

**3M**

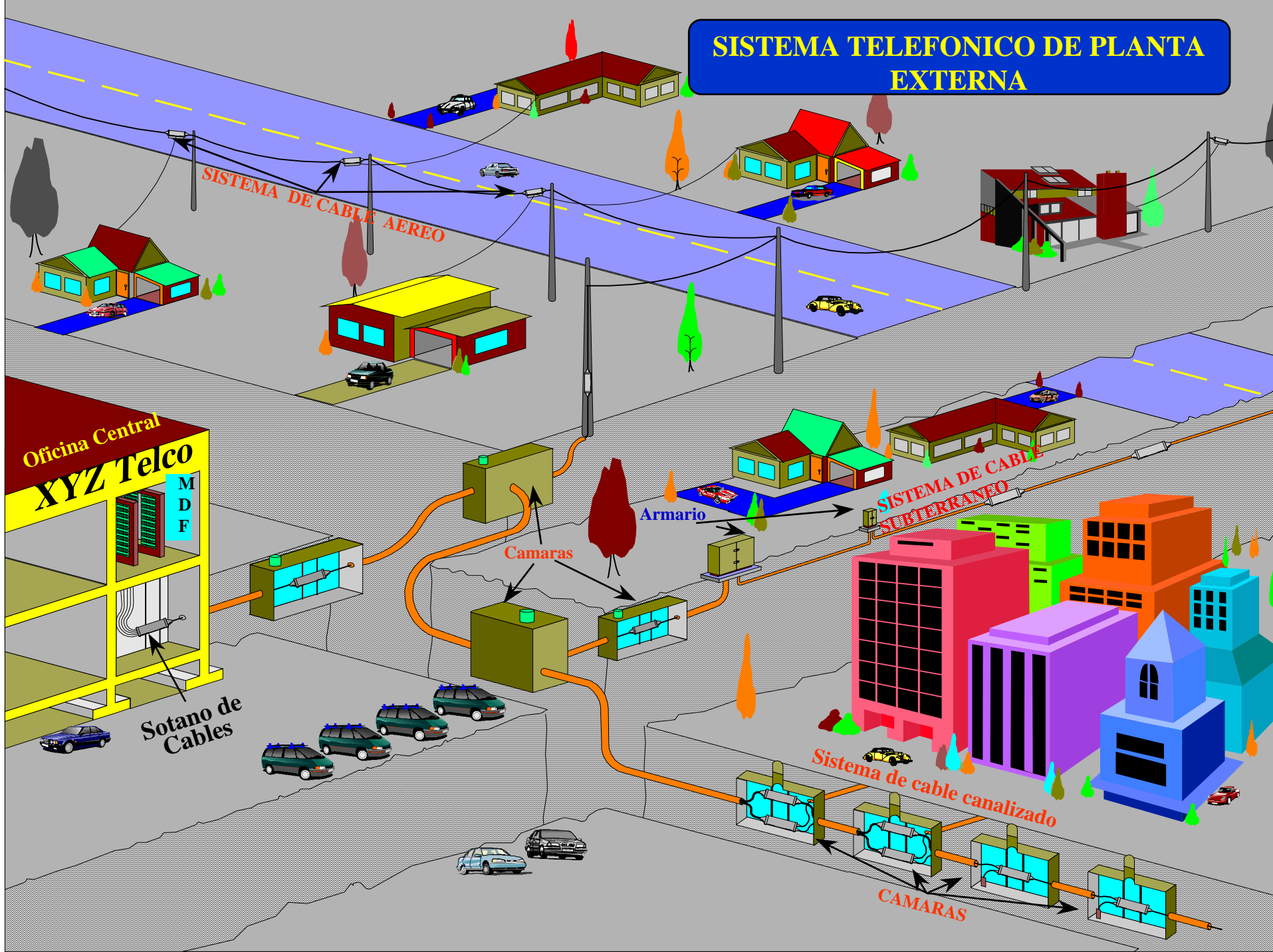
Dynatel™ Systems

Division

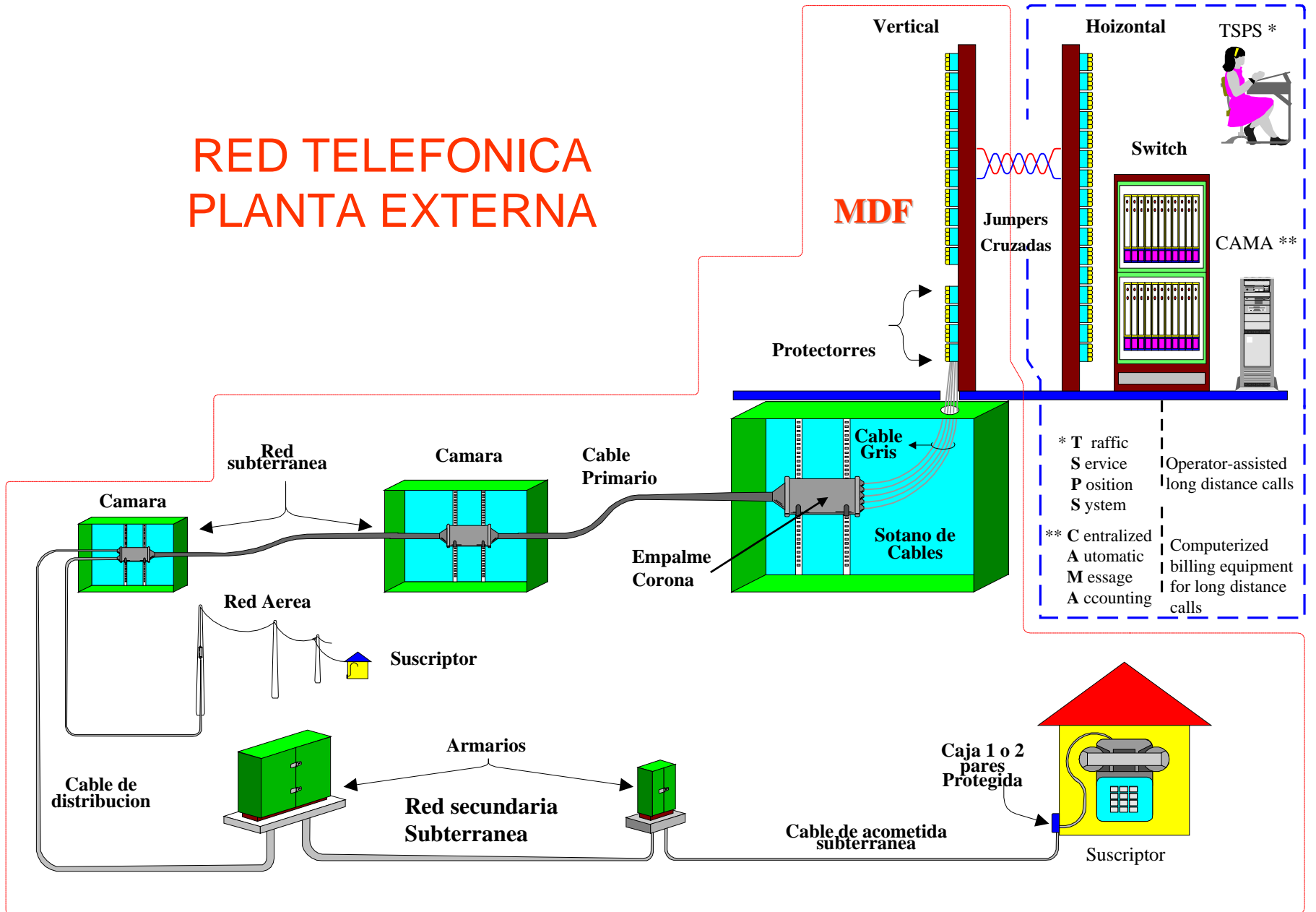
*Redes de Planta externa*

*Prueba de cables telefonicos y localizacion de fallas*

# SISTEMA TELEFONICO DE PLANTA EXTERNA



# RED TELEFONICA PLANTA EXTERNA



- \* T raffic S ervice P osition S ystem | Operator-assisted long distance calls
- \*\* C entralized A utomatic M essage A ccounting | Computerized billing equipment for long distance calls

# Cable Telefónico

[Definicion]

Es uno de los muchos medios de transmision en telecomunicaciones. La unidad basica es el par telefonico, el cual esta constituido por un par de hilos de cobre aislados en plastico o papel ( Llamados A y B ), coloreados para facilitar su identificacion.

Un cable puede contener desde 10 hasta 2400 pares, en una variedad de calibres (0.4 mm a 0.9 mm) que dependen de los requerimientos del sistema.

## Otros Medios de Comunicacion

**SISTEMAS DE HILO ABIERTO [ Telegrafo ]**

**SISTEMAS COAXIALES [ CATV ]**

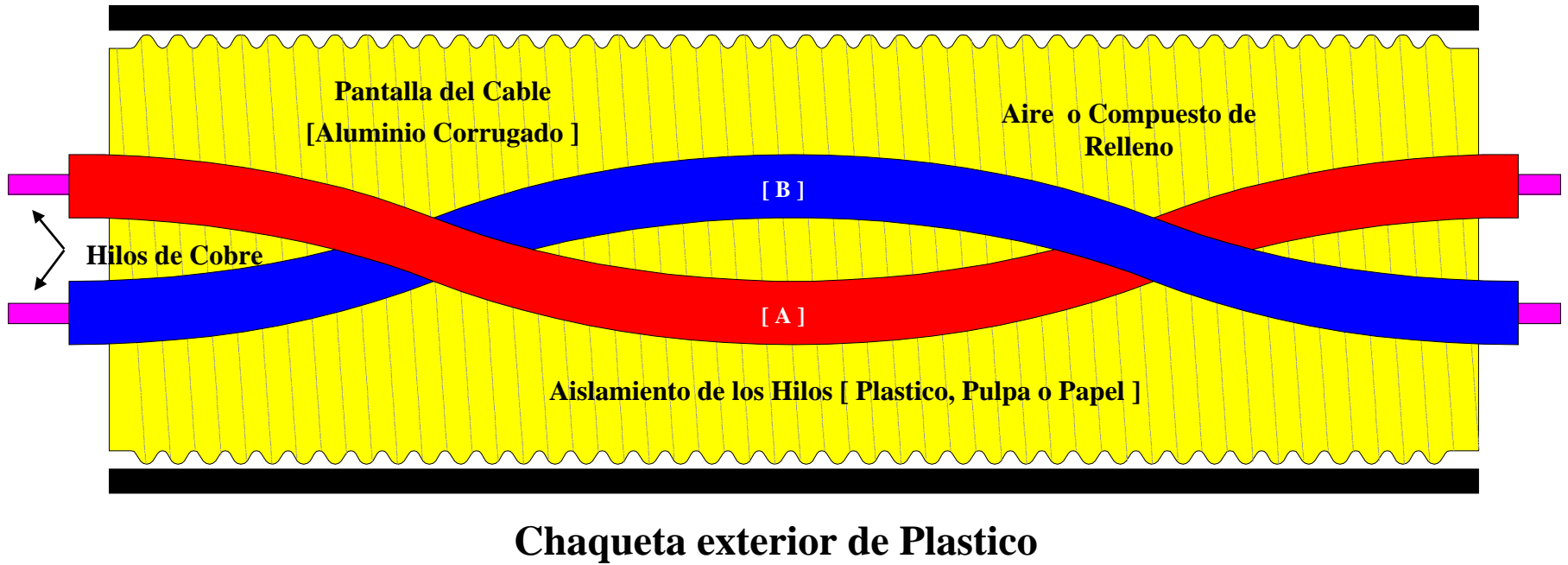
**SISTEMAS DE RADIO [ MicroOndas, Celular ]**

**SATELITES DE COMUNICACION**

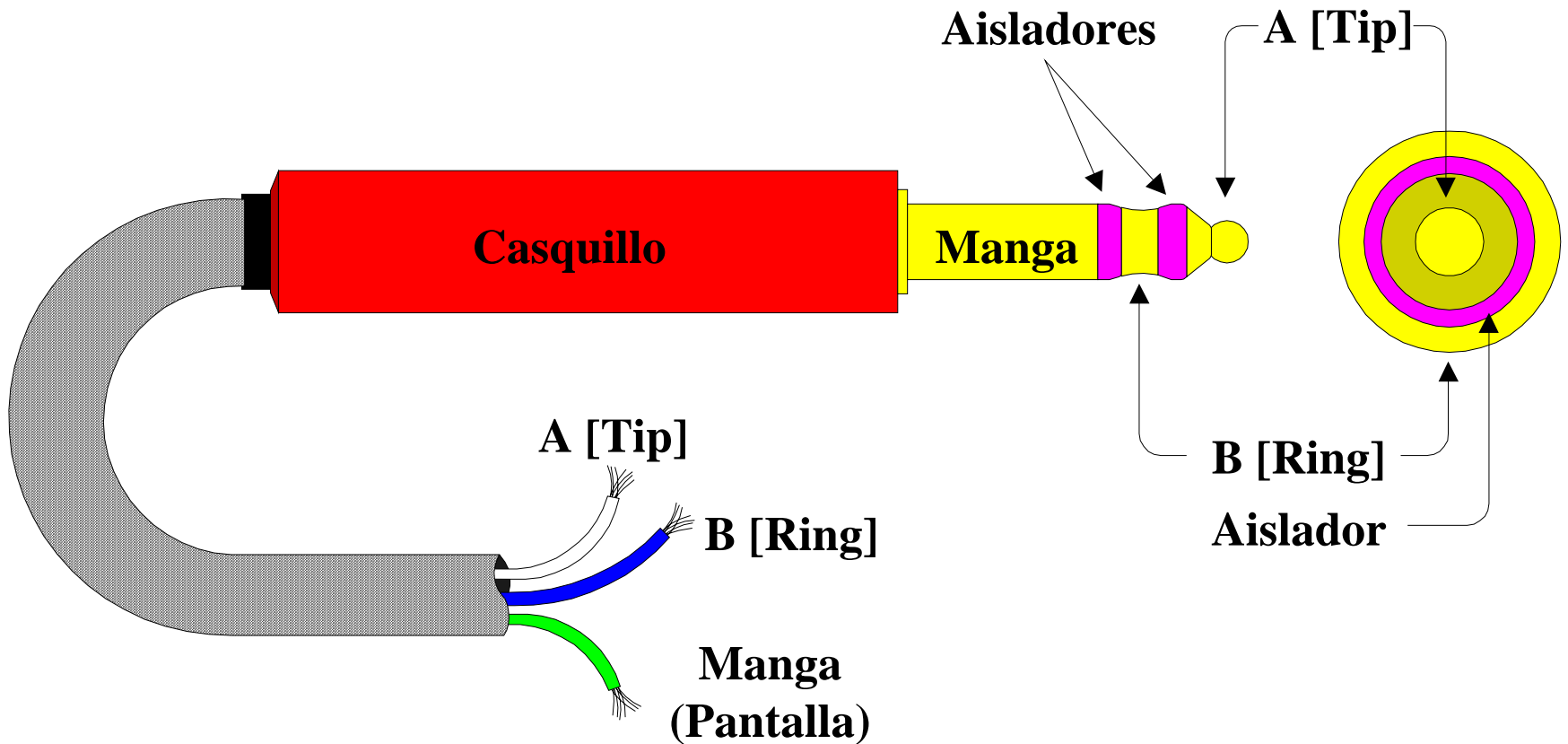
**SISTEMAS DE FIBRA OPTICA**

# El Cable Telefónico

[Construcción Basica]

