

# II TALLER DE TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN CONTRA RAYO

CIPEL-APCI-ATSA

“ACTUALIZACIÓN SOBRE LA PROTECCIÓN CONTRA  
SOBRETENSIONES”

Ing. Frank Amores Sánchez,

Ing. Rafael Mtnez.

Ing. Alejandro Duran

- La Habana, 26 y 27 de marzo de 2014 -



## PROTECTOR CONTRA SOBRETENSIONES (DPS)

Los DPS constituyen una de las principales medidas de protección contra el fallo de los equipos eléctricos y electrónicos debido al LEMP.

El DPS protegerá a los equipos si se cumple:

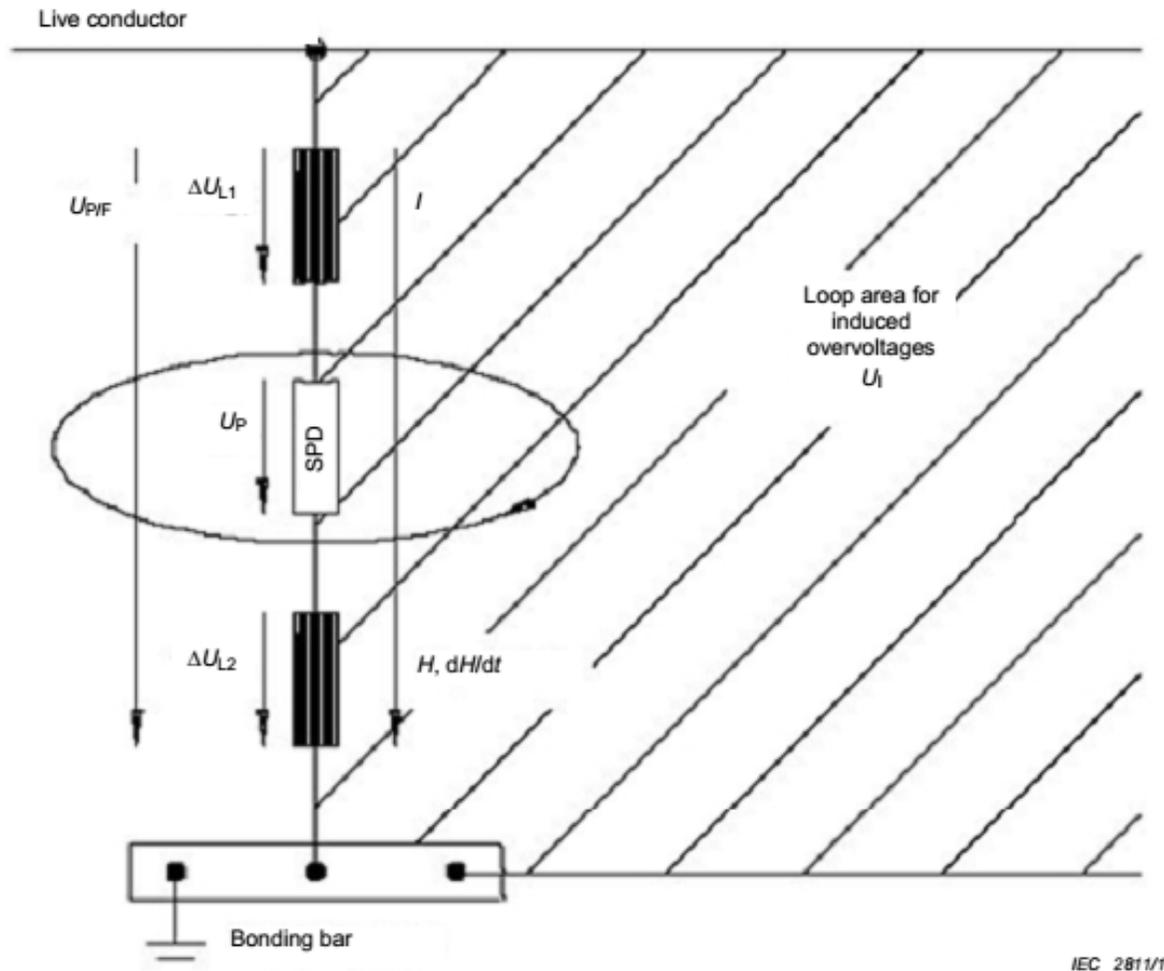
$$U_{P/F} (U_P + \Delta U) < U_W.$$

Si la corriente de descarga en el punto de instalación  $> I_{n(DPS)}$ , el  $U_P$  será mayor y  $U_{P/F}$  podrá exceder el  $U_{W(equipos)}$  y no continuarán protegidos. Por tanto, la  $I_{n(DPS)}$  tendrá que seleccionarse  $\geq$  corriente de descarga esperada en este punto de la instalación.



# SELECCIÓN DE LOS DPS

## PROTECTOR CONTRA SOBRETENSIONES (DPS)



## PROTECTOR CONTRA SOBRETENSIONES (DPS)

La probabilidad de que un SPD con  $U_{P/F} \leq U_W$  no proteja adecuadamente a los equipos es igual a la probabilidad de que la corriente de descarga en el punto de instalación del mismo exceda la  $I_n$ .

La selección de un SPD con un  $U_p$  inferior que el  $U_W$  de los equipos produce menor estrés a los mismos, lo que puede resultar no sólo en una probabilidad de daño más baja, sino también en una vida de operación más larga.



## PARÁMETROS DE SELECCIÓN

### I. NIVEL DE TENSION DE PROTECCIÓN ( $U_p$ )

La selección del  $U_p$  del DPS depende de:

- Tensión de soporte a impulso ( $U_w$ ) de los equipos a proteger.
- Longitud de los conductores de conexión al DPS
- Longitud y trazado del circuito entre DPS y equipo.

Cuando el DPS está conectado en la entrada de la línea a la estructura, se asume un  $\Delta U = 1$  kV/m de longitud. Si se cumple la regla de los conductores de conexión  $\leq 0,5$  m, puede asumirse:

- $U_{P/F} = 1,2 \times U_p$  para corrientes conducidas.
- $U_{P/F} = U_p$ ,  $\Delta U \sim 0$  para corrientes inducidas.



## PARÁMETROS DE SELECCIÓN

### I. NIVEL DE TENSION DE PROTECCIÓN ( $U_p$ ):

1.  $U_{P/F} < U_W$ : cuando la longitud del circuito es despreciable (DPS en los terminales del equipo).
2.  $U_{P/F} < 0,8 U_W$ : cuando la longitud del circuito  $< 10$  m (DPS en un panel de distribución secundario o tomacorriente).  
NOTA: Cuando el fallo de los sistemas internos puede causar pérdidas de vidas humanas o pérdidas de servicio al público, debe considerarse el doblaje de la tensión debido a las oscilaciones y se requiere el uso del criterio  $U_{P/F} < U_W/2$ .
3.  $U_{P/F} < (U_W - U_I)/2$ : cuando la longitud del circuito  $> 10$  m (DPS en la entrada de línea o panel de distribución secundario).

# SELECCIÓN DE LOS DPS

## PARÁMETROS DE SELECCIÓN

### II. UBICACIÓN Y CORRIENTE DE DESCARGA

NPR (clase)	Sistemas de Baja Tensión			
	Descargas directas e indirectas al servicio		Descarga cercana a la estructura	Descarga a la estructura
	Fuente de daño S3 (descarga directa) Forma de corriente: 10/350 $\mu$ s kA	Fuente de daño S4 (descarga indirecta) Forma de corriente: 8/20 $\mu$ s kA	Fuente de daño S2 (corriente inducida) Forma de corriente: 8/20 $\mu$ s kA	Fuente de daño S1 (corriente inducida) Forma de corriente: 8/20 $\mu$ s kA
III - IV	5	2,5	0,1	5
II	7,5	3,75	0,15	7,5
I	10	5	0,2	10

NOTA Todos los valores se refieren a cada conductor de línea.

## UBICACIÓN DE LOS DPS

La localización de los DPS es afectada fundamentalmente por:

- La fuente específica de daño (S1, S2, S3 y S4)
- El punto de tierra más cercano para derivar la sobrecorriente transitoria (tan próximo al punto de entrada de la línea a la estructura como sea posible).

### CRITERIOS DE LOCALIZACIÓN:

1er criterio: Mientras más próximo esté el DPS al punto de entrada de la línea, mayor cantidad de equipos protegidos dentro de la estructura por ese SPD (ventaja económica).

2do criterio: Mientras más próximo esté DPS a los equipos, más efectiva será su protección (ventaja técnica).

## UBICACIÓN DE LOS DPS

### CONDUCTORES DE CONEXIÓN DEL DPS:

Secciones transversales mínimas para componentes de unión

Componente de unión		Material	Sección transversal mm <sup>2</sup>
Conductores de tierra al SPD (que llevan toda o una parte significativa de la corriente del rayo)	Clase I	Cu	16
	Clase II		6
	Clase III		1
	Otros DPS		1

# COORDINACIÓN ENERGÉTICA:

## NECESIDAD

Cuando se instalan dos o más SPDs en cascada en un mismo circuito, necesitan estar energéticamente coordinados.

## OBJETIVO:

La repartición de la energía transitoria entre los SPDs en función de su capacidad de absorción y evitar sobrecargas en el sistema. Para ello, el fabricante de los SPDs tiene que suministrar suficiente información de cómo lograr la coordinación de energía entre sus diferentes SPDs.

# COORDINACIÓN ENERGÉTICA:

## PRINCIPIO

La coordinación de energía se basa en la máxima energía que soporta el segundo SPD. Sin embargo, esta energía en ocasiones depende de la forma de onda y los ensayos. Estos generalmente se realizan con una única forma de onda (8/20  $\mu$ s para los ensayos de Clase II). Por esta razón, es mejor y más fácil, obtener el valor de Emax directo del fabricante (la mayoría de las veces está impreso en su documentación técnica).



# COORDINACIÓN ENERGÉTICA:

## PRINCIPIO

Puede resumirse de manera aproximada con las preguntas:

- ¿En el caso de una sobrecorriente entrante  $i$ , qué parte de esta circulará a través de DPS1 y que parte a través de DPS2?
- ¿Los dos DPS son capaces de soportar estos estreses?

Si la distancia entre los dos DPS es corta en relación con la duración de la sobretensión, el efecto de la inductancia será despreciable y el DPS2 puede sobreestresarse.

Una correcta coordinación se logra mediante la selección de los DPS que reduzca el valor de  $i^2$  a un nivel aceptable, considerando la impedancia entre los mismos. Esto también reducirá la tensión residual del DPS2 al valor deseado.

# COORDINACIÓN ENERGÉTICA:

## PRINCIPIO

Sin embargo, tratar con la coordinación en términos de corrientes no es suficiente. Es necesario tratar con la coordinación en términos energía.

Para asegurarse de que dos DPS están coordinados es necesario satisfacer el requerimiento llamado “criterio de energía”:

*La coordinación de energía se logra, si para todos los valores de corriente transitoria entre 0 e  $I_{max1}$  ( $I_{peak1}$ ) la parte de la energía, disipada a través de SPD2 es inferior o igual a su máxima energía de soporte ( $E_{max2}$ ).*

# COORDINACIÓN ENERGÉTICA:

## PRINCIPIO

Para definir satisfactoriamente la energía de soporte de un DPS se necesitan dos parámetros:

- **Emax S** para formas de onda de corriente de corta duración, 8/20 (ensayo Clase II);
- **Emax L** para formas de onda de corriente de larga duración, 10/350, (ensayo Clase I).

El DPS se caracteriza entonces por dos corrientes:

- **I<sub>max</sub>** para ondas cortas (usadas para ensayos Clase II)
- **I<sub>imp</sub>** para ondas largas (usadas para ensayos Clase I).

asociadas con las energías soportables **Emax S** y **Emax L**.  
(Un mismo DPS puede ensayarse conforme a las Clases I y II).



## MÉTODOS DE COORDINACIÓN

- Coordinación de las características de tensión/corriente. Se basa en las características  $U(I)$  de los DPS, es aplicable a los limitadores de tensión (MOV y diodos supresores) y no es muy sensible a la forma de onda de corriente.
- Coordinación mediante elementos de desacoplamiento. Se emplean como elementos de desacoplamiento: en los sistemas de potencia, inductancias, y en los sistemas de infocomunicaciones, resistencias.

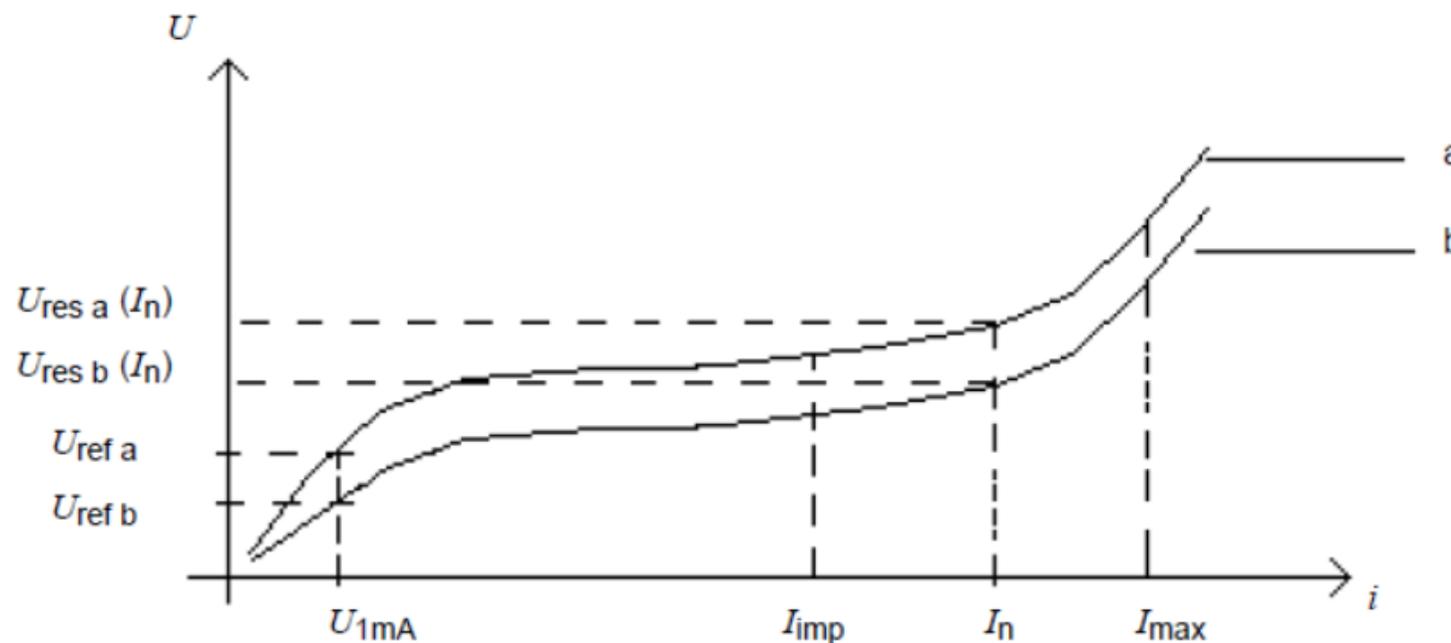
$di/dt$  es fundamental para la eficiencia de la coordinación con inductancias. Los elementos de desacoplamiento pueden ser inductores o utilizando la propia inductancia de los cables. Si los conductores de L y PE están en un mismo cable, la  $L = 0,5$  a  $1 \mu\text{H/m}$  (en función de la sección del cable). Si L y PE separados, deben considerarse L mayores (en función de la distancia entre los mismos).



# COORDINACIÓN ENERGÉTICA:

## 1. COORDINACIÓN ENTRE DOS VARISTORES.

- Si SPD2 tiene la misma corriente de descarga nominal:  
 $U_{res1}(I_n) < U_{res2}(I_n)$ .
- Si SPD2 tiene una corriente de descarga nominal más baja:  
 $U_{res1}(I_{n2}) < U_{res2}(I_{n2})$ .



## 2. COORDINACIÓN ENTRE VÍA DE CHISPA Y VARISTOR.

La coordinación se logra cuando ocurre un salto de chispa en el DPS1 antes de que se estrese el DPS2.

Antes del salto de chispa, se tiene que:

$$U1 = U_{res2}(i) + L \times di/dt$$

Como  $U_{res2}(i)$  no es conocido, se utiliza la siguiente fórmula que da un resultado conservador:

$$U1 = U_{ref2}(i) + L \times di/dt$$

donde:

**$U_{ref2}$**  es la tensión de referencia del varistor y está muy próximo al punto de rodilla de la de la característica de U vs. I.



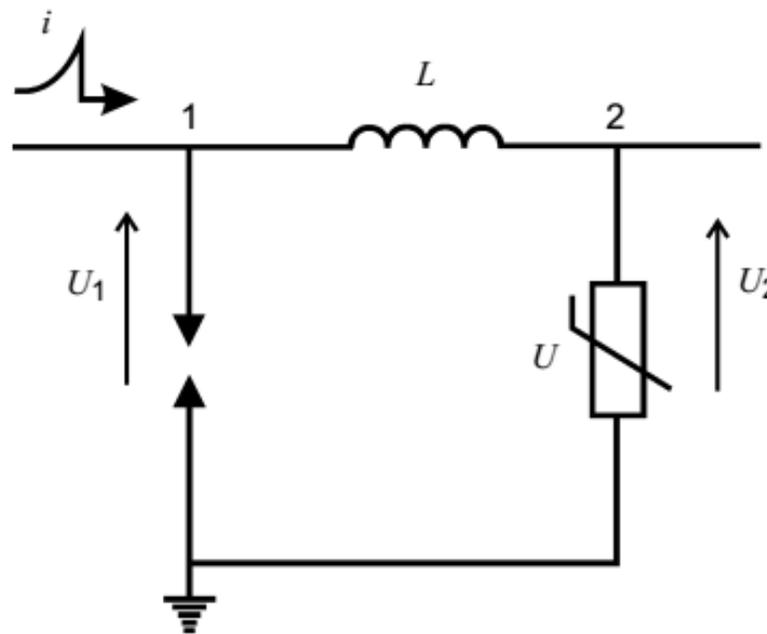
## 2. COORDINACIÓN ENTRE VÍA DE CHISPA Y VARISTOR.

La impedancia  $Z$  entre los dos DPS (generalmente una inductancia) puede ser un inductor (componente específico insertado en la línea para facilitar la compartición de la energía entre los dos protectores) o representar la inductancia de una longitud de cable entre los dos DPS (en general se considera  $1 \mu\text{H}/\text{m}$ ). Cuando  $Z$  representa una impedancia física, la inductancia de la línea puede despreciarse debido a su bajo valor comparado con  $Z$ .



## 2. COORDINACIÓN ENTRE VÍA DE CHISPA Y VARISTOR.

Cuando  $U_1$  excede la tensión de cebado dinámica del vía de chispa ( $U_{dyn}$ ), se logra la coordinación y justo una pequeña parte de la corriente que circula a través del DPS2. Esto depende de las características del varistor, la tensión de cebado dinámica del vía de chispa, la razón de aumento, la magnitud de la sobrecorriente entrante  $i$  y la distancia de separación  $d$  entre los DPS.



## 2. COORDINACIÓN ENTRE VÍA DE CHISPA Y VARISTOR.

Cuando el SPD 1 es de tipo vía de chispa, el SPD 2 deberá satisfacer los requerimientos:

- para una sobretensión entrante que corresponda a una onda de ensayo Clase I:

$$U_{dyn} < U_{ref2} + L \times I_{peak2}/10$$

- para una sobretensión entrante que corresponda a una onda de ensayo Clase II:

$$U_{dyn} < U_{ref2} + L \times I_{max2}/8$$



# COORDINACIÓN ENERGÉTICA:

## EJEMPLO DE COORDINACIÓN ENTRE VÍA DE CHISPA Y VARISTOR MEDIANTE INDUCTOR



ATSHOCK

ATLINK

ATSUB

