

**APLICACIÓN DE LOS ESTUDIOS DE
TRANSITORIOS ELECTROMAGNÉTICOS
A LA ESPECIFICACIÓN DE EQUIPOS**

PARTE 2

CAPACIDAD DE ENERGÍA DE DESCARGADORES



INTRODUCCIÓN

- Los descargadores ZnO (sin “gaps”) son resistencias no lineales que están siempre conduciendo. Por lo tanto: deben ser especificados para poder disipar la energía que se les inyecta, tanto en régimen como durante perturbaciones.**
- La capacidad de energía en régimen se controla especificando correctamente la tensión de operación continua (COV).**
- La capacidad de energía en TOV y sobretensiones de maniobra se controla especificando correctamente la tensión nominal del descargador y su energía nominal de larga (térmica) y corta (termomecánica) duración.**
- La capacidad de energía durante sobretensiones de rayo no es normalmente un criterio de diseño, debido a su muy corta duración.**
- Maniobras relevantes a analizar: las que generan una TOV en el período subsecuente (rechazo de carga, energización de transformadores, etc.)**

VALORES NOMINALES DE TENSION

-Tensión de operación continua (COV): al menos 5 % por encima de la máxima tensión de operación en régimen.

-Tensión nominal $\approx 1,25 \times$ COV. La tensión nominal elegida condiciona la capacidad de disipar energía durante TOV.

| Max. system voltage, U_m kV _{rms} | Rated voltage, U_r kV _{rms} | Max. continuous operating voltage ¹⁾ | | TOV capability ²⁾ | | Max. residual voltage (U_{res}) with current wave | | | | | | |
|---|---|---|--|------------------------------|---------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | as per IEC, U_c kV _{rms} | as per ANSI/IEEE MCOV kV _{rms} | 1 s kV _{rms} | 10 s kV _{rms} | 30/60 μ s | | | 8/20 μ s | | | |
| | | | | | | 0,5 kA kV _{crest} | 1 kA kV _{crest} | 2 kA kV _{crest} | 5 kA kV _{crest} | 10 kA kV _{crest} | 20 kA kV _{crest} | 40 kA kV _{crest} |
| 550 | 396 | 317 | 318 | 459 | 435 | 773 | 800 | 820 | 856 | 901 | 987 | 1086 |
| | 420 | 336 | 336 | 487 | 462 | 819 | 849 | 870 | 908 | 956 | 1051 | 1152 |
| | 444 | 349 | 353 | 515 | 488 | 866 | 897 | 920 | 960 | 1015 | 1111 | 1217 |

VALORES DE ENERGÍA GARANTIZADOS POR LOS FABRICANTES

Single impulse energy: energía máxima que se puede disipar si se aplica una pulso de corriente de maniobra (duración 2 a 4 ms).
Identifica la soportabilidad mecánica del bloque de ZnO al ser sometido a un impulso de energía(*)



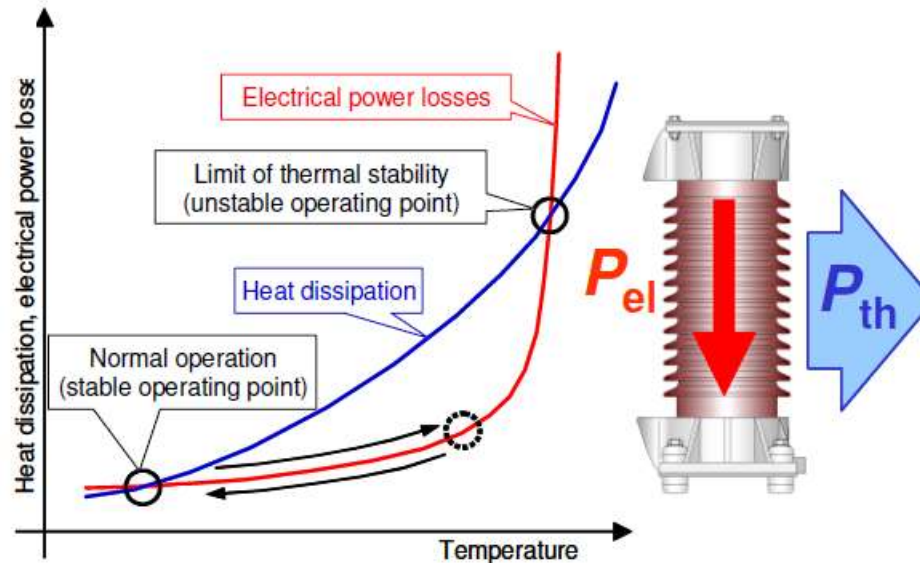
(*) En las Normas europeas más modernas se asocia a una carga eléctrica máxima (“Repetitive charge transfer rating”) que puede ser inyectada rápidamente sin dañar al bloque de ZnO.

