

VIAKON®

Innovamos con energía

**El fabricante de conductores
más grande de México**

Boletín Técnico

ST002

Febrero 2026

**Regulación
de tensión en
instalaciones
eléctricas**

**Cálculo de
caída de
tensión**

**Cálculo de
regulación de
tensión**

REGULACIÓN DE TENSIÓN EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Uno de los aspectos importantes al dimensionar los conductores eléctricos que forman parte de una instalación eléctrica, luego del cumplimiento de la capacidad de conducción de corriente (ampacidad), es el porcentaje de caída de tensión, denominado también en el ámbito técnico como Porcentaje de Regulación.

La caída de tensión se produce por una resistencia que tiene el alambre en su recorrido por una línea [1]. El calibre o sección de un conductor requerido para una aplicación específica se determina mediante tres cálculos:

1. Por la corriente requerida por la carga.
2. Por la caída de tensión permisible.
3. Por la corriente de cortocircuito que pudiera recorrer el conductor.

La regulación de tensión de un circuito eléctrico es el incremento de tensión en el extremo de recepción, el cual se expresa como un porcentaje de la tensión a plena carga, cuando se retira la carga a un cierto factor de potencia, mientras que la tensión en el extremo de envío permanece constante.

La finalidad de calcular y conocer la regulación del sistema es vigilar y garantizar que no se excedan los valores permisibles de operación (máximo y mínimo), propios de los aparatos que se van a conectar al sistema.

En el presente boletín se dan a conocer los fundamentos técnicos y los conceptos teóricos involucrados en el cálculo del porcentaje de caída de tensión en instalaciones eléctricas.

CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión en el conductor se origina debido a la resistencia eléctrica al paso de la corriente. Esta resistencia depende de la longitud del circuito, el material del conductor, el calibre y la temperatura de operación del conductor.

El calibre seleccionado debe verificarse por la caída de tensión en la línea de la siguiente manera:

$$\Delta V = I \times l \times Z$$

Donde:

- ΔV Caída de tensión.
 I Corriente en A.
 l Longitud del circuito en km.
 Z Impedancia en Ω/km .

Con base en la NOM-001-SEDE-2012 [2], los conductores de circuitos derivados que se definen en el Artículo 100, dimensionados para evitar una caída de tensión mayor que el 3 % en la salida más lejana que alimente a cargas de calefacción, de fuerza, de alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión combinada de los circuitos alimentadores y de los circuitos derivados hasta el contacto más lejano no supere 5 %, proporcionarán una razonable eficiencia de funcionamiento.

Cálculo de la impedancia (Z)

El valor de la Impedancia (Z) se debe calcular con la siguiente fórmula:

$$Z = \sqrt{(R \cos \varphi)^2 + (X_L \sin \varphi)^2}$$

Donde:

- Z Impedancia.
 R Resistencia en corriente alterna del conductor.
 X_L Reactancia inductiva.
 φ Ángulo del factor de potencia del circuito.

Dicha fórmula está en función de los parámetros de resistencia del material del conductor y la reactancia que va a tener el conductor dependiendo del arreglo o acomodo que se tenga.

La resistencia eléctrica (R) se tiene que llevar a una resistencia en corriente alterna a 90 °C.

Nota: Regularmente la resistencia la vamos a encontrar referida en corriente directa, a 20 °C o 25 °C y esto depende de cada fabricante o manuales de consulta.

Cálculo de la resistencia eléctrica a 90 °C en c.a.

Para poder calcular la resistencia eléctrica en c.a., primeramente, debemos conocer la resistencia eléctrica en c.d. a 90 °C en donde aplicaremos la siguiente expresión:

$$R_{CD-90} = R_{CD-20}(1 + \alpha\Delta T) \quad \Omega/\text{km}$$

Donde:

R_{CD-20} es la resistencia eléctrica a 20 °C en c.d.
 α es la constante del material del conductor:
 para el cobre = 0.00393.
 para el aluminio = 0.00405.

ΔT es la diferencia de temperaturas referida a la temperatura máxima de operación del conductor.

Los valores de R_{CD-20} se pueden consultar en la NMX-J-012-ANCE [3] para cobre y en la NMX-J-032-ANCE [4] para aluminio, el valor de la constante $(1+\alpha \Delta T)$ se establecen como un factor (f) de corrección en la Tabla 1 siguiente:

Tabla 1 – Factores de corrección por temperatura (f) para el cálculo de resistencias de conductores eléctricos (continúa) [5]

Temperatura del conductor en °C	Cobre	Aluminio
0	0.9216	0.9191
5	0.9416	0.9398
10	0.9615	0.9596
15	0.9803	0.9803
20	1.0000	1.0000
25	1.0204	1.0204
30	1.0395	1.0405
35	1.0593	1.0604
40	1.0787	1.0810
45	1.0989	1.1013
50	1.1185	1.1210
55	1.1376	1.1415
60	1.1507	1.1614
65	1.1765	1.1820
70	1.1961	1.2019
75	1.2165	1.2224
80	1.2360	1.2422
85	1.2562	1.2626
90	1.2755	1.2820

Conociendo el valor de R_{CD-90} ya podemos entonces calcular la resistencia eléctrica en corriente alterna a 90 °C con la siguiente expresión.

$$R_{CA90} = R_{CD-90} \times \text{factor de conversión } \Omega/\text{km}$$

El factor de conversión se indica de acuerdo con la Tabla 2 según sea para el caso A o caso B:

Tabla 2 – Relación de resistencia c.a/c.d para conductores de cobre y aluminio a una frecuencia de 60 Hz. Cableado concéntrico normal (continúa) [5]

Calibre del Conductor AWG o kcmil	CASO A		CASO B	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
3 y menores	1.000	1.000	1.00	1.00
2	1.000	1.000	1.01	1.00
1	1.000	1.000	1.01	1.00
1/0	1.001	1.000	1.02	1.00
2/0	1.001	1.001	1.03	1.00
3/0	1.002	1.001	1.04	1.01
4/0	1.004	1.001	1.05	1.01
250	1.005	1.002	1.06	1.02
300	1.006	1.003	1.07	1.02
350	1.009	1.004	1.08	1.03
400	1.011	1.005	1.10	1.04
500	1.018	1.007	1.13	1.06
600	1.025	1.010	1.16	1.08
750	1.039	1.015	1.21	1.11
1 000	1.067	1.026	--	1.19
1 250	1.102	1.040	--	1.27
1 500	1.142	1.058	--	1.36
1 750	1.185	1.079	--	1.46
2 000	1.233	1.100	--	1.56
2 500	1.326	---	--	--
Caso A:				
- Conductor monofásico sin pantalla metálica, instalados en aire o en ductos metálicos.				
- Conductor monofásico con pantalla metálica y cubierta, instalados en ductos no metálicos.				
Caso B:				
- Cables trifásicos con pantalla metálica.				
- Dos o múltiplo de dos conductores monofásicos sin pantalla, instalados en ducto metálico.				

Cálculo de la reactancia inductiva

Para el cálculo de la reactancia inductiva ocuparemos la siguiente expresión:

$$X_L = 2 \pi f L$$

Donde:

- X_L Reactancia inductiva (Ω/km).
- f Frecuencia: 60 Hz.
- L Inductancia (H/km).

Para el cálculo de la inductancia (L) se debe ocupar la fórmula siguiente:

$$L = 2 \times 10^{-4} L_n \frac{DMG}{RMG}$$

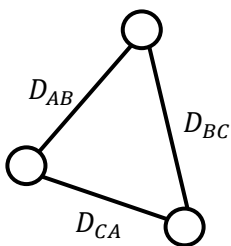
Donde:

L Inductancia (H/km).
 DMG Distancia media geométrica (mm).
 RMG Radio medio geométrico (mm).

Para conocer el valor de la distancia media geométrica (DMG) y el radio medio geométrico (RMG) se debe considerar lo siguiente:

DMG : Para el cálculo de la distancia media geométrica se consideran las siguientes fórmulas con sus diferentes arreglos:

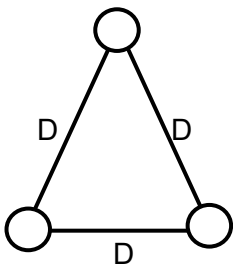
a) Disposición en triángulo.



$$DMG = \sqrt[3]{D_{AB} \times D_{BC} \times D_{CA}}$$

$$D_{AB} \neq D_{BC} \neq D_{CA}$$

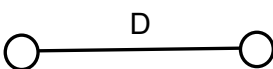
b) Disposición en triángulo equilátero



$$DMG = \sqrt[3]{D \times D \times D}$$

$$DMG = D$$

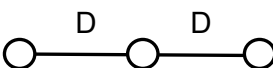
c) Disposición plana, 2 conductores.



$$DMG = \sqrt[2]{D \times D}$$

$$DMG = D$$

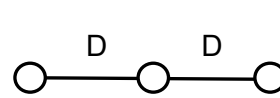
d) Disposición plana, 3 conductores.



$$DMG = \sqrt[3]{D \times D \times 2D}$$

$$DMG = \sqrt[2]{2} D = 1.26 D$$

e) Disposición plana, 3 conductores.



$$DMG = \sqrt[3]{D \times D \times 2D}$$

$$DMG = \sqrt[2]{2} D = 1.26 D$$

RMG : Va a ser igual al diámetro exterior del conductor desnudo, entre 2 y el resultado multiplicarlo por el factor RMG de la Tabla 3 el cual refiere al número de hilos con los cuales cuenta el conductor en un acabado comprimido y este valor se especifica normalmente en la ficha técnica del fabricante del cable.

Nota: Para conocer el diámetro exterior comprimido puede consultarse la NMX-J-012-ANCE para cobre y NMX-J-032-ANCE para aluminio de una aleación 1350, pueden aplicar otras normas de acuerdo con el tipo de conductor.

Tabla 3 – Radio Medio Geométrico de conductores más usuales, de un solo conductor

Construcción del Conductor	RMG
Alambre sólido	0.779 r (1)
7 hilos	0.726 r
19 hilos	0.758 r
37 hilos	0.768 r
61 hilos	0.772 r

Nota: 1) r = radio del conductor (mm)

REGULACIÓN DE TENSIÓN

Hasta este punto ya conocemos la caída de tensión en donde sustituyendo valores con la fórmula de regulación de tensión podremos conocer el porcentaje que tenemos con base en los requerimientos de la NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización).

$$\text{Regulación} = \frac{\Delta V}{V_n} \times 100 \%$$

Donde:

ΔV Caída de Tensión.
 V_n Tensión Nominal.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Pedro Camarena M., Manual práctico de instalaciones eléctricas. 1984.
- [2] NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización).
- [3] NMX-J-012-ANCE-2019, Conductores – Conductores de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos – Especificaciones.
- [4] NMX-J-032-ANCE-2022, Conductores - Cable de aleación de aluminio 1350 con cableado concéntrico, para usos eléctricos - Especificaciones.
- [5] J. Luna Castillo and M. Martínez Arteaga, Fundamentos legales, manual de peritos en instalaciones eléctricas. Cables de energía para distribución subterránea I. 1993.

VIAIKON[®]

Innovamos con energía

