal (HDA)

- Tienen como mínimo ancho de 800mm y canales de cables laterales con tapas o puertas para el recorrido de patch cords.





# Rack de Cableado Horizontal (HDA)



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Rack de Cableado Horizontal (HDA)



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Ordenadores horizontales para el recorrido de patchs

- Se recomiendan que sean profundos, al menos 9cm. Pueden tener tapas.



# Ordenadores horizontales con tapas para el recorrido de patchs cords



**WMPF1E**



**WMPHF2E**

# Ordenadores verticales para el recorrido de patchs cords



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Rack de cableado indeseable

- Los canales laterales y ordenadores horizontales ayudan a que no sucedan instalaciones indeseables.



# Rack abierto

- Se trata de estructuras metálicas que no separan completamente al equipamiento del medio circundante. Más comunes para equipos de telecomunicaciones.

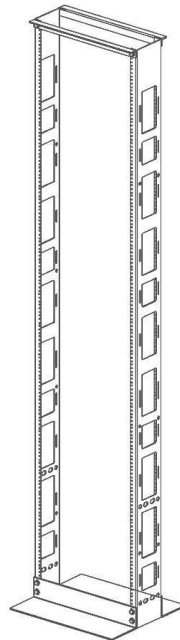


Figura 2

# Piso Técnico

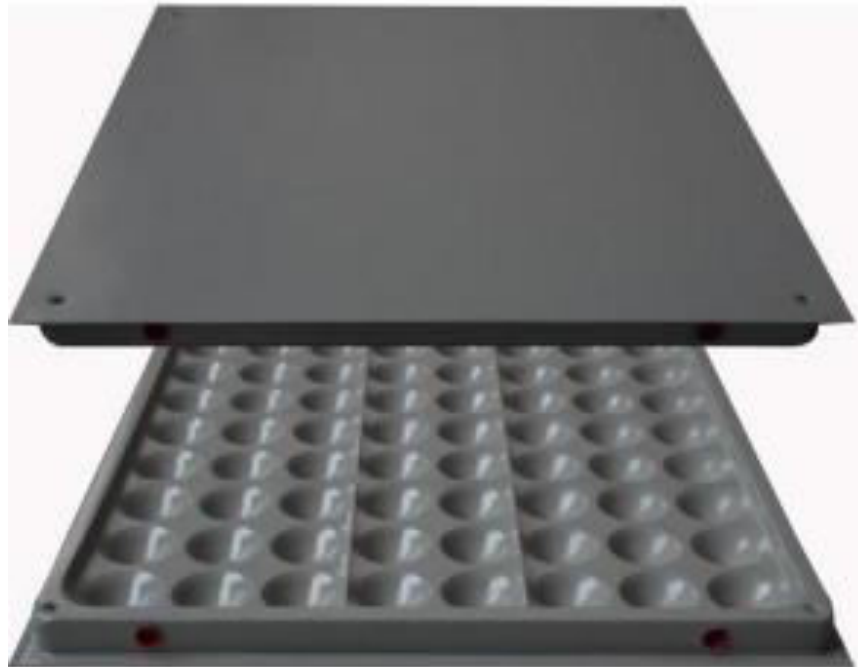
## ***Piso técnico o sobreelevado:***

- Son el piso característico de Centros de Cómputos y Centros de Telecomunicaciones.
- Son baldosas removibles apoyados en retículas metálicas conformadas por patas de altura regulables y listones que las vinculan permiten el apoyo de todo el perímetro de las baldosas. Típicamente de 0,6 x 0,6 m.
- También existen sistemas en donde las baldosas sólo apoyan en patas esquineras pegadas al piso de concreto sin existir listones que las vinculen. Menos recomendables porque al sacar muchas baldosas pueden salirse de su posición exacta. Además, los listones otorgan continuidad eléctrica la puesta tierra de la estructura de soporte requiere menos conexiones a tierra.
- El nivel de baldosas está por arriba del piso propiamente dicho, dejando un importante espacio para la gran cantidad de cables eléctricos, de datos y de instalaciones en general, los cuales no quedan visibles. La altura suele superar los 50cm.



# Baldosas ciegas

Los huecos inferiores tipo “huevera” aumentan la capacidad de carga.



# Estructura de apoyo de baldosas con listones

Estructura de apoyo con listones, más recomendables.  
Adicionalmente, se muestra la instalación de patch panels bajo piso sobreelevado para darle conectividad a los racks en sus cercanías.



# Estructura de apoyo de baldosas con patas esquineras

Estructura de apoyo sin listones y baldosas atornilladas, menos recomendables



# Piso Técnico

- También existen algunos pisos técnicos con baldosas de 0,3 x 0,6m y otros con baldosas atornilladas a las retículas. Estos últimos suelen dificultar la operación cotidiana.
- Existen Centros de Cómputos y de Telecomunicaciones implementados sin piso técnico, con racks apoyados directamente sobre piso de concreto. En estos casos, las instalaciones requeridas son aéreas y sus recorridos están a un nivel que supera los techos de los racks.
- También pueden encontrarse Centros de Cómputos y de Telecomunicaciones con piso sobre elevado e instalaciones aéreas, típicamente bandejas portacables.

# Piso Técnico

- La refrigeración suele implementarse de modo que los equipos que inyectan aire frío lo hagan al pleno que conforma el espacio por debajo de piso técnico. En consecuencia, se colocan baldosas con perforaciones en aquellos lados de los racks por donde tomen aire frío, generalmente por delante.
- El aire caliente es recolectado por ductos superiores, por ende, las baldosas de los lados por donde los racks lo expulsan son siempre ciegas de modo de no mezclar flujos fríos y calientes.
- Si el rack no es de 120cm de profundidas no pisa el 100% de alguna de las placas. Se recomiendas hacerles un corte al borde del rack de modo de facilitar el acceso al espacio debajo de piso técnico. Considerar que esta acción disminuye la carga que soporta el piso técnico.

# Baldosas perforadas en pasillo frío.

Cuando se inyecta aire frío por piso técnico, se usan baldosas perforadas en los denominados pasillos fríos.

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Filas de Racks. Pasillo frío con rejillas para salida de aire frío



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Especificación técnica de un fabricante de pisos sobreelevado

- Rendimiento Estructural:

Proporcionar un sistema de suelo de acceso capaz de soportar las siguientes cargas y esfuerzos dentro de los límites y bajo las condiciones indicadas, tal como lo demuestra el ensayo de los productos estándar actuales del fabricante

1. Cargas concentradas: Proporcionar paneles de suelo, incluyendo aquellos con cortes, capaces de soportar una carga concentrada de diseño de 800LB (3.56KN) con una deflexión de superficie superior bajo carga que no exceda 0.100 pulgadas y 750LB (3.34KN) con un conjunto permanente sin exceder 0,080 pulgadas.



# Especificación técnica de un fabricante de pisos sobrelevado

2. Carga máxima: Proporcionar un sistema de pisos de acceso capaz de soportar una carga máxima mínima de 2.530LB (11.25KN) sin fallar.

3. Cargas de rodadura: Proporcionar un sistema de suelo de acceso capaz de soportar cargas de rodadura de la siguiente magnitud, con una combinación de deformación local y total que no exceda 1.02 mm: 2.94KN para 10PASS, 2.45KN para 10KPAAASS

4. Prueba uniforme de carga: Proporcionar un sistema de suelo de acceso capaz de soportar una carga uniforme de 4000LB / m<sup>2</sup> (17,78KN / m<sup>2</sup>) colocado sobre el área de un panel con un conjunto permanente de no Exceder 0,010 pulgadas (0,25 mm) después de retirar la carga. Nota: La capacidad de carga uniforme de un panel de suelo de acceso no debe confundirse con la "carga de carga uniforme" especificada para su uso en cálculos sísmicos para aplicaciones de zonas sísmicas.

5. Prueba de carga de impacto de caída: Proporcionar un sistema de suelo de acceso capaz de soportar una carga

# Especificación técnica de un fabricante de pisos sobreelevado

TIPO	medi da	Carga rodante		Carga uniforme		Total de carga		Carga concentrada			
FS800	600 * 600 * 34mm	10PASS	10KPAA ASS	4000 LB/m <sup>2</sup>	17.78 KN/m <sup>2</sup>	2530LB	11.25KN	0.100"/2.5mm DEFLECTION		0.080"/2.0mm DEFLECTION	
		2.94KN	2.45KN					800LB	3.56KN	750LB	3.34KN

# Requerimientos de EIA 942 sobre piso técnicos

	1 (A <sub>1</sub> )	2 (A <sub>2</sub> )	3 (A <sub>3</sub> )	4 (A)
Floor loading capacity superimposed live load	7.2 kPa (150 lbf/ft <sup>2</sup> )	8.4 kPa (175 lbf/ft <sup>2</sup> )	12 kPa (250 lbf/ft <sup>2</sup> )	12 kPa (250 lbf/ft <sup>2</sup> )
Floor hanging capacity for ancillary loads suspended from below	1.2 kPa (25 lbf/ft <sup>2</sup> )	1.2 kPa (25 lbf/ft <sup>2</sup> )	2.4 kPa (50 lbf/ft <sup>2</sup> )	2.4 kPa (50 lbf/ft <sup>2</sup> )
Concrete Slab Thickness at ground	127 mm (5 in)	127 mm (5 in)	127 mm (5 in)	127 mm (5 in)
Minimum concrete topping over flutes for equipment anchorage when concrete filled metal deck structure used for elevated floors	102 mm (4 in)	102 mm (4 in)	102 mm (4 in)	102 mm (4 in)
Building LFRS (Shearwall/Braced Frame/Moment Frame) indicates displacement of structure	Steel/Concrete Moment Frame	Concrete Shearwall / Steel Braced Frame	Concrete Shearwall / Steel Braced Frame	Concrete Shearwall / Steel Braced Frame
Building Energy Dissipation - Passive Dampers/Base Isolation (energy absorption)	Not required	Not required	passive dampers for IBC Seismic Design Category D or higher	passive dampers/base isolation for IBC Seismic Design Category D or higher
Elevated floor construction. (Steel structures with concrete filled metal decks are more easily upgraded for intense loads in Battery/UPS rooms. (Also, better for installing floor anchors).	PT concrete	CIP Mild Concrete	Steel Deck & Fill	Steel Deck & Fill

# Pasillos fríos y calientes según ANSI/TIA 942 A

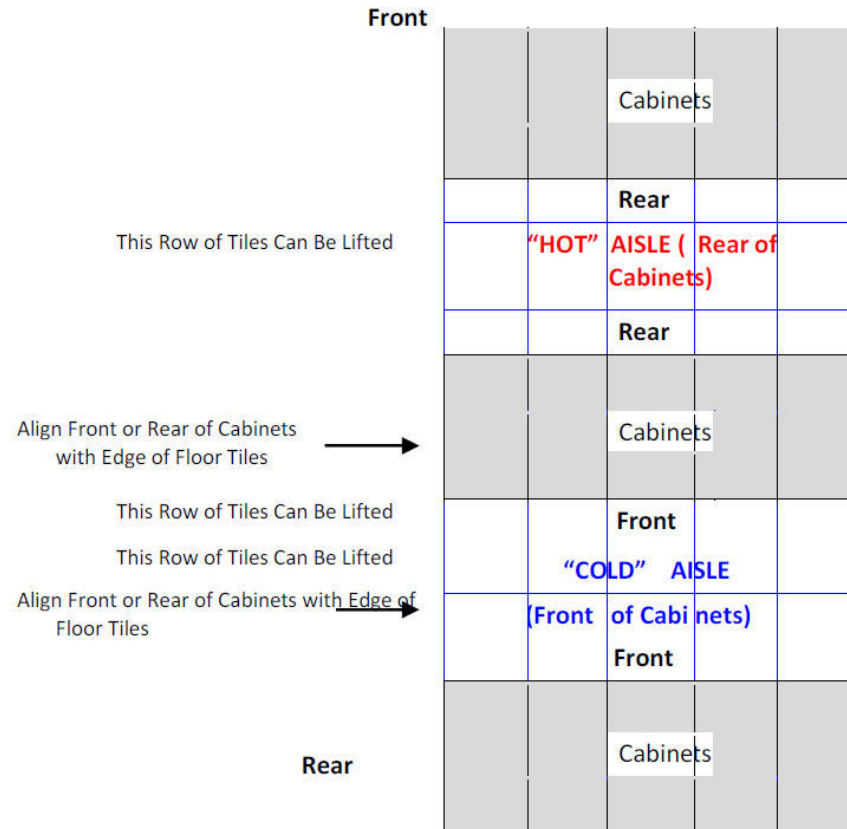


Figure 9: Example of "hot" aisles, "cold" aisles and cabinet placement

# Dimensiones de pasillos recomendadas por ANSI/BICSI 0002-2014

- Ancho mínimo de pasillos: 0.9m
- Ancho mínimo de pasillos para traslado de equipos: 1.2m, preferible 1.8m.

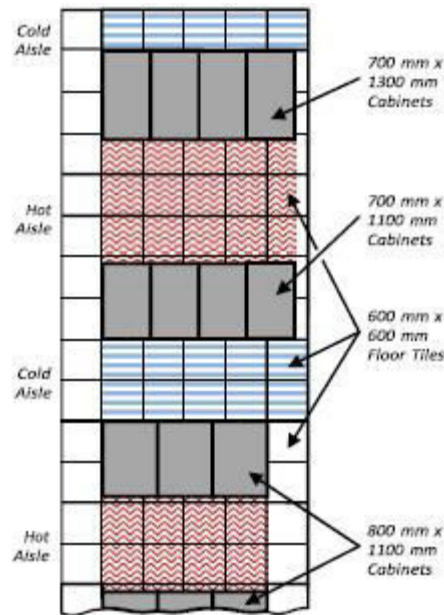


Figure 6-4  
Example of Aisle Width With Different Cabinet  
Sizes

# ANSI/TIA 606-B

- Administration Standard for telecommunication infrastructure

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Sistemas de coordenadas

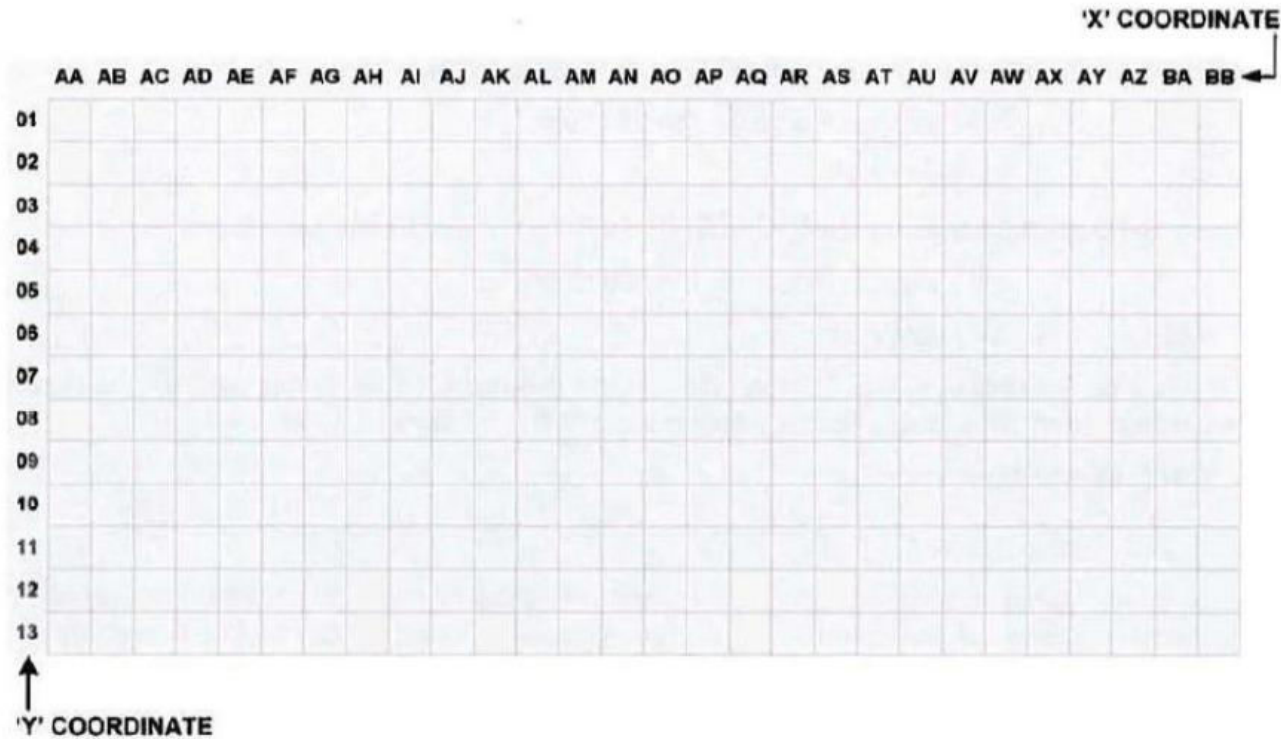


Figure 4 – Example of room grid coordinates

# Identificación de racks en el sistema de coordenadas

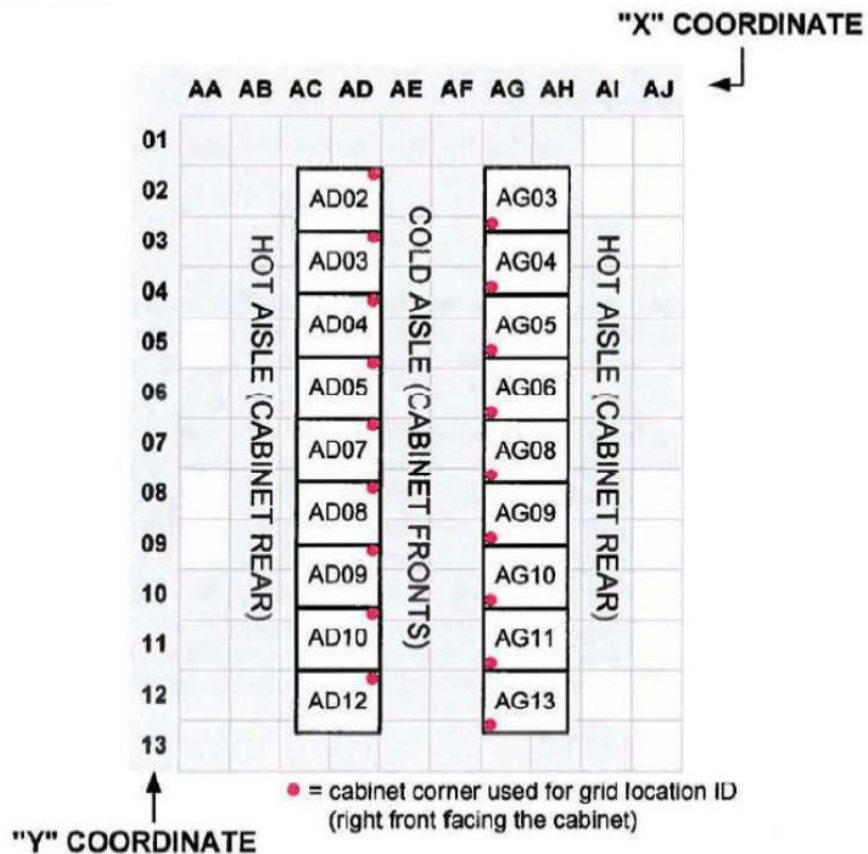


Figure 5 – Example of cabinet identifiers using grid



# Identificación de patch panels en un rack

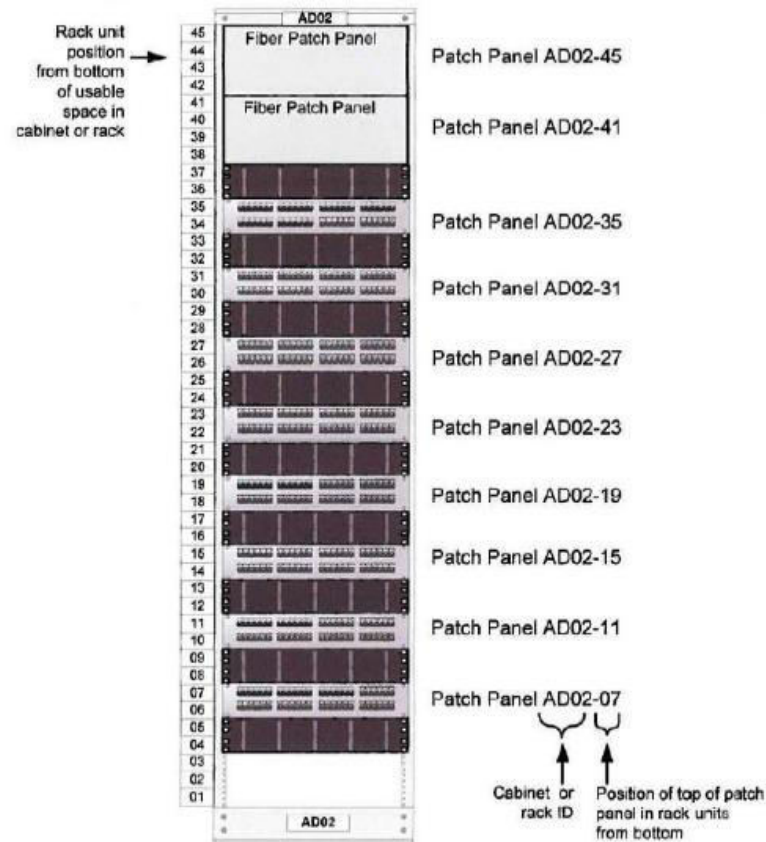
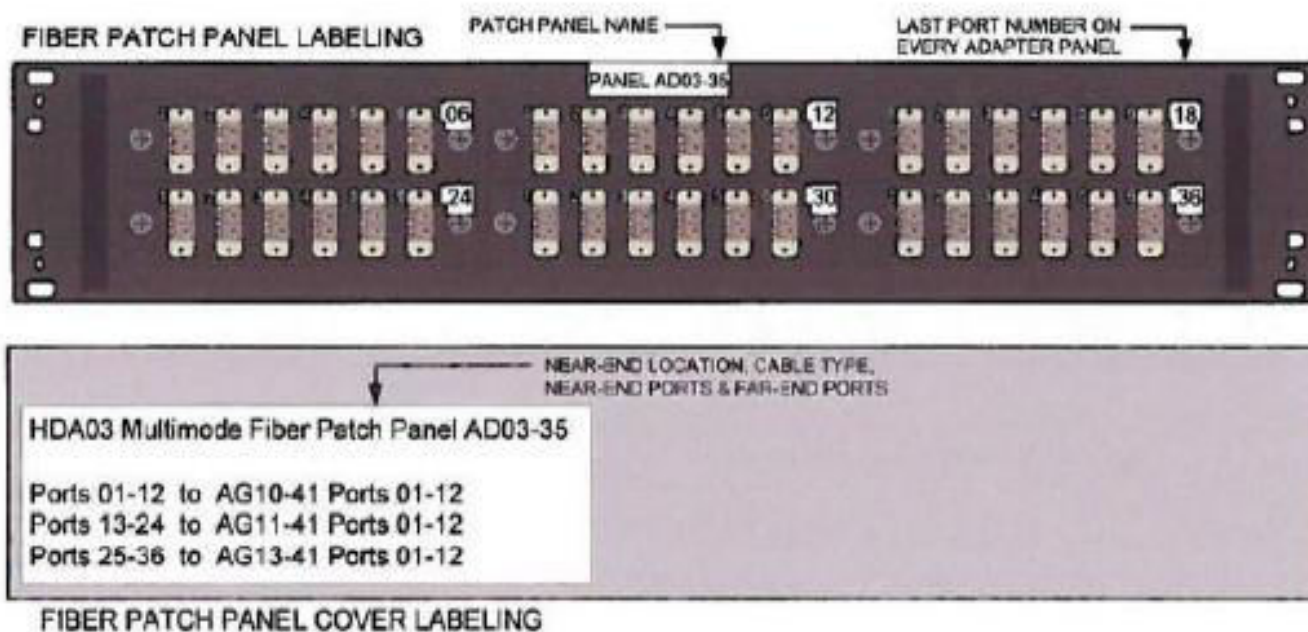


Figure 9 – Example of vertically aligned patch panel identification

# Identificación de extremos de montantes en un rack



# Identificación de patchcords

- Identificar con etiquetas ambos extremos con origen y destino
- Ejemplo: Desde AG10-puerto 1 hasta AD10-puerto 20

# Ejercicios

1. Se tiene un rack de 45 unidades con un techo de 10cm de altura, una base + patas de 15cm ¿Qué altura total tiene en metros?
2. Un rack de 42 unidades puede ser usado para rackear equipos IT que sumen 42 unidades ¿verdadero o falso?
3. Se admiten racks con puerta delantera multiperforada y puertas traseras ciegas ¿verdadero o falso?
4. Las baldosas de piso técnico perforadas se instalan delante de los racks, mientras que las traseras son ciegas ¿verdadero o falso?
5. Al día de hoy se comercializan equipos de IT rackeables en guías separadas 19" ó 23" ¿verdadero o falso?
6. ¿Cuántas baldosas pisa un rack de 60cm de ancho y 120 de profundidad?
7. ¿Cuántos peso debe soportar por cada baldosa 60\*60cm un DC Tier 3?
8. Se admite el uso de bandejas rackeables para apoyo de equipos IT en Datacenters ¿verdadero o falso?

# Bibliografía

1. ANSI/TIA 942 A. Telecommunication Infrastructure standard for Data Centers, Marzo 2014
2. Catálogo de Areadata, fabricante de piso sobreelevado.
3. Catálogo de Grupo Cosmos, fabricante de piso técnico.
4. ANSI/TIA 606-B, administration standard for telecommunication infrastructure

# Clase 4 parte 2

Alimentación eléctrica de equipos IT en racks.

# Alimentación eléctrica de racks

- Cada rack es alimentado por varios circuitos eléctricos.
- Un circuito eléctrico consta de un interruptor de protección automático del tipo termomagnético PIA en un tablero de distribución (uno por circuito), un cable Iram 2178 (conocidos como tipo Sintenax) desde tablero hasta un toma eléctrico hembra del tipo IEC 60309 bajo piso técnico o en bandeja aérea.
- Los equipos IT o la PDU (Power Distribution Unit) que los alimentan conectan sus fichas macho en lo tomas del ítem anterior.
- Se evita el uso de interruptores diferenciales (indispensables en una instalación hogareña), pero optativos (bajo ciertas normas de diseño en un Datacenter)
- Se evita interruptores diferenciales porque pueden abrirse imprevisiblemente por las corrientes de fuga a tierra típicas de los equipos de IT.

# Dispositivos de protección automática

- Interruptores termomagnéticos: protegen la instalación (no a las personas, salvo situación muy especial).
- Interruptor diferencial (no recomendados para Datacenters): detecta fugas a tierra. La sumatoria en cada instante de las corrientes de fases y neutro debe ser cero. Todo lo que sale debe volver. Cualquier diferencia es una falla a tierra. Diseñados para proteger a las personas



# Interruptores termomagnéticos

- Protección térmica detecta sobrecargas
- Sobrecarga: hay un consumo que supera lo que soportan los cables en forma continua. Ejemplo: consumo de 25 amperes en cables diseñados para 20 amperes. Puede tener demoras de actuación de segundos o minutos.
- Protección magnética: detecta cortocircuitos. Son corrientes que pueden llegar a miles de amperes. Debe abrirse el circuito inmediatamente

# Curvas de disparo básico de un interruptor termomagnético

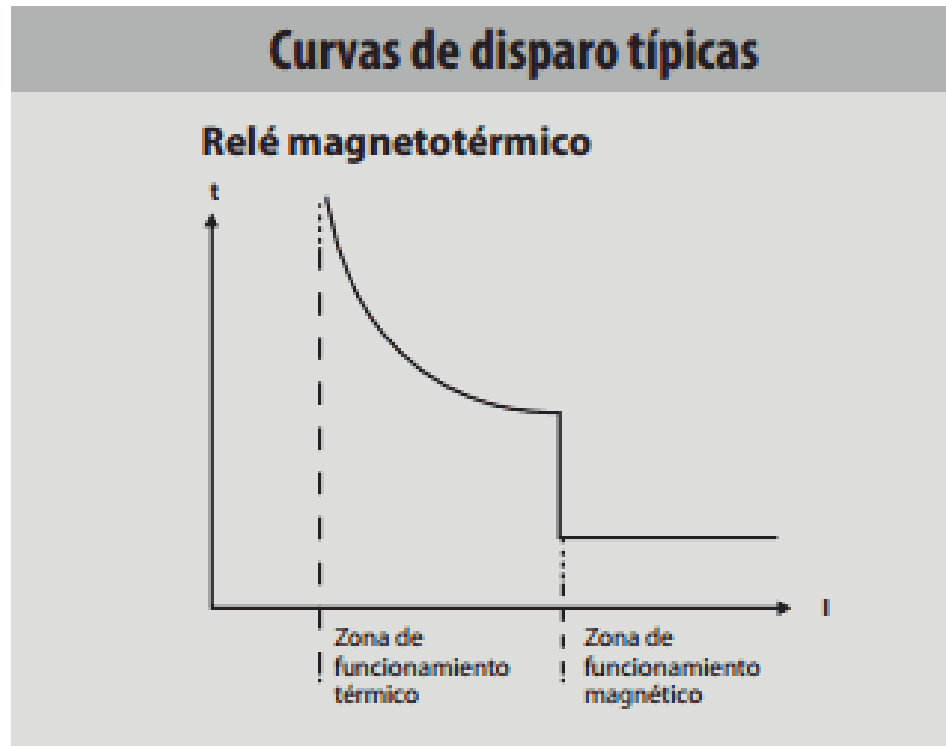
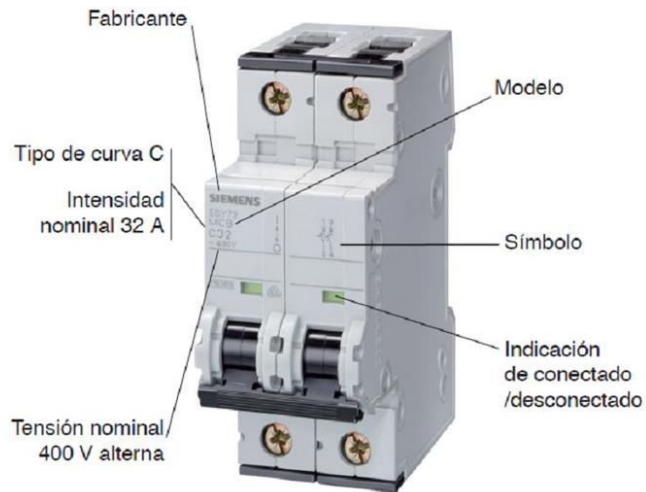


Figura 1. Curvas de disparo típicas para un relé magnetotérmico.

# PIA: pequeño interruptor automático

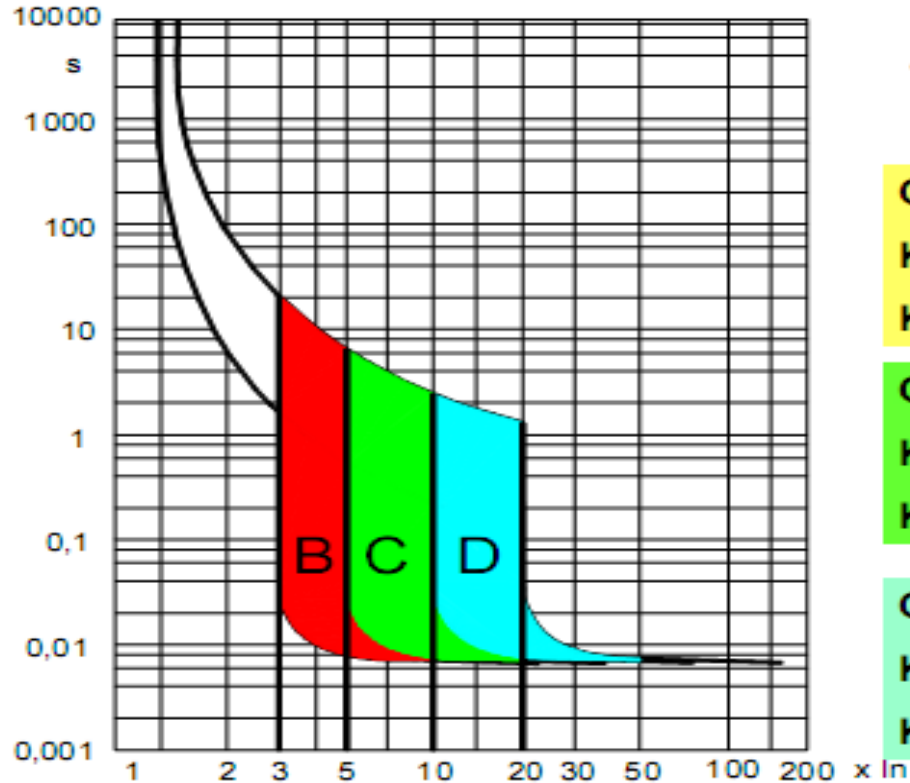


Bipolar: arriba a la izquierda  
Tripolar abajo a la derecha  
Tetrapolar: arriba a la derecha



# Curvas de disparo de PIAs

- Para equipos IT se usa la curva C



PIA (Interruptor  
Termomagnético  
IEC 60898)

**CURVA B**

$K3 > 3$

$K4 \leq 5$

**CURVA C**

$K3 > 5$

$K4 \leq 10$

**CURVA D**

$K3 > 10$

$K4 \leq 20$

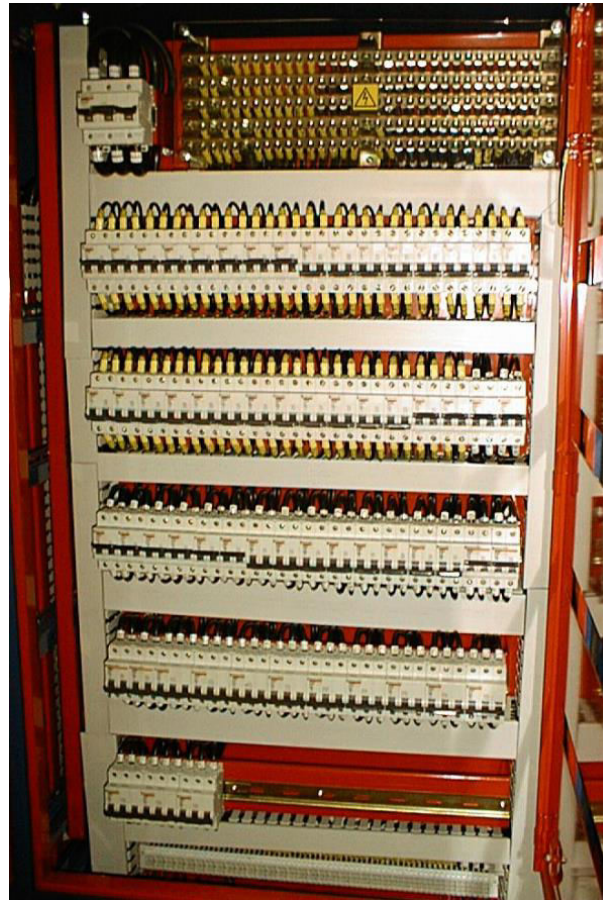
# Interruptores termomagnéticos de caja moldeada



Admiten diferentes unidades de desconexión con diferentes curvas de disparo con diferentes parámetros configurables.

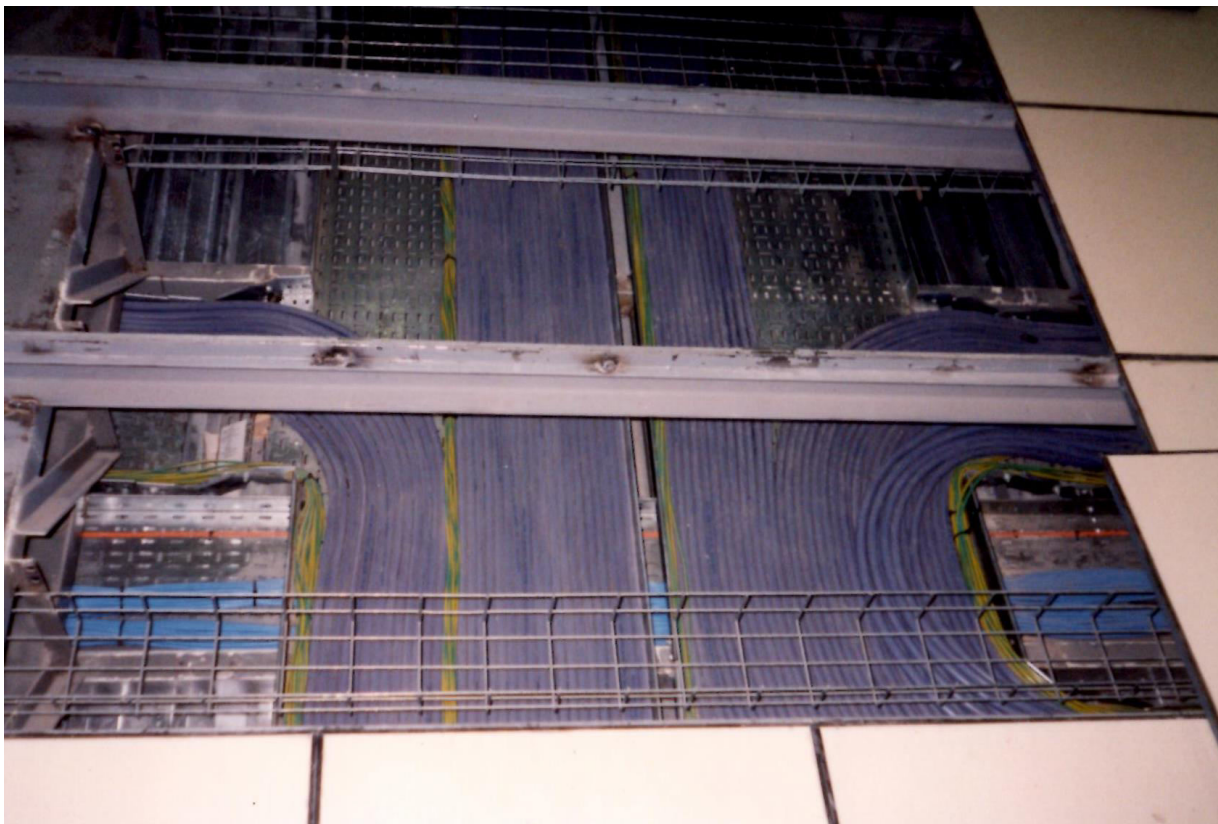
Permiten implementar selectividad

# Tablero de distribución



# Tendido bajo piso técnico de cable Iram 2178 (Sintenax)

- Desde interruptores en tablero de distribución hasta tomas hembras IEC 60309 en cercanías de cada rack





# Circuito para energización extremo rack

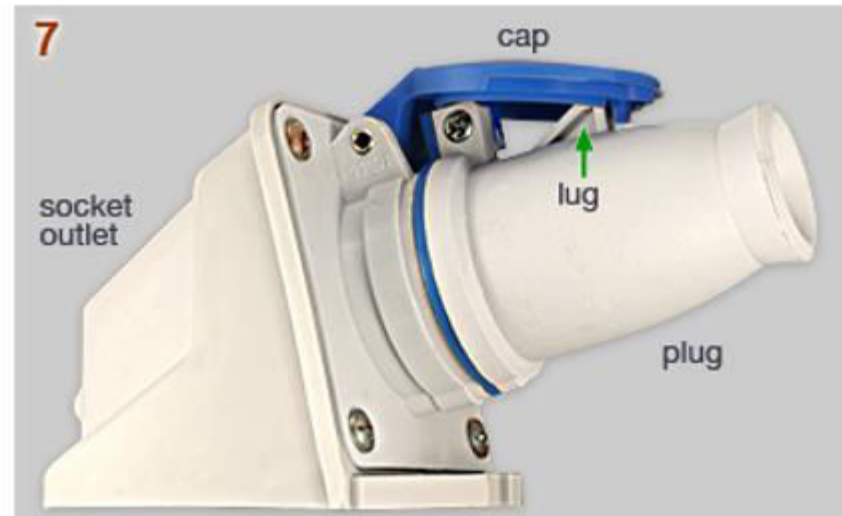
En la foto el circuito está subido por encima del piso técnico





# Conectores monofásicos IEC 60309

- Nomenclatura: 2P + T. Corrientes 16/20, 32, 63 A. Este último no recomendable por desbalancear demasiado los tableros

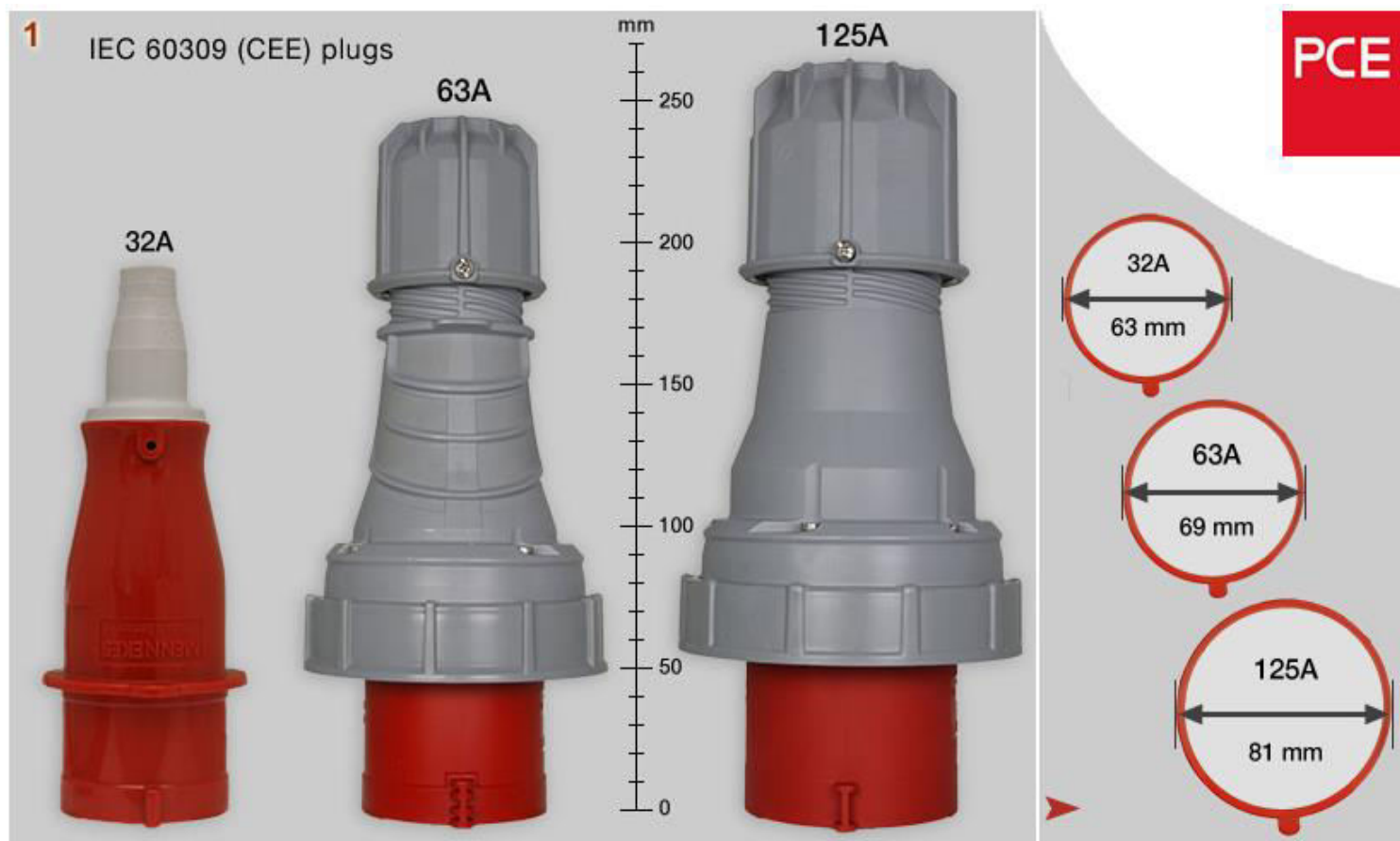


# Conectores trifásicos con neutro norma IEC 60309

- Nomenclatura: 3P+N+T. Corrientes 16/20, 32, 63 A. Este último no recomendable por desbalancear demasiado los tableros



# Conectores trifásicos norma IEC 60309



# Conectores trifásicos sin neutro norma IEC 60309

- Nomenclatura: 3P+T Corrientes 16/20, 32, 63 A. Este último no recomendable por desbalancear demasiado los tableros.



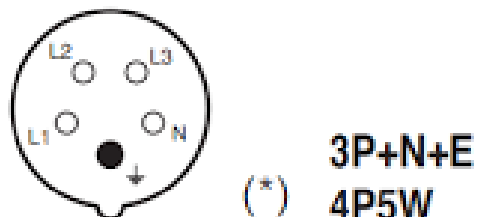
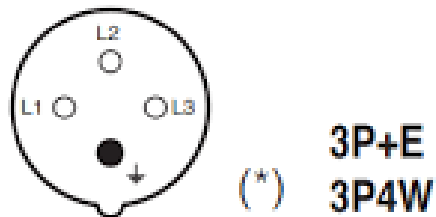
# Tensiones soportadas por conectores IEC 60309

- Las tensiones que soporta cada conector se identifica por su color.
- En Datacenters se usan los azules (cargas monofásicas) y rojos (cargas trifásicas)

Características	Color
20 V – 25 V	Púrpura
40 V – 50 V	Blanco
100 V – 130 V	Amarillo
200 V – 250 V	Azul
380 V – 480 V	Rojo
500 V – 690 V	Negro
> 60 Hz – 500 Hz	Verde
Ninguno de los de arriba	Gris

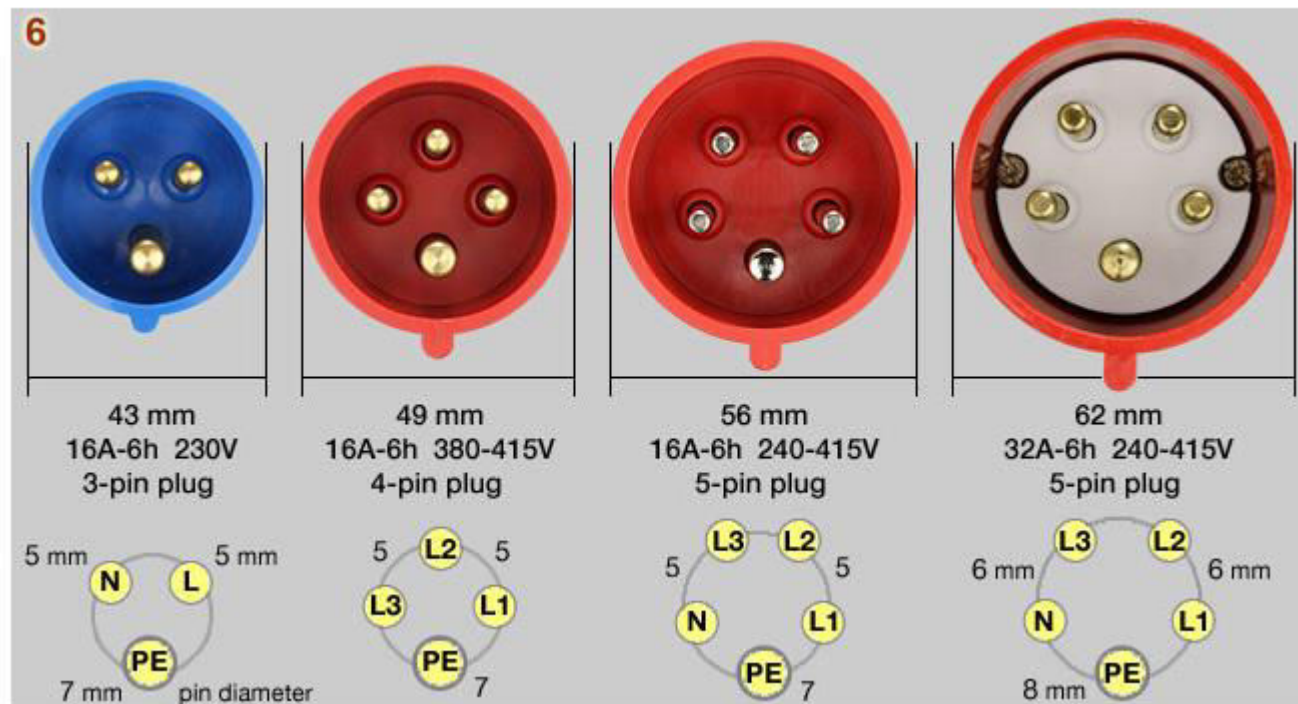
# Polaridad de conectores IEC 60309

- Ubicación de cada fase, neutro y tierra en tomas hembra.



# Polaridad de conectores IEC 60309

- Ubicación de cada fase, neutro y tierra en fichas macho.



# Conectores IEC 60320 C13, C14, C19 y C20

- C13 (10 amperes):



- C14 (10 amperes):

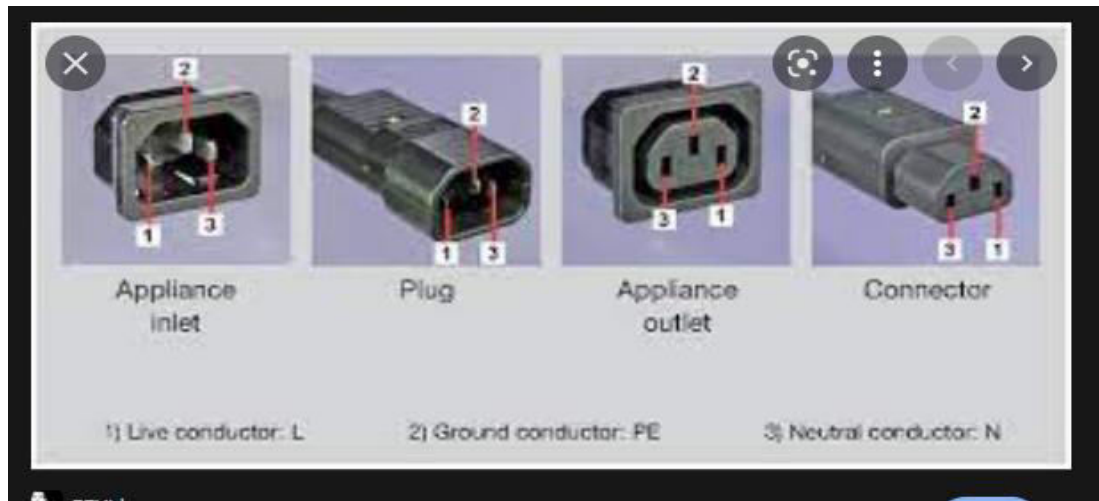


C19 C20 (16/20 amperes)





# Polaridad de IEC 60329 C13/C14, C19/C20




# PDU (Power Distribution Unit)

Se instalan dentro de los racks. Permiten energizar equipos de IT interiores del rack.

En la foto con salidas norma IEC 60320, conectores C13 (10 amperes)



 Clic para alejar

# PDU (Power Distribution Unit)

Se instalan dentro de los racks. Permiten energizar equipos de IT interiores del rack.

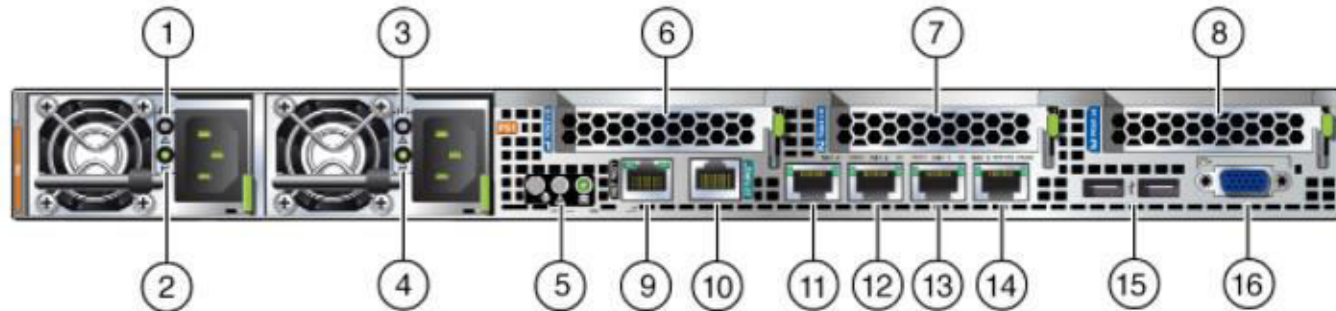
En la foto con salidas norma IEC 60320, conectores C19 (16/20 amperes) y C13



# Fuentes de un equipo IT

En la foto se observa un equipo IT con dos fuentes de alimentación con entrada C14.

Se conectan a salidas C13 de la PDU.

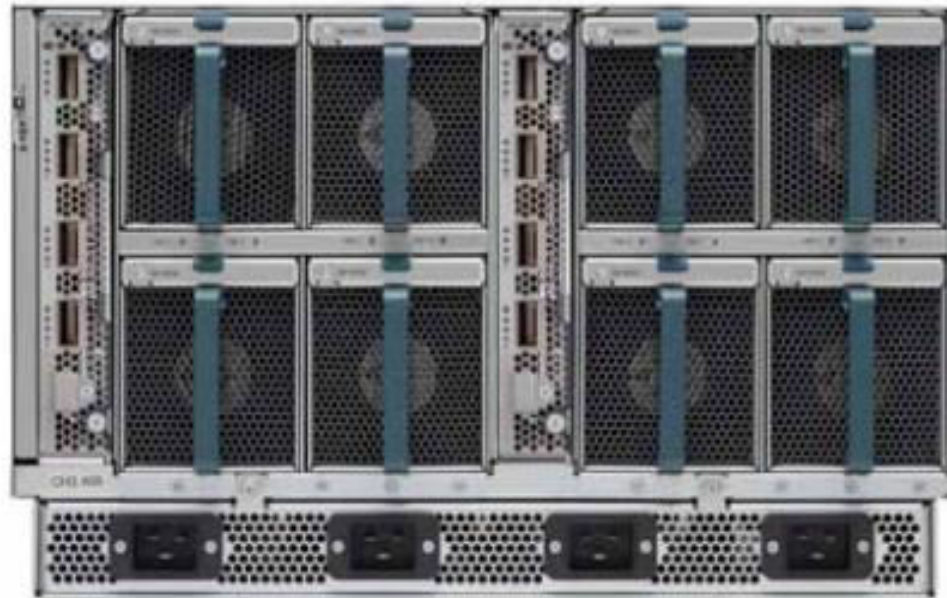


# Fuentes de un equipo IT

En la foto se observa un equipo IT con dos fuentes de alimentación con entrada C20.

Se conectan a salidas C19 de la PDU.

Figure 2 Cisco UCS 5108 Blade Server Chassis with Fabric Extenders (rear view)



# Cable C19-C20

En la foto se observa un cable que permite conectar un servidor con fuentes con entrada equipo IT con dos fuentes de alimentación con entrada C20 salidas C19 de una PD

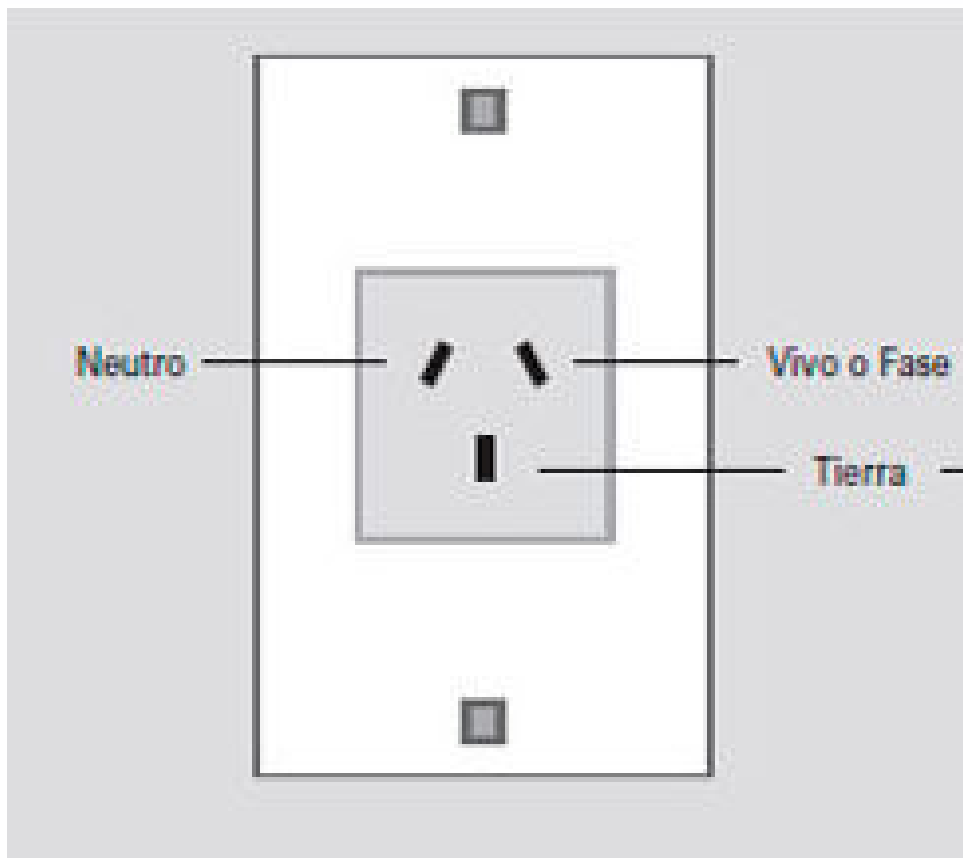


# Distribución de energía dentro de rack: Canales de tensión (fabricación local)

- Se recomienda los de montaje horizontal. Constan de tomas hembra IRAM 2071 10 amperes

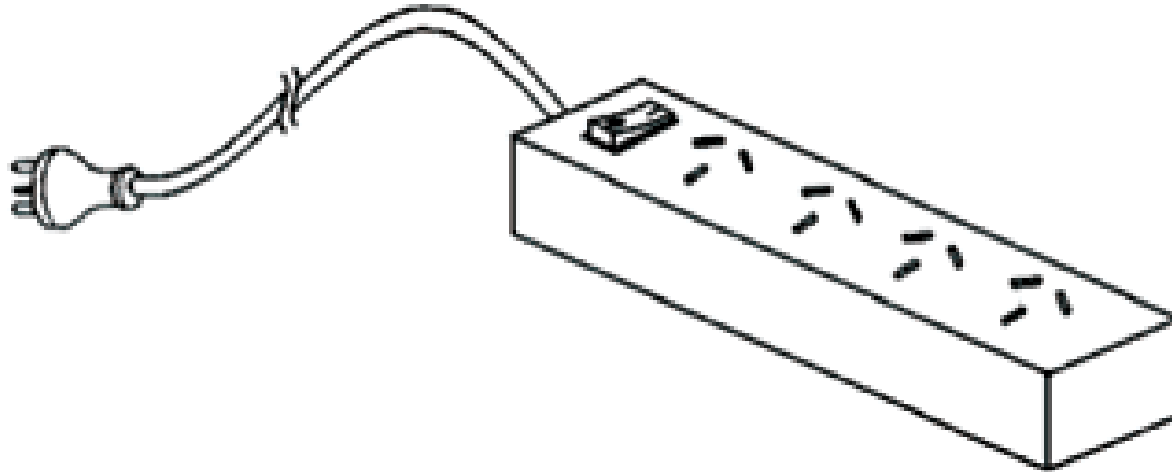


# Polaridad de toma hembra IRAM 2071





# Distribución de energía dentro de rack: Zapatilla (NO USAR)



# Alimentación de equipos IT sin PDUs

- En foto la se ve un cable que permite abastecer con energía un equipo IT directamente desde los circuitos que vienen desde los tableros.
- Sólo para casos que no demanden muchos circuitos hasta cada rack.
- Las PDUs son más prácticas. Se pueden alimentar muchos equipos de IT con pocos circuitos.



# Comparación práctica de compartamiento termico de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes) e IEC60309 20 A. Instalación para la prueba.



# Comparación práctica de compartamiento termico de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes) e IEC60309 20 A. Instalación para la prueba.



# Comparación práctica de comportamiento térmico de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes) e IEC60309 20 A. Instalación para la prueba.



# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes)



# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes)





# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes)





# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IEC60309 20 A.



# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IEC60309 20 A.



# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IEC60309 20 A.



# Clase 4 parte 3

Decibeles

# Decibel

- Decibel es una unidad logarítmica de COMPARACION de 2 valores de alguna magnitud física, típicamente potencia.

Definición:

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

Donde P1 y P2 son las dos potencias que queremos comparar.

- Si hiciéramos P1/P2 estaríamos comparando cuantas veces es P1 mayor que P2. En un amplificador o atenuador esta relación sería la ganancia en veces. En el caso del atenuador la relación sería menor a 1.

# Bel

- Esta misma relación puede ser expresada en Bel (relación no usada por dar resultados demasiados pequeños)
- $\text{Bel} = \log(P1/P2)$ ;      log en base 10

La que se usa habitualmente es el decibel.

Tanto en Bel como en decibel se usa base 10

## Definición de logaritmo

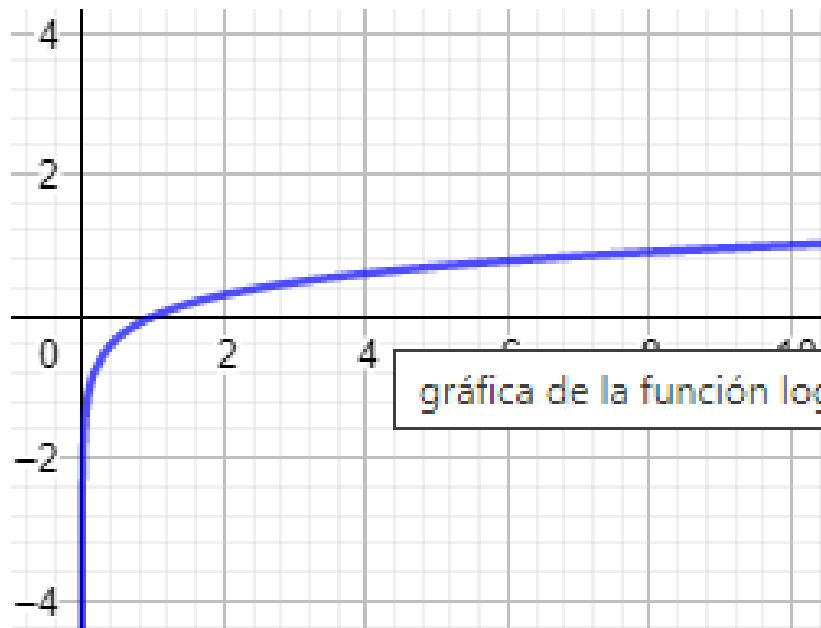
$$\log_b n = x \quad \Leftrightarrow \quad b^x = n$$

Ejemplo

$$\log_{10} 1000 = 3 \quad \Leftrightarrow \quad 10^3 = 1000$$

# Gráfico de función logaritmo

$$f(x) = \log_{10}(x)$$



gráfica de la función logaritmo decimal:  $f(x) = \log_{(10)}(x)$



# Gráfico de función logaritmo

Observar en el gráfico que:

- $\log 1=0$ . Esto es válido para cualquier base.
- Log de valores entre cero y uno son negativos
- No existen los logaritmos de números negativos.
- Los logaritmos crecen con mucha menos velocidad que sus argumentos.

## Definición de logaritmo, ejemplos:

Recordad que el logaritmo decimal de una potencia de 10 con exponente negativo tiene resultado negativo. Por ejemplo,

$$\log_{10}(10^{-1}) = -1$$

$$\log_{10}(10^{-2}) = -2$$

$$\log_{10}(10^{-3}) = -3$$

Estos números tienen en común que son números que están entre 0 y 1:

$$10^{-1} = 0.1$$

$$10^{-2} = 0.01$$

$$10^{-3} = 0.001$$

$$10^{-1.5} \approx 0.032$$

Los logaritmos (en cualquier base  $b > 1$ ) tienen resultado negativo cuando su argumento es un número entre 0 y 1.

Sabemos que la potencia con exponente 0 de cualquier número  $b$  es 1:

$$b^0 = 1$$

Por tanto, el logaritmo de 1 siempre es 0:

$$\log_b(1) = \log_b(b^0) = 0$$

# Propiedades Logaritmos

- El logaritmo de un producto es igual a la suma de los logaritmos de los factores.

$$\log_b(xy) = \log_b(x) + \log_b(y)$$

- El logaritmo de un cociente es igual al logaritmo del numerador menos el logaritmo del denominador.

$$\log_b\left(\frac{x}{y}\right) = \log_b(x) - \log_b(y)$$

- El logaritmo de una potencia es igual al producto entre el exponente y el logaritmo de la base de la potencia.

$$\log_b(x^y) = y \log_b(x)$$

- El logaritmo de una raíz es igual al producto entre la inversa del índice y el logaritmo del radicando.

