



การออกแบบระบบส่งจำหน่ายด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ II
COMPUTER AID DESIGN IN OVER HEAD MECHANICAL DESIGN
IN DISTRIBUTION SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

00777๕

ปีการศึกษา 2534

COMPUTER AID DESIGN IN OVER HEAD MECHANICAL
DESIGN IN DISTRIBUTION SYSTEM



- โดย
1. นาย กฤษณ์ เจริญกุล 31-1004
 2. นาย จักรรัตน์ อนิวรรณ 31-1034
 3. นาย จักรวาท เตชวิเศษ 31-1035

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์)

วันที่ เดือน ปี พ.ศ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์

การออกแบบระบบส่งจำหน่ายด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ II

นักศึกษา

1. นาย กฤษณ์ เจริญกุล
2. นาย จักรรัตน์ อนิวรรณ
3. นาย จักราวุธ เดชวิเศษ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ มณฑล ลีลาจินดาไกรฤกษ์

ระดับการศึกษา

ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา

ไฟฟ้ากำลัง

ปีการศึกษา

พ.ศ. 2534

บทคัดย่อ

ในการออกแบบระบบส่งจำหน่ายกำลังไฟฟ้า จะต้องทำการคำนวณแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมที่จะใช้ส่ง จากนั้นก็จะสามารถกำหนดขนาดของสายตัวนำโดยพิจารณาจากแรงดันและค่ากระแส และเลือกความสูงของเสาที่เหมาะสม ตลอดจนระยะ SPAN และ ระยะ SAG ของสายตัวนำ นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาเลือกแบบและจำนวนลูกถ้วยโดยพิจารณาจากแรงดันและลักษณะการติดตั้ง ตลอดจนการคำนวณแรงโมเมนต์ที่กระทำบนเสาและ CROSS-ARM ซึ่งถ้าเป็นเสาที่ติดตั้งแบบ DEAD END POLE หรือเสาหักมุมจำเป็นต้องมี GUY WIRE มาช่วยยึดเสาเพื่อความปลอดภัย ซึ่งขึ้นต่อแต่อย่างใด ในการออกแบบระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณและเลือกแบบที่เหมาะสมทั้งหมด โดยใช้มาตรฐานของการไฟฟ้าอ้างอิง โดยขนาดของแรงดันที่ใช้ในระบบจ่ายส่งกำลังต้องมีค่าไม่เกิน 69 กิโลโวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title COMPUTER AID DESIGN IN OVER HEAD MECHANICAL
 DESIGN IN DISTRIBUTION SYSTEM

Student 1. Mr. KRIS JEARAKUL
 2. Mr. CHAKARAT ANIVAN
 3. Mr. JACKRAVUT DEJVISSES

Advisor Mr. MONTHON LELAJINDAKRAIREURG

Level of Study Bachelor of Engineering

Academic Year 1991

Abstract

In designing distribution power system we have to calculate appropriate voltage . After that we have to determine the size of conductors based on voltage and the amount of current , and then we have to appropriate height of the poles , span and sag of the conductors . In addition , we have to select the appropriate type and amount of insulators based on voltage and pattern of installation . Also , we have to calculate momentum forces occuring at the poles and cross arms. If the pole happen to be of the dead end type or the corner poles we need to have guy wires to help attach and lock the poles for safety measure .

In every step of designing the distribution power system as presented in this dissertation , a micro computer was used to calculate and determine appropriate types of materials and installation pattern based on the standard specification determined by Electricity Authority of Thailand . The maximum

สารบัญ

สารบัญ		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ลักษณะสายส่งไฟฟ้า	2
บทที่ 3	สายไฟฟ้าสำหรับสายส่งไฟฟ้าชนิดพาดเสา	9
บทที่ 4	ลูกถ้วยชนิดกระเบื้องเคลือบ	21
บทที่ 5	รายละเอียดคอนสายที่ใช้ในการก่อสร้างระบบจำหน่ายไฟฟ้า	33
บทที่ 6	รูปแบบโครงสร้างรับน้ำหนักที่ใช้ทั่วไป	42
บทที่ 7	รายละเอียดเสาส่งไฟฟ้าที่ใช้ในการก่อสร้างระบบจำหน่ายไฟฟ้า	47
บทที่ 8	การยึดโยง	70
บทที่ 9	ขั้นตอนการทำงานของ Program	93
บทที่ 10	วิธีใช้ Program	100
บทที่ 11	ทดลองการ Run Program	103
บทที่ 12	สรุปผลและวิจารณ์	110

กิตติกรรมประกาศ

Reference

Appendix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2. ลักษณะสายส่งไฟฟ้า

2.1 ลักษณะการใช้งานโดยทั่วไป

โดยทั่วไปแล้วโรงไฟฟ้าอยู่ห่างจากบริเวณที่มีการใช้ไฟฟ้า จึงจำเป็นต้องส่งพลังงานไฟฟ้าไปที่บริเวณจ่ายไฟฟ้าโดยใช้สายส่งไฟฟ้า

สายส่งไฟฟ้าเป็นสื่อนำไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้า เช่น โรงไฟฟ้าน้ำล้นหรือโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ไปยังบริเวณที่ใช้ไฟฟ้า ไปยังโรงไฟฟ้าแห่งอื่น สถานีถ่ายทอดไฟฟ้าในบริเวณที่ใช้ไฟฟ้า และสายส่งไฟฟ้าเชื่อมโยงรวมทั้งโรงไฟฟ้า สถานีไฟฟ้าย่อย และที่มีภาระไฟฟ้า (load)

การกำหนดระดับแรงดันไฟฟ้าสำหรับสายส่งไฟฟ้า และจ่ายไฟฟ้าั้นแตกต่างกัน เช่น ในประเทศญี่ปุ่นสำหรับแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า 7 กิโลโวลต์ จัดเป็นสายส่งไฟฟ้า และแรงดันต่ำกว่านี้จัดเป็นสายจ่ายไฟฟ้า

สายส่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สายส่งไฟฟ้าพาดเสา และสายส่งไฟฟ้าใต้ดิน

สายส่งไฟฟ้าพาดเสาจะนำไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าซึ่งแขวนกับลูกถ้วยที่ติดกับโครงสร้างรับน้ำหนัก ส่วนสายส่งไฟฟ้าจะนำไฟฟ้าผ่านสายเคเบิลใต้ดิน

สายส่งไฟฟ้าใต้ดินจะไม่มีปัญหาเกี่ยวกับลมพายุและฟ้าผ่า และยังช่วยด้านความสวยงามของบ้านเมืองด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับสายส่งไฟฟ้าพาดเสา แต่สายส่งไฟฟ้าใต้ดินก็มีราคาก่อสร้างสูงมาก และเมื่อเกิดชำรุดเสียหายก็ซ่อมแซมได้ยาก ในประเทศไทยนั้นใช้สายส่งใต้ดินสำหรับบริเวณพื้นที่จำกัดและเป็นเมืองขนาดใหญ่ ส่วนประเทศไทยนั้นใช้สายส่งไฟฟ้าพาดเสา

2.2 ระบบไฟฟ้า

ตามที่เราได้ทราบกันแล้วว่า มีไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับ สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับใช้หม้อแปลงเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าได้ง่าย และสะดวก ส่วนใหญ่จึงใช้สายส่งไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีทั้งเฟสเดี่ยว (single phase system) และสามเฟส (three phase system)

ระบบไฟฟ้าสามเฟสมีข้อดีมากกว่าระบบไฟฟ้าเฟสเดี่ยว กล่าวคือ

- 1) ส่งพลังไฟฟ้าได้สูงกว่า
 - 2) ค่าพลังงานไฟฟ้าคงที่ และไม่กระพริบ
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เมื่อก่อนนี้เคยฟังสนอกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่หมุนได้ง่าย
 เหล่านี้เป็นต้น และด้วยเหตุผลดังกล่าวส่วนใหญ่จึงใช้สายส่งไฟฟ้าระบบสามเฟส
 ในการส่งพลังงานไฟฟ้าระยะทางไกลๆ ก็ใช้ระบบกระแสไฟฟ้าตรงเหมือนกัน ซึ่งหาก
 เปรียบเทียบกับระบบกระแสไฟฟ้าสลับก็มีข้อดี เช่น

- 1) การใช้ฉนวนไฟฟ้าไม่ยุ่งยาก
- 2) ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ (powerfactor) เป็น จึงมีประสิทธิภาพในการส่ง
 ไฟฟ้าสูง
- 3) สามารถส่งพลังไฟฟ้าได้สูง ในระยะทางไกล เนื่องจากไม่มีปัญหาด้านเสถียร
 ภาพ (stability)

อย่างไรก็ดี ระบบส่งไฟฟ้ากระแสตรงเหมาะที่จะใช้สำหรับกรณีส่งไฟฟ้าระยะทาง
 ไกลเป็นพิเศษ ซึ่งจะใช้เคเบิลใต้น้ำ หรือเคเบิลใต้ดินได้ ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์เปลี่ยน
 ระบบไฟฟ้า (converter equipment) กระแสไฟตรงและกระแสไฟสลับมีราคาแพง

2.3 แรงดันไฟฟ้า

การส่งพลังไฟฟ้าเท่าๆกัน หากส่งด้วยแรงดันสูง กระแสไฟฟ้าต่ำ จะมีประสิทธิภาพ
 ในการส่งสูงและความสูญเสียในสายส่งไฟฟ้าน้อย แต่พวกกลไกถ้วยและอุปกรณ์ไฟฟ้าของสถานี
 ไฟฟ้าย่อยจะมีราคาแพง ถ้าหากใช้สำหรับแรงดันไฟฟ้าสูงมากๆจะนั้นจะให้ถูกหลักเศรษฐกิจ
 ต้องคำนวณแรงดันไฟฟ้าเท่าที่จำเป็นจะต้องส่งไฟฟ้าไปยังจุดที่กำหนด

บางครั้งก็ไม่สามารถที่จะสร้างสายส่งไฟฟ้าโดยใช้แรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมได้ สมอ
 ไปหากพิจารณาจากสิ่งแวดล้อมอื่นๆด้วย ในการกำหนดมาตรฐานของแรงดันของระบบส่ง
 ไฟฟ้าจำเป็นต้องพิจารณาถึงมาตรฐานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการที่เชื่อมโยง
 กับระบบไฟฟ้าอื่นๆด้วย

นอกจากนั้นในการกำหนดแรงดันไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึง ความต้องการใช้ไฟฟ้าใน
 อนาคต พลังไฟฟ้า การวางแผนระบบไฟฟ้า จำนวนวงจรและความแน่นอนของสายส่งไฟฟ้า
 ที่มีอยู่แล้ว

ในประเทศญี่ปุ่นมีมาตรฐานแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมระหว่างสาย (line-to-line)
 สำหรับสายส่งไฟฟ้าไว้ดังนี้

เกณฑ์แรงดันไฟฟ้า(กิโลโวลท์) (norminal voltage) 11 22 33 (66 77)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 110 (154 187) (220 275)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ในงาน(กิโลโวลท์) (max.working voltage)	11.5	23	34.5		
	69	80.5	115	161	195.5
	230	287.5	525		

ในเขตเดียวกันจะใช้แรงดันไฟฟ้าในวงเล็บเพียงค่าเดียวเท่านั้น ประเทศในปัจจุบันใช้แรงดันไฟฟ้า 69 115 และ 230 กิโลโวลท์ สำหรับประเทศอื่นๆ ใช้แรงดันไฟฟ้า 232 330 380 และ 440 กิโลโวลท์ สำหรับระบบส่งไฟฟ้าบางประเทศใช้แรงดันไฟฟ้าสูงถึง 700 กิโลโวลท์

2.4 แรงดันไฟฟ้าที่ลดลง

แรงดันไฟฟ้าในระบบส่งไฟฟ้าระแแสสลัที่แตกต่างกันระหว่างจุดที่ส่งไฟฟ้าและจุดที่รับไฟฟ้าเป็นแรงดันไฟฟ้าที่ลดลง ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามค่าของ impedance และ admittance ของสายส่งไฟฟ้า และเปลี่ยนแปลงไปตามภาระไฟฟ้า และพาวเวอร์แฟคเตอร์ ค่าแรงดันไฟฟ้า voltage regulation มีค่าเท่ากับ

$$\text{Voltage Reg} = \frac{V_s - V_r}{V_r} * 100\%$$

V_s =แรงดันไฟฟ้า ณ จุดที่ส่งไฟฟ้า

V_r =แรงดันไฟฟ้า ณ จุดที่รับไฟฟ้า

สำหรับสายส่งไฟฟ้าสั้นๆ ค่า voltage regulation มีค่าต่ำ แต่สำหรับสายส่งไฟฟ้าระยะปานกลางหรือยาวๆ ค่านี้อยู่ระหว่าง 5% - 15%

สายส่งที่ยาวมากและใช้แรงดันไฟฟ้าสูงมาก หากมีภาระไฟฟ้าต่ำก็อาจจะใช้งานที่ flat regulation เพราะค่าของกระแสไฟฟ้าประจุสาย (charging current) สูง เนื่องจากจำเป็นจะต้องให้ค่า voltage regulation ต่ำ มักจะพยายามทำให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าควที่ทั้งด้านที่ส่งไฟฟ้าและด้านที่รับไฟฟ้าโดยไม่คำนึงถึงภาระไฟฟ้า

หากแรงดันไฟฟ้าที่ลดลงทางด้านที่รับไฟฟ้าเนื่องมาจากภาระไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ก็อาจจะใช้ปรับแรงดันไฟฟ้าทางด้านแรงดันต่ำด้วยอุปกรณ์ on load voltage regulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การคำนวณค่าการสูญเสียทางไฟฟ้าของสายส่ง

การคำนวณค่าสูญเสียทางไฟฟ้าต้องทำตามขั้นตอนดังนี้

1. การคำนวณค่า Inductance ของสายส่งไฟฟ้า

ในการคำนวณนี้ จะต้องเริ่มจากการคำนวณค่าเฉลี่ยเรขาคณิต ของระยะต่างๆ ซึ่งแบ่งเป็น Geometrical Mean Distance (GMD) และ Geometrical Mean Radius (GMR) และต่อจากนั้นเป็นการคำนวณค่า Inductance ของสายส่งต่าง ๆ ซึ่งพออธิบายได้ดังตัวอย่างนี้

ค่า GMD

$$D_m = \text{GMD} = \sqrt[3]{(0.75)(1.55)(2.3)} = 1.388 \text{ m.}$$

ค่า GMR

สามารถหาได้จากตารางสายไฟฟ้า ซึ่งได้มาจากการทดลองของผู้ผลิต หรืออาจหาค่าได้จากรัศมีภายนอกของสายไฟฟ้า ดังตารางนี้

จำนวนเส้น	GMR (Ds)
3	0.6780r
7	0.7253r
19	0.7520r
37	0.7680r
61	0.7720r
91	0.7744r
121	0.7750r
สายแบบ Solid	0.7788r

2. การคำนวณค่า Inductance

$$L = 2 * 10^{-7} \ln \frac{D_m}{D_s} \quad \text{เฮนรี/เมตร}$$

$$X_L = 2\pi f l \quad \text{โอม/เมตร}$$

คำนวณค่า Loss ในสายส่งระยะสั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

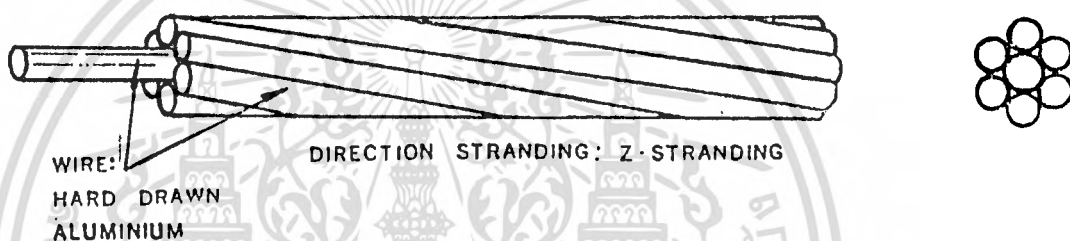
$$\text{Loss} = I^2 Z$$



THAI YAZAKI

SECTION - 10 : BARE ALUMINIUM CONDUCTORS.

10-1 : AAC (THAI INDUSTRIAL STANDARD)



AAC : ALL ALUMINIUM STRANDED CONDUCTOR.

CONDUCTOR : Concentric stranded hard drawn aluminium wires,
sizes 16 mm² up to 1,000 mm².

REFERENCE STANDARD : TIS 85-2517.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 10-1
AAC

Nominal cross sectional area (mm ²)	Number and diameter of wire (No/mm)	Overall conductor diameter (mm)	Maximum conductor resistance at 20°C (Ω/Km)	Breaking strength (Kgf)	Maximum continuous current rating in free air (Ampere)	Cable weight (approx.) (Kg/Km)	Standard length (m)
16	7/1.70	5.10	1.802	290	110	44	3,000/D
25	7/2.14	6.42	1.138	440	145	69	3,000/D
35	7/2.52	7.56	0.8200	585	180	96	3,000/D
50	7/3.02	9.06	0.5710	805	225	137	2,500/D
50	19/1.83	9.15	0.5757	890	225	137	2,500/D
70	19/2.14	10.75	0.4171	1,205	270	190	2,500/D
95	19/2.52	12.60	0.3036	1,585	340	261	2,500/D
120	19/2.85	14.25	0.2374	1,980	390	333	2,000/D
150	37/2.25	15.75	0.1960	2,570	455	406	2,000/D
185	37/2.52	17.64	0.1563	3,085	550	509	2,000/D
240	61/2.25	20.25	0.1192	4,015	625	670	1,500/D
300	61/2.52	22.68	0.0950	4,820	710	840	1,500/D
400	61/2.85	25.65	0.0743	6,025	855	1,075	1,000/D
500	61/3.25	29.25	0.0571	7,695	990	1,398	1,000/D
625	91/2.96	32.56	0.0463	9,694	1,140	1,735	500/D
800	91/3.35	36.85	0.0361	12,055	1,340	2,222	500/D
1,000	91/3.74	41.14	0.0290	14,845	1,540	2,769	500/D

D : Packing in drum.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 10-2
ACSR

Nominal cross sectional area Al/stl. (mm ²)	ALUMINIUM		STEEL WIRE		Overall conductor diameter (mm)	Conductor resistance at 20°C (Ω/Km)	Breaking strength (Kgf.)	Maximum continuous current rating in free air (Ampere)	Cable weight (Kg/Km)	Standard length (m)
	Number and diameter of wires (No/mm)	Cross sectional area (mm ²)	Number and diameter of wire (No/mm)	Cross sectional area (mm ²)						
16/2.5	6/1.80	15.3	1/1.80	2.55	5.4	1.880	592	90	62	4,000/D
25/4	6/2.25	23.8	1/2.25	4.00	6.8	1.203	916	125	97	4,000/D
35/6	6/2.70	34.3	1/2.70	5.70	8.1	0.8353	1,265	145	139	3,000/D
50/8	6/3.20	48.3	1/3.20	8.00	9.6	0.5947	1,716	170	195	3,000/D
50/30	12/2.33	51.2	7/2.33	29.80	11.7	0.5644	4,380	170	375	3,000/D
70/12	26/1.85	69.9	7/1.44	11.40	11.7	0.4131	2,676	290	282	3,000/D
95/15	26/2.15	94.4	7/1.67	15.30	13.6	0.3058	3,565	350	381	3,000/D
95/55	12/3.20	96.5	7/3.20	56.30	16.0	0.2993	7,965	350	708	3,000/D
120/20	26/2.44	121.6	7/1.90	19.80	15.5	0.2375	4,555	410	491	2,000/D
120/70	12/3.60	122.0	7/3.60	71.30	18.0	0.2365	10,034	410	896	2,000/D
125/30	30/2.33	127.9	7/2.33	29.80	16.1	0.2259	5,759	425	587	2,000/D
150/25	26/2.70	148.9	7/2.10	24.20	17.1	0.1939	5,513	470	601	2,000/D
170/40	30/2.70	171.8	7/2.70	40.10	18.9	0.1683	7,675	520	789	2,000/D
185/30	26/3.00	183.8	7/2.33	29.80	19.0	0.1571	6,618	535	741	2,000/D
210/35	26/3.20	209.1	7/2.49	34.10	20.3	0.1381	7,489	590	844	1,500/D
210/50	30/3.00	212.1	7/3.00	49.50	21.0	0.1363	9,390	610	974	1,500/D
230/30	24/3.50	230.9	7/2.33	29.80	21.0	0.1250	7,313	630	871	1,500/D
240/40	26/3.45	243.0	7/2.68	39.50	21.9	0.1188	8,640	645	981	1,500/D
265/35	24/3.74	263.7	7/2.49	34.10	22.4	0.1095	8,307	680	995	1,500/D
300/50	26/3.86	304.3	7/3.00	49.50	24.5	0.0949	10,702	740	1,228	1,000/D
305/40	54/2.68	304.6	7/2.68	39.50	24.1	0.0949	9,942	740	1,152	1,000/D
380/50	54/3.00	382.0	7/3.00	49.50	27.0	0.0758	12,312	840	1,443	1,000/D
435/55	54/3.20	434.3	7/3.20	56.30	28.8	0.0666	13,673	900	1,642	1,000/D
490/65	54/3.40	490.3	7/3.40	63.60	30.6	0.0590	15,343	960	1,853	1,000/D
550/70	54/3.60	550.0	7/3.60	71.30	32.4	0.0526	17,096	1,020	2,078	500/D
680/85	54/4.00	678.8	7/2.40	86.00	36.0	0.0426	12,040	1,150	2,552	500/D

D : Packing in drum.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บทที่ 3 สายไฟฟ้าสำหรับสายส่งไฟฟ้าชนิดพาดเสา

3.1 ประเภทของสายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับสายส่งไฟฟ้าชนิดพาดเสาเป็นสายเปลือยแบ่งออกได้เป็น สายตัน สายเกลียว และสายกลวง ตามลักษณะที่ผลิต หรือตามลักษณะของวัตถุที่ทำ เช่น สายโลหะธรรมดา โลหะผสม หรือชนิดโลหะประสาน(composite) และสายเกลียวเชิงซ้อน(complex stranded)

สายไฟฟ้าในเฟส หนึ่งอาจจะทำเป็นสายเดี่ยว หรือหลาย ๆ สายก็ได้ โดยเฉพาะสายส่งไฟฟ้าที่ใช้แรงดันไฟฟ้าสูงมากมักจะใช้สายคู่สามสาย หรือสี่สายในวัดภาคหนึ่ง

3.1.1 การแบ่งประเภทของสายไฟฟ้าตามลักษณะที่ผลิต

ก) สายตัน

สายตันเป็นสายเดี่ยวที่มีพื้นที่หน้าตัดกลม และใช้สำหรับสายส่งไฟฟ้าที่ไม่ต้อง ใหญ่ขนาดสายไฟฟ้าใหญ่

ข) สายเกลียว

สายเกลียวเป็นสายที่เอาสายตัน 7-61 เส้น มาตีเกลียวเข้าด้วยกันเป็นสาย เส้นเดี่ยว สายตันแต่ละสายในสายเกลียว เรียกว่าสายประกอบ และโดยมากจัดเรียงเป็น วงกลมมีแกนกลวง การใช้สายเกลียวแทนสายตัน ในกรณีที่มีหน้าตัดของสายใหญ่ขึ้น หากใช้ สายตันเส้นเดี่ยวจะไม่สะดวก ในกรณีที่สายประกอบมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากัน จะได้ ความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนสายประกอบทั้งหมด} \quad N = 3n(1+n)+1$$

$$\text{เส้นผ่าศูนย์กลาง} \quad D = (1+2n)d$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัด} \quad A = aN$$

$$\text{น้ำหนัก} \quad W = (1+k_1)wN$$

$$\text{ความต้านทาน} \quad R = (1+k_2)rN$$

ในที่นี้ n = จำนวนชั้นของสายประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามทำซ้ำหรือดัดแปลงในชื่อและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a = พื้นที่หน้าตัดของสายประกอบแต่ละเส้น

k_1 = อัตราส่วนของน้ำหนักของสายประกอบแต่ละชั้น (weight layer ratio)

w = น้ำหนักของสายประกอบต่อหน่วยความยาว

r = ความต้านทานของสายประกอบต่อหน่วยความยาว

k_2 = อัตราส่วนของความต้านทานของสายประกอบแต่ละชั้น
(resistance layer ratio)

โดยทั่วไปแล้ว k_1 และ k_2 มีค่าประมาณ 0.02

ค) สายกลวง

การทำสายกลวงก็เพื่อให้เส้นผ่าศูนย์กลางสายใหญ่ขึ้น มีสองแบบคือ แบบที่มีแกนกลวงเป็นรูปตัว I ซึ่งรองรับสายประกอบที่อยู่รอบ ๆ และแบบที่มีสายประกอบรูปร่างพิเศษไว้เป็นตอน ๆ

ง) สายที่มัดรวมกัน (bundled conductor)

ในเฟสหนึ่งที่มีสายไฟมากกว่าสองสาย และสายยาวพอสมควร ก็จะมัดสายเข้าด้วยกัน ซึ่งมีข้อดีที่สายแบบนี้จะไม่เกิดโคโรนา สิ้นเปลืองไฟฟ้าได้มาก และมี reactance ต่ำ

สายแบบนี้ส่วนใหญ่ใช้กับการส่งไฟฟ้าแรงสูงเกิน 275 กิโลโวลต์ ขึ้นไป สำหรับสายส่งไฟฟ้าแรงดันต่ำกว่าก็อาจจะใช้ได้ เพื่อที่จะให้สามารถส่งกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น

3.1.2 การแบ่งประเภทของสายไฟฟ้าตามลักษณะของวัตถุที่ทำ

ก) สายโลหะธรรมดา

เป็นสายที่ทำด้วยโลหะ เช่น ทองแดง อลูมิเนียม และเหล็ก เป็นต้น

ข) สายโลหะผสม

เป็นสายที่ทำด้วยทองแดง หรืออลูมิเนียมผสม ซึ่งมีคุณภาพทัดเทียมกับโลหะที่ใช้เป็นสายไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อให้มีความแข็งแรงพอ ส่วนใหญ่ใช้โลหะผสมทองแดง และโลหะผสมอลูมิเนียม

ค) สายโลหะประสาน

เป็นสายที่ทำจากโลหะไม่น้อยกว่าสองชนิด โดยนำเอาสายมาบีบหลอม และเชื่อมเข้าด้วยกัน สายที่ใช้กันก็มีพวกทองแดงหุ้มสายเหล็ก และสายเหล็กกับอลูมิเนียมไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง) สายเกลียวโลหะประสาน

เป็นสายเกลียวที่ทำจากโลหะไม่ต่ำกว่าสองชนิด เช่น สายอลูมิเนียมเสริมด้วยสายเหล็ก และสายอลูมิเนียมผสมเสริมด้วยสายเหล็ก เป็นต้น

3.1.3 สายไฟฟ้าที่ใช้กันแพร่หลาย

ก) สายทองแดงรีด (hard drawn copper wires)

สายชนิดนี้เหมาะสำหรับสายส่งไฟฟ้าทั่วไป เนื่องจากที่ความนำไฟฟ้าสูง และคุณสมบัติอย่างอื่น แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องการแรงดึงสูง

3.2 ลักษณะของสายไฟฟ้า

3.2.1 ลักษณะของสายไฟฟ้าทางด้าไฟฟ้า

ก) ความต้านทานและความนำไฟฟ้า

ความต้านทานไฟฟ้า R ของสายไฟฟ้าที่มีพื้นที่หน้าตัดสม่ำเสมอเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความยาว l และเป็นปฏิภาคกลับกับพื้นที่หน้าตัด A ความสัมพันธ์นี้แสดงได้จากสมการ

$$R = \rho l / A$$

r เป็นค่าคงที่ เรียกว่า ความต้านทานทงไฟฟ้า

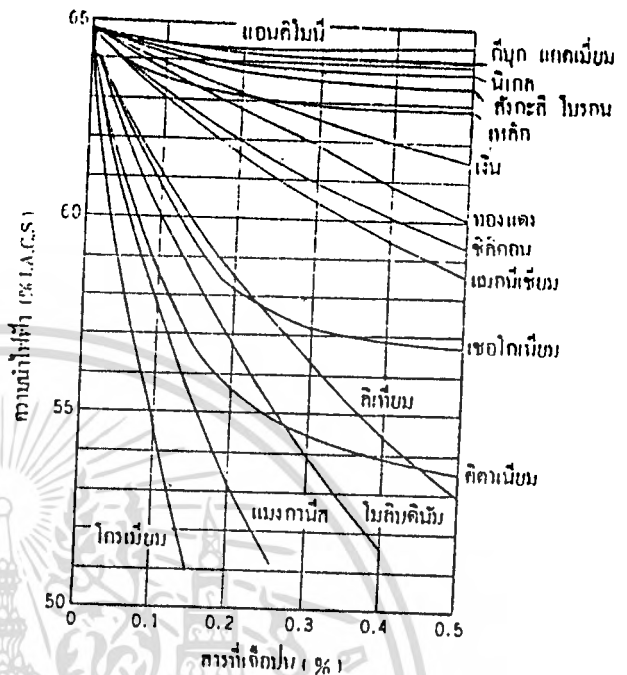
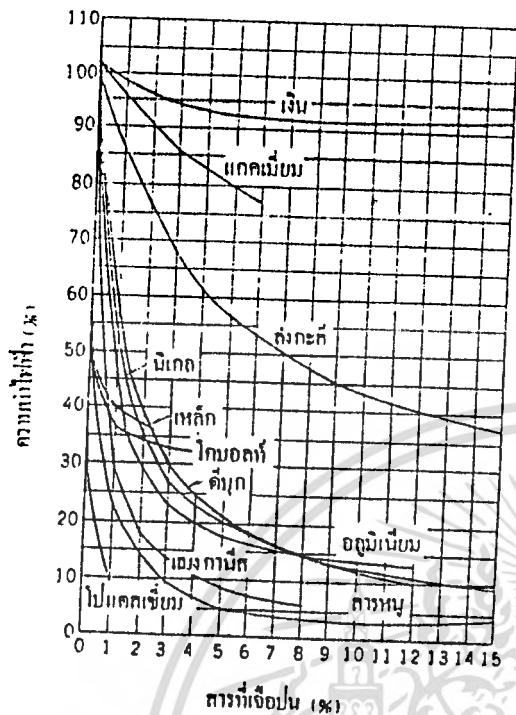
ส่วนกลับของความต้านทานไฟฟ้า เรียกว่า ความนำไฟฟ้า ($C\%$) ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้าและความนำไฟฟ้ามีดังนี้

$$r = \frac{1}{58} * \frac{100}{C}$$

(โอห์ม/เมตร/ตารางมิลลิเมตร)

ความนำไฟฟ้ามีค่าสูง หากวัสดุที่ทำสายไฟฟ้ามีความบริสุทธิ์ดีและจะมีค่าต่ำลง หากวัสดุที่ไม่บริสุทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความนำไฟฟ้าของทองแดง เนื่องจากการที่มีสารเจือปน

รูปที่ 2 การเปลี่ยนแปลงความนำไฟฟ้าของ อลูมิเนียมเนื่องจากการที่มีสารเจือปน

ข) ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้าและอุณหภูมิ

ความต้านทานของสายไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ดังแสดงด้วยสมการต่อไปนี้

$$R_t = R_{t_0} (1 + \alpha(t - t_0))$$

ในที่นี้ R_t = ความต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิ t_0 องศาเซลเซียส

R_{t_0} = ความต้านทานไฟฟ้าที่อุณหภูมิ t_0 องศาเซลเซียส

α = ค่าสัมประสิทธิ์ของมวลอุณหภูมิของความต้านทาน (constant mass temperature coefficient of resistance)

ค่า α = มาตรฐานทั่วไปให้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส

ค่า α_t = ที่อุณหภูมิ t องศาเซลเซียสเปลี่ยนแปลงไปตามสมการดังต่อไปนี้

$$\alpha_t = \frac{1}{(1/\alpha) + (t - 20)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในที่นี้ α = สัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส

α_c = สัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิที่ 0 องศาเซลเซียส

ในการใช้งานทั่ว ๆ ไป การใช้ค่า α ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะไม่ให้เกิด
แตกต่างในการคำนวณมากนัก

3.2.2. ลักษณะของสายไฟฟ้าทางด้านเครื่องกล

ก) แรงดึง

แรงดึงของสายไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นตามชนิดของวัสดุที่ทำและวิธีการทำ แรงดึง
ของสายทองแดงวัดแสดงด้วยสมการดังนี้

แรงดึงของสายทองแดงประกอบ (component wire):

$$f = 47.1 - 1.1d \text{ กิโลกรัม/ตารางมิลลิเมตร}$$

แรงดึงของสายทองแดงชนิดเกลียว (stranded copper conductor):

$$T = 0.9a N f \text{ (กิโลกรัม)}$$

ในที่นี้ d = เส้นผ่าศูนย์กลางของสายทองแดงประกอบ (มิลลิเมตร)

a = พื้นที่หน้าตัดของสายทองแดงประกอบ (ตารางมิลลิเมตร)

N = จำนวนของสายประกอบในสายเกลียว

ข) ความยืด (elongation)

ความยืดแสดงถึงการยืดหยุ่น (elasticity) ของวัสดุ ความยืดต่ำสุด S
ของสายทองแดงวัด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง d มิลลิเมตร มีความสัมพันธ์กันดังต่อไปนี้

