

Diapositiva 1

PELIGROS FÍSICOS MECÁNICOS
Módulo A
Introducción Peligro Eléctrico

Cátedra: HIGIENE, SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO



Diapositiva 2

OBJETIVOS DE LA UNIDAD

- Recordar conceptos de electrotecnia
- Promover el uso del conocimiento de electrotecnia en la gestión de la SSA
- Tomar conciencia del grado de exposición frente al peligro eléctrico
- Iniciar la comprensión del proceso de consignación eléctrica



CONTENIDO DE LA UNIDAD

1. INTRODUCCIÓN y DEFINICIÓN
2. DEFINICIÓN
3. RECONOCIMIENTO DE PELIGROS
4. EVALUACIÓN DE RIESGOS
5. CONTROL - APLICACIÓN MEDIDAS PREVENTIVAS

Diapositiva 3

Electricidad

Ag. Físico manifiesto como diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Que convierte esa energía potencial en dinámica., logrando circulación de corriente eléctrica.



1- INTRODUCCIÓN

La conversión de energía potencial en dinámica confirma la idea de “movimiento” de los electrones.

Diapositiva 4

LA HIGIENE Y SEGURIDAD
Paradigmas de la PREVENCIÓN

R.E.C.

RECONOCER

EVALUAR

CONTROLAR

➔

Para poder
realizar estas
tareas hay que
CONOCER

1- INTRODUCCIÓN

En el proceso de GESTIÓN de la Higiene y Seguridad, los paradigmas de este proceso son IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN y CONTROL. Para realizar estas tres actividades es necesario que el OBSERVADOR DE FALLOS conozca los fenómenos de modo de poder reconocer las energías que se pueden salir de control y provocar un daño.

Diapositiva 5

RECONOCIMIENTO

De peligros

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Diapositiva 6

CONCEPTOS GENERALES

ENERGÍA.- Se puede concebir como el nivel de capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo.

Leves Fundamentales

1er Principio Termodinámica (principio de conservación de la energía): **cuantitativo**
“LA ENERGÍA NO SE CREA NI SE DESTRUYE, SÓLO SE TRANSFORMA”

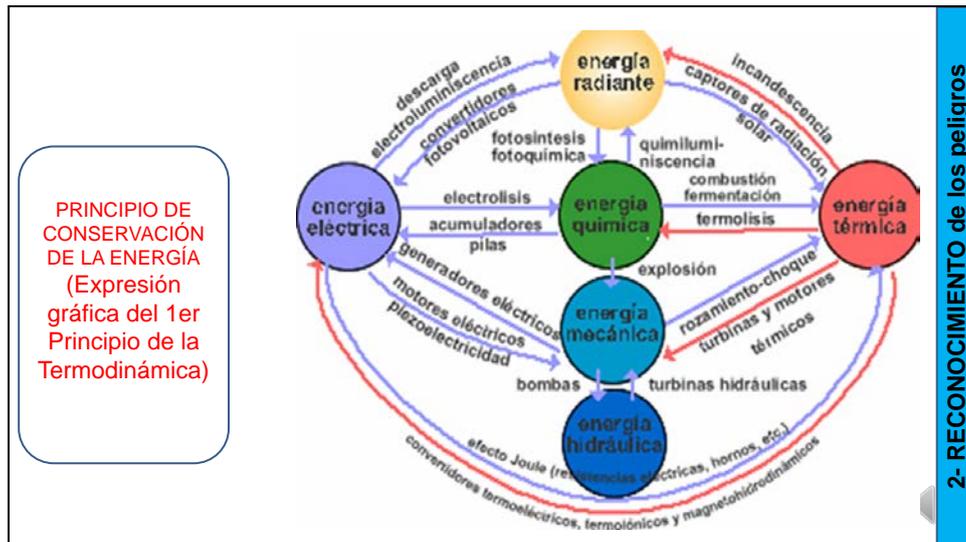
$Q_1 + A.L_1 + U_1 + A.w_1^2/2g.c + A.g/g.c.h_1 + A.p_1.v_1 = Q_2 + A.L_2 + U_2 + A.w_2^2/2g.c + A.g/g.c.h_2 + A.p_2.v_2$

Q	Calor	Kcal/kg	h1	altura	m
L	Trabajo de circulación	Kgm/kg	g	Aceleración de la gravedad	9.81 m/s ²
A	Equivalente Térmico del trabajo	1/427 Kgm/Kcal	gc	Constante dimensional	9.8 J/Kgm
U	Energía Interna	Kcal/kg	p	presión	Kg/m ²
w	Velocidad	m/s/kg	v	Volumen específico	m ³ /Kg

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Cualquier descarga de energía eléctrica se transforma en deformación, trabajo, rotura, incendio, descarga a tierra, etc.

Diapositiva 7



LAVOISIER:

“En un sistema aislado, durante toda reacción química ordinaria, la masa total en el sistema permanece constante, es decir, la masa consumida de los reactivos es igual a la masa de los productos obtenidos”

Diapositiva 8

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

CONCEPTOS GENERALES

Leyes Fundamentales

2do Principio Termodinámica (Principio de entropía): cualitativo

“Hay una tendencia de transformación de una energía organizada en otra desorganizada” (es más fácil convertir trabajo en calor que calor en trabajo)

$\eta_t = A.L/Q$ η_t : rendimiento térmico

A = EQUIVALENTE TÉRMICO DEL TRABAJO
L = TRABAJO

Parámetro	Símb.	Unidad	Formulas	Notas
Tensión	V	Volt(V)	$V = I \times R$	Ley de Ohm
Intensidad	I	Ampere (A)	$I = V / R$	
Resistencia	R	Ohm (Ω)	$R = \rho \times \frac{L}{A}$	ρ :resistividad - L:long - A:área
Potencia	Pe	Watt (W)	$P = V \times I$	1volt x 1amper = 1watt = 1J/s
Trabajo	Te	Watt seg (Ws)	$Te = Pe \times t$ $Te = V.I.t$ $Te = I^2 \times R \times t$	t: tiempo 1Ws = 1J = 1/9,8Kgm 1KWh=3,6x10 ⁶ J=859Kcal Eq. Térm. del trabajo: 1kcal = 427 kgm

Un punto cualquiera en una instalación eléctrica tiene un potencial. Cuando las llaves están abiertas, ese potencial permanece latente. Cuando la llave se cierra comienza instantáneamente la conversión de dicho potencial en energía dinámica. El objetivo de las instalaciones y todas sus reglamentaciones es la conducción ordenada de dicha energía a los distintos puntos de demanda.

Diapositiva 9

ENERGÍA ELÉCTRICA

CORRIENTE ELÉCTRICA

Es un agente físico que en ciertas condiciones se manifiesta como una diferencia de potencial. Se produce en estas condiciones el “movimiento”(*) de cargas eléctricas de un conductor.

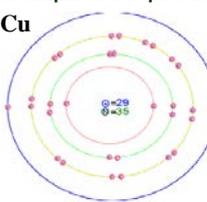
UNIDAD:
Sistema Internacional: AMPERIO (A)

(*) el concepto de movimiento es una simplificación para mejor comprensión del fenómeno.

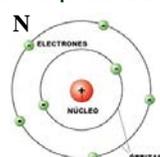


CORRIENTE ELÉCTRICA

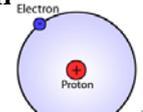
SE PRODUCE DE NEGATIVO A POSITIVO



Cu



N



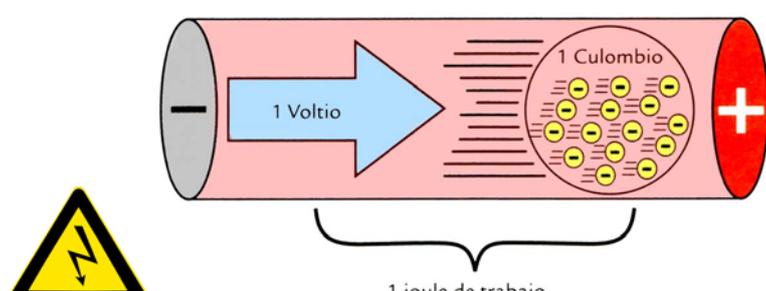
H

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Diapositiva 10

TENSIÓN o VOLTAJE o DIFERENCIA DE POTENCIAL

Es la magnitud que expresa diferencia de potencial entre dos puntos, planteada en la definición de corriente eléctrica, que permite que una carga (electrón) se mueva entre dos posiciones del mayor potencial al menor potencial. La unidad es el V (Voltio)



1 joule de trabajo

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

La **tensión eléctrica** o **diferencia de potencial** (también denominada **voltaje**) es una magnitud física que cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. También se puede definir como el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas. Se puede medir con un voltímetro. Su unidad en el Sistema Internacional de Unidades (SI) es el voltio.

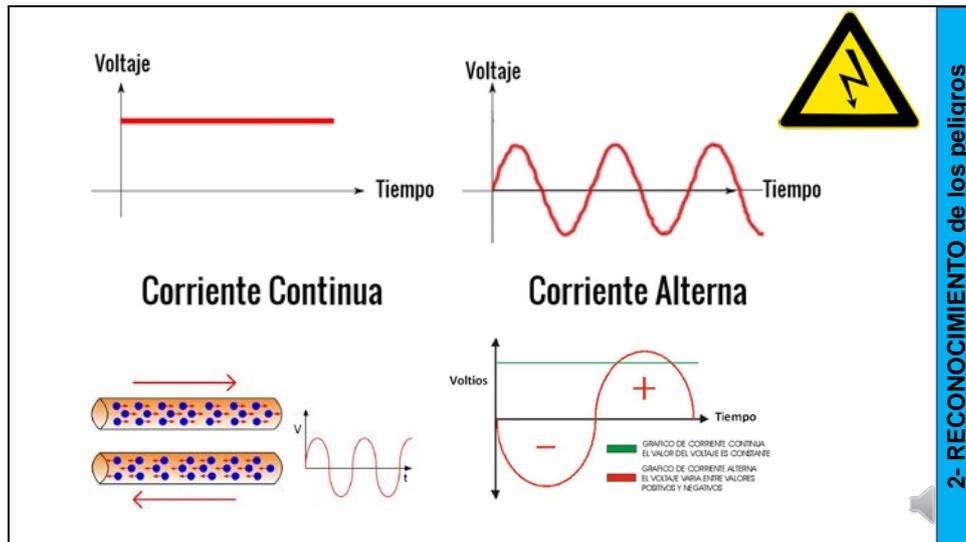
La tensión entre dos puntos A y B es independiente del camino recorrido por la carga y depende exclusivamente del potencial eléctrico de dichos puntos A y B en el campo eléctrico, que es un campo conservativo.

Si dos puntos que tienen una diferencia de potencial se unen mediante un **conductor se producirá un flujo de electrones**. Parte de la carga que crea el punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al punto de menor potencial y, en ausencia de una fuente externa (generador), esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico. Este traslado de cargas es lo que se conoce como corriente eléctrica.

Cuando se habla sobre una diferencia de potencial en un solo punto, o potencial, se refiere a la diferencia de potencial entre este punto y algún otro donde el potencial se defina como cero.

En muchas ocasiones, se adopta como potencial nulo al de la tierra.

Diapositiva 11



Corriente Continua (CC): Fluye en la misma dirección y con la misma intensidad.

Corriente Alterna (CA): Fluye primero en una dirección y luego en sentido inverso describiendo un ciclo que puede ser graficado en forma sinusoidal. La velocidad con que se repite un ciclo se denomina frecuencia.

Diapositiva 12

Niveles de Tensión

- **Muy baja tensión (MBT):** HASTA 50 V
- **Baja tensión (BT):** DE 50 V a 1000 V
- **Media tensión (MT):** DE 1000 V a 33000 V
- **Alta tensión (AT):** MÁS DE 33000 V
- **Tensión de seguridad:** En los ambientes secos y húmedos se considerará como tensión de seguridad hasta **24 V**, respecto a tierra.

La Frecuencia de la corriente alterna:

En nuestro país: **50 Hz**

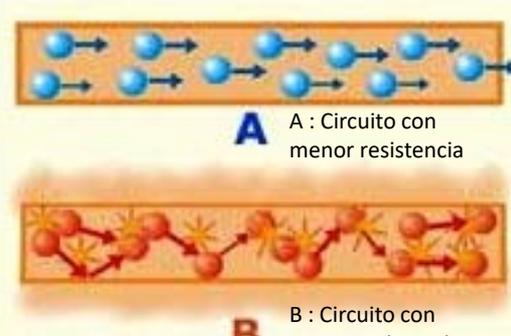


A yellow warning sign with a lightning bolt is located at the bottom right of the slide content.