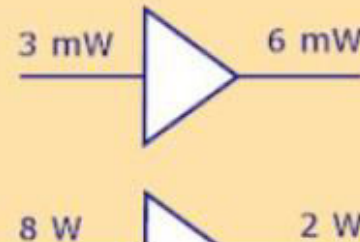
$$\log_b(\sqrt[y]{x}) = \frac{\log_b(x)}{y}$$

En realidad la tercera y cuarta identidad son equivalentes, sin más que hacer:

$$\sqrt[y]{x} = x^{\frac{1}{y}}$$

# Aplicación de decibeles amplificadores y atenuadores

Los siguientes circuitos tienen una potencia de entrada y otra de salida. Calcula las ganancias de cada uno.



¿Qué es la Ganancia en un señal eléctrica Ganancia de Potencia + Tensión + Corriente en Señal  
Ejercicios Resueltos

Figura 2.17.

**Solución:**

$$G(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \log \frac{6}{3} = \mathbf{3 \text{ dB}}$$

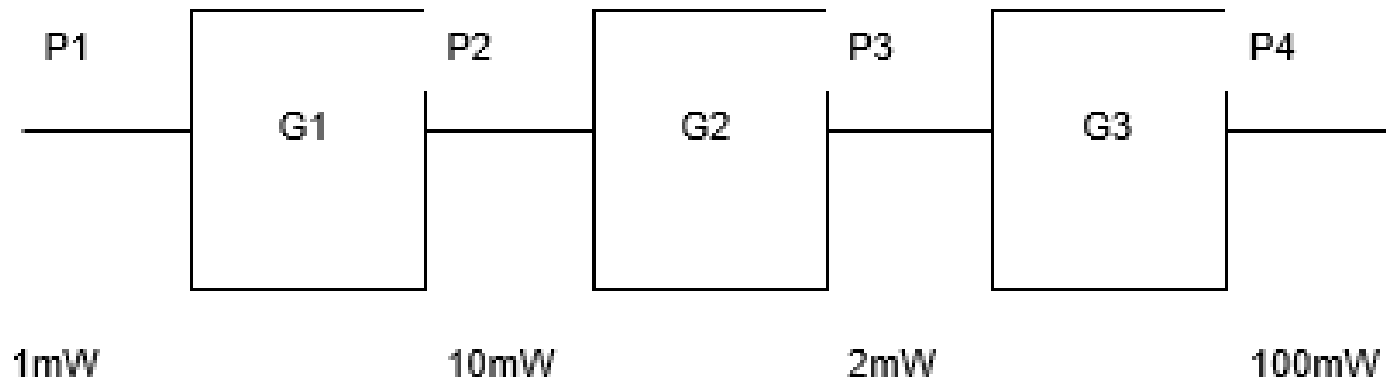
$$G(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \log \frac{2}{8} = \mathbf{-12 \text{ dB}}$$

# Aplicación de decibeles amplificadores y atenuadores

- Primer caso: amplificador con ganancia en veces 2
- Segundo caso: atenuador con ganancia en veces 0,25
- El primer resultado es para recordar: un incremento de 3db corresponde con una duplicación de la ganancia en veces.
- Similarmente, una caída de de la ganancia en veces a la mitad, representa una caída de -3db.

# Ejemplo con cadena de etapas

- Una de la ventajas de los db es que convierten multiplicaciones en sumas.



## Ejemplo con cadena de etapas

- $G_{total}$  calculada en base a veces.
- $G_1 = 10\text{mW}/1\text{mW} = 10$
- $G_2 = 2\text{mW}/10\text{mW} = 0,2$
- $G_3 = 100\text{mW}/2\text{mW} = 50$
  
- $G_{total} = G_1 * G_2 * G_3 = 10 * 0,2 * 50 = 100$  veces
- $G_{total}$  en db =  $10\log G_{total} = 10\log 100 = 20\text{db}$
- **$G_{total}$  en db =  $10\log(P_4/P_1) = 10\log(100\text{mW}/1\text{mW}) = 20\text{db}$**
- 
- $G_{total}$  en db calculado como suma de ganancias de etapas:
- $G_1$  en db =  $10\log(P_2/P_1) = 10\log(10\text{mW}/1\text{mW}) = 10$  db
- $G_2$  en db =  $10\log(P_3/P_2) = 10\log(2\text{mW}/10\text{mW}) = -7$  db
- $G_3$  en db =  $10\log(P_4/P_3) = 10\log(100\text{mW}/2\text{mW}) = 17$  db
- **$G_{total} = G_1$  en db +  $G_2$  en db +  $G_3$  en db =  $10\text{db} - 7\text{db} + 17\text{db} = 20\text{db}$**

# Pasando db a veces

$$G \text{ en db} = 10 \log(G \text{ en veces})$$

$$G \text{ en db} / 10 = \log(G \text{ en veces})$$

Por definición de logaritmo:

$$G_{\text{en veces}} := 10^{\left( \frac{G_{\text{en db}}}{10} \right)}$$



# Pasando db a veces. Ejemplos.

## Ejemplo 1

$$G_{en\ veces} := 10^{\left(\frac{3}{10}\right)}$$

$$G_{en\ veces} = 1.995$$

$$G_{en\ db} = -3\text{db}$$

Ganancia de +3db implica duplicación de potencia

## Ejemplo 2

$$G_{en\ veces} := 10^{\left(\frac{-3}{10}\right)}$$

$$G_{en\ veces} = 0.501$$

$$G_{en\ db} = -3\text{db}$$

Ganancia de -3db implica caída de potencia a la mitad

# dbW

- Se sigue manteniendo el concepto inicial. El decibel siempre compara dos valores, en el caso de dbW el segundo es 1Watt y se lo toma como un valor tácito.
- $dbW = 10 \log(P/1W)$
- Ejemplo:
- $100W = 20dbW$

# dbm

dbW no es muy usado. El que es muy utilizado es el dbm donde el segundo valor es 1mW.

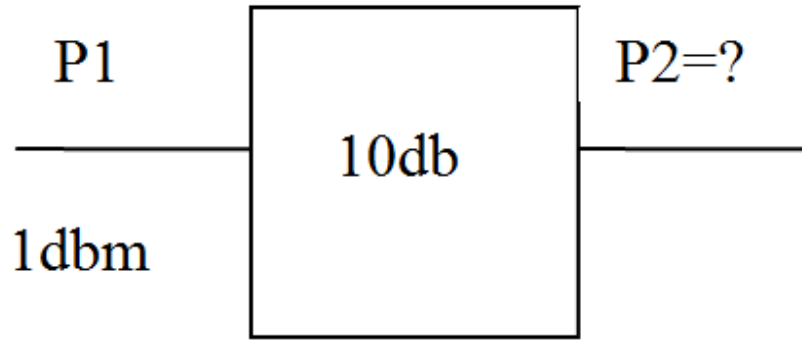
$$\text{dbm} = 10 \log(P/1\text{mW})$$

Ejemplo:

$$1\text{W} = 30\text{dbm}$$

# Mezclando dbm con db en casos ejemplo

Amplificador



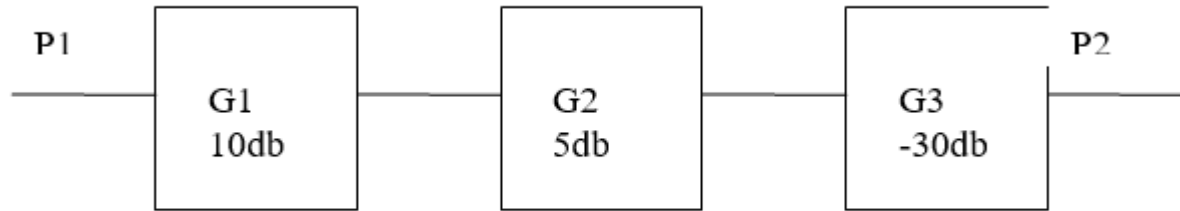
$$P2\_dbm = 10 \log(P2/1mW) = 10 \log((P1/1mW) * (P2/P1))$$

$$P2\_dbm = 10 \log((P1/1mW)) + 10 \log(P2/P1)$$

$$P2\_dbm = P1\_dbm + \text{Ganancia\_amplificador\_en\_db}$$

$$P2 = 1 \text{ dbm} + 10 \text{ db} = 11 \text{ dbm}$$

## Mezclando dbm con db en casos ejemplo



Si  $P1=1\text{dbm}$ , entonces:

$$P2=1\text{dbm}+10\text{db}+5\text{db}-30\text{db}=-14\text{dbm}$$

# Ejercicios

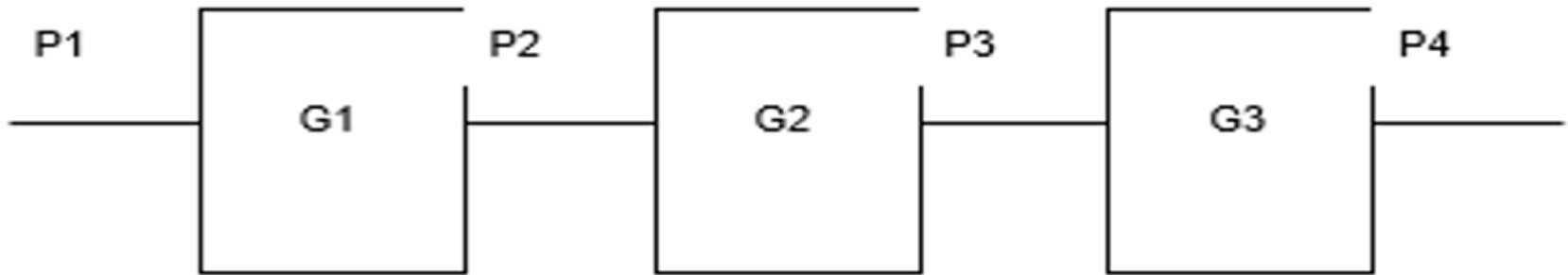
- 1. Pasajes (si alguna carece de sentido, justificar)
  - a. 10W a mW
  - b. 250mW a dbm
  - c. 250mW a dbW
  - d. 250mW a db
  - e. 25db a W
  - f. 30dbm a mW
  - g. 30dbm a dbW
  - h. 30dbW db

# Ejercicios

- 2. ¿En cuántos db se incrementa una potencia expresada en dbm al duplicarse su valor en veces.
- 3. ¿En cuántos db se incrementa una potencia expresada en dbW al duplicarse su valor en veces.
- 4. ¿En cuántos db disminuye una potencia expresada en dbm al bajarse su valor a la mitad en veces.
- 5. ¿En cuántos db disminuye una potencia expresada en dbW al bajarse su valor a la mitad en veces.

# Ejercicios

6. Calcular incógnita en W, dbm y dbW.

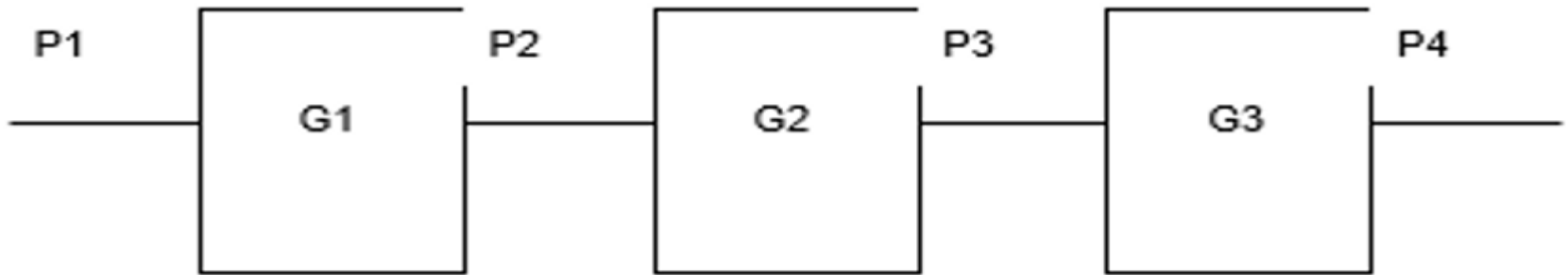


- Donde:  $P1=15\text{mW}$ ;  $G1=3\text{db}$ ;  $G2=10$  veces;  $G3=0\text{db}$ .
- $P4=?$



# Ejercicios

7. Calcular incógnita en W, dbm y dbW.



- Donde:  $G1=5\text{db}$ ;  $G2=1$  en veces;  $G3=\text{atenúa } 8$  veces;  $P4=10\text{W}$
- $P1=?$

# Clase 4 parte 2

Alimentación eléctrica de equipos IT en racks.

# Alimentación eléctrica de racks

- Cada rack es alimentado por varios circuitos eléctricos.
- Un circuito eléctrico consta de un interruptor de protección automático del tipo termomagnético PIA en un tablero de distribución (uno por circuito), un cable Iram 2178 (conocidos como tipo Sintenax) desde tablero hasta un toma eléctrico hembra del tipo IEC 60309 bajo piso técnico o en bandeja aérea.
- Los equipos IT o la PDU (Power Distribution Unit) que los alimentan conectan sus fichas macho en lo tomas del ítem anterior.
- Se evita el uso de interruptores diferenciales (indispensables en una instalación hogareña), pero optativos (bajo ciertas normas de diseño en un Datacenter)
- Se evita interruptores diferenciales porque pueden abrirse imprevisiblemente por las corrientes de fuga a tierra típicas de los equipos de IT.

# Dispositivos de protección automática

- Interruptores termomagnéticos: protegen la instalación (no a las personas, salvo situación muy especial).
- Interruptor diferencial (no recomendados para Datacenters): detecta fugas a tierra. La sumatoria en cada instante de las corrientes de fases y neutro debe ser cero. Todo lo que sale debe volver. Cualquier diferencia es una falla a tierra. Diseñados para proteger a las personas

# Interruptores termomagnéticos

- Protección térmica detecta sobrecargas
- Sobrecarga: hay un consumo que supera lo que soportan los cables en forma continua. Ejemplo: consumo de 25 amperes en cables diseñados para 20 amperes. Puede tener demoras de actuación de segundos o minutos.
- Protección magnética: detecta cortocircuitos. Son corrientes que pueden llegar a miles de amperes. Debe abrirse el circuito inmediatamente

# Curvas de disparo básico de un interruptor termomagnético

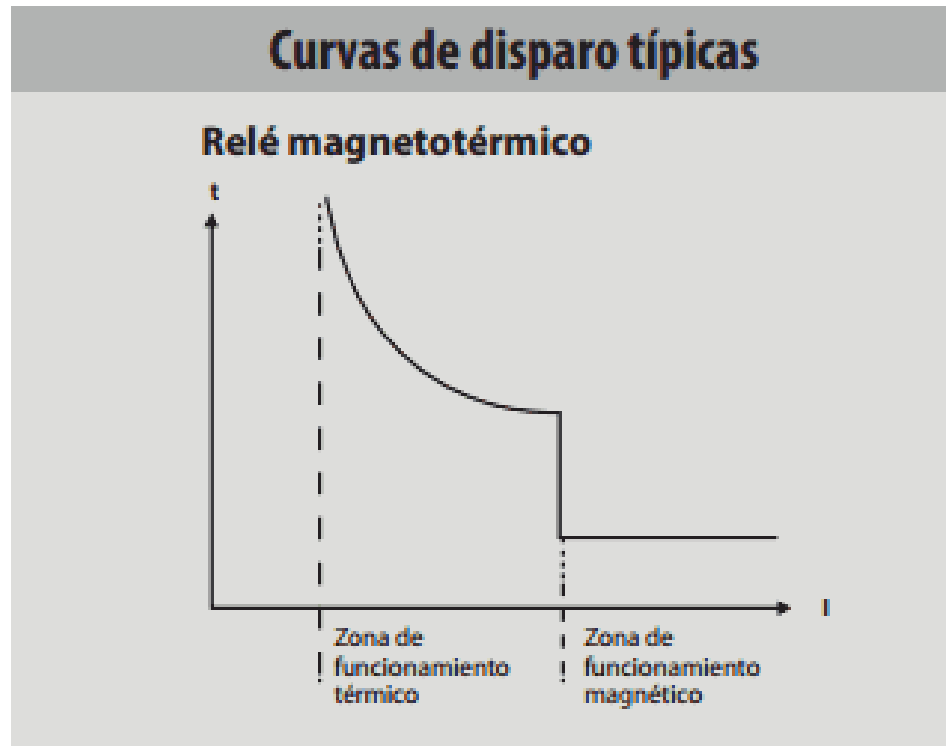
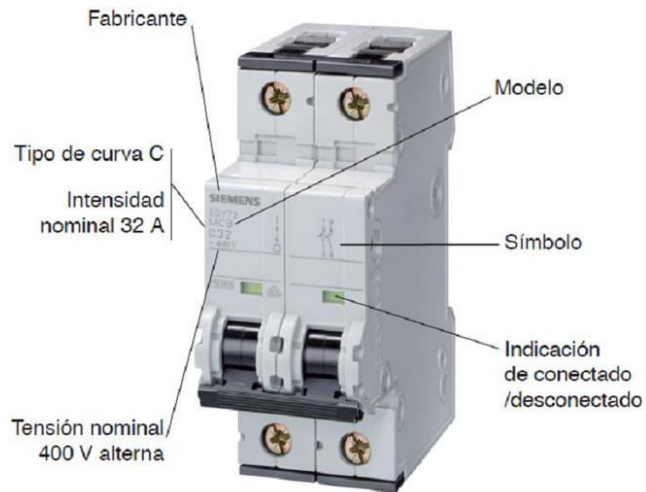


Figura 1. Curvas de disparo típicas para un relé magnetotérmico.

# PIA: pequeño interruptor automático

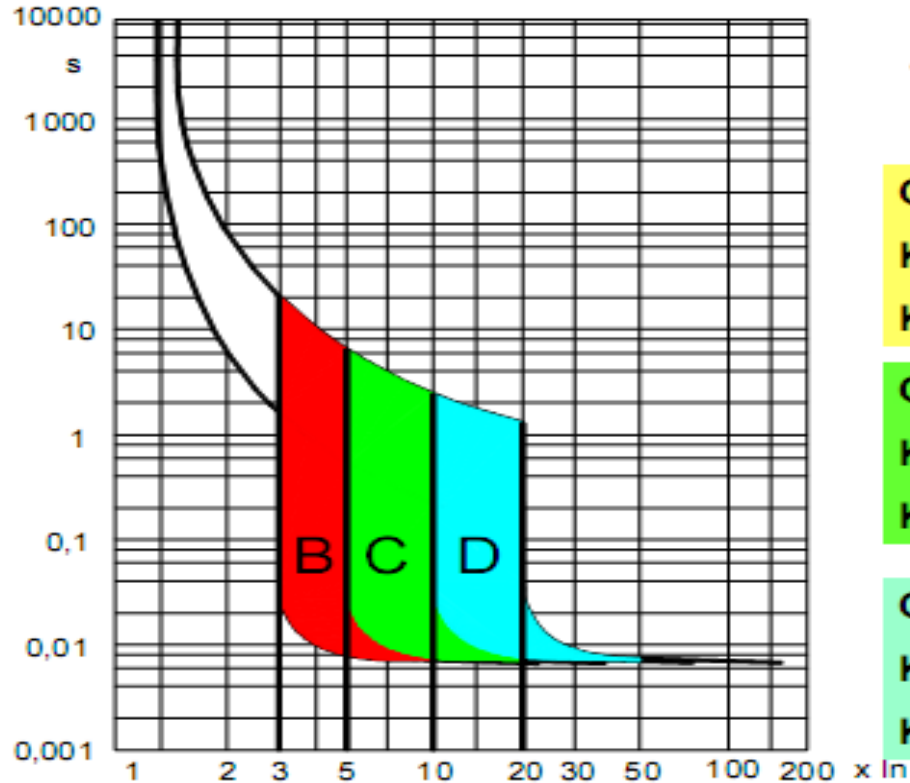


Bipolar: arriba a la izquierda  
Tripolar abajo a la derecha  
Tetrapolar: arriba a la derecha



# Curvas de disparo de PIAs

- Para equipos IT se usa la curva C



PIA (Interruptor Termomagnético IEC 60898)

**CURVA B**

$K3 > 3$

$K4 \leq 5$

**CURVA C**

$K3 > 5$

$K4 \leq 10$

**CURVA D**

$K3 > 10$

$K4 \leq 20$



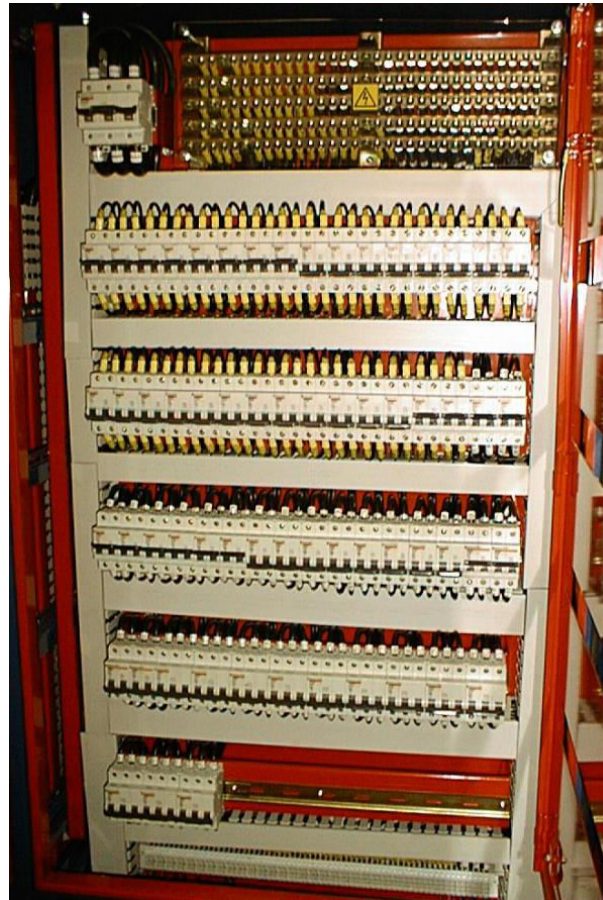
# Interruptores termomagnéticos de caja moldeada



Admiten diferentes unidades de desconexión con diferentes curvas de disparo con diferentes parámetros configurables.

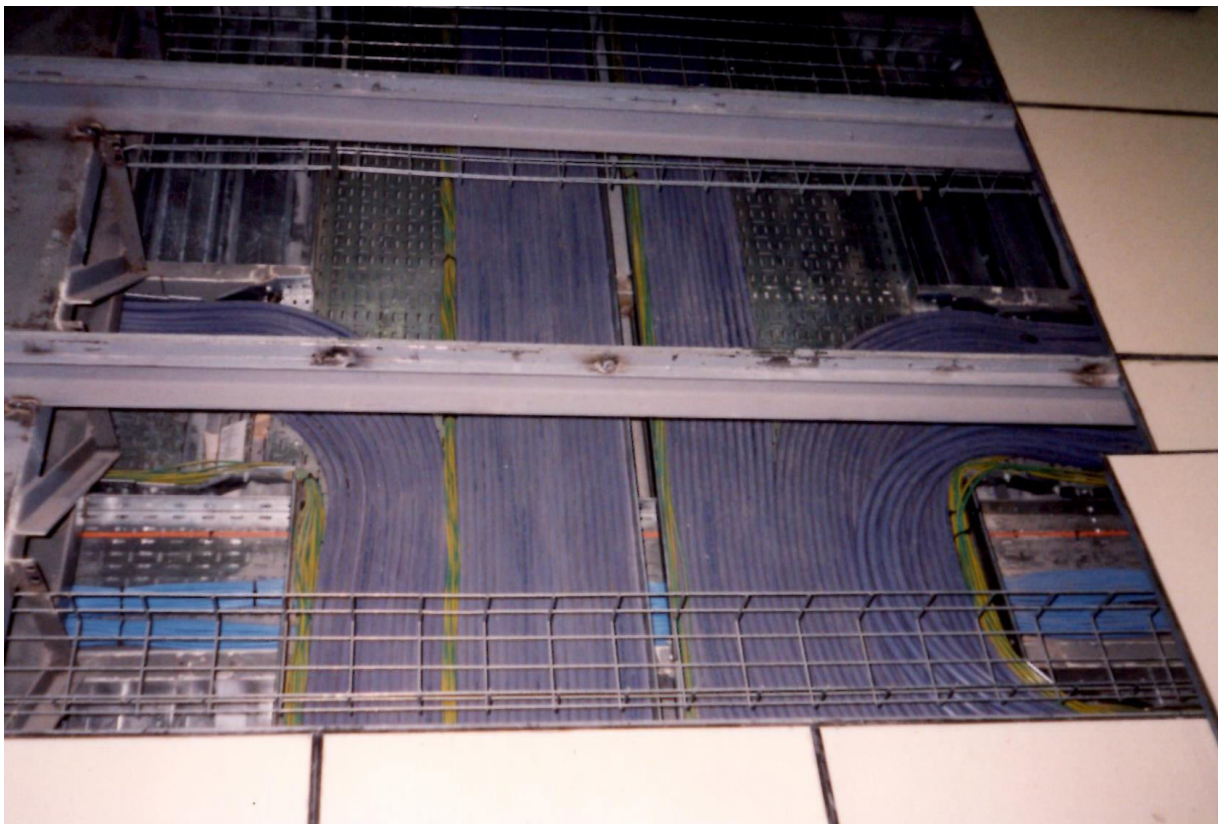
Permiten implementar selectividad

# Tablero de distribución



# Tendido bajo piso técnico de cable Iram 2178 (Sintenax)

- Desde interruptores en tablero de distribución hasta tomas hembras IEC 60309 en cercanías de cada rack



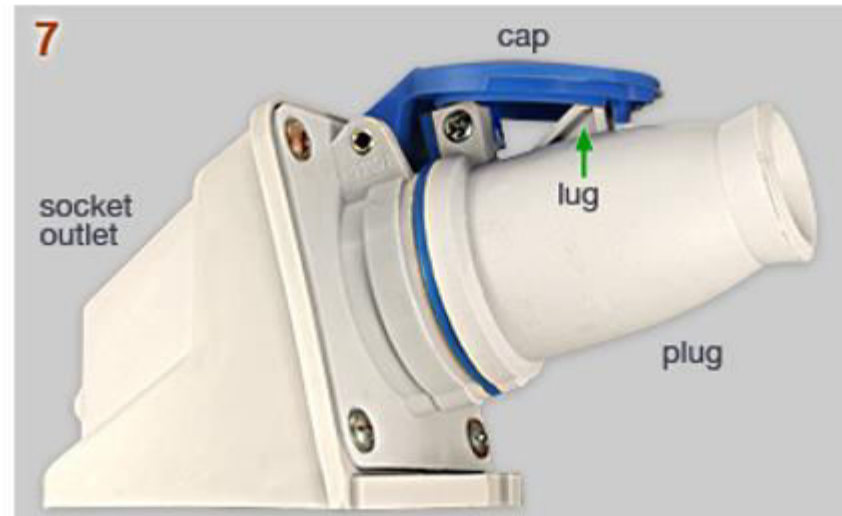
# Circuito para energización extremo rack

En la foto el circuito está subido por encima del piso técnico



## Conectores monofásicos IEC 60309

- Nomenclatura: 2P + T. Corrientes 16/20, 32, 63 A. Este último no recomendable por desbalancear demasiado los tableros



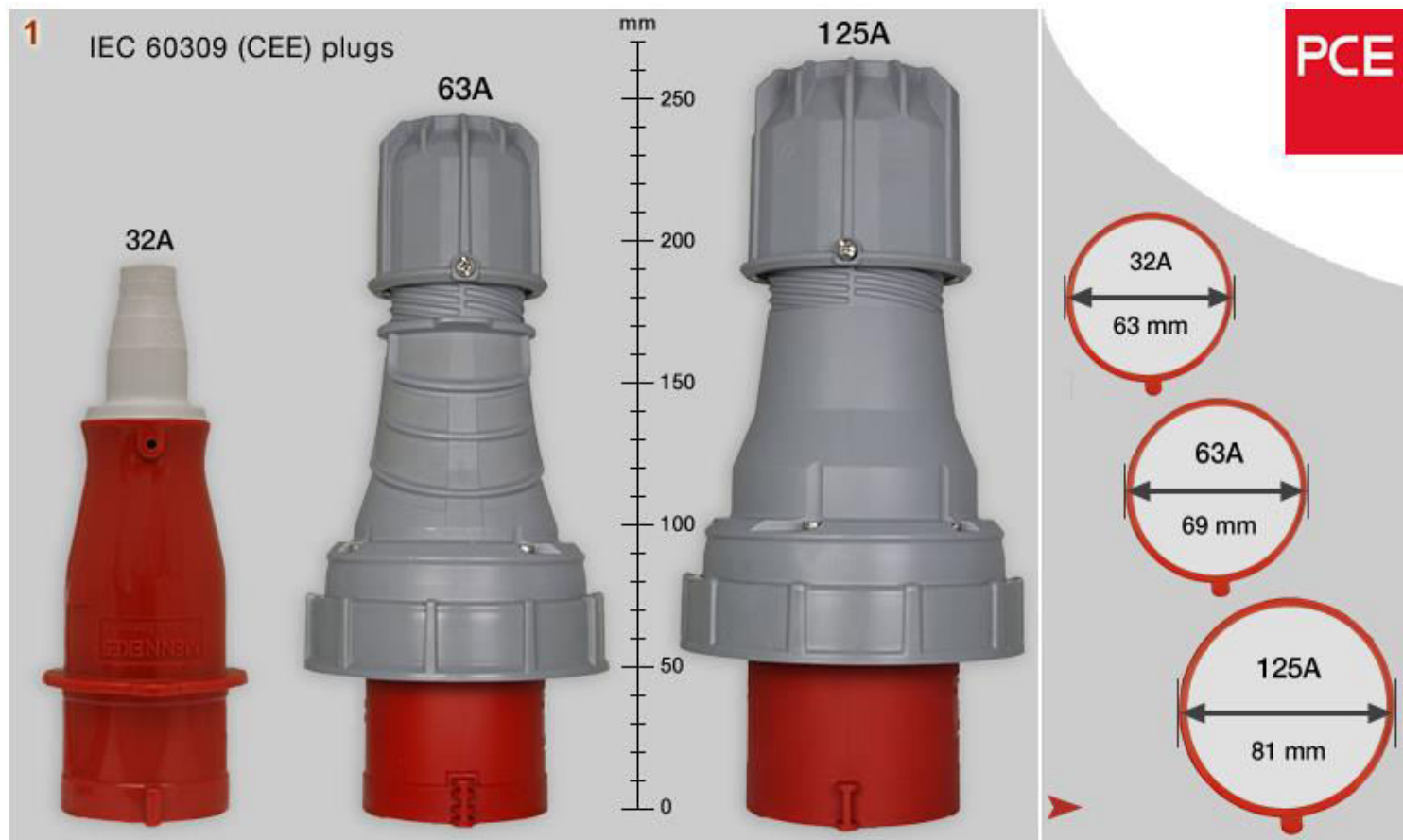


# Conectores trifásicos con neutro norma IEC 60309

- Nomenclatura: 3P+N+T. Corrientes 16/20, 32, 63 A. Este último no recomendable por desbalancear demasiado los tableros



# Conectores trifásicos norma IEC 60309



# Conectores trifásicos sin neutro norma IEC 60309

- Nomenclatura: 3P+T Corrientes 16/20, 32, 63 A. Este último no recomendable por desbalancear demasiado los tableros.





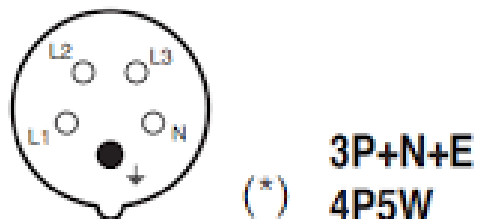
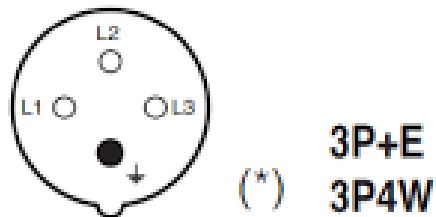
# Tensiones soportadas por conectores IEC 60309

- Las tensiones que soporta cada conector se identifica por su color.
- En Datacenters se usan los azules (cargas monofásicas) y rojos (cargas trifásicas)

Características	Color
20 V – 25 V	Púrpura
40 V – 50 V	Blanco
100 V – 130 V	Amarillo
200 V – 250 V	Azul
380 V – 480 V	Rojo
500 V – 690 V	Negro
> 60 Hz – 500 Hz	Verde
Ninguno de los de arriba	Gris

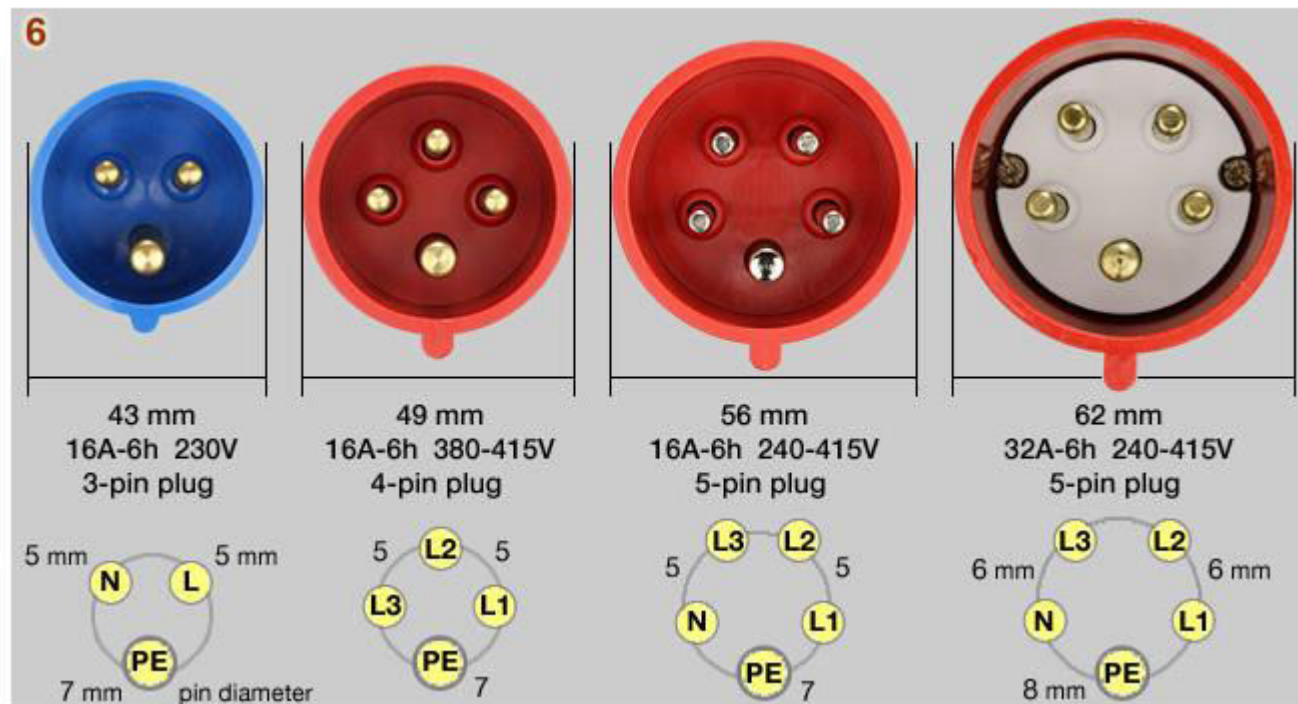
# Polaridad de conectores IEC 60309

- Ubicación de cada fase, neutro y tierra en tomas hembra.



# Polaridad de conectores IEC 60309

- Ubicación de cada fase, neutro y tierra en fichas macho.



# Conectores IEC 60320 C13, C14, C19 y C20

- C13 (10 amperes):



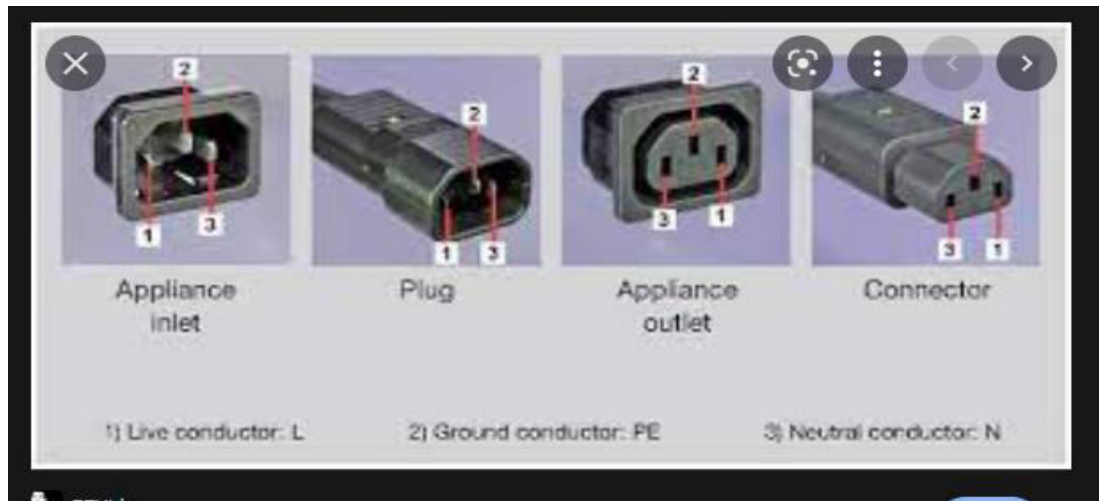
- C14 (10 amperes):



C19 C20 (16/20 amperes)



# Polaridad de IEC 60329 C13/C14, C19/C20



# PDU (Power Distribution Unit)

Se instalan dentro de los racks. Permiten energizar equipos de IT interiores del rack.

En la foto con salidas norma IEC 60320, conectores C13 (10 amperes)



 Clic para alejar

# PDU (Power Distribution Unit)

Se instalan dentro de los racks. Permiten energizar equipos de IT interiores del rack.

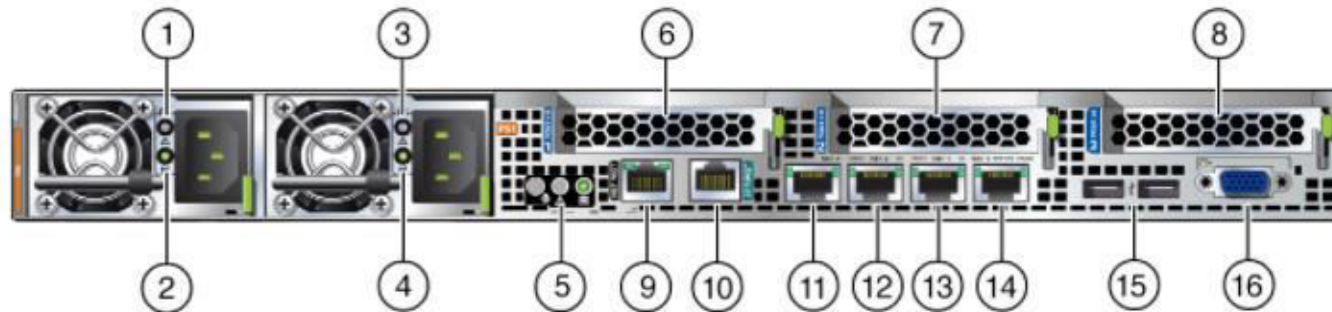
En la foto con salidas norma IEC 60320, conectores C19 (16/20 amperes) y C13



# Fuentes de un equipo IT

En la foto se observa un equipo IT con dos fuentes de alimentación con entrada C14.

Se conectan a salidas C13 de la PDU.



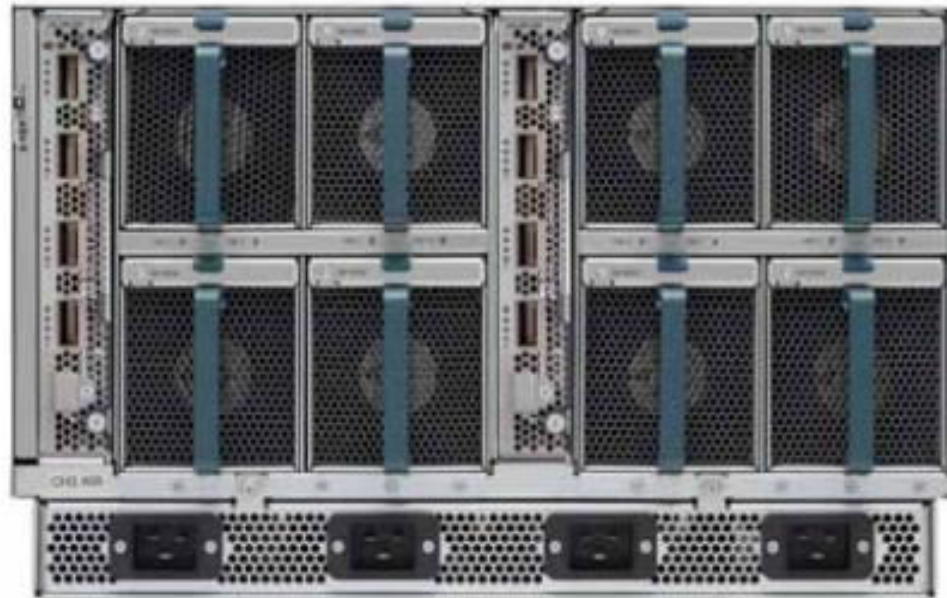


# Fuentes de un equipo IT

En la foto se observa un equipo IT con dos fuentes de alimentación con entrada C20.

Se conectan a salidas C19 de la PDU.

Figure 2 Cisco UCS 5108 Blade Server Chassis with Fabric Extenders (rear view)



## Cable C19-C20

En la foto se observa un cable que permite conectar un servidor con fuentes con entrada equipo IT con dos fuentes de alimentación con entrada C20 salidas C19 de una PD

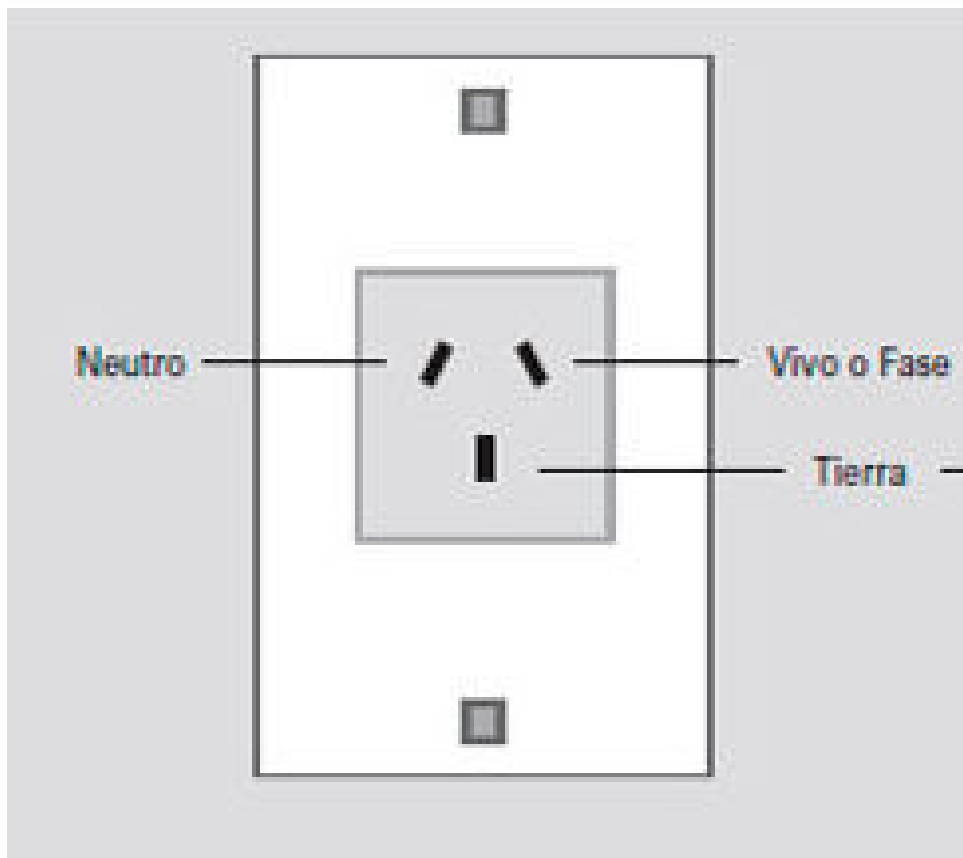


# Distribución de energía dentro de rack: Canales de tensión (fabricación local)

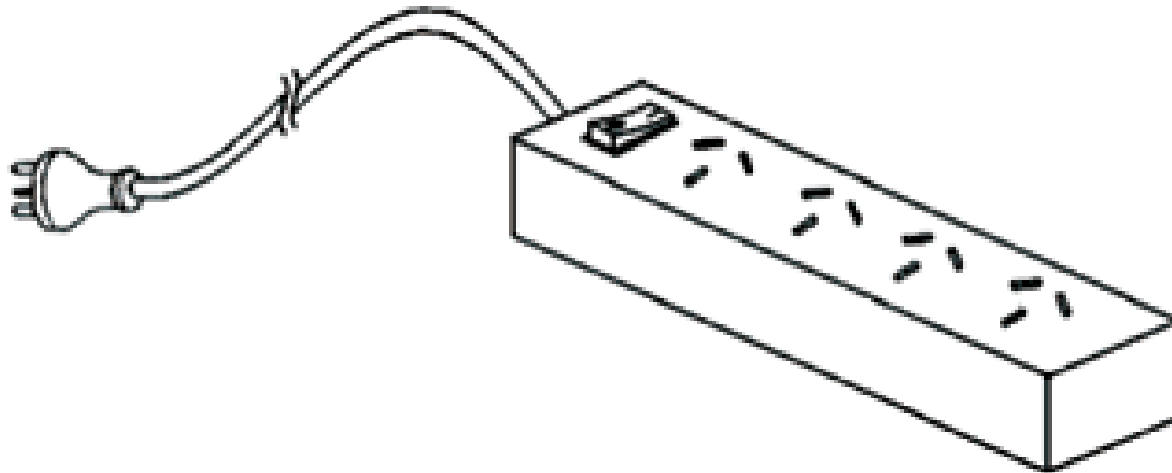
- Se recomienda los de montaje horizontal. Constan de tomas hembra IRAM 2071 10 amperes



# Polaridad de toma hembra IRAM 2071



# Distribución de energía dentro de rack: Zapatilla (NO USAR)



# Alimentación de equipos IT sin PDUs

- En foto la se ve un cable que permite abastecer con energía un equipo IT directamente desde los circuitos que vienen desde los tableros.
- Sólo para casos que no demanden muchos circuitos hasta cada rack.
- Las PDUs son más prácticas. Se pueden alimentar muchos equipos de IT con pocos circuitos.



# Comparación práctica de compartamiento termico de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes) e IEC60309 20 A. Instalación para la prueba.



# Comparación práctica de compartamiento termico de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes) e IEC60309 20 A. Instalación para la prueba.





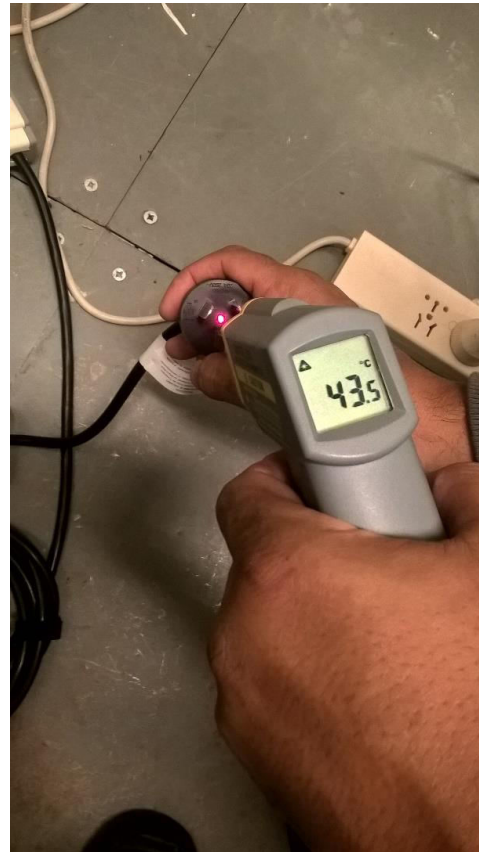
# Comparación práctica de comportamiento térmico de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes) e IEC60309 20 A. Instalación para la prueba.



# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes)



# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes)



# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IRAM 2071/2073 (20 amperes)



# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IEC60309 20 A.



# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IEC60309 20 A.





# Temperaturas de unión entre tomas/ficha IEC60309 20 A.



# Clase 4 parte 3

Decibeles



# Decibel

- Decibel es una unidad logarítmica de COMPARACION de 2 valores de alguna magnitud física, típicamente potencia.

Definición:

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

Donde P1 y P2 son las dos potencias que queremos comparar.

- Si hiciéramos P1/P2 estaríamos comparando cuantas veces es P1 mayor que P2. En un amplificador o atenuador esta relación sería la ganancia en veces. En el caso del atenuador la relación sería menor a 1.

# Bel

- Esta misma relación puede ser expresada en Bel (relación no usada por dar resultados demasiados pequeños)
- $\text{Bel} = \log(P1/P2)$ ;      log en base 10

La que se usa habitualmente es el decibel.

Tanto en Bel como en decibel se usa base 10

## Definición de logaritmo

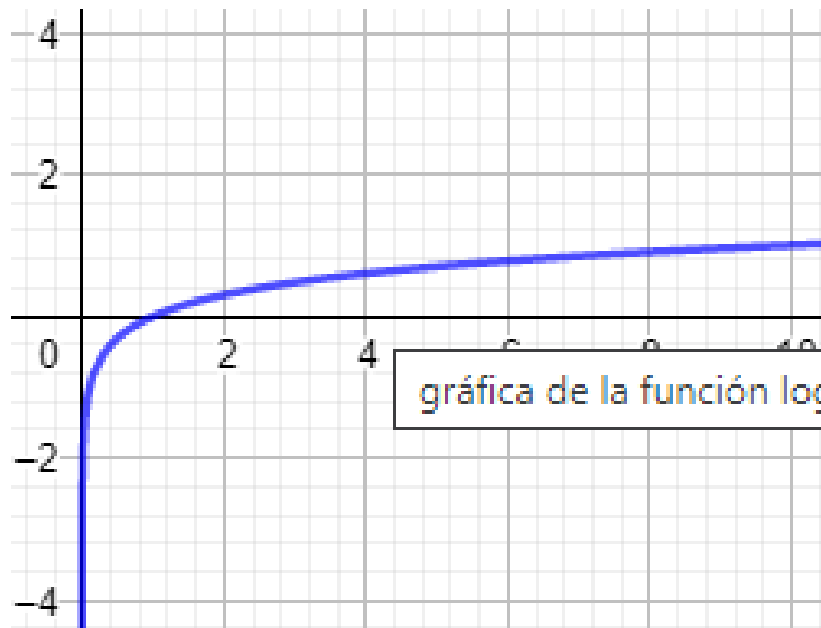
$$\log_b n = x \quad \Leftrightarrow \quad b^x = n$$

Ejemplo

$$\log_{10} 1000 = 3 \quad \Leftrightarrow \quad 10^3 = 1000$$

# Gráfico de función logaritmo

$$f(x) = \log_{10}(x)$$



gráfica de la función logaritmo decimal:  $f(x) = \log_{10}(x)$

# Gráfico de función logaritmo

Observar en el gráfico que:

- $\log 1=0$ . Esto es válido para cualquier base.
- Log de valores entre cero y uno son negativos
- No existen los logaritmos de números negativos.
- Los logaritmos crecen con mucha menos velocidad que sus argumentos.

## Definición de logaritmo, ejemplos:

Recordad que el logaritmo decimal de una potencia de 10 con exponente negativo tiene resultado negativo. Por ejemplo,

$$\log_{10}(10^{-1}) = -1$$

$$\log_{10}(10^{-2}) = -2$$

$$\log_{10}(10^{-3}) = -3$$

Estos números tienen en común que son números que están entre 0 y 1:

$$10^{-1} = 0.1$$

$$10^{-2} = 0.01$$

$$10^{-3} = 0.001$$

$$10^{-1.5} \approx 0.032$$

Los logaritmos (en cualquier base  $b > 1$ ) tienen resultado negativo cuando su argumento es un número entre 0 y 1.

Sabemos que la potencia con exponente 0 de cualquier número  $b$  es 1:

$$b^0 = 1$$

Por tanto, el logaritmo de 1 siempre es 0:

$$\log_b(1) = \log_b(b^0) = 0$$

# Propiedades Logaritmos

- El logaritmo de un producto es igual a la suma de los logaritmos de los factores.

$$\log_b(xy) = \log_b(x) + \log_b(y)$$

- El logaritmo de un cociente es igual al logaritmo del numerador menos el logaritmo del denominador.

$$\log_b\left(\frac{x}{y}\right) = \log_b(x) - \log_b(y)$$

- El logaritmo de una potencia es igual al producto entre el exponente y el logaritmo de la base de la potencia.

$$\log_b(x^y) = y \log_b(x)$$

- El logaritmo de una raíz es igual al producto entre la inversa del índice y el logaritmo del radicando.

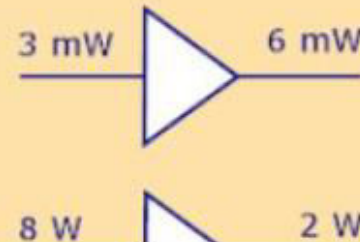
$$\log_b(\sqrt[y]{x}) = \frac{\log_b(x)}{y}$$

En realidad la tercera y cuarta identidad son equivalentes, sin más que hacer:

$$\sqrt[y]{x} = x^{\frac{1}{y}}$$

# Aplicación de decibeles amplificadores y atenuadores

Los siguientes circuitos tienen una potencia de entrada y otra de salida. Calcula las ganancias de cada uno.



¿Qué es la Ganancia en un señal eléctrica Ganancia de Potencia + Tensión + Corriente en Señal  
Ejercicios Resueltos

Figura 2.17.

**Solución:**

$$G(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \log \frac{6}{3} = \mathbf{3 \text{ dB}}$$

$$G(\text{dB}) = 10 \log \frac{P_2}{P_1} = 10 \log \frac{2}{8} = \mathbf{-12 \text{ dB}}$$

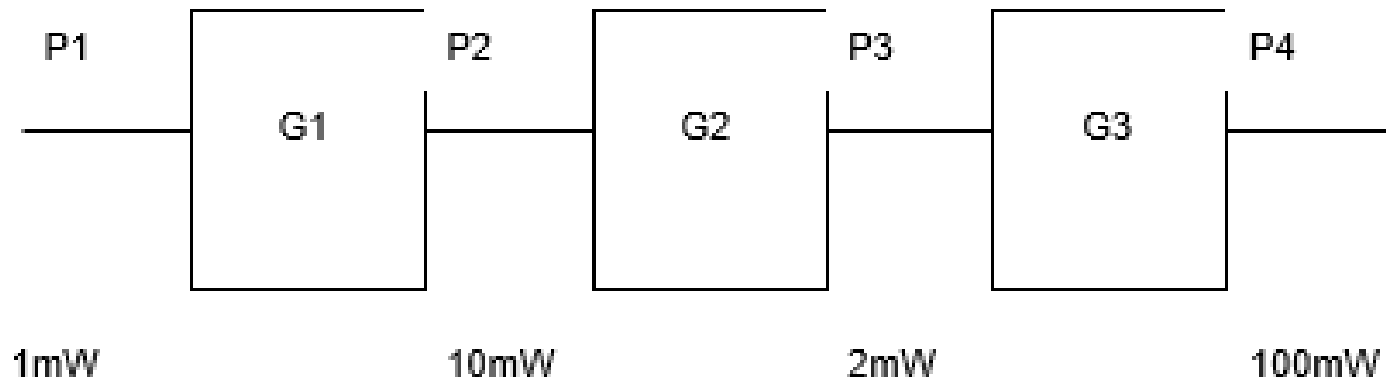


# Aplicación de decibeles amplificadores y atenuadores

- Primer caso: amplificador con ganancia en veces 2
- Segundo caso: atenuador con ganancia en veces 0,25
- El primer resultado es para recordar: un incremento de 3db corresponde con una duplicación de la ganancia en veces.
- Similarmente, una caída de de la ganancia en veces a la mitad, representa una caída de -3db.

# Ejemplo con cadena de etapas

- Una de la ventajas de los db es que convierten multiplicaciones en sumas.



## Ejemplo con cadena de etapas

- $G_{total}$  calculada en base a veces.
- $G_1 = 10\text{mW}/1\text{mW} = 10$
- $G_2 = 2\text{mW}/10\text{mW} = 0,2$
- $G_3 = 100\text{mW}/2\text{mW} = 50$
  
- $G_{total} = G_1 * G_2 * G_3 = 10 * 0,2 * 50 = 100$  veces
- $G_{total}$  en db =  $10\log G_{total} = 10\log 100 = 20\text{db}$
- **$G_{total}$  en db =  $10\log(P_4/P_1) = 10\log(100\text{mW}/1\text{mW}) = 20\text{db}$**
- 
- $G_{total}$  en db calculado como suma de ganancias de etapas:
- $G_1$  en db =  $10\log(P_2/P_1) = 10\log(10\text{mW}/1\text{mW}) = 10$  db
- $G_2$  en db =  $10\log(P_3/P_2) = 10\log(2\text{mW}/10\text{mW}) = -7$  db
- $G_3$  en db =  $10\log(P_4/P_3) = 10\log(100\text{mW}/2\text{mW}) = 17$  db
- **$G_{total} = G_1$  en db +  $G_2$  en db +  $G_3$  en db =  $10\text{db} - 7\text{db} + 17\text{db} = 20\text{db}$**

# Pasando db a veces

$$G \text{ en db} = 10 \log(G \text{ en veces})$$

$$G \text{ en db} / 10 = \log(G \text{ en veces})$$

Por definición de logaritmo:

$$G_{\text{en veces}} := 10^{\left( \frac{G_{\text{en db}}}{10} \right)}$$

# Pasando db a veces. Ejemplos.

## Ejemplo 1

$$G_{en\ veces} := 10^{\left(\frac{3}{10}\right)}$$

$$G_{en\ veces} = 1.995$$

$$G_{en\ db} = -3\text{db}$$

Ganancia de +3db implica duplicación de potencia

## Ejemplo 2

$$G_{en\ veces} := 10^{\left(\frac{-3}{10}\right)}$$

$$G_{en\ veces} = 0.501$$

$$G_{en\ db} = -3\text{db}$$

Ganancia de -3db implica caída de potencia a la mitad

# dbW

- Se sigue manteniendo el concepto inicial. El decibel siempre compara dos valores, en el caso de dbW el segundo es 1Watt y se lo toma como un valor tácito.
- $dbW = 10 \log(P/1W)$
- Ejemplo:
- $100W = 20dbW$

# dbm

dbW no es muy usado. El que es muy utilizado es el dbm donde el segundo valor es 1mW.

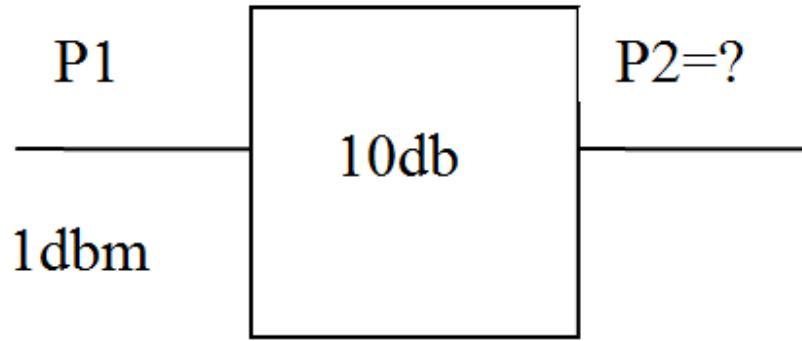
$$\text{dbm} = 10 \log(P/1\text{mW})$$

Ejemplo:

$$1\text{W} = 30\text{dbm}$$

# Mezclando dbm con db en casos ejemplo

Amplificador



$$P2\_dbm = 10 \log(P2/1mW) = 10 \log((P1/1mW) * (P2/P1))$$

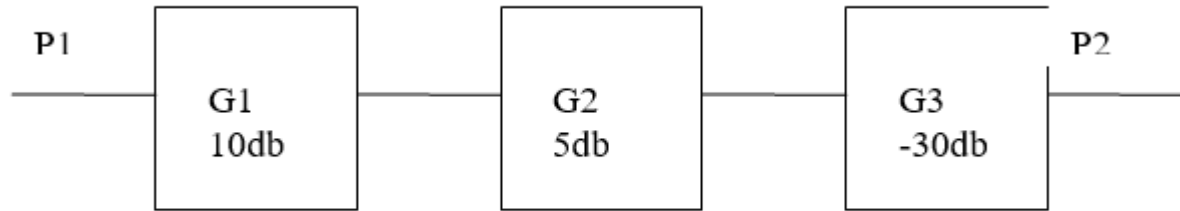
$$P2\_dbm = 10 \log((P1/1mW)) + 10 \log(P2/P1)$$

$$P2\_dbm = P1\_dbm + \text{Ganancia\_amplificador\_en\_db}$$

$$P2 = 1 \text{ dbm} + 10 \text{ db} = 11 \text{ dbm}$$



## Mezclando dbm con db en casos ejemplo



Si  $P1=1\text{dbm}$ , entonces:

$$P2=1\text{dbm}+10\text{db}+5\text{db}-30\text{db}=-14\text{dbm}$$

# Ejercicios

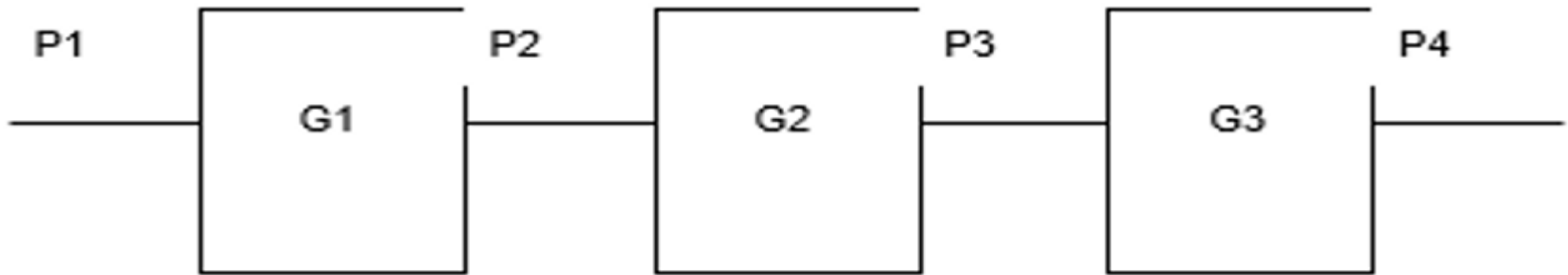
- 1. Pasajes (si alguna carece de sentido, justificar)
  - a. 10W a mW
  - b. 250mW a dbm
  - c. 250mW a dbW
  - d. 250mW a db
  - e. 25db a W
  - f. 30dbm a mW
  - g. 30dbm a dbW
  - h. 30dbW db

# Ejercicios

- 2. ¿En cuántos db se incrementa una potencia expresada en dbm al duplicarse su valor en veces.
- 3. ¿En cuántos db se incrementa una potencia expresada en dbW al duplicarse su valor en veces.
- 4. ¿En cuántos db disminuye una potencia expresada en dbm al bajarse su valor a la mitad en veces.
- 5. ¿En cuántos db disminuye una potencia expresada en dbW al bajarse su valor a la mitad en veces.