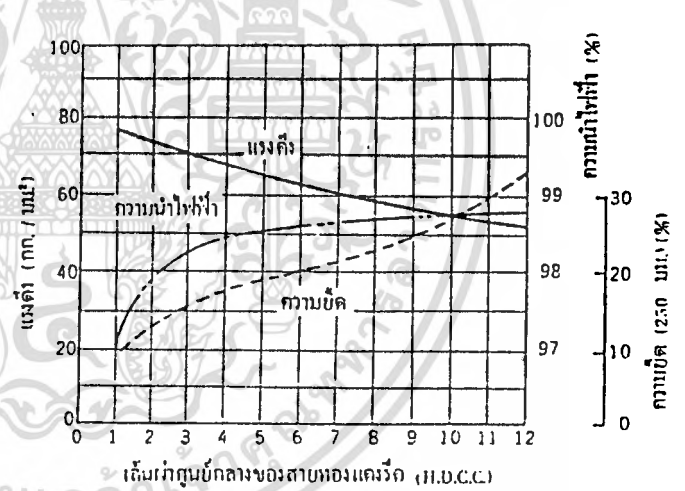
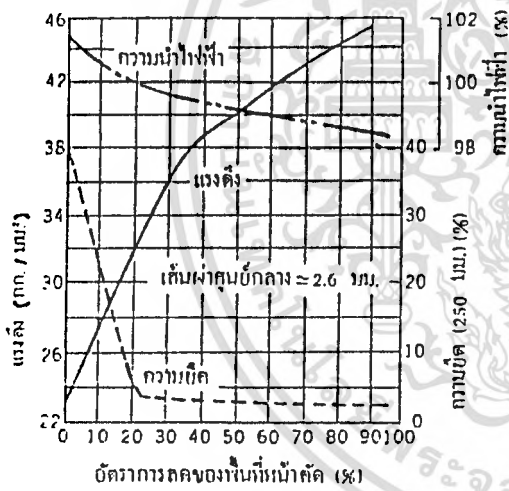
$$S = 0.24d + 0.24 \text{ (\%)}$$

ความยืดของสายทองแดงวัด และสายเหล็กชุบสังกะสี แสดงไว้ในตารางที่ 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

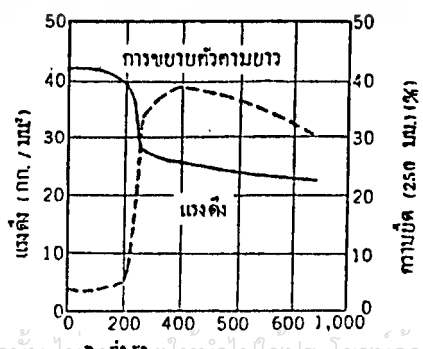
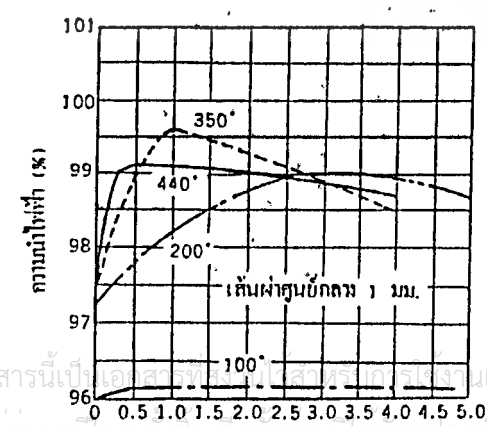
ตารางที่ 10 แรงดึงและการขยายตัวของสายอลูมิเนียมชนิด hard-drawn aluminum wire และสายเหล็กชุบสังกะสี

hard-drawn aluminum wire			galvanized steel wire		
เส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.) (โดยประมาณ)	แรงดึงต่ำสุด (กก./มม. ²) (โดยประมาณ)	การขยายตัวของสายต่ำสุด (%) (โดยประมาณ)	เส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.) (โดยประมาณ)	แรงดึงต่ำสุด (กก./มม. ²) (โดยประมาณ)	การขยายตัวของสายต่ำสุด (%) (โดยประมาณ)
5.0-3.8	16.17	≥ 2.0-1.9	5.0-4.0	≥ 125	≥ 5.0
3.8-3.0	16.52	1.8-1.7	4.0-3.0	130	4.5
3.0-2.8	16.87	1.6	3.0-2.0	135	4.0
2.8-2.5	17.23	1.5			
2.5-2.3	17.93	1.5			



รูปที่ 3 ลักษณะทางเครื่องกลและไฟฟ้าของลวดทองแดงรีด

รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางกับลักษณะทางเครื่องกลและไฟฟ้าของสายทองแดงรีด



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ปล่อยให้เย็น (ชั่วโมง) กับความยาวที่เพิ่มขึ้น

รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิที่ใช้ตกความร้อน (quenching temperature) กับลักษณะทางเครื่องกลของสายทองแดงรีด

3.3 ระยะหย่อนและความยาวตัวนำ

กำหนดสัญลักษณ์ของตัวแปรดังต่อไปนี้

W = น้ำหนักของ Transmission line ต่อหนึ่งหน่วยความยาว (kg/m)

S = ความยาวของตัวนำ ตามแนว Curve (จากจุด 0 ถึง จุด Z)

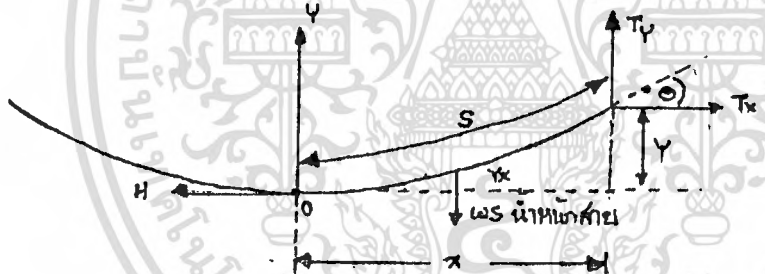
θ = มุมของเส้นสัมผัส Curve เทียบกับแกน X (ที่จุด Z ใดๆ)

T = แรงดึงภายใน Conductor ที่ตำแหน่ง Z ใดๆ

H = Horizontal tension ที่จุด 0

T_x = Horizontal tension ที่จุด Z

T_y = Vertical tension ที่จุด Z



พิจารณาแรงลัพธ์ที่กระทำบนตัวนำในช่วง OZ

$$\text{จะได้ } \Sigma F_x = T_x - H = 0 \text{ เพราะฉะนั้น } T_x = H \quad \dots (1)$$

$$\text{จะได้ } \Sigma F_y = T_y - wS = 0 \text{ เพราะฉะนั้น } T_y = wS \quad \dots (2)$$

$$\text{พิจารณาที่จุด Z จะได้ } \tan \theta \frac{dy}{dx} = \frac{T_y}{T_x} = \frac{wS}{H}$$

เนื่องจาก $(ds)^2 = (dx)^2 + (dy)^2$

$$\text{เพราะฉะนั้น } \frac{ds}{dx} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่แทนค่า $\frac{dy}{dx}$ ทั้งสิ้น $\frac{wS}{H}$ ทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและ/หรืออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Integrate หาความสัมพันธ์ของ S กับ X ได้เป็น $X = \frac{H}{w} \sinh^{-1} \left(\frac{wS}{H} \right) + K \dots (3)$

ค่าคงที่ K หาจากการพิจารณา จุด 0 ซึ่งมี X=0, S=0

แทนค่าลงในสมการที่ (3) จะได้ $0 = \frac{H}{w} \sinh^{-1} \left(\frac{w \cdot 0}{H} \right) + K \rightarrow K = 0$

$$S = \frac{H}{w} \sinh \left(\frac{wX}{H} \right) \dots (4)$$

เนื่องจาก $\sinh \theta = \frac{e^\theta - e^{-\theta}}{2}$

$$= \frac{1}{2} (1 + \theta + \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^4}{4!} + \dots) - \frac{1}{2} (1 - \theta + \frac{\theta^2}{2!} - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^4}{4!} - \dots)$$

$$= \theta + \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} + \frac{\theta^7}{7!} + \dots$$

ถ้า $\theta \ll 1$ ทำให้ $\sinh \theta = \theta + \frac{\theta^3}{6!}$

พิจารณาสมการที่ 4 ; ถ้า $\theta = \frac{wX}{H}$

W = น้ำหนักตัวนำต่อหน่วยความยาว มีค่าประมาณ 1 kg/m (สำหรับสายส่ง 400 mm², 69 kV)

X = $\frac{1}{2}$ เท่าของ SPAN = 40 m

H = Tension ที่ตำแหน่งหย่อนสูงสุด $= \sqrt{T^2 - (wS)^2}$

ถ้าความตึงที่ใช้สำหรับสายส่ง 69 kV คือ T = 4620 lb = 2096 kg

ส่วน S จากจุดหย่อนสูงสุด จนถึงเสาส่ง มีค่าประมาณ $\frac{1}{2} * span = 40$ m

ดังนั้น $H = \sqrt{2096^2 - (1 * 40)^2} = 2095.6$ kg

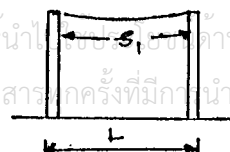
$$\theta = \frac{wX}{H} = \frac{40}{2095.6} = 0.02 \ll 1$$

$$S = \frac{H}{w} \sinh \left(\frac{wX}{H} \right) = \frac{H}{w} \left(\frac{wX}{H} + \frac{(wX/H)^3}{3!} \right) = X + \frac{w^2 X^3}{6H^2}$$

สำหรับเสาส่งที่มีระยะ SPAN = L

จะมีความยาวตัวนำตามแนว Curve = $2 \left(\frac{L}{2} + \frac{w^2 (L/2)^3}{6H^2} \right)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ผ่านการคัดค้าน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องแจ้งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$\text{ความยาวตัวนำ} = L + \frac{\omega^2 L^3}{24H^2}$$

จากความสัมพันธ์ $\frac{dy}{dx} = \frac{\omega S}{H}$ โดย $S = \frac{H}{\omega} \sinh \frac{\omega X}{H}$

ดังนั้น $\frac{dy}{dx} = \sinh \frac{\omega X}{H}$

Integrate หา y ในรูป x จะได้

$$y = \frac{H}{\omega} \cosh \frac{\omega X}{H} + K'$$

$$K' = -\frac{H}{\omega}$$

แทนค่า K' จะได้

$$Y = \frac{H}{\omega} \left[\cosh \frac{\omega X}{h} - 1 \right] \dots\dots (5)$$

Initial sag หรือ ระยะหย่อนสูงสุด หาได้โดย แทน $X = \frac{\text{Span}}{2}$ (เสาสูงเท่ากัน)

แทน $X = \frac{L}{2}$

แต่เนื่องจาก $\cosh \frac{\omega X}{H} = 1 + \frac{(\omega X/H)^2}{2!}$ ดังนั้น $Y = \frac{\omega X^2}{2H}$ (Parabola curve)

ถ้าแทน $X = \frac{L}{2}$ จะได้

$$\text{Initial sag} = \frac{\omega L^2}{8H}$$

3.4 การหา Tension ที่ตำแหน่งใดๆ

Tension ที่จุด Z ใดๆ หาจากสมการ

$$\begin{aligned} T^2 &= T_x^2 + T_y^2 \\ &= H^2 + (\omega S)^2 \end{aligned}$$

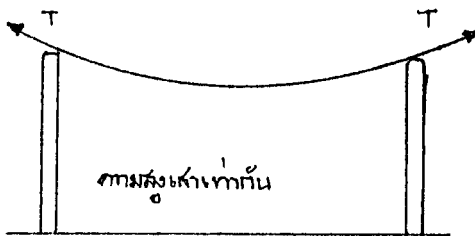
แต่ $S = \frac{H}{\omega} \sinh \frac{\omega X}{h}$

ดังนั้น
$$\begin{aligned} T^2 &= H^2 + H^2 \sinh^2 \frac{\omega X}{H} \\ &= H^2 (1 + \sinh^2 \frac{\omega X}{H}) \\ &= H^2 \cosh^2 \frac{\omega X}{h} \end{aligned}$$

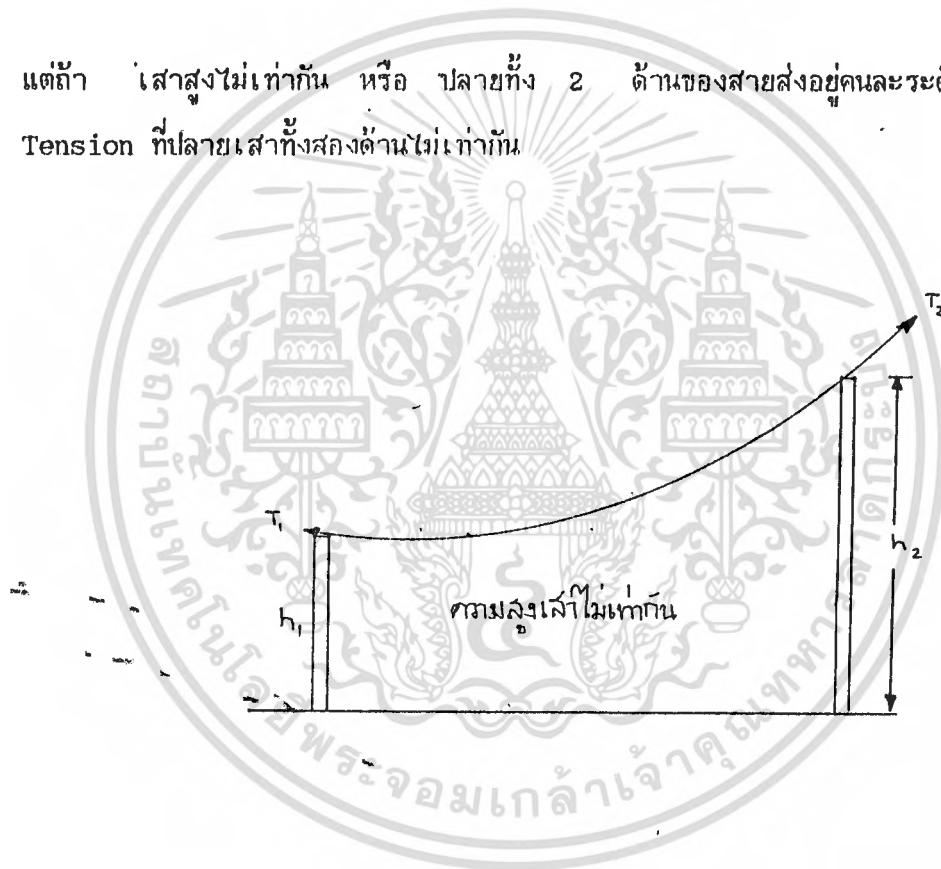
$$T = H \cosh \frac{\omega X}{H}$$

สรุปได้ว่า สำหรับเสาสูงที่สูงเท่ากัน จะมี Tension ของตัวนำที่ปลายเสาเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แต่ถ้า เสาสูงไม่เท่ากัน หรือ ปลายทั้ง 2 ด้านของสายลึงอยู่คนละระดับจะทำให้ Tension ที่ปลายเสาทั้งสองด้านไม่เท่ากัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 สายส่งภายใต้ น้ำหนัก และ อุณหภูมิ

ความยาวของสายส่ง และ ความเค้น ดึงที่จุดหย่อนสูงสุด และ น้ำหนักจำเพาะของสายส่งต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิใดๆ มีความสัมพันธ์กัน ดังสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \Delta l_1 &= \Delta l_e + \Delta l_{th} \\ &= -\frac{l_0}{E} (\sigma_{o1} - \sigma_{o2}) + l_0 \epsilon_t (t_2 - t_1) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

โดย ตัวแปรต่างๆ มีความหมายดังต่อไปนี้

Δl = ความยาวเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลของอุณหภูมิ และการเปลี่ยนแปลงของ Tension

Δl_e = ความยาวเปลี่ยนแปลงลดลง เนื่องจากน้ำหนักของสายลดลง

Δl_{th} = ความยาวเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น จากการขยายตัว เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

l_0 = ความยาวเดิมก่อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

E = Modulus of elasticity or Young's Modulus

t_1 = อุณหภูมิเริ่มต้น (C)

t_2 = อุณหภูมิสุดท้าย (C)

σ_{o1} = ความเค้นดึงที่จุดต่ำสุด ณ t_1

σ_{o2} = ความเค้นดึงที่จุดต่ำสุด ณ t_2

ϵ_t = สัมประสิทธิ์ การขยายตามเส้น ต่อ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง

w_1, w_2 = ค่าน้ำหนักจำเพาะของสายต่อความยาว ที่ t_1, t_2 ตามลำดับ

สมมติว่า ที่อุณหภูมิ t_1 เราทราบค่าทุกอย่าง คือ w_1, σ_{o1}

เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเป็น t_2 เราสามารถหาค่า w_2 จากสัมประสิทธิ์การขยายตัว

ส่วน σ_{o2} มีวิธีหาดังต่อไปนี้

1) คิด Δl เนื่องจากผลการเปลี่ยนแปลง w_1 เป็น w_2

$$\Delta l = l_2 - l_1 = \frac{w_2^2 l^3}{24\sigma_{o2}^2 A^2} + \frac{w_1^2 l^3}{24\sigma_{o1}^2 A^2}$$

2) สมการ 1 กับ สมการ 2 เท่ากัน

$$\text{ดังนั้น } -\frac{l_0}{E} (\sigma_{o1} - \sigma_{o2}) + l_0 \epsilon_t (t_2 - t_1) = \frac{w_2^2 l^3}{24\sigma_{o2}^2 A^2} - \frac{w_1^2 l^3}{24\sigma_{o1}^2 A^2} \quad \dots (3)$$

เนื่องจากมี σ_{o2} เป็นตัวแปรเพียงตัวเดียว ส่วนค่าอื่นๆ ถือว่าเป็นค่าคงที่

จัดสมการ (3) ให้เป็น Polynomial โดยมี σ_{o2} เป็นตัวแปร ได้ดังนี้ นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

$$\text{ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อี + ทั้ง } \sigma_{o2}^2 \left[\frac{w_2^2 l^3 E}{24\sigma_{o1}^2 A^2} - \epsilon_t (t_2 - t_1) E - \sigma_{o1} \right] \text{ สามารถ } = \frac{w_2^2 l^3 E}{24A^2}$$

จากสมการด้านบน เมื่อหา σ_{oz} ได้แล้ว ก็จะทำให้สามารถหาค่าต่างๆได้ทั้งหมด

$$\text{โดย } H_{oz} = \sigma_{oz} \Lambda_z$$

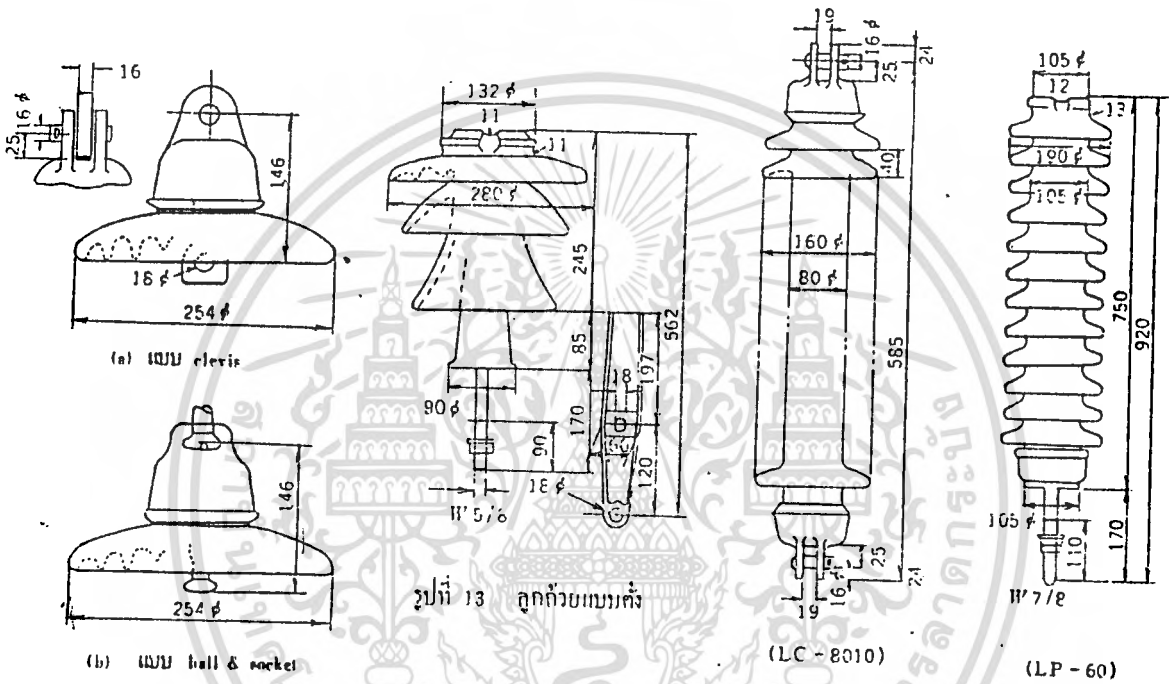


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ลูกถ้วยชนิดกระเบื้องเคลือบ

4.1 แบบของลูกถ้วยชนิดกระเบื้องเคลือบ

แบ่งออกตามลักษณะที่ใช้งานและการก่อสร้าง เช่น แบบแขวน (suspension insulator) แบบตั้ง (pintype insulator) แบบก้านยาว(long rod insulator) และแบบติดเสา(line post insulator)



รูปที่ 12 ลูกถ้วยแบบแขวนขนาด 250 มม.

รูปที่ 14 ลูกถ้วยแบบก้านยาว

รูปที่ 15 ลูกถ้วยแบบติดเสา

ลูกถ้วยแบบแขวนส่วนใหญ่ใช้กับสายส่งไฟฟ้าทั่วไป แบบก้านยาวมักใช้ในบริเวณที่อากาศมีฝุ่น หรือบริเวณชายทะเลน้ำเค็ม

ลูกถ้วยแบบตั้งและแบบติดเสาใช้กับสายส่งไฟฟ้าแรงดันต่ำ เช่น 22 กิโลโวลต์ -33 กิโลโวลต์ หรือต่ำกว่ากระเบื้องเคลือบมีดุมเหล็ก (malleable iron cap) อยู่ด้านหนึ่ง และอีกด้านหนึ่งเป็นก้านเหล็ก ที่ติดแน่นอยู่กับตัวลูกถ้วยโดยใช้กาวพิเศษ

เส้นผ่าศูนย์กลางของลูกถ้วยมีหลายขนาด เช่น ขนาด 240 มิลลิเมตร (ทนแรง 12,000 กิโลกรัม และ 16,500 กิโลกรัม) ขนาด 180 มิลลิเมตร (6,000 กิโลกรัม) 280 มิลลิเมตร (21,000 กิโลกรัม) และขนาด 320 มิลลิเมตร (30,000 กิโลกรัม)

เป็นต้น ลูกถ้วยแบบแขวนจะใช้ต่อกันเป็นสายยาวได้ด้วยความเหมาะสมที่จะใช้กับแรงดันไฟฟ้าต่างกัน

อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวลู่ก้วยแบบตั้งและแบบติดเสา เป็นกระเบื้องเคลือบ ด้านล่างฝังเบ้าเกลียวซึ่งทำด้วยเหล็กหล่อติดด้วยกาว ก้านเหล็กจะมีเกลียวตามหนึ่งซึ่งจะใส่เบ้าเกลียวและเนื่องจากลู่ก้วยแบบนี้ไม่ให้ต่อซ้อนกัน ประกอบกันไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก จึงไม่นิยมทำขนาดใหญ่ ๆ

ลู่ก้วยแบบก้านยาวมีส่วนประกอบที่เป็นโลหะอยู่น้อย จึงมีความทนทานมากกว่าแบบอื่น และเนื่องจากโครงสร้างซึ่งมีศรีบออกแบบง่าย ๆ น้ำฝนก็จะช่วยชะล้างให้ลู่ก้วยสะอาดได้ดีกว่าแบบอื่น ฉะนั้นจึงเหมาะที่จะใช้ในบริเวณที่มีฝนและน้ำเต็ม

4.2 ลักษณะของลู่ก้วย

4.2.1 ลักษณะของไฟฟ้า

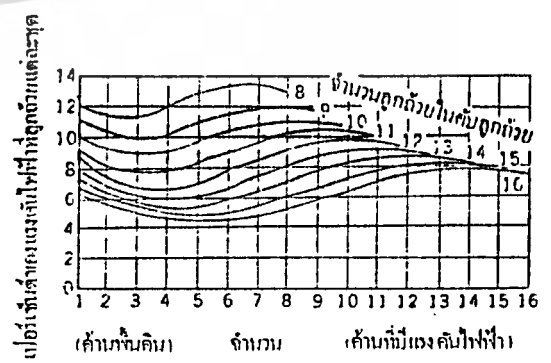
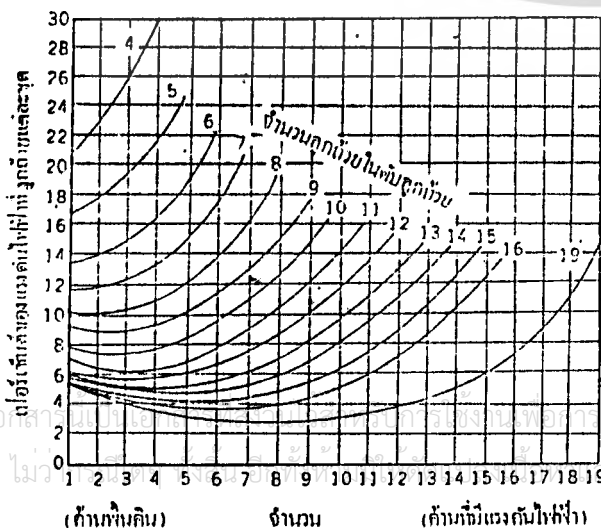
(ก) ความจุไฟฟ้าของลู่ก้วย

เนื่องจากลู่ก้วยมีลักษณะคล้ายขั้วไฟฟ้าสองขั้วคั่นด้วยกระเบื้องเคลือบตรงกลาง จึงทำให้เกิดประจุไฟฟ้าที่ระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง และประกอบกับความชื้น ฝุ่น และวัตถุอื่น ๆ ที่อยู่ผิวของกระเบื้องเคลือบเป็นตัวทำให้เกิดผิด ซึ่งเป็นสื่อไฟฟ้าชั้น จะทำให้ความจุไฟฟ้าสถิตย์ของขั้วไฟฟ้าทั้งสองของลู่ก้วยเพิ่มขึ้น

แรงดันไฟฟ้าซึ่งเกิดที่ลู่ก้วยแต่ละตัว เมื่อใช้ลู่ก้วยต่อเชื่อมซ้อนกันหลาย ๆ ตัว จะมีค่าต่างกัน ขึ้นอยู่กับตำแหน่งและการแผ่กระจายของศักย์ทางไฟฟ้าดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 16 และมีค่าเพิ่มมากขึ้น

การแผ่กระจายของศักย์ไฟฟ้าจะดีที่หากใช้คันทันกระแสไฟฟ้า(arcing born)

(ดูรูปที่ 17)



รูปที่ 16 การแผ่ศักย์ไฟฟ้าที่คันทันของลู่ก้วย (เมื่อกันกันกระแสไฟฟ้า)

รูปที่ 17 การแผ่ศักย์ไฟฟ้าที่คันทันลู่ก้วย (เมื่อกันกันกระแสไฟฟ้า)

(ข) แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลัดวงจรที่ลู่กั้ว (flashover voltage of insulator)

แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือที่ความถี่ต่ำ (low frequency flashover voltage) ที่แรงดันกระตุ้น (impulse flashover voltage) และที่ความถี่ต่ำ ซึ่งทำให้เกิดลัดวงจรในน้ำมัน (low frequency puncture voltage in oil)

สำหรับระดับแรกที่ความถี่ต่ำนั้น ใช้ความถี่ 50 หรือ 60 ไซเคิล/วินาที ซึ่งอาจจะอยู่ในภาวะแห้ง (dry flashover voltage) และภาวะเปียก (wet flashover voltage)

แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลัดวงจรที่ลู่กั้วในภาวะแห้ง หมายถึงแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าสองขั้วของลู่กั้วที่สะอาด และมีผิวแห้ง ค่านี้จะคงที่สำหรับลู่กั้วแบบหนึ่ง ๆ และเป็นค่าที่ใช้กำหนดคุณสมบัติของลู่กั้ว (โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 3-5 เท่า ของแรงดันที่ใช้ใช้งาน)

แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลัดวงจรที่ลู่กั้วในภาวะเปียก เป็นค่าที่คิดเมื่อลู่กั้วเปียกน้ำ

โดยทั่วไปน้ำที่ราดบนลู่กั้วจะต้องมีค่าความต้านจำเพาะ (specific resistance) 10,000 โคลห์ม-เซนติเมตร และปริมาณน้ำเท่ากับ 3 มิลลิเมตร/วินาที

ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลัดวงจรที่ลู่กั้วเมื่อใช้แรงดันไฟฟ้ากระตุ้นนั้น แสดงให้เห็นความแข็งแรงของลู่กั้ว สำหรับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้เป็นมาตรฐานเท่ากับ 1.5×40 ไมโครวินาที (μs) และค่านี้ยังมีค่าแตกต่างกันในกรณีที่ใช้ขั้วบวก (positive polarity) และขั้วลบ (negative polarity) ด้วย แต่โดยทั่วไปใช้ค่าบวก อนึ่งภายใต้ภาวะเปียกค่านี้เกือบเท่ากับค่าที่ได้ภายใต้ภาวะแห้ง หากใช้ขั้วบวก แต่มีค่าต่ำกว่าเล็กน้อยหากใช้ขั้วลบ

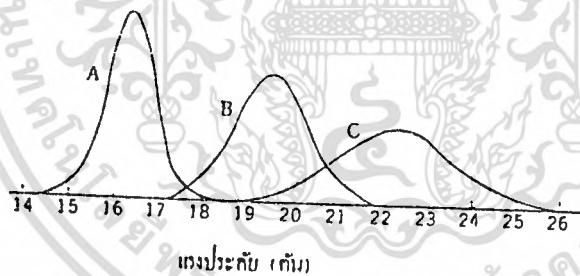
แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดการลัดวงจรที่ลู่กั้ว เมื่อใช้ความถี่ต่ำ และให้ลู่กั้วอยู่ในน้ำมัน จะแสดงให้เห็นลักษณะเป็นเลขวนไฟฟ้าของลู่กั้ว ค่านี้สูงกว่าค่าที่วัดแต่ความถี่ต่ำอย่างเดี๋ยวน หากลู่กั้วอยู่ในสภาพดี และโดยทั่วไปสำหรับลู่กั้วแบบแขวน ขนาด 250 มิลลิเมตร จะมีค่าประมาณ 140 กิโลโวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ลักษณะทางเครื่องกล

ลูกถ้วยที่ดีจะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักได้และเป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี กระเบื้องเคลือบทั้งเป็นตัวลูกถ้วยมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงคล้ายกับเหล็กหล่อ และต้านแรงกดสูง ๆ ได้ แต่ต้านทานแรงยืดได้ต่ำ โดยทั่วไปจะรับแรงยืดได้ 400 - 900 กิโลกรัม/ตารางมิลลิเมตร และแรงกดประมาณ 10 เท่า ของแรงยืด กระเบื้องเคลือบจะต้องไม่มีร้าวร่วนในเนื้อกระเบื้อง ปราศจากรอยขีดข่วน รอยแตก ฯลฯ และควรมีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทั้งที่ทันใด หรือต่อแรงกระแทกจากภายนอก

แรงดึงของลูกถ้วยที่ติดตั้งแล้วมีค่าสูง ส่วนที่เป็นกระเบื้องเคลือบ และซีเมนต์ของลูกถ้วยจะต้องออกแบบให้ความแข็งแรงมากกว่าส่วนที่เป็นโลหะ เพราะโลหะพุกร่อนได้ ในรูปที่ 18 แสดงให้เห็นส่วนประกอบต่างๆ ของลูกถ้วย



ตัวย่อ	จุดประคัย	ตัวอย่าง
A	แกนเหล็ก	ถูกด้วยแบบ elevis ขนาด 250 มม.
B	กานบน (malleable cap)	เฉพาะกานบน
C	กระเบื้องเคลือบ	ถูกด้วยที่ทดสอบประคัยกับแกนเหล็กและกานบนที่มีความแข็งแรงเป็นวิเศษ

รูปที่ 18 รูปแบ่งของความแข็งแรงทางเครื่องกลของลูกถ้วยแบบแขวนขนาด 250 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบความแข็งแรงของลูกถ้วยแบบแฉกแฉวน และแบบก้านยาวให้วิธีทดสอบแรงดึง และสำหรับลูกถ้วยแบบตั้งและแบบติดเสาจะทดสอบความแข็งแรงของก้านโดย bending moment ที่เกิดจากสายไฟฟ้า ซึ่งกระทำได้โดยใช้น้ำหนักกดบนลูกถ้วย และเกิดแรงเบี่ยงที่ก้านของลูกถ้วย

ลักษณะทางไฟฟ้า และทางเครื่องกลของลูกถ้วยแบบต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 12, 13, 14 และ 15

การออกแบบฉนวนไฟฟ้าของสายส่งไฟฟ้าชนิดพาดเสาจะต้องคำนึงถึงค่าของแรงดันไฟฟ้าระดับที่เกินเกณฑ์ใช้งานปกติของระบบไฟฟ้านั้น ๆ เป็นสำคัญ

ในบริเวณที่บรรยากาศปกติไม่มีฝนและองมาก ค่าของแรงดันไฟฟ้าในช่วงเวลาที่สับไกไฟฟ้า (switching surge) จะใช้ในการกำหนดจำนวนของลูกถ้วย และระยะห่างของฉนวนไฟฟ้า

ตารางที่ 12 ลักษณะการเกิดลัดวงจรของลูกถ้วยชนิดแขวนขนาด 250 มม.

