

# Coordinación de Aislamiento

## Problema #1

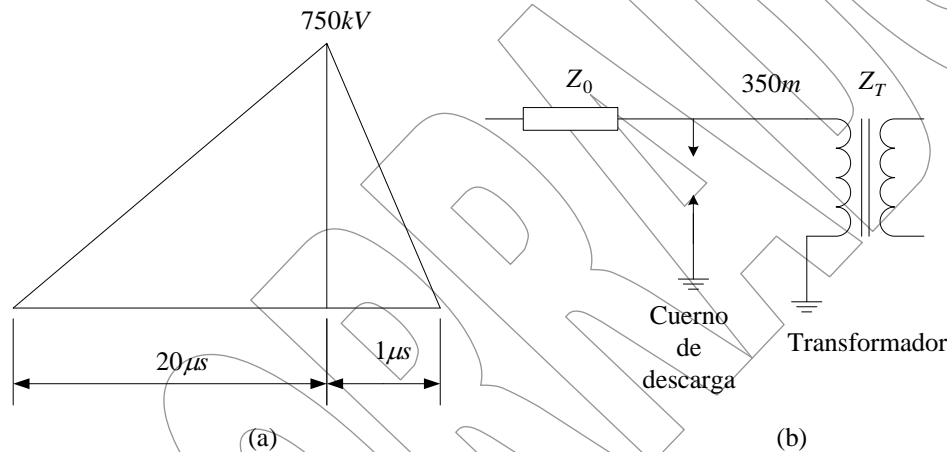
Una onda de impulso de voltaje de  $900(e^{2 \times 10^6 t} - e^{-3 \times 10^6 t})$  kV es aplicado a una cadena de aisladores. El curva de voltaje/tiempo para la cadena de aisladores es dapor la una forma de onda particular dada por:

|     |      |      |     |     |     |     |             |
|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-------------|
| V = | 1085 | 1075 | 980 | 936 | 905 | 885 | 866 kV      |
| t = | 0.5  | 1.0  | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 7.0 $\mu$ s |

Se producirá un *flashover* sobre la cadena de aisladores, y si es así en que instante de tiempo?

## Problema #2

Una sobre tensión es como la mostrada en la siguiente Figura (a), y esta viaja a lo largo de una línea de transmisión hacia un transformador indicado en la Figura (b) pasando unos cuernos de descarga.



El cuerno de descarga posee la siguiente curva de voltaje/tiempo de la forma:

|     |      |     |     |     |     |             |
|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------------|
| V = | 1000 | 850 | 675 | 550 | 510 | 480 kV      |
| t = | 0.5  | 1.0 | 2.0 | 4.0 | 6.1 | 8.0 $\mu$ s |

Bosqueje el voltaje experimentado por el transformador para los primeros 3 microsegundos luego de que la onda de sobre voltaje alcanza el transformador. Cual es el voltaje en terminales del transformador: (a) 2  $\mu$ s luego de que la sobre tensión alcanza los cuernos de descarga? (b) 1  $\mu$ s luego de que se produce una descarga disruptiva en el cuerno de descarga?

### Problema #3

Una línea de transmisión posee 500 torres cada una con un *critical flash over* (CFO) de 2.3 p.u. y  $\sigma = 4.5\%$ . La distribución del esfuerzo de sobre tensión de maniobra anticipado es caracterizado por  $S = 1.6$  p.u y  $\sigma_x = 10\%$ . Determine el número de *flashover* por miles de operaciones de maniobra.

### Problema #4

Verifique que en por unidad la máxima sobre tensión de maniobra de los datos presentados en la Figura siguiente, siguen una distribución normal.

Figura 12.4 del Allan Greenwood [1]  
TABLE OF HIGHEST OVERVOLTAGES

| CLOSING ANGLES FOR PHASE |       |       | PER UNIT OVERVOLTAGE |      |      | MAX P.U. |
|--------------------------|-------|-------|----------------------|------|------|----------|
| A                        | B     | C     | A                    | B    | C    |          |
| 267.3                    | 391.1 | 379.8 | 1.60                 | 2.30 | 1.52 | 2.30     |
| 153.4                    | 161.3 | 287.8 | 1.43                 | 1.62 | 2.33 | 2.33     |
| 284.8                    | 462.4 | 366.3 | 1.81                 | 2.32 | 1.46 | 2.32     |
| 414.2                    | 461.9 | 291.4 | 2.31                 | 1.28 | 1.84 | 2.31     |
| 297.1                    | 178.6 | 288.6 | 1.67                 | 1.85 | 2.31 | 2.31     |
| 144.9                    | 29.2  | 147.6 | 1.52                 | 1.73 | 2.39 | 2.39     |
| 229.8                    | 291.4 | 131.3 | 2.22                 | 1.71 | 1.89 | 2.22     |
| 358.8                    | 244.0 | 343.0 | 1.68                 | 1.51 | 2.28 | 2.28     |
| 79.4                     | 194.9 | 138.0 | 1.76                 | 2.28 | 1.59 | 2.28     |
| 118.1                    | 299.9 | 224.4 | 1.93                 | 2.28 | 1.54 | 2.28     |
| 273.1                    | 388.8 | 287.5 | 1.62                 | 2.25 | 1.62 | 2.25     |
| 249.8                    | 281.8 | 325.2 | 1.45                 | 1.81 | 2.23 | 2.23     |
| 411.1                    | 478.0 | 314.8 | 2.23                 | 1.49 | 2.01 | 2.23     |
| 197.7                    | 321.5 | 188.8 | 1.62                 | 2.23 | 1.47 | 2.23     |
| 274.8                    | 234.7 | 184.4 | 2.21                 | 1.62 | 1.88 | 2.21     |
| 278.4                    | 273.1 | 186.4 | 2.21                 | 1.59 | 1.86 | 2.21     |
| 208.7                    | 493.1 | 461.7 | 1.82                 | 2.22 | 1.53 | 2.22     |
| 415.6                    | 376.2 | 387.3 | 2.19                 | 1.82 | 1.85 | 2.19     |
| 139.2                    | 287.7 | 189.4 | 1.86                 | 2.18 | 1.48 | 2.18     |
| 219.6                    | 286.4 | 134.2 | 2.17                 | 1.62 | 1.74 | 2.17     |
| 224.7                    | 346.7 | 238.4 | 1.53                 | 2.17 | 1.45 | 2.17     |
| 162.8                    | 111.9 | 278.1 | 1.40                 | 1.62 | 2.17 | 2.17     |
| 426.6                    | 534.3 | 532.5 | 1.61                 | 2.17 | 1.65 | 2.17     |
| 486.4                    | 386.8 | 528.2 | 1.54                 | 1.71 | 2.16 | 2.16     |
| 228.8                    | 375.9 | 253.6 | 1.71                 | 2.15 | 1.45 | 2.15     |
| 244.8                    | 226.8 | 224.2 | 1.70                 | 2.15 | 1.75 | 2.15     |
| 138.9                    | 226.9 | 181.5 | 1.78                 | 2.16 | 1.32 | 2.16     |
| 261.5                    | 289.3 | 294.1 | 2.15                 | 1.81 | 1.49 | 2.15     |
| 88.7                     | 179.5 | 184.3 | 1.95                 | 2.14 | 1.46 | 2.14     |
| 437.1                    | 418.2 | 444.3 | 2.14                 | 1.95 | 1.51 | 2.14     |
| 259.3                    | 258.9 | 130.8 | 2.14                 | 1.68 | 1.75 | 2.14     |
| 423.8                    | 222.3 | 319.2 | 1.77                 | 1.66 | 2.13 | 2.13     |
| 262.7                    | 275.6 | 172.2 | 2.12                 | 1.53 | 1.96 | 2.12     |
| 459.9                    | 373.4 | 456.8 | 1.75                 | 1.75 | 2.12 | 2.12     |
| 463.7                    | 427.2 | 328.8 | 2.12                 | 1.48 | 1.68 | 2.12     |
| 337.3                    | 332.2 | 348.1 | 1.64                 | 2.12 | 1.68 | 2.12     |
| 416.6                    | 366.9 | 488.7 | 1.62                 | 1.78 | 2.11 | 2.11     |
| 274.4                    | 136.9 | 264.6 | 1.68                 | 1.61 | 2.11 | 2.11     |
| 227.4                    | 195.7 | 146.8 | 2.11                 | 1.78 | 1.88 | 2.11     |
| 466.8                    | 365.2 | 454.7 | 1.73                 | 1.78 | 2.11 | 2.11     |
| 248.8                    | 336.4 | 388.1 | 1.86                 | 2.10 | 1.48 | 2.10     |
| 288.6                    | 348.6 | 386.8 | 2.10                 | 1.82 | 1.43 | 2.10     |
| 117.2                    | 178.4 | 112.8 | 2.09                 | 1.77 | 1.54 | 2.09     |
| 285.4                    | 356.3 | 404.7 | 1.84                 | 2.09 | 1.54 | 2.09     |
| 255.1                    | 228.4 | 197.4 | 2.08                 | 1.86 | 1.65 | 2.08     |
| 232.6                    | 226.6 | 316.1 | 1.61                 | 2.08 | 1.72 | 2.08     |
| 266.4                    | 227.5 | 127.6 | 2.08                 | 1.38 | 1.71 | 2.08     |
| 449.5                    | 419.0 | 369.1 | 2.08                 | 1.67 | 1.80 | 2.08     |
| 122.3                    | 331.4 | 210.6 | 1.75                 | 2.08 | 1.36 | 2.08     |
| 437.4                    | 312.4 | 335.6 | 1.50                 | 1.48 | 2.08 | 2.08     |
| 116.9                    | 163.6 | 265.8 | 1.70                 | 1.86 | 2.08 | 2.08     |
| 478.8                    | 473.7 | 337.8 | 2.08                 | 1.73 | 1.67 | 2.08     |
| 74.3                     | 221.3 | 123.7 | 1.50                 | 2.08 | 1.61 | 2.08     |

¿Cual es la media de la distribución y cual es la desviación estándar? Cual es el sobre voltaje estadístico de maniobra.

### Problema #5

El voltaje de *critical flashover* de un bushing es de 7602 kV para impulsos de sobre tensión atmosférica de polaridad positiva; la desviación estándar es de 6%. Durante el curso de un gran numero de pruebas; cual es la probabilidad de que un *flashover* ocurra por debajo de 700 kV?

### Problema #6

El bushing del Problema #5 es sujeto a sobretensiones de maniobra dos veces al día. El esfuerzo ashi desarrollado es caracterizado por un esfuerzo medio de 600 kV y una desviación estándar de 9%. En el promedio, cuan frecuentemente ocurrirá un *flashover*?

## Referencias Documentales

[1] Allan Greenwood. *Electrical Transient in power Systems*. Willey-Intercience. Canada. 1971.