# Ejercicios

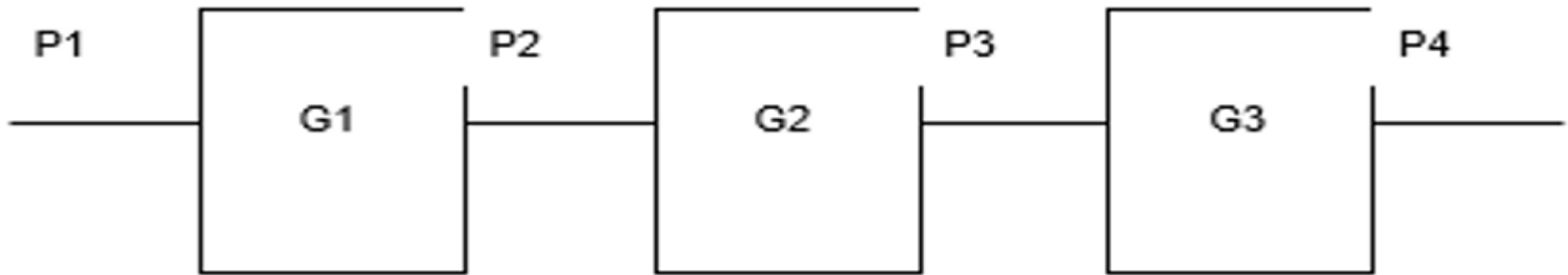
6. Calcular incógnita en W, dbm y dbW.



- Donde:  $P1=15\text{mW}$ ;  $G1=3\text{db}$ ;  $G2=10$  veces;  $G3=0\text{db}$ .
- $P4=?$

# Ejercicios

7. Calcular incógnita en W, dbm y dbW.



- Donde:  $G1=5\text{db}$ ;  $G2=1$  en veces;  $G3=\text{atenúa } 8$  veces;  $P4=10\text{W}$
- $P1=?$

# Clase 5

Topología Cableado Estructurado EIA/TIA 942 A

ANSI/EIA 568-C.2

Tecnologías de cables twisted pairs

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Familia de normas cableado estructurado ANSI/TIA 568-C

- EIA/TIA 942 A reconoce como base a la familia de normas de cableado estructurado ANSI/TIA 568

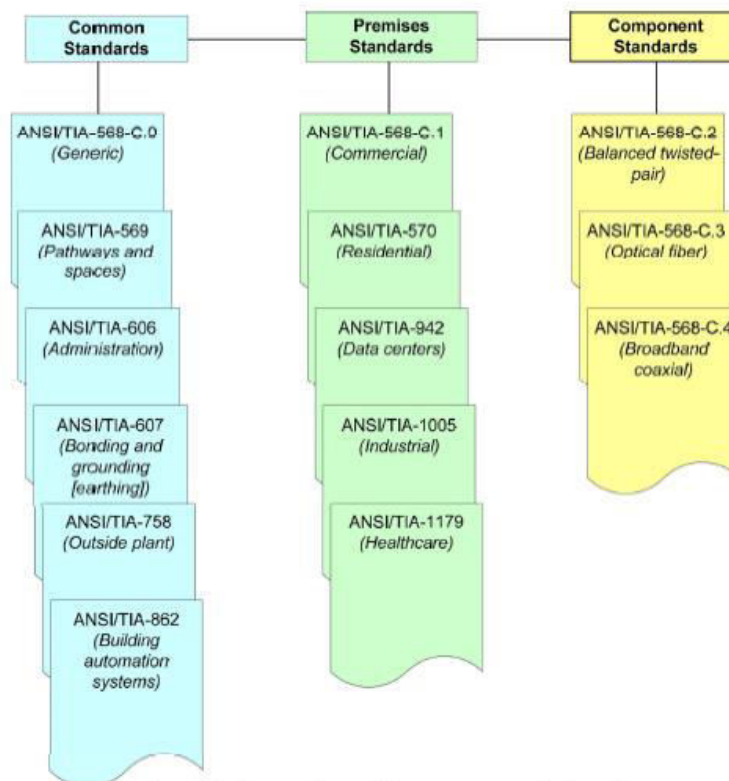
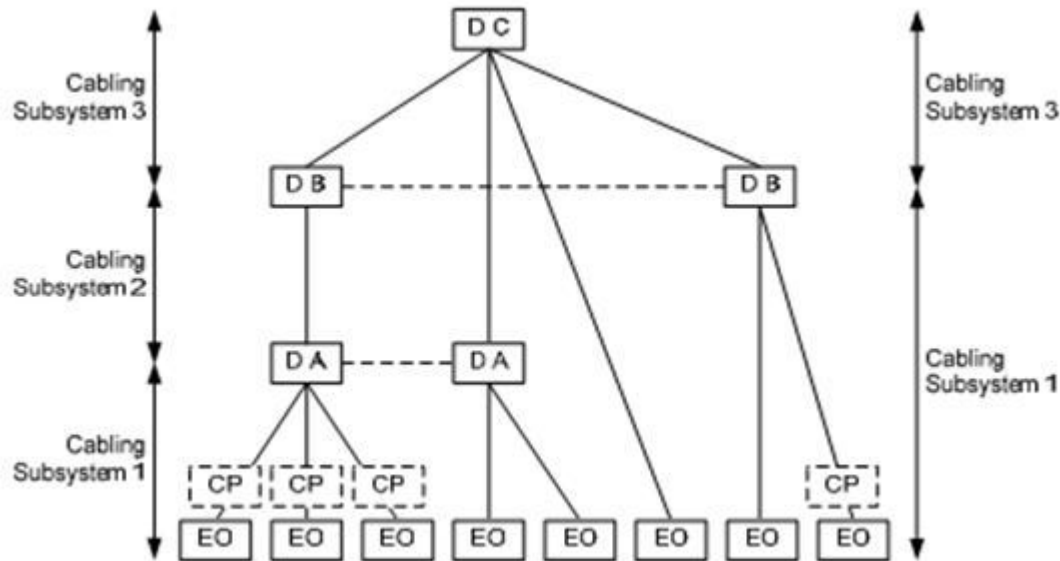


Figure 1: Illustrative relationship between the ANSI/TIA-568-C Series and other relevant TIA standards

# Topología cableado

La topología se basa en la norma ANSI/TIA-568-C.0

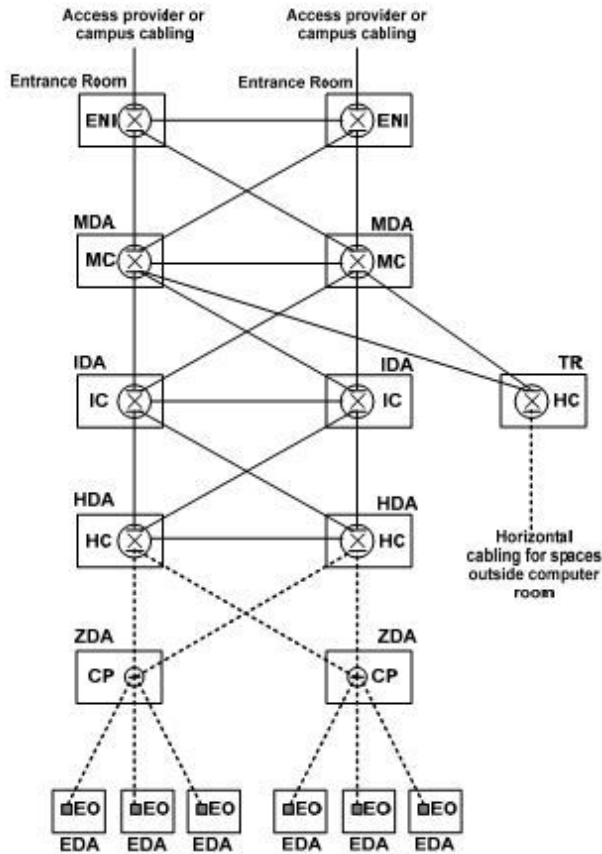


Cabling Subsystem 1: Cableado Horizontal

Cabling Subsystem 2: Cableado de Backbone



# Topología cableado



## LEGEND

backbone cabling	interconnection	CP	Consolidation Point
horizontal cabling	outlet	HC	Horizontal Cross-Connect
cross-connect	Telecom space	IC	Intermediate Cross-Connect
		EO	Equipment Outlet
		MC	Main Cross-Connect
		ENI	External Network Interface
		TR	Telecommunications Room
		MDA	Main Distribution Area
		IDA	Intermediate Distribution Area
		HDA	Horizontal Distribution Area
		ZDA	Zone Distribution Area
		EDA	Equipment Distribution Area

Figure 4: Example of a typical data center topology

# Entrance Room

- Donde termina cableado de proveedores externos. Inicia el cableado interno del datacenter. También interconecta cableados internos de distintos edificios propios (interbuilding cabling). Es el espacio donde los proveedores montan sus hardware,
- En el Entrance Room está el demarcation point.
- Demarcation point: punto final del cableado del proveedor o compañía de telefonía dentro de las instalaciones del cliente. Divide responsabilidades.
- Puede haber más de un Entrance Room para redundancia o no excederse las distancias máximas.
- Puede estar dentro o fuera de la sala de Computadoras.
- Es conveniente que esté fuera y con entrada independiente para el ingreso de técnicos de proveedores externos. Razones de seguridad.
- Puede ser compartido con sectores no datacenter de un edificio.

# Áreas de Distribución

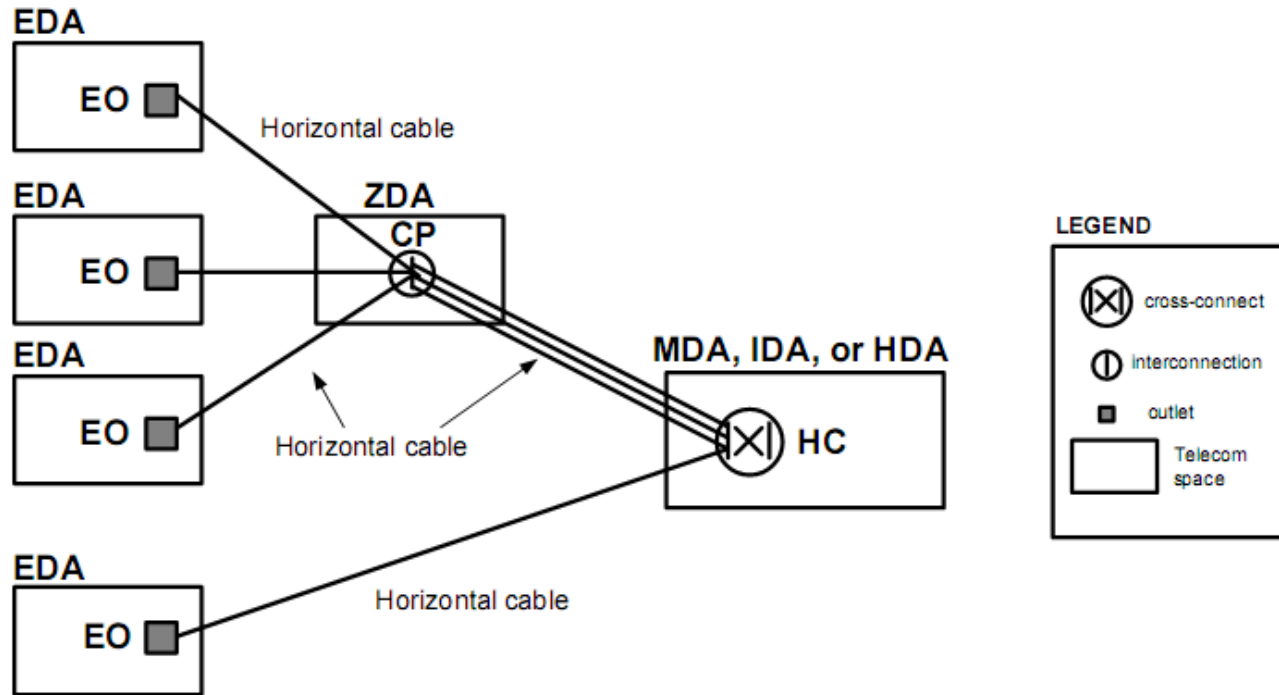


Figure 10: Typical horizontal cabling using a star topology

# Áreas de Distribución

- Todo datacenter tiene al menos un MDA que puede ser un cuarto especial o ser una zona dentro de la sala de Computadoras. Es donde se montan routers de core, LAN y SAN switches de core.
- Equipment Outlet (EO): punto de conexión del equipo con el patch cord final.
- Equipment Distribution Area (EDA): zona donde están los EOs
- El cableado horizontal es del tipo estrella vincula los EDAs con el HDA, o posiblemente con el IDA o MDA.
- Cross Connects en Entrance Room, Main Distribution Area (MDA), Intermediate Distribution Area (IDA), Horizontal Area (HA)
- Pueden no existir: IDA, HDA, ZDA
- La topología es flexible, por ejemplo, podría haber un Horizontal Cross Connect dentro del MDA. Depende de los espacios disponibles y sus dimensiones.
- Zone Distribution Area (ZDA): puntos de consolidación. Optativo. Poco usado en DCs, más en oficinas. Adapta medios físicos o permite que modificaciones de cableado por cambios en el layout se restrinja al último tramo del recorrido.
- No puede haber más de uno entre HDA y EDA.

# Topología de Data Center básico

- EIA/TIA 942 A reconoce como base a la familia de normas de cableado estructurado ANSI/TIA 568

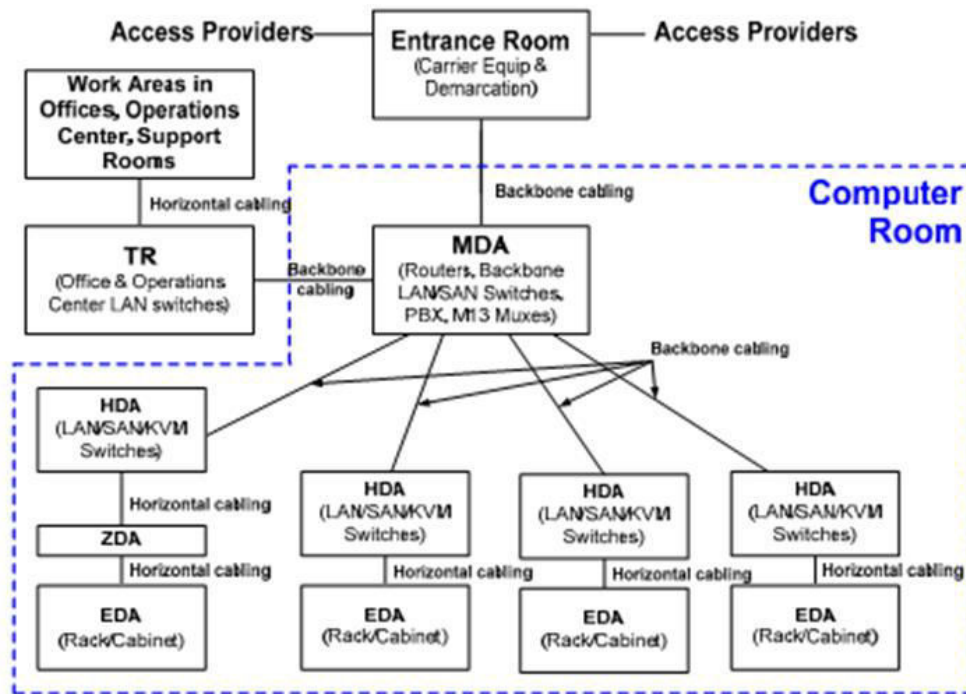


Figure 5: Example of a basic data center topology

# Topología de Data Center reducida

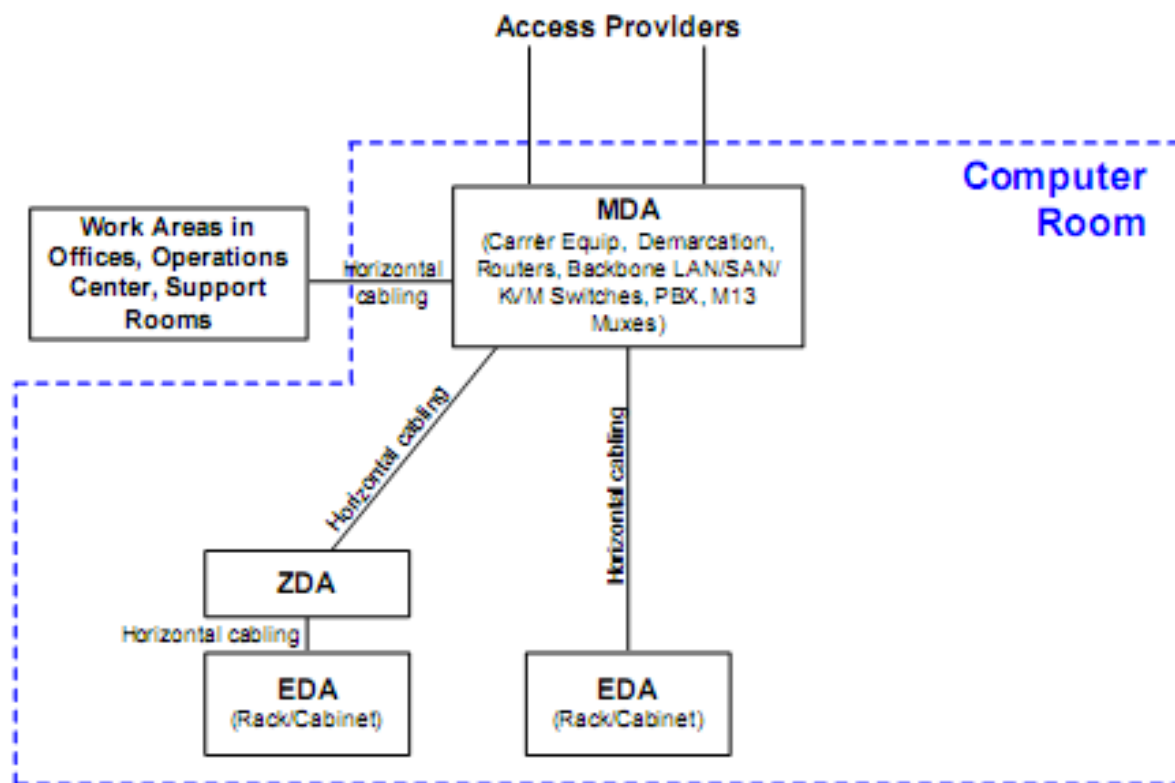


Figure 6: Example of a reduced data center topology

# Topología Data Center Distribuido

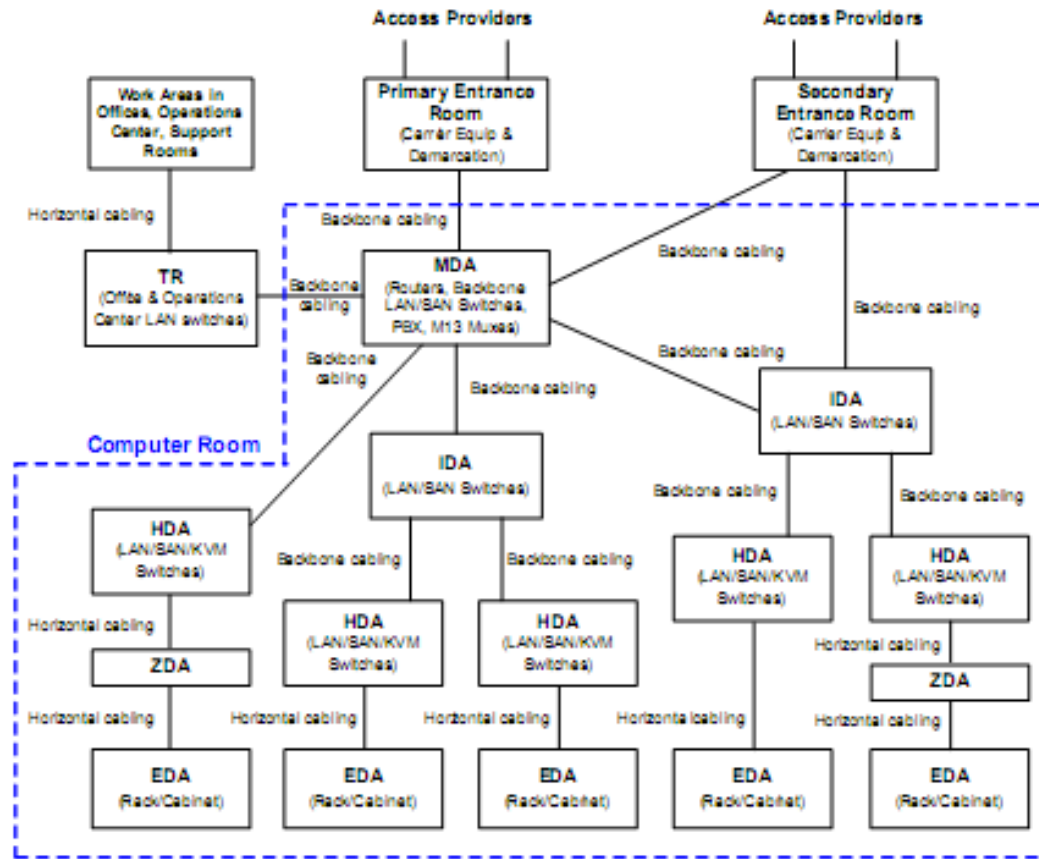


Figure 7: Example of a distributed data center topology with multiple entrance rooms

# Topología Data Center Distribuido

- Grandes Data Centers. Múltiples pisos o salas.
- Pueden tener IDAs en cada uno.
- Posibles conexiones directas entre Entrance Room e IDAs por cuestiones de distancias máximas de cableado.



# Backbone

- Interconecta MDAs, IDAs, HDAs y Entrance Rooms
- Tiene topología jerárquica estrella.
- Ningún backbone superará dos niveles de crossconnects.
- No habrá más de un cross connect entre HDA y MDA
- Conexiones entre dos HDAs no superan los tres cross connects.
- Telecommunication Room (TR): refiere a cuartos de telecomunicaciones de áreas no puramente datacenters, ejemplo oficinas.

# Backbone

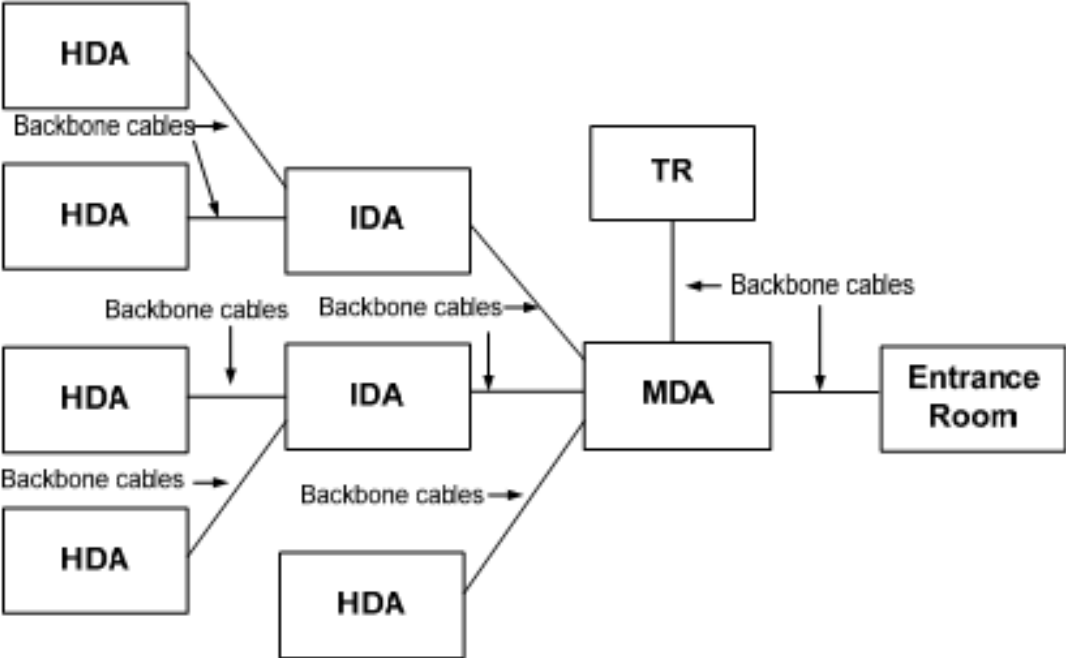


Figure 11: Typical backbone cabling using a star topology

# Medios reconocidos para cableado horizontal y backbone

- Twisted-pair cable de 4 pares de 100ohms. ANSI /TIA-568-C.2. Categoría 6 ó 6 A. Se recomienda el segundo.
- Fibra óptica multimodo 50/125 micrones optimizado para laser de 850nm, OM3 u OM4. ANSI /TIA-568-C.3. Se recomienda el segundo.
- Fibra óptica monomodo. ANSI /TIA-568-C.3
- Cable coaxil tipo 734 y 735 (especificación Telcordia Technology GR-139-Core) sólo para circuitos E1, E3, T1 y T3.

## Conectores reconocidos

### Fibra óptica:

- Para una o dos fibras: Conector LC, ANSI/TIA/EIA-604-10
- Para más de dos: Conector MPO, ANSI/TIA/EIA-604-5-D

### Coaxil:

- Para coaxil tipo 734 y 735
- Impedancia característica 75 ohms
- Máxima pérdida de inserción desde 1Mhz hasta 22,5Mhz: 0,02db
- Mínima pérdida de retorno desde 1Mhz hasta 22,5Mhz: 35db
- Conectores TNC o BNC. Preferentemente los segundos.

# Canalizaciones:

- Medios físicos (ductos, caños, bandejas) donde se instala en cableado.
- Se respetará ANSI/TIA-569-C
- Cableados de Datacenter no tendrán recorridos por áreas de acceso público a menos que sea por conductos cerrados con cajas de inspección sin libre acceso.
- Se respetará las distancias mínimas entre cables de energía o iluminación y cables twisted-pair cables definidos en. ANSI/TIA-569-C.

# Canalizaciones

- Si los recorridos son por debajo de piso técnico:
- Será en pasillos y separando energía de datos. Idealmente, pasillos para energía y pasillo para datos. Alternativa de en un mismo pasillo, una línea de baldosas para datos y otra para energía.
- Ductos especiales para patch cords o jumpers.

# Canalizaciones

- Las entradas a Entrance Rooms deben ser subterráneas, no se recomienda aéreas.
- Diversidad de accesos en A/TIA-758NSI-B.
- No habrá cables abandonados bajo piso técnico.
- Cableado de telecomunicaciones no bloqueará la circulación de aire. Posiblemente más de un nivel.
- Bandejas puesta a tierra en extremos.
- Bandejas con profundidad máxima de 150mm, no completados al 100%, 20 mm superiores libres.
- Sistemas de mantenimiento periódico, ejemplo detectores de humo, no quedarán por debajo de recorridos de cableado que dificulten su acceso.
- Recorridos aéreos no interrumpirán sistemas de extinción, iluminación, flujos de aire. Típicamente por encima de Racks y no en pasillos.
- Comportamiento de cables frente al fuego reglamentado por autoridades locales.

# Canalizaciones

- Bandejas con profundidad máxima de 150mm, no completados al 100%, 20 mm superiores libres.
- Sistemas de mantenimiento periódico, ejemplo detectores de humo, no quedarán por debajo de recorridos de cableado que dificulten su acceso.
- Recorridos aéreos no interrumpirán sistemas de extinción, iluminación, flujos de aire. Típicamente por encima de Racks y no en pasillos.
- Comportamiento de cables frente al fuego reglamentado por autoridades locales.



# Bandejas superiores

- Varios niveles; uno para energía, uno o dos para datos, posiblemente uno para patchcords o jumpers.
- Puesta a tierra en extremos de acuerdo a EIA/TIA-607-B
- Soportes compartidos por todos los niveles desde el techo.
- Cuando todos los Racks son de igual altura podrían soportarse desde Racks. No es recomendable porque dificulta reemplazo de Racks.
- Tomar en cuenta peso de los cables, especialmente los eléctricos.
- En co-location altura mínima de bandejas aéreas: 2,7m. Objetivo: que no queden accesibles a técnicos de clientes, prevención de accidentes o vandalismo.
- Bandejas tipo escalera, multiperforadas o de alambre.

# Redundancia de Entrance Room

- Los conductos de ingreso de proveedor al Entrance Room no debe terminar en pared sino en cámara subterránea.
- La redundancia se logra mediante dos cámaras accedidas desde lados distintos separadas al menos 20m, en extremos opuestos del edificio. En zonas de protección de fuego distintas, diferentes alimentaciones eléctricas y de refrigeración
- No es necesario conductos de dos Entrance Rooms a cada cámara. Puede ser una cámara por Entrance Room. Puede haber comunicación entre ambos Entrance Rooms. No es obligatorio, pero puede proveer flexibilidad para anillos SDH/Sonet
- Debería asegurarse acceso desde dos centrales distintas del proveedor con separación mínima de recorridos de 20m

# Redundancia de MDA y HDA

- MDAs en zonas de protección de fuego distintas, diferentes alimentaciones eléctricas y de refrigeración.
- Se recomienda rutas separadas para backbones entre MDA y HDA. En el caso de MDA redundantes no es necesario. Un backbone desde cada MDA a cada IDA o HDA, pero por diferentes recorridos.
- Redundancia de HDA:
- Sistemas críticos abastecidos por más de un HDA. Cada uno en zonas de protección de fuego distintas, diferentes alimentaciones eléctricas y de refrigeración

# Tiers Cableado Estructurado

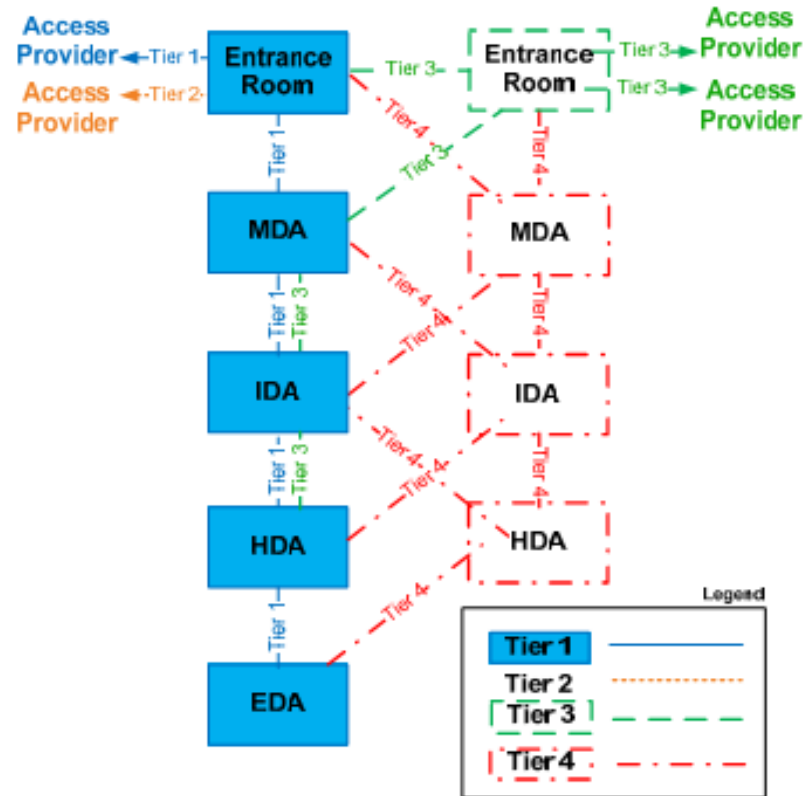


Figure 12: Telecommunications cabling pathway and space redundancy at various tiers

# Tier 1

- El Datacenter es dueño de la cámara de mantenimiento del Entrance Room.
- El proveedor de telecomunicaciones termina en dicha cámara.
- Los backbones desde el Entrance Room hasta los HDA son únicos.
- Cualquier falla del proveedor, su central o su equipo terminador en el Data Center o infraestructura interna termina en corte del servicio.

# Tier 2

- Se cumplen condiciones de Tier 1 y además:
- Equipos críticos de telecomunicaciones, ya sean del proveedor en sitio o propios del Datacenter (Routers, LAN/SAN switches) tienen componentes redundantes (procesadores, fuentes de alimentación)
- Fibras o pares redundantes locales entre switches del Datacenter (que pueden estar dentro del mismo cable) dentro de una misma área de distribución (MDA, IDA, HDA, Entrance Room). No implica redundancia entre áreas de distribución.
- Un solo Entrance Room con dos cámaras del cliente y dos entradas del proveedor.
- Una sola instalación eléctrica y de refrigeración abastece al único Entrance Room.

# Tier 3

- Se cumplen condiciones de Tier 2 y además:
- Dos accesos desde el proveedor de comunicaciones desde distintas centrales. Las rutas de los accesos deben estar separadas al menos 20m en todo el recorrido.
- Dos Entrance Room preferentemente en extremos distintos del edificio, separados al menos 20m.
- No comparten equipos terminales del proveedor (que pueden funcionar independientemente), suministro eléctrico y refrigeración.
- Redundancia de backbones entre todas las áreas de distribución (Entrance Room, MDA, IDA y HDA).
- Cableado entre switches a través de distintos backbones, que tienen recorridos diferenciados.
- Hot Backup para todos los equipos críticos.
- Todo el cableado está identificado y documentado según EIA/TIA-606-B
- Punto de falla: evento catastrófico en MDA, IDA o HDA.

# Tier 4

- Se cumplen condiciones de Tier 3 y además:
- Todas las locaciones de distribución y backbones deben ser redundantes.
- El cableado entre dos espacios debe seguir diferentes rutas.
- El cableado de backbone debe estar protegido por conductos o armored cables.
- Backup automático de todos los equipos de comunicaciones.
- MDAs redundantes separados al menos por 20m, sin compartir suministro eléctrico, refrigeración o zonas de extinción. Opcional si el espacio es continuo y pequeño.
- Interconexión entre MDAs
- Routers y switches redundantes distribuidos entre espacios redundantes: MDAs, IDAs, HDAs, Entrance Rooms
- Cada HDA conectado a dos IDAs. Cada Ida conectado a dos MDAs.
- Sistemas críticos conectados a ambos HDAs.



# Tabla condiciones Tiers

Table 10: Tiering reference guide (telecommunications)

	TIER 1 (T <sub>1</sub> )	TIER 2 (T <sub>2</sub> )	TIER 3 (T <sub>3</sub> )	TIER 4 (T <sub>4</sub> )
<b>TELECOMMUNICATIONS</b>				
<i>General</i>				
Cabling, racks, cabinets, & pathways compliant with relevant TIA specifications	yes	yes	yes	yes
Diversely routed access provider entrances and maintenance holes with minimum 20 m separation	not required	yes	yes	yes
Redundant access provider services – multiple access providers, central offices, access provider tight-of-ways	not required	not required	yes	yes
Redundant entrance room	not required	not required	yes	yes
Redundant main distribution area	not required	not required	not required	yes
Redundant intermediate distribution areas (if present)	not required	not required	not required	yes
Redundant backbone cabling and pathways	not required	not required	yes	yes
Redundant horizontal cabling and pathways	not required	not required	not required	yes
Routers and switches have redundant power supplies, processors	not required	yes	yes	yes
Redundant routers and switches with redundant uplinks	not required	not required	yes	yes
Patch panels, outlets, and cabling to be labeled per ANSI/TIA-808-B. Cabinets and racks to be labeled on front and rear.	yes	yes	yes	yes
Patch cords and jumpers to be labeled on both ends with the name of the connection at both ends of the cable	not required	yes	yes	yes
Patch panel and patch cable documentation compliant with ANSI/TIA-808-B.	not required	not required	yes	yes

# Layout ejemplo

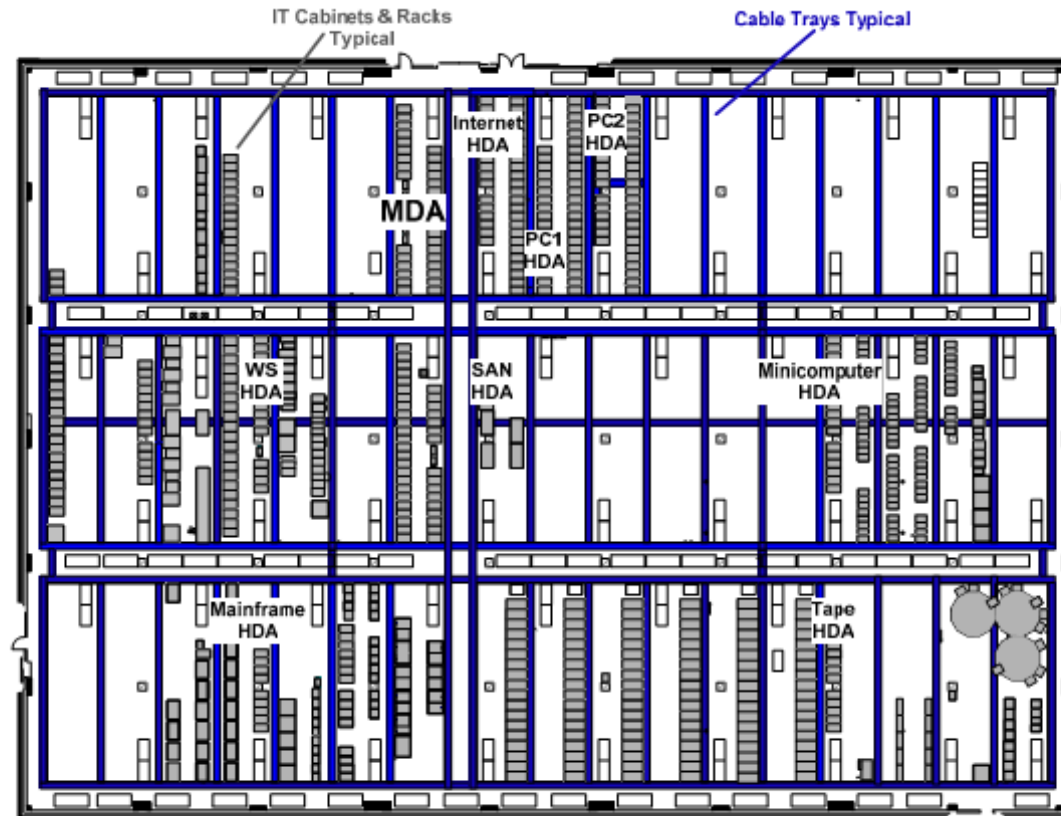


Figure 16: Example of corporate data center

# Layout ejemplo

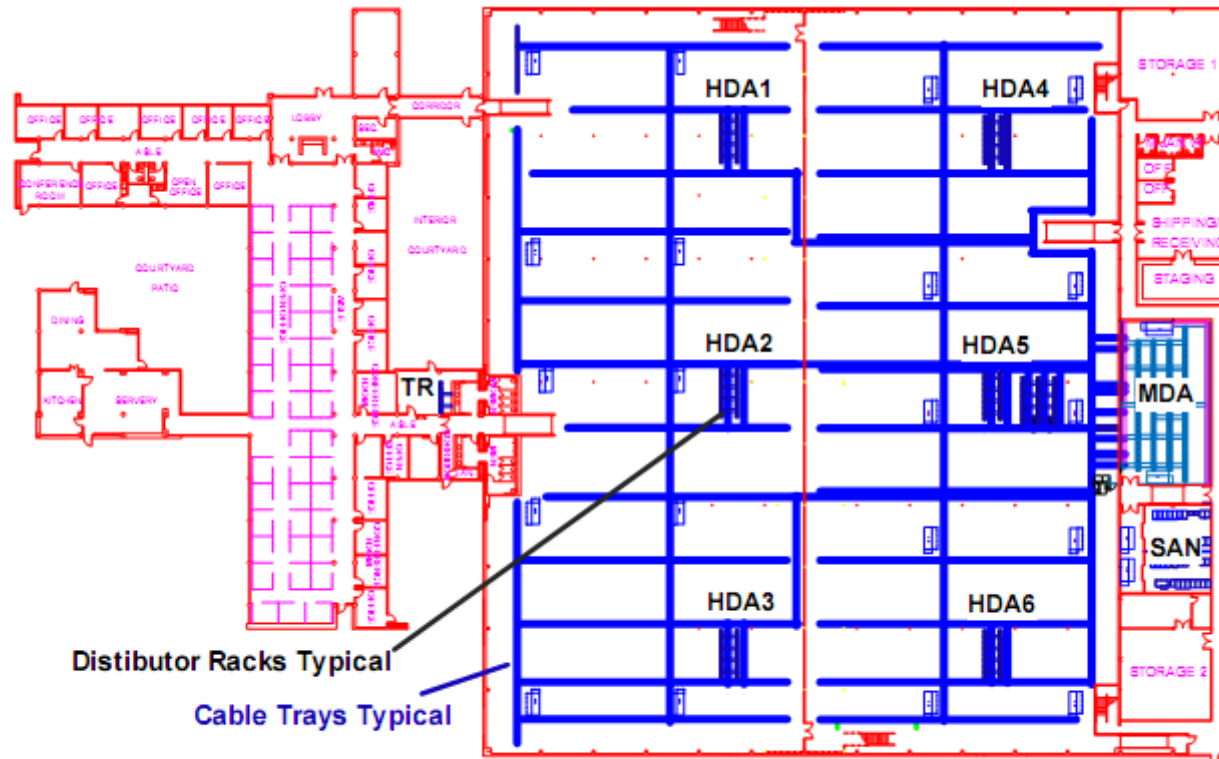




Figure 17: Example of Internet data center


# Categorías reconocidas


- Categoría 3 100 ohms cables balanceados con características de transmisión especificadas de 1 a 16Mhz.
  - Categoría 5e 100 ohms cables balanceados con características de transmisión especificadas de 1 a 100Mhz.
  - Categoría 6 100 ohms cables balanceados con características de transmisión especificadas de 1 a 250Mhz.
  - Categoría 6A 100 ohms cables balanceados con características de transmisión especificadas de 1 a 500Mhz.
  - No se reconocen categorías 1, 2, 4 y 5 aunque existen cableados legados en categoría 5
- **FIN ANSI/TIA 942 A**

# TIA-568-C.2 Simbología de identificación

“cat 3” or “” for category 3 components

“cat 5e” or “” for category 5e components

“cat 6” or “” for category 6 components

“cat 6A” or “” for category 6A components

# TIA-568-C.2

- Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and components standard
- Establece mínima performance de channel y permanent link
- Mínimos performance de componentes: cable, plugs (conector macho), jacks (conector hembra), patch cords, etc.

# Plug RJ45. Conexiones 568 A, definidas en TIA-568-C.2

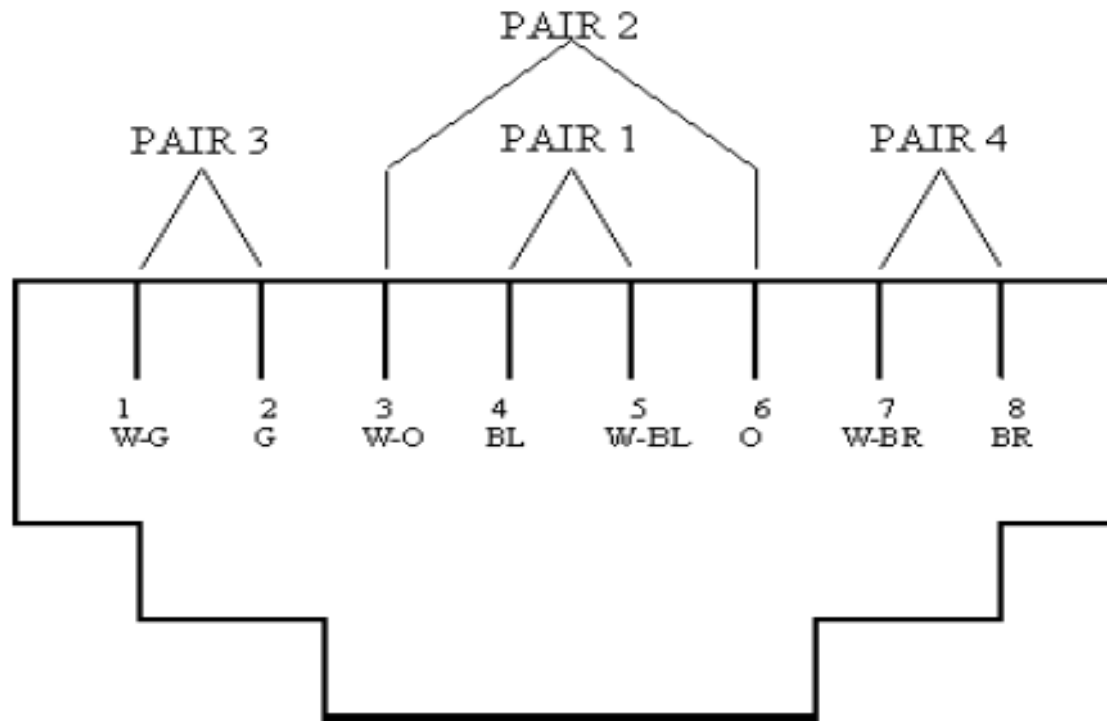


Figure 1 - Eight-position jack pin/pair assignment (T568A)

# Plug RJ45. Conexiones 568 B, definidas en TIA-568-C.2

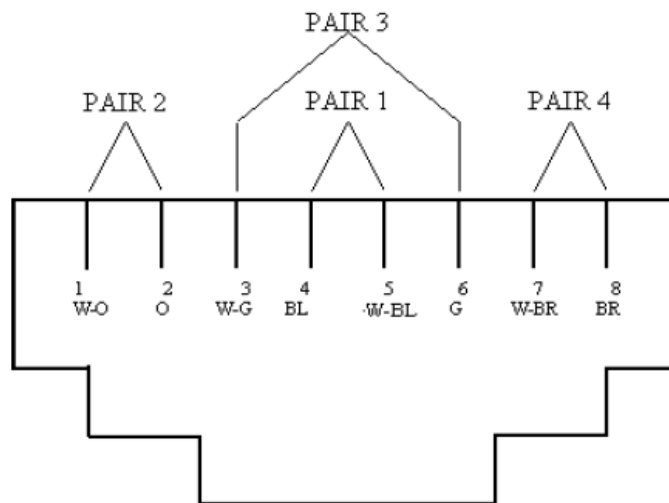


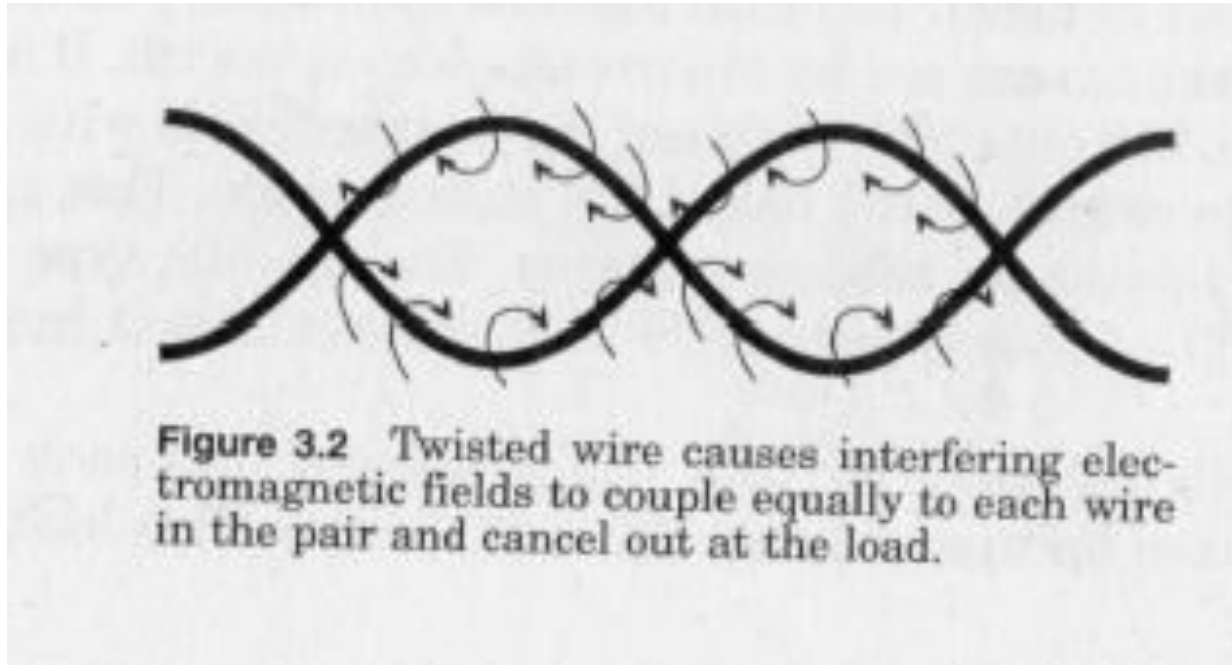
Figure 2 - Optional eight-position jack pin/pair assignment (T568B)

**Fin TIA-568-C.2**



# Par trenzado ante campo magnético externo

El campo externo atraviesa la superficie de una espira por un lado y la otra por el contrario. Resultado inducción de fems en sentido contrario en espiras consecutivas. Resultado neto: cero volts



# Campo magnético generado por un par trenzado

- Aplicando regla de la mano izquierda vemos que en una espira se genera campo magnético en un sentido y en la siguiente en el contrario
- Resultado el campo magnético se va compensado a lo largo del recorrido
- Resultado neto: cero
- Debido al campo generado por un par trenzado y las fems inducidas por los campos externos se explica la inmunidad a interferencias de los pares trenzados
- Los blindajes aumentan la inmunidad a interferencias

# Tipos de blindaje

- Foiled: lámina de aluminio continua que cubre toda la longitud del cable rodeando conductores. No quedan agujeros.
- Braided: malla conformada por finos hilos conductores. Quedan espacios entre los hilos y por ende el blindaje no es total.
- A pesar de los espacios que aparecen en un blindaje mallado, es más efectivo si estos espacios son inferiores al 15%. El material es cobre que es mejor conductor que el aluminio del Foiled.
- El blindaje más efectivo es cuando se usan ambos en el mismo cable. Problemas de costos.

# Tipos de cables de transmisión. Nomenclatura

- Identificación del tipo X/Y
- Si cada uno de los 4 pares tiene blindaje individual: Y=FTP (Foiled twisted pair). En caso contrario: Y=UTP
- X representa el blindaje global de los 4 pares. Si es con Foiled: X=F. Si es Braided: X=S

# Tipos de cables para category 6A



## Different types of twisted pair cables

### **S/FTP:**

overall braid screen (S),  
elements foil screened (FTP)



### **F/UTP:**

overall foil screen (F),  
elements unscreened (UTP)



### **SF/UTP:**

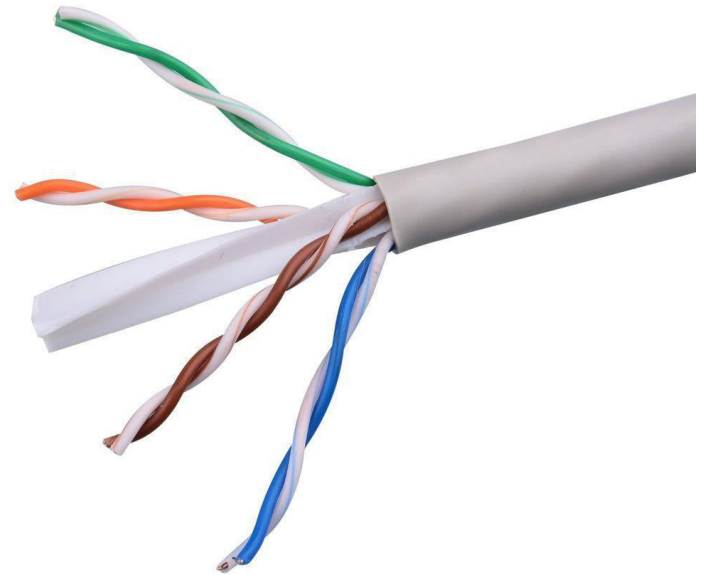
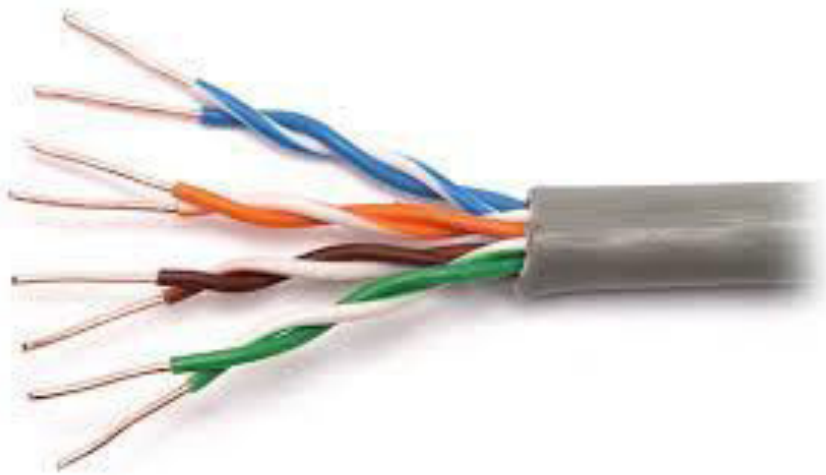
overall braid and foil screen (SF),  
elements unscreened (UTP)



### **U/UTP:**

no overall screen (U),  
elements unscreened (UTP)

# Tipos de cables: U/UTP. Para category 6 y 6A



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# F/FTP, también para categorías 6 y 6A



**CePETel**

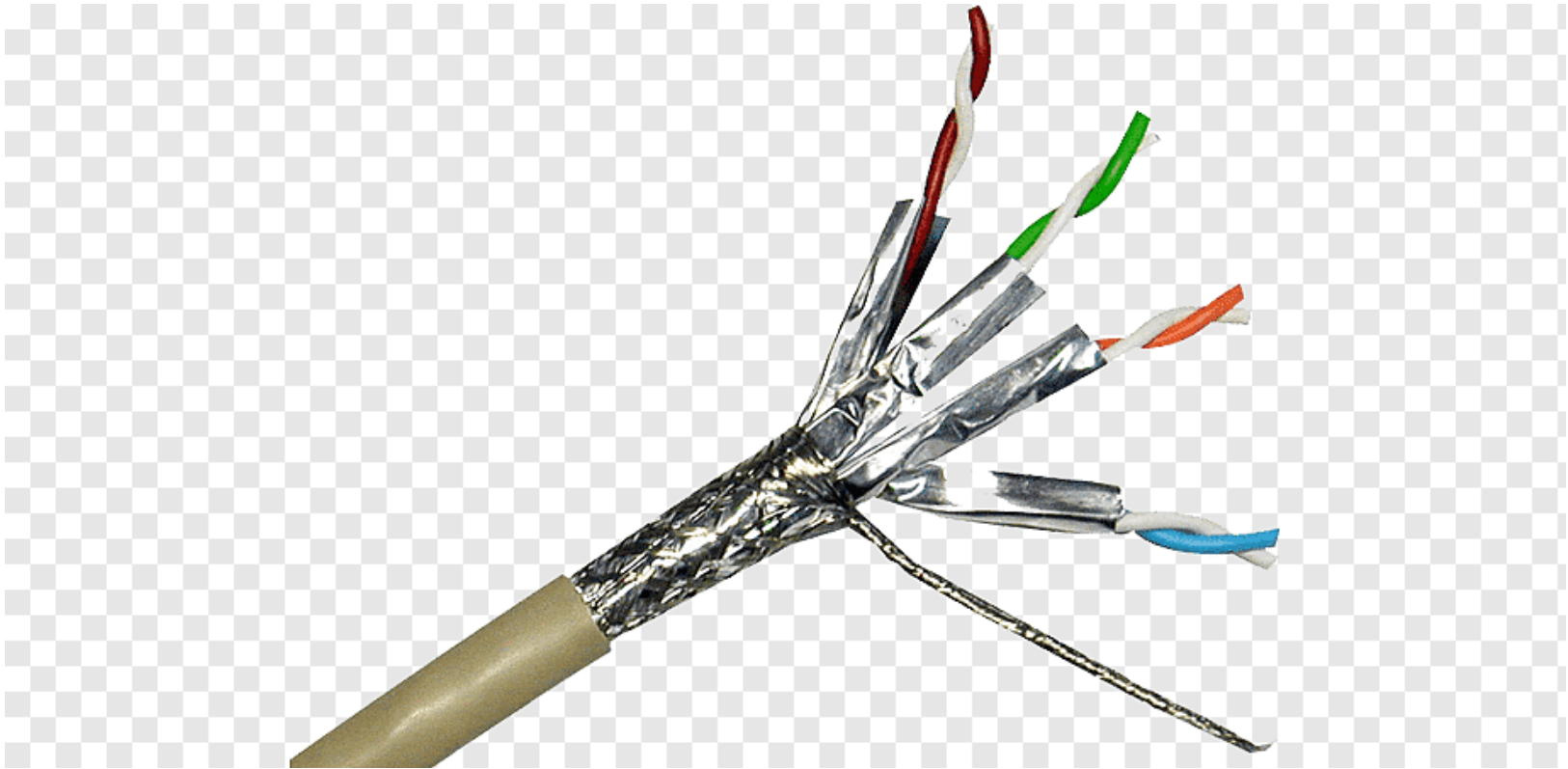
Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# S/FTP para category 6 y 6A



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**



# Foiled Twisted Pair (FTP) o F/UTP para ambas categorías



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

## S/UTP Braded cable para ambas categorías



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Blindaje con malla y Foil

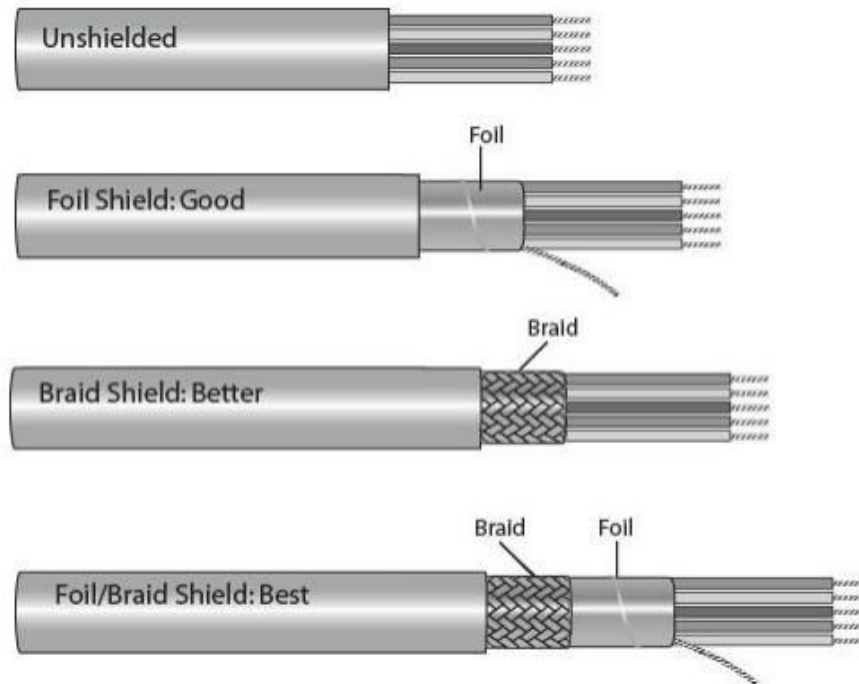


Figure 2. Typical shielding configurations

# Efectividad de Blindajes para Foiled, Braded y ambos juntos

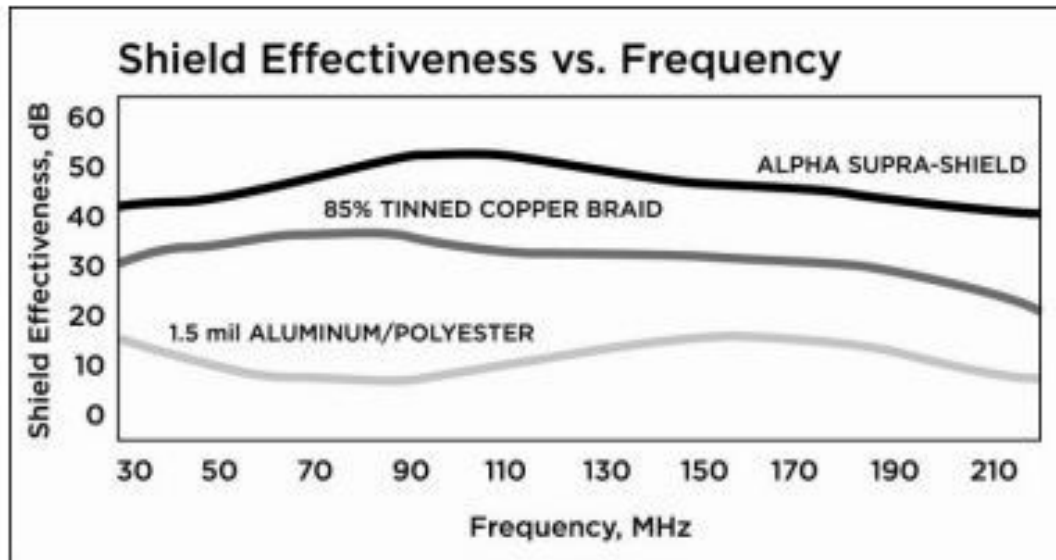
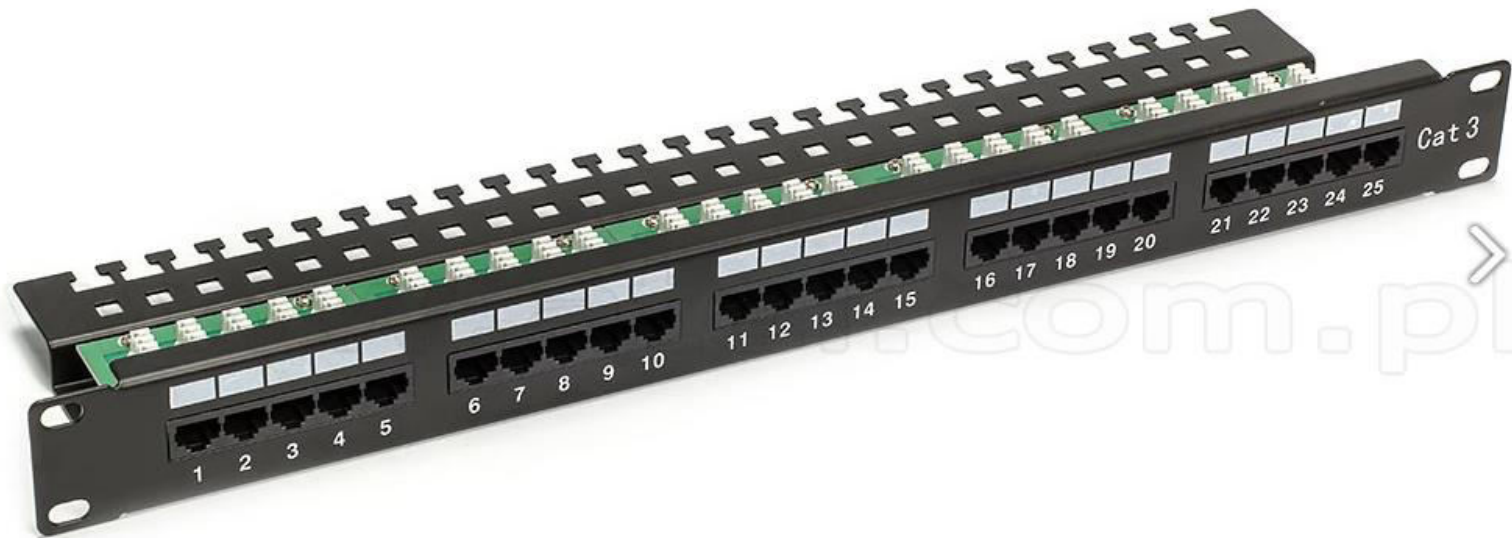


Figure 3. Foil-braid shielding yields the best shielding effectiveness

# Patch panel RJ45



**CePETel**

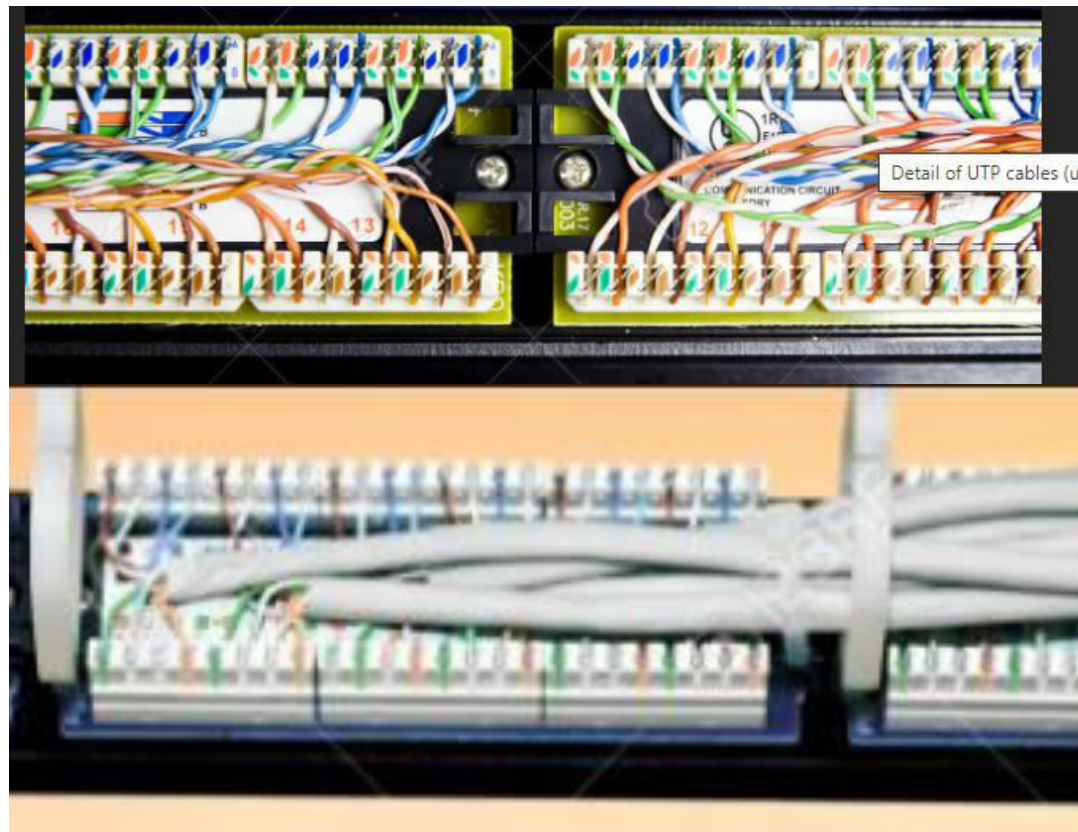
Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**

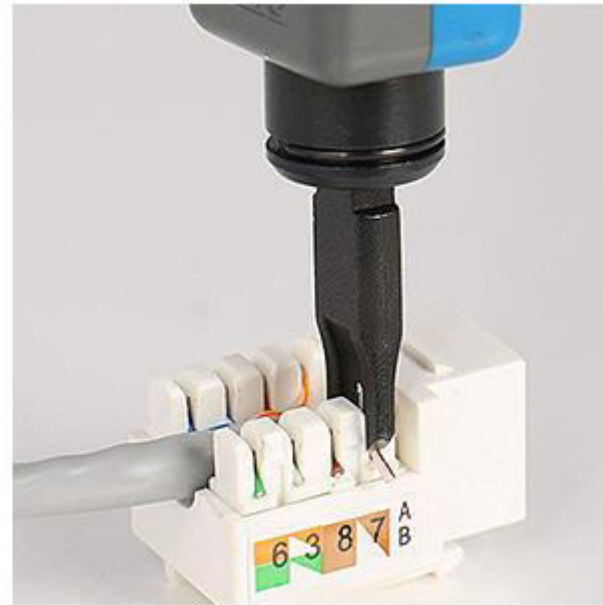
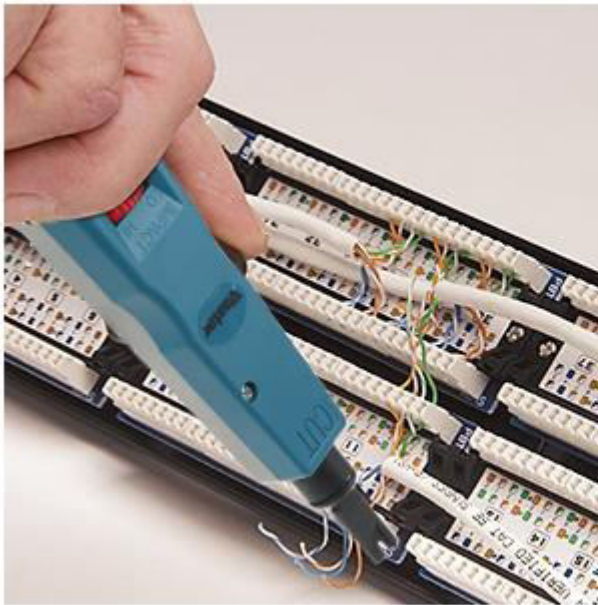


**AGOSTO 2022**

# Patch panel RJ45. Vistas traseras



# Herramienta de impacto



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**



# Aplicaciones asociadas a cada categoría

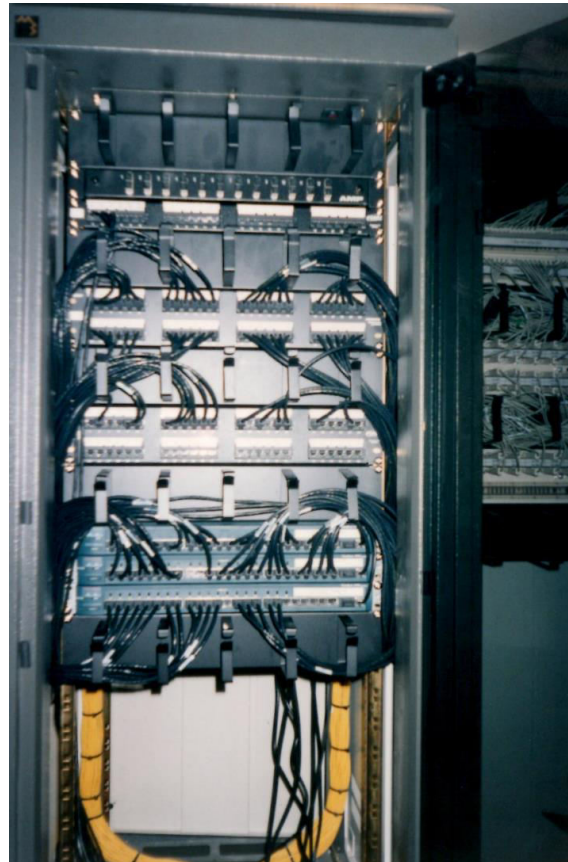
Performance Level	ANSI/TIA	ISO/IEC	Supported Applications	Specified Bandwidth
<b>Category 6A Unshielded</b>  <b>Category 6A Shielded</b>	ANSI/TIA.568.2-D	ISO11801 Class Ea	10GBASE-T 5GBASE-T 2.5GBASE-T 1000BASE-T 100BASE-T 802.3 Power over Ethernet (PoE, PoE+, PoE++) HDBASE-T	500 MHz
<b>Category 6 Unshielded</b>	ANSI/TIA.568.2-D	ISO11801 Class E	10GBASE-T (limited distances per TSB-155-A) 5GBASE-T (Low risk with bundled cables per TSB-5021) 2.5GBASE-T (Low risk with bundled cables per TSB-5021) 1000BASE-T 100BASE-T 802.3 Power over Ethernet (PoE, PoE+, PoE++) HDBASE-T	250 MHz
<b>Category 5e Unshielded</b>  <b>Category 5e Shielded</b>	ANSI/TIA.568.2-D	ISO11801 Class D	5GBASE-T (High risk with bundled cables per TSB-5021) 2.5GBASE-T (High risk with bundled cables per TSB-5021) 1000BASE-T 100BASE-T 802.3 Power over Ethernet (PoE, PoE+, PoE++) HDBASE-T	100 MHz

Distancia máxima de 100m (90 para cableado fijo y 10 para patch cords en extremos)

Categoría 6 limitado a 55m para 10Gbase-T incluyendo patch cords.