มาตรฐาน JIS C 3810 (1962)

JIS C 3817 (1964)

จำนวนลูกถ้วย	แรงดันไฟฟ้าทำให้เกิดลัดวงจร ที่ความถี่ 50 (เกโวลท์)		แรงดันไฟฟ้าทำให้เกิดลัดวงจร (50 % impulse flashover voltage) (เกโวลท์)	
	แห้ง	เปียก	บวก	ลบ
2	155	90	255	255
3	215	130	355	345
4	270	170	440	415
5	325	215	525	495
6	380	255	610	585
7	435	295	695	670
8	485	335	780	760
9	540	375	860	845
10	590	415	945	930
11	640	455	1,025	1,015
12	690	490	1,105	1,105
13	735	525	1,185	1,190
14	785	565	1,265	1,275
15	830	600	1,345	1,360
16	875	635	1,425	1,440
17	920	670	1,505	1,530
18	965	705	1,585	1,615
19	1,010	740	1,665	1,700
20	1,055	775	1,745	1,785
21	1,100	810	1,825	1,870
22	1,145	845	1,905	1,955
23	1,190	880	1,985	2,040
24	1,235	915	2,065	2,125
25	1,280	950	2,145	2,210

หมายเหตุ: ลูกถ้วยแบบกัก (clevis type JIS C 3810) มี electro mechanical 12,000 กก.

ลูกถ้วยแบบหัด (ball & socket type JIS C 3817) electro mechanical 16,500 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 13 ลักษณะของลูกด้วยแบบคั้ง (pin type)
มาตรฐาน : JIS C 3816 (1962)

ชนิด	แรงคั้นไฟฟ้า สัมพันธฐาน (กิโลโวลท์)	จำนวนชั้นของ กระเบื้องเคลือบ	เส้นผ่าศูนย์กลาง กลางสูงสุด (มม.)	ความสูง		แรงคั้นไฟฟ้าที่ทำให้เกิด ลัดวงจรที่ความถี่ต่ำ		แรงคั้นไฟฟ้าที่ทำให้เกิดลัดวงจร (50% impulse flashover voltage) (กิโลโวลท์)	แรงกอน น้ำหนัก (cantilever strength) (กก.)	น้ำหนักรวมทั้ง ตัวประกอบ (กก.)
				ต่ำสุด มม.	สูงสุด มม.	แห้ง (กิโลโวลท์)	เปียก (กิโลโวลท์)			
10	11	2	200	190	210	85	55	120	700	3.4
20	22	3	240	245	265	110	75	160	700	6.4
30	33	3	300	310	330	135	95	200	700	11.5
40	-	3	350	375	400	160	115	240	850	17.0
50	-	4	400	435	465	185	135	280	850	26.0
60	66	4	430	490	515	210	155	320	1,000	38.5

ตารางที่ 14 ลักษณะของลูกด้วยแบบก้านยาว
มาตรฐาน : JIS C 3816 (1962)

ชนิด	แรงคั้นไฟฟ้า สัมพันธฐาน (กิโลโวลท์)	ความยาว (มม.)	จำนวนชั้น	เส้นผ่าศูนย์กลาง ของก้าน (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลาง ของก้านลูกด้วย (มม.)	แรงคั้นไฟฟ้าที่ทำให้เกิด ลัดวงจรที่ความถี่ต่ำ		แรงคั้นไฟฟ้าที่ทำให้เกิด ลัดวงจร (50% impulse flashover voltage) (กิโลโวลท์)	แรงประคืบ (breaking strength) (กก.)	น้ำหนัก (กก.)
						แห้ง (กิโลโวลท์)	เปียก (กิโลโวลท์)			
LC-505	22	385	5	145	65	115	65	170	7,500	7
LC-507	33	485	7	145	65	150	95	230	7,500	9
LC-510	66	685	10	145	65	185	125	290	7,500	10
LC-8005	22	385	5	160	80	115	65	170	12,000	10
LC-8007	33	485	7	160	80	150	95	230	12,000	12
LC-8010	66	585	10	160	80	185	125	290	12,000	14
LC-8013	77	725	13	160	80	235	160	380	12,000	18
LC-8017	77	875	17	160	80	285	200	470	12,000	22
LC-8021	110	1,025	21	160	80	335	240	560	12,000	26
LC-8024	110	1,175	24	160	80	385	280	650	12,000	29

หมายเหตุ: ลูกด้วย LC (clevis-type connection) เหล่านี้มีเม็ดลัดวงจรที่ก้นบนและก้นล่าง
ยังมีแบบอื่น ๆ อีก เช่น LC (clevis-eye type) ซึ่งก้านค้ำเป็นสลัก และอีกค้ำค้ำค้ำเป็นห่วง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 15 ลักษณะของลูกถ้วยแบบติดเสา

ชนิด	แรงดันไฟฟ้า สัมบูรณ์ (กิโลโวลต์)	จำนวนชั้น	เส้นผ่าศูนย์กลางของชั้น (มม.)	เส้นผ่าศูนย์กลางของตัว ลูกถ้วย(มม.)	ความสูง (มม.)	แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิด กักขังจรัที่ความถี่ต่ำ		แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิด กักขังจรั (50% impulse flashover voltage) (กิโลโวลต์)	แรงกอนน้ำหนัก (กก.)	น้ำหนัก (กก.)
						แห้ง (กิโลโวลต์)	เปียก (กิโลโวลต์)			
LP-10	11	4	145	65	240	80	50	120	700	5.7
LP-20	22	6	150	70	325	105	75	165	700	7.7
LP-30	33	8	160	80	420	135	100	220	700	11.5
LP-40	-	10	165	85	515	170	125	275	700	16.1
LP-60	66	12	190	105	740	240	180	385	700	27.6
LP-70	77	14	190	105	610	280	210	440	700	31.3

ลักษณะการเกิดกระแสไฟฟ้ลัดวงจรของลูกถ้วยที่แรงดันไฟฟ้าในช่วงเวลาที่สับสวิตซ์
แตกต่างกับลักษณะที่ใช้ความถี่ต่ำ และแรงดันกระตุ่น ในรูปที่ 19 จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะ
การเกิดกระแสไฟฟ้ลัดวงจรของลูกถ้วยแบบแขวน ขนาด 250 มิลลิเมตร

4.2.3 การทดสอบลูกถ้วย มีดังต่อไปนี้

- (1) การทดสอบเมื่อก่อสร้าง
- (2) การตรวจสอบภายนอก
- (3) การทดสอบด้านไฟฟ้า
- (4) การทดสอบด้านเครื่องกล
- (5) การทดสอบด้านไฟฟ้า-เครื่องกล

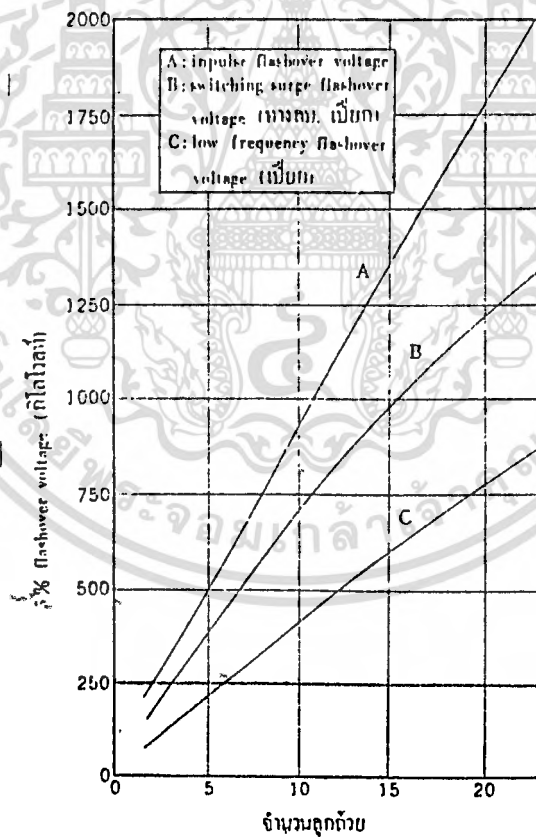
(electro mechanical test.)

- (6) การทดสอบด้านความรักรณ

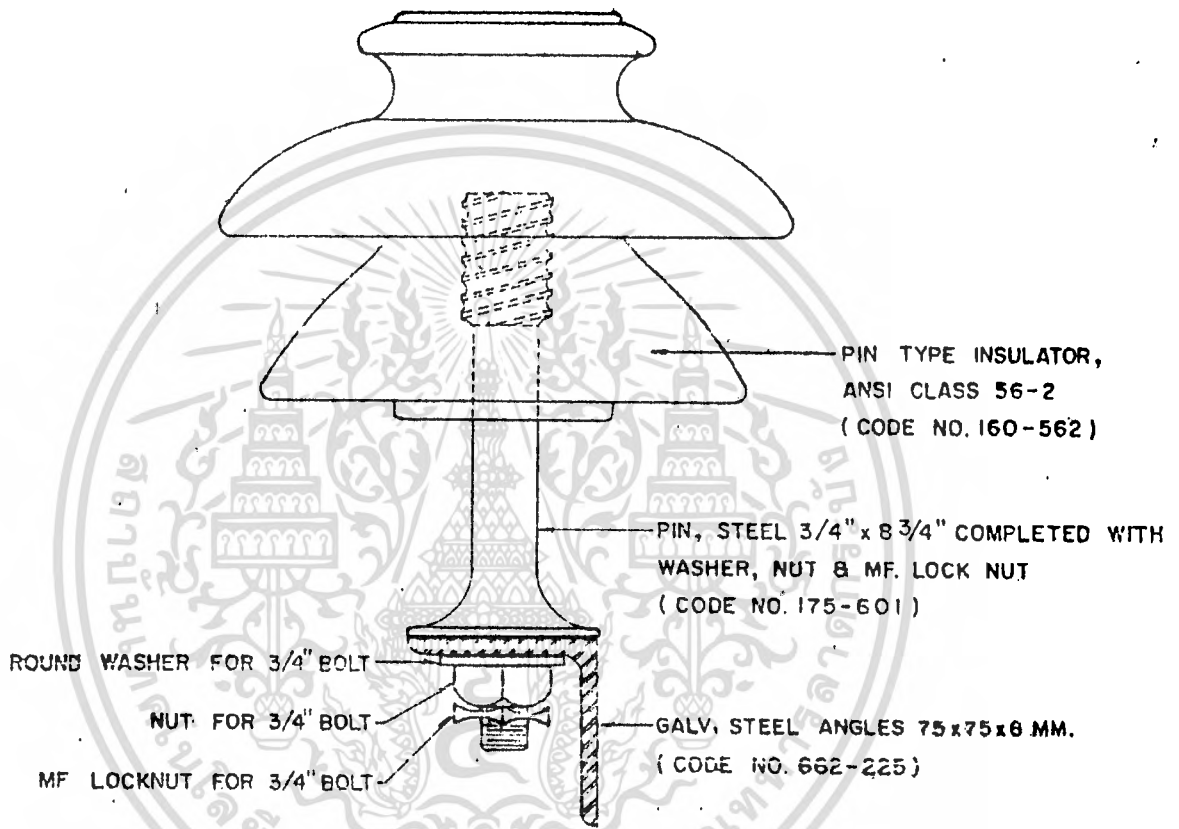
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ราชภัฏวชิรเวศารใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น จึงขอร้องมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (8) การทดสอบการทุบโลหะ

ในการซื้อลูกถ้วย จะต้องมีการทดสอบ เพื่อตรวจสอบวิธีการที่กำหนดเป็นกรณี ๆ ไป

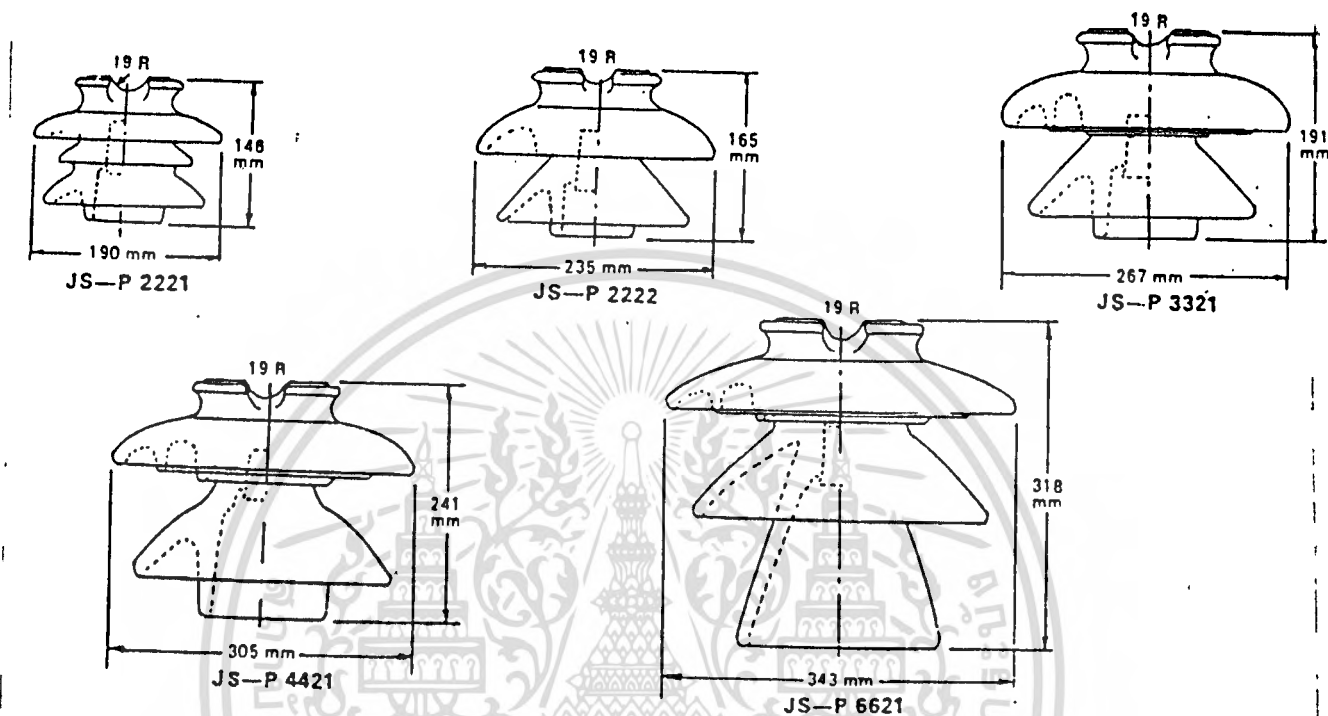


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PIN TYPE

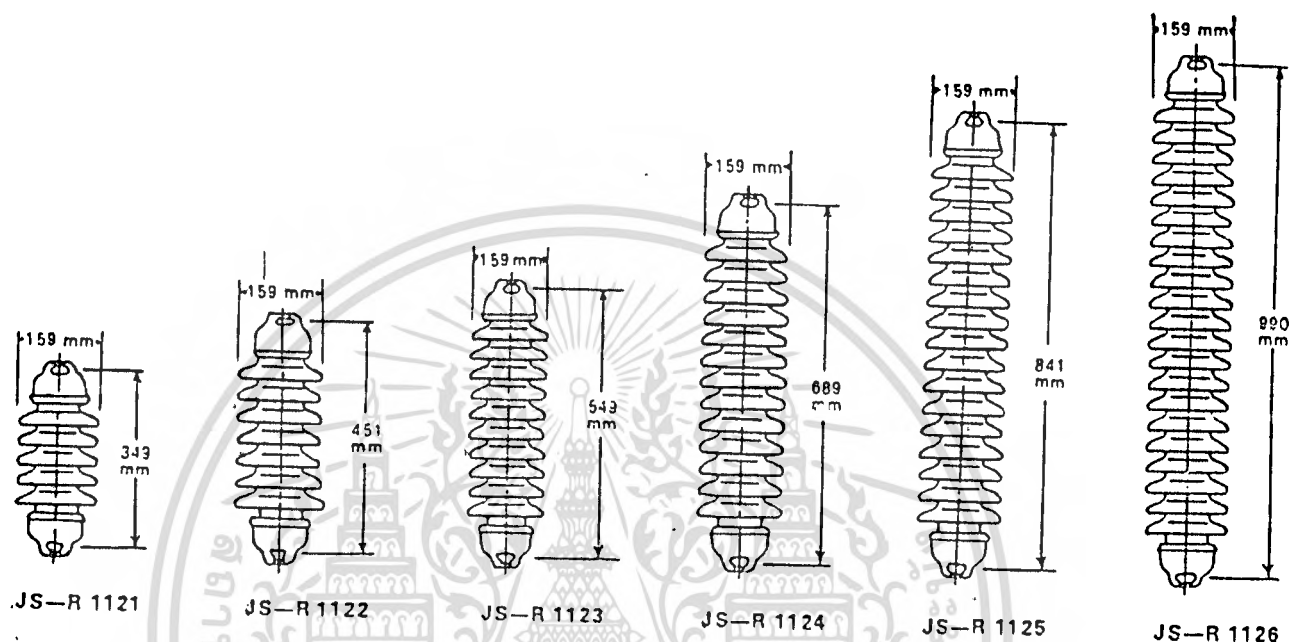
2	CHANGED CROSSARM CODE NO. FROM 651-075 TO BE 662-225	<i>Sombati</i>	27/5/28
1	ADDED CODE NUMBERS	<i>Sugan.</i>	19/5/23
REV. NO.	DESCRIPTION OF REVISIONS	BY	DATE
<i>DR. T. Leachai</i>	<i>CHK. Sugan.</i>	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY	
DIV. CHIEF	<i>T.H.</i>	SCALE	1:3
EXC. MGR.	<i>ว.ว.ร. อ. พงษ์สิน</i>	SUPERSEDING	
DTY. GEN. MGR.	<i>S.</i>	SH. NO.	2 OF 3
DATE	8 / 8 / 2020	DWG. NO.	314



STANDARD PARTICULARS

Product No.	JS-P2221	JS-P2222	JS-P3321	JS-P4421	JS-P6621		
Specifications	56-1	56-2	56-3	56-4	56-5		
Recommended Voltage, Kv	22	22	33	44	66		
Leakage Distance, mm	330	432	534	686	864		
Cantilever Strength, Kg	1134	1360	1360	1360	1360		
Flashover Voltage	Power Frequency	Dry, kv	95	110	125	140	175
		Wet, kv	60	70	80	95	125
	Impulse	Positive, kv	150	175	200	225	270
		Negative, kv	190	225	265	310	340
Radio Influence Voltage	Test Voltage to ground, Kv	Plain	15	22	30	30	44
		Radio Freed	15	22	30	30	44
	Maximum Riv at 1000 Kc. μ v	Plain	8000	12000	16000	16000	25000
		Radio Freed	100	100	200	200	200
Power Frequency, puncture voltage, kv	130	145	165	185	225		
Thimble Type	*	*	*	*	*		
Net Weight, (Approx.) Kg	3.4	5.0	7.0	10.8	14.5		
Contents of each package	5	4	3	3	3		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



STANDARD PARTICULARS

Product No.	JS-R1121	JS-R1122	JS-R1123	JS-R1124	JS-R1125	JS-R1126	
Numbers of Sheds	5	7	10	13	17	21	
Leakage Distance, mm	530	755	1044	1374	1774	2174	
Mechanical Breaking Strength, kg	11360	11360	11360	11360	11360	11360	
Routine load test, kg	5680	5680	5680	5680	5680	5680	
Flashover Voltage	Power Frequency	Dry, kv	115	150	185	235	285
		Wet, kv	65	95	125	160	200
	Impulse	Positive, kv	170	230	290	350	470
Socket Dimensions	TYPE 'J'	TYPE 'J'	TYPE 'J'	TYPE 'J'	TYPE 'J'	TYPE 'J'	
Nett Weight (Approx.) kg	9.5	12.0	14.5	18.0	22.0	26.0	
Contents of each package	2	2	2	1	1	1	

STANDARD SPECIFICATIONS : ASA C 29.1—1944

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 อุปกรณ์สำหรับลูกถ้วย

อุปกรณ์สำหรับลูกถ้วย รวมถึงส่วนที่เป็นโลหะ และส่วนประกอบอื่น ๆ ที่ติดอยู่กับสายไฟฟ้า ลูกถ้วยและเสาไฟฟ้า และโดยทั่วไปรวมถึงส่วนที่เป็นโลหะของสายต่อลงดินชนิดพาดเสาด้วย

บทที่ 5

รายละเอียดคอนสายที่ใช้ในการก่อสร้างระบบจำหน่ายไฟฟ้า

คอนสาย (Cross arm) เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบบกับเสาไฟฟ้า เพื่อติดตั้งลูกถ้วยพาดยึดสายไฟฟ้า ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันและตัดตอนในระบบจำหน่ายไฟฟ้า แบ่งตามชนิดของวัสดุได้ 2 ชนิด คือ

1. ไม้คอน (Wood cross-arm)
2. คอนคอนกรีตอัดแรงแบบสปัน (คอน คอร. สปัน) (Spun Prestressed Concrete cross-arm)

ไม้คอน ไม้คอนที่ใช้ในระบบจำหน่ายไฟฟ้าของ กฟผ. เป็นไม้เนื้อแข็งหรือไม้เนื้ออ่อนอัดน้ำยา มีหลายขนาดขึ้นอยู่กับงานนำไปใช้งานในระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งพอที่จะสรุปที่สำคัญได้ดังต่อไปนี้

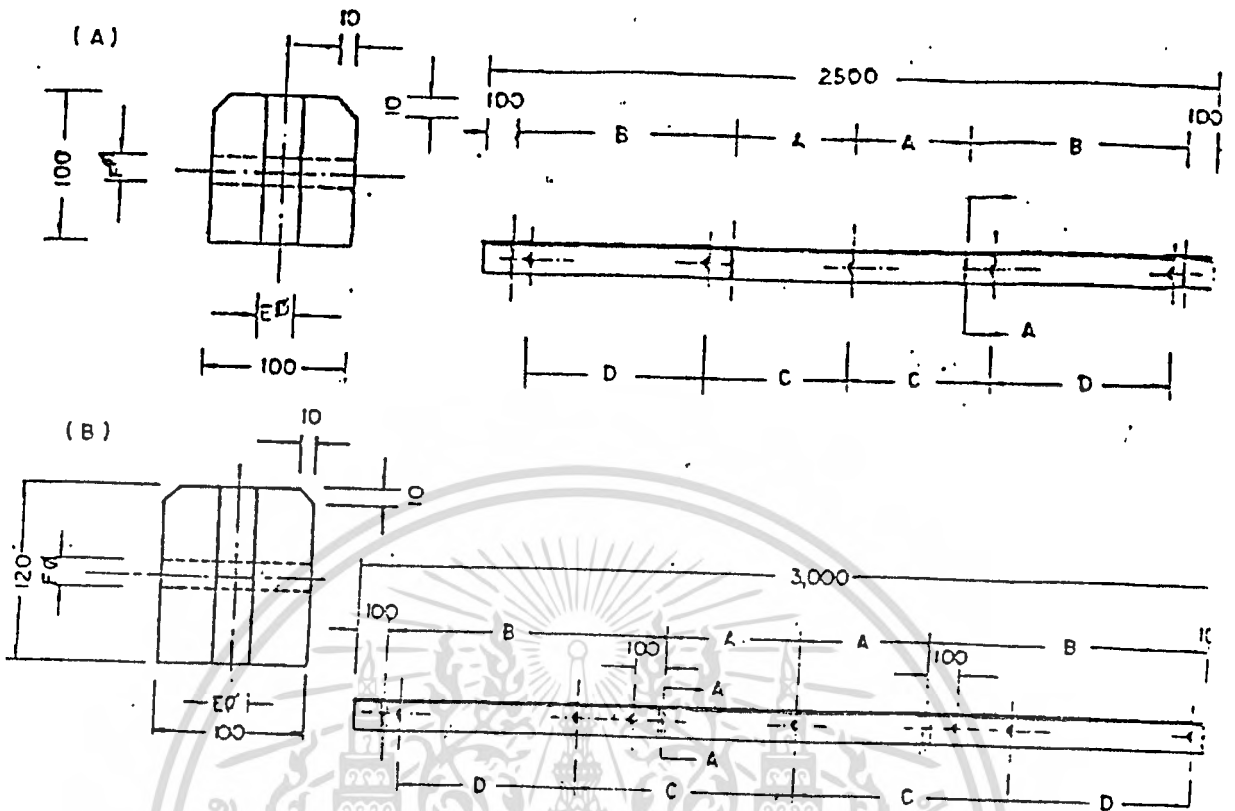
ไม้คอน ขนาด (mm.)	วัสดุเลขที่	การใช้งาน
100 * 100 * 750	0103	ใช้ในระบบ 1 เฟส 19 kv
100 * 100 * 1500	0111	ใช้กับสายเคเบิลอากาศระบบ 22 และ 23kv
100 * 100 * 2000	0100	ใช้ในระบบ 11 - 22 kv
100 * 120 * 3000	0101	ใช้ในระบบจำหน่าย 3 เฟส 33 kv

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

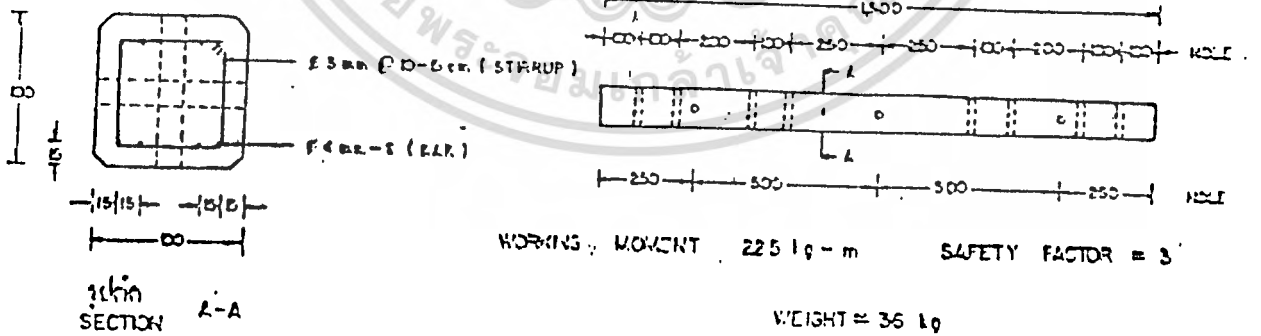
คอนกรีตอัดแรงแบบสป็น (คอน คอร. สป็น) กพภ ได้นำเอาคอน คอร. สป็นมาใช้งานในระบบจำหน่ายไฟฟ้าแทนไม้คอนสาย แต่ในการนำไปใช้งานจะต้องพิจารณาให้ให้ถูกต้องกับข้อกำหนดต่าง ๆ ด้วย โดยระยะแรกได้ผลิตเฉพาะคอน คอร. สป็นที่ใช้งานสำหรับโครงสร้างที่ก่อสร้างทางตรงและทางโค้งไม่เกิน 30 องศา แต่ในปัจจุบันได้อนุมัติให้ผลิตคอน คอร. สป็น (สำหรับเข้าปลายสาย) เพิ่มขึ้นอีกขนาดหนึ่ง ซึ่งสามารถนำไปใช้งานในระบบจำหน่ายที่วงที่ต้องการรับแรงดึงสูงได้ ทั้งนี้คอน คอร. สป็นดังกล่าวมีความคงทนแข็งแรงและสามารถจัดหาได้สะดวกและเพียงพอต่อการใช้งาน ดังนั้น คอน คอร. สป็นจึงสามารถนำมาใช้งานทดแทนการให้ไม้คอนได้

คอน คอร. สป็น(mm.)	วัสดุเลขที่	การใช้งาน
100 * 100 * 1500	0106	ใช้กับสายเคเบิลอากาศ 22 และ 33 kv
100 * 100 * 2500	0102	ใช้ในระบบจำหน่าย 11 - 22 kv ทางตรงและทางโค้งมากกว่า 30 องศา
120 * 120 * 2000	0195	ใช้ในระบบจำหน่าย 11-22 kv เข้าปลายสายและทางโค้งไม่เกิน 30 องศา
120 * 120 * 3000	0104	ใช้ในระบบจำหน่าย 33 kv ทางตรงและทางโค้งไม่เกิน 30 องศา
120 * 120 * 2500	0196	ใช้ในระบบจำหน่าย 33 kv เข้าปลายสายและทางโค้งเกิน 30 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

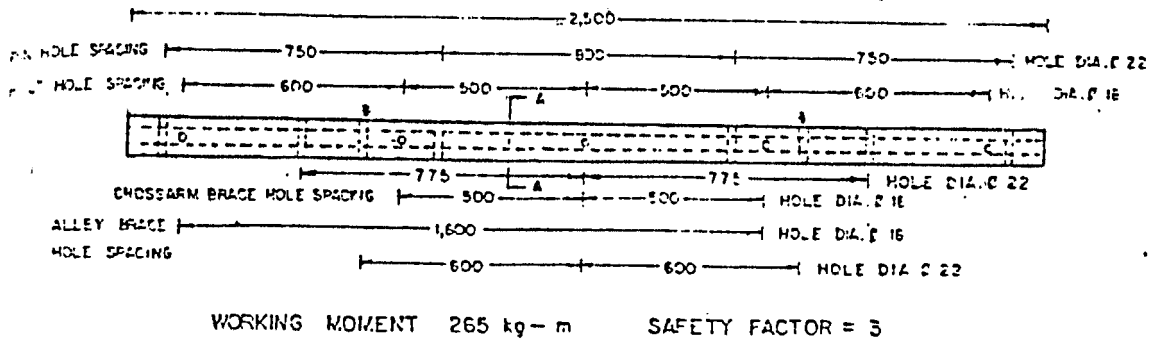


พทก. วัสดุโครง	PEA. MATERIAL NO.	A	B	C	D	E	F	วัสดุ	MATERIAL
		DIMENSIONS mm							
๓	0101 (B)	450	950	720	630	22	18	ไม้	พทก.โครง SEE MAT. NO.
๓	0100 (A)	400	750	500	600	22	18		

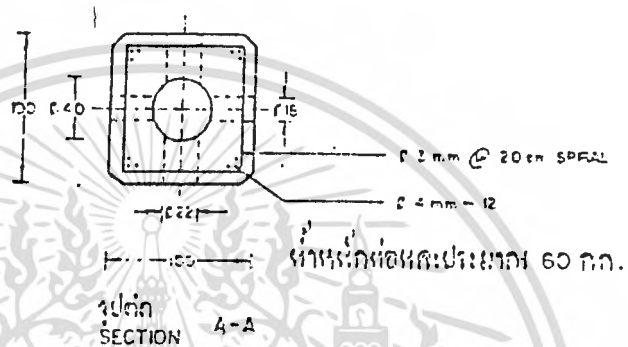


คอนกรีตอัดแรง 100 * 100 * 1500 mm.

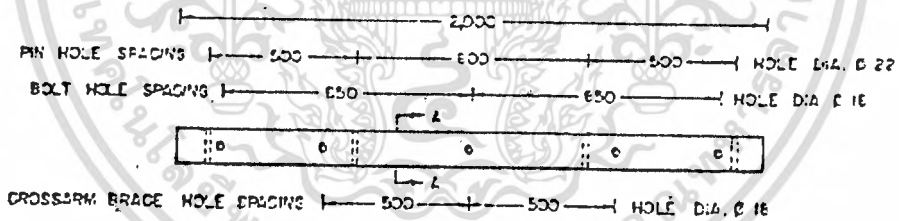
เอกสารนี้เป็นเอกสาร 1. ใช้เป็นคอนสำหรับติดตั้งนิวส์สวิทช์แรงต่ำเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด 2. ใช้เป็นคอนสำหรับติดตั้งเคเบิลอากาศ 2 วงจร



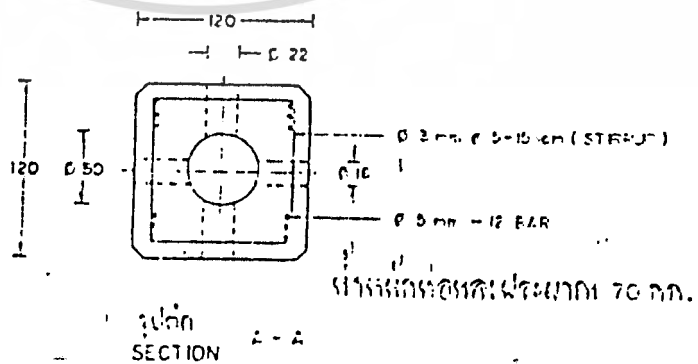
วัสดุเกรดที่ 0103



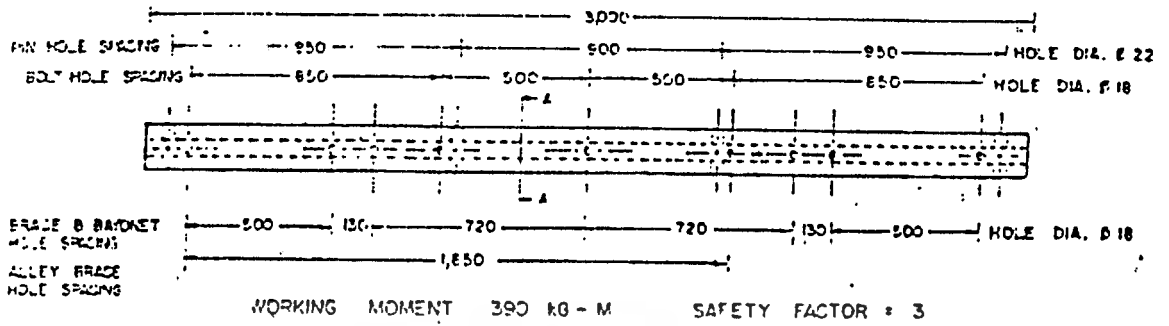
คอน คอนกรีตอัดแรงแบบสั้น (คอน คอร. สั้น)



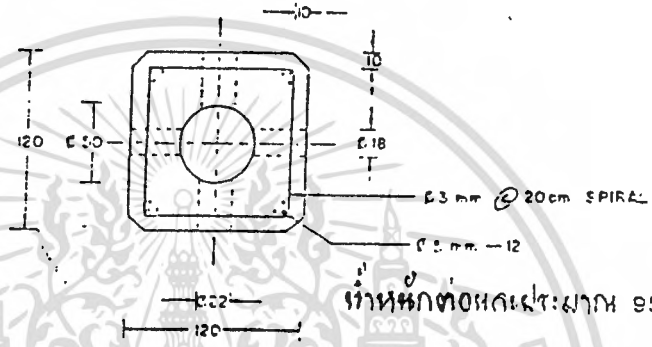
วัสดุเกรดที่ 0195



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 คอน คอร. สั้น (สำหรับเข้าปลายสาย)
 ไม่วากรมิใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 120 * 120 * 2000 mm.