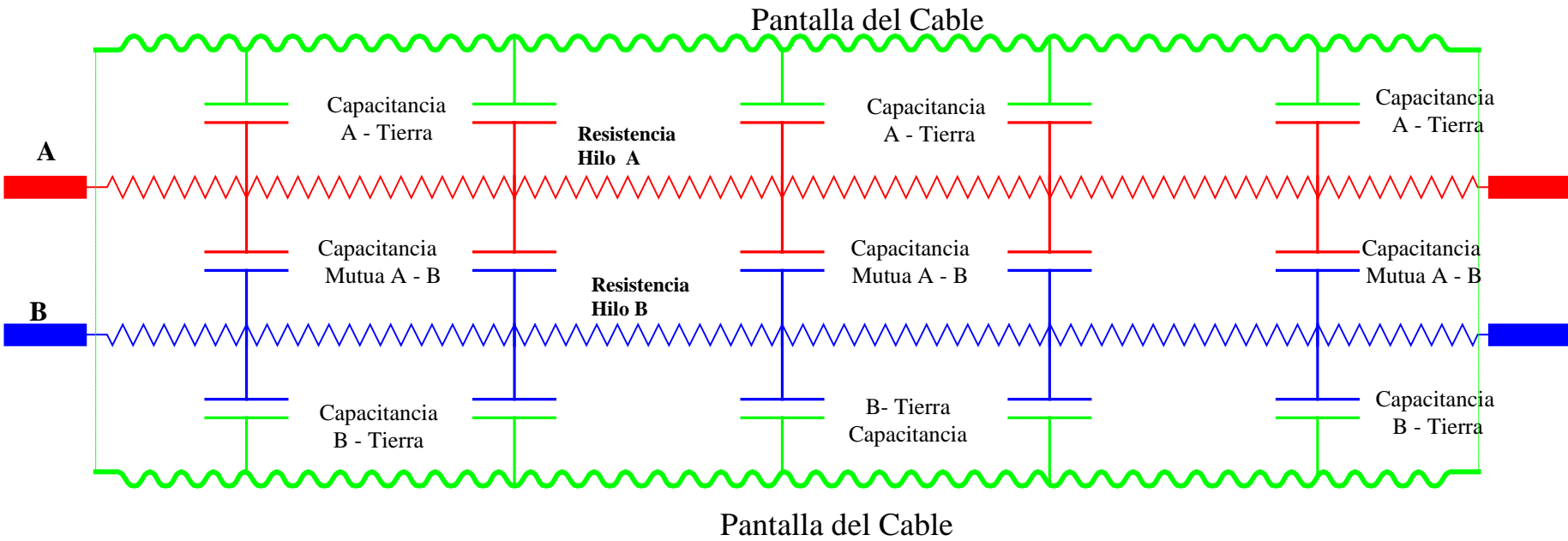


## El origen del nombre A [Tip] y B [Ring]

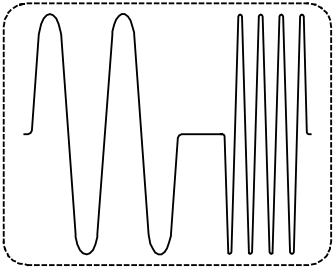


# El Cable Telefónico

[Representación Electrica]

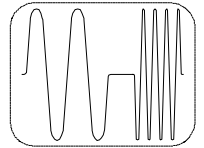


# Efecto de la Resistencia del Cable sobre las señales Transmitidas

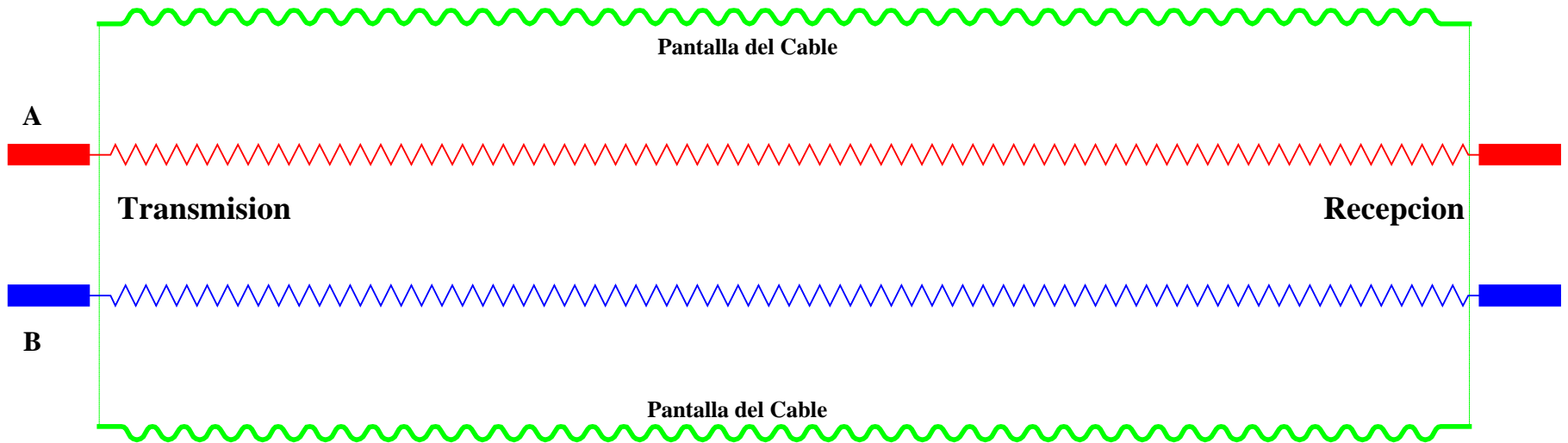


0 dBm  
[ 1 mw ]

**Nota:** En un circuito resistivo puro, la señal transmitida sera atenuada, pero se mantendra su forma original. Por lo tanto no habra distorsion de la señal.



- 8.5  
dBm





# Efecto de la Resistencia y la Capacitancia del Cable sobre la Transmision de señales

0 dBm

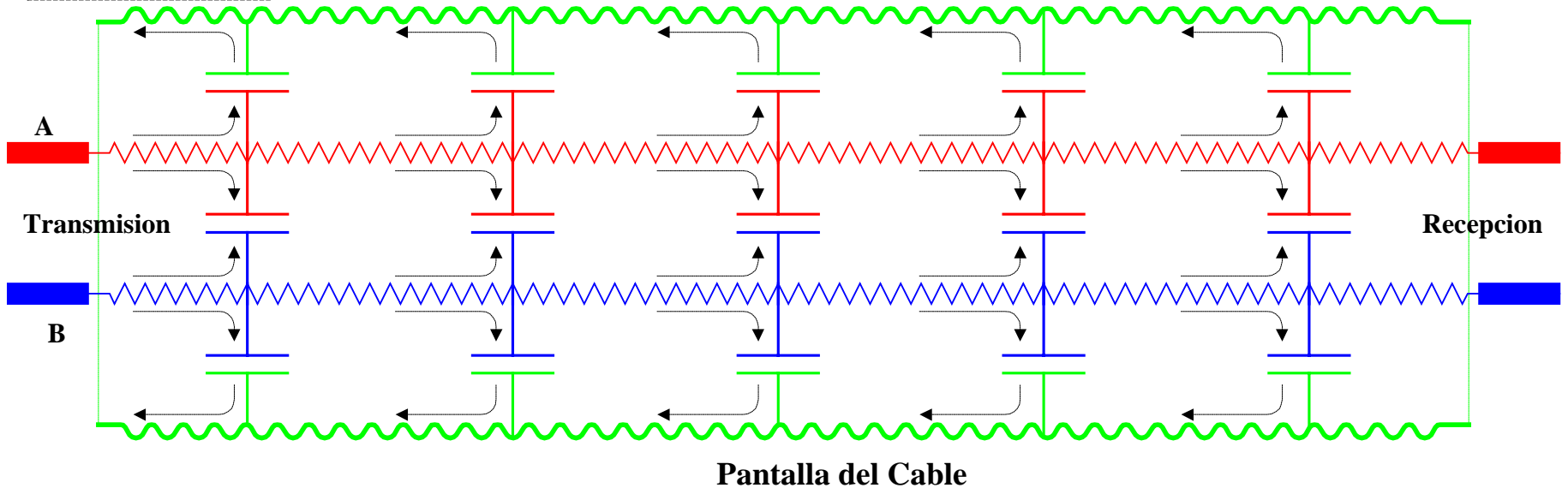
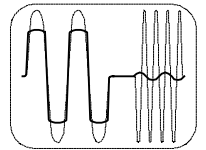
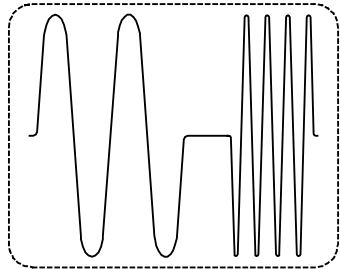
[ 1 mw ]

## Nota:

En un circuito donde existen la resistencia y la capacitancia, las señales transmitidas serán atenuadas y su forma original se alterará o cambiará. En otras palabras la señal se habrá distorsionado.

Las altas frecuencias normalmente sufren más distorsión debido a los efectos combinados de filtrado que ejercen la resistencia y la capacitancia. En la ilustración el tono de alta frecuencia fue casi totalmente absorbido por la Capacitancia del cable.

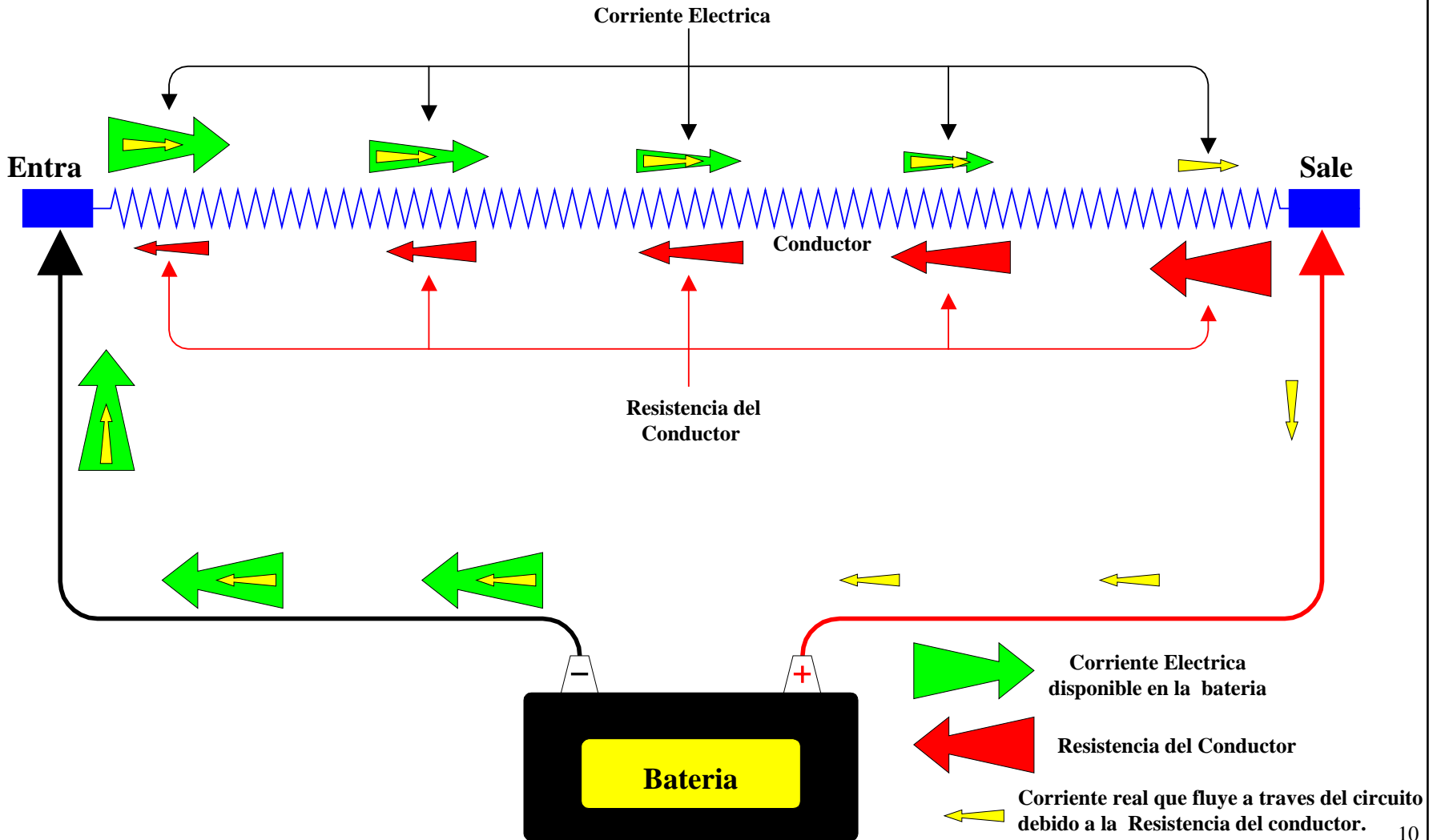
- 16.5 dBm



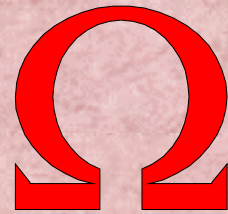
# RESISTENCIA

[Definicion]

Es una característica natural de cualquier material conductor (Cobre, Aluminio, Nickel, Plata, oro etc.) la cual se opone al paso de la corriente electrica a traves de el.



# OHMIO



## Unidad de medida de Resistencia

### Multiplos comunmente utilizados:

**Ohmios (  $\Omega$  ) = 0 to 999  $\Omega$**

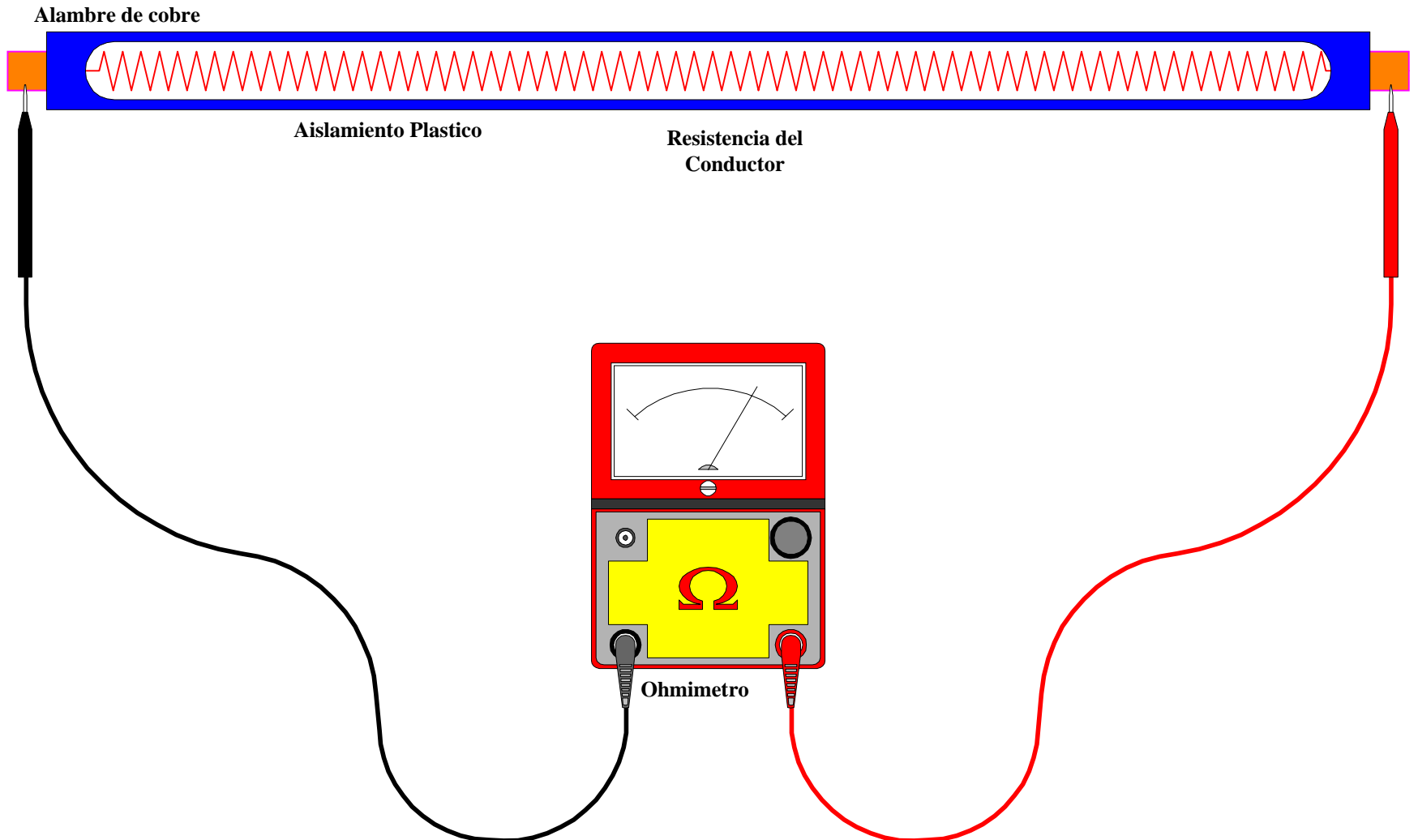
**Kilo Ohmios ( K  $\Omega$  ) = 1000 a 999.999  $\Omega$**

**Mega-Ohmios ( M  $\Omega$  ) = 1.000.000 a 999.999.999  $\Omega$**

**Giga-Ohmios ( G  $\Omega$  ) = 1.000.000.000  $\Omega$  o mayor**

# Longitud Eléctrica de un Conductor

Es el valor de resistencia de un conductor en OHMIOS, medido a una cierta temperatura en grados Centígrados y luego convertido en DISTANCIA (Longitud).