# Rack HDA



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Block 110

Alternativa a patch panel RJ45

Sólo hasta categoría 6

Permiten acceder a pares individuales

No se recomienda en la actualidad, pueden aparecer en instalaciones heredadas



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Patch cords de block 110



# Patch cord para acceso de par individual en block 110



**CePETel**

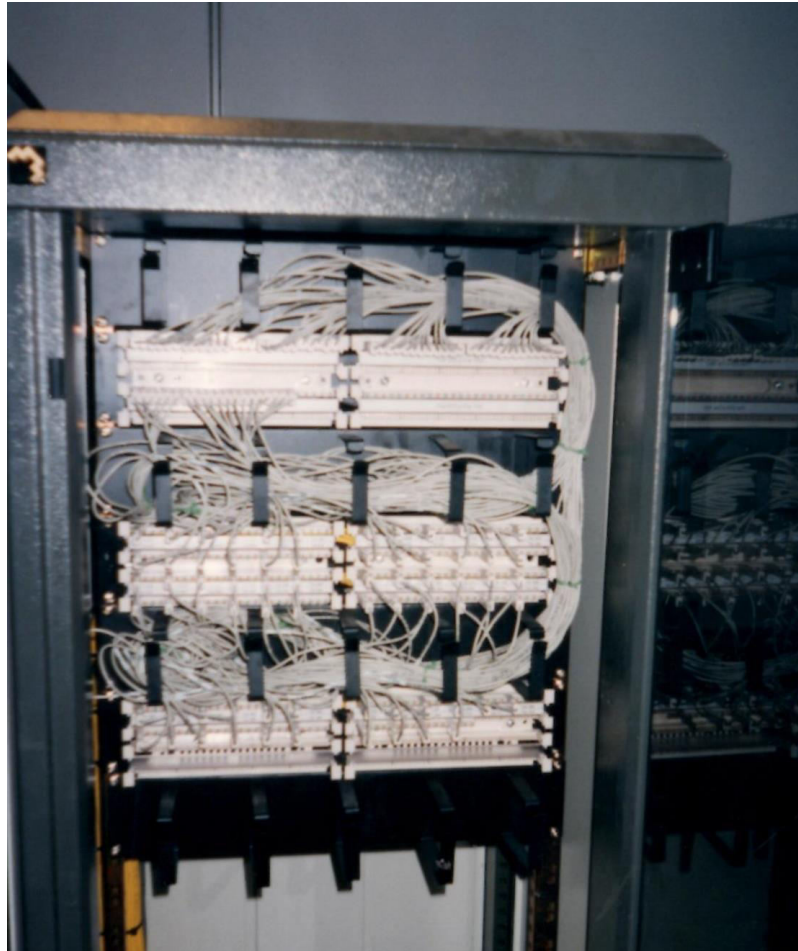
Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Rack HDA con blocks 110



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Ejercicios

1. ¿A qué Tiers corresponde la existencia de dos Entrance Room?
2. ¿A qué Tiers corresponden backbones redundantes entre MDAs, HDAs e IDAs.
3. ¿A qué Tiers corresponde un solo acceso del proveedor de conectividad al exterior?
4. Utilizando la nomenclatura X/XX ¿Qué código corresponde a un cable de par trenzado con pares blindados individualmente con foiled más un blindaje braided que engloba todos los pares.
5. Utilizando la nomenclatura X/XX ¿Qué código corresponde a un cable de par trenzado con pares no blindados individualmente pero un blindaje de todos los pares con foiled
6. Detallar los nombres completos que conducen a las siglas HDA, IDA, MDA
7. ¿Son obligatorios los consolidation points?

# Bibliografía

- EIA/TIA 942 A
- ANSI/EIA 568-C.2
- Catálogos de productos Panduit y Commscope
- Microwave Engineering Passive Circuits, Peter Rizzi, Editorial Prentice Hall, 1988.
- LAN Wiring, James Trulove, Editorial Mc Graw Hill, 1997.

# Clase 6

## Medición de enlaces categoría 6 Análisis de una medición

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

SECRETARÍA TÉCNICA



AGOSTO 2022



# Certificación de un cableado

- Es el proceso por el cual se verifica el cumplimiento de los valores establecidos por las normas para un determinado tipo de cableado
- Se realiza una vez terminada la obra.
- Se usan instrumentos que poseen dos equipos. Uno para cada extremo del enlace.
- El informe generado por el instrumento se resume en un “PASA” o “NO PASA” general, y el detalle de las mediciones individuales.

# Formas de medir enlaces de cobre

- Permanent Link
- Channel Link
- Lo correcto al hacer una certificación al terminarse una obra es Permanent Link

# Permanent link

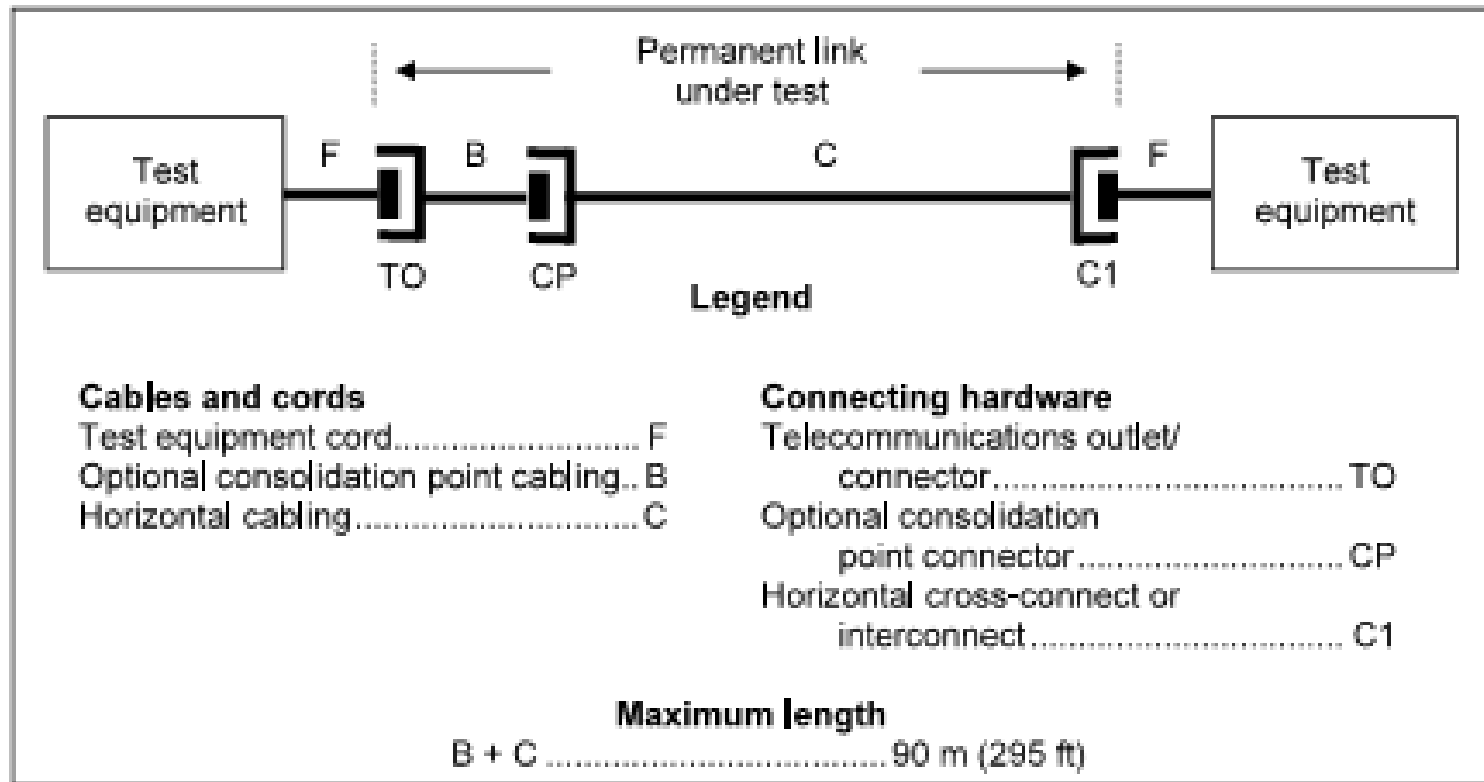


Figure 4 - Supplemental schematic representation of a permanent link test configuration

# Accesorio para medir permanent link



# Ejemplo de medición permanent link



# Ejemplo de medición permanent link



# Channel link

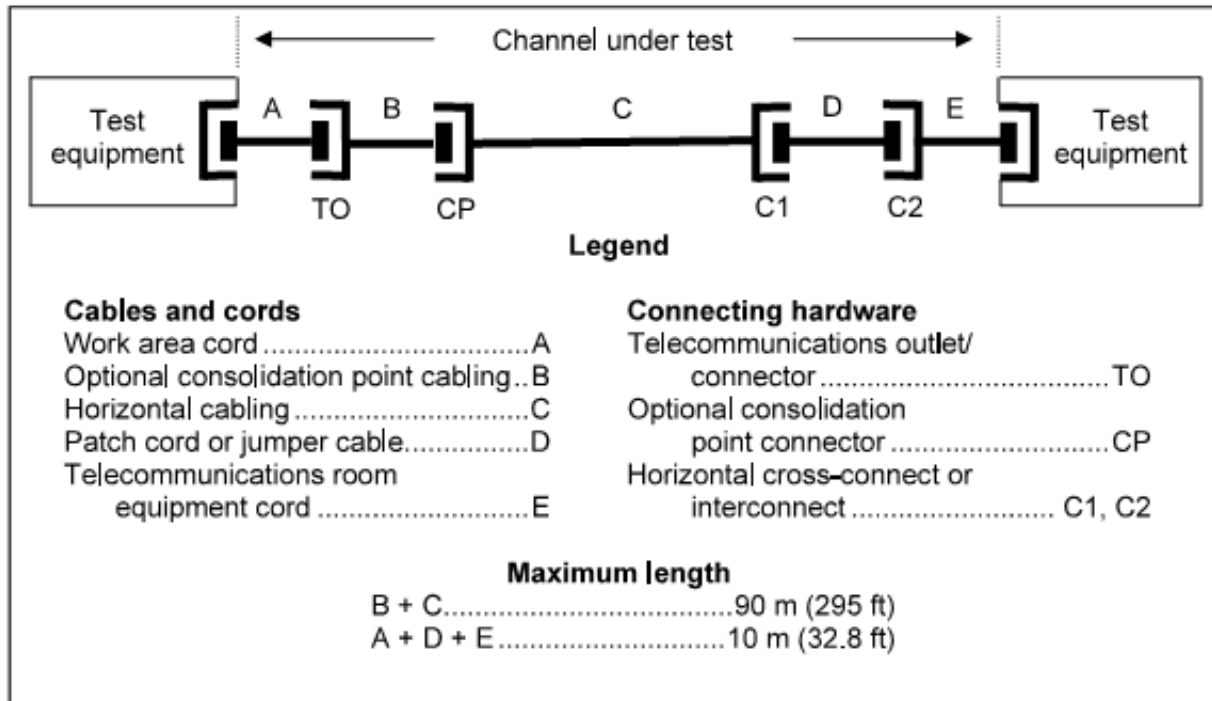


Figure 3 - Supplemental schematic representation of a channel test configuration

# Accesorios para medir channel link





# Accesorio para medir channel link



# Conexión a un extremo. Restante idem



# Ejemplo de informe emitido por equipo de medición Categoría 6



**Cable ID: S01-A1-21**  
 Date / Time: 05/05/2020 02:35:41 PM  
**Headroom 8.5 dB (NEXT 12-45)**  
**Test Limit: TIA Cat 6 Channel**  
 Cable Type: Cat 6 U/UTP  
 NVP: 69.0%

Operator: GERMAN ARDILES  
 Software Version: V6.4 Build 4  
 Limits Version: V7.4  
 Calibration Date:  
 Main (Module): 12/17/2019  
 Remote (Module): 12/17/2019

**Test Summary: PASS**  
 Model: DSX-5000  
 Main S/N: 3613077  
 Remote S/N: 3604172  
 Main Adapter: DSX-PLA004  
 Remote Adapter: DSX-CHA004

Length (ft), Limit 328	[Pair 45]	208
Prop. Delay (ns), Limit 555	[Pair 36]	325
Delay Skew (ns), Limit 50	[Pair 36]	18
Resistance (ohms)	[Pair 36]	9.21
Insertion Loss Margin (dB)	[Pair 36]	15.4
Frequency (MHz)	[Pair 36]	250.0
Limit (dB)	[Pair 36]	35.9

	Worst Case Margin	Worst Case Value
<b>PASS</b>	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45
NEXT (dB)	10.2	8.5
	11.4	10.0

208 ft

Wire Map (T568A)  
**PASS**

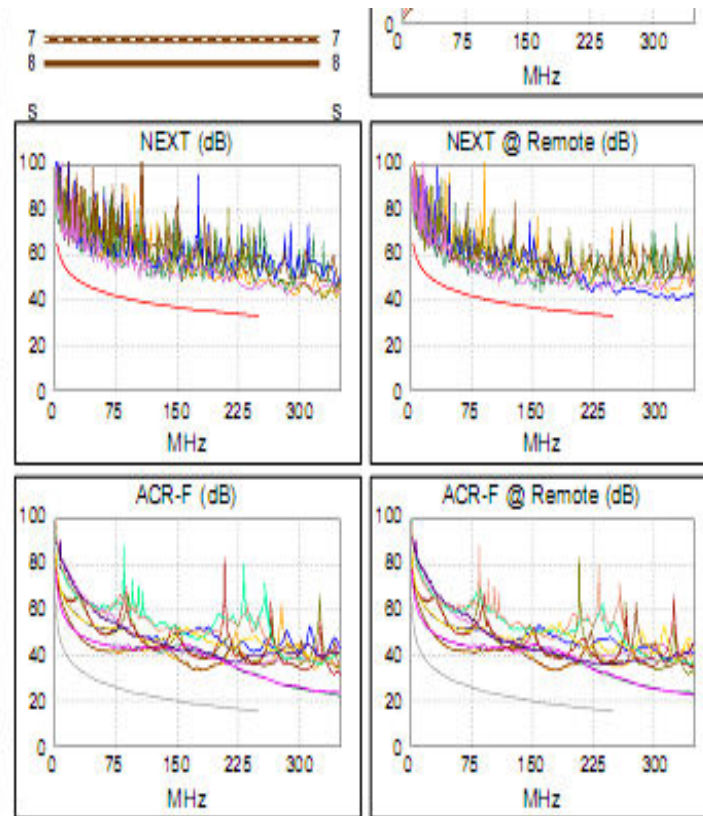
Insertion Loss (dB)

# Ejemplo de informe emitido por equipo de medición Categoría 6

PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	12-45	45-78	12-78
NEXT (dB)	10.2	8.5	11.4	10.0
Freq. (MHz)	3.1	153.5	248.0	224.5
Limit (dB)	64.8	36.8	33.2	33.9
Worst Pair	45	45	45	78
PS NEXT (dB)	11.3	9.5	12.9	11.0
Freq. (MHz)	3.3	109.0	248.0	250.0
Limit (dB)	62.0	36.4	30.2	30.2

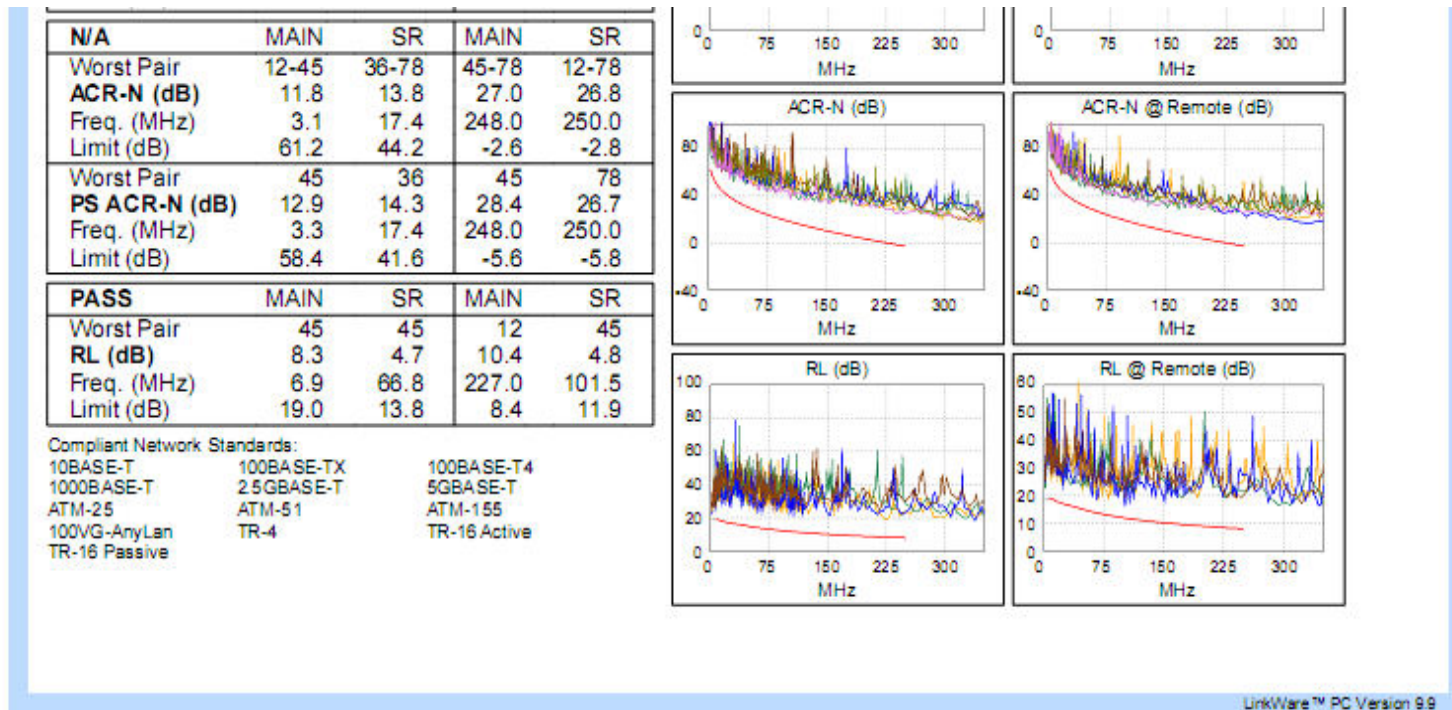
PASS	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-36	12-36	45-12	12-45
ACR-F (dB)	13.2	13.3	15.2	15.1
Freq. (MHz)	49.0	46.8	250.0	250.0
Limit (dB)	29.5	29.9	15.3	15.3
Worst Pair	12	12	12	45
PS ACR-F (dB)	14.3	14.3	17.0	17.3
Freq. (MHz)	43.0	49.0	250.0	250.0
Limit (dB)	27.6	26.5	12.3	12.3

N/A	MAIN	SR	MAIN	SR
Worst Pair	12-45	36-78	45-78	12-78





# Ejemplo de informe emitido por equipo de medición Categoría 6



Project: EZE-TCA0065

CERTIFICACIONES EZEIZA TCA0065.flw

**FLUKE**  
networks.

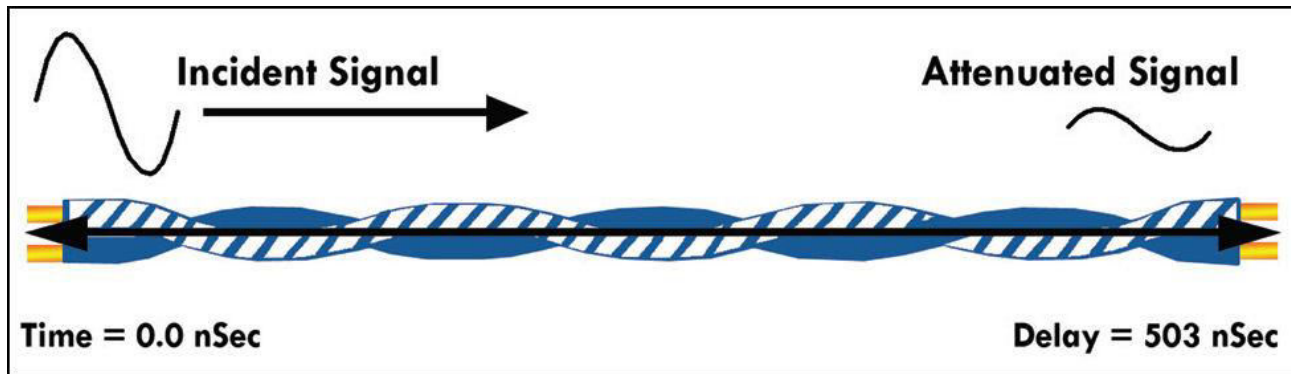
# Mediciones del instrumento

- El instrumento usado para medir los parámetros que analizaremos a continuación, lo hace en más de 800 frecuencias.
- Cuando mostremos resultados de cada medición, se muestra sólo aquellas frecuencias solicitadas por la norma.
- Los gráficos mostrados por el instrumento surgen de las más de 800 muestras.

# Pérdida de inserción (insertion loss)

- Pérdida resultante de insertar un componente, link o channel entre transmisor y receptor.
- Relación en db de la potencia de la señal incidente respecto a la potencia de la señal atenuada después del elemento que introduce la pérdida.

$$IL = 10 \times \log \frac{\text{Potencia incident signal}}{\text{Potencia attenuated signal}}$$



# Pérdida de inserción permanent link

**Table 33 - Maximum permanent link insertion loss**

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	2.6	2.1	1.9	1.9
4.00	5.6	3.9	3.5	3.5
8.00	8.5	5.5	5.0	5.0
10.00	9.7	6.2	5.5	5.5
16.00	13.0	7.9	7.0	7.0
20.00	-	8.9	7.9	7.8
25.00	-	10.0	8.9	8.8
31.25	-	11.2	10.0	9.8
62.50	-	16.2	14.4	14.0
100.00	-	21.0	18.6	18.0
200.00	-	-	27.4	26.1
250.00	-	-	31.1	29.5
300.00	-	-	-	32.7
400.00	-	-	-	38.4
500.00	-	-	-	43.8



# Pérdida de inserción channel

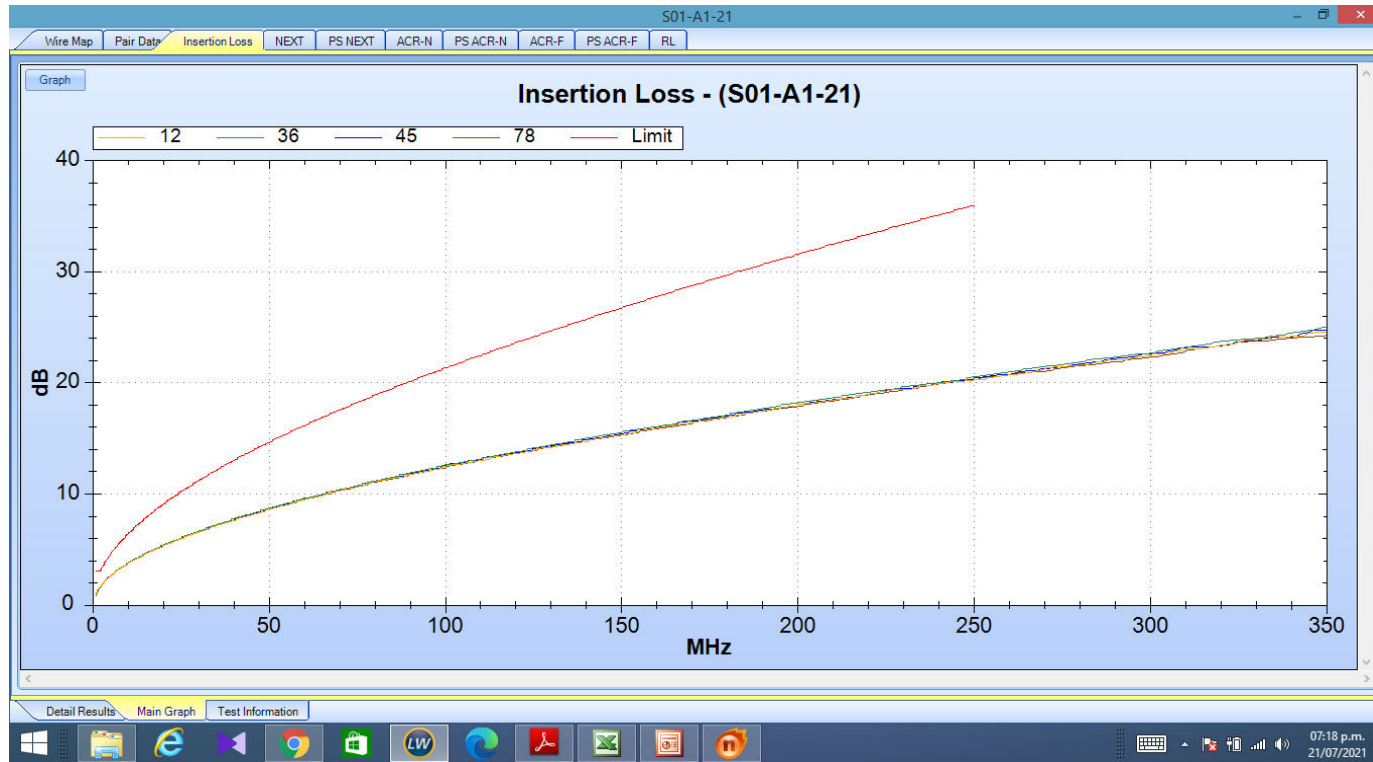
Table 7 - Maximum channel insertion loss

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	3.0	2.2	2.1	2.3
4.00	6.5	4.5	4.0	4.2
8.00	9.8	6.3	5.7	5.8
10.00	11.2	7.1	6.3	6.5
16.00	14.9	9.1	8.0	8.2
20.00	-	10.2	9.0	9.2
25.00	-	11.4	10.1	10.2
31.25	-	12.9	11.4	11.5
62.50	-	18.6	16.5	16.4
100.00	-	24.0	21.3	20.9
200.00	-	-	31.5	30.1
250.00	-	-	35.9	33.9
300.00	-	-	-	37.4
400.00	-	-	-	43.7
500.00	-	-	-	49.3

# Pérdida de inserción. Ejemplo medición channel categoría 6

Insertion Loss (dB)					
	Pair	Pair	Pair	Pair	Pair
Frequency (MHz)	Limit (dB)	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	3	1	0,8	1	0,9
4.000	4	2,3	2,3	2,3	2,3
8.000	5,7	3,3	3,3	3,3	3,3
10.000	6,3	3,7	3,7	3,7	3,7
16.000	8	4,7	4,8	4,7	4,7
25.000	10,1	5,9	6	6	5,9
31.250	11,4	6,7	6,7	6,7	6,7
62.500	16,5	9,6	9,7	9,7	9,6
100.000	21,3	12,4	12,6	12,5	12,3
200.000	31,5	18	18,2	18	17,9
250.000	35,9	20,3	20,5	20,4	20,3

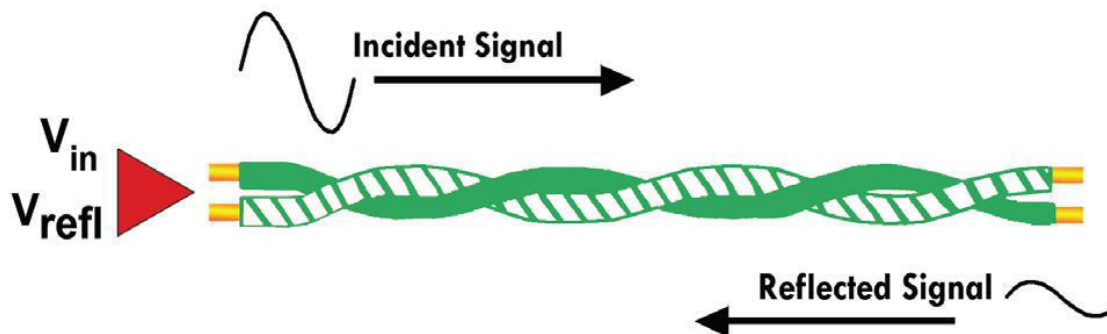
# Ejemplo informe de perdida de inserción



# Pérdida de retorno (return loss)

- Es la relación entre lo que se emite por un par y lo que vuelve por el mismo par, debido a rebotes en los empalmes. Debe ser lo más alta posible. Se mide en dB.

$$\text{Return Loss} = 10 \times \log \frac{\text{Potencia incident signal}}{\text{Potencia reflected signal}}$$



# Pérdida de retorno permanent link

**Table 31 - Minimum permanent link return loss**

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	n/s	19.0	19.1	19.1
4.00	n/s	19.0	21.0	21.0
8.00	n/s	19.0	21.0	21.0
10.00	n/s	19.0	21.0	21.0
16.00	n/s	19.0	20.0	20.0
20.00	-	19.0	19.5	19.5
25.00	-	18.0	19.0	19.0
31.25	-	17.1	18.5	18.5
62.50	-	14.1	16.0	16.0
100.00	-	12.0	14.0	14.0
200.00	-	-	11.0	11.0
250.00	-	-	10.0	10.0
300.00	-	-	-	9.2
400.00	-	-	-	8.0
500.00	-	-	-	8.0

# Pérdida de retorno channel

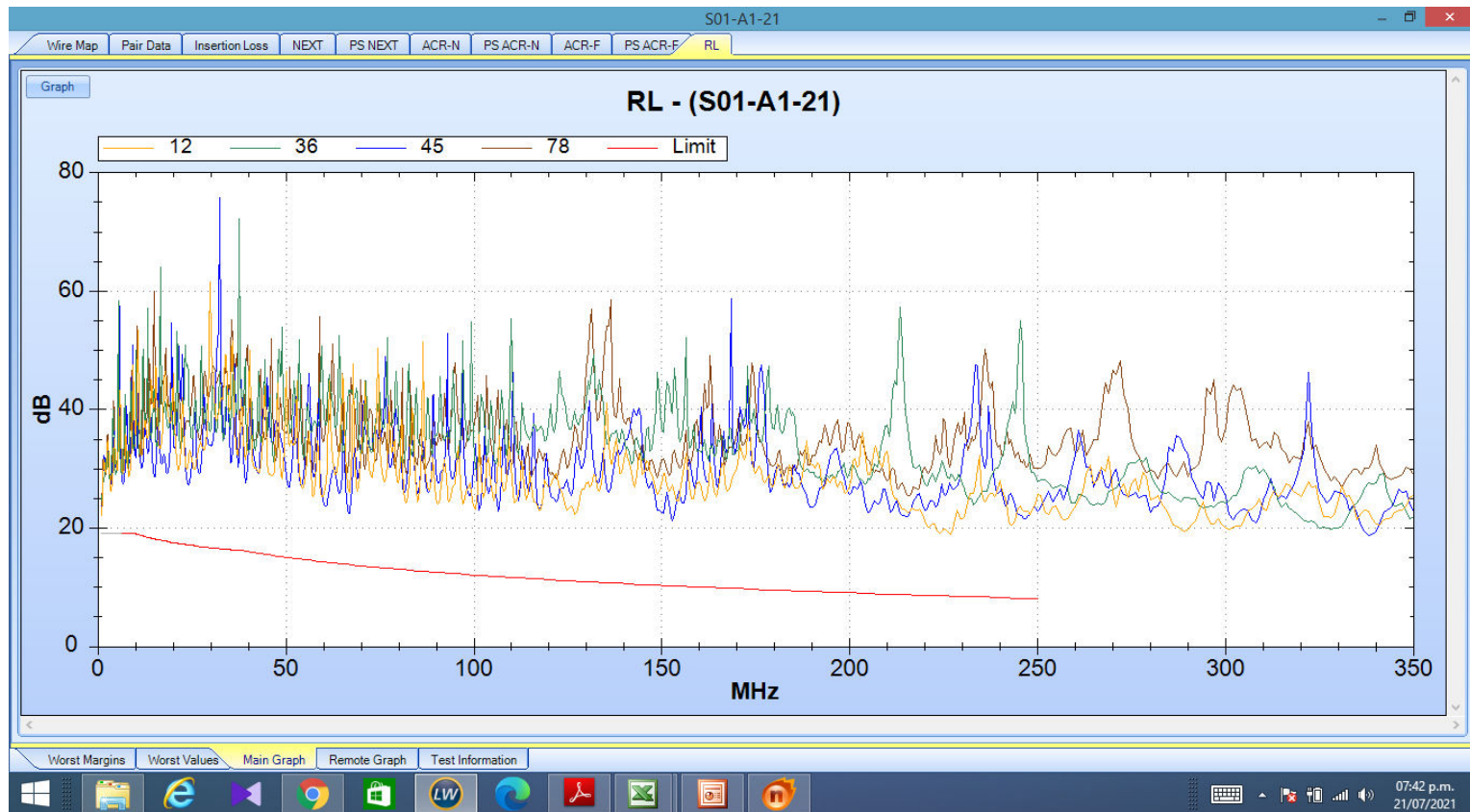
Table 5 - Minimum channel return loss

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	n/s	17.0	19.0	19.0
4.00	n/s	17.0	19.0	19.0
8.00	n/s	17.0	19.0	19.0
10.00	n/s	17.0	19.0	19.0
16.00	n/s	17.0	18.0	18.0
20.00	-	17.0	17.5	17.5
25.00	-	16.0	17.0	17.0
31.25	-	15.1	16.5	16.5
62.50	-	12.1	14.0	14.0
100.00	-	10.0	12.0	12.0
200.00	-	-	9.0	9.0
250.00	-	-	8.0	8.0
300.00	-	-	-	7.2
400.00	-	-	-	6.0
500.00	-	-	-	6.0

# Pérdida de retorno. Ejemplo medición channel categoría 6

		RL (dB)				
		Pair	Pair	Pair	Pair	Pair
Frequen- cy (MHz)	Limit (dB)	1 2	3 6	4 5	7 8	
1.000	19	22	24,6	22,1	23,6	
4.000	19	28,5	37	30	33,6	
8.000	19	30,6	30	35,1	30,1	
10.000	19	36,1	36,3	32,3	34,7	
16.000	18	37,9	34,2	40,3	36	
25.000	17	31,7	35,1	30,4	41,1	
31.250	16,5	40,5	38,1	39,6	46,4	
62.500	14	31,6	40,8	29,6	51	
100.000	12	23,6	34,6	30,3	36,8	
200.000	9	27	29,3	25,6	37,5	
250.000	8	25,6	27,7	22,8	30	

# Ejemplo informe de perdida de retorno

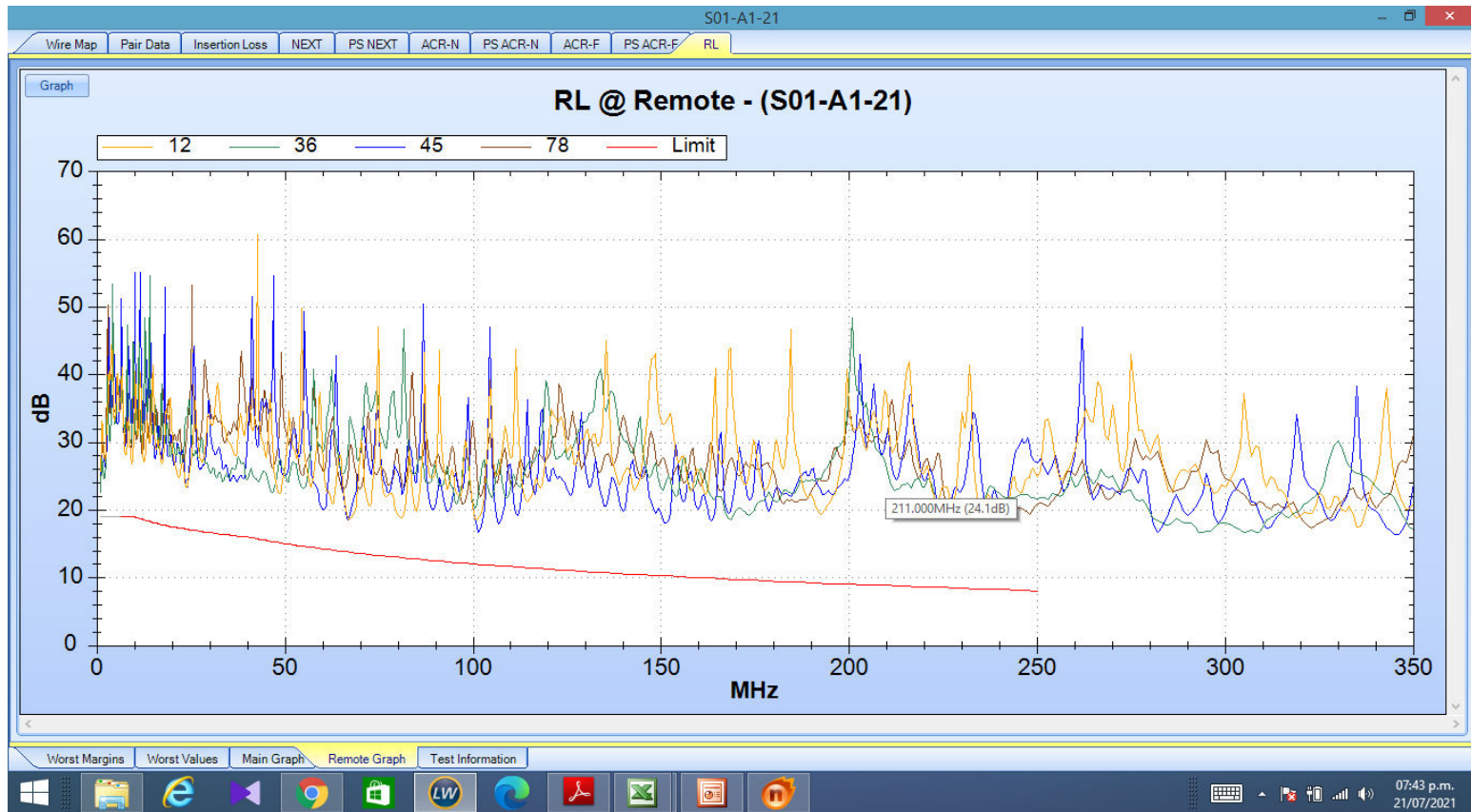




# Pérdida de retorno. Ejemplo medición channel cat 6 remoto

RL (dB)		RL @ Remote (dB)			
Pair	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
Frequency (MHz)	Limit (dB)	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	19	25,6	22,6	25,2	25
4.000	19	44,3	37,1	34,8	39,1
8.000	19	29	38	31,2	34
10.000	19	32,5	38,5	41	39,6
16.000	18	29,1	32	29,3	34,9
25.000	17	26,7	33,3	30	38,6
31.250	16,5	33,6	26	28,5	34,1
62.500	14	21,2	40,6	31,7	33,4
100.000	12	20,5	21,2	20,6	33,1
200.000	9	35,5	38,5	24,8	35,1
250.000	8	24,9	21,6	26,9	20,8

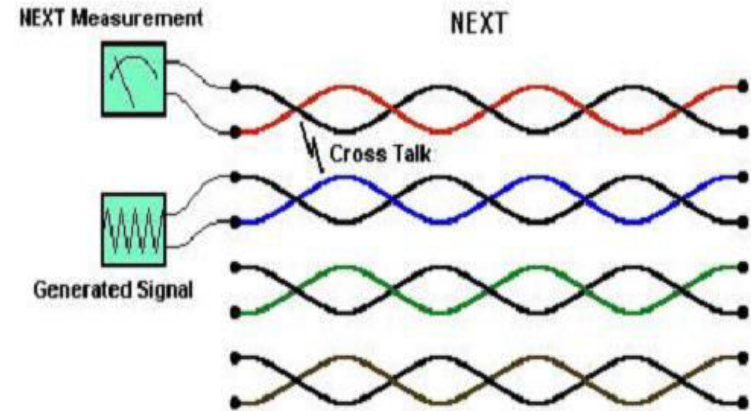
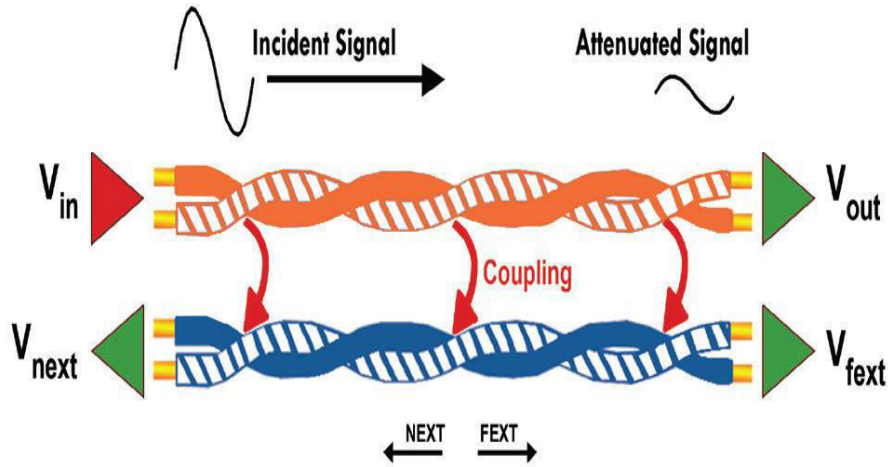
# Ejemplo informe de perdida de retorno (remoto)



# NEXT (Near End Cross Talk Diafonía extremo cercano)

- Mide la Diafonía existente entre un par transmisor y un par adyacente dentro del mismo cable.
- Se produce diafonía o crosstalk, cuando parte de las señales presentes en un extremo del cable, llamado perturbador, aparece en el otro, considerado perturbado.
- La medición se realiza en ambos extremos, para todas las combinaciones posibles, arrojando 12 resultados (por extremo).

# NEXT (Near End Cross Talk Diafonía extremo cercano)



$$NEXT = 10 \times \log \frac{Potencia_{V_{in}}}{Potencia_{V_{next}}}$$

# NEXT loss permanent link

**Table 35 - Minimum permanent link NEXT loss**

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	40.1	60.0	65.0	65.0
4.00	30.7	54.8	64.1	64.1
8.00	25.9	50.0	59.4	59.4
10.00	24.3	48.5	57.8	57.8
16.00	21.0	45.2	54.6	54.6
20.00	-	43.7	53.1	53.1
25.00	-	42.1	51.5	51.5
31.25	-	40.5	50.0	50.0
62.50	-	35.7	45.1	45.1
100.00	-	32.3	41.8	41.8
200.00	-	-	36.9	36.9
250.00	-	-	35.3	35.3
300.00	-	-	-	34.0
400.00	-	-	-	29.9
500.00	-	-	-	26.7

# NEXT loss channel

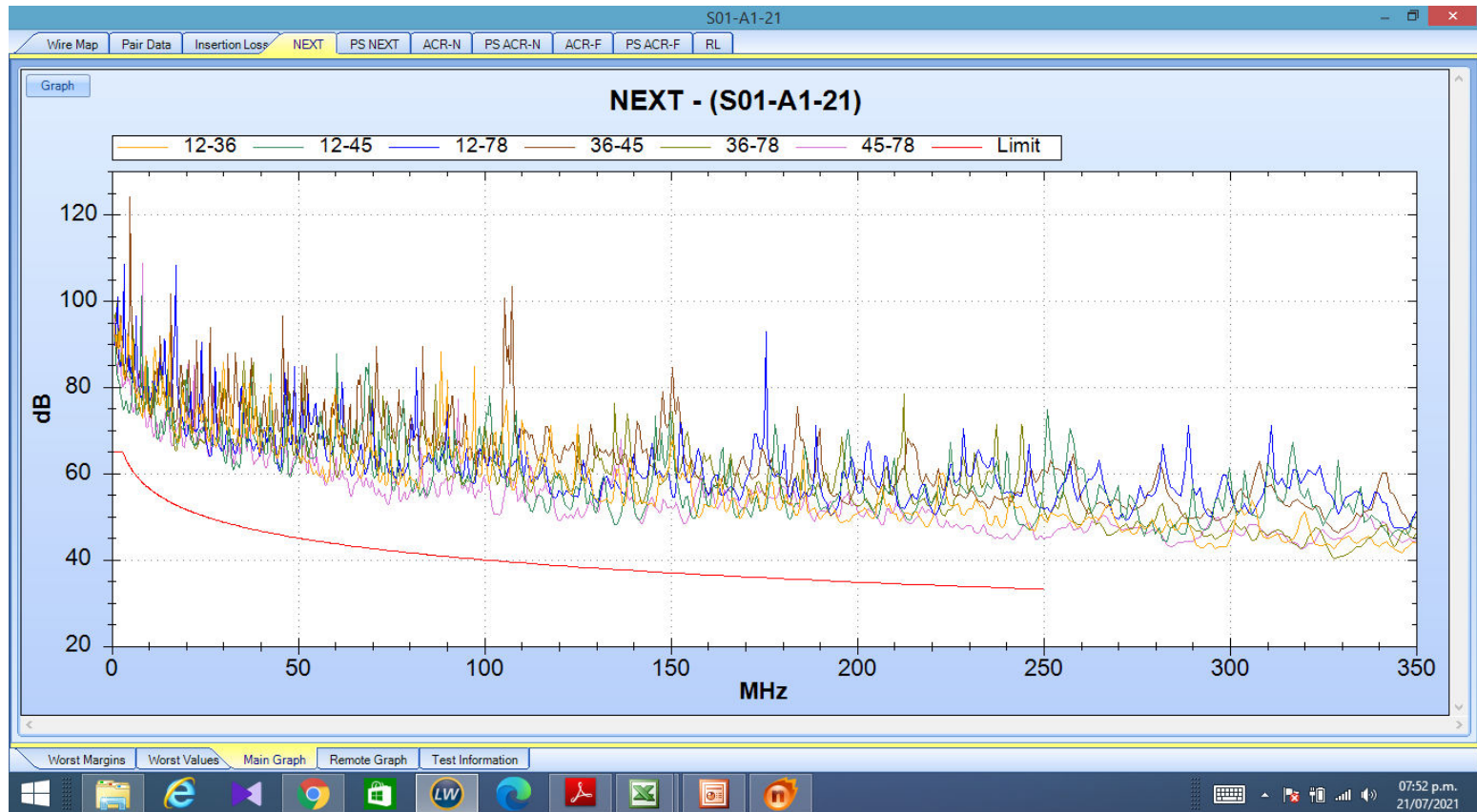
Table 9 - Minimum channel NEXT loss

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	39.1	60.0	65.0	65.0
4.00	29.3	53.5	63.0	63.0
8.00	24.3	48.6	58.2	58.2
10.00	22.7	47.0	56.6	56.6
16.00	19.3	43.6	53.2	53.2
20.00	-	42.0	51.6	51.6
25.00	-	40.3	50.0	50.0
31.25	-	38.7	48.4	48.4
62.50	-	33.6	43.4	43.4
100.00	-	30.1	39.9	39.9
200.00	-	-	34.8	34.8
250.00	-	-	33.1	33.1
300.00	-	-	-	31.7
400.00	-	-	-	28.7
500.00	-	-	-	26.1

## Next. Ejemplo medición channel cat 6

Frequency (MHz)	NEXT (dB)						
	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
	Limit (dB)	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-4 5	3 6-7 8	4 5-7 8
1.000	65	94,3	91,3	89,7	91,5	96,8	95,8
4.000	63	83,5	76,7	84,5	83	84,1	82,5
8.000	58,2	73,3	101,2	77,7	80,2	77,1	80,2
10.000	56,6	73,9	79,1	78,3	75,2	74,9	72,4
16.000	53,2	76,5	70,8	76,9	101,5	79	67,2
25.000	50	76,4	72,3	69,3	70,9	67,2	72,4
31.250	48,4	69,9	66,7	70	87,6	68,5	64,3
62.500	43,4	64,5	70,5	67,3	74	66,8	59
100.000	39,9	67,1	66	64	65	70,9	59,3
200.000	34,8	50,6	57,9	56,5	59,5	52,5	51,7
250.000	33,1	49,5	57,3	51,9	60,9	52	45

# Ejemplo informe de Next

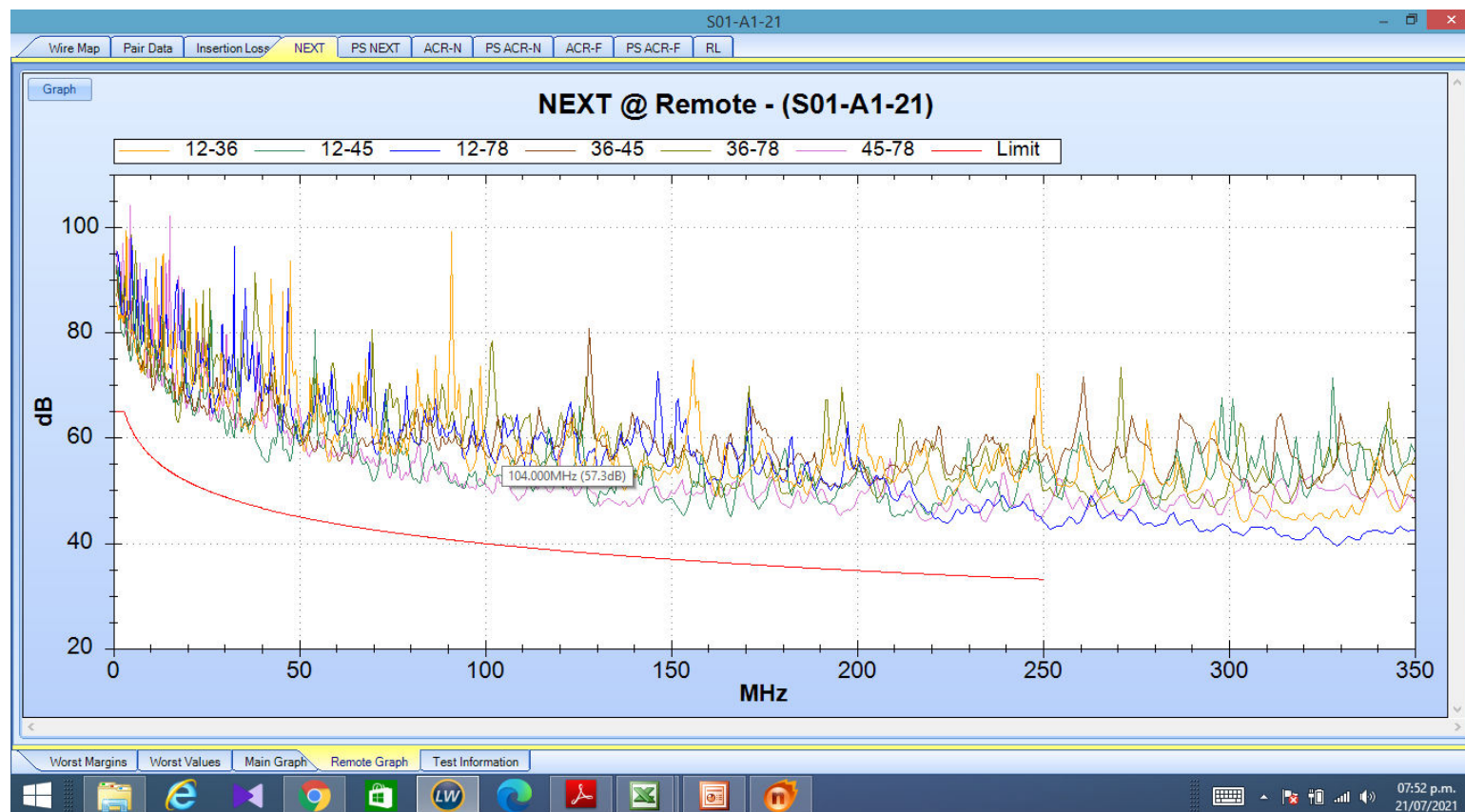




# Next remoto. Ejemplo medición channel cat 6

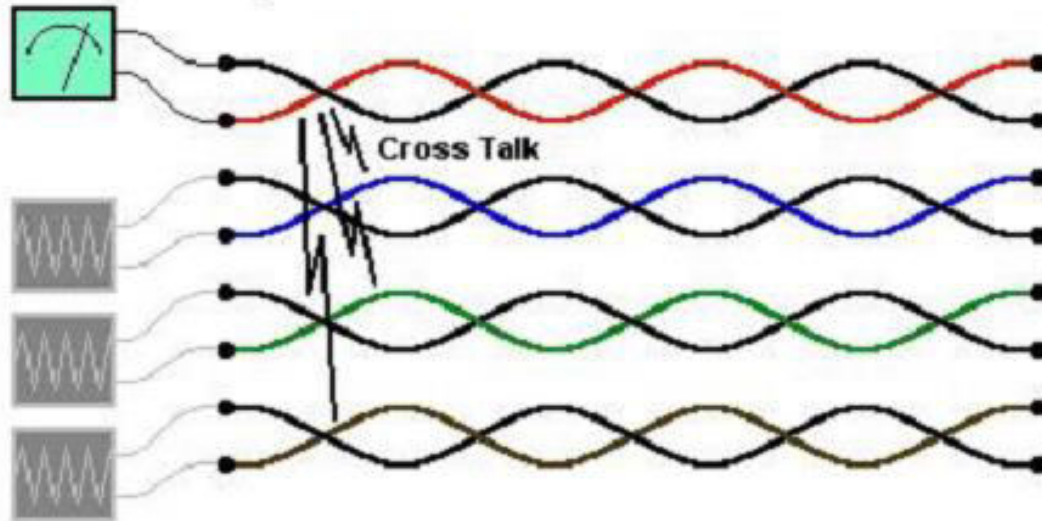
Frequency (MHz )	NEXT (dB)	NEXT @ Remote (dB)					
	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
	Limit (dB)	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-4 5	3 6-7 8	4 5-7 8
1.000	65	85,8	92,8	94,5	92,1	87	95,5
4.000	63	84,7	79,7	82,7	76,9	84,9	81,8
8.000	58,2	72,8	84,7	78,7	74,2	74,1	79,7
10.000	56,6	75,2	75,3	80,2	73,7	77,4	73,5
16.000	53,2	75,3	67,3	76,1	70,9	72,4	70,7
25.000	50	78,1	67,9	73,7	64,8	73,1	72,7
31.250	48,4	66,2	62,3	74,9	65,1	69,1	66,5
62.500	43,4	62,1	60,7	63,1	57	62	58,3
100.000	39,9	56,5	51,5	61,3	57,3	61,7	51,1
200.000	34,8	56,3	53,4	56,3	54	53,7	48,4
250.000	33,1	58,6	52,4	44,3	55,8	50	45,4

# Ejemplo informe de Next remoto



# PS NEXT (Power Sum NEXT)

The results from all three NEXT tests are added together to get PSNEXT



- PSNEXT mide el efecto acumulativo de NEXT de todos los pares de hilos del cable. PSNEXT se computa para cada par de hilos en base a los efectos de NEXT de los otros tres pares.

# PS NEXT (Power Sum NEXT)

$$PSNEXT_k = -10 \log \left( \sum_{i=1, i \neq k}^n 10^{\frac{NEXT_{k,i}}{10}} \right) dB$$

where:

$n$  is the total number of pairs under test (DUT).

$NEXT_{k,i}$  is the measured NEXT loss, in dB, to pair  $k$  from pair  $i$ .

$k$  is the number of the disturbed pair.

$i$  is the number of a disturbing pair.