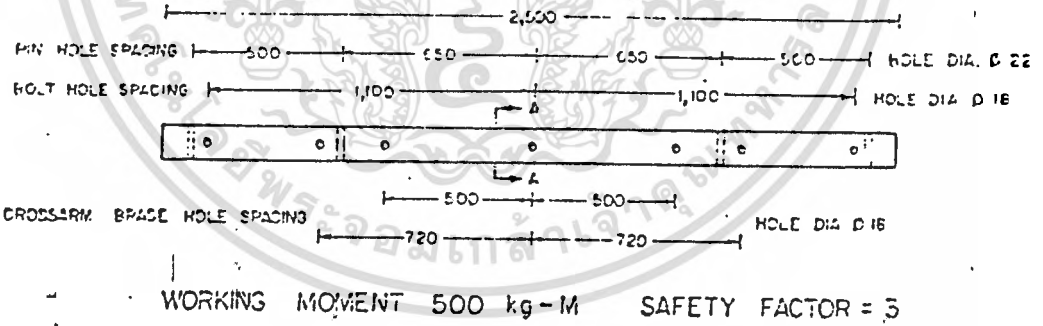


จัดซื้อครั้งที่ 0104

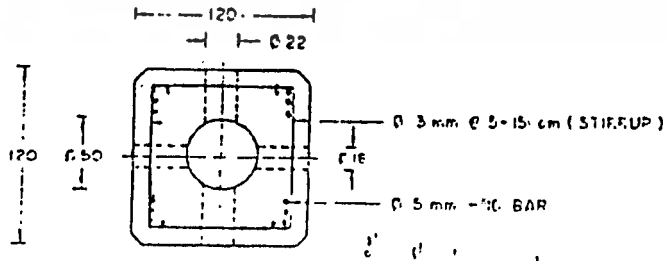


คอน คอนกรีตอัดแรงแบบสโตน (คอน คอร. สโตน)

120 * 120 * 3000 mm.

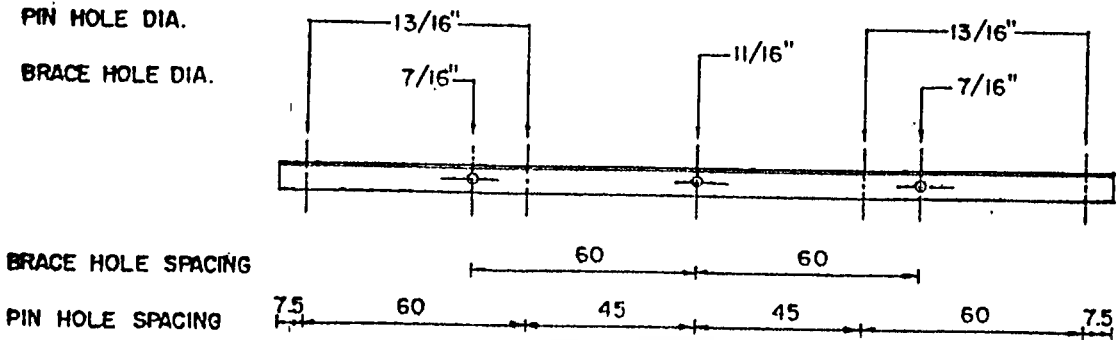


จัดซื้อครั้งที่ 0196



รูปตัด SECTION A-A

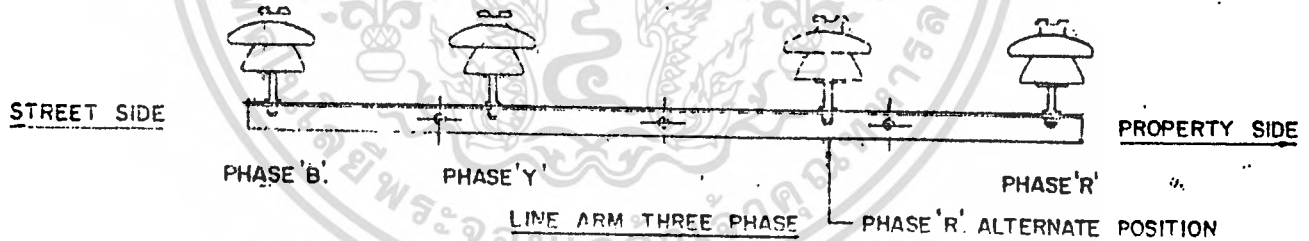
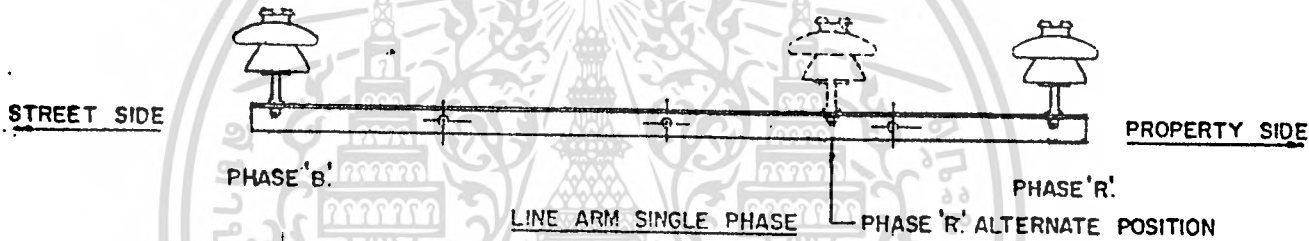
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานก่อสร้าง (สำหรับเข้าปลายสาย) ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 120 * 120 * 2500 mm.



7.5
7.5

LINE ARM 2.25 M.
(CODE NO. 662-225)

NOTE: DIMENSIONS ARE IN CENTIMETER, OTHERWISE SPECIFIED

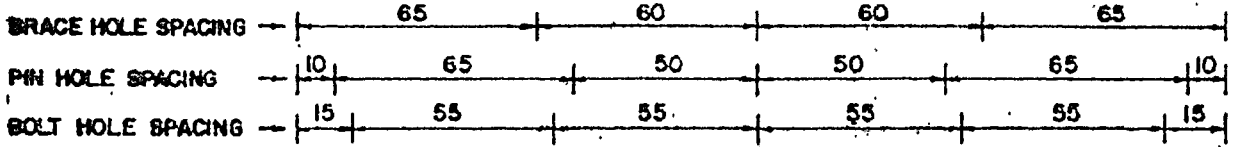
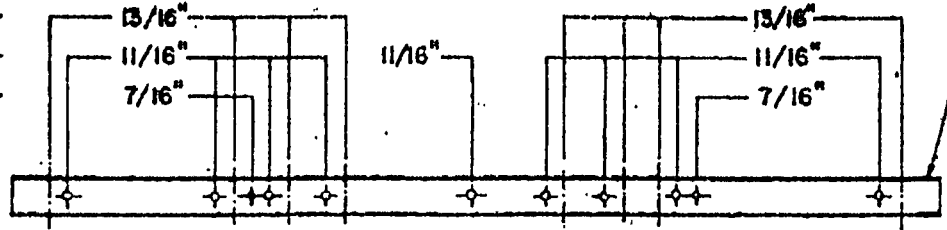


NOTES

1. ALL HOLES SHALL BE DRILLED AT THE CENTER OF ANGLES.
2. THE CROSSARM SHALL BE MADE OF STEEL ANGLES OF 75 x 75 x 6 MM. AND AFTER FABRICATION IT SHALL BE GALVANIZED.

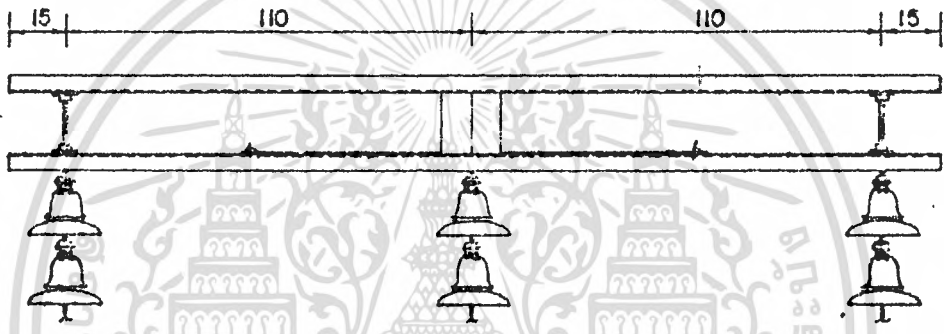
2	CHANGED CROSSARM CODE NO. FROM 651-075 TO BE 662-225	Sombat.	27/5/20
1	ADDED CODE NO. 651-075	Hupau.	19/5/23
REV. NO.	DESCRIPTION	OF	REVISIONS
DR. T. Lanthan	CHK. Papan.	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY	
DIV. CHIEF	T.H.	SCALE 1:20	
EXC. MGR.		SUPERSEDING	
DTY. GEN. MGR.	S.	SH. NO. 1 OF 3	
DATE	8/8/2520	DWG. NO.	314

PIN HOLE DIA. →
 BOLT HOLE DIA. →
 BRACE HOLE DIA. →

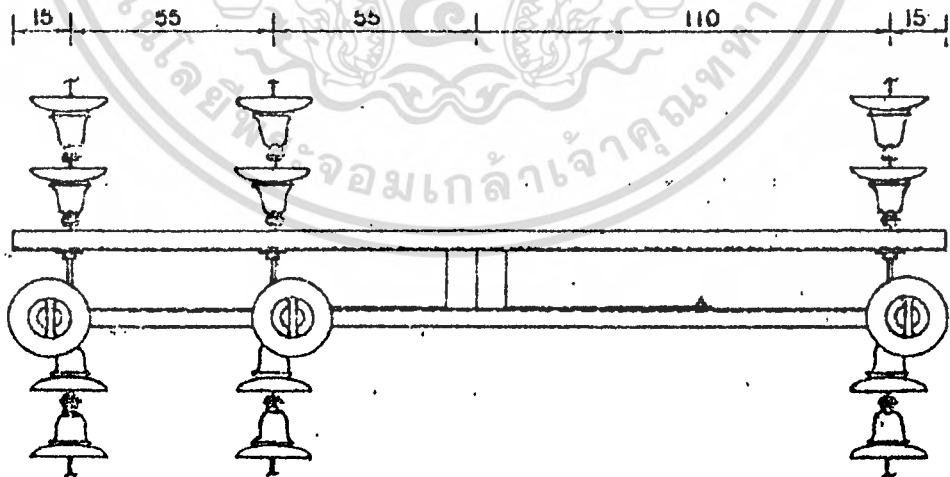


LINE ARM

STEEL CROSSARM 2.50 M.
 (CODE NO.662-252,SEE NOTE 5 SH.NO.2)



SINGLE OR DOUBLE CROSSARM SINGLE DEADEND



DOUBLE CROSSARM DOUBLE DEADEND

1	CHANGED CODE NO. OF CROSSARM FROM 662-251 TO BE 662-252	โดย	24/10/2
REV. NO.	DESCRIPTION OF REVISIONS	BY	DATE
DR. <i>Apichat.</i>	METROPOLITAN ELECTRICITY AUTHORITY 2.50 M. STEEL LINE ARM FOR DEADEND CONSTRUCTION DRILLING & PHASE POSITION	SCALE 1:20	
CHK. <i>Sombat.</i>		SUPERSEDING	
EXC. MGR. <i>Tongtae</i>		SH. NO. 1 OF 4	
DTY. GEN. MGR. <i>Paolh.</i>		DWG NO. 318	
DATE 20/11/2528			

ลักษณะทั่วไปของเสาส่ง

ในการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าด้วยระดับแรงดันไฟฟ้าสูง ๆ มักใช้สายส่งไฟฟ้าประเภทตัวนำไม่มีฉนวนไฟฟ้าหุ้ม (สายเปลือย) และติดตั้งอยู่บนเสาส่งไฟฟ้า ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างและวัสดุที่ใช้ทำเสาส่งขึ้นอยู่กับระดับแรงดันไฟฟ้าในการจ่ายส่ง ขึ้นกับความสูงของเสาส่ง และระยะห่างของการึงสายส่ง วัสดุที่ใช้ทำเสาส่งโดยทั่วไปได้แก่

- เสาส่งไม้
- เสาส่งคอนกรีตเสริมเหล็ก
- เสาส่งโครงเหล็กสตีล
- เสาส่งเหล็กสตีล

เสาส่งไม้ (Wooden poles) เป็นเสาส่งที่ใช้ในการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าต่ำไม่เกิน 20 kv เสาไม้ผลิตได้ง่ายและใช้วัสดุประกอบไม่แพง แต่พุง่าย ฉะนั้นจึงมักใช้กับสายส่งไฟฟ้าที่มีลักษณะชั่วคราว สำหรับส่งพลังงานไฟฟ้าปริมาณไม่มาก และใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำ อายุของเสาไม้โอ๊กน้ำยาประมาณ 25 ปี และเสาไม้ธรรมชาติมีอายุประมาณ 7 ถึง 12 ปี ซึ่งปัจจุบันนี้เสาส่งไม้ได้ถูกแทนที่ด้วยเสาส่งคอนกรีตไปหมดแล้ว

เสาส่งคอนกรีตเสริมเหล็ก (reinforced concrete poles) เป็นเสาส่งสำเร็จรูปมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม หรือทรงกลม เป็นเสาส่งที่เกือบจะไม่ต้องมีการบำรุงดูแลรักษาตัวเสาส่งแต่อย่างใด เสาส่งชนิดนี้ไม่ผุ ฉะนั้นจึงมีอายุยาวมาก แต่เนื่องจากมีน้ำหนักมากทำให้ลำบากแก่การขนส่ง และการปักเสา หากไม่มีปัญหาเหล่านี้ ควรใช้ได้ดีที่สุด

เสาส่งโครงเหล็กสตีล (steel towers) มักใช้กับสายส่งไฟฟ้าที่มีความสำคัญและใช้กับแรงดันสูงกว่า 66 kv ซึ่งอาจจะออกแบบให้มีความมั่นคงภายใต้ภาวะน้ำหนักที่แรงที่สุด สายส่งไฟฟ้าขนาดใหญ่ แรงดึงของสายส่งไฟฟ้ามีค่ามาก ลมแรง และระยะระหว่างช่วงเสายาว อีกทั้งยังอาจจะออกแบบให้เสาสูงกว่าปกติได้ อายุของเสาส่งโครงเหล็กสตีล ประมาณ 45 ปี เสาส่งแบบนี้มีข้อดีเกี่ยวกับด้านก่อสร้าง และบำรุงรักษาสะดวก

เสาส่งเหล็กสตีล (steel poles) เสาส่งแบบนี้มีความแข็งแรงน้อยกว่า และกำหนดระยะระหว่างช่วงเสาได้สั้นกว่าเสาส่งแบบโครงเหล็กสตีล จึงใช้ในการติดตั้งที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมากนัก โดยปกติจะใช้สำหรับสายส่งไฟฟ้าแรงดันไม่เกิน 77 kv และระยะระหว่างเสาไม่เกิน 150 เมตร เช่น ในประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น

ในระยะหลังมักจะใช้เสาคอนกรีตเสริมเหล็กและเสาไม้แทน อย่างไรก็ตามค้ำน้ำหนักถึงอายุการใช้งานและการขนส่งยุ่งยากแล้วจึงจะใช้เสาเหล็กยึด

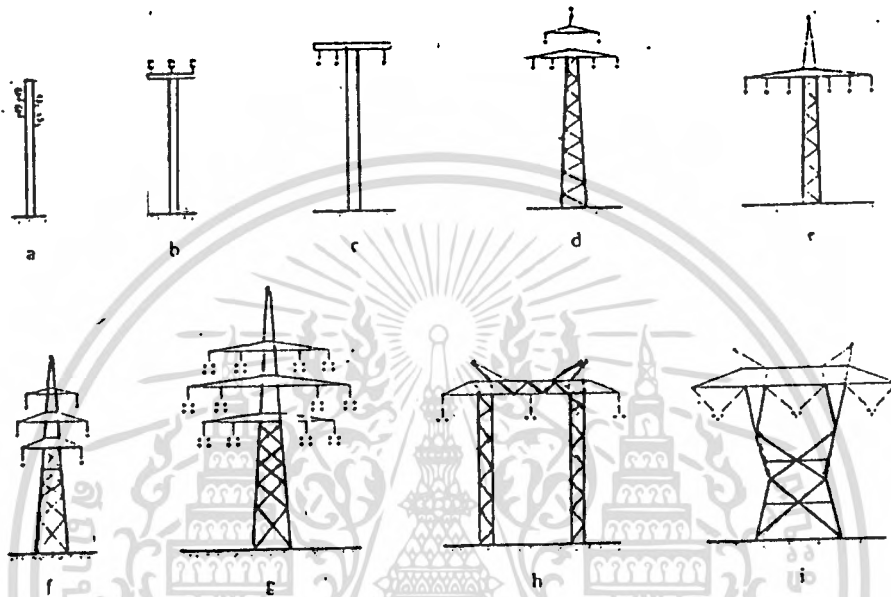
ในอเมริกาและทวีปยุโรป ใช้เสาเหล็กยึดโยง (guyed steel poles) สำหรับสายส่งไฟฟ้าที่ใช้แรงดันสูง เนื่องจากมีแรงลมต่ำ การบำรุงรักษาลดลงยึดกระทำได้ง่าย และส่วนใหญ่สายส่งไฟฟ้าอยู่ในพื้นราบ และสามารถก่อสร้างได้ในแนวตรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6 รูปแบบของโครงสร้างรับน้ำหนักที่มีให้ทั่ว ๆ ไป (types of supporting structure)

รูปแบบของโครงสร้างรับน้ำหนักหรือเสาส่งไฟฟ้าที่ใช้กันโดยทั่วไปมีแบบต่าง ๆ กัน ดังที่ได้แสดงไว้ในรูปข้างล่าง



รูปแสดง เสาส่งไฟฟ้าแบบต่าง ๆ สำหรับส่งจ่ายไฟฟ้าสลับ 3-เฟส

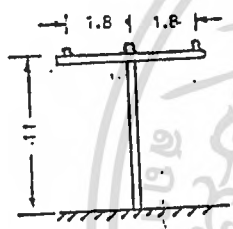
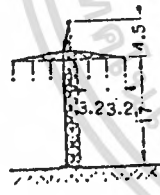
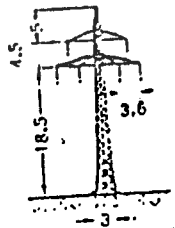
- เสาส่งสำหรับแรงดันไฟฟ้าต่ำมีสายกลาง
- เสาส่งสำหรับแรงดันไฟฟ้าปานกลางใช้ลู่ถ้วยแบบตั้งรับ
- เสาส่งคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้กับแรงดันไฟฟ้าปานกลางถึง 110 kv
- เสาส่งแบบโดเนา (Donau tower) ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 110 kv ถึง 380 kv
- เสาส่งแบบแนวราบ (110 kv ถึง 220 kv)
- เสาส่งแบบแนวตั้ง (110 kv ถึง 1150 kv)
- เสาส่งแบบหลายวงจร (380 kv)
- เสาส่งแบบเสาบ้าน (110 kv ถึง 750 kv)
- เสาส่งแบบวาย (Y-tower) 110 kv ถึง 1500 kv

ในประเทศไทยได้ใช้เสาส่งแบบ a และ b สำหรับส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าด้วยแรงดันไฟฟ้า ระดับต่ำและระดับปานกลาง เสาส่งแบบ c ใช้กับแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 110 kv ส่ง

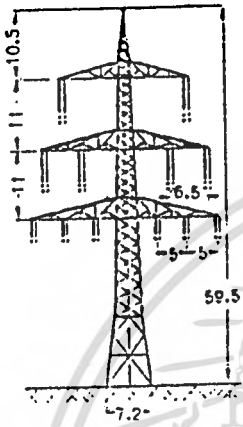
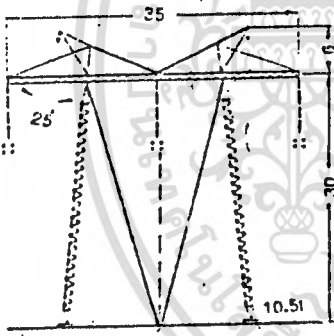
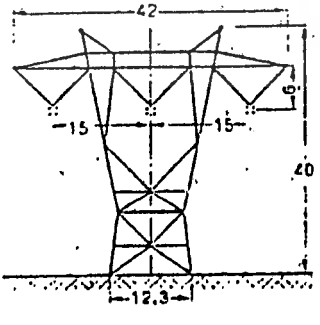
จ่ายเพียง 1 วงจรและสายส่งเปลี่ยนแต่ละเส้นติดตั้งให้มีระดับความสูงเดียวกัน เสาส่ง
ไม่ว่ากรณีแบบใดใช้สำหรับการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าด้วยแรงดันไฟฟ้าตั้งแต่ 110 kv ขึ้นไป 2 วงจร
ซึ่งมีข้อเสียที่แขนของเสาส่งที่ยาวมากเป็นปัญหาในการป้องกันฟ้าผ่า เสาส่งแบบ f เป็น

เสาส่งไฟฟ้าสำหรับแรงดันไฟฟ้าแรงสูงที่ใช้มากในประเทศไทยในการส่งจ่ายด้วยแรงดันไฟฟ้า 230 kV ลักษณะตัวเสาส่งสูงกว่าแบบ e แต่แทนของเสาส่งสั้นกว่าทำให้เกิดอันตรายจากฟ้าผ่าได้น้อยกว่า สำหรับการไขว้สายเพื่อแก้ค่าพารามิเตอร์ของเสาส่งแบบ f นี้ ยากกว่าไขว้สายส่งแบบ e มาก เสาส่งแบบ d ใช้มากในประเทศเยอรมันตะวันตก นอกจากนี้ยังมีลักษณะของเสาส่งแบบ g , h และ i ดังมีแสดงไว้ในรูปและตาราง

ตารางแสดง ขนาดของเสาส่งแบบต่าง ๆ ระดับแรงดันไฟฟ้า และประเทศที่ใช้

ลักษณะและขนาดตัวเสาส่งไฟฟ้า	ระดับแรงดันไฟฟ้า ประเทศที่ใช้
	<p>เสาส่งคอนกรีต ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 20 kV ลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้าบนแทนเสาส่งเป็นแบบตั้งรับ</p>
	<p>เสาส่งแบบแนวเดี่ยว ใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้ถึง 220 kV</p>
	<p>เสาส่งโดเนา ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 110 kV ในประเทศเยอรมันตะวันตก</p>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะและขนาดตัวเสาส่งไฟฟ้า	ระดับแรงดันไฟฟ้า ประเภทที่ใช้
	<p>เสาส่งแบบหลายวงจร ส่งจ่ายด้วยแรงดันไฟฟ้า 220 kV 2 วงจร ตัวนำเป็นแบบบันไดลคอนดัก 2 เส้นขนาน และ 380 kV 2 วงจร ตัวนำเป็นแบบบันไดลคอนดักเตอร์ 4 เส้นขนาน</p>
	<p>เสาส่งแบบวาย (Y) หรือแบบวี (V) ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 735 kV ตัวนำเป็นแบบบันไดลคอนดักเตอร์ 4 เส้นขนาน ในประเทศแคนาดา</p>
	<p>เสาส่งแบบเสาบ้าน ใช้กับแรงดันไฟฟ้า 750 kV ตัวนำเป็นแบบบันไดลคอนดักเตอร์ 4 เส้นขนาน 1 วงจร ประเทศสวีเดน</p>

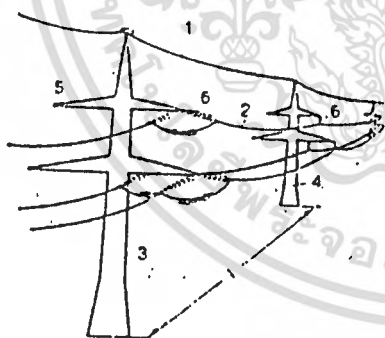
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 หน้าที่ของโครงสร้างรับน้ำหนัก (เสาส่งไฟฟ้า)

โครงสร้างรับน้ำหนัก หรือเสาส่งไฟฟ้ารูปแบบต่าง ๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว จะต้องออกแบบโครงสร้างให้สามารถรับผลแรงกระทำจากลม แรงดึงจากน้ำหนักของสายส่ง และแรงจากวัตถุอื่น ๆ ภาวะต่าง ๆ เหล่านี้มีความสำคัญมากในการคำนวณความแข็งแรงของโครงสร้างของตัวเสาส่ง ซึ่งเป็นหน้าที่ของวิศวกรโครงสร้าง สำหรับวิศวกรไฟฟ้าควรต้องคำนวณแรงที่กระทำต่อสายส่งที่ซึ่งอยู่ท่าเสาส่งได้ และกำหนดหน้าที่ของเสาส่งแต่ละต้นตามเส้นทางการส่งจ่าย โดยให้ขึ้นกับแบบเสาส่งดังนี้

เสาส่งรับแรง : (รูปข้างล่างประกอบ) เป็นเสาส่งรับน้ำหนักของสายส่ง และลูกถ้วยในแนวตั้งโดยตรง

เสาส่งชิงสาย : (รูปข้างล่างประกอบ) เป็นเสาส่งที่ใช้ชิงโยงสายส่ง ให้ได้มุมโตกว่า 120 องศา ทั้งนี้เพื่อให้ตัวเสาส่งรับแรงดึงจากน้ำหนักของสายส่งตามแนวนอนมากกว่าตามแนวตั้ง และถ้าช่วงของสายส่งระหว่างเสา 2 ต้นเกิดขาดลง ตัวเสาส่งชิงสายนั้นจะต้องมีความแข็งแรง เพียงพอที่จะรับน้ำหนักของสายส่งส่วนที่เหลือ ติดอยู่ตามแนวตั้งได้

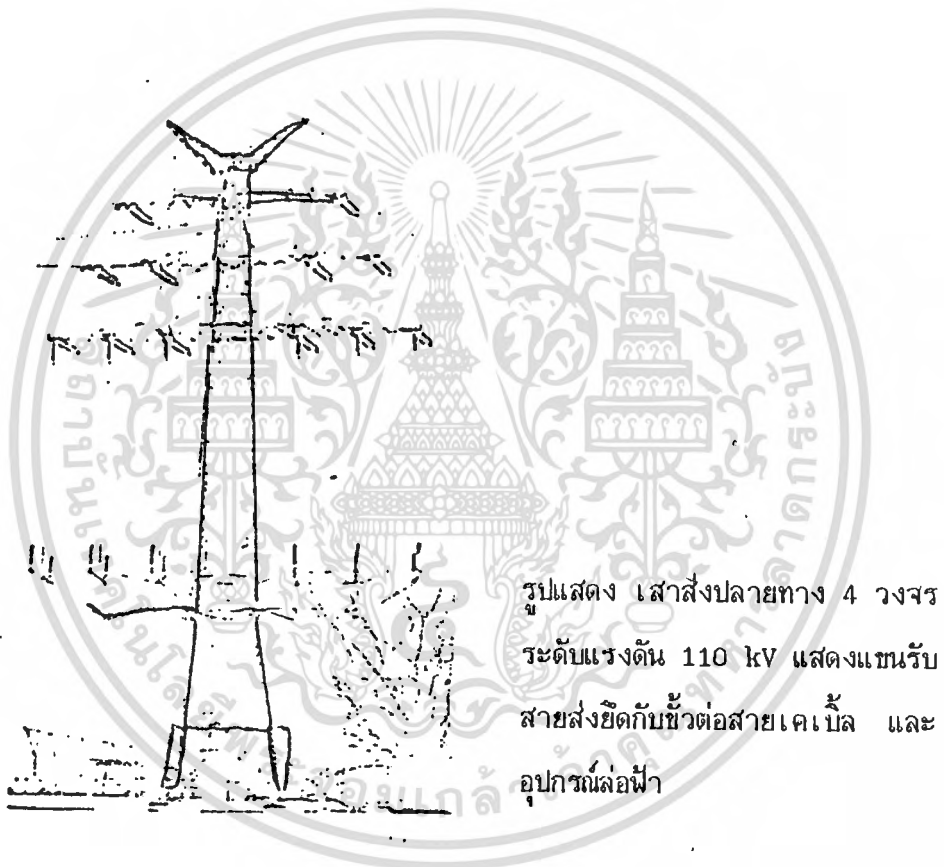


1. สายดิน หรือสายป้องกันฟ้าผ่า
2. สายส่งตัวนำเปลือย
3. เสาส่งสำหรับชิงโยงสายส่ง
4. เสาส่งสำหรับรับน้ำหนักสายส่ง
5. แขนเสาส่ง
6. จนวนลูกถ้วย

รูปแสดง เสาส่งไฟฟ้า

เสาส่งปลายทาง หรือเสาส่งต้นทาง : เป็นเสาส่งที่จะต้องสามารถรับแรงดึงของสายส่งตามแนวนอนได้ทั้งหมด เสาส่งนี้สามารถพบได้ตามสถานีไฟฟ้า นอกจากนั้นเสาส่งปลายทางยังใช้เป็นจุดต่อเชื่อมสายส่งเปลือยกับสายเคเบิลที่สถานีส่งจ่ายไฟฟ้า ดังแสดงใน

เอกสารนี้ **รูปข้างล่าง** ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เสาส่งทํามุม : เป็นเสาส่งรับแรงดึงทางด้านข้างที่แทนของเสาส่ง เนื่องจากการ
หักมุมของสายส่งตามระยะทางส่งจ่าย ตัวเสาส่งจึงมักจะใช้เสา 2 ต้น ตัวอย่างเช่น
เสาส่งแบบ เสาบ้าน (ดึงเสาส่งไฟฟ้ารูป h ที่ได้แสดงข้างต้นแล้ว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7 รายละเอียดเสาส่งไฟฟ้าที่มีใช้ในการก่อสร้างระบบจำหน่ายไฟฟ้า

เสาส่งไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ส่วนรองรับที่ใช้ประกอบคอน ลุกถ้วยผูกยึดจับสายไฟฟ้าให้อยู่ในระดับสูงเหนือดิน เนื่องจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบสายอากาศ (Overhead distribution line) โดยทั่วไปสายไฟฟ้าจะเป็นสายเปลือย จึงจำเป็นต้องพาดสายไฟฟ้าไว้เหนือพื้นดินให้มีความสูงของสายได้ระยะห่างที่ปลอดภัย และเสาส่งไฟฟ้าจะต้องมีความแข็งแรงมั่นคงสามารถรับแรงดึงและน้ำหนักของสายไฟฟ้าที่มาก กระทำในลักษณะต่าง ๆ ได้ เดิมเสาส่งไฟฟ้าจะเป็นเสาไม้ (Wood pole) แต่ในปัจจุบันนี้ได้ใช้เสาคอนกรีตเป็นเสาส่งไฟฟ้าทั้งหมดแล้วเพราะมีความแข็งแรงและคงทนต่อการใช้งาน ทั้งยังสะดวกต่อกวรวัดหาอีกด้วย

ขนาดมาตรฐานของเสาส่งไฟฟ้า

1. ระบบจำหน่ายแรงต่ำ ใช้เสาขนาด 6 , 8 และ 9 เมตร
2. ระบบจำหน่ายแรงสูง ใช้เสาขนาด 12,14 และ 16 เมตร

รายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับมาตรฐานของเสาคอนกรีต

ขนาดเสา " L " (m.)	ขนาดหน้าตัด ปลายเสา " A*B " (cm.)	ขนาดหน้าตัด โคนเสา " C*D " (cm.)	น้ำหนักต่อ ตัน (kg)	จุดศูนย์ถ่วง จากโคน "CG"(m)	ระยะปักเสา ระดับพื้นดิน จากโคนเสา (m.)	ความต้าน โมเมนต์ที่ ระดับพื้น ดิน(m.)
6.00	12 * 12	18 * 18	320	2.60	1.20	550
8.00	12 * 12	20 * 20	500	3.40	1.50	760
9.00	12 * 12	21 * 21	600	3.75	1.50	1070
12.00	15 * 18	24 * 27	1250	4.70	2.00	2550
14.00	16 * 20	30 * 30	1950	5.90	2.00	3590
16.00	16 * 20	34 * 34	2600	6.50	2.00	5300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสาคอนกรีตอัดแรง ขนาด 8.00 ม.

ความยาว ม.	ตำแหน่ง ม.	ตำแหน่ง ม.	ความยาว ม.
120	8.000	8.000	120
122	7.850	7.800	122
124	7.650	7.600	124
126	7.450	7.400	126
128	7.250	7.200	128
130	7.050	7.000	130
132	6.850	6.800	132
134	6.650	6.600	134
136	6.450	6.400	136
138	6.250	6.200	138
140	6.050	6.000	140
143	5.750	5.800	142
		5.600	144
		5.500	145
		5.300	147
148	5.200	5.000	150
153	4.700	4.500	155
		4.300	157
158	4.200		
163	3.700	3.750	163
168	3.200	3.250	168
173	2.700	2.750	173
178	2.200	2.250	176
183	1.700	1.750	183
188	1.500	1.500	188
188	1.200	1.250	
193	0.700	0.750	193
196	0.200	0.250	196
200	0.000	0.000	200

รายละเอียด

1. ความต้านทานโมเมนต์ที่ระดับดินไม่น้อยกว่า 700 kg / m
2. น้ำหนักเสาประมาณ 490 kg
3. ขนาดหน้าตัดเสาคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 0.5 cm.
4. การเจาะรู รูที่อยู่ใต้ระดับผิวดินเป็นรูขนาด 32 mm. และรูที่อยู่เหนือระดับผิวดินใช้เป็นรูขนาด 19 mm. โดยจำนวนรูที่เจาะ ตามแบบเลขที่

IB1-021/23021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสาคอนกรีตอัดแรง ขนาด 9.00 ม.