Diapositiva 13

RESISTENCIA

Se le denomina **resistencia eléctrica** a la oposición al flujo de corriente eléctrica a través de un conductor. **La unidad es el Ω (Ohmio)**



A : Circuito con menor resistencia

B : Circuito con mayor resistencia

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

La resistencia de un conductor depende directamente de un coeficiente denominado resistividad ρ , dicho coeficiente, además es directamente proporcional a su longitud (aumenta conforme es mayor su longitud) y es inversamente proporcional a su sección transversal (disminuye conforme aumenta su grosor o sección transversal)

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

Diapositiva 14

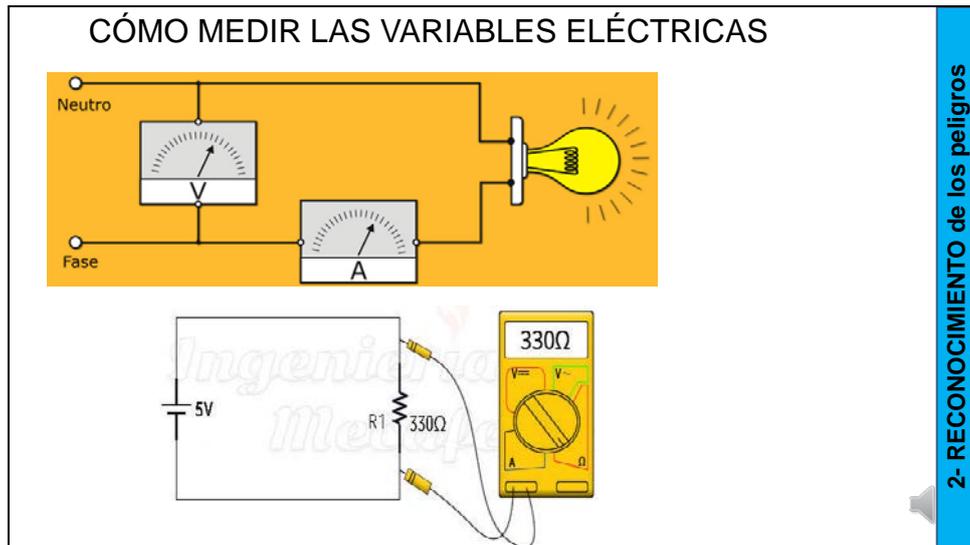
$R = \rho \times \frac{l}{S}$ = donde ρ es la resistividad del material, l es la longitud del cable y s es la sección del cable (3)

MATERIAL	RESISTIVIDAD ρ [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$] a 20°C
Aluminio	0,028
Carbón	40,0
Cobre	0,0172
Constatan	0,489
Nicromo	1,5
Plata	0,0159
Platino	0,111
Plomo	0,205
Tungsteno	0,0549

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

La Resistencia Eléctrica es directamente proporcional a la longitud del conductor e inversamente proporcional a su sección. La constante de proporcionalidad es la resistividad (que es una característica de cada material)

Diapositiva 15



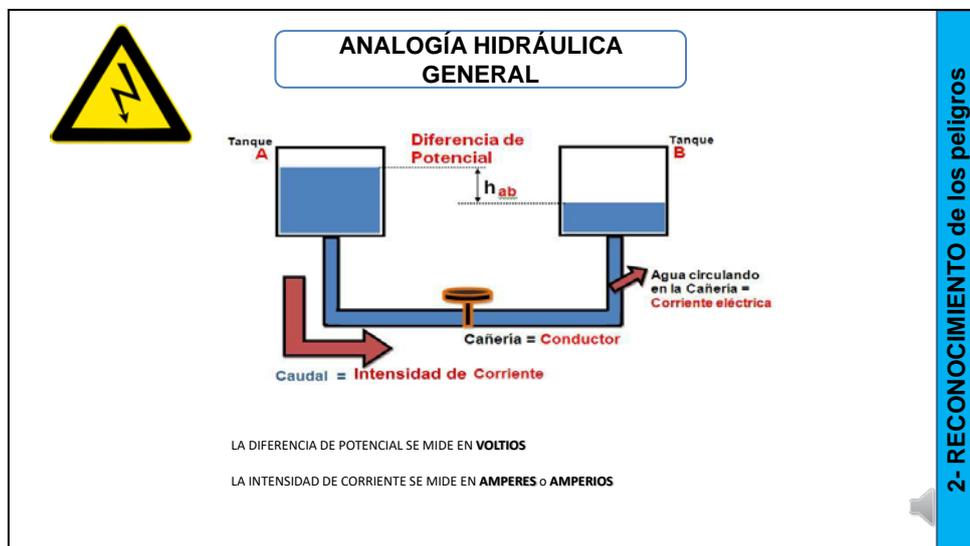
La INTENSIDAD se mide con un amperímetro que se intercala en serie en el circuito donde se quiere medir la intensidad. Aquí también hay que tener en cuenta la polaridad de la conexión.

La TENSIÓN se mide con un voltímetro y se conecta en paralelo a los dos puntos donde se desea medir la tensión.

El terminal positivo del voltímetro se conecta al terminal positivo de la tensión.

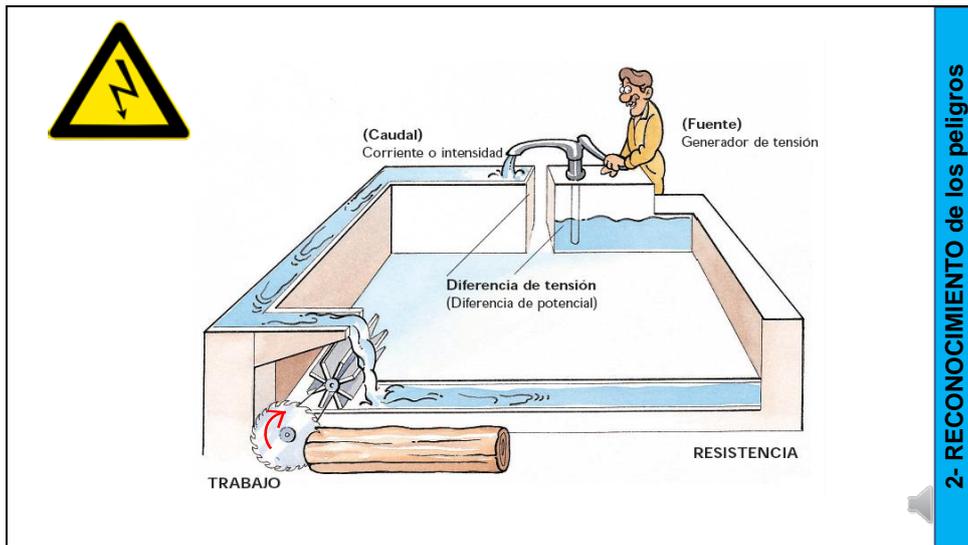
La RESISTENCIA se mide con un óhmetro, y se conecta entre los dos extremos de la resistencia a medir, estando ésta desconectada del circuito eléctrico.

Diapositiva 16



Esta analogía es un recurso didáctico para comprender la vinculación entre las variables intervinientes

Diapositiva 17



En el esquema de la figura, la diferencia de niveles del agua pone en funcionamiento la turbina que acciona la sierra. Para que esto ocurra es necesario que exista dicha diferencia de nivel. Esta es producida por la persona que mediante un trabajo mecánico, logra aumentar la energía potencial del agua mediante una bomba.

Diapositiva 18

LEY DE OHM

Ley de OHM $V = I \times R$ V [voltios]
 $220 = I \times R$ I [amperes]
 $220 = I \times R$ R [ohmios]

$V = I \times R$ $I = \frac{V}{R}$ $R = \frac{V}{I}$

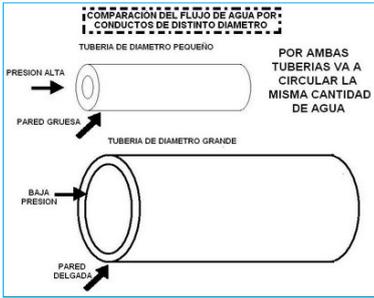
2- RECONOCIMIENTO de los peligros

La relación fundamental entre las variables intervinientes (voltio, amperio y ohmio) se logra mediante la ley de ohm. $V=I \times R$

Diapositiva 19

INTERPRETACIÓN DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE MEDIANTE ANALOGÍA HIDRÁULICA

COMPARACIÓN DEL FLUJO DE AGUA POR CONDUCTOS DE DISTINTO DIÁMETRO



TUBERÍA DE DIÁMETRO PEQUEÑO
PRESIÓN ALTA
PARED GRUESA

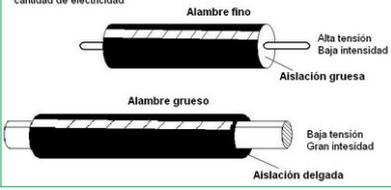
TUBERÍA DE DIÁMETRO GRANDE
BAJA PRESIÓN
PARED DELGADA

POR AMBAS TUBERÍAS VA A CIRCULAR LA MISMA CANTIDAD DE AGUA



COMPARACIÓN DEL FLUJO DE CORRIENTE POR CONDUCTORES DE DISTINTO DIÁMETRO

Por ambos conductores circula la misma cantidad de electricidad



Alambre fino
Alta tensión
Baja intensidad
Aislación gruesa

Alambre grueso
Baja tensión
Gran intensidad
Aislación delgada

Gráfico 1 Gráfico 2

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

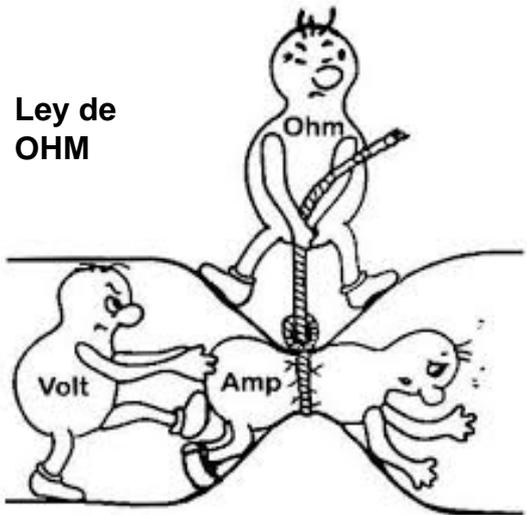
Con el objeto de trasladar una determinada cantidad de agua de un punto a otro en cierto tiempo, podemos utilizar un caño de gran diámetro y aplicar una presión baja o bien un conducto de pequeño diámetro el cual aumentará la presión. en este caso debemos tener presente que cuanto mayor es la presión aplicada, mas gruesas deben ser las paredes del conducto para poder soportarla. Ver gráfico 1

La misma regla es aplicable al transporte de la corriente eléctrica. El diámetro del alambre equivale al diámetro del caño, y el grosor de su pared al espesor de la aislación que recubre al conductor. Ver gráfico 2

Diapositiva 20



Ley de OHM



2- RECONOCIMIENTO de los peligros

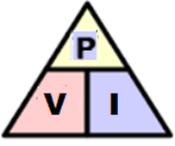
Diapositiva 21

Ley de la POTENCIA

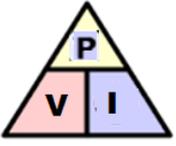




$P = V \times I$



$V = \frac{P}{I}$



$I = \frac{P}{V}$

En realidad la potencia está afectada por un FACTOR DE POTENCIA
 $P = V \times I \times \cos \phi$. El $\cos \phi$ expresa la relación entre POTENCIA ACTIVA Y POTENCIA APARENTE. Esto da idea del rendimiento del equipo.

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

La POTENCIA eléctrica en vatios asociada con un circuito eléctrico completo o con un componente del circuito, representa la tasa a la cual la energía se convierte de, ENERGÍA ELÉCTRICA DEL MOVIMIENTO DE CARGAS a alguna otra forma, tales como CALOR, ENERGÍA MECÁNICA O ENERGÍA ALMACENADA EN CAMPOS MAGNÉTICOS O CAMPOS ELÉCTRICOS. Para un valor de RESISTENCIA, la potencia está dada por el producto del VOLTAJE aplicado y la INTENSIDAD de corriente eléctrica:

$$P = V \times I = \frac{V^2}{R} = I^2 \times R$$

Diapositiva 22

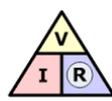
LEY DE OHM



$V = I \times R$



$I = \frac{V}{R}$

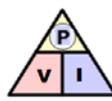


$R = \frac{V}{I}$

EQUIVALENCIA DE LA RESISTENCIA

$R = \rho \times \frac{l}{S}$

LEY DE LA POTENCIA



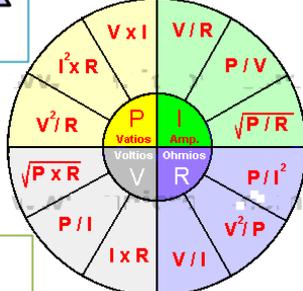
$P = V \times I$



$V = \frac{P}{I}$



$I = \frac{P}{V}$



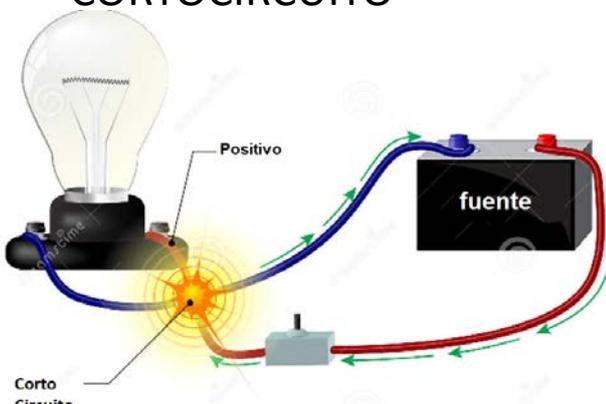
2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Las tres expresiones fundamentales que permiten la verificación rápida de variables eléctricas.

Diapositiva 23

OTROS CONCEPTOS ÚTILES

CORTOCIRCUITO



De la ley de OHM

$$I = \frac{V}{R} \text{ si } R=0$$

Entonces

$$I = \infty$$

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Se denomina **cortocircuito** al fallo en un aparato o línea eléctrica por el cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor activo o fase al neutro o a tierra en sistemas monofásicos de corriente alterna, entre dos fases o igual al caso anterior para sistemas trifásicos, o entre polos opuestos en el caso de corriente continua. Es decir: es un defecto de baja RESISTENCIA entre dos puntos de potencial diferente y produce arco eléctrico, esfuerzos electrodinámicos y esfuerzos térmicos.

Sucede cuando el vivo entra en contacto con el neutro. En este caso al ser la resistencia tan baja ($\rightarrow 0$), viendo la ley de ohm, se observa que la Intensidad de corriente se hace muy grande ($\rightarrow \infty$). Esta corriente enorme recalienta inmediatamente los conductores y genera descargas ionizando el aire. Las temperaturas son tan altas que los conductores se funden

$$I = \frac{V}{R} \text{ cuando } R \rightarrow 0 \text{ entonces } I \rightarrow \text{infinito}$$

Diapositiva 24

OTROS CONCEPTOS ÚTILES

VIVO



NEUTRO

Polaridad Correcta

VIVO



NEUTRO

Polaridad invertida

POLARIDAD



2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Diapositiva 25

OTROS CONCEPTOS ÚTILES

ELECTRICIDAD Y CALOR



➔

EFECTO JOULE

$$Q = I^2 \times R \times t$$

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Se conoce como **efecto Joule** al fenómeno irreversible por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. El movimiento de los electrones en un alambre es desordenado; esto provoca continuas colisiones con los núcleos atómicos y como consecuencia una pérdida de energía cinética y un aumento de la temperatura en el propio alambre.

