

TECNOLOGÍA ELÉCTRICA. UNIDAD DIDÁCTICA 5

CONCEPTOS BÁSICOS A RETENER Y PROBLEMAS RESUELTOS

1.- PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

Caída de tensión: diferencia entre los módulos de las tensiones en los extremos de la línea. Se expresa como % de la tensión nominal

$$\Delta U = (U_0 - U_C)/U_{\text{nom}}$$

donde el subíndice 0 indica los parámetros en el origen de la línea y el subíndice C los parámetros al final de la línea (carga)

La tensión en el origen se puede determinar a partir de la siguiente expresión:

$$\bar{U}_0 = (R+jX) \cdot \bar{I}_L - \varphi + \bar{U}_C \angle 0^\circ = (U_C + RI \cos \varphi) - j(XI \sin \varphi)$$

en la que se caracteriza a la línea mediante su resistencia R y su inductancia X. En los circuitos trifásicos esta expresión es la solución del monofásico equivalente.

Considerando $R \gg X$ y la expresión de la resistencia en función de sus características (resistividad ρ , longitud l y sección S), se obtienen las siguientes expresiones para la caída de tensión de una línea:

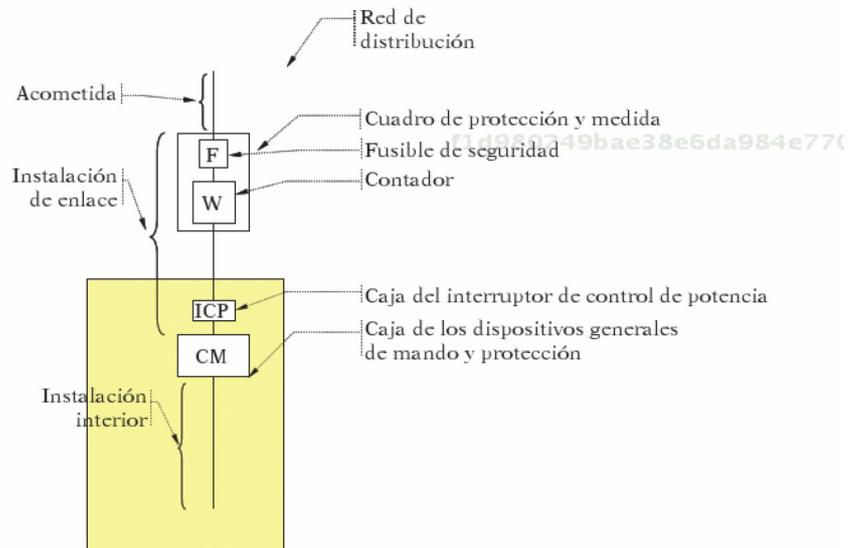
Línea Monofásica	Línea Trifásica
$\Delta U/U_{\text{nom}} (\%) = 100 \cdot (I \cos \varphi / U_{\text{nom}}) \cdot (\rho 2l / S)$	$\Delta U/U_{\text{nom}} (\%) = 100 \cdot (\sqrt{3} I \cos \varphi / U_{\text{nom}}) \cdot (\rho l / S)$

Rendimiento: relación entre la potencia activa entregada a la carga y la inyectada al inicio de la línea

$$\eta = P_c / P_0 (\%) \quad \text{donde } P_0 = P_c + P_l \quad \text{siendo } P_l \text{ las pérdidas de potencia activa en la línea}$$

2.- CÁLCULO DE LAS SECCIONES DE LOS CONDUCTORES ELÉCTRICOS

En primer lugar hay que conocer las partes de una instalación eléctrica de Baja Tensión que son el tipo de instalaciones con las que vamos a trabajar a lo largo de la asignatura. En la siguiente figura se muestra un esquema básico:



esquema general de una instalación eléctrica de BT (Fuente: Fundamentos de Tecnología Eléctrica. UNED)