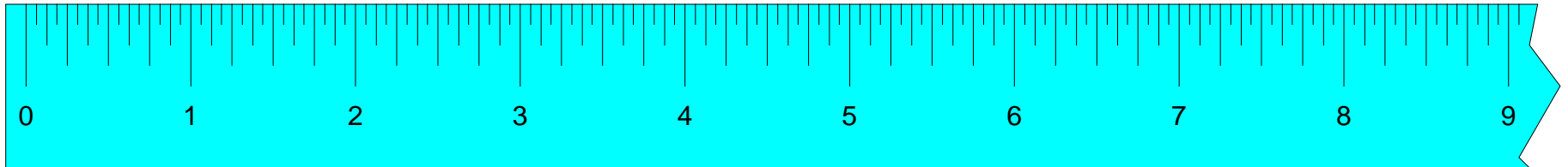


# Longitud física de un Conductor

Es la longitud medida con una cinta metrica o decámetro.

Aislamiento

Conductor



Cinta Metrica

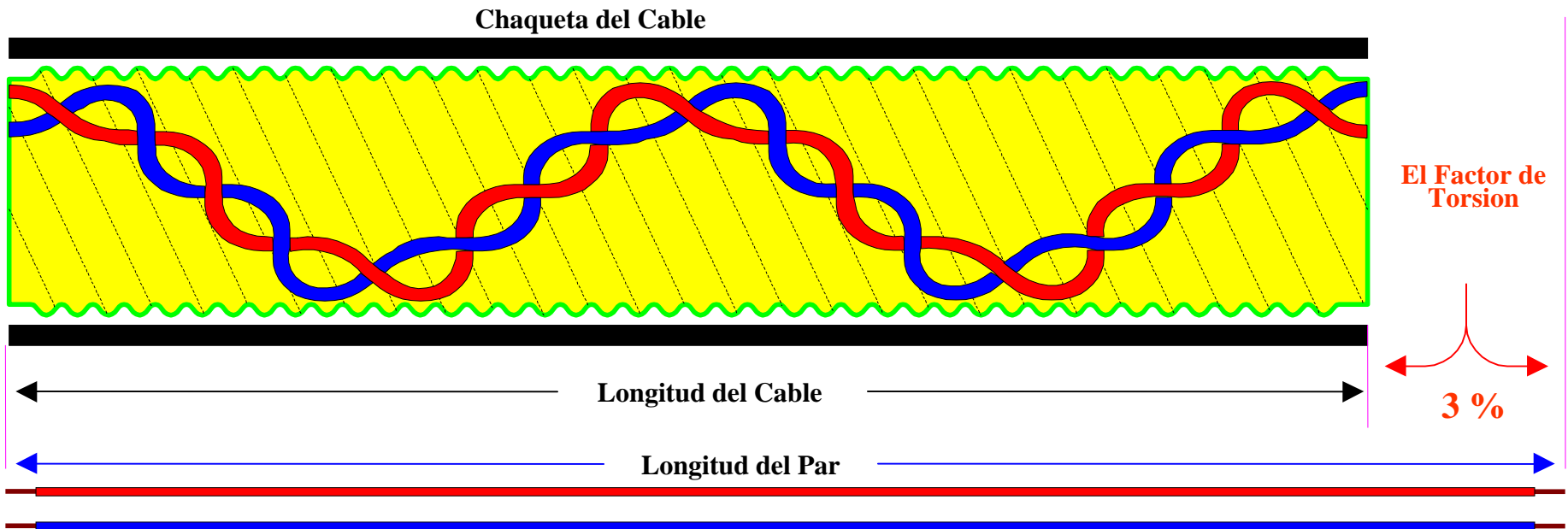
## Tabla de conversion de Resistencia a Distancia

**Calibre**  
**mm (AWG)**

**Longitud del Conductor m/Ohmio a 20 °C**

<b>0.4 mm</b>	→	<b>7.17 metros</b>
<b>0.5 mm</b>	→	<b>11.20 metros</b>
<b>0.6 mm</b>	→	<b>16.10 metros</b>
<b>0.7 mm</b>	→	<b>21.80 metros</b>
<b>0.8 mm</b>	→	<b>28.40 metros</b>
<b>0.9 mm</b>	→	<b>35.70 metros</b>
<b>1.3 mm</b>	→	<b>76.40 metros</b>
<b>19 AWG ( 0.91 mm )</b>	→	<b>37.87 metros</b>
<b>22 AWG ( 0.64 mm )</b>	→	<b>18.82 metros</b>
<b>24 AWG ( 0.51 mm )</b>	→	<b>11.75 metros</b>
<b>26 AWG ( 0.41 mm )</b>	→	<b>7.32 metros</b>
<b>28 AWG ( 0.32 mm )</b>	→	<b>4.60 metros</b>

# El Factor de Torsion



## Nota:

El entorche de los hilos del par dentro del cable hace que la longitud física y eléctrica de estos sea un 3% mayor que el cable.

Ej.: Si la longitud eléctrica de un par es 103 metros, equivale a que el cable mide 100 metros.

# Factores que afectan la Resistencia

## 1. Longitud:

A **Menor** longitud del conductor, **Menor** es la resistencia

A **Mayor** longitud del conductor, **Mayor** es la resistencia.

## 2. Calibre (Diametro):

A **Mayor** diametro del conductor, **Menor** es la resistencia.

A **Menor** diametro del conductor, **Mayor** es la resistencia.

## 3. Temperatura:

A **Menor** temperatura del conductor, **Menor** es la resistencia.

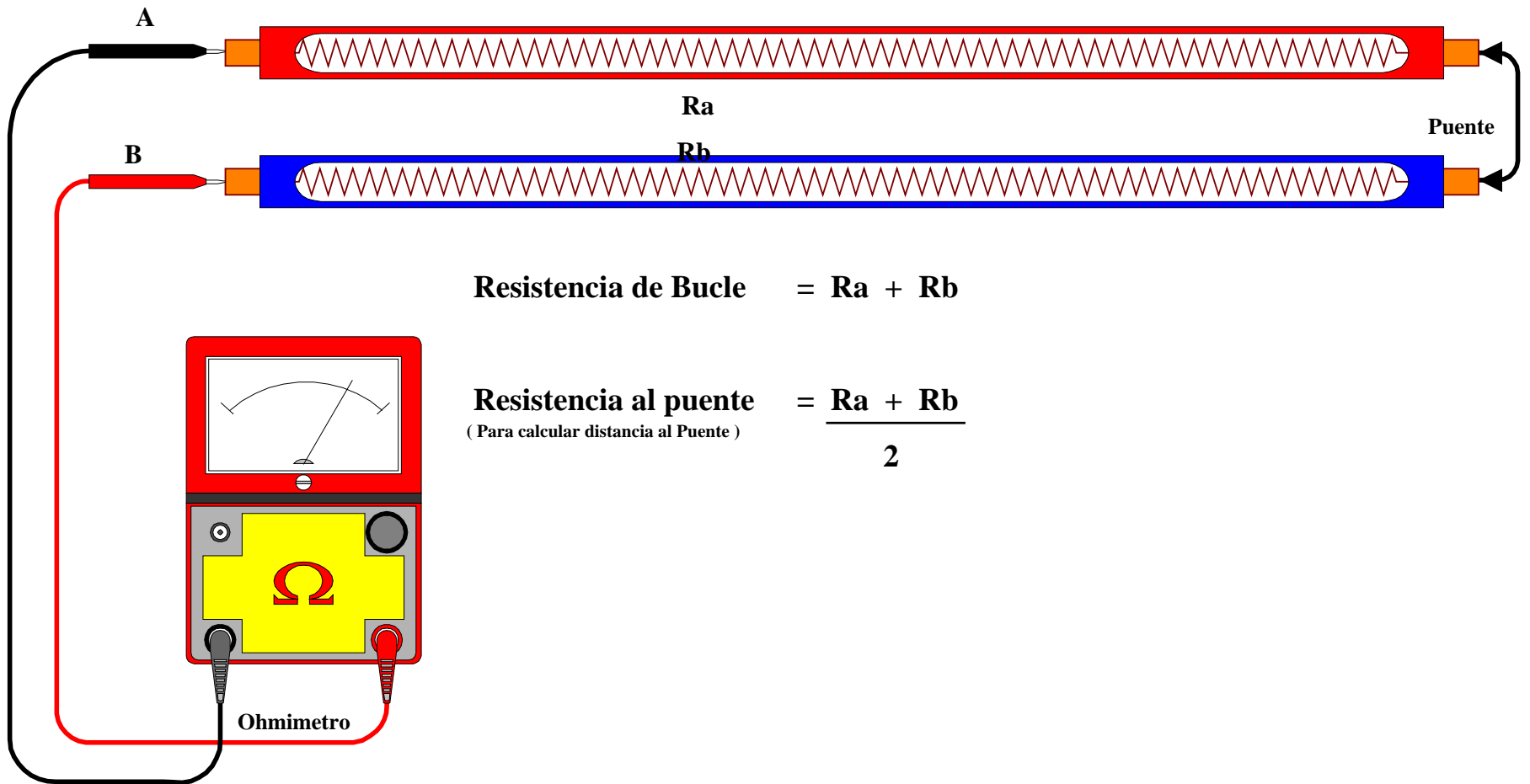
A **Mayor** temperatura del conductor, **Mayor** es la resistencia.

## Po lo Tanto:

La **Resistencia** de un conductor varia por cambios en la **Longitud**, el **diametro** y la **Temperatura**.



# Resistencia de Bucle



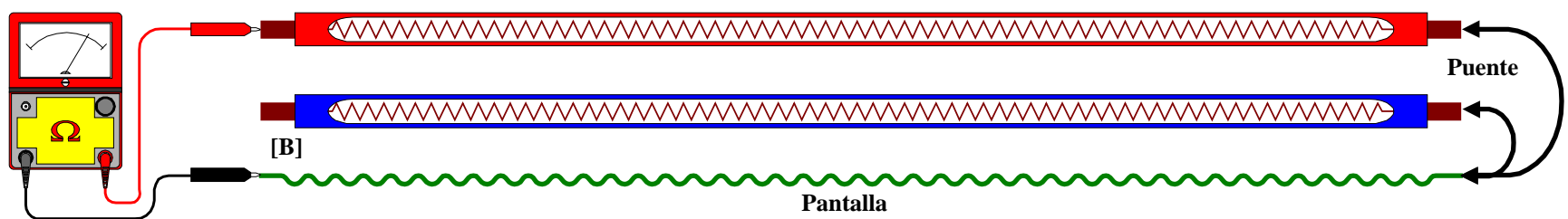
$$\text{Resistencia de Bucle} = R_a + R_b$$

$$\text{Resistencia al puente} = \frac{R_a + R_b}{2}$$

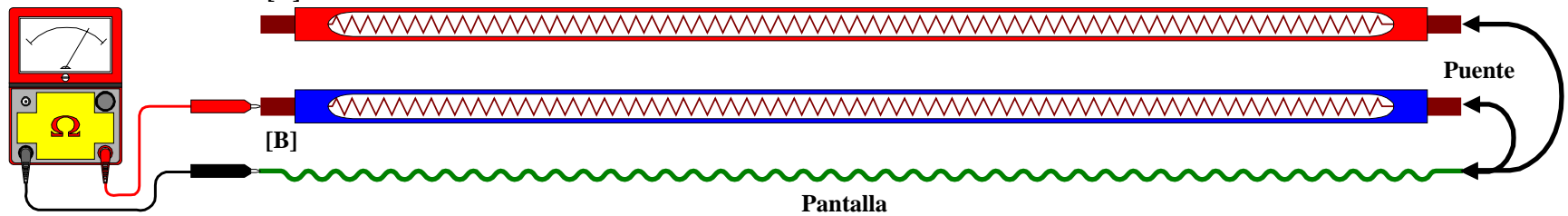
( Para calcular distancia al Punte )

# Prueba de Balance Resistivo

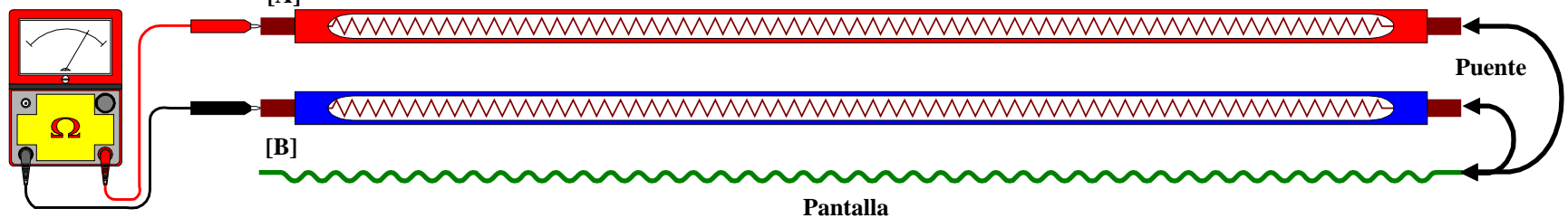
Medición #1



Medición #2



Medición #3

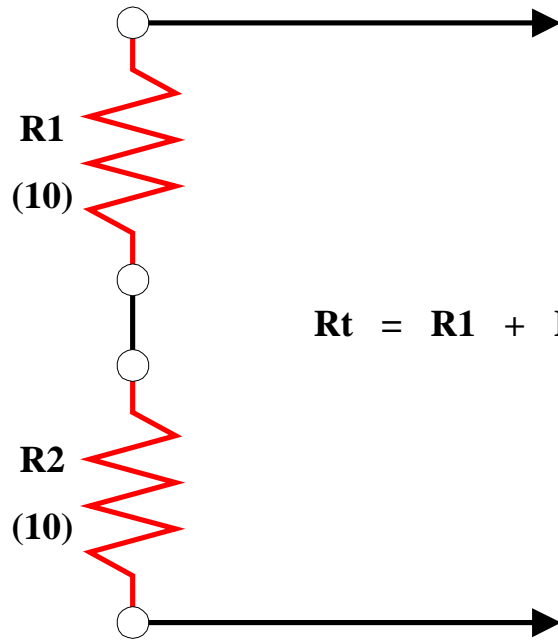


**Nota:** Para un cable nominal -

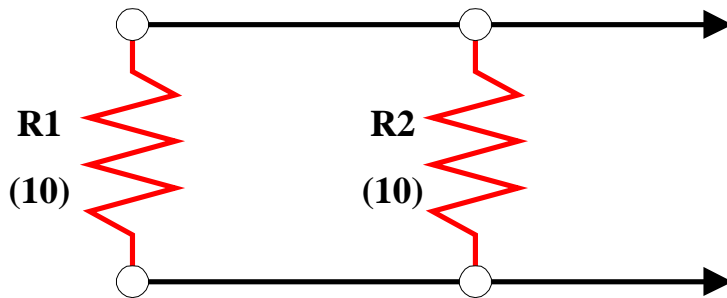
a) Medición #1 debe ser igual a la Medición #2 (Si difieren por un 10% o mas, existe un “Abierto parcial”, en cualquiera de los hilos, [A] o [B] o en ambos).

