



# U1) 1.2 Riesgo Eléctrico

## **IMPORTANTE:**

**El presente trabajo**  
**NO CUMPLE la función**  
**de texto de estudio.**

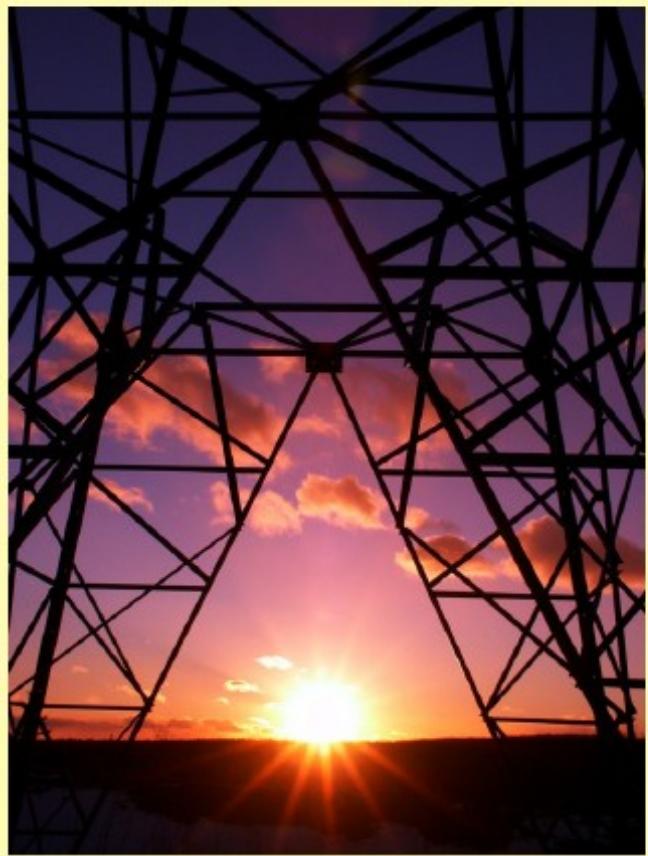
**Versión: B1.0 (201008)**

***Revisor: Ing. Rubén R. López***

*Colaboradores: B de Blasis – S Calens – M del Monte)*

# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

## Introducción



# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

## Principales peligros



# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

## el Riesgo

Riesgo = amenaza x vulnerabilidad



# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

## el Riesgo eléctrico

Falta de atención sobre los riesgos de la energía



# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

## Principales peligros de la electricidad

- No es perceptible
- No tiene olor
- No es visible
- No se detecta al gusto
- No se escucha
- **Mortal al tacto !!!**

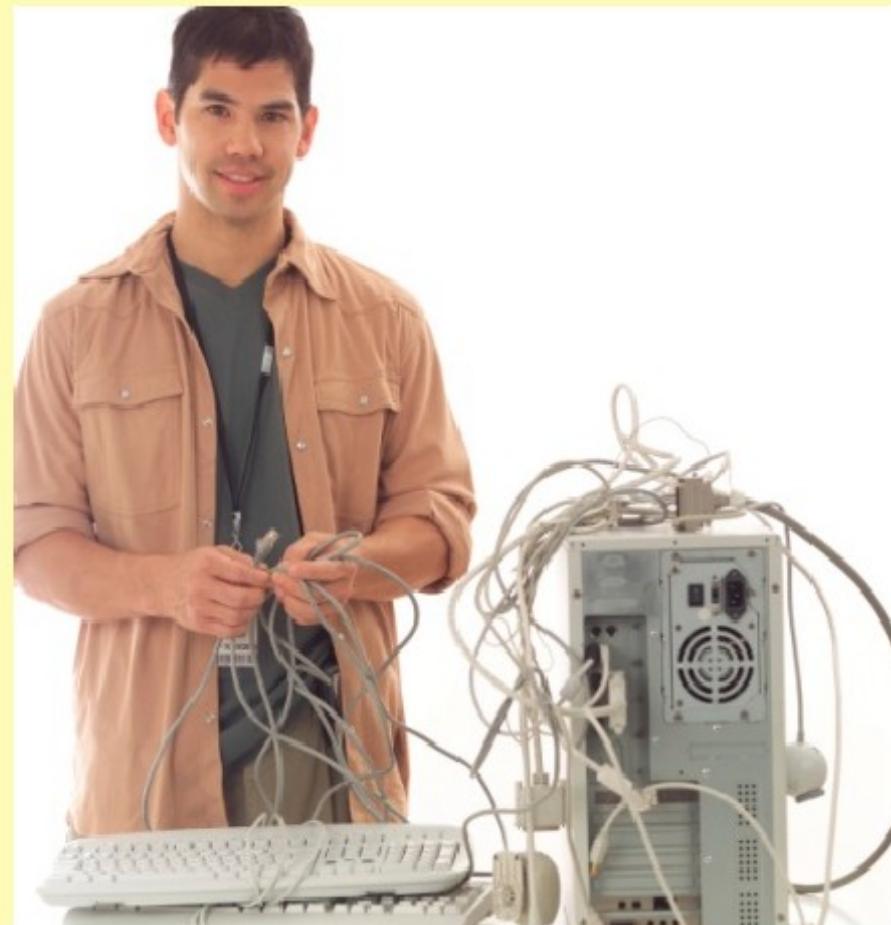


# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

**Factores en los accidentes con electricidad**



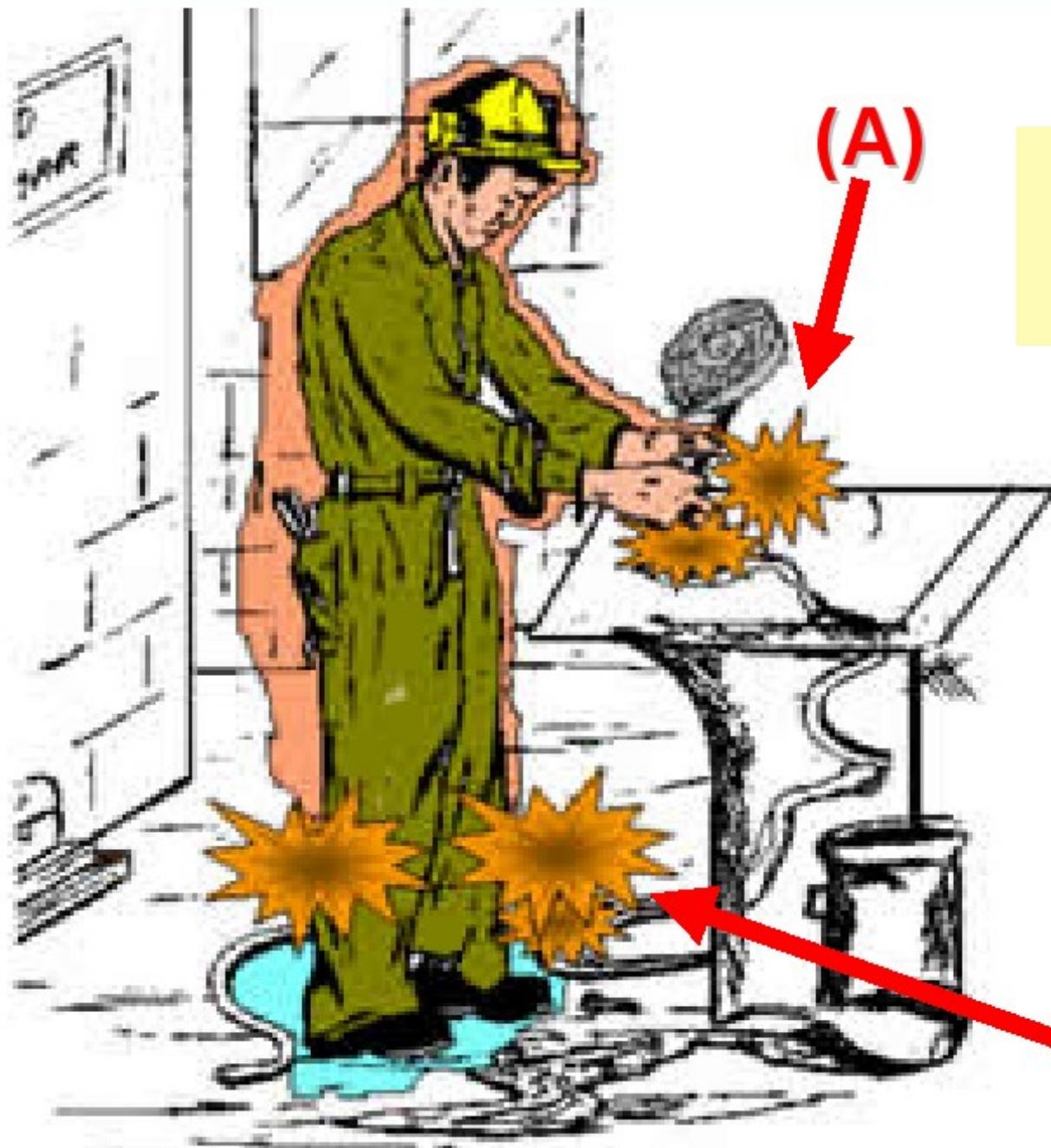
**Técnicos**



**Humanos**

# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

## Clasificación de los riesgos eléctricos



**Los accidentes  
pueden ser...**

- (A) por contacto directo.
- (B) indirectos.

# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

Como afecta al cuerpo humano la corriente...

## Impacto Leve

(efecto **FISIOLÓGICO** de la corriente sobre cuerpo huano)

Nivel (mA)	Efecto
1 a 3 mA	Percepción (Hormigueo)
5 a 8 mA	Sensación de Choque

# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

Efecto fisiológico de la corriente sobre cuerpo...

## Impacto Medio

Nivel (mA)	Efecto
10 a 20 mA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Contracción Muscular</li><li>- Dolor</li><li>- Tetanización</li></ul>
25 a 30 mA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tetanización provocando asfixia</li><li>- Quemadura</li></ul>
50 a 150 mA	<ul style="list-style-type: none"><li>- Colapso respiratorio</li><li>- Adherencia</li><li>- Posibilidad de muerte</li></ul>

# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

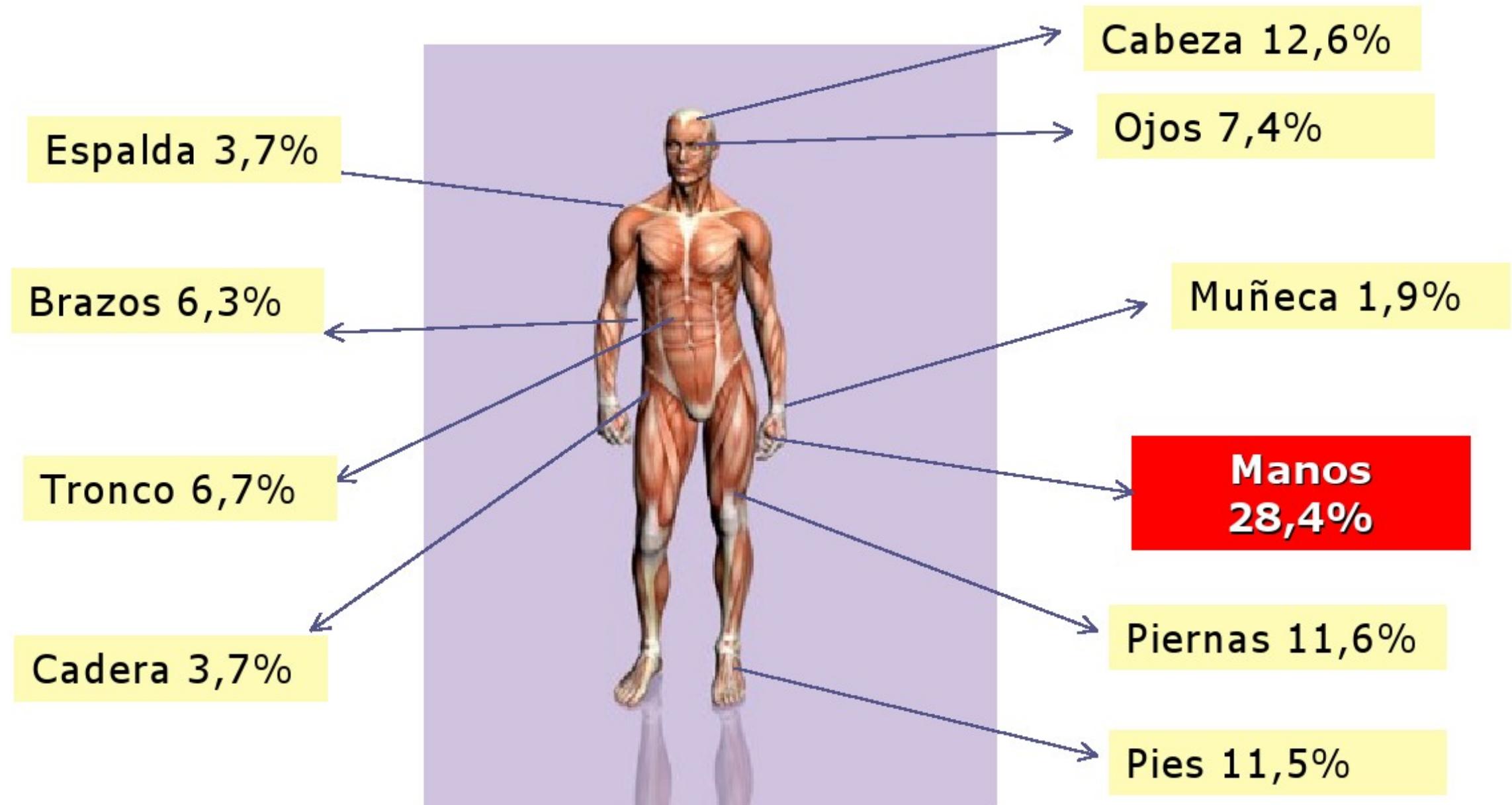
Efecto fisiológico de la corriente sobre cuerpo...

## Impacto Fuerte

Nivel (A)	Efecto
1 a 4 A	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fibrilación ventricular</li><li>- Contracciones musculares</li><li>- Posible muerte</li></ul>
10 A	<ul style="list-style-type: none"><li>- Colapso cardíaco</li><li>- Quemaduras severas</li><li>- Posible muerte.</li></ul>

# 1. Riesgo y Riesgo Eléctrico

Distribución porcentual de los accidentes eléctricos en el cuerpo humano



## **2. Riesgo en instalaciones Eléctricas**

### **Introducción**

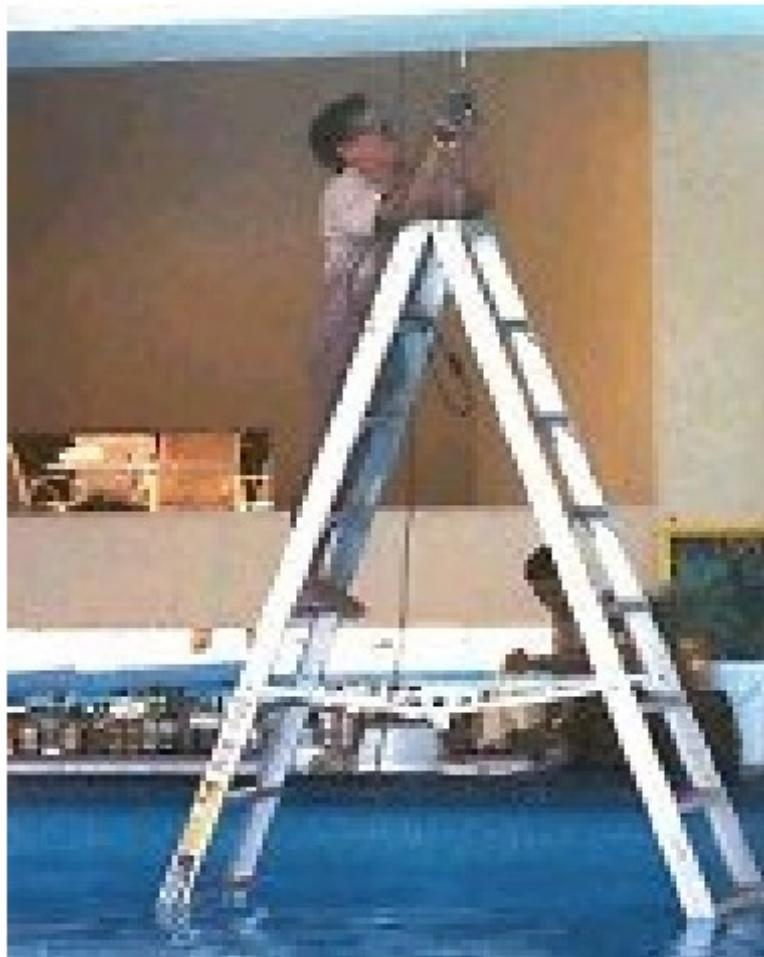


**Sistemas de Hardware**

## 2. Riesgo en instalaciones Eléctricas

### Causa de accidentes

#### Acciones Inseguras



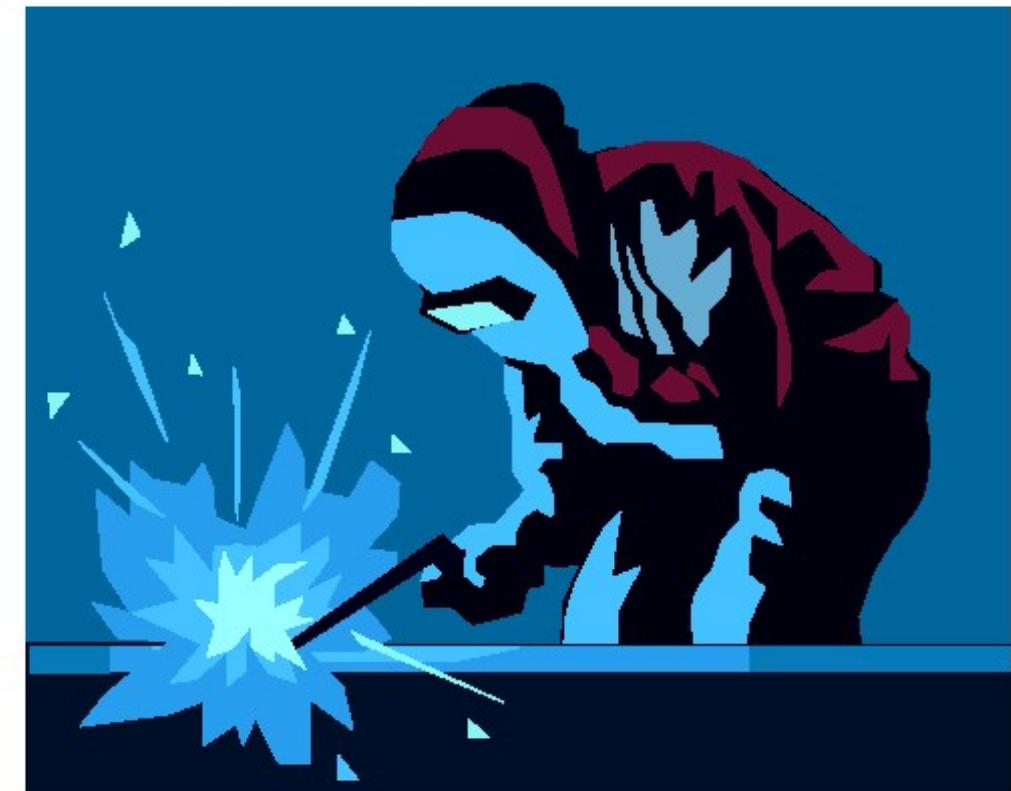
#### Condiciones Inseguras



## **2. Riesgo en instalaciones Eléctricas**

### **Acciones Inseguras**

- Desconocimiento de Prácticas
- No aplicación de Procedimientos
- No aplicación de Normas de Seguridad
- Falta de Capacitación
- Descuido / Distracción
- Ignorancia de los Efectos
- Herramientas inadecuadas
- Exceso de confianza
- No estar físicamente apto
- Mala planificación del trabajo
- Desconocimiento de equipos



## **2. Riesgo en instalaciones Eléctricas**

### **Condiciones Inseguras**

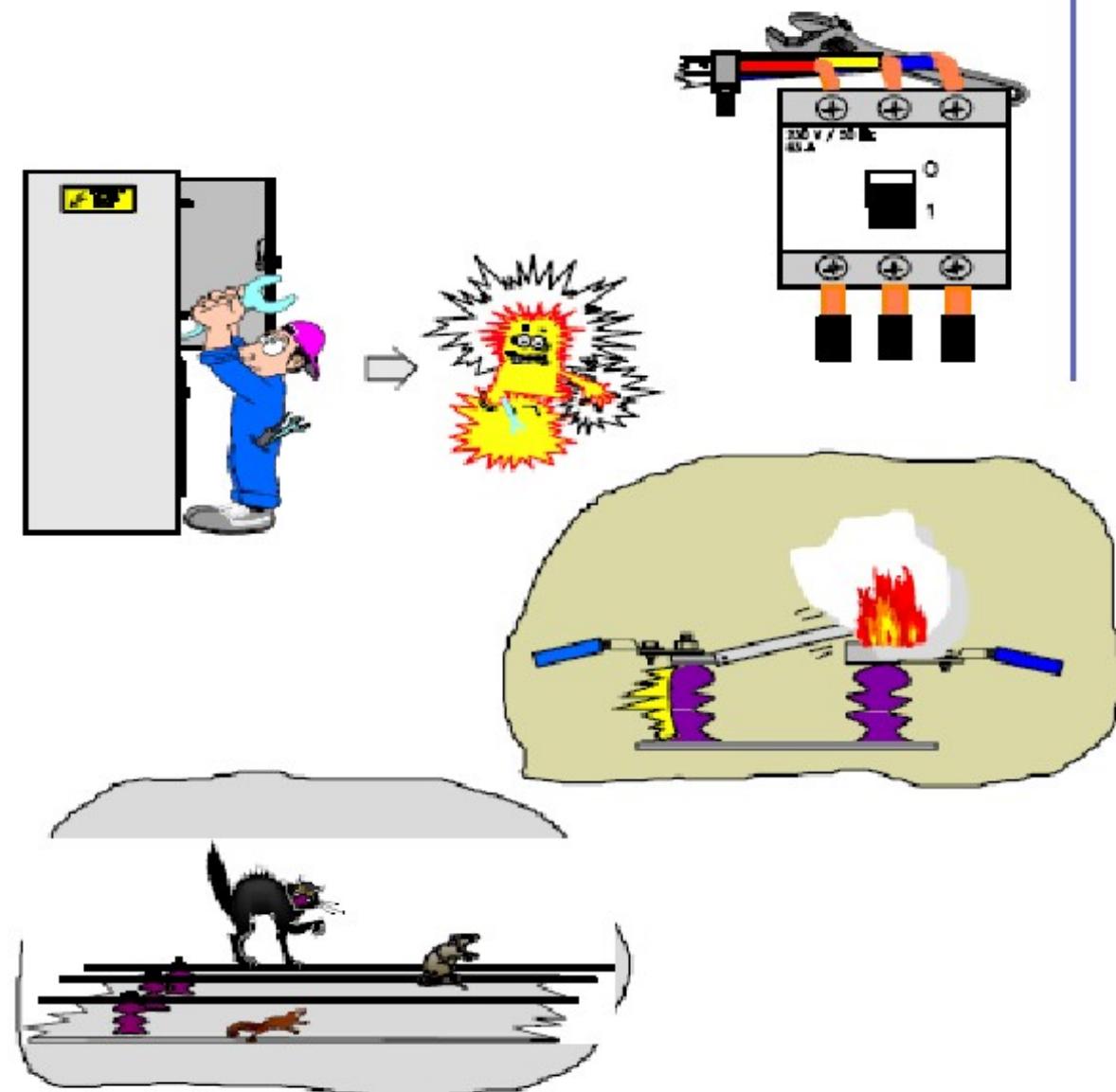
- Falta de señalización
- No aplicar distancias de seguridad
- Materiales inapropiados
- Falta o mala conexión a Tierra.
- Aislaciones dañadas
- Equipos de Medición con fallas
- Herramientas inapropiadas



## 2. Riesgo en instalaciones Eléctricas

### Causas que probocan Fallas Eléctricas

- **Errores humanos (80%), actos inseguros y/o distracciones**
- **Fallas mecánicas, en equipos o componentes**
- **Polución, Animales**
- **Malas conexiones**
- **Falta de inspección y/o mantenimiento**
- **Fallas en las comunicaciones o acuerdos**
- **Personas que a conciencia asumen riesgos innecesarios**



## **3. Formas de disminuir los Riesgos**

### **Introducción**



**Sistemas de Hardware**

### 3. Formas de disminuir los Riesgos

**Matriculado / Personal calificado**



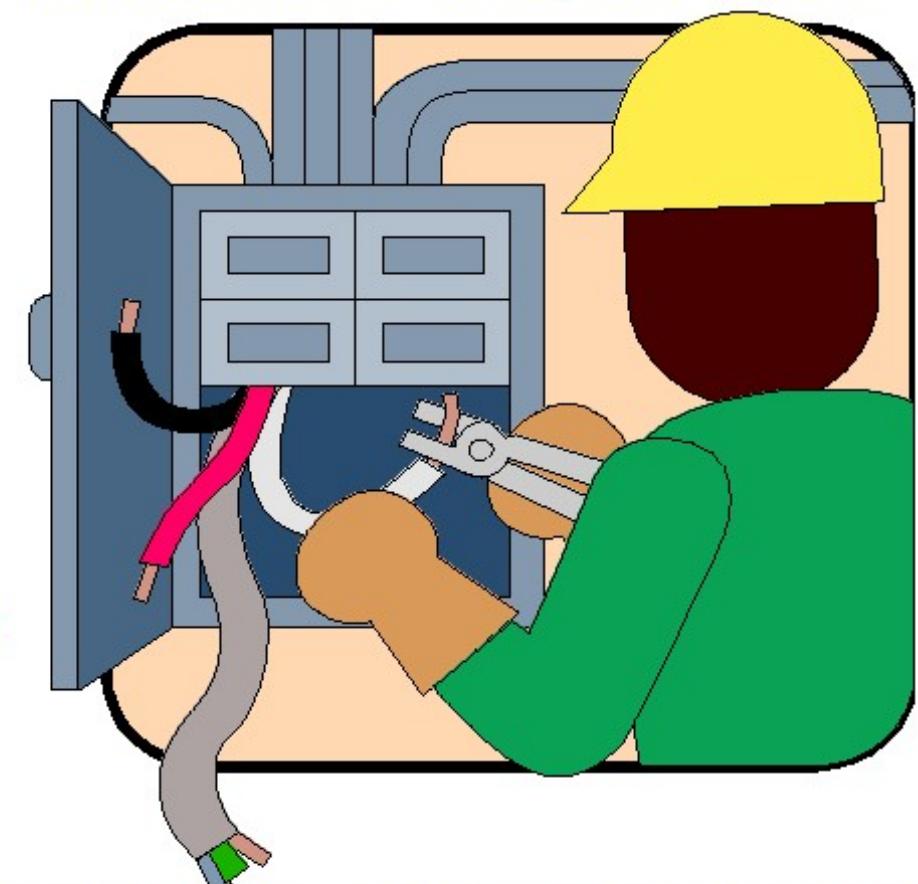
**tiene:**

Destreza y Conocimiento  
en instalaciones eléctricas  
en seguridad eléctrica

### 3. Formas de disminuir los Riesgos

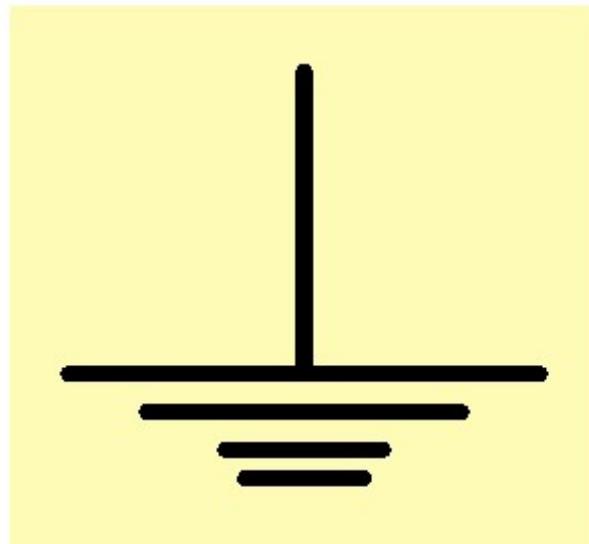
#### Algunos métodos para disminuir el riesgo

- Guiarse y Respetar las **Normas** y los **Procedimientos** de trabajo para las instalaciones eléctricas
- Deben existir: las **Tierras**, así como también los **Disyuntores Diferenciales**
- **Tecnico / Personal matriculado** en la tarea a realizar
- Verificar fehacientemente que los **circuitos** estén **sin energía**
- Los **materiales** a utilizar deben ser: **Incombustibles, Aislantes** y estar **Certificados**
- **Inspecciones** y **Mantenimiento** periódico a las instalaciones



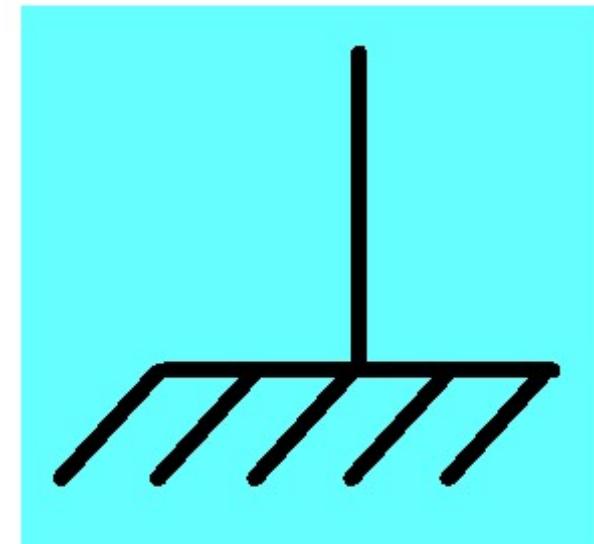
### 3. Formas de disminuir los Riesgos

#### Tierra de Protección



#### Tierra de servicio

Es la puesta a tierra del neutro de una instalación



#### Tierra de protección

Es la puesta a tierra de toda pieza conductora que no forma parte del circuito, pero que en condiciones de falla puede quedar energizada

## 3. Formas de disminuir los Riesgos

### Elementos de Protección



#### Interruptor automático

Protege las instalaciones y equipos de sobrecargas y cortocircuitos



#### Interruptor diferencial

Protege a las personas contra contactos directos o indirectos

### 3. Formas de disminuir los Riesgos

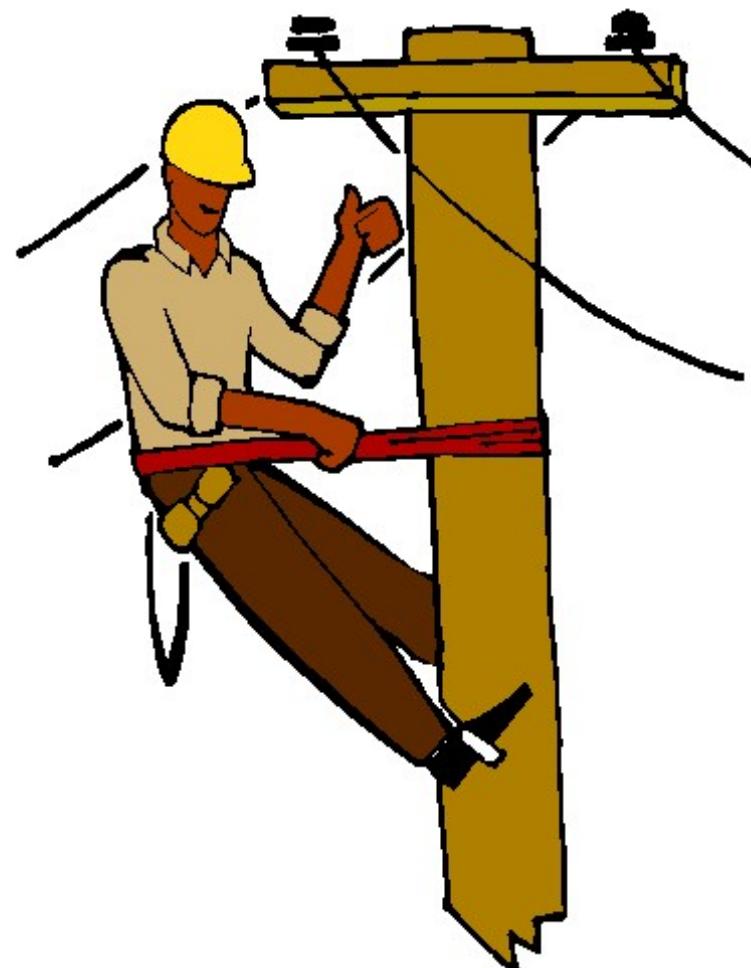
#### Normas de buena conducta en ámbitos eléctricos

1. Antes de verificar el circuito con un tester, pruebe su tester.
2. Siempre verifique que el equipo en el que va a trabajar este totalmente desactivado.
3. **Nunca confíe en un circuito desactivado, puede ser FATAL**
4. Después de apagar un interruptor, pruebe el circuito del lado de la carga para asegurarse que esta sin energia.
5. **Descargue toda energía electrica acumulada que tenga el equipo**



### 3. Formas de disminuir los Riesgos

#### Normas para evitar consecuencias no deseadas



Trabajar con **zapatos con suela aislante**, si es posible con suelos aislantes, **NUNCA SOBRE SUELOS MOJADOS.**

- **Nunca** tocar equipos energizados con las **manos húmedas**.

### 3. Formas de disminuir los Riesgos

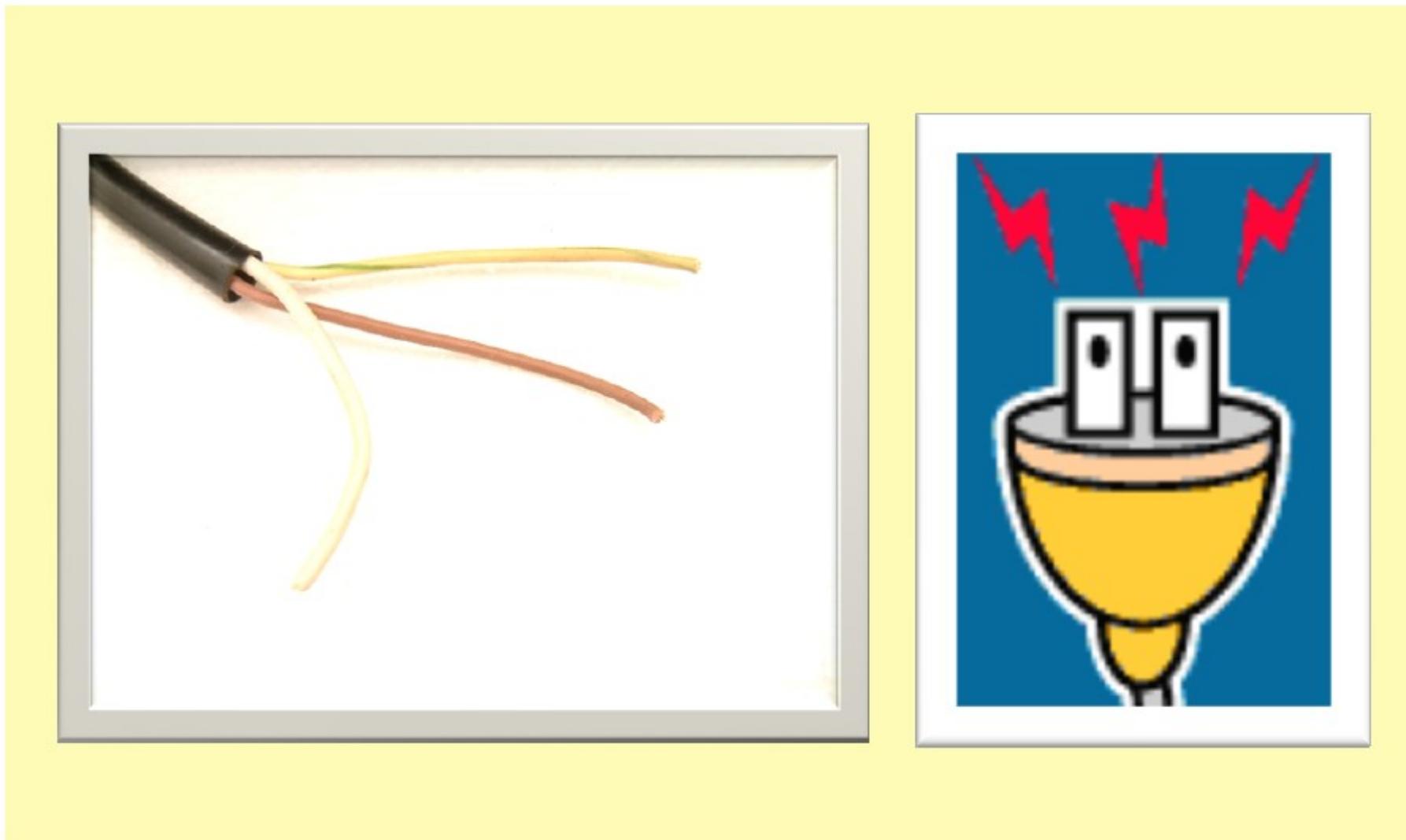
#### Protecciones indispensables en ámbitos eléctricos

- Puesta a tierra en todas las masas de los equipos e instalaciones.
- Instalación de dispositivos de fusibles por cortocircuito.
- Dispositivos de corte por obrecarga.
- Protección diferencial.



## **4. Neutralización: Fase, Neutro y Tierra**

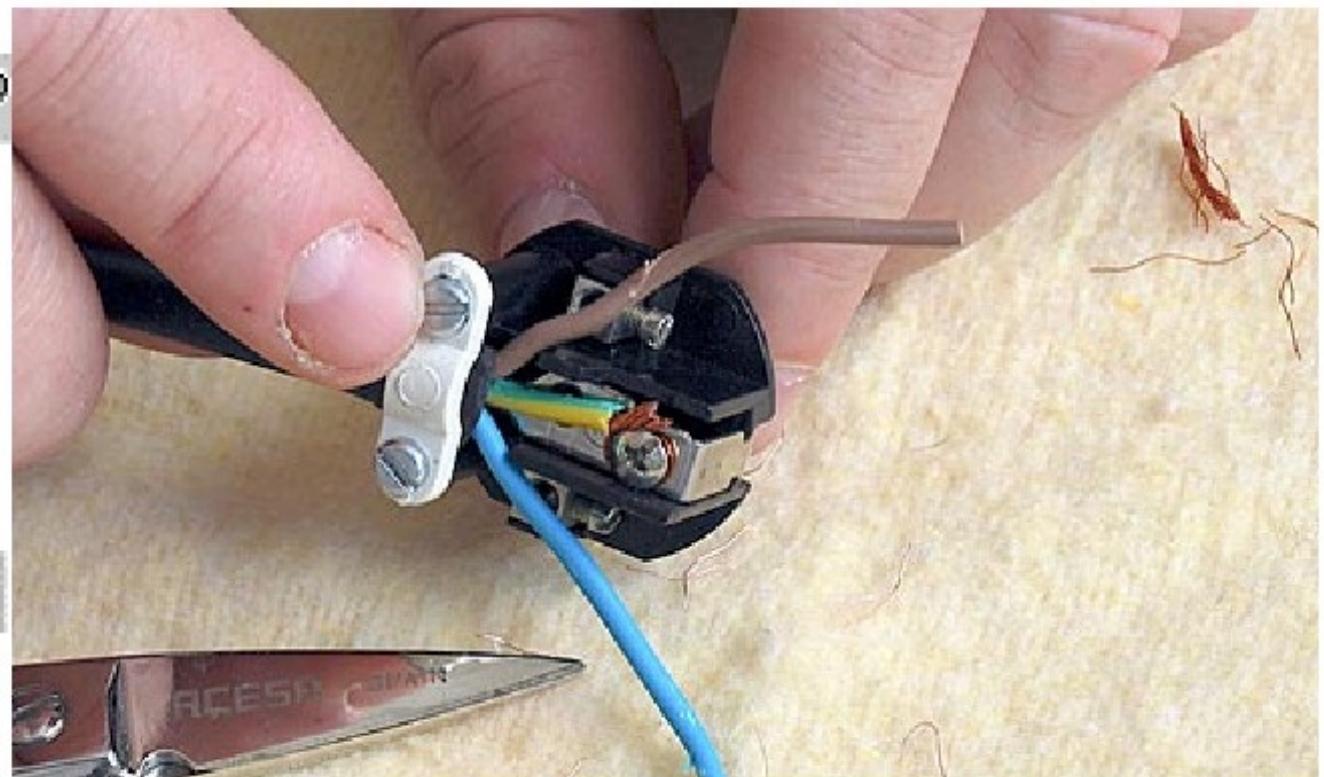
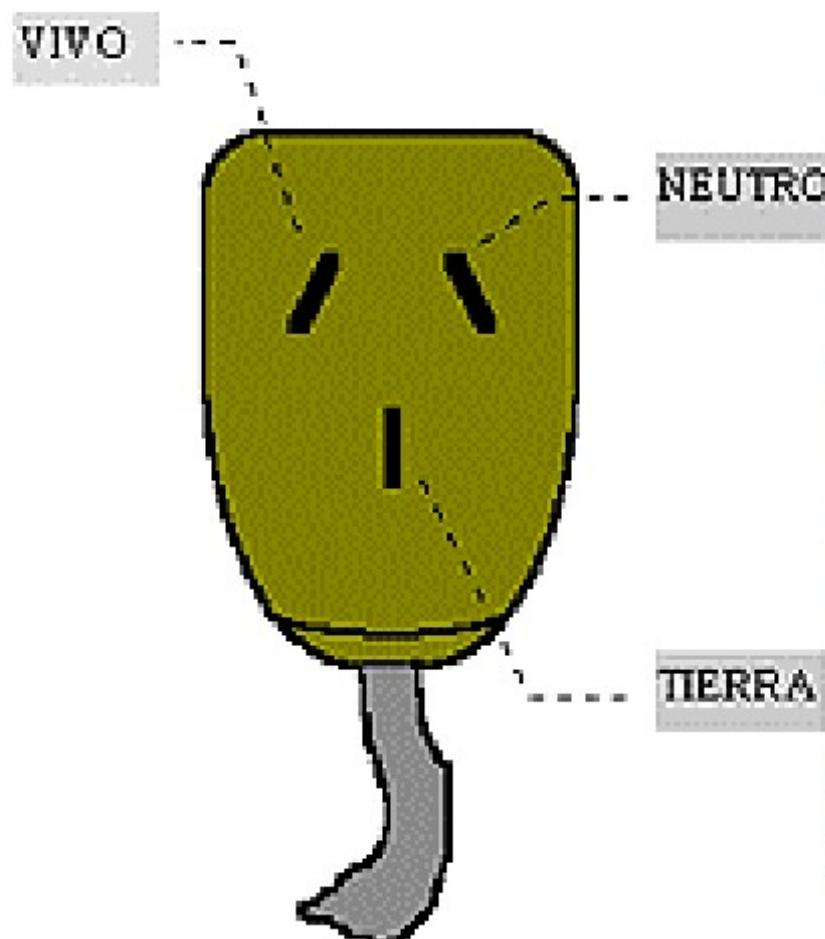
### **Introducción**



**Sistemas de Hardware**

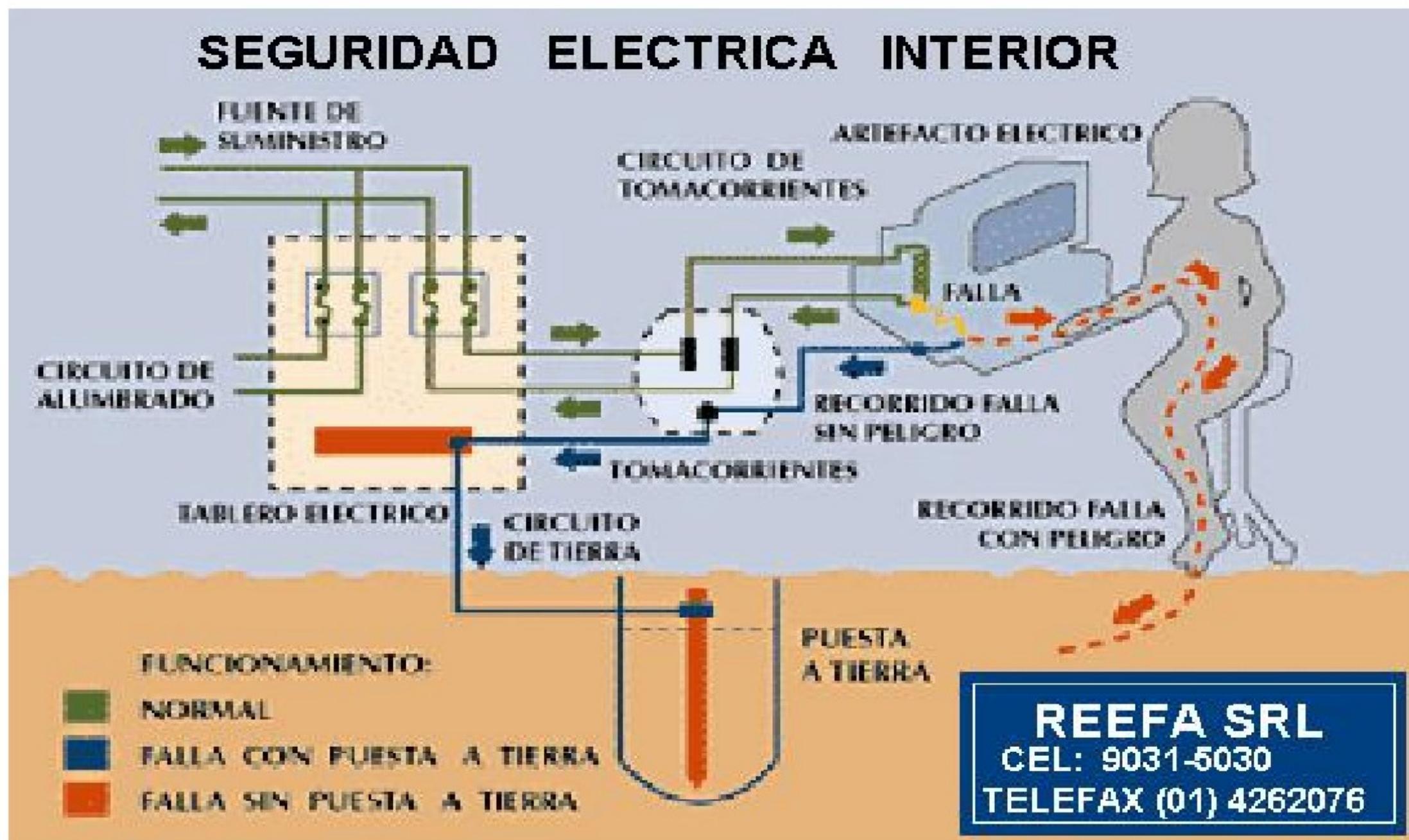
## 4. Neutralización: Fase, Neutro y Tierra

### Introducción



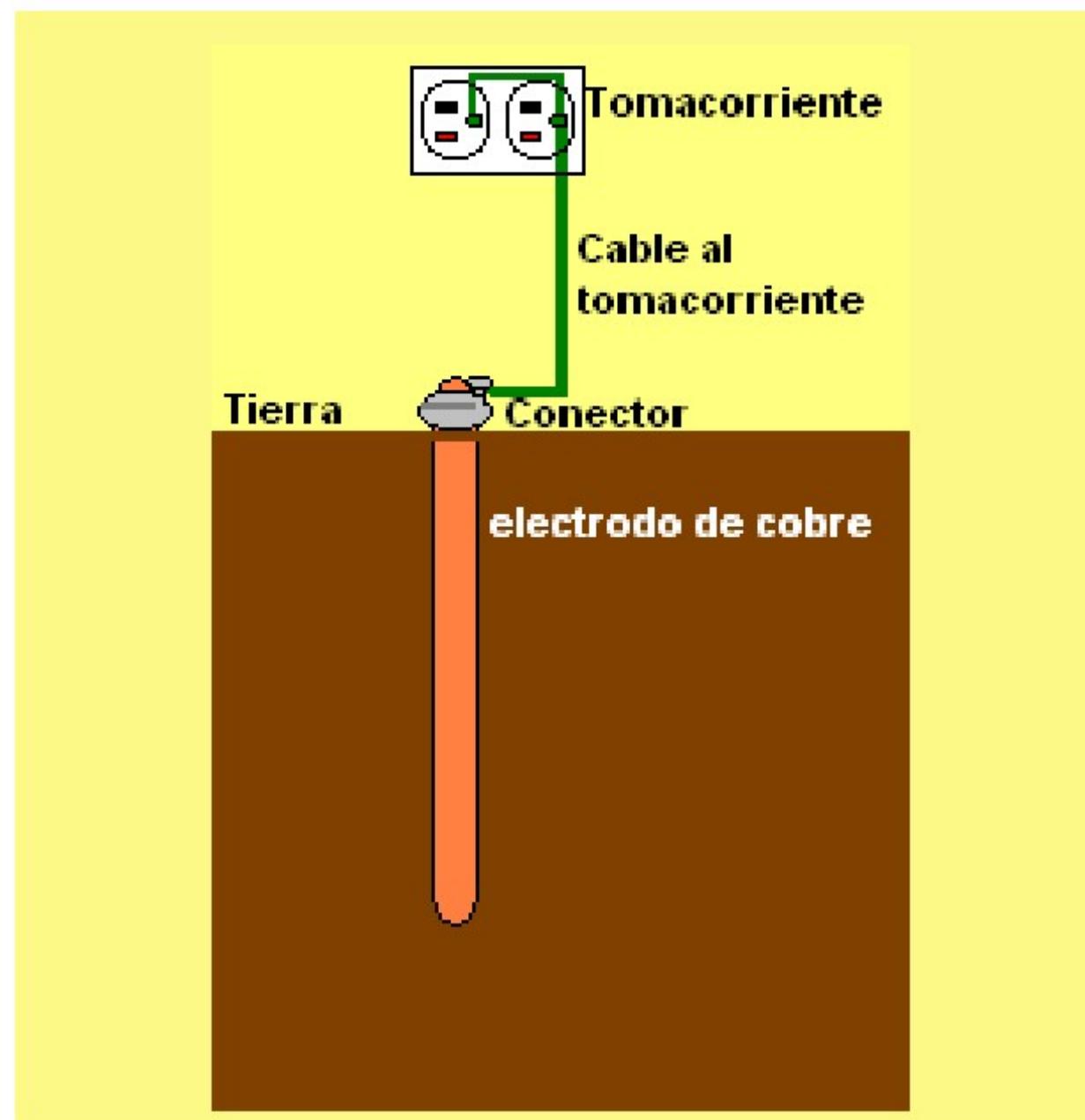
## 4. Neutralización: Fase, Neutro y Tierra

### Conexión eléctrica a Tierra



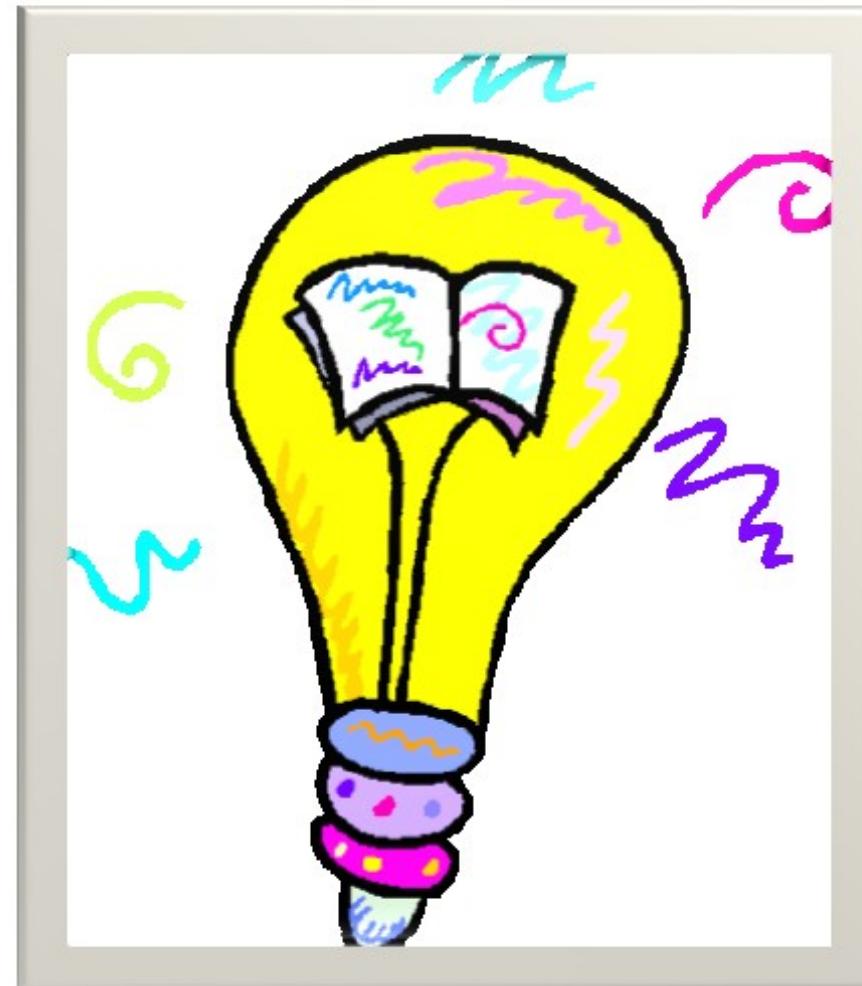
## 4. Neutralización: Fase, Neutro y Tierra

### Esquemático de una Conexión de Puesta a Tierra



## 5. Anexo: Conclusiones Generales Finales

...para la supervivencia en ámbitos  
electricos



## **5. Anexo: Conclusiones Generales Finales**

### ...para la supervivencia en ámbitos electricos



**NO**  
**realizar trabajos**  
**eléctricos sin**  
**capacitación previa ni**  
**autorización legal**

## 5. Anexo: Conclusiones Generales Finales

### ...para la supervivencia en ámbitos electricos

**Tener Cuidado**

con las líneas eléctricas,  
mantener la distancia  
de seguridad.