VALORES DE ENERGÍA GARANTIZADOS POR LOS FABRICANTES

Rated thermal energy: energía máxima que se puede disipar en un ensayo normalizado, en que se aplican 2 pulsos de corriente de maniobra (duración 2 a 3,2 ms) separados 1 minuto, seguidos de una TOV normalizada.

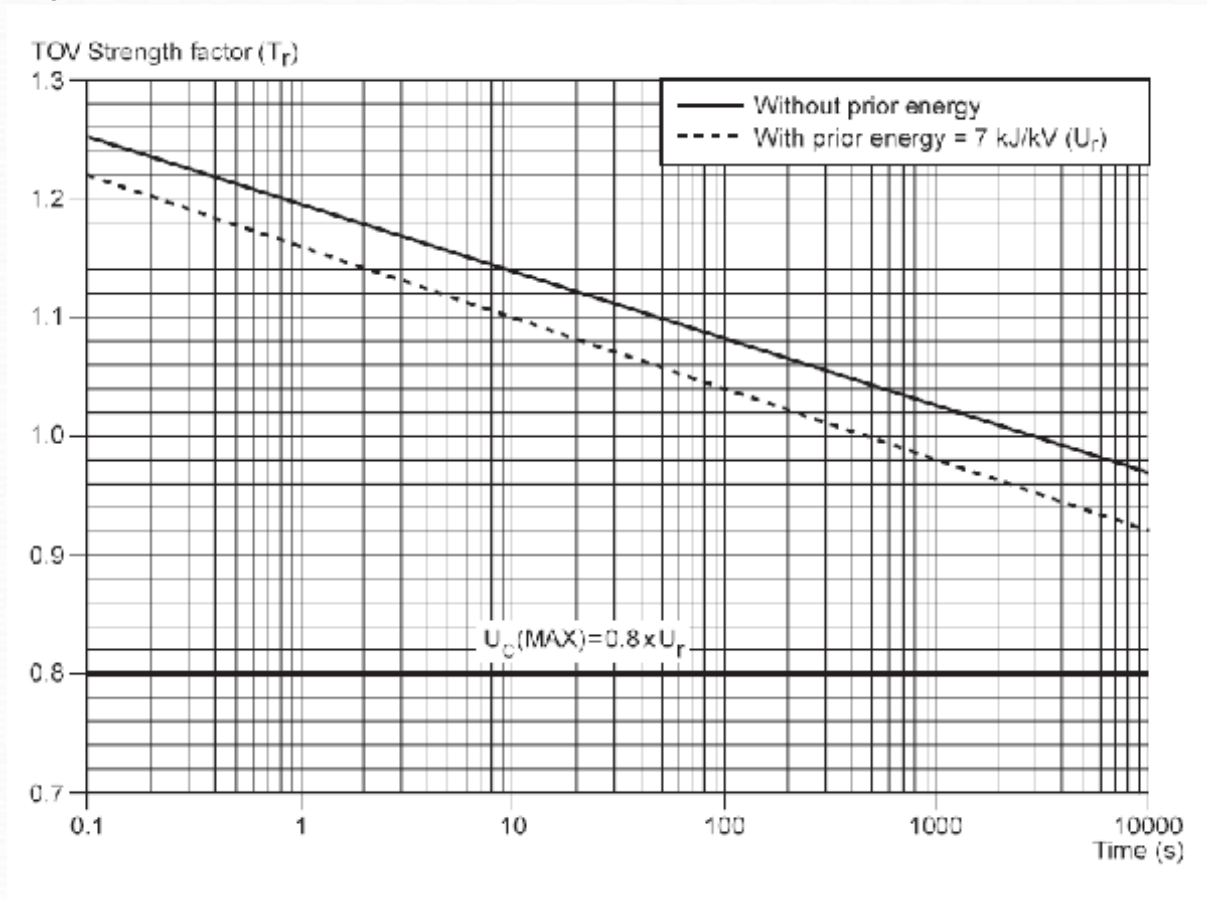
Cada uno de esos pulsos de corriente no debería inyectar energía superior a la single impulse.