b) Medición #3 = Medición #1 + Medición #2

# Mas sobre Resistencia



$$R_t = R_1 + R_2 = 10 + 10 = 20 \text{ Ohmios}$$



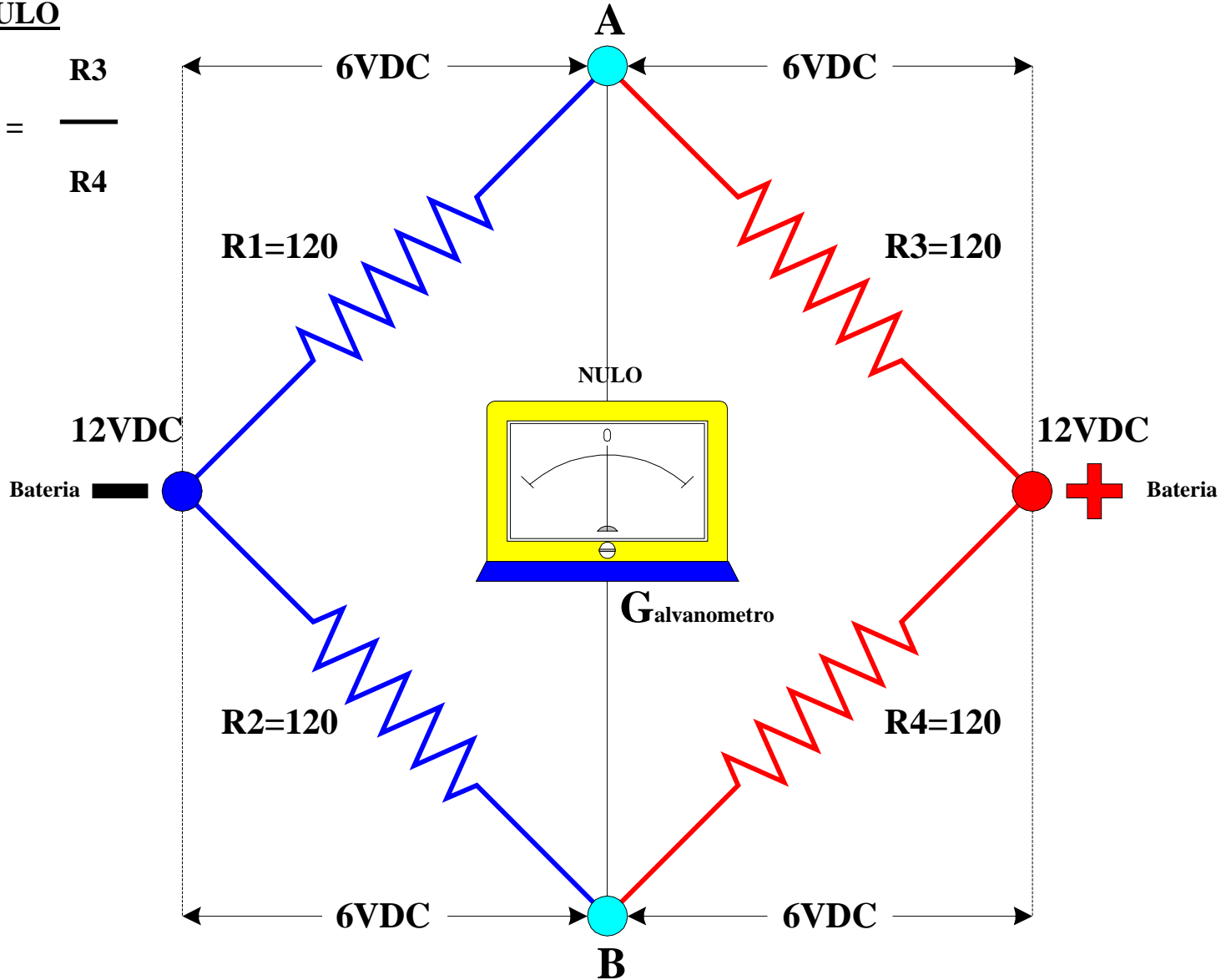
$$\frac{1}{R_t} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \times R_2} = \frac{10 + 10}{10 \times 10} = \frac{20}{100} \text{ o}$$

$$\frac{R_t}{1} = \frac{100}{20} = 5 \text{ Ohmios}$$

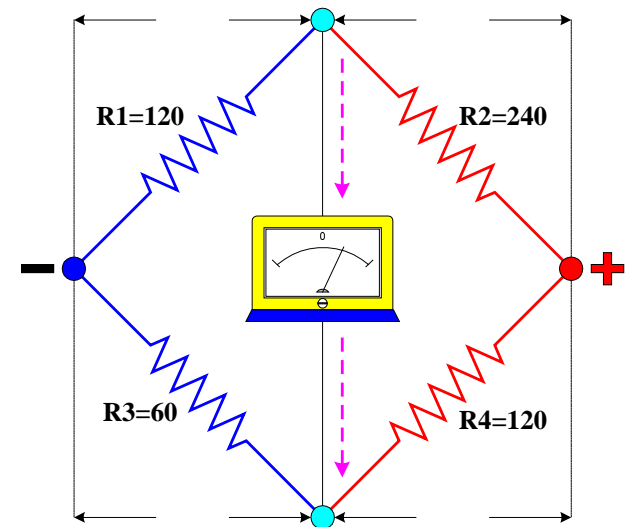
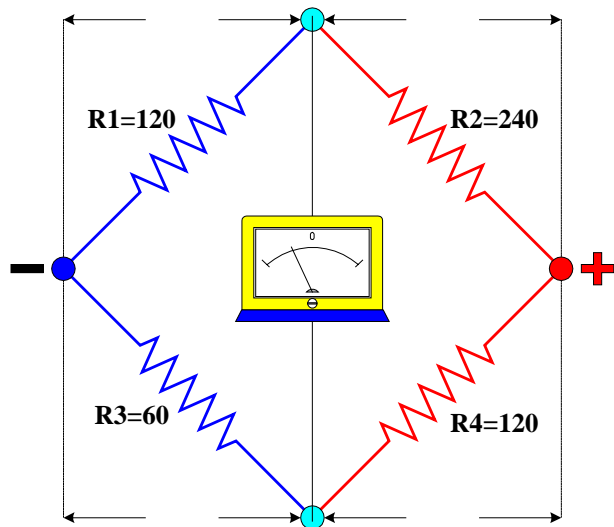
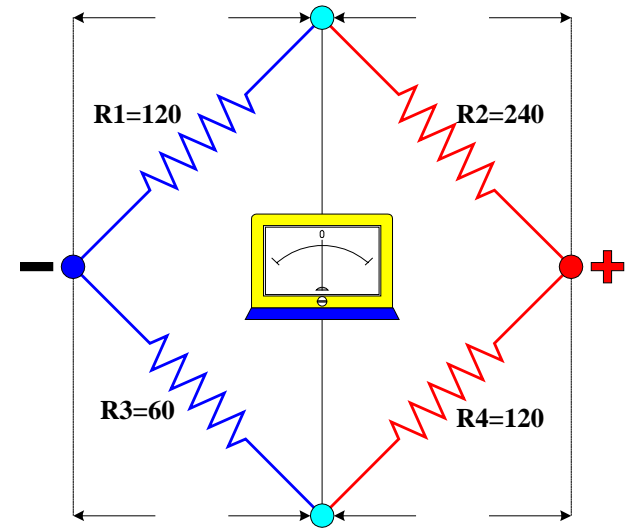
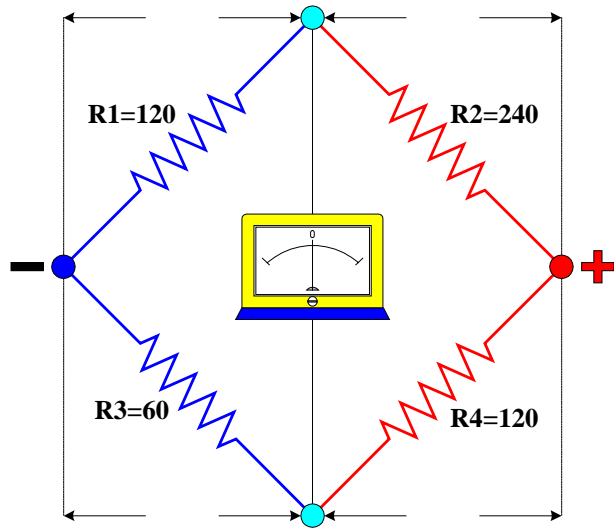
## Puente de Wheatstone (Resistivo) [ Concepto Basico ]

Condiciones para  
NULO

$$\frac{R1}{R2} = \frac{R3}{R4}$$



## Puente de Wheatstone (Resistivo)

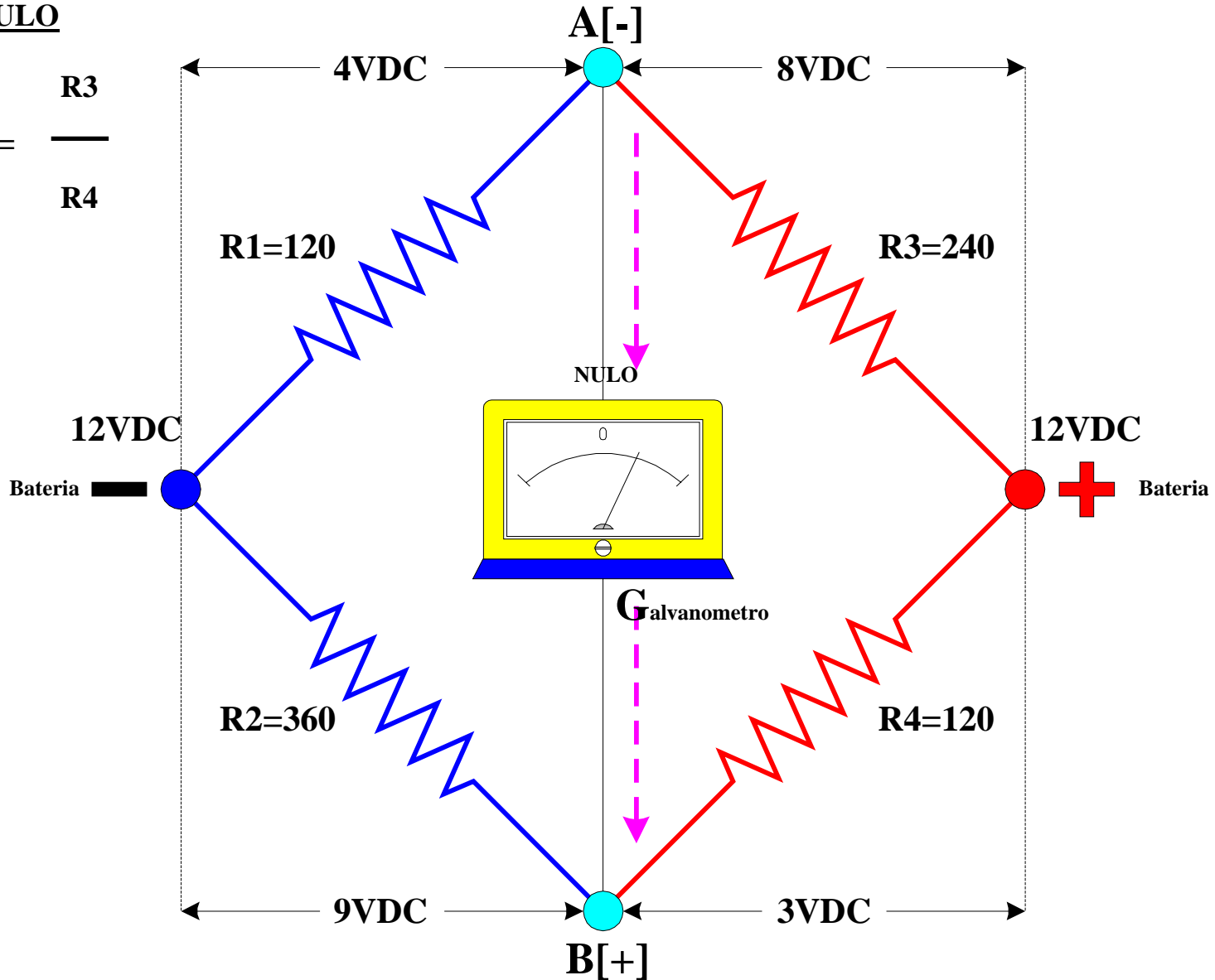


# Puente de Wheatstone (Resistivo)

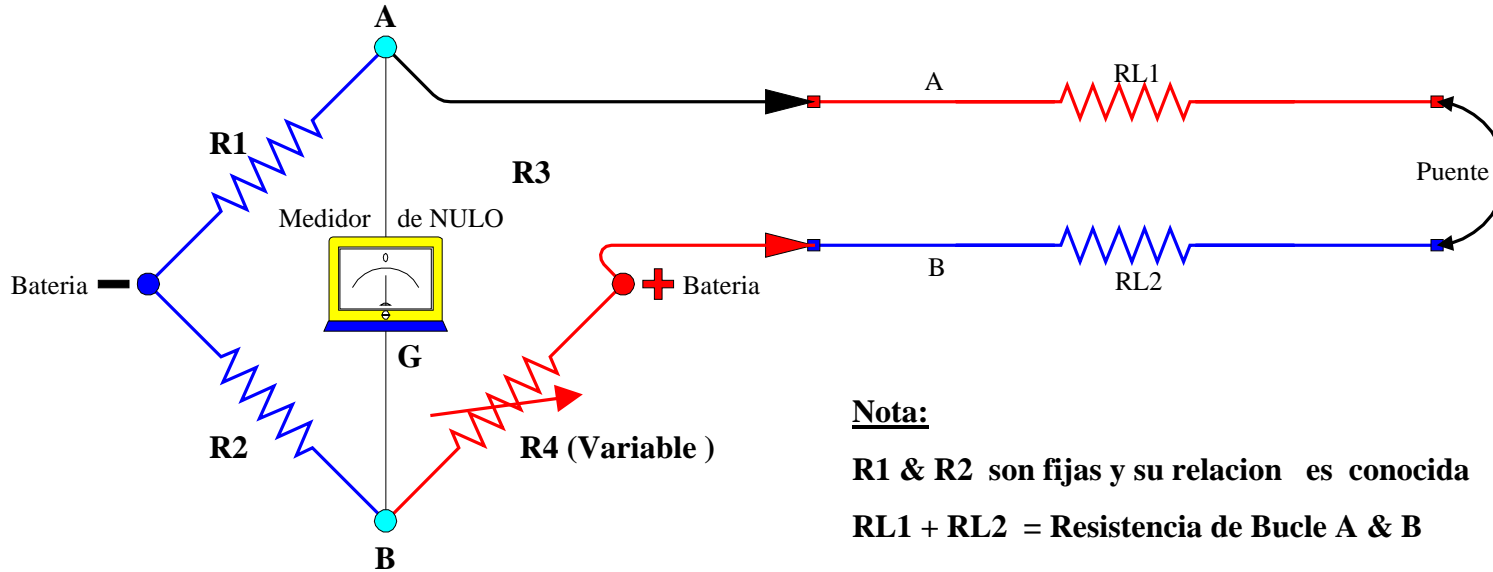
[ Concepto Basico ]

Condiciones para NULO

$$\frac{R1}{R2} = \frac{R3}{R4}$$



# Puente Wheatstone [Ohmimetro de Precision]



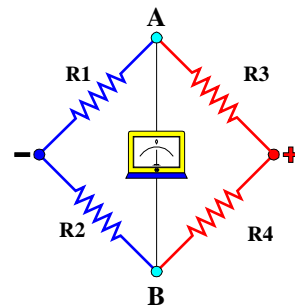
## Nota:

R1 & R2 son fijas y su relacion es conocida

RL1 + RL2 = Resistencia de Bucle A & B

R4 = Resistencia Variable

G = Galvanometro [Medidor de NULO]



Puente Wheatstone Basico

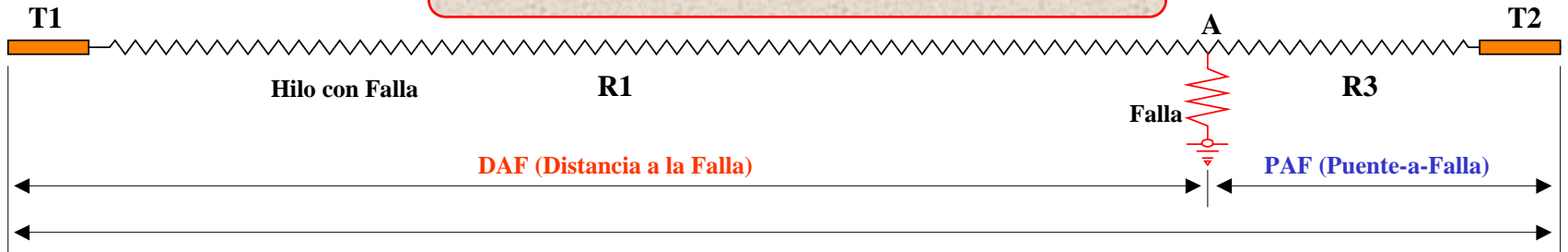
## Condiciones para el NULO

$$\frac{R1}{R2} = \frac{R3}{R4}$$

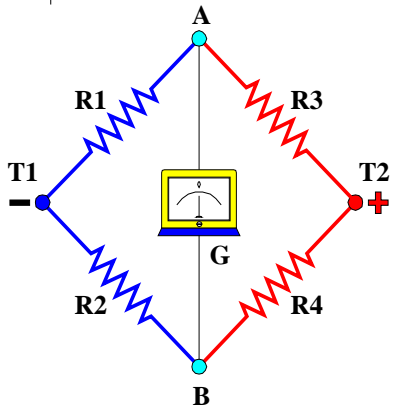
$$R2 \quad R4$$

# Localizacion de Falla Resistiva

usando el Puente de Wheatstone [Concepto Basico]