ความยาว ม.	ตัวแม่เหล็ก ม.	ตัวแม่เหล็ก ม.	ความยาว ม.
120	9.000	9.000	120
122	8.850	8.800	122
124	8.650	8.600	124
126	8.450	8.400	126
127	8.350	8.200	128
128	8.250	8.000	130
130	8.050	7.800	132
132	7.850	7.600	134
133	7.750	7.400	136
134	7.650	7.200	140
136	7.450	7.000	142
137	7.350	6.800	144
138	7.250	6.600	148
140	7.050	6.200	150
143	6.780	6.000	156
148	6.200	5.500	157
153	5.700	5.300	163
158	5.200	4.750	168
163	4.700	4.250	173
168	4.200	3.750	178
173	3.700	3.250	183
176	3.200	2.750	188
183	2.700	2.250	193
186	2.200	1.750	198
193	1.700	1.250	203
198	1.200	0.750	208
203	0.700	0.250	210
208	0.200	0.000	
210	0.000		

รายละเอียด

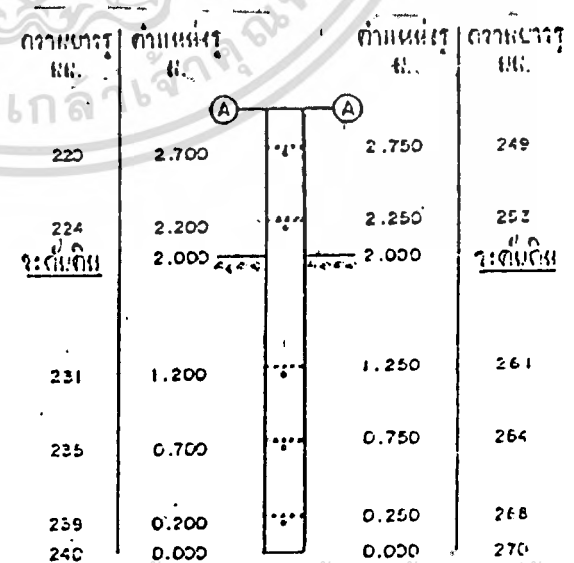
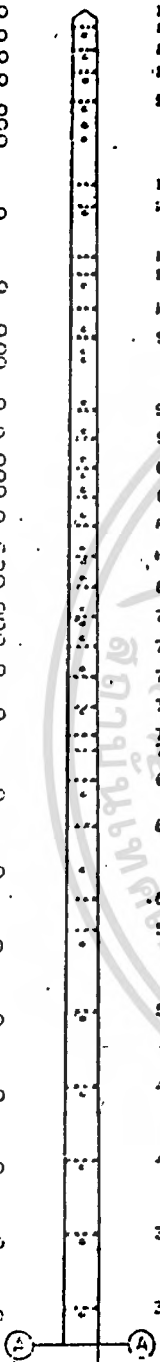
1. ความต้านทานโรมาเมนต์ที่ระดับดินไม่น้อยกว่า 1070 kg/m.
2. น้ำหนักเสาประมาณ 590 kg
3. ขนาดหน้าตัดเสาคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 0.5 cm.
4. การเจาะรู รูที่อยู่ใต้ระดับผิวดินเป็นรูขนาด 32 mm. และรูที่อยู่เหนือระดับผิวดินใช้เป็นรูขนาด 19 mm. โดยจำนวนรูที่เจาะ ตามแบบเลขที่

IB1-021/23021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสาคอนกรีตอัดแรง ขนาด 12.00 ม

ความยาว ม.	ตำแหน่ง ม.	ตำแหน่ง ม.	ความยาว ม.	รายละเอียด
150	12.000	12.000	160	1. ความต้านทานโมเมนต์ ที่ระดับดินไม่น้อยกว่า 2,550 kg/m
151	11.850	11.900	161	
152	11.700	11.750 (Ø 22 มม.)	162	
153	11.550	11.600	163	
155	11.350		165	
156	11.250			
158	11.150			
160	10.650	10.850 (Ø 22 มม.)	189	
		10.700	190	
		10.350	192	
164	10.150	10.230	153	2. น้ำหนักเสาประมาณ 1,265 kg
		10.000 (Ø 22 มม.)	185	
166	9.850	9.800	167	
167	9.700			
168	9.650			
170	9.350	9.300	200	
171	9.150	9.100	202	
173	8.950	6.500	203	
174	8.850	6.700	205	
176	8.750	8.500	206	
177	8.350	8.300	204	3. ขนาดหน้าตัดเสาคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 0.5 cm
178	8.250			
179	8.150	6.100	209	
180	7.950	7.900	211	
181	7.850			
182	7.750	7.700	212	
183	7.550	7.500	214	
186	7.250	7.300	215	
		7.100	217	
		7.000	218	
190	6.700	6.600	219	4. การเจาะรู รูที่อยู่ใต้ระดับผิวดินเป็นรูขนาด Ø 32 mm. และรูที่อยู่เหนือระดับผิวดินเป็นรูขนาด Ø 19 mm. ยกเว้นรูที่ระบุขนาดในวงเล็บ โดยจำนวนรูที่เจาะตามแบบเลขที่ IB1-021/23021
194	6.200	6.500	221	
		6.000	225	
197	5.700	5.600	227	
		5.400		
201	5.200	5.250	231	
		5.000		
205	4.700	4.750	234	
		4.250	238	
208	4.200	4.250	242	
		3.750	246	
212	3.700	3.750		5. รูขนาด Ø 22 mm. สำหรับใช้ติดตั้งลูกถ้วย โพลสัทไทม์ ระบบ 32 kV
216	2.700	2.250	246	
		2.000		
		2.000		
		2.000		
		2.000		
		2.000		
		2.000		
		2.000		
		2.000		
		2.000		6. เสาคอนกรีตรุ่นใหม่ ได้จัดให้มีสายดินลวด เหล็กตีเกลียวขนาด 25 มม ² วางฝังอยู่ในเสา มีปลายสายดินปล่อยไว้ที่ปลายและ โคนเสาข้างละอย่างน้อย 10 cm.
		1.200	231	
		0.700	235	
		0.200	239	
		0.000	240	
		2.700	249	
		2.250	252	
		2.000	ระบุในแบบ	
		1.250	261	
		0.750	264	
		0.250	268	
		0.000	270	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสาคอนกรีตอัดแรง ขนาด 14.00 ม.

ความยาว ม.	ค่าเฉลี่ย ม.	ตำแหน่ง ม.	ความยาว ม.
160	14.000	14.000	200
162	13.650	13.900	201
163	13.700	13.750	202
164	13.550	13.600	203
166	13.350	13.400	205
168	13.230		
169	13.150		
171	12.950		
174	12.650	12.850	209
175	12.450	12.700 (Ø 22 มม.)	210
179	12.150	12.350	212
182	11.850	12.230	213
183	11.700		
187	11.350	11.750 (Ø 22 มม.)	217
188	11.200	11.600	218
189	11.150	11.400	220
194	10.650	10.850 (Ø 22 มม.)	224
198	10.150	10.700	225
202	9.650	11.350	227
203	9.700	10.230	228
204	9.650	10.000 (Ø 22 มม.)	230
207	9.350	9.600	232
209	9.150	9.300	235
211	8.950	9.100	237
212	8.850	8.900	238
213	8.750	8.700	240
215	8.550	8.500	241
217	8.350	8.300	243
218	8.250	8.100	244
219	8.150	7.900	245
221	7.950	7.700	246
222	7.850	7.500	248
223	7.750	7.300	249
225	7.550	7.100	251
227	7.250	7.000	253
233	6.700	6.800	254
238	6.200	6.500	266
243	5.700	6.000	260
246	5.200	5.600	262
253	4.700	5.250	266
		4.750	269

- ความต้านทานโมเมนต์ ที่ระดับดินไม่น้อยกว่า 3,590 kg/m
- น้ำหนักเสาประมาณ 1,950 kg
- ขนาดหน้าตัดเสาคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน ± 0.5 cm
- การเจาะรู รูที่อยู่ใต้ระดับผิวดินเป็นรูขนาด Ø 32 mm. และรูที่อยู่เหนือระดับผิวดินเป็นรูขนาด Ø 19 mm. ยกเว้นรูที่ระบุขนาดในวงเล็บ โดยจำนวนรูที่เจาะตามแบบเลขที่ IB1-021/23021
- รูขนาด Ø 22 mm. สำหรับใช้ติดตั้งลูกถ้วยไฟฟ้า ระบบ 33 kV
- เสาคอนกรีตรุ่นใหม่ ได้จัดให้มีสายดินลวดเหล็กตีเกลียวขนาด 25 mm² วางฝังอยู่ในเสา มีปลายสายดินปลอยไว้ที่ปลายและโคนเสาข้างละอย่างน้อย 10 cm.

ความยาว ม.	ตำแหน่ง ม.	ตำแหน่ง ม.	ความยาว ม.
256	4.200	4.250	273
262	3.700	3.750	277
266	3.200	3.250	281
273	2.700	2.750	264
276	2.200	2.250	260
286	1.200	1.250	296
293	0.700	0.750	299
296	0.200	0.250	303
300	0.000	0.000	305

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1 โครงสร้างแบบก่อสร้างระบบจำหน่าย

1. โครงสร้างเสาระบบจำหน่าย

ในการเลือกแบบก่อสร้างระบบจำหน่าย จะต้องพิจารณานำไปใช้งานให้ถูกต้องเหมาะสม ทั้งนี้แบบโครงสร้างเสาสำหรับระบบจำหน่ายได้กำหนดเป็นมาตรฐานไว้โดยคำนึงถึง

- แรงดันไฟฟ้าของระบบจำหน่ายที่ก่อสร้าง และอุปกรณ์ที่ติดตั้งใช้งาน
- ความปลอดภัยด้านความสูงของสายไฟฟ้าเหนือพื้นดินและสิ่งก่อสร้าง รวมถึงระยะห่างระหว่างสายไฟฟ้าวงจรที่อยู่บนเสาเดียวกัน

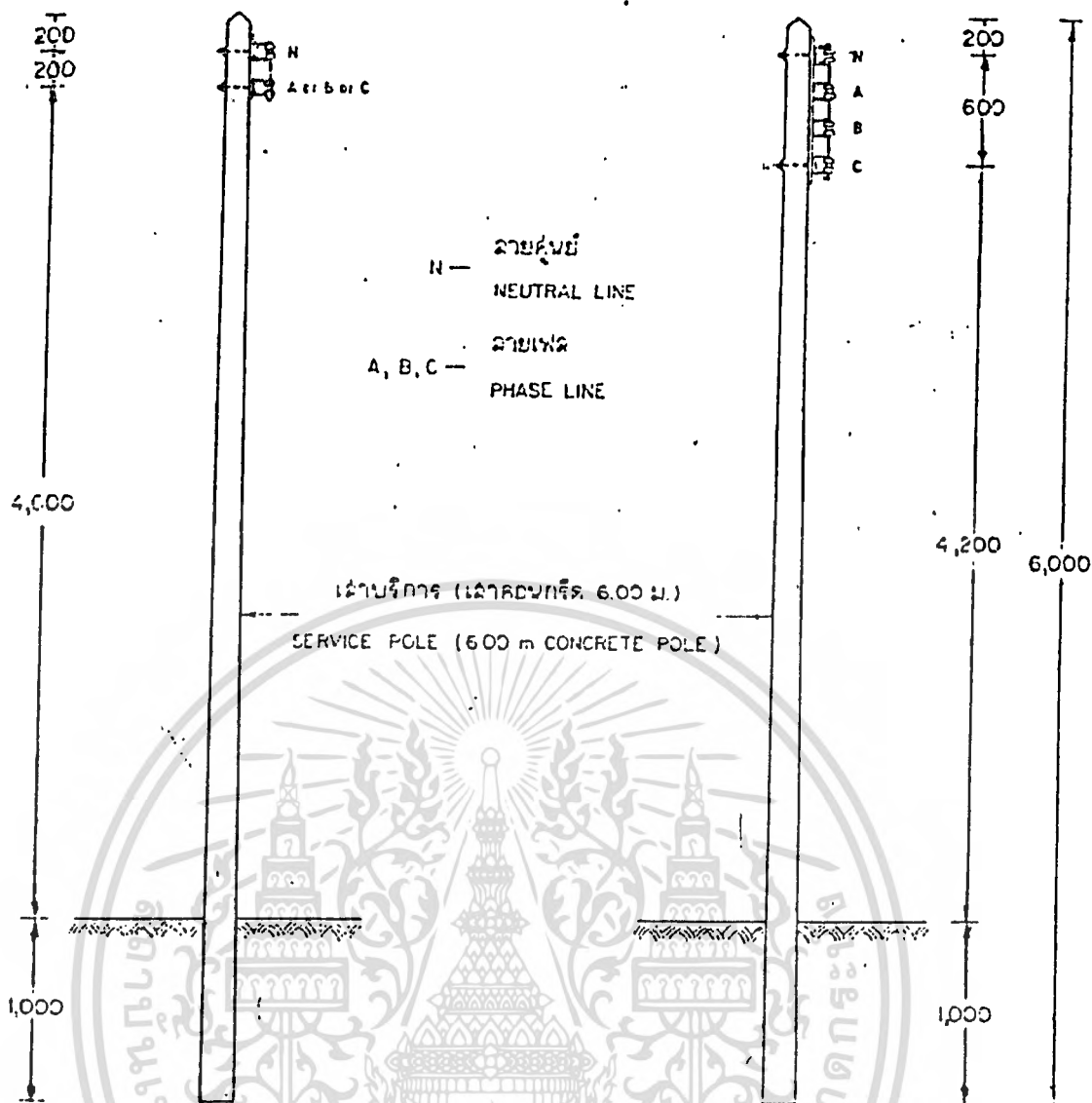
โครงสร้างเสาสำหรับเสาสำหรับระบบจำหน่ายที่กำหนดในมาตรฐาน แสดงลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์พื้นฐานในการก่อสร้างระบบจำหน่ายบนเสาไฟฟ้า รวมถึงการกำหนดการเรียกชื่อและเรียงลำดับเฟสของสายไฟฟ้าไว้เป็นมาตรฐานด้วย ทั้งนี้เพื่อให้เป็นแบบอย่างถือปฏิบัติอย่างเดียวกัน และสะดวกต่อการปฏิบัติงานบำรุงรักษาระบบจำหน่ายด้วย

2. ระยะห่างระหว่างเสา

ลักษณะโครงสร้างเสาสำหรับระบบจำหน่ายแบบต่าง ๆ จำเป็นต้องเลือกนำไปใช้งานให้เหมาะสมกับมาตรฐานระยะห่างระหว่างเสาด้วย เพื่อให้เกิดความมั่นคงแข็งแรงซึ่งระยะห่างระหว่างที่กำหนดขึ้นโดยคำนึงถึง

- ลักษณะแบบโครงสร้างระบบจำหน่าย และความแข็งแรงของอุปกรณ์
- ขนาดของสายไฟฟ้าที่ใช้ในงานก่อสร้าง
- สภาพพื้นที่ซึ่งระบบจำหน่ายพาดผ่านเพื่อประโยชน์งานด้านบริการ
- การใช้ประโยชน์จากการติดตั้งอุปกรณ์ไว้บนเสาร่วมกัน และความประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายเหตุ ระยะต่ำสุดของสายระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ เทียบพื้นดินภายในบริเวณของผู้ใช้ไฟ 3.70 ม.

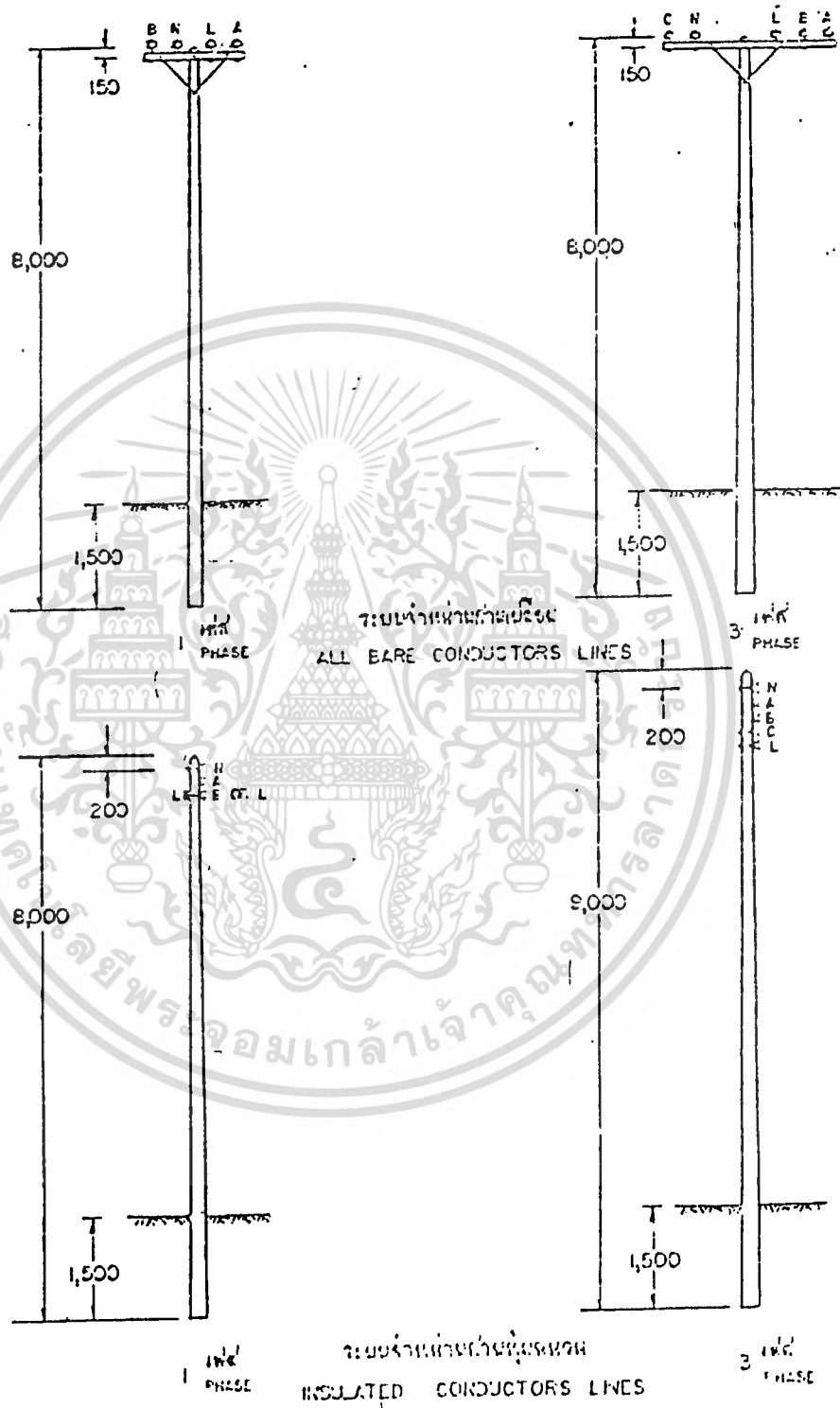
ข้อเสนอแนะการใช้งาน

1. เสาคอนกรีต ขนาด 6 ม. ให้ใช้เป็นเสาบริการสำหรับผู้ให้ไฟเท่านั้น คือ เป็นเสาที่ปักใช้งานอยู่ในบริเวณของผู้ใช้ไฟเพื่อรับสายหลังมิเตอร์ไปยังตัวอาคารผู้ใช้ไฟที่อยู่ฝั่งถนนเดียวกับแนวสายระบบจำหน่ายของ กฟภ. หรือใช้ให้เสาขนาดสายแรงต่ำภายในบริเวณของผู้ใช้ไฟ โดยให้มีระยะช่วงเสาปกติไม่เกิน 30 ม. และระยะหย่อนยานของสายไม่น้อยกว่า 0.50 ม.
2. บัญชีวัสดุที่ใช้ในการติดตั้งและขนาดสายแรงต่ำมีรายละเอียด เช่นเดียวกับแบบการติดตั้งที่เสาคอนกรีต ขนาด 8 และ 9 ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ 400/230 โวลต์

400/230 V SYSTEM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนด

1. ระบบจำหน่ายแรงต่ำที่ติดตั้งบนเสาไฟฟ้า

ก. เสาคอนกรีต 8 ม.

- สำหรับการก่อสร้างระบบจำหน่ายที่เป็นสายเปลือยทั้งหมด
- สำหรับการก่อสร้างระบบจำหน่ายที่เป็นสายหุ้มฉนวน (สายศูนย์เป็น สายเปลือย) พาดสายไม่เกิน 3 สาย หรือ 4 สาย ในกรณีติดตั้งสายดับไฟถนนในภายหลัง

ข. เสาคอนกรีต 9 ม.

- สำหรับติดตั้งระบบจำหน่ายที่เป็นสายหุ้มฉนวน (สายศูนย์เป็นสายเปลือย)

2. ระยะระหว่างเสาปกติ 40 ม. (50 ในกรณีปักแชนช่วงเสาแรงสูง 100 ม.)

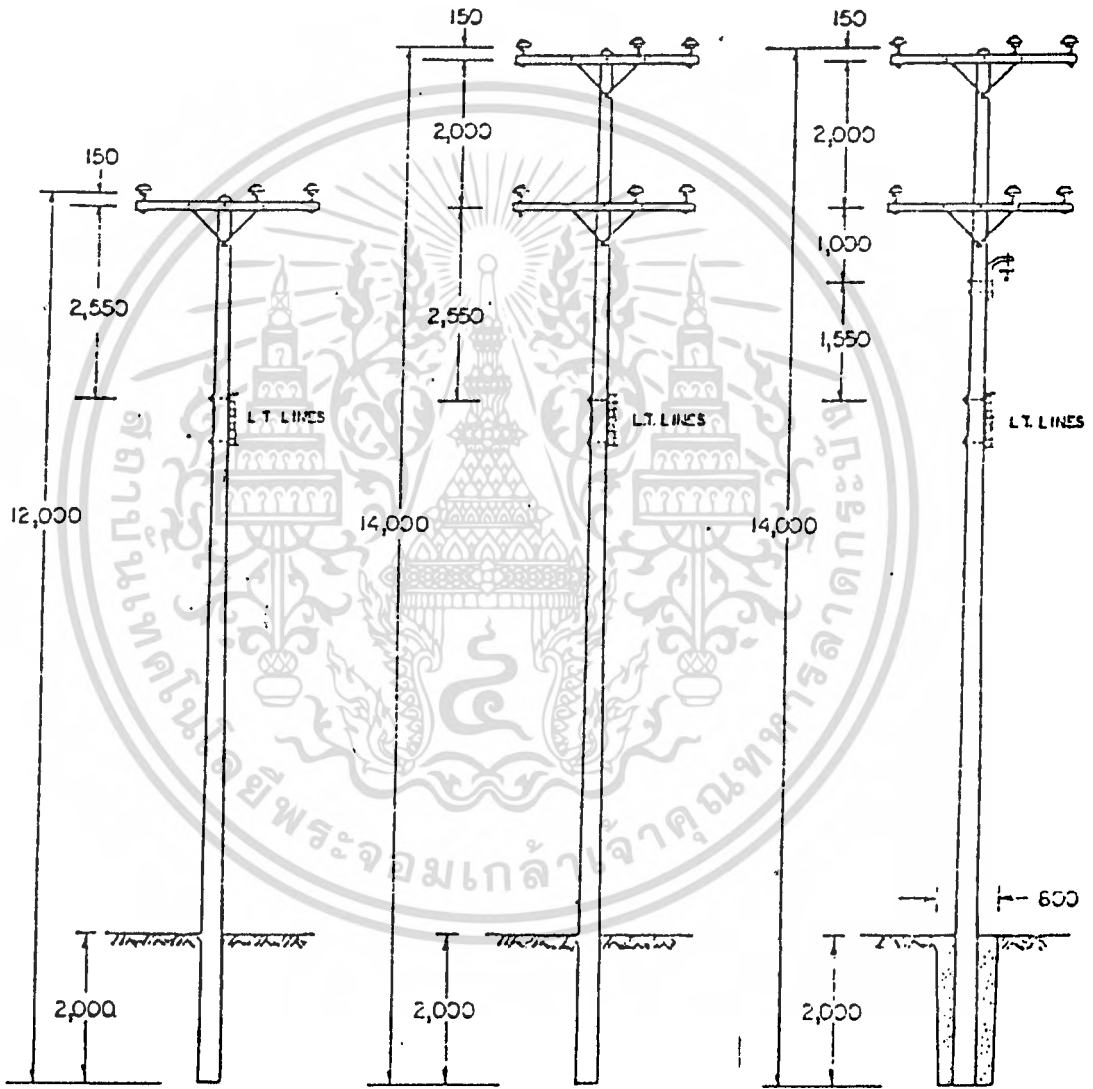
3. ความลึกของเสาที่ปักในลักษณะดินต่าง ๆ ดูแบบเลขที่ I41-015/080106 , Z93 12003 และ IB1-015/20089 (การประกอบเลขที่ 8201 , 8202 และ 8221-8223)

หมายเหตุ สามารถใช้เสา 9 ม. แทนเสา 8 ม. ได้ เมื่อต้องการระขาระดับความสูงของระบบจำหน่ายจากพื้นดิน หรือเพื่อการขยายเขตเพิ่มจำนวนสายในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ 11-22 เควี

11-22 kV SYSTEM



I สำหรับการติดตั้ง 1 วงจร
FOR 1 CIRCUIT INSTALLATION

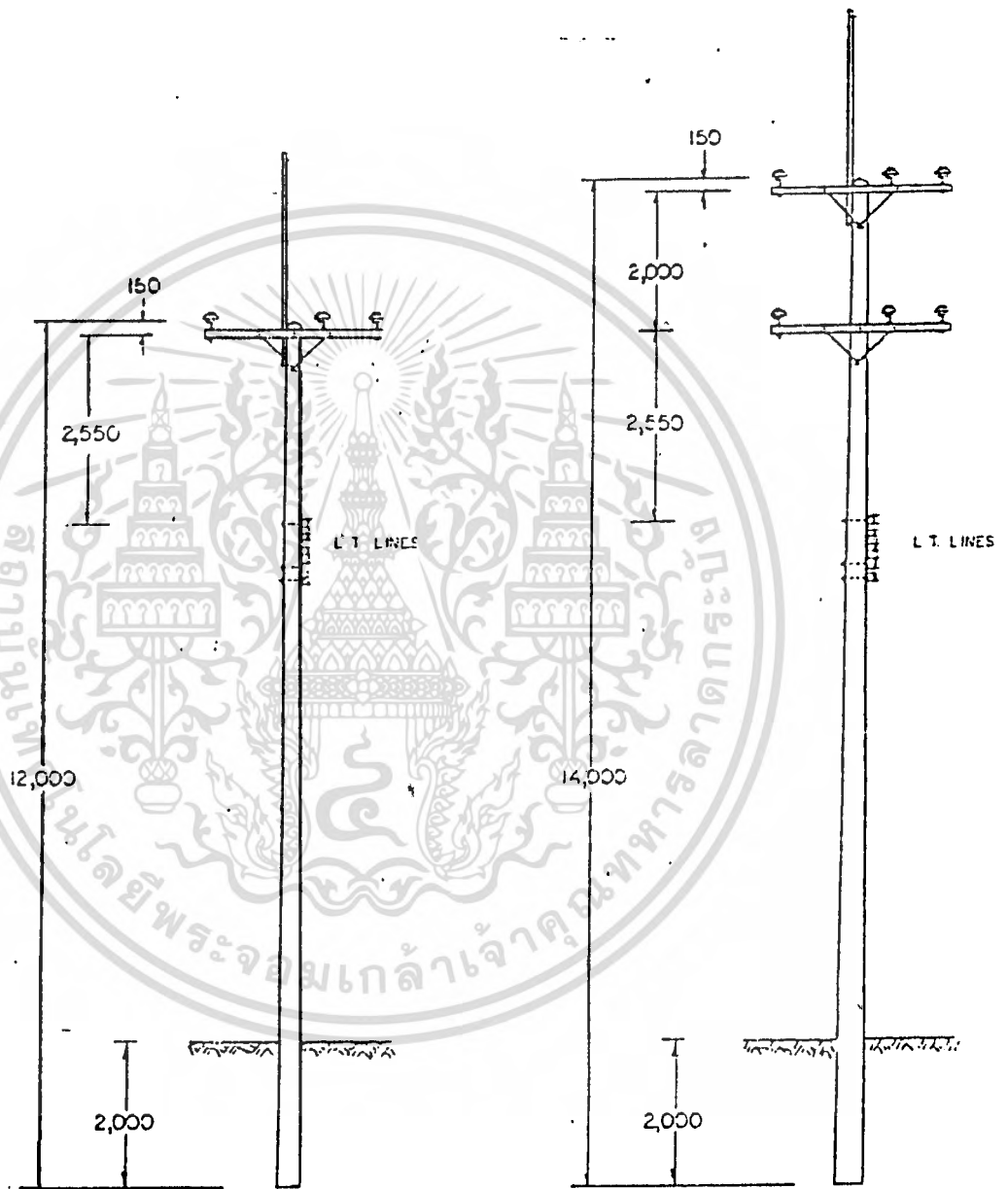
II สำหรับการติดตั้ง 2 วงจร
FOR 2 CIRCUITS INSTALLATION

III สำหรับการติดตั้ง 3 วงจร
FOR 3 CIRCUITS INSTALLATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ 33 เควี

33 kV SYSTEM



1 สำหรับการจัดตั้ง 1 วงจร
FOR 1 CIRCUITS INSTALLATION

2 สำหรับการจัดตั้ง 2 วงจร
FOR 2 CIRCUITS INSTALLATION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนด

1. สำหรับระบบจำหน่ายแรงสูง 1-2 วงจร

ระยะระหว่างเสา ดูแบบเลขที่ SAI-015/21050 มีการยึดโยงตามมาตรฐาน

2. สำหรับระบบจำหน่ายแรงสูง 11-22 kV 3 วงจร

ขนาดสายสูงสุด : อลูมิเนียมเปลือย 185 mm²

เคเบิลลึงอากาศอลูมิเนียม 185 mm²

ระยะระหว่างเสา : ทางตรงมุม 0° - 5° 40 m.

ทางโค้งมุม 5° - 30° 20 m.

เสาทุกต้นไม่ต้องยึดโยง ยกเว้นเสาต้นเข้าเสาปลายสาย

ฐานรากเสาปกติให้เทหุ้มด้วยคอนกรีตขนาด 80 * 80 cm.

3. ความลึกของเสาที่ปักในลักษณะดินต่าง ๆ กัน ดูแบบเลขที่ I41-015/080108, Z93 12004 และ IB1-015/20089 (การประกอบเลขที่ 8201, 8203 และ 8221-8223)

4. วัสดุที่ใช้รับสายล่อฟ้า สำหรับระบบจำหน่าย 33kV ดูแบบเลขที่ SAI-015 /21029 (การประกอบเลขที่ 3201)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 หลักเกณฑ์การกำหนดระยะระหว่างเสาสำหรับระบบจำหน่าย

7.2.1. ระบบจำหน่ายแรงสูง

- ก. ระบบจำหน่ายที่ก่อสร้างในเมือง ระยะระหว่างเสาปกติ 40 ม.
- ข. ระบบจำหน่ายที่ก่อสร้างนอกเมือง ระยะระหว่างเสาปกติไม่เกินค่าตามค่าตามตารางที่แสดงดังข้างล่าง

พื้นที่หน้าตัดระบุ mm ² NOMINAL CROSS-SECTION AREA			ระยะระหว่างเสา ม. SPAN LENGTH	
อลูมิเนียม Al	อลูมิเนียมแกนเหล็ก ACSR	อลูมิเนียมอัลลอย Al - Alloy	วงจร Feeder	วงจร Feeder
35, 50, 75	---	---	50	50
95	35/6 , 50/8	35 , 50	100	80
120	---	---	80 - 100	80
150**	---	---	80 - 100	80
185	---	---	80	80
240	---	---	50	50

หมายเหตุ ** ขนาดสายที่ไม่นิยมใช้งาน (Nonpreferable Size)

- ค. ระบบจำหน่ายก่อสร้างผ่านหมู่บ้าน ระยะระหว่างเสาปกติ 40 , 80 หรือ 100 เมตร. แล้วแต่ความเหมาะสมของหมู่บ้าน ให้พิจารณาความเหมาะสมเป็นแห่ง ๆ ไป
- ง. ระบบจำหน่ายที่ขาดด้วยเตาเบี่ยงอากาศระยะระหว่างเสาปกติ 40-50 ม.

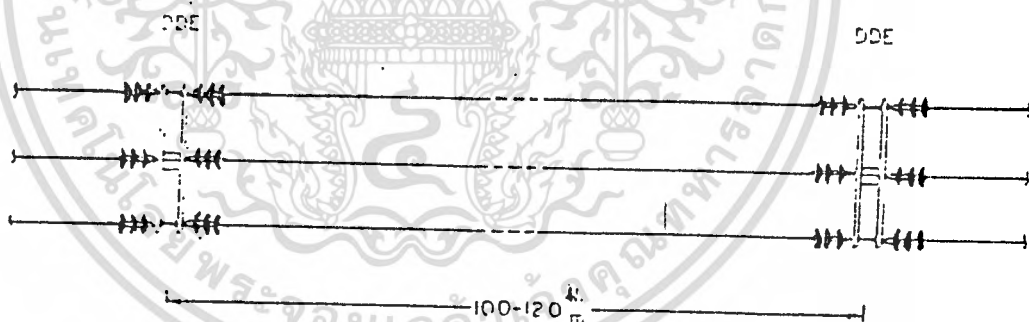
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.2. ระบบจำหน่ายแรงต่ำ

ระบบจำหน่ายที่ก่อสร้างในเว็่ียงและนอกเว็่ียง ระยะระหว่างเสา 40 ม.
(50 ม. ในกรณีปักแชนช่วงเสาแรงสูง 100 ม.)