# PSNEXT loss permanent link

**Table 37 - Minimum permanent link PSNEXT loss**

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	n/s	57.0	62.0	62.0
4.00	n/s	51.8	61.8	61.8
8.00	n/s	47.0	57.0	57.0
10.00	n/s	45.5	55.5	55.5
16.00	n/s	42.2	52.2	52.2
20.00	-	40.7	50.7	50.7
25.00	-	39.1	49.1	49.1
31.25	-	37.5	47.5	47.5
62.50	-	32.7	42.7	42.7
100.00	-	29.3	39.3	39.3
200.00	-	-	34.3	34.3
250.00	-	-	32.7	32.7
300.00	-	-	-	31.4
400.00	-	-	-	27.1
500.00	-	-	-	23.8

# PSNEXT loss channel

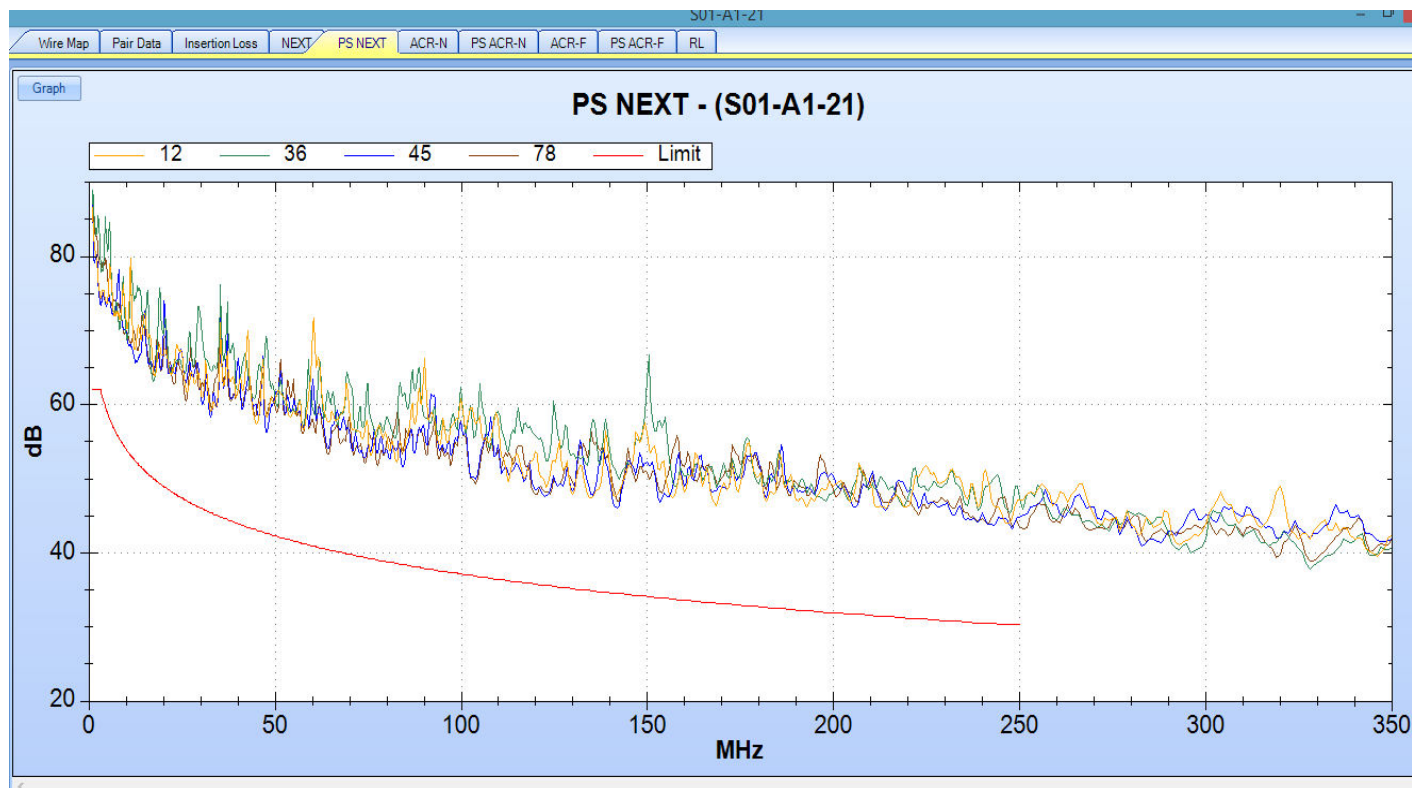
Table 11 - Minimum channel PSNEXT loss

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	n/s	57.0	62.0	62.0
4.00	n/s	50.5	60.5	60.5
8.00	n/s	45.6	55.6	55.6
10.00	n/s	44.0	54.0	54.0
16.00	n/s	40.6	50.6	50.6
20.00	-	39.0	49.0	49.0
25.00	-	37.3	47.3	47.3
31.25	-	35.7	45.7	45.7
62.50	-	30.6	40.6	40.6
100.00	-	27.1	37.1	37.1
200.00	-	-	31.9	31.9
250.00	-	-	30.2	30.2
300.00	-	-	-	28.8
400.00	-	-	-	25.8
500.00	-	-	-	23.2

# PS Next. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

		PS NEXT (dB)			
		Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
Frequency (MHz)	Limit (dB)	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	62	86,6	88,9	87,7	88,1
4.000	60,5	75,3	78,7	75	78,8
8.000	55,6	72	71,2	77,2	73,4
10.000	54	71,7	69,9	70	69,8
16.000	50,6	69	74,6	65,6	66,5
25.000	47,3	67	65,3	67	64,4
31.250	45,7	63,8	66,1	62,3	62,1
62.500	40,6	62	62,2	58,6	57,8
100.000	37,1	60,8	62,3	57,6	57,8
200.000	31,9	49	48,1	50,3	48,4
250.000	30,2	47,1	47,4	44,7	43,5

# Ejemplo informe de PS NEXT

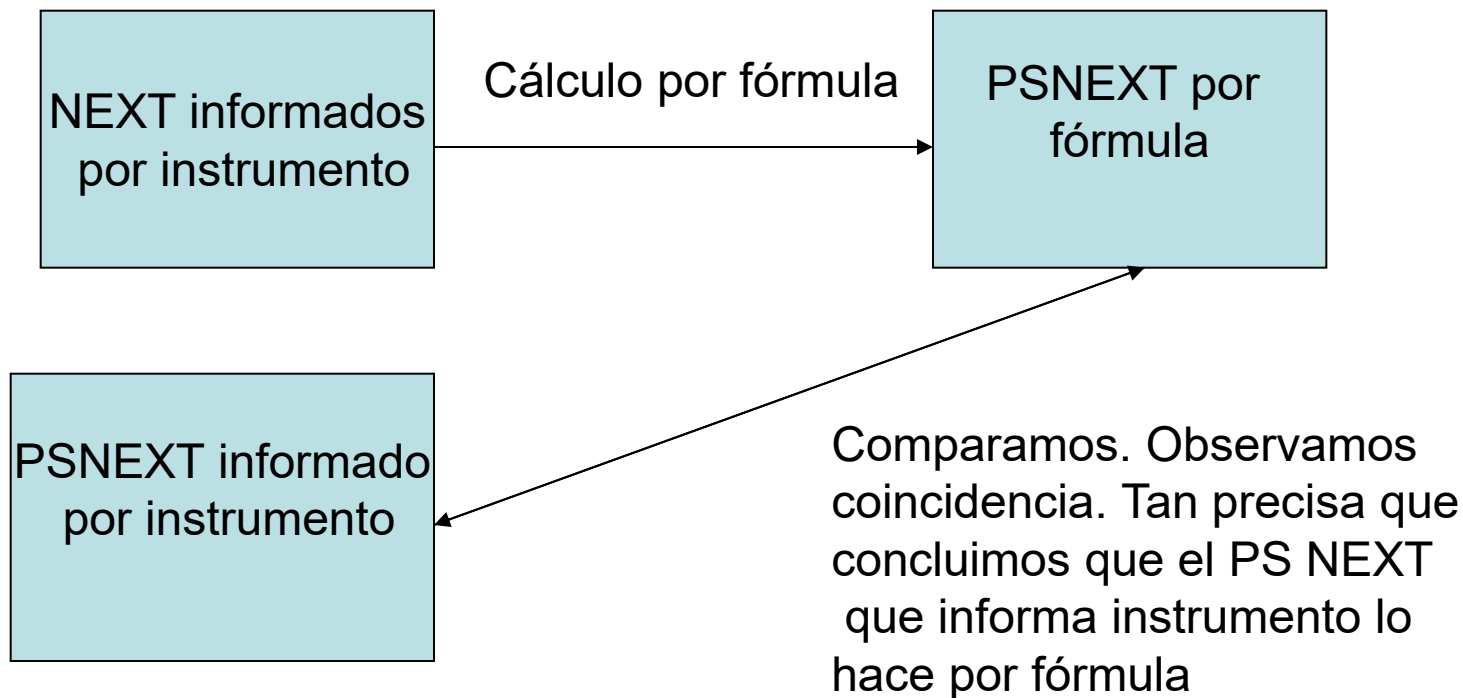




# PS NEXT (dB) calculado por fórmula desde Next individuales

	PS NEXT (dB) calculado por fórmula			
Frec	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
MHz	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	86,6	88,9	87,7	88,1
4.000	75,3	78,7	74,9	78,8
8.000	71,9	71,2	77,2	73,4
10.000	71,7	69,9	70,0	69,8
16.000	69,0	74,6	65,6	66,5
25.000	67,0	65,3	67,0	64,4
31.250	63,8	66,1	62,3	62,1
62.500	62,0	62,2	58,6	57,8
100.000	60,7	62,3	57,6	57,8
200.000	49,0	48,1	50,2	48,3
250.000	47,1	47,4	44,6	43,5

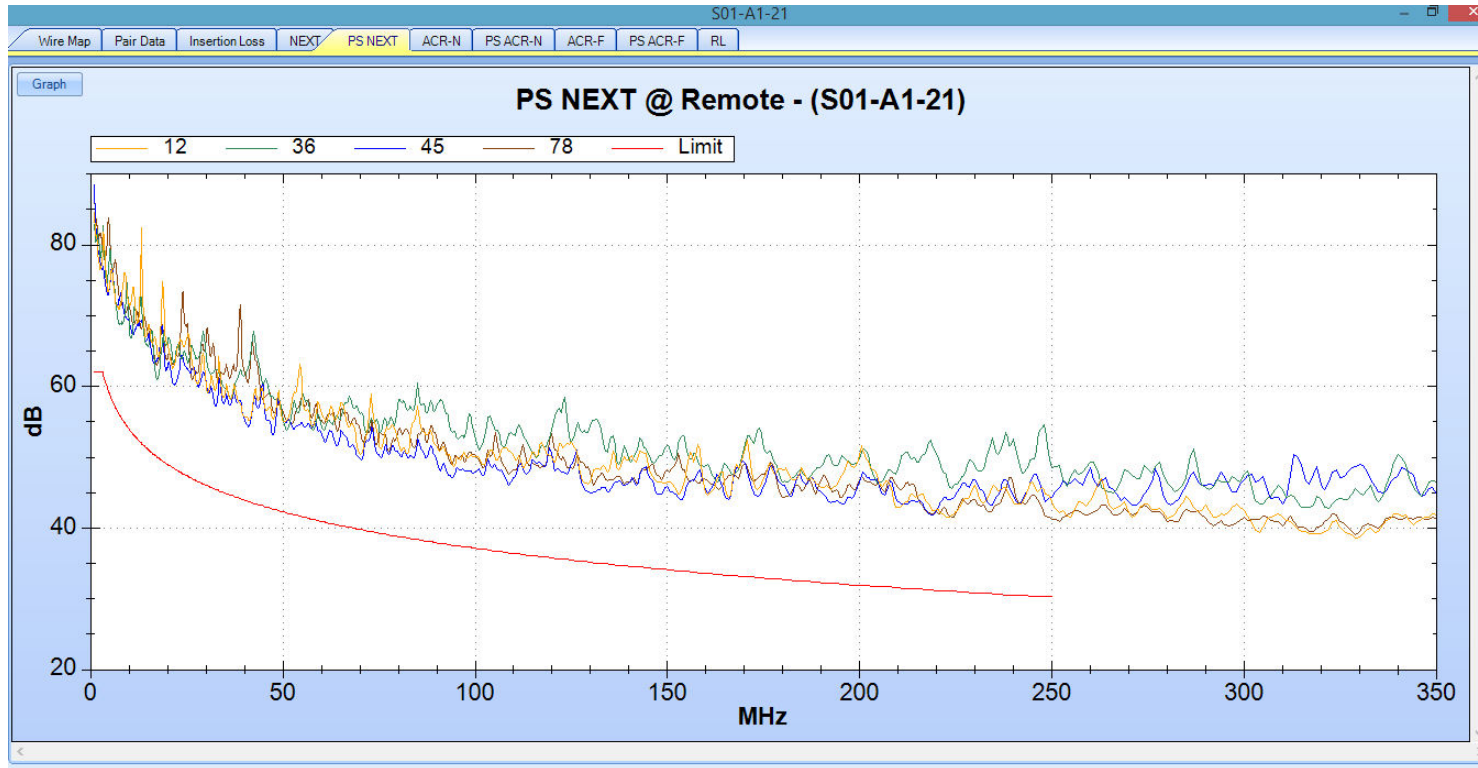
## ¿Qué hicimos en relación al NEXT?



# PS Next remoto. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

Frequency (MHz)	PS NEXT @ Remote (dB)			
	Pairs		Pairs	
	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	84,5	82,8	88,4	85,8
4.000	77,1	75,7	74,3	78,2
8.000	71,6	68,9	72,8	72
10.000	71,6	70,4	69,3	71,4
16.000	66,2	67,8	64,6	67,8
25.000	66,6	64	62,6	68,4
31.250	60,6	61,7	59,5	64,2
62.500	57,1	54,9	53,6	55,9
100.000	50	53,2	47,8	50,4
200.000	50,3	49,7	46,4	46,8
250.000	43,6	48,5	44,3	41,2

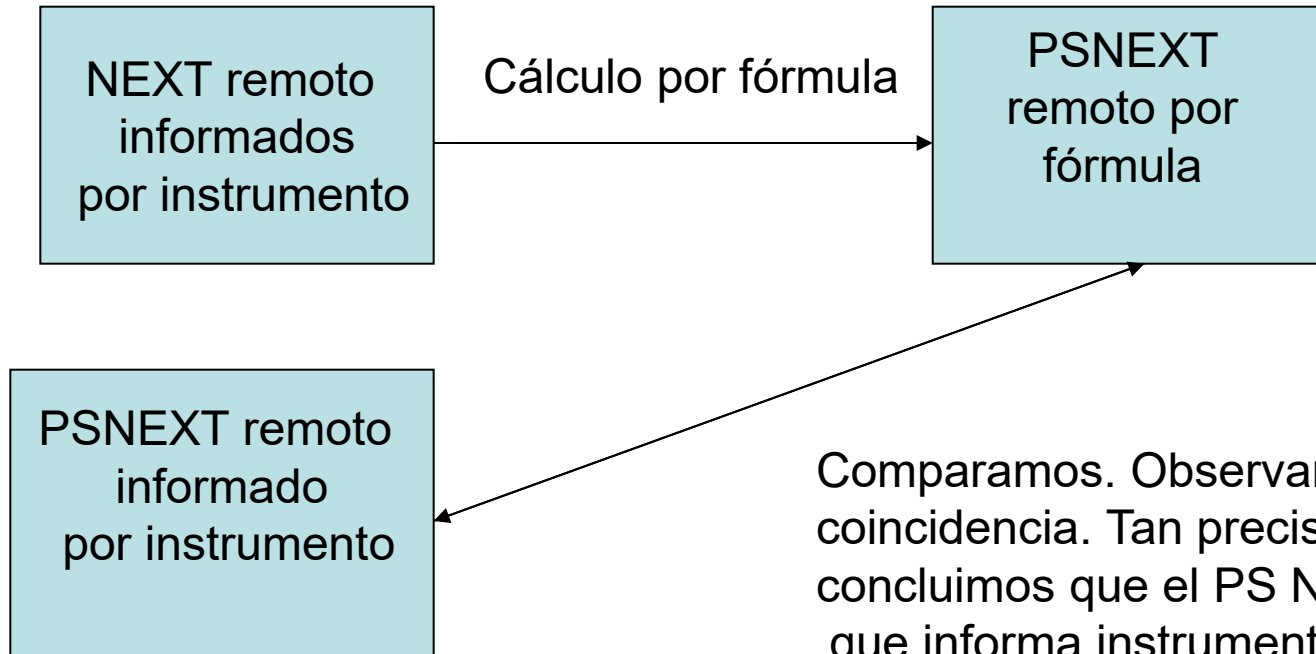
# Ejemplo informe PS NEXT remoto



# PSNEXT (dB) remoto calculado por fórmula desde Next individuales

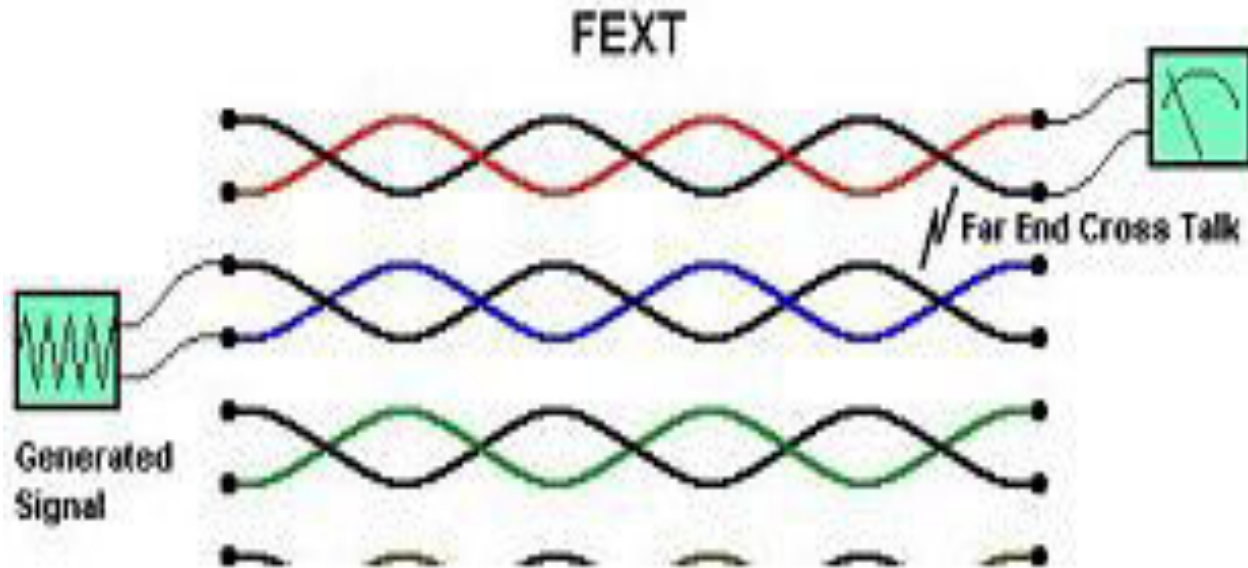
	PS NEXT (dB) remote calculado por fórmula			
Frec	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
MHz	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	84,5	82,8	88,5	85,8
4.000	77,1	75,7	74,2	78,2
8.000	71,6	68,9	72,8	72,0
10.000	71,6	70,4	69,3	71,4
16.000	66,2	67,7	64,5	67,8
25.000	66,6	64,0	62,6	68,4
31.250	60,6	61,7	59,5	64,2
62.500	57,1	54,9	53,6	55,9
100.000	50,0	53,2	47,8	50,4
200.000	50,3	49,8	46,4	46,8
250.000	43,5	48,5	44,3	41,2

# ¿Qué hicimos en relación al NEXT remoto?



Comparamos. Observamos coincidencia. Tan precisa que concluimos que el PS NEXT remoto que informa instrumento lo hace por fórmula

# Far End Cross Talk (FEXT)



$$\text{FEXT} := 10 \cdot \text{Log} \left( \frac{\text{Potencia\_Generada}}{\text{Potencia\_inducida\_en\_far\_end}} \right)$$

# Far End Cross Talk (FEXT)

- Hay 12 combinaciones de FEXT.
- FEXT transmitiendo en par 2 y recibiendo en par 1 sería FEXT12.
- Las 12 combinaciones son: FEXT12, FEXT21 FEXT13, FEXT31 FEXT14, FEXT41 FEXT23, FEXT32 FEXT24, FEXT42 FEXT34, FEXT43



# Far End Cross Talk (FEXT)

- FEXT No es informado por el instrumento
- Lo que se informa es el ACRF que veremos a continuación.
- El ACRF nos permite calcular el FEXT por fórmula

# ACRF Attenuation Crosstalk Ratio Far End

- Surge de restar el insertion loss del par afectado de los FEXT loss del resto de los pares

$$ACRF_{k,i} = FEXT_{k,i} - IL_k \text{ dB}$$

where:

$IL_k$  is the insertion loss of the disturbed pair.

$k$  is the number of the disturbed pair in a disturbed DUT.

$i$  is the number of a disturbing pair in a disturbing DUT.

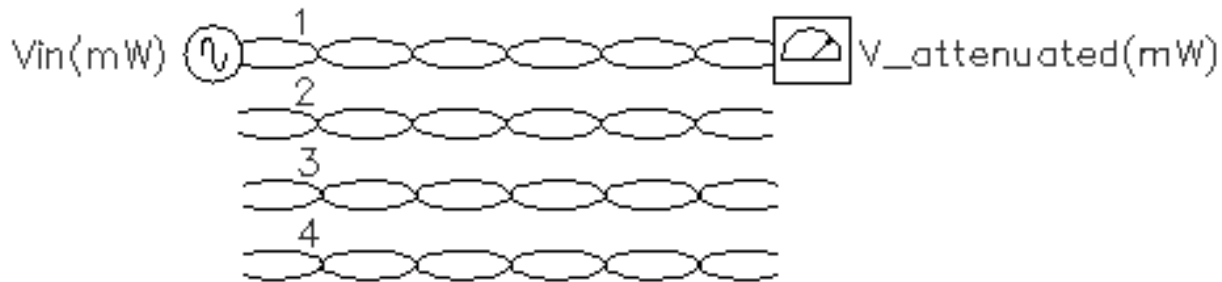
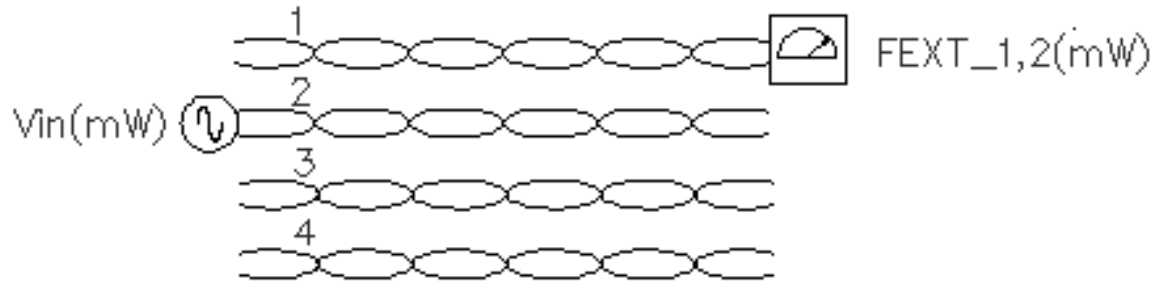
$i \neq k$ .

NOTE - ACRF has been referred to as ELFEXT in previous editions of this Standard.

# ACRF caso 1,2

Par 1: Disturbed pair (víctima)

Par 2: Disturbing pair (victimario)



# ACRF

Ejemplo para par 1 como víctima

Disturbed (víctima): par 1

Disturbed (víctima): par 1

Disturbing (victimario): par 2

Disturbing (victimario): par 4

$$ACRF_{1,2} = FEXT_{1,2} - IL_1$$

$$ACRF_{1,4} = FEXT_{1,4} - IL_1$$

Disturbed (víctima): par 1

Disturbing (victimario): par 3

$$ACRF_{1,3} = FEXT_{1,3} - IL_1$$

# ACRF Interpretación

$$\text{ACRF}_{k,i} := \text{FEXT}_{k,i} - \text{IL}_k$$

$$\text{ACRF}_{k,i} := 10 \cdot \log \left( \frac{V_{\text{in}}}{V_{\text{fext}_{k,i}}} \right) - 10 \cdot \log \left( \frac{V_{\text{in}}}{V_{\text{atenuada}_k}} \right)$$

$$\text{ACRF}_{k,i} := 10 \cdot \log \left( \frac{V_{\text{atenuada}_k}}{V_{\text{fext}_{k,i}}} \right)$$

Permite comparar cuanto más es la señal útil atenuada que llega al extremo lejano en el par víctima en relación a lo inducido por cada uno del resto de los pares (victimarios) en el mismo extremo

# ACRF Permanent link

**Table 39 - Minimum permanent link ACRF**

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	n/s	58.6	64.2	64.2
4.00	n/s	46.6	52.1	52.1
8.00	n/s	40.6	46.1	46.1
10.00	n/s	38.6	44.2	44.2
16.00	n/s	34.5	40.1	40.1
20.00	-	32.6	38.2	38.2
25.00	-	30.7	36.2	36.2
31.25	-	28.7	34.3	34.3
62.50	-	22.7	28.3	28.3
100.00	-	18.6	24.2	24.2
200.00	-	-	18.2	18.2
250.00	-	-	16.2	16.2
300.00	-	-	-	14.6
400.00	-	-	-	12.1
500.00	-	-	-	10.2

# ACRF channel

**Table 13 - Minimum channel ACRF**

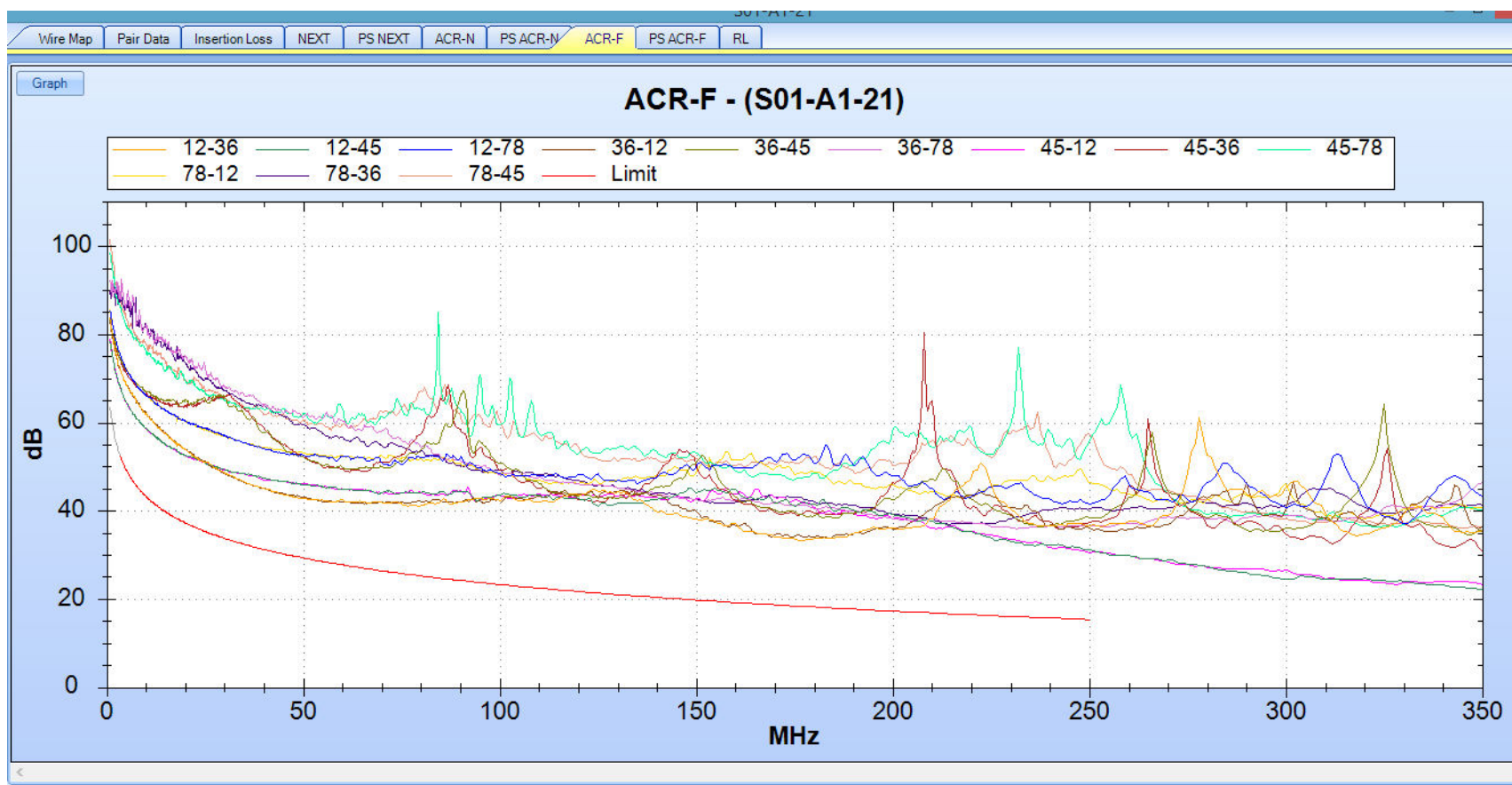
<b>Frequency (MHz)</b>	<b>Category 3 (dB)</b>	<b>Category 5e (dB)</b>	<b>Category 6 (dB)</b>	<b>Category 6A (dB)</b>
1.00	n/s	57.4	63.3	63.3
4.00	n/s	45.4	51.2	51.2
8.00	n/s	39.3	45.2	45.2
10.00	n/s	37.4	43.3	43.3
16.00	n/s	33.3	39.2	39.2
20.00	-	31.4	37.2	37.2
25.00	-	29.4	35.3	35.3
31.25	-	27.5	33.4	33.4
62.50	-	21.5	27.3	27.3
100.00	-	17.4	23.3	23.3
200.00	-	-	17.2	17.2
250.00	-	-	15.3	15.3
300.00	-	-	-	13.7
400.00	-	-	-	11.2
500.00	-	-	-	9.3

# ACRF. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

ACR-F (dB)													
	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
Frec	Limit (dB)	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-1 2	3 6-4 5	3 6-7 8	4 5-1 2	4 5-3 6	4 5-7 8	7 8-1 2	7 8-3 6	7 8-4 5
1.000	63,3	83,8	78,3	85,3	82,6	83,2	92,3	78,7	82,7	98,4	85,5	89,1	101,4
4.000	51,2	70,8	66,8	74,2	70,9	73,5	91	66,6	72,9	84,8	74	88,2	85,6
8.000	45,2	64,1	60,6	67,9	64,4	68,5	82,9	60,6	67,9	78,4	68	81,9	78,9
10.000	43,3	61,8	58,7	66,1	62,3	67	82,3	58,5	66,6	76,1	66,1	82,1	77,7
16.000	39,2	56,5	54,5	62,2	56,8	65,2	77,6	54,5	63,8	72,8	62,3	76,5	72,3
25.000	35,3	50,9	50,9	58,6	51,2	65,4	72,7	50,8	64,8	66,7	58,5	69,7	67,2
31.250	33,4	48,1	49	56,6	47,8	63,6	67,9	48,8	66,2	64,5	56,3	66,6	64,8
62.500	27,3	42,1	44,7	51,7	41,7	49,4	59,2	44,8	49,1	61	52,3	56	58,9
100.00	23,3	42,3	43,6	48,4	42,3	50,8	48,2	43,4	49,2	59,5	48,4	49,1	60,9
200.00	17,2	36,1	39,1	47,9	35,8	42,5	38,1	38,2	46,3	58,3	45,9	39,1	50,2
250.00	15,3	36,6	31,2	41,5	36	38,5	36,5	30,5	37,3	55,7	46,3	40,5	57,4



# Ejemplo informe instrumento ACRF



# FEXT

- Calcular el FEXT por fórmula a partir del ACRF medido por el instrumento nos permitirá verificar el PS ACRF informado por el equipo

# FEXT

- Calcular el FEXT por fórmula a partir del ACRF medido por el instrumento nos permitirá verificar el PS ACRF informado por el equipo

$$FEXT_{k,i} = ACRF_{k,i} + IL_k$$

where:

$IL_k$  is the insertion loss of the disturbed pair.

$k$  is the number of the disturbed pair in a disturbed DUT.

$i$  is the number of a disturbing pair in a disturbing DUT.

$i \neq k$ .

# Análisis de la fórmula que usaremos para calcular FEXT

$$\text{FEXT}_{k,i} := \text{ACRF}_{k,i} + \Pi_k$$

$$\text{FEXT}_{k,i} := 10 \cdot \log \left( \frac{V_{\text{atenuada}_k}}{V_{\text{fext}_{k,i}}} \right) + 10 \cdot \log \left( \frac{V_{\text{in}}}{V_{\text{atenuada}_k}} \right)$$

$$\text{FEXT}_{k,i} := 10 \cdot \log \left( \frac{V_{\text{in}}}{V_{\text{fext}_{k,i}}} \right)$$

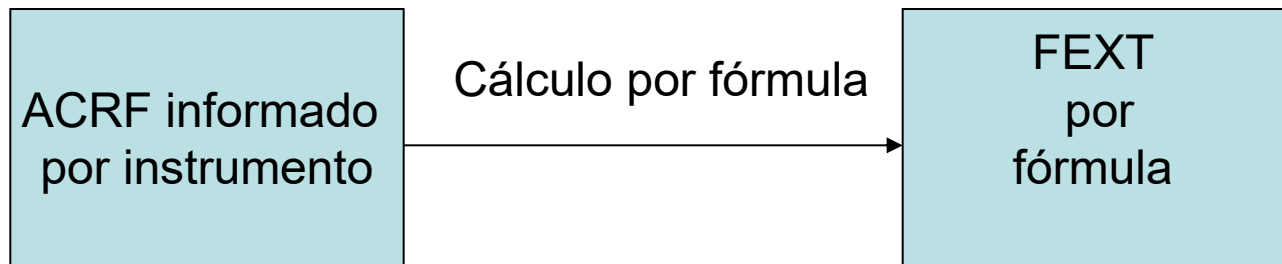
Lo cual coincide con la definición de FEXT

# FEXT calculado por fórmula a partir de ACRF medido por instrumento

FEXT (dB) calculado por fórmula. No informado por instrumento												
	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
Frec	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-1 2	3 6-4 5	3 6-7 8	4 5-1 2	4 5-3 6	4 5-7 8	7 8-1 2	7 8-3 6	7 8-4 5
1.000	84,8	79,3	86,3	83,4	84	93,1	79,7	83,7	99,4	86,4	90	102,3
4.000	73,1	69,1	76,5	73,2	75,8	93,3	68,9	75,2	87,1	76,3	90,5	87,9
8.000	67,4	63,9	71,2	67,7	71,8	86,2	63,9	71,2	81,7	71,3	85,2	82,2
10.000	65,5	62,4	69,8	66	70,7	86	62,2	70,3	79,8	69,8	85,8	81,4
16.000	61,2	59,2	66,9	61,6	70	82,4	59,2	68,5	77,5	67	81,2	77
25.000	56,8	56,8	64,5	57,2	71,4	78,7	56,8	70,8	72,7	64,4	75,6	73,1
31.250	54,8	55,7	63,3	54,5	70,3	74,6	55,5	72,9	71,2	63	73,3	71,5
62.500	51,7	54,3	61,3	51,4	59,1	68,9	54,5	58,8	70,7	61,9	65,6	68,5
100.000	54,7	56	60,8	54,9	63,4	60,8	55,9	61,7	72	60,7	61,4	73,2
200.000	54,1	57,1	65,9	54	60,7	56,3	56,2	64,3	76,3	63,8	57	68,1
250.000	56,9	51,5	61,8	56,5	59	57	50,9	57,7	76,1	66,6	60,8	77,7

# ¿Qué hicimos en relación al FEXT hasta ahora?

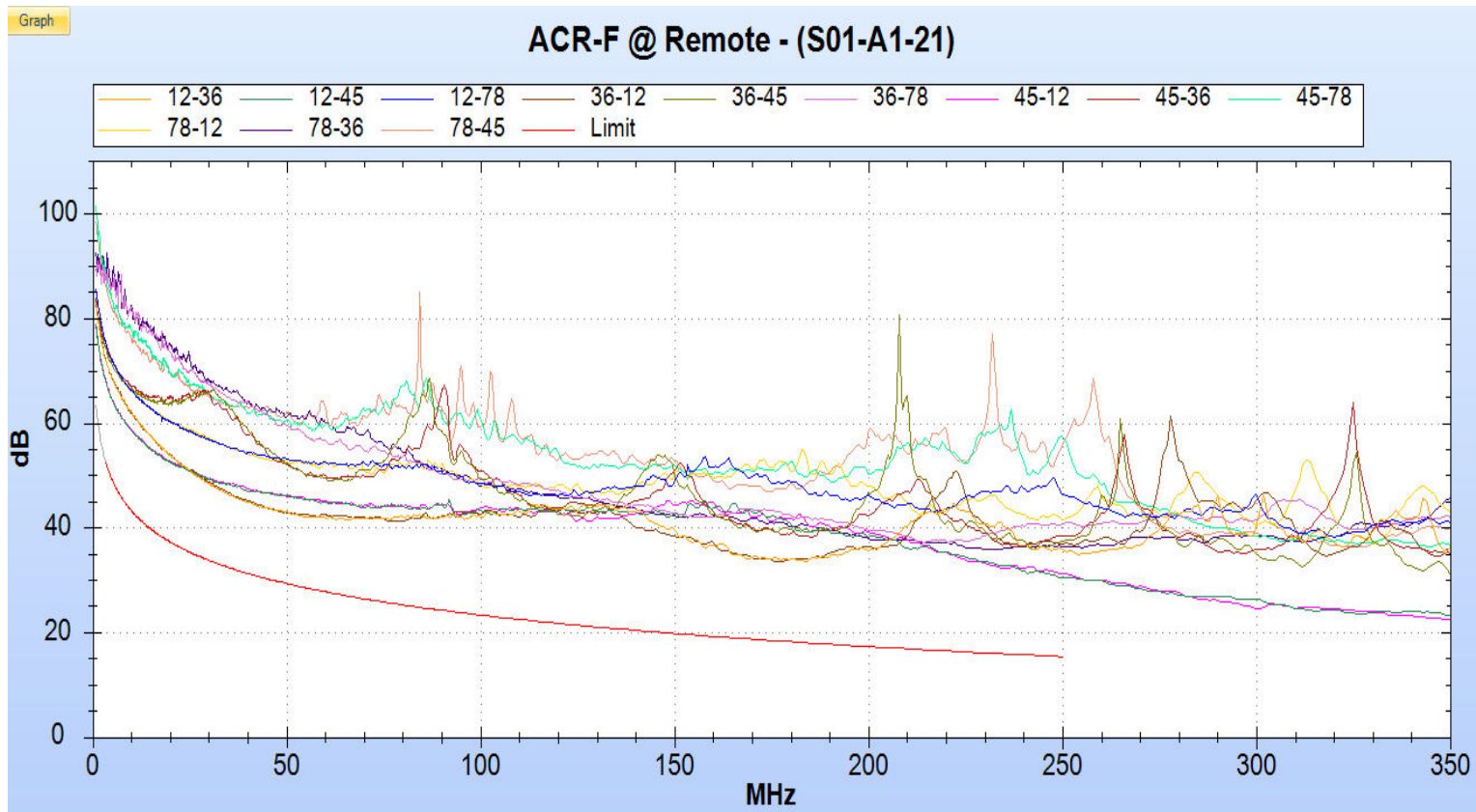
- El instrumento no informa FEXT, sólo informa ACRF
- Pero podemos calcular FEXT desde ACRF
- Usaremos estos cálculos más adelante



# ACRF remoto. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

ACR-F @ Remote (dB)												
Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pair	Pair	Pair	Pair	Pair	Pair	Pair
Limit (dB)	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-1 2	3 6-4 5	3 6-7 8	4 5-1 2	4 5-3 6	4 5-7 8	7 8-1 2	7 8-3 6	7 8-4 5
63,3	82,8	78,7	85,6	83,6	82,5	89	78,3	83,4	101,5	85,2	92,4	98,3
51,2	70,9	66,6	74	70,8	72,9	88,2	66,8	73,5	85,6	74,2	91	84,8
45,2	64,4	60,6	68	64,1	67,9	81,9	60,6	68,5	78,9	67,9	82,9	78,4
43,3	62,3	58,5	66,1	61,8	66,6	82,1	58,7	67	77,7	66,1	82,3	76,1
39,2	56,7	54,5	62,3	56,6	63,9	76,6	54,5	65,1	72,3	62,2	77,5	72,8
35,3	51,1	50,7	58,5	51	64,8	69,8	51	65,4	67,3	58,6	72,6	66,6
33,4	47,8	48,8	56,3	48,1	66,2	66,6	49	63,6	64,8	56,6	67,9	64,5
27,3	41,6	44,7	52,3	42,2	49,1	56,1	44,8	49,4	59	51,7	59,1	60,9
23,3	42,1	43,3	48,5	42,5	49,3	49,4	43,7	50,7	61,1	48,3	47,9	59,3
17,2	35,6	38,2	46	36,3	46,5	39,4	39,1	42,3	50,3	47,8	37,8	58,2
15,3	35,8	30,4	46,3	36,8	37,4	40,7	31,3	38,4	57,5	41,5	36,3	55,6

# Ejemplo informe instrumento ACRF remoto





# FEXT remoto

- Calcular el FEXT remoto por fórmula a partir del ACRF remoto medido por el instrumento nos permitirá verificar el PS ACRF remoto informado por el equipo

# FEXT remoto

$$FEXT\_remoto_{k,i} = ACRF\_remoto_{k,i} + IL_k$$

where:

$IL_k$  is the insertion loss of the disturbed pair.

$k$  is the number of the disturbed pair in a disturbed DUT.

$i$  is the number of a disturbing pair in a disturbing DUT.

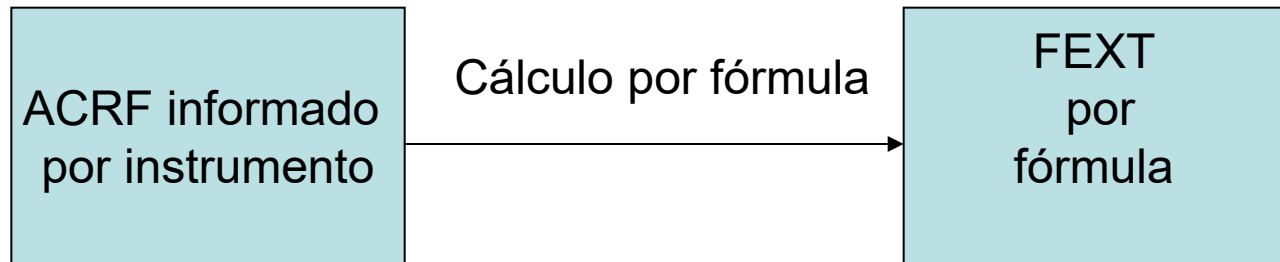
$i \neq k$ .

# FEXT remoto calculado por fórmula dado ACRF remoto instrumento

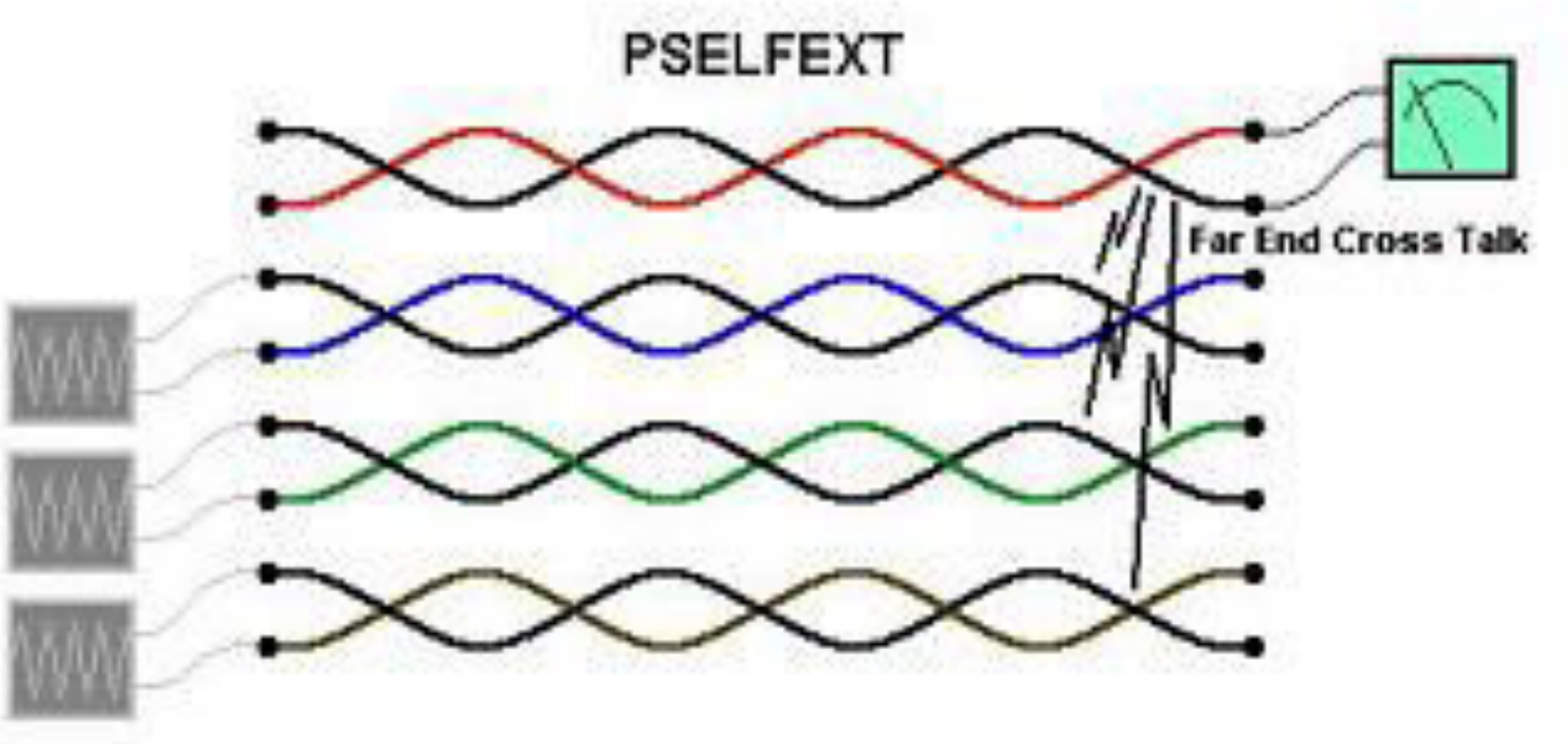
FEXT remoto (dB) calculado por fórmula. No informado por instrumento												
	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
Frec	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-1 2	3 6-4 5	3 6-7 8	4 5-1 2	4 5-3 6	4 5-7 8	7 8-1 2	7 8-3 6	7 8-4 5
1.000	83,8	79,7	86,6	84,4	83,3	89,8	79,3	84,4	102,5	86,1	93,3	99,2
4.000	73,2	68,9	76,3	73,1	75,2	90,5	69,1	75,8	87,9	76,5	93,3	87,1
8.000	67,7	63,9	71,3	67,4	71,2	85,2	63,9	71,8	82,2	71,2	86,2	81,7
10.000	66	62,2	69,8	65,5	70,3	85,8	62,4	70,7	81,4	69,8	86	79,8
16.000	61,4	59,2	67	61,4	68,7	81,4	59,2	69,8	77	66,9	82,2	77,5
25.000	57	56,6	64,4	57	70,8	75,8	57	71,4	73,3	64,5	78,5	72,5
31.250	54,5	55,5	63	54,8	72,9	73,3	55,7	70,3	71,5	63,3	74,6	71,2
62.500	51,2	54,3	61,9	51,9	58,8	65,8	54,5	59,1	68,7	61,3	68,7	70,5
100.00	54,5	55,7	60,9	55,1	61,9	62	56,2	63,2	73,6	60,6	60,2	71,6
200.00	53,6	56,2	64	54,5	64,7	57,6	57,1	60,3	68,3	65,7	55,7	76,1
250.00	56,1	50,7	66,6	57,3	57,9	61,2	51,7	58,8	77,9	61,8	56,6	75,9

# ¿Qué hicimos en relación al FEXT remoto hasta ahora?

- El instrumento no informa FEXT remoto, sólo informa ACRF remoto
- Pero podemos calcular FEXT remoto desde ACRF remoto
- Usaremos estos cálculos más adelante



# Power Sum ACRF



# PSACRF

- ACRF total sobre un determinado par en base a fext total inducido por el resto de los pares operando simultáneamente. La fórmula que indica la EIA/TIA 568 C.2 es errónea.
- Según EIA/TIA 568 C.2 “en la versión anterior EIA/TIA 568 B.2 es referido como PSELFEXT”. En realidad este último es un parámetro próximo pero no un equivalente.

# PSACRF según EIA/TIA 568 C.2

$$PSACRF_k = \sum_{i=1, i \neq k}^n FEXT_{k,i} - IL_k \text{ dB}$$

where:

$n$  is the total number of pairs under test (DUT).

$IL_k$  is the insertion loss of the disturbed pair.

$k$  is the number of the disturbed pair in a disturbed DUT.

$i$  is the number of a disturbing pair in a disturbing DUT.

NOTE - PSACRF has been referred to as PSELFEXT in previous editions of this Standard.

# PSACRF (PSELFEXT) según TIA/EIA 568 B.2

TIA/EIA-568-B.2

## 4.4.4.11 PSELFEXT

Since each duplex channel can be disturbed by more than one duplex channel, power sum equal level far-end crosstalk (PSELFEXT) is specified for backbone cables. Power sum equal level far-end crosstalk (PSELFEXT) takes into account the combined crosstalk (statistical) on a receive pair from all far-end disturbers operating simultaneously. The power sum equal level far-end crosstalk (PSELFEXT) is calculated in accordance with ASTM D4566 as a power sum on a selected pair from all other pairs as shown in equation (21) for a 25-pair cable.

$$PSELFEXT = -10 \log(10^{-X1/10} + 10^{-X2/10} + 10^{-X3/10} + \dots + 10^{-X24/20}) \text{ dB} \quad (21)$$

where:

X1, X2, X3, ..., X24 are the pair-to-pair crosstalk measurements in dB between the selected pair and the other twenty-four pairs within a twenty-five pair group.



# PSACRF fórmula

- La forma de cálculo definida en TIA/EIA 568 C.2 (última versión de 568) es una sumatoria de potencias en db. No tiene sentido.
- La forma de cálculo definida en TIA/EIA 568 B.2 suma potencias en watts. Es la forma correcta de hacer el cálculo. Es lo que hace el instrumento, como demostraremos a continuación.

# Potencia de fext en par k producida por el par i

Por definicion

$$\text{FEXT}_{k,i} := 10 \cdot \log\left(\frac{\text{Potencia\_in}}{\text{Potencia\_fext}_{k,i}}\right)$$

$$\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10} := \log\left(\frac{\text{Potencia\_in}}{\text{Potencia\_fext}_{k,i}}\right)$$

+

$$0 := \log\left(\frac{\text{Potencia\_in}}{\text{Potencia\_fext}_{k,i}}\right) - \frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}$$

$$-\log\left(\frac{\text{Potencia\_in}}{\text{Potencia\_fext}_{k,i}}\right) := -\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}$$

$$\log\left(\frac{\text{Potencia\_fext}_{k,i}}{\text{Potencia\_in}}\right) := -\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)$$

$$\left(\frac{\text{Potencia\_fext}_{k,i}}{\text{Potencia\_in}}\right) := 10^{-\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)}$$

$$\text{Potencia\_fext}_{k,i} := \text{Potencia\_in} \cdot 10^{-\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)}$$

# Power Sum de las potencias fext en par k producida por el resto de los pares (PSELFEXT de EIA/TIA 568 B.2)

Suma de los fexts inducidos por el resto de los pares en par k

$$\text{Potencia\_fext}_k := \text{Potencia\_in} \cdot \sum_{i=1}^n 10^{-\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)} \quad \text{Sumatoria con } i \text{ distinto de } k$$

$$\frac{1}{\sum_{i=1}^n 10^{-\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)}} := \frac{\text{Potencia\_in}}{\text{Potencia\_fext}_k}$$

$$10 \cdot \log \left[ \frac{1}{\sum_{i=1}^n 10^{-\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)}} \right] := 10 \cdot \log \left( \frac{\text{Potencia\_in}}{\text{Potencia\_fext}_k} \right)$$

$$10 \cdot \log \left( \frac{\text{Potencia\_in}}{\text{Potencia\_fext}_k} \right) := 10 \log(1) - 10 \cdot \log \left[ \sum_{i=1}^n 10^{-\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)} \right]$$

Viene de columna izquierda

$$10 \cdot \log \left( \frac{\text{Potencia\_in}}{\text{Potencia\_fext}_k} \right) := -10 \cdot \log \left[ \sum_{i=1}^n 10^{-\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)} \right]$$

Por otro lado:

$$\text{PSELFEXT}_k := 10 \cdot \log \left( \frac{\text{Potencia\_in}}{\text{Potencia\_fext}_k} \right)$$

Entonces

+

$$\text{PSELFEXT}_k := -10 \cdot \log \left[ \sum_{i=1}^n 10^{-\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)} \right]$$

PSELFEXT en par k en db  
Sumatoria con i distinto de k

Lo cual coincide con la fórmula de EIA/TIA 568 B.2

# Fórmula de ACRF en par k que se usará para verificar lo que informa instrumento

Lo que mide el instrumento como PSACRF es

$$\text{PSACRF}_k := \text{PSELFEXT}_k - \Pi_k$$

$$\text{PSACRF}_k := -10 \cdot \log \left[ \sum_{i=1}^n 10^{-\left(\frac{\text{FEXT}_{k,i}}{10}\right)} \right] - \Pi_k$$

Esta última fórmula es la que se usará para verificar lo que informa el instrumento.

Se observa coincidencia entre lo primero y lo que surge de aplicar la fórmula

# PSACRF permanent link

**Table 41 - Minimum permanent link PSACRF**

<b>Frequency (MHz)</b>	<b>Category 3 (dB)</b>	<b>Category 5e (dB)</b>	<b>Category 6 (dB)</b>	<b>Category 6A (dB)</b>
1.00	n/s	55.6	61.2	61.2
4.00	n/s	43.6	49.1	49.1
8.00	n/s	37.5	43.1	43.1
10.00	n/s	35.6	41.2	41.2
16.00	n/s	31.5	37.1	37.1
20.00	-	29.6	35.2	35.2
25.00	-	27.7	33.2	33.2
31.25	-	25.7	31.3	31.3
62.50	-	19.7	25.3	25.3
100.00	-	15.6	21.2	21.2
200.00	-	-	15.2	15.2
250.00	-	-	13.2	13.2
300.00	-	-	-	11.6
400.00	-	-	-	9.1
500.00	-	-	-	7.2

# PSACRF channel

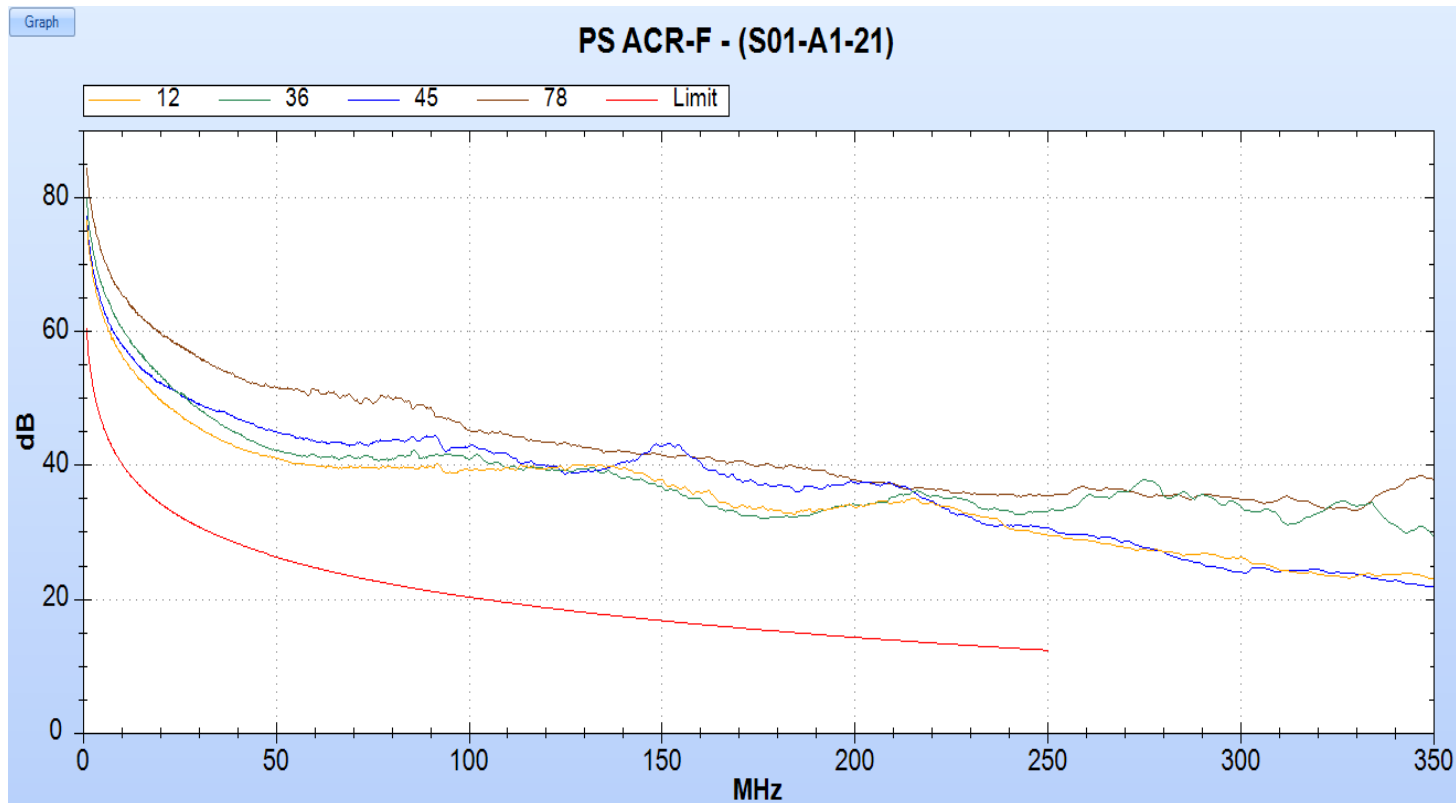
**Table 15 - Minimum channel PSACRF**

<b>Frequency (MHz)</b>	<b>Category 3 (dB)</b>	<b>Category 5e (dB)</b>	<b>Category 6 (dB)</b>	<b>Category 6A (dB)</b>
1.00	n/s	54.4	60.3	60.3
4.00	n/s	42.4	48.2	48.2
8.00	n/s	36.3	42.2	42.2
10.00	n/s	34.4	40.3	40.3
16.00	n/s	30.3	36.2	36.2
20.00	-	28.4	34.2	34.2
25.00	-	26.4	32.3	32.3
31.25	-	24.5	30.4	30.4
62.50	-	18.5	24.3	24.3
100.00	-	14.4	20.3	20.3
200.00	-	-	14.2	14.2
250.00	-	-	12.3	12.3
300.00	-	-	-	10.7
400.00	-	-	-	8.2
500.00	-	-	-	6.3

# PS ACRF. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

		PS ACR-F (dB)				
Pair						
Frec	Limit (dB)	1 2	3 6	4 5	7 8	
1.000	60,3	76,6	79,7	77,1	84,3	
4.000	48,2	64,7	68,7	66	73,7	
8.000	42,2	58,6	62,5	59,8	67,4	
10.000	40,3	56,5	60,6	58,1	65,6	
16.000	36,2	52,1	55,8	54	61,7	
25.000	32,3	47,6	50,6	50,6	57,9	
31.250	30,4	45	47,9	48,8	55,6	
62.500	24,3	39,8	41,2	43,3	50,6	
100.000	20,3	39,2	40,8	42,7	45,1	
200.000	14,2	33,5	34	37,3	37,7	
250.000	12,3	29,3	33	30,5	35,3	

# Ejemplo informe instrumento PS ACRF



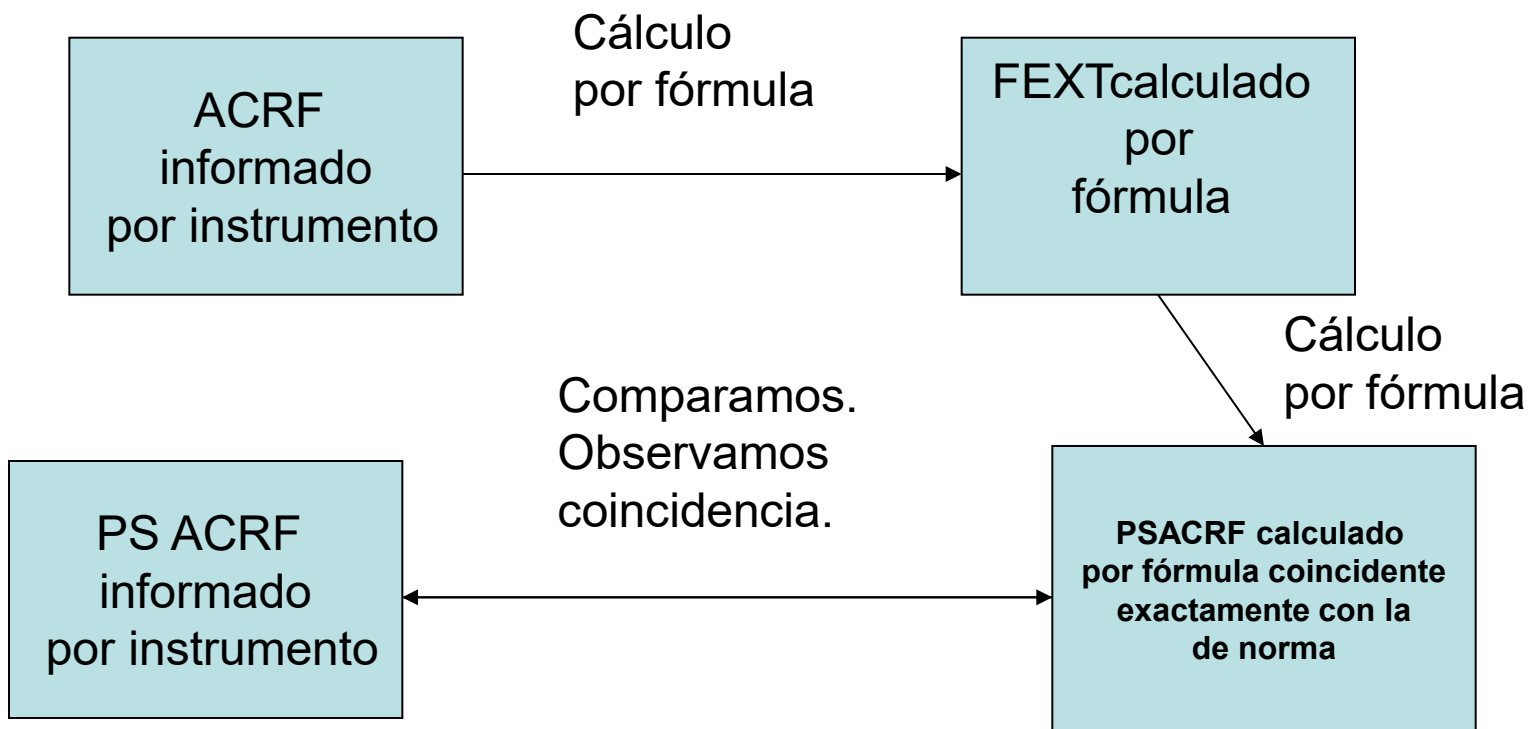


# PS ACRF calculado por fórmula a partir de FEXT

Para este calculo la nomenclatura considerada es que por ejemplo par 12-36 de fext es par 12 induciendo en 36. Al revés que para el calculo Psnext.

PS ACR-F (dB) calculado por formula				
Frec				
MHz	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	76,6	79,9	77,0	84,4
4.000	64,7	68,7	65,9	73,8
8.000	58,6	62,5	59,9	67,4
10.000	56,5	60,5	58,1	65,6
16.000	52,1	55,6	54,1	61,7
25.000	47,7	50,6	50,6	57,8
31.250	44,9	48,0	48,7	55,7
62.500	39,8	41,1	43,2	50,6
100.000	39,4	40,6	42,7	45,3
200.000	33,7	33,8	37,3	37,9
250.000	29,5	32,9	30,4	35,4

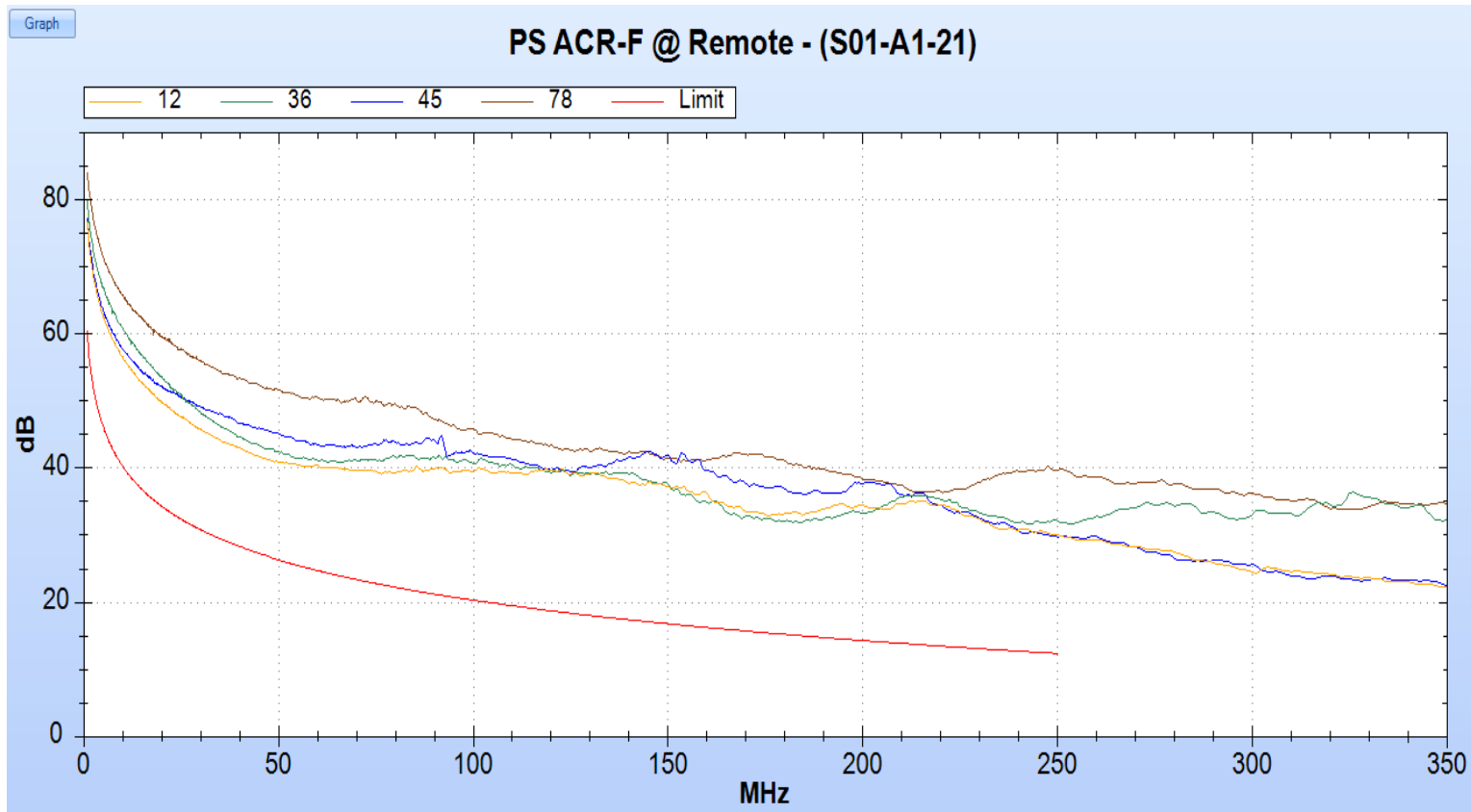
# ¿Qué hicimos en relación al PS ACRF?