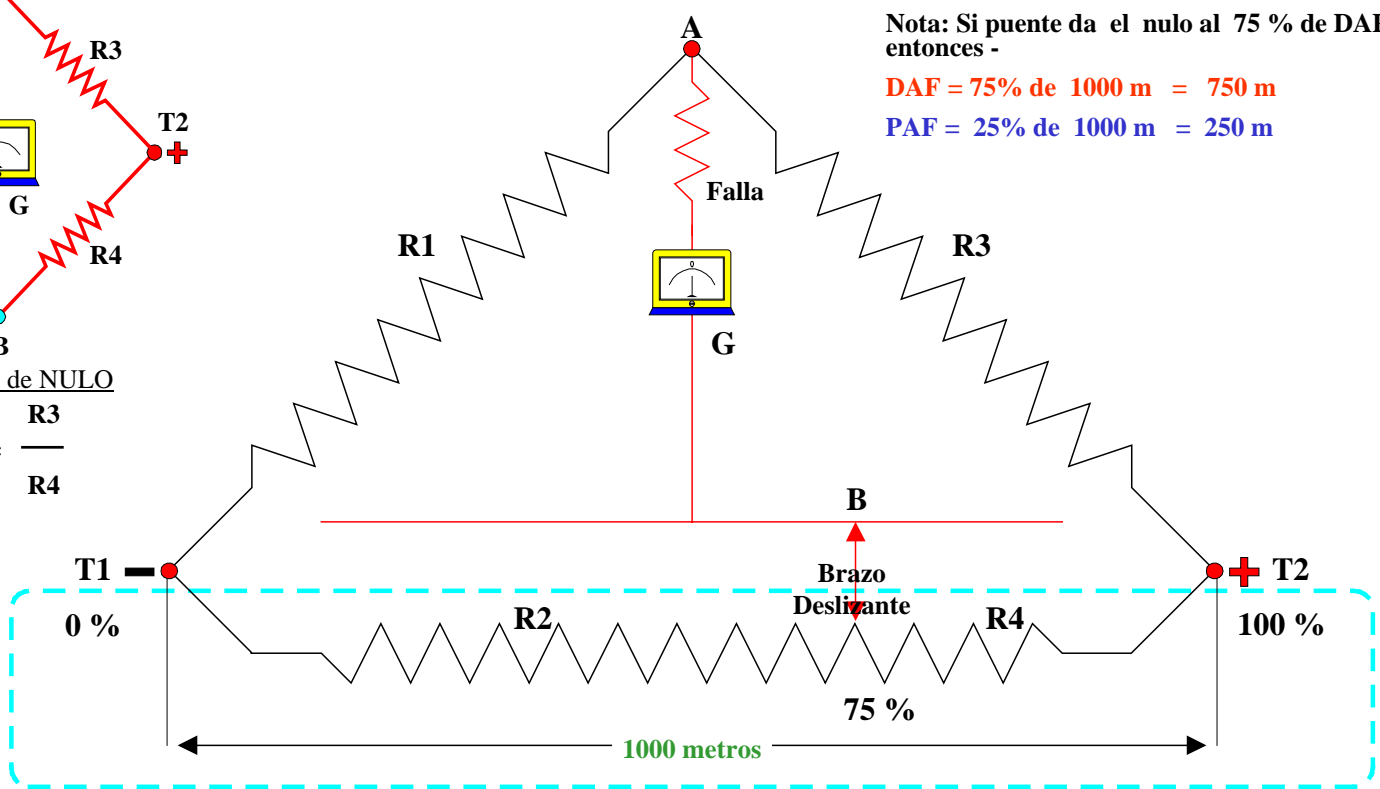
DAP (Distancia-al-Puente) = 1000 metros



Condiciones de NULO

$$\frac{R1}{R2} = \frac{R3}{R4}$$

Nota: Si puente da el nulo al 75 % de DAP (1000 metros) entonces -  
 DAF = 75% de 1000 m = 750 m  
 PAF = 25% de 1000 m = 250 m



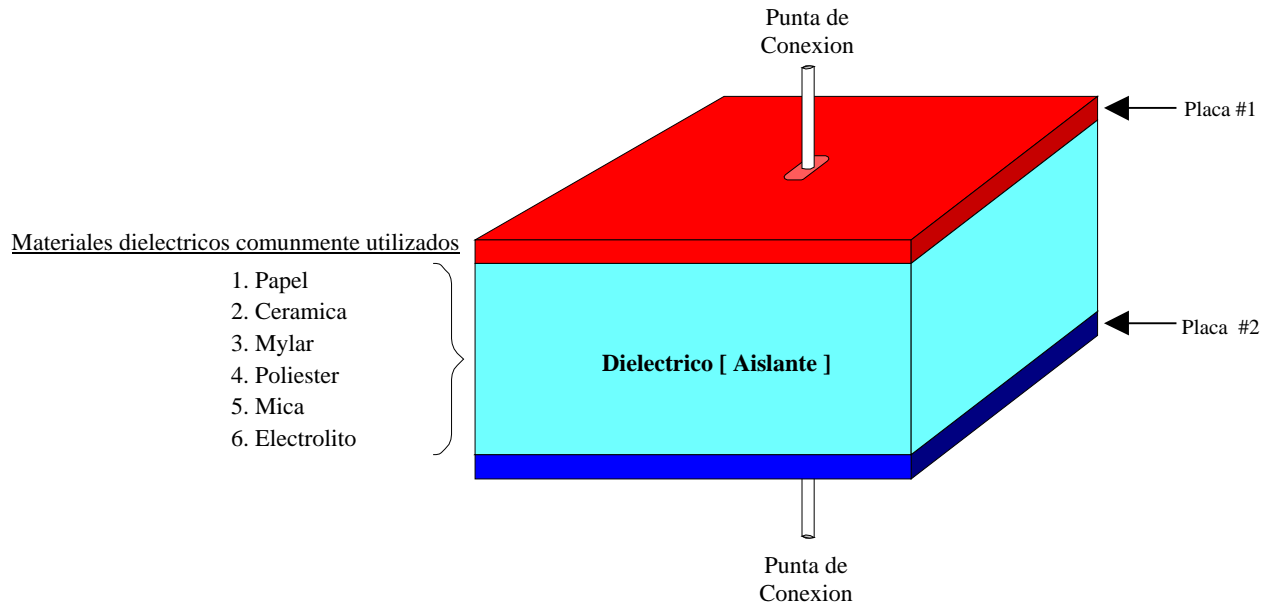
Dynatel 965 Analizador de Par de Abonado



# Capacitancia

Es la propiedad electrica de un dispositivo llamado condensador o Capacitor la cual se crea cuando dos o más placas metalicas o conductores son puestos uno cerca del otro pero electricamente aislados entre si.

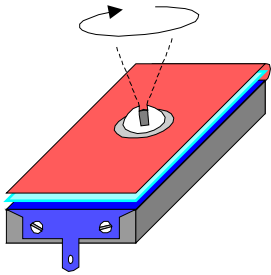
La Capacitancia permite almacenar energia electrica, lo cual significa que el condensador puede ser cargado y descargado, similar a lo que sucede con una bateria recargable.



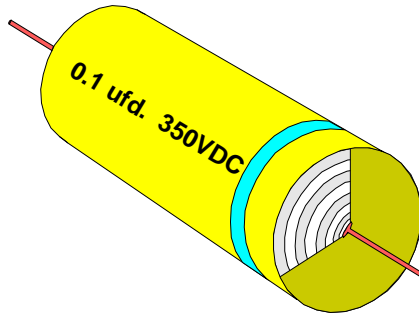
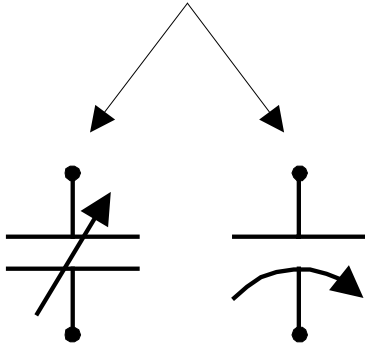
## Construccion Basica de un Condensador

# Tipos de Condensadores Comunes

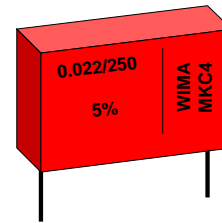
1. Mica
2. Papel
3. Polyester
4. Ceramica
5. Electroлитico



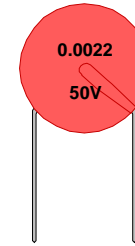
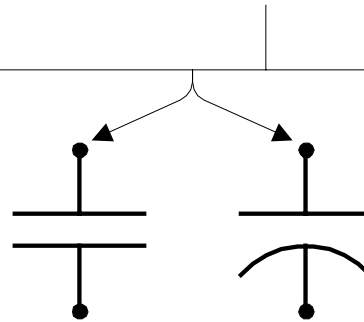
Condensador de Mica - Trimmer