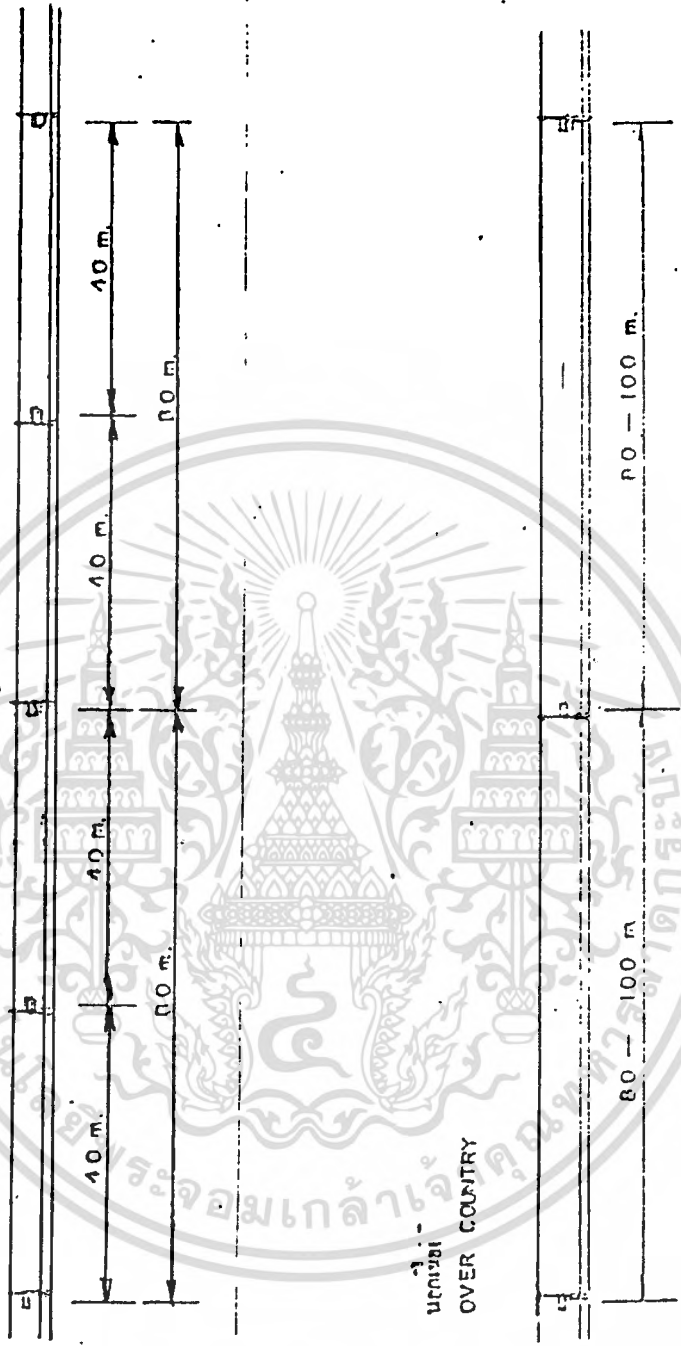
หมายเหตุ

1. สำหรับการพาดสายต่างขนาดบนเสาตัดเดียวกัน ให้เอาหลักเกณฑ์ของสายขนาดใหญ่เป็นหลัก
2. ระยะระหว่างเสาสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพแวดล้อม ทั้งนี้เฉลี่ยระยะระหว่างเสาต้องไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้
3. สำหรับการก่อสร้างที่ระยะช่วงเสาเกิน 120 ม. ให้ใช้แบบเสาคู่เลขที่ SAI-015/20034 , S02-015/18009 , SAI-015/21020 และ SAI-015/22022
4. สำหรับการก่อสร้างที่ระยะช่วงเสา 100-200 ม. ให้ก่อสร้างตามรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคมไฟ (หรือสายไฟ) จะติดตั้งที่ภายหลัง
 II: TOWN (WITH L.T.) OR IF L.T. LINE WILL BE INSTALLED LATER ON



หมายเหตุ

ระยะช่วงความยาวของเสาอาจเปลี่ยนแปลงได้ ตามสถานที่แวดล้อม ช่วงความยาว
 เกลียวของเสาต้องไม่เกินกว่าที่กำหนดไว้ การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3.2 ทางโค้ง 30 - 60 องศา

พื้นที่หน้าราบ NOMINAL CROSS-SECTION AREA mm ²			ระยะระหว่างเสา เมตร SPAN LENGTH ม.
อลูมิเนียม Al	อลูมิเนียมแกนเหล็ก ACSR	อลูมิเนียมอัลลอย Al-ALLOY	
35, 50, 70	---	---	50
95, 120	35/6 , 50/8	35 , 50	80
150	---	---	50
185	---	---	40
240	---	---	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 ระยะห่างระหว่างเสาทางโค้ง

เพื่อความมั่นคงแข็งแรงต่อระบบจำหน่าย ในการก่อสร้างจำเป็นต้องลดระยะห่างระหว่างเสาในช่วงทางโค้ง เพื่อให้สัมพันธ์กับความสามารถใช้งานของอุปกรณ์ เสาสาย และชุดยึดโยงรวมทั้งจำนวนวงจรสายไฟฟ้าที่พาดในช่วงดังกล่าวด้วย

7.3.1. ระยะห่างระหว่างเสาทางโค้งสำหรับระบบจำหน่ายแรงสูง 1 วงจร

1.1 ทางโค้ง 5-30 องศา

พื้นที่หน้าระบุ NOMINAL CROSS-SECTION AREA mm ²			ระยะระหว่างเสา เมตร SPAN LENGTH ม.
อลูมิเนียม Al	อลูมิเนียมแกนเหล็ก ACSR	อลูมิเนียมอัลลอย Al-ALLOY	
35, 50, 70	---	---	50
95, 120	35/6 , 50/8	35 , 50	80 , 100
150	---	---	50
185	---	---	40
240	---	---	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3. ระยะห่างระหว่างเสาทางโค้งสำหรับระบบจำหน่ายแรงสูง 2 วงจร

7.3.1 ทางโค้ง 5 - 30 องศา

พื้นที่หน้ารูป NOMINAL CROSS-SECTION AREA mm ²			ระยะระหว่างเสา เมตร SPAN LENGTH m.
อลูมิเนียม Al	อลูมิเนียมแกนเหล็ก ACSR	อลูมิเนียมอัลลอย Al-ALLOY	
95, 120	50/8	50	60
150	---	---	40
185	---	---	40
240	---	---	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3.2 ทางโค้ง 30 - 60 องศา

พื้นที่หน้าราบ NOMINAL CROSS-SECTION AREA mm ²			ระยะระหว่างเสา เมตร SPAN LENGTH m.
อลูมิเนียม Al	อลูมิเนียมแกนเหล็ก ACSR	อลูมิเนียมอัลลอย Al-ALLOY	
95, 120	50/8	50	40
150	—	—	30
185	—	—	30
240	—	—	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณเสา

การเลือกขนาดความสูงของเสาสามารถเลือกได้จากจำนวนวงจรและแรงดันที่ส่ง โดยขนาด

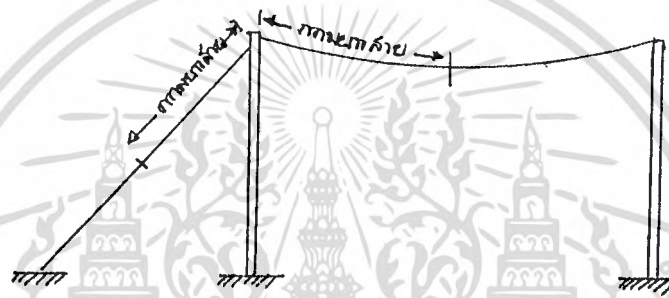
11 - 33 kV 1 วงจรใช้เสาสูง 12 เมตร

11 - 33 kV 2-3 วงจรใช้เสาสูง 14 เมตร

69 kV 1 วงจรใช้เสาสูง 20 เมตร

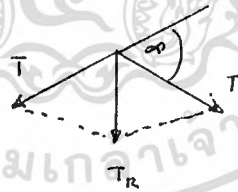
7.4 การคำนวณหา Bending Moment ที่กระทำกับเสา

Bending Moment ที่เกิดจากแรงลมสามารถหาได้จากสมการ



B.M = จำนวนสายส่ง * แรงลม * เส้นผ่าศูนย์กลาง * ความยาวของสาย * ความสูงของเสา

Bending Moment ที่เสาเกิดจากสายเนื่องจากการตั้งเสาที่มุมคำนวณได้จาก



$$T_R = 2T \sin \frac{\alpha}{2}$$

เมื่อ T_R = แรงลัพธ์ที่กระทำบนเสา N.m

T = แรงดึงที่เกิดจากสาย N.m

α = มุมที่แนวเสาเบนจากทางเดิม

จากนั้นนำค่า Bending Moment ทั้งสองที่คำนวณได้มารวมกัน จะได้ค่า Bending

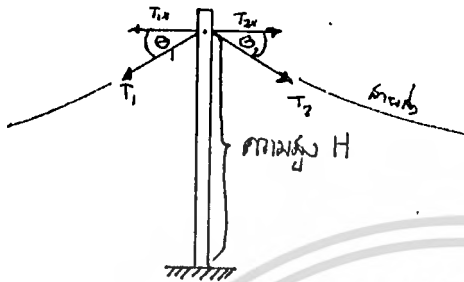
Moment นำไปเปรียบเทียบกับค่า Bending Moment สูงสุดที่ทนได้จาก Spec ของ เสา

เอกสารนี้เป็น นั้นๆ ถ้ามีค่าเกินต้องให้ guy ช่วย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าเราขึงเสาดด้วยแรงตึง T_1 , T_2 ดังรูป

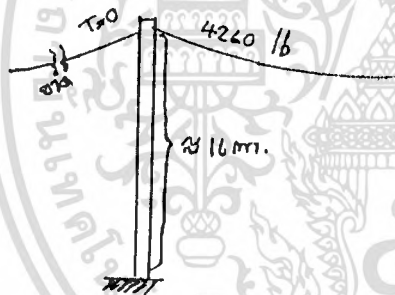
ผลต่างของ $T_1 \cos\theta_1$ และ $T_2 \cos\theta_2$ ในแนวระดับจะทำให้เกิด Bending moment ต่อเสาส่งเช่นกัน



bending moment ที่เกิดจาก T_{1x}, T_{2x} ในช่วงการเดินสายส่งในทางตรง ถ้าระยะ Span ทางด้าน ซ้าย, ขวาต่าง ก็ไม่มากจะทำให้ $T_{1x} = T_{2x}$ ซึ่งทำให้เกิด bending moment น้อยมาก

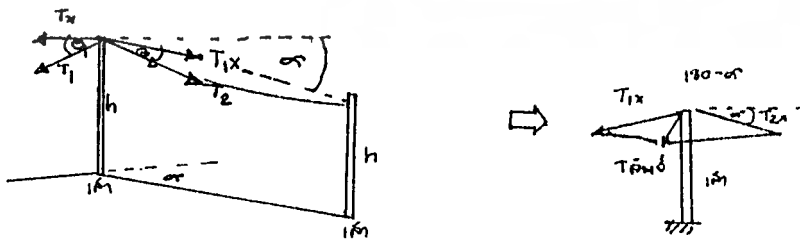
สำหรับสายส่ง 69 kV ในช่วงทางตรงจะใช้แรงตึงที่ปลายสายส่ง = 4260 lb/ตัวนำ = 1932.85 kg/เส้น ความสูงของปลายสายส่ง จะอยู่ในช่วง 15 - 16 เมตร

ดังนั้นถ้ามีสายส่งเส้นใดเส้นหนึ่งขาด เสาต้นนี้จะต้องรับ bending moment ที่เกิด



ที่มาจาก ความไม่สมดุลย์ของจำนวนสายส่ง ซึ่งมีค่าประมาณ $1932.85 \text{ kg} * 16 \text{ m} = 30.9 \text{ Ton-m}$ (ถ้ามุมยกก่อน = 0 องศา) แต่ความแข็งแรงของเสาส่ง 69 kV แบบคอนกรีตเสริมเหล็กสามารถรับ bending moment ได้สูงสุด = 15 ถึง 18 Ton-m (ดูอ้างอิงจากภาคผนวก เกี่ยวกับข้อมูลของเสาส่งและสายส่ง)

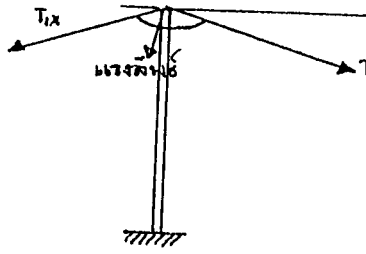
3. Bending Moment ที่เกิดจากผลการเดินสายในทางโค้ง



โดยปกติการเดินสาย ในช่วงทางโค้ง ของ

69 kV ในปัจจุบันจะใช้ความตึงประมาณ 600 lb/เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เนื่องจาก $T_1 = T_2 = 600$ lb (Tension ที่ให้ตั้ง
สาย ในช่วงทางโค้ง และ θ_1, θ_2 มีค่าแตกต่างกัน
ไม่มาก สรุปได้ว่า $T_{1x} = T_{2x}$

เราให้ $T_{1x} = T_{2x} = T_x$

$$\begin{aligned} T &= \sqrt{T_{1x}^2 + T_{2x}^2 + 2T_{1x}T_{2x} \cos \theta} \\ &= \sqrt{T_{1x}^2 + T_{2x}^2 + 2T_{1x}T_{2x} \cos(180-\alpha)} \\ &= T_x \sqrt{2(1-\cos\alpha)} \end{aligned}$$

เนื่องจาก $\cos \alpha = \cos\left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2}\right) = \cos^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2}$

$$T_{\text{net}} = T_x \sqrt{2(2\sin^2 \frac{\alpha}{2})}$$

$$= 2T_x \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8 การยึดโยง

ในการก่อสร้างระบบจำหน่ายแบบสายอากาศ เสาไฟฟ้าทำหน้าที่รองรับสายไฟฟ้า จะต้องรับน้ำหนักและแรงดึงของสายไฟฟ้าในลักษณะต่างๆกัน จึงจำเป็นต้องเพิ่มอุปกรณ์ชุดยึดโยงเสริมกับเสาไฟฟ้า ทำหน้าที่รับแรงดึงของสายไฟฟ้าที่กระทำกับเสาไฟ เพื่อให้เสาไฟฟ้าทำหน้าที่รับน้ำหนักและแรงกดของสายไฟและอุปกรณ์ เป็นจุดประสงค์การติดตั้งชุดยึดโยงกับเสาไฟฟ้า จึงเป็นการเสริมความมั่นคงแข็งแรงให้กับเสาไฟฟ้าและระบบจำหน่าย ซึ่งต้องเลือกใช้แบบยึดโยงต่าง ๆ ให้เหมาะสมและติดตั้งอุปกรณ์ชุดยึดโยงให้ถูกต้องเป็นไปตามข้อกำหนดหลักเกณฑ์ในแบบมาตรฐาน ทั้งนี้ได้รวบรวมแบบมาตรฐานการยึดโยงเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานด้านก่อสร้างระบบจำหน่ายดังนี้

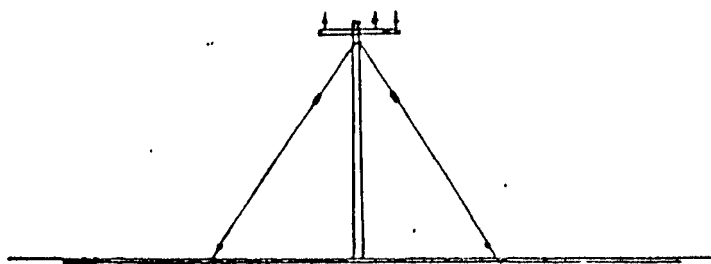
- ลักษณะแบบการยึดโยงต่าง ๆ และการเลือกใช้ชุดยึดโยงในระบบจำหน่าย
- การใช้และติดตั้งลูกถ้วยยึดโยงในระบบจำหน่ายต่าง ๆ
- การดัดเลือกขนาดของสายยึดโยงจากตารางโมโมกราฟีก็ได้ละแฉกร
- อุปกรณ์และรายละเอียดในชุดสายยึดโยง
- ข้อแนะนำในการทำสายยึดโยง

8.1 สายยึดโยงแบบต่าง ๆ

8.1.1 สายยึดโยงป้องกันพายุ

สายยึดโยงแบบนี้จะให้สายยึดโยงด้านข้างจำนวน 2 ชุด ติดตั้งข้างละชุดของสายส่ง ซึ่งตามปกติ ติดทุกระยะประมาณ 500 - 1000 เมตร สำหรับป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายเนื่องจากลมพายุ

สำหรับสายยึดโยงป้องกันพายุส่วนใหญ่จะให้สายยึดโยงแบบสวงอบกโดยเรียกชื่อสายยึดโยงแบบนี้ว่า "สายยึดโยงป้องกันพายุแบบสวงอบก"

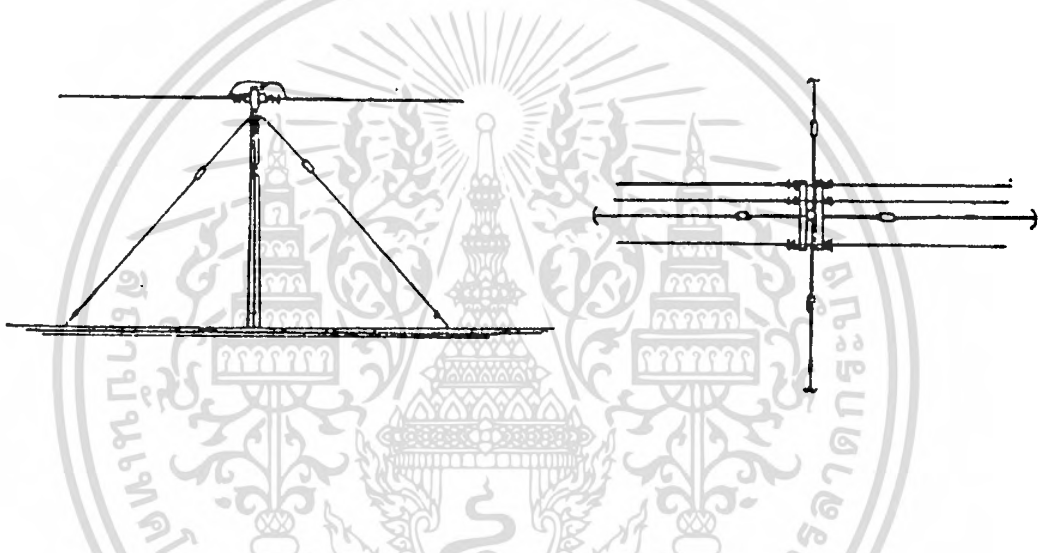


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายยึดโยงแบบตอไม้หรือเสาไม้ ก็สามารถนำมาใช้ได้ด้วย หรือจะใช้แบบหนึ่งแบบใดเหล่านี้มาใช้รวมกันก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่สภาพท้องถิ่น

8.1.2 สายยึดโยงแบบตรึงกับที่

สายยึดโยงแบบนี้จะใช้สายยึดโยงตามแนวสายยึดโยงป้องกันพายุร่วมกันบนเสาต้นเดียว เพื่อให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น ควรจะมีจุดตรึงกับที่ทุกระยะ 2000-3000 เมตร ทั้งนี้ควรใช้สายยึดโยงแบบสมอบกเป็นสายยึดโยงแบบตรึงกับที่ แต่สายยึดโยงแบบยึดเสา (ในแนวสายไฟฟ้า) แบบตอไม้หรือเสาไม้ หรือร่วมกันระหว่างสายยึดโยงแบบต่างๆ เหล่านี้ก็สามารถนำมาใช้ได้ ทั้งนี้แล้วแต่สภาพท้องถิ่น

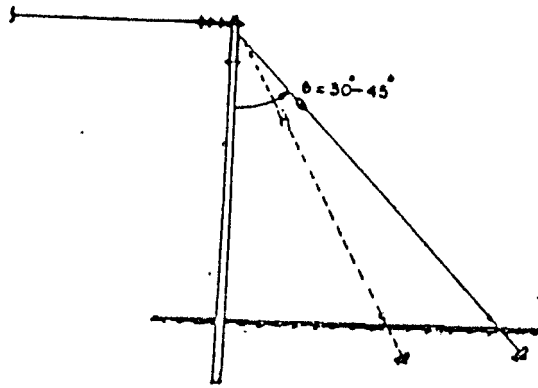


หมายเหตุ รายละเอียดสายยึดโยงดังกล่าวข้างต้นให้พิจารณาระบบมาตรฐานส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ การออกแบบอื่น ๆ เช่นสายยึดโยงที่ตรึงกับอาคาร เป็นต้น กองแผนงานจะเป็นผู้ให้คำแนะนำและรายละเอียดทั้งหมดที่ต้องการ

ข้อแนะนำในการทำสายยึดโยง

1. สายยึดโยงควรทำติดกับโครงสร้างให้ใกล้จุดศูนย์กลางแรงดึงของสายไฟฟ้า
2. สายยึดโยงจะต้องทำมุมประมาณ 45 องศา กับแนวเสา โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่จุดเข้าปลายสายและยึดโยงเสาที่ขาดสายแนวทางโค้งมาก ๆ แต่หากสายยึดโยงทำมุม 43 องศา จะเป็นการกีดขวางทางสัญจรแล้วยินยอมให้สายยึดโยงทำมุมมากกว่า 30 องศากับแนวเสาได้ แต่ทั้งนี้ให้พิจารณาความแข็งแรงของชุดยึดโยงดังกล่าว เนื่องจากแรงดึงในสายยึดโยงเพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของ! เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3. แนวด้านสมอบกและสายยึดโยงตั้งอยู่ในแนวเดียวกัน ขนาดของสายยึดโยงต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับขนาดของสายไฟฟ้า, ความสูงของจุดยึดโยง และระยะห่างระหว่างด้านสมอบกกับเสาไฟฟ้า ทั้งนี้สามารถหาได้จากโมโนกราฟไดอะแกรมสำหรับสายยึดโยงตามแบบเลขที่ SAI-015/20035 และ SAI-015/20036 (ภาพประกอบเลขที่ 8404 และ 8405)
4. สายยึดโยงควรติดตั้งแนวรั้วคาน้ำหรือเครื่องกีดขวาง ถ้ามีความจำเป็นต้องฝังสมอบกซึ่งเป็นการกีดขวางทางสัญจร หรือทำการยึดโยงบนแนวทางเท้าจะต้องติดป้ายการ์ดสำหรับป้องกันสายยึดโยงดังกล่าวด้วย ทั้งนี้ด้านสมอบกควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถตรวจสอบบำรุงรักษาได้ง่ายด้วย
5. สายยึดโยงต้องดึงให้ตึงพอเหมาะ โดยไม่ทำให้เสาไฟฟ้าโก่งหรือแอ่น เมื่อพาดสายไฟฟ้าแล้ว
6. ก้านสมอบกเมื่อฝังแล้ว ต้องไขว้โค้งงอ และต้องเอียงทำมุมพอดีกับสายยึดโยงห่างของก้านสมอบก จะต้องอยู่ที่เอียงพื้นดินประมาณ 150-200 มม. เพื่อป้องกันสายยึดโยงสัมผัสกับดิน ก้านสมอบกต้องขันยึดด้วยเทปและลวดนัท
7. ในการฝังสมอบก ให้ขุดหลุมมีขนาดใหญ่กว่าท่อนสมอบกเล็กน้อย เพื่อกสมอบกจะกัดแน่นกับดิน กลบด้วยดินและหินแล้วอัดให้แน่น พอกดินให้หนา รายละเอียดการฝังดูแบบเลขที่ ZOO-12033, SAI-015/20012 และ SAI-015/20025 (การประกอบเลขที่ 8430, 8433 และ 84221)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ต้องระวังไม่ให้ผิวของสายหรือวัสดุที่ทำให้ทำสายยึดโยงชำรุด โดยหลีกเลี่ยงการลากสายไปกับพื้นที่เป็นหินขรุขระ หรือถูกทุบกระแทก สำหรับจุดยึดโยงที่ใช้ยูแคลมป์จับปลายสายยึดโยงต้องขันสลักเกลียวให้ยึดแน่น

9. เมื่อจำเป็นต้องทำการยึดโยงแบบสตั๊ปเพื่อข้ามถนน ระยะต่ำสุดของสายยึดโยงเหนือผิวถนนต้องไม่น้อยกว่า 5.3 เมตร

8.3 การตรวจสอบและการบำรุงรักษา

1. ตรวจสอบจุดยึดโยงที่ใช้ยูแคลมป์จับปลายสายยึดโยง กวดขันตัทและสลักเกลียวให้แน่นหากมีสภาพไม่ปลอดภัยให้เปลี่ยนใหม่

2. ถ้าสมอบกลื่นขึ้นมา ซึ่งทำให้สายยึดโยงลดน้อยลง ต้องฝังสมอบกใหม่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

3. สายยึดโยงและส่วนประกอบอื่นๆ เมื่อชำรุดเสียหาย ให้เปลี่ยนของใหม่

8.4 จุดประสงค์และประโยชน์ของโวมโนกราฟิโคโดอะแกรมสำหรับการยึดโยง

โวมโนกราฟิโคโดอะแกรมเป็นตารางที่แสดงความสัมพันธ์ของสายยึดโยงในการยึดโยงต่าง ๆ สำหรับใช้พิจารณาเลือกขนาดของสายยึดโยง ที่ให้ยึดโครงสร้างระบบจำหน่ายเมื่อพาดสายไฟผ่านดินและขนาดต่างๆ บนเสาไฟฟ้ารวมทั้งตำแหน่งการฝังสมอบกของชุดยึดโยงในสภาพพื้นที่ต่างๆ เพื่อให้การพิจารณาเลือกใช้ขนาดสายยึดโยงได้ถูกต้องเหมาะสมก่อให้เกิดความแข็งแรงกับโครงสร้างระบบจำหน่าย และ ต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ดังนั้นในการพิจารณาขนาดของสายยึดโยง จึงสามารถจัดหาได้จากการใช้โวมโนกราฟิโคโดอะแกรมสำหรับการยึดโยง

ข้อมูลที่ต้องนำมาให้ประกอบกับโวมโนกราฟิโคโดอะแกรมสำหรับการยึดโยง ในการพิจารณาขนาดของสายยึดโยง

1. แรงดันไฟฟ้าของระบบจำหน่าย

- ระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ 400/230 โวลต์ใช้โวมโนกราฟิโคโดอะแกรมสำหรับการยึดโยงในระบบจำหน่ายแรงดันต่ำแบบ เลขที่ SA1-013/20035
- ระบบจำหน่ายแรงดันสูง 11 - 22 และ 33 kV. ใช้โวมโนกราฟิโคโดอะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับโวมโนกราฟิโคโดอะแกรมสำหรับการยึดโยงในระบบจำหน่ายแรงดันสูงแบบ เลขที่ SA1-013/20035
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SA1-015/20036

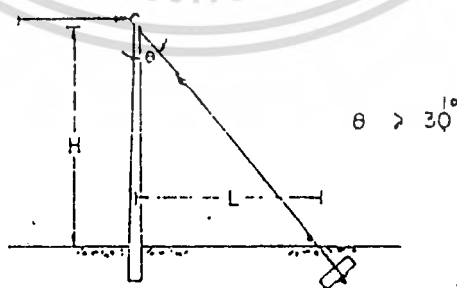
2. แบบชุดยึดโยง ได้แก่ การยึดโยงเข้าปลายสาย การยึดโยงป้องกันผาย การยึดโยงด้านข้างหรือการยึดโยงตามแนวสาย
3. ชนิดของสายไฟฟ้าที่ใช้ได้แก่ สายลลุมิเนียมเปลือย สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก หรือสายอลูมิเนียมหุ้มฉนวน
4. ขนาดของสายไฟฟ้า ได้แก่ ขนาดของพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าที่ใช้บนโครงสร้างระบบจำหน่าย
5. จำนวนสายไฟฟ้าที่ใช้ ได้แก่ 2 สาย สำหรับระบบจำหน่าย 1 เฟส 2 สาย หรือ 3 สาย สำหรับระบบ 3 เฟส 3 สาย
6. ขนาดความยาวของเสาไฟ ได้แก่ ขนาดของเสาไฟที่ใช้เป็นโครงสร้างระบบจำหน่าย
7. ระยะแนวตั้งจากพื้นดินถึงจุดยึดโยงกับเสาไฟ เป็นตำแหน่งที่กำหนดให้ติดตั้งชุดยึดโยงบนโครงสร้างในระบบจำหน่ายซึ่งกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน
8. ระยะในแนวระดับระหว่างจุดกลางเสา กับก้านสมอบกที่ระดับดิน เป็นตำแหน่งของการฝังสมอบกที่เปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพพื้นที่ อันมีผลให้ชุดยึดโยงดังกล่าวมีความสามารถใช้งานแตกต่างกันไป ซึ่งโดยทั่วไประยะดังกล่าวนี้ ให้ระยะห่างเมื่อจัดทำสายยึดโยงเท่ากับมุมสายไฟประมาณ 30 องศา ขึ้นไป

8.5 วิธีการใช้โมโนกราฟิคไดอะแกรมสำหรับการยึดโยง

ในตัวอย่างการใช้ต่อไปนี้เป็นเพื่อสะดวกในการกล่าวถึง จึงให้

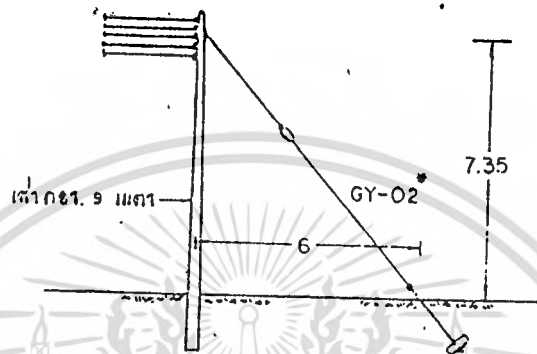
"H" = ระยะในแนวตั้งจากพื้นดินถึงจุดสายยึดโยงกับเสาไฟ

"L" = ระยะในแนวระดับระหว่างจุดกึ่งกลางเสา กับก้านสมอบกที่ระดับดิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง ต้องการหาขนาดสายยึดโยงบนเสาคอนกรีตขนาด 9 เมตร เสาต้นเข้าปลายสายระบบแรงต่ำ 400/230 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย พร้อมสายไฟถนนซึ่งพาดด้วยสายอลูมิเนียมหุ้มฉนวนขนาด 70 mm^2 เป็นสายเฟสคู่ขนาด 50 mm^2 และสายไฟถนน ขนาด 25 mm^2 ตำแหน่งการฝังสมอบกอยู่ห่างจากโคนเสาไฟฟ้าในแนวระดับประมาณ 6 เมตร



วิธีทำ ข้อมูลที่นำมาใช้กับโมโนกราฟวิเคราะห์แอมแกรมสำหรับการยึดโยง

1. แรงดันระบบจำหน่ายเป็นแรงดันต่ำจึง ใช้โมโนกราฟวิเคราะห์แอมแกรมสำหรับการยึดโยงระบบแรงต่ำแบบเลขที่ SA1-015/20035
2. ลักษณะการยึดโยง เป็นการยึดโยงแบบสมอบกเสาต้นปลายเสา
3. ชนิดของเสาไฟฟ้า เป็นสายอลูมิเนียมหุ้มฉนวน
4. ขนาดสาย และจำนวนสายไฟที่ใช้ สายเฟส 70 mm^2 3 สาย ($70*3$) สายไฟถนน 25 mm^2 สายศูนย์ 50 mm^2
5. ความยาวสายไฟ ขนาด 9 เมตร
6. สำหรับการยึดโยงสายจำหน่ายแรงต่ำที่เสา ขนาด 9 เมตร ตามมาตรฐานได้กำหนดให้ติดตั้งสายยึดโยงบนเสาดังกล่าว สูงเหนือระดับพื้นดิน "H" = 7.35 เมตร
7. ระยะในแนวระดับระหว่างจุดกึ่งกลางเสากับก้าสมอบกที่ระดับพื้นดิน "L" = 6 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้อมูลข้างต้นมาพิจารณาในโมโนกราฟชนิดไดอะแกรม สำหรับยึดโยงดังนี้

ใช้กระดาษแผ่น	พื้นที่หน้าตัดของสายไฟให้			คาบหมวกสาย เมตร	ระยะแนวกิ่ง จากพื้นดิน (H) เมตร	ระยะในแนวระดับระหว่างจุดยึดโยงสายไฟกับก้าน สำหรับยึดโยง (L) เมตร														
	สายเฟส	สายไฟดิน	สายศูนย์			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
AI ประเภท	70 x 3	25	50	9	7.35															

จากโมโนกราฟชนิดไดอะแกรมสำหรับการยึดโยงระบบจำหน่ายแรงต่ำ ใช้ข้อมูลข้างต้น
ได้ ขนาดสายยึดโยงเป็นสายเหล็กตีเกลียว ขนาด 95 mm² ส่วนระยะ "L" สามารถ
เปลี่ยนแปลงได้ แต่ทั้งนี้ต้องมีระยะไม่น้อยกว่า 5.50 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีที่ต้องใช้ทาสำหรับเสาไฟฟ้า 1 ต้น

ลำดับที่	ชนิดของสี	ขนาดพื้นที่ทาสี (ตารางเมตร)	
		ทา 2 ด้าน	ทา 3 ด้าน
1.	สีดำ	0.185	0.280
2.	สีขาว	0.300	0.450
3.	สีขาวสะท้อนแสง	0.005	0.010

หมายเหตุ

1. การเลือกใช้ลูกถ้วยยึดโยง

ระบบ 400/230 โวลต์ ใช้ลูกถ้วยสำหรับยึดโยง (สำหรับระบบแรงต่ำ
EEL-NEMA CLASS 54-1

ระบบ 11-22 kv ใช้ลูกถ้วยยึดโยง ให้เป็นไปตามค่า ในระบบเลขที่
S02-015/17068

2. ระยะห่างระหว่างสายไฟฟ้ากับสายยึดโยง ให้เป็นไปตามค่า ในระบบเลขที่
S02-015/17068