## 5. Anexo: Conclusiones Generales Finales

### ...para la supervivencia en ámbitos electricos



**En lugares húmedos o metálicos, utilizar solo equipos portátiles a pequeñas tensiones de seguridad**

## **5. Anexo: Conclusiones Generales Finales**

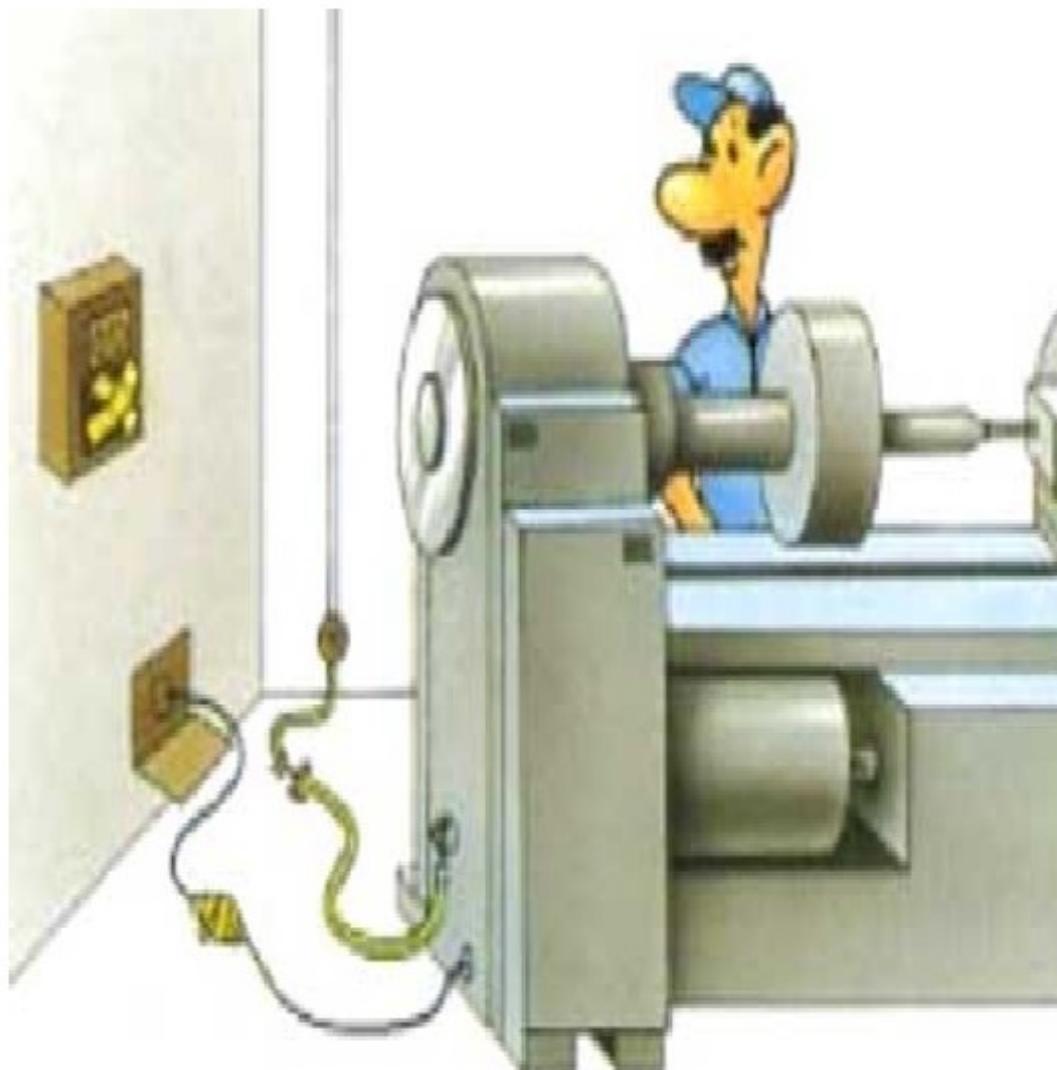
### ...para la supervivencia en ámbitos electricos

**Utilizar equipos y  
medios de protección  
personal adecuados**



## 5. Anexo: Conclusiones Generales Finales

### ...para la supervivencia en ámbitos electricos



Vigilar que el entorno  
sea seguro.

# Preguntas ?

**... continuamos en la próxima clase**  
**GRACIAS POR**  
**SU ATENCION...**





# U1: 1.3 Puesta a Tierra

**IMPORTANTE:**

**El presente trabajo**

**NO CUMPLE la función  
de texto de estudio.**

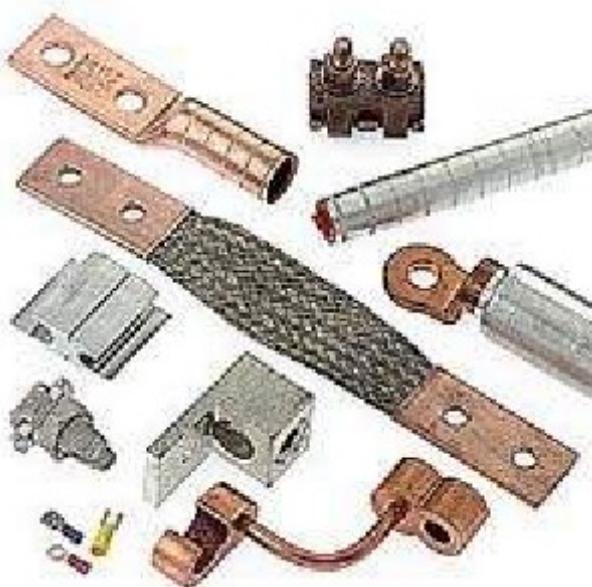
**Versión: A1.0 (201008)**

***Autor: Ing. Rubén R. López***

# Puesta a Tierra y Jabalinas

- Ley 19587 decreto 351/79  
Ley de Higiene y Seguridad de Trabajo de la Nación

*... instalaciones y equipos... evitar riesgos a personas*



**Sistemas de Hardware**

# Puesta a Tierra y Jabalinas

**IRAM 2281**  
*...instalaciones de PaT y Jabalinas*

- **Sitio Puesta Tierra**
  - Húmedo, arcilloso, limo, arenoso mojado
  - No pedregoso
  - Suelo sin drenaje
  - Jabalinas hincadas en el lugar
  - Buen contacto
- **Resistencia puesta a tierra**
  - R Conductores
  - R contacto P a T y suelo
  - R del Suelo (R de dispersión)

# Puesta a Tierra y Jabalinas

## **Factores afectan la Resistividad del Suelo**

- Influencia de la Temperatura
- Influencia de la Humedad
- Efecto del contenido de Sales

# Puesta a Tierra y Jabalinas

## **Tipos de Puesta a Tierra**

- Profundidad
  - Jabalina
  - Placas
- Superficie
  - Extensión (Pata de Ganso)

# Puesta a Tierra y Jabalinas

## **Método para reducir la Resistencia de Pa T**

- Profundidad de los electrodos
- Agregado
  - Sales Simples
  - Coque
  - Sales GEL
  - Bentonita sódicas
  - Resinas sintéticas

# Preguntas ?

**... continuamos en la próxima clase  
GRACIAS POR  
SU ATENCION...**



---

# PUESTA A TIERRA Y JABALINAS

---

*Material redactado para la cátedra:*

***Sistemas de Hardware p/Adm.***

***Revisor: Ing. Rubén López***

***Colaboración de los Alumnos:***  
***Valentina Levi Lemes***  
***Rodrigo Lauro***

***Versión: B2.0 (201008)***

---

## **Unidad 1: INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN LA INGENIERÍA**

1.3 Puesta a Tierra: Norma IRAM 2281 - Factores que afectan la resistividad del suelo - Tipos de Puesta a Tierra y Jabalina - Métodos para reducir la resistencia de una Puesta a Tierra.

## Introducción

Tanto leyes nacionales (como así también disposiciones municipales) contemplan la necesidad de proteger la vida de los riesgos eléctricos. Y un buen punto para comenzar, es prever una buena puesta a tierra desde el proyecto inicial de la instalación.

El decreto 351/79, reglamentario de la Ley 19.587 (Ley de Higiene Y Seguridad en el Trabajo de la Nación) expresa en su artículo 95 (Título V, capítulo XIV) lo siguiente: "Las instalaciones y equipos eléctricos de los establecimientos, deberán cumplir con las prescripciones necesarias para evitar riesgos a personas o cosas"

## 1 Instalación de Puesta a Tierra: Disposiciones Generales

- a) *En todos los casos deberá efectuarse la conexión a tierra de todas las masas de la instalación.*
- b) *Las masas que son simultáneamente accesibles y perteneciente a la misma instalación eléctrica estarán unidas al mismo sistema de puesta a tierra.*
- c) *El sistema de puesta a tierra será eléctricamente continuo y tendrá la capacidad de soportar la corriente de cortocircuito máxima coordinada con las protecciones instaladas en el circuito.*
- d) *El conductor de protección no será seccionado eléctricamente en punto alguno ni pasará por el interruptor diferencial.*
- e) *La instalación se realizará de acuerdo a las directivas de la norma IRAM 2281- Parte III.*
- f) *No se permitirá en ningún caso utilizar la cañería de electricidad como circuito de tierra, como así ningún otro tipo de instalación fuera de las propiamente dispuestas para este fin."*

## 2 Conceptos Generales de la Norma IRAM 2281- Parte I.

- I) Cuando se pueda se elegirá el sitio de la puesta a tierra en uno de los siguientes tipos de suelo:
  - a) Terreno pantanoso húmedo.
  - b) Terreno con arcilla, arenoso, suelo arcilloso o limo mezclado con pequeñas cantidades de arena.
  - c) Arcilla y limo mezclado con proporciones variables de arena, grava y piedras.
  - d) Arena mojada y húmeda, turba.
- II) Se evitara: La arena, arcilla pedregosa, piedra caliza, roca basáltica, granito y todo suelo muy pedregoso.
- III) Se elegirá un suelo que no tenga un buen drenaje. Sin embargo no es esencial que el terreno esté empapado de agua (a menos que sea arena o grava), dado que por lo general no se obtienen ventajas aumentando el contenido de humedad por encima del 15 al 20%.
- IV) Se tendrá cuidado de evitar los sitios que se mantienen húmedos porque fluye agua sobre ellos, dado que las sales minerales beneficiosas para un suelo de baja resistencia, pueden ser eliminadas.
- V) Los electrodos superficiales se usan en suelos de textura fina y que han sido compactados, apisonados y mojados. El suelo se zarandeá, los terrenos se rompen y las piedras se remueven en la vecindad de estos electrodos.
- VI) Cuando sea posible las jabalinas se hincarán directamente, esto hace que la resistencia de contacto tierra - electrodo sea mínima. Donde ello no es posible, por ser el terreno excesivamente duro; primero sólo se perforará y luego se va rellenando el agujero con tierra zarandeadas que se va apisonando bien y recién después de llenado se hinca el electrodo. En todos los casos se

recomienda el hincado con inyección de agua para evitar huecos, facilitando la salida del aire. Además se aconseja verter agua lentamente alrededor de la jaulina (por goteo) para permitir una mejor compactación del suelo. Esto se logra cuando el agua vertida llega al extremo inferior de la jaulina.

- VII)** La resistencia de una instalación de puesta a tierra: consta de tres partes, a saber:
- a) La resistencia eléctrica de los conductores que constituyen la instalación de puesta a tierra.
  - b) La resistencia de contacto entre el sistema de electrodos de puesta a tierra y el suelo circundante.
  - c) La resistencia del suelo que rodea al sistema de electrodos de puesta a tierra (Resistencia de dispersión).
- VIII)** Se aplican diversos métodos para disminuir la resistividad del suelo como: 1) Utilización de escorias del hierro aplastadas e incluso polvos metálicos, coque, riego de la zona que rodea a los electrodos con: Sulfato de Magnesio o Sulfato de Cobre.
- IX)** En todos los casos de mejoras de suelo, deben adoptarse medidas especiales para asegurar un buen contacto entre los electrodos enterrados y el suelo reconstituido.
- X)** Antes de aplicar cualquier tratamiento químico se debe verificar que no se ocasiona un efecto perjudicial al material del electrodo (corrosión, falso contacto, etc.). Por ejemplo: Cloruro de sodio (o sal común), si bien esta es fácil de conseguir, es uno de los productos que más corroen el electrodo, en especial si este es de acero cincado.

### 3 Limitaciones Intrínsecas de un Sistema de Puesta a Tierra.

Se debe prestar atención al hecho de que un sistema de puesta a tierra tiene una conductancia límite para un área determinada y esto es básico para evitar un gasto inútil de materiales y mano de obra tratándose de lograr una conductancia que prácticamente es inalcanzable. Si bien es cierto que conviene aprovechar tanto como sea posible el área de que disponemos para este propósito, no es menos cierto que debemos hacer un uso efectivo de los electrodos o conductores de la malla toda vez que ello significa una importante erogación en materiales y mano de obra.

Aumentar el número de jaulinas por encima de cierto número es un gasto inútil debido a que el aumento de conductancia que se consigue es prácticamente despreciable. Algo similar ocurre si se trata de una malla de puesta a tierra.

En síntesis, dados el suelo (con la conductividad que le es propia), las dimensiones de los electrodos y un valor definido de la conductancia total deseada; es necesario verificar si con el área de que disponemos podremos alcanzar el valor deseado de conductancia, haciendo un uso económico de los electrodos o de los conductores de la malla. Si no es así, seguramente será más económico y más efectivo, aumentar el área que implantar más electrodos o adicionar más conductores a la malla dentro del área prevista inicialmente. Si no es posible el aumento del área, la única alternativa será la modificación de la resistividad del suelo mediante alguno de los procedimientos artificiales mencionados anteriormente.

En caso de tensiones de puesta a tierra superiores a 125V hay que realizar medidas de control del potencial o de aislamiento. En casos críticos es necesaria una prueba de medición de las tensiones de contacto.

## 4 Recomendaciones para reducir riesgos en las instalaciones eléctricas.

Adoptar algún método de protección, o una combinación válida de ellos de los enunciados a continuación, cumpliendo los requisitos particulares de cada uno.

- ✓ Muy baja tensión de protección.
- ✓ Doble aislación.
- ✓ Transformador de aislación.
- ✓ Tierra de protección.
- ✓ Neutro como conductor de protección.
- ✓ Protección por tensión de falla.
- ✓ Protección por corriente de falla.

Efectuar un correcto mantenimiento de la instalación, no sólo desde el punto de vista funcional, sino también contemplando el aspecto de la seguridad.

- ✓ Control de aislación.
- ✓ Control de protecciones mecánicas de conductores
- ✓ Control de protecciones eléctricas, especialmente fusibles, ya que pueden ser recargados o sustituidos por calibres mayores.
- ✓ Control de resistencia de puesta a tierra.
- ✓ Control de continuidad de los conductores de protección o unión a tierra.
- ✓ Capacitación del personal.

Tan importante como el correcto mantenimiento es un buen diseño de la instalación. A continuación se enuncian algunos puntos claves para la seguridad.

- Elección correcta del factor de simultaneidad.
- Correcto dimensionamiento de la puesta a tierra, considerando posibles aumentos de la potencia de cortocircuito durante la vida útil de la instalación, y la agresividad del terreno.
- Eliminación de riesgos de electricidad estática.
- Eliminación de riesgos de descargas atmosféricas.
- Uso de cables especiales allí donde la aplicación lo requiera: antillama, no generador de gases tóxicos, no generador de gases corrosivos, inmunes a los ataques de diversos agentes químicos, etc.
- Uso de transformadores secos.
- Prever los puntos de uso de energía, para evitar el uso de prolongaciones.
- Tener en cuenta al elegir el equipamiento, el ambiente de trabajo: temperatura, humedad, ataque químico, ambiente explosivo, roedores, etc.

## 5 Factores que afectan la Resistividad del suelo.

### 5.1 Influencia de la temperatura:

La resistividad crece muy lentamente a medida que la temperatura disminuye hasta llegar al punto de congelación del agua. Por debajo del punto de congelación la resistividad crece rápidamente al disminuir la temperatura. Esto tiene importancia en zonas frías donde en invierno el suelo se congela hasta una cierta profundidad. En éstos casos, el sistema de tierra debe instalarse por debajo del nivel de congelación si se pretende un valor aceptable de la resistencia a lo largo de todo el año; por ejemplo, la temperatura disminuye de 20 °C a -19 °C, la resistividad puede aumentar alrededor de 200 veces. Debido a que la temperatura como la humedad son más estables a mayor distancia de la superficie, se concluye que un sistema de tierra, para ser más efectivo en cualquier época, deberá ser construido con las jaulas hincadas profundamente. Este es el propósito que se persigue cuando se llega con el electrodo hasta la capa freática, en este caso, la resistencia no sólo es muy baja sino que también es estable.

## 5.2 Influencia de la humedad:

Cuando están completamente secos, casi todos los suelos tienen una resistividad del orden de aisladores perfectos. La resistividad disminuye rápidamente hasta que la humedad alcanza el 20% a partir de ese porcentaje sólo se consigue una leve disminución de la resistividad con el aumento de la humedad. Inversamente, por debajo del 15% la resistividad aumenta dramáticamente con la disminución de la humedad. Decreciendo la humedad del 30% al 5% la resistividad aumenta alrededor de 400 veces.

## 5.3 Efecto del contenido de sales:

Normalmente un terreno seco tiene alta resistividad, pero un terreno húmedo también puede tenerla si no contiene sales solubles, es decir el agua es muy blanda.

## 6 Tipos de Puestas a Tierra

Una toma de tierra está formada por un conjunto de electrodos u otros elementos enterrados, que tienen como misión forzar la derivación al terreno de las intensidades de cualquier naturaleza que se puedan originar en nuestra instalación, ya se trate de corrientes de defecto a frecuencia industrial (50 Hz.) o de descargas atmosféricas.

## 7 Tipos de Tomas de Tierra

Existen dos métodos para la construcción de tomas de tierra, las de Profundidad y las de Superficie, siendo el más utilizado el de profundidad (jabalinas, electrodos activos, placas o similares, etc.). En el supuesto de que el terreno presente dificultades utilizaremos el método de extensión.

### 7.1 PROFUNDIDAD:

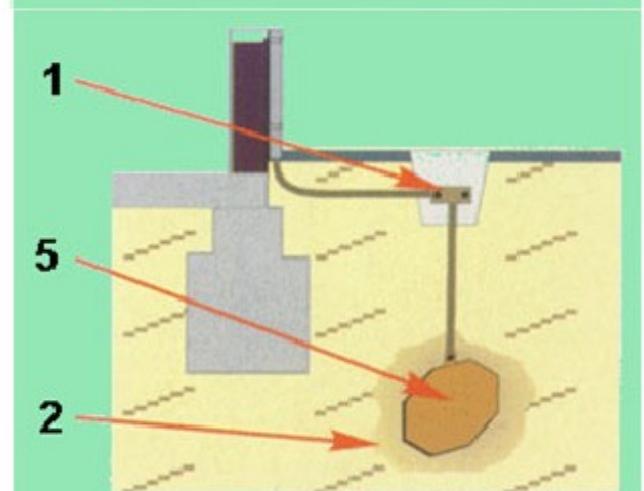
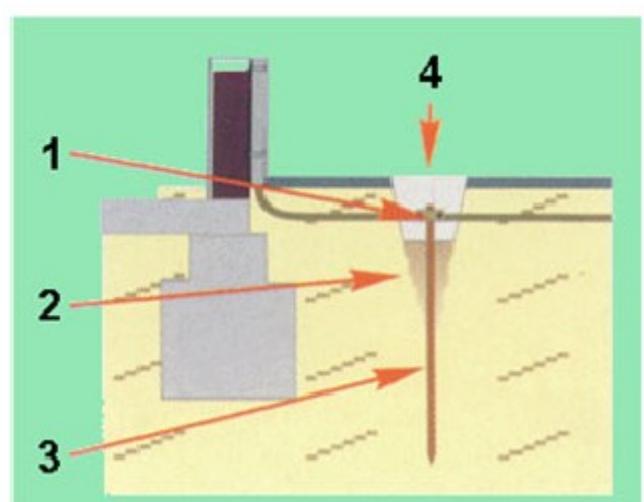
#### 7.1.1 JABALINA:

Constituye el método más utilizado de puesta a tierra debido a su fácil instalación. Su introducción en el terreno es por hincado.

Estará formada por tres jabalinas, de 1,5 m de longitud mínima, enterradas verticalmente, formando un triángulo equilátero.

Estas se unirán mediante cable desnudo o cinta de cobre enterrados en una zanja de 60 a 80 cm. de profundidad, y se conectarán a la red de tierras mediante puente de comprobación, dentro de una arqueta de registro.

La distancia de separación entre las diferentes picas o jabalinas será igual al doble de la longitud de las picas o jabalinas  $D = 2 \times L$  (de la longitud de las picas o jabalinas).



### **7.1.2 PLACAS O SIMILARES:**

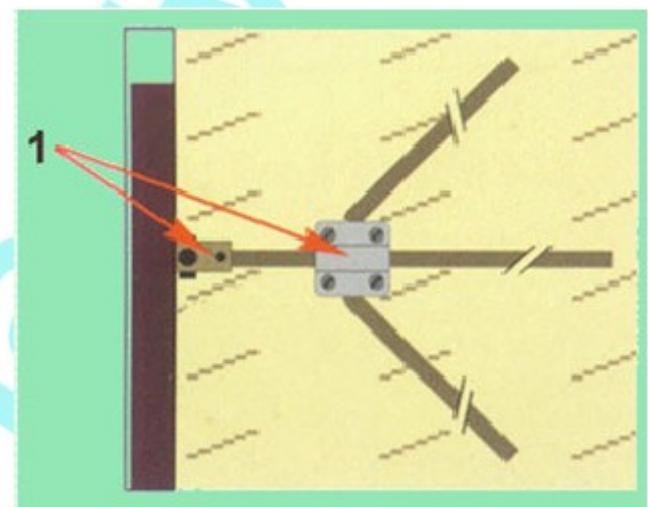
Es el menos utilizado por tener que realizar la excavación de un pozo. Solo se recurre a este sistema cuando con los sistemas anteriores no obtenemos los valores deseados, y en lugares de muy poca superficie para colocar piquetas.

Normalmente se construye un pozo, de 2 mts. de fondo, instalando la placa verticalmente y rellenando con tierra vegetal y otros aditivos para disminuir la resistividad del terreno.

### **7.2 SUPERFICIE: (EXTENSIÓN / PATA DE GANSO)**

Este método de construcción de toma de tierra se emplea en terrenos rocosos, o de difícil excavación.

Esta formado por 25 m de cinta o cable de cobre repartida en tres ramas enterradas en zanjas con un mínimo de 60 cm de profundidad, siendo la apertura entre ramas de 45°.



## **8. Tabla Práctica para Realizar Puestas a Tierra en Sistemas Eléctricos**

Para tener como referencia la siguiente tabla muestra los valores de resistencias eléctricas de puesta a tierra, obtenibles con Jabalinas, de 16mm. de diámetro e hincado directo en el suelo, considerando distintos largos y resistividades del suelo (tener en cuenta que si se variase el diámetro las alteraciones en los valores serían casi despreciables). Los valores obtenidos son teóricos, ya que se supone al suelo como de constitución homogénea y calculadas en base a la Norma IRAN 2281.

Largo Jabalina (m)	Resistividad (ohm mts)									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
1,50	7,12	10,68	14,24	17,80	21,36	24,92	28,48	32,04	35,60	39,16
2,00	5,57	8,35	11,14	13,92	16,71	19,49	22,28	25,06	27,85	30,63
<b>3,00</b>	<b>3,93</b>	<b>5,89</b>	<b>7,86</b>	9,82	11,78	13,75	15,71	17,68	19,64	21,60
4,50	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	9,67	11,05	12,43	13,81	15,19
6,00	2,15	3,22	4,30	5,37	6,44	7,52	8,59	9,67	10,74	11,81

NOTA: Esta tabla de "Resistencia eléctrica de puesta a tierra para jabalinas cilíndricas de acero-cobre, fueron calculadas basándose en la Norma IRAN 2281 Código de práctica para puesta a tierra de sistemas eléctricos.

## **9 Métodos para Reducir la Resistencia de una Puesta a Tierra.**

Cuando la resistividad del terreno es muy elevada, y en donde las jabalinas no pueden enterrarse profundamente debido a rocas se utilizan diversos métodos para mejorar las condiciones. En general todos los

métodos gratan de crear una mejor conductividad en las primeras capas o cilindros de tierra que rodean al electrodo, en donde la superficie conductora es pequeña. El tratamiento también es beneficioso al independizar el valor de resistencia obtenida de las variaciones climáticas. Los métodos más comunes son:

- ✓ Electrodos profundos
- ✓ Electrodos múltiples en paralelo.
- ✓ Contrapesos.
- ✓ Reducción de la resistividad del suelo mediante procedimientos artificiales.
- ✓ Agregado de sales simples.
- ✓ Agregado de coque.
- ✓ Aporte de sales de GEL.
- ✓ Inyección de bentonita.
- ✓ Inyección de resinas sintéticas.

Efecto del contenido de sales: Normalmente un terreno seco tiene alta resistividad, pero un terreno húmedo también puede tenerla si no contiene sales solubles, es decir el agua es muy blanda.

## 10 Empleo de Bentonita para mejorar una Puestas a Tierra en Terrenos de Alta Resistividad

En la ejecución de puesta a tierra se presenta casos en que la alta resistividad de algunos de los tipos de suelos tales como zonas rocosas, de areniscas o volcánicas, hacen difícil e incluso imposible obtener valores satisfactorios de la resistencia de una puesta a tierra.

Un método muy usado para mejoramiento de las descargas o en el desarrollo de estas, en el caso de un terreno de alta resistividad, consiste en utilizar bentonita como agregado al terreno en que se instala una puesta a tierra.

El empleo de bentonita, agua y sal para el relleno de las jaulas de puesta a tierra, permite obtener la humedad, casi constante a nivel molecular, en el terreno y de esa manera aumenta la conductividad y eficacia de la instalación a un costo menor con respecto a los sistemas convencionales.

Es de destacar que las bentonitas empleadas para estos fines deben cumplir el requisito de ser sódicas, estas presentan un pH suficientemente elevado que favorece un ambiente alcalino, evitándose así el riesgo de corrosión en el caso de usarse electrodos de hierro, especialmente en terrenos ácidos.

Asimismo existe un GEL ESPECIAL, que básicamente se fundamenta en las propiedades naturales de la bentonita sódica, pero con aditivos que mejoran sus presentaciones.

## 11. Bibliografías y Links:

- Norma EIA / TIA 568
- Norma ISO / IEC DIS 11801
- Norma **ANSI / TIA / EIA-569**
- Norma **ANSI / TIA / EIA-570**
- Norma **ANSI / TIA / EIA-606**
- Norma **ANSI / TIA / EIA-607**
- Introducción al Cableado Estructurado - INEI
- **Redes de Cableado Estructurado de Telecomunicaciones para Edificios Administrativos y Áreas Industriales – PEMEX** - Subcomité Técnico de Normalización de Petróleos Mexicanos
- Panduit Network Systems
- AXIONA Internacional S.A.
- Ley 19.587 - Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo de la Nación
- Norma IRAN 2281
- <http://higiene-seguridad.com.ar/>
- <http://www.arquinstal.com.ar/publicaciones/cambre/c2itemd.htm>
- [http://www.sertec.com.py/telergia/telergia/informaciones/pararrayos\\_protecciones3.htm](http://www.sertec.com.py/telergia/telergia/informaciones/pararrayos_protecciones3.htm)

---

# **SISTEMAS SUPLETORIOS DE ENERGÍA**

## **UPS – GRUPOS ELECTRÓGENOS – SISTEMAS DE ENERGÍA RENOVABLE**

---

*Material compaginado para la cátedra:*

***Sistemas de Hardware p/Adm.***

**Revisor:** Ing. Rubén López

**Colaboración de los Alumnos:**  
**Blanco Sebastián - Toso Fabián**

**Versión: A1.0 (201009)**

---

### **Unidad 1: INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN LA INGENIERÍA**

1.4 Sistemas Supletorios de Energía: UPS: Tipos, Bloques que la componen, Características, Potencias y ámbito de aplicación. Grupos electrógenos. Sistemas de energía renovable: Fotovoltaicos, Eólicos, otros sistemas alternativos.

**Contenido:**

- U.P.S. ....
- Grupos Electrógenos .....
- Sistemas de energía renovable.....

## 1.4.1 U.P.S.

Debido al amplio uso dado en el ámbito de los Sistemas Informáticos para entregar energía en reemplazo de la tensión de red o línea , se le dará especial cabida en este ítem a las UPS sus características y tipos.

### 1.4.1.1 La energía

Vivimos, hoy en día, en la edad de la información donde se crean, se transmiten, y se graban en forma permanente una gran cantidad de datos, donde ayuda automatizada eléctrica es numerosa en la oficina o el hogar.

La realidad de vivir en esta época de la innovación tecnológica es que no se puede estar seguro que el suministro de la energía que hace funcionar dichas máquinas sea correcto y sin interrupciones, de hecho esto es una utopía frente a la cual deberemos estar prevenidos siempre para que no nos afecte.

En muchos lugares alrededor del mundo, la producción eléctrica, la transmisión y la distribución no se han desarrollado a la misma velocidad que los sistemas de computación y de comunicaciones. Esta fue construida hace años para las fábricas y en la actualidad es una continua lucha para adaptarse para proporcionar en forma continua, energía con la suficiente calidad para alimentar al sensible equipo electrónico que procesa valiosa información.

### 1.4.1.2 Los problemas eléctricos con la energía

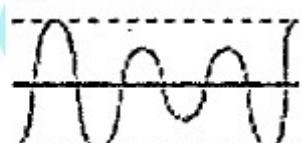
Sags, surges., ruido, spikes, cortes... Estudiemos qué puede suceder con los equipos conectados al producirse anomalías de este tipo en la alimentación eléctrica.

Imaginemos que el rayo cae justo en un transformador próximo. La sobre tensión viaja instantáneamente a través de los cables (Red eléctrica1 red de computadoras, cables serie, líneas telefónicas, etc.) con la fuerza equivalente eléctrica de una ola (*surge*) en el mar. Para los usuarios de PC, esta puede viajar hasta la computadora vía la red eléctrica o la línea telefónica. El primer daño puede ser el MODEM y también el motherboard y la probable pérdida de la información.

Veamos que significan cada uno de estos términos:

#### 1.4.1.2.a SAGS (baja de tensión):

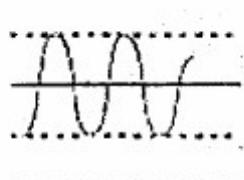
Los Sags son disminuciones a corto plazo de niveles de tensión. Éste es el problema más común de la energía eléctrica.



**CAUSA:** Los Sags son causados generalmente por las demandas de la potencia de la puesta en marcha de muchos dispositivos eléctricos (motores incluyendo, los compresores, los ascensores, etc.).

**EFFECTO:** Una baja de tensión puede hacer que la computadora se apague, que se “cuelgue” o que se pierdan datos o se corrompa la información. Las bajas de tensión también reducen la eficacia y la vida útil del equipo, especialmente motores.

#### 1.4.1.2.b Apagón:

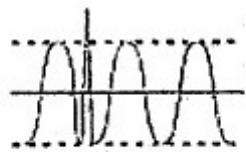


Pérdida total de potencia utilitaria.

**CAUSA:** Los apagones son causados por demanda excesiva en la red eléctrica, tormentas eléctricas, hielo en líneas de potencia, accidentes automovilísticos, inundaciones, terremotos y otras catástrofes.

**EFFECTO:** El trabajo actual en RAM se pierde. También puede haber otros tipos de daño como la perdida o deterioro de la FAT.

#### 1.4.1.2.c Spike (Pico de Tensión):

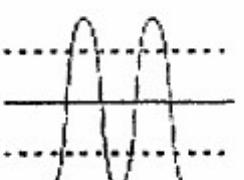


Es el aumento instantáneo de tensión con muy alto voltaje. Relacionándolo con la sobre tensión, este pico puede entrar al equipo de la misma forma pero dañándolo por completo.

**CAUSA:** Los picos son causados generalmente por la caída de rayos en la proximidad. También pueden aparecer al volver a energía luego de una tormenta o accidente.

**EFFECTO:** El hardware se daña severamente. Se pueden perder todos los datos.

#### 1.4.1.2.d Surge (sobre Tensión):

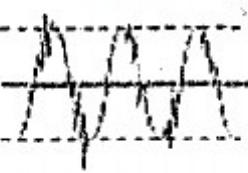


Es un aumento a corto plazo en el voltaje, durando típicamente por lo menos 1/100 milisegundos.

**CAUSA:** Las subas de tensión pueden producirse por la presencia de motores eléctricos de alta potencia, tales como acondicionadores de aire, y aparatos electrodomésticos en la zona. Cuando se apaga este equipo, el voltaje adicional se disipa a través de la línea eléctrica.

**EFFECTO:** Las computadoras y el equipo electrónico sensible se diseña para recibir voltajes dentro de un rango de voltaje. Cualquier cosa afuera del pico previsto y los niveles del RMS (considerado el voltaje medio) provocaran stress en los componentes y causarán una falla prematura.

#### 1.4.1.2.e Ruido:



Llamado también interferencia electromagnética (IEM) e interferencia de radiofrecuencia (IRF), el ruido eléctrico se monta sobre la señal senoidal.

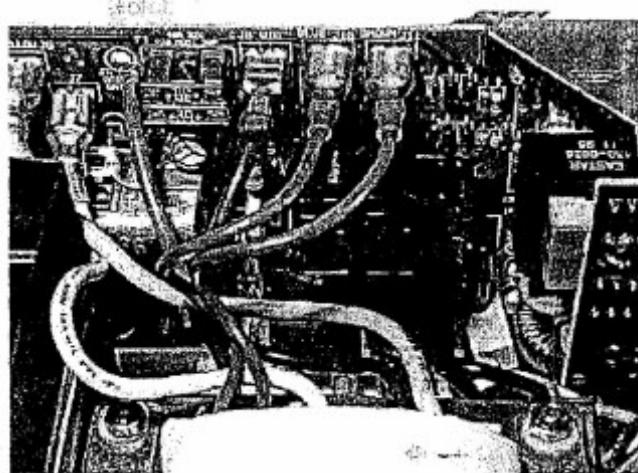
**CAUSA:** El ruido eléctrico es causado por muchos factores y fenómenos,

incluyendo el relámpago, los generadores, los radiotransmisores y el equipo industrial. Puede ser intermitente o crónico.

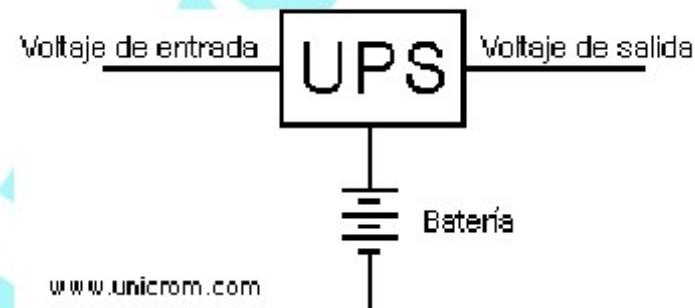
**EFFECTO:** El ruido introduce interferencias y errores en archivos programas ejecutables y datos.

### 1.4.1.3 Que es una UPS

Un Sistema de Fuerza Ininterrumpible es un equipo cuya función principal es evitar una interrupción de voltaje en la carga a proteger. El nombre que recibe este tipo de equipos es **UPS** de sus iniciales en inglés "Uninterruptible Power Supply"



Parte del interior de una UPS.



En el Diagrama en bloques Genérico podemos observar el voltaje de alimentación del **UPS** y la "Batería", ambas son las dos fuentes de energía para la salida del UPS. El UPS tomará energía de la Batería, en caso de que haya ausencia del voltaje de entrada y de esta manera se podrá seguir dando voltaje a la Carga.

La "Carga" esta constituida por los aparatos a ser alimentados por el voltaje de salida de UPS y de los cuales no deseamos se interrumpa la energía.

Ejemplos de cargas serían: Computadoras, Equipos médicos, de Telecomunicaciones, Conmutadores telefónicos, Cajeros automáticos de Bancos, Radares en aeropuertos, Sistemas contra incendios, etc.

### 1.4.1.4 Partes de la UPS

A continuación indicaremos las tres partes mas importantes y esenciales que componen como mínimo una UPS de cualquier tamaño.

**IMPORTANTE:** Una UPS contiene una batería y la capacidad de producir corriente alterna de 110 o 220V aún cuando esta se encuentre desconectada de la red eléctrica. No se debe abrir la misma a menos que se sepa lo que se está haciendo y luego de desconectar la batería.

#### 1.4.1.4.a Circuito de conversión

Todas las UPS incluyen un circuito que transforma la corriente alterna producida por la compañía de electricidad en forma de corriente continua y la almacena en la batería de la UPS.

El proceso de transformar corriente alterna en corriente continua se llama conversión o rectificación y en la forma más básica es realizada por un grupo (puente) de diodos rectificadores. Como convierten alterna en continua también se los suele llamar conversores a estos dispositivos o más comúnmente cargadores.

#### 1.4.1.4.3.b Circuito de inversión

La transformación de corriente continua en corriente alterna es el proceso opuesto al recién explicado y se lo denomina inversión y por lo que al dispositivo se lo llama Inversor.

**IMPORTANTE:** Para tener en cuenta es la perdida de eficiencia en estos dispositivos ya que cada vez que se convierte o invierte electricidad hay una pérdida de energía en forma de calor. Los mejores inversores son solo eficientes en un 90%. En el caso de los cargadores la cantidad de energía desperdiciada es mayor.

La mayoría de las UPS modernas son controladas por un microprocesador embebido en la misma. La tarea del mismo es detectar problemas en la corriente ALTERNA, commutar entre las fuentes de energía, controlar el estatus de la batería, etc.

#### 1.4.1.4.3.c Batería

A parte del circuito de conversión e inversión, el otro componente principal es *la batería*, que por supuesto es la que acumula la energía que usará la UPS para alimentar los equipos conectados a ella. El tamaño de la batería determina el tamaño de la UPS en general. También determina la cantidad de energía que se podrá acumular en la UPS y por lo tanto el tiempo que la UPS mantendrá alimentada una carga determinada.

Las baterías usadas en la mayoría de las UPS son similares en algunos aspectos a las utilizadas en los automóviles: ambos son lead-acid, y de 12V. Sin embargo, hay algunas diferencias importantes. Las baterías de coche generan electricidad por la reacción del ácido sulfúrico en placas que se suspenden dentro del líquido. Se llaman *baterías Inundadas* por esta razón. Estos tipos de baterías no son convenientes para el uso en una UPS porque el ácido podría desbordar la batería, o durante la carga puede producirse el gas de hidrógeno explosivo, que puede ser muy peligroso en un ambiente cerrado.

Por lo tanto, la mayoría de las baterías de la UPS son un tipo especial: *leadacid sellada*. Las baterías están cerradas para evitar cualquier posibilidad de escape de hidrógeno, o derrame del ácido. Para reducir más las posibilidades de un derramamiento de ácido, el ácido se contiene dentro de un fielro o de fibra de vidrio. Su desventaja principal es que cuestan dos a tres veces más que una batería común de la misma capacidad.

Todas las baterías se clasifican en términos de su voltaje nominal (en voltios), su *capacidad* (en Amperes horas). 1 Ah representa la energía suficiente proporcionar a 1A de corriente para una hora en el voltaje clasificado.

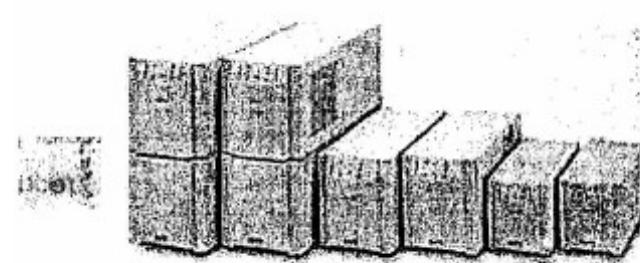
**IMPORTANTE:** Por ejemplo en teoría una batería de 17 Ah 12V puede mantener una carga 17A, a 12V durante una hora, o una carga de 1A, a 12V por 17 horas. En la práctica, la capacidad de la batería depende de que tanta corriente se tome de la misma. Una batería que es de 20 Amper hora si se descarga a razón de 1 Amper por hora puede solamente tener una capacidad de 18 Amper hora si está

**descargada en un índice de 5 Amper por hora. Esto significa que una carga 1A se mantendría por 20 horas, pero una carga 5A se mantendría no por 4 horas, sino por solamente 3 horas.**



Batería sellada 12v, 7.2 Amper Hora.

Familia de UPS con el mismo diseño básico pero con diferente tamaño de



Debido a que se basan en una reacción química las baterías eventualmente fallan. Las mejores UPS detectan esta condición examinando el voltaje de la batería y la carga de la misma, avisando de la posible eventualidad, siendo posible en los equipos el reemplazo de las baterías degradadas por otras nuevas.

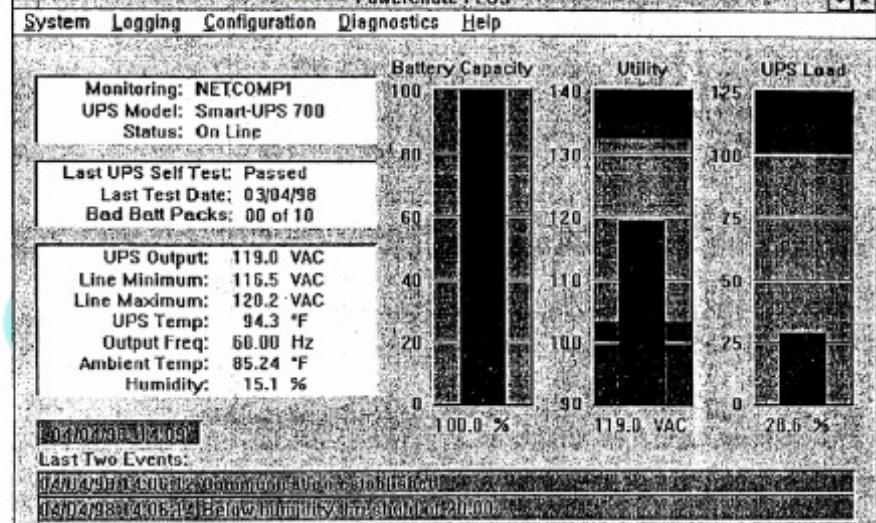
La vida útil de la batería es en función del cuidado que se tenga de ella. Es preferente que las baterías permanezcan cargadas completamente. Generalmente la UPS no descarga a la batería en un 100% ya que esto reduciría su vida útil.

La capacidad de la batería y el voltaje disminuyen a bajas temperaturas, por eso es aconsejable usar la UPS a temperatura ambiente y si la misma hubiera estado almacenada en un lugar frío debería mantenerse por lo menos 24hs a temperatura ambiente antes de utilizarla.

#### 1.4.1.5 Software de Control y monitoreo de la UPS

Las UPS de hoy en día traen un software útil de control, que provee la información y el control avanzado de la UPS. Por lo general la UPS se conecta a través de un cable serial o propietario del fabricante. En modelos más modernos se puede hacer por USB o incluso para el caso de UPS mayores directamente mediante la red.

El software usado para controlar la UPS varía según el fabricante y el modelo, pero incluye generalmente funciones como:



Ejemplo de una Pantalla del software de control y supervisión de una UPS

- Estado:** El software mostrará varios detalles sobre el estado actual de la UPS, tal como su carga, el estado de la carga, la condición ambiental de la UPS (temperatura, humedad, etc.) y las características eléctricas de su potencia de la entrada y de la salida.

**b) Registración:** El software no perderá de vista los acontecimientos que ocurren, por ejemplo autopuebas, interrupciones de la potencia y similares. Esto es útil para ver cuán a menudo y cuánto tiempo la potencia fue interrumpida cuando uno no está presente.

**c) Diagnóstico:** El programa de control le dejará realizar varias pruebas en la UPSI o instalar un horario de prueba.

**d) Alarma:** El software se puede configurar para enviar notificaciones a la PC con la cual está conectado, o a otra. PC en una red, cuando la UPS encuentra en funcionamiento con batería.

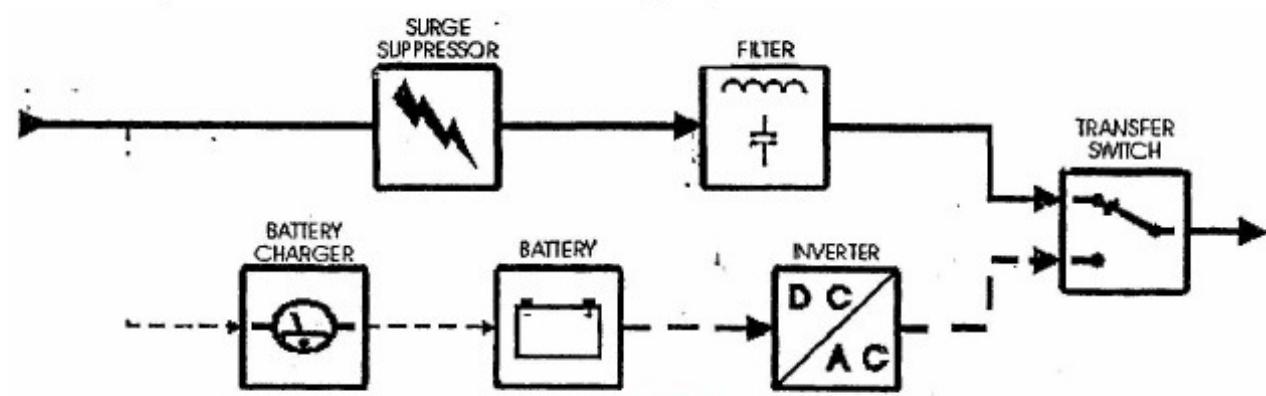
**e) Parada normal Automática:** puede programarse un horario para dar de baja y apagar los servidores por ejemplo.

#### 1.4.1.6 Tipos de UPS

##### 1.4.1.6.a UPS Stand By (UPS Off Line)

La UPS Stand By es diseño más simple y el menos costoso. También es llamada como UPS Off-Line.

En este tipo de UPS la fuente de energía primaria es la línea eléctrica directa, y la fuente de energía secundaria es la batería. Se llama *una UPS Stand By* porque la batería y el inversor no están proveyendo normalmente energía al equipo. El cargador de batería (o sea el circuito conversor) está utilizando energía



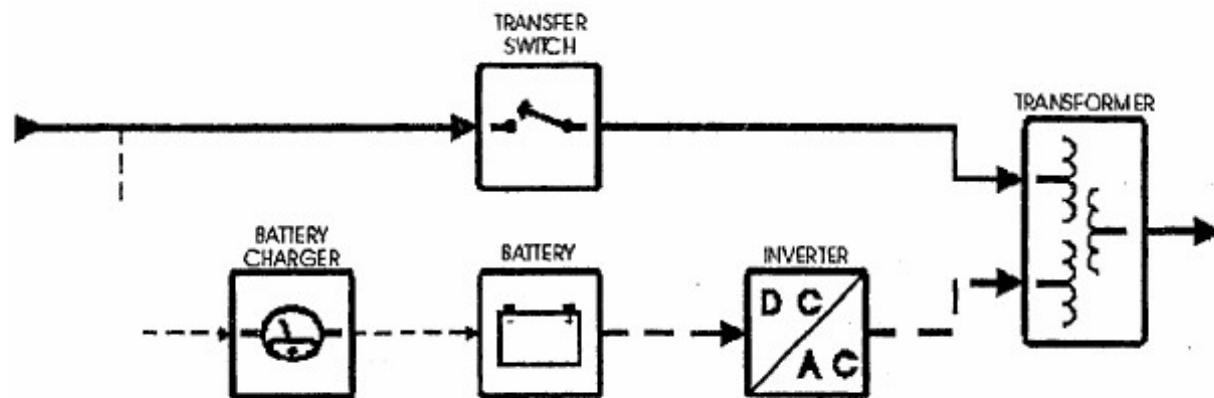
de la línea de cargar la batería, y la batería y el inversor están esperando hasta que son necesarios. Cuando se corta la corriente, el interruptor de la transferencia cambia a la fuente de energía secundaria. Cuando se restablece la potencia de la línea, la UPS cambia nuevamente.

Este tipo menos tipo de UPS, servirá para la mayoría de los usuarios. Aunque para una función crítica, como un servidor importante, generalmente no se utiliza. La desventaja de una UPS Stand By es que cuando se corta la corriente el interruptor cambia a batería muy rápidamente, pero no inmediatamente. Hay un retardo de una fracción segundo mientras esto ocurre. A pesar de que es raro, es posible que la UPS no haga el cambio lo suficientemente rápido para que la fuente de alimentación de la PC continúe funcionando ininterrumpidamente.

Al usar una UPS Stand By hay que asegurarse de que esta posea al menos un supresor de tensión y un filtro de línea ya que sino, cuando no este funcionando en modo batería será como tener el equipo conectado directamente a la red eléctrica (sin ninguna protección).

##### 1.4.1.6.b UPS Stand By Ferroresonante

Una UPS ferroresonante es una mejora en el diseño de la UPS Stand By. Como con una UPS Stand By, la fuente de energía primaria es la corriente de la línea, y la fuente de energía secundaria es la batería: La batería y el inversor todavía están esperando hasta que se necesite. La gran diferencia es que el interruptor de transferencia que selecciona las fuentes de energía ha sido substituido por un transformador ferroresonante.



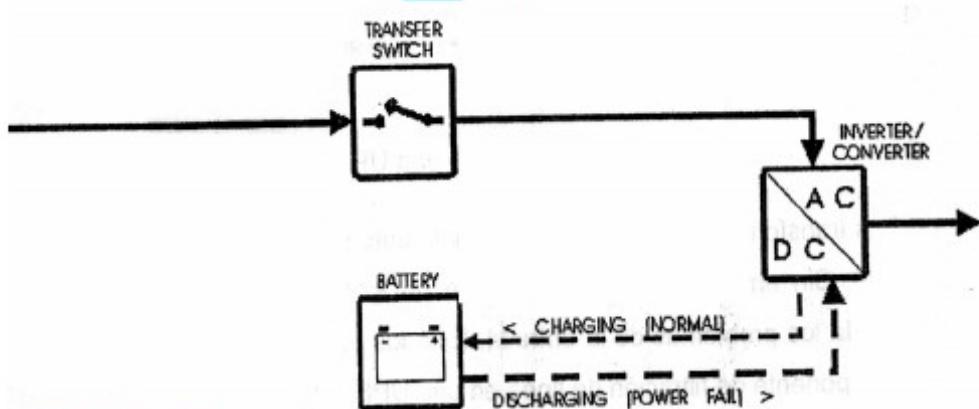
Los transformadores se utilizan normalmente para cambiar un voltaje CA en otro. Sin embargo, el otro efecto de un transformador es que aisla a la salida los problemas de la entrada. Esto los hace buenos para el uso

como componente de filtración de línea en una UPS.