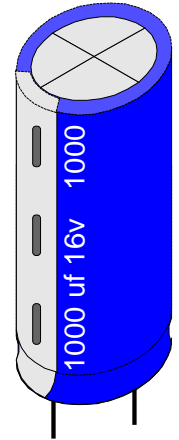
Condensador Tubular de Papel



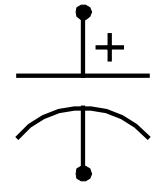
Condensador de Polyester



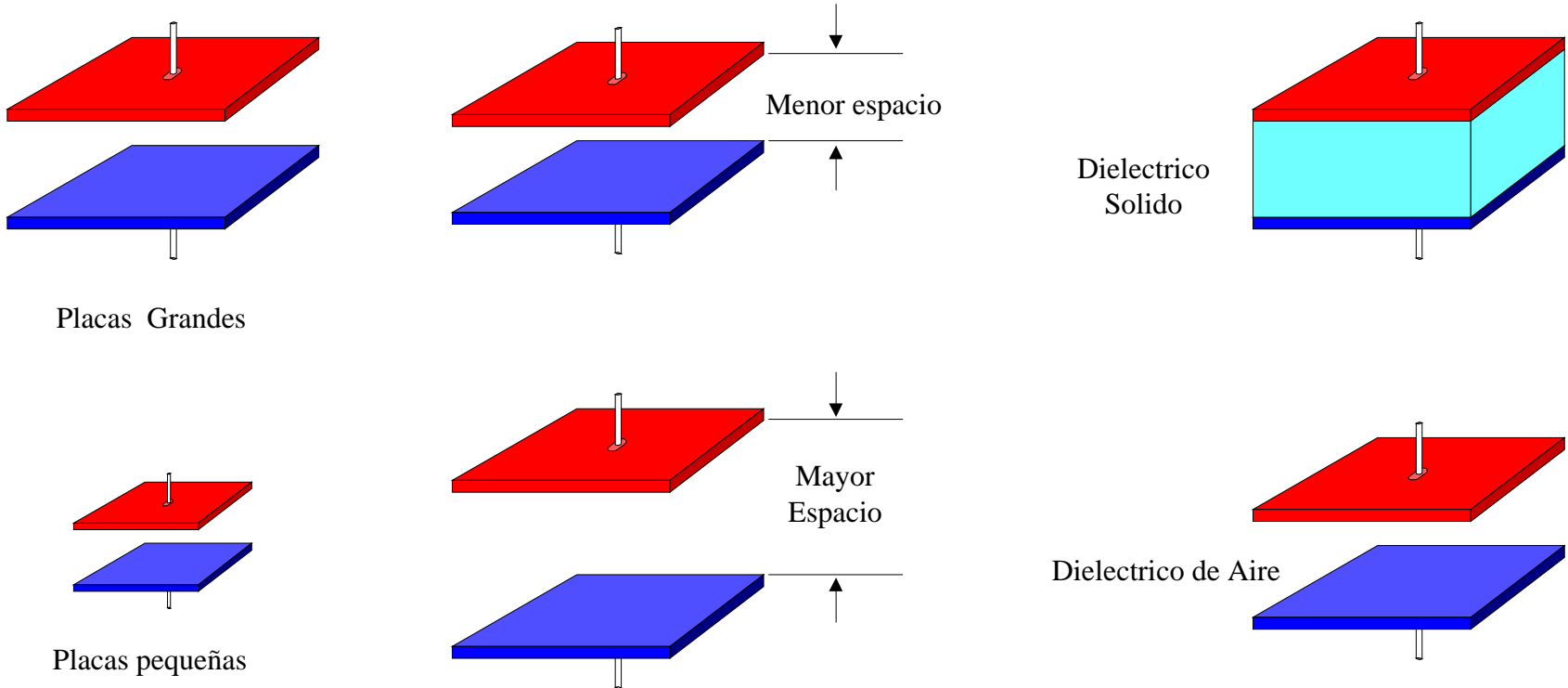
capacitor Ceramico



capacitor Electroлитico

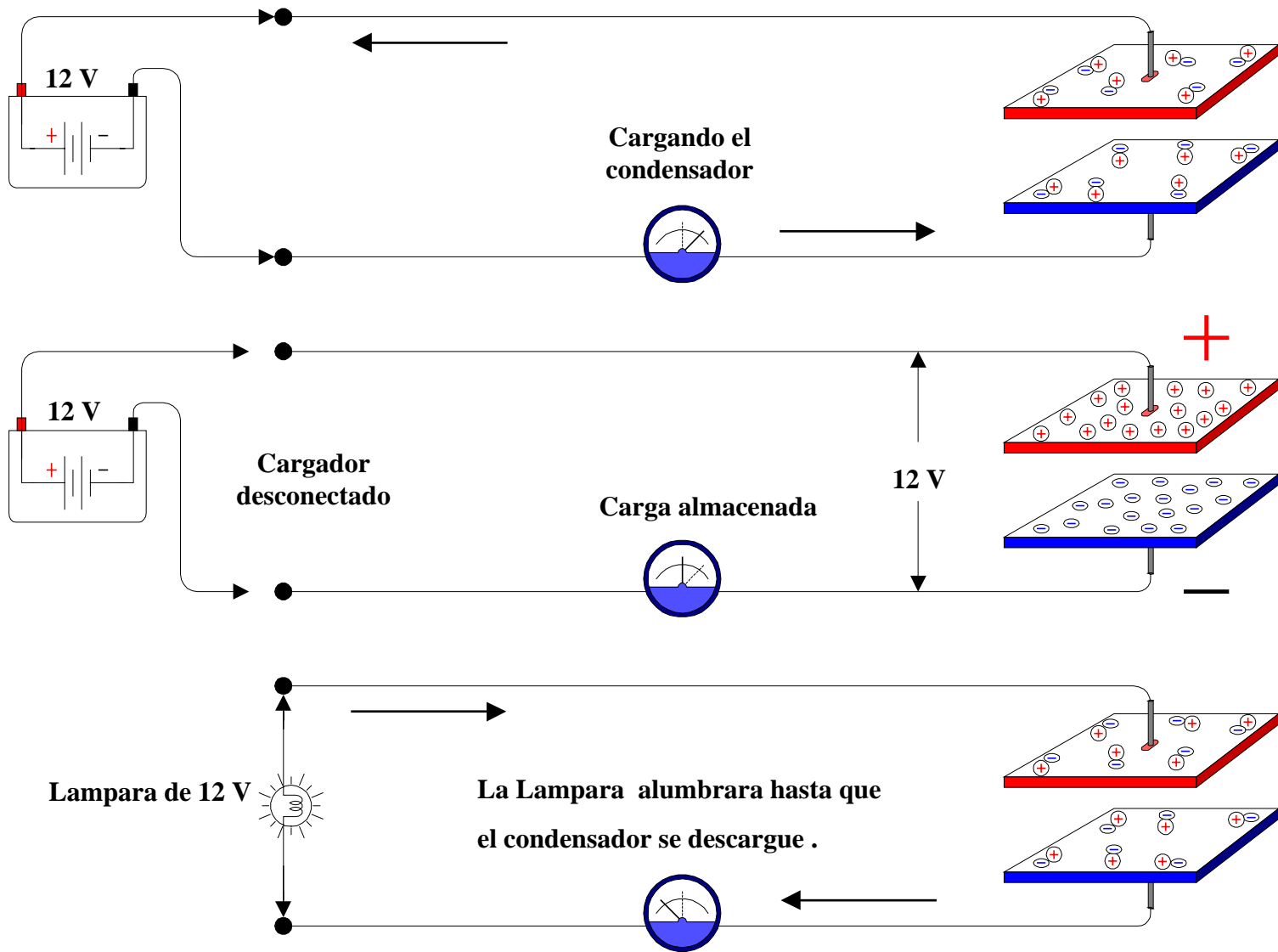


# Factores que Afectan la Capacitancia

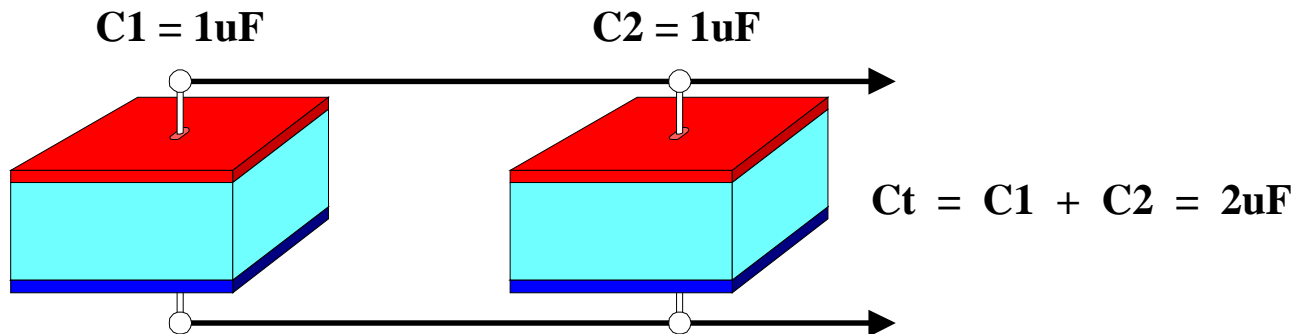
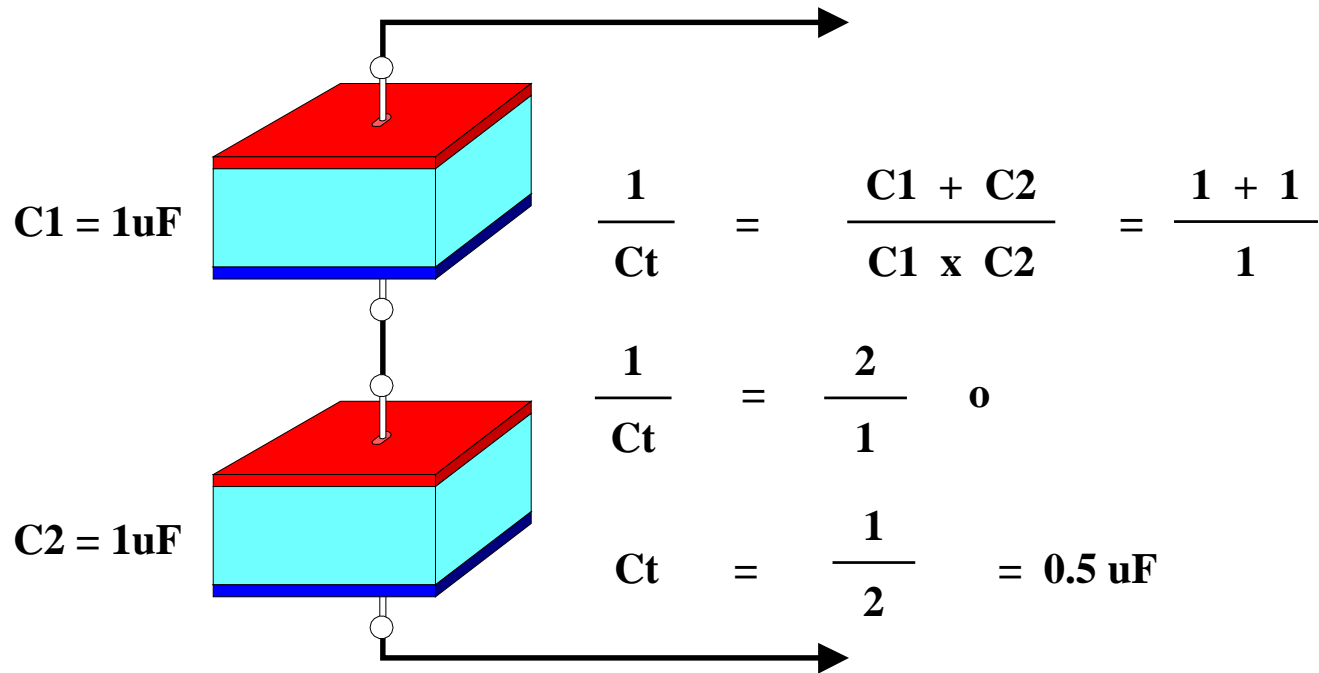


1. A mayor tamaño de las placas, mayor es la Capacitancia.
2. Menor espacio entre placas , Mayor es la Capacitancia.
3. Los materiales dielectricos Solidos, incrementan la Capacitancia; en comparación con el aire.

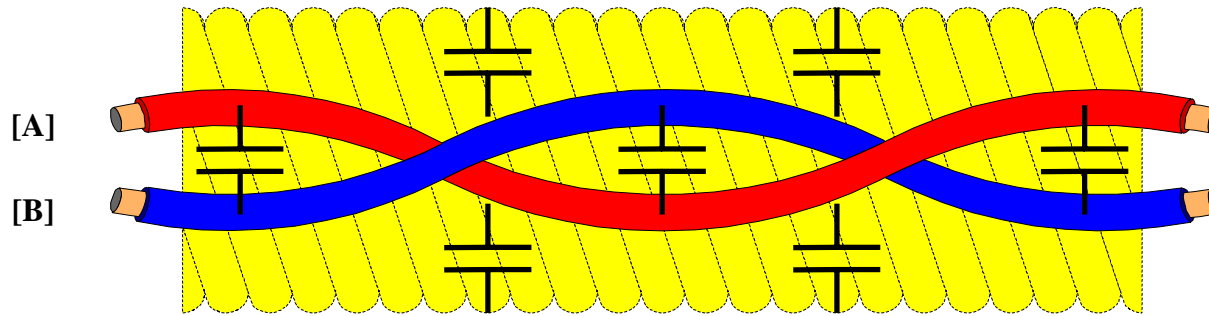
# Como funciona un condensador



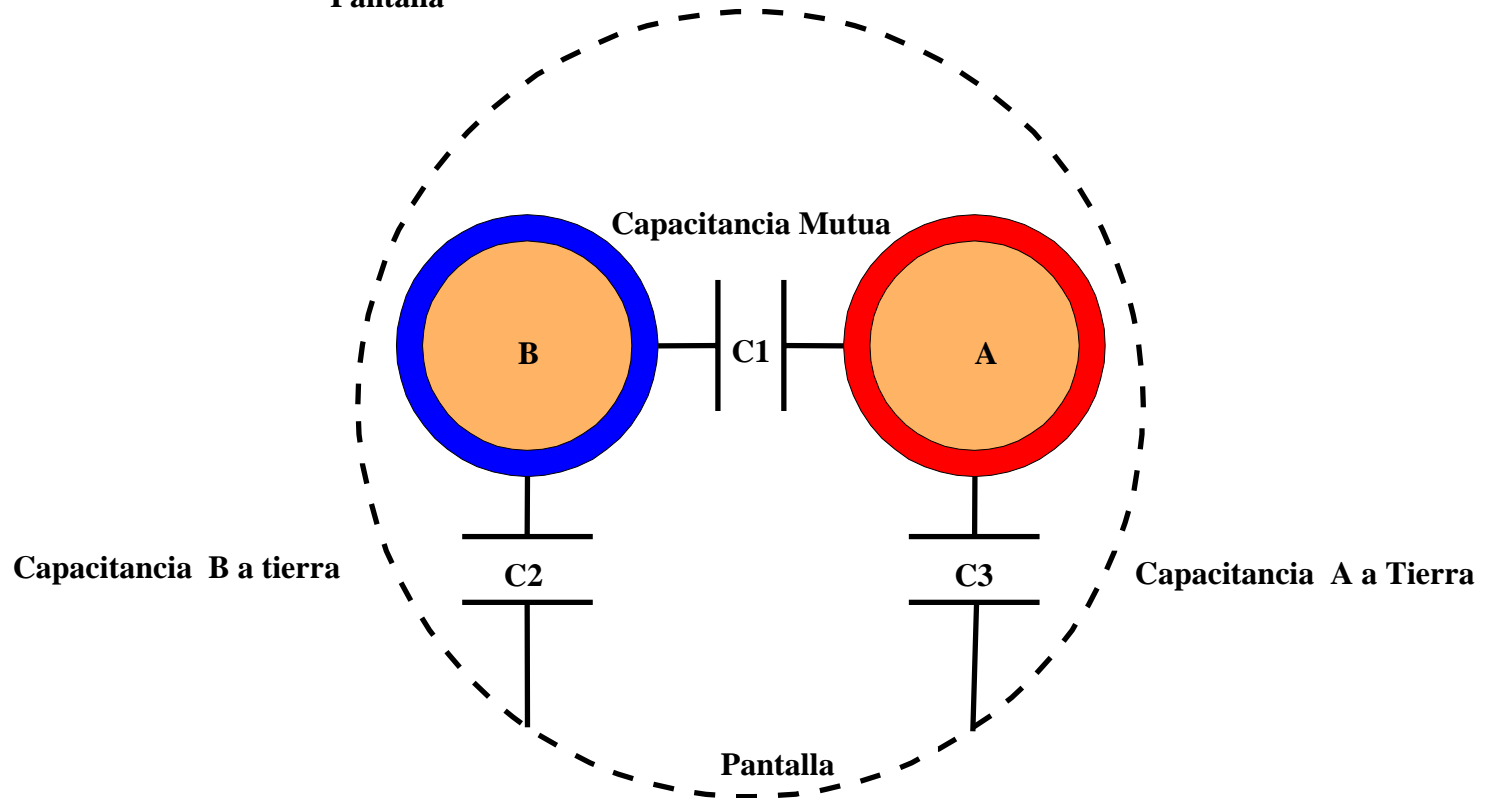
# Más sobre condensadores



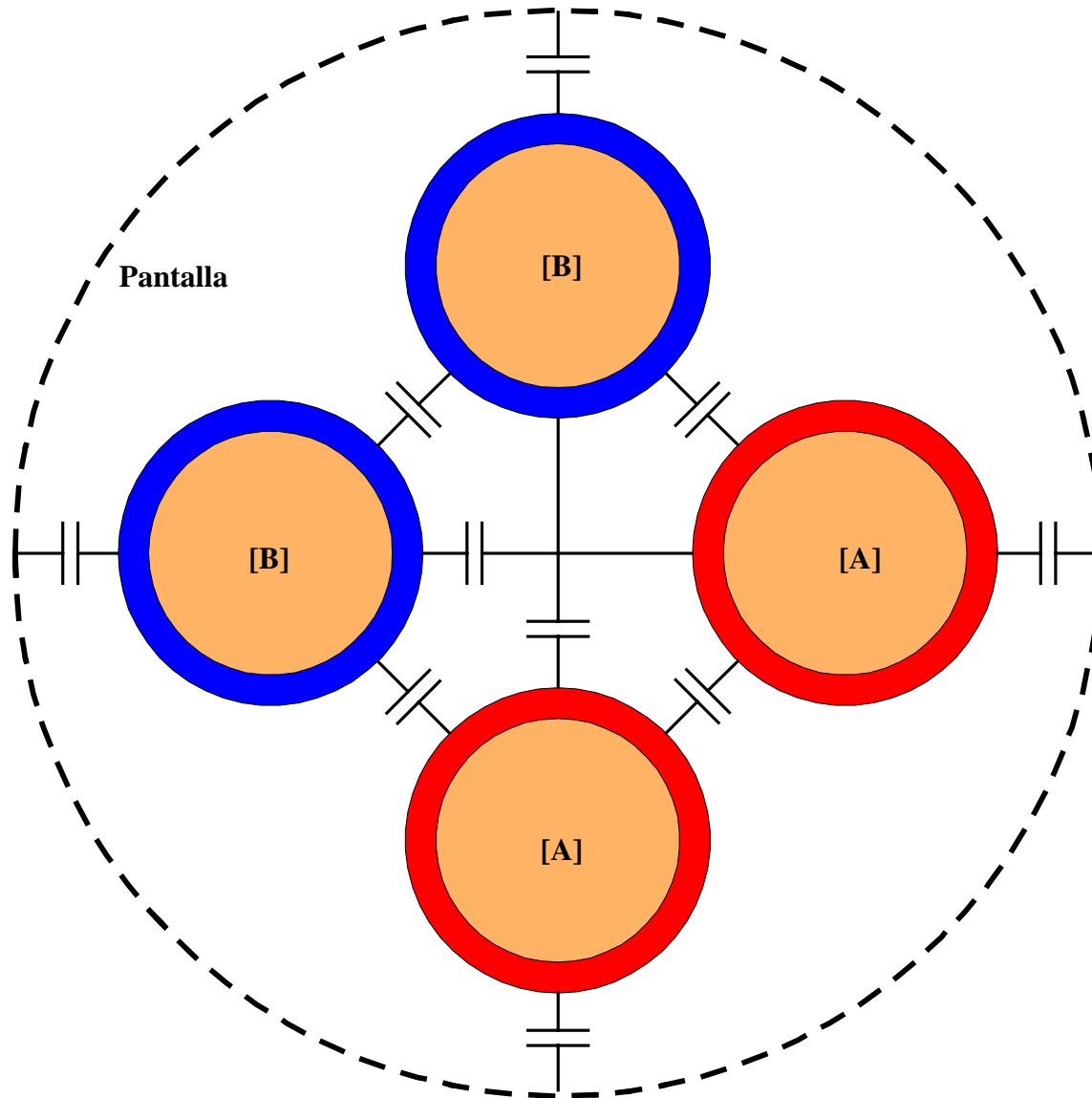
# Capacitancias en un par telefonico



Pantalla



# Capacitancias en un cable telefonico



# FARADIO

Unidad de medicion de Capacitancia

**Unidades más comunes para medicion de Capacitancia:**

**Microfaradio (uF) = 1 millonesima de FARADIO**

**Nanofaradio (nF) = 1 milesima Microfaradio**

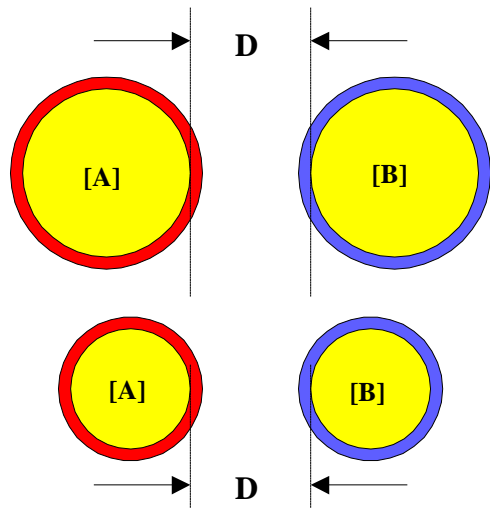
**Picofaradio (pF) = 1 millonesima de Microfaradio**



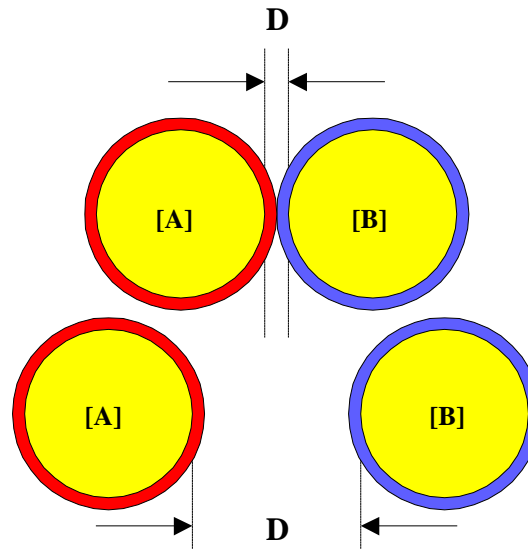
# Capacitancia Estandar de Cables Telefónicos

Tipo de Cable	Mutua	A / B a Tierra
Nucleo de Aire	[ 0.052 uF/Km ]	[ 0.078 uF/Km ]
Relleno	[ 0.052 uF/Km ]	[ 0.087 uF/Km ]
Acometida. 2-Pares	[ 0.052 uF/Km ]	[ 0.096 uF/Km ]
Acometida 5-Par	[ 0.052 uF/Km ]	[ 0.093 uF/Km ]

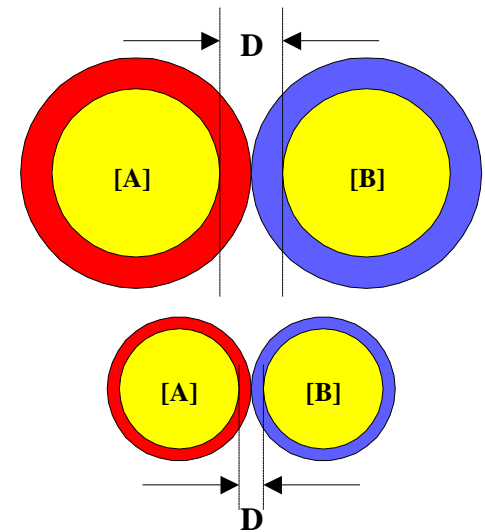
# Como se logra una Capacitancia mutua uniforme en un par telefónico sin importar el diametro de los hilos (Calibres)



Distancia - D - = La misma  
 Espesor del Aislamiento = El mismo  
 Calibre del hilo = Diferente  
 Capacitancia Mutua = Diferente

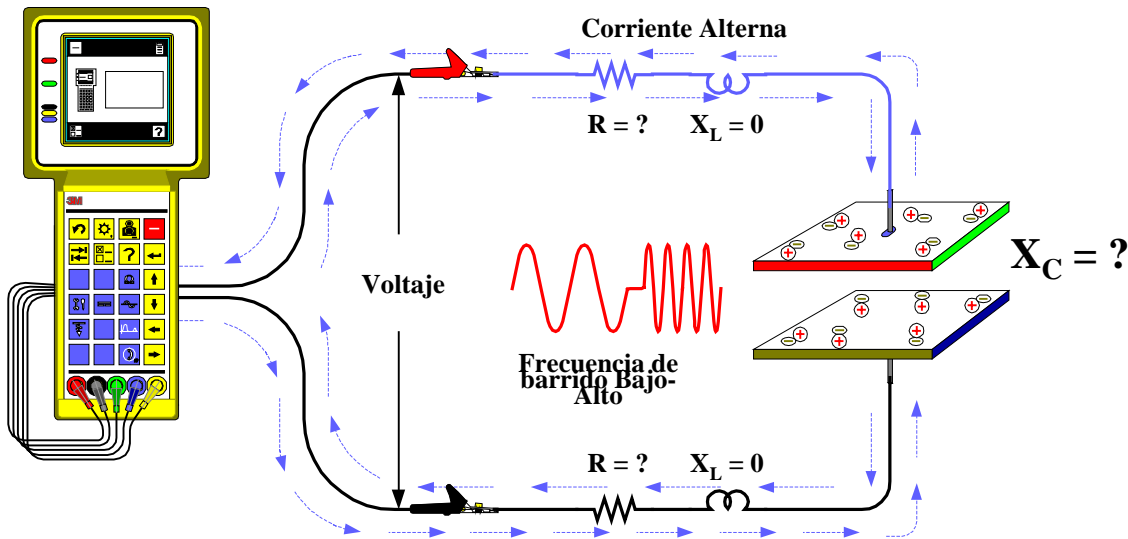


Distancia - D - = Diferente  
 Espesor del aislamiento = El mismo  
 Calibre del hilo = Diferente  
 Capacitancia Mutua = Diferente



Distancia - D - = Diferente  
 Espesor del Aislamiento = Diferente  
 Calibre del hilo = Diferente  
 Capacitancia Mutua = La misma

## Como mide la Capacitancia el Dynatel 965DSP



$R$  = Resistencia de un conductor a la C.A. en ohmios.