3. ถ้าสายยึดโยงเป็นลวดเหล็กตีเกลียว 95 mm² ให้ใช้ถ้วยสำหรับยึดโยง สำหรับ
ระบบ 22 kv แทนลูกถ้วยสำหรับยึดโยง สำหรับแรงดันต่ำ เพื่อให้มีความแข็งแรง
เท่าเทียมกับสายยึดโยง

4. ลูกถ้วยสำหรับยึดโยงลูกต่ำที่สุด สูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 2.30 เมตร

5. ที่ตำแหน่งจุดยึดลูกถ้วยสำหรับสายยึดโยง ให้ใช้ลวดเหล็กพันสายยึดโยง ตาม
แบบเลขที่ S02-015/18005

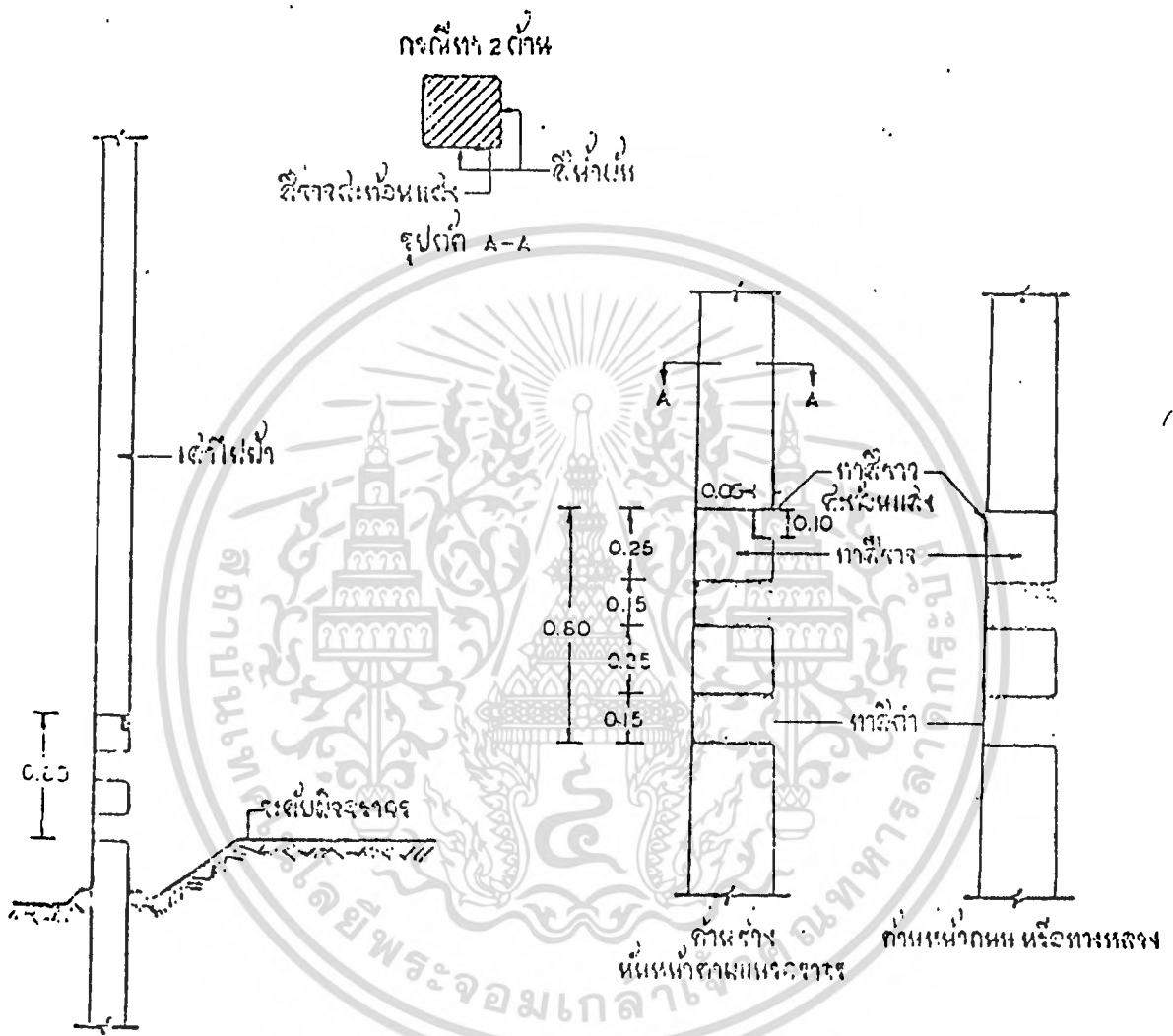
6. ให้ตัดสายยึดโยง กั้นสายลงดินที่หัวเสา สำหรับระบบ 1 เฟส 19 kv และระบบ
33 kv

7. กรณีปักเสา ค.อ.ร. 14 เมตร แล้วพาดสายวงจรบนเพียงวงจรเดียว ให้ติดตั้ง
สายยึดโยงด้านข้าง ให้ตำแหน่งของสายวงจรล่าง เพื่อสะดวกในการพาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายวงจรวาง ในโอกาสต่อไป

8. รายละเอียดของการยึดโยงตามรหัสต่างๆ ให้ดูแบบประกอบสายยึดโยง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.6 หลักเกณฑ์การยึดโยงแบบสมอบกด้านข้าง

1. การยึดโยงแบบสมอบกด้านข้างระบบจำหน่ายแรงสูง 1 วงจร

1.1 ทางโค้ง 5-30 องศา

พื้นที่หน้าตัดระบุ ต.มม NOMINAL CROSS-SECTION			ระยะระหว่างเสา เมตร SPAN LENGTH m.	ขนาดสายยึดโยง(ลวดเหล็กตีเกลียว) ตารางมิลลิเมตร GUY WIRE SIZE(STEEL STAND- -ED WIRE) mm ²
Al	ACSR	Al Alloy		
35, 50, 70	-	-	50	50
95, 120	35/6, 50/8	35, 50	80, 100	50
150	-	-	50	50
185	-	-	40	50
240	-	-	40	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

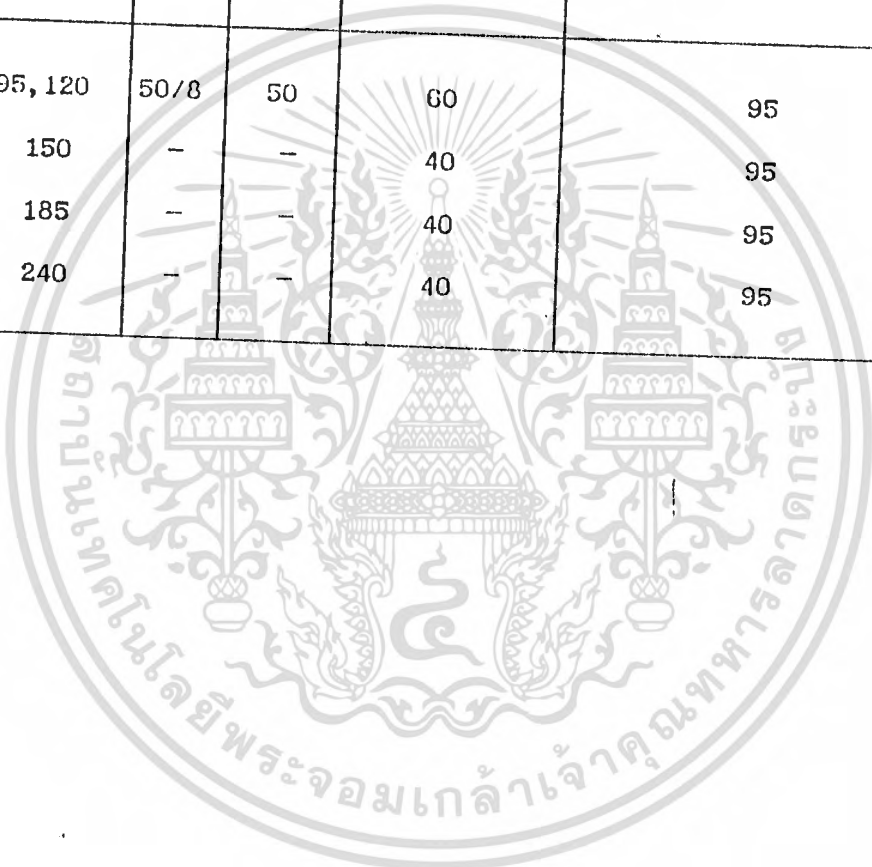
1.2 ทางโค้ง 30-60 องศา

พื้นที่หน้าตัดระบุ ต. มม NOMINAL CROSS-SECTION			ระยะระหว่างเสา เมตร SPAN LENGTH m.	ขนาดสายยึดโยง(ลวดเหล็กตีเกลียว) ตารางมิลลิเมตร GUY WIRE SIZE(STEEL STAND- -ED WIRE) mm ²
Al	ACSR	Al Alloy		
35, 50, 70	—	—	50	50
95, 120	35/6, 50/8	35, 50	80	95
150	—	—	50	95
185	—	—	40	95
240	—	—	30	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายยึดโยงแบบสมอบกด้านข้างระบบจำหน่ายแรงสูงต่อวงจร
 2.1 ทางโค้ง 5-30 องศา

พื้นที่หน้าตัดระบุ ต. มม NOMINAL CROSS-SECTION			ระยะระหว่างเสา เมตร SPAN LENGTH m.	ขนาดสายยึดโยง(ลวดเหล็กตีเกลียว) ตารางมิลลิเมตร GUY WIRE SIZE(STEEL STAND- -ED WIRE) mm ²
Al	ACSR	Al Alloy		
95,120	50/8	50	60	95
150	-	-	40	95
185	-	-	40	95
240	-	-	40	95



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทางโค้ง 30-60 องศา

ให้เจ้าหน้าที่ระบุ ต.มม NOMINAL CROSS-SECTION			ระยะระหว่างเสา เมตร SPAN LENGTH	ขนาดสายยึดโยง (ลวดเหล็กตีเกลียว) ตารางมิลลิเมตร GUY WIRE SIZE (STEEL STAND- -ED WIRE) mm ²
Al	ACSR	Al Alloy	m.	
95, 120	50/8	50	40	95
150	-	-	30	95
185	-	-	30	95
240	-	-	30	95

- หมายเหตุ
- การพาดสายต่างขนาดบนต้นเดียวกัน ให้ยึดหลักเกณฑ์ของสายขนาดใหญ่ในการพิจารณา ระยะห่างระหว่างเสาและขนาดสายยึดโยง
 - สำหรับสายอลูมิเนียมเปลี่ยนขนาด 150 ต.มม. และใหญ่กว่าระยะระหว่างเสาช่วงเสาดันสุดท้ายไม่เกิน 40 เมตร
 - การยึดโยงแบบสวมบอด้านข้างระบบจำหน่ายแรงต่ำที่ใส่ระบบจำหน่ายแรงสูง
 - ระยะห่างระหว่างเสาและขนาดของสายยึดโยงระบบจำหน่ายแรงสูงเป็นไปตามข้อ 1
 - ให้ทำการยึดโยงระบบจำหน่ายแรงต่ำกรณีทางโค้งมากกว่า 30 องศา เมื่อระบบจำหน่ายแรงต่ำเป็นระบบ 3 เฟส 4 สาย มีขนาดสายเฟสตั้งแต่ 50 ต.มม. ขึ้นไป (หากทางโค้งไม่เกิน 30 องศา งดเว้นทำการยึดโยงระบบแรงต่ำ สายดับไฟถนนไม่ต้องนำมาพิจารณา
 - ขนาดสายของสายยึดโยงแรงต่ำใช้ลวดตีเกลียว 50 ต.มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ

การยึดโยงแบบสมอบกด้านข้างระบบจำหน่ายแรงต่ำต้วแบบเลขที่

SA1-015/20023

ขนาดสายยึดโยง (ลวดเหล็กตีเกลียว)	ความยาวเสาตอม่อ ม.	หน้าตัดเสาตอม่อ cm * cm	ความลึกของเสาตอม่อ ช่วงที่ฝังดิน ม.
1. ขนาด 50 mm ² ระดับน้ำท่วม (h)			
<, = 1.00 ม.	4.50	30 * 30	3.00
<, = 2.00 ม.	5.50	30 * 30	3.00
2. ขนาด 90 mm ² ระดับน้ำท่วม (h)			
<, = 0.25 ม.	4.50	35 * 35	4.00
<, = 1.00 ม.	5.50	35 * 35	4.00
<, = 2.00 ม.	6.50	35 * 35	4.00

หมายเหตุ

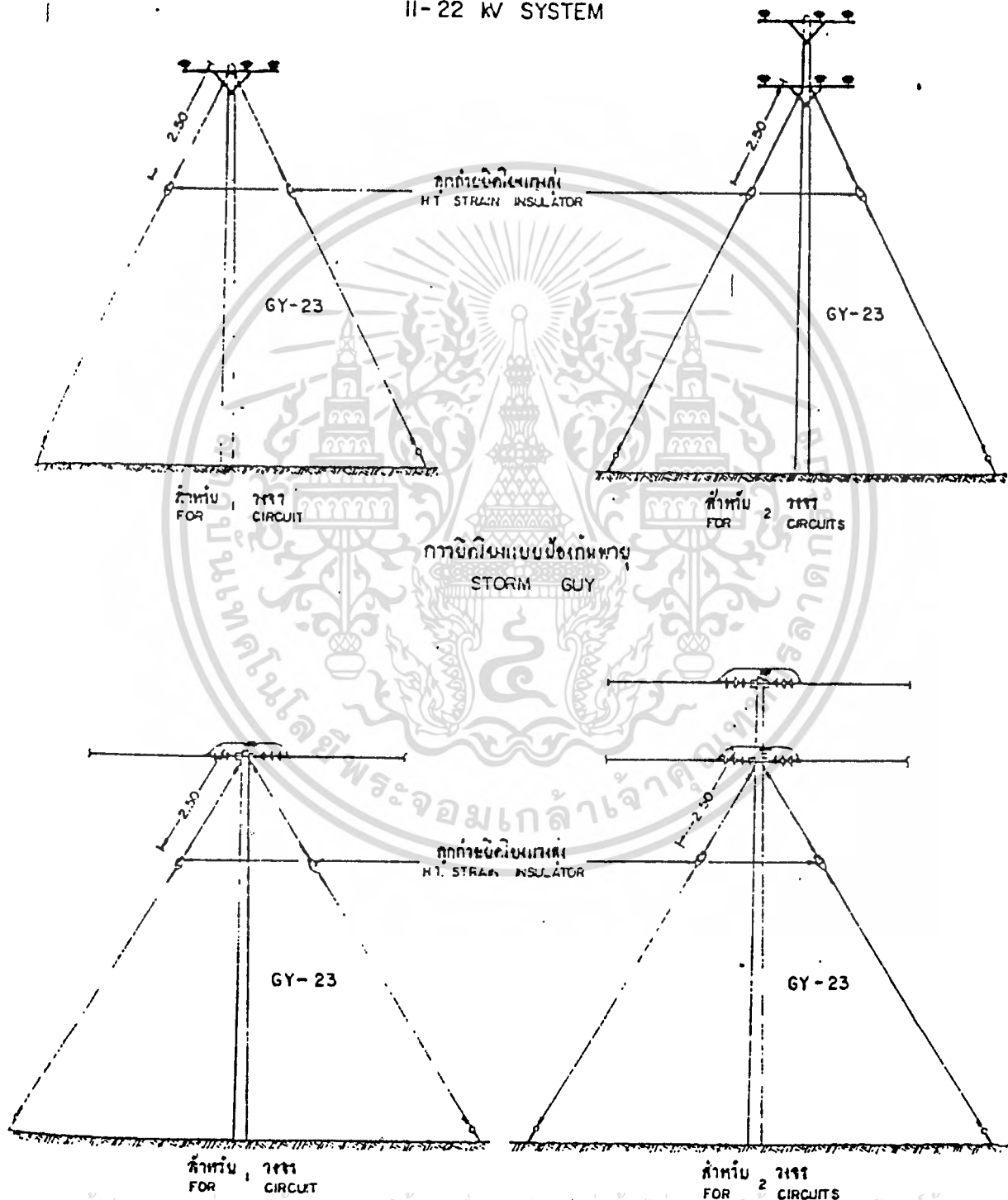
- ใช้งานเมื่อมีความจำเป็นต้องจัดทำสมอบก ในบริเวณที่ลมและมีน้ำขังหรือในลำคลอง
- ตำแหน่งจุดยึดโยงบนเสาตอม่อควรรอยุ่สูงน้ำระดับน้ำสูงสุดปกติ ประมาณ 5 cm.

หมายเหตุ

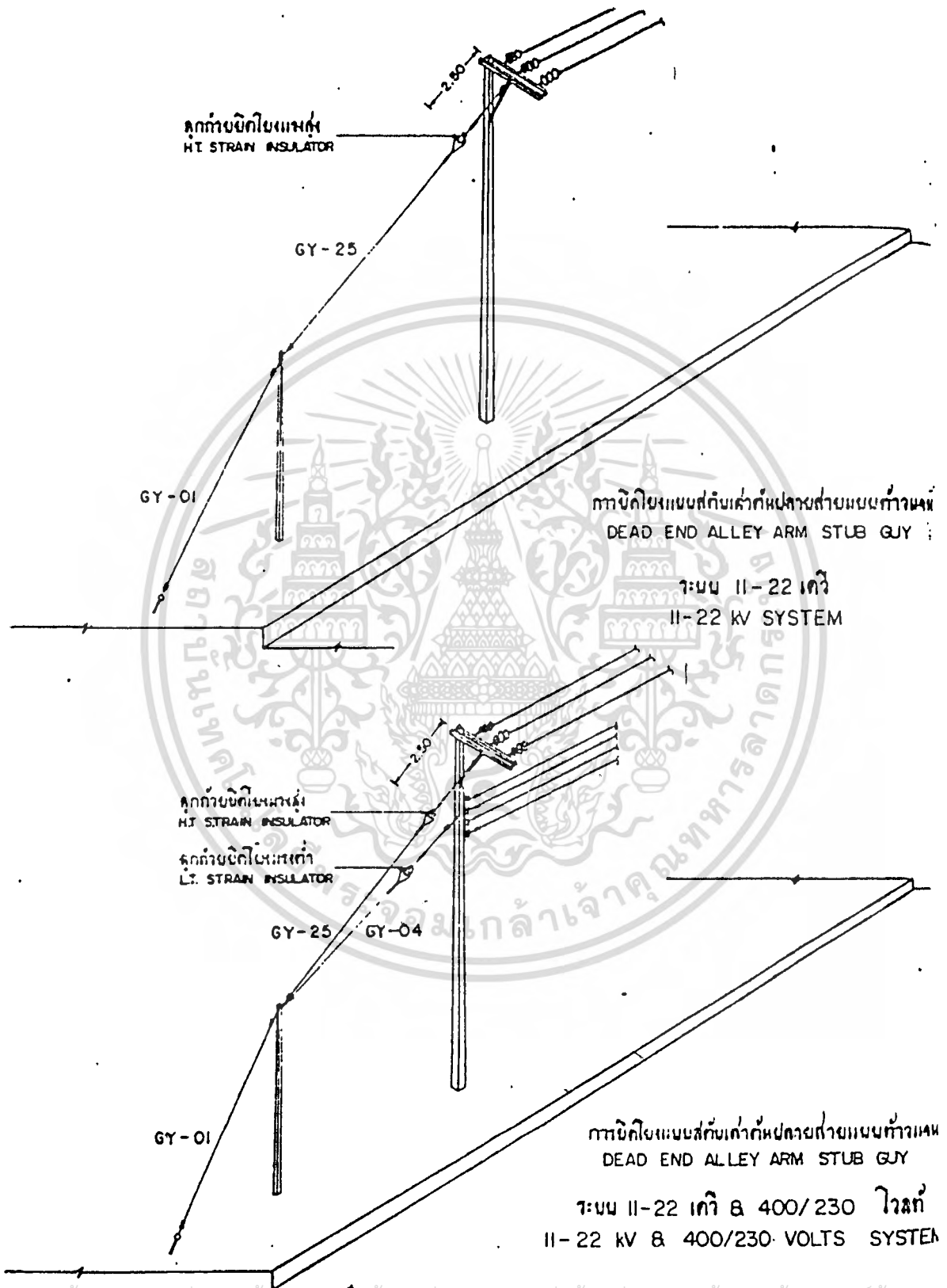
- ให้ติดตั้งกายการ์ด เฉพาะในบริเวณที่โคนสัญญาณมาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่คนได้ง่าย
- กายการ์ด ควรทาด้วยสีทางสลับดำ ระยะละ 20 cm.
- ถ้ามีการยึดโยงมากกว่า 1 ชุดบนด้านเดียวของเสาให้ติดกายการ์ดเฉพาะเสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งยึดโยงชุดบนสุดเท่านั้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ 11-22 KV
11-22 KV SYSTEM

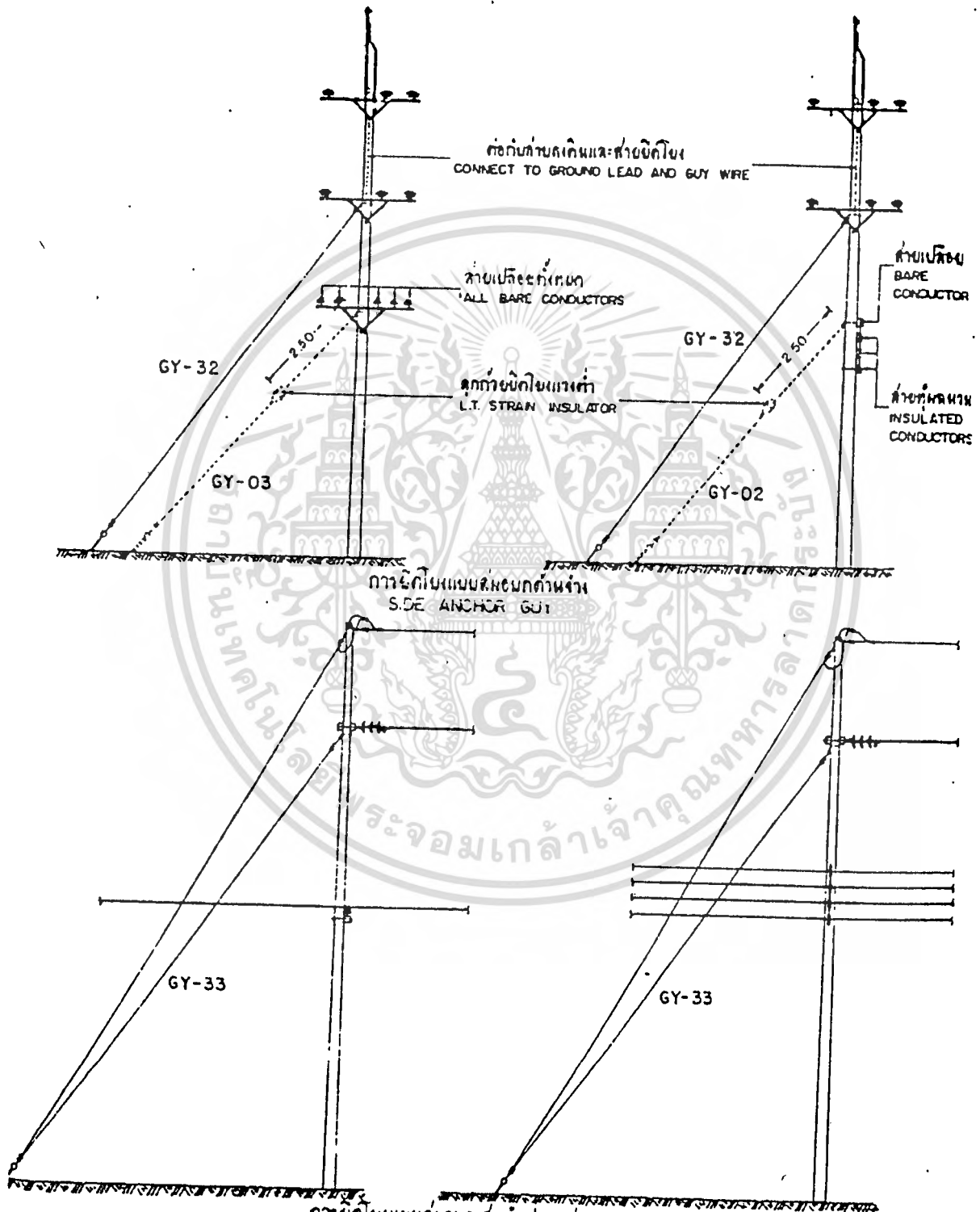


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีฉุกเฉินเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

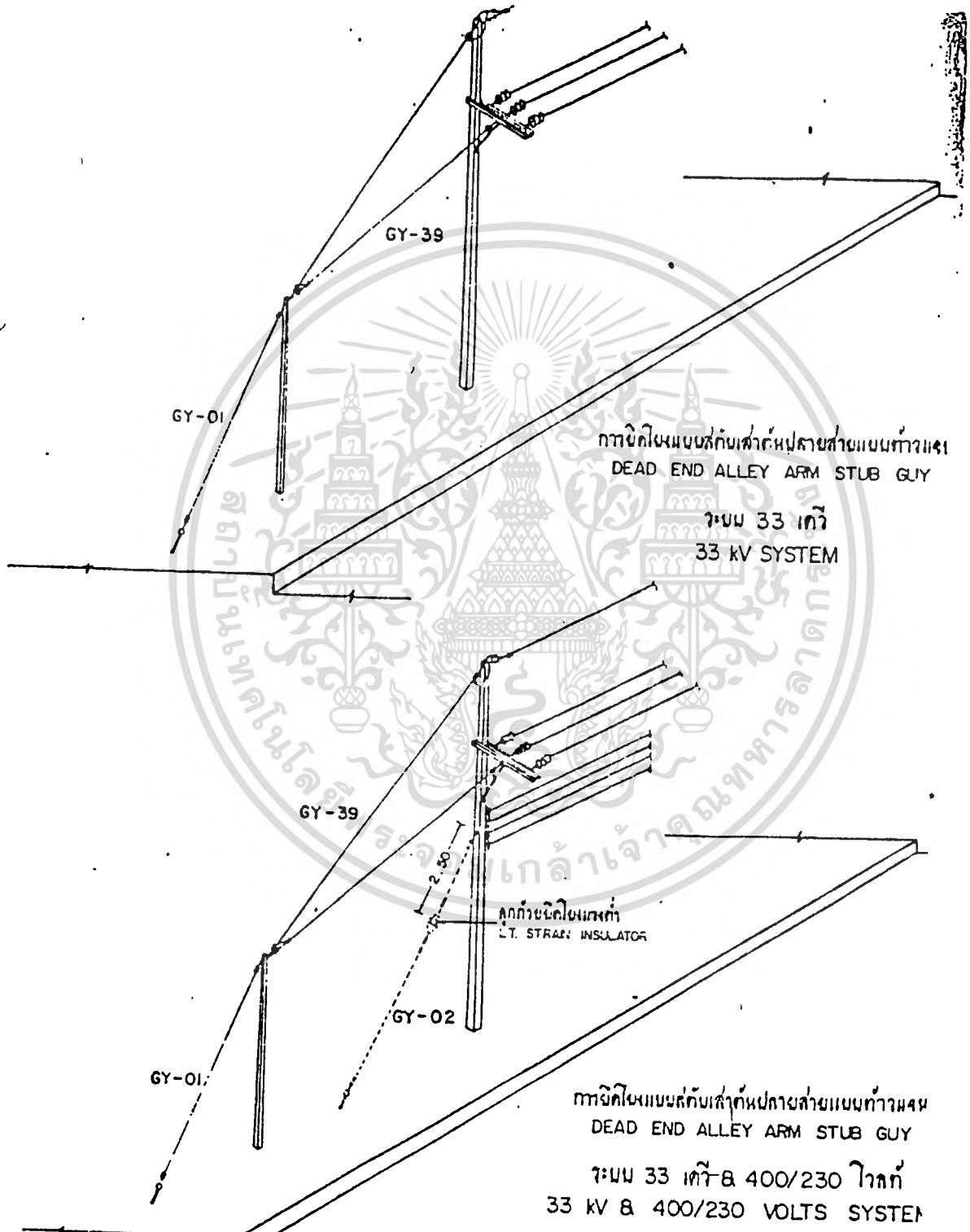


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ 33 เควี & 400/230 โวลท์
 33 KV & 400/230 VOLTS SYSTEM

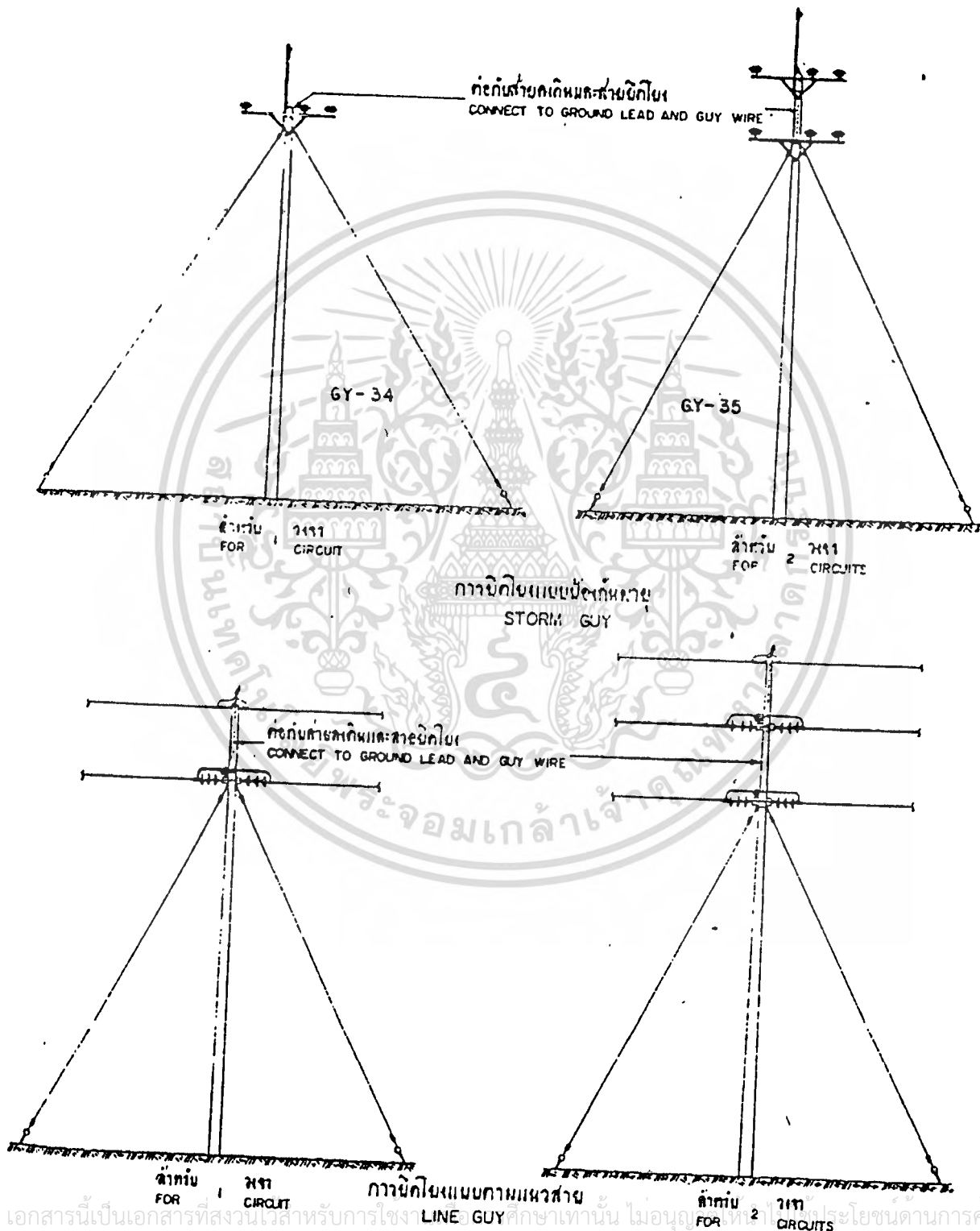


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



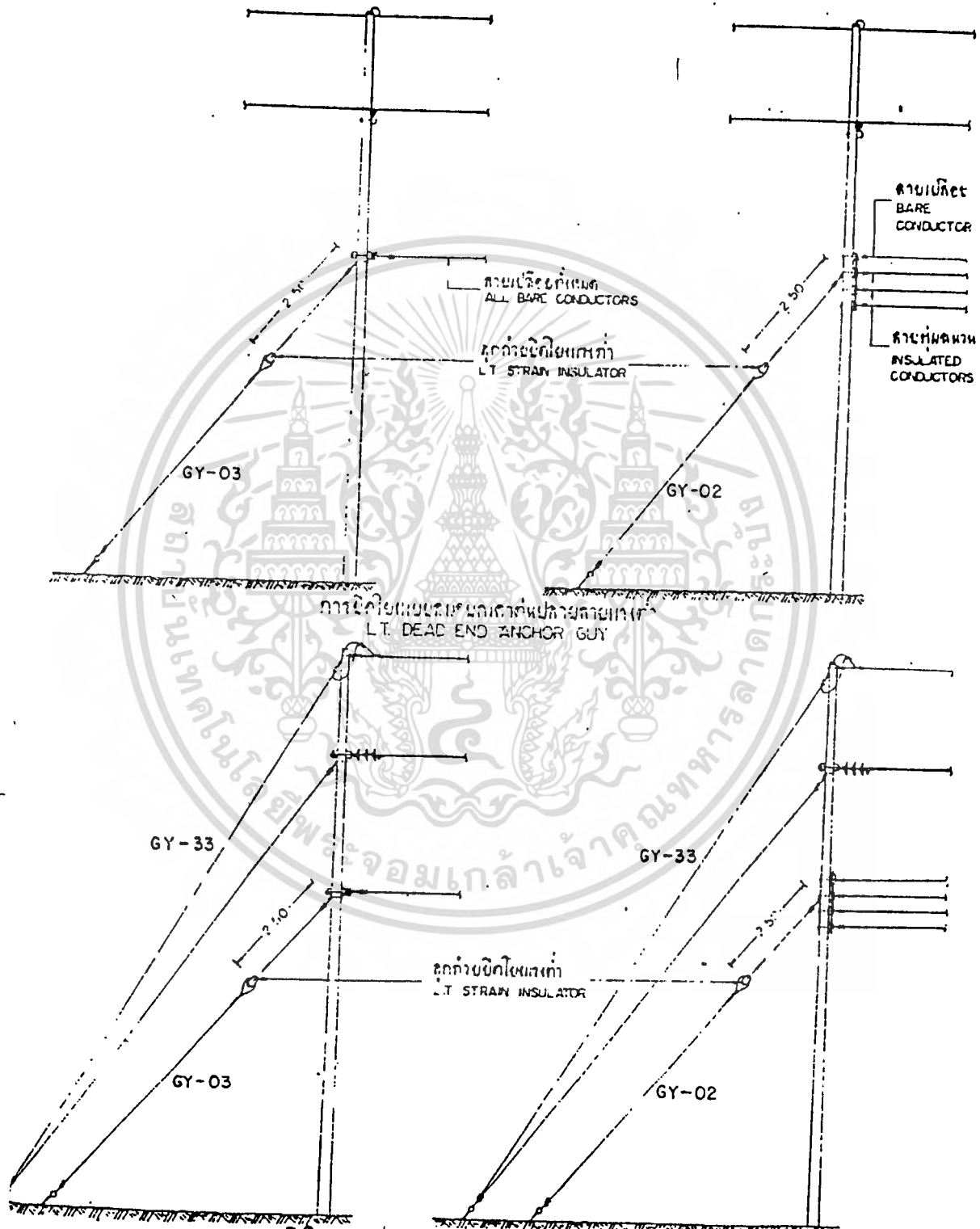
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ 33 เควี
33 KV SYSTEM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน LINE GUY ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ 33 กิโล โวลต์ & 400/230 โวลต์
33 KV & 400/230 VOLTS SYSTEM