# PS ACRF remoto. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

PS ACR-F @ Remote (dB)				
Frec	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	76,6	79,9	77,2	83,9
4.000	64,8	69	65,6	73,5
8.000	58,5	63	59,8	67,5
10.000	56,5	61	57,8	65,7
16.000	52	56,1	53,9	61,8
25.000	47,6	50,9	50,4	57,7
31.250	45,2	47,7	48,6	55,4
62.500	40	40,8	43,3	50,2
100.000	39,4	40,6	42,2	45,8
200.000	34,3	33,1	37,6	38,2
250.000	29,9	31,9	29,6	39,5

# Ejemplo informe instrumento PSACRF remoto

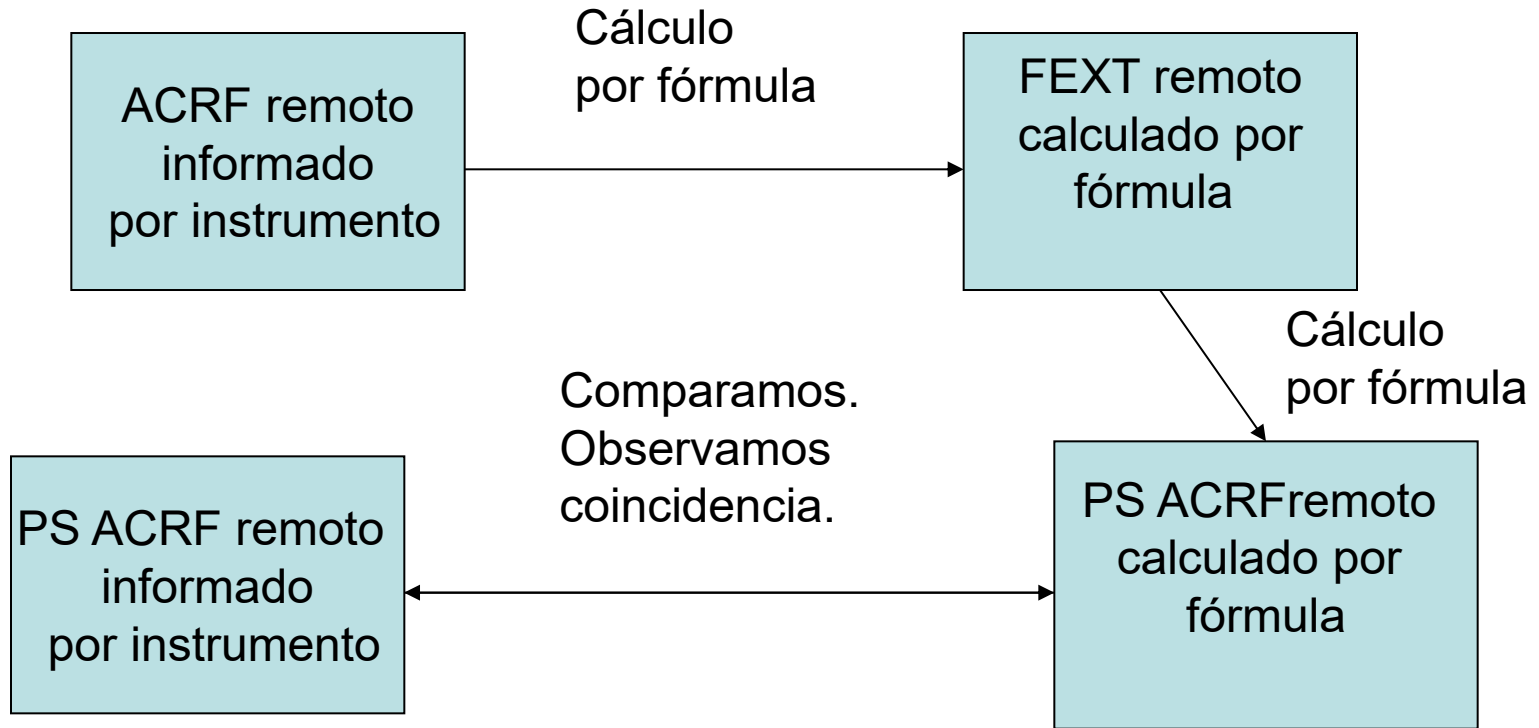


# PS ACRF remoto calculado por fórmula a partir de FEXT remoto calculado por fórmula

Para este calculo la nomenclatura considerada es que por ejemplo par 12-36 de fext es par 12 induciendo en 36. Al revés que para el calculo Psnext.

PS ACR-F remoto (dB) calculado por formula				
Frec				
MHz	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	76,5	80,0	77,1	83,9
4.000	64,8	69,0	65,6	73,6
8.000	58,5	62,9	59,8	67,5
10.000	56,5	61,0	57,8	65,7
16.000	52,0	56,0	54,0	61,7
25.000	47,7	50,8	50,3	57,7
31.250	45,2	47,6	48,6	55,4
62.500	40,1	40,8	43,2	50,2
100.000	39,6	40,4	42,2	46,0
200.000	34,4	32,8	37,6	38,5
250.000	30,0	31,7	29,5	39,7

# ¿Qué hicimos en relación al PS ACRF remoto?



# ACRN y PS ACRN

- Son dos parámetros paralelos al ACRF y PS ACRF no pedidos por la norma.
- El instrumento los informa porque los publican los fabricantes como indicador de la performance de sus cables.
- Como no son exigencias de la norma, su incumplimiento no afecta el “PASA” o “NO PASA”

# ACRN

- Compara en db en cuánto supera la señal útil atenuada recibida desde el extremo lejano en el par víctima respecto al ruido NEXT inducido en el par víctima inducida por un generador en el extremo cercano del par victimario.



## Fórmula de cálculo ACRN

$$ACRN_{k,i} = NEXT_{k,i} - IL_k$$

where:

$IL_k$  is the insertion loss of the disturbed pair.

$k$  is the number of the disturbed pair in a disturbed DUT.

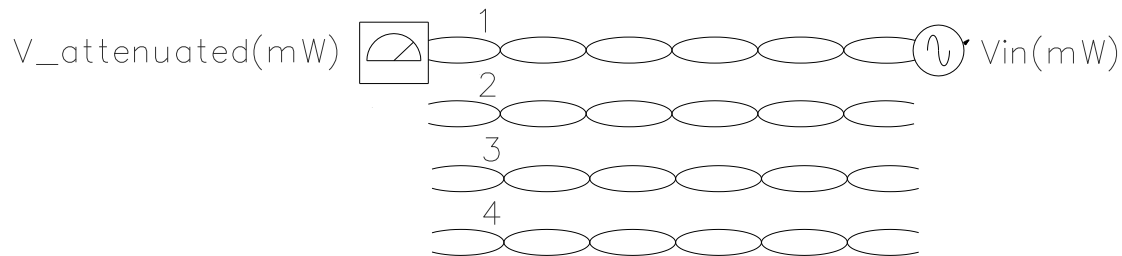
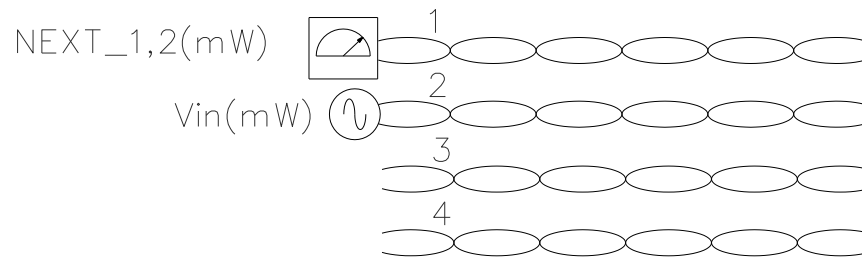
$i$  is the number of a disturbing pair in a disturbing DUT.

$i \neq k$ .

# ACRN caso 1,2

Par 1: Disturbed pair (víctima)

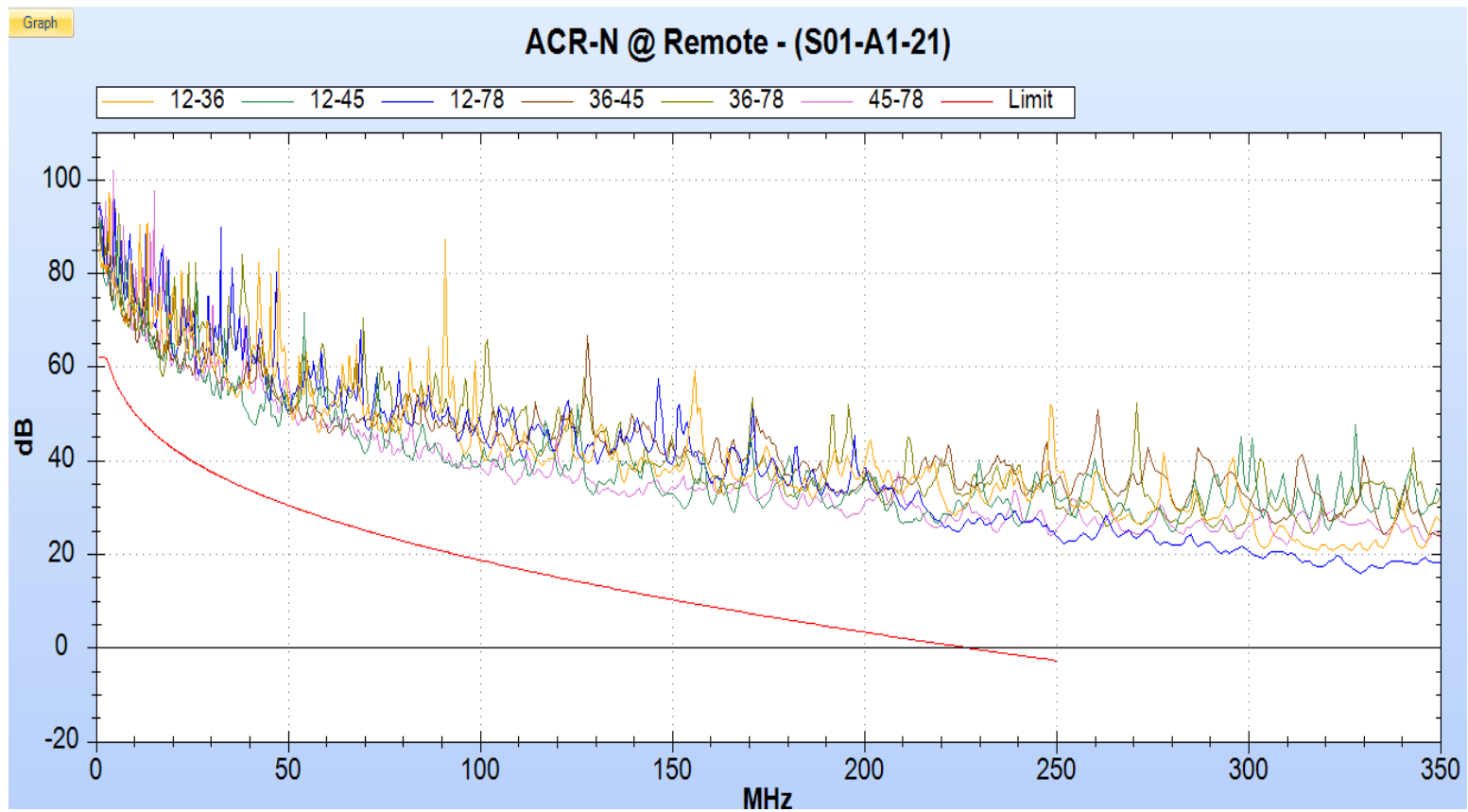
Par 2: Disturbing pair (victimario)



# ACRN. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

	ACR-N (dB)						
Frec	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
MHz	Limit (dB)	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-4 5	3 6-7 8	4 5-7 8
1.000	62	93,5	90,3	88,8	90,5	95,9	94,9
4.000	59	81,2	74,4	82,2	80,7	81,8	80,2
8.000	52,5	70	97,9	74,4	76,9	73,8	76,9
10.000	50,2	70,2	75,4	74,6	71,5	71,2	68,7
16.000	45,2	71,7	66,1	72,2	96,8	74,3	62,5
25.000	39,9	70,4	66,3	63,4	64,9	61,3	66,5
31.250	37	63,2	60	63,3	80,9	61,8	57,6
62.500	26,9	54,8	60,8	57,7	64,3	57,2	49,4
100.000	18,6	54,5	53,5	51,7	52,5	58,6	47
200.000	3,3	32,4	39,9	38,6	41,5	34,6	33,8
250.000	-2,8	29	36,9	31,6	40,5	31,7	24,7

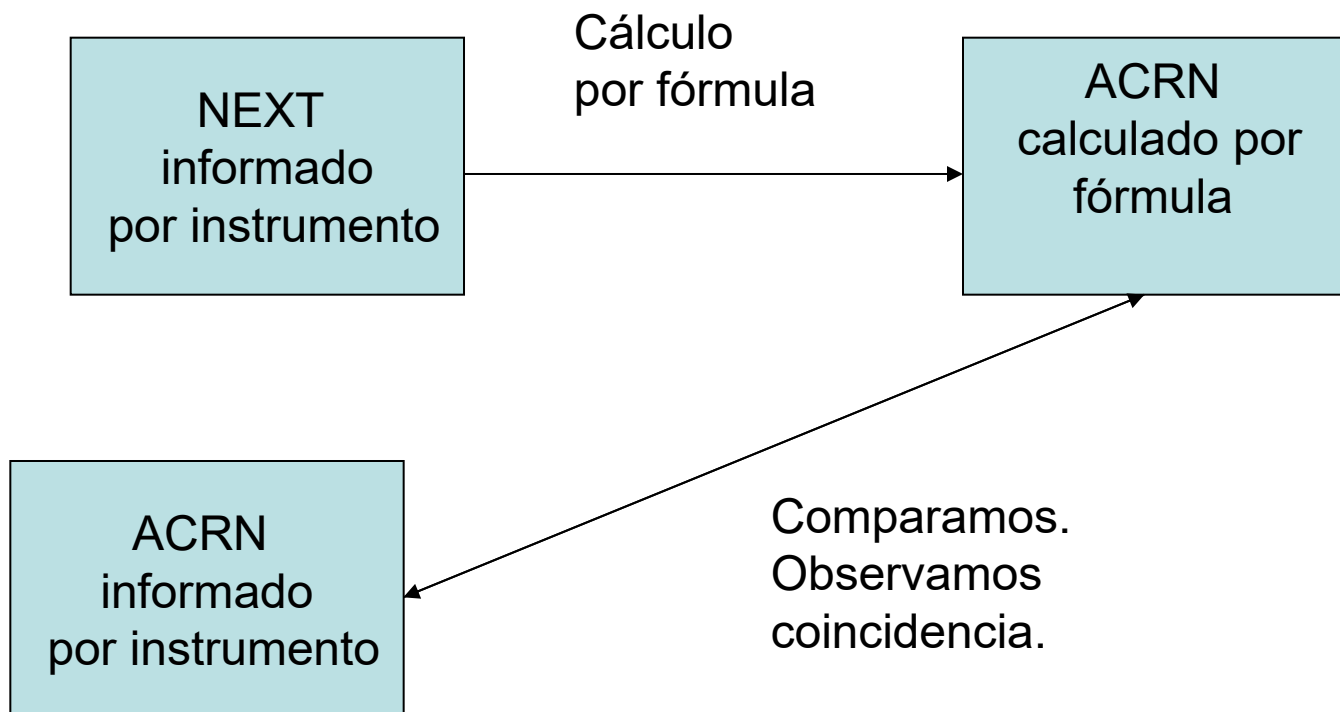
# Ejemplo informe instrumento ACRN



# ACRN calculado por fórmula en base a NEXT informado instrumento

ACR-N calculado por fórmula						
	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
Frec	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-4 5	3 6-7 8	4 5-7 8
1.000	93,3	90,3	88,7	90,7	96,0	94,8
4.000	81,2	74,4	82,2	80,7	81,8	80,2
8.000	70,0	97,9	74,4	76,9	73,8	76,9
10.000	70,2	75,4	74,6	71,5	71,2	68,7
16.000	71,8	66,1	72,2	96,7	74,2	62,5
25.000	70,5	66,4	63,4	64,9	61,2	66,4
31.250	63,2	60,0	63,3	80,9	61,8	57,6
62.500	54,9	60,9	57,7	64,3	57,1	49,3
100.000	54,7	53,6	51,6	52,4	58,3	46,8
200.000	32,6	39,9	38,5	41,3	34,3	33,7
250.000	29,2	37,0	31,6	40,4	31,5	24,6

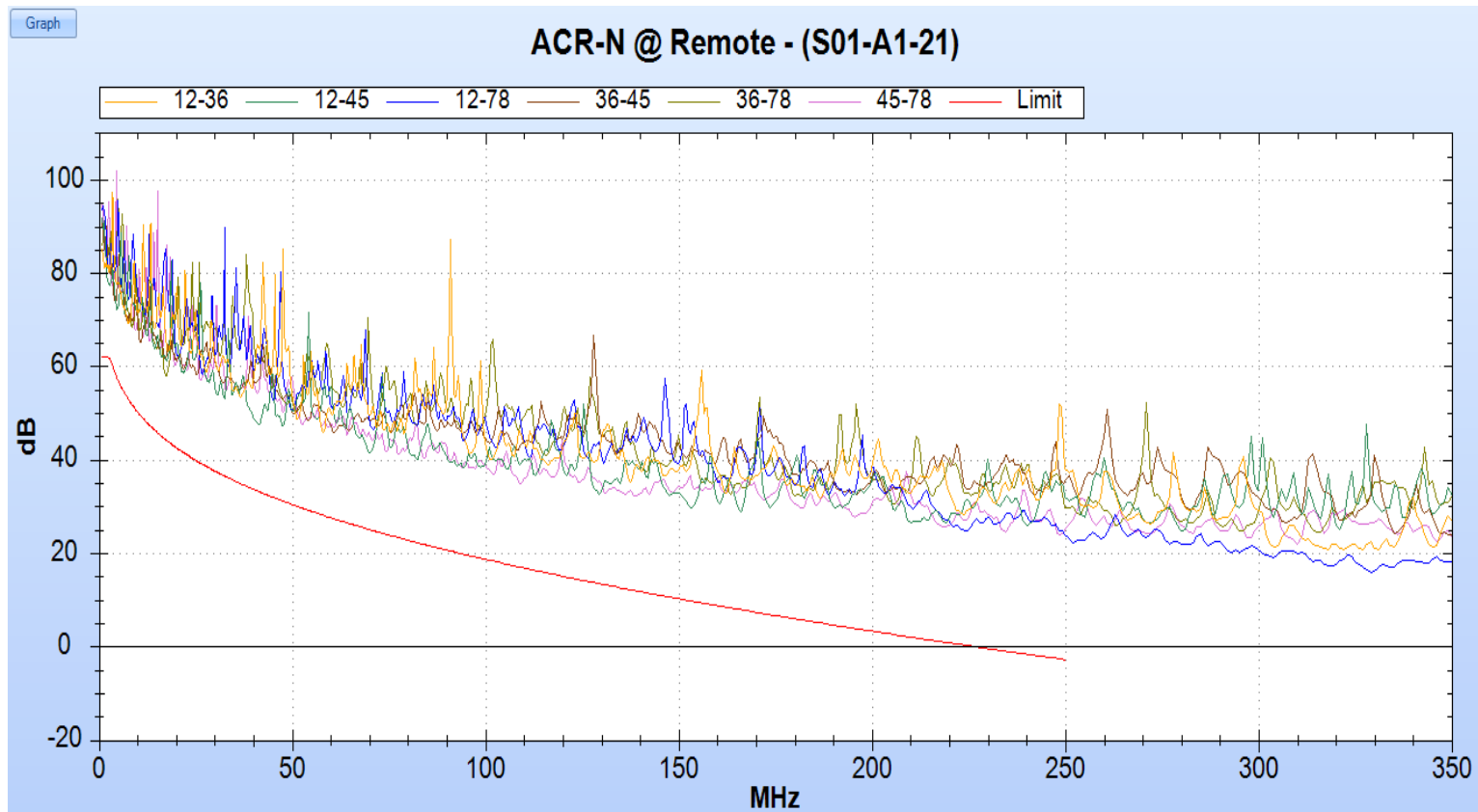
# ¿Qué hicimos en relación al ACRN?



# ACRN remoto. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

	ACR-N @ Remote (dB)						
Frec	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pair	Pair	Pair
MHz	Limit (dB)	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-4 5	3 6-7 8	4 5-7 8
1.000	62	85	91,8	93,6	91,1	86,1	94,6
4.000	59	82,4	77,4	80,4	74,6	82,6	79,5
8.000	52,5	69,5	81,4	75,4	70,9	70,8	76,4
10.000	50,2	71,5	71,6	76,5	70	73,7	69,8
16.000	45,2	70,5	62,6	71,4	66,2	67,7	66
25.000	39,9	72,1	61,9	67,8	58,8	67,2	66,8
31.250	37	59,5	55,6	68,2	58,4	62,4	59,8
62.500	26,9	52,4	51	53,5	47,3	52,4	48,7
100.000	18,6	43,9	39	49	44,8	49,4	38,8
200.000	3,3	38,1	35,4	38,4	36	35,8	30,5
250.000	-2,8	38,1	32	24	35,4	29,7	25,1

# Ejemplo informe instrumento ACRN remoto

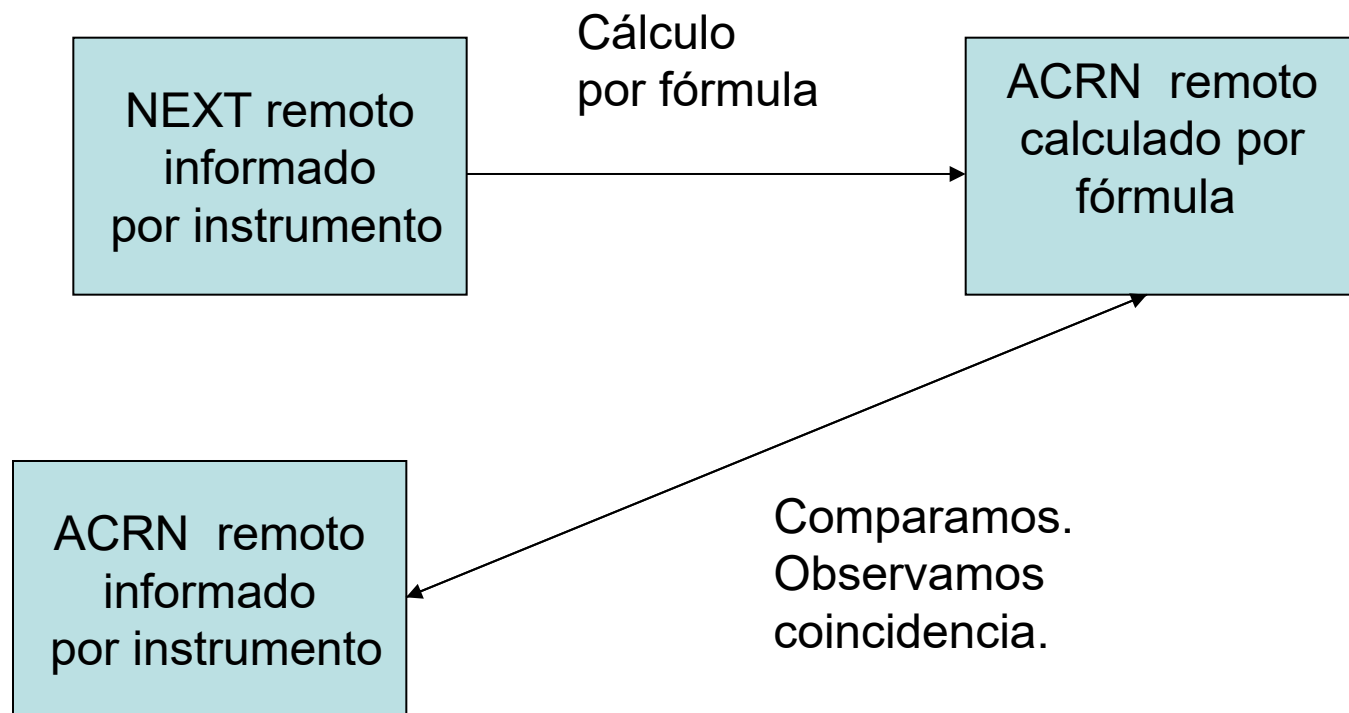




# ACRN remoto calculado por fórmula en base a NEXT informado instrumento

ACR-N @ Remote (dB) calculado por fórmula							
	Pairs	Pair	Pair	Pair	Pair	Pair	Pair
Frec	Limit (dB)	1 2-3 6	1 2-4 5	1 2-7 8	3 6-4 5	36-78	4 5-7 8
1.000	62,0	84,8	91,8	93,5	91,3	86,2	94,6
4.000	59,0	82,4	77,4	80,4	74,6	82,6	79,5
8.000	52,5	69,5	81,4	75,4	70,9	70,8	76,4
10.000	50,2	71,5	71,6	76,5	70,0	73,7	69,8
16.000	45,2	70,6	62,6	71,4	66,1	67,6	66,0
25.000	39,9	72,2	62,0	67,8	58,8	67,1	66,8
31.250	37,0	59,5	55,6	68,2	58,4	62,4	59,8
62.500	26,9	52,5	51,1	53,5	47,3	52,3	48,7
100.000	18,6	44,1	39,1	48,9	44,7	49,1	38,8
200.000	3,3	38,3	35,4	38,3	35,8	35,5	30,5
250.000	-2,8	38,3	32,1	24,0	35,3	29,5	25,1

# ¿Qué hicimos en relación al ACRN remoto?



# PS-ACRN

- ACRN integrado sobre el par afectado por el resto de los pares operando simultáneamente

# Fórmula de cálculo de PS-ACRN

$$\text{PSACRN}_k := \text{PSNEXT}_k - \text{IL}_k$$

$$\text{PSACRN}_k := -10 \cdot \log \left[ \sum_{i=1}^n 10^{-\left(\frac{\text{NEXT}_{k,i}}{10}\right)} \right] - \text{IL}_k$$

$\text{IL}_k$  is the insertion loss of the disturbed pair.

$k$  is the number of the disturbed pair in a disturbed DUT.

$i$  is the number of a disturbing pair in a disturbing DUT.

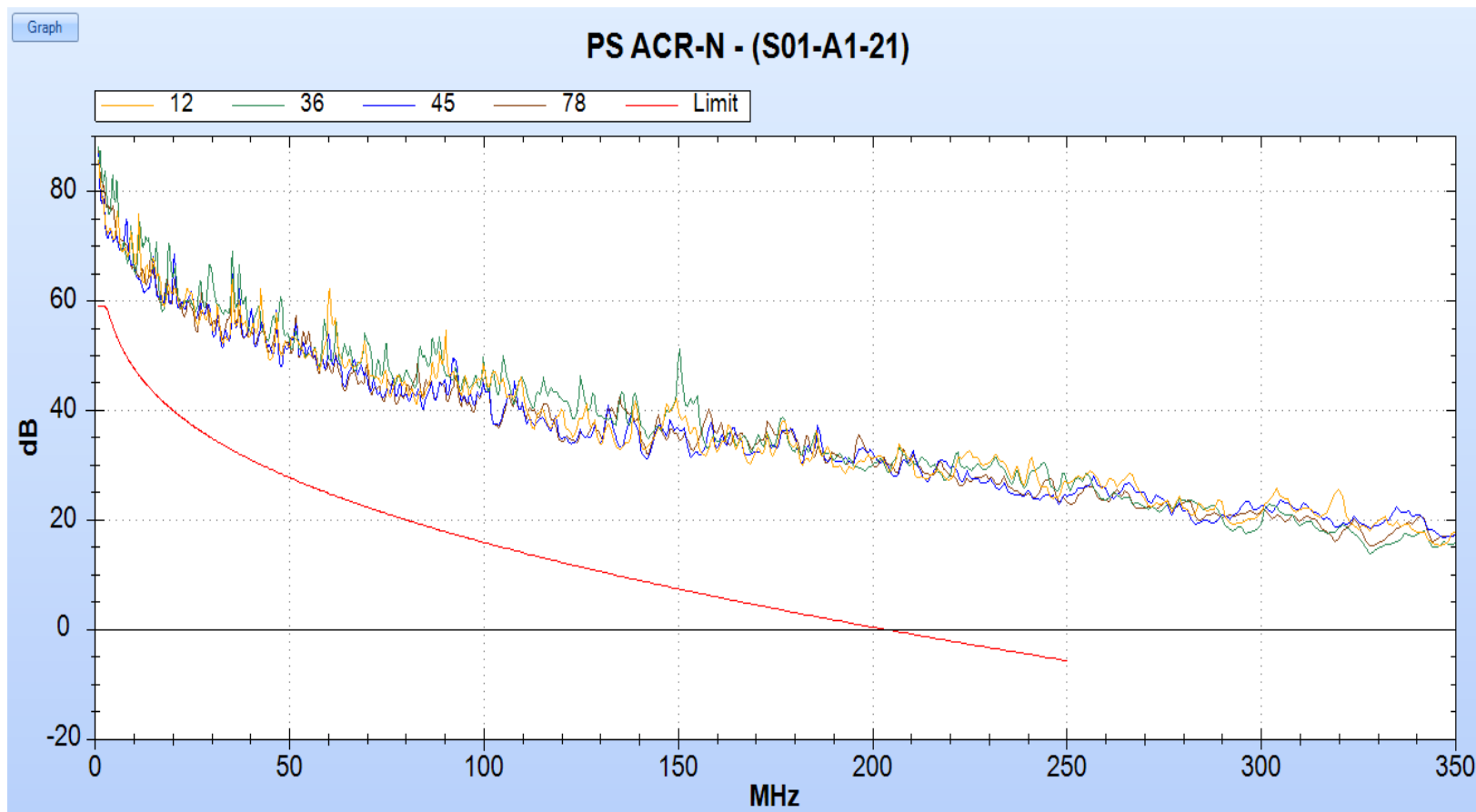
$i \neq k$ .

$n$  es la cantidad de pares

# PS ACRN. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

PS ACR-N (dB)					
Pairs		Pairs		Pairs	
Frec	Limit (dB)	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	59	85,6	88,1	86,7	87,2
4.000	56,5	73	76,4	72,7	76,5
8.000	49,9	68,7	67,9	73,9	70,1
10.000	47,7	68	66,2	66,3	66,1
16.000	42,6	64,3	69,8	60,9	61,8
25.000	37,2	61,1	59,3	61	58,5
31.250	34,3	57,1	59,4	55,6	55,4
62.500	24,1	52,4	52,5	48,9	48,2
100.000	15,8	48,4	49,7	45,1	45,5
200.000	0,3	31	29,9	32,3	30,5
250.000	-5,8	26,8	26,9	24,3	23,2

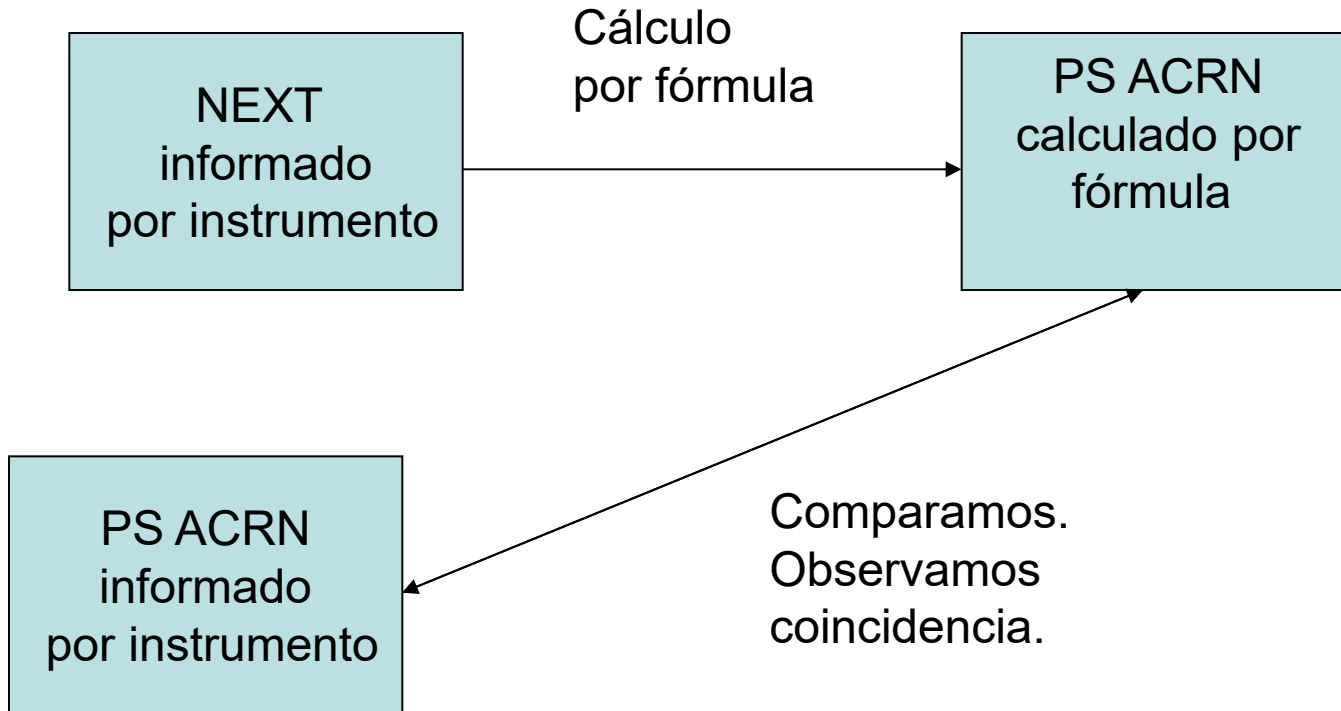
# Ejemplo informe instrumento PS ACRN



# PS ACRN calculado por fórmula en base a NEXT informado instrumento

	PS ACR-N (dB) Calculado por fórmula				
	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
Frec	Limit (dB)	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	59,0	85,6	88,1	86,7	87,2
4.000	56,5	73,0	76,4	72,7	76,5
8.000	49,9	68,7	67,9	73,9	70,1
10.000	47,7	68,0	66,2	66,3	66,1
16.000	42,6	64,3	69,8	60,9	61,8
25.000	37,2	61,1	59,3	61,0	58,5
31.250	34,3	57,1	59,4	55,6	55,4
62.500	24,1	52,4	52,5	48,9	48,2
100.000	15,8	48,4	49,7	45,1	45,5
200.000	0,3	31,0	29,9	32,3	30,5
250.000	-5,8	26,8	26,9	24,3	23,2

# ¿Qué hicimos en relación al PS ACRN?

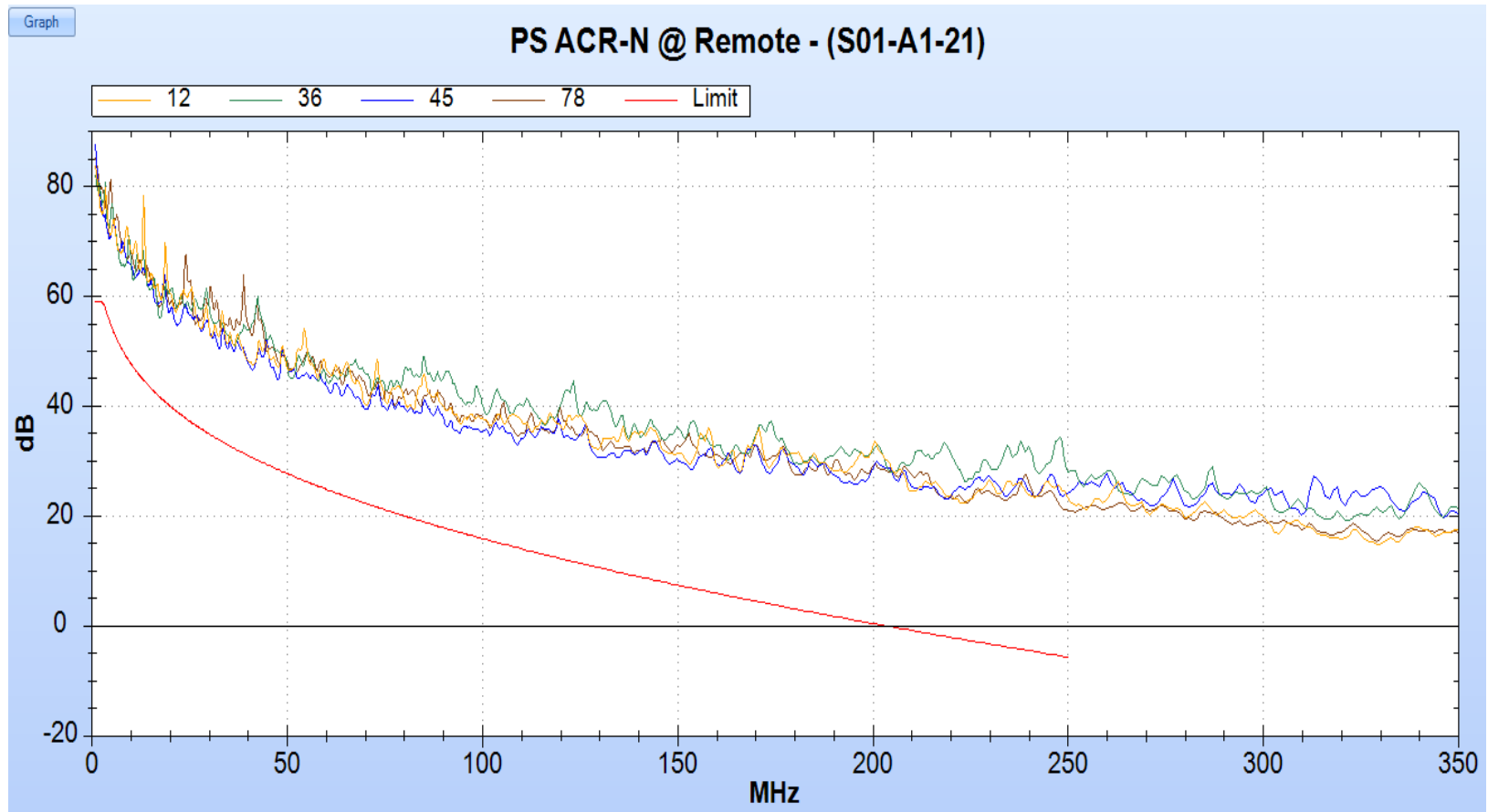




# PS ACRN remoto. Ejemplo medición channel cat 6 dada por instrumento

	PS ACR-N @ Remote (dB)				
	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
Frec	Limit (dB)	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	59	83,5	82	87,4	84,9
4.000	56,5	74,8	73,4	72	75,9
8.000	49,9	68,3	65,6	69,5	68,7
10.000	47,7	67,9	66,7	65,6	67,7
16.000	42,6	61,5	63	59,9	63,1
25.000	37,2	60,7	58	56,6	62,5
31.250	34,3	53,9	55	52,8	57,5
62.500	24,1	47,5	45,2	43,9	46,3
100.000	15,8	37,6	40,6	35,3	38,1
200.000	0,3	32,3	31,5	28,4	28,9
250.000	-5,8	23,3	28	23,9	20,9

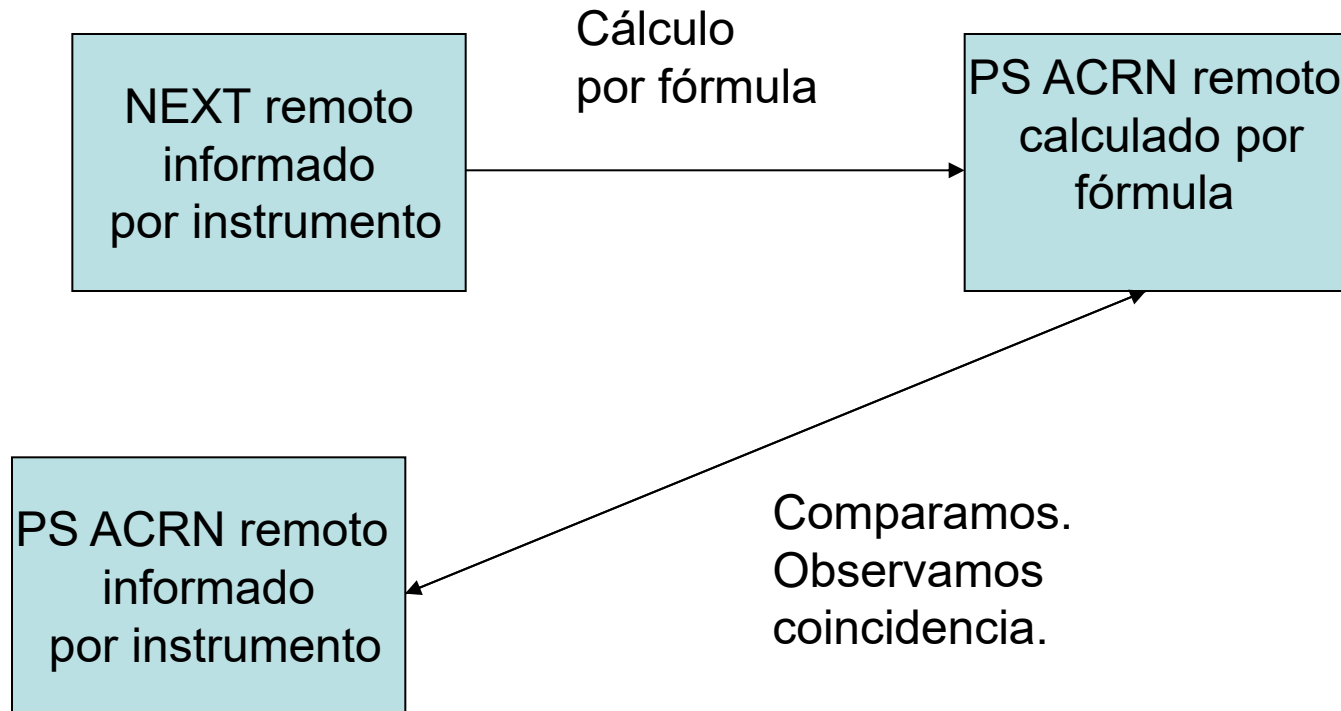
# ¿Qué hicimos en relación al PS ACRN remoto?



# PS ACRN remoto calculado por fórmula en base a NEXT remoto informado instrumento

	PS ACR-N @ Remote (dB) Calculado por fórmula				
	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs	Pairs
Frec	Limit (dB)	1 2	3 6	4 5	7 8
1.000	59,0	83,5	82,0	87,4	84,9
4.000	56,5	74,8	73,4	72,0	75,9
8.000	49,9	68,3	65,6	69,5	68,7
10.000	47,7	67,9	66,7	65,6	67,7
16.000	42,6	61,5	63,0	59,9	63,1
25.000	37,2	60,7	58,0	56,6	62,5
31.250	34,3	53,9	55,0	52,8	57,5
62.500	24,1	47,5	45,2	43,9	46,3
100.000	15,8	37,6	40,6	35,3	38,1
200.000	0,3	32,3	31,5	28,4	28,9
250.000	-5,8	23,3	28,0	23,9	20,9

# ¿Qué hicimos en relación al PS ACRN remoto?



# Parámetros medidos en categoría 6 A (en verde no incluidos en cat 6)

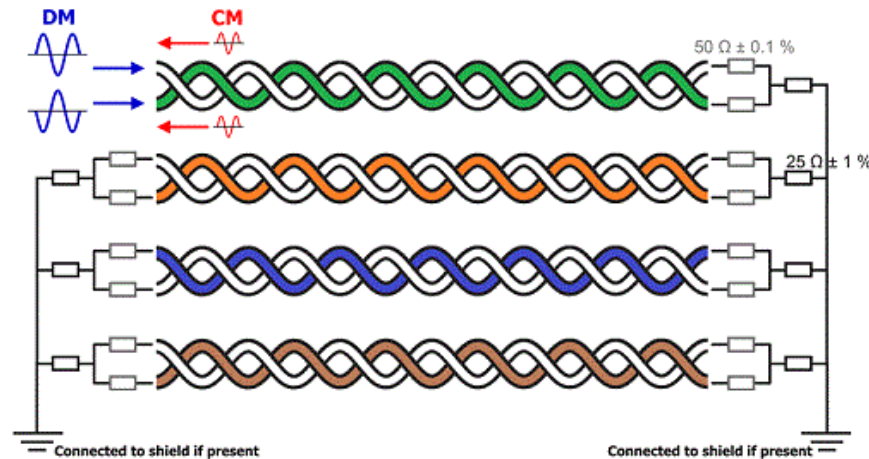
- Wire Map
- Length
- Propagation Delay
- Delay Skew
- DC Loop Resistance
- DC Resistance Unbalance within a pair
- DC Resistance Unbalance between pairs
- Insertion Loss
- NEXT (Near-End Crosstalk)
- PS NEXT (Power Sum Near-End Crosstalk)
- ACR-N (Attenuation to Crosstalk Ratio Near-End)
- PS ACR-N (Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio Near-End)

# Parámetros medidos en categoría 6 A (en verde no incluidos en cat 6)

- ACR-F (Attenuation to Crosstalk Ratio Far-End)
- PS ACR-F (Power Sum Attenuation to Crosstalk Ratio Far-End)
- Return Loss
- TCL (Transverse Conversion Loss)
- ELTCTL (Equal Level Transverse Conversion Transfer Loss)
- PS ANEXT (Power Sum Alien Near-End Crosstalk) – sampled per section 3.2
- Average PS ANEXT (Average Power Sum Alien Near-End Crosstalk) – sampled per section 3.2
- PS AACR-F (Power Sum Alien Attenuation to Crosstalk Ratio Far-End) – sampled per section 3.2
- Average PS AACR-F (Average Power Sum Alien Attenuation to Crosstalk Ratio Far-End) – sampled per section 3.2

# TCL y TCTL

- Transverse Conversion Loss (TCL). Se inyecta señal diferencial en los conductores de un par. Mejor, cuanto menor es la señal en modo común retornada. Mejor balance.
- Transverse Conversion Transfer Loss (TCTL). Se inyecta señal diferencial en los conductores de un par. Pero la señal en modo común se mide en el extremo lejano.
- Modo diferencial señal entre conductores de un mismo par. Modo común señal entre cada conductor y tierra.



# TCL

No especificado para channel link

**Table 17 - Minimum channel TCL**

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	n/s	n/s	40.0	40.0
4.00	n/s	n/s	40.0	40.0
8.00	n/s	n/s	36.5	36.5
10.00	n/s	n/s	35.0	35.0
16.00	n/s	n/s	31.9	31.9
20.00	-	n/s	30.5	30.5
25.00	-	n/s	29.0	29.0
31.25	-	n/s	27.6	27.6
62.50	-	n/s	23.1	23.1
100.00	-	n/s	20.0	20.0
200.00	-	-	15.5	15.5
250.00	-	-	14.0	14.0
300.00	-	-	-	12.8
400.00	-	-	-	11.0
500.00	-	-	-	9.5



# ELTCL

Equal Level transverse conversion transfer loss. Se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$ELTCTL_{DUT} = TCTL_{DUT} - IL_{DUT\_DM}$$

where:

$IL_{DUT\_DM}$  is the differential mode DUT insertion loss measured in accordance with Annex C.

# ETCL

Table 19 - Minimum channel ELTCTL

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	n/s	n/s	30.0	30.0
4.00	n/s	n/s	18.0	18.0
8.00	n/s	n/s	11.9	11.9
10.00	n/s	n/s	10.0	10.0
16.00	n/s	n/s	5.9	5.9
20.00	-	n/s	4.0	4.0
25.00	-	n/s	2.0	2.0
31.25	-	n/s	n/s	n/s
62.50	-	n/s	n/s	n/s
100.00	-	n/s	n/s	n/s
200.00	-	-	n/s	n/s
250.00	-	-	n/s	n/s
300.00	-	-	-	n/s
400.00	-	-	-	n/s
500.00	-	-	-	n/s

# PSANEXT (Power Sum Alien Next)

PSANEXT potencia recibida en un par del cable víctima en el extremo cercano originado en los pares del resto de los cables que forman parte del mismo manojo que el cable víctima.

Generalmente, se produce a nivel jack de patch panels por incorrecta mano de obra instalación, destrenzado excesivo o mal contacto.

Si en ese manojo hay 24 cables, se deben hacer 24 mediciones. La certificación de PSNEXT requiere sólo una medición.

## PSANEXT (Power Sum Alien Next)

$$PSANEXT_k = -10 \log \left( \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 10^{\frac{ANEXT_{k,i,j}}{10}} \right) dB \quad (6)$$

where:

$N$  is the total number of disturbing devices under test (DUT).

$ANEXT_{k,i,j}$  is the measured ANEXT loss, in dB, to pair  $k$  of the disturbed DUT from pair  $i$  in disturbing DUT  $j$ .

$k$  is the number of the disturbed pair in a disturbed DUT.

$i$  is the number of a disturbing pair in a disturbing DUT.

$j$  is the number of a disturbing DUT.

# Average PSANEXT

Average PSANEXT: promedio de los PSANEXT individuales en los 4 pares del cable víctima.

$$AVERAGE\_PSANEXT = \frac{\sum_{k=1}^4 PSANEXT_k}{4} \text{ dB}$$

where:

$PSANEXT_k$  is the magnitude, in  $dB$ , of PSANEXT loss as determined by equation (6).

# PSAFEXT (Power Sum Alien Fext)

PSAFEXT: Idem PSANEXT pero para el extremo lejano.

- If  $IL_k \leq IL_{ij}$ , then:

$$AFEXTnorm_{k,i,j} = AFEXT_{k,i,j} \text{ dB}$$

where:

- $$PSAFEXT_k = -10 \log \left( \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^n 10^{\frac{AFEXTnorm_{k,i,j}}{10}} \right) \text{ dB}$$

$PSAACRF_k$  is the PSAACRF of disturbed pair  $k$ .

# PSAACRF Power Sum Alien Attenuation Crosstalk Ratio Far End

PSAACRF: El mismo concepto que vimos en categoría 6 como PSACRF, pero con todos los pares del resto de los cables como victimarios.

$$PSAACRF_i = PSAFEXT_i - IL_i \text{ dB}$$

# PSAACRF

**Table 65 - Minimum horizontal cable PSACRF**

Frequency (MHz)	Category 3 (dB)	Category 5e (dB)	Category 6 (dB)	Category 6A (dB)
1.00	n/s	60.8	64.8	64.8
4.00	n/s	48.8	52.8	52.8
8.00	n/s	42.7	46.7	46.7
10.00	n/s	40.8	44.8	44.8
16.00	n/s	36.7	40.7	40.7
20.00	-	34.8	38.8	38.8
25.00	-	32.8	36.8	36.8
31.25	-	30.9	34.9	34.9
62.50	-	24.9	28.9	28.9
100.00	-	20.8	24.8	24.8
200.00	-	-	18.8	18.8
250.00	-	-	16.8	16.8
300.00	-	-	-	15.3
400.00	-	-	-	12.8
500.00	-	-	-	10.8



# Delay y Delay Skew

- Retardo temporal entre que la señal sale de un extremo y llega al otro.
- Lo que realmente importa es el Delay Skew: diferencia de Delay Skew.
- Delay entre el par más lento y el más rápido. Ciertas redes usan los cuatro pares y la señal emitida en todos correspondientes a un mismo dato deben llegar lo más simultáneamente posible.

# Delay

**Table 73 - Maximum horizontal cable propagation delay**

<b>Frequency (MHz)</b>	<b>Category 3 (ns/100m)</b>	<b>Category 5e (ns/100m)</b>	<b>Category 6 (ns/100m)</b>	<b>Category 6A (ns/100m)</b>
1,00	570	570	570	570
4,00	552	552	552	552
8,00	547	547	547	547
10,00	545	545	545	545
16,00	543	543	543	543
20,00	-	542	542	542
25,00	-	541	541	541
31,25	-	540	540	540
62,50	-	539	539	539
100,00	-	538	538	538
200,00	-	-	537	537
250,00	-	-	536	536
300,00	-	-	-	536
400,00	-	-	-	536
500,00	-	-	-	536

# Delay Skew

- Diferencia entre par más rápido y el más lento: Delay Skew.
- Delay Skew en un cable horizontal debe ser menor 45nm por cada 100m para todas las frecuencias.

# DC Resistance unbalance

- El límite a este parámetro está relacionado con la prestación POE.
- POE, Power Over Ethernet. Transmisión de potencia de continua a través de pares de cable twisted pair.
- Standards:
  - IEEE 802.3af, 15,4W
  - IEEE 802.3at, 25,5W
  - IEEE 802.3bt (aun no aprobada), 100W

# DC Resistance unbalance

DC Resistance unbalanced, calculado para cada par.  
No debe exceder 3% o 200mohms, el mayor de ambos.

Valores requeridos para channel link, pero no para permanent link.

$$\text{Resistance\_Unbalance}_{pair} = \left( \frac{|R_1 - R_2|}{R_1 + R_2} \right) \cdot 100\%$$

where:

$R_1$  is the DC resistance of conductor 1.

$R_2$  is the DC resistance of conductor 2.

# Bibliografía

- ANSI/TIA 568-C.2
- Documentos en página de Fluke Networks

# Clase 7

Canalizaciones y espacios de acuerdo a  
ANSI/TIA 569-D

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# TIA-569-D Telecommunications Pathways and Spaces

- Describe canalizaciones y espacios.
- Abarca oficinas, no es sólo para Datacenter.

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



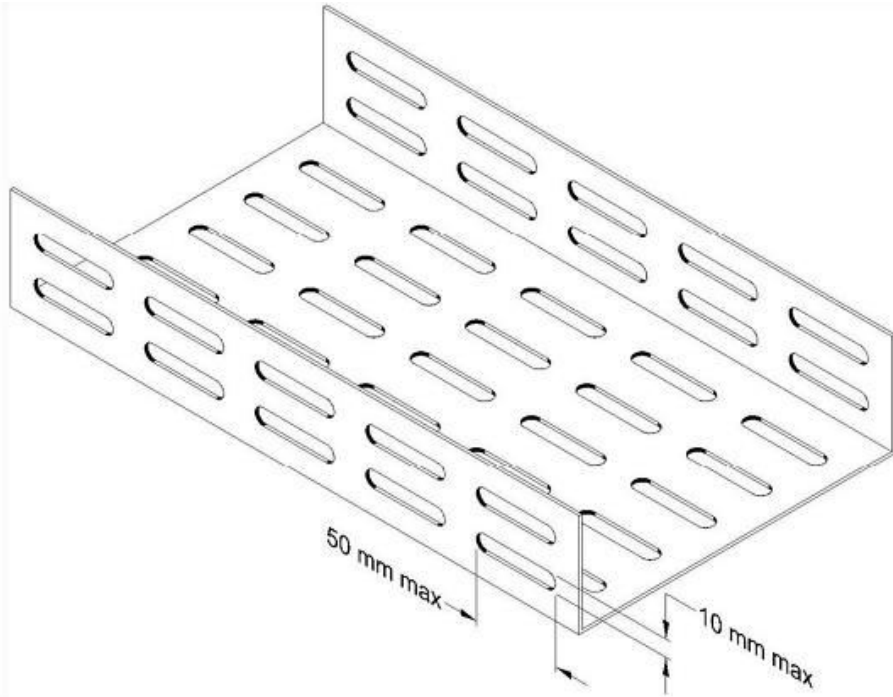
**AGOSTO 2022**



# Criterios generales de montaje canalizaciones

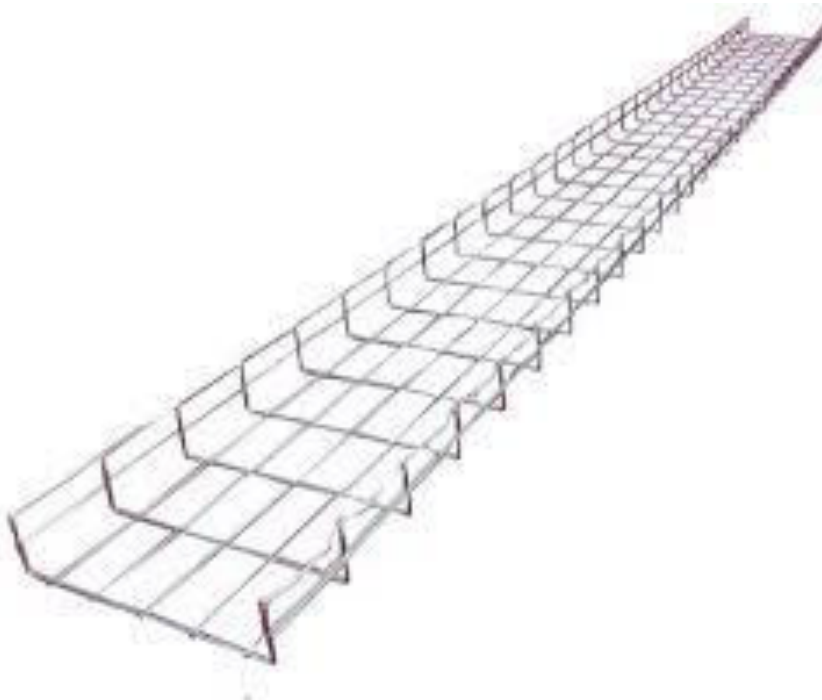
- No habrá canalizaciones que recorran conductos de ascensores.
- Se localizarán en espacios secos, sin humedad.
- Se pueden instalar por debajo o por encima de cielorrasos, o por debajo de pisos técnicos.
- Las bandejas atravesarán salas sin curvas embutidas dentro de las paredes.
- Altura mínima de bandejas aéreas desde el piso: 2,4 m.
- Soportes de canalizaciones cada, al menos, 1,5m. La distancia elegida debe contemplar pesos.
- Las canalizaciones deben carecer de filos.
- Bandejas con división interior para separar cables de energía de los de comunicaciones.
- Mínimo de 200mm (300mm recomendado) para acceso por encima de bandejas.
- Evitar interferencia de ductos de AA u otros componentes edilicios.

# Bandeja sólida en TIA 569-D



Bandejas sólidas pueden tener ranuras para facilitar fijación de cables. Las ranuras deben ser como máximo 50x10mm y paralelos al eje longitudinal.

# Bandeja de alambre en TIA 569-D



Para ruidos superiores a 100Mhz bandejas sólidas y de alambre son equivalentes.

# EMI (Electromagnetic Interference): separación entre cables de energía y datos

- Barrera metálica si comparten canalización.
- Separación en cajas de inspección o de terminación de servicios.
- Se deben separar cableado de datos de los correspondientes a tubos fluorescentes al menos 125mm
- No es necesaria separación en cruces entre cableados de datos y energía a 90 grados.

# Reducción de EMI

- Fuentes de ruido: cableado eléctrico, fuentes de RF, grandes motores, generadores y soldadoras de arco.
- Soluciones:
  - Aumentar la separación física.
  - Mantener cerca los cables de un mismo circuito: fases, neutro y cable de protección de tierra.
  - Usar protectores de sobretensiones.
  - Usar canalizaciones completamente cerradas puestas a tierra o cables bien cerca de superficies puestas a tierra.

# EMI: separación entre cables de energía y datos

Figure 12 Cable tray design for reduced separation

Table 6 \_ Recommended separation from power wiring for balanced twisted-pair cabling

Power circuit type (sinusoidal 50/60 Hz)	Number of radial power circuits	Minimum recommended separation, mm (in) <sup>1</sup>				
		E1, E2 (EFT/B = 500V)		E3 (EFT/B = 1000 V)		
		Unscreened power cables	Armored or screened power cables <sup>2</sup>	Unscreened power cables		Armored or screened power cables <sup>2</sup>
Unshielded cable	Shielded cable					
120/230 Vac, 20 A 1- phase	1	0 (0) <sup>3</sup>	0 (0)	50 (2)	1 (0.04) <sup>3</sup>	0 (0)
	2	0 (0) <sup>3</sup>	0 (0)	50 (2)	5 (0.2) <sup>3</sup>	2.5 (0.1)
	3	0 (0) <sup>3</sup>	0 (0)	50 (2)	10 (0.4) <sup>3</sup>	5 (0.2)
	4	0 (0) <sup>3</sup>	0 (0)	50 (2)	12 (0.5) <sup>3</sup>	6 (0.2)
	5 15	50 (2)	25 (1)	50 (2)	50 (2)	25 (1)
	16 30	100 (4)	50 (2)	100 (4)	100 (4)	50 (2)
	31 60	200 (8)	100 (4)	200 (8)	200 (8)	100 (4)
	61 90	300 (12)	150 (6)	300 (12)	300 (12)	150 (6)
	≥ 91	600 (24)	300 (12)	600 (24)	600 (24)	300 (12)
120/230 Vac, 32 A 1- phase	1	10 (0.4) <sup>3</sup>	5 (0.2)	50 (2)	10 (0.4) <sup>3</sup>	5 (0.2)
	2	20 (0.8) <sup>3</sup>	10 (0.4)	50 (2)	20 (0.8) <sup>3</sup>	10 (0.4)
	3	30 (1) <sup>3</sup>	15 (0.6)	50 (2)	30 (1) <sup>3</sup>	15 (0.6)
	4 5	50 (2)	25 (1)	50 (2)	50 (2)	25 (1)
	6 9	100 (4)	50 (2)	100 (4)	100 (4)	50 (2)
	10 19	200 (8)	100 (4)	200 (8)	200 (8)	100 (4)
	20 28	300 (12)	150 (6)	300 (12)	300 (12)	150 (6)
	≥ 29	600 (24)	300 (12)	600 (24)	600 (24)	300 (12)

# EMI: separación entre cables de energía y datos

Figure 12 Cable tray design for reduced separation

Table 6 \_ Recommended separation from power wiring for balanced twisted-pair cabling

Power circuit type (sinusoidal 50/60 Hz)	Number of radial power circuits	Minimum recommended separation, mm (in) <sup>1</sup>				
		E1, E2 (EFT/B = 500V)		E3 (EFT/B = 1000 V)		
		Unscreened power cables	Armored or screened power cables <sup>2</sup>	Unscreened power cables		Armored or screened power cables <sup>2</sup>
Unshielded cable	Shielded cable					
120/230 Vac, 63 A 1- phase	1	50 (2)	25 (1)	50 (2)	50 (2)	25 (1)
	2 3	100 (4)	50 (2)	100 (4)	100 (4)	50 (2)
	4 8	200 (8)	100 (4)	200 (8)	200 (8)	100 (4)
	9 14	300 (12)	150 (6)	300 (12)	300 (12)	150 (6)
	≥ 15	600 (24)	300 (12)	600 (24)	600 (24)	300 (12)
120/230 Vac, 100 A 1- phase	1	100 (4)	50 (2)	100 (4)	100 (4)	50 (2)
	2	200 (8)	100 (4)	200 (8)	200 (8)	100 (4)
	3	300 (12)	150 (6)	300 (12)	300 (12)	150 (6)
	≥ 4	600 (24)	300 (12)	600 (24)	600 (24)	300 (12)
480 Vac, 100 A 3- phase	1	300 (12)	300 (12)	300 (12)	300 (12)	300 (12)
	≥ 2	600 (24)	600 (24)	600 (24)	600 (24)	600 (24)

**NOTES:**

1. Separation distances may be halved if the power cables and data cables are installed in separate metallic pathways (see above).
2. Armoring or screening must completely surround the cable (except at the socket) and be properly bonded and grounded (earthed).
3. 50 mm (2 in) if loose (individual) power conductors are used and not bundled or maintained close together.

# EMI: separación entre cables de energía y datos

- En tabla 6 (anterior):
- Discriminación por ambiente electromagnético Ex, con x 1 a 3.
  - Ambiente electromagnético correspondiente a una oficina (relativamente limpio) es E1.
  - Ambiente electromagnético industrial (sucio) es E3.
- Podemos considerar un ambiente electromagnético intermedio E2.
- Screened y shielding son sinónimos.



