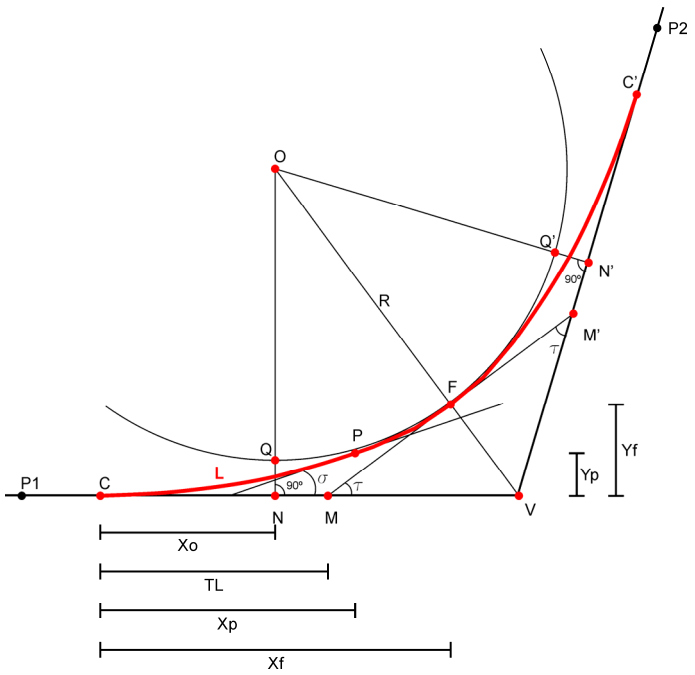
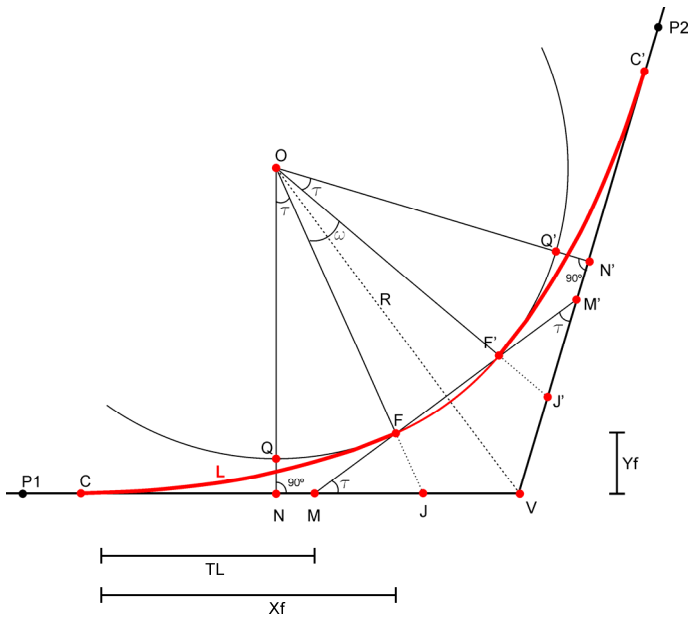


Pizarra:

Las opciones de cálculo implementadas se corresponden con las siguientes figuras:



OPCIÓN 1: Clotoide de Vértice



OPCIÓN 2: Clotoide-Circular-Clotoide

[$P1 \Rightarrow$ Punto perteneciente a la alineación de entrada]

[$P2 \Rightarrow$ Punto perteneciente a la alineación de salida]

[$V \Rightarrow$ Punto Vértice]

[$P \Rightarrow$ Punto cualquiera perteneciente al desarrollo de la curva]

[$R \Rightarrow$ Radio de la circular]

Pizarra:

OPCIÓN 1: Diseño, obtención de coordenadas y datos para replanteo de puntos de una clotoide de vértice, conociendo 3 puntos que determinan las alineaciones (incluido el vértice) y el radio final de la clotoide.

Para este caso el modo de operar será el siguiente:

1. En primer lugar se procede a calcular el ángulo en el vértice (V) a partir de las coordenadas de P1, P2 y V

$$V = \theta_V^{P1} - \theta_V^{P2}$$

Conocido el ángulo en el vértice es posible calcular el ángulo (τ) como el complementario a $V/2$.

2. Calculado τ y conocido el valor del radio R, podemos calcular el valor del desarrollo de la clotoide (L) y el parámetro (A) como:

$$L = \tau \cdot 2 \cdot R$$

$$A = \sqrt{R \cdot L}$$

3. Calculado L y conocidos el valor de R, podemos calcular los valores de (X,Y), abscisa y ordenada respectivamente de "F" respecto de la alineación CV:

$$X = L - \frac{L^5}{10 \cdot (2RL)^2} + \frac{L^9}{216 \cdot (2RL)^4} - \frac{L^{13}}{9360 \cdot (2RL)^6} + \dots$$

$$Y = \frac{L^3}{3 \cdot (2RL)} + \frac{L^7}{42 \cdot (2RL)^3} - \frac{L^{11}}{1320 \cdot (2RL)^5} + \frac{L^{15}}{75600 \cdot (2RL)^7} + \dots$$