Identifica la soportabilidad (estabilidad) térmica del bloque de ZnO al ser calentado por impulsos de maniobra seguidos de TOV.



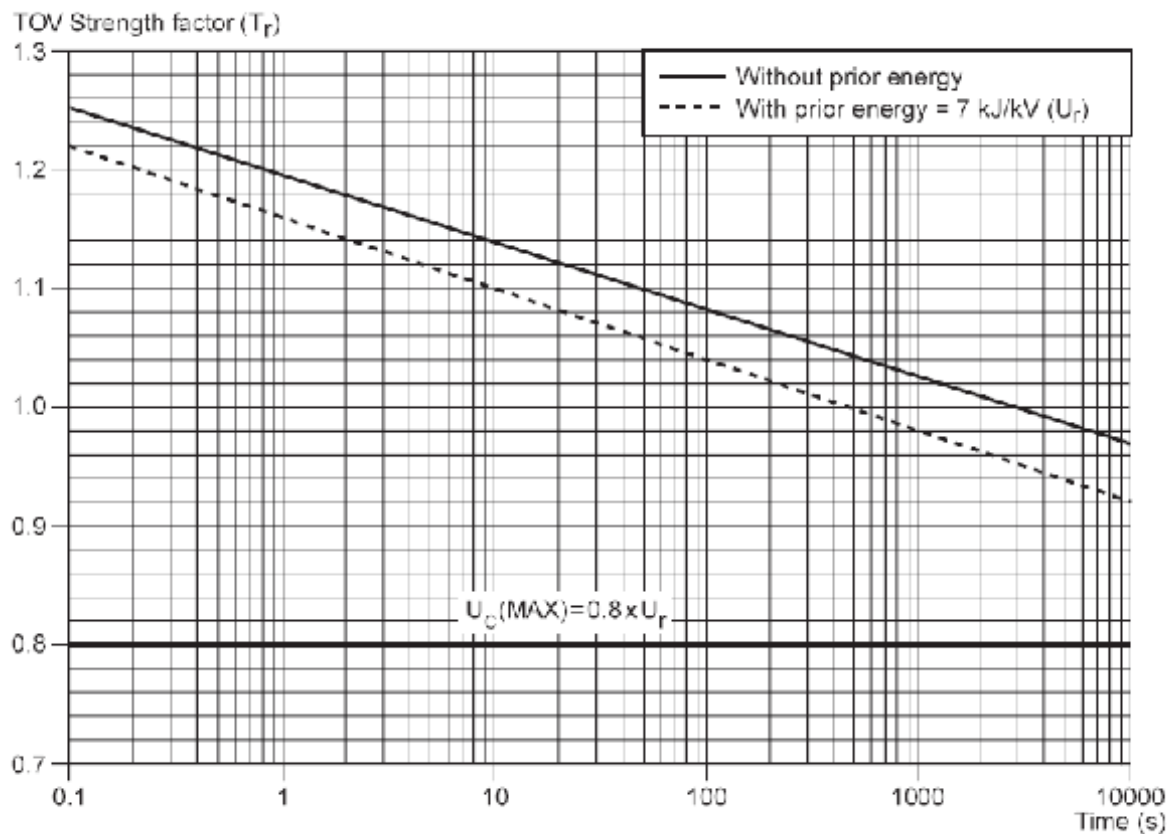
CURVAS TOV-t

-Curvas TOV-t: definen la capacidad de disipar energía durante TOV, con o sin energía inyectada durante una maniobra previa.



(Valores de TOV en p.u de la tensión nominal)

Se suele preseleccionar la tensión nominal adecuada para que se soporte la TOV de un cortocircuito f-t con energía térmica previa nominal ,y luego se verifica (de ser necesario) por simulación el comportamiento frente a otras TOV.

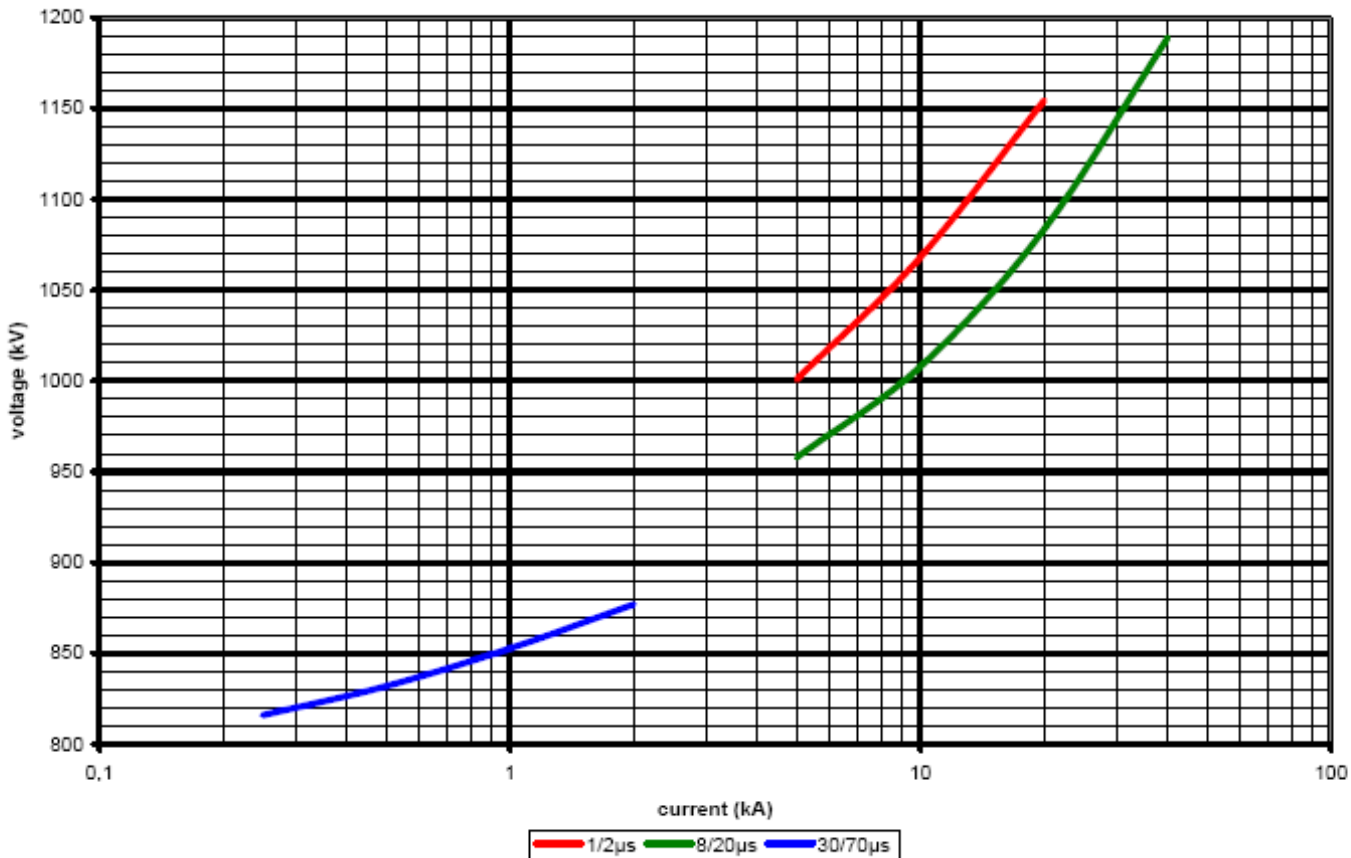


CRITERIOS DE EVALUACIÓN GENERALES

- ✓ **El descargador no debería recibir una energía superior a la single impulse durante una sobretensión de maniobra.**
- ✓ **El descargador debería respetar la curva TOV-t asociada a la energía inyectada durante la maniobra durante el período de TOV post-maniobra.**

CARACTERÍSTICAS DE LA SIMULACIÓN

**-Modelado del descargador: Curvas V-I.
(Preferentemente de frente 1 ms o más, las asociadas a STM son algo optimistas)**



CARACTERÍSTICAS DE LA SIMULACIÓN

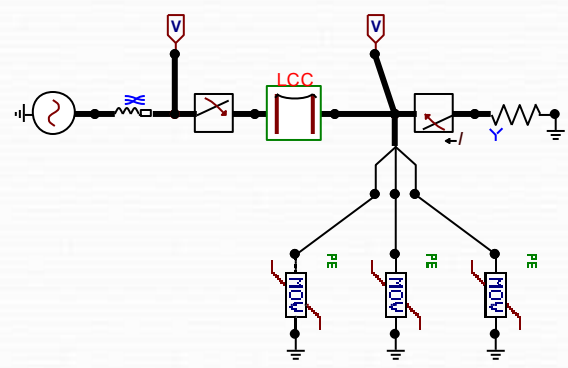
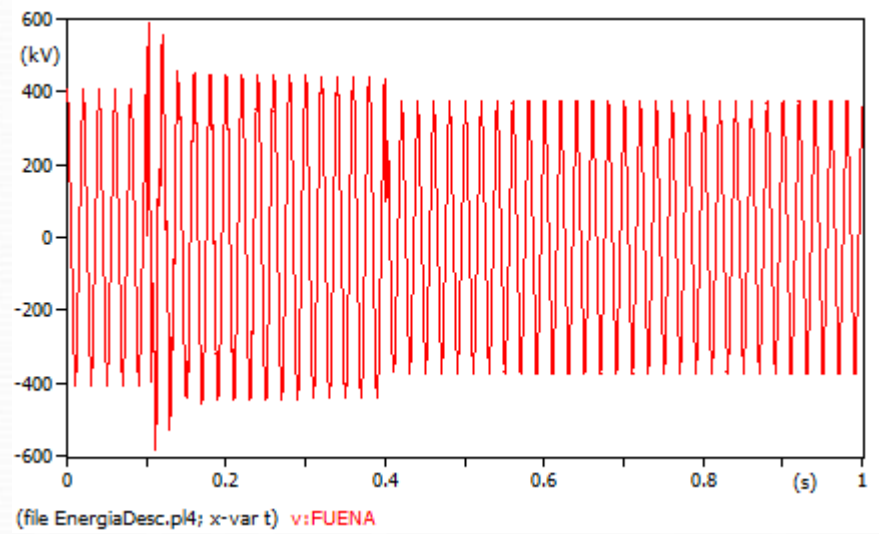
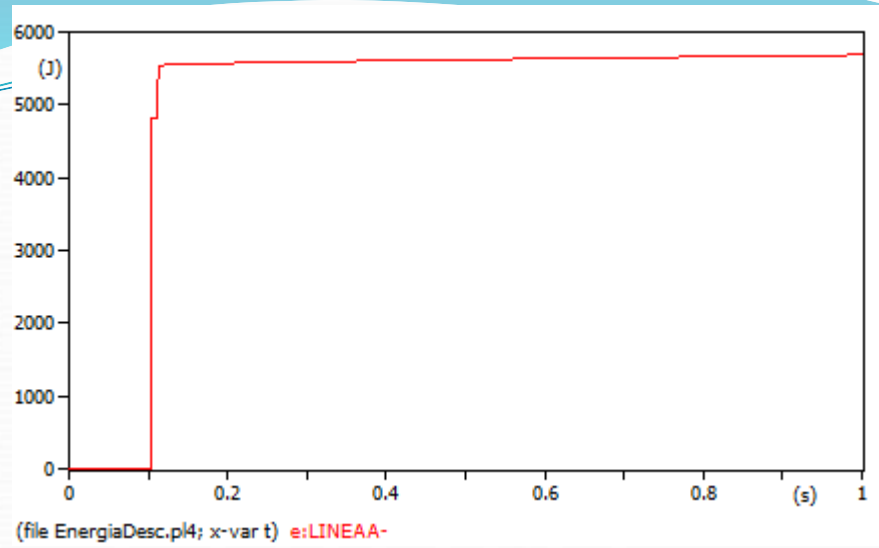
-Tipo de perturbación a estudiar: sobretensión de maniobra (STM) seguida de TOV.

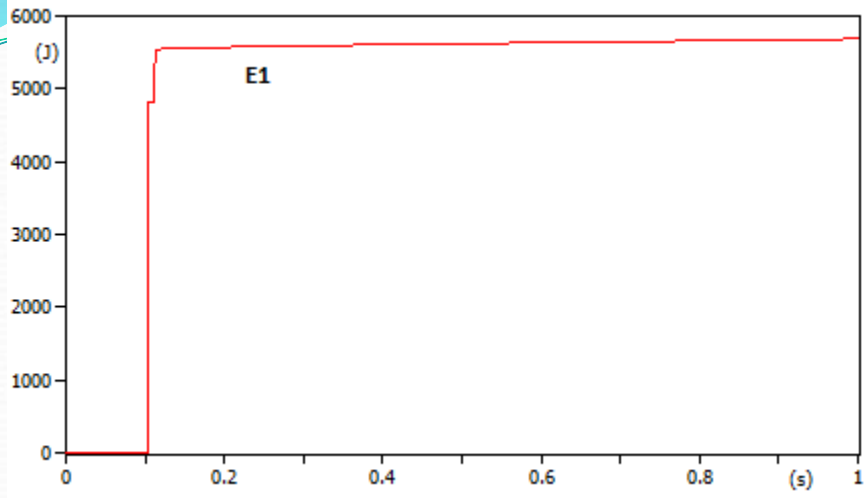
-Valores a obtener en la simulación:

-Curva de tensión en función del tiempo, hasta el fin de la TOV

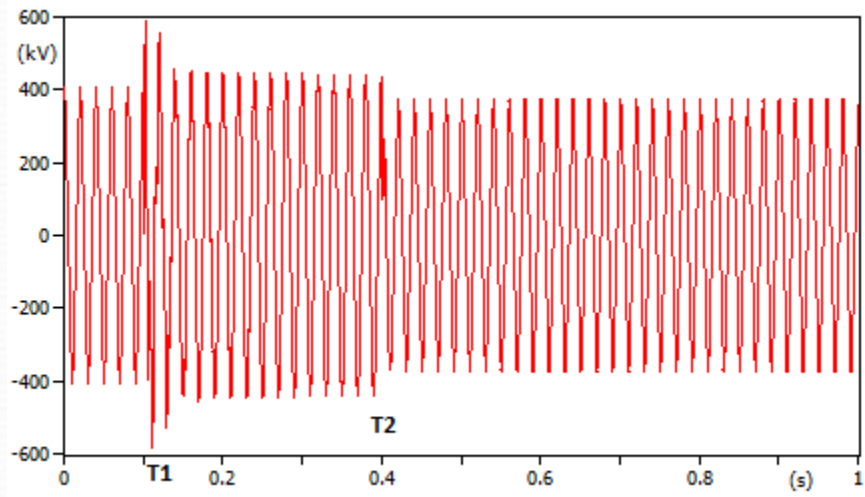
-Curva de energía en función del tiempo, hasta que se vuelve constante.

-Curvas de corriente en función del tiempo: sólo para una evaluación muy precisa (Ver apuntes).

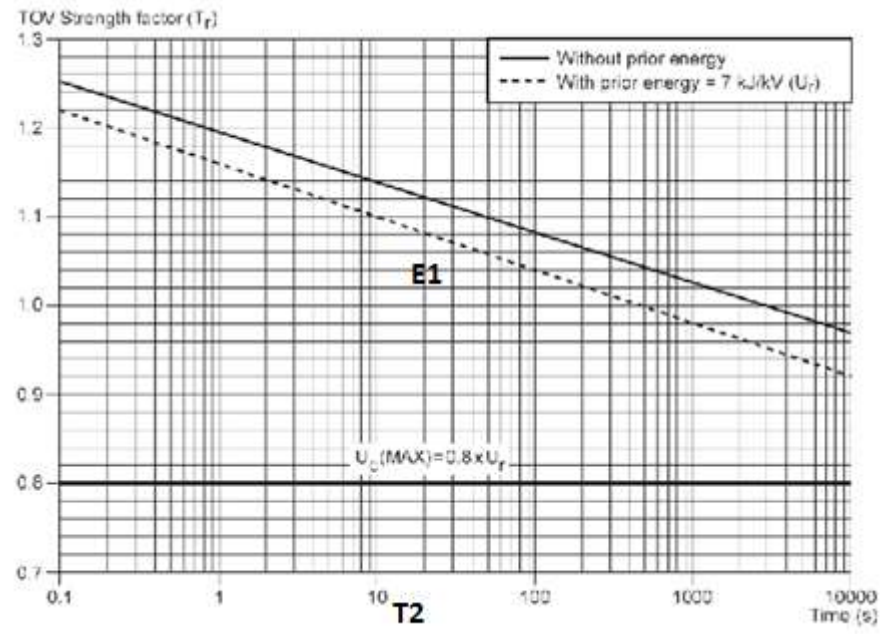




(file EnergiaDesc.pl4; x-var t) e:LINEAA-



(file EnergiaDesc.pl4; x-var t) v:FUENA



CRITERIOS DE EVALUACIÓN

- 1) La energía total inyectada en cada impulso de maniobra debe ser menor a la single impulse, con un margen de seguridad (20 % p.ej)**
 - 2) Identificar el período T_1 de STM y el período subsecuente de TOV T_2 .
 T_1 se identifica observando el instante en que la energía se vuelve aproximadamente constante.
 T_2 se identifica por inspección de la curva de tensión.**
 - 3) Identificar un valor de TOV = TOV_2 representativo del período de TOV, por inspección de la curva de tensión en el período T_2 .
(En forma conservadora: tomar el valor de pico de TOV durante T_2) (*)**
 - 4) Buscar el punto TOV_m asociado a T_2 en la curva de soportabilidad TOV-t asociada a la energía inyectada hasta T_1 (interpolando de ser necesario). Se debe cumplir: $TOV_2 \leq TOV_m$**
- (*) Para una evaluación más precisa se debería dividir T_2 en intervalos elementales T_j asociados a sobretensiones TOV_j . Ver en los apuntes como se procesa este cálculo más preciso.**