El transformador utilizado en este tipo de UPS no es un transformador convencional sino que tiene tres bobinados, dos para la entrada, uno perteneciente al sistema de energía primario y otro al sistema secundario, y un tercer bobinado para la salida. Esto hace que el transformador funcione como una especie de interruptor ya que no importa cual de los bobinados de la entrada este funcionando para que el bobinado de la salida tome su energía (el interruptor de transferencia del diagrama es solo para aislar la entrada en el momento que esta funcionando la energía secundaria). En adición, el núcleo ferroresonante del transformador almacena energía en su campo magnético y esto actúa a modo de buffer en el caso que se corte la energía primaria y se deba cambiar a la alimentación secundaria (modo batería). Durante una fracción de segundo la salida funcionará con la energía contenida en el núcleo. Esta energía almacenada reduce en gran medida las posibilidades de que el equipo protegido sea afectado, en el tiempo de transferencia.

#### 1.4.1.6.c UPS Interactiva

La UPS interactiva utiliza un diseño totalmente distinto al tipo de UPS Stand By. En este tipo de unidad, el cargador de batería separado, el inversor y el interruptor de selección fueron reemplazados por una combinación inversor / conversor, que carga la batería y convierte su energía a la CA para la salida según lo requerido. La alimentación de la línea de la CA sigue siendo la fuente de energía primaria, y la batería es la secundaria. Cuando la corriente de la línea está funcionando, el inversor / conversor carga la batería; cuando la potencia falla, funciona en revés.

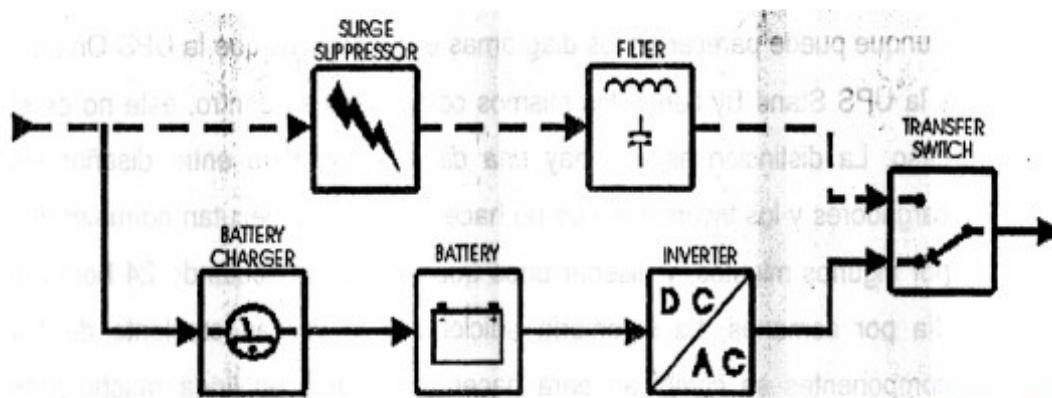


La ventaja principal de este diseño es que la unidad inversión / conversión está conectada siempre con la salida. Este diseño permite una respuesta más rápida a un apagón que una UPS Stand By. El inversor / conversor también tienen circuitos que filtran el ruido y los picos de tensión, a la vez que regulan el voltaje a la salida para

casos de baja o alta tensión de la línea.

#### 1.4.1.6.d UPS On Line

La UPS On Line, a veces llamada *una UPS verdadera*, es el mejor tipo que se puede comprar. Paradójicamente, es muy similar, y totalmente opuesta, a la UPS Stand By. Es muy similar por que tiene las mismas dos fuentes de energía, y a un interruptor de transferencia que selecciona entre ambas. Es por el contrario exactamente opuesta porque ha invertido sus fuentes: en la UPS On Line la fuente de energía primaria es la batería de la UPS, y la potencia utilitaria es *la fuente de energía secundaria*.



Por supuesto, mientras que se parece pequeño, este cambio es muy significativo. Bajo operación normal la UPS On Line usa la batería, su inversor, mientras que la corriente de la línea carga de batería. Por esta razón, este tipo de UPS a veces también se llama *doble-conversión*. Este diseño muestra que no hay demora en el tiempo de transferencia en el caso de corte de la línea de entrada, si se interrumpe la alimentación, el inversor (y su carga) continua funcionando y solamente el cargador de batería falla. Una PC alimentada por una UPS On Line responde a un corte de la misma manera que lo hace una computadora portátil: Se mantiene funcionando sin interrupción, y todo que sucede es la batería empieza a descargarse ya que el cargador dejó de funcionar.

tiempo de transferencia en el caso de corte de la línea de entrada, si se interrumpe la alimentación, el inversor (y su carga) continua funcionando y solamente el cargador de batería falla. Una PC alimentada por una UPS On Line responde a un corte de la misma manera que lo hace una computadora portátil: Se mantiene funcionando sin interrupción, y todo que sucede es la batería empieza a descargarse ya que el cargador dejó de funcionar

Usted puede preguntarse, ¿por que existe el camino de energía secundario (la linea punteada en el diagrama) es que éste proporciona un backup en el caso que el inversor falle o se produzca algún problema interno o la necesidad de cambiar la batería. Mientras que es inusual, esto puede suceder, y si lo hace, la unidad cambiará a la energía de línea. En este caso, el tiempo de transferencia entra otra vez en juego como lo hace cuando una UPS Stand By reacciona a un apagón. Por supuesto, los apagones son mucho más comunes que los inconvenientes indicados.

Hay otra ventaja de la UPS On Line: el proceso de doble-conversión aísla totalmente la potencia de la salida de la energía de entrada. Cualquier sorpresa que viene de la red de energía y que afecta solamente el cargador de batería, y no las cargas de la salida.

Aunque puede parecer en los diagramas esquemáticos que la UPS On Line y la UPS Stand By tienen los mismos componentes adentro, éste no es el caso. La distinción es que hay *una diferencia* grande entre diseñar los cargadores y los inversores que no hacen nada y se ejecutan normalmente por algunos minutos, y diseñar unos que se estén ejecutando 24 horas al día por semanas. La ingeniería adicional y la calidad creciente de los componentes se combinan para hacer a las UPS en línea mucho más costosas.

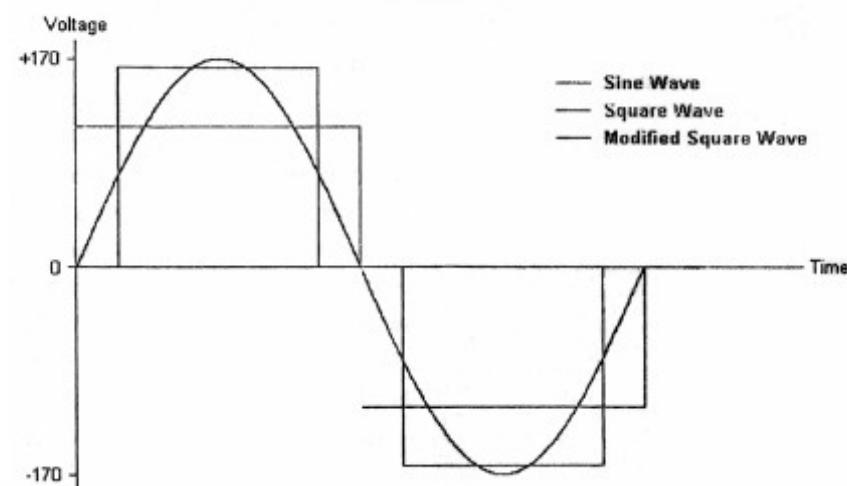
A parte del costo, una desventaja de la UPS en línea es su baja eficiencia en la transferencia de energía desde la entrada (línea de energía) a la salida (carga). Toda la potencia que va a las cargas se convierte de la CA a la CC y de nuevo a CA, lo que significa que mucha potencia se disipa como calor. Además, esto está sucediendo a toda la hora, no apenas durante un apagón.

### 1.4.1.7 Forma de onda de la salida de una UPS

Una consideración de la calidad que puede ser importante en algunas aplicaciones es *la forma de onda de la salida* de la UPS. Esto refiere a la forma de la señal de corriente alterna producida por la UPS. La calidad y el costo del inversor que está dentro de la UPS es el determinante primario de la calidad de la señal de la CA que es producida por la mayoría del UPS, especialmente en el extremo más inferior. La situación ideal es que la UPS produzca una forma de onda limpia de la salida que esté cerca de la qué sería producida por el proveedor de electricidad, pero no es siempre el caso.

Hay tres tipos principales de la forma de onda producidos por las distintas UPS, a saber:

a) **Onda Senoidal:** Ésta es la mejor forma de onda, pues es la figura de una señal eléctrica (ideal) de la CA de la pared. El producto de más de alta calidad de UPS una verdadera senoidal, que requiere componentes bastante costosos en el inversor.



Representación esquemática de un ciclo de una onda senoidal, cuadrada, y cuadrada modificada.

b) **Onda Cuadrada:** El tipo menos deseable de la forma de onda de la salida, es una onda cuadrada, es una clase de senoidal aplanaada hacia afuera. El voltaje, en vez de aumentar suavemente del máximo negativo al máximo positivo, cambia.

Repentinamente de negativo a positivo, y permanece allí la mitad de un ciclo, y entonces salta a negativo y permanece allí para mitad de un ciclo, y así sucesivamente.

c) **Onda Cuadrada Modificada:** Esta forma de onda es un compromiso entre la onda senoidal y la onda cuadrada. Los pulsos positivos y negativos de la onda cuadrada se enrarecen, se separan y se hacen más altos, así que el voltaje máximo es mucho más cercano al de una onda del senoidal, y la forma se asemeja más de cerca al de una onda del senoidal

### 1.4.1.8 Comparación de los métodos de protección

La tabla abajo compara las diversas opciones de protección de energía, mostrando la cantidad aproximada de protección que cada uno ofrece contra problemas comunes de la energía. Los niveles de la protección mostrados son típicos, pero dependen mucho del dispositivo individual.

Tipo de Protección	Ruido de línea	Sobre tensión	Picos	Apagones	Costo
Protección Pasiva	Ninguna protección	Bajo a alto	Bajo	Muy bajo	Ninguno
	Supresor de sobre tensión	Mediano a alto	Alto	Bajo	Ninguno
	Estabilizador de tensión	Casi perfecto	Muy alto	Mediano	Ninguno

UPS	UPS Stand by	Mediano a alto	Alto	Mediano	Alto	Mediano a alto
	UPS Stand by Ferrosonante	Casi perfecto	Muy alto	Mediano a alto	Muy alto	Alto y muy alto
	UPS Interactiva	Casi perfecto	Muy alto	Mediano a alto	Muy alto	Mediano a alto
	UPS On Line	Casi perfecto	Casi perfecto	Alto	Casi perfecto	Muy alto

#### 1.4.1.9 Comentarios finales

El UPS On-Line hará todo lo posible por evitar una interrupción de voltaje a la carga, si no es posible como por ejemplo un daño al equipo, transferirá la carga a Bypass.

Si se fue a Bypass por sobrecarga (por pedir al Inversor mas Kilowatts de los que puede alimentar) el UPS intentará regresar al cabo de unos segundos, si ya puede con la carga quedará en Normal, si la sobrecarga persiste regresará a Bypass y se quedará en Bypass para obligar a que se revise la razón de la sobrecarga.

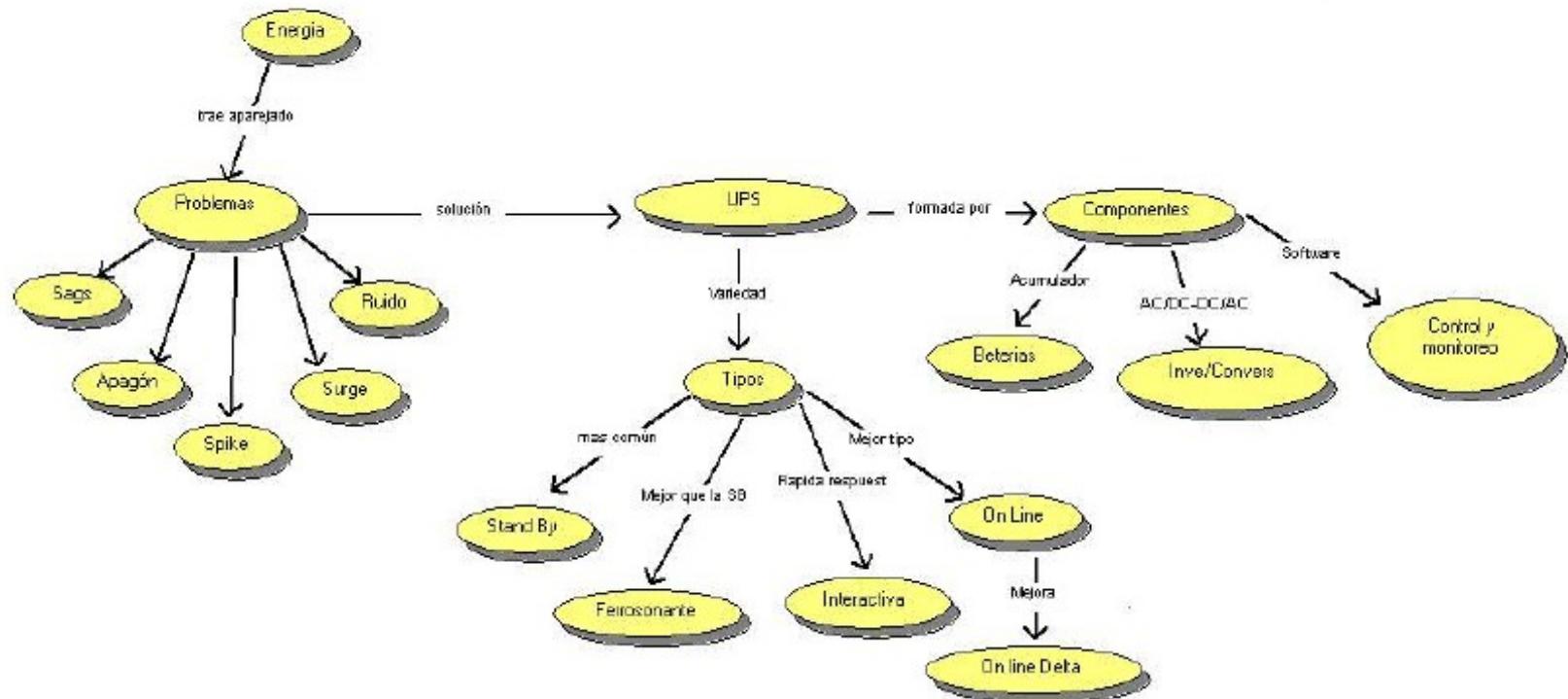
El UPS On-Line representa la mejor calidad de equipo porque la carga siempre está alimentada por el Inversor y por tal razón el voltaje permanece estable a 120 volts +/- 1%. La frecuencia permanece estable en +/- 1 Hz. La forma de onda del Inversor en el UPS On-line es senoidal.

Hay equipos On-Line desde 1 Kva hasta 1000Kva, si se requiere más capacidad, se pueden colocar en paralelo módulos para obtener 4000 ó 5000 KVA.

Hay equipos monofásicos a 120 volts, monofásicos a 208 volts y trifásicos a 208, 480 y 600 volts.

Las topologías tratadas no son las únicas, hay otras UPS que no se trataron por razones de tiempo como por ejemplo Delta Conversion On-Line.

### 1.4.1.10 Mapa Conceptual



Sistemas

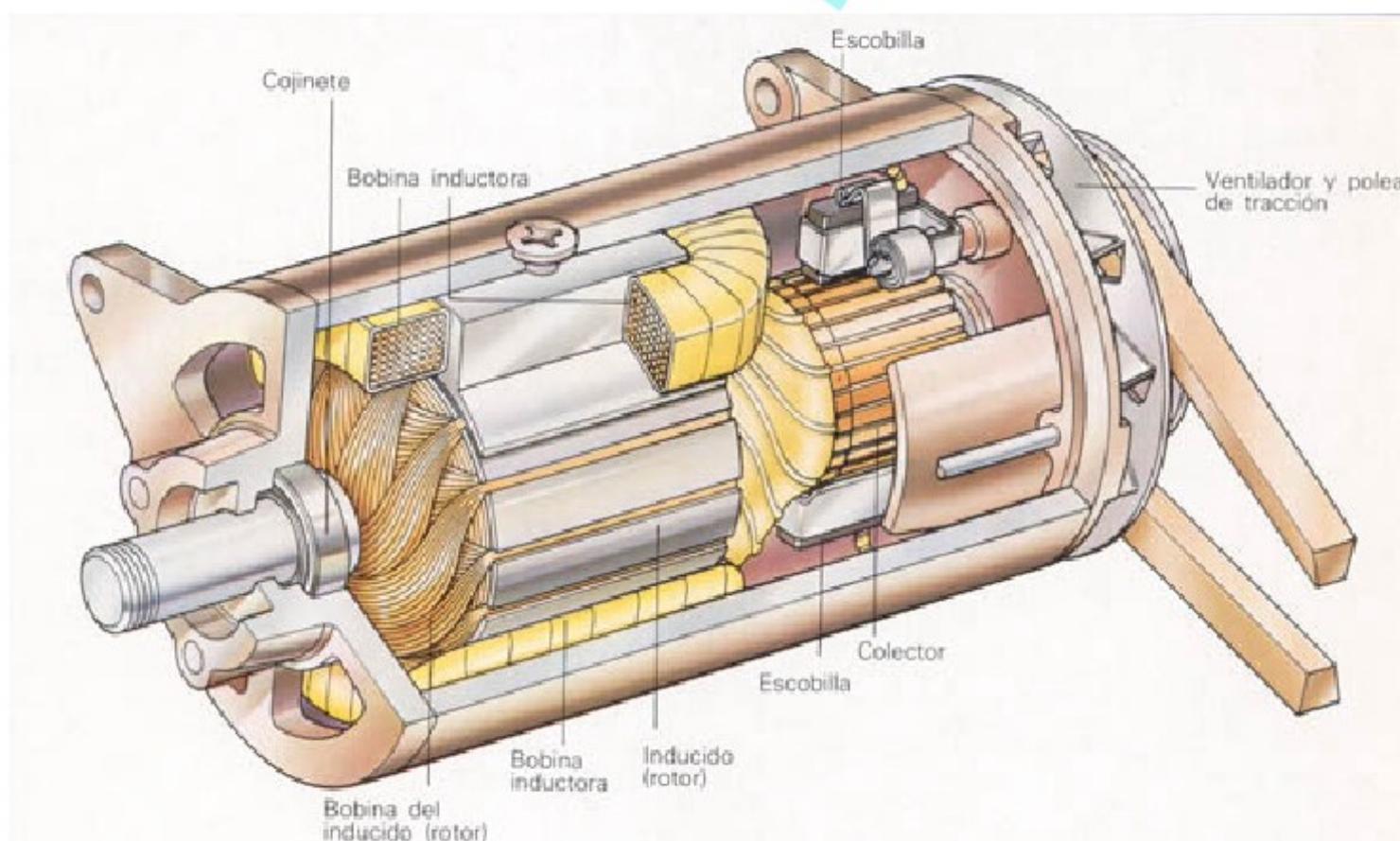
## 1.4.2 GRUPOS ELECTRÓGENOS (Motogeneradores)

Un grupo electrógeno es una máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna (máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión). Para entender mejor lo que es un generador, es interesante ver este video[18].

Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico. Así mismo, la legislación de los diferentes países pueden obligar a instalar un grupo electrógeno en lugares en los que haya grandes densidades de personas (Centros comerciales, restaurantes, cárceles, edificios administrativos...) También se pueden hacer generadores caseros como muestra este video [19].

Una de las utilidades más comunes es la de generar electricidad en aquellos lugares donde no hay suministro eléctrico, generalmente son zonas apartadas con pocas infraestructuras y muy poco habitadas. Otro caso sería en locales de pública concurrencia, hospitales, fábricas, etc., que a falta de energía eléctrica de red, necesiten de otra fuente de energía alterna para abastecerse.

El dinamo puede verse en la siguiente figura:



1. Vista en sección de una dinamo típica. El esquema sencillo del inducido elemental (véase texto) ha sido reemplazado por unas bobinas para generar mucha energía. Por consiguiente, el commutador tiene muchos segmentos de contacto.

Al hacer girar un anillo de alambre dentro del espacio libre entre dos imanes muy próximos, se crea en este una corriente eléctrica. Esta energía es generada por el movimiento del alambre al atravesar las líneas de fuerza del campo magnético que se forma entre los dos imanes. La cantidad de energía eléctrica generada depende de la velocidad de giro del anillo y de la potencia del campo magnético.

producido por los imanes. El movimiento del anillo debe de ser continuo para que el flujo de energía sea constante.

Un grupo electrógeno consta de las siguientes partes:

- Motor. El motor representa nuestra fuente de energía mecánica para que el alternador gire y genere electricidad. Existe dos tipos de motores: Motores de gasolina y de gasoil (diésel). Generalmente los motores diésel son los más utilizados en los grupos Electrógenos por sus prestaciones mecánicas, ecológicas y económicas.
- Regulación del motor. El regulador del motor es un dispositivo mecánico diseñado para mantener una velocidad constante del motor con relación a los requisitos de carga. La velocidad del motor está directamente relacionada con la frecuencia de salida del alternador, por lo que cualquier variación de la velocidad del motor afectará a la frecuencia de la potencia de salida.
- Sistema eléctrico del motor. El sistema eléctrico del motor es de 12 VC, excepto aquellos motores los cuales son alimentados a 24 VCC, negativo a masa. El sistema incluye un motor de arranque eléctrico, una/s batería/s libre/s de mantenimiento (acumuladores de plomo) , sin embargo, se puede instalar otros tipos de baterías si así se especifica, y los sensores y dispositivos de alarmas de los que disponga el motor. Normalmente, un motor dispone de un manóstato de presión de aceite, un termostato de temperatura y de un contacto en el alternador de carga del motor para detectar un fallo de carga en la batería.
- Sistema de refrigeración. El sistema de refrigeración del motor puede ser por medio de agua, aceite o aire. El sistema de refrigeración por aire consiste en un ventilador de gran capacidad que hace pasar aire frío a lo largo del motor para enfriarlo. El sistema de refrigeración por agua/aceite consta de un radiador, un ventilador interior para enfriar sus propios componentes.
- Alternador. La energía eléctrica de salida se produce por medio de una alternador apantallado, protegido contra salpicaduras, autoexcitado, autorregulado y sin escobillas acoplado con precisión al motor, aunque también se pueden acoplar alternadores con escobillas para aquellos grupos cuyo funcionamiento vaya a ser limitado y, en ninguna circunstancia, forzado a regímenes mayores.
- Depósito de combustible y bancada. El motor y el alternador están acoplados y montados sobre una bancada de acero de gran resistencia La bancada incluye un depósito de combustible con una capacidad mínima de 8 horas de funcionamiento a plena carga.
- Aislamiento de la vibración. El Grupo Electrógeno esta dotado de tacos antivibrantes diseñados para reducir las vibraciones transmitidas por el Grupo Motor-Alternador. Estos aisladores están colocados entre la base del motor, del alternador, del cuadro de mando y la bancada.
- Silenciador y sistema de escape. El silenciador de escape va instalado en el Grupo Electrógeno El silenciador y el sistema de escape reducen la emisión de ruidos producidos por el motor.
- Sistema de control. Se puede instalar uno de los diferentes tipos de paneles y sistemas de control para controlar el funcionamiento y salida del grupo y para protegerlo contra posibles fallos en el funcionamiento. El manual del sistema de control proporciona información detallada del sistema que está instalado en el Grupo Electrógeno.
- Interruptor automático de salida. Para proteger al alternador, se suministra un interruptor automático de salida adecuado para el modelo y régimen de salida del Grupo Electrógeno con control manual. Para grupos Electrógenos con control automático se protege el alternador mediante contactores adecuados para el modelo adecuado y régimen de salida.

- Otros accesorios instalables en un Grupo Electrógeno. Además de lo mencionado anteriormente, existen otros dispositivos que nos ayudan a controlar y mantener, de forma automática, el correcto funcionamiento del mismo. Para la regulación automática de la velocidad del motor se emplean una tarjeta electrónica de control para la señal de entrada "pick-up" y salida del "actuador". El pick-up es un dispositivo magnético que se instala justo en el engranaje situado en el motor, y éste, a su vez, está acoplado al engranaje del motor de arranque. El pick-up detecta la velocidad del motor, produce una salida de voltaje debido al movimiento del engranaje que se mueve a través del campo magnético de la punta del pick-up, por lo tanto, debe haber una correcta distancia entre la punta del pick-up y el engranaje del motor. El actuador sirve para controlar la velocidad del motor en condiciones de carga. Cuando la carga es muy elevada la velocidad del motor aumenta para proporcionar la potencia requerida y, cuando la carga es baja, la velocidad disminuye, es decir, el fundamento del actuador es controlar de forma automática el régimen de velocidad del motor sin aceleraciones bruscas, generando la potencia del motor de forma continua. Normalmente el actuador se acopla al dispositivo de entrada del fuel-oil del motor.

Cuando el grupo se encuentra en un lugar muy apartado del operario y funciona las 24 horas del día es necesario instalar un mecanismo para restablecer el combustible gastado. Consta de los siguientes elementos:

- Bomba de Trasiego. Es un motor eléctrico de 220 VCA en el que va acoplado una bomba que es la encargada de suministrar el combustible al depósito. Una boya indicadora de nivel máximo y nivel mínimo. Cuando detecta un nivel muy bajo de combustible en el depósito activa la bomba de trasiego.

Cuando las condiciones de frío en el ambiente son intensas se dispone de un dispositivo calefactor denominado Resistencia de Precaldeo que ayuda al arranque del motor. Los grupos Electrógenos refrigerados por aire suelen emplear un radiador eléctrico, el cual se pone debajo del motor, de tal manera que mantiene el aceite a una cierta temperatura. En los motores refrigerados por agua la resistencia de precaldeo va acoplada al circuito de refrigeración, esta resistencia se alimenta de 220 Vca y calienta el agua de refrigeración para calentar el motor. Esta resistencia dispone de un termostato ajustable; en él seleccionamos la temperatura adecuada para que el grupo arranque en breves segundos.

Para tener más información sobre cómo instalar un generador teniendo en cuenta sus riesgos, ver este video[20].

A continuación se mostrará un ejemplo de grupo electrógeno con sus características pertinentes:



Aislamiento Clase F

Arranque Eléctrico

Autonomía 5/ 6 horas

Capacidad 43 L

Cilindrada 3,26 L

Cilindros 4

Corriente 27 A

Factor De Potencia 0,8

Fases 3 y 4 cables

Frecuencia 50 Hz

Medidas En Mm. 2.000 x 850 x 1.090

Motor Mod. 495 D

Nivel De Ruido A 7 M. 80 - 85 dB

Peso Seco 890 Kg

Pot. Contínua 15 Kw/ 18,75 Kva

Pot. Máx. 16,5 Kw/ 21 Kva

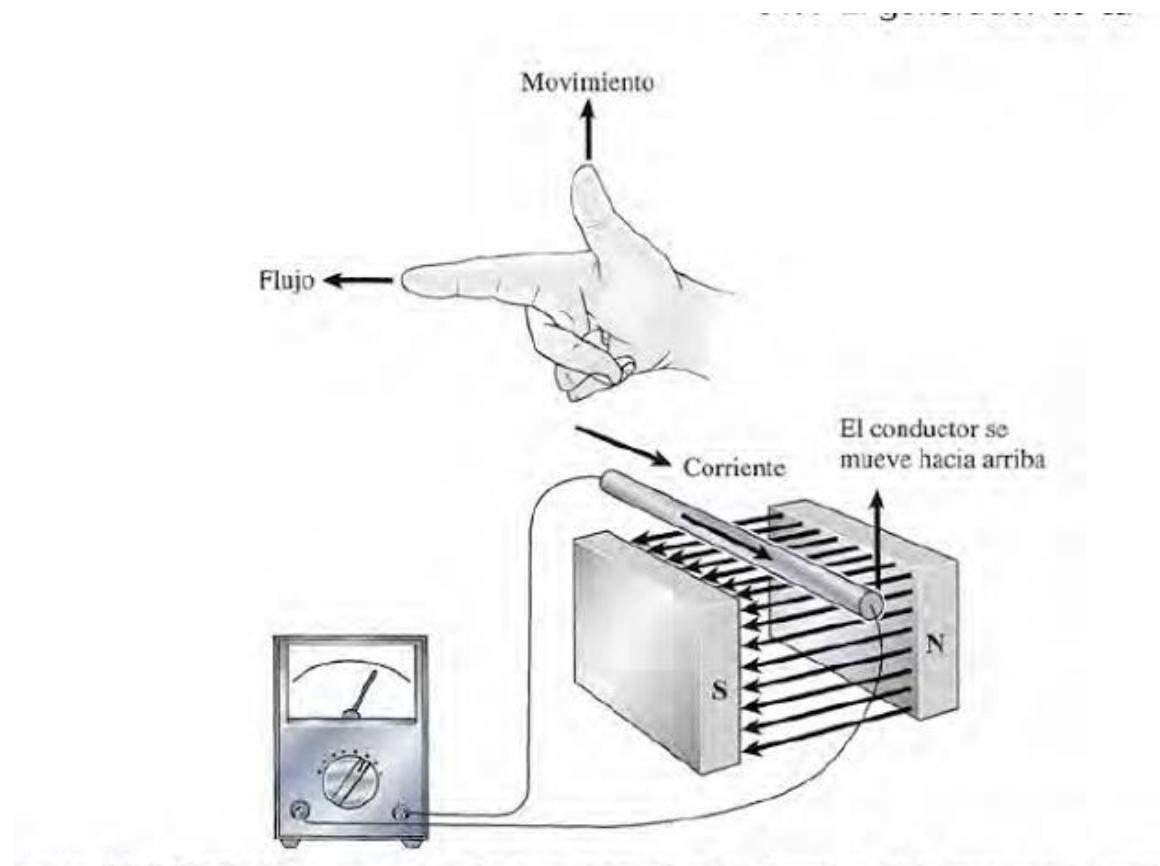
Reg. De Voltaje Por A VR Tensión 400/ 230 V

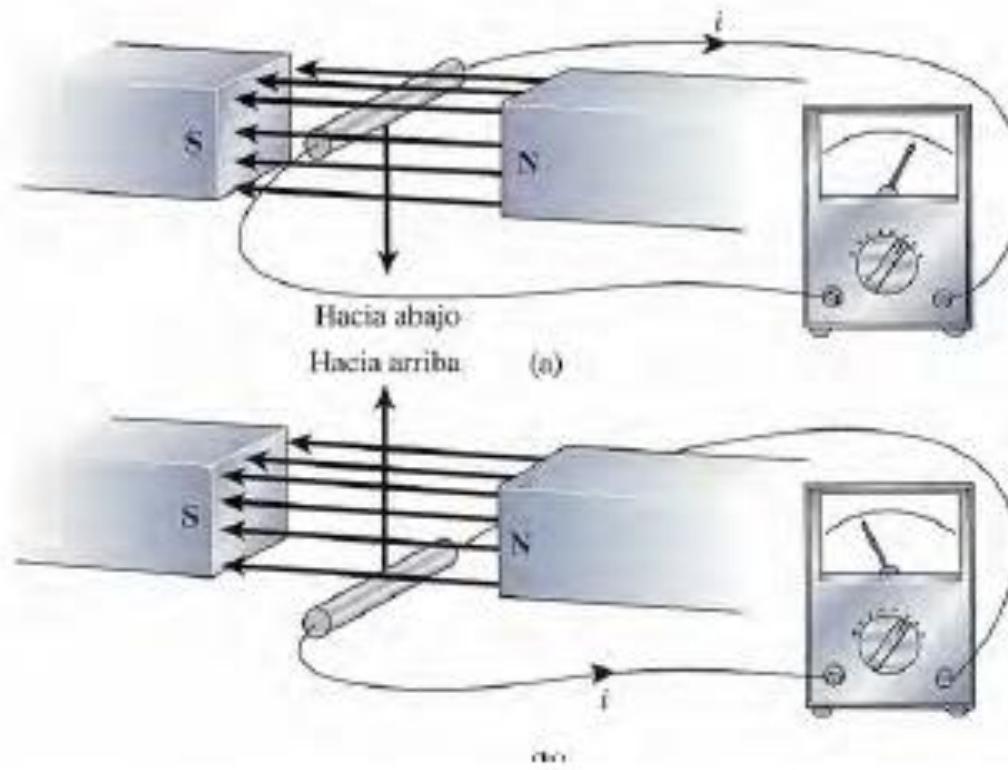
Tipo De Excitación Auto sin carbones

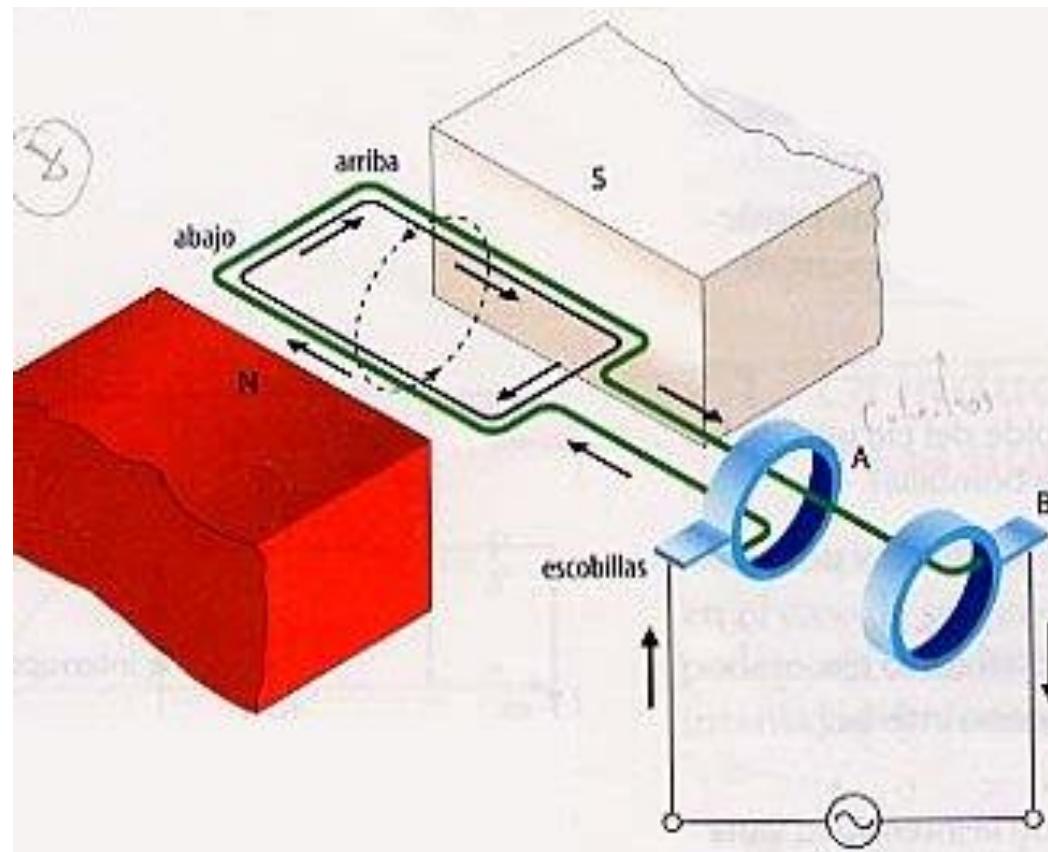
Para grandes servidores o para grandes instalaciones, se requiere otro tipo de equipos; los valores cambiarán acorde a las necesidades pero el concepto es el mismo: **brindar electricidad cuando haga falta.**

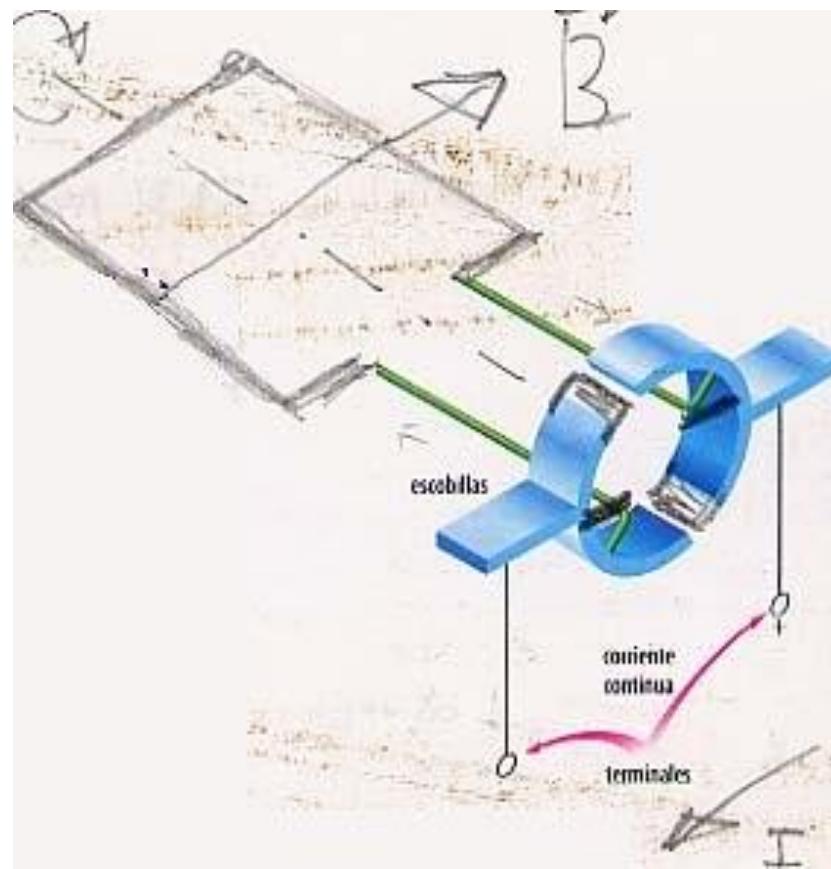
# SISTEMAS DE HARDWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN

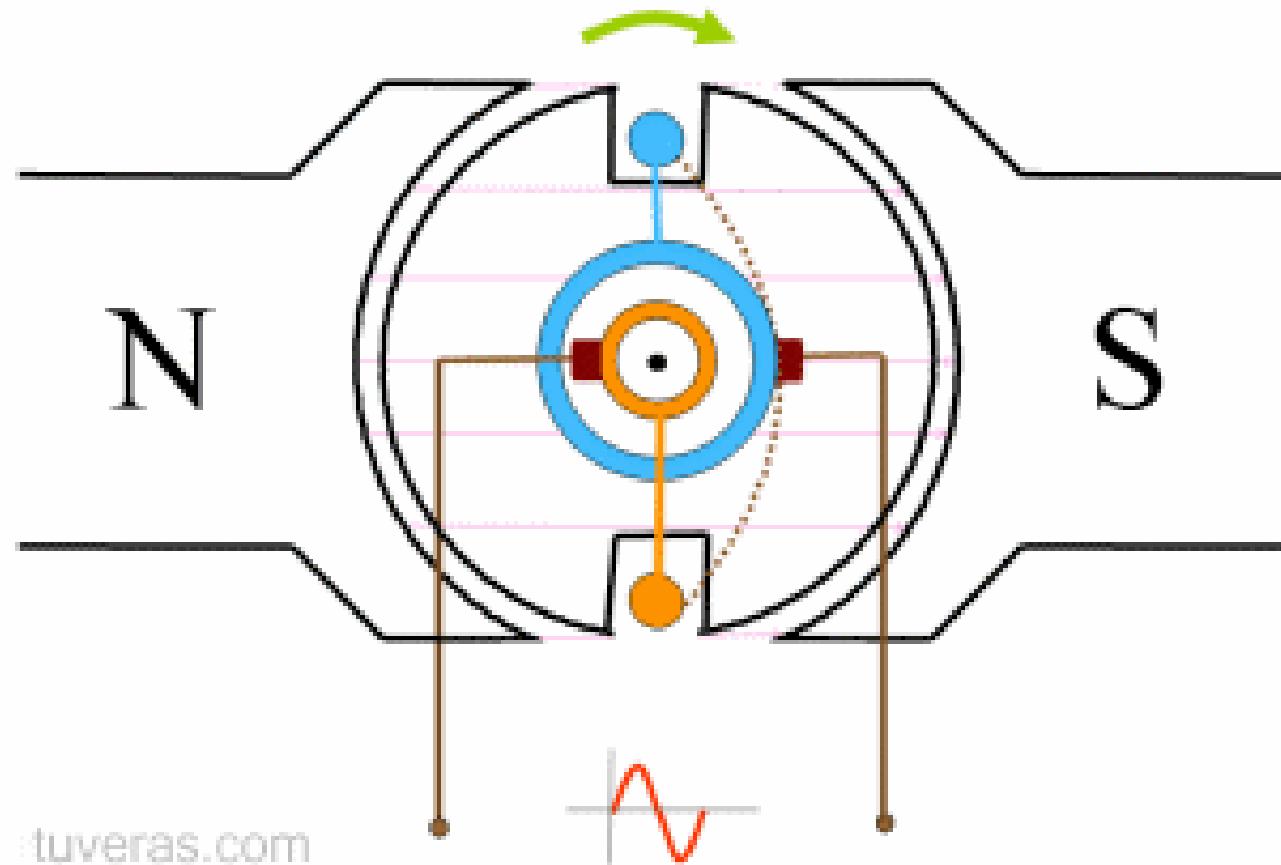
Profesor : Ing. Gonzalo Calderón

**LEY DE FARADAY**

**LEY DE FARADAY**

**GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA: ALTERNADOR**

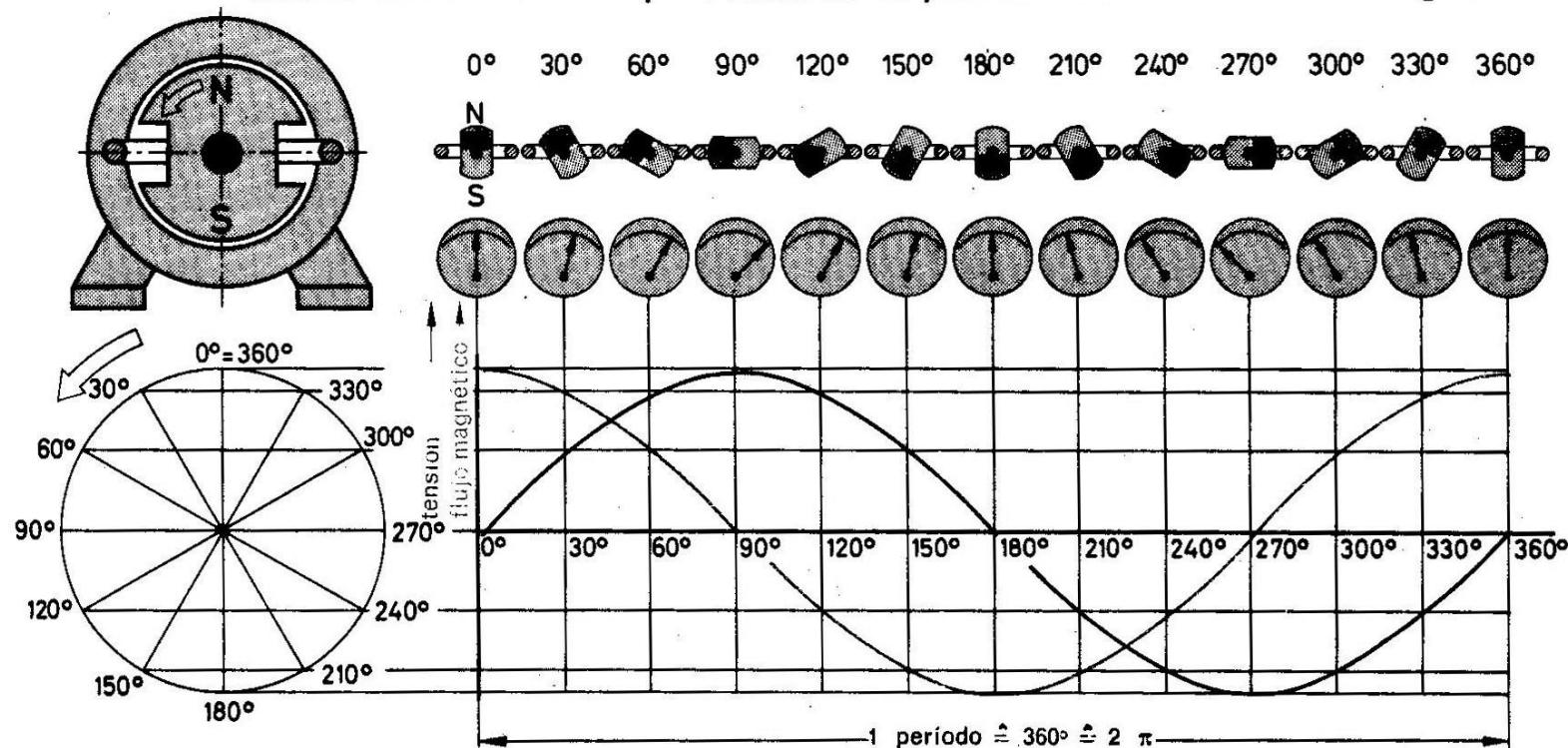
**GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA: DINAMO**

**GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA: ALTERNADOR Animación**

tuveras.com

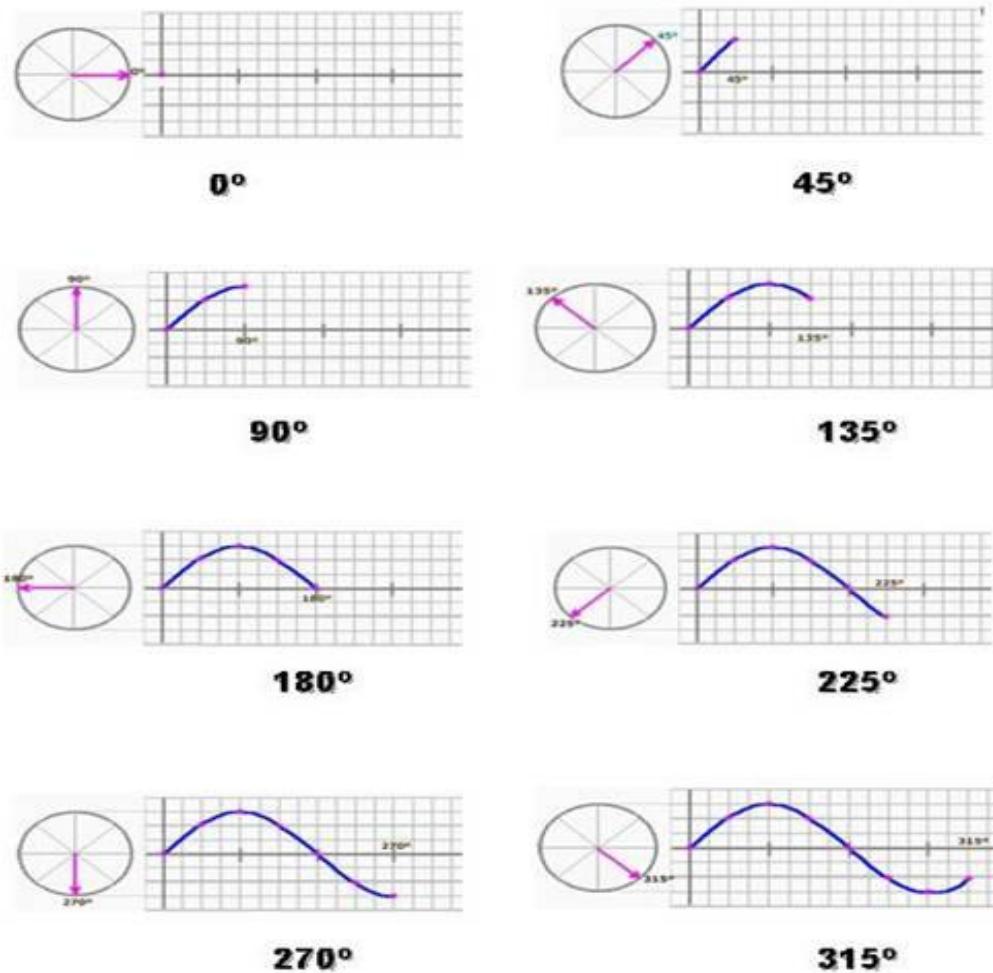
## GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA: ALTERNADOR

### Forma de Onda de V

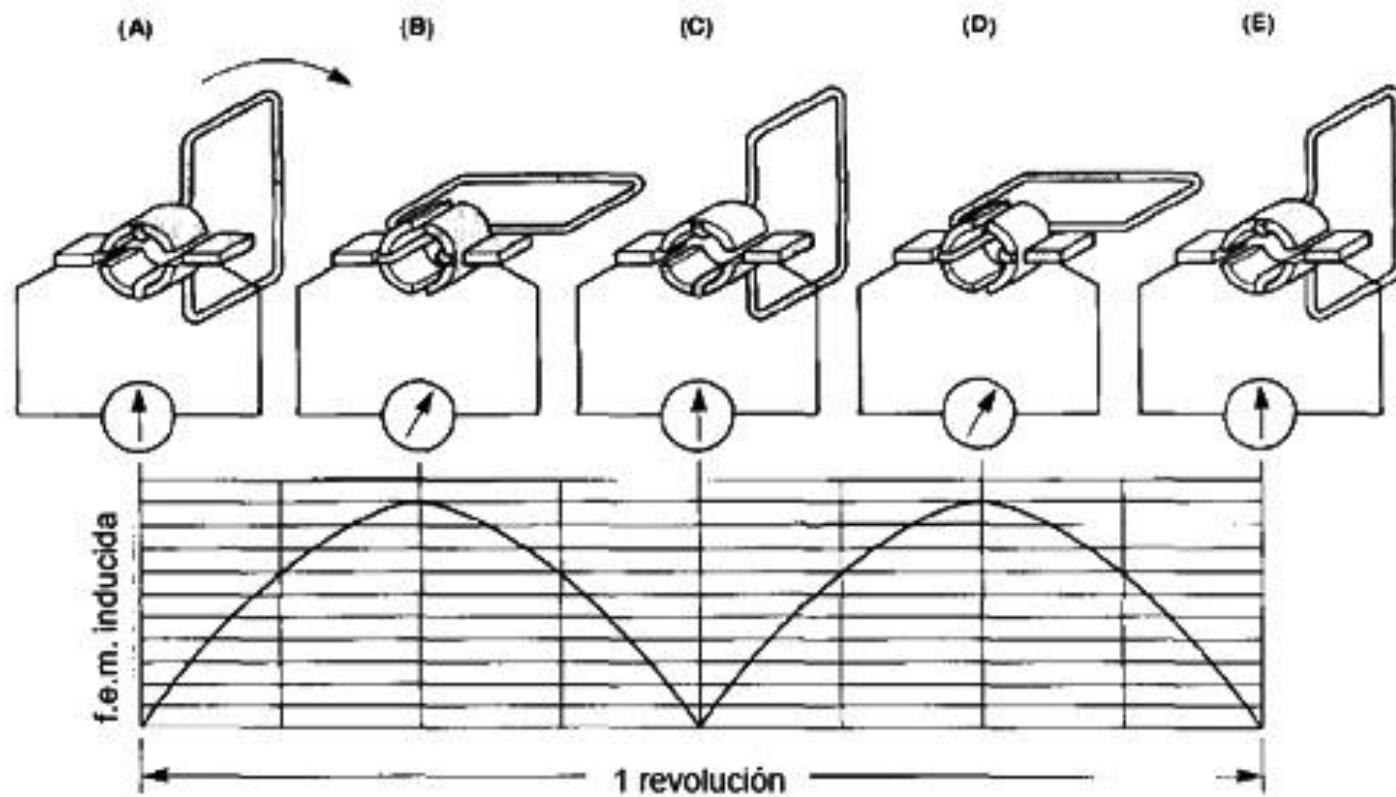


## GENERADOR DE CORRIENTE ALTERNA: ALTERNADOR

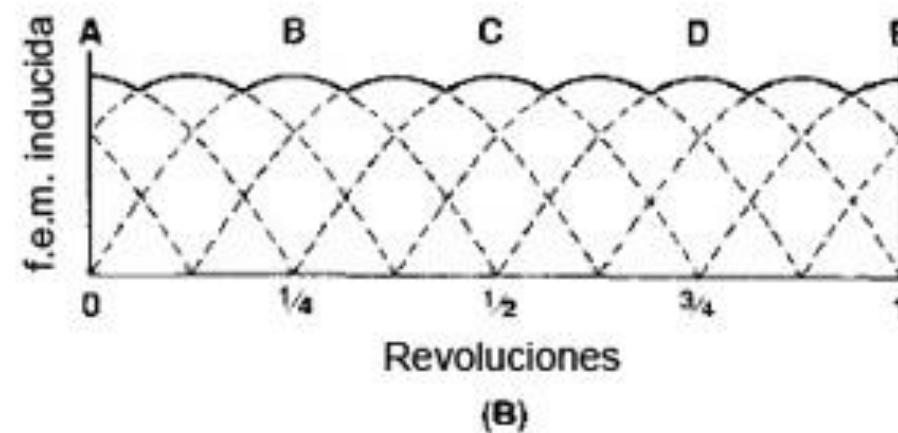
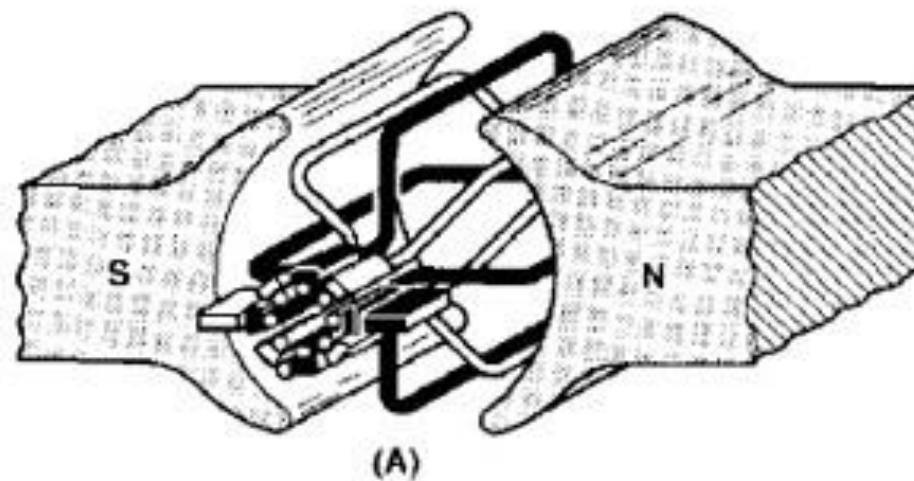
### Forma de Onda de V



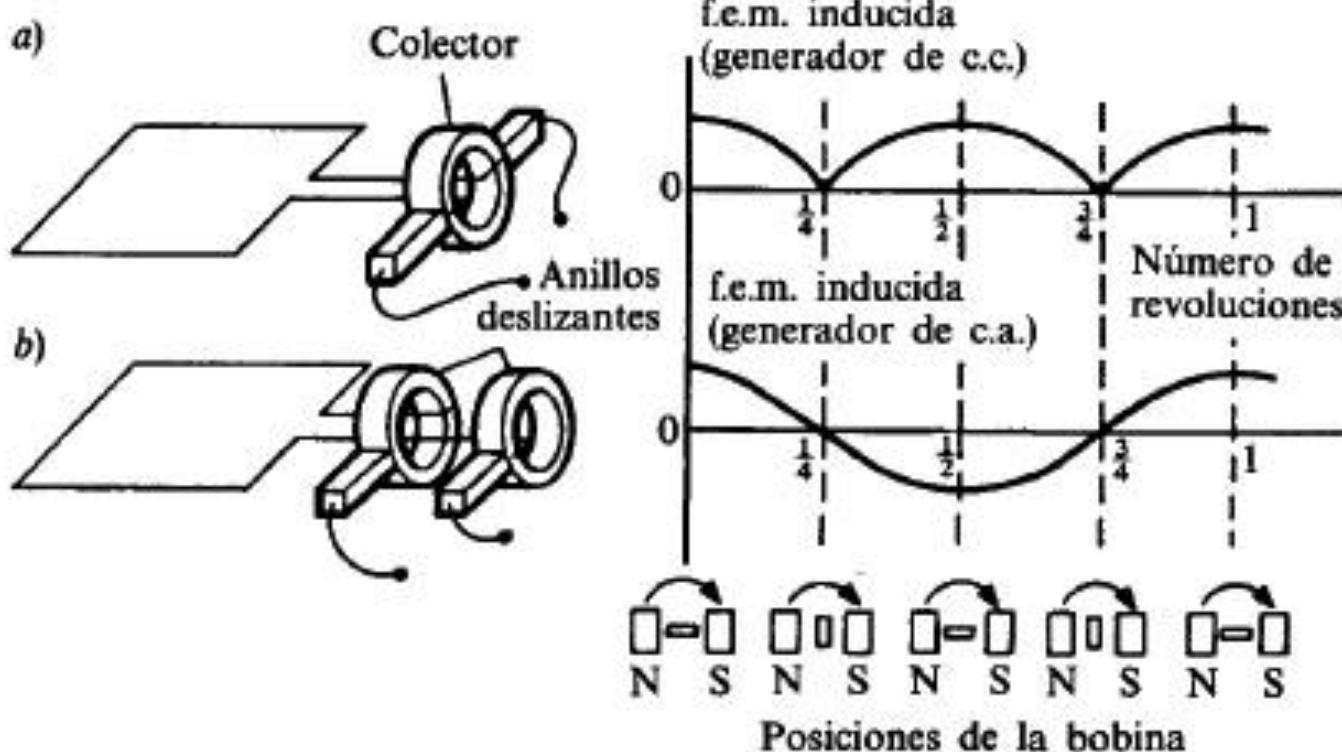
**GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA: DINAMO**  
*Forma de Ondas de I*



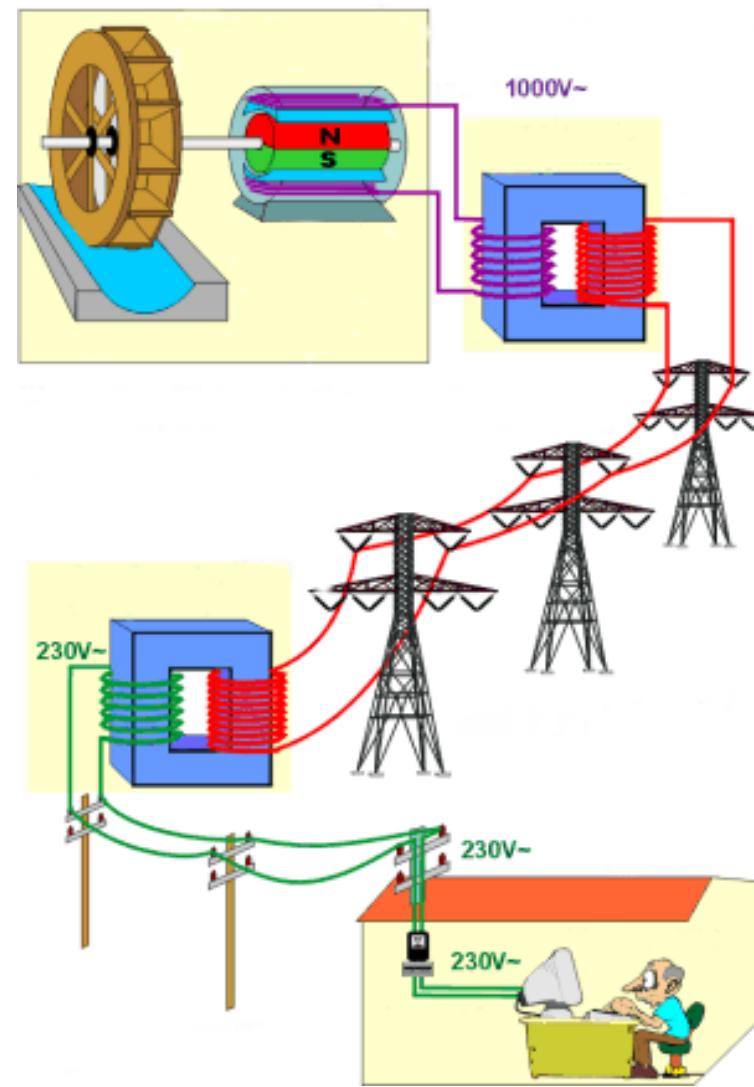
**GENERADOR DE CORRIENTE CONTINUA: DINAMO**  
*Forma de Ondas de FEM*



**ALTERNADOR / DINAMO**  
*Comparación Formas de Onda de V*

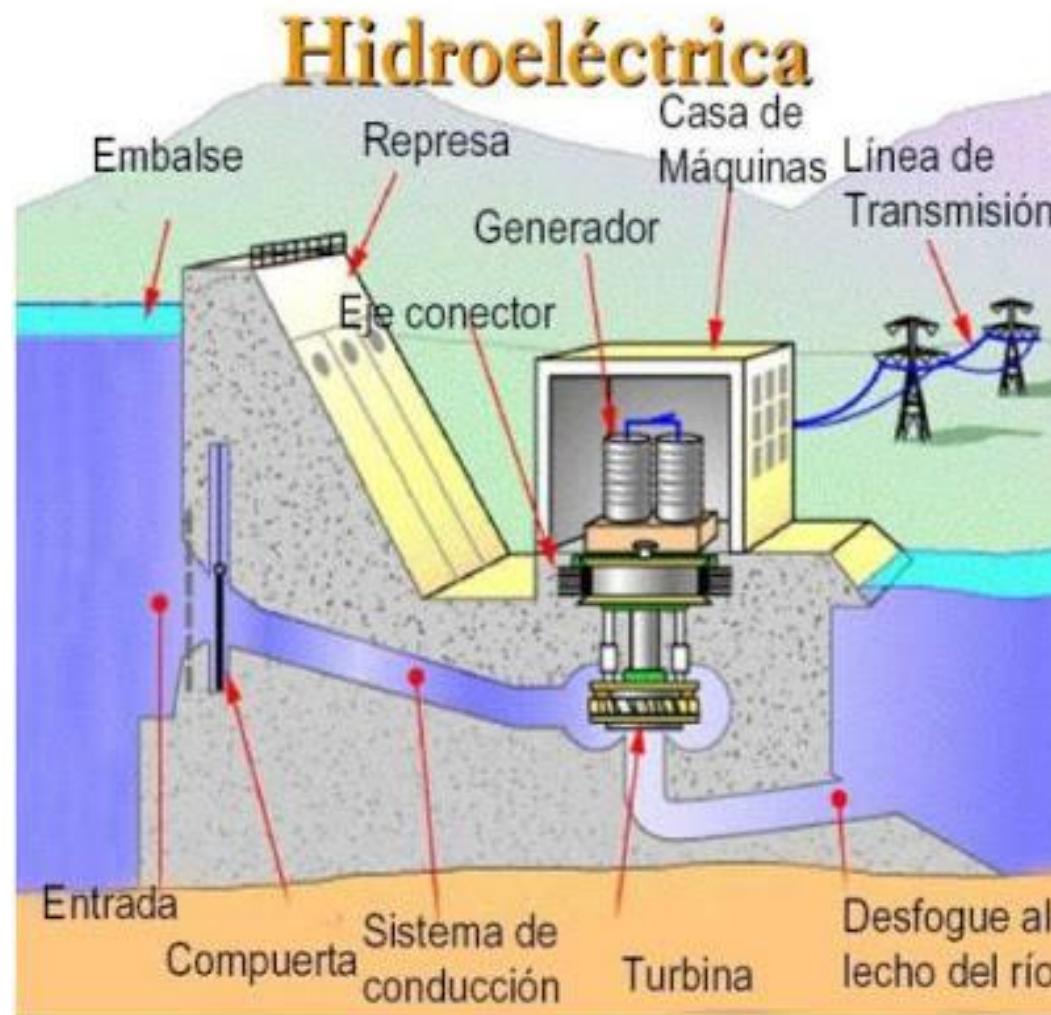


## GENERACIÓN ELÉCTRICA





*Central Hidroeléctrica Piedra del Águila (Río Limay, Piedra del Águila, Provincia Neuquén y Río Negro, Patagonia, 1993)*



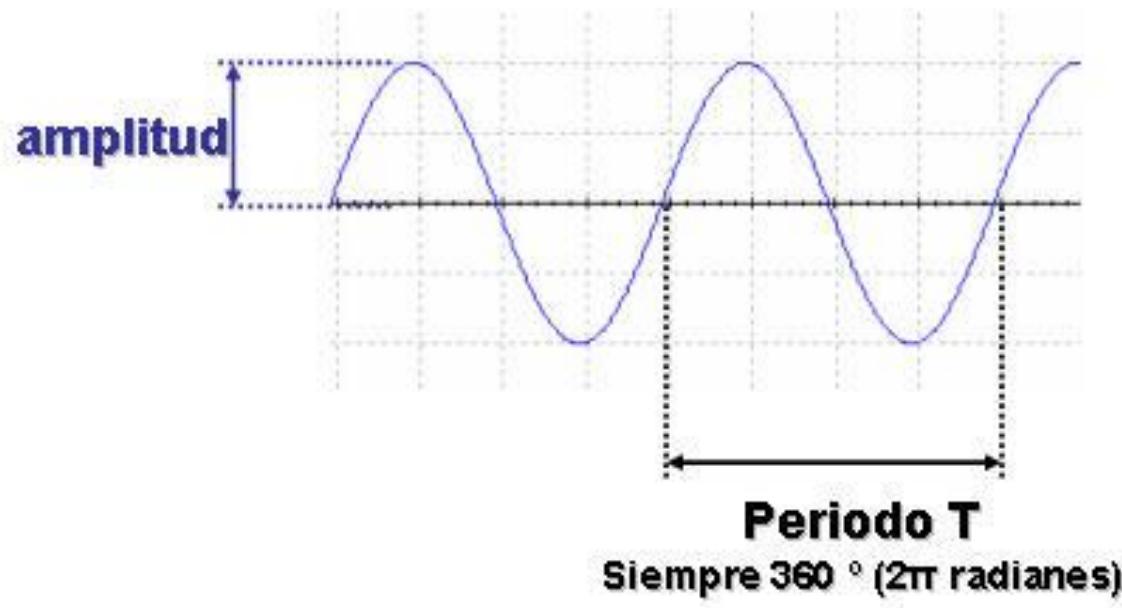
## GENERACIÓN ELÉCTRICA



UAI – FTI Sistemas de Hardware para la Administración



## ***ANALISIS DE FORMAS DE ONDAS, PARAMETROS***

***ANALISIS DE FORMAS DE ONDAS, PARAMETROS***

- **Amplitud ( $V_{\max}$ ;  $I_{\max}$ ):** es el valor máximo de la senoidal. La amplitud positiva y negativa son iguales pero con signo contrario.

***ANALISIS DE FORMAS DE ONDAS, PARAMETROS***

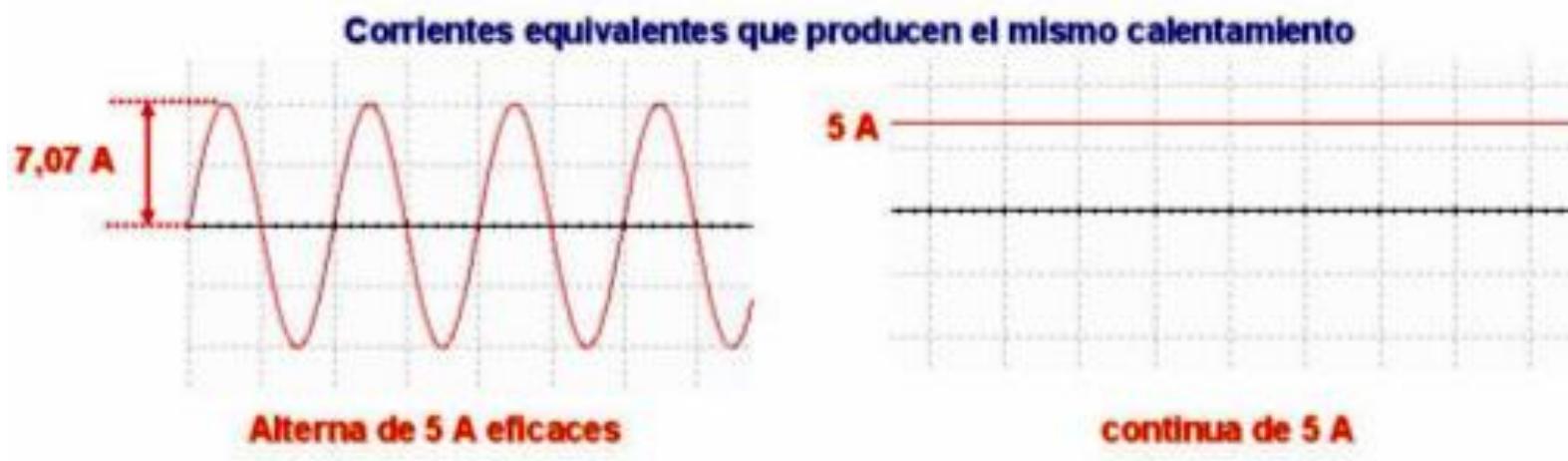
**Valor eficaz (V; I):** representa el valor de una magnitud continua equivalente. Matemáticamente

$$\text{Valor eficaz} = \frac{\text{Valor máximo(amp litud)}}{\sqrt{2}}$$

***ANALISIS DE FORMAS DE ONDAS, PARAMETROS***

**Ejemplo:** Supongamos una corriente continua de 5 (A). Esta intensidad producirá un calor por “efecto Joule” al circular por un conductor. La corriente alterna que produce el mismo calor tendrá como valor eficaz 5 (A), y como amplitud :

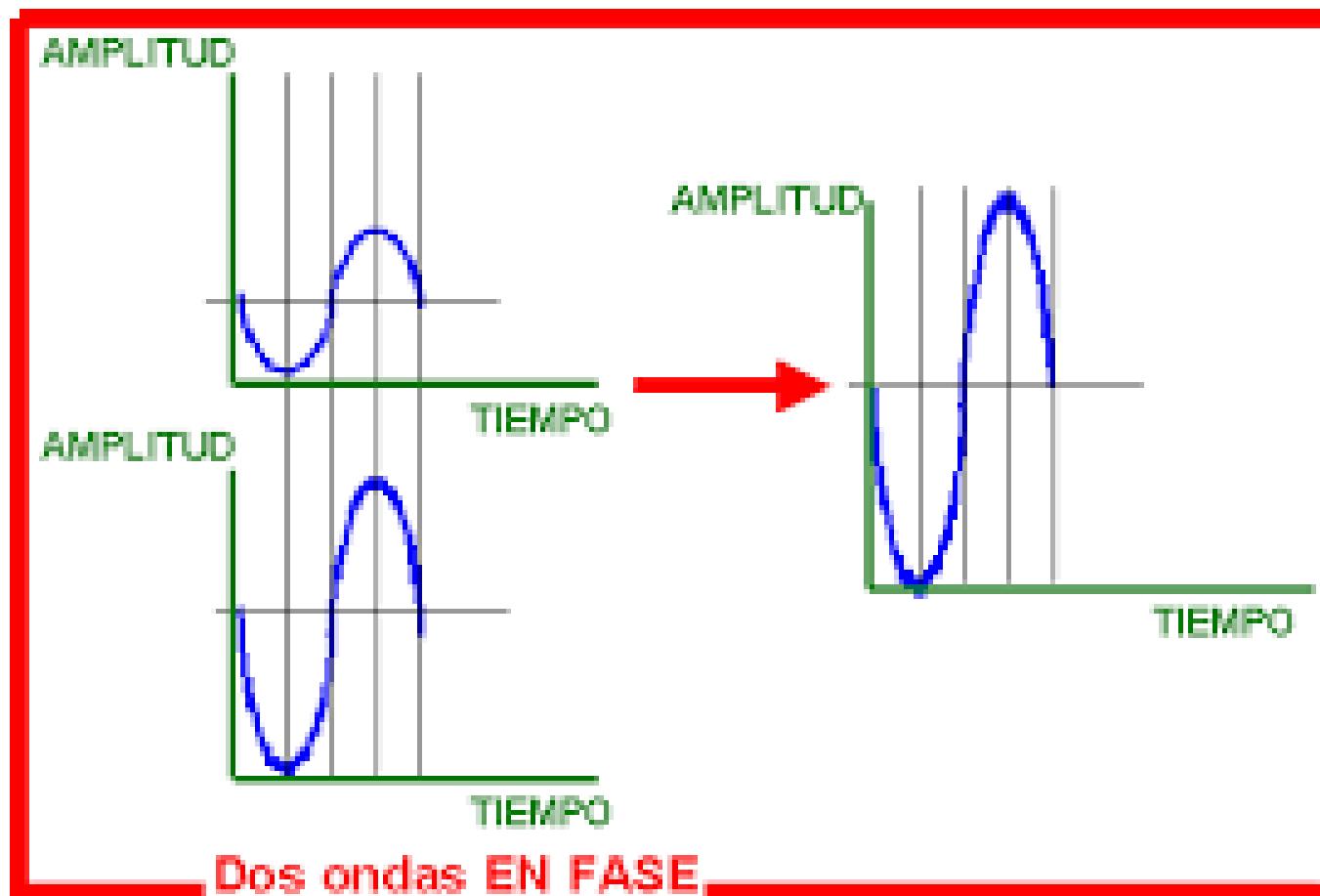
$$\text{amplitud} = \text{valor eficaz} * \sqrt{2} = 7,07 \text{ (A)}$$



***ANALISIS DE FORMAS DE ONDAS, PARAMETROS***

**Frecuencia (f):** se define frecuencia como el número de repeticiones que un fenómeno o suceso periódico se repite en la unidad de tiempo. Para el caso que nos ocupa, la frecuencia será el número de ondas completas o ciclos que se producen en un segundo. La unidad de medida es el hercio (Hertz) y se designa por Hz. Si nos atenemos al ejemplo de la figura:



**PRINCIPIO DE SUPERPOSICION**

# SISTEMAS DE HARDWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN

## Generadores

## Grupos Electrógenos

Profesor : Ing. Gonzalo Calderón

*UAI – FTI Sistemas de Hardware para la Administración*

# Temario

## GENERADORES - GRUPOS ELECTROGENOS

- 1) Introducción.
- 2) Modelos de GE.
- 3) Utilización de GE.
- 4) Descripción de un GE.
- 5) Interconexión de un GE.
- 6) Características de un GE.

## Introducción:



# Generadores Grupos Electrógenos

Modelos de GE:



## Utilización de GE:

### Cuando es necesario?

- Si NO hay red eléctrica disponible
- Si hay déficit en la generación de energía eléctrica
- Si son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico



# Generadores Grupos Electrógenos

Descripción de un GE:

Que es?

Generador de electricidad

MAS

Motor de combustión interna



# Generadores Grupos Electrógenos

## Descripción de un GE:

### Partes principales

Motor  
Alternador  
Sistemas de control



### Otros...

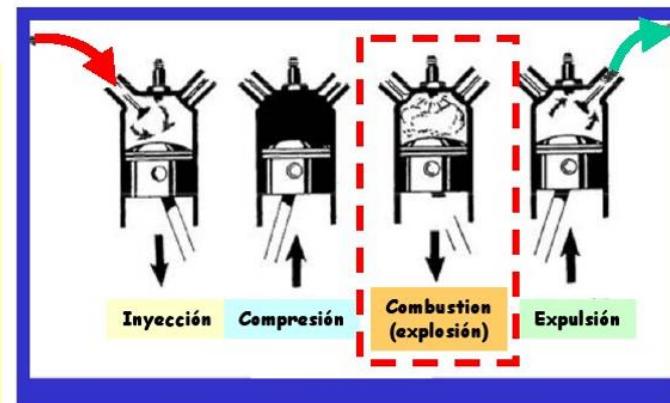
Regulador  
Sistema eléctrico del motor  
Sistema de refrigeración  
Depósito de combustible  
Aislamiento de la vibración  
Silenciador y sistema de escape

Descripción de un GE:

## Motor de Combustión Interna

### Proceso

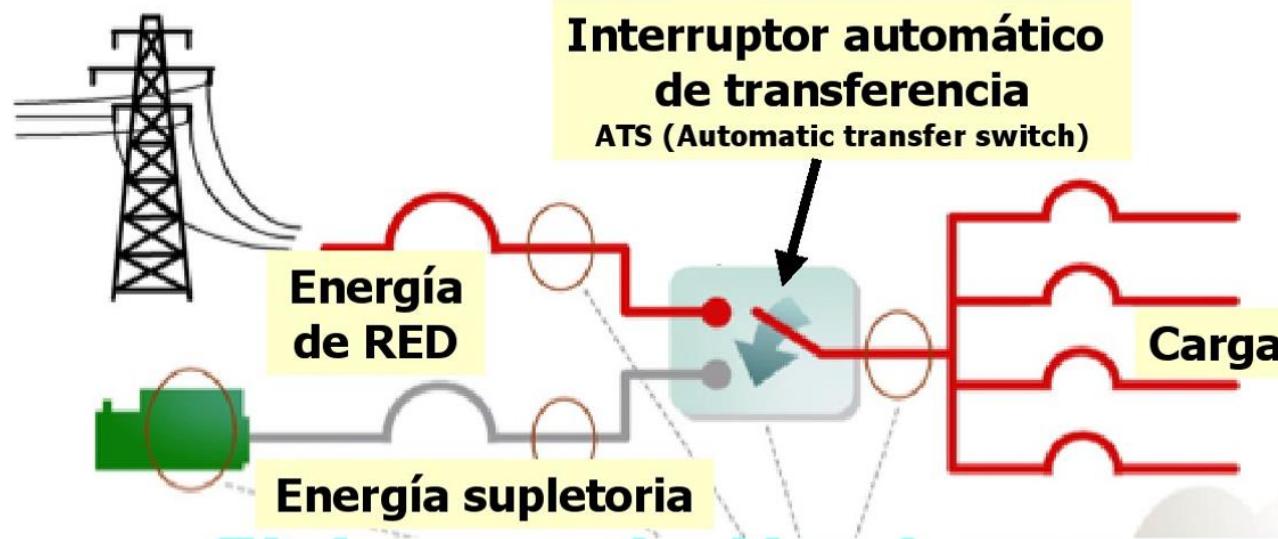
- combustible y comburente
- mezcla arde en cámara de combustión
- obtiene energía mecánica mediante una explosión controlada



Interconexión de un GE:

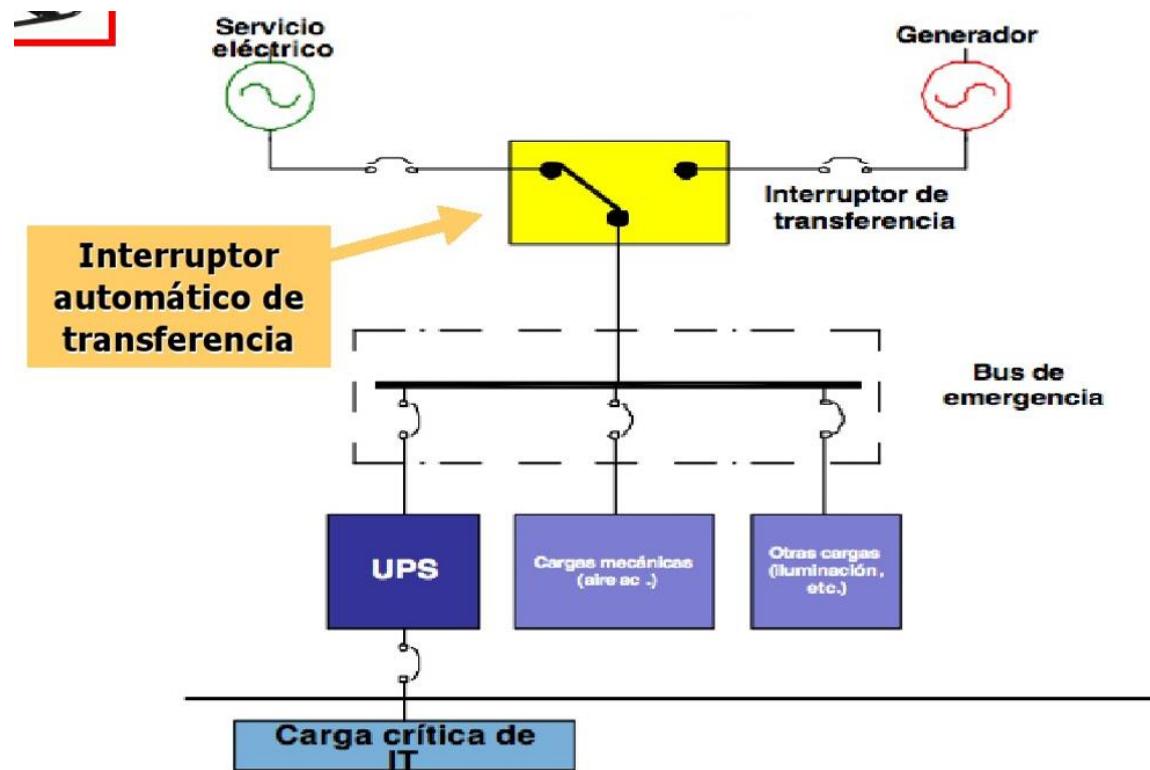
## Sistema de Control

(Tablero de Transferencia Automático)



# Generadores Grupos Electrógenos

Interconexión de un GE :



# Generadores Grupos Electrógenos

## Interconexión de un GE :

- **Reconoce un corte ó baja de tensión** (Falla de energía externa)  
(de 0,1 á 30 segundos)
  - **Realiza el arranque del motor**
    - Cebado ó precalentamiento de bujías diesel = específico para cada motor.
    - Tiempo de precalentamiento de motor antes de conectar la carga = 3 minutos.
  - **Realiza la transferencia de cargas**
  - **Espera de Normalización de la red externa**  
(reconoce el retorno de servicio = 1 minuto)
  - **Realiza la reconexión a la red externa**

# Generadores Grupos Electrógenos

## Características de un GE:

Arranque Eléctrico

Autonomía 5/ 6 horas

Capacidad 43 L

Cilindrada 3,26 L

Cilindros 4

Corriente 27 A

Factor De Potencia 0,8

Fases 3 y 4 cables

Frecuencia 50 Hz

Medidas En Mm. 2.000 x 850 x 1.090

Motor Mod. 495 D

Nivel De Ruido A 7 M. 80 - 85 dB

Peso Seco 890 Kg

Aislamiento Clase F

Pot.Continua 15 KW/ 18.5 KVA

Pot. Máx. 16.5 KW/ 21 KVA

Reg. de Voltje 400 / 230V

Tipo de excitación Automática sin carbones



# UPS – Uninterruptible Power Supply

**Preguntas?**

# SISTEMAS DE HARDWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN

## Sistemas Supletorios de Energía UPS

Profesor : Ing. Gonzalo Calderón

*UAI – FTI Sistemas de Hardware para la Administración*

# Temario

## UPS – Uninterruptible Power Supply-

- 1) Introducción.
- 2) Calidad de la Energía Eléctrica.
- 3) Causas de Variación en Sistemas Eléctricos.
- 4) Serie de Fourier
- 5) Configuración Básica de UPS.

## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Introducción:

Proveer de Energía Eléctrica de Calidad a los sistemas de las Organización, los cuales debido al avance de la automatización de procesos en tiempo real y la interconectividad, junto a sus aplicaciones se los considera como “CRITICOS”. Estos son los sistemas considerados de tipo **7/24**.

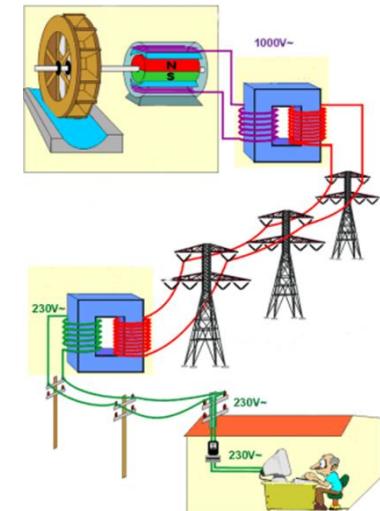
- A. Sistema Bancario y Financiero.
- B. Salud.
- C. Comunicaciones.
- D. Aeropuertos.
- E. Defensa.
- F. Sistemas de Control Inteligente de Trafico.

## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Calidad de la Energía Eléctrica:

La calidad de energía eléctrica depende principalmente de los siguientes factores:

- a) La Energía CA no se almacena.
- b) Gestión multiorganismo (Transporte y Distribución)
- c) Just in Time.
- d) Confianza en Proveedores.
- e) Tipos de redes (subterráneas- aéreas).

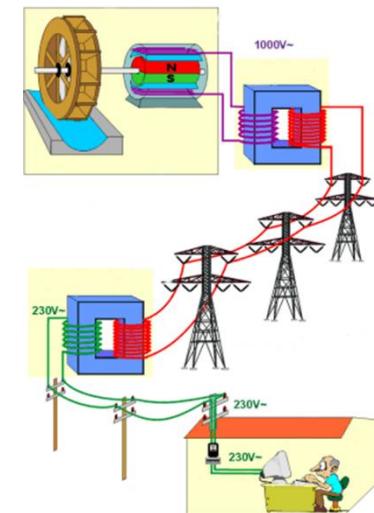


## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Calidad de la Energía Eléctrica:

El 50% de los problemas ocasionados en los equipos eléctricos e informáticos así como las perdidas de información, se deben a interrupciones y perturbaciones en el suministro de Red eléctrica, según la **National Quality Laboratory** cada año en un edificio de oficinas se producen las siguientes fallas de origen eléctrico:

- 36 Picos de Tensión.
- 264 Bajadas de Tensión.
- 5 Apagones de Red mayor a 10 segundos.



## Causas de Variación en Sistemas Eléctricos

**RUIDO ELÉCTRICO:** Definido como “interferencias en alta frecuencia”. Pueden ser causa por interferencias producidas por transmisores, maquinas de soldar, impresoras, relámpagos. Pueden causar errores en los programas como a los componentes de electrónica.



## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Causas de Variación en Sistemas Eléctricos

**VARIACION DE FRECUENCIA:** Se refiere a un cambio en la estabilidad de la “frecuencia”, resultando de un generador o sitios de co-generación que experimentan carga o descarga (demanda). La variación de frecuencia puede causar u funcionamiento errático de los sistemas, perdida de información (motores paso a paso) y daños de equipos.



## Causas de Variación en Sistemas Eléctricos

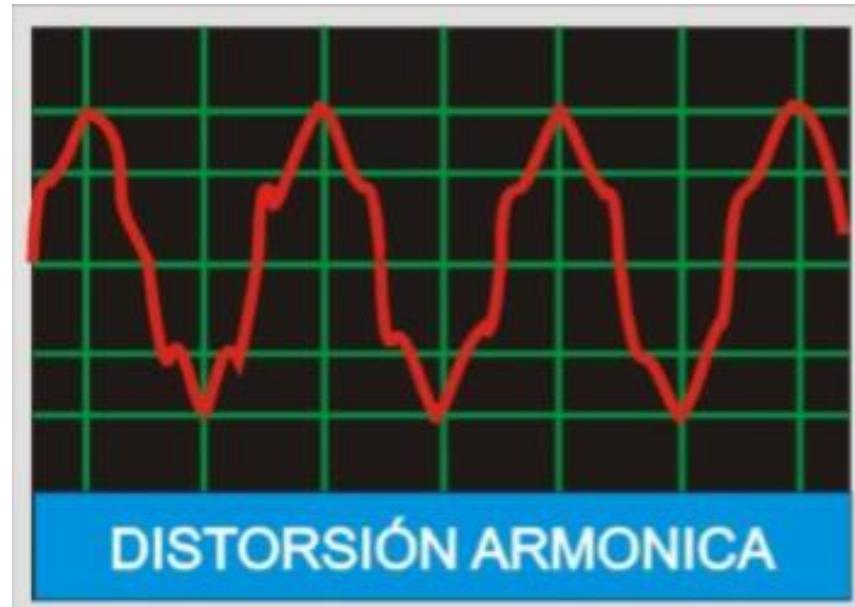
**TRANSITORIO:** Transitorio por Comutación es la caída instantánea de voltaje en el rango de los nanosegundos. La duración normal es mas corta que un pico, puede causar fallos prematuros en los componentes electrónicos.



## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Causas de Variación en Sistemas Eléctricos

**DISTORSION ARMONICA:** Es la distorsión de la forma de onda normal, es causada por cargas no lineales que se conectan a la red eléctrica. Motores, copiadoras, maquinas de Fax.



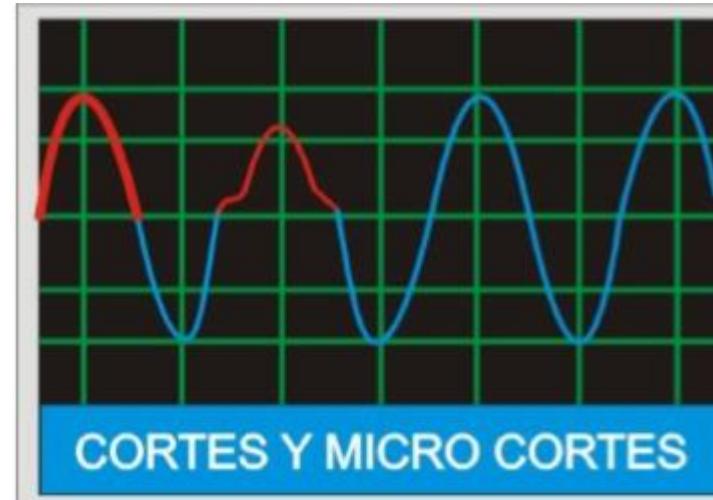
## Causas de Variación en Sistemas Eléctricos

### SUBIDA O BAJADA, SOBRE TENSION:



## Causas de Variación en Sistemas Eléctricos

**CORTES Y MICRO CORTES:** Cortes y micro cortes, son causados por fallos en la utilización de la compañía eléctrica, rayos en las líneas o sobrecargas de las mismas, además de errores de factor humano.



# Series de Fourier

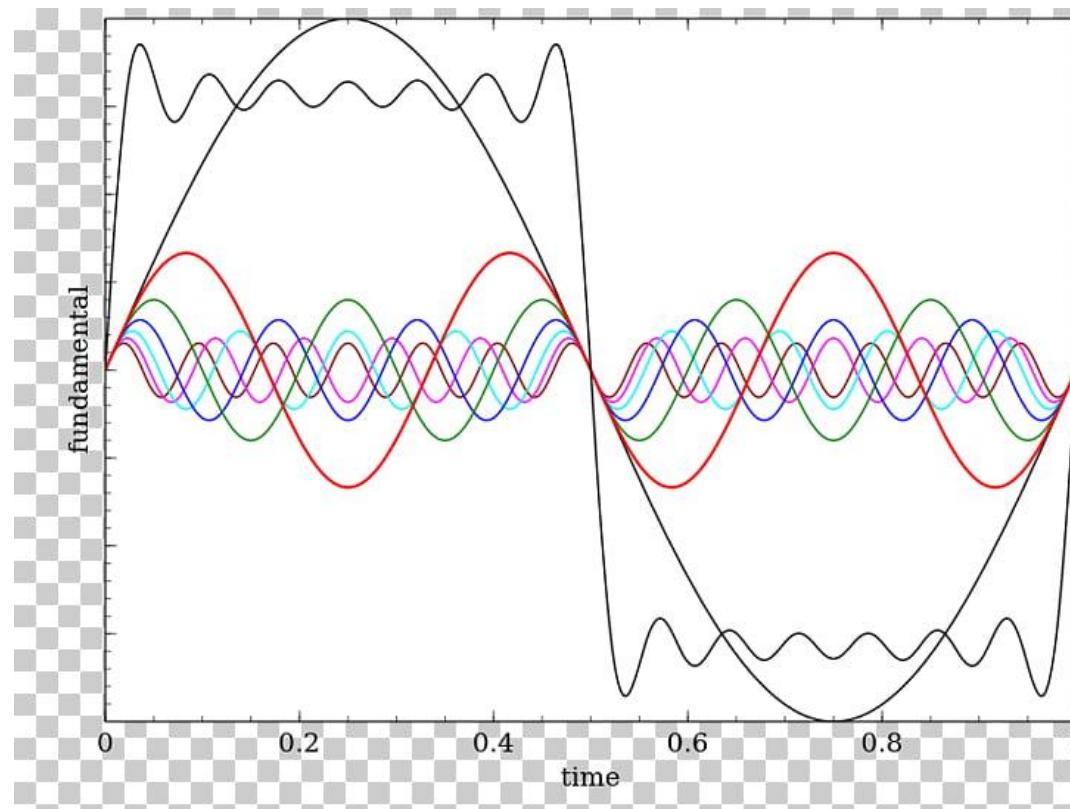


La idea básica de las series de Fourier es que toda función periódica de período  $T$  puede ser expresada como una suma trigonométrica de senos y cosenos del mismo período  $T$ . El problema aparece naturalmente en astronomía, de hecho Neugebauer (1952) decubrió que los Babilonios utilizaron una forma primitiva de las series de Fourier en la predicción de ciertos eventos celestiales.

$$f(t) \sim \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[ a_n \cos\left(\frac{2n\pi}{T}t\right) + b_n \sin\left(\frac{2n\pi}{T}t\right) \right]$$

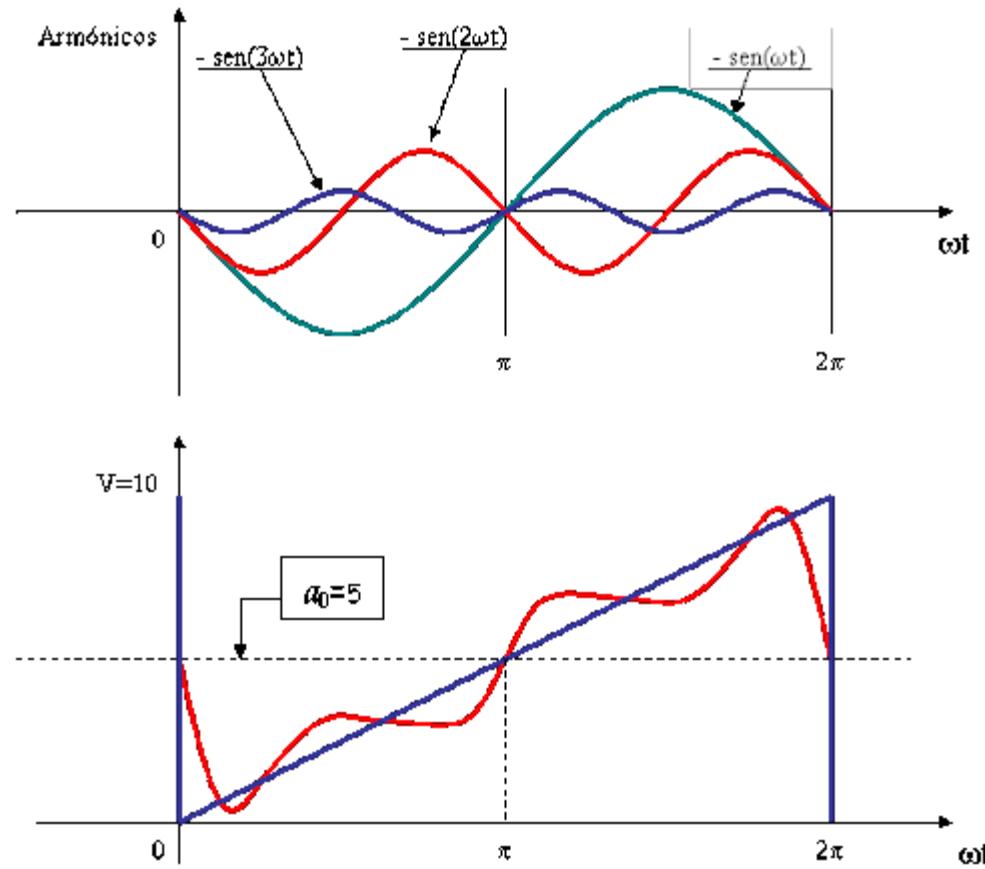
# UPS – Uninterruptible Power Supply

## Serie de Fourier



## UPS – Uninterruptible Power Supply

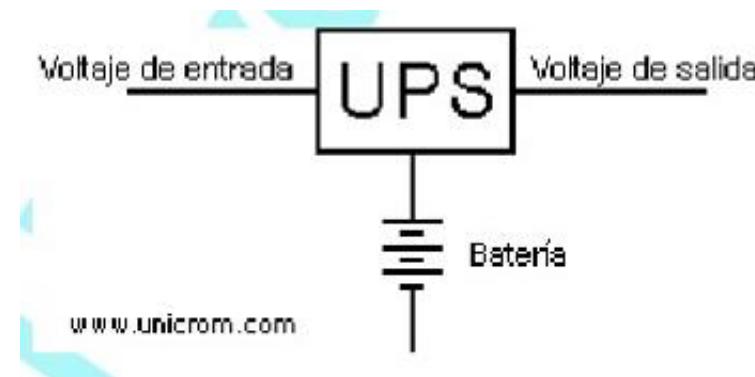
## Serie de Fourier



## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Configuración Básica de UPS

**Diagrama en bloques Genérico:** En el diagrama se puede observar le voltaje de alimentación de la UPS, la “Batería”, ambas son las dos fuentes de energía para la salida del la UPS. LA UPS tomara energía de la batería en caso de que haya ausencia de energía de entrada.



# UPS – Uninterruptible Power Supply

## Configuración Básica de UPS

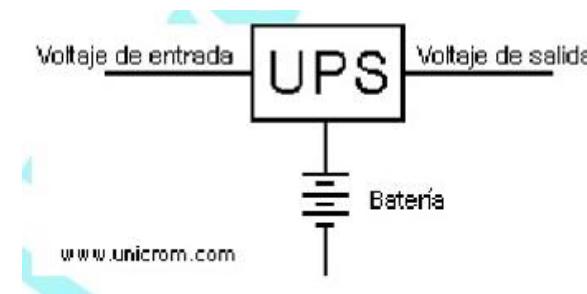
**Partes de la UPS:** básicamente las UPS tiene tres partes de mayor importancia que las constituyen.

- **Círculo de Conversión:** Rectificador de AC a DC (puente de diodos).

- **Batería:**

Es el elemento donde se almacena energía en forma química, tiene un propio régimen de descarga , Ej. BAT de 12V, 20 A/Hora... se puede descargar a un régimen de 1 A durante 20 horas, o a 2 A durante 10 horas.

- **Círculo Inversor:** Convierte la energía de DC a AC, (90% eficiencia , salida controlada).

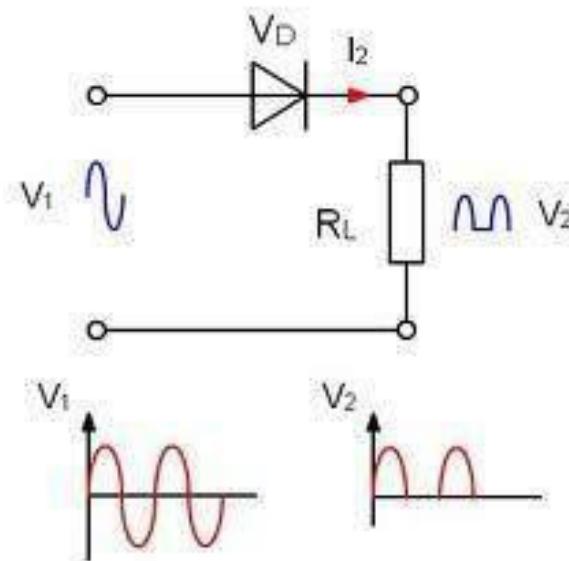


## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Configuración Básica de UPS

Partes de la UPS: básicamente las UPS tiene tres partes de mayor importancia que las constituyen.

- **Círculo de Conversión:** Rectificador de Media Onda (con diodos).

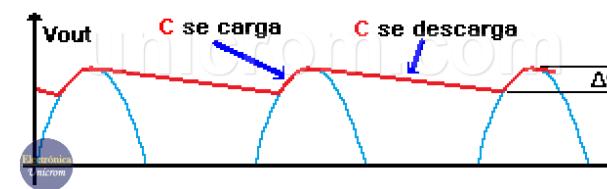
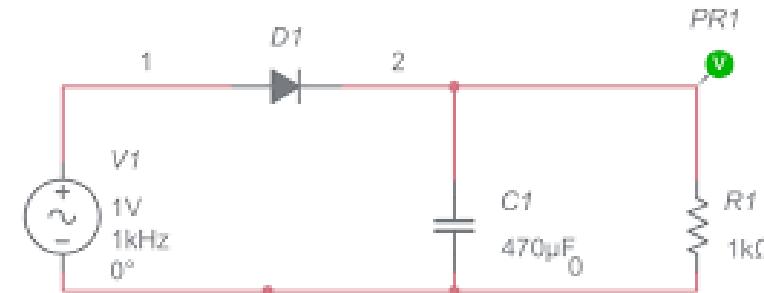
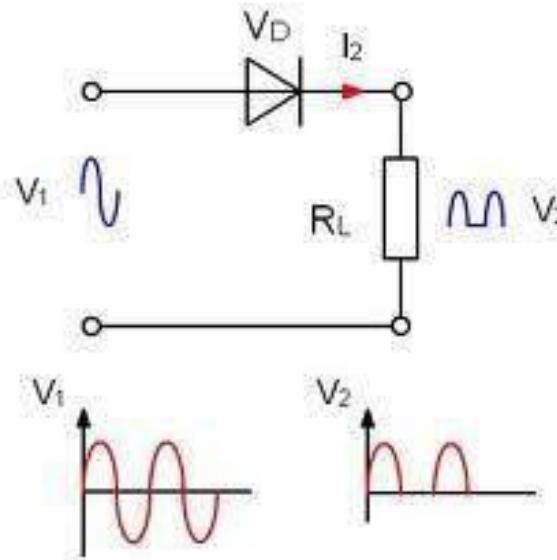


# UPS – Uninterruptible Power Supply

## Configuración Básica de UPS

**Partes de la UPS:** básicamente las UPS tiene tres partes de mayor importancia que las constituyen.

- **Círculo de Conversión:** Rectificador de Media Onda (con diodos y capacitor).

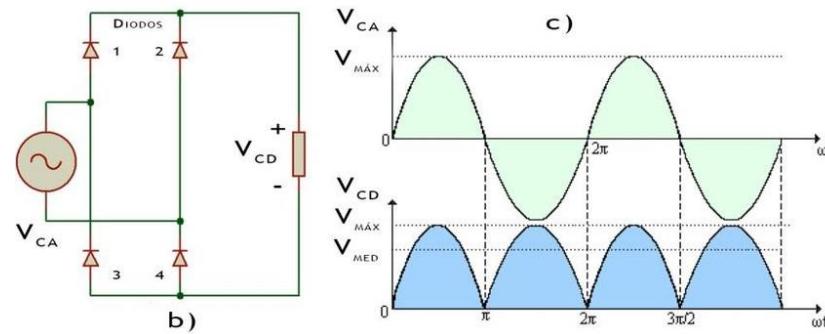


# UPS – Uninterruptible Power Supply

## Configuración Básica de UPS

Partes de la UPS: básicamente las UPS tiene tres partes de mayor importancia que las constituyen.

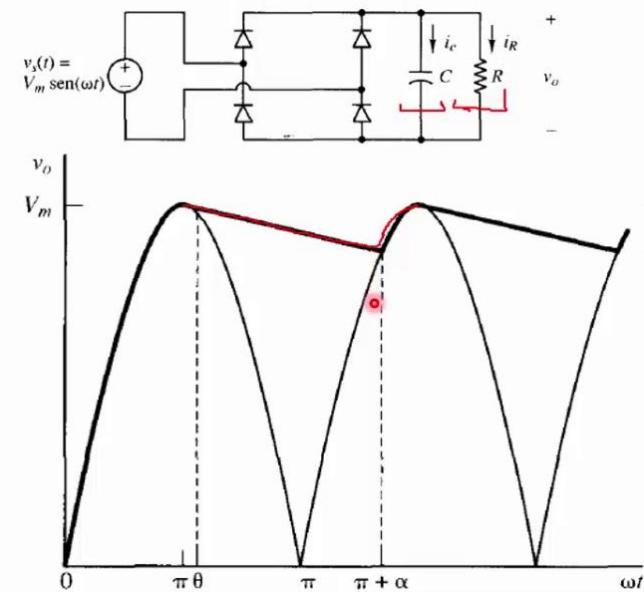
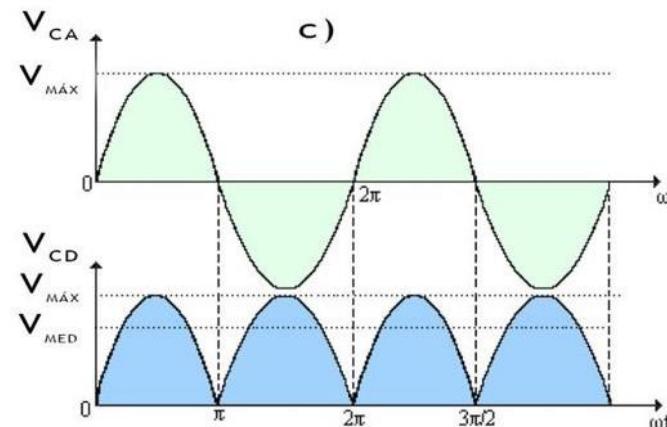
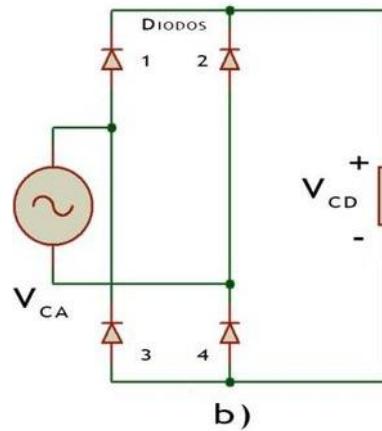
- **Circuito de Conversión:** Rectificador de Onda Completa (con diodos).



## Configuración Básica de UPS

**Partes de la UPS:** básicamente las UPS tiene tres partes de mayor importancia que las constituyen.

- **Círculo de Conversión:** Rectificador de Onda Completa (con diodos y capacitor).



# UPS – Uninterruptible Power Supply

## Configuración Básica de UPS

**Partes de la UPS:** básicamente las UPS tiene tres partes de mayor importancia que las constituyen.

- Circuito de Conversión.
- Batería.



## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Configuración Básica de UPS

**Partes de la UPS:** básicamente las UPS tiene tres partes de mayor importancia que las constituyen.

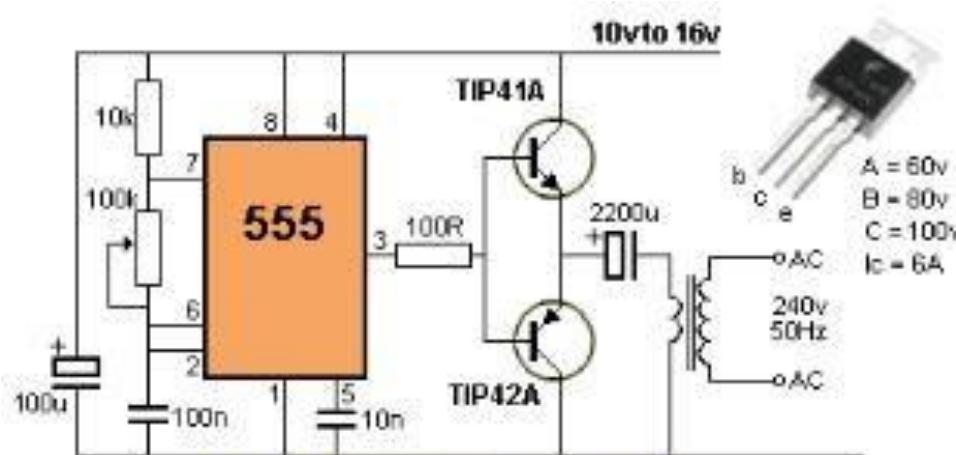
- Circuito de Conversión.
- Batería.



## Configuración Básica de UPS

**Partes de la UPS:** básicamente las UPS tiene tres partes de mayor importancia que las constituyen.

- Circuito de Conversión.
- Batería
- Circuito Inversor:



# UPS – Uninterruptible Power Supply

## Configuración Básica de UPS

Estado

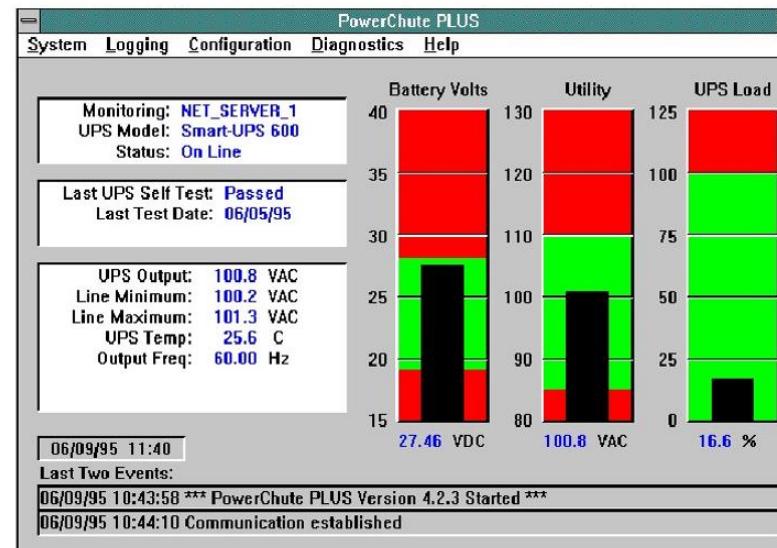
Registración

Diagnóstico

Alarmas

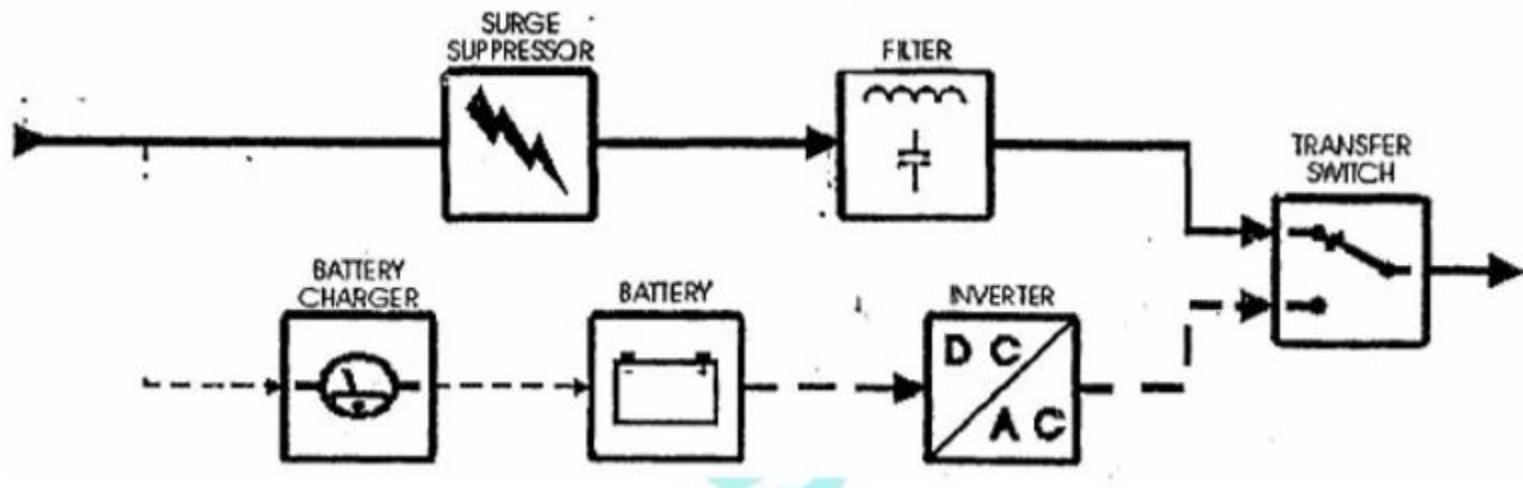
Parada

Automática



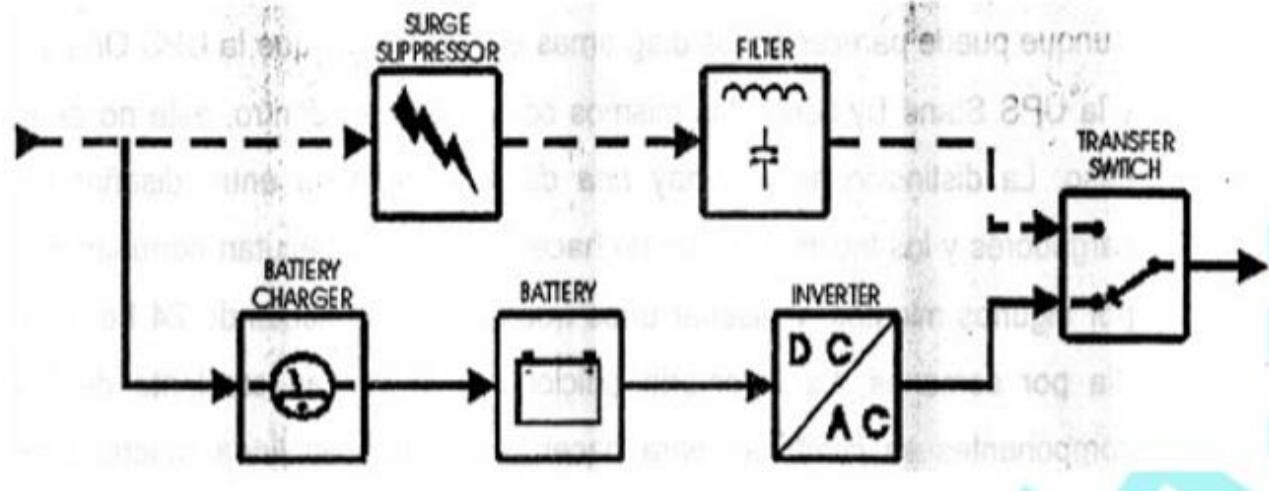
## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Configuración Stand By



## UPS – Uninterruptible Power Supply

### Configuración On line



## UPS – Uninterruptible Power Supply



# UPS – Uninterruptible Power Supply

**Preguntas?**



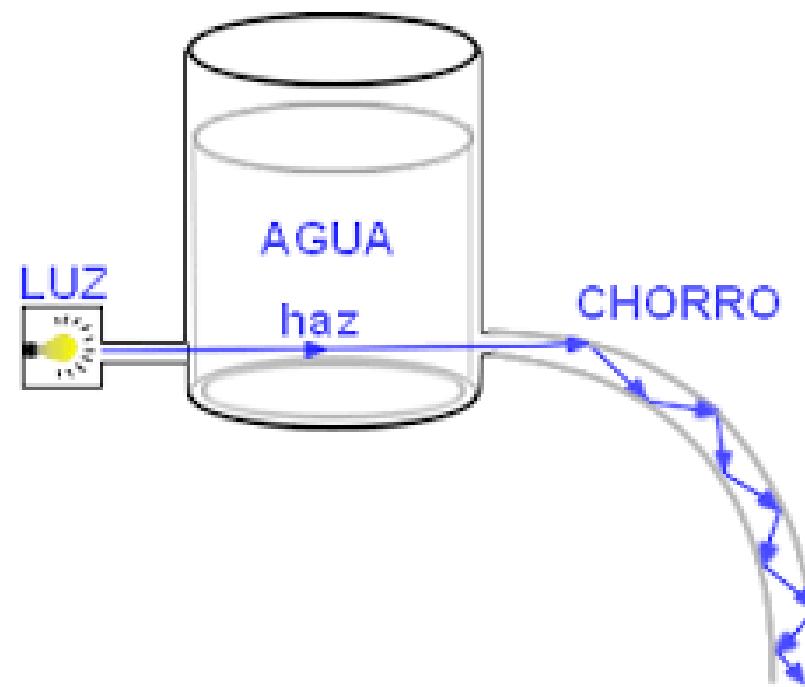
# SISTEMAS DE HARDWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN

Profesor : Ing. Gonzalo Calderón

## FIBRA ÓPTICA (FO)

# Experimento de Tyndall

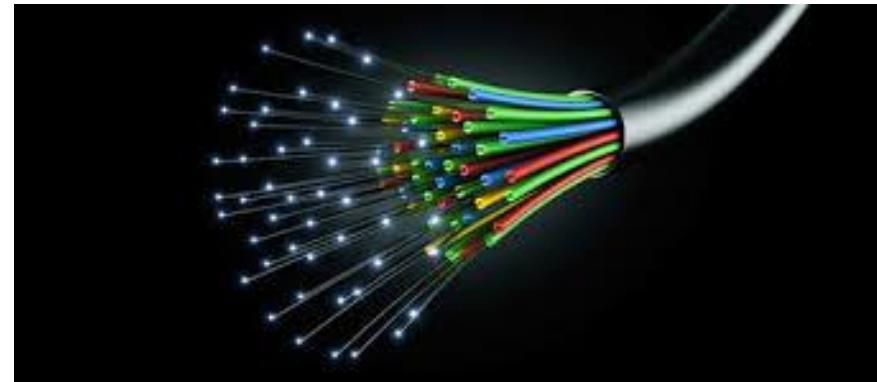
En 1870 John Tyndall demostró que un chorro de agua era capaz de conducir un haz de luz:



# Introducción a las Fibras Ópticas

Fibra Óptica es simplemente un método de transportar información desde un punto a otro.

Una FO es una delgada fibra de vidrio o plástico que sirve de medio de transmisión sobre el cual se conduce información, de manera similar a un cable de cobre. Pero a diferencia de este, la **FO conduce luz en vez de electricidad.**



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Características / Ventajas de las FO:

- ❖ **Inmunidad a las inducciones electromagnéticas:** No irradian o captan energía EM.
- ❖ **Inmunidad a las inducciones de radiofrecuencias:** No causan distorsión por EMI.
- ❖ **Inmunidad a la corrosión, por agua.**
- ❖ **Baja disipación.**
- ❖ **Baja Perdida:** 0,2 a 0,3 Db/Kmt
- ❖ **Transmisión mediante luz.**
- ❖ **Gran ancho de banda:** Aprox 10 Gbps, Tx de Voz, Datos y Video.
- ❖ **Inexistencia de crosstalk.**

# Introducción a las Fibras Ópticas

En FO la luz es descripta en términos de longitud de onda, contrariamente a lo que sucede en electrónica que principalmente se habla en términos de frecuencia.

$$\text{Longitud de onda } \lambda = v/f$$

Donde "f" es frecuencia (Hz.), y "v" es velocidad de la onda en un medio determinado (m/Seg.).

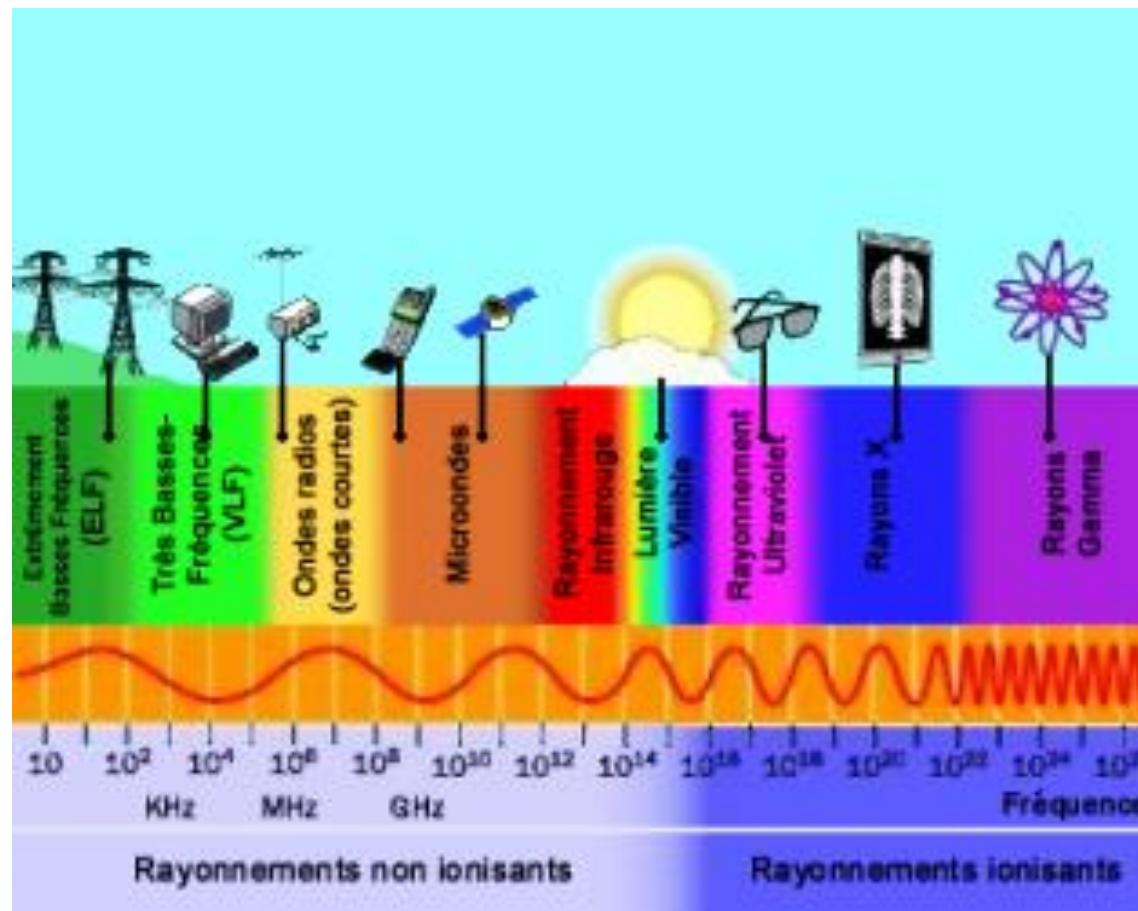
## Datos:

Velocidad de la Luz : c: 300 Kmt/Seg.

Longitud de Onda luz visible: 380 nm (Violeta) a 750 nm (rojo).

# Introducción a las Fibras Ópticas

En FO la luz es descripta en términos de longitud de onda, contrariamente a lo que sucede en electrónica que principalmente se habla en términos de frecuencia.



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Funcionamiento de las FO:

Las FO basan su funcionamiento en la **Ley de Snell (refracción)** y el fenómeno de **reflexión total**.

**Reflexión de la luz:** cuando un rayo de luz encuentra una interface, parte del rayo incide en la superficie y parte es “reflejado” nuevamente al primer medio, el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.

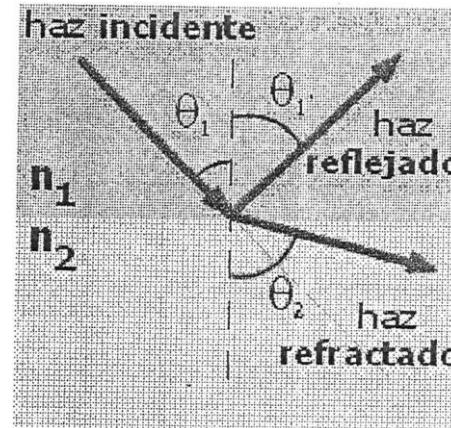
**Refracción de la luz:** cuando un rayo de luz viaja por un medio transparente encuentra otro medio, parte de la luz se refracta(cambia de dirección)), el ángulo de refracción depende de las propiedades de los dos medios y el ángulo de incidencia y se expresa por medio de la ley de Snell.

# Introducción a las Fibras Ópticas

## Funcionamiento de las FO:

Las FO basan su funcionamiento en la **Ley de Snell (refracción)** y el fenómeno de **reflexión total**.

- ❖ Reflexión de la luz:
- ❖ Refracción de la luz:



Ley de Snell       $n_1 \operatorname{Sen} \theta_1 = n_2 \operatorname{Sen} \theta_2$

- Donde  $\theta_1$  y  $\theta_2$  (ángulo de incidencia y refracción).

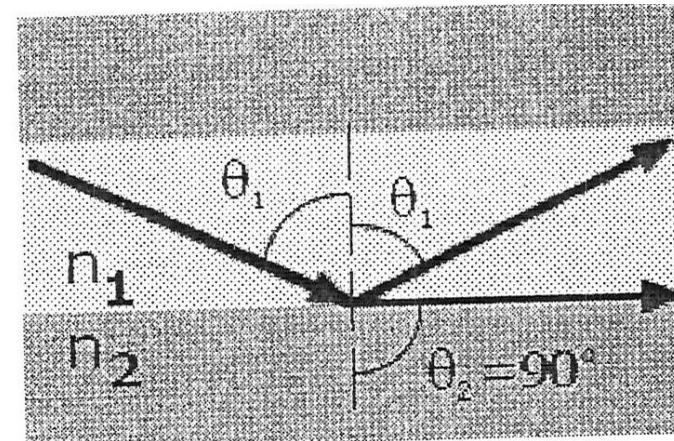
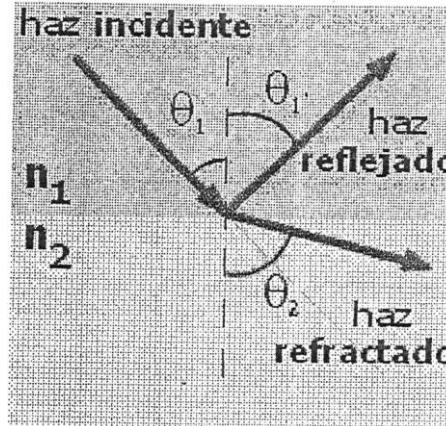
$n_{1,2}$  índice de refracción del medio .       $n = c/v$

# Introducción a las Fibras Ópticas

## Funcionamiento de las FO:

Las FO basan su funcionamiento en la **Ley de Snell (refracción)** y el fenómeno de **reflexión total**.

**Reflexión total interna:** Se produce cuando la luz moviéndose en un medio con un índice de refracción mayor a otro medio (con un índice de refracción menor), incide con un ángulo de incidencia determinado que produce que toda la luz sea reflejada.



**Angulo Crítico  $\Theta_c$ :** Es el ángulo de incidencia que produce un ángulo de refracción de  $90^\circ$ .

# Introducción a las Fibras Ópticas

## Funcionamiento de las FO:

Ángulos de incidencia superiores al crítico producen reflexión total.

La reflexión total se produce únicamente cuando la luz pasa de un medio a otro con un índice de refracción menor. De ahí que le “cladding” tenga un índice de refracción menor al del “core”.

(grafico de core y cladding).

En una FO se tiene:

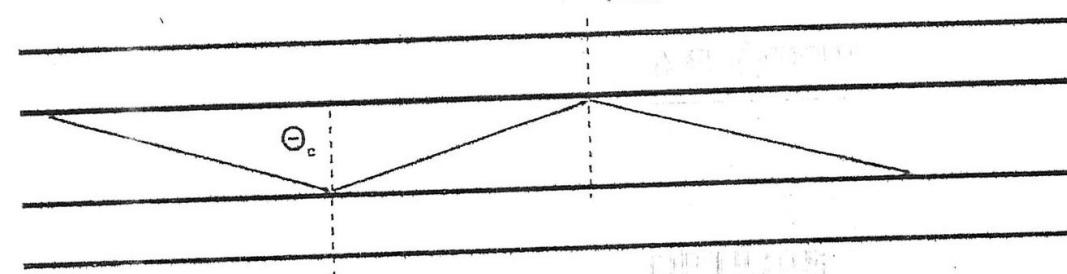
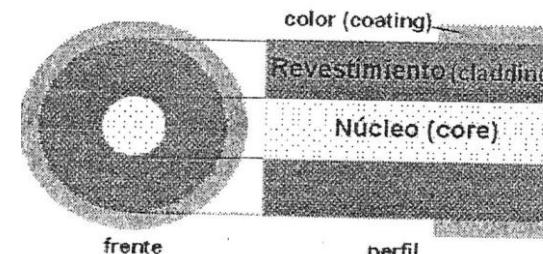
Índice del core: 1,48

Índice del cladding: 1,46

$$\Theta_c = \arcsen(n_2/n_1),$$

$$\Theta_c = \arcsen(1,46/1,48)$$

$$\Theta_c = 80,6^\circ$$



# Introducción a las Fibras Ópticas

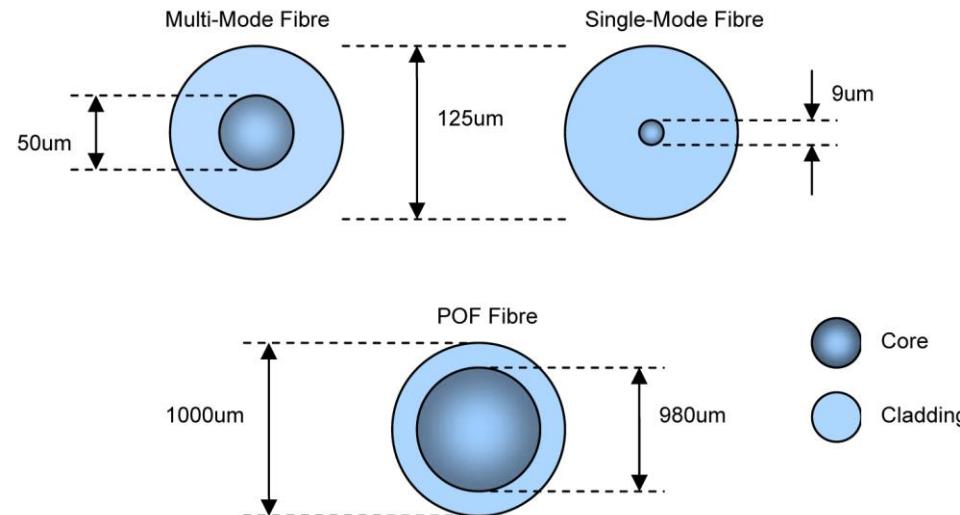
## Diseño de las FO:

Las FO constan de dos capas concéntricas:

- ❖ Core (núcleo).
- ❖ Cladding (revestimiento).

CORE: parte de la FO que transporta efectivamente el haz de luz.  $n: 1,46$

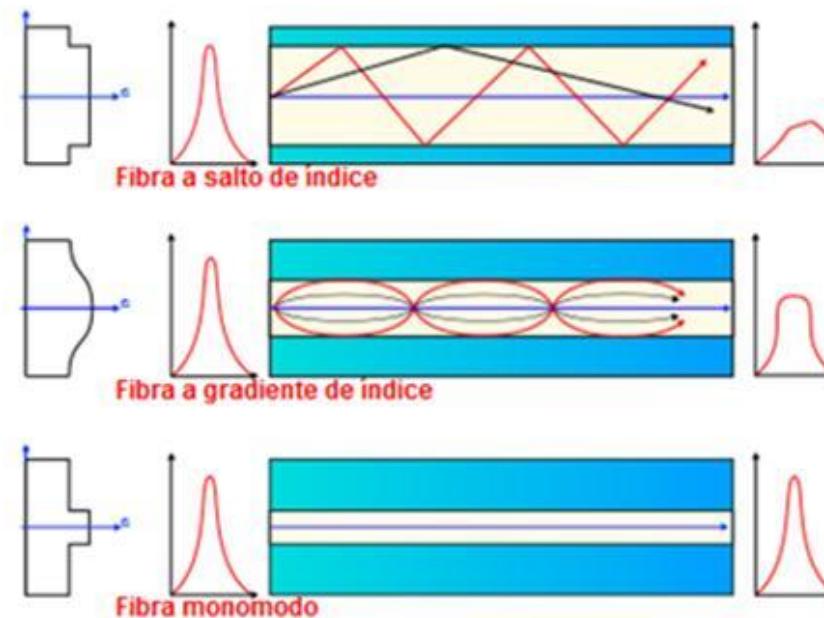
CLADDING: parte de la FO utilizado para obtener reflexión total.  $n: 1,47/1,48$ .



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Clasificación de las FO:

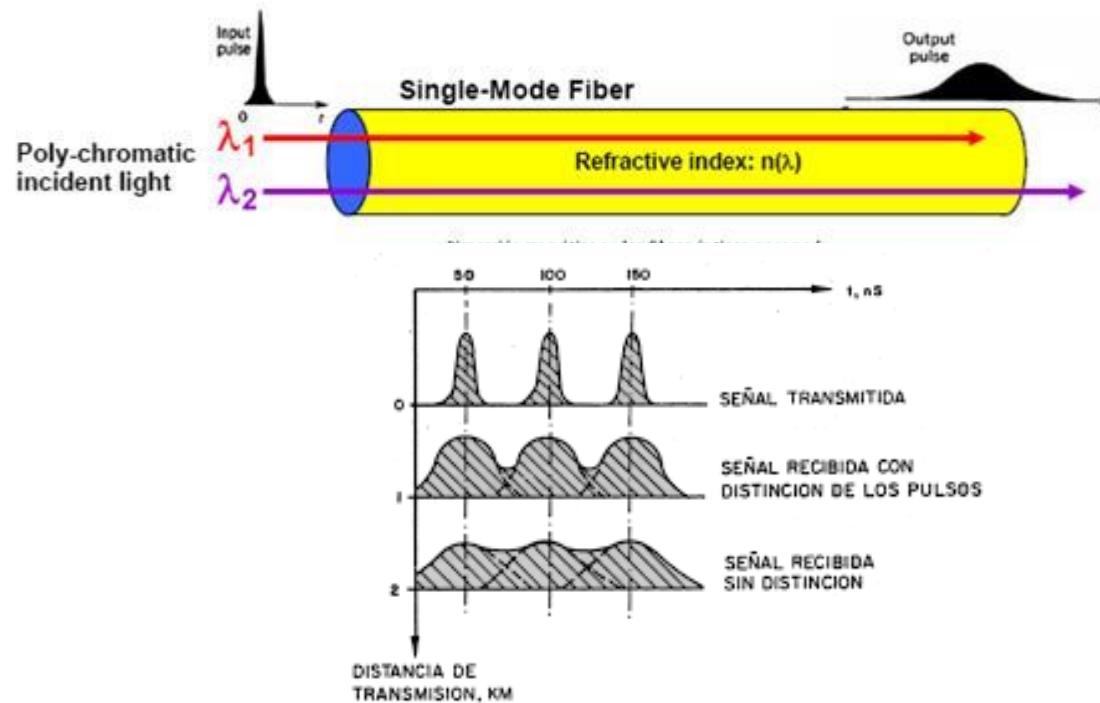
- ❖ Por el tipo de Propagación:
  - MONOMODO
  - MULTIMODO
- ❖ Por el Índice de Refracción:
  - INDICE ABRUPTO
  - INDICE ESCALONADO



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Dispersión MODAL de las FO:

Se origina por las diversas trayectorias que toman los rayos de luz dentro de la fibra, los que toman caminos mas cortos llegan antes que aquellos que toman caminos mas largos, esto ocasiona “un ensanchamiento de los pulsos” con la posibilidad de superposición entre pulsos adyacentes.

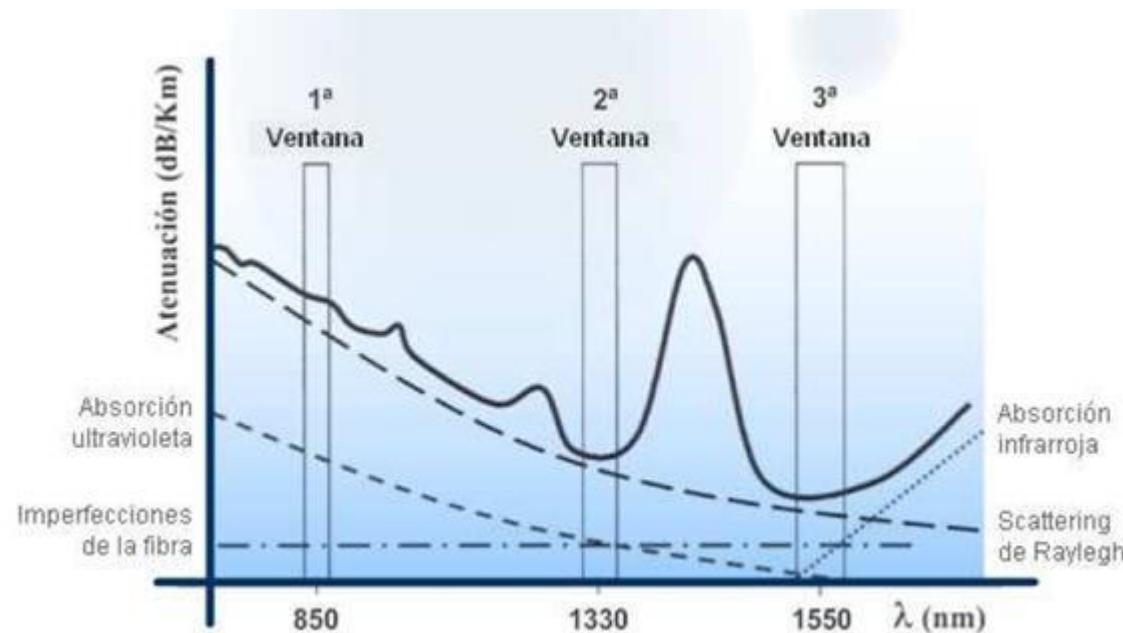


# Introducción a las Fibras Ópticas

## Atenuación de las FO:

Es la perdida de energía de la luz viajando a través de la fibra.

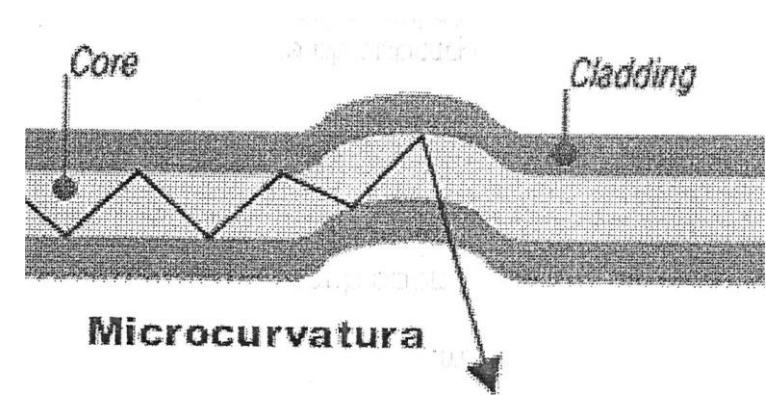
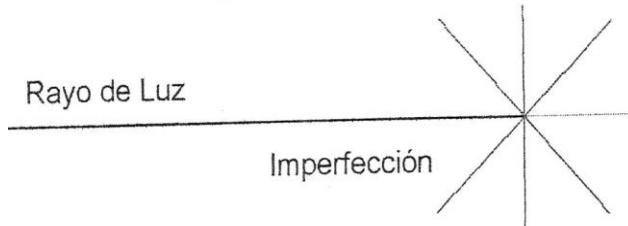
- Se mide en dB/Km.
- Varia con la longitud de onda de la luz “ventana de bajas perdidas”.
- Independiente de la frecuencia de la señal transmitida.



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Causa de la atenuación en las FO:

- **Esparcimiento:** Perdida debida a imperfecciones en la estructura básica de la fibra. Imperfecciones durante su fabricación. En el vidrio “ideal” el esparcimiento es nulo.
- **Absorción:** Perdida debido por el cual las impurezas en la FO “absorben” energía y disipan una pequeña cantidad de calor.
- **Perdida por curvatura de la fibra:** puede originarse en el proceso de manufactura “microcurvaturas”, o proceso de cableado “macrocurvaturas”, y causan que determinados modos de propagación se reflejen con ángulos tales que no posibilitan nuevas reflexiones.



# Introducción a las Fibras Ópticas

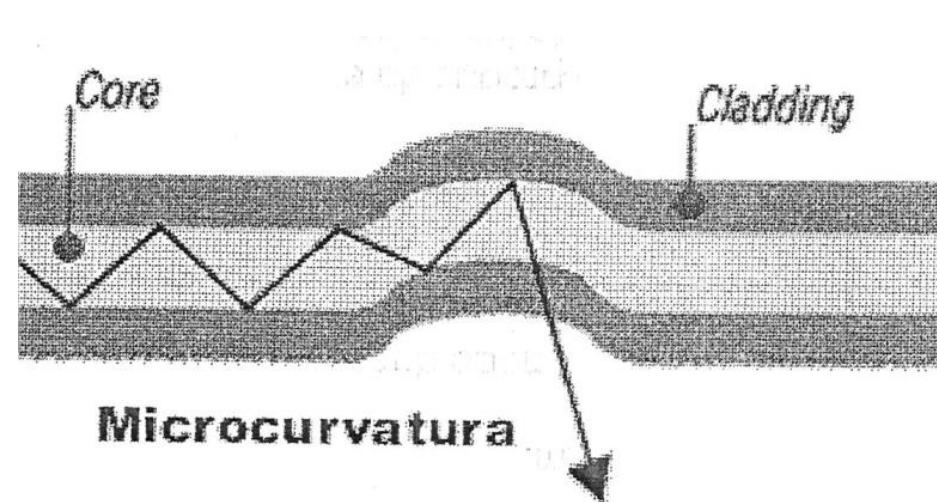
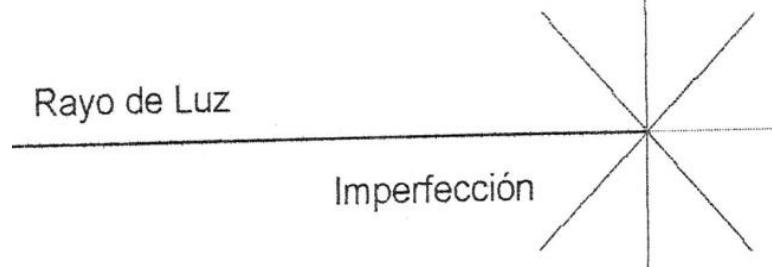
## Causa de la atenuación en las FO:

- **Esparcimiento**: Perdida debida a imperfecciones en la estructura básica de la fibra. Imperfecciones durante su fabricación. En el vidrio “ideal” el esparcimiento es nulo.
- **Absorción**: Perdida debido por el cual las impurezas en la FO “absorben” energía y disipan una pequeña cantidad de calor.
- **Perdida por curvatura de la fibra**: puede originarse en I proceso de manufactura “microcurvaturas”, o proceso de cableado “macrocurvaturas”, y causan que determinados modos de propagación se reflejen con ángulos tales que no posibilitan nuevas reflexiones.

# Introducción a las Fibras Ópticas

## Causa de la atenuación en las FO:

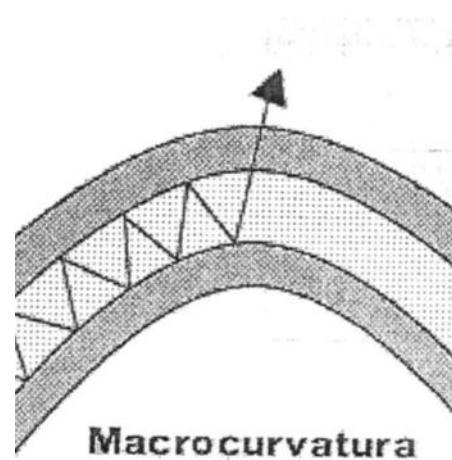
- **Esparcimiento:** Perdida debida a imperfecciones en la estructura básica de la fibra. Imperfecciones durante su fabricación. En el vidrio “ideal” el esparcimiento es nulo.
- **Absorción:** Perdida debido por el cual las impurezas en la FO “absorben” energía y disipan una pequeña cantidad de calor.
- **Perdida por curvatura de la fibra:** puede originarse en el proceso de manufactura “microcurvaturas”, o proceso de cableado “macrocurvaturas”, y causan que determinados modos de propagación se reflejen con ángulos tales que no posibilitan nuevas reflexiones.



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Causa de la atenuación en las FO:

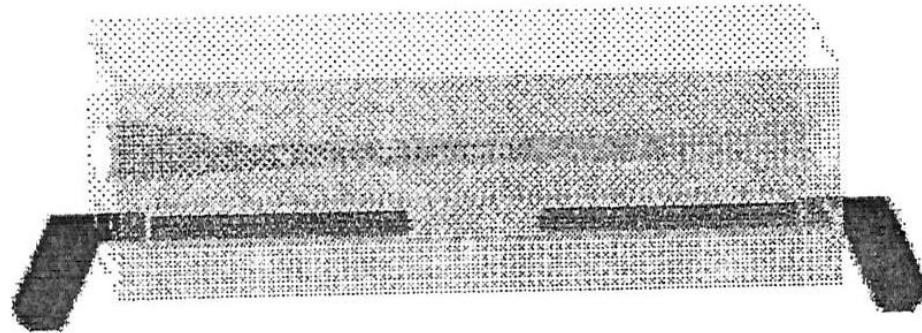
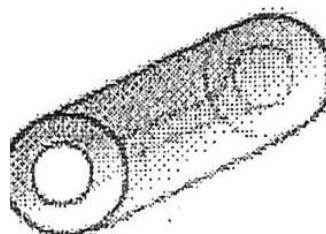
- **Esparcimiento**: Perdida debida a imperfecciones en la estructura básica de la fibra. Imperfecciones durante su fabricación. En el vidrio “ideal” el esparcimiento es nulo.
- **Absorción**: Perdida debido por el cual las impurezas en la FO “absorben” energía y disipan una pequeña cantidad de calor.
- **Perdida por curvatura de la fibra**: puede originarse en el proceso de manufactura “microcurvaturas”, o proceso de cableado “macrocurvaturas”, y causan que determinados modos de propagación se reflejen con ángulos tales que no posibilitan nuevas reflexiones.



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Empalmes de FO:

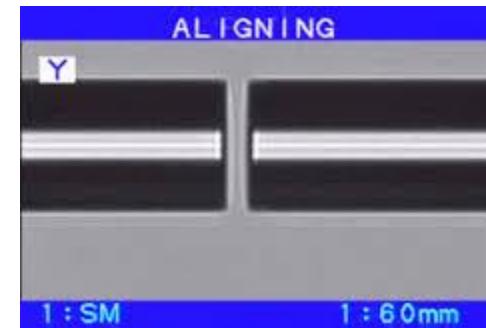
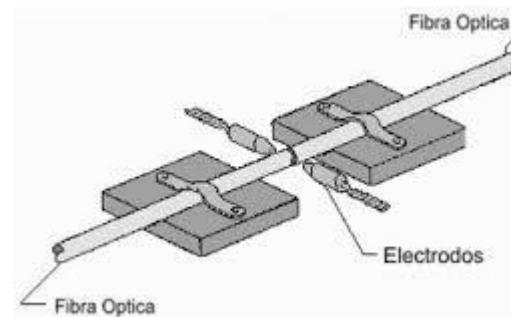
**Empalmes manuales o mecánicos:** Son empalmes rápidos, permanentes o temporarios, que pueden usarse, por ejemplo para probar bobinas. Producen una atenuación alta del orden de los 0,20 a 1 dB.



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Empalmes de FO:

Empalmes por fusión: Son empalmes permanentes y se realizan con maquinas empalmadoras, manuales o automáticas, que luego de cargarles la fibra sin “coating” y cortadas a 90 ° realizan un alineamiento de los núcleos de una y otra, para luego fusionarla con un arco eléctrico. Las atenuaciones son del orden de lo 0,001 a 0,10 dB.



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Empalmes de FO:

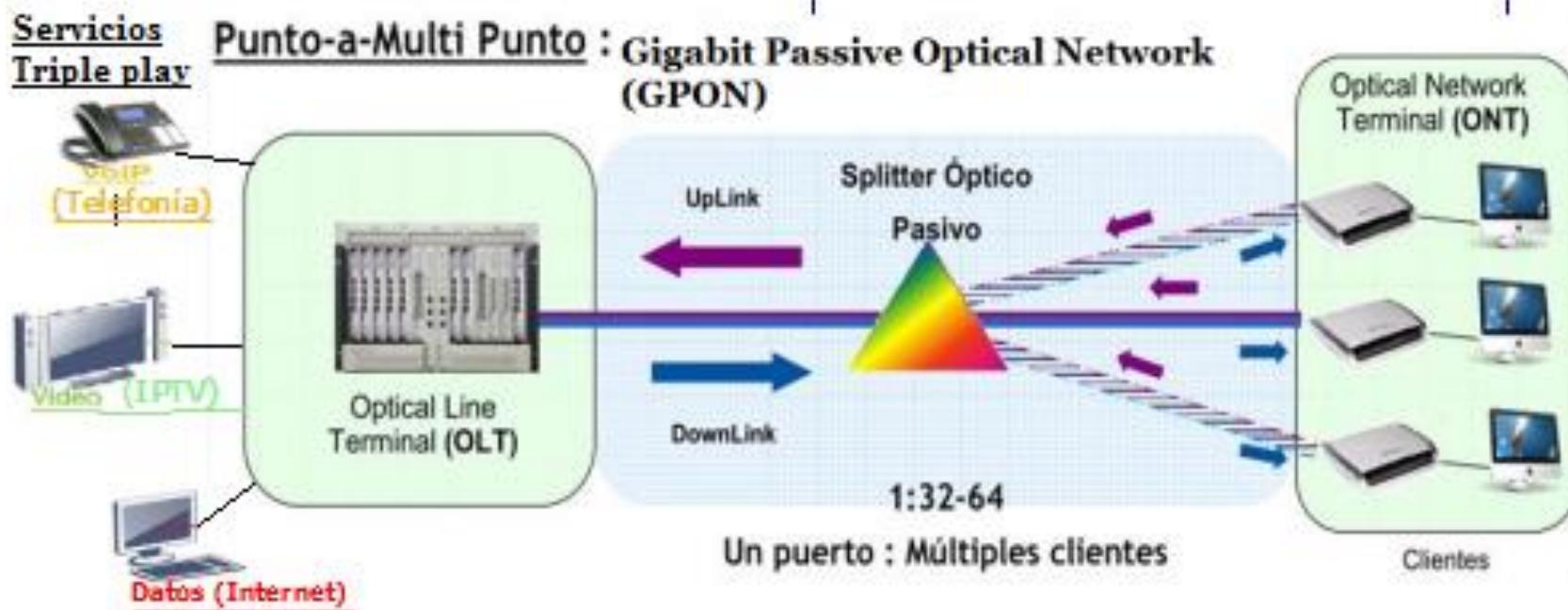
### Causas de atenuación en un empalme por fusión:

Cuando se unen dos fibras, asumimos que las fibras son idénticas. Pero las variaciones geométricas entre ellas pueden ocasionar los siguientes defectos aumentando las perdidas en los empalmes.

- Variación del ángulo de corte.
- Variación del diámetro del core.
- Variación del diámetro del cladding.
- Errores de concentricidad.

# Introducción a las Fibras Ópticas

## Aplicación de las FO en una Red:



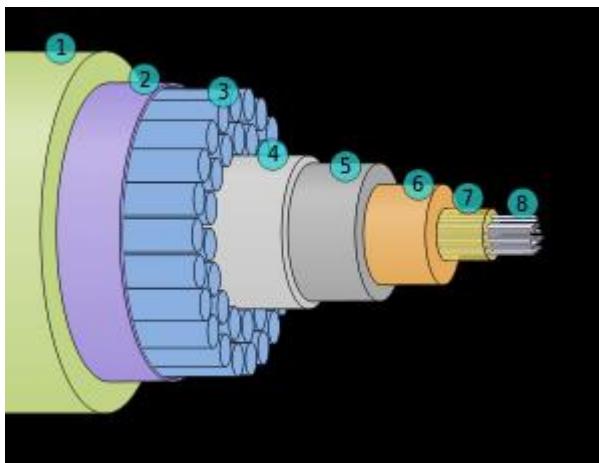
# Introducción a las Fibras Ópticas

Aplicación de las FO en una Red:



# Introducción a las Fibras Ópticas

## Aplicación de las FO en una Red:



### Fibra óptica Venezuela-Cuba

Comienzan las pruebas del cable de fibra óptica, que multiplicará por 3.000 la capacidad de internet de la isla

Inversión:  
USD 70 millones

Vida útil: 25 años

Salida: 640 Gigabytes  
(3.000 veces mayor  
a la actual)

#### Internet en Cuba:

En millones



Sólo hay acceso en oficinas estatales a USD 1,8/hora y en hoteles a USD 7/hora



Longitud:  
1.600 km



AFP

# Introducción a las Fibras Ópticas

**Red de FO submarina “ Las Toninas”:**



# Introducción a las Fibras Ópticas

# FIBRAS ÓPTICAS

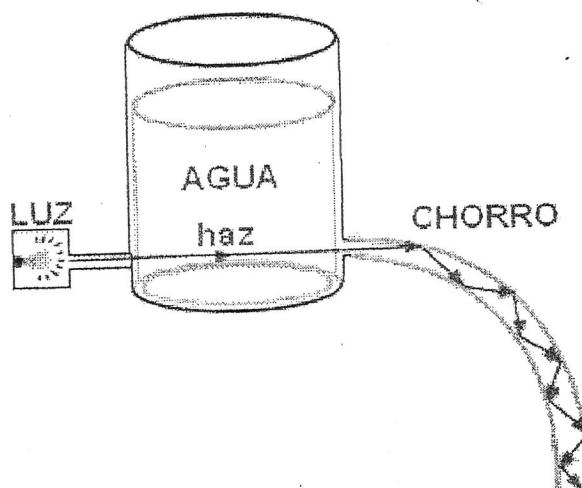
## 1- PERSPECTIVA HISTORICA.

El uso de la luz para propósitos de comunicaciones es una idea muy vieja. Señales de humo y de fuego fueron usadas en civilizaciones antiguas. Los griegos usaron espejos y rayos de sol aproximadamente 800 años AC. La idea de emplear la luz para transmitir información se utilizó a fines del siglo XVIII empleando lámparas.

La capacidad de un sistema de telecomunicaciones es medido a través del producto tasa de bits-distancia ( $BL$ ) donde  $B$  es la tasa de bits y  $L$  es el espaciamiento entre repetidores. El producto  $BL$  se incrementó a través de los avances tecnológicos durante los últimos 150 años.

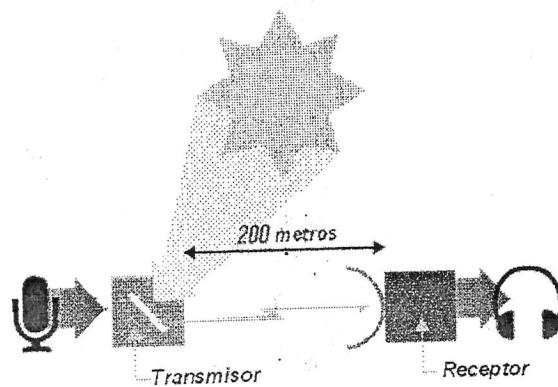
En 1870 John Tyndal demostró que un chorro de agua era capaz de conducir un haz de luz:

*Experimento de Tyndall*



En 1880 Alexander Graham Bell inventó el fotófono para transmitir la voz. El sonido hacía vibrar una membrana espejada, la cual reflejaba la luz del sol, haciéndola más o menos divergente hacia el receptor colocado a unos 200 metros. Este consistía en un gran espejo parabólico en cuyo centro se encontraba un detector de selenio conectado a una batería y un auricular. Este método dependía de la luz solar y de la visibilidad.

*Fotófono de Graham Bell*



# FIBRAS ÓPTICAS

Durante la segunda mitad del siglo XX , se puso de manifiesto que un incremento de varios ordenes de magnitud en el producto BL sería posible si ondas de luz fueran usadas como portadoras de información. En 1961 se resolvió el problema de la fuente de luz coherente con la aparición del LASER de descarga gaseosa pero subsistía el problema de las altas pérdidas en las fibras ópticas , problema que se resolvió en la década del 80.

## 2- INTRODUCCION A LAS FIBRAS OPTICAS.

### 2.1. DEFINICIONES

Fibra óptica es simplemente un método de transportar información desde un punto a otro.

Una fibra óptica es una delgada hebra de vidrio o plástico que sirve como medio de transmisión sobre el cual se conduce información , de manera similar a un cable de cobre transmitiendo una conversación telefónica o paquetes de datos.

Pero a diferencia de éste , la fibra conduce luz en lugar de electricidad , lo que trae aparejado una serie de ventajas comparativas que la han convertido en el medio de transmisión por excelencia. Alguna de las características de las FO son:

- ◆ Inmunidad a las inducciones electromagnéticas.
- ◆ Inmunidad a las inducciones de radio frecuencia
- ◆ Inmunidad a la corrosión , agua o fuego.
- ◆ Baja dissipación.
- ◆ Transmisión mediante luz visible.
- ◆ Gran ancho de banda
- ◆ Inexistencia de crosstalk.

### 2.2. Ventajas de las Fibras Opticas

Las fibras ópticas son , tal como los cables de pares de cobre, medios físicos utilizados para transmisión de telecomunicaciones.

Sus principales ventajas comparativas/son las siguientes:

- 1 ◆ Gran ancho de banda
- 2 ◆ Bajas pérdidas
- 3 ◆ Inmunidad electromagnética
- 4 ◆ Pequeño tamaño
- 5 ◆ Seguridad
- 6 ◆ Confidencialidad

# FIBRAS ÓPTICAS

## 3- VENTAJAS DE LAS FIBRAS ÓPTICAS

### 3.1. Ancho de Banda:

- Hace posible la transmisión simultánea de voz , datos y video.
- En la práctica hasta 10 Gbps.

### 3.2. Bajas pérdidas:

Dentro de un amplio rango de frecuencias la atenuación en FO es constante e independiente de la frecuencia en cables coaxiales o de cobre la atenuación aumenta proporcionalmente con la frecuencia de transmisión. En fibras ópticas monomodo se consiguen valores de atenuación de 0,2 a 0,3 dB.

### 3.3. Inmunidad electromagnética:

\* FO no radian ni captan radiaciones electromagnéticas.

\*Inmunidad a la distorsión por EMI ya que está constituida de materiales dieléctricos.

\* Menor peso y tamaño: Relación 1/10 con respecto a cables de cobre con igual capacidad de transmisión de información

\* Seguridad: FO es dieléctrica , apta para ser utilizada en ambientes peligrosos.

\* Confidencialidad: Altamente segura como medio de transmisión. No puede captarse lo transmitido mediante antenas al no radiar energía

## 4- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

En FO la luz es descripta en términos de longitud de onda , contrariamente a lo que sucede generalmente en electrónica que principalmente se habla en términos de frecuencia:

$$\text{Longitud de onda: } \lambda = v / f$$

- Donde f es frecuencia [ s<sup>-1</sup> ] y v es velocidad de la onda en un medio determinado [ m.s<sup>-1</sup> ]
- Velocidad de la luz: c = 300,00 km/s
- Longitud de onda de la luz visible : varia entre 380 nm (violeta) y 750 nm ( rojo).

# FIBRAS ÓPTICAS

Las FO basan su funcionamiento en la **Ley de Snell** (refracción) y el fenómeno de reflexión total.

**Reflexión de la luz:** cuando un rayo de luz viajando en un medio encuentra un segundo medio atraviesa la superficie límite entre ambos. Parte del rayo incidente es reflejada nuevamente al primer medio. El ángulo de reflexión 01 es igual al ángulo de incidencia.

**Refracción de la luz:** cuando un rayo de luz viajando en medio transparente encuentra otro medio transparente , parte de la luz se refracta (cambia de dirección). El ángulo de refracción 02 depende de las propiedades de los dos medios y el ángulo de incidencia y se expresa por medio de la Ley de Snell:

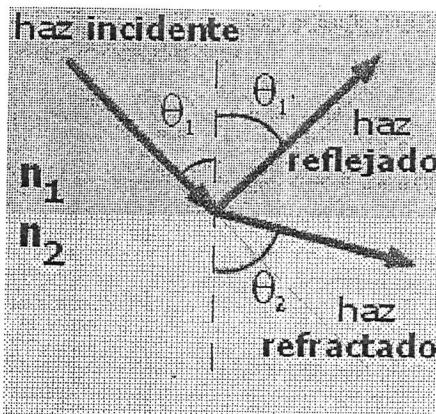
$$\text{Ley de Snell: } n_1 \cdot \operatorname{sen} \theta_1 = n_2 \cdot \operatorname{sen} \theta_2$$

donde:  $\theta_1$ : ángulo de incidencia       $\theta_2$ : ángulo de refracción  
 $n_i$ : índice de refracción

$$\text{índice de refracción } n = c / v$$

La reflexión y refracción dependen del ángulo de incidencia y de los medios que atravesie la luz.

$$n_1 \cdot \operatorname{sen} \theta_1 = n_2 \cdot \operatorname{sen} \theta_2$$



**Reflexión interna total:** es el fenómeno que se produce cuando la luz , moviéndose de un medio translúcido con un índice de refracción mayor a otro medio translúcido(con un índice de refracción menor), incide con un ángulo de incidencia determinado que produce que toda la luz sea reflejada.

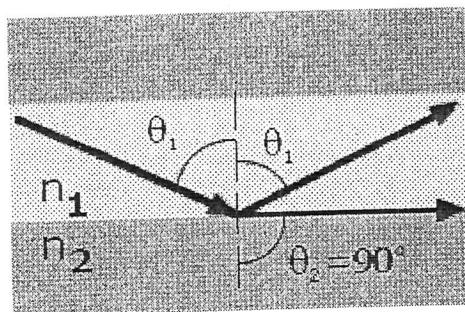
Ángulo crítico  $\theta_c$ : ángulo de incidencia que produce un ángulo de refracción de  $90^\circ$ .

De la Ley de Snell se tiene que:  $n_1 \cdot \operatorname{sen} \theta_1 = n_2 \cdot \operatorname{sen} \theta_2$   
Si  $\theta_2 = 90^\circ$ :

# FIBRAS ÓPTICAS

$$\Rightarrow \operatorname{sen} \theta_2 = 1 \quad \Rightarrow \theta_c = \operatorname{arcsen}(n_2/n_1)$$

ángulos de incidencia superiores al crítico producen reflexión total. El fenómeno de reflexión total se produce únicamente cuando la luz pasa de un medio a otro con un índice de refracción menor. De ahí que el cladding tenga un índice de refracción ligeramente menor al del core.



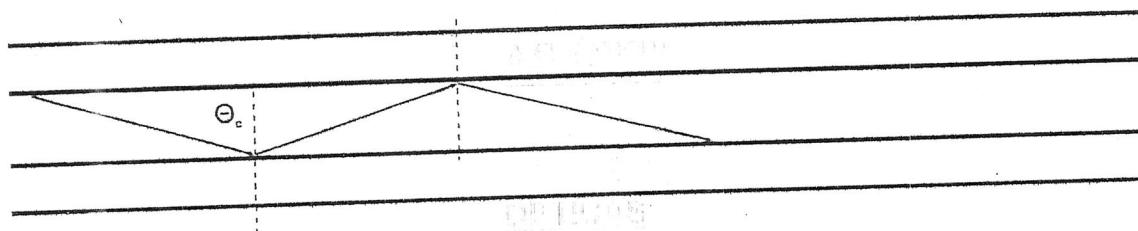
En una fibra óptica se tiene que:

Indice de refracción del núcleo: 1,48

Indice de refracción del revestimiento: 1,46

$$\theta_c = \operatorname{arcsen}(1.46/1.48)$$

$$\theta_c = 80,6^\circ$$



## 5- APERTURA NUMERICA

Solo los rayos de luz inyectados con un ángulo mayor que el crítico serán propagados dentro de la FO.

Tomando el modo correspondiente al ángulo crítico y extrayéndolo al aire , se obtiene un ángulo 0.

Este ángulo forma un cono en el exterior de la fibra (**cono de aceptación**); los modos que se inyectan con ángulos incluidos dentro del cono se propagarán perdiéndose los restantes.

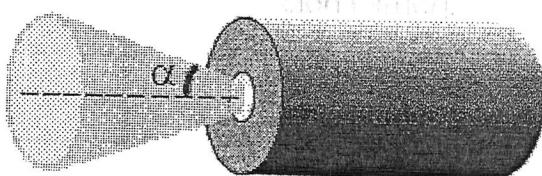
# FIBRAS ÓPTICAS

Se denomina apertura numérica a :

$$AN = \operatorname{sen} \theta = \sqrt{n_1^2 - n_2^2}$$

La apertura numérica es un valor que da idea del cono de aceptación de luz de la fibra óptica. Cuanto menor es el valor de la AN más altamente direccional debe ser la fuente de luz.

Cuanto mayor sea la AN mayor será la cantidad de trayectoria posibles y por ende mayor será la dispersión modal.



Son valores comunes de AN entre 0,11 (FO monomodo) y 0,20 (FO multimodo).

## 6- DISEÑO y CLASIFICACION de FO's

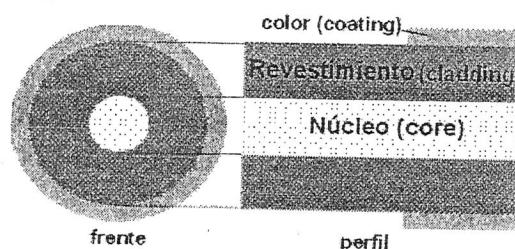
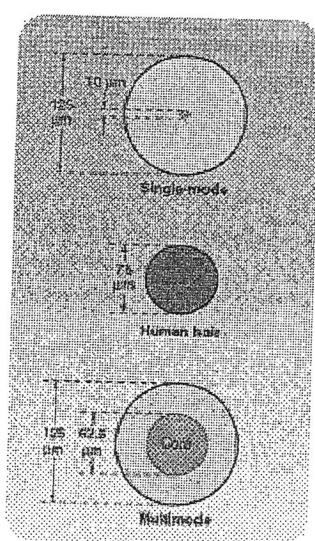
Dos capas concéntricas:

- a) Core (núcleo)
- b) Cladding (revestimiento)

**Core:** parte de la fibra que transporta efectivamente el haz de luz.

**Cladding:** parte de la fibra utilizado para obtener reflexión total.

El índice de refracción del revestimiento es 1 % menor que el del Core: 1,46 y 1,47/1,48.-



# FIBRAS ÓPTICAS

## 7- CLASIFICACION DE FIBRAS OPTICAS:

*Por el material de construcción*

**Vidrio:** núcleo y revestimiento de vidrio

**PCS:** núcleo de vidrio y revestimiento de plástico

**Plásticas:** núcleo y revestimiento de plástico

*Por el tipo de propagación y el tipo de índice de refracción*

a) **Monomodo**

b.1) **Multimodo** de índice abrupto  
(MM sep - index)

b.2) **Multimodo** de índice gradual  
(MM graded - index)

### 7.1. Modo de propagación:

Concepto que describe la propagación de una onda electromagnética a través de un medio y simboliza una solución permitida a las ecuaciones de Maxwell.

trayectoria que sigue un haz de luz  
viajando a través de una FO

El número de **modos de propagación** en una FO depende del diámetro del núcleo, la longitud de onda propagada y la apertura numérica de la fibra óptica.

### 7.2. Perfil del índice de refracción:

Describe la relación entre los índices del núcleo y del revestimiento.  
Existen dos tipos fundamentales de relación entre ambas capas:

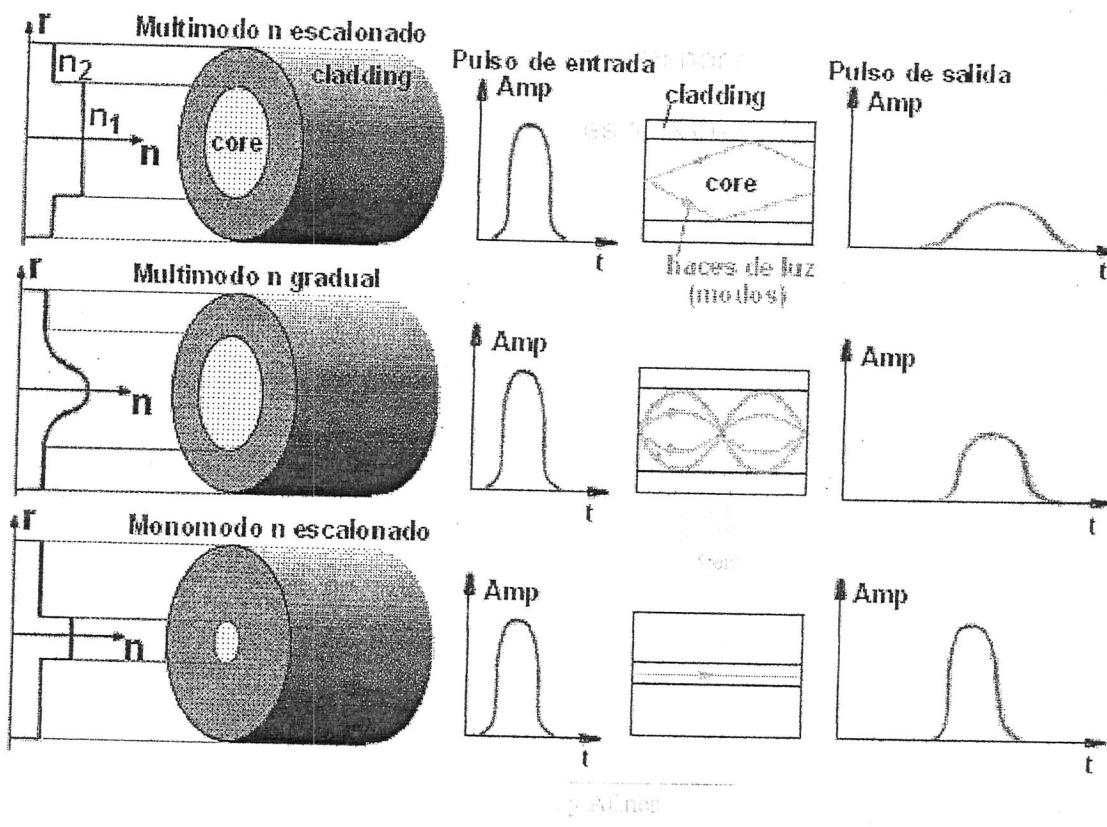
#### a) **índice en escalón ( abrupto ):**

El núcleo posee un índice de refracción uniforme y existe un paso abrupto desde el revestimiento al núcleo.

#### b) **índice gradual:**

El núcleo tiene un índice de refracción no uniforme con un valor máximo en el centro del mismo. El paso desde el revestimiento al núcleo es gradual.

# FIBRAS ÓPTICAS



## 8- DISPERSION MODAL

Dispersión originada por las diversas trayectorias que toman los rayos de luz dentro de la fibra óptica.

A raíz que rayos que toman caminos más cortos llegan antes a destino que aquellos con trayectos mayores , se produce un ensanchamiento de los pulsos con la posibilidad de superposición entre pulsos adyacentes.

## 9- FIBRAS MULTIMODO (índice de paso abrupto o en escalón):

La más simple , pero la menos eficiente en cuanto a pérdidas y ancho de banda.

**Diámetro del core: de 100 a 970  $\mu\text{m}$ .**

Se construye en vidrio , PCS y plástico. Dispersión modal entre 15 y 30 ns/km.

## 10- FIBRAS MULTIMODO (índice de paso graduado):

Reducen la dispersión modal. El core esta formado por numerosas capas concéntricas de vidrio , las cuales poseen un índice de refracción que decrece desde el centro hacia la periferia ; los rayos son continuamente refractados y siguen una trayectoria casi sinusoidal.

Dispersión modal 1 ns/km o menor. Diámetro del core: de 50 a 85 um y un diámetro del cladding de 125 um.

# FIBRAS ÓPTICAS

## 11- FIBRAS MONOMODO (índice de paso abrupto)

Reducen la dispersión modal reduciendo el diámetro del núcleo hasta que solamente pueda haber un modo de propagación.

### Dispersión modal nula:

\* Diámetro del core: de 5 a 10 um.

\* Diámetro del cladding: 125 um.

La posibilidad de propagar solo un modo depende de la longitud de onda de la luz incidente. La longitud de onda límite a partir de la cual la fibra se convierte en monomodo se denomina **cutoff**.

## 12- DISPERSION:

Es el ensanchamiento de un pulso producido en su trayecto a través de la FO; limita la capacidad de transmisión de información a través de las FO.

Hay tres tipos principales de dispersión:

- a) dispersión modal
- b) dispersión material
- c) dispersión de guía de onda

a) **dispersión modal:** ocurre solo en fibras multimodo.

Se reduce mediante:

- a) disminuyendo el diámetro del núcleo
- b) usando índices de refracción graduales en el core
- c) usando fibras monomodo

b) **dispersión material o cromática:** se produce debido a las diferentes y de la luz incidente en un modo de propagación.

El valor de la dispersión depende de:

- a) la amplitud espectral de la fuente de luz.
- b) La  $\lambda$  central de operación de la fuente de luz.

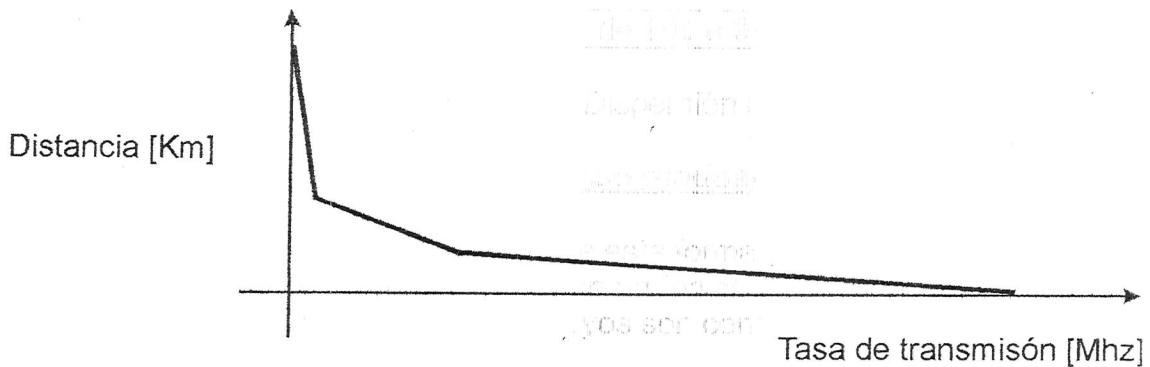
c) **dispersión de guía de onda:** debida a que la energía viaja tanto por el núcleo como por el revestimiento.

Se reduce modificando la estructura interna de la fibra.

## FIBRAS ÓPTICAS

### 13- ANCHO DE BANDA Y DISPERSION.

**FO MULTIMODO:** la figura de mérito es el producto ancho de banda - longitud, expresada en Mhz.km.



**FO MONOMODO:** la figura de mérito es la dispersión , expresada en picosegundos por kilómetro por nanómetro de amplitud espectral de la fuente de luz. Existe una relación entre ancho de banda y dispersión.

$$BW = \frac{0,187}{(Disp) \cdot (SW) \cdot (L)}$$

Donde: **Disp** = dispersión a la **I** de trabajo [ seg/nm/km ]

**SW** = amplitud espectral media de la fuente de luz [nm]

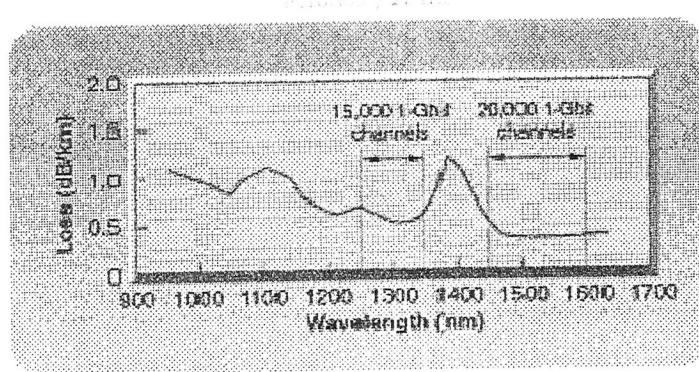
**L** = longitud de la fibra [km]

### 14-ATENUACIÓN:

Es la pérdida de energía de la luz viajando a través de la fibra.

- Se mide en dB/km
- Varía con la longitud de onda de la luz : "ventanas de bajas pérdidas"
- Independiente de la frecuencia de la señal transmitida

# FIBRAS ÓPTICAS



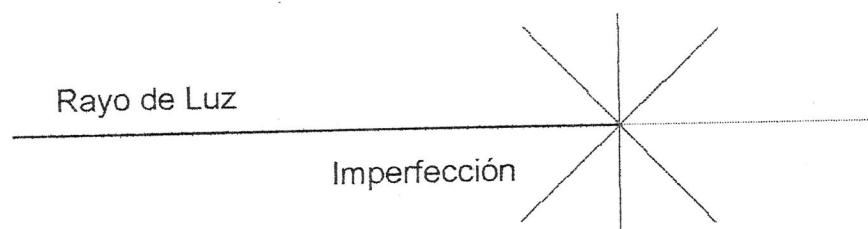
## 14.1. Causas de la atenuación de las FO

### a) Esparcimiento:

Es la pérdida de energía debido a imperfecciones en la estructura básica de la fibra.

El esparcimiento es debido a variaciones de densidad y composición de la fibra producidos durante el proceso de manufactura. En un vidrio puro (caso ideal) el esparcimiento es nulo-

El esparcimiento es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda.



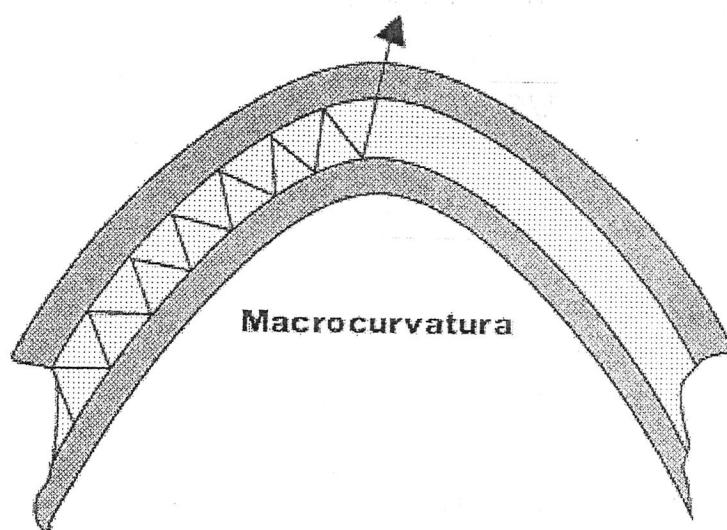
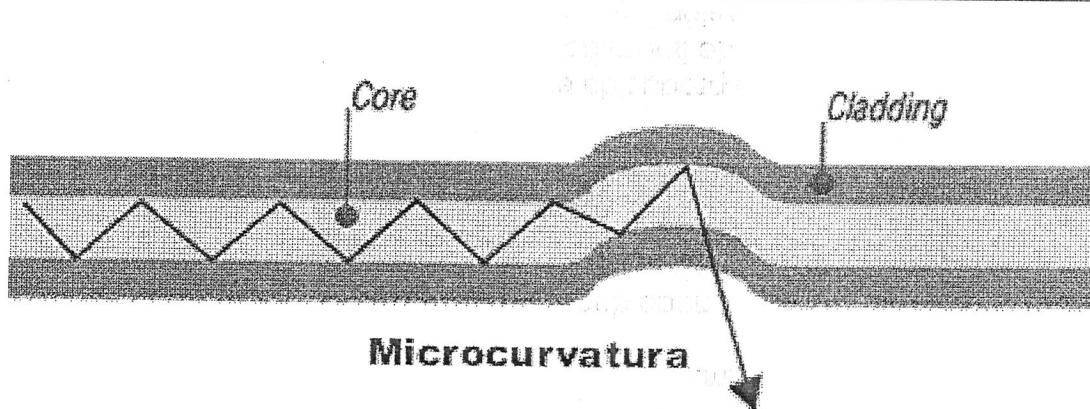
### b) Absorción:

Es el proceso por el cual impurezas en la FO absorben energía y disipan una pequeña cantidad de calor.

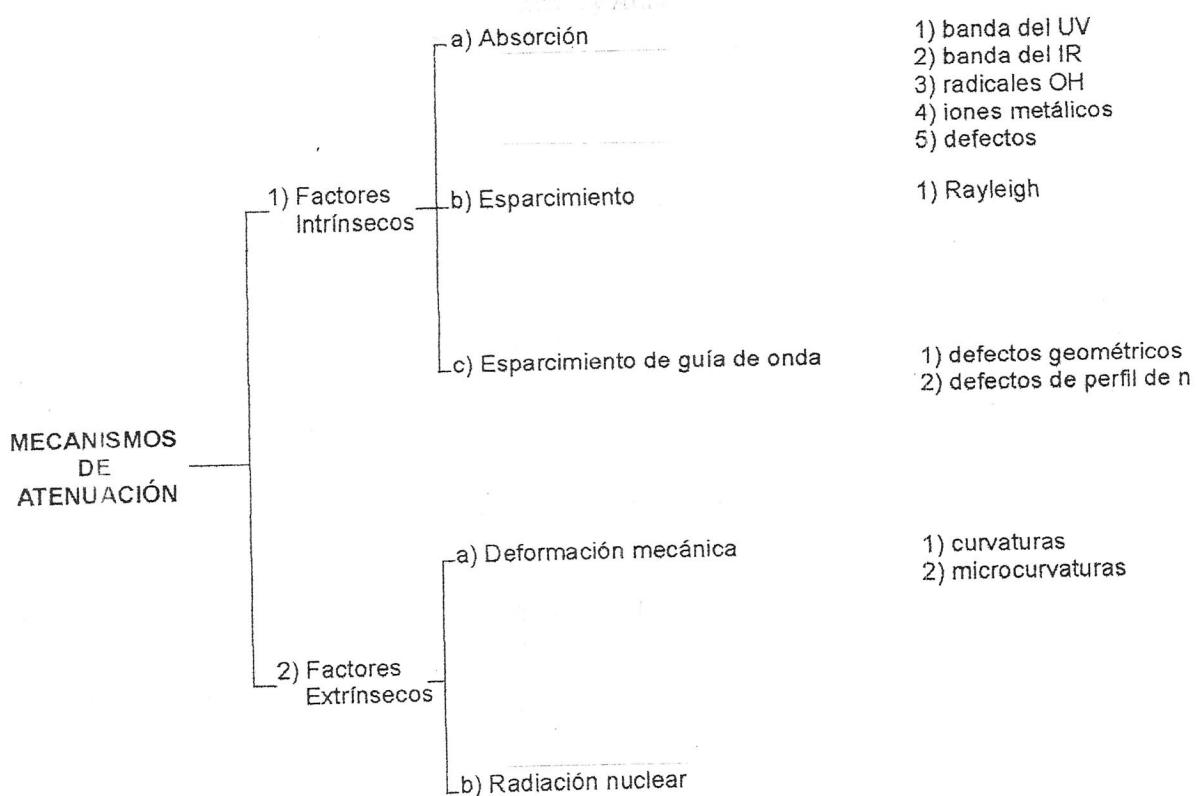
### c) Pérdidas por curvatura de la fibra:

Pueden originarse tanto en el proceso de manufactura (*microcurvaturas*) como en el proceso de cableado (*macrocurvaturas*), y causan que determinados modos de propagación se reflejen con ángulos tales que no posibiliten nuevas reflexiones.

# FIBRAS ÓPTICAS



# FIBRAS ÓPTICAS



## 15- CABLES DE FIBRA OPTICA

### 15.1. INTRODUCCION.

Una vez superada la fase de fabricación de la fibra óptica las mismas deben ser envueltas antes de su uso.

Esta envoltura es lo que las transforma en cables. Estas envolturas dan forma a una estructura de protección que rodea a una o más fibras. Es análogo a la aislación u otros elementos que se utilizan en los cables de cobre.

Esta envoltura les provee de protección ambiental y mecánica evitando que sean dañada o degradada su performance. ( La protección contra descargas eléctricas , cortocircuitos o la posibilidad de originar llamas todas ellas precauciones muy importantes cuando se diseñan cables de cobre no tienen mayor peso en el caso de los cables de fibras ópticas).

Al igual que los cables de cobre las fibras ópticas existen en una gran variedad de figuraciones.

Las consideraciones a tener en cuenta en referencia a la elección de cualquier cable son las siguientes:

## FIBRAS ÓPTICAS

- Resistencia a la tracción
- Durabilidad
- Flexibilidad
- Resistencia ambiental
- Rango de temperatura de funcionamiento
- Resistencia al aplastamiento
- Apariencia

La evaluación de estas consideraciones depende de cada aplicación.

Un tendido exterior aéreo por ejemplo tendrá rangos de temperatura muy altos, esfuerzos de tracción producidos por la acumulación de hielo o nieve , exposición a los rayos ultravioletas , lluvia , esfuerzos a causa de los vientos etc ; por otra parte un tendido exterior subterráneo deberá contemplar la posibilidad del ataque de los roedores , las inundaciones , etc.

Obviamente estas condiciones implican cables de alta resistencia mecánica.

En los Telecommunication Room o las salas de equipos los cables para interconectar el equipamiento deben ser flexibles y livianos.

En los cableados intraedificio los cables deben ser de pequeño tamaño y gran cantidad de fibras.

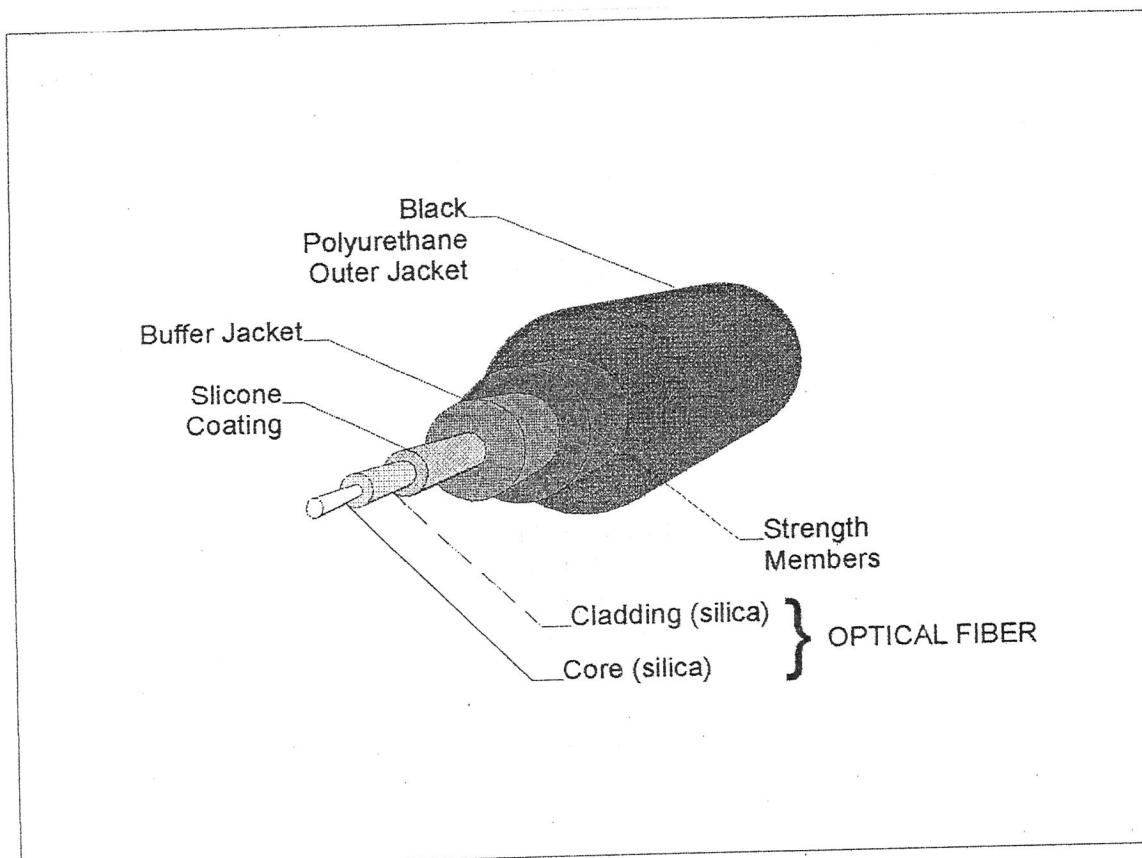
Vemos entonces que la construcción de los cables de fibra óptica es diferente de acuerdo a su aplicación.

### 15.2. PARTES PRINCIPALES DE UN CABLE DE FIBRA OPTICA

Hemos dicho que la construcción de los cables de fibra óptica depende de la aplicación no obstante la mayoría tienen los siguientes componentes en común:

- ◆ Fibra óptica
- ◆ Buffer
- ◆ Miembros de refuerzo
- ◆ Cubierta exterior

# FIBRAS ÓPTICAS



## 15.2.1 BUFFERS

El buffer más simple y económico es una cobertura plástica extraída sobre el cladding de la fibra. Este buffer es aplicado por el fabricante durante el proceso de construcción.

El buffer del cable tiene dos alternativas:

- ♦ Loose buffer ( Loose tube ).
- ♦ Tight buffer

El loose buffer utiliza un tubo plástico semirrígido con un diámetro exterior varias veces mayor que el diámetro exterior de la fibra.

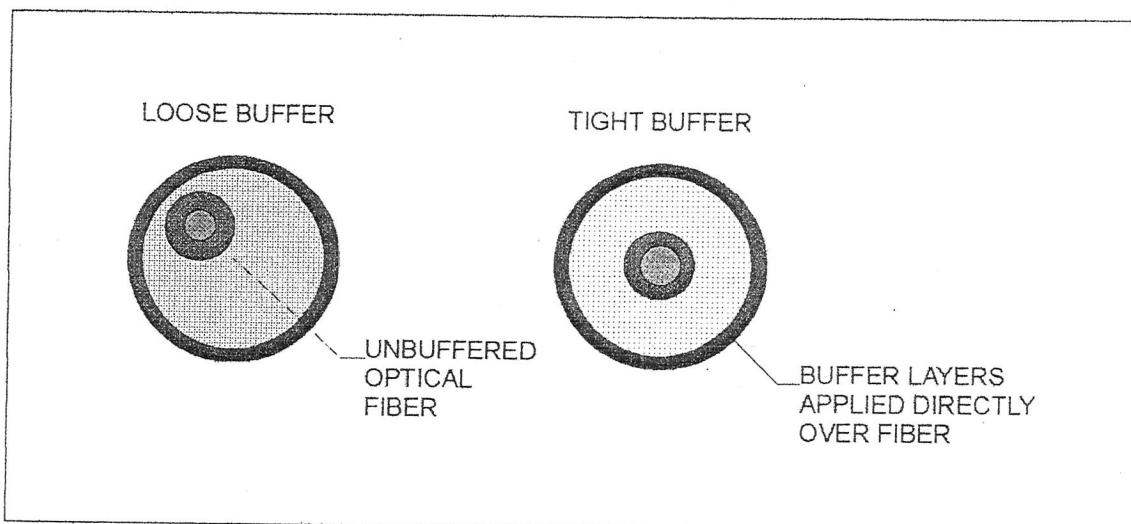
El tubo aísla la fibra del resto del cable y de los esfuerzos mecánicos actuantes sobre el mismo. Asimismo cuando el cable se dilata a contra de acuerdo a los cambios de temperatura esto no afectará a las fibras que contiene. Las fibras tienen un bajo coeficiente de dilatación que el resto de los elementos de los cables. Típicamente la longitud de la fibra es mayor que la del cable, de esta manera el cable puede expandirse y contraerse sin arrastrar a las fibras. El tight buffer es un plástico directamente aplicado sobre el recubrimiento de la fibra. Esta construcción permite una alta maleabilidad durante el conectorizado proveyendo además una buena resistencia al impacto como así también al aplastamiento.

## FIBRAS ÓPTICAS

No obstante no protege a la fibra de los esfuerzos de dilatación y contracción causados por el variación de temperatura , ya que el plástico tiene índices de dilatación varias veces superior al vidrio.

Otra ventaja del tight buffer es que es más flexible y permite radios de curvatura menores.

Esta condición hace que los tight buffer sean los más usuales para aplicaciones en interior donde las variaciones de temperatura son mínimas y se busca facilitar la instalación.



Parámetro Del cable	Estructura del cable	
	Loose Tube	Tight Buffer
Radio de curvatura	Mayor	Menor
Diámetro	Mayor	Menor
Resistencia a la tracción	Superior	Inferior
Resistencia al impacto	Menor	Superior
Resistencia al aplastamiento	Menor	Superior
Rango de temperatura	Mayor	Menor

### 15.2.2 MIEMBROS DE REFUERZO

Los miembros de refuerzo proporcionan la resistencia mecánica al cable de fibra ; los mismos absorben los esfuerzos aplicados al cable durante la instalación , y luego de ella evitando que la fibra sea dañada.

Los materiales más comunes utilizados como miembros de refuerzo son:

- ♦ Kevlar ( Aramid yarn )
- ♦ Acero
- ♦ Filamentos de fibra de vidrio y resinas epoxi

## FIBRAS ÓPTICAS

El KEVLAR es comúnmente usado en los cables de uso interior , el acero y los filamentos de resinas epoxi se utilizan generalmente en cables de exterior. El acero ofrece la mayor resistencia a la tracción que las resinas epoxi pero están dejando

de ser usados en función que le hacen perder a los cables la característica totalmente dieléctrica de los mismos.

Por ejemplo un miembro de refuerzo metálico puede captar descargas atmosféricas mientras que el KEVLAR o las resinas epoxi se comportan indiferentes a las variaciones electromagnéticas del medio.

### 15.2.3 CUBIERTA EXTERIOR ( JACKET )

La cubierta exterior provee protección respecto de los efectos de:

- abrasión
- aceites
- ozono
- ácidos
- solventes
- etc.

La elección del material de la cubierta exterior dependerá del grado de resistencia requerida para los diferentes agentes y del costo.

Cuando un cable contiene varias capas de cubiertas y de materiales de protección las capas exteriores también son llamadas SHEATH (forro). En este caso la cubierta es la capa directamente sobre las fibras y el SHEATH hace referencia a las capas adicionales. Esta terminología es especialmente usada en la industria de las telecomunicaciones

# FIBRAS ÓPTICAS

## PROPIEDADES DE LOS MATERIALES DE LAS CUBIERTAS EXTERIORES

	PVC	Polietileno baja densidad	Polietileno celular	Polietileno alta densidad	Poly- propileno	Poly- uridano	Nylon	Teflon
Resistencia a la oxidación	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	E
Resistencia al calor	B-MB	B	B	MB	MB	B	MB	E
Resistencia a los aceites	R	B	B	B-MB	R	MB	MB	E
Flexibilidad a baja temperatura	P-B	B-MB	MB	MB	P	B	B	E
Resistencia climática, sol	B-MB	MB	MB	MB	MB	B	MB	E
Resistencia al ozono	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB	MB
Resistencia a la abrasión	R-B	R-B	R	MB	R-B	E	MB	MB
Propiedades eléctricas	R-B	MB	MB	MB	MB	P	P	MB
Resistencia al fuego	MB	P	P	P	P	R	P	E
Resistencia a la radiación nuclear	B	B	B	B	R	B	R-B	P
Resistencia al agua	MB	MB	MB	MB	MB	P-B	P-R	MB
Resistencia a los ácidos	B-MB	B-MB	B-MB	B-MB	MB	R	P-R	MB
Resistencia a los álcalis	B-MB	B-MB	B-MB	B-MB	MB	R	MB	MB
Resistencia a las naftas, kerosene, etc	P	P-R	P-R	P-R	P-R	B	B	MB
Hidrocarburos alifáticos								
Resistencia al bensol, toluol, etc	P-R	P	P	P	P-R	P	B	MB
Hidrocarburos aromáticos								
Resistencia a los solventes desengrasantes	P-R	P	P	P	P	P	B	MB
Hidrocarburos Halogenados								
Resistencia a los acoholes	B-MB	MB	MB	MB	MB	P	P	MB

P: Pobre      R: Regular      B: Bueno      MB: Muy Bueno      E: Excelente

# FIBRAS ÓPTICAS

La calificación esta basada en la performance promedio de los componentes para propósitos generales. Cualquier mejora de las propiedades se logra alterando las proporciones o características de los componentes.

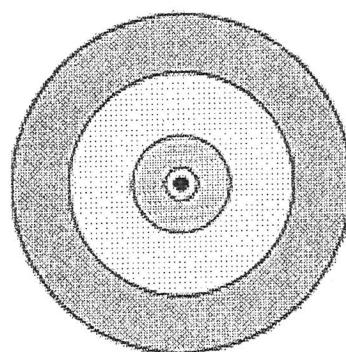
## 16. CABLES DE USO INTERIOR.

Los cables para uso en interiores pueden clasificarse de la siguiente manera:

- ➔ Cables simplex
- ➔ Cables duplex
- ➔ Cables multifibra
- ➔ Cables break out
- ➔ Cables heavy- light-and plenum-duty

### 16.1. CABLES SIMPLEX:

Los cables simplex contienen una sola fibra. "Simplex" es el término utilizado en electrónica para indicar un solo sentido de transmisión. Como las fibras trasladan señales en una sola dirección del transmisor al receptor, un cable simplex permite un solo sentido de comunicación.



Simplex

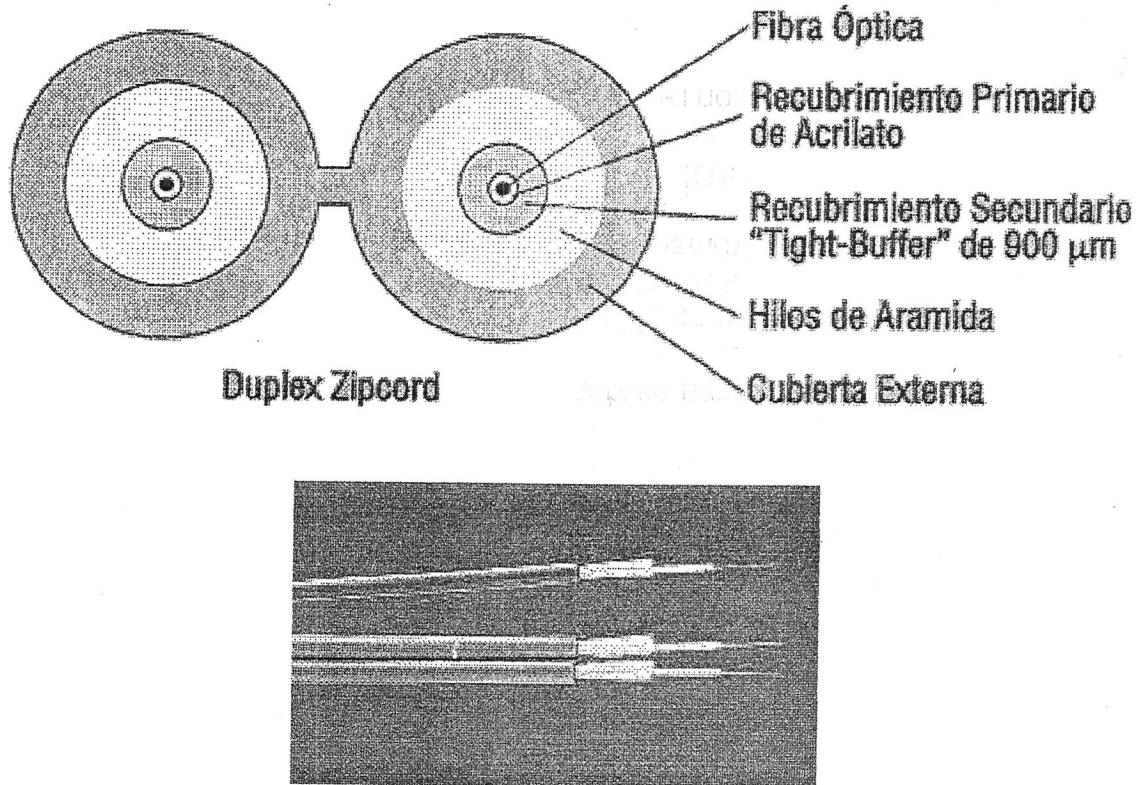
### 16.2. CABLES DUPLEX

Los cables duplex contienen dos fibras ópticas. "Duplex" hace referencia a dos sentidos de comunicación. Una fibra transporta señales en una dirección y la otra en el sentido inverso.

En apariencia un cable duplex asemeja a dos cables simplex cuyas cubiertas exteriores han sido adheridas. Es muy fácil el desprender una cubierta respecto de la otra.

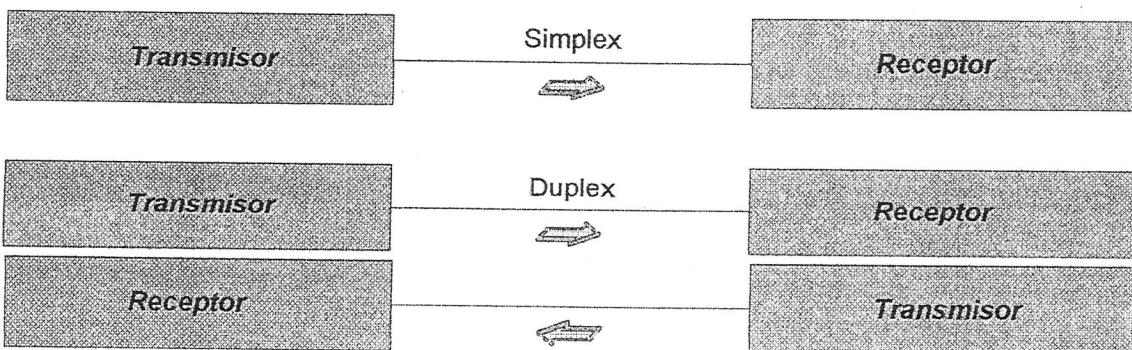
Los cables duplex son comúnmente utilizados en lugar de dos cables simplex por cuestiones estéticas y de conveniencia en la instalación.

# FIBRAS ÓPTICAS

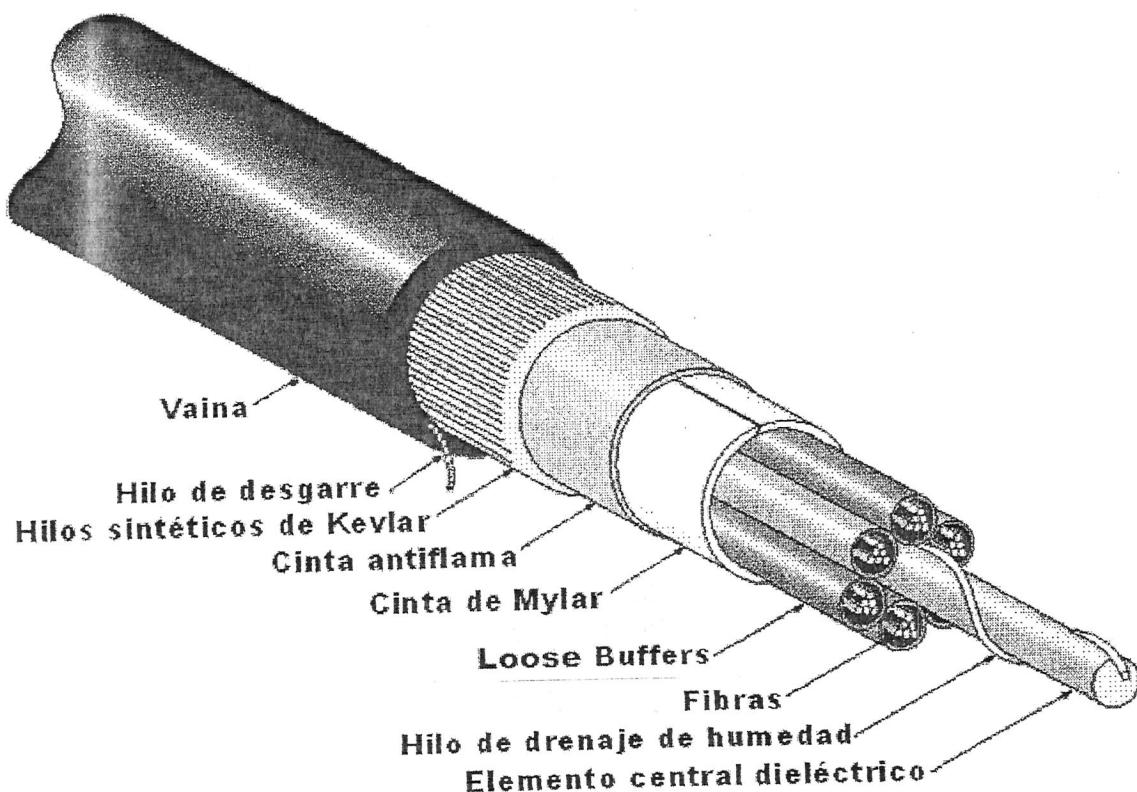


## 16.3. CABLES MULTIFIBRA

Los cables multifibra contienen más de dos fibras ópticas. Estos permiten la distribución de las señales en los edificios. Las fibras son utilizadas generalmente de a pares, en el cual cada fibra de cada par lleva las señales en sentido contrario. Un cable de 10 fibras ópticas permite 5 circuitos duplex. Los cables multifibras pueden también contener varios loose tubes , cada cual conteniendo una o más fibras. El uso de varios tubos permite la identificación de las fibras ya que los tubos y las fibras están codificados mediante colores. Estos tubos están devanados alrededor de un miembro de refuerzo central. Este devanado alivia las tensiones de las fibras cuando el cable es doblado.



# FIBRAS ÓPTICAS



## 16.4. ESPECIFICACION SEGÚN EL USO

La construcción de los cables depende de la aplicación. Hay cuatro distinciones básicas de aplicación:

- ▶ Light duty
- ▶ Heavy duty
- ▶ Plenum
- ▶ Riser

Los cables Heavy duty usualmente tienen cubiertas más gruesas que los cables light duty para permitir un manejo más rudo durante el proceso de instalación.

Los plenos son los espacios de aire que hay entre las paredes , debajo de las estructuras de piso y sobre los cielos rasos.. Los plenos son lugares popularmente usados para el tendido de líneas de energía , teléfonos , señal , etc. Desafortunadamente los plenos también son áreas donde el fuego puede propagarse fácilmente a través del edificio.

Ciertos materiales utilizados en la construcción de las cubiertas exteriores de los cables desprenden gases tóxicos cuando son sometidos a la llama.

Hay normas y códigos internacionales que obligan que los cables que circulan en áreas "Plenum" deben ser cableados en conductos a prueba de fuego o sus

# FIBRAS ÓPTICAS

cubiertas exteriores deben ser de materiales retardantes de llama y de baja emanación de gases.

Una de las pruebas más comunes para determinar el rango de flamabilidad de los cables es el test " Steiner Tunnel". Los cables calificados para aplicación Plenum deben pasar este test satisfactoriamente y tendrán la leyenda OFNP ( Optical Fiber Nonconductive Plenum ) cable.

Los cables de denominación Riser son para uso en tendidos verticales.

Generalmente son del tipo multifibra y poseen una construcción que les permite soportar varias veces su peso , situación típica en las montañas.

Estos llevarán la leyenda OFNR ( Optical Fiber Nonconductive Riser ) cable.

## 16.5. CABLES BREAKOUT

Los cables breakout tienen varios cables individuales simplex en el interior de una cubierta exterior. La cubierta exterior generalmente incluye un cordón de desgarro para facilitar la remoción de la misma.

La ventaja de los cables breakout es que permite acceder a las subunidades del cable de cualquier longitud que uno pretenda garantizando la máxima protección de cada una de las fibras. Asimismo los cables del tipo breakout garantizan la máxima fijación al momento de lo conectarizado.

Los cables Breakout típicamente se presentan en versiones de cuatro o más pares.

## 17. CABLES PARA USO EXTERIOR

Los cables para ser utilizados en exteriores deben soportar condiciones ambientales mucho más exigentes que los cables de uso interior. Los cables de uso exterior son fabricados para las siguientes aplicaciones:

- ▶ Suspendidos: (entre edificios o postes)
- ▶ Subterráneos (cables enterrados directamente)
- ▶ Subterráneos por canalización: (dentro de conductos)
- ▶ Submarinos (instalados bajo agua)

Estos cables obviamente deben ser más resistentes y durables ya que los mismos estarán expuestos a condiciones ambientales más extremas. La mayoría de estos cables tienen cubiertas con capas adicionales de protección. Por ejemplo los cables para aplicación subterránea incluyen entre sus cubiertas un laminado metálico para evitar que los roedores afecten la performance de las fibras.

La mayoría de los cables para uso exterior son de construcción Loose Tube estos tubos se rellenan con un compuesto de gel para eliminar el aire del interior del cable esto evita la migración del agua en el interior del tubo la cual , a temperatura de congelamiento , dañaría las fibras.

Las fibras en este caso "flotan" en el gel el cual no se congela y protege a las fibras.

Los cables para uso exterior generalmente contienen cuatro o más fibras.

## FIBRAS ÓPTICAS

En los cables que contienen varias fibras no todas las fibras deben ser utilizadas al momento de la instalación. Algunas fibras se guardarán como reserva en el caso de

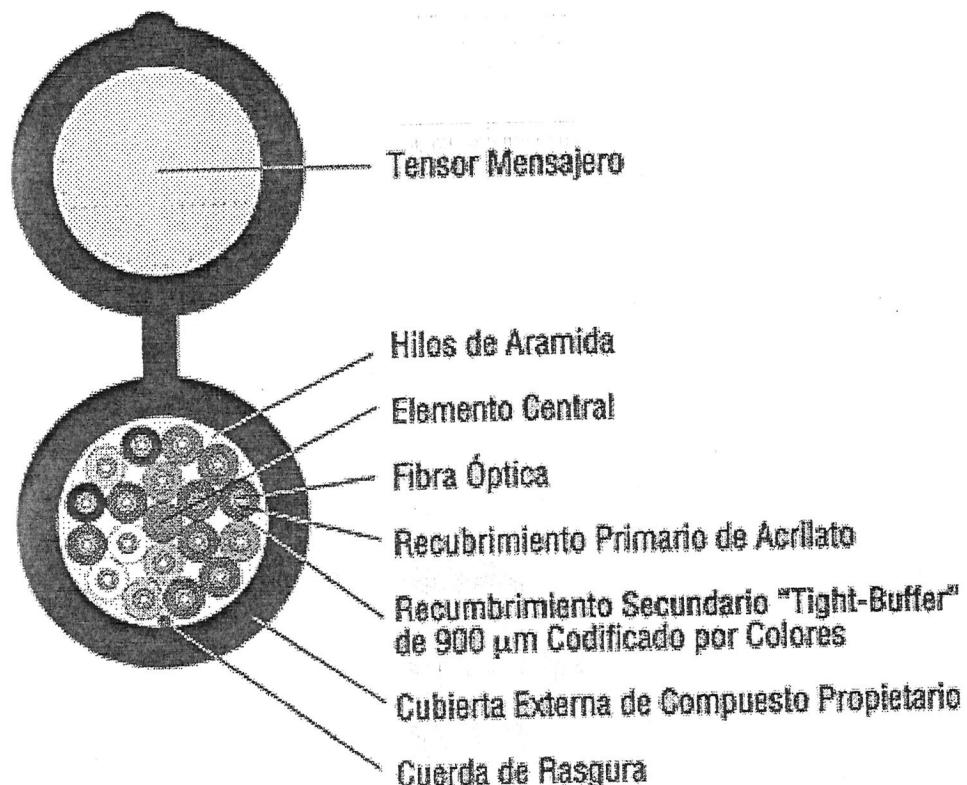
fallas ; otras se reservarán para futuras expansiones cuando la demanda o capacidad adicional sea requerida.

Tener fibras extras disponibles genera un ahorro significativo pues reinstalar un cable a causa de falla o de necesidad de expansión generalmente es varias veces más costoso que preveerlo en el momento de instalación inicial.

Debe tenerse en cuenta que la mayoría de los cables de uso exterior no son aptos para ser instalados en interiores de edificios por cuestiones de flamabilidad y desprendimiento de gases tóxicos. En estos casos debe respetarse la " fifty foot law " la cual permite ingresar hasta 50 pies al interior del edificio ya que los gases resultantes ante un eventual caso de incendio no son suficientes para afectar al ser humano.

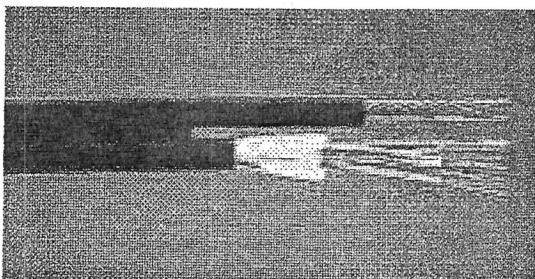
En referencia a los cables autosuspendidos cabe destacar que existen dos alternativas de construcción:

- ▶ Figura 8
- ▶ Figura circular



Los cables de figura 8 presentan más resistencia al viento, acumulan nieve y/o hielo todo esto genera mayores esfuerzos para el portante por lo cual generalmente estos cables son de una construcción más pesada.

# FIBRAS ÓPTICAS



Los cables de figura circular opuestamente a los anteriores tienen menor resistencia al viento y son los que mejor escurren la nieve o el hielo; de esta manera solicitan menos al portante por lo tanto son de construcción más liviana.

El inconveniente de estos últimos es que el anclaje de los mismos se efectúa sobre el exterior del cable y si no es correctamente instalado o en tendidos de muy larga trayectoria las fibras pueden ser dañadas. Cabe destacar que los empalmes en estos cables es más costosa.

## 18. OTRAS CARACTERISTICAS DE LOS CABLES

### 18.1. LONGITUD

Los cables de fibra óptica generalmente se entregan en carretes conteniendo 1000 o 2000 metros. Para las fibras del tipo monomodo también hay presentaciones de 5000 o 6000 metros.

Debe elegirse el tipo de empaque a utilizar de acuerdo a la aplicación pues las uniones generan atenuaciones adicionales.

Mayor longitud de cable implica menos uniones por lo tanto menor atenuación. Durante la fase de instalación de los cables debe ser dejada en ambos extremos del cable y en cajas de paso o de inspección. Pues ante un eventual corte del cable la restitución del servicio se logra con un solo empalme.

De otra manera el agregado de una sección nueva de cable obligaría a ejecutar dos empalmes, multiplicando por dos la atenuación generada.

### 18.2. IDENTIFICACION DE LAS FIBRAS

El tubo y el coating de las fibras, en el caso de las Loose Tube y el Buffer en el caso de las Tight Buffer vienen coloreados para permitir la identificación de cada una de las fibras contenidas en los cables.

Generalmente se utiliza la codificación con los ocho colores primarios telefónicos y a partir de ahí se generan los subgrupos.

**FIBRAS ÓPTICAS**

KAF 6967

**Código de Colores Estándares TIA-598-A Fibra Optica**

- ◆ Azul
- ◆ Naranja
- ◆ Verde
- ◆ Marrón
- ◆ Gris
- ◆ Blanco
- ◆ Rojo
- ◆ Negro
- ◆ Amarillo
- ◆ Violeta
- ◆ Rosa
- ◆ Celeste

**18.3. ESFUERZOS DE CARGA.**

Los fabricantes de cables especifican las cargas máximas que pueden ser aplicadas a los cables. Dos valores de cargas son generalmente especificados. El esfuerzo de carga de instalación es la carga que puede soportar el cable durante períodos cortos mientras dura el proceso de instalación.

Esta carga incluye la carga adicional a la que es sometida la fibra cuando es traccionada a través de los conductos, en los giros, etc.

La carga máxima especificada para la instalación limita la longitud de cable que puede ser instalado en una sola operación.

Diferentes métodos de instalación representarán diferentes condiciones de carga. Se debe planear cuidadosamente la instalación para evitar superar los valores especificados.

El segundo valor de carga especificado es la carga durante el funcionamiento o a largo término. Durante el funcionamiento, el cable no debe estar sometido a cargas tan intensas como las que soporta durante la instalación.

Esta carga durante el funcionamiento o a largo término es también llamada carga estática.

La carga de instalación o la carga durante el funcionamiento se especifica en libros o Newtons. Las cargas admisibles dependen obviamente de la construcción de cada tipo de cable.

El valor típico para un cable de uso interior del tipo Simplex es:

Carga de instalación =	250 libras ( 1112 Newtons )
Carga durante el funcionamiento =	10 libras ( 44 Newtons )

# FIBRAS ÓPTICAS

## 19. CABLES COMPUESTOS - HIBRIDOS

### 19.1. CABLES COMPUESTOS

Los cables compuestos son cables de fibra óptica que en su interior alojan fibras multimodo y monomodo. Estos cables pueden ser de cualquier tipo de forma constructiva.

### 19.2. CABLES HIBRIDOS

Los cables híbridos son cables que además de contener fibras ópticas, contienen conductores de cobre, por ejemplo (pares trenzados) Estos conductores pueden ser utilizados para aplicaciones que funcionen sobre cobre, pero además permiten dos usos muy comunes:

- A) Utilizar los mismos para comunicación durante el proceso de conectorizado de las fibras ópticas, especialmente en aplicaciones de larga distancia. De esta manera el equipamiento de medición puede conservarse en un único extremo y las mediciones se ejecutan efectuando diferentes empalmes en la punta de trabajo.
- B) La otra aplicación muy generalizada es la de proveer energía o señalización para los equipos activos del sistema de fibra óptica

## 20. CONECTORES Y EMPALMES

La interconexión de los distintos componentes de un sistema de fibra óptica es una parte vital de la performance del mismo.

La conexión a través de empalmes y conectores acopla la señal lumínica de un elemento a otro con la mínima pérdida posible. A lo largo de un enlace la fibra debe ser conectada a fuentes, detectores, y otras fibras.

Un conector es un elemento que permite la conexión y desconexión de las fibras respecto a las fuentes, detectores u otras fibras varias veces sin perder sus características originales.

Un empalme es para unir en forma permanente o semipermanente una fibra con otra fibra.

La característica más importante en una conexión de fibra es la alineación, concentración y mínimo espacio entre los elementos a unir. ( El contacto físico no es obligatorio ).

Hay varias razones que justifican la necesidad de conectores y de empalmes. En enlaces de muy larga distancia las fibras deben ser empalmadas unas con otras pues los fabricantes las entregan en longitudes entre 1000 y 6000 metros. Por ejemplo en un tendido de 50 kilómetros si se utilizan carretes de 6000 metros se requerirían cuatro empalmes, como así también los conectores para ambos extremos.

## FIBRAS ÓPTICAS

En otros casos probablemente la longitud no supere los 6000 metros pero puede ser imposible ejecutar el tendido en un solo tramo.

Conectores y empalmes también son requeridos en las entradas y salidas de las distintas áreas a interconectar.

También es necesario generar puntos de transición o de derivación de un cable con otros ( interior / exterior - multifibra / dúplex ).

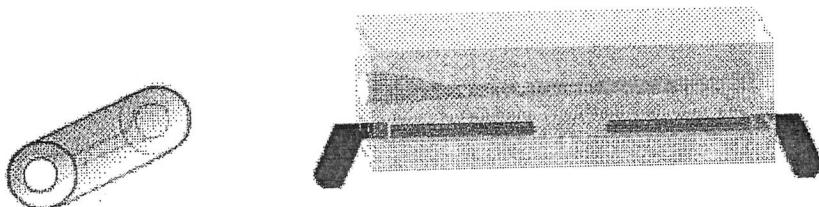
Asimismo son necesarios los conectores para poder intercambiar equipamiento, configuraciones, topología , vacantes, etc.

### ***Empalmes manuales o mecánicos***

Son empalmes rápidos, permanentes o temporarios, que pueden usarse, por ejemplo, para probar bobinas. Producen atenuaciones altas, del orden de 0.20 a 1dB.

Vienen llenos con gel para mejorar la continuidad de la luz.

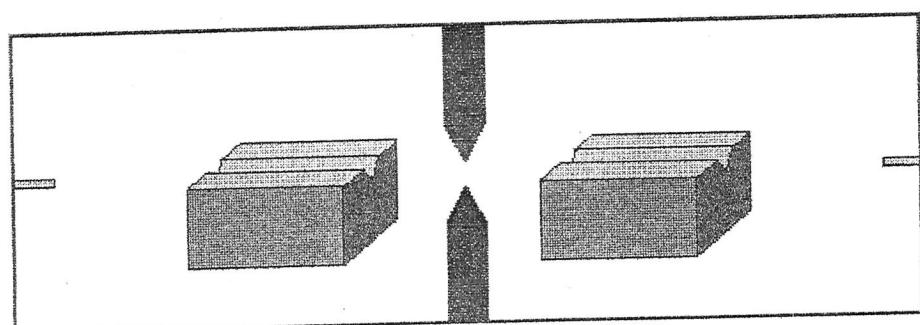
Pueden ser cilindros con un orificio central, o bandejas cerradas con dos pequeñas llaves que nos permiten introducir las fibras.



### ***Empalmes por fusión***

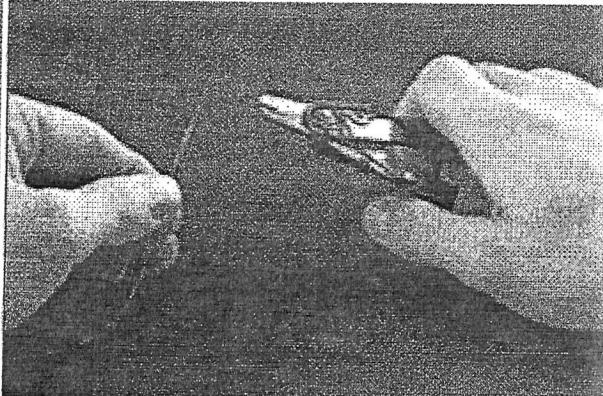
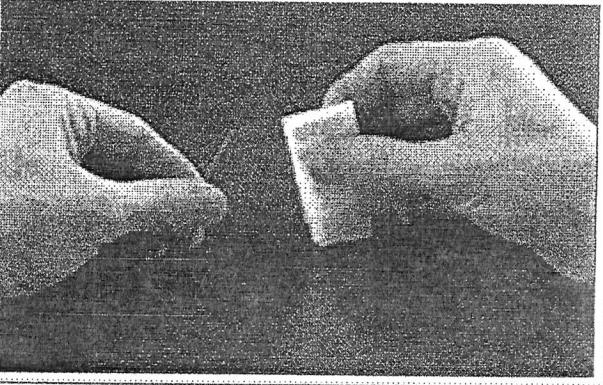
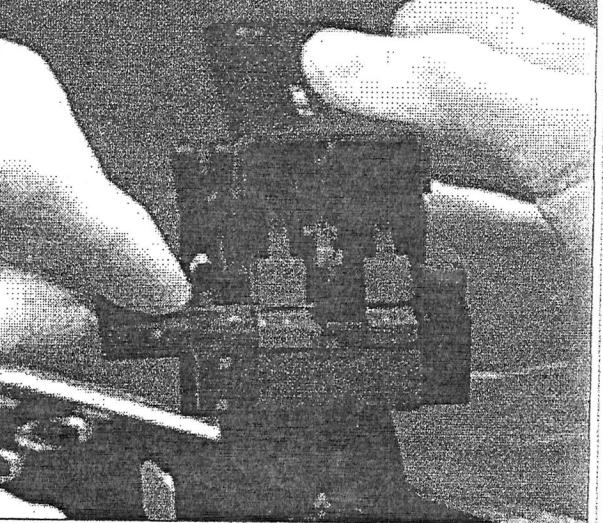
Son empalmes permanentes y se realizan con máquinas empalmadoras, manuales o automáticas, que luego de cargarles las fibras sin coating y cortadas a 90° realizan un alineamiento de los núcleos de una y otra, para luego fusionarlas con un arco eléctrico producido entre dos electrodos.

Llegan a producir atenuaciones casi imperceptibles (0.01 a 0.10 dB).



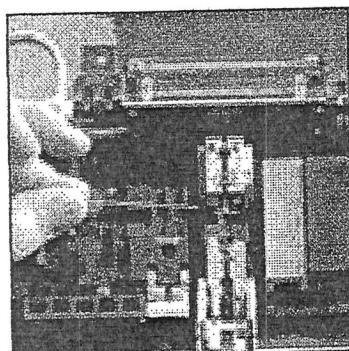
# FIBRAS ÓPTICAS

## Procedimiento

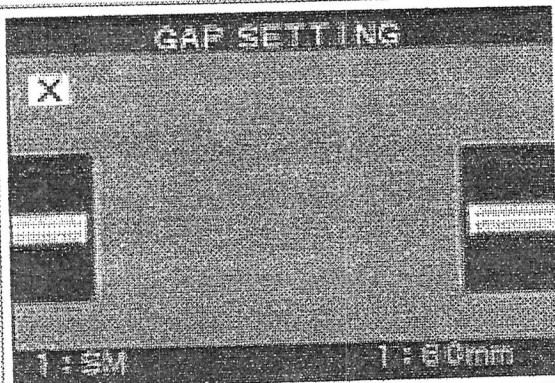
Con una pinza especial ( $125\mu$ ) se pella (strip) unos 5cm de coating (color)	
Se limpia (clean) la fibra con un papel suave embebido en alcohol isopropílico	
Se corta (cleave) la fibra a unos 8 a 16mm con un cutter o cleaver, con hoja de diamante, apoyando la fibra dentro del canal, haciendo coincidir el fin del coating con la división correspondiente a la medida.  Una vez cortada, la fibra no se vuelve a limpiar ni tocar.	

# FIBRAS ÓPTICAS

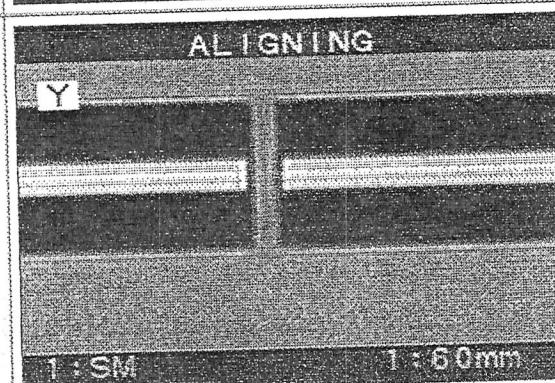
Cuidando que la fibra no contacte con nada, se introduce en la zapata de la empalmadora, sobre las marcas indicadas.  
Repetir el procedimiento con la otra fibra.



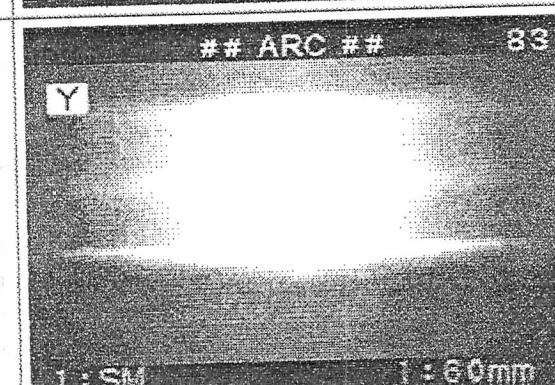
En el display se verán las dos puntas, pudiéndose observar si el ángulo es perfectamente recto, sino fuera así la máquina no nos permitiría empalmar.



Presionando el botón de empalme, estando la empalmadora ajustada en automático, la misma procederá a alinear en los ejes x e y, y a acercar las puntas a la distancia adecuada.

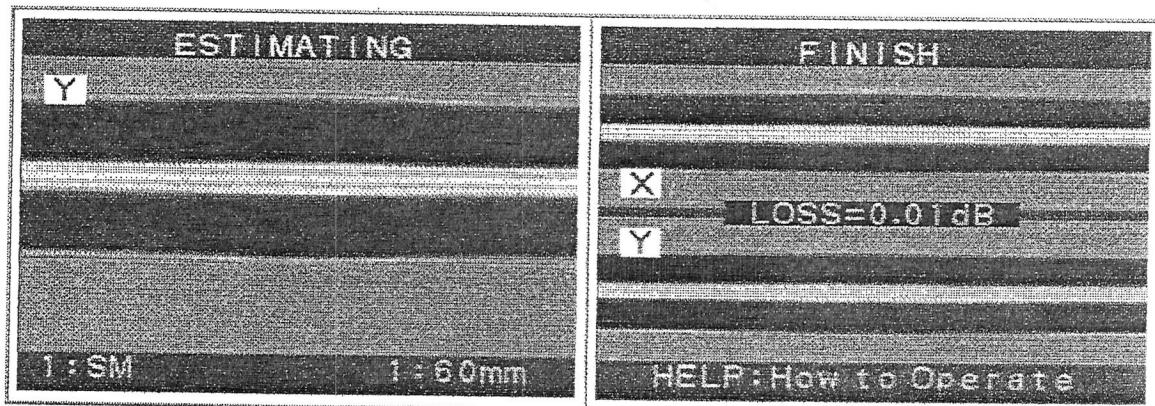


Una vez cumplido esto, a través de un arco eléctrico dado entre dos electrodos, aplicará una corriente de prefusión durante el tiempo de prefusión, y luego una corriente de fusión durante el tiempo de fusión.



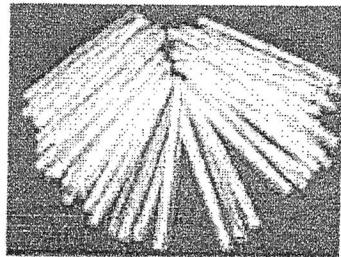
Luego hará una estimación (muy aproximada) del valor de atenuación resultante.

# FIBRAS ÓPTICAS



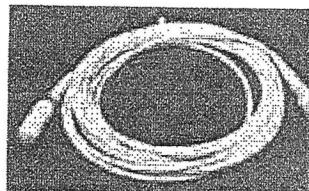
## Protección de los empalmes

La zona del empalme es delicada por lo que se protege de diferentes maneras: pegándose sobre unas almohadillas autoadhesivas existentes en algunos cassettes de empalmes, rodeándose con una bisagra autoadhesiva, o con manguitos termocontraíbles (sleeves) los cuales poseen un nervio metálico.



## **Conectores**

Para poder conectar un cable de fibra a un equipo es necesario que en cada fibra se arme un conector, o bien, cada fibra se empalme con un **PIGTAIL**, que es un cable de una sola fibra que posee un conector en una de sus puntas, armado en fábrica.



Existe una gran variedad de conectores que se diferencian por sus aplicaciones o simplemente por su diseño:

**ST y STII+**



**SC**



# FIBRAS ÓPTICAS

Conexión y Alineación

FC



Euro2000

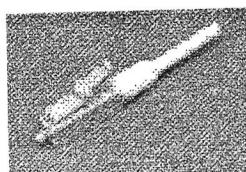


Simplex      Duplex

DIN



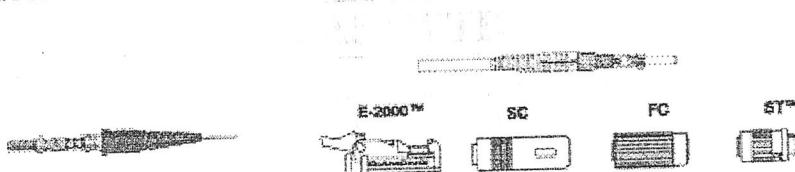
LC



Cada conector consta de:

- Ferrule: es el cilindro que rodea la fibra a manera de PIN.
- Body: el cuerpo del conector
- Boot: el mango

También existen conectores con el cuerpo intercambiable según la necesidad:



Ferrule: (distintos materiales)

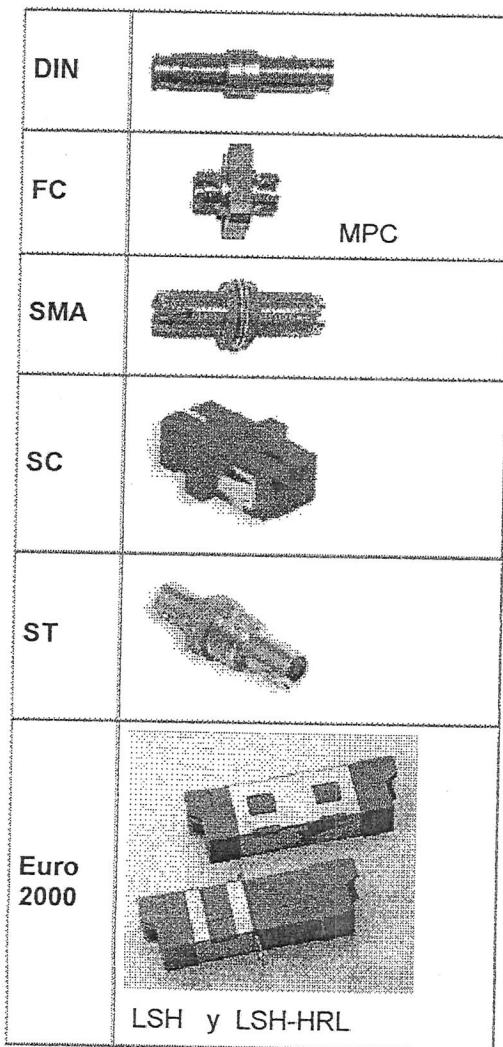
- ◆ Cerámicos
- ◆ Metálicos
- ◆ Plásticos

**Acopladores o adaptadores** (adapter, coupling, bulkhead, interconnect sleeve)

Son como pequeños tambores o cajas que reciben un conector de cada lado produciendo el acople óptico, con la mínima pérdida posible.

Se utilizan en los distribuidores, para facilitar la desconexión y cambio rápido, acoplando el pigtail que se haya empalmado al cable de fibra con el patchcord que se conecta a los equipos receptores/emisores. También se usan para conectar un tramo de fibra a los equipos de medición.

## FIBRAS ÓPTICAS



que se diferencian

y Afines

### 21. REQUISITOS DE LAS CONEXIONES.

La siguiente lista muestra las características que deben reunir los conectores y los empalmes para las fibras ópticas.

- ① **Baja pérdida:** El conector o el empalme debe generar la mínima pérdida de la señal que por ellos circula.
- ② **Facilidad de instalación:** El conector o el empalme debe ser fácil y rápido de instalar sin la necesidad de herramientas o entrenamientos muy complejo.
- ③ **Repetitividad:** Los conectores deben ser capaces de ser conectados y desconectados varias veces sin degradar sus características.
- ④ **Consistencia:** Los conectores y los empalmes deben ser estables y no debe variar su valor de pérdida durante el uso.
- ⑤ **Economía:** Los conectores y los empalmes deben ser económicos, en si mismos y en el herramiental que requieren.

Es realmente difícil diseñar piezas que reúnan todas las condiciones señaladas.

# FIBRAS ÓPTICAS

Un conector de baja pérdida es más caro que uno de alta pérdida y requerirá herramientas de más precisión. Si bien la baja pérdida es deseable no deben olvidarse las otras características.

En general los valores de pérdida admisible para conectores y empalmes son los siguientes:

- A: 0.2 dB o menos para empalmes.
- B: 0.3 a 1 dB para conectores de aplicación intraedificio, LAN o aplicaciones industriales.
- C: 1 a 3 dB para conectores y empalmes usados en aplicaciones donde las altas pérdidas son aceptadas y el bajo costo es más importante que la pérdida.  
Aplicaciones en fibras plásticas.

## 22. CAUSAS DE PERDIDA EN UNA CONEXIÓN.

Tres son los factores que generan pérdidas en una interconexión de fibra óptica:

- ① Factores intrínsecos o relacionados con la fibra son aquellos causados por la fibra en si misma.
- ② Factores extrínsecos o relacionados con los conectores y/o empalmes.
- ③ Factores del sistema.

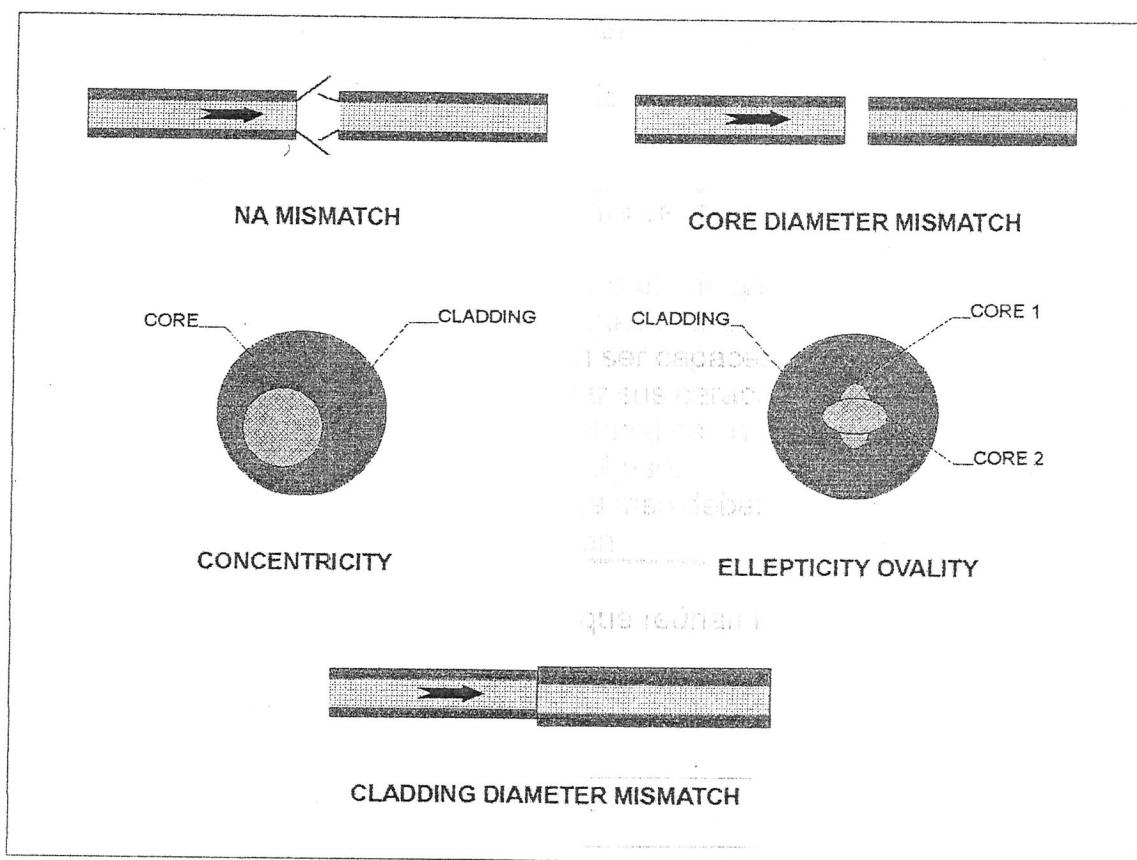
### 22.1. FACTORES INTRINSECOS

Cuando se unen dos fibras, asumimos que las fibras son idénticas. Generalmente no lo son. Los fabricantes de las fibras las fabrican aceptando ciertas tolerancias respecto de los valores nominales especificados entonces las fibras estarán comprendidas dentro de un rango de valores.

Los parámetros que variables de fabricación de las fibras son los siguientes:

- ◆ Variación del ángulo de aceptación
- ◆ Variación del diámetro del core
- ◆ Variación del diámetro del cladding
- ◆ Errores de concentración ( core/cladding )
- ◆ Elipticidad u ovalidad ( core/cladding )

# FIBRAS ÓPTICAS



Todas estas variaciones existen en las fibras. Los fabricantes controlan estas variaciones para mantenerlas dentro de los límites de tolerancia.

En los últimos años, gracias al desarrollo de las técnicas de fabricación, se han reducido los rangos de tolerancia substancialmente.

Por ejemplo una fibra de 125 um de diámetro que usualmente tenía una tolerancia de  $\pm 5$  um admitía diámetros desde 120 a 130 um.

La interconexión de dos fibras en ambos extremos de la tolerancia generaría pérdidas de 0.6 dB.

En la actualidad la tolerancia admitida es de  $\pm 2$  um, resultando un rango de 123 a 127 um lo cual arroja pérdidas de 0.28 dB. Una tolerancia de  $\pm 1$  um reduciría las pérdidas a 0.1 dB.

## 22.2. TOLERANCIAS TIPICAS QUE INFLUENCIAN LOS FACTORES INTRINSECOS

Diámetro del core ( 62.5 $\mu\text{m}$ )	$\pm 3 \mu\text{m}$
Diámetro del cladding ( 125 $\mu\text{m}$ )	$\pm 2 \mu\text{m}$
NA ( 0.275 )	$\pm 0.015$
Concentricidad	< 3 $\mu\text{m}$
Ovalización del core	> 0.98
Ovalización del cladding	> 0.98

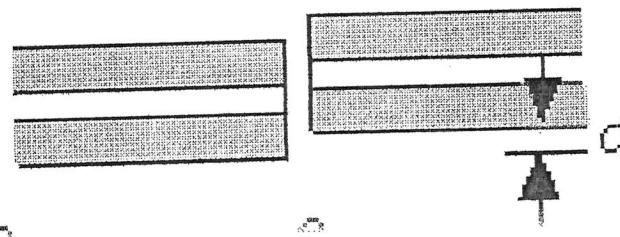
## 22.3. FACTORES EXTRINSECOS

Los conectores y los empalmes como mencionamos anteriormente agregan pérdidas a los enlaces. Cuando dos fibras no están perfectamente alineadas en sus ejes centrales, se producen pérdidas que no son originadas por los factores intrínsecos. Estas pérdidas son por el resultado de la dificultad de fabricación de los conectores con la exactitud de las tolerancias requeridas. Como veremos a continuación, hay diferencias de alineación que causan estas pérdidas.

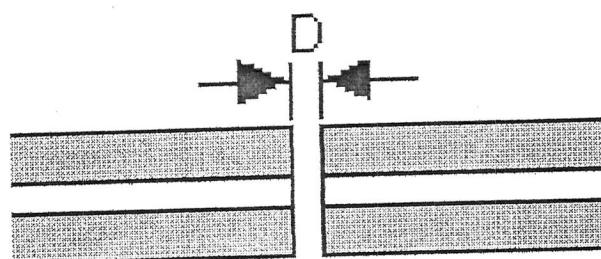
Las cuatro causas principales que producen las pérdidas en los conectores y empalmes son las siguientes:

- A- Desplazamiento lateral
- B- Separación de las puntas
- C- Desalineamiento angular
- D- Rugosidad de la terminación

### *A- Desplazamiento lateral*

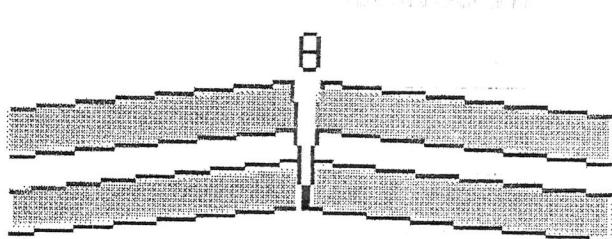


### *B- Separación de las puntas*



# FIBRAS ÓPTICAS

## C- Desalineamiento angular



### 23. MEDICIONES

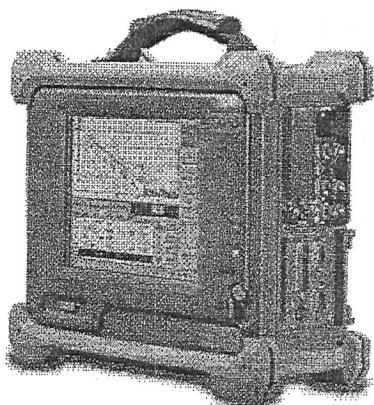
#### OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

Un OTDR es un reflectómetro óptico en el dominio tiempo. Es un instrumento de medición que envía pulsos de luz, a la  $\lambda$  deseada (ejemplo 3ra ventana: 1550 nm), para luego medir sus "ecos", o el tiempo que tarda en recibir una reflexión producida a lo largo de la FO.

Estos resultados, luego de ser promediadas las muestras tomadas, se grafican en una pantalla donde se muestra el nivel de señal en función de la distancia.

Luego se podrán medir atenuaciones de los diferentes tramos, atenuación de empalmes y conectores, atenuación entre dos puntos, etc.

También se utiliza para medir la distancia a la que se produjo un corte, o la distancia total de un enlace, o para identificar una fibra dándole una curvatura para generar una fuga y observando en la pantalla del OTDR ver si la curva se "cae".



# FIBRAS ÓPTICAS

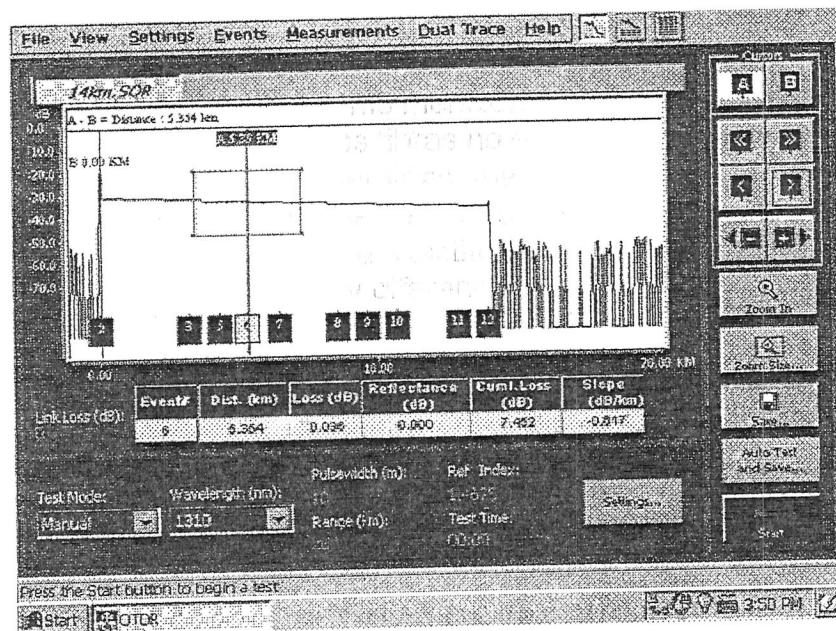
## Parámetros de medición:

- Índice de refracción
- Ancho de pulso
- Rango de medición en Km
- $\lambda$  (longitud de onda)
- Cantidad de muestras
- Monomodo, multimodo, etc.

## Mediciones de:

- Atenuación entre 2 puntos
- Pérdida en empalme
- Pérdida de retorno
- Atenuación por tramo

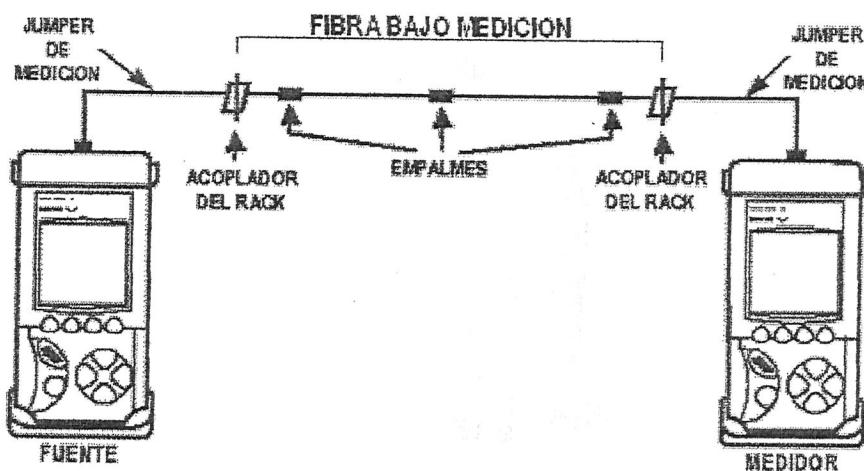
Distancias a empalmes, cortes, tramos, etc



# FIBRAS ÓPTICAS

## Medición de Atenuación Total de un Tramo (Medición de Potencia)

Para medir la atenuación total de un enlace de fibra, se utilizan una fuente de luz y un medidor, que se conectarán en ambos extremos de la fibra a medir.



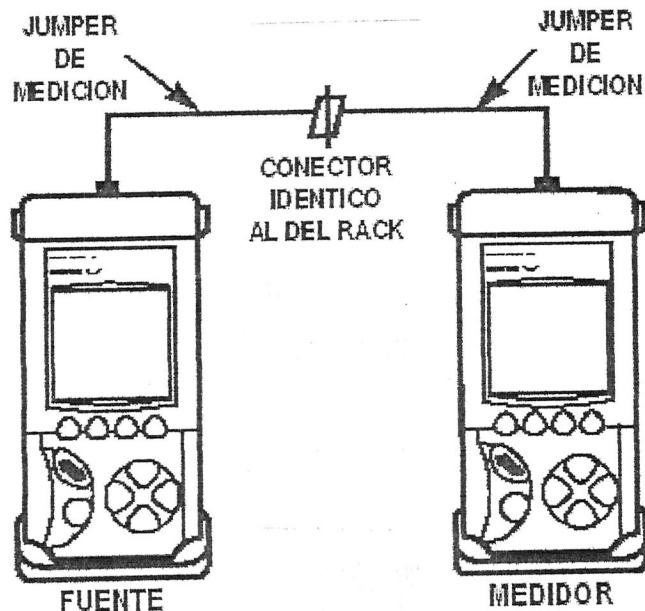
### Cuáles conectores se incluyen y cuáles no?

Cuando necesitamos medir la atenuación total de un tramo o pérdida de potencia, debemos excluir las atenuaciones producidas por los jumpers usados en la medición. Para esto, antes de realizarla, debemos conectar la fuente de luz al medidor de potencia con los mismos jumpers y adaptadores que usaremos luego, y seguir estos pasos:

- Encendemos ambos equipos
- Los ajustamos a CW (continuous wave-onda continua no pulsante)
- Elejimos la ventana deseada
- Presionamos ahora en el medidor el botón ABS>REF para almacenar el nuevo valor de referencia

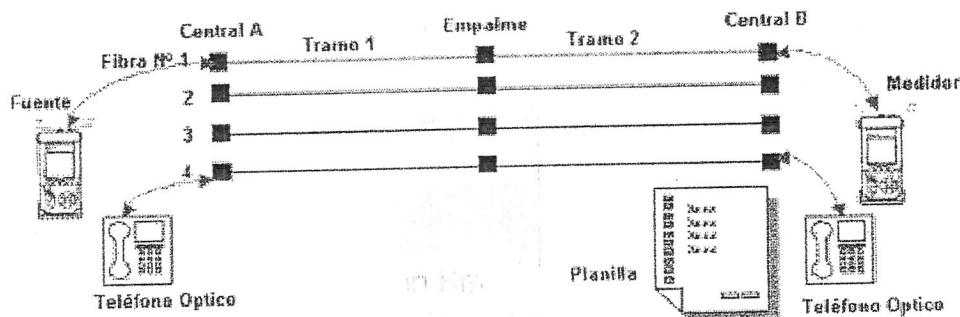
Entonces, al desconectar los jumpers entre sí y conectarlos a la fibra bajo prueba obtendremos el valor de atenuación de la fibra.

# FIBRAS ÓPTICAS



Los conectores conectados a la salida de la fuente y a la entrada del medidor no deben desconectarse hasta no terminar todas las mediciones pues la atenuación producida por un conector varía cada vez que se vuelve a conectar.

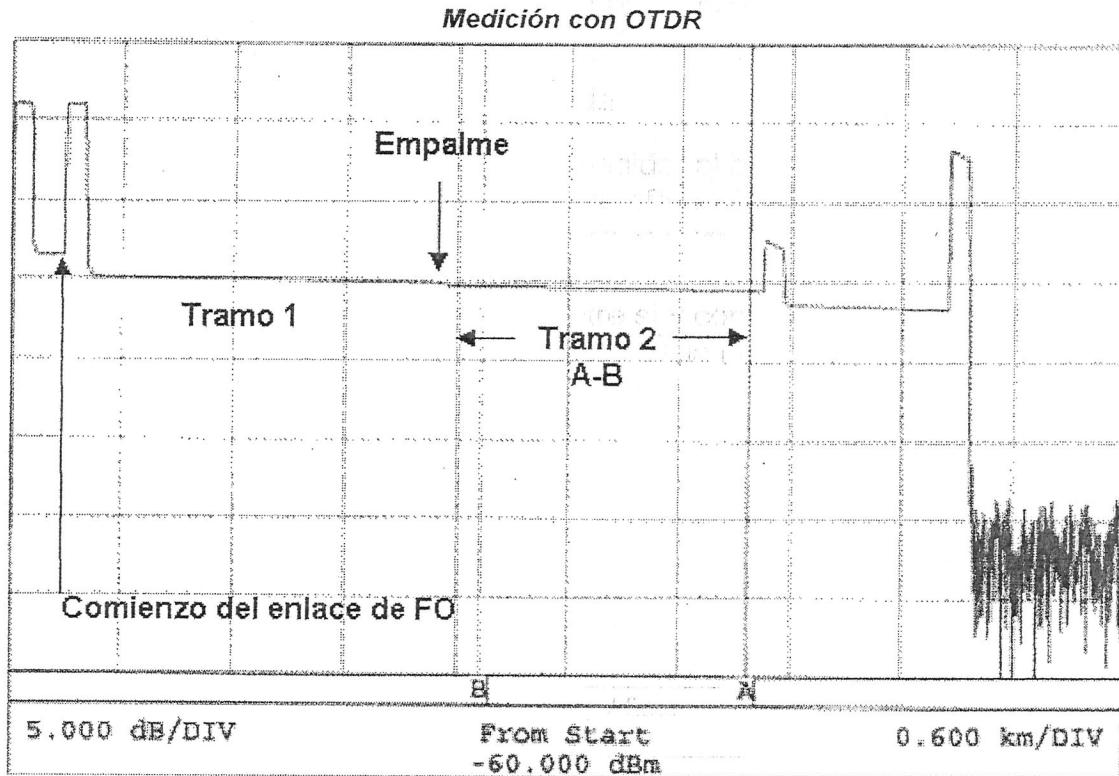
Para el caso de que un equipo posea los dos módulos en él, debe conectarse el jumper de medición entre su módulo emisor y su módulo medidor, establecer la atenuación producida por este jumper para descontarla de la medición final, o, si el equipo lo permite, ajustar la referencia. Paralelamente en el otro extremo de la fibra otro operador hará lo mismo con otro equipo. La ventaja de este método es que no es necesario que fuente y medidor deban encontrarse en el mismo lugar antes de medir.



## Atenuación por Tramo

Es debida a las características de fabricación propia de cada fibra (naturaleza del vidrio, impurezas, etc.) y se mide en **dB/Km**, lo cual nos indica cuántos dB se perderán en un kilómetro.

# FIBRAS ÓPTICAS



Parámetros de medición:	Span (rango) = 0 a 6 km Promedios = 15 Cursor A = 3.976 km Cursor B = 2.529 km	Resultado de la medición: A-B = 1.447 km LSA Attn = 0.185 dB/km
$\lambda = 1556 \text{ nm}$ Índice = 1.465 Ancho de pulso = 1000 ns		

## Atenuación por Empalme

Cuando empalmamos una fibra con otra, en la unión se produce una variación del índice de refracción lo cual genera reflexiones y refracciones, y sumándose la presencia de impurezas, todo esto resulta en una atenuación.

Se mide en ambos sentidos tomándose el promedio. La medición en uno de los sentidos puede dar un valor negativo, lo cual parecería indicar una amplificación de potencia, lo cual no es posible en un empalme, pero el promedio debe ser positivo, para resultar una atenuación.

## Pérdidas

- Por inserción:** es la atenuación que agrega a un enlace la presencia de un conector o un empalme.
- De retorno o reflectancia:** es la pérdida debida a la energía reflejada, se mide como la diferencia entre el nivel de señal reflejada y la señal incidente, es un valor negativo y debe ser menor a -30 dB (típico -40dB). En ocasiones se indica obviando el signo menos.

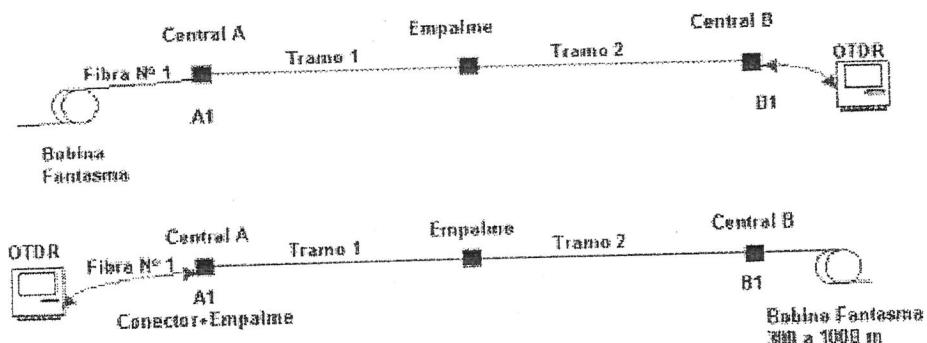
# FIBRAS ÓPTICAS

Ejemplo para un conector:

Insertion loss	< .2 dB typ < .3 dB max
Return loss PC	< -30dB
Return loss Super PC	< - 40dB
Return loss Ultra PC	< -50dB

### *Empalmes promediados*

El resultado real de la medición de un empalme se obtiene midiéndolo desde un extremo, luego, en otro momento se medirá desde el otro, y finalmente se tomará como atenuación del empalme el promedio de ambas (suma sobre 2)



La planilla sería, por ejemplo (para  $\lambda=1550\text{nm}$ ):

Fibra N°	A			E			B		
	A→B [dB]	B→A [dB]	Atenuación [dB]	A→B [dB]	B→A [dB]	Atenuación [dB]	A→B [dB]	B→A [dB]	Atenuación [dB]
1	0.30	0.30	0.30	0.01	0.03	0.02	0.30	0.40	0.35
2	0.15	0.35	0.25	-0.10	0.10	0.00	0.20	0.10	0.15
3	0.20	0.30	0.25	-0.03	0.05	0.01	0.30	0.00	0.15
4	0.10	0.40	0.25	0.03	0.01	0.02	0.05	0.35	0.20

### *Empalmes atenuados*

En algunos casos, la atenuación de un tramo de FO es tan baja que en el final del mismo la señal óptica es demasiado alta y puede saturar o dañar el receptor. Entonces es necesario provocar una atenuación controlada y esto se hace con la misma empalmadora, con la función de empalme atenuado.

Entonces, para realizar empalmes atenuados una empalmadora puede desalinear los núcleos o darle un ligero ángulo a una de las dos fibras.

# FIBRAS ÓPTICAS

## Niveles de potencia óptica para sistemas de comunicaciones

Tipo de red	$\lambda$ [nm]	Rango de potencia [dBm]	Rango de potencia [W]
Telecomunicaciones	1300, 1550	+3 to -45 dBm	50 nW to 2mW
Datos	665, 790, 850, 1300	-10 to -30 dBm	1 to 100 $\mu$ W
CATV	1300, 1550	+10 to -6 dBm	250 $\mu$ W to 10mW

## 24. VENTANAS y LASERs

La transmisión de información a través de fibras ópticas se realiza mediante la modulación (variación) de un haz de luz invisible al ojo humano, que en el espectro ("color" de la luz) se sitúa por debajo del infra-rojo.

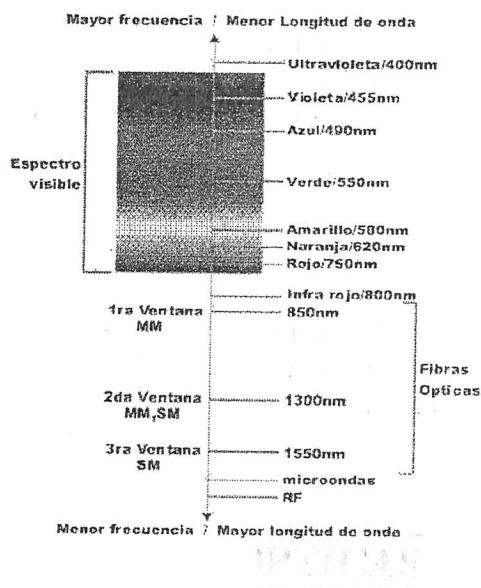
Si bien es invisible al ojo humano, hay que evitar mirar directamente y de frente una fibra a la cual se le esté inyectando luz, puesto que puede dañar gravemente la visión.

Las fibras ópticas presentan una menor atenuación (pérdida) en ciertas porciones del espectro lumínico, las cuales se denominan ventanas y corresponden a las siguientes longitudes de onda ( $\lambda$ ), expresadas en nanómetros:

Primera ventana 800 a 900 nm  $\lambda$  utilizada = 850nm

Segunda ventana 1250 a 1350 nm  $\lambda$  utilizada = 1310nm

Tercera ventana 1500 a 1600 nm  $\lambda$  utilizada = 1550nm



# FIBRAS ÓPTICAS

## LASER

Para poder transmitir en una de estas ventanas es necesaria una fuente de luz "coherente", es decir de una única frecuencia (o longitud de onda), la cual se consigue con un componente electrónico denominado LD ó diodo LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). Este componente es afectado por las variaciones de temperatura por lo que deben tener un circuito de realimentación para su control.

También pueden usarse diodos LED.

## Detectores ópticos

Como receptores ópticos se utilizan fotodiodos APD o diodos pin (PIN-PD) que poseen alta sensibilidad y bajo tiempo de respuesta.

El APD también requiere de un ajuste automático ante variaciones de temperatura.

## Ventajas de las F.O.

- Diámetro y peso reducidos lo que facilita su instalación
- Excelente flexibilidad
- Inmunidad a los ruidos eléctricos (interferencias)
- No existe diafonía (no hay inducción entre una fibra y otra)
- Bajas pérdidas, lo cual permite reducir la cantidad de estaciones repetidoras
- Gran ancho de banda que implica una elevada capacidad de transmisión
- Estabilidad frente a variaciones de temperatura
- Al no conducir electricidad no existe riesgo de incendios por arcos eléctricos
- No puede captarse información desde el exterior de la fibra
- El Dióxido de Silicio, materia prima para la fabricación de F.O., es uno de los recursos más abundantes del planeta.

## Desventajas

- Para obtener, desde la arena de cuarzo, el Dióxido de silicio purificado es necesaria mayor cantidad de energía que para los cables metálicos.
- Las F.O. son muy delicadas lo cual requiere un tratamiento especial durante el tendido de cables.
- Corta vida de los emisores lasers.



---

# REVISIÓN DE CONCEPTOS ELÉCTRICOS

---

Material redactado para la cátedra:

***Sistemas de Hardware p/Adm.***

*Autor: Ing. Rubén López*

*Versión: A2 (201008)*

---

**Unidad 1: : INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN LA INGENIERÍA**

1.1 Revisión de Parámetros Eléctricos: Tensión, Corriente, Resistencia, Inductancia y Capacidad en el ámbito del Ingeniero en Sistemas.

**Contenido:**

Revisión: Principios de Electricidad y Electromagnetismo . . . . .	p. 2
Parámetros Eléctricos: Corriente – Voltaje . . . . .	p. 2
Sentido de Circulación de la corriente . . . . .	p. 4
Resistor ó Resistencia . . . . .	p. 4
Múltiplos y Submúltiplos . . . . .	p. 6
Autoinductancia . . . . .	p. 6
Capacitancia . . . . .	p. 7
Leyes de Kirchhoff . . . . .	p. 8
Coeficientes para el cálculo de R - C – L . . . . .	p. 9

## Revisión: Principios de Electricidad y Electromagnetismo (Resumen)

### **1) Parámetros Eléctricos:**

Del átomo provienen las características eléctricas de la materia (recordar: Núcleo del átomo = carga eléctrica positiva y los Electrones = carga eléctrica negativa)

La conductividad tiene que ver con los electrones de las órbitas exteriores que pueden pasar de un átomo a otro generando una circulación de electrones cuando el medio es propicio.

#### **Corriente:**

flujo de electrones - circulación de electrones

#### **Voltaje (Tensión):**

Diferencia de potencial.

Se mide de un punto del espacio respecto de otro.

Por lo tanto, se trata de la diferencia en la cantidad de electrones entre dos puntos en el espacio.

Cuando hablamos de tensión en un punto implicitamente estamos indicando que es respecto de otro punto (generalmente tierra)

En teoría no circula corriente entre ambos puntos

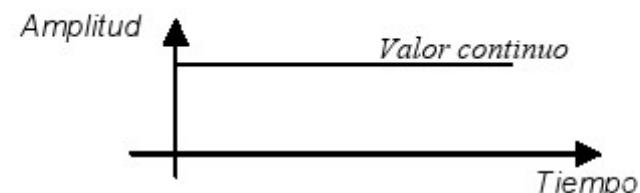
En la práctica (en el mundo real), siempre circula aunque sea una mínima corriente, por eso existen siempre las pérdidas. Hasta el mejor aislante tiene pérdidas (aunque sea despreciables y a veces muy difíciles de medir).

Siempre que halla circulación de corriente, tengo un medio en el cual circulan los electrones; si no hay medio favorable para la circulación, no hay corriente eléctrica apreciable.

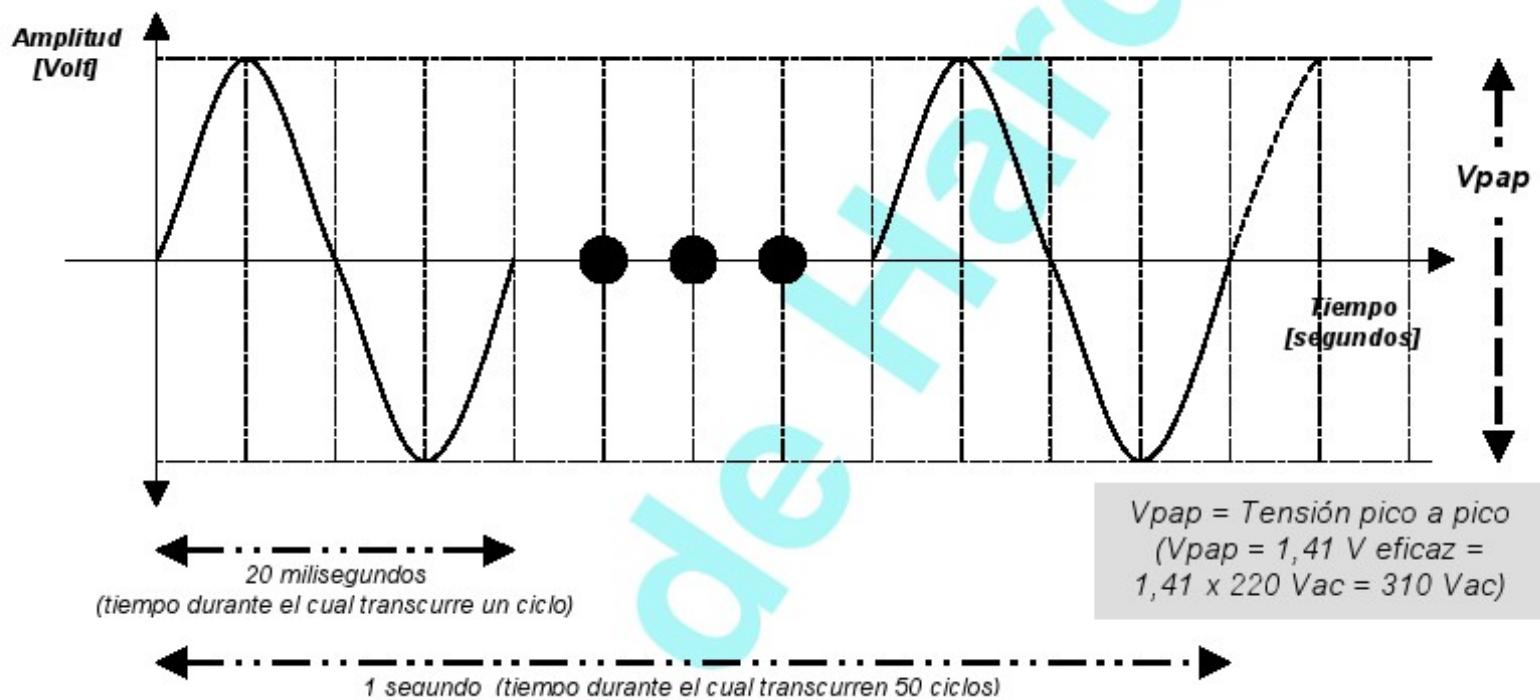
#### **IMPORTANTE:** Hay dos tipos de tensión:

- a) La tensión Continua (Fácil de almacenar, pero no tan fácil de generar para grandes consumos)
- b) Tensión Alterna (relativamente fácil de generar para grandes consumos pero difícil de almacenar). En la red de distribución eléctrica Argentina se utiliza 220 Vac - 50 Hz (la red americana utiliza 110 Vac - 60 Hz)

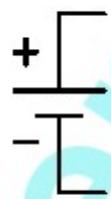
Generador Ideal de Tensión Continua: Entrega una tensión de amplitud constante e independiente del tiempo. Responde a una función constante.



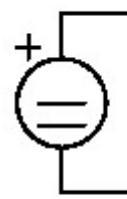
**Generador Ideal de Tensión Alterna:** Entrega una tensión cuya amplitud varía en función del tiempo; típicamente esta variación responde a la función trigonométrica senoidal pero hay otras para casos más específicos. Por ejemplo 220 Vac - 50Hz indican una tensión cuyo valor eficaz es 220 Vac y con una variación que se realiza 50 veces por segundo, esto significa que una variación (llamado **ciclo**) utilizará solo 1/50 segundos o lo que es lo mismo 20 milisegundos (0,02 seg.). En la siguiente gráfica se pueden ver estos conceptos:



### Símbolos:



Símbolo de una Pila  
(Batería)



Símbolo de una  
Fuente de Tensión Continua

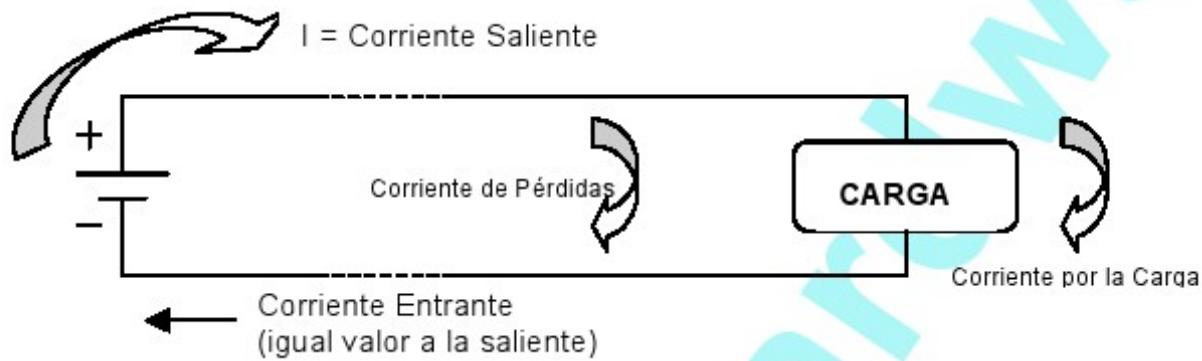


Símbolo de una  
Fuente de Tensión Alterna

-----(Generadores Ideales de Tensión)-----

### Sentido de Circulación de la corriente

Toda corriente eléctrica que sale desde una fuente lo hace desde el borne positivo, y siempre es igual al valor que ingresa por el borne negativo (retorno de la corriente), no importando el camino que halla realizado.



### Ej. de un Elemento Tecnológico: DISYUNTOR

En las instalaciones domiciliarias tenemos el ingreso de dos conductores eléctricos por medio de los cuales la empresa proveedora de energía nos entrega los 220Vac- 50 Hz, se los denomina VIVO y NEUTRO. El Disyuntor mide que la corriente que circula por uno de estos conductores sea la misma que circula por el otro conductor, cuando hay una pérdida (por ejemplo por la derivación de corriente a través de nuestro cuerpo hacia otro recorrido), el dispositivo ve la diferencia de corriente circulando entre ambos terminales e interrumpe la circulación.

## 2) RESISTOR ó RESISTENCIA

Permite valorar en qué medida un material se opone a la circulación de corriente.

No existe un material que impida totalmente la circulación de corriente, en todos los materiales de la naturaleza en mayor o menor medida circula corriente.

Se trata de un proceso energético irreversible, donde la energía eléctrica se transforma en calor.

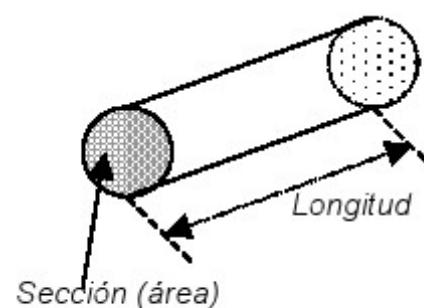
En forma macroscópica la resistencia resulta ser:

$$R = \rho L / A$$

donde  $\rho$  = coeficiente de resistividad del material

$L$  = longitud del conductor

$A$  = sección del conductor



Unidades:  $R$  se mide en [Ohm];  $L$  se mide en [metros];

$A$  se mide en [metros cuadrados];  $\rho$  se mide en [ohm x metros]

La Resistencia que presenta un material resulta ser: directamente proporcional a la longitud (o sea para un dado conductor a mayor longitud tengo mayor resistencia) e inversamente proporcional a la sección (o sea para un mismo material cuando el conductor tiene mayor diámetro su resistencia a la circulación de corriente es menor), y obviamente directamente proporcional al coeficiente de resistividad (característica del material)

Material	$\rho$ (ohm x m)
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
Aluminio	$2,8 \times 10^{-8}$
Hierro	$10 \times 10^{-8}$
Oro	$2,4 \times 10^{-8}$
Plata	$1,6 \times 10^{-8}$
Constantan	$49 \times 10^{-8}$
Manganina	$43 \times 10^{-8}$
Nichrome	$120 \times 10^{-8}$ (aprox)
Grafito (no metálico)	$800 \text{ a } 1300 \times 10^{-8}$

#### Comentarios:

Cobre muy bajo de resistividad, en tendidos muy largos sus costos es muy alto; el Aluminio tiene un coeficiente parecido (ligeramente mayor) pero su costo es muy inferior por eso se lo utiliza en las líneas de alta tensión.

El Oro y la Plata (materiales nobles) plantean coeficientes equivalentes al Aluminio y Cobre, respectivamente; su uso se debe a aplicaciones en donde se busca que los conductores no envejezcan por el proceso de oxidación. Tener en cuenta que el hierro es conductor.

Constantan, Manganina y Nichrome, tienen un coeficiente muy grande, razón por lo cual se los utiliza para hacer resistencias, los dos primeros por su estabilidad se lo usan para resistencias patrones, mientras que el Nichrome para calefactores entre otras cosas.

Finalmente el grafito, se lo utiliza para transmitir la energía eléctrica entre un conductor y un elemento que tiene movimiento como el rotor de un motor (ej. el carbón en un taladro o una aspiradora). Como curiosidad en los motores de gran tamaño, el diámetro del carbón es grande y su longitud es pequeña (analice ¿porque?)

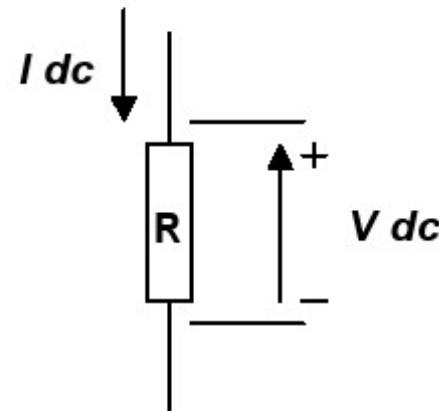
La ley de Ohm vincula la tensión y la corriente en una resistencia por medio de la expresión:

$$V = I \times R$$

donde las unidades utilizadas son:

$$V = [\text{volt}], I = [\text{Ampere}] \text{ y } R [\text{ohm}]$$

**IMPORTANTE:** tener en cuenta la polaridad indicada de la tensión respecto del sentido de circulación de corriente.



Teniendo en cuenta que la potencia en continua (llamada **Potencia Activa**) resulta ser igual al producto de la tensión por la corriente; en una resistencia (que genera calor debido a la oposición que presenta a la circulación de corriente) la potencia disipada por la circulación de corriente viene dada por la expresión:

$$P = V^2 / R = I^2 \times R$$

Justificar la expresión (deducirla a partir de la formula de Potencia Activa y la Ley de Ohm)

donde P se mide en [Watt]

**3) Múltiplos y Submúltiplos**

En ingeniería habitualmente se utilizan los siguientes múltiplos y submúltiplos para las unidades vistas

$10^6$	$10^3$	$10^0$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$
MV	kV	Ampere [A]	mA	uA	nA	pA
MΩ	kΩ	Volt [V]	mV	uV	nV	pV
MW	kW	Ohm [Ω]	mΩ	uΩ		
		Watt [W]	mW	uW		

Donde prefijos se leen:

M = Mega    K = Kilo    m = mili    u = micro    n = nano    p = pico

**4) Autoinductancia:**

Cuantifica la bondad que tiene un elemento (llamado inductor) de almacenar energía en forma de campo magnético.

Se trata de un proceso reversible.

Macroscópicamente:

$$L = \mu N^2 A / L$$

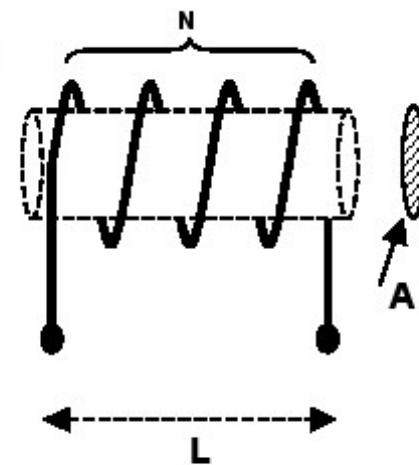
donde:       $L$  = Coeficiente de autoinducción ó  
Inductancia medida en [Henrio]

$N$  = número de espiras de la bobina  
(cantidad de vueltas del conductor alrededor de la bobina)

$A$  = sección del núcleo de la bobina en  $[m^2]$

$L$  = longitud de la forma cubierta por la bobina en [m]

$\mu$  = Permeabilidad Magnética del núcleo de la bobina.



La Permeabilidad Magnética de un material se calcula como el producto de la Permeabilidad Magnética del Vacío (medida en laboratorio y utilizada como referencia en esta medición) por la Permeabilidad Relativa del material utilizado como núcleo de la bobina.

$$\mu = \mu_0 \times \mu_r$$

donde:       $\mu$  es la Permeabilidad Magnética del material del núcleo de la bobina

$\mu_0$  es la Permeabilidad Magnética del vacío

$\mu_r$  es la Permeabilidad Relativa del material del núcleo respecto del vacío

Cuando:

$\mu_r < 1$  estamos frente a materiales Diamagnéticos

$\mu_r > 1$  se trata de materiales Paramagnéticos

$\mu_r \gg 1$  nos referimos a materiales Ferromagnéticos

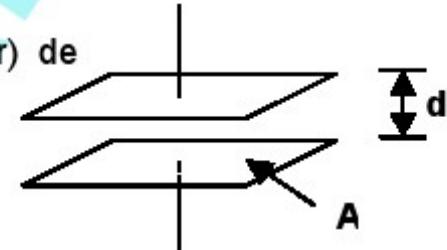
En la tabla podemos apreciar el valor de  $\mu_r$  para algunos materiales así como el valor de la Permeabilidad del vacío

Material	$\mu_r$
Aire	1
Hierro Electrólítico	1850
Hierro Blando	3550
Acero al Silicio	7000
Permalloy	60 a 105 x 10 <sup>3</sup>
Armco Trancor 6	9600

$$\mu_0 = 4 \times \pi \times 10^{-7} [\text{H/m}]$$

## 5) Capacitancia:

Cuantifica la bondad que tiene un elemento (llamado capacitor) de almacenar energía en forma de campo eléctrico (diferencia de potencial). Se trata de un proceso reversible.



Macroscópicamente:

$$C = \epsilon A / d$$

donde:  $C$  = Capacidad medida en [Faraday]

$A$  = Superficie de la placa del capacitor en [ $\text{m}^2$ ]

$d$  = distancia entre las placas de un capacitor en [m]

$\epsilon$  = Constante dieléctrica del material que separa las placas.

La Constante Dieléctrica de un material se calcula como el producto de la Constante Dieléctrica del Vacío (medida en laboratorio y utilizada como referencia en esta medición) por la Constante Dieléctrica Relativa del material utilizado como aislante entre las placas de un capacitor.

$$\epsilon = \epsilon_0 \times \epsilon_r$$

donde:

$\epsilon$  es la Constante Dieléctrica del material que separa las placas

$\epsilon_0$  es la Constante Dieléctrica del vacío

$\epsilon_r$  es la Constante Dieléctrica Relativa del material que separa las placas medida respecto del vacío

Material	$\epsilon_r$
Aire	1,0006
Vidrio	5 a 12
Celuloide	6,2
Micalex	7,5
Polystyrene	2,5
Mica	4,5 a 8,7
Papel Aceitado	3 a 5
Lucite	2,5 a 3
Agua Destilada	81
Aceite para Transformadores	2,2 a 2,5

$$\epsilon_0 = 8,855 \times 10^{-12} [\text{F/m}]$$

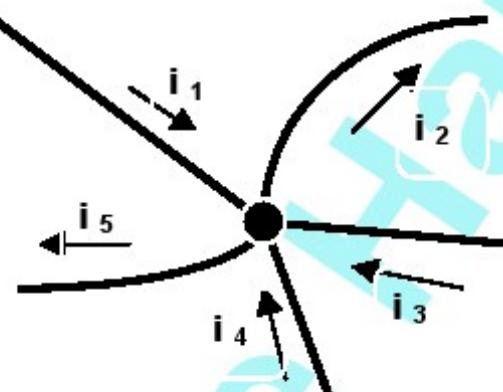
En la tabla podemos apreciar el valor de  $\epsilon_r$  para algunos materiales así como el valor de la Constante Dieléctrica del vacío

## Leyes de Kirchhoff

### 1. para las corrientes (Ley de los Nodos):

Recordar que se llama **NODO** a un punto de un circuito eléctrico donde se unen mas de dos componentes.

En todo nodo de un circuito, la sumatoria de las corrientes es igual a cero. Tomando como corriente positiva las entrantes y negativas las salientes; otra forma de decir lo mismo es indicar que la sumatoria de las corrientes entrantes es siempre igual a la sumatoria de las corrientes salientes del nodo.

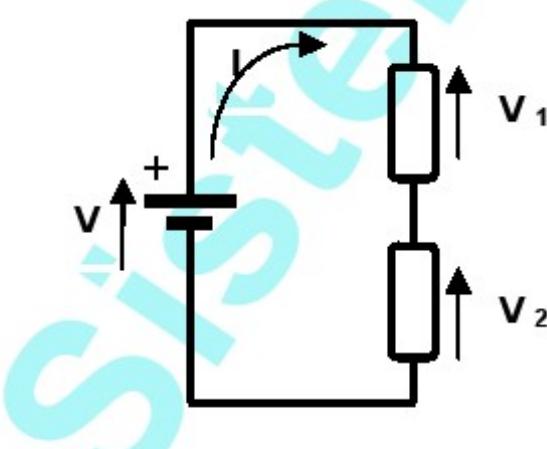


Donde:  $\sum i_n = 0$   
 o sea:  $+i_1 - i_2 + i_3 + i_4 - i_5 = 0$   
 o también:  $i_1 + i_3 + i_4 = i_2 + i_5$

### 2. para las tensiones (Ley de las Mallas):

Recordar que se llama **MALLA** a todo recorrido cerrado posible que se puede realizar a través de un circuito eléctrico.

En todo recorrido realizado por una Malla de un circuito eléctrico la sumatoria de tensiones es igual a cero. (este recorrido preferiblemente por razones de comodidad se debe hacer partiendo de la fuente de alimentación y en el sentido de la circulación de la corriente).



Donde:  $\sum V_n = 0$   
 o sea:  $+V - V_1 - V_2 = 0$   
 o también:  $V = V_1 + V_2$

**1) Resistividad**

<b>Material</b>	<b><math>\sigma</math> ( x m)</b>
Cobre	$1,7 \times 10^{-8}$
Aluminio	$2,8 \times 10^{-8}$
Hierro	$10 \times 10^{-8}$
Oro	$2,4 \times 10^{-8}$
Plata	$1,6 \times 10^{-8}$
Constantan	$49 \times 10^{-8}$
Manganina	$43 \times 10^{-8}$
Nichrome	$120 \times 10^{-8}$ (aprox)
Grafito (no metálico)	$800 \text{ a } 1300 \times 10^{-8}$

**2) Permeabilidad Magnética Relativa**

<b>Material</b>	<b><math>u_r</math></b>
Aire	1
Hierro Electrólítico	1850
Hierro Blando	3550
Acero al Silicio	7000
Permalloy	$60 \text{ a } 105 \times 10^3$
Armco Trancor 6	9600

$$u_0 = 4 \pi \times 10^{-7} [\text{H/m}]$$

**3) Constante Dieléctrica Relativa**

<b>Material</b>	<b><math>E_r</math></b>
Aire	1,0006
Vidrio	5 a 12
Celuloide	6,2
Micalex	7,5
Polystyrene	2,5
Mica	4,5 a 8,7
Papel Aceitado	3 a 5
Lucite	2,5 a 3
Agua Destilada	81
Aceite para Transformadores	2,2 a 2,5

$$E_0 = 8,855 \times 10^{-12} [\text{F/m}]$$

**4) Múltiplos y Submúltiplos**

<b><math>10^6</math></b>	<b><math>10^3</math></b>	<b><math>10^0</math></b>	<b><math>10^{-3}</math></b>	<b><math>10^{-6}</math></b>	<b><math>10^{-9}</math></b>	<b><math>10^{-12}</math></b>
MV	KV	Ampere [A]	mA	uA	nA	pA
M	K	Volt [V]	mV	uV	nV	pV
MW	KW	Ohm [ ]	m	u	-	-
		Watt [W]	mW	uW	-	-

(M = Mega) (K = Kilo)

(m = mili) (u = micro) (n = nano) (p = pico)}

# SISTEMAS DE HARDWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN

Profesor : Ing. Gonzalo Calderón

# Electricidad y Electromagnetismo

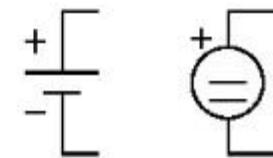
## Parámetros Eléctricos

Corriente *flujo de electrones*

Voltaje (Tensión) *diferencia de Potencial*

- Tensión Continua

*Almacenamiento - Transporte*



- Tensión Alterna

*Almacenamiento – Transporte*

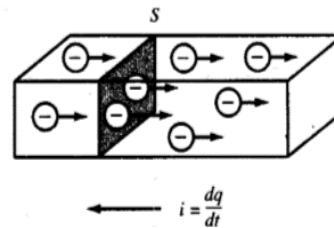


## Parámetros eléctricos : Corriente Eléctrica

Un **amperio (A)** es equivalente a un **coulombio (C)** de carga que pasa a través de una superficie en un segundo.

$$i(t) = dq/dt(C/s).$$

La carga del electrón es -  $e = -1,602 \cdot 10^{-19} C$ , y por lo tanto una corriente de un amperio representa aproximadamente  $6,24 \cdot 10^{18}$  electrones por segundo pasando por una sección determinada de un conductor.



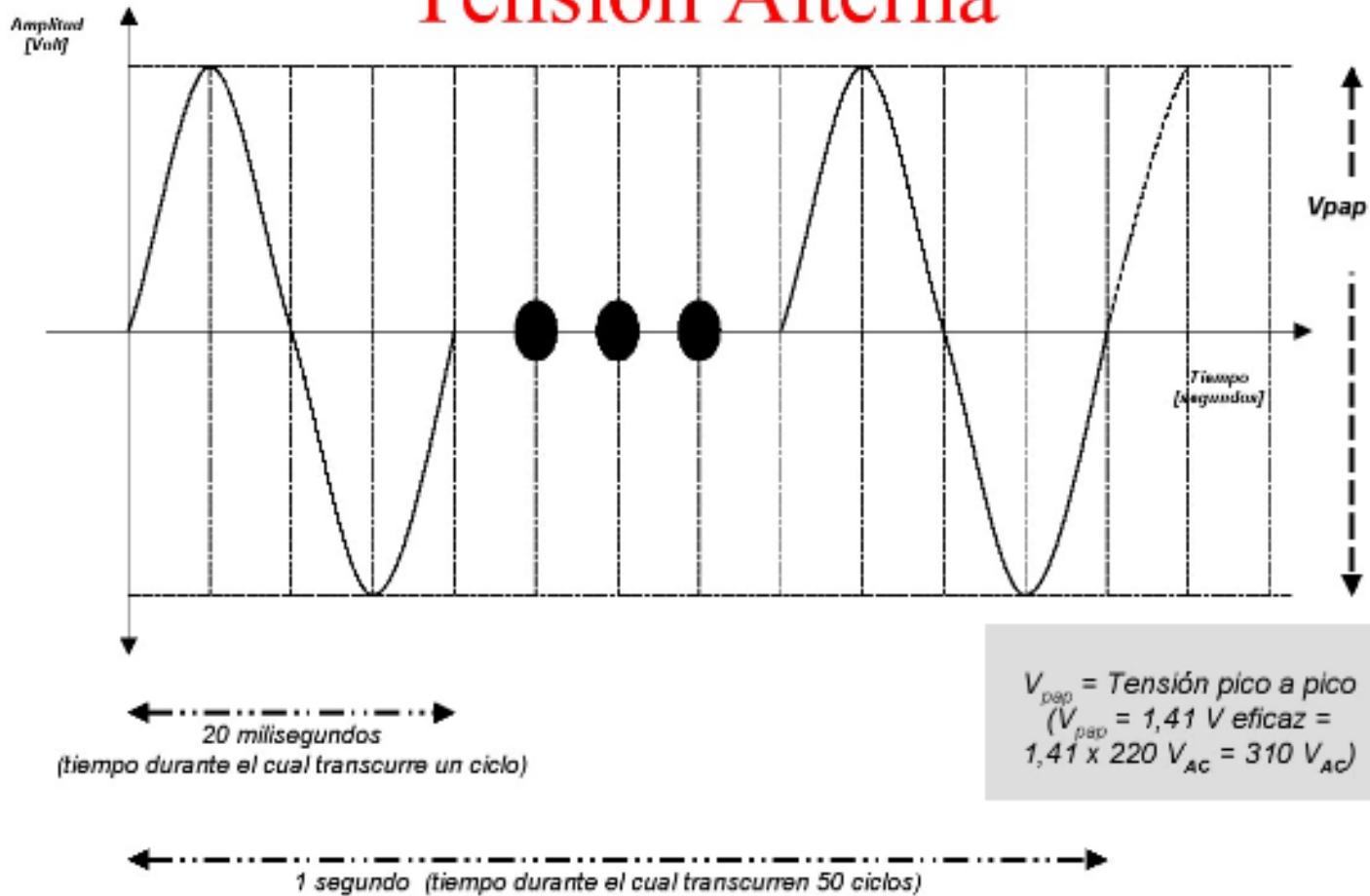
**EJEMPLO 1.2.** Un conductor tiene una intensidad de corriente de 5 amperios. ¿Cuántos electrones pasarán por un determinado punto del conductor en un minuto?

$$5 A = (5 C/s)(60 s/min) = 300 C/min$$

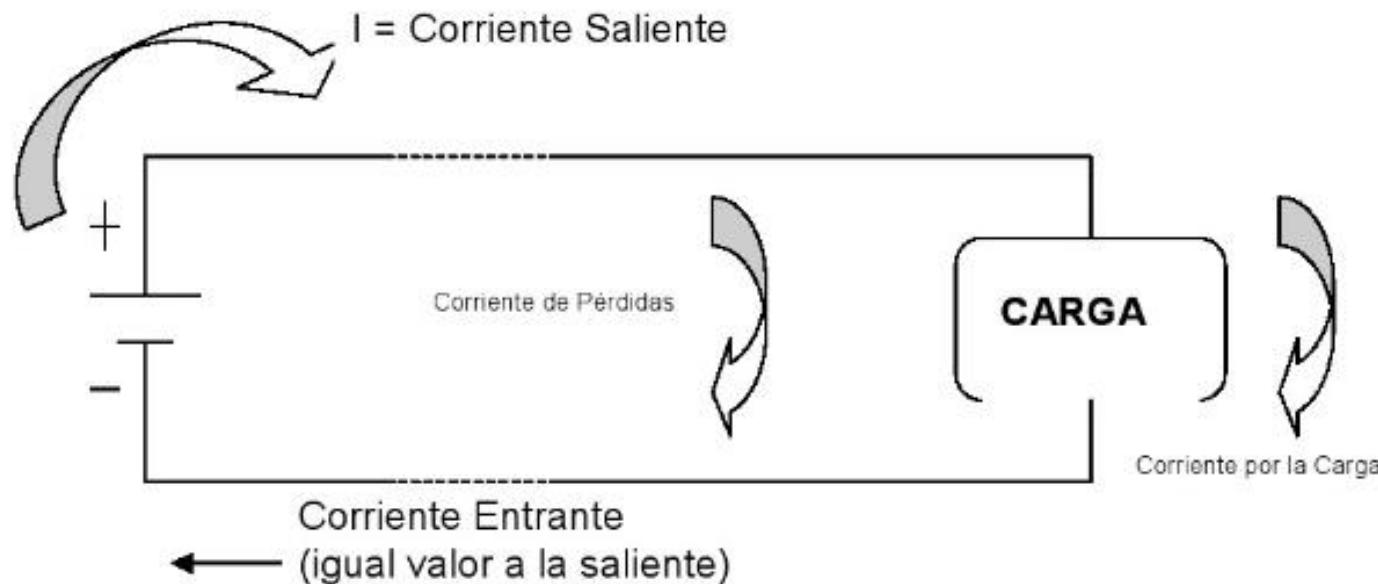
$$\frac{300 C/min}{1,602 \cdot 10^{-19} C/electrón} = 1,87 \cdot 10^{21} \text{ electrones/min}$$

## Tensión Alterna: Forma de Onda - Parámetros

# Tensión Alterna



# Sentido de Circulación de la Corriente (en continua)



## Resistencia:

- Se opone a la circulación de corriente
- Proceso energético irreversible

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$\rho$  = coeficiente de resistibilidad del material

L = longitud del conductor

A = sección del conductor

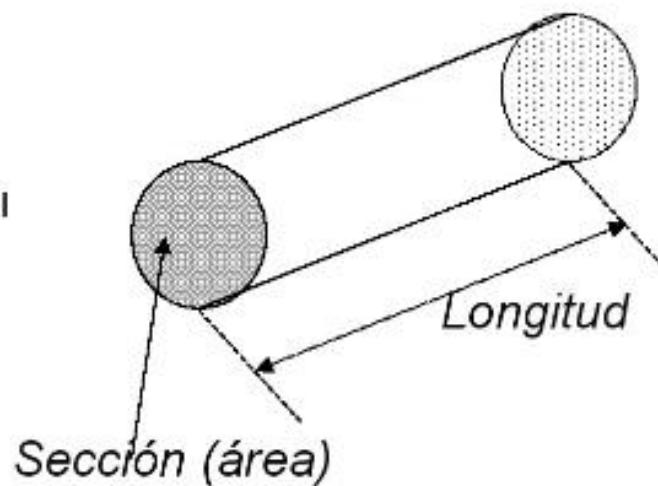
Unidades:

R se mide en [Ohm]

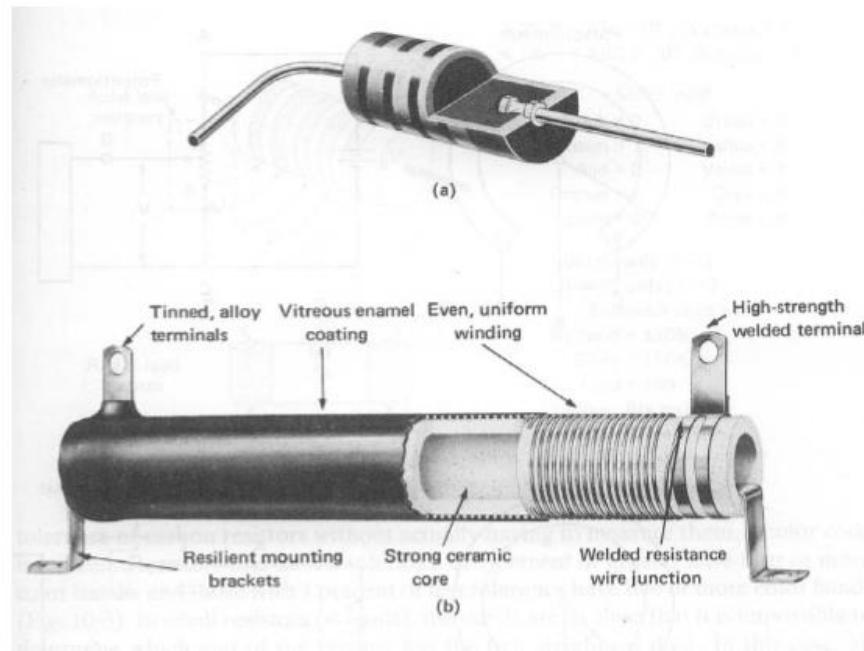
L se mide en [metros]

A se mide en [metros cuadrados]

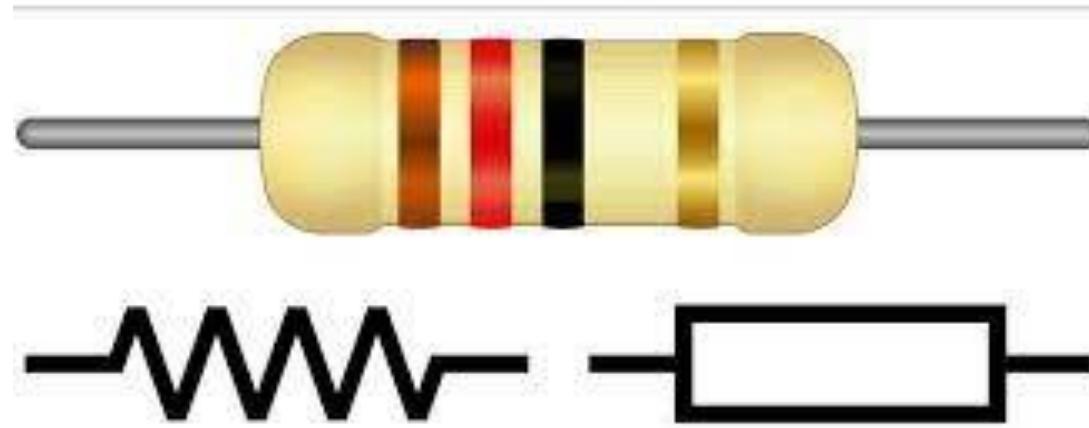
$\rho$  se mide en [ohm x metros]



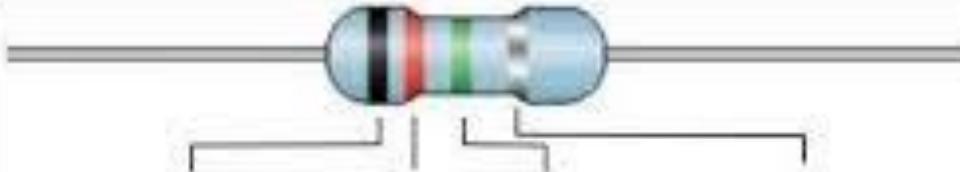
## Resistencia:



## Resistencia:



## Resistencia:



Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
Circuitos Básicos				Dorado 5% Plata 10%

# Resistencia:

Resistencias SMD de precisión con código de 4 cifras.

Valores iguales o mayores de  $100\ \Omega$



## EJEMPLOS

$$1000 \quad 100 + \underline{\quad} = 100\ \Omega$$

$$4700 \quad 470 + \underline{\quad} = 470\ \Omega$$

$$1001 \quad 100 + 0 = 1K\Omega$$

$$3301 \quad 330 + 0 = 3,3K\Omega$$

$$1002 \quad 100 + 00 = 10K\ \Omega$$

$$4703 \quad 470 + 000 = 470K\Omega$$

TOLERANCIA 1%

## TIPOS DE RESISTORES

### Película de carbón

- 5%, 10%
- Barato
- Propósito general



### Película metálica

- Precisión 1%
- Alto desempeño



### Óxido metálico

- Mayor potencia



### Alambre

- Alta potencia, Alta corriente

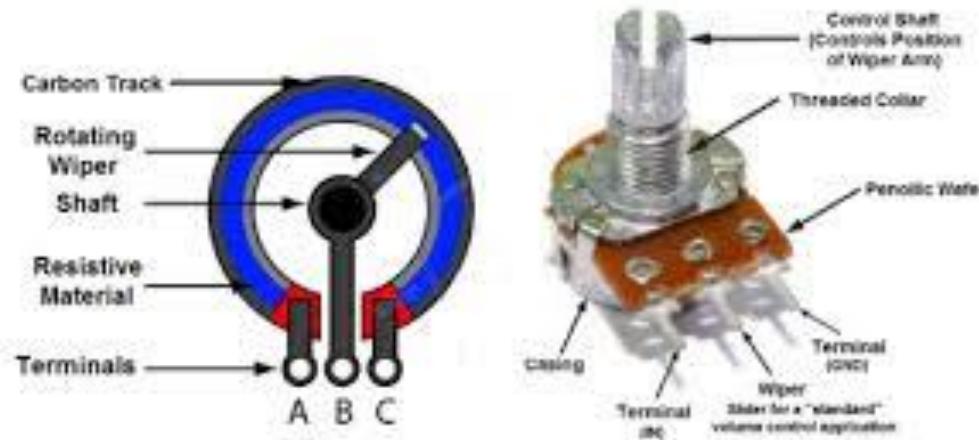


SMD para circuitos impresos

### Alta Potencia



## Resistencia:



### Potentiometer Construction

Construcción de potenciómetros

## Resistencia: Coeficiente de Resistividad

MATERIAL	RESISTIVIDAD A 20 °C $\rho$ ( $\Omega\text{-m}$ )
Plata	$1.6 \times 10^{-8}$
Cobre	$1.7 \times 10^{-8}$
Aluminio	$2.8 \times 10^{-8}$
Tungsteno	$5.5 \times 10^{-8}$
Hierro	$10 \times 10^{-8}$
Plomo	$22 \times 10^{-8}$
Mercurio	$96 \times 10^{-8}$
Nicrón	$100 \times 10^{-8}$
Carbono	$35000 \times 10^{-8}$
Germanio	0.45
Silicio	640
Madera	$10^8\text{-}10^{14}$
Vidrio	$10^{10}\text{-}10^{14}$
Goma dura	$10^{13}\text{-}10^{16}$
Ambar	$5 \times 10^{14}$
Azufre	$10^{15}$

## Resistencia: Coeficiente de Resistividad

conductores

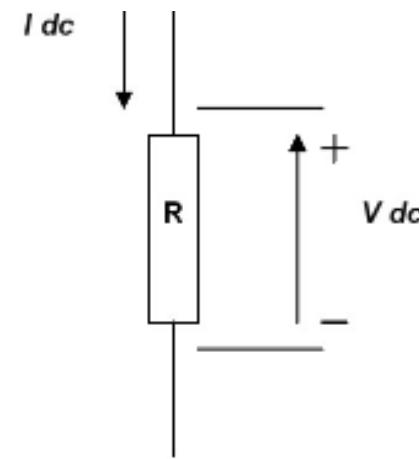
AGUA SALADA	$2 \times 10^5$
CARBÓN	$3,5 \times 10$
AGUA DESTILADA	$5 \times 10^9$
MADERA	$10^{14} - 10^{17}$
VIDRIOS	$10^{16} - 10^{20}$
PORCELANA	$10^{14}$
CAUCHO	$10^{21}$
ACEITE DE TRANSF.	$2 \times 10^{20}$
CUARZO	$7,5 \times 10^{23}$
DIAMANTE	$>10^{17}$
TEFLÓN	$>10^{19}$
AGUA TOTALMENTE PURA	$182.000 \text{ M} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

No conductores

## Resistencia: Ley de OHM

$$V = I \times R$$

$V$  = [volt],  $I$  = [Ampere] y  $R$  [ohm]



## Potencia Activa (Continua)

$$P = V \times I$$

$$(P = V^2 / R = I^2 \times R)$$

$P$  = [Watt]

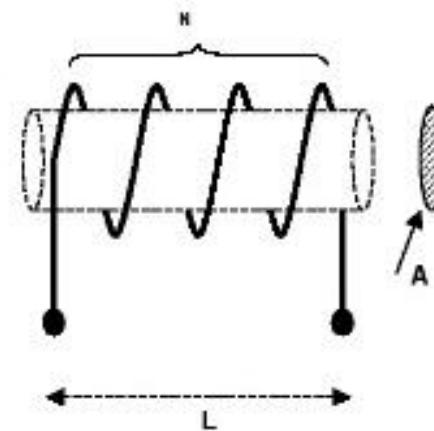
## Unidades: Múltiplos y Submúltiplos

$10^6$	$10^3$	$10^0$	$10^{-3}$	$10^{-6}$	$10^{-9}$	$10^{-12}$
MV	kV	Ampere [A]	mA	µA	nA	pA
MΩ	kΩ	Volt [V]	mV	µV	nV	pV
MW	kW	Ohm [Ω]	mΩ	µΩ		
		Watt [W]	mW	µW		

# Autoinductancia (Inductancia)

- almacena energía como Campo Magnético
  - proceso reversible

$$L = \mu N^2 A / L$$



**donde:**

- L** = Coeficiente de autoinducción ó Inductancia en [Henrio]
- N** = número de espiras de la bobina  
(cantidad de vueltas del conductor alrededor de la bobina)
- A** = sección del núcleo de la bobina en [ $m^2$ ]
- L** = longitud de la forma cubierta por la bobina en [m]
- $\mu$**  = Permeabilidad Magnética del núcleo de la bobina

## Autoinductancia: Permeabilidad magnética

Cuando:

$\mu_r < 1$  estamos frente a materiales Diamagnéticos

$\mu_r > 1$  se trata de materiales Paramagnéticos

$\mu_r \gg 1$  nos referimos a materiales Ferromagnéticos

En la tabla podemos apreciar el valor de  $\mu_r$  para algunos materiales así como el valor de la Permeabilidad del vacío

Material	$\mu_r$
Aire	1
Hierro Electrolítico	1850
Hierro Blando	3550
Acero al Silicio	7000
Permalloy	60 a 105 x 10 <sup>3</sup>
Armco Trancor 6	9600

$$\mu_0 = 4 \times \pi \times 10^{-7} [\text{H/m}]$$

## Autoinductancia: Permeabilidad magnética

Cuando:

$\mu_r < 1$  estamos frente a materiales Diamagnéticos

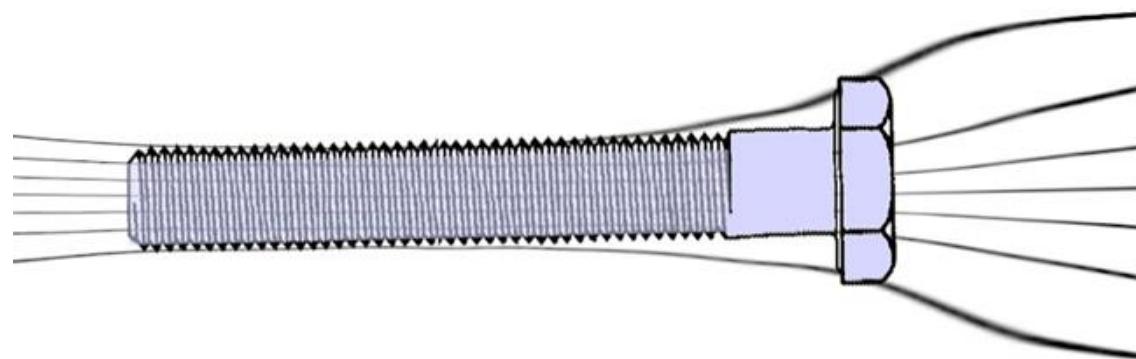
$\mu_r > 1$  se trata de materiales Paramagnéticos

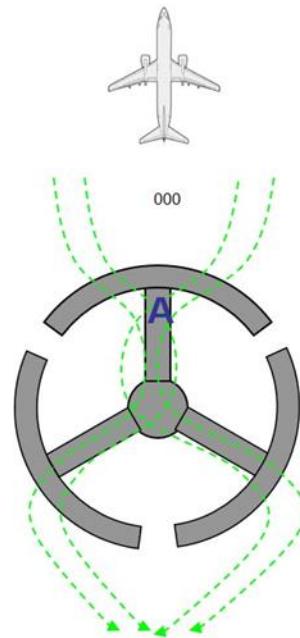
$\mu_r \gg 1$  nos referimos a materiales Ferromagnéticos

En la tabla podemos apreciar el valor de  $\mu_r$  para algunos materiales así como el valor de la Permeabilidad del vacío

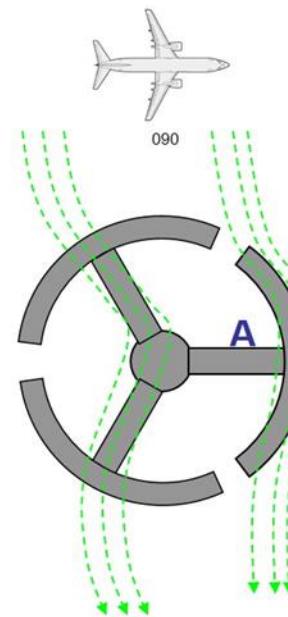
Material	$\mu_r$
Aire	1
Hierro Electrólítico	1850
Hierro Blando	3550
Acero al Silicio	7000
Permalloy	60 a 105 x 10 <sup>3</sup>
Armco Trancor 6	9600

$$\mu_0 = 4 \times \pi \times 10^{-7} [\text{H/m}]$$





**La unidad detectora**  
**detecta el rumbo del**  
**avión en relación con el**  
**campo magnético de la**  
**Tierra**  
**(electromagnéticamente)**  
**por medio de un**  
**transformador muy**  
**sensible que es excitado**  
**por la corriente alterna.**

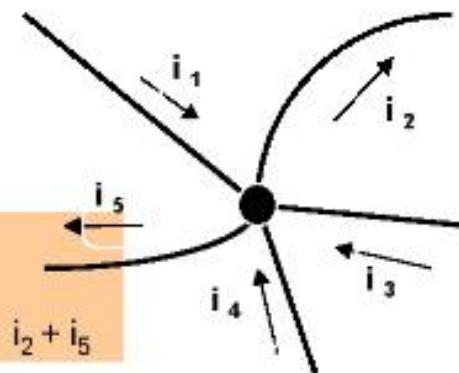


**El campo de la Tierra influye (suma o resta) en la cantidad de**  
**inducción que ocurre en cada pata de un núcleo de tres**  
**radios. Las bobinas de arranque secundarias producen una**  
**señal compleja en fase que es representativa del campo de la**  
**Tierra (Norte magnético).**

# Leyes de Kirchhoff

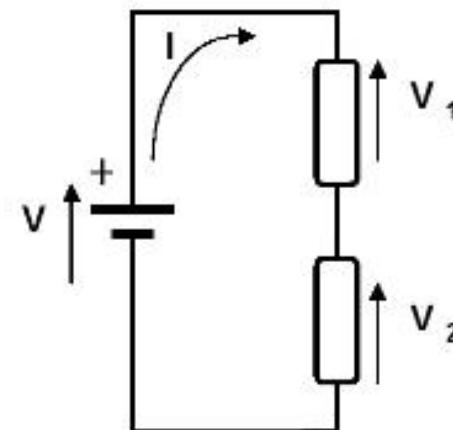
**Ley de los Nodos**  
**(Corrientes)**

Donde:  $\sum i_n = 0$   
 o sea:  $+i_1 - i_2 + i_3 + i_4 - i_5 = 0$   
 o también:  $i_1 + i_3 + i_4 = i_2 + i_5$



**Ley de las Mallas**  
**(Tensiones)**

Donde:  $\sum V_n = 0$   
 o sea:  $+V - V_1 - V_2 = 0$   
 o también:  $V = V_1 + V_2$



## Problemas Propuestos:

1- ¿ Cuantos electrones pasan por un determinado punto de una lámpara de 100 vatios (W), en una hora, si la tensión aplicada es de 120 V?.

2- Una resistencia tiene una tensión aplicada de  $V = 1,5\text{mV}$ . Calcular la intensidad de corriente  $I$  si la potencia absorbida por la resistencia es:

- a) 27,75 nW.
- b) 1,2 uW.

3- Una Corriente  $I$  ingresa por el terminal positivo de un elemento generalizado de un circuito, siendo la tensión entre el mismos de 3,91 V. Calcular la intensidad de la corriente  $I$  si la potencia absorbida es de 25 mW.

## Problemas Propuestos: SOLUCION

### Problema 1

¿Cuántos electrones pasan por un determinado punto de una lámpara de 100 vatios, en una hora, si la tensión aplicada es 120 V?

$$100 \text{ W} = (120 \text{ V}) \cdot I(\text{A}) \quad I = 5/6 \text{ A}$$
$$\frac{(5/6 \text{ C/s})(3600 \text{ s/h})}{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C/electrón}} = 1,87 \cdot 10^{22} \text{ electrones por hora}$$

### Problema 2

Una resistencia tiene una tensión aplicada de  $V = 1,5 \text{ mV}$ . Calcular la intensidad si la potencia absorbida es a)  $27,75 \text{ nW}$  y b)  $1,20 \mu\text{W}$ .

Solución:  $18,5 \mu\text{A}$ ,  $0,8 \text{ mA}$ .

### Problema 3

Una intensidad  $i$  entra por el terminal positivo de un elemento generalizado de un circuito, siendo la tensión entre el mismo de  $3,91 \text{ V}$ . Calcular la intensidad si la potencia absorbida es  $-25 \text{ mW}$ .

Solución:  $-6,4 \text{ mA}$ .