4. A continuación se calculan los valores para las tangentes larga y corta:

$$\overline{CM} = T_L = X - \frac{Y}{\tan \tau}$$

$$\overline{FM} = T_C = \frac{Y}{\sin \tau}$$

5. Pueden calcularse ya los valores para las tangentes de entrada y salida:

Pizarra:

$$\overline{VC} = \overline{VC'} = T_E = T_S = \overline{CM} + \overline{MV} = T_L + \frac{\overline{VF}}{\text{sen } \tau}$$

Donde

$$\overline{VF} = \frac{Y_F}{\text{sen} \frac{V}{2}}$$

6. Conocido el valor de las tangentes y los acimutes pueden calcularse las coordenadas de los puntos de tangencia C y C'.

$$x_C = x_V + \overline{VC} \text{sen } \theta_V^{P1}$$

$$y_C = y_V + \overline{VC} \text{cos } \theta_V^{P1}$$

$$x_{C'} = x_V + \overline{VC'} \text{sen } \theta_V^{P2}$$

$$y_{C'} = y_V + \overline{VC'} \text{cos } \theta_V^{P2}$$

7. Para un punto P cualquiera del desarrollo de la clotoide definido por su PK, se determina a qué rama de la clotoide pertenece (desde la entrada a la misma), y a continuación el valor del desarrollo correspondiente (l). El valor del radio "r" puede obtenerse a partir de la expresión:

$$R \cdot L = r \cdot l$$

Puesto que R, L y l son conocidos.

- El ángulo θ para el punto "P" se obtiene:

$$\theta = \frac{l}{2 \cdot r}$$

- Conocido el ángulo θ pasamos a calcular las coordenadas (x,y) del punto "P" sobre la alineación CV:

$$x = l - \frac{l^5}{10 \cdot (2RL)^2} + \frac{l^9}{216 \cdot (2RL)^4} - \frac{l^{13}}{9360 \cdot (2RL)^6} + \dots$$

Pizarra:

$$y = \frac{l^3}{3 \cdot (2RL)} + \frac{l^7}{42 \cdot (2RL)^3} - \frac{l^{11}}{1320 \cdot (2RL)^5} + \frac{l^{15}}{75600 \cdot (2RL)^7} + \dots$$

8. Con las coordenadas (x,y) obtenidas pueden calcularse tanto la distancia entre C y P, como el ángulo (α) que en "C" que forman las alineaciones CP y CP', y por tanto las coordenadas de "P".

$$x_p = x_c + \overline{CP} \operatorname{sen} \theta_c^p$$

$$y_p = y_c + \overline{CP} \operatorname{cos} \theta_c^p$$

9. Para determinar los datos de replanteo desde una base exterior a la alineación, se calcula el azimut y la distancia a través de las coordenadas de la base y del punto p determinado previamente (ver pizarras de topografía básica).

OPCIÓN 2: Diseño, obtención de coordenadas y datos para replanteo de puntos de una clotoide-circular-clotoide, conociendo 3 puntos que determinan las alineaciones (incluido el vértice) y el radio de la circular.

1. Para calcular el ángulo V se procede de forma similar a la opción 1 (restando los acimutes determinados por las alineaciones).

2. Para determinar ω se parte del desarrollo de circular dado y del radio de la misma:

$$\omega = \frac{DesCir}{R}$$

3. Una vez que se conoce ω se puede determinar el ángulo τ :

$$\tau = 100 - \left(\frac{\omega}{2} + \frac{\hat{V}}{2} \right)$$

4. De forma a los puntos 2,3 y 4 se determinan los parámetros de la clotoide.

5. Para determinar las tangentes, se tendrá en cuenta el punto J.

$$\overline{VC} = \overline{CM} + \overline{MJ} + \overline{JV} = X_p + Y_p \cdot \tan(\tau) + \overline{JV}$$

Donde:

Pizarra:

$$\overline{JV} = \overline{OJ} \cdot \frac{\text{sen} \frac{\omega}{2}}{\text{sen} \frac{\hat{V}}{2}} = \left(R + \frac{Y_F}{\cos \tau} \right) \cdot \frac{\text{sen} \frac{\omega}{2}}{\text{sen} \frac{\hat{V}}{2}}$$

6. Conocido el valor de las tangentes y los acimutes pueden calcularse las coordenadas de los puntos de tangencia C y C'.

$$x_C = x_V + \overline{VC} \text{sen} \theta_V^{P1}$$

$$y_C = y_V + \overline{VC} \cos \theta_V^{P1}$$

$$x_{C'} = x_V + \overline{VC'} \text{sen} \theta_V^{P2}$$

$$y_{C'} = y_V + \overline{VC'} \cos \theta_V^{P2}$$

7. Para un punto P cualquiera definido por su PK desde la tangente de entrada, se determina a qué rama de la clotoide o de la circular pertenece (desde la entrada a la misma y en función de los desarrollos calculados). El cálculo de las coordenadas del punto se realizará de forma análoga al punto 7 de la opción 1 o desde el centro de la circular si su desarrollo correspondiera a la misma (ver pizarras de circulares). En el caso de la circular, el cálculo del punto central (O) se puede realizar desde V o desde las tangentes de entrada o salida.

8. Para determinar los datos de replanteo desde una base exterior a la alineación, se calcula el azimut y la distancia a través de las coordenadas de la base y del punto p determinado previamente (ver pizarras de topografía básica).