Diapositiva 26

OTROS CONCEPTOS ÚTILES

ELECTRICIDAD Y MAGNETISMO





Conductor

Líneas de campo magnético

Sentido de la corriente en el conductor

Método para saber el sentido del campo magnético con ayuda de la mano derecha

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Todo conductor por el que circula una corriente eléctrica genera un Campo Magnético. En todo conductor que se mueve por un campo magnético se induce una corriente eléctrica

Diapositiva 27



La ley de Ampere expresa que toda corriente que circula en un conductor genera un campo magnético proporcional a dicha corriente

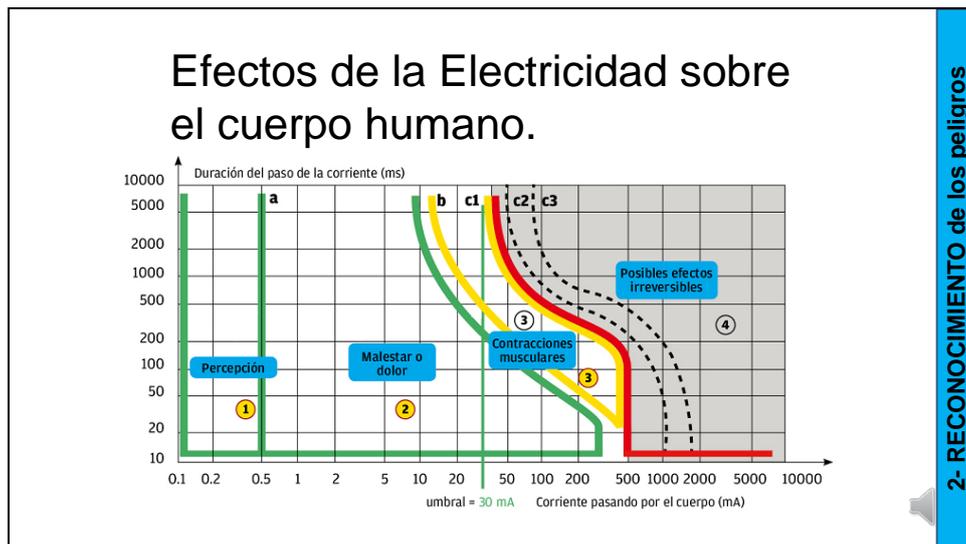
Diapositiva 28

Otros Peligros de la electricidad

- Entre las razones de la potencial peligrosidad de la electricidad se encuentran:
 - su invisibilidad,
 - la rapidez y facilidad con que se transforma en otras formas de energía,
 - la variabilidad de la resistencia óhmica del cuerpo humano y
 - la inestabilidad de las condiciones de aislamiento de las instalaciones.
 - Exceso de confianza de los operadores expertos

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Diapositiva 29



Diapositiva 30

Efectos del choque eléctrico en el cuerpo humano



TIPO	CONSECUENCIA
Químicos	Hidrólisis $H_2O \rightarrow HO^- + H^+$ $H_2O + H^+ = H_3O^+$ Cuando se descompone el líquido celular, las células se mueren
Fisiológicos	Paro respiratorio: Corrientes mayores que la de despegue producen dificultades respiratorias Fibrilación Ventricular: Si a los impulsos eléctricos que estimulan el latido cardíaco se superponen impulsos eléctricos provenientes del exterior, esto produce latidos no ordenados del corazón (Fibrilación) Tetanización: Contracción muscular
Térmicos	Efecto Joule: $Q=I^2 \times R \times T$ Cantidad de Calor (kcal) Quemaduras en el punto de contacto Quemaduras en todo el recorrido

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

En función de la PELIGROSIDAD y del GRADO DE EXPOSICIÓN, se manifestarán los efectos sobre el cuerpo.

1- Efectos Inmediatos

- **Paro cardíaco:** se produce cuando la corriente atraviesa el corazón.
- **Asfixia:** Cuando atraviesa el tórax se produce una tetanización de los pulmones perdiendo capacidad para inspirar y expirar.
- **Quemaduras:** El paso de la corriente produce quemaduras superficiales o interiores. Estas producen necrosis que pueden alcanzar órganos profundos y hasta huesos.
- **Tetanización:** Contracción muscular que anula la capacidad de reacción e impiden la relajación.
- **Lesiones permanentes:** Se producen por destrucción de partes afectadas del sistema nervioso (parálisis, contracturas permanentes, etc).

2- Efectos NO Inmediatos

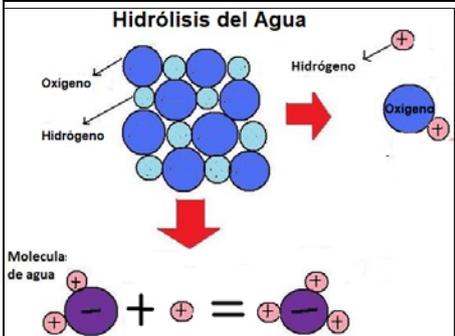
- **Manifestaciones Renales:** Los riñones colapsan luego de las quemaduras ya que se obstruyen al tener que eliminar grandes cantidades de mioglobina y hemoglobina que dejan los músculos afectados. También otras sustancias tóxicas resultantes de la descomposición de tejidos
- **Trastornos cardiovasculares:** Una descarga eléctrica puede producir pérdida del ritmo cardíaco y de la conducción aurículo-ventricular e intraventricular, manifestándose insuficiencias coronarias que pueden provocar infartos
- **Trastornos nerviosos** La víctima puede sufrir trastornos producto de la desintegración de la médula. Esto puede provocar la aparición de neurosis de distinta gravedad.
- **Trastornos sensoriales, oculares y auditivos:** Producidos por efectos luminosos, térmicos, acústicos y de arco. Este tipo de trastornos que pueden llegar a sordera, ceguera o traumatismos graves dependerá de la peligrosidad y del grado de exposición

3- Efectos Indirectos

- **Trastornos físicos:** Productos de caídas, golpes de materiales

Diapositiva 31

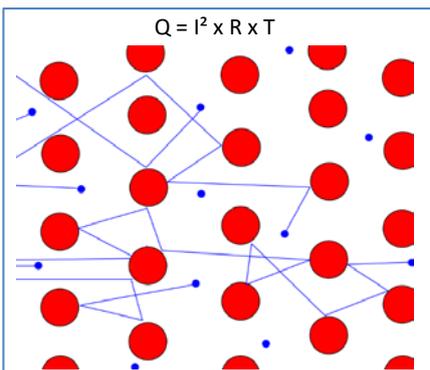
Hidrólisis del Agua



Molécula de agua

LEY DE JOULE

$Q = I^2 \times R \times T$



2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Diapositiva 32

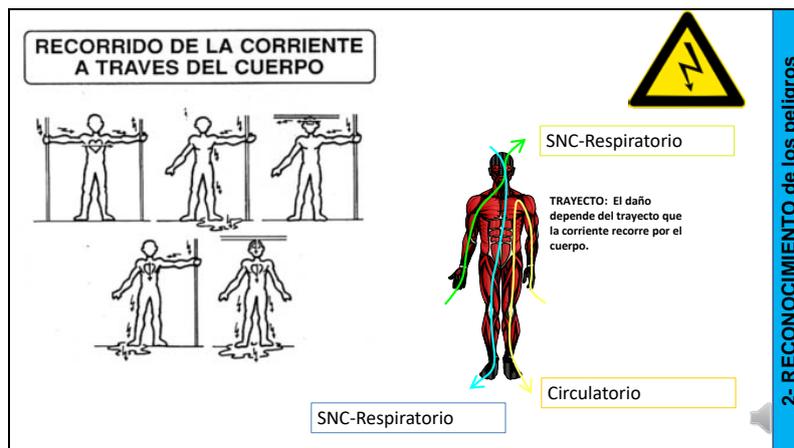
EFECTOS FISIOLÓGICOS DIRECTOS DE LA ELECTRICIDAD		CORRIENTE ALTERNA - BAJA FRECUENCIA	
		E = $\frac{V}{R}$	
		EFEECTO	MOTIVO
1 a 3 mA	PERCEPCION	El paso de la corriente produce cosquilleo. No existe peligro	
3 a 10 mA	ELECTRIZACION	El paso de la corriente produce movimientos reflejos	
10 mA	TETANIZACION	El paso de la corriente provoca contracciones musculares, agarrotamientos, etc.	
25 mA	PARO RESPIRATORIO	Si la corriente atraviesa el cerebro	
25 a 30 mA	ASFIXIA	Si la corriente atraviesa el tórax	
60 a 75 mA	FIBRILACION VENTRICULAR	Si la corriente atraviesa el corazón	

2- RECONOCIMIENTO de los peligros

EFEECTO DE LA CORRIENTE EN EL ORGANISMO.

- Choques eléctricos: Pueden ir de pequeñas sensaciones de cosquilleo a impactos que despiden al accidentado. Pueden o no ser mortales, pero implican golpes o caídas que incrementan el riesgo de muerte.
- Electrocuciones: Son accidentes en el que el contacto con la pieza energizada produce una circulación de corriente eléctrica por el cuerpo. Esta utiliza los fluidos del cuerpo para desplazarse. Su nivel de daño dependerá del camino recorrido para fugarse a tierra.
- Quemaduras: Las quemaduras ocurren usualmente en las manos. Las quemaduras se producen cuando el cableado eléctrico o el equipo no está bien utilizado o mantenido. Las quemaduras eléctricas causan daño al tejido y son el resultado del calor generado por la corriente que corre a través del cuerpo y en un momento forma un arco eléctrico entre el cuerpo y otro elemento. Las quemaduras por arco eléctrico (conocidas en inglés como “flash burns”) son causadas por las altas temperaturas cerca del cuerpo producidas por un arco eléctrico. Las quemaduras por contacto termal ocurren cuando la piel entra en contacto con equipos eléctricos sobrecalentados o cuando la ropa se enciende con la electricidad.

Diapositiva 33



2- RECONOCIMIENTO de los peligros

Describe cómo incluso los niveles bajos de amperaje pueden causar graves lesiones al afectar el sistema eléctrico del cuerpo y alterar el ritmo cardíaco.

Diapositiva 34

EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS

4- EVALUACIÓN DE RIESGOS



Diapositiva 35

EL PELIGRO ELÉCTRICO COMO ENERGÍA PELIGROSA

El peligro eléctrico constituye uno de los principales factores de accidentes industriales. La peligrosidad intrínseca de la corriente eléctrica sumada a la calidad de invisible, inodora la hace que el grado de exposición muchos casos sea inconsciente.

Riesgo = fc (Peligrosidad, Grado de exposición)

Peligrosidad = fc (Energías fuera de control, Resistencia, Medidas de control)

Grado Expos. = fc (Tiempo, Distancia, Medidas de control, Otros)

Esp. Ing. Jorge Norrito

3- EVALUACIÓN

Diapositiva 36

LA SEVERIDAD DEL DAÑO EN UN ACCIDENTE ELÉCTRICO

Riesgo = fc (peligrosidad, Grado de exposición)

La severidad de la lesión dependerá de dos variables como son la **PELIGROSIDAD** y el **GRADO DE EXPOSICIÓN**:

- AMPERAJE. PELIGROSIDAD
- La trayectoria de la corriente a través del cuerpo. GRADO DE EXPOSICIÓN
- El tiempo que el circuito o trayecto permanece en el cuerpo. GRADO DE EXPOSICIÓN
- La frecuencia de la corriente. PELIGROSIDAD
- La condición de salud, en general, del individuo antes del choque eléctrico. GRADO DE EXPOSICIÓN
- La tensión: La cantidad de corriente que fluye por nuestro cuerpo, se afecta a su vez por el voltaje en el equipo energizado o línea que entra en contacto con nuestro cuerpo (mientras más alto es el voltaje, más alta es la corriente); y la resistencia al fluido de electricidad impuesta por nuestro cuerpo (mientras más baja es la resistencia, más alta es la corriente). PELIGROSIDAD

4- EVALUACIÓN DE RIESGOS

Se denomina **choque eléctrico**¹ o **accidente eléctrico** a una lesión producida por el efecto de la corriente eléctrica en el ser humano o en un animal. Son varios los factores que determinan la envergadura del daño.

Pueden presentarse lesiones nerviosas, alteraciones químicas, daños térmicos y otras consecuencias de accidentes secundarios (como por ejemplo fracturas óseas). En español se reservan los términos «electrocutar» y «electrocución» para los casos de accidente eléctrico con resultado de muerte. Junto a las magnitudes de la tensión eléctrica y de la intensidad de corriente (también conocida como amperaje), también desempeña un papel el hecho de que se trate de corriente alterna o continua, así como también CUÁNTO TIEMPO y POR QUÉ VÍA EL CUERPO de la persona ha sido atravesado por la corriente eléctrica.

Entonces la severidad de un accidente por electricidad dependerá de tres variables fundamentales

- Variables intrínsecas de la CORRIENTE ELÉCTRICA como AMPERAJE, VOLTAJE, FRECUENCIA, etc., lo que marcará la PELIGROSIDAD de la corriente estudiada.
- El tiempo de exposición de una persona a una CORRIENTE ELÉCTRICA, lo que marcará el GRADO DE EXPOSICIÓN
- Qué camino recorrerá la CORRIENTE ELÉCTRICA en el cuerpo. Esto también expresará el GRADO DE EXPOSICIÓN.

Diapositiva 37

Recordando:...

Riesgo = fc (peligrosidad, Grado de exposición)

PELIGROSIDAD de la Tensión

DENOMINACIÓN	VALOR DE TENSIÓN	PELIGROSIDAD
Tensión de seguridad	24 V en los ambientes secos y húmedos se considerará como tensión de seguridad respecto a la tierra. En los ambientes mojados o impregnados de líquidos conductores, la tensión de seguridad será determinada en cada caso	MUY BAJA
MBT (Muy Baja Tensión)	Hasta 50 V en corriente continua o iguales valores eficaces entre fases en corriente alterna	LIGERA
BT (Baja Tensión)	50 a 1000 V en corriente continua o iguales valores eficaces en corriente alterna	MEDIA
MT (Media Tensión)	1 KV a 33 KV	ALTA
AT (Alta Tensión)	Más de 33 KV	MUY ALTA

4- EVALUACIÓN DE RIESGOS

Diapositiva 38

Recordando:...

Riesgo = fc (peligrosidad, Grado de exposición)

GRADO DE EXPOSICIÓN (de la tensión en función de la distancia)
(Dec. 911 Art. 75 "...el grado de exposición se controla con la distancia...")

PELIGROSIDAD	GRADO DE EXPOSICIÓN
NIVEL DE TENSIÓN	DISTANCIA MÍNIMA
Hasta 24 V	Sin restricción
De 24 V a 1 KV	0,8 m
De 1 KV a 33 KV	0,8 m
De 33 KV a 66 KV	0,9 m
De 66 KV a 132 KV	0,5 m
De 132 KV a 150 KV	1,65 m
De 150 KV a 220 KV	2,1 m
De 220 KV a 330 KV	2,9 m
De 330 KV a 500 KV	3,6 m

4- EVALUACIÓN DE RIESGOS

Diapositiva 39

Recordando:...