# EMI: separación entre cables de energía y datos

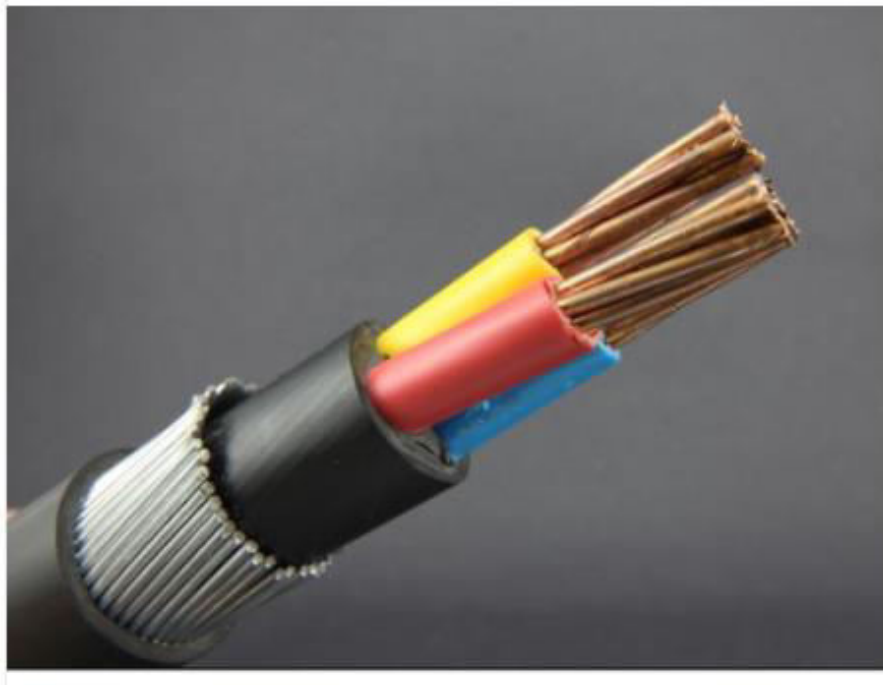
- La tabla 6 requiere aplicación de criterios propios en ciertas ocasiones. A continuación los que considero:
- Las distancias recomendadas corresponden a la inexistencia de bandeja metálica, sólo espacio vacío salvo aclaración en contrario.
- Lo que nos dice es que esa distancia se puede reducir a la mitad si van por bandejas separadas. Parte texto de la norma.
- Ante la duda uso un criterio de peor caso.

# Cable eléctrico shielded o screened



# Cable eléctrico armored

Cable eléctrico blindado con acero para protección contra ambientes agresivos: ejemplo agua, temperaturas extremas.



# EMI: separación entre cables de energía y datos

- La tabla supone cables de fase, neutro y tierra jntos y cables de pares trenzados formando un manojo.
- No es necesario en separación en cables de energía y datos que se cruzan a 90 grados
- En tabla 6 se tratan en forma equivalente:
  - Trifásica 480Vac entre fases con monofásicas de 230Vac ó 120Vac fase-neutro.
- Se deben separar cableado de datos de tubos fluorescentes al menos 125mm

# Ensayo EFT/B (Electrical Fast Transient/Burst)

## Topología de ensayo EFT/B

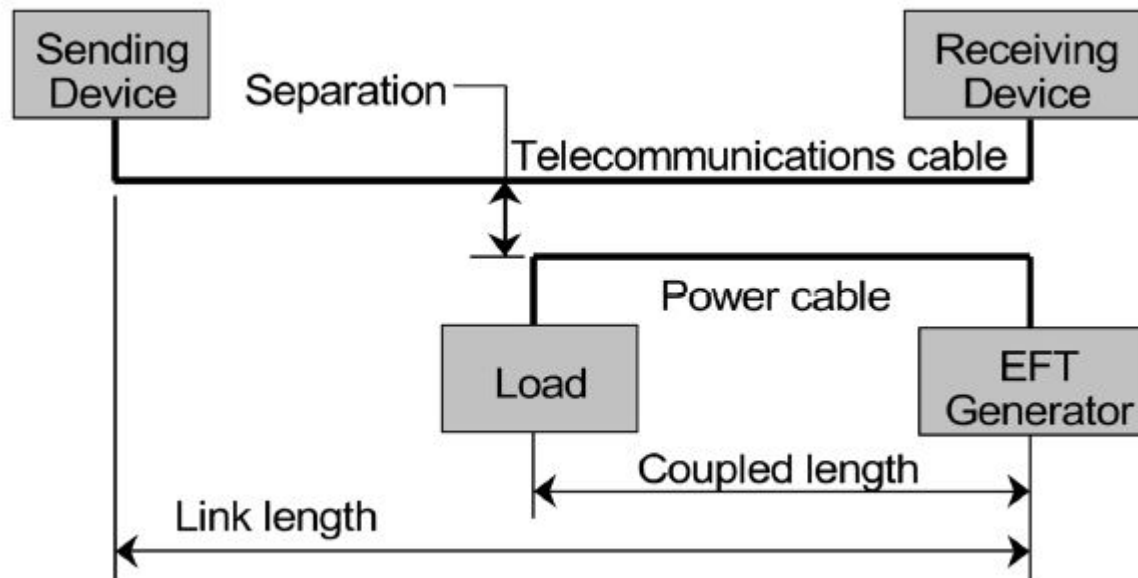


Figure 22 Test configuration for noise immunity measurements

# Ensayo EFT/B (Electrical Fast Transient/Burst)

Figure 1 – Simplified circuit diagram of a fast transient/burst generator

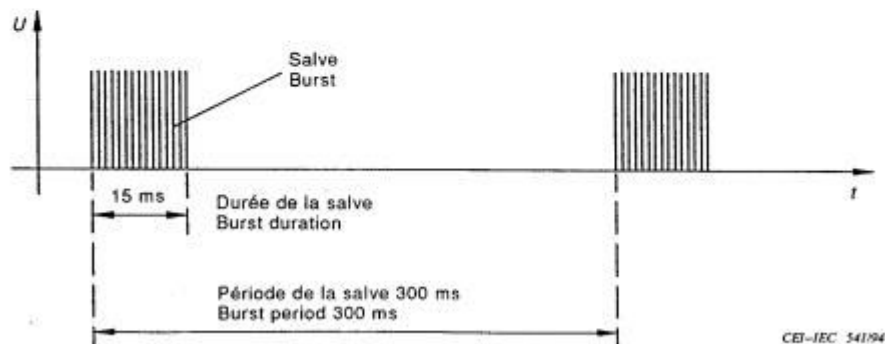
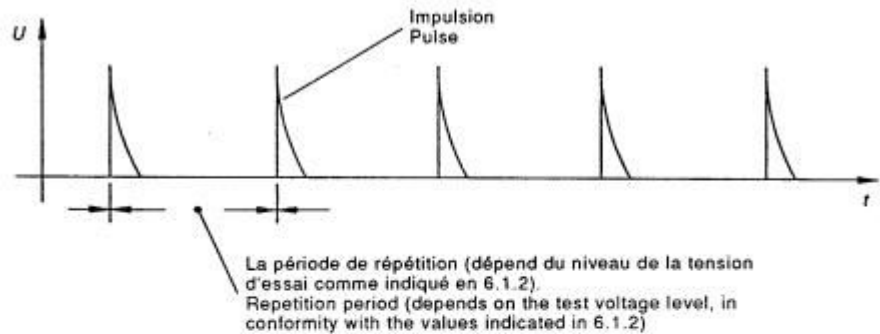


Figure 2 – General graph of a fast transient/burst

# Ensayo EFT/B (Electrical Fast Transient/Burst)

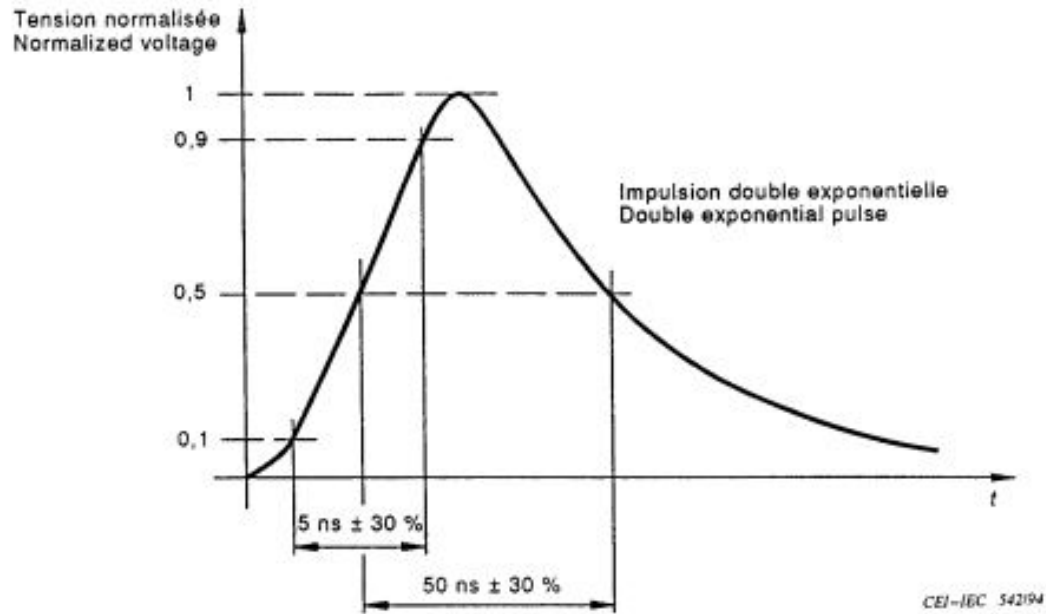


Figure 3 - Waveshape of a single pulse into a  $50 \Omega$  load

# Dimensionamiento de bandejas

- Las bandejas deben dimensionarse para estar al 25% en el inicio de la obra y llegar como máximo al 50%.
- Estos porcentajes no significan una ocupación real del 25 y 50% sino del 50 y el 100% debido a los espacios perdidos por la sección circular de los cables. **Sugiero dimensionar como mucho a la mitad de estos valores.**



# Bandeja calculada al 50% según TIA 569-D



Figure 14 Cable tray with 5.5 mm (0.22 in) diameter cables at 50% calculated fill

## Ejemplo de cálculo

- Mínimo ancho de una bandeja de 75mm de profundidad, con 500 cables de diámetro 5,5mm (según ejemplo de la norma)

$$\text{Area of one cable} = \frac{\pi \times (\text{cable diameter})^2}{4}$$

$$\text{Area of 500 cables} = 500 \times \frac{3.14 \times 5.5^2}{4} = 11\,873 \text{ mm}^2$$

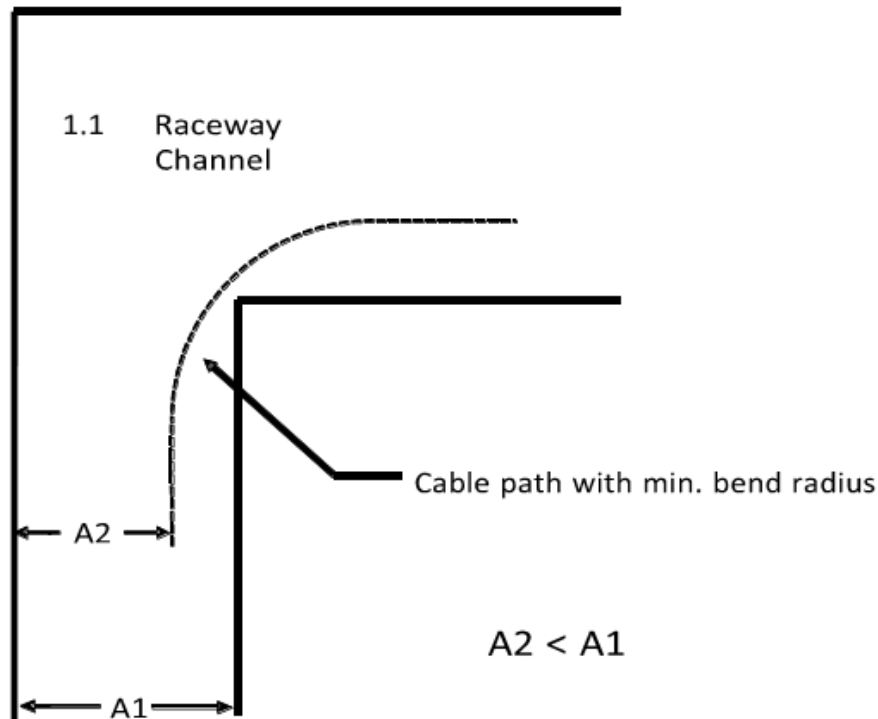
$$\text{Usable area of tray (25\% fill)} = 0.25 \times \text{width} \times \text{depth}$$

$$11\,873 \text{ mm}^2 = 0.25 \times \text{width} \times 75$$

$$\text{Minimum width of tray} = 633 \text{ mm}$$

# Dimensionamiento de bandejas

Para respetar las curvaturas aceptadas de los cables se debe achicar el ancho efectivo de las bandejas.



# Cañerías

- Se usarán cañerías (conduits) como excepción. No se recomiendan los flexibles.
- Se debe tener mucho cuidado con los flexibles metálicos por sus filos en los extremos.
- Las cañerías no serán más largas que 30m. Personalmente, recomiendo no más de 10m.
- No habrá más de dos curvas de cañerías entre cajas de inspección (pull box). Personalmente, recomiendo no más de una.
- Cajas de inspección cada 30m. Personalmente, recomiendo cada 10m.
- Se acepta una curva en U por tendido. Personalmente, recomiendo ninguna.
- Cajas de inspección puestas a tierra.
- Para el tendido se pueden usar lubricantes que no dañen la protección externa de los cables.
- **Fin de exigencias de ANSI/TIA 569-D**

# ANSI/TIA 569-D

- A partir de próximas diapositivas aparecen fotos de un DC real en Argentina.
- Tiene particularidades nada comunes
- Las baldosas de piso técnico se apoyan en una estructura de perfiles apoyada sobre un sistema de vigas horizontales.
- Por debajo del piso técnico existía un subsuelo. Su techo era el piso técnico lo que permitía enorme facilidad para el tendido y fijación de bandejas.
- Luego de instalar las bandejas de alambre y sólidas bajo las baldosas, se cerró la parte inferior con dos paredes de Durlock que encerraban aislante térmico.
- Antes se sacaron las fotos.

# Fotos de bandejas de alambre en un DC Real



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**



# Fotos de bandejas de sólidas en un DC Real en Argentina



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Fotos de subsuelo luego del cerramiento con Durlock

Adicionalmente, se puede visualizar los equipos de refrigeración (expansión directa)



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**

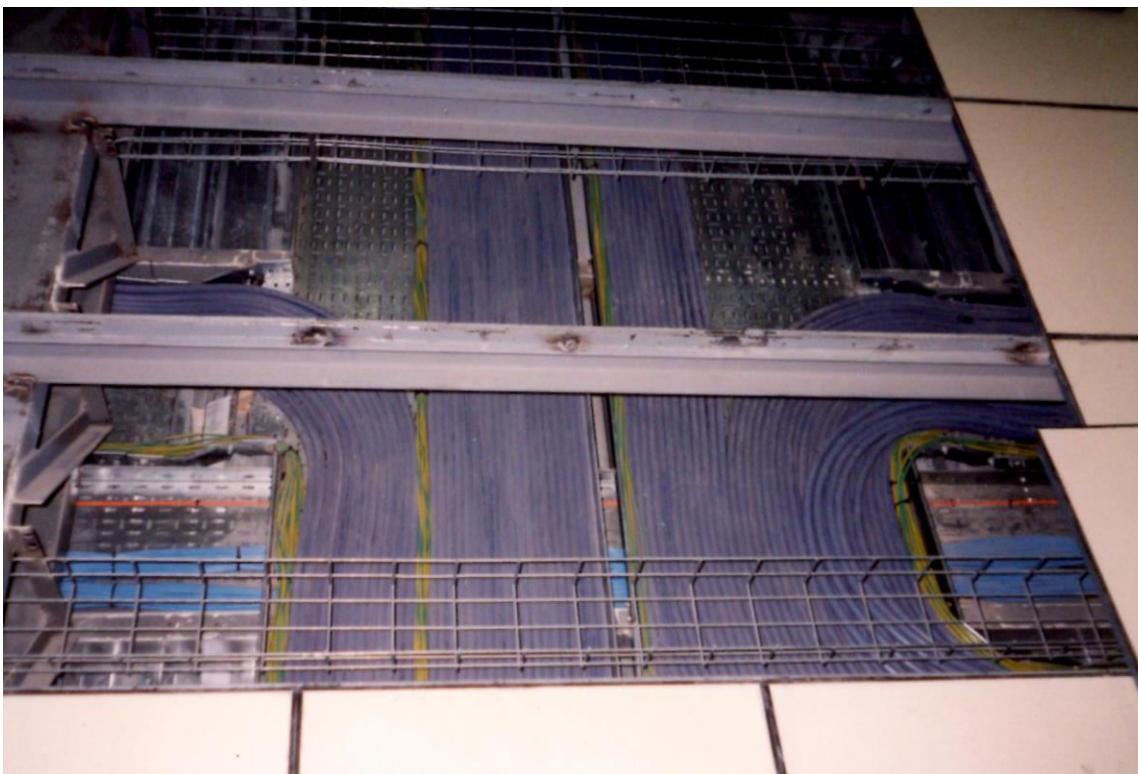


**AGOSTO 2022**



# Fotos de bandejas de sólidas en un DC Real en Argentina

Visa superior. Se observan los perfiles de apoyo de baldosas y las bandejas sólidas una vez que se tendieron los cables eléctricos



# Bandejas aéreas superiores (Fiber runners)



# Ejercicios

1. Indicar cuáles de las siguientes estrategias disminuyen la interferencia EMI:
  - Poner tapas metálicas a bandejas metálicas.
  - Usar bandejas plásticas.
  - Usar bandejas metálicas, pero con tapas plásticas.
  - Usar bandeja unificada, pero sector datos y sector energía separadas con barrera metálica
  - Conectar bandeja a tierra.
  - No compartir cajas de inspección para cables de datos y energía
  - Evitar los cruces de cables de datos y energía a 90 grados.
  - Evitar los recorridos que se aproximen a motores eléctricos.
2. Determinar distancia recomendada para 16 circuitos de 32 amperes no apantallados y cables de datos UTPs. Bandejas separadas.
3. Determinar, según la norma el ancho mínimo de una bandeja exclusiva para 100 cables de datos UTP que nos permitan una ocupación del 10%. Considerar cables UTP con diámetro 5,5mm.

# Bibliografía

1. TIA-569-D Telecommunications Pathways and Spaces
2. Catálogo de fabricante de bandejas Fiber runners.

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Clase 8

## Enlaces con fibra óptica

**CePETel**

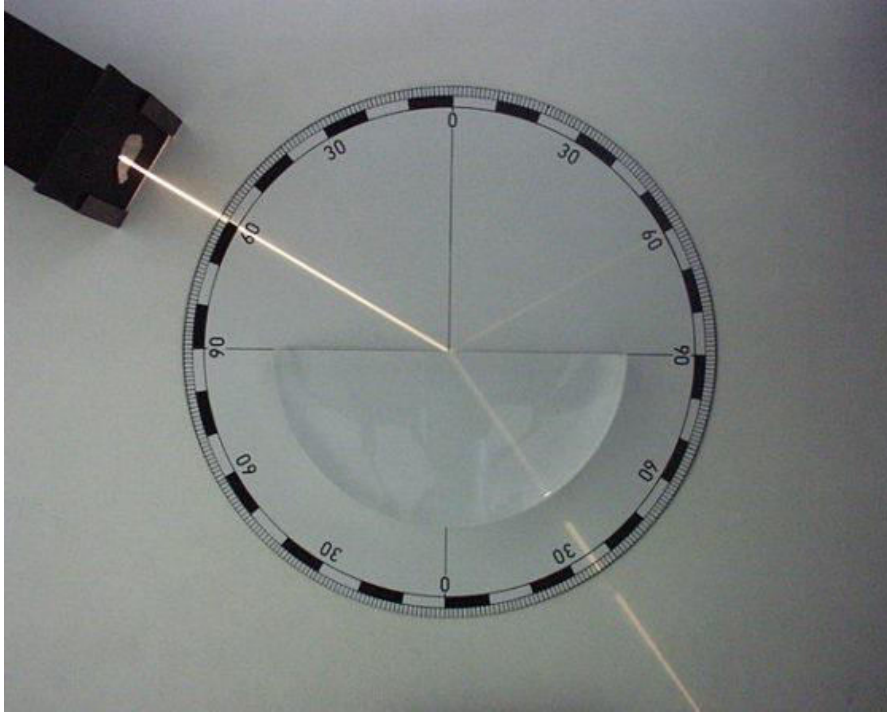
Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA  
TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Refracción de la luz



- El cambio de la dirección de propagación que experimenta un rayo de luz cuando pasa de un medio a otro se denomina refracción.

# Índice de refracción de la luz

Se denomina **índice de refracción** al cociente de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula

$$n = \frac{c}{v}$$

donde:

**c**: la velocidad de la luz en el vacío

**v**: velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula (agua, vidrio, etc.).

**n**: índice de refracción del medio.

El índice de refracción de un medio es una medida para saber cuánto se reduce la velocidad de la luz (o de otras ondas tales como ondas acústicas) dentro del medio.

**CePETel**

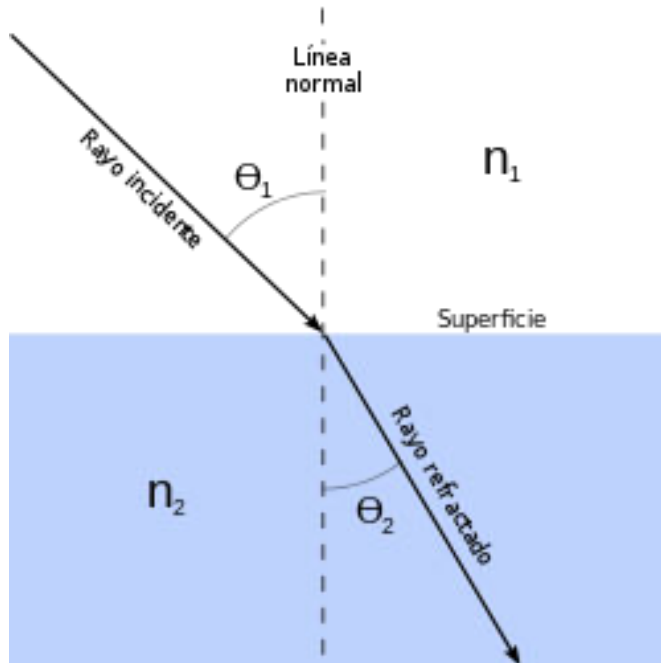
Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

SECRETARÍA  
TÉCNICA



AGOSTO 2022

# Refracción de la luz

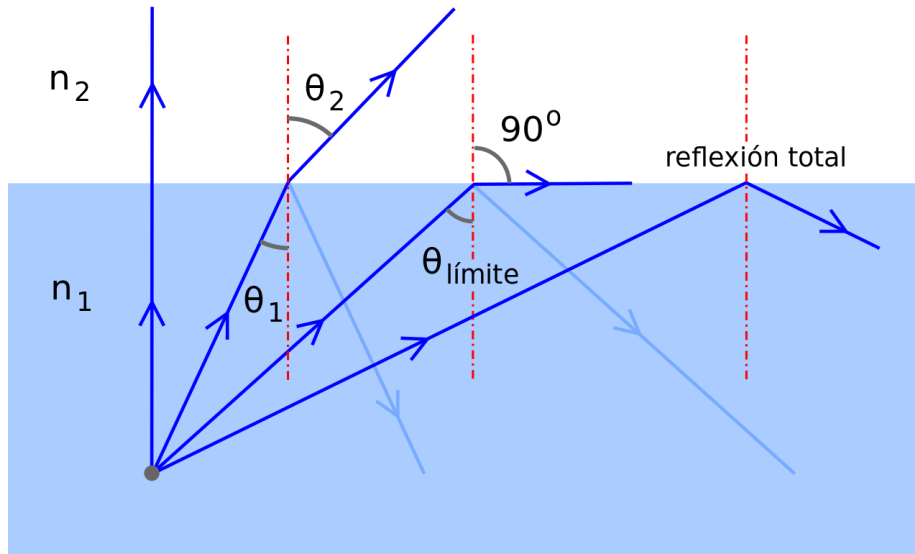


- La relación entre el seno del ángulo de incidencia, y el seno del ángulo de refracción, es una constante característica de los dos medios.,  $n$
- Ley de Snel:

$$n_1 \text{ sen } \theta_1 = n_2 \text{ sen } \theta_2$$



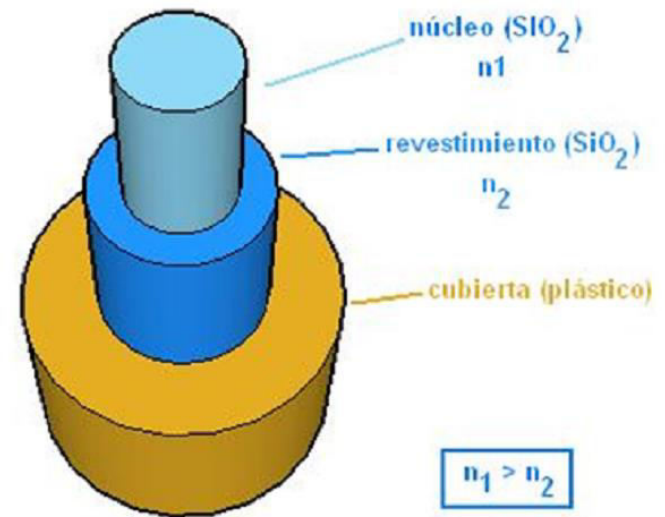
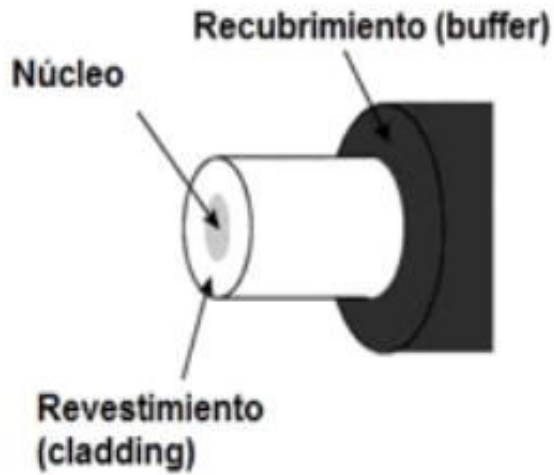
# Reflexión interna total



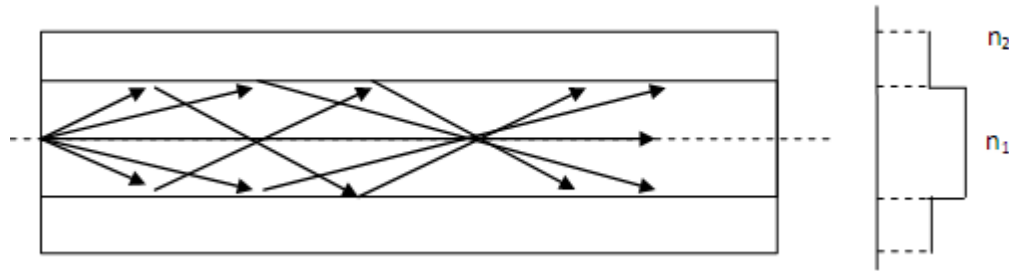
Cuando el ángulo de incidencia es mayor o igual al ángulo crítico, la luz no puede refractarse y se refleja totalmente en la frontera. Los ángulos del dibujo corresponden a la frontera aire-agua.

$$\theta_c = \arcsin \frac{n_2}{n_1}$$

# Estructura de una FO



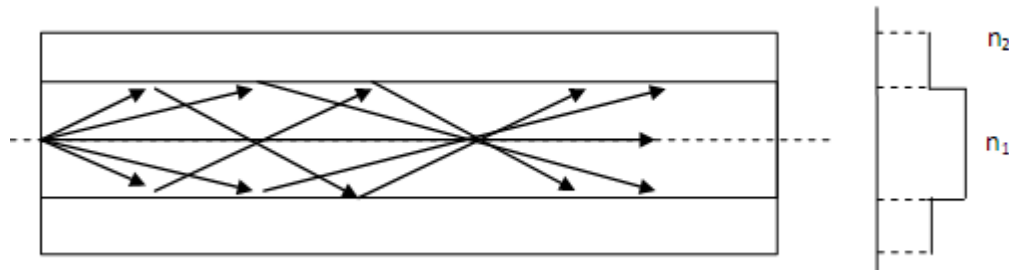
# FO Multimodo



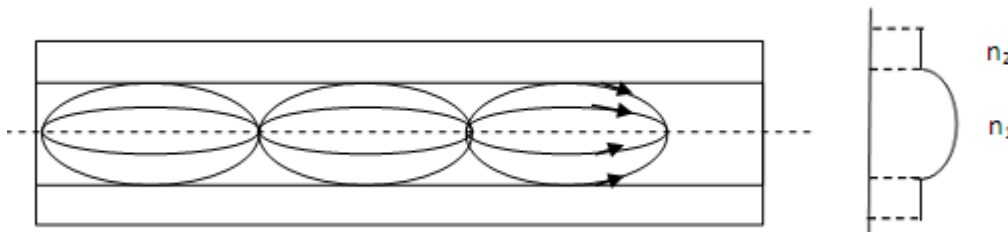
- De emisor de luz salen rayos con diferentes ángulos
- Un conjunto de estos ángulos son inferiores al crítico y por lo tanto se propagan todos.

# Fibras multimodo de índice escalonado y gradual

## Índice escalonado



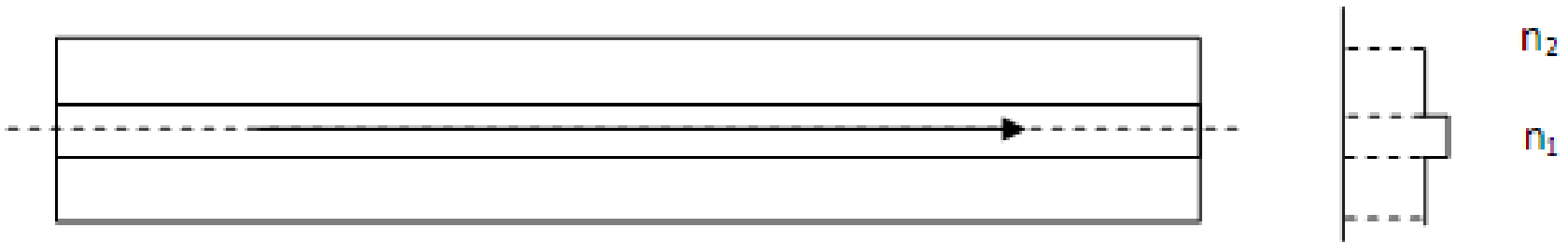
## Índice gradual



- En las fibras de índice gradual los rayos van cambiando el ángulo gradualmente
- Son las usadas en datos

# Fibras monomodo

Permiten la propagación de un solo modo

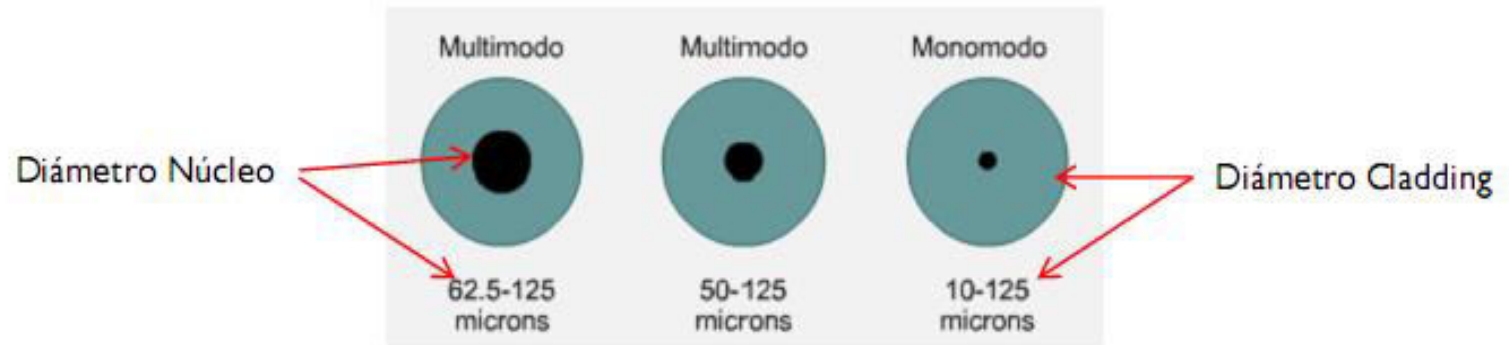


# Determinación de cantidad de modos de propagación

$$V = \frac{2\pi a}{\lambda} \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

- Siendo  $\lambda$  la longitud de onda,  $a$  el radio del núcleo y  $n_1/n_2$  los índices de refracción del núcleo y cladding respectivamente.
- Por definición, un parámetro  $V$  menor que 2.405 es una fibra monomodo, de igual forma si  $V > 2.405$  la fibra guiará otros modos además del modo fundamental (multimodo).
- Como puede verse, cuanto menor sea el radio del núcleo y mayor la longitud de onda, se asegurará un único modo de propagación (monomodo).

# Tipos de fibras



# Parámetros de fibras ópticas

**Atenuación:** es cualquier tipo de fenómeno que causa la disminución de la potencia de la señal propagada, pero no afecta su forma.

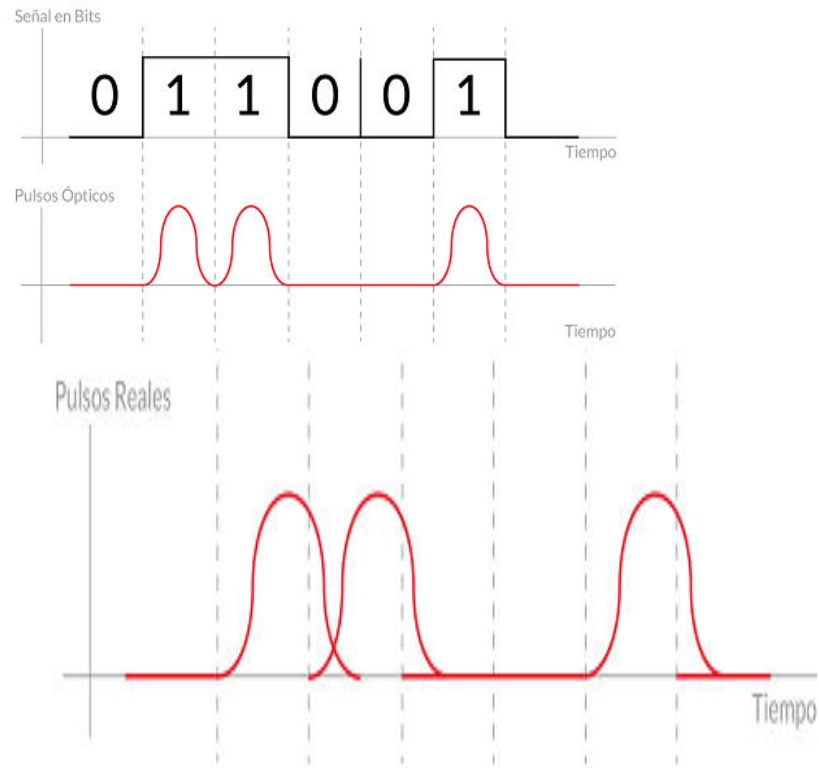
Se mide en db/km

**Dispersión:** ensanchamiento del pulso lumínico con la distancia recorrida que provoca errores en la recepción por interferencia intersímbolo (ISI).

Se mide en ps/(nm\*km)



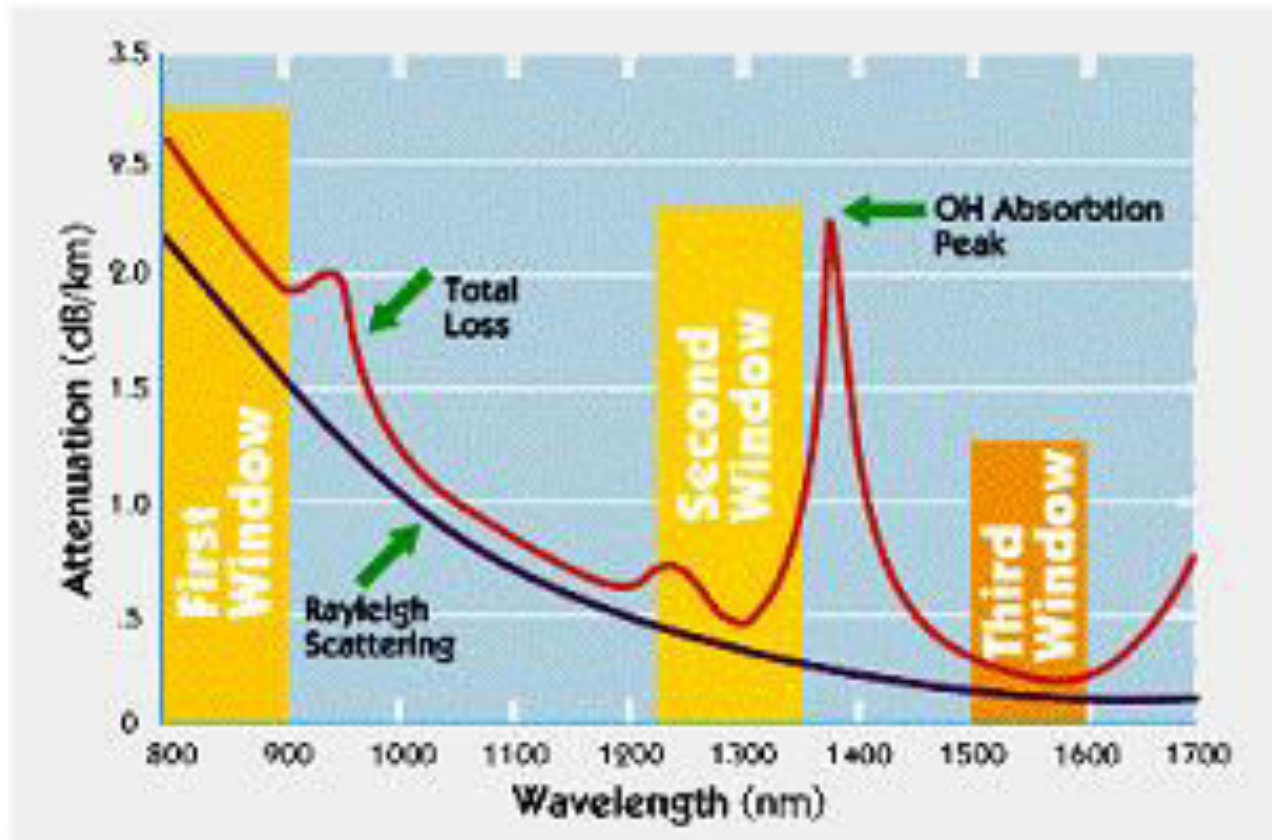
# Interferencia intersímbolo



# Atenuación

- Factores intrínsecos:
  - Esparcimiento de la luz: variaciones en la densidad del vidrio que desvía el haz
  - Absorción: impurezas, especialmente agua
- Factores extrínsecos:
  - Stress de fabricación: doblado, adición de recubrimiento
  - Stress de tendido.
  - Stress de mantenimiento.

# Atenuación intrínseca



# Tipos de dispersión

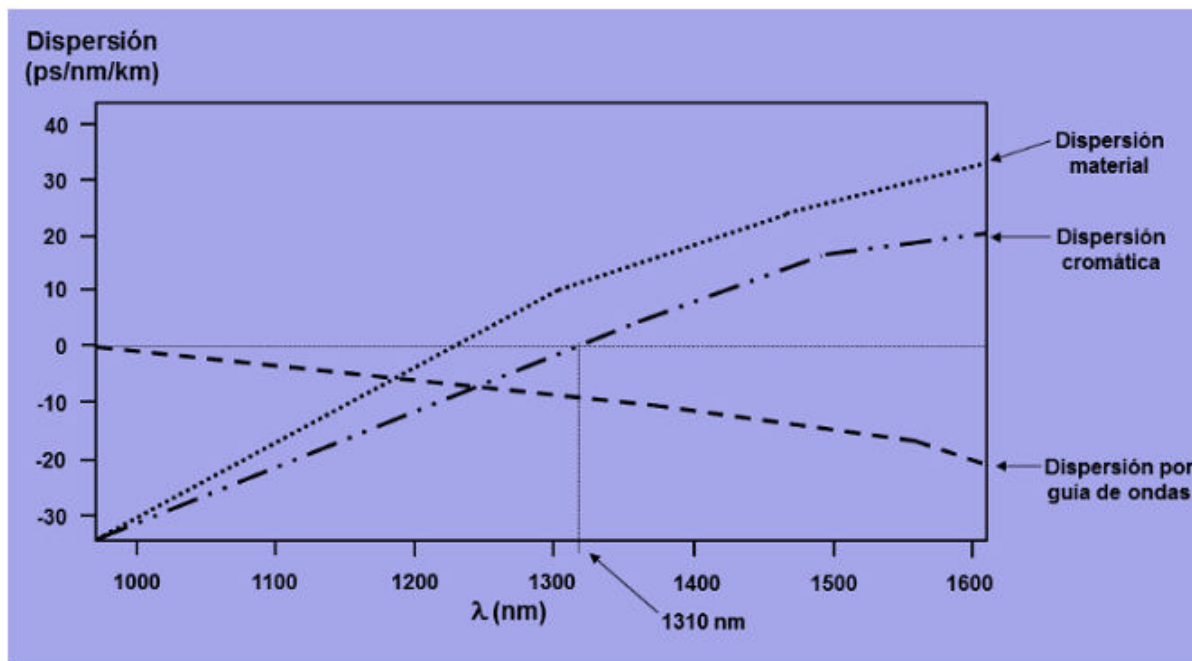
- **Dispersión Modal:** producto de las diferencias de distancia de recorrido de los distintos caminos. Sólo para FO multimodo.
- **Dispersión Cromática:** los diodos laser tienen un ancho espectral de entre 0,5 y 5nm. Las FO tienen diferentes velocidades de propagación para cada longitud de onda. Es decir se produce ISI. Despreciable en multimodo.
- **Dispersión Modo de Polarización:** consecuencia de las diferencias de índice de refracción asociada a diferencias de circularidad debida a construcción, esfuerzos en el tendido. Crítica a partir de 10Gbps. Despreciable en multimodo.

# Dispersión cromática

Dispersión cromática por dos fenómenos:

- Dispersión de material: el propio material del núcleo varía los índices de refracción para cada longitud de onda y por ende produce diferentes velocidades de propagación para cada longitud de onda. Aumenta con longitud de onda.
- Dispersión de guía de onda: parte de la luz viaja por el borde del cladding con menor índice de refracción y por lo tanto mayor velocidad. Disminuye con longitud de onda.

# Punto de dispersión cromática nula



Ejemplo de componentes de Dispersión Cromática para una fibra monomodo estándar G.652

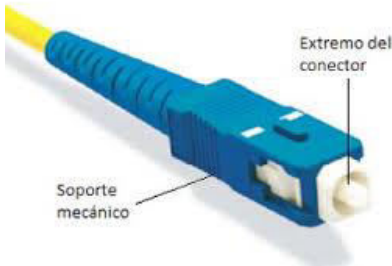
# Conectores



ST



FC



SC



LC

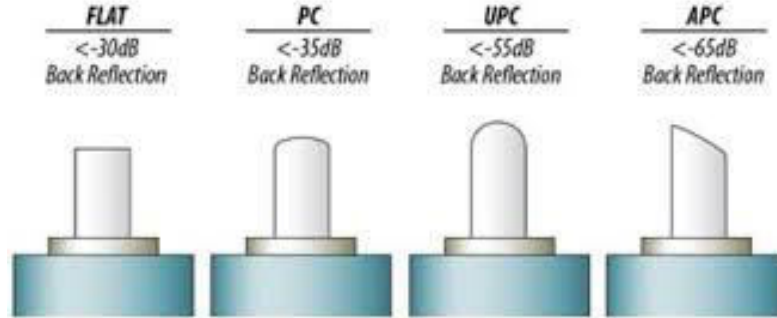


E2000



MPO

# Tipos de pulidos



**PC:** Contacto Físico (*Physical Contact*). Superficie plana. Pérdidas de retorno entre los -30 dB y los -40 dB.

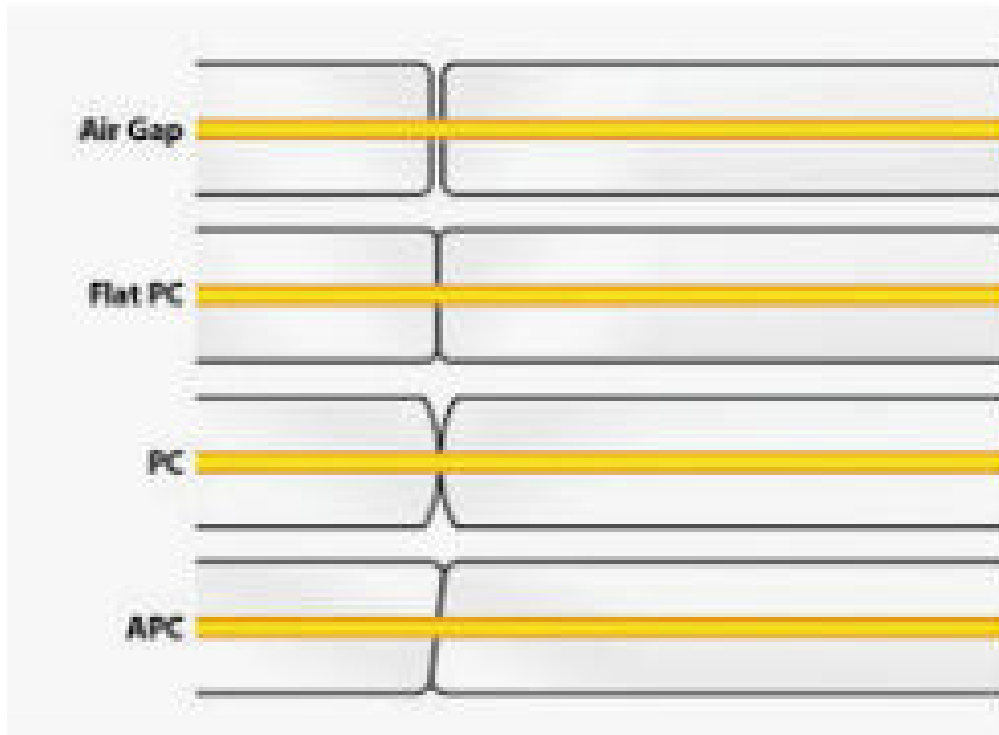
**UPC:** Ultra Contacto Físico (*Ultra Physical Contact*). Bisel con curva más pronunciada que PC. Pérdidas de retorno entre -40 y los -55 dB

**APC:** Contacto Físico en Ángulo (*Angled Physical Contact*). El ferrule termina en una superficie plana y a su vez inclinada 8 grados. Pérdidas de retorno hasta los -60 dB

$$\text{Return Loss} = 10 \times \log \frac{\text{Potencia incident signal}}{\text{Potencia reflected signal}}$$



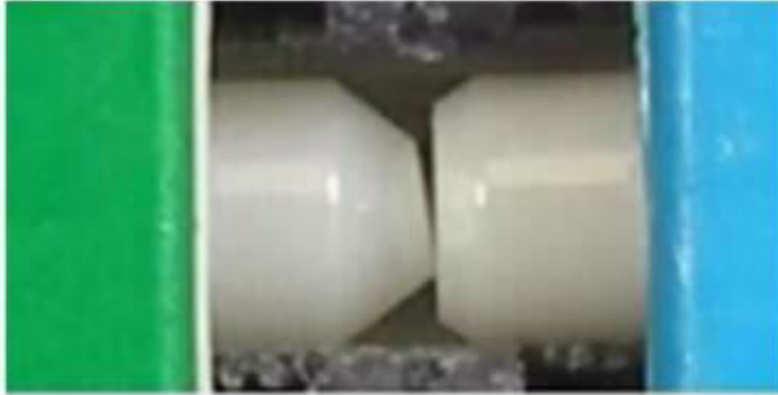
# Tipos de pulidos



# Tipos de pulidos

- Aunque no es visible en el gráfico el pulido flat tiene muchas irregularidades lo cual genera espacios aire que aumentan la potencia reflejada.
- En la diapositiva anterior falta el pulido UPC biselado con curva más pronunciada que el PC.
- Los pulidos PC y UPC buscan disminuir superficies de contacto y los espacios de aire consecuentes y, por ende, disminuyen la potencia reflejada.
- La mínima potencia reflejada se da con el pulido angulado a 8 grados: APC.
- Se pueden interconectar los distintos pulidos entre sí logrando potencias reflejadas intermedias. Excepto con el APC que sólo se puede unir con otro APC.

# Pulidos APC y Flat



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA  
TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

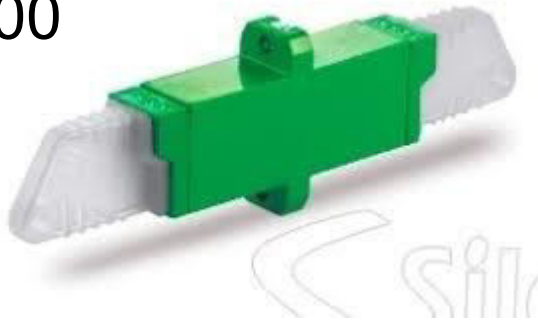
# Cuplas

LC

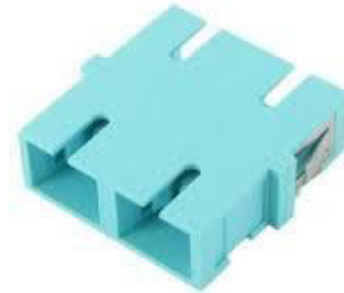


ST

E2000



SC



# ANSI/TIA 568 C.3 Especificaciones de FO

**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA  
TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

**Table 1 - Optical fiber cable transmission performance parameters**

<b>Optical fiber and cable type <sup>2</sup></b>	<b>Wavelength (nm)</b>	<b>Maximum attenuation (dB/km)</b>	<b>Minimum overfilled modal bandwidth-length product (MHz-km) <sup>1</sup></b>	<b>Minimum effective modal bandwidth-length product (MHz-km) <sup>1</sup></b>
<b>62.5/125 µm Multimode TIA 492AAAA (OM1)</b>	850 1300	3.5 1.5	200 500	Not Required Not Required
<b>50/125 µm Multimode TIA 492AAAB (OM2)</b>	850 1300	3.5 1.5	500 500	Not Required Not Required
<b>850 nm Laser-Optimized 50/125 µm Multimode TIA 492AAAC (OM3)</b>	850 1300	3.5 1.5	1500 500	2000 Not Required
<b>Single-mode Indoor-Outdoor TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)<sup>3</sup></b>	1310 1550	0.5 0.5	N/A N/A	N/A N/A
<b>Single-mode Inside Plant TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)<sup>3</sup></b>	1310 1550	1.0 1.0	N/A N/A	N/A N/A
<b>Single-mode Outside Plant TIA 492CAAA (OS1) TIA 492CAAB (OS2)<sup>3</sup></b>	1310 1550	0.5 0.5	N/A N/A	N/A N/A

# Especificaciones de FO

The following row shall be added to table 1 after the row specifying OM3.

<u>850 nm Laser-Optimized</u> <u>50/125 μm Multimode</u> <u>TIA 492AAAD (OM4)</u>	<u>850</u> <u>1300</u>	<u>3.5</u> <u>1.5</u>	<u>3500</u> <u>500</u>	<u>4700 Not</u> <u>Required</u>
---	---------------------------	--------------------------	---------------------------	------------------------------------

Addendum: ANSI/TIA 568 C.3-1. Addition of OM4 Cabled Optical Fiber and Array connectivity

# Identificación de conectores multimodo y adaptadores

- 850 nm optimizado 50/125 um, verde agua
- 50/125 um, negro
- 62,5/125 um, beige
- Monomodo, azul
- Monomodo contacto angulado, verde



# Adaptador tipo A MPO

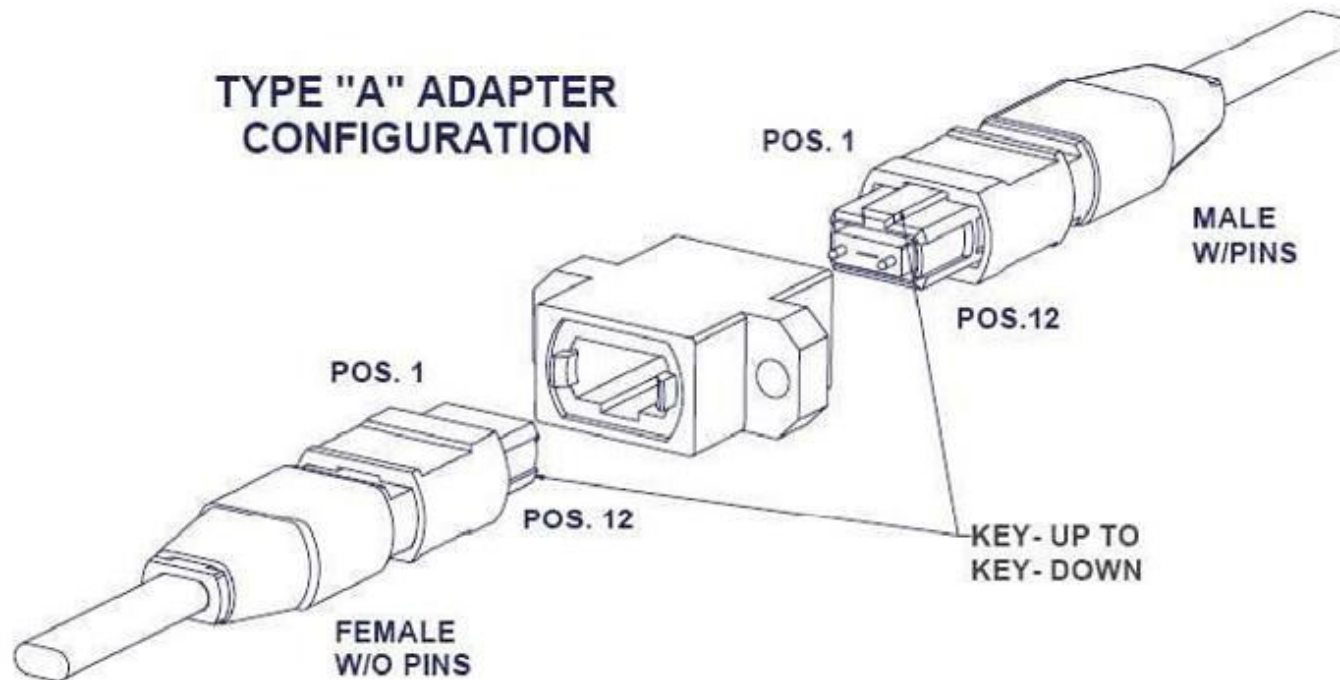


Figure 3 - Example of Type-A MPO configuration

# Adaptador tipo B MPO

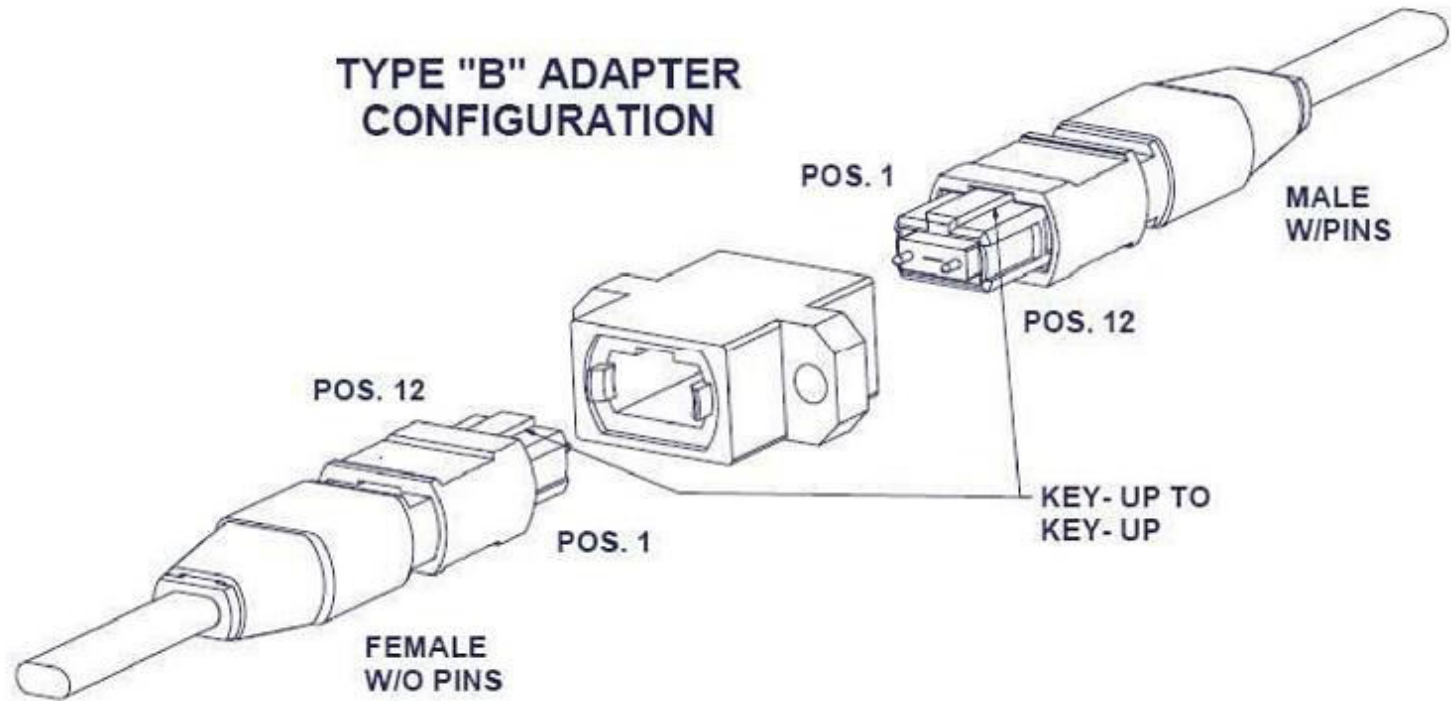


Figure 4 - Example of Type-B MPO configuration

# ANSI/TIA 568 0-D FO multimodo. Distancias y atenuaciones máximas por aplicación

ANSI/TIA-568.0-D

**Table 6 Maximum supportable distances and channel attenuation for multimode optical fiber applications**

	Fiber Type	62.5/125 $\mu\text{m}$		50/125 $\mu\text{m}$		850 nm laser-optimized 50/125 $\mu\text{m}$			
	Fiber Standard	TIA 492AAAA (OM1)		TIA 492AAAB (OM2)		TIA 492AAAC (OM3)		TIA 492AAAD (OM4)	
	Nominal wavelength (nm)	850	1300	850	1300	850	1300	850	1300
Application	Parameter								
Ethernet 10/100BASE-SX	Channel attenuation (dB)	4.0	-	4.0	-	4.0	-	4.0	-
	Supportable distance m (ft)	300 (984)	-	300 (984)	-	300 (984)	-	300 (984)	-
Ethernet 100BASE-FX	Channel attenuation (dB)	-	11.0	-	6.0	-	6.0	-	6.0
	Supportable distance m (ft)	-	2000 (6560)	-	2000 (6560)	-	2000 (6560)	-	2000 (6560)
Ethernet 1000BASE-SX	Channel attenuation (dB)	2.6	-	3.6	-	-	-	-	-
	Supportable distance m (ft)	275 (900)	-	550 (1804)	-	Note 1	-	Note 1	-
Ethernet 1000BASE-LX	Channel attenuation (dB)	-	2.3	-	2.3	-	2.3	-	2.3
	Supportable distance m (ft)	-	550 (1804)	-	550 (1804)	-	550 (1804)	-	550 (1804)

# ANSI/TIA 568 0-D FO multimodo. Distancias y atenuaciones máximas por aplicación

Ethernet 10GBASE-S	Channel attenuation (dB)	2.4	.	2.3	.	2.6	.	2.9	.
	Supportable distance m (ft)	33 (108)	.	82 (269)	.	300 (984)	.	400 (1312)	.
Ethernet 10GBASE-LX4	Channel attenuation (dB)	.	2.5	.	2.0	.	2.0	.	2.0
	Supportable distance m (ft)	.	300 (984)	.	300 (984)	.	300 (984)	.	300 (984)
Ethernet 10GBASE-LRM	Channel attenuation (dB)	.	1.9	.	1.9	.	1.9	.	1.9
	Supportable distance m (ft)	.	220 (720)	.	220 (720)	.	220 (720)	.	220 (720)
Ethernet 40GBASE-SR4	Channel attenuation (dB)	.	.	.	.	1.9	.	1.5 <sup>2</sup>	.
	Supportable distance m (ft)	.	.	.	.	100 (328)	.	150 (492)	.
Ethernet 100GBASE-SR4	Channel attenuation (dB)	.	.	.	.	1.9	.	1.9	.
	Supportable distance m (ft)	.	.	.	.	70 (230)	.	100 (328)	.
Ethernet 100GBASE-SR10	Channel attenuation (dB)	.	.	.	.	1.9	.	1.5 <sup>2</sup>	.
	Supportable distance m (ft)	.	.	.	.	100 (328)	.	150 (492)	.

# ANSI/TIA 568 0-D FO multimodo. Distancias y atenuaciones máximas por aplicación

12.5 Table 6 (Concluded)

	Fiber Type	62.5/125 $\mu\text{m}$		50/125 $\mu\text{m}$		850 nm laser-optimized 50/125 $\mu\text{m}$			
	Fiber Standard	TIA 492AAAA (OM1)		TIA 492AAAB (OM2)		TIA 492AAAC (OM3)		TIA 492AAD (OM4)	
	Nominal wavelength (nm)	850	1300	850	1300	850	1300	850	1300
Application	Parameter								
1G Fibre Channel 100-MX-SN-I	Channel attenuation (dB)	3.0	-	3.9	-	4.6	-	4.6	-
	Supportable distance m (ft)	300 (984)	-	500 (1640)	-	860 (2822)	-	860 (2822)	-
2G Fibre Channel 200-MX-SN-I	Channel attenuation (dB)	2.1	-	2.6	-	3.3	-	3.3	-
	Supportable distance m (ft)	150 (492)	-	300 (984)	-	500 (1640)	-	500 (1640)	-
4G Fibre Channel 400-MX-SN	Channel attenuation (dB)	1.8	-	2.1	-	2.9	-	3.0	-
	Supportable distance m (ft)	70 (230)	-	150 (492)	-	380 (1247)	-	400 (1312)	-
8G Fibre Channel 800-MX-SN	Channel attenuation (dB)	1.6	-	1.7	-	2.0	-	2.2	-
	Supportable distance m (ft)	21 (69)	-	50 (164)	-	150 (492)	-	190 (624)	-
8G Fibre Channel 800-MX-SA	Channel attenuation (dB)	1.6	-	1.9	-	2.6	-	2.2	-
	Supportable distance m (ft)	40 (131)	-	100 (328)	-	300 (984)	-	300 (984)	-

# ANSI/TIA 568 0-D FO monomodo. Distancias y atenuaciones máximas por aplicación

**Table 7 Maximum supportable distances and channel attenuation for single-mode optical fiber applications**

	Fiber Type	Dispersion unshifted single mode and low water-peak	
	Fiber Standard	TIA 492CAAA (OS1) and TIA 492CAAB (OS2)	
	Nominal wavelength (nm)	1310	1550
Application	Parameter		
Ethernet 1000BASE-LX	Channel attenuation (dB)	4.5	-
	Supportable distance m (ft)	5000 (16405)	-
Ethernet 10GBASE-LX4	Channel attenuation (dB)	6.3	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-
Ethernet 10GBASE-E	Channel attenuation (dB)	-	11.0
	Supportable distance m (ft)	-	40000 (131230)

# ANSI/TIA 568 0-D FO monomodo. Distancias y atenuaciones máximas por aplicación

Ethernet 10GBASE-L	Channel attenuation (dB)	6.2	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-
Ethernet 40GBASE-LR4	Channel attenuation (dB)	6.7	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-
Ethernet 40GBASE-FR	Channel attenuation (dB)	4.0	-
	Supportable distance m (ft)	2000 (6562)	-
Ethernet 100GBASE-LR4	Channel attenuation (dB)	6.3	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-
1G Fibre Channel 100-SM-LC-L	Channel attenuation (dB)	7.8	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-
2G Fibre Channel 200-SM-LC-L	Channel attenuation (dB)	7.8	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-



# ANSI/TIA 568 0-D FO monomodo. Distancias y atenuaciones máximas por aplicación

	Fiber Type	Dispersion unshifted single mode and low water-peak	
	Fiber Standard	TIA 492CAAA (OS1) and TIA 492CAAB (OS2)	
	Nominal wavelength (nm)	1310	1550
Application	Parameter		
4G Fibre Channel 400-SM-LC-M	Channel attenuation (dB)	4.8	-
	Supportable distance m (ft)	4000 (13124)	-
4G Fibre Channel 400-SM-LC-L	Channel attenuation (dB)	7.8	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-
8G Fibre Channel 800-SM-LC-I	Channel attenuation (dB)	2.6	-
	Supportable distance m (ft)	1400 (4593)	-
8G Fibre Channel 800-SM-LC-L	Channel attenuation (dB)	6.4	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-



# ANSI/TIA 568 0-D FO monomodo. Distancias y atenuaciones máximas por aplicación

10G Fibre Channel 1200-SM-LL-L	Channel attenuation (dB)	6.0	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-
16G Fibre Channel 1600-SM-LC-L	Channel attenuation (dB)	6.4	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-
32G Fibre Channel 3200-SM-LC-L	Channel attenuation (dB)	6.3	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-
FDDI SMF-PMD ANSI X3.184	Channel attenuation (dB)	10.0	-
	Supportable distance m (ft)	10000 (32810)	-

# Tres procedimientos de medición de montantes de FO

De acuerdo a norma TIA/EIA-526-14 A se definen procedimientos: A, B y C. Cada uno incluye o excluye componentes de la montante.

