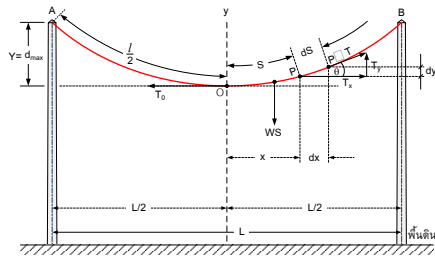


หน่วยที่ 6

การคำนวณหาระยะหย่อนและแรงดึงของสายส่งกำลังไฟฟ้า Unit 6 The calculation of Sag and Tension

6.1 ระยะหย่อนและแรงดึงของสายส่งกรณีเสาไฟฟ้าอยู่ระดับเดียวกัน



รูปที่ 6.1 ระยะหย่อนและแรงดึงสายส่งกรณีเสาไฟฟ้าอยู่ระดับเดียวกัน

1

6.1.1 การคำนวณด้วยวิธีคาทีนารี (Catenary method)

จากรูปที่ 6.1 กำหนดให้

- T_O = แรงดึงของสายในแนวราบที่จุด O (kg)
- T = แรงดึงของสายบนหัวเสา (kg)
- T_y = แรงดึงของสายตามแนวตั้ง (kg)
- T_x = แรงดึงของสายตามแนวนอน (kg)
- W = น้ำหนักของสายต่อความยาว (kg/m)
- S = ความยาวของเส้นโค้งระหว่างจุด O และจุด P (m)
- θ = มุมระหว่างเส้นสัมผัสกับแนวราบ (radial)

$$d = \frac{T_O}{W} \left[\cosh \left(\frac{WL}{T_O} \right) - 1 \right]$$

$$T = T_O \cosh \left(\frac{WL}{2T_O} \right)$$

2

6.1.2 การคำนวณด้วยวิธีพาราโบลา (Parabolic method)

$$T = T_O + \frac{W^2 l^2}{2T_O^2} = T_O$$

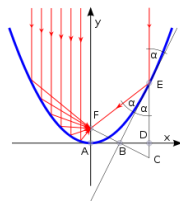
$$L = 2S = 2l + \frac{W^2 l^3}{3T_O^2}$$

$$S = l + \frac{W^2 l^3}{6T_O^2}$$

$$d = \frac{Wl^2}{2T}$$

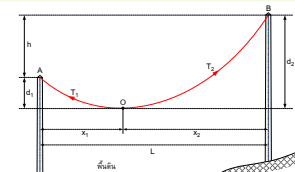
$$y = \frac{Wx^2}{2T}$$

$$d = \frac{WL^2}{8T}$$



3

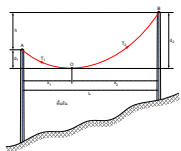
6.2 ระยะหย่อนและแรงดึงของสายส่งกรณีเสาไฟฟ้าอยู่ต่างระดับกัน



รูปที่ 6.2 ระยะหย่อนและแรงดึงสายส่งต่างระดับกัน

- h = ระยะความสูงที่แตกต่างกันระหว่างเสา A และ B (m)
- L = ระยะห่างของเสา (m)
- d_1 = ระยะหย่อนของเสาด้านที่อยู่ต่ำกว่า (m)
- d_2 = ระยะหย่อนของเสาด้านที่อยู่สูงกว่า (m)
- T_1 = แรงดึงบนหัวเสาด้านที่อยู่ต่ำกว่า (kg)
- T_2 = แรงดึงบนหัวเสาด้านที่อยู่สูงกว่า (m)

4



$$d_1 = \frac{Wx_1^2}{2T}$$

$$d_2 = \frac{Wx_2^2}{2T}$$

$$h = d_2 - d_1$$

$$x_2 = \frac{L}{2} + \frac{hT}{WL}$$

$$x_1 = \frac{L}{2} - \frac{hT}{WL}$$

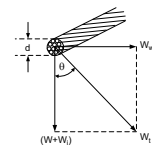
$$T_1 = T_O \cosh \left(\frac{Wx_1}{T_O} \right)$$

$$T_2 = T_O \cosh \left(\frac{Wx_2}{T_O} \right)$$



5

6.3 ผลกระทบของลมและน้ำ



ลมและน้ำที่เกาะบนสายส่งแม้ว่าจะเกิดขึ้นบางช่วงเวลาก็ตาม แต่ในการออกแบบจำเป็นต้องนำมาพิจารณาไว้กับน้ำหนักของสายด้วย โดยถือว่าลมพัดเป็นแรงในแนวราบ (w_x) และน้ำที่เกาะเป็นแรงในแนวตั้ง (w_y) ซึ่งผลลัพธ์ของแรงจะเป็นผลรวมทางเวกเตอร์ (w)