Riesgo = fc (peligrosidad, Grado de exposición)

Grado Exposición del Peligro Eléctrico

DENOMINACIÓN	DETALLE	Grado Exposición	Valor
Baja Tensión	Puede ser mortal o implicar un accidente con quemaduras, no obstante a nivel industrial se considera de baja peligrosidad	LIGERAMENTE DAÑINO	1-3
Media Tensión	Representan un gran peligro ya que los valores son inmediatamente mortales o causantes de accidentes graves	MEDIANAMENTE DAÑINO	4-6
Alta Tensión	Prácticamente no se puede evitar graves daños o muerte en un accidente con alta tensión.	MUY DAÑINO	7-9

Esp. Ing. Jorge Norrito

3- EVALUACIÓN

Diapositiva 40

Cálculo del Riesgo

RIESGO DE LA TENSIÓN		GRADO DE EXPOSICIÓN		
		BAJA	MEDIA	ALTA
PELIGROSIDAD	MUY BAJA	TRIVIAL	TOLERABLE	TOLERABLE
	LIGERA	TOLERABLE	MODERADO	MODERADO
	MEDIA	MODERADO	MODERADO	IMPORTANTE
	ALTA	IMPORTANTE	IMPORTANTE	INTOLERABLE
	MUY ALTA	IMPORTANTE	INTOLERABLE	INTOLERABLE

Esp. Ing. Jorge Norrito

3- EVALUACIÓN

La construcción de la MATRIZ DE RIESGO es el primer paso para la CUANTIFICACIÓN estos.

Esta cuantificación, le permitirá al estudioso de esta disciplina lograr ponerle un valor al riesgo con cierta independencia de sus valoraciones subjetivas.

Diapositiva 41

EL MISMO ESTUDIO ANTERIOR SE PUEDE HACER PARA LA CORRIENTE

Riesgo = fc (peligrosidad, Grado de exposición)

PELIGROSIDAD de la Intensidad de corriente

INTENSIDAD DE CORRIENTE	EFECTO	PELIGROSIDAD
1 a 3 mA	No existe peligro y el contacto se puede mantener sin problemas.	MUY BAJA
3 a 10 mA	Produce una sensación de hormigueo y puede provocar movimientos reflejos	LIGERA
10 mA	Tetanicación o contracción muscular de manos y brazos. Impedimento de soltar objetos	MEDIA
25 a 30 mA	Asfixia (si la corriente atraviesa el tórax)	ALTA
60 a 75 ma	Fibrilación ventricular (si la corriente atraviesa el corazón)	MUY ALTA

4- EVALUACIÓN DE RIESGOS

Diapositiva 42

Recordando...

Riesgo = fc (peligrosidad, Grado de exposición)

GRADO DE EXPOSICIÓN (de la CORRIENTE tiempo expos. a la corriente eléctrica)
(Dec. 911 Art. 75 "...el grado de exposición se controla con la distancia...")

INTENSIDAD DE CORRIENTE	TIEMPO DE CONTACTO
15 mA	2 min
20 mA	60 seg
30 mA	35 seg
100 mA	3 seg
500 mA	110 mseg
1 A	30 mseg

4- EVALUACIÓN DE RIESGOS

Diapositiva 43

RIESGO	ACCIONES
Trivial (1 a 5)	No se requiere ninguna acción. Observación y Control.
Tolerable (6 a 10)	No se necesita mejorar las acciones preventivas previstas. Se deben considerar alternativas de solución más eficientes o rentables. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar eficaz medidas de control
Moderado (11 a 15)	Iniciar acciones correctivas para reducir el riesgo. Estas acciones deben establecerse y vigilarse un tiempo determinado. Se necesita establecer con precisión las probabilidades de daño para encarar medidas de control más estricto.
Importante (16 a 20)	No deben comenzarse los trabajos hasta implementar las medidas que eliminen o minimicen el riesgo.
Intolerable (21 a 27)	PARALIZACIÓN DE TAREAS. Si aún aplicando medidas de control no se reduce el riesgo prohibición de cualquier tipo de labor hasta cambiar las condiciones

Esp. Ing. Jorge Norrito

3- EVALUACIÓN

El primer paso para el estudio CUANTITATIVO de los RIESGOS consiste en establecer una clasificación de los mismos, confiriéndole a cada uno un valor que surgirá del producto de la PROBABILIDAD por la CONSECUENCIA.

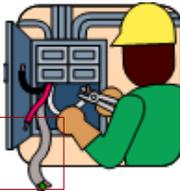
Diapositiva 44

CONTROL

5- CONTROL –Medidas preventivas

Diapositiva 45

APLICACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS
Se deben establecer LINEAS DE DEFENSA que actúen en REDUNDANCIA, para proteger personas y equipos.



- 1** TABLEROS Y PROTECCIONES
- 2** MATERIALES Y EQUIPOS
- 3** PROCEDIMIENTOS DE INTERVENCIÓN DE EQUIPOS
- 4** PELIGROS DE LAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.

5- CONTROL –Medidas preventivas

En el proceso de prevención sobre el peligro eléctrico, luego de completar las capacitaciones correspondientes y la entrega de EPP, se deben proceder a aplicar procedimientos de ingeniería para la instalación.

Esto involucra:

Inspección de TABLEROS Y PROTECCIONES

Inspección de MATERIALES Y EQUIPOS

Instauración de PROTOCOLOS DE INTERVENCIÓN Y MANTENIMIENTO

Diapositiva 46

1- TABLEROS Y PROTECCIONES

5- CONTROL –Medidas preventivas

Diapositiva 47

1-PUESTA A TIERRA

LA CORRIENTE ELÉCTRICA “CORRE” DEL MAYOR POTENCIAL AL MENOR POTENCIAL POR EL CAMINO DE MENOS RESISTENCIA. El potencial de tierra es 0.

EL OBJETO DE LA PT ES QUE LA CORRIENTE DERIVE POR UN CIRCUITO DE BAJA RESISTENCIA ($\cong 0 \Omega$).

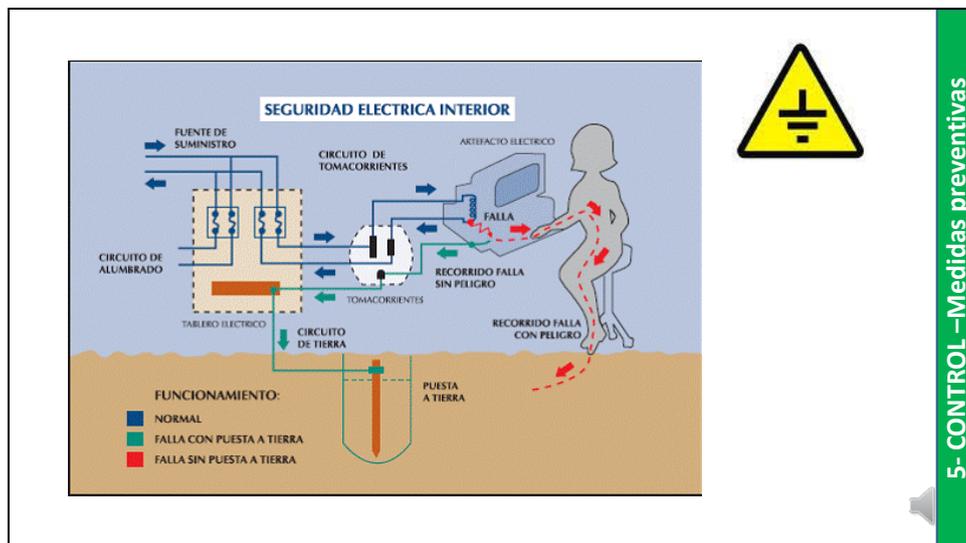
EL CUERPO HUMANO TIENE UNA RESISTENCIA DE 1000 A 2000 Ω




5- CONTROL –Medidas preventivas

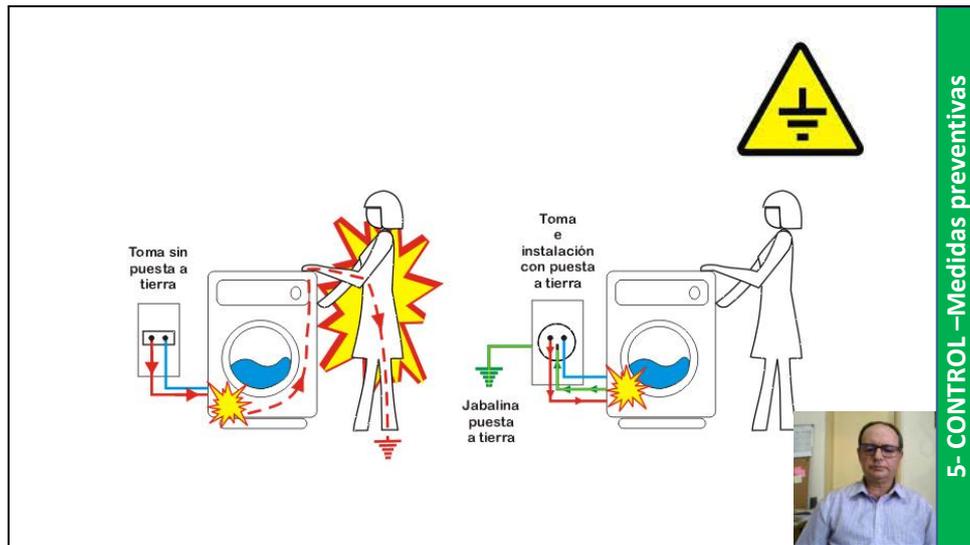
La **puesta a tierra** o **conexión a tierra**¹ es la conexión de las superficies conductoras expuestas (gabinetes metálicos) a algún punto no energizado; comúnmente es la tierra sobre la que se posa la construcción, de allí el nombre. Al sistema de uno o varios electrodos que proveen la conexión a tierra se le llama «toma de tierra». Las puestas a tierra se emplean en las instalaciones eléctricas como una medida de seguridad. En caso de un fallo donde un conductor energizado haga contacto con una superficie conductora expuesta o un conductor ajeno al sistema hace contacto con él, la conexión a tierra reduce el peligro para humanos y animales que toquen las superficies conductoras de los aparatos. Dependiendo del sistema, el fallo puede provocar que se desconecte el suministro por un interruptor termomagnético, un interruptor diferencial o un dispositivo monitor del aislamiento.¹

Diapositiva 48



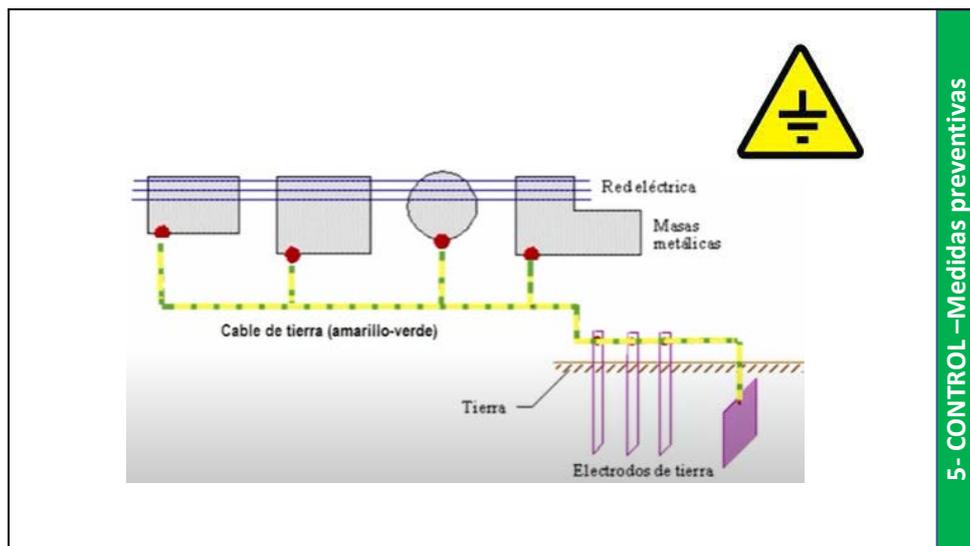
Ante cualquier falla, la corriente tenderá a descargar a tierra. En el caso de la figura, en un instante tomará por el camino de la jabalina ($R \cong 0$ a 10Ω) o del cuerpo del trabajador ($R \cong 1000$ a 2000Ω). En los ambientes laborales es indispensable verificar una vez por año el correcto funcionamiento de las puestas a tierra.

Diapositiva 49



En el hogar debe realizarse el proceso de verificación de PT en forma trianual

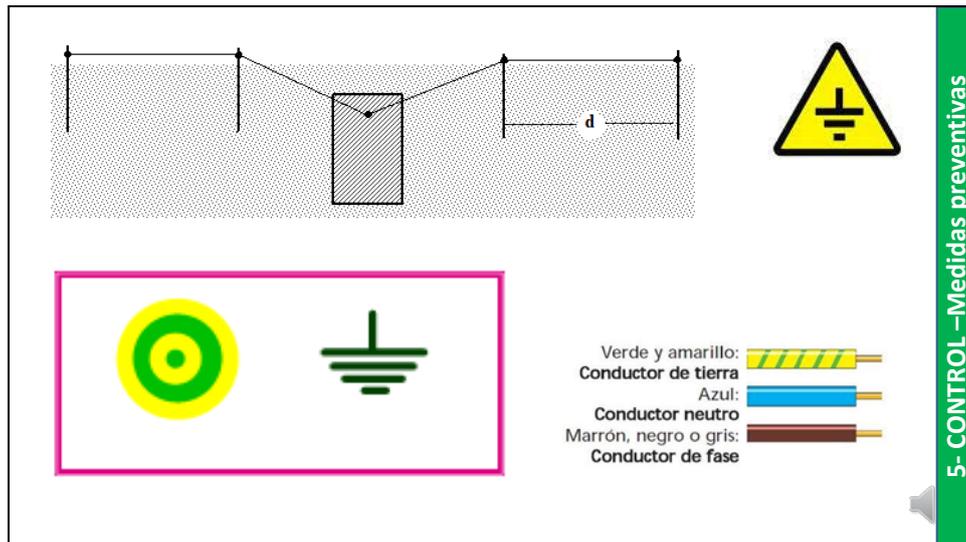
Diapositiva 50



En una Industria, un Comercio o una Vivienda Particular, TODOS los aparatos tienen que estar conectados a tierra.