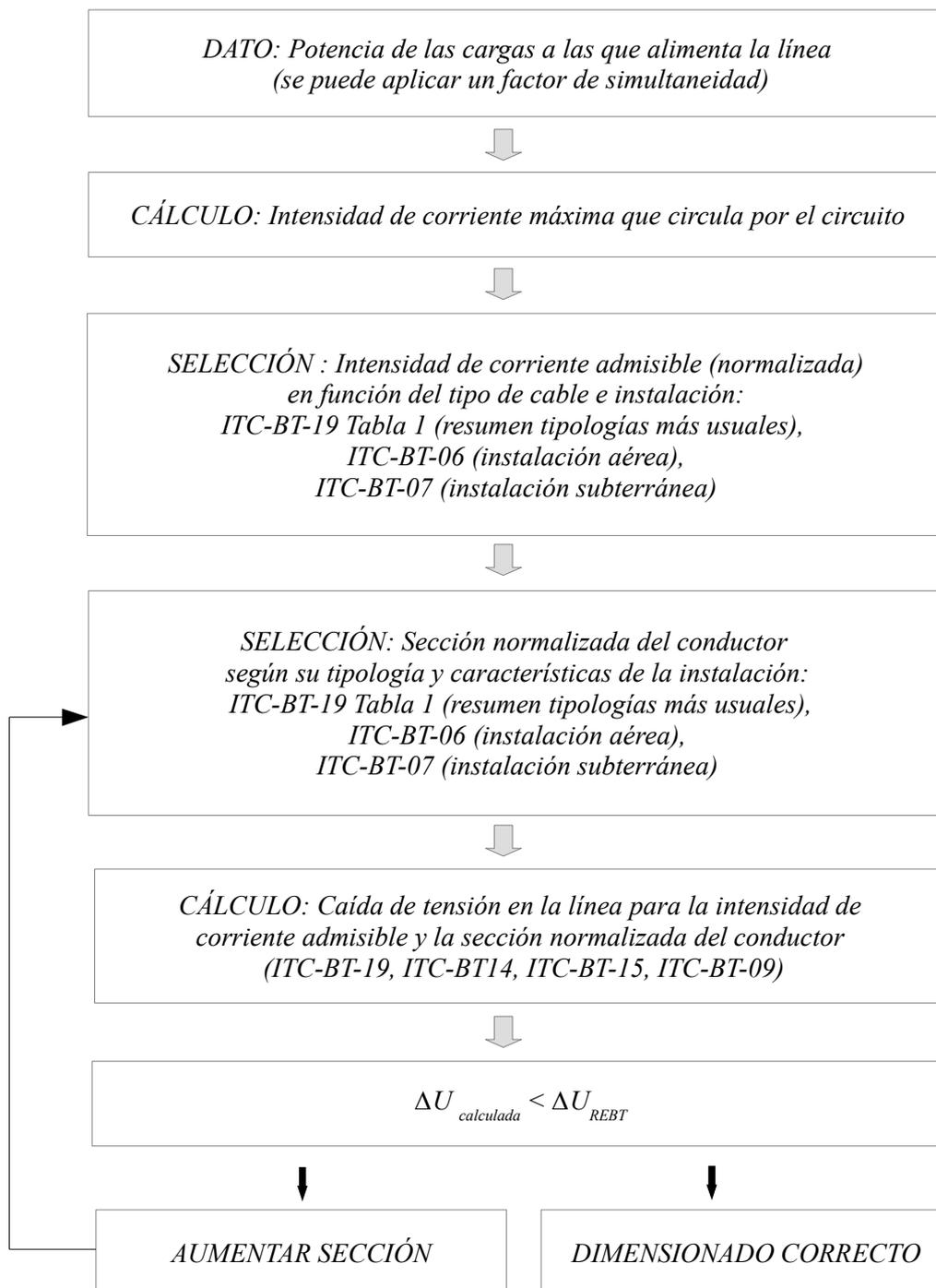
En función del uso de la instalación y de la parte a la que pertenecen se tendrán en cuenta unas determinadas consideraciones para el dimensionado de los conductores, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT). Existen diversas metodologías de cálculo para realizar el dimensionado de los cables eléctricos, aunque los criterios más empleados son:

- máxima de caída de tensión admisible: según este criterio, la sección del conductor debe ser tal que la mayor caída de tensión que se produzca en cualquier punto del circuito sea menor que el valor fijado por el REBT (en % de la tensión nominal) para ese tipo de instalación.
- máxima intensidad de corriente admisible: según este criterio, la sección del conductor debe ser tal que admita, sin destrucción o deterioro de las características del cable, el paso de la máxima corriente prevista y que, en servicio nominal, ningún punto del cable esté por encima de la temperatura admisible de servicio.

Las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión que se van a emplear para el dimensionado de la sección de los cables eléctricos son las siguientes (disponibles en la sección de Material Complementario y Biblioteca Digital del Aula).

ITC-BT-06	REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN
ITC-BT-07	REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN
ITC-BT-09	INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR
ITC-BT-14	INSTALACIONES DE ENLACE. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN
ITC-BT-15	INSTALACIONES DE ENLACE. DERIVACIONES INDIVIDUALES
ITC-BT-19	INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS. PRESCRIPCIONES GENERALES

Metodología de cálculo empleando ambos criterios



3.- PROBLEMAS RESUELTOS

P1.- Calcular la sección que ha de tener un cable de cobre de aislamiento XLPE, en instalación tipo A de 100 metros en cuyo extremo se situará una carga trifásica de 30 kW, factor de potencia 0,8 alimentada a una tensión de línea de 300 V. ($\rho_{Cu a 40^\circ} = 0,018 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$)

En primer lugar calculamos la intensidad de línea sabiendo que:

$$P_t = \sqrt{3}U_l I \cos\varphi \quad \text{luego} \quad I = 30000/(\sqrt{3}*300*0,8) = 72,17 \text{ A}$$

Consultando la Tabla 1 de la Instrucción Técnica 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, vemos que para un cable de cobre con aislamiento XLPE en una instalación tipo A, la intensidad máxima normalizada superior a 72,17 A es 84 A, que se corresponde con una sección mínima de 25 mm²

Comprobamos si esa sección cumple con el criterio de la caída de tensión:

$$\Delta U/U_{nom} (\%) = 100*(\sqrt{3}I \cos\varphi/U_{nom})*(\rho l/S) = 100*(\sqrt{3}*84*0,8/300)*(0,018*100/25) = 2,7 \% < 5\%$$

que nos marca el apartado 2.2.2 de la ITC-BT-19 para instalaciones interiores receptoras de otros usos

P2.- Una instalación monofásica de tipo C dispone de un cable bipolar de PVC (dos conductores juntos) de 20 metros de longitud y 2,5 mm² de sección. Determine cual será la potencia máxima que se puede instalar, considerando 1 el factor de potencia y la tensión de alimentación de 220 V.

Consultando en la Tabla 1 de la ITC-BT-19, para la tipología de instalación y una sección de 2,5 mm² se tiene una intensidad máxima admisible de 22 A.

Calculamos la intensidad máxima asociada al criterio de caída de tensión máxima y seleccionaremos la intensidad más restrictiva para el cálculo de la potencia. Por el criterio de máxima tensión:

$$\Delta U_{max} = 5\% \text{ (instalaciones receptoras de otros usos)} * 220 = 11 \text{ V}$$

$$I_{max} = \Delta U_{max} / R_l \quad \text{siendo la resistencia de línea } R_l = \rho l/S = 0,018*20/2,5 = 0,288 \Omega$$

$$I_{max} = \Delta U_{max} / R_l = 11/0,288 = 38,19 \text{ A}$$

Como es más restrictiva la intensidad obtenida por el criterio de máxima intensidad admisible, la potencia máxima que se puede instalar será:

$$S = U*I = 220*22 = 4840 \text{ VA}$$

P3.- Determinar la intensidad admisible para cada línea de un conjunto de dos líneas de aluminio, tetrapolares, de 35 mm² de sección con aislamiento de PVC para 1 kV, instaladas enterradas en tubos independientes de PVC, con una separación de 7 cm entre tubos, en arena seca a 20 °C (resistividad arena seca 1,4 Km/W)

Como la instalación es enterrada empleamos la ITC-BT-07 (apartado 3). Según la tabla 4, para cable

tetrapolar de Al con aislamiento de PVC y sección 35 mm^2 la intensidad máxima admisible es de 120 A. A esta intensidad hay que aplicarle los siguientes coeficientes de corrección, ya que los valores de la tabla 4 son para:

T del terreno 25 °C

Profundidad de la instalación 0,7 m

Resistividad térmica del terreno 1 Km/W

Un solo cable en la zanja

Y las características de la instalación son:

T del terreno 20 °C

Profundidad de la instalación: no la conocemos suponemos 0,7 m

Resistividad térmica del terreno 1,4 Km/W

Dos cables en la zanja separados 7 cm en tubos independientes de PVC

Los coeficientes de corrección son (apartado 3.1.2.2 de la ITC-BT-07)

Para una T de terreno 20 °C $k = 1,05$ (tabla 6)

Para una resistividad térmica de 1,4 Km/W $k' = 0,89$ (tabla 7)

Por instalar dos cables en la misma zanja a una distancia de 7 cm $k'' = 0,85$ (tabla 8)

Por estar entubados los cables 0,8 (apartado 3.1.3, cable tripolar (o tetrapolar en este caso) en un tubo)

*Luego la $I_{\text{admisible}} = 120 * 1,05 * 0,89 * 0,85 * 0,8 = 76,25 \text{ A}$*