กำหนดให้

- d = เส้นผ่านศูนย์กลางของสาย (mm)
- θ = มุมที่สายเบี่ยงเบนจากแนวดิ่ง (degree)
- W = น้ำหนักของสายต่อความยาว (kg/m)
- W_x = น้ำหนักของน้ำหรือหิมะที่เกาะสายต่อความยาว (kg/m)
- W_y = น้ำหนักของลมหรือหิมะที่เกาะสายต่อความยาว (kg/m)
- W_w = แรงลมปะทะสายต่อความยาว (kg/m)
- v = ความเร็วลม (km/hr)

6

แรงลมที่ปะทะสายตัวนำต่อความยาว 1 m หาได้จาก

$$W_w = 0.45 v^2 d \times 10^{-5} \quad (\text{kg/m})$$

กรณีที่เกิดผลกระทบซึ่งเกิดจากน้ำหนักของน้ำที่เกาะสายส่งและแรงลมที่กระทำต่อสายส่งจะได้น้ำหนักรวมของสายส่ง (W_t) ดังนี้

$$W_t = \sqrt{(W + W_w)^2 + W_w^2} \quad (\text{kg/m})$$



7

6.4 ตัวประกอบความปลอดภัย (Safety factor)

Safety factor จะมีความสัมพันธ์กับความเค้น (Stress) ของสายส่ง 2 ประเภท คือ ค่าความเค้นสูงสุดของสายส่ง (Breaking or Ultimate stress) และค่าความเค้นขณะใช้งานของสายส่ง (Working stress)

$$\text{Safety factor} = \frac{T_B}{T_W}$$

$$T_W = \frac{T}{A}$$

เมื่อ T_B = ความเค้นหรือแรงดึงสูงสุด (kg/cm^2)

T_W = ความเค้นหรือแรงดึงใช้งาน (kg/cm^2)

A = พื้นที่หน้าตัดของสายส่ง (cm^2)

T = แรงดึงของสายส่ง (kg)

โดยทั่วไป Safety factor จะกำหนดให้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 2 เท่านั้นไป

8

ตัวอย่างที่ 6.1 จากรูปที่ 6.1 กำหนดให้ระยะห่างระหว่างเสาเป็น 150 m พื้นที่หน้าตัดของสายส่งเป็น 2 cm^2 , $T_B = 5,000 \text{ kg/cm}^2$, Safety factor = 4 แรงลมที่กระทำต่อสายส่ง 1.5 kg/m และน้ำหนักของสายส่ง 1.98 kg/m จงหาระยะหย่อนของสายส่งที่จุด O

วิธีทำ

.....

ตัวอย่างที่ 6.2 จากรูปที่ 6.1 กำหนดให้ระยะห่างระหว่างเสาเป็น 200 m พื้นที่หน้าตัดของสายส่งเป็น 3.225 cm^2 , $T_B = 2,500 \text{ kg/cm}^2$, Safety factor = 3 , น้ำหนักรวมของสายส่งรวมกับน้ำหนักของน้ำที่เกาะสายส่ง 1.125 kg/m และแรงลมที่กระทำต่อสายส่ง 1.5 kg/m จงหาค่าต่อไปนี้

ก) ระยะหย่อนของสายส่งตามแนวเนียงที่จุด O

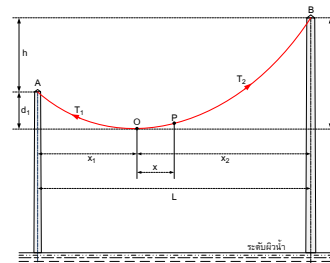
ข) ระยะหย่อนของสายส่งตามแนวนิ่ง

วิธีทำ

.....

9

ตัวอย่างที่ 6.3 จากรูปที่ 6.4 หั้วเสาไฟฟ้า A และ B มีความสูงเหนือผิวน้ำ 30 m และ 50 m ตามลำดับ, ระยะห่างระหว่างเสาเป็น 300 m, แรงดึงของสายส่ง $1,400 \text{ kg}$ และน้ำหนักของสายส่ง 1.5 kg/m จงหาระยะความสูงจากผิวน้ำถึงจุดกึ่งกลางของความยาวสาย



วิธีทำ

.....

10