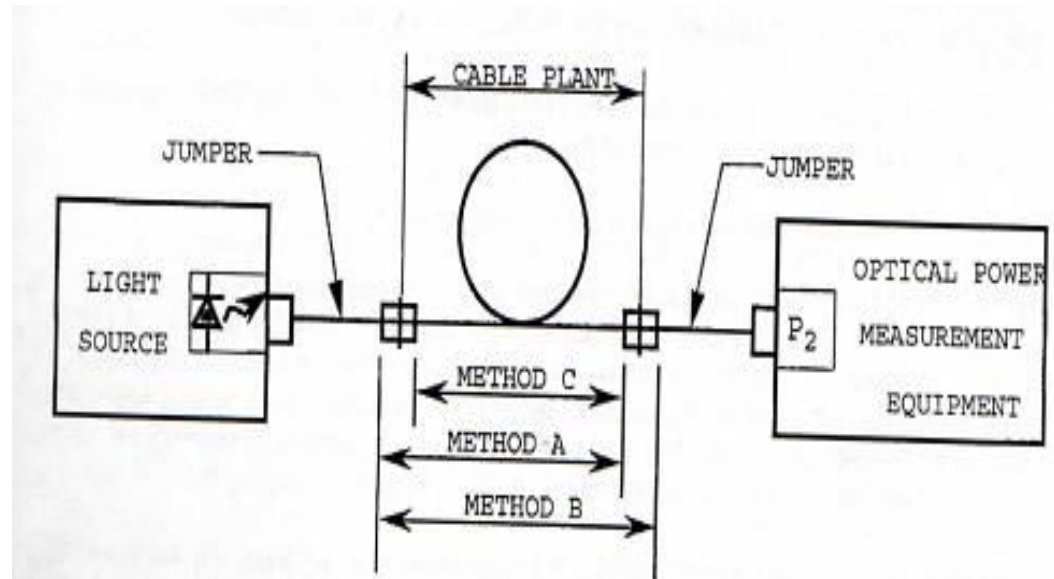


Figure B.1 Cable Plant Measured Values for Methods A, B and C

# Conexionado para los tres procedimientos

- Se usa en un extremo un inyector de luz, y en el otro un medidor de potencia óptica.

Las atenuaciones involucradas son:  
Interface entre jumper 1 y emisor de luz.

Jumper 1.

Interface entre jumper 1 y conector interno de la bandeja de FO.

Cable de FO de la montante.

Interface entre jumper 2 y conector interno de la bandeja de FO.

Jumper 2.

Interface entre jumper 2 y medidor de potencia.

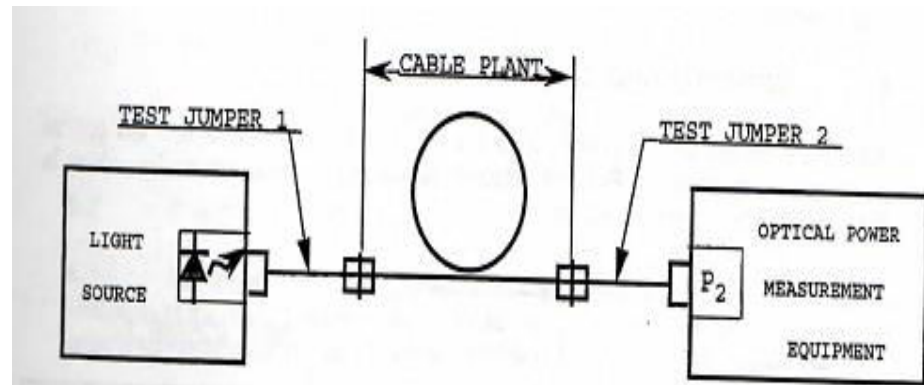


Figure 2. Cable Plant Measurement for Methods A, B and C

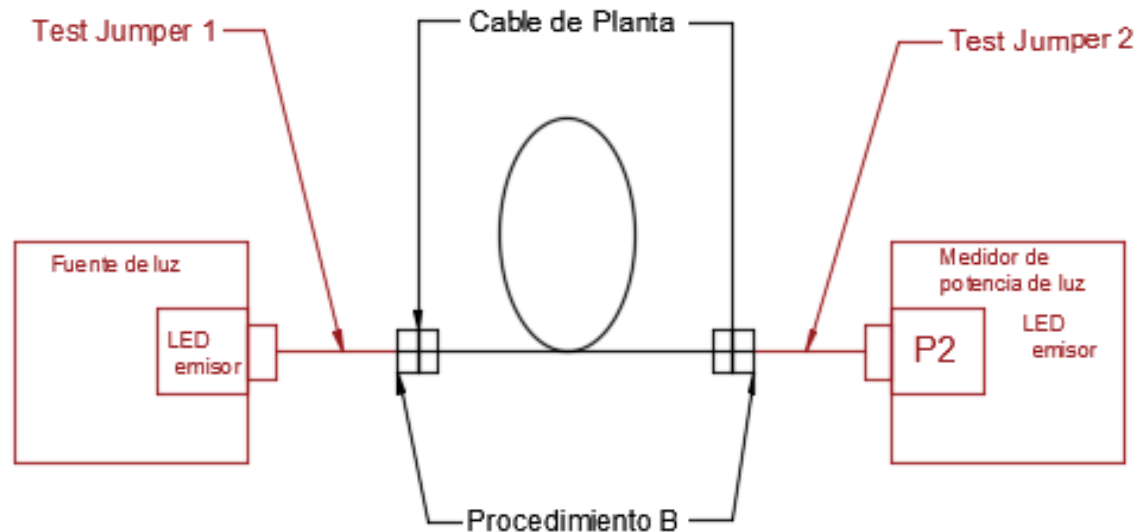
## Procedimiento B. Creación de la referencia

- Se conecta fuente de luz y medidor de potencia de luz de acuerdo al gráfico de la derecha.
- Se setea medidor a cero db.



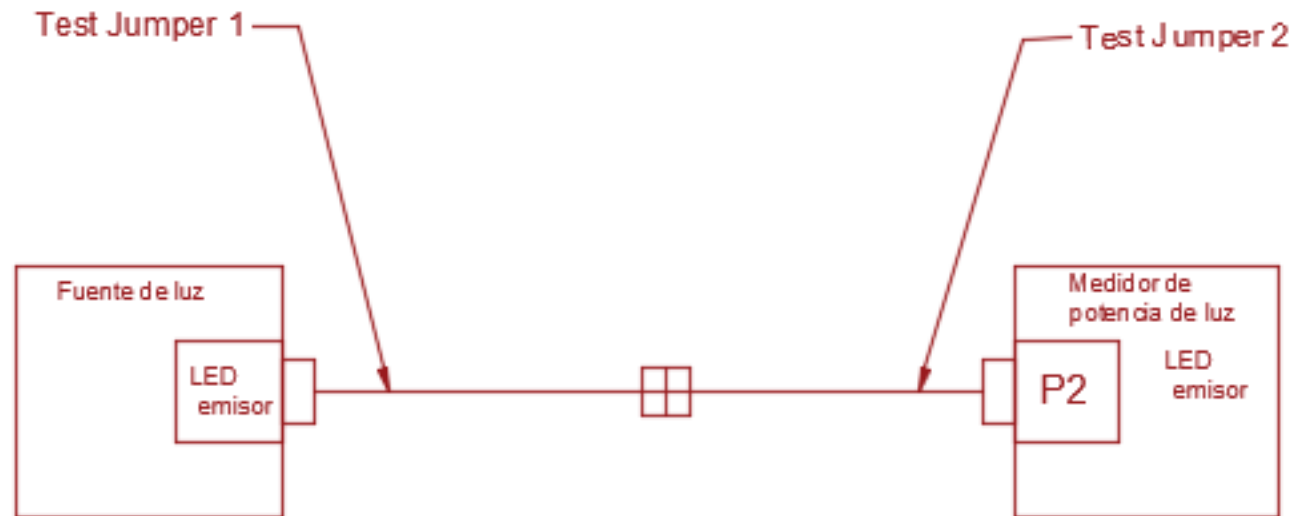
## Procedimiento B. Medición de la atenuación.

- Se conecta fuente luz y medidor de potencia de luz de acuerdo al gráfico de la derecha.
- Habiendo quedado el medidor en 0db en diapositiva anterior, ahora el medidor indica parte en negro de la infraestructura. Es decir: dos interconexiones jumper y cable de planta. Más cable de planta propiamente dicha.
- En síntesis, lo que queda de la parte en negro es lo incluido en Procedimiento B.



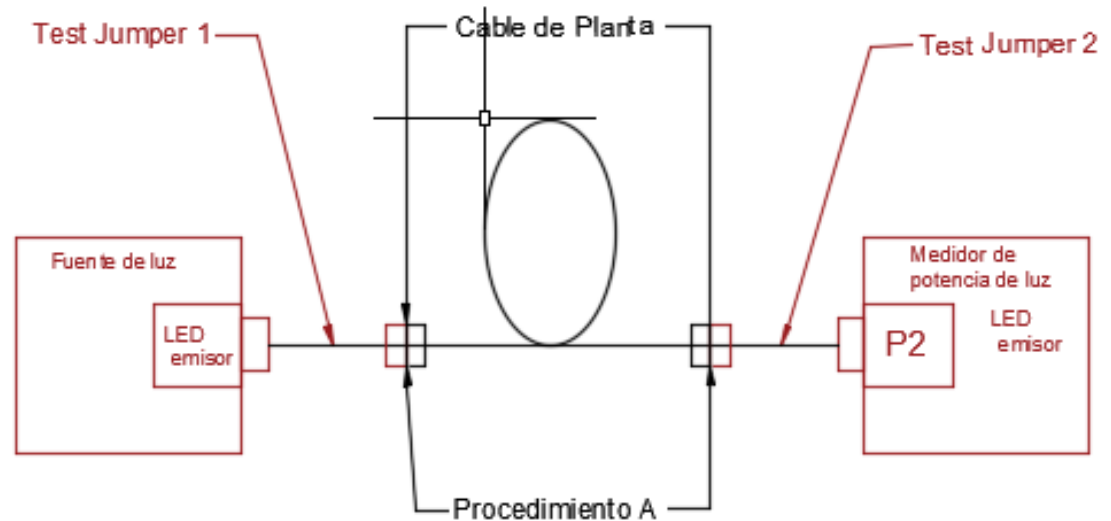
## Procedimiento A. Creación de la referencia

- Se conecta fuente de luz y medidor de potencia de luz de acuerdo al gráfico de la derecha.
- Se setea medidor a cero db.



## Procedimiento A. Medición de la atenuación.

- Se conecta fuente luz y medidor de potencia de luz de acuerdo al gráfico de la derecha.
- Habiendo quedado el medidor en 0db en diapositiva anterior, ahora el medidor indica parte en negro de la infraestructura. Es decir: mitad de interconexión jumper 1 y cable de planta, mitad de interconexión jumper 2 y cable de planta. Más cable de planta propiamente dicha.
- En síntesis, lo que queda de la parte en negro es el cable de planta más una atenuación de una conexión fibra-fibra.



# Medición de montante MM según procedimiento A con inyector y medidor de potencia óptica básico

Se dispone del instrumento con conexiones de foto de esta diapositiva.

Al medidor se le colocó patch cord y cupla SC de modo que el ingreso al instrumento se lo considera en la cupla.

Se observa que el inyector de potencia genera una potencia de luz de -5,91dbm y que el medidor recibe -9,29dbm





# Medición de montante MM según procedimiento A con inyector y medidor de potencia óptica básico

Método práctico para hacer la resta de potencias exigida por la norma:

Se interconectan inyector y medidor de potencia óptica para fijar potencia de referencia según lo indicado para el procedimiento A.

Se aprieta botón de puesta a cero en el medidor. Es decir, el medidor considerará 0db cuando recibe -9,29dbm.



# Medición de montante MM según procedimiento A con inyector y medidor de potencia óptica básico

Se conecta el inyector en un extremo con jumper 1.

Se conecta el medidor en el otro extremo con jumper 2.

El medidor indica: -9,5 dbm

Pasando el medidor a modo db el medidor indica: -0,19db

Es decir, la atenuación del enlace de FO según procedimiento B es -0,19db.



**CePETel**

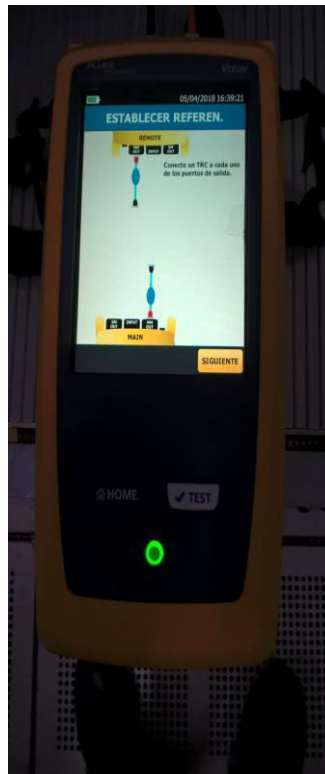
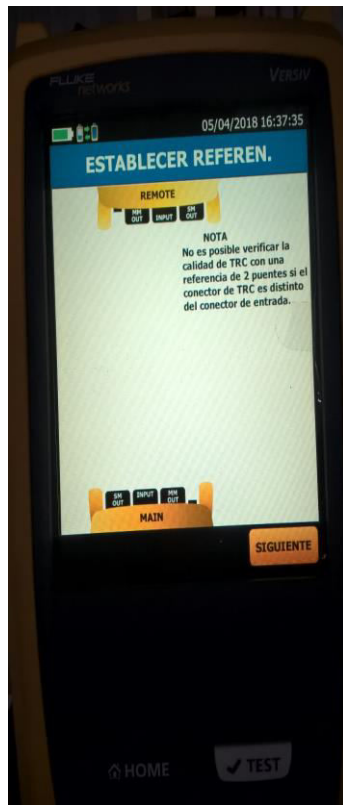
Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA  
TÉCNICA**



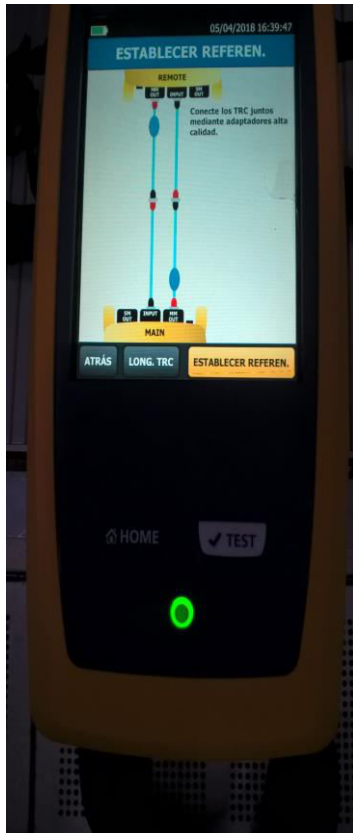
**AGOSTO 2022**

# Procedimiento A con Fluke DSX-5000Qi

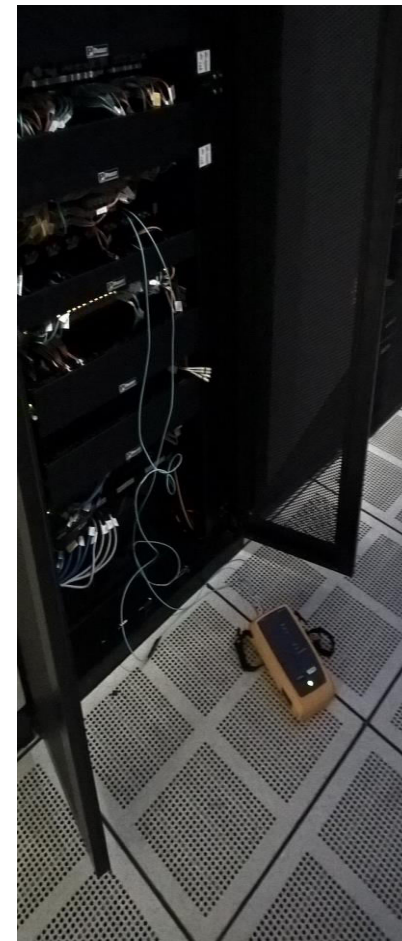
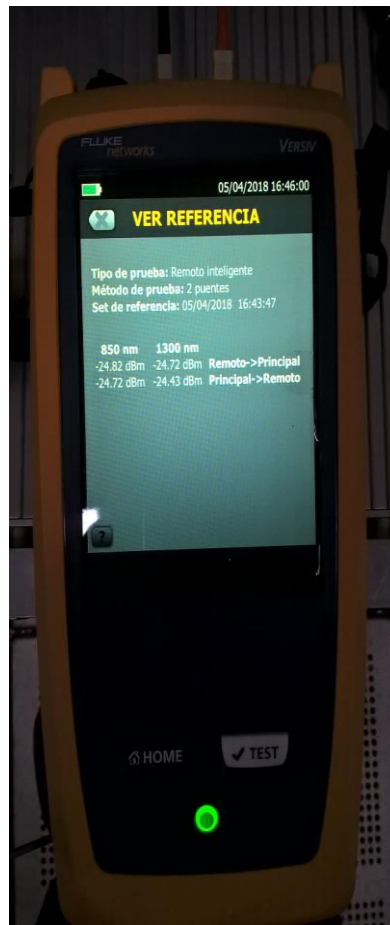




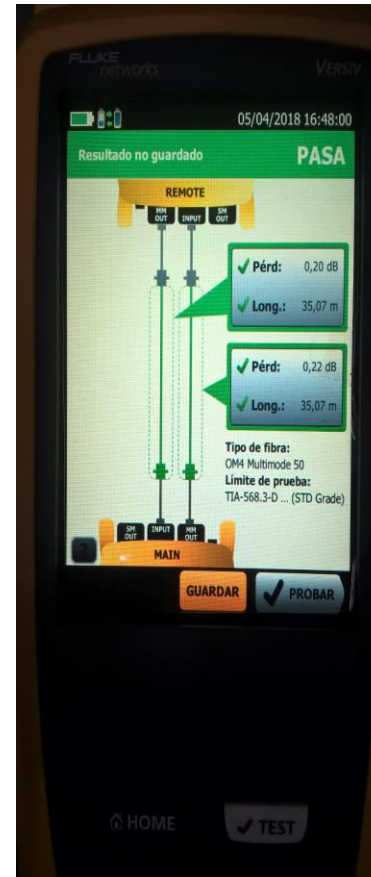
# Procedimiento A con Fluke DSX-5000Qi



# Procedimiento A con Fluke DSX-5000Qi



# Procedimiento A con Fluke DSX-5000Qi



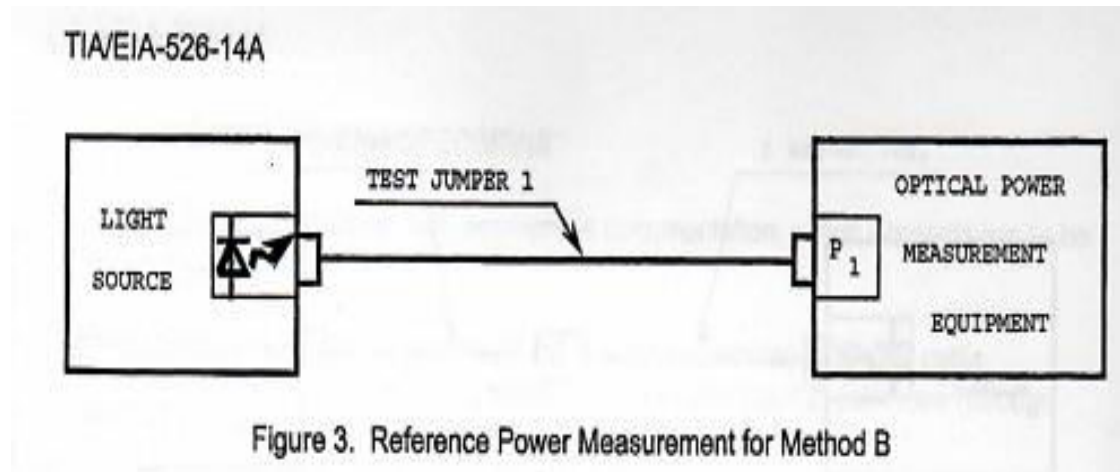
## Procedimiento B

- Es el exigido para la norma ANSI/EIA/TIA 568 A.
- Se mide la potencia de referencia. Es la potencia indicada por el medidor de potencia óptica de acuerdo al gráfico de esta diapositiva.
- Es la potencia inyectada menos las siguientes atenuaciones:

Interface entre jumper 1 y emisor de luz.

Cable de Jumper 1, se desprecia

Interface entre jumper 1 y medidor de potencia.



# Procedimiento B

- Se registra la potencia indicada por el medidor de potencia óptica de acuerdo al gráfico de esta diapositiva.

- Es la potencia inyectada menos las siguientes atenuaciones:  
Interface entre jumper 1 y emisor de luz.

- Cable de Jumper 1, se desprecia
- Interface entre jumper 1 y conector interno de la bandeja de FO.

- Cable de FO de la montante.

- Interface entre jumper 2 y conector interno de la bandeja de FO.

- Cable de jumper 2, se desprecia.
- Interface entre jumper 2 y medidor de potencia.

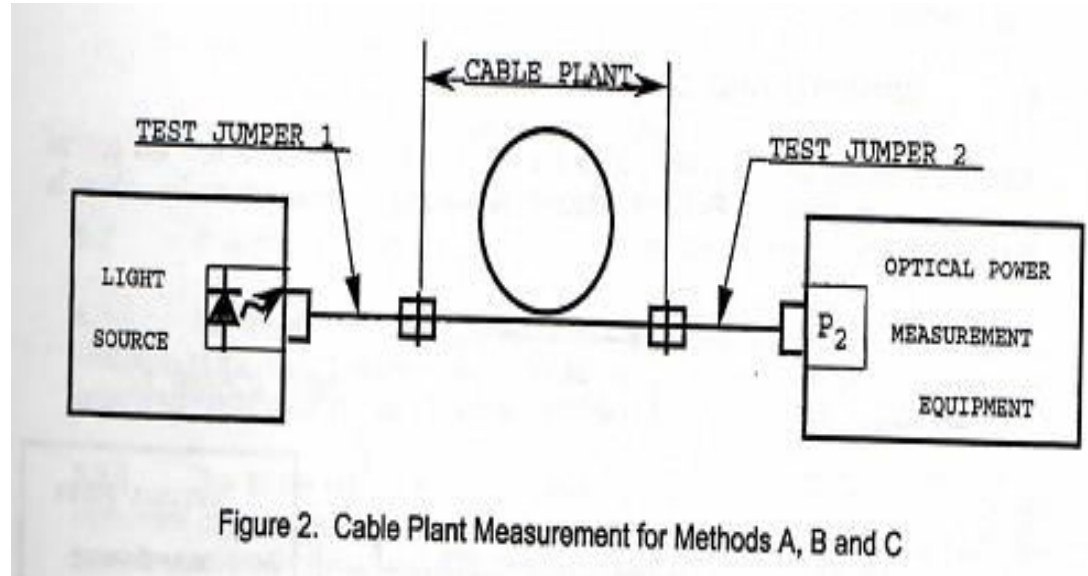


Figure 2. Cable Plant Measurement for Methods A, B and C



## Procedimiento B

- Se resta la potencia anterior menos la de referencia.
- Se presupone que la atenuación en la entrada al medidor de potencia es la misma con el jumper 1 que con el 2.
- Quedan las siguientes atenuaciones:

Interface entre jumper 1 y conector interno de la bandeja de FO.

Cable de FO de la montante.

Interface entre jumper 2 y conector interno de la bandeja de FO.

Es decir, quedan las atenuaciones involucradas en el procedimiento B.

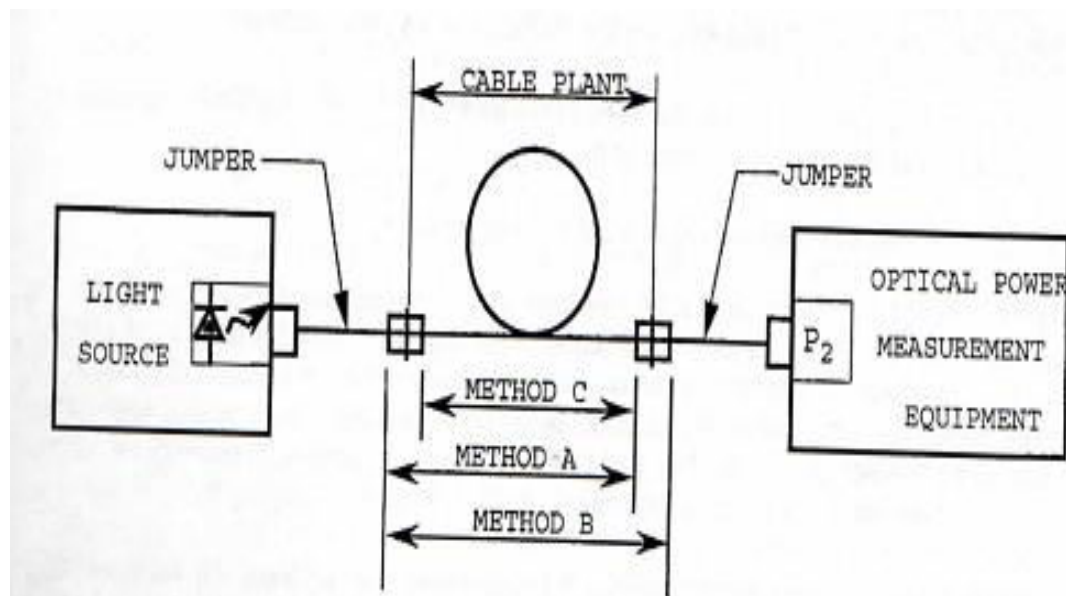
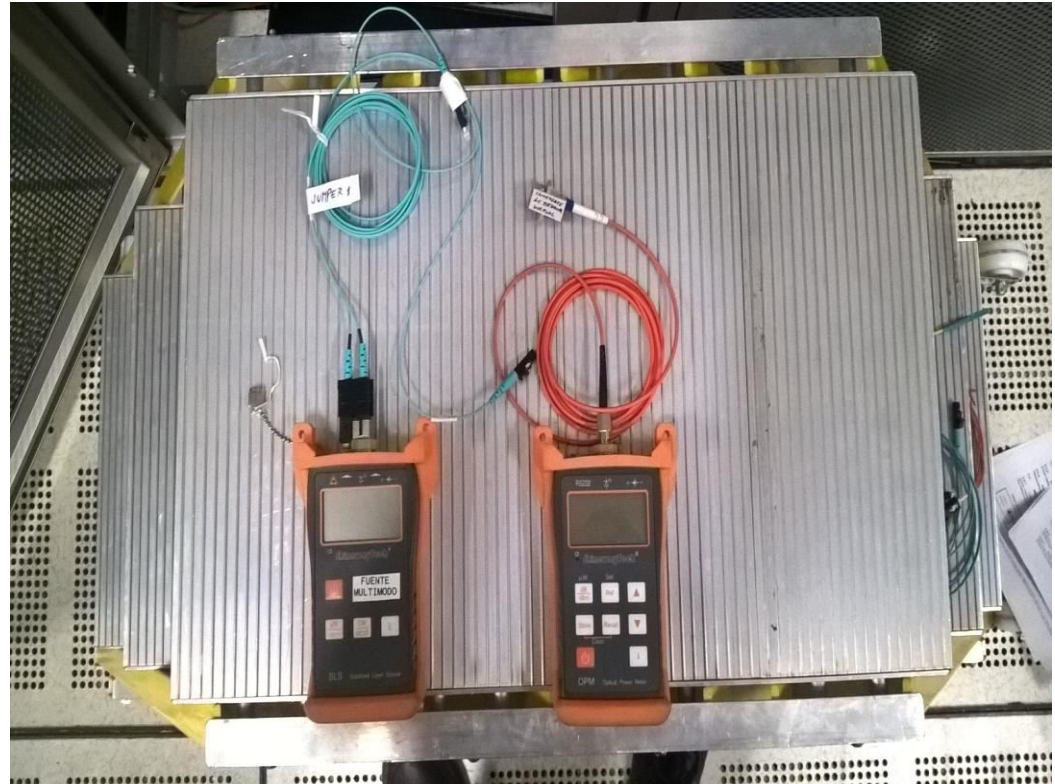


Figure B.1 Cable Plant Measured Values for Methods A, B and C

# Medición de montante MM según procedimiento B con inyector y medidor de potencia óptica básico

Se dispone del instrumento con conexiones de foto de esta diapositiva.

La medidor se le colocó patch cord y cupla de modo que el ingreso al instrumento se lo considera en el cupla.



# Medición de montante MM según procedimiento B con inyector y medidor de potencia óptica básico

Método práctico para hacer la resta de potencias exigida por la norma:

Se interconectan inyector y medidor de potencia óptica para fijar potencia de referencia según lo indicado para el procedimiento B.

La imagen indica potencia de inyección:  $-5,91\text{dbm}$  y recibida  $-8,86\text{dbm}$ .

Se apreta de puesta a cero en el medidor . Es decir, el medidor considerará  $0\text{db}$  cuando recibe  $-8,86\text{dbm}$ .



# Medición de montante MM según procedimiento B con inyector y medidor de potencia óptica básico

Se conecta el inyector en un extremo con jumper 1.

Se conecta el medidor en el otro extremo con jumper 2.

El medidor indica: -9,5 dbm

Pasando el medidor a modo db el medidor indica: -0,4db

Es decir, la atenuación del enlace de FO según procedimiento B es -0,4db.



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

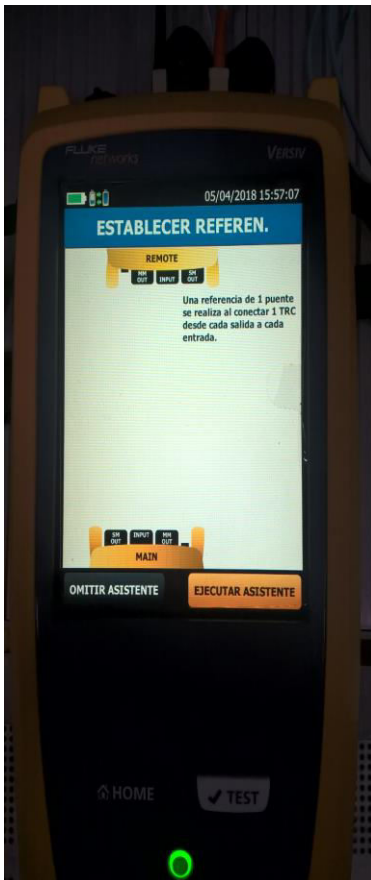
**SECRETARÍA  
TÉCNICA**



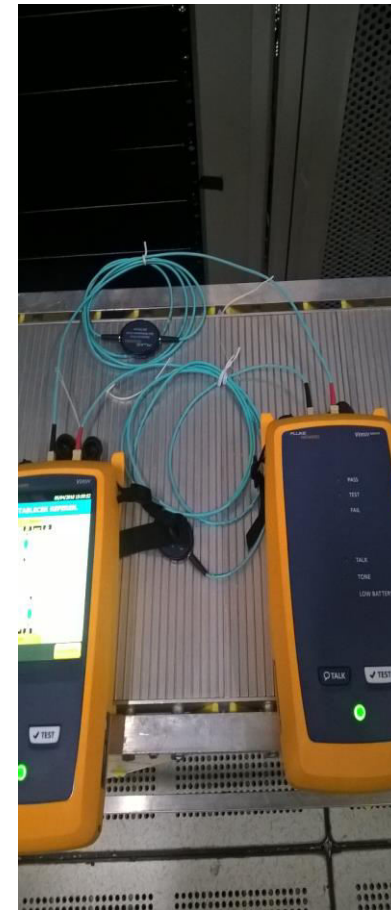
**AGOSTO 2022**



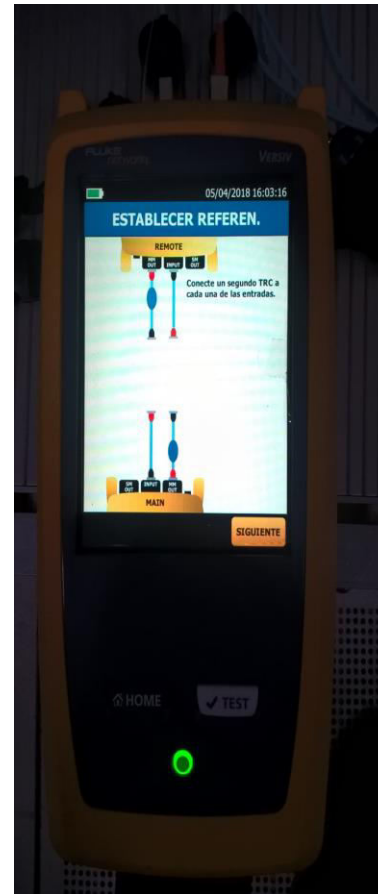
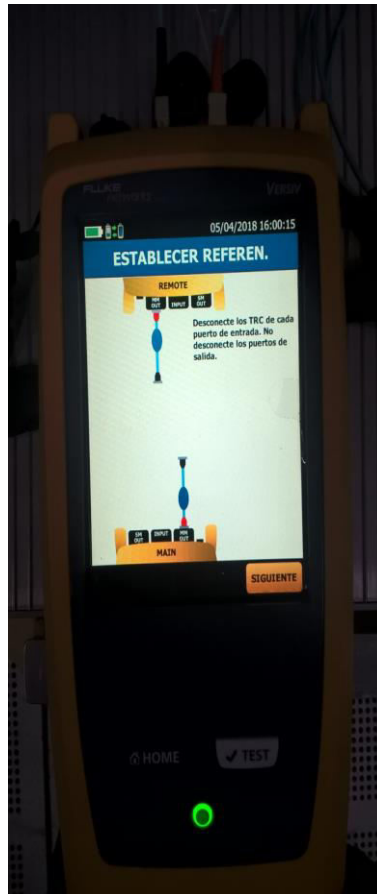
# Procedimiento B con Fluke DSX-5000Qi



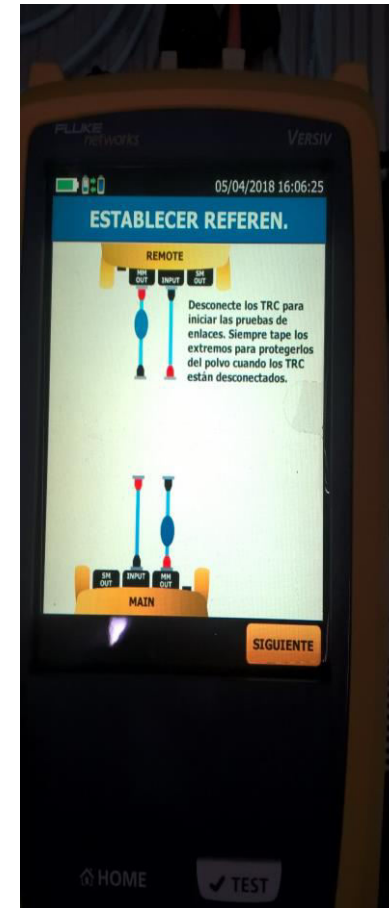
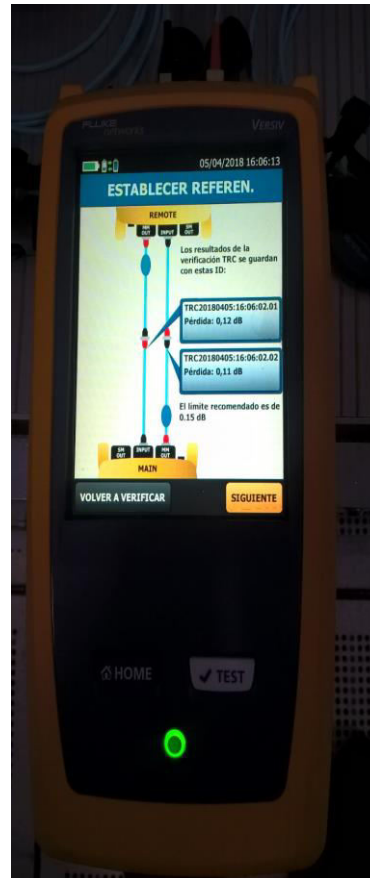
# Procedimiento B con Fluke DSX-5000Qi



# Procedimiento B con Fluke DSX-5000Qi

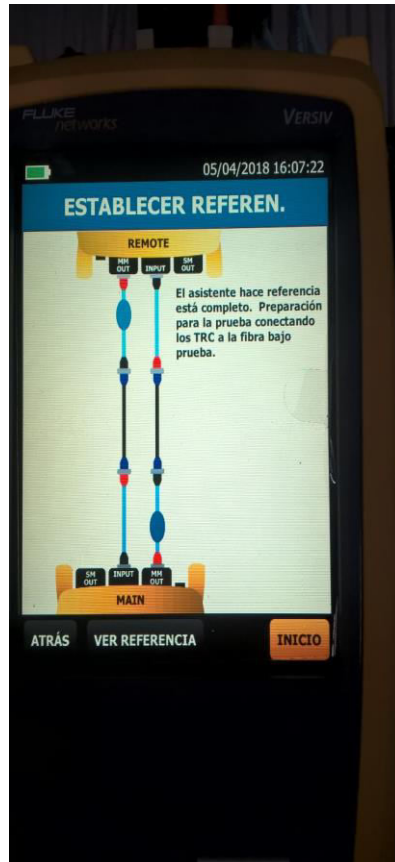


# Procedimiento B con Fluke DSX-5000Qi

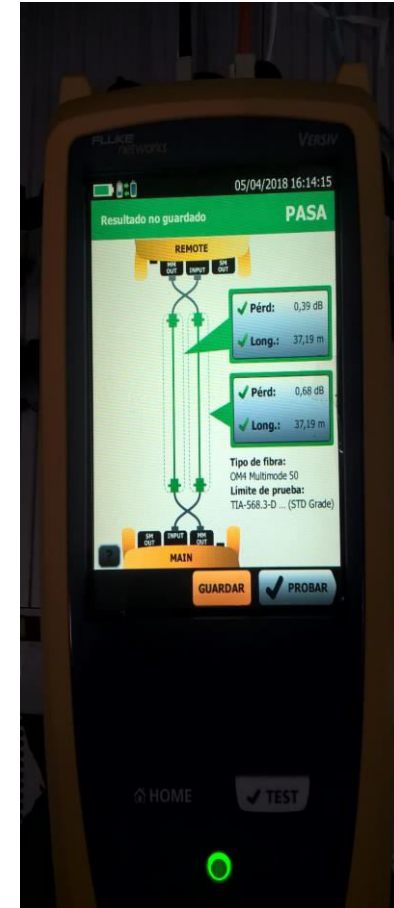
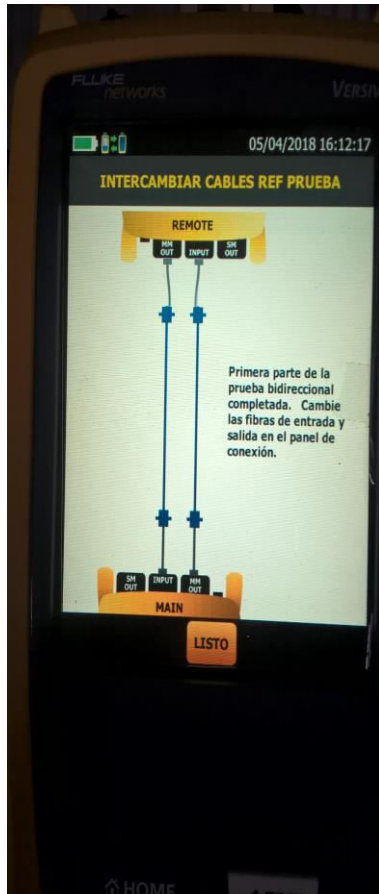




# Procedimiento B con Fluke DSX-5000Qi



# Procedimiento B con Fluke DSX-5000Qi



# Procedimiento C

- Se mide la potencia de referencia. Es la potencia indicada por el medidor de potencia óptica de acuerdo al gráfico de esta diapositiva.
- Es la potencia inyectada menos las siguientes atenuaciones:

Interface entre jumper 1 y emisor de luz.

Cable de Jumper 1, se desprecia

Interface entre conector de jumper 1 y conector de jumper 2.

Interface entre jumper 2 y medidor de potencia óptica

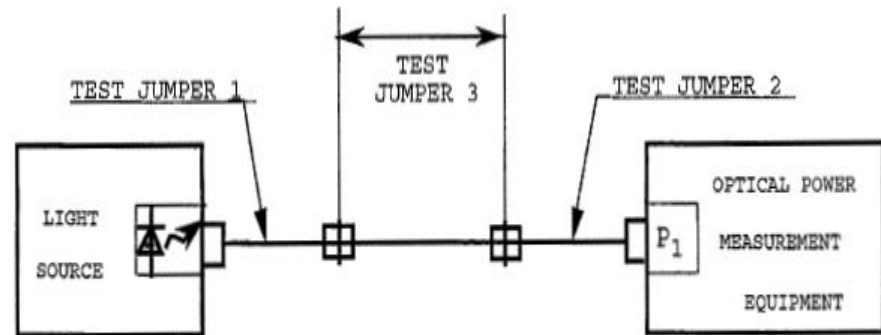


Figure 4. Reference Power Measurement for Method C

# Procedimiento C

- Se registra la potencia indicada por el medidor de potencia óptica de acuerdo al gráfico de esta diapositiva.

- Es la potencia inyectada menos las siguientes atenuaciones:

1 y emisor Interface entre jumper de luz.

desprecia Cable de Jumper 1, se

1 y Interface entre jumper conector interno de la bandeja de FO.

montante. Cable de FO de la

2 y conector Interface entre jumper interno de la bandeja de FO.

desprecia. Cable de jumper 2, se

2 y medidor Interface entre jumper de potencia.

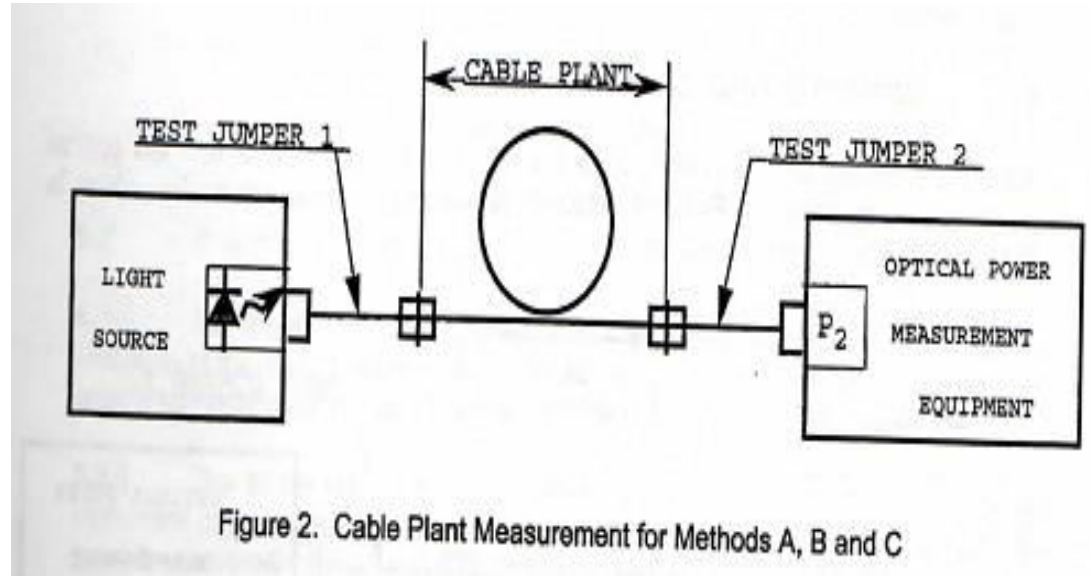


Figure 2. Cable Plant Measurement for Methods A, B and C

# Procedimiento C

- Se resta la potencia anterior menos la de referencia.
- Se presupone que la atenuación en la entrada al medidor de potencia es la misma con el jumper 1 que con el 2.
- Quedan las siguientes atenuaciones:

Interface entre jumper 1 y conector interno de la bandeja de FO.

Cable de FO de la montante.

Interface entre jumper 2 y conector interno de la bandeja de FO.

Es decir, quedan las atenuaciones involucradas en el procedimiento B.

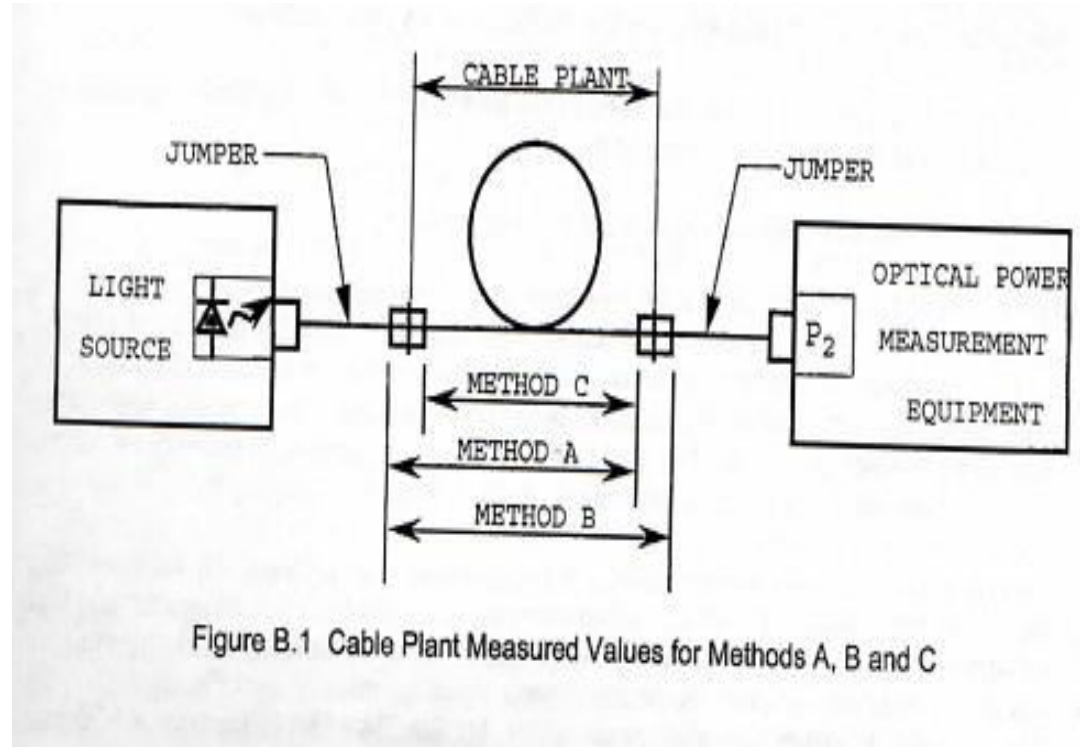


Figure B.1 Cable Plant Measured Values for Methods A, B and C

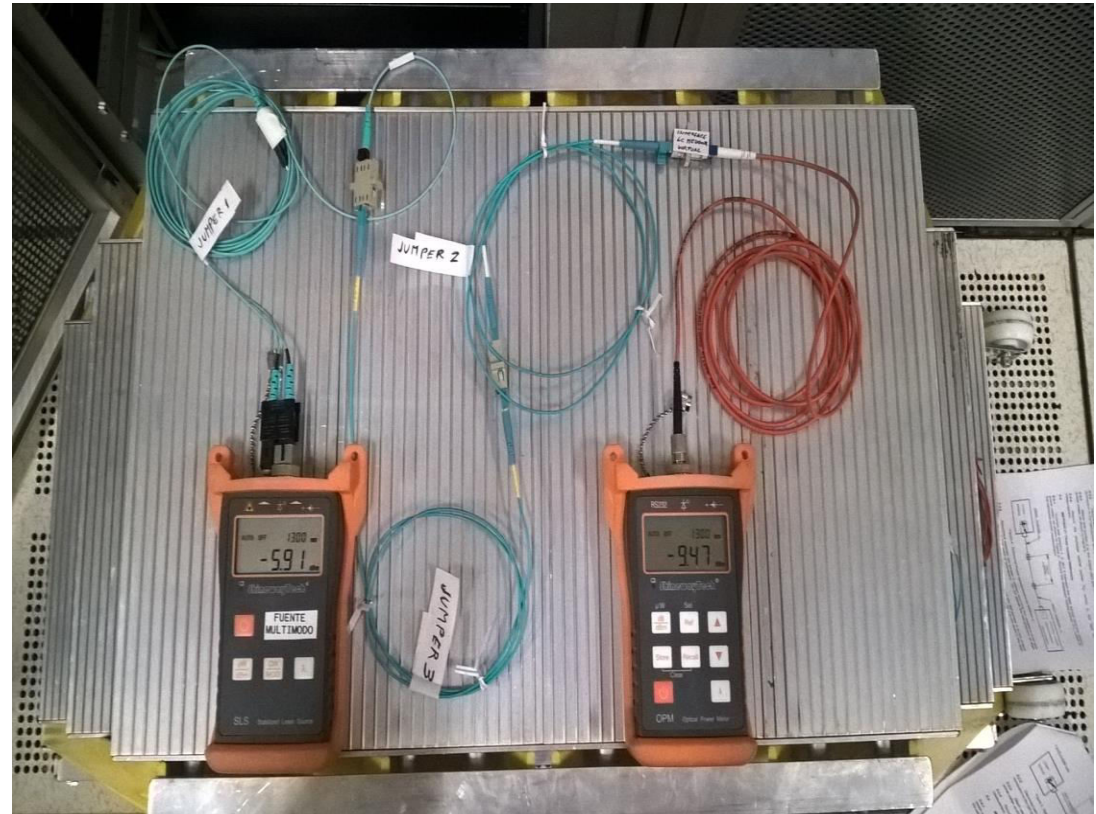


# Medición de montante MM según procedimiento C con inyector y medidor de potencia óptica básico

Se dispone del instrumento con conexiones de foto de esta diapositiva.

Al medidor se le colocó patch cord y cupla SC de modo que el ingreso al instrumento se lo considera en la cupla.

Se observa que el inyector de potencia genera una potencia de luz de  $-5,91\text{dbm}$  y que el medidor recibe  $-9,47\text{dbm}$



# Medición de montante MM según procedimiento C con inyector y medidor de potencia óptica básico

Método práctico para hacer la resta de potencias exigida por la norma:

Se interconectan inyector y medidor de potencia óptica para fijar potencia de referencia según lo indicado para el procedimiento A.

Se aprieta botón de puesta a cero en el medidor . Es decir, el medidor considerará 0db cuando recibe -9,29dbm.

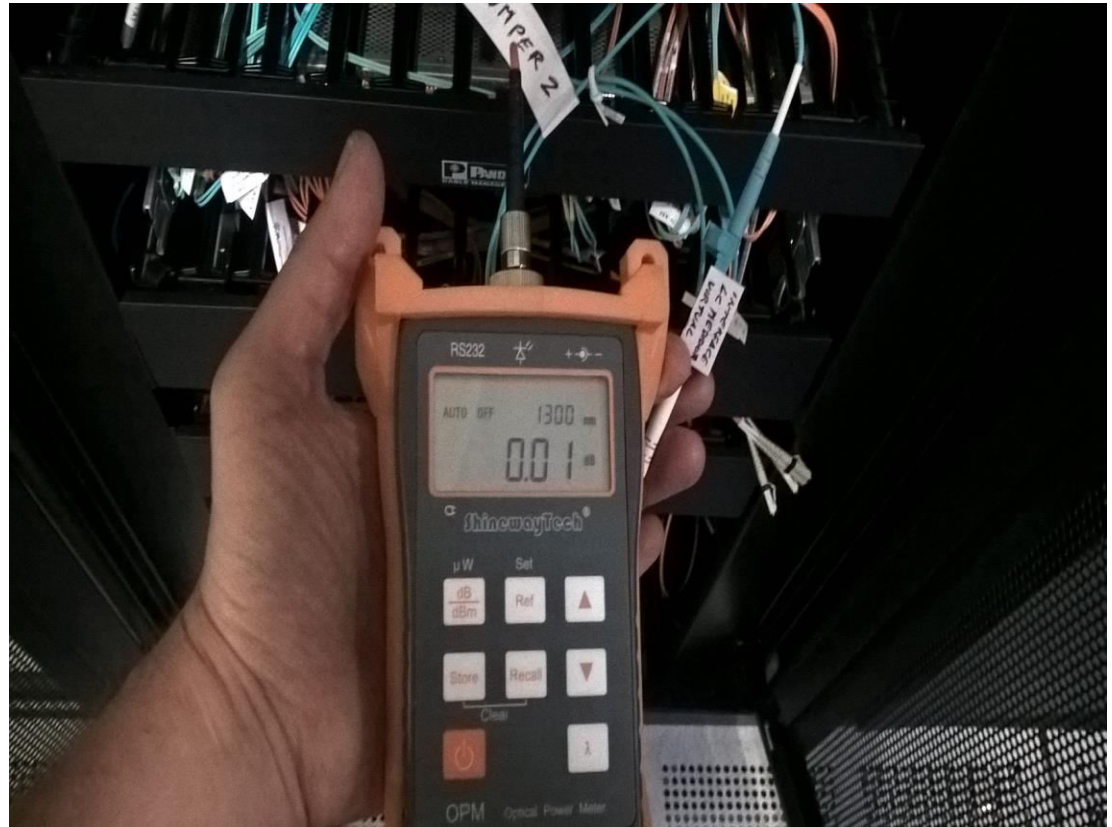


# Medición de montante MM según procedimiento C con inyector y medidor de potencia óptica básico

Se conecta el inyector en un extremo con jumper 1.

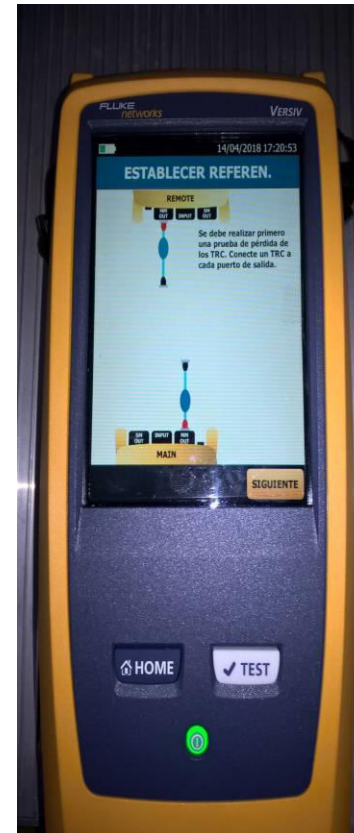
Se conecta el medidor en el otro extremo con jumper 2.

El medidor indica: 0,01db (positivo). Lo consideramos 0db. Es decir, la atenuación del cable de FO es tan baja que el instrumento no la puede medir.

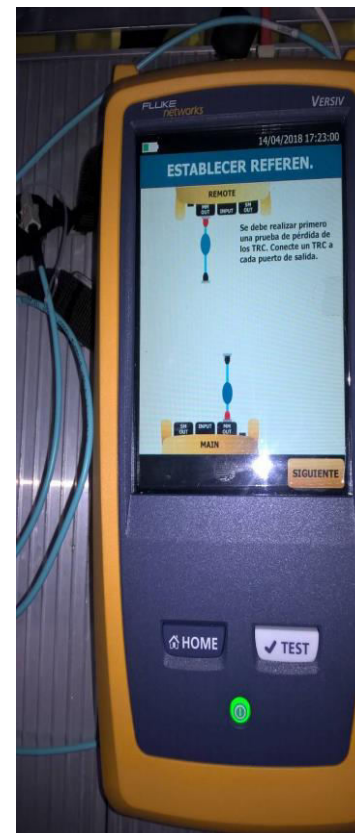




# Procedimiento C con Fluke DSX-5000Qi



# Procedimiento C con Fluke DSX-5000Qi



**CePETel**

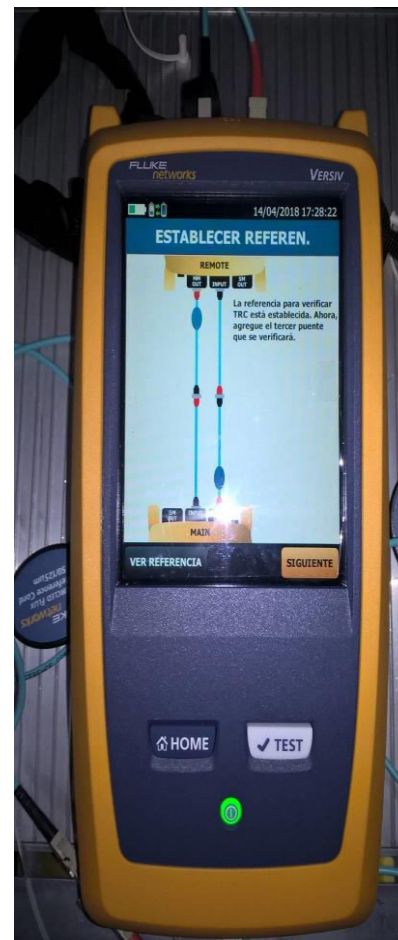
Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA  
TÉCNICA**



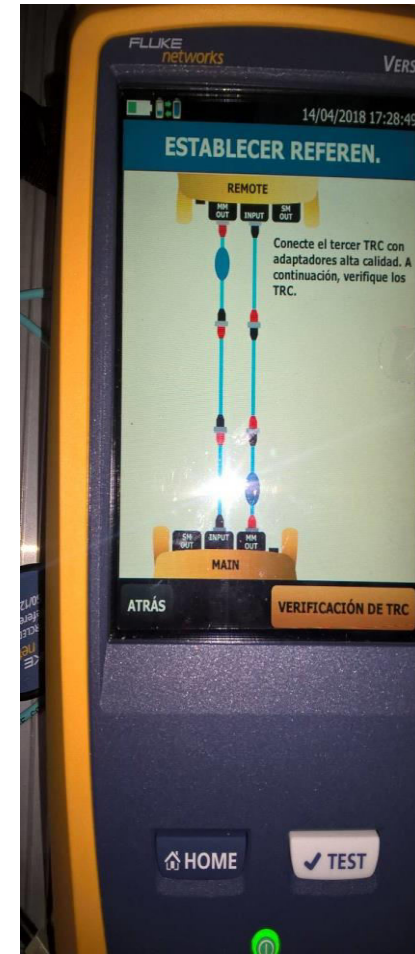
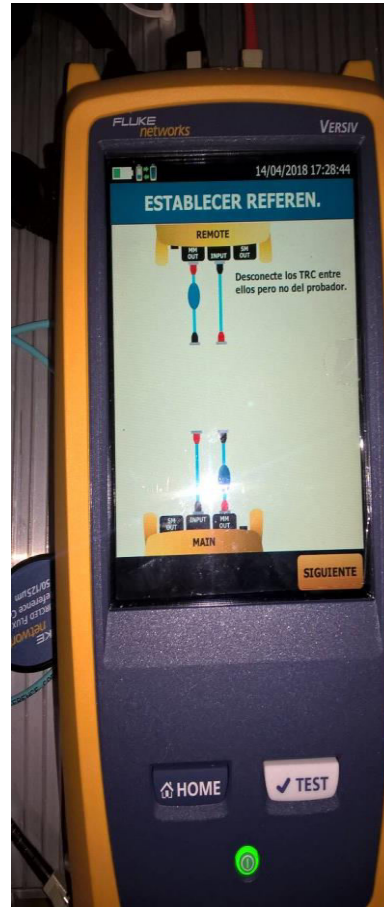
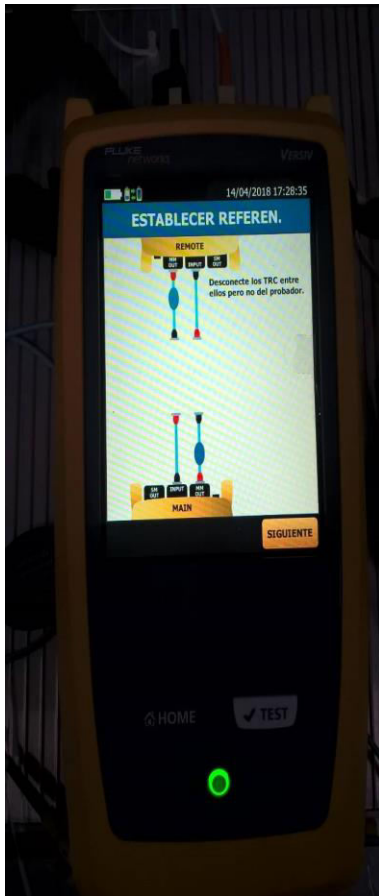
**AGOSTO 2022**

# Procedimiento C con Fluke DSX-5000Qi





# Procedimiento C con Fluke DSX-5000Qi



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA  
TÉCNICA**

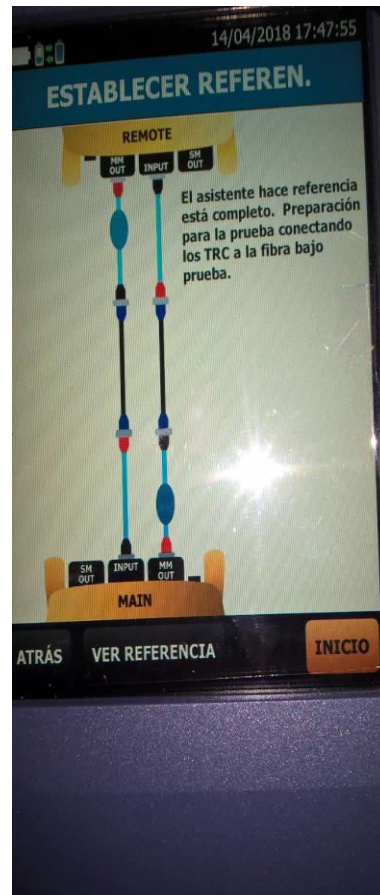


**AGOSTO 2022**

# Procedimiento C con Fluke DSX-5000Qi



# Procedimiento C con Fluke DSX-5000Qi



# Comparación de medición con medidor básico y Fluke

## DSX-5000Qi

Procedimiento	Medidor Básico	Fluke DSX-5000Qi
B	-0,4db	-0,39db
A	-0,19db	-0,2db
C	0db	-0,13db



# Accesorios DSX-5000Qi. Limpiador de conectores de FO



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA  
TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**



# Accesorios DSX-5000Qi. Microscopio.



**CePETel**

Sindicato de los Profesionales  
de las Telecomunicaciones

**SECRETARÍA  
TÉCNICA**



**AGOSTO 2022**

# Bibliografía

- ANSI/TIA 568 C.3 Especificaciones de FO
- ANSI/TIA 568 C.3-1. Addition of OM4 Cabled Optical Fiber and Array connectivity
- ANSI/TIA 568 0-D FO multimodo
- ANSI/EIA/TIA 568 A.
- ANSI/TIA-526-14 A
- Material de preparación propia