การยึดสายเคเบิลแบบตายปลายสายเคเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ...
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของ สายไฟฟ้า TYPE OF COND.	พื้นที่หน้าตัด จกสายไฟฟ้า CROSS-SECTION AREA OF COND.	จำนวนสายไฟฟ้า NO. OF COND.	ความยาวสาย # POLE LENGTH m	ระยะแนวตั้ง จาก พื้นดิน # HEIGHT FROM GROUND m	ระยะในแนวตั้งระหว่างจุดยึดสายกับจุดแขวนสายกับดิน DISTANCE BETWEEN PULL CENTER AND ANCHOR ROD AT GROUND LEVEL m														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
สายอลูมิเนียม อัลลอยด์ ALUMINIUM ALLOY CONDUCTOR	35	2	12	9.70															
		3	12	9.70															
	50	3	12	9.70															
		3	14	11.70															
		3	15	15.70															
	70	3	14	11.70															
		3	16	15.70															
	95	3	14	11.70															
		3	16	15.70															
	120	3	14	11.70															
		3	16	15.70															
สายยึดโยงเบ็ดกันทฤษฎี สำหรับสายขนาด 35,50 ค.ม.ม. STORM GUY FOR CONDUCTOR SIZE 35,50 mm ²																			
สายยึดโยงเคทามแนวตั้ง สำหรับสายขนาด 35,50 ค.ม.ม. LINE GUY FOR CONDUCTOR SIZE 35,50 mm ²																			

สำหรับกรณีที่มีสายยึดโยง
FOR DEAD END GUY



บทที่ 9 ขั้นตอนการทำงานของ Program

1. การคำนวณระดับแรงดันจากสูตร $V = 5.5\sqrt{\frac{L}{1.6} + \frac{P}{100}}$ ได้โวลต์ที่เตจออกมาในหน่วย kV จากนั้นก็เลือก Voltage ที่จะส่งจริงได้แก่ 11, 22, 33, 69 kV โดยให้ใกล้เคียงกับ โวลต์เตจที่คำนวณได้มากที่สุด
2. การเลือกความสูงของเสาจากแรงดันที่ส่ง และจำนวนวงจรที่จะส่งดังนี้

11, 22, 33 kV	1 วงจร ใช้เสาสูง	12 เมตร
	2 วงจร ใช้เสาสูง	14 เมตร
69 kV	1 วงจร ใช้เสาสูง	20 เมตร
3. การเลือกสายโดยดูจากสภาพทางไฟฟ้าและทางกล

ทางไฟฟ้า

$$\text{หากระแสในตัวนำได้จาก } I = \frac{kVA}{\sqrt{3}KV}$$

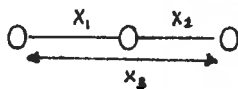
จากนั้นนำกระแสที่ได้ไปเทียบในตารางสาย ACC หรือ ACSR ตามที่เลือก โดยเลือกขนาดสายที่ทนกระแสได้มากกว่า I ที่คำนวณได้ ซึ่งในตารางนี้จะมีคุณสมบัติอื่นๆ บอกด้วยได้แก่ เส้นผ่าศูนย์กลาง, ความต้านทานต่อกิโลเมตร, น้ำหนักต่อกิโลเมตร, แรงดึงในสายที่ทนได้ จากนั้นคำนวณหาค่าต่าง ๆ ได้แก่

$$X_L = 2\pi f * 2 * 10^{-7} \ln \frac{D_m}{r * 0.7253} \quad (\text{สำหรับ 1 วงจร})$$

เมื่อ f คือ ความถี่ที่ใช้ส่ง = 50 Hz

r คือ รัศมีของสายที่ได้จากตาราง

D_m คือ ค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิตของระยะห่างระหว่างสายมีค่าดัง
ใน



$$D_m = \sqrt[3]{X_1 \cdot X_2 \cdot X_3}$$

$$\text{โดย 11 kV : } X_1 = 0.4, X_2 = 0.9, X_3 = 1.3$$

$$22 \text{ kV : } X_1 = 0.75, X_2 = 1.55, X_3 = 2.3$$

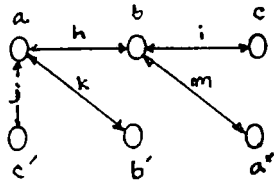
$$33 \text{ kV : } X_1 = 0.95, X_2 = 1.85, X_3 = 2.8$$

$$69 \text{ kV : } X_1 = 1.83, X_2 = 1.83, X_3 = 3.66$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X_L = 2\pi f * 2 * 10^{-7} \ln \frac{D_{eq}}{D_e}$$

คำนวณ D_{eq}



D_{ab} = mutual GMD ระหว่างเฟส a ใด ๆ กับ b ใด ๆ

$$= \sqrt[4]{(ab \cdot ab')(a'b \cdot a'b')}$$

$$= \sqrt[4]{k h i m}$$

$$D_{bc} = \sqrt[4]{k h i m}$$

$$D_{ca} = \sqrt{j n}$$

$$D_{eq} = \sqrt[3]{D_{ab} D_{bc} D_{ca}} = \sqrt[3]{(h i j k m n)^{1/2}}$$

คำนวณ D_s



ตำแหน่งของสาย a อยู่กึ่งแยงมุมได้ D_{s1}

ตำแหน่งของเฟสอยู่ตรงกลางได้ D_{s2}

ตำแหน่งของเฟส a อยู่กึ่งแยงมุมได้ D_{s3}

ให้ r' = GMR

$$D_{s1} = \sqrt[4]{r' l r' l} = \sqrt{r' l}$$

$$D_{s2} = \sqrt[4]{r' j r'} = \sqrt{r' j}$$

$$D_{s3} = \sqrt[4]{r' l r'} = \sqrt{r' l}$$

$$D_s = \sqrt[3]{D_{s1} \cdot D_{s2} \cdot D_{s3}} = \sqrt[3]{r' l (r' j)^{1/2}}$$

โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

kv	h	i	j	k	m	n	l
11	0.4	0.9	2	2.04	2.19	1.3	2.39
22	0.75	1.55	2	2.14	2.53	2.3	3.05
33	0.95	1.85	2	2.22	2.72	2.8	3.34

หาค่า Impedance ในสายส่ง ต่อหนึ่งเฟส คือ

$$Z = \sqrt{R_2^2 + X_1^2} \quad \text{โอห์ม/เมตร}$$

จะได้

$$\text{LOSS} = I^2 Z \quad \text{Watt}$$

เมื่อ Loss คือ กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในสาย (Watt)

$$\% \text{Reg} = \frac{\text{Loss}}{\text{VA}} * 100$$

เมื่อ %Reg คือ Percentage of Regulation

VA คือ กำลังที่ส่ง (VA)

Loss คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียในสาย

ด้านทางกล

จากตาราง Spec ของสาย หน้า ๖ ซึ่งแปลงลง ไฟล์ชื่อ ASCR.DAT , AAC.DAT สายที่เลือกไว้จะได้น้ำหนักของสายต่อเมตร และแรงดึงสูงสุดที่ทนได้โดยจะสามารถหาแรงดึงสูงสุดได้จากสูตร

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

เมื่อ T คือ แรงดึงในสาย (kg)

w คือ น้ำหนักของสาย ต่อเมตร (kg/m)

L คือ Span ซึ่งกำหนดตามมาตรฐานการไฟฟ้า (m)

d คือ Sag ซึ่งกำหนดตามมาตรฐานการไฟฟ้า (m)

แล้วจึงนำค่าแรงดึงสูงสุดที่ทนได้จากตารางมาเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้ ถ้าค่าที่

คำนวณได้มีค่าเกินกว่าในตาราง แสดงว่าสายไม่สามารถรับแรงดึงได้จึงต้องคำนวณสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ (สายเสริมเหล็ก) โดยเริ่มคำนวณใหม่ตั้งแต่ทางด้านไฟฟ้าอีกครั้ง ขอประยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การประมาณจำนวนเสาที่ใช้

$$\text{จำนวนเสาที่จะใช้จะมีค่าอย่างต่ำที่สุด} = \frac{\text{Distance}}{\text{Max Sag}}$$

และไม่ควรมีค่าเกิน 3 เท่าของค่านี้

จากนี้จึงนำจำนวนเสาจริงที่ผู้ใช้โปรแกรมป้อน มาใช้ในโปรแกรม

5. การคำนวณแรงดึงในแต่ละเสา

ซึ่งสามารถคำนวณที่ละเสาหรือคำนวณเป็นชุดได้ (ในกรณีที่เสาชนิดเดียวกันทั้งชุด) โดยการกรอกข้อมูลเลขที่ของเสาของเสาที่เริ่มถึงเลขที่เสาสุดท้ายในชุดนั้น และการกรอกข้อมูล Span , Sag ในแต่ละเสา จะสามารถคำนวณแรงดึงได้จากสูตร $T = \frac{WL^2}{8d}$ เช่นเดิม เมื่อ w คือน้ำหนักของสายต่อเมตรของสายที่ใช้

6. การเลือกลูกถ้วย โดยผู้ใช้โปรแกรมจะระบุชนิดของเสาว่าเป็นชนิดใด

1. Straight Way Pole

2. Angle Pole (ถ้าเป็นชนิดนี้จะระบุมุมด้วย)

3. Dead end Pole

ถ้าเป็นชนิด Straight way pole หรือ Angle Pole น้อยกว่า 5 องศา

11 kV ใช้ลูกถ้วยชนิด Pin Type 2 ชั้น 1 ลูกต่อเฟส

22,33 kV ใช้ลูกถ้วยชนิด Suspension Type 3 ชั้น 1 ลูกต่อเฟส

69 kV ใช้ลูกถ้วยชนิด Suspension Type 7 ลูกต่อเฟส

ถ้าเป็นชนิด Angle Pole มากกว่า 5 องศา หรือ Dead End

11,22,33 kV จะใช้ลูกถ้วยชนิด Suspension type รับแรงดึงในแนวนอนด้านละ 3 ลูกรวมเป็น 6 ลูกต่อเฟส รวมกัน Pin type เดิมอีก 1 ลูก

69 kV ใช้ลูกถ้วยชนิด Suspension type ดึงรับแรงในแนวนอนด้านละ 9 ลูกรวมเป็น 18 ลูกต่อเฟส รวมกัน Suspension ในแนวตั้งของเดิม 7 ลูกเป็น 25 ลูก

7. เลือก Cross-Arm และ คำนวณ Bending Moment ณ Cross Arm โดยดูจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
- ถ้าเป็น Straight way Pole จะใช้ Wood Cross-Arm
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11 kV ใช้ขนาด 100 * 100 * 1500 mm.

22 kV ใช้ขนาด 100 * 100 * 2000 mm.

33 kV ใช้ขนาด 100 * 100 * 3000 mm.

69 kV ใช้ขนาด 127 * 127 * 3000 3 อัน (อันละเฟส)

- ถ้าเป็น Angle Pole น้อยกว่า 5 องศา

จะใช้เหมือน Straight Way Pole แต่เพิ่มเป็น 2 อัน (Double Cross-Arm)

- ถ้าเป็น Angle Pole 5 - 30 องศา ใช้ Spun Prestressed Concrete Cross Arm

11 , 22 kV ใช้ขนาด 100 * 100 * 2500 mm. 2 อัน

33 kV ใช้ขนาด 120 * 120 * 3000 mm. 2 อัน

69 kV ใช้ขนาด 127 * 127 * 3000 mm. 2 อันต่อเฟส

รวมเป็น 6 อัน

- ถ้าเป็น Angle Pole ที่มากกว่า 30 องศา หรือ Dead End ใช้เหมือน กับเป็น 5 - 30 องศา

11 , 22 kV ใช้ขนาด 100 * 100 * 2000 mm. 2 อัน

33 kV ใช้ขนาด 120 * 120 * 2500 mm. 2 อัน

69 kV ใช้ขนาด 127 * 127 * 3000 mm. 2 อันต่อเฟส

รวมเป็น 6 อัน

Bending Moment ของ Cross-Arm

- ถ้าเป็น Straight Way Pole

11,22,33 kV

Cross Arm Bending

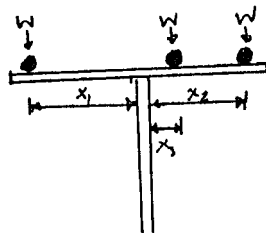
Moment (CBM)

$$CBM = wX_1 + wX_2 + wX_3$$

เมื่อ $w = w_1 + w_2$;

$$w_1 = \text{น้ำหนักลูกถ้วย Pin}$$

Type(kg)



$$w_2 = \text{น้ำหนักสายต่อเฟส}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

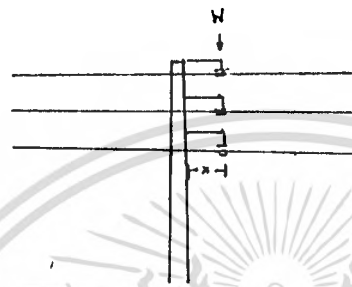
69 kV

Span (kg)

X_1, X_2, X_3 = ระยะจากจุดกึ่ง
กลางเสาถึงจุดรับน้ำหนัก

Cross Arm Bending

Moment (CBM)



$CBM = wX$

w_1 = น้ำหนักลูกถ้วย Pin
Type(kg)

w_2 = น้ำหนักสายต่อช่วง
Span (kg)

X = ระยะจากจุดกึ่ง
กลางเสาถึงจุดรับน้ำหนัก
= 1.5 m.

- Angle Pole ต่ำกว่า 5 องศา จะใช้ Double Cross-Arm จะคิดเหมือนกับ Straight Way Pole แต่น้ำหนักของลูกถ้วยจะต้องถูกเพิ่มเข้าไปเมื่อมีการให้ลูกถ้วยเพิ่ม (ซึ่งได้ระบุในขั้นตอนการเลือกลูกถ้วย) และน้ำหนักสายต่อหารสอง เพราะ Cross Arm ช่วยกันรับแรง

8. การคำนวณ Bending Moment ของเสา

คำนวณจากสูตร $BM = 6 T \sin \left[\frac{\alpha}{2} \right] + [\text{จำนวนสายส่ง} * \text{แรงลม} * \text{เส้นผ่าศูนย์กลางกลางของสาย} * \text{ความสูงของเสา}]$

เมื่อ T คือ แรงดึงในสาย (kg)

α คือ มุมของเสาในกรณี Angle Pole (ถ้าเป็น Straight Way Pole $\alpha = 0$)

ความยาวของสาย = $\frac{\text{Span}}{2} * \frac{w^2 L^3}{6T^2}$

เมื่อ w คือ น้ำหนักสายต่อกิโลเมตร (kg/km)

L คือ $\frac{\text{Span}}{2}$ (m.)

T คือ แรงดึงในสาย (kg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เลือก Guy

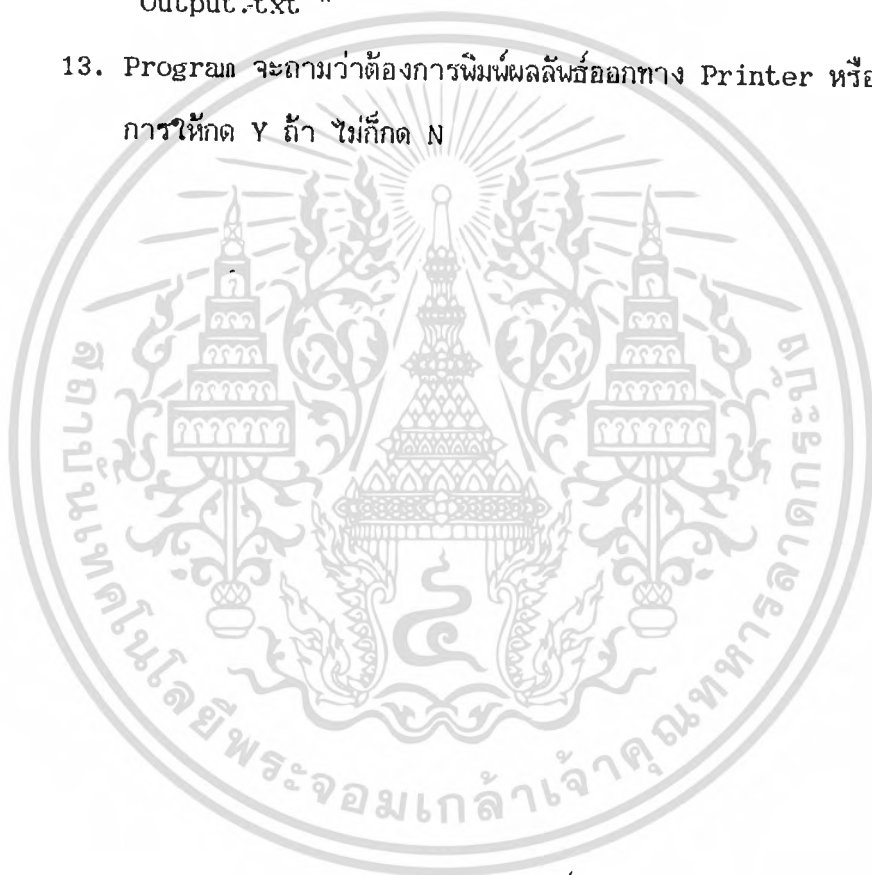
การใช้ Guy จะใช้ในกรณี Angle pole 5 องศาขึ้นไป และกรณี Dead end Pole โดยจะเลือกจาก Mono graphic Diagram ในหน้า 91 ซึ่งได้แปลงลงไฟล์ " Guy.Dat " เรียบร้อยแล้ว .

10. แสดงรูปเสา และรูป Span , Sag

11. จากที่เริ่มทำตั้งแต่ข้อ 5 จนถึง ข้อ 10 จนถึงเลขที่ของเสาที่ได้ระบุไว้

12. เมื่อคำนวณเสาครบแล้ว ค่า Output Program จะถูกเก็บไว้ในไฟล์ "Output.txt "

13. Program จะถามว่าต้องการพิมพ์ผลลัพธ์ออกทาง Printer หรือไม่ ถ้าต้องการให้กด Y ถ้า ไม่ก็กด N



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10 วิธีใช้ Program

1. load program
2. program จะขึ้นชื่อ program, ผู้จัดทำ, อาจารย์ที่ปรึกษา กด Enter
3. program จะขึ้น Menu "Select Comfortable kv"
จากนั้นป้อนระยะทางของ Distribution Line ในหน่วย km กด Enter
ตามด้วยป้อน load ที่จ่ายในหน่วย kVA กด F10
program ก็จะแสดงผล voltage ที่เหมาะสมและ voltage ที่เลือกบน Monitor กด Enter
4. program จะขึ้น Menu "Select Pole"
ถ้า kv ที่เลือกเป็น 11, 22, 33 kv จะต้องป้อน จำนวนวงจรเป็น 1, 2 หรือ 3 วงจร กด F10
จากนั้น program จะแสดงผล ความสูงเสาที่ใช้ แต่ถ้า kv ที่เลือกเป็น 69 kv program ก็จะแสดงผลเลย
จากนั้นกด Enter
5. program จะขึ้น Menu "Select Cable"
จากนั้นเลือกชนิดของสายที่จะใช้ ถ้าเป็นชนิด 1 ก็จะเป็นสาย ACC
ชนิด 2 ก็จะเป็นสาย ACSR กด F10
จากนั้นก็ป้อนค่า Span สูงสุด และ Sag ต่ำสุดใน Root ในหน่วย m กด F10
ถ้าไม่มี Error, program จะแสดงผล กระแสใน Conductor, ขนาดสายที่ใช้, Impedance, Loss, %Regulation, Tention ในสาย กด Enter
แต่ถ้าค่า Span มากเกินไป (โดยมากไม่เกิน 100 m) หรือ
Sag มากเกินไป (โดยมากไม่เกิน 5 m) หรือ
Sag น้อยเกินไป ทำให้สายไม่สามารถทแรงดึงได้
program ก็จะฟ้อง Error ด้านล่างของ Monitor แล้วต้องป้อนข้อมูลใหม่จนสามารถเลือกสายและค่านวนค่าต่างๆ ได้ กด Enter
6. บน Monitor จะปรากฏรูปของเสา Span, Sag กด Enter
7. program จะขึ้น Menu "Calculate No. of Pole in the Root"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเอาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ซึ่งจะบอกจำนวนของเสาดำสุด สูงสุด โดยประมาณไว้ให้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งในการออกแบบจริงต้องป้อนข้อมูลให้อยู่ในช่วงนี้มิฉะนั้น program จะฟ้อง Error กด F10

8. program จะขึ้น Menu "Calculate Tention of Each Pole"

จะต้องป้อน เบอร์ของเสาที่เท่าไร ถึงที่เท่าไร (ในกรณีเสาเดี่ยวให้ป้อนเบอร์เดียวกัน) และป้อน Span, Sag ของเสาเบอร์นั้นโดยค่าของ Span ต้องไม่เกิน Max Span และ Sag ต้องไม่ต่ำกว่า Min Sag และไม่เกิน 5m มิฉะนั้น program จะฟ้อง Error กด F10 program จะแสดงแรงดึงใน Conductor ระหว่างเสานั้นๆ

9. program จะขึ้น Menu "Select Insulator"

จากนั้นก็ป้อนชนิดของเสา ถ้าเป็นชนิด 1 ก็คือ Straight Way Pole

2 Angle Pole

3 Dead End Pole

ถ้าเลือกชนิดที่ 2 ก็จะต้องป้อนมุมด้วย จากนั้นกด F10

จากนั้น program จะแสดงผล ชนิดและจำนวนลูกถ้วยที่เลือก กด Enter

10. program จะขึ้น Menu "Select Cross-Arm"

และแสดงชนิดและขนาด Cross-Arm ที่เลือก กด Enter

11. program จะขึ้น Menu "Calculate Bending Moment"

และแสดงขนาด Span, ความยาวสายจริงที่ใช้ในช่วง Span และ Bending Moment กด Enter

12. ถ้าต้องการติดตั้ง Guy, program จะขึ้น Menu "Select Guy"

จากนั้นก็ป้อนตำแหน่งของ Guy ว่าห่างจากโคนเสาเท่าไร, program ก็จะทำให้การเลือกขนาด Guy ให้ ถ้าระยะใช้ไม่ได้ก็จะฟ้อง Error และให้ป้อนข้อมูลใหม่

13. จากนั้น program จะแสดงรูปของเสาที่เลือก กด Enter

program จะแสดงรูปของ Span, Sag ของเสานั้นๆ กด Enter

14. จากนั้น เริ่มป้อนข้อมูลเสาต่อไปโดยเริ่มตั้งแต่ข้อ 8 ถึง 13 จนถึงเสาดันสุดท้ายที่ออกแบบไว้ตั้งแต่ตอนต้น

15. จากนั้น Computer จะแสดงผลลง file "Output TXT" และภาพที่ Monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ต้องมีการออก printer หรือไม่ ถ้าตอบ N ก็จะออกจากหน้าจอไปพร้อมกับค่า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ต้อง Set printer ให้พร้อมก่อนแล้วจึงกด y ผลการคำนวณก็จะถูก print



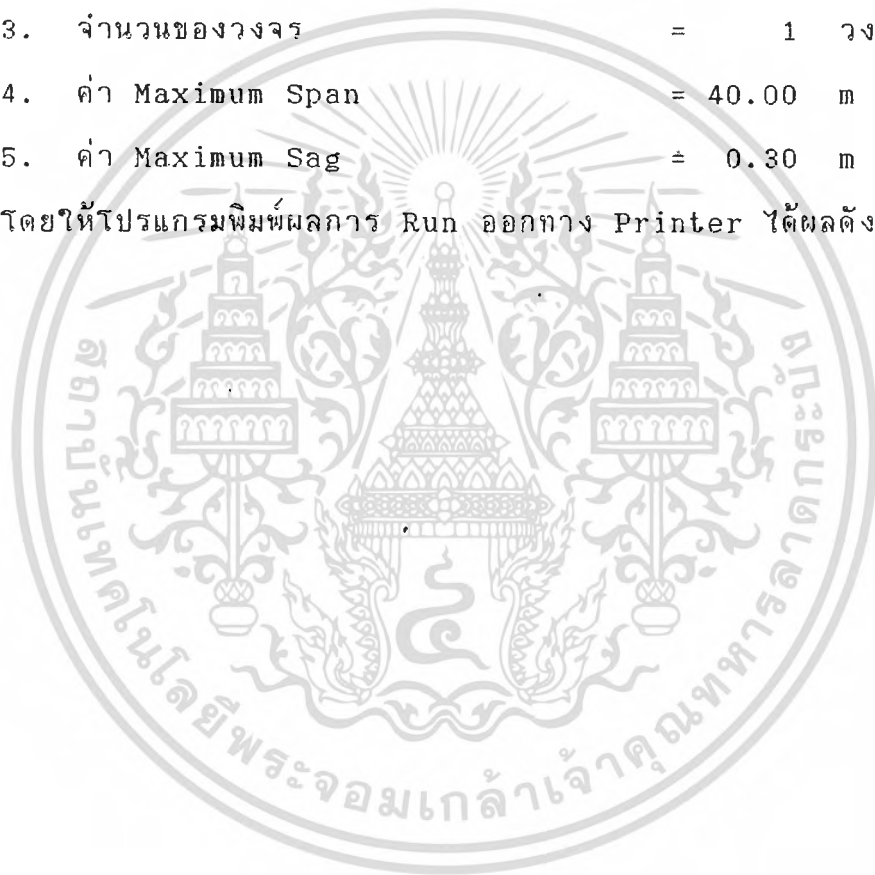
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 11 การทดลอง Run Program

การทดลอง Run Program โดยให้ค่าต่าง ๆ เป็นดังนี้

1. ระยะทางของ Transmission Line = 40.00 km
2. ค่าของกำลังของภาระ = 1.00 Mw
3. จำนวนของวงจร = 1 วงจร
4. ค่า Maximum Span = 40.00 m
5. ค่า Maximum Sag = 0.30 m

โดยให้โปรแกรมพิมพ์ผลการ Run ออกทาง Printer ได้ผลดังนี้



=====

DISTRIBUTION DESIGN AND ANALYSIS

=====

SELECT VOLTAGE

THE DISTANCE OF TRANSMISSION LINE = 40.00 km
 LOAD OF TRANSMISSION LINE = 1000.00 kW
 THE COMFORTABLE VOLTAGE TO SEND = 32.54 kV
 SELECT VOLTAGE = 33.00 kV

=====

SELECT POLE

THE NO. OF CIRCUIT = 1 CIRCUIT
 USES CONCRETE POLE
 THE HEIGHT OF POLE = 12 m

=====

SELECT CABLE

MAXIMUM SPAN = 40.00 m
 MINIMUM SAG = 0.30 m
 USES CONDUCTOR AAC 16 mm²
 CURRENT IN CONDUCTOR = 17.50 A
 IMPEDANCE = 74.09 Ohm
 LOSS IN CONDUCTOR = 22679.00 W
 PERCENTAGE OF REGULATION = 2.27 %
 TENSION IN CONDUCTOR = 29.33 kg

=====

POLE NO. 1 TO POLE NO. 2

TYPE OF POLE = DEAD END POLE

=====

CALCULATE BENDING MOMENT

THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 20.000750 m
 BENDING MOMENT = 161.21 kg-m

=====

CALCULATE TENSION

SPAN = 20.00 m
 SAG = 0.80 m
 THE TENSION IN CONDUCTOR = 2.75 kg

=====

SELECT INSULATOR

FOR EACH CONDUCTOR
 USES INSULATOR PIN TYPE 3 Layer
 SUSPENSION TYPE X 3 FOR EACH SIDE

=====

SELECT CROSS-ARM

USES 2 X SPUN PRESTRESSED CONCRETE CROSS ARM
 SIZE 120 X 120 X 2,500 mm
 BENDING MOMENT OF EACH CROSS-ARM = 161.82 kg-m

=====

SELECT GUY WIRE

USE STEEL STAND GUY WIRE 95mm²
 GUY ADDRESS FROM POLE = 5 m

=====

POLE NO. 2 TO POLE NO. 450

TYPE OF POLE = STRAIGHT WAY POLE

=====

CALCULATE BENDING MOMENT

THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 40.006000 m
 BENDING MOMENT = 322.45 kg m

=====

=====

CALCULATE TENSION

SPAN = 40.00 m

SAG = 0.30 m

THE TENSION IN CONDUCTOR = 29.33 kg

=====

SELECT INSULATOR

FOR EACH CONDUCTOR

USES INSULATOR PIN TYPE 3 Layer

=====

SELECT CROSS-ARM

USES WOOD CROSS-ARM

SIZE 100 X 100 X 3,000 mm

BENDING MOMENT OF EACH CROSS ARM 43.09 kg-m

=====

POLE NO. 450 TO POLE NO. 451

TYPE OF POLE = ANGLE POLE 15 DEG

=====

CALCULATE BENDING MOMENT

THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 20.000750 m

BENDING MOMENT = 436.88 kg-m

=====

CALCULATE TENSION

SPAN = 20.00 m

SAG = 0.80 m

THE TENSION IN CONDUCTOR = 2.75 kg

=====

SELECT INSULATOR

FOR EACH CONDUCTOR

USES INSULATOR PIN TYPE 3 layer

SUSPENSION TYPE X 3 FOR EACH SIDE

=====

SELECT CROSS-ARM

USES 2 X SPUN PRESTRESSED CONCRETE CROSS-ARM

SIZE 120 X 120 X 3,000 mm

BENDING MOMENT OF EACH CROSS-ARM = 175.30 kg-m

=====

SELECT GUY WIRE

USE STEEL STAND GUY WIRE 95mm²

GUY ADDRESS FROM POLE = 5 m

=====

POLE NO. 451 TO POLE NO. 460

TYPE OF POLE = ANGLE POLE 3 DEG

=====

CALCULATE BENDING MOMENT

THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 20.000750 m

BENDING MOMENT = 216.49 kg-m

=====

CALCULATE TENSION

SPAN = 20.00 m

SAG = 0.80 m

THE TENSION IN CONDUCTOR = 2.75 kg

=====

SELECT INSULATOR

FOR EACH CONDUCTOR

USES INSULATOR PIN TYPE 3 layer X 3

ที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

=====

SELECT CROSS-ARM

USES 2 X WOOD CROSS-ARM

SIZE 100 X 100 X 3,000 mm

BENDING MOMENT OF EACH CROSS ARM = 38.80 kg-m

=====

POLE NO. 460 TO POLE NO. 461

TYPE OF POLE = ANGLE POLE 15 DEG

=====

CALCULATE BENDING MOMENT

THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 20.000750 m

BENDING MOMENT = 436.88 kg-m

=====

CALCULATE TENSION

SPAN = 20.00 m

SAG = 0.80 m

THE TENSION IN CONDUCTOR = 2.75 kg

=====

SELECT INSULATOR

FOR EACH CONDUCTOR

USES INSULATOR PIN TYPE 3 Layer

SUSPENSION TYPE X 3 FOR EACH SIDE

=====

SELECT CROSS-ARM

USES 2 X SPUN PRESTRESSED CONCRETE CROSS-ARM

SIZE 120 X 120 X 3,000 mm

BENDING MOMENT OF EACH CROSS-ARM = 175.30 kg-m

=====

SELECT GUY WIRE

USE STEEL STAND GUY WIRE 95mm²

GUY ADDRESS FROM POLE = 5 m

=====

POLE NO. 461 TO POLE NO. 700

TYPE OF POLE = STRAIGHT WAY POLE

=====

CALCULATE BENDING MOMENT

THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 40.006000 m

BENDING MOMENT = 322.45 kg-m

=====

CALCULATE TENSION

SPAN = 40.00 m

SAG = 0.30 m

THE TENSION IN CONDUCTOR = 29.33 kg

=====

SELECT INSULATOR

FOR EACH CONDUCTOR

USES INSULATOR PIN TYPE 3 Layer

=====

SELECT CROSS-ARM

USES WOOD CROSS-ARