**ANEXO B2 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES**

**B.2 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES**

**B.2.1 CATENARIA**

**B.2.1.1 Curva de equilibrio de un hilo**

El conductor tendido entre dos apoyos adquiere la forma de una catenaria.

Se define la catenaria como la línea de equilibrio de un hilo pesado homogéneo, totalmente flexible, imaginado suspendido entre dos puntos y sometido a una fuerza constante por unidad de longitud (p).

La curva de equilibrio de este hilo vendrá dada por la ecuación de la catenaria:

con:

donde:

y: Coordenada en el eje “y” del hilo (m).

x: Coordenada en el eje “x” del hilo (m)

C: Parámetro de la catenaria (m).

To: Tensión en el vértice de la catenaria (daN).

p: Fuerza por unidad de longitud o peso unitario aparente del hilo (daN/m).

La catenaria se encontrará contenida en un plano paralelo a la fuerza por unidad de longitud.

La ecuación de la catenaria estará referida a un sistema de coordenadas cartesiano ortogonal donde el eje “y” es paralelo a la dirección de la fuerza por unidad de longitud (p).

**Figura 1. Curva de equilibrio de un hilo**



**B.2.1.2 Cálculo de tensiones**

La proyección horizontal de la tensión (Tx) en cualquier punto de la curva es constante e igual a la tensión del punto de tangencia horizontal (T0) que se denominará vértice de la catenaria.

siendo:

Tx: Tensión mecánica en cualquier punto de la catenaria (daN).

α: Ángulo formado por la tensión del conductor Tx y su componente horizontal T0 (°).

La tensión mecánica a que se ve sometido un conductor en un punto determinado de la catenaria vendrá dada por la siguiente expresión:

donde:

T: Tensión del conductor (daN).

To: Componente horizontal de la Tensión en el punto tangencial a la catenaria (daN).

C: Parámetro de la catenaria (m).

x: Coordenada en el eje “x” del cable (m).

La dirección de esta tensión en cualquier punto será tangente a la catenaria.

La tensión en el punto medio de un vano no nivelado vendrá dado por la siguiente expresión:

con:

siendo:

Tm: Tensión mecánica en el conductor en el punto medio del vano (daN).

To: Componente horizontal de la Tensión en el punto tangencial a la catenaria (daN).

C: Parámetro de la catenaria (m).

xm: Coordenada en el eje “x” del punto medio del vano (m).

a: Longitud del vano (m).

b: Desnivel del vano, medido en la dirección vertical (m).

**B.2.1.3 Cálculo de flechas**

La flecha para un vano nivelado viene dada por la siguiente expresión:

La flecha para un vano no nivelado se calculará por medio de la siguiente fórmula:

donde:

f: Flecha (m).

Tm: Tensión del conductor en el punto medio del vano (daN).

p: Peso unitario aparente del conductor (daN/m).

a: Longitud del vano (m).

C: Parámetro de la catenaria (m).

**Figura 2. Flecha del conductor (Apoyos a distinto nivel)**



**B2.2 ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES**

**B.3.2.1 Generalidades**

La ecuación del cambio de condiciones permite calcular la tensión a que estará sometido un cable en unas condiciones determinadas (finales) de temperatura y sobrecarga, partiendo de una tensión hallada previamente para unas condiciones iníciales (condiciones de partida).

La ecuación de cambio de condiciones, para un vano ideal de regulación dado, es la siguiente:

La flecha, para las condiciones finales, viene dada por:

siendo:

T02: Componente horizontal de la tensión del conductor en las condiciones finales (daN).

T01: Componente horizontal de la tensión del conductor en las condiciones iníciales (daN).

f2: Flecha del conductor, en el vano regulador, en condiciones finales (m).

α: Coeficiente de dilatación del conductor (ºC-1).

θ2: Temperatura del conductor en las condiciones finales (ºC).

θ1: Temperatura del conductor en las condiciones iníciales (ºC).

ST: Área de la sección transversal total del conductor (mm2).

E: Módulo de elasticidad del conductor (daN/mm2).

ar: Longitud del vano ideal de regulación (m).

p1: Peso unitario aparente del conductor en las condiciones iníciales (daN/m).

p2: Peso unitario aparente del conductor en las condiciones finales (daN/m).

k: Factor de Truxá (apartado 8.4 de la Memoria)

**B.2.2.2 Método de resolución (Cardano-Bombelli)**

La resolución de la ecuación de del cambio de condiciones se puede hacer por el procedimiento que se indica a continuación:

1. Presentarla como una ecuación de tercer grado en la forma

siendo

1. Calcular los valores intermedios
2. Obtener su única raíz real y positiva

* Si Q3 + R2> 0
* Si Q3 + R2< 0

**B.2.2.3 Tablas de regulación (método exacto)**

Las tablas de regulación indican las flechas y tensiones con las que debe ser instalado el cable en función de la temperatura ambiente y sin actuar sobrecarga alguna.

Las flechas de cada vano del cantón se determinarán la mediante la siguiente expresión:

siendo:

fi: Flecha de instalación del conductor para el vano i del cantón (m).

Tmi: Tensión del conductor en el punto medio del vano i (daN)

p: Peso unitario aparente del conductor (daN/m).

ai: Longitud del vano individual i (m)

T0: Componente horizontal de la tensión del conductor, correspondiente al vano ideal de regulación (daN).

La componente horizontal de la tensión en cada cantón se calculará mediante la ecuación de cambio de condiciones, para el vano ideal de regulación correspondiente.