En industrias con grandes máquinas, incluso hay una puesta a tierra por máquina.

Diapositiva 51



5- CONTROL – Medidas preventivas

VIVIENDAS: RESISTENCIA MENOR a 20 ohm
 INDUSTRIAS: RESISTENCIA MENOR a 5 ohm.

El mejor terreno con gran facilidad de propagación es la tierra fértil.

Una VARA de cobre o elemento conductor enterrada es una gran propagadora de la corriente a través del suelo.

Otras veces para materializar la TOMA DE TIERRA se suele enterrar en posición vertical UNA PLACA DE COBRE a la que se la rodea de tierra vegetal y se le van añadiendo JABALINAS a un lado y a otro, de manera que la distancia (d) entre estas, sea al menos 1,5 veces la longitud de la jabalina; hasta conseguir la resistencia ideal. esta se mide con el telurímetro

Para evitar una descarga eléctrica se exige que todos los equipos con partes metálicas dispongan de conexión para toma a tierra.

esta conexión esta identificada por los colores amarillo / verde, y/o por los símbolos:

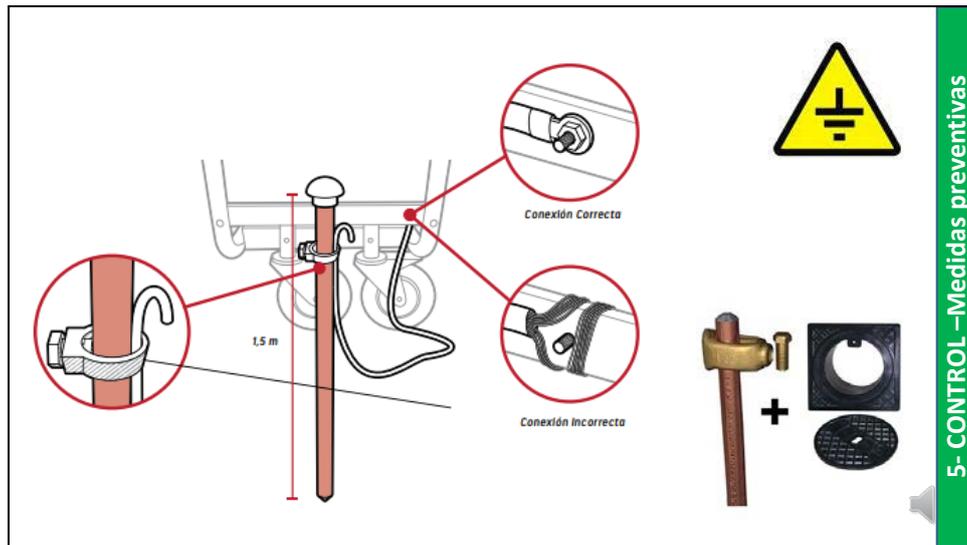
Diapositiva 52



5- CONTROL – Medidas preventivas

En caso de grandes edificios, una jabalina no basta. De modo que en esos casos se arman redes de dispositivos como cables desnudos de cobre, placas,

Diapositiva 53



Para instalaciones simples y pequeñas, la TOMA A TIERRA, se soluciona con una JABALINA

Diapositiva 54

PELIGROS DE LAS PUESTAS A TIERRA

Aunque un cable de tierra parezca inofensivo, puede ser tan peligroso como una fase de corriente. Nunca se debe de abrir o romper una línea de tierra sin antes tomar ciertas precauciones, tales como MEDICIONES

CONSIDERAR AL CABLE DE TIERRA COMO PORTADOR DE UNA TENSION IGUAL A LA TENSION SIMPLE DE LA FUENTE DE ENERGIA MAS ALTA CONECTADA A ESA TIERRA.



5- CONTROL –Medidas preventivas

Diapositiva 55

2-PROTECCIÓN TERMOMAGNÉTICA

PRINCIPIOS TÉCNICOS DE FUNCIONAMIENTO

A- Toda corriente que circula por un conductor genera un campo magnético a su alrededor y a la inversa todo conductor moviéndose en un campo magnético genera una corriente.

LEY FARADAY

B - Toda corriente que circula por un conductor desprende energía en forma de calor

EFFECTO JOULE

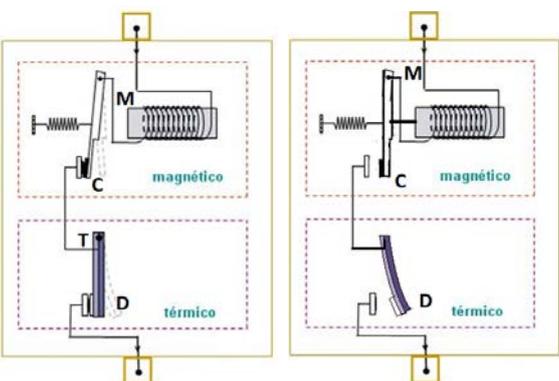


5- CONTROL – Medidas preventivas

Diapositiva 56

ESQUEMA BÁSICO

Es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente en un circuito: el magnético y el térmico (efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetalica, conectadas en serie y por las que circula corriente.



Cortocircuito
 Producen un aumento repentino de la intensidad de corriente en el circuito. Esto incrementa el campo magnético que produce la bobina y acciona el imán, desconectando el circuito

Sobrecarga
 Cuando un circuito es sobrecargado por exceso de consumo, la temperatura aumenta y se deforma el bimetálico produciendo la desconexión



5- CONTROL – Medidas preventivas

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado (M), tiende a abrir el contacto C, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad I que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado.

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre tres y veinte veces (según la letra B, C, D, etc.) la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción.

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetalica (representada en gris y azul) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (T), provoca la apertura del contacto D.

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito.

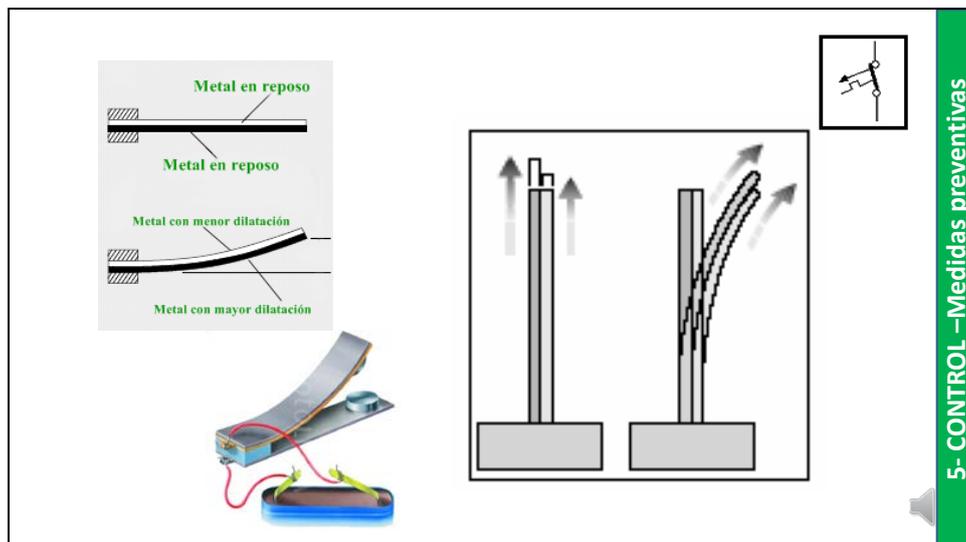
Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

El dispositivo descrito es un interruptor magnetotérmico unipolar, por cuanto sólo corta uno de los hilos del suministro eléctrico. También existen versiones bipolares y para corrientes trifásicas, pero en esencia todos están fundados en los mismos principios que el descrito.

Se dice que un interruptor es de corte omnipolar cuando interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.

Las características que definen un interruptor termomagnético son el amperaje, el número de polos, el poder de corte y el tipo de curva de disparo (B, C, D, MA). (por ejemplo, *Interruptor termomagnético C-16A-IV 4,5kA*, que necesita unos 10x16A -entre 5 y 10 veces el amperaje indicado- para saltar en menos de un segundo y proteger el circuito. Si fuese B-16A-IV 4,5kA necesitaría unos 5x16 A (entre tres y cinco veces el valor nominal indicado). Una corriente mantenida de 16 A provocaría el disparo al cabo de una hora.

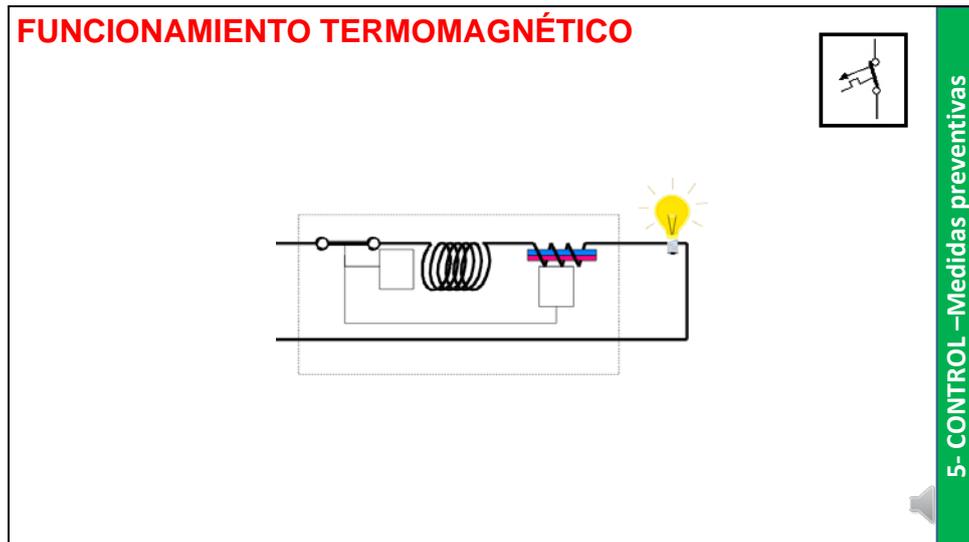
Diapositiva 57



El recalentamiento de una instalación eléctrica se podrá deber a un exceso de consumo o a un cortocircuito.

La forma de materializar una desconexión en un recalentamiento es la de solidarizar dos láminas de metal con distinto coeficiente de dilatación térmica. De ese modo, al incrementarse la temperatura se dilatarán de distinta manera experimentando una torsión que desconecta.

Diapositiva 58



Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado (M), tiende a abrir el contacto C, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad I que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado.

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre tres y veinte veces (según la letra B, C, D, etc.) la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción.

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (representada en rojo) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C.

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito.

Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

El dispositivo descrito es un interruptor magnetotérmico unipolar, por cuanto sólo corta uno de los hilos del suministro eléctrico. También existen versiones bipolares y para corrientes trifásicas, pero en esencia todos están fundados en los mismos principios que el descrito.

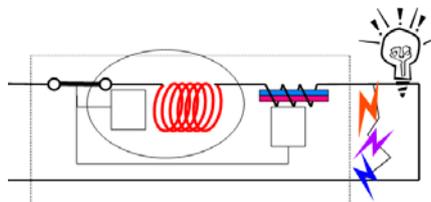
Se dice que un interruptor es de corte omnipolar cuando interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.

Las características que definen un interruptor termomagnético son el amperaje, el número de polos, el poder de corte y el tipo de curva de disparo (B, C, D, MA). (por ejemplo, *Interruptor termomagnético C-16A-IV 4,5kA*, que necesita unos $10 \times 16A$ -entre 5 y 10 veces el amperaje indicado- para saltar en menos de un segundo y proteger el circuito. Si fuese B-16A-IV 4,5kA necesitaría unos $5 \times 16 A$ (entre tres y cinco veces el valor nominal indicado). Una corriente mantenida de 16 A provocaría el disparo al cabo de una hora.

Diapositiva 59

FUNCIONAMIENTO TERMOMAGNÉTICO

Se energiza la bobina, generando un campo magnético.



CORTOCIRCUITO



$I = \frac{V}{R}$ Cuando hay un cortocircuito, la $R = 0$ \Rightarrow $I = \frac{220V}{0\Omega} = \infty$

5- CONTROL – Medidas preventivas

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado (M), tiende a abrir el contacto C, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad I que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado.

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre tres y veinte veces (según la letra B, C, D, etc.) la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción.

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (representada en rojo) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C.

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito.

Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

El dispositivo descrito es un interruptor magnetotérmico unipolar, por cuanto sólo corta uno de los hilos del suministro eléctrico. También existen versiones bipolares y para corrientes trifásicas, pero en esencia todos están fundados en los mismos principios que el descrito.

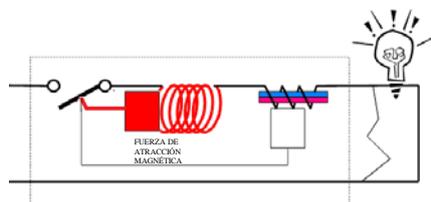
Se dice que un interruptor es de corte omnipolar cuando interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.

Las características que definen un interruptor termomagnético son el amperaje, el número de polos, el poder de corte y el tipo de curva de disparo (B, C, D, MA). (por ejemplo, *Interruptor termomagnético C-16A-IV 4,5kA*, que necesita unos 10x16A -entre 5 y 10 veces el amperaje indicado- para saltar en menos de un segundo y proteger el circuito. Si fuese B-16A-IV 4,5kA necesitaría unos 5x16 A (entre tres y cinco veces el valor nominal indicado). Una corriente mantenida de 16 A provocaría el disparo al cabo de una hora.

Diapositiva 60

FUNCIONAMIENTO TERMOMAGNÉTICO

El campo magnético generado, acciona un imán, abriendo la llave





5- CONTROL – Medidas preventivas

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado (M), tiende a abrir el contacto C, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad I que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado.

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre tres y veinte veces (según la letra B, C, D, etc.) la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción.

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (representada en rojo) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C.

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito.

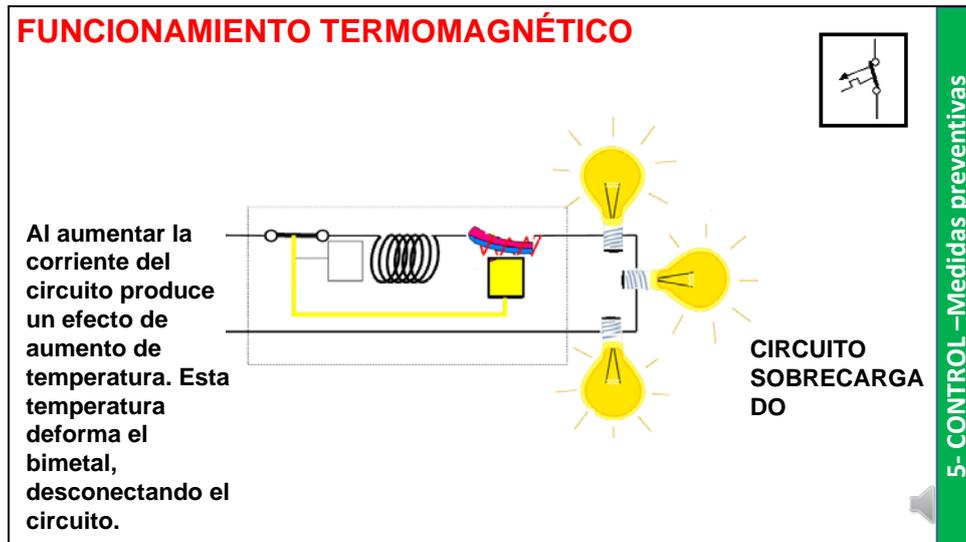
Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

El dispositivo descrito es un interruptor magnetotérmico unipolar, por cuanto sólo corta uno de los hilos del suministro eléctrico. También existen versiones bipolares y para corrientes trifásicas, pero en esencia todos están fundados en los mismos principios que el descrito.

Se dice que un interruptor es de corte omnipolar cuando interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.

Las características que definen un interruptor termomagnético son el amperaje, el número de polos, el poder de corte y el tipo de curva de disparo (B, C, D, MA). (por ejemplo, *Interruptor termomagnético C-16A-IV 4,5kA*, que necesita unos $10 \times 16A$ -entre 5 y 10 veces el amperaje indicado- para saltar en menos de un segundo y proteger el circuito. Si fuese B-16A-IV 4,5kA necesitaría unos $5 \times 16 A$ (entre tres y cinco veces el valor nominal indicado). Una corriente mantenida de 16 A provocaría el disparo al cabo de una hora.

Diapositiva 61



Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado (M), tiende a abrir el contacto C, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad I que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado.

Este nivel de intervención suele estar comprendido entre tres y veinte veces (según la letra B, C, D, etc.) la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magnetotérmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción.

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica (representada en rojo) que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico (M), provoca la apertura del contacto C.

Esta parte es la encargada de proteger de corrientes que, aunque son superiores a las permitidas por la instalación, no llegan al nivel de intervención del dispositivo magnético. Esta situación es típica de una sobrecarga, donde el consumo va aumentando conforme se van conectando aparatos.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas. Además de esta desconexión automática, el aparato está provisto de una palanca que permite la desconexión manual de la corriente y el rearme del dispositivo automático cuando se ha producido una desconexión. No obstante, este rearme no es posible si persisten las condiciones de sobrecarga o cortocircuito.

Incluso volvería a saltar, aunque la palanca estuviese sujeta con el dedo, ya que utiliza un mecanismo independiente para desconectar la corriente y bajar la palanca.

El dispositivo descrito es un interruptor magnetotérmico unipolar, por cuanto sólo corta uno de los hilos del suministro eléctrico. También existen versiones bipolares y para corrientes trifásicas, pero en esencia todos están fundados en los mismos principios que el descrito.

Se dice que un interruptor es de corte omnipolar cuando interrumpe la corriente en todos los conductores activos, es decir las fases y el neutro si está distribuido.

Las características que definen un interruptor termomagnético son el amperaje, el número de polos, el poder de corte y el tipo de curva de disparo (B, C, D, MA). (por ejemplo, *Interruptor termomagnético C-16A-IV 4,5kA*, que necesita unos 10x16A -entre 5 y 10 veces el amperaje indicado- para saltar en menos de un segundo y proteger el circuito. Si fuese B-16A-IV 4,5kA necesitaría unos 5x16 A (entre tres y cinco veces el valor nominal indicado). Una corriente mantenida de 16 A provocaría el disparo al cabo de una hora.

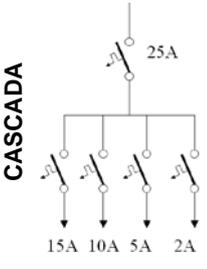
Diapositiva 62

CONSEJOS

El interruptor termo magnético debe de estar calibrado para la carga que va a proteger



CASCADA



- Un termo magnético demasiado grande podría no actuar nunca, no protegiendo así la instalación
- Uno demasiado pequeño estaría siempre activado
- La corriente de disparo viene escrita en Amperios en el costado del aparato
- Distintos circuitos deben ser protegidos por distintos aparatos
- La ubicación de las termomagnéticas en un circuito debe ser en CASCADA

5- CONTROL –Medidas preventivas

La sucesión de tableros desde la línea municipal es: TABLERO GENERAL (de espaldas al medidor), TABLERO PRINCIPAL, TABLEROS SECUNDARIOS

El TABLERO GENERAL sólo tiene la térmica máxima de corte y la conexión de la puesta a tierra con una bornera.

El TABLERO PRINCIPAL tiene una térmica y un disyuntor por circuito.

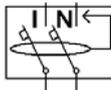
Los TABLEROS SECUNDARIOS tienen una térmica cada uno con una corriente de disparo acorde a las necesidades del circuito.

Recordar el EFECTO CASCADA. La corriente de disparo de las térmicas deben tener valores descendentes desde el TG a los TS

Diapositiva 63

3- DISYUNTOR DIFERENCIAL

3- PROTECCIÓN DISYUNTOR DIFERENCIAL

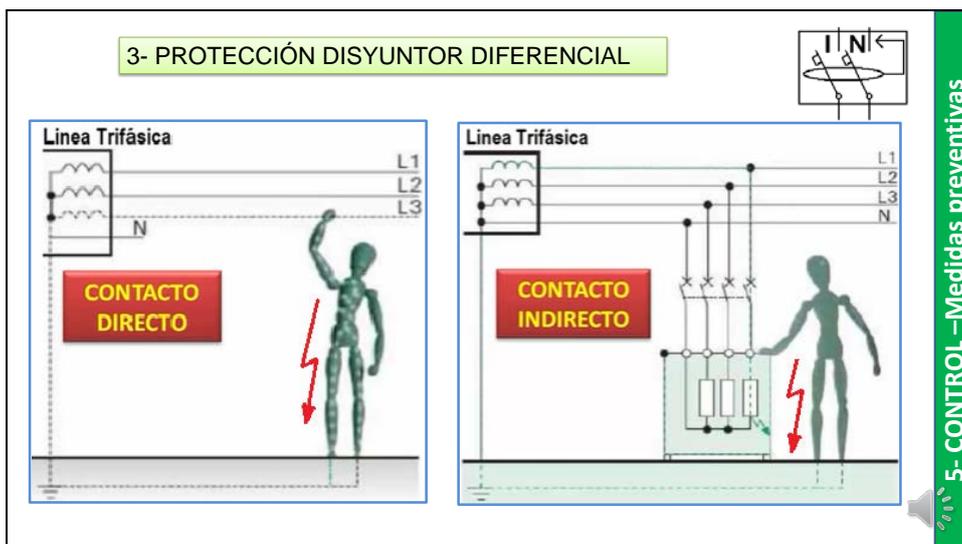


- Este dispositivo censa constantemente las corrientes de fuga
- Desconecta la alimentación cuando la corriente de fuga excede un valor determinado



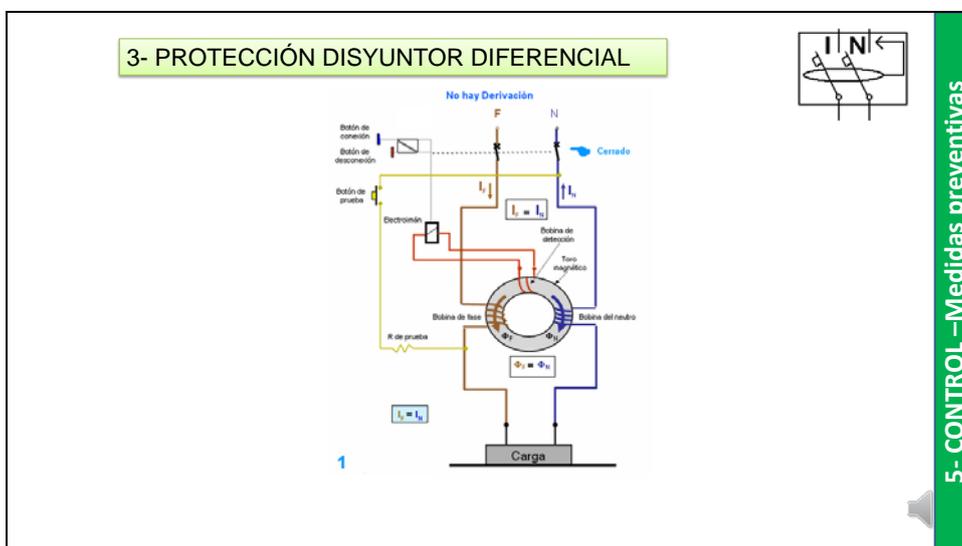
5- CONTROL –Medidas preventivas

Diapositiva 64



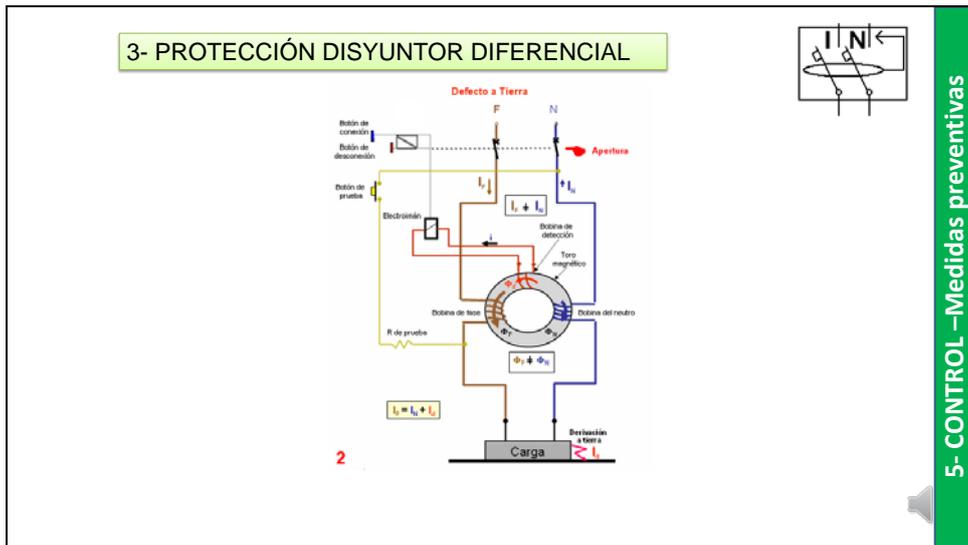
- Protege contra defectos a tierra
- Algunos actúan como un termomagnético; pero **NUNCA LO SUSTITUYEN**
- Debe de ser el adecuado al tipo de instalación
- Comprobar el funcionamiento periódicamente con el botón de TEST
- Si el diferencial se desconecta solo, puede haber algún aparato con defecto a tierra
- Seguir las recomendaciones del fabricante

Diapositiva 65



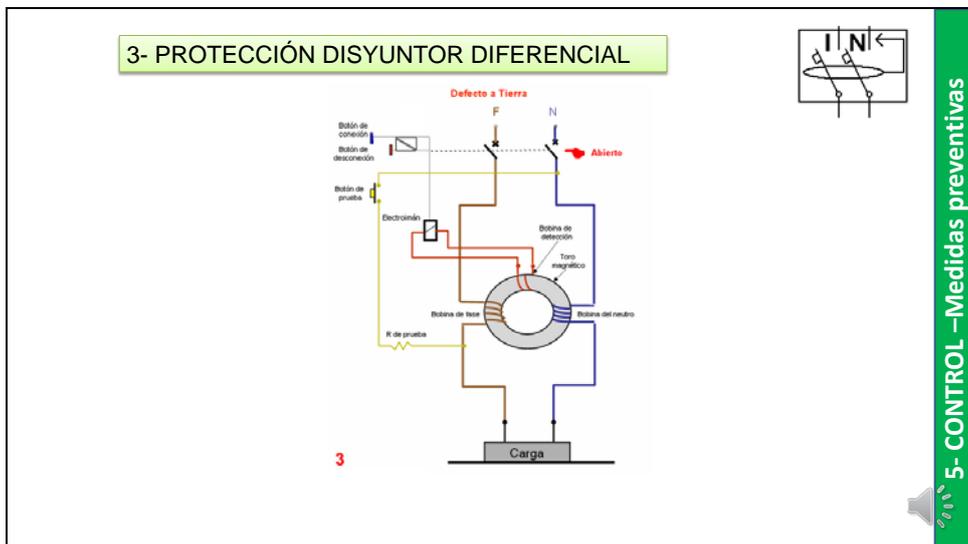
El núcleo de este dispositivo es un aro metálico en el que se arma un devanado de conductor. Al circular una corriente por este devanado, induce un campo magnético que se desarrollará en el aro metálico. Luego de pasar por la carga, el flujo eléctrico recorre un segundo devanado, produciendo un segundo campo magnético de igual valor y sentido contrario al anterior.

Diapositiva 66



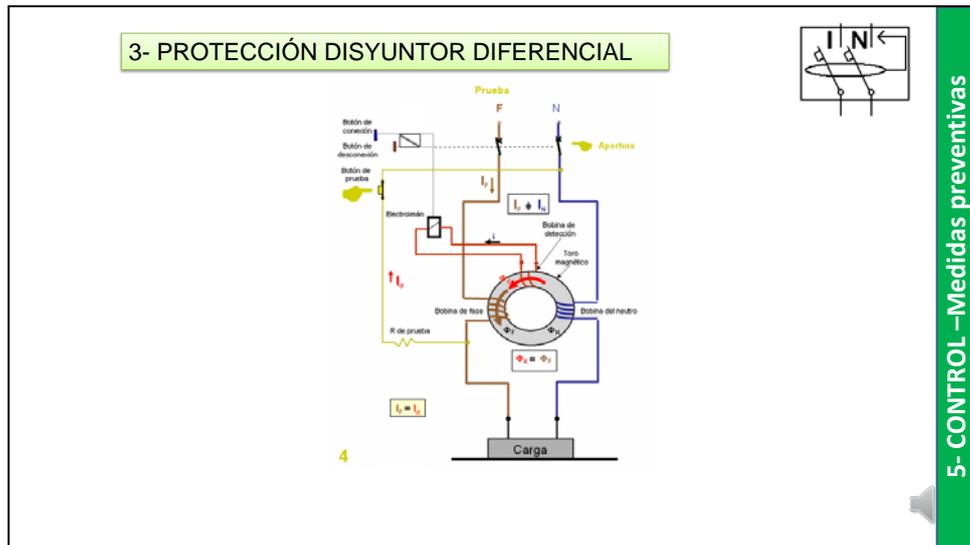
Cuando el balance entre corriente de entrada y salida es \neq de cero, por alguna corriente perdida por algún desperfecto, el diferencial de corriente entre el devanado de entrada y salida induce campos que sumados dejan un campo diferencia que genera otra corriente en el circuito lateral, disparando el contacto.

Diapositiva 67



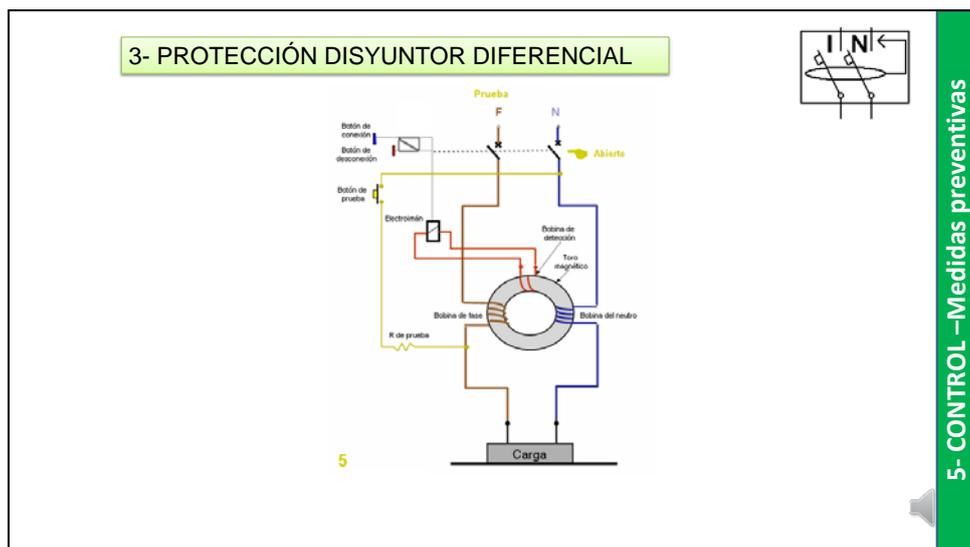
Este disparo se generará con una corriente en miliamperes a la que el dispositivo está regulado.

Diapositiva 68



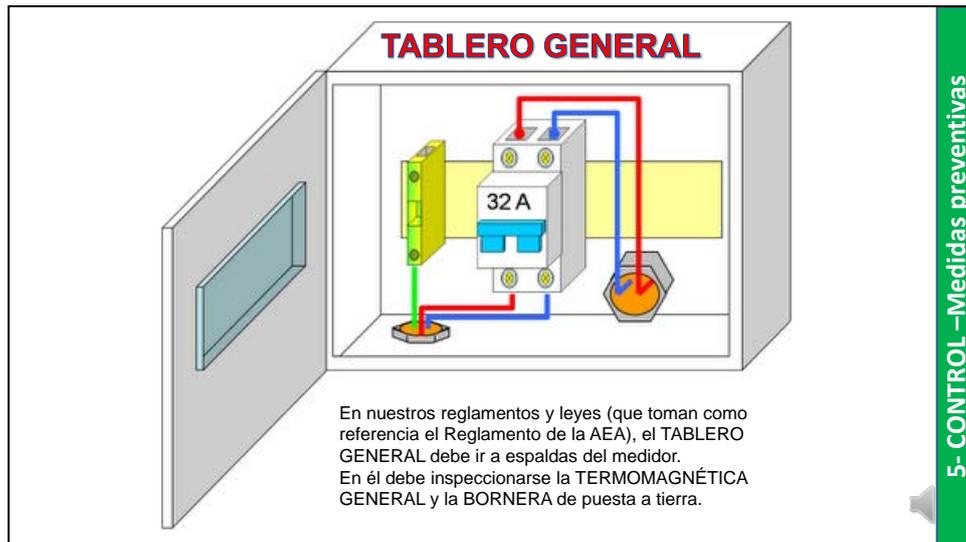
Existe un circuito conectado al botón de prueba para realizar el control de funcionamiento del artefacto

Diapositiva 69



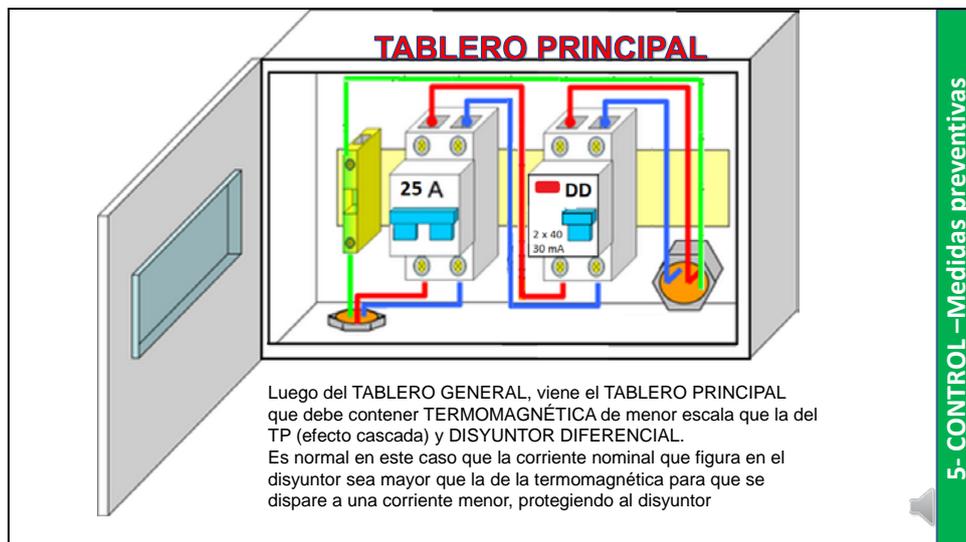
El botón de prueba pone en cortocircuito el sistema que se dispara.

Diapositiva 70

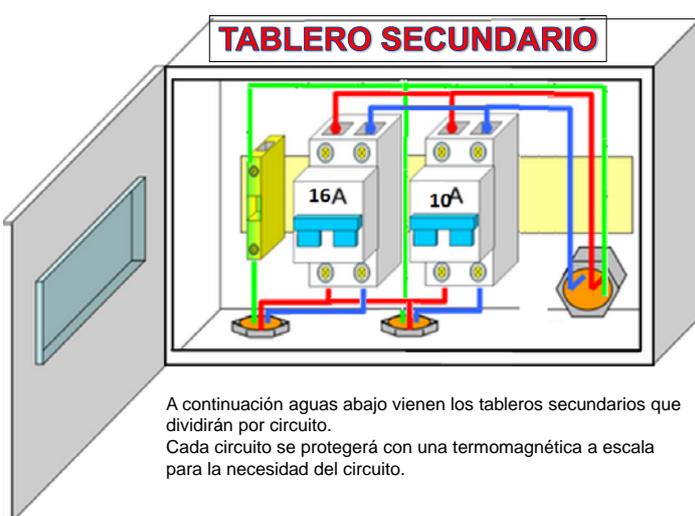


- EN ARGENTINA EL TABLERO PRINCIPAL DEBE IR INMEDIATAMENTE LUEGO DEL MEDIDOR.
 - EL DETALLE DE ARMADO VARÍA SEGÚN LA DISTRIBUIDORA.
 - ES OBLIGATORIO EL INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO Y LA BORNERA PARA LA PUESTA A TIERRA
 - DESDE ESTE TABLERO PRINCIPAL SE DERIVAN UNO O MÁS TABLEROS SECUNDARIOS O SECCIONALES.
- Normas Asociación Electrotécnica Argentina.

Diapositiva 71



Diapositiva 72



TABLERO SECUNDARIO

A continuación abajo vienen los tableros secundarios que dividirán por circuito.
 Cada circuito se protegerá con una termomagnética a escala para la necesidad del circuito.

5- CONTROL – Medidas preventivas

Diapositiva 73

TABLA DE GRADOS IP

Primer Número Protección contra Sólidos.	Segundo Número Protección contra Líquidos.	Tercer Número Protección contra Impactos Mecánicos. (generalmente omitido)
0 Sin Protección.	0 Sin Protección.	0 Sin Protección.
1 Protegido contra objetos sólidos de más de 50mm.	1 Protegido contra gotas de agua que caigan verticalmente.	1 Protegido contra impactos de 0.225 joules.
2 Protegido contra objetos sólidos de más de 12mm.	2 Protegido contra rocíos directos a hasta 15° de la vertical.	2 Protegido contra impactos de 0.375 joules.
3 Protegido contra objetos sólidos de más de 2.5 mm.	3 Protegido contra rocíos directos de hasta 60° de la vertical.	3 Protegido contra impactos de 0.5 joules.
4 Protegido contra objetos sólidos de más de 1 mm.	4 Protegido contra rocíos directos de todas las direcciones - entrada limitada permitida.	4 Protegido contra impactos de 2.0 joules.
5 Protegido contra polvo-entrada limitada permitida.	5 Protegido contra chorros de agua a baja presión de todas las direcciones - entrada limitada permitida.	5 Protegido contra impactos de 6.0 joules.
6 Totalmente protegido contra polvo.	6 Protegido contra fuertes chorros de agua de todas las direcciones - entrada limitada permitida.	6 Protegido contra impactos de 20.0 joules.
7 -	7 Protegido contra los efectos de la inmersión de 15cm. - 1cm.	7 -
8 -	8 Protegido contra periodos largos de inmersión bajo presión.	8 -

Así por ejemplo, una terminal con **IP-64** está totalmente protegida contra la entrada de polvo y contra rocíos directos de agua de todas las direcciones.

5- CONTROL – Medidas preventivas

Los elementos de protección están categorizados en función del nivel de protección que presenten respecto a los agresores medioambientales.

Protección IP Método de protección de equipos que permite responder fácilmente a exigencias del medio ambiente, tales como la penetración de cuerpos extraños que pueden perturbar el funcionamiento mecánico o eléctrico, como la arena, polvo, pequeños animales e insectos voladores o trepadores, agua y otros líquidos que alteran los aislamientos y provocan su degradación, choques mecánicos que pueden deformar o romper las partes frágiles, gases corrosivos del ambiente, campos electromagnéticos radiantes y radiaciones diversas, entre ellas la luz.

Diapositiva 74

2- MATERIALES Y EQUIPOS

5- CONTROL – Medidas preventivas

Diapositiva 75

CONDUCTORES con aislación termoplástica

Verde y amarillo:  **Conductor de tierra**
Azul:  **Conductor neutro**
Marrón, negro o gris:  **Conductor de fase**

CIRCUITO	SECCION DEL CABLE	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
Alumbrado	1,5 mm ²	10 A
Enchufes usos varios	2,5 mm ²	16 A
Lavadora/calentador	4 mm ²	20 A
Cocina/horno	6 mm ²	25 A
Aire acondicionado	4 a 6 mm ²	25 A

Verificación rápida máquinas

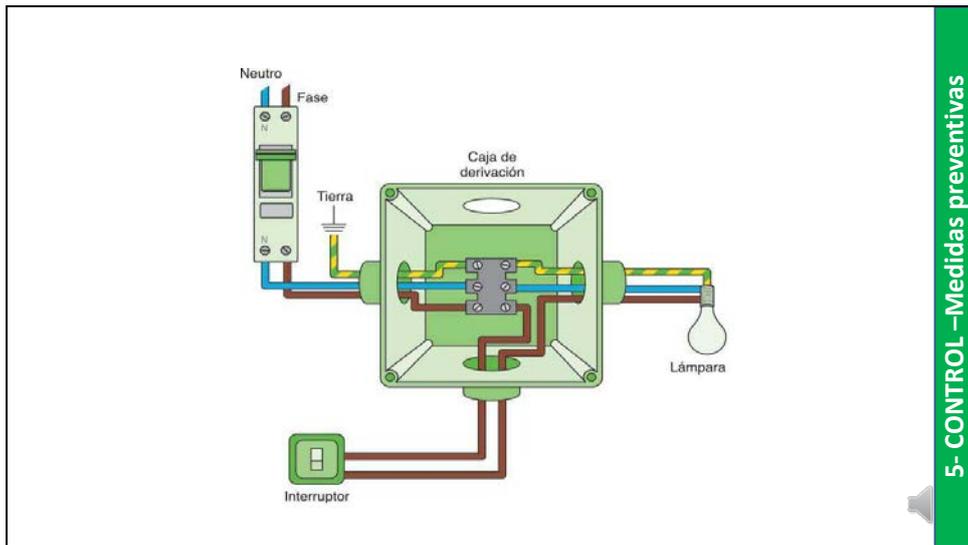
Sección de Cable	Intensidad Máxima
0,5 mm ²	6 A
0,75 mm ²	9 A
1 mm ²	11 A
1,5 mm ²	14 A
2 mm ²	16 A
2,5 mm ²	20 A
4 mm ²	28 A
6 mm ²	37 A
8 mm ²	48 A
10 mm ²	53 A
16 mm ²	75 A
25 mm ²	100 A
35 mm ²	125 A
50 mm ²	160 A

5- CONTROL – Medidas preventivas

COMPORTAMIENTO REQUERIDO DE LOS CABLES FRENTE A INCENDIOS

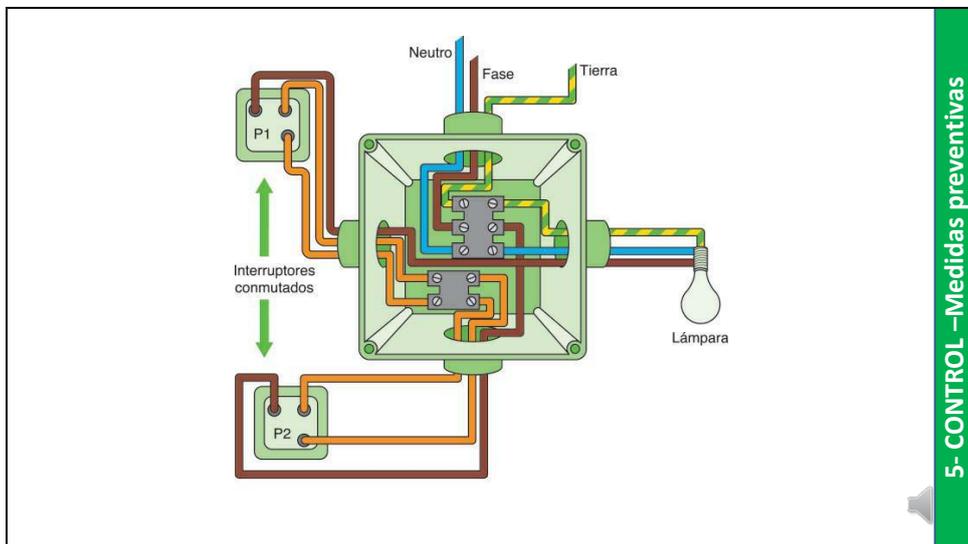
- **No propagación del incendio:** No son capaces de servir de cause a la propagación de un incendio. Mediante un ensayo, se los dispone verticalmente y se verifica que no propaguen un incendio mas allá de la altura especificada por la norma.
- **Reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos:** Algunos cables al arder liberan ácidos halogenados los cuales son peligroso para las personas. Además, pueden originar daños importantes a equipos aunque no hallan sido alcanzado por el fuego e incluso, afectar la estructura de hormigón del propio edificio. Los cables libres de halógenos emiten gases de baja toxicidad.
- **Baja emisión de humos opacos:** Cuando arden emiten gases transparentes lo que permite mantener un alto grado de visibilidad y así evitar el pánico en las personas, poder encontrar las salidas y permitir una rápida intervención de los servicios de extinción.
- **Resistencia al fuego:** Aseguran durante el incendio el funcionamiento de los circuitos de alarma, alumbrado de emergencia y señalización, y aparatos automáticos que intervengan en la extinción.

Diapositiva 76



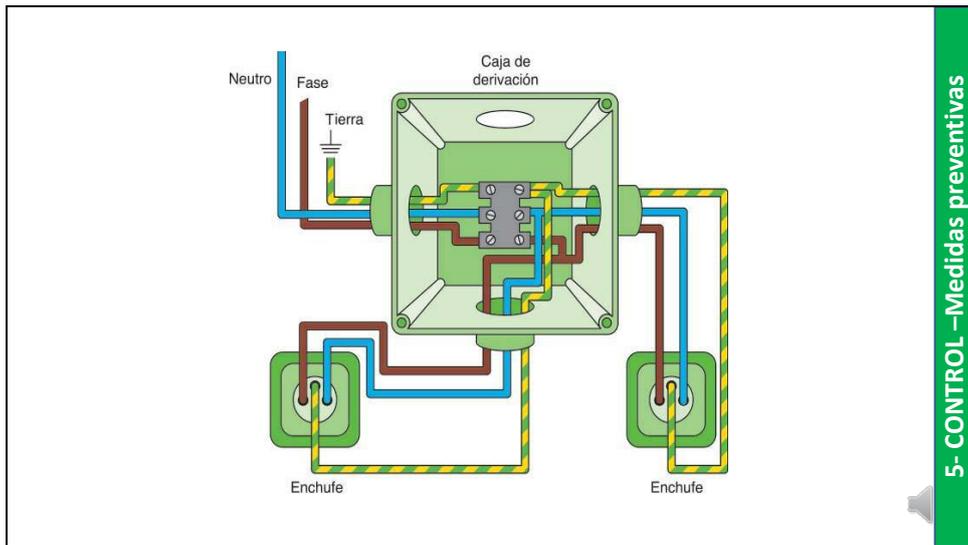
Es importante que el arquitecto verifique la calidad de materiales y equipos. También es importante verificar la correspondencia entre un material determinado y el equipo que suministra. Las potencias de los equipos permitirán conocer en forma aproximada la sección de los cables necesarios. El respeto del código de colores permitirá un trabajo seguro en el futuro.

Diapositiva 77



Recordar que en el proyecto de un circuito se deberá tener en cuenta todos los consumos del mismo y conviene sobredimensionar un poco en caso de ambientes en los que se presume el agregado de consumo en modificaciones futuras.

Diapositiva 78



5- CONTROL – Medidas preventivas

Diapositiva 79

CÁLCULOS Y VERIFICACIONES RÁPIDAS

Para cables unipolares a 40°C

Tamaño del cable, corte de área seccional mm ²	Corriente Máxima [A]	Potencia generada [W]		
		12 V	24 V	220 V
1.0	10	20	240	2200
1.5	15	80	360	3300
2.5	20	240	480	4400
4.0	30	360	720	6600
6.0	35	420	840	7700
10.0	50	600	1200	11000
16.0	70	840	1680	15400
25.0	90	1080	2160	19800

Sección de Cable	Intensidad Máxima
0,5 mm ²	6 A
0,75 mm ²	9 A
1 mm ²	11 A
1,5 mm ²	14 A
2 mm ²	16 A
2,5 mm ²	20 A
4 mm ²	28 A
6 mm ²	37 A
8 mm ²	48 A
10 mm ²	53 A
16 mm ²	75 A
25 mm ²	100 A
35 mm ²	125 A
50 mm ²	160 A

Equivalencias

Sección del cable	Diámetro del cable
1,5 mm ²	1,4 mm
2,5 mm ²	1,8 mm
4 mm ²	2,3 mm
6 mm ²	2,8 mm
10 mm ²	3,6 mm
16 mm ²	4,5 mm
25 mm ²	5,6 mm

Corriente máxima en el cable (A)	Longitud del cable en metros							
	0 - 1,2	1,2 - 2,1	2,1 - 3	3 - 3,9	3,9 - 4,8	4,8 - 5,7	5,7 - 6,6	6,6 - 8,4
3-20 A	8mm ²	8mm ²	8mm ²	8mm ²	8mm ²	8mm ²	8mm ²	8mm ²
20-35 A	8mm ²	8mm ²	8mm ²	8mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²
35-50 A	8mm ²	8mm ²	8mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²
50-65 A	8mm ²	8mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²
65-85 A	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²
85-105 A	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	50mm ²
105-125 A	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	60mm ²	50mm ²
125-150 A	20mm ²	20mm ²	20mm ²	20mm ²	50mm ²	50mm ²	50mm ²	50mm ²

Modificación en función del largo del cable

5- CONTROL – Medidas preventivas

Las tablas de arriba permiten una rápida verificación de secciones, largos de cables, resistencias, etc.

Diapositiva 80

3- PROCEDIMIENTO DE INTERVENCIÓN DE CIRCUITOS

5- CONTROL –Medidas preventivas

Diapositiva 81

**CINCO REGLAS DE ORO PARA
TRABAJAR SIN TENSIÓN**



EQUIPO PRECISO



1. Corte efectivo de todas las fuentes de tensión.



2. Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte.



3. Detectar ausencia de tensión.



4. Poner a tierra y en corto-circuito.



5. Señalizar la zona de trabajo.

5- CONTROL –Medidas preventivas

Los protocolos para la intervención en una instalación eléctrica se conocen como LAS 5 REGLAS DE ORO.

Diapositiva 82

LAS "5 REGLAS DE ORO" PARA TRABAJAR EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS SIN TENSIÓN	TIPO DE INSTALACIÓN	
	BAJA TENSIÓN V menor que 1000 o igual que 1000V	ALTA TENSIÓN V mayor que 1000 V
1ª Abrir todas las fuentes de tensión.	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
2ª Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte (2)	OBLIGATORIO, SI ES POSIBLE	OBLIGATORIO, SI ES POSIBLE
3ª Comprobación de la ausencia de tensión.	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO
4ª Puesta a tierra y en cortocircuito	RECOMENDABLE	OBLIGATORIO
5ª Señalización y delimitación de la zona de trabajo.	RECOMENDABLE	OBLIGATORIO

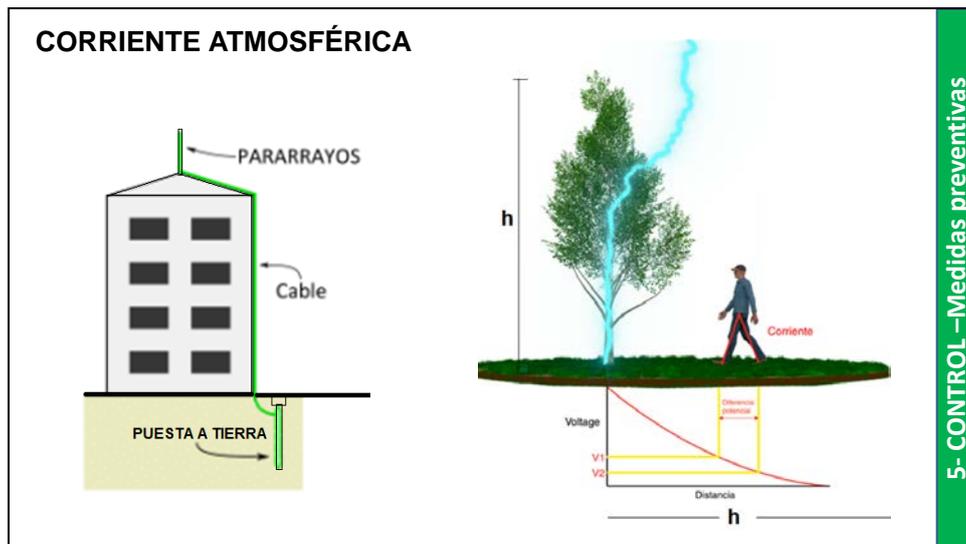
5- CONTROL –Medidas preventivas

Diapositiva 83



5- CONTROL –Medidas preventivas

Diapositiva 84



5- CONTROL – Medidas preventivas

Entre los diferentes efectos que pueden provocar los rayos, se puede citar algunos como los efectos térmicos, fisiológicos, electrodinámicos, electroquímicos, etc. Debido a su importancia se destacan los térmicos y los fisiológicos.

Los efectos térmicos son debidos a la alta temperatura que alcanza el canal por donde circula la corriente de un rayo, pudiendo llegar a ser esta de hasta 20.000° C, lo que ocasiona grandes daños cuando dicha descarga eléctrica alcanza por ejemplo un árbol o bien impacta sobre una estructura. Existen normativas internacionales que tratan el tema de los efectos de la corriente de los rayos en el cuerpo humano y en el ganado (IEC TR 60479-4:2011). Y otras normativas, que establecen los procedimientos de seguridad para la reducción de riesgos cuando las personas se encuentran en el exterior de una estructura o edificio (IEC/TR 62713).

El rayo tiene también dos efectos asociados muy característicos, el relámpago que es su efecto luminoso debido a la circulación de tanta corriente (hasta 200 kA) y el trueno que es el efecto sonoro debido a la onda expansiva del aire al ser este calentado en tiempos de unos pocos micro segundos a altísimas temperaturas.

Diapositiva 85

Notas de Uso/Renuncia a Responsabilidades

- Este material no refleja necesariamente las opiniones o políticas de la Cátedra, de la Facultad de Ingeniería ni de la UNCuyo, y los marcos, productos comerciales y organizaciones mencionadas tampoco necesariamente cuentan con el respaldo explícito de las instituciones mencionadas.
- Las fotografías que aparecen en esta presentación pueden ilustrar situaciones que no estén en conformidad con los requisitos de ley 19587, de IRAM o de OSHA correspondientes pero cumplen funciones didácticas.
- El creador del contenido de esta presentación no pretende ofrecer una capacitación orientada al cumplimiento de las normas, sino más bien impulsar la toma de conciencia sobre los riesgos en la industria en general y de la construcción en particular y el reconocimiento de los riesgos en común presentes en diversas industrias y obras de construcción.
- NO se debe dar por hecho que las sugerencias, comentarios o recomendaciones contenidos en esta documentación constituyen una revisión a fondo de las normas correspondientes, ni interpretar la descripción de los "problemas" o "inquietudes" como una clasificación de las prioridades de los riesgos o controles posibles. En los casos donde se expresen opiniones ("mejores prácticas"), cabe destacar que los aspectos de seguridad en general, especialmente en las obras de construcción, dependen en gran medida de las condiciones propias de la obra y de los riesgos específicos – **no se recomienda un enfoque "universal", pues su eficacia será más bien limitada.**
- No se garantiza la minuciosidad de la presentación, ni de los métodos de resolución específicos que se adoptarán. Se entiende que las condiciones en las industrias y las obras varían constantemente, y que el creador de este contenido no pueden responsabilizarse por problemas de seguridad que no se contemplaron o no se pudieron anticipar, ni tampoco por los que se hayan descrito en esta documentación o durante la presentación física. Es responsabilidad del empleador, sus profesionales, sus subcontratistas y sus empleados cumplir con todas las normas y reglamentos que rijan en la jurisdicción en la cual trabajan. En la oficina de la SRT de su localidad encontrará copias de todas las normas IRAM y OSHA, y junto a esta presentación se incluyen diversas leyes, normas y documentos de apoyo pertinentes en formato impreso o electrónico.
- Se da por hecho que los individuos que usen esta presentación o contenido para dictar programas de capacitación están "calificados" para ello, y que tales presentadores cuentan con sus propios medios de preparación para responder preguntas, resolver problemas y describir los temas a su público. Para dudas conectarse con jorgenorrito@gmail.com
- A lo largo de todo este programa, las áreas de particular interés (o que sean especialmente idóneas para ser abordadas más a fondo) poseen información adicional en la sección "notas" de las diapositivas...el usuario o presentador de este material, debiera estar preparado para abordar todos los temas, inquietudes o problemas potenciales, especialmente aquellos contenidos en tales fotografías.

Esp. Ing. Jorge Norrito



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD
DE INGENIERÍA**

**Presentación Clase SSA
Apuntes para Seguimiento y Estudio
Cátedra: Higiene, Seguridad y Medio
Ambiente**