$X_L$  = Reactancia Inductiva - oposicion de una bobina al paso de la C.A. en ohmios.

$X_C$  = Reactancia Capacitiva - oposicion de un condensador al paso de la C.A. en ohmios.

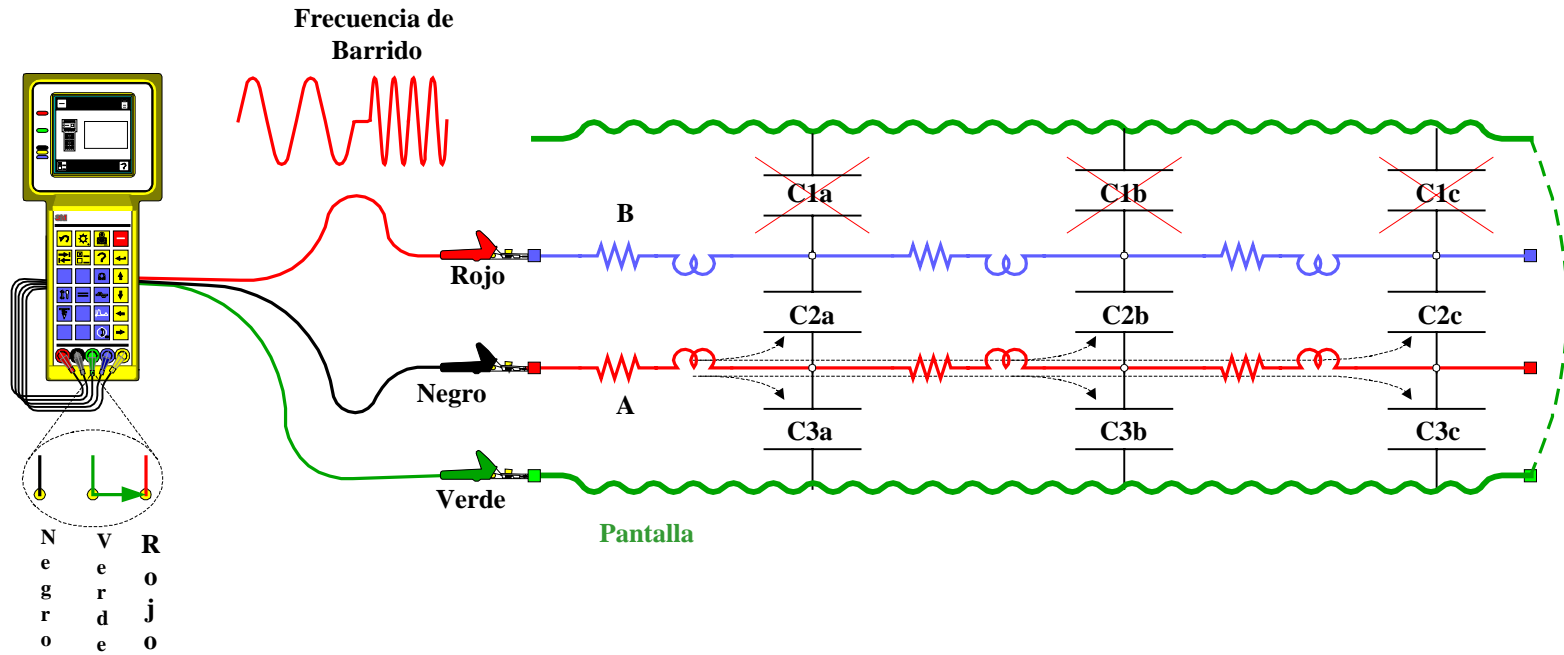
$R + X_L + X_C =$  Impedancia en ohmios.

1. El 965DSP transmite una señal con un barrido de frecuencia Alto y otro bajo, a un voltaje especificado a través del circuito y determina la cantidad de corriente que circula en el. Una vez la corriente del circuito se ha determinado, la impedancia del circuito es entonces calculada.
2. Cuando la impedancia del circuito es conocida, el valor de los factores desconocidos,  $R = ?$  Ohmios y  $X_C = ?$  Ohmios son calculados, usando un proceso de calculo matematico sofisticado que el equipo lleva a cabo.
3. Una vez el valor de  $X_C$  se ha encontrado es convertido en Capacitancia y simultaneamente en distancia con base en los valores preprogramados de conversion de Capacitancia-a-Distancia que tiene programados el software del equipo.

Ejemplo:

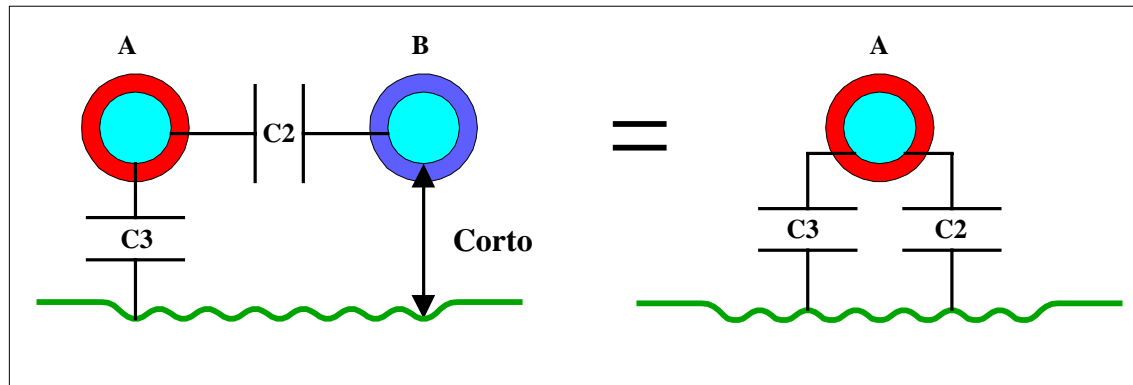
Impedancia	=	600 ohmios
$R$	=	40 ohmios
$X_C$	=	560 ohmios = 0.083uF = 1 milla (longitud del cable)
$X_L$	=	0 ohmios (insignificante en este ejemplo)

# Como mide el Dynatel 965DSP la longitud del hilo A

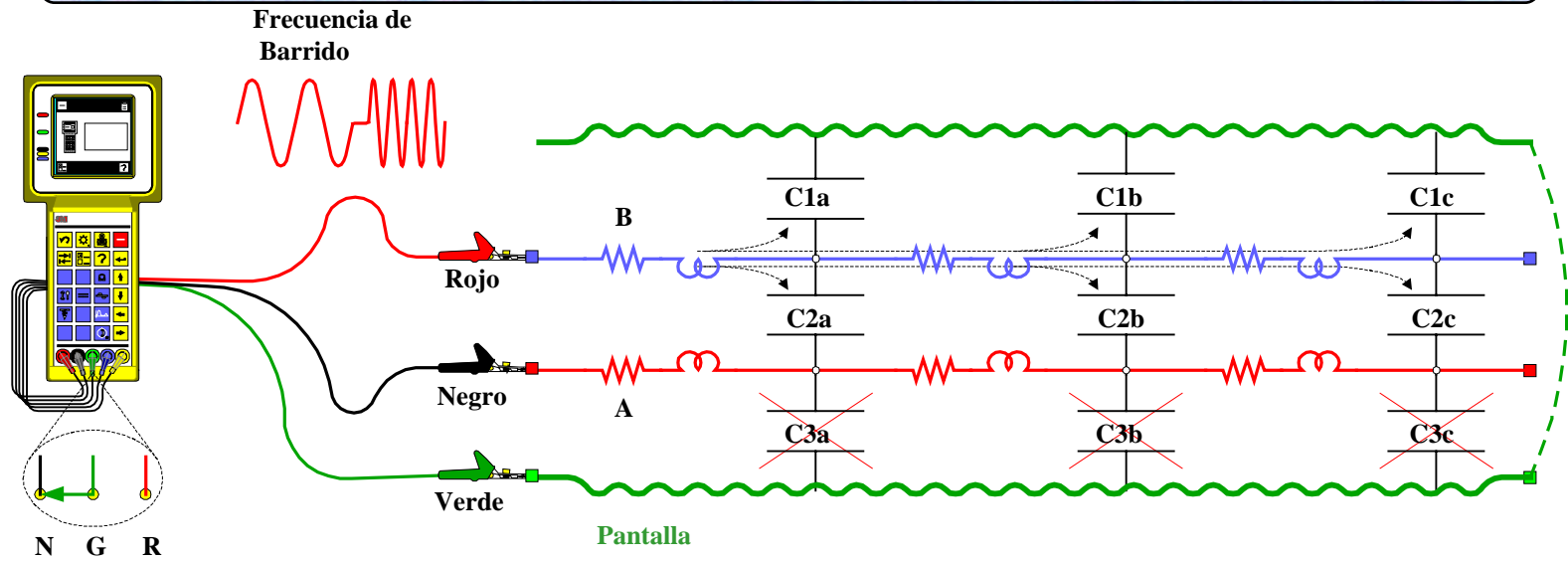


Cuando la Longitud del hilo A se esta midiendo, La punta Roja es conectada a tierra (*Pantalla*), eliminando las capacitancias  $C1a$ ,  $C1b$ ,  $C1c$ .

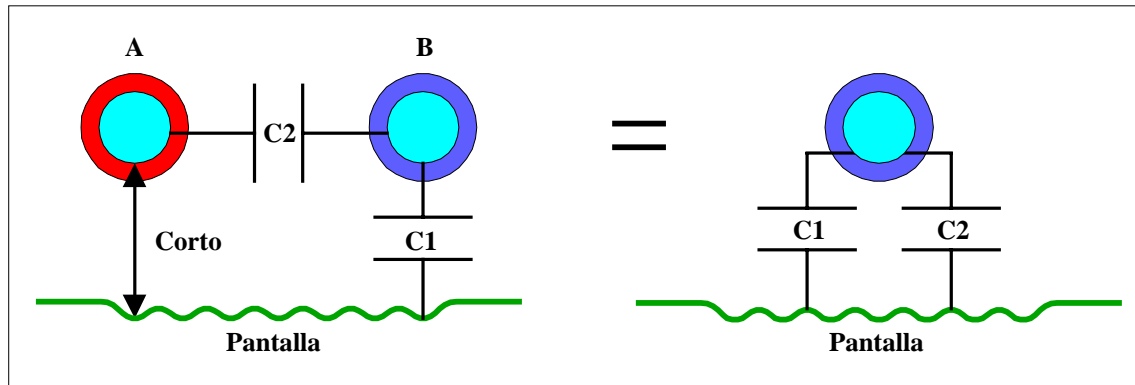
La reactancia capacitiva total correspondera a  $C3$  y  $C2$  (en ohmios), que luego al convertirla en distancia (metros) representa la Longitud del hilo A.



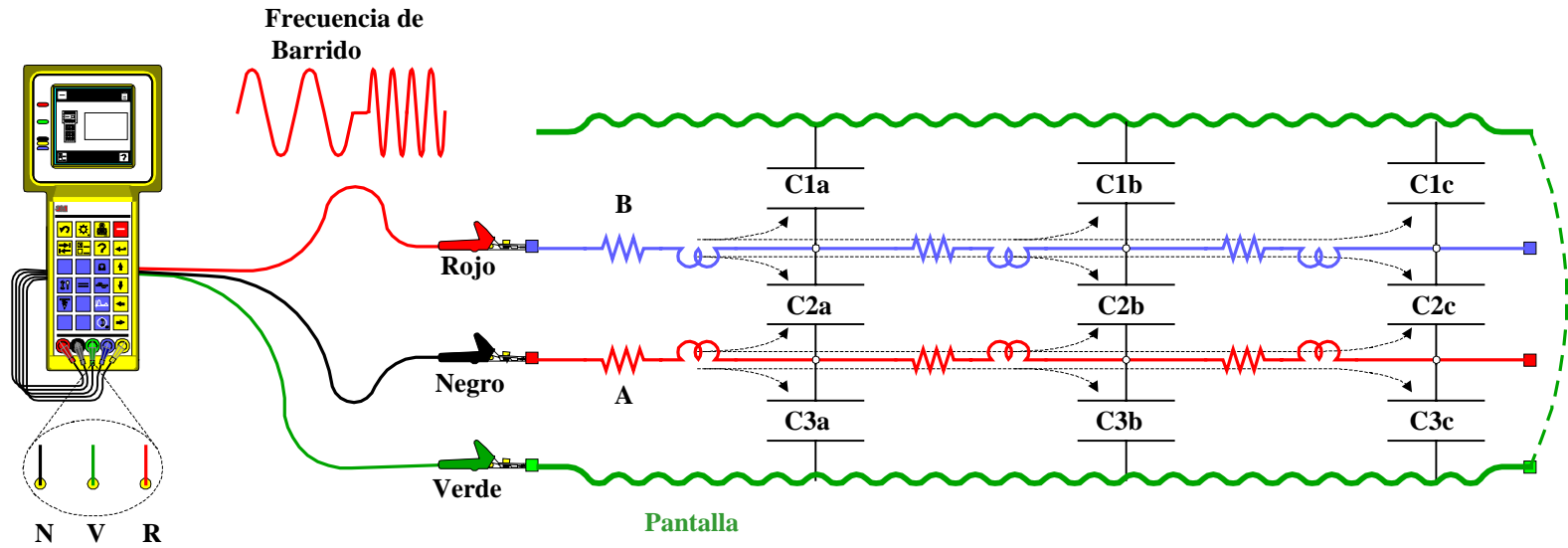
# Como mide el Dynatel 965DSP la longitud del hilo B



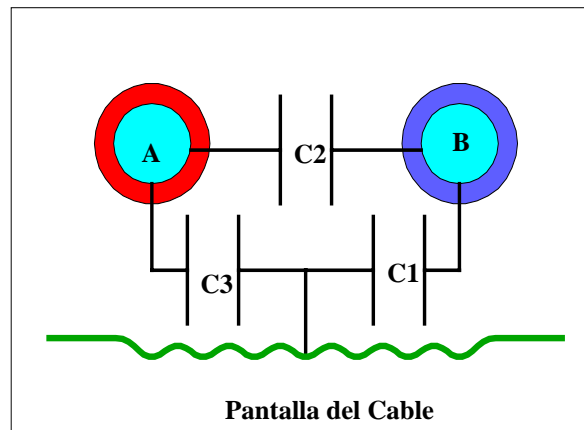
Nota: Cuando la Longitud del hilo B se esta midiendo, La punta Negra es conectada a tierra (*Pantalla*), eliminando las capacitancias  $C3a$ ,  $C3b$ ,  $C3c$ . La reactancia capacitiva total correspondera a  $C3$  y  $C1$  (en ohmios), que luego al convertirla en distancia (metros) representa la Longitud del hilo B.



# Como mide el Dynatel 965DSP la Longitud mutua (A/B)



Nota: La Longitud **'Mutua'** es Medida entre **A** y **B** con las puntas de prueba "flotantes" (sin conexión a tierra). Hay que Notar que **'C1'** y **'C3'** estarán conectadas en serie a través de la pantalla del cable y en paralelo con **'C2'**. La capacitancia **'Mutua'** será entonces **'C2'** mas las capacitancias en serie **'C1'** y **'C3'**.



## **Categoría & Tipos de Fallas en Cables**

### **A. Fallas Resistivas :**

- 1. Tierra**
- 2. Corto**
- 3. Cruce**
- 4. Cruce de Batería**

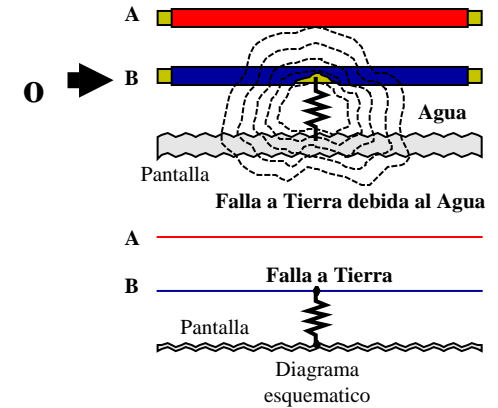
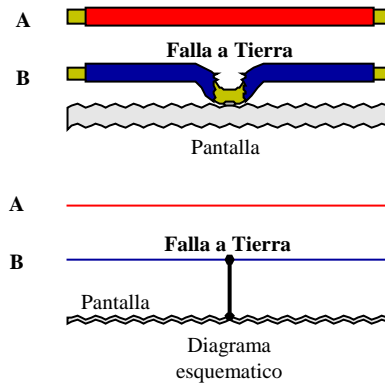
### **B. Fallas Capacitivas :**

- 1. Abierto Completo**
- 2. Abierto Parcial**
- 3. Abierto sucio**
- 4. Split (Trocado)**

# A: Fallas Resistivas

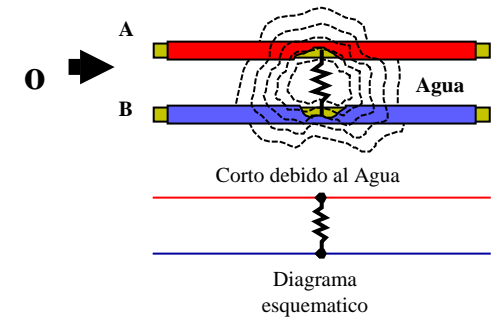
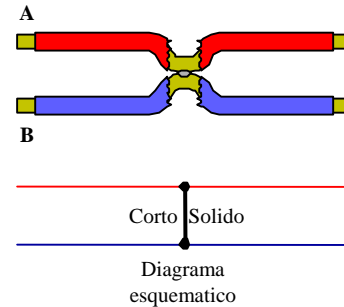
## 1. Tierra :

Es la Falla de aislamiento entre *A* y *Tierra*, o *B* y *Tierra* o ambos hilos y *Tierra*.



## 2. Corto :

Es la Falla de aislamiento entre los hilos *A* y *B*





## Fallas Resistivas ( continuación )

### 3. CRUCE :

Es la Falla de aislamiento entre un par libre (par en prueba) y otro par libre.

#### Nota:

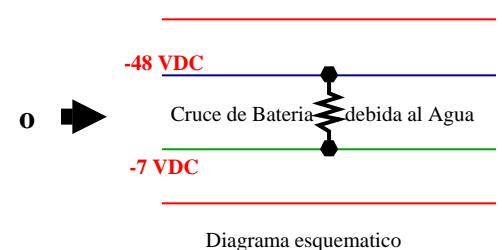
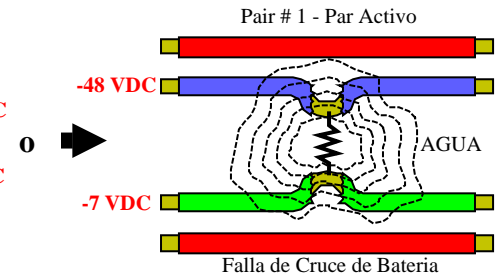
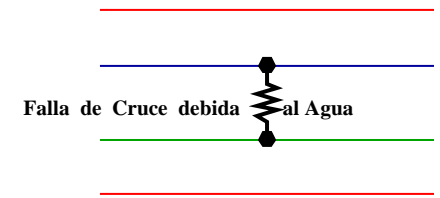
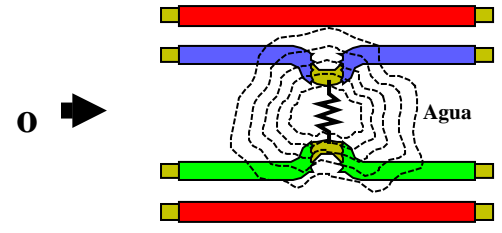
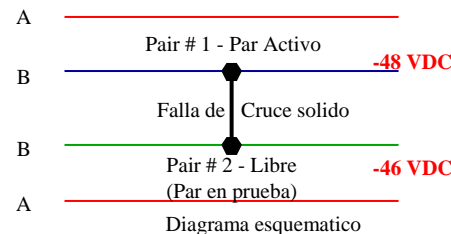
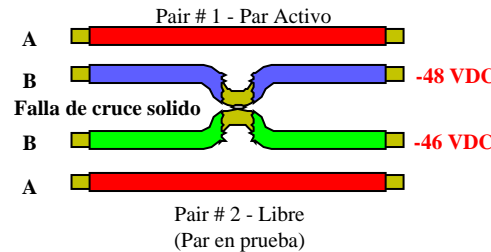
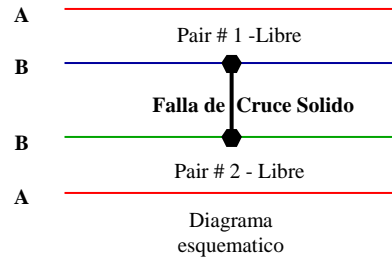
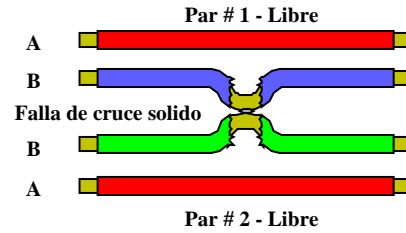
Para localizar un '**CRUCE**', los pares involucrados deben estar identificados previamente

**4. CRUCE DE BATERIA:** Es una Falla entre par Activo y un par Libre (par en prueba).

#### Nota:

a) Para localizar un Cruce de Batería *no es necesario identificar el par activo*. El cruce de Batería se localiza como una falla a '**Tierra**', debido a que la resistencia interna de la batería hace el retorno a '**Tierra**'.

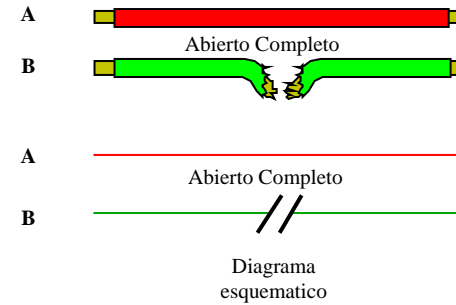
b) En un **Cruce de Batería Solido**, la lectura de voltaje sobre el par es similar o igual al voltaje de la Central (- 48 V.); mientras en un cruce de batería por Agua, la lectura de voltaje es mucho mas baja.



## B: Fallas de Continuidad - Capacitivas

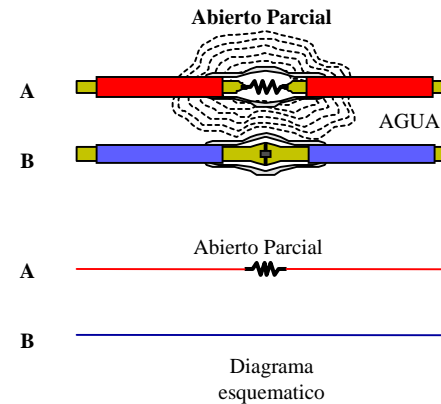
### 1. ABIERTO COMPLETO:

Es una Falla donde se presenta discontinuidad total del Hilo o el Par.



### 2. ABIERTO PARCIAL:

Es una Falla donde se presenta una discontinuidad de alta Resistencia en un hilo. ( Ej. Empalme Corroido)

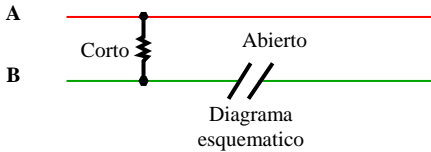
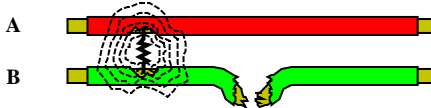


# B: Fallas de Continuidad - Capacitivas (continuacion)

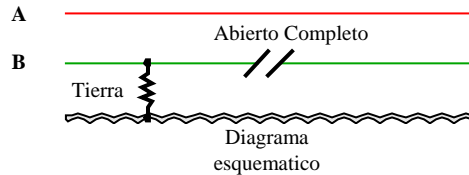
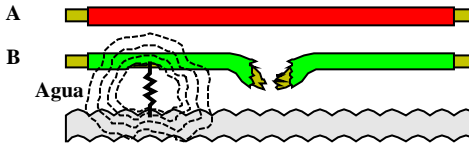
## 3. ABIERTO "SUCIO":

Es cualquier combinacion de falla de Continuidad y falla Resistiva

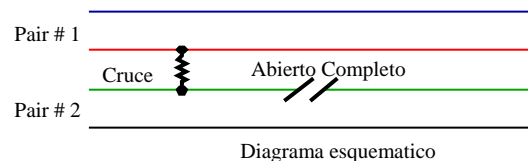
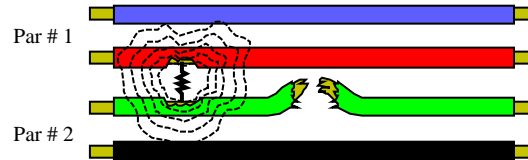
**A: Abierto completo y Corto**



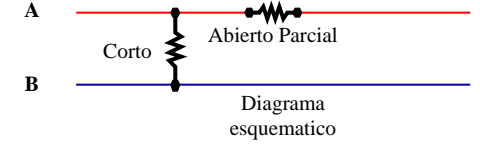
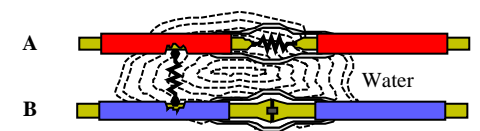
**B: Abierto Completo y Tierra**



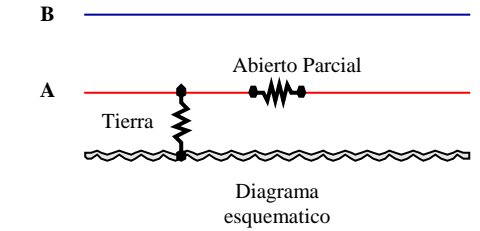
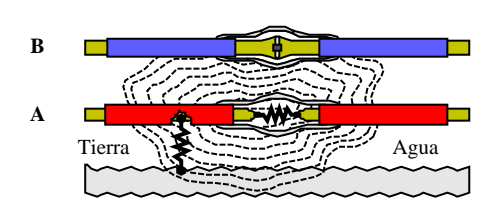
**C: Abierto Completo y Cruce**



**D: Abierto parcial y Corto**



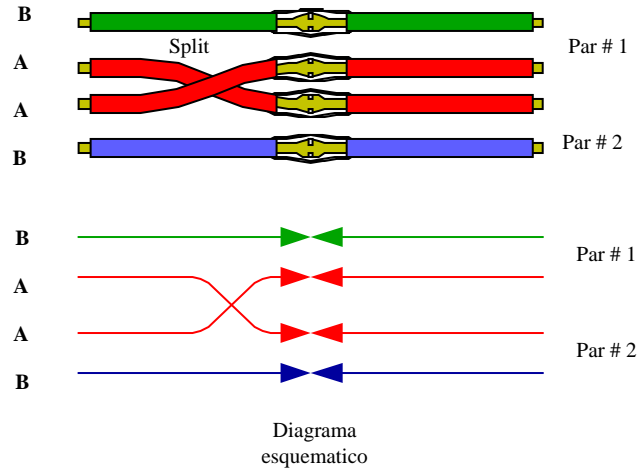
**E: Abierto parcial y Tierra**



## B: Fallas Capacitivas (Continuacion)

### 4. SPLIT (Trocado):

Es una falla causada por un error de empalmeria, donde el Hilo de un par (nomalmente **A**, debido a la similitud de color) es empalmado con el **A** de otro Par.



## **Procedimiento para Medición de Fallas en Cables**

### **1. Analisis de Fallas :**

- Analice los síntomas de la falla cuidadosamente.
- Determine la categoría y tipo de Falla o Fallas.

### **2. Localizar Fallas en una seccion de Cable:**

- Determine la seccion del cable en la que se encuentra la falla ( Primario, Secundario o Abonado) y aislela (desconectar los pases o cruzadas, acometida interna etc.) y proceda a medirla.
- Con las Medidas de localizacion de las fallas, considere siempre el punto de acceso mas cercano a la medida obtenida ( Empalme, Armario o caja terminal ) como el sitio donde esta la falla .

### **3. Localizar la Falla.**

- Determine si es posible, la longitud de la seccion de cable que se este probando.
- Con el metodo del puente, Use la conexión de PAR BUENO DE REFERENCIA, tanto como le sea posible, de lo contrario use la conexión de UN HILO BUENO DE REFERENCIA.

### **4. Repare la Falla o Fallas.**

### **5. Verifique que la linea quede trabajando.**

## Procedimiento para Analizar fallas en Cables

### 1. Mida los posibles Voltajes que esten presentes en la linea (DC y AC):

- a) Voltaje entre A y B
- b) Voltaje entre B y Tierra
- c) Voltaje entre A y Tierra

### 2. Mida la Resistencia de aislamiento (para determinar si hay fallas o fugas).

- a) Aislamiento ( $\Omega$ ) entre A y B
- b) Aislamiento ( $\Omega$ ) entre A y Tierra
- c) Aislamiento ( $\Omega$ ) entre B y Tierra

### 3. Con el medidor de Abiertos, mida la Longitud (Capacitancia) del hilo A y el hilo B y comparelas.

Las Longitudes deben ser iguales o diferir en menos del 10% entre ellas.

### 4. Realice la prueba de balance resistivo con el Ohmimetro o con el metodo de resistencia especial.

- a) Haga un Puente entre A y B y la Pantalla/Tierra del cable en el extremo del Par.
- b) Mida la resistencia entre A y la Pantalla/Tierra del cable.
- c) Mida la resistencia entre B y la Pantalla/Tierra del cable.
- d) Mida la Resistencia de Bucle,  $R_a + R_b$  en ( ohmios)

#### Nota:

Las Mediciones (b) y (c) deben ser iguales o diferir en menos del 10% , de otra forma sospeche de la existencia de un abierto parcial.

# **Factores que pueden causar errores en las mediciones de localización de Fallas**

## **1. Las malas Conexiones pueden afectar la precision de las Mediciones RFL.**

- a) Conexión de las puntas de prueba
- b) Conexión del Puente en el extremo del par

**Nota:**

Una resistencia de conexión de  $1/4$  (0.25) ohmios introduce una longitud equivalente en calibre 22 AWG (0.64mm) a 5 metros y constituye un error.

## **2. Asumir incorrectamente el calibre del par afectara las Mediciones de RFL.**

El tomar un calibre menor o mayor al real puede causar un error en las medidas entre 30% a 40%.

## **3. Diferencias en los diametros o longitud de los hilos pueden afectar las mediciones RFL.**

- a) Variaciones del calibre creadas durante el proceso de fabricacion de los cables..
- b) El entorchado desigual de los Pares.
- c) Resistancias introducidas por los conectores utilizados en los empalmes de los cables.
- d) Diferencias de temperatura a lo largo del cable ( Cables de gran Longitud, Aereo / Subteraneo).

## **4. Distribucion aleatoria de humedad o agua en el Cable afectara las Mediciones de Abiertos.**

## **5. Corrientes Inducidas (de las redes electricas, de Iluminacion etc.) durante el proceso de localizacion de Fallas, afectaran las mediciones de RFL y Abiertos.**

# **REGLA DE ORO DE LOS TECNICOS**

**95%**

**DE TODAS LAS FALLAS EN CABLES TELEFONICOS SE UBICAN EN  
LOS PUNTOS DE ACCESO**

**( DISTRIBUIDOR, EMPALMES, ARMARIOS Y CAJAS TERMINALES,  
etc.)**

**y EL OTRO**

**5%**

**SE UBICAN EN LOS TRAMOS.**



# LA LOCALIZACION DE FALLAS EN CABLES

☉ NO ES UNA *“CIENCIA EXACTA”*.

☉ ES UN *“ARTE”*.

☉ EL NOMBRE DEL JUEGO ES *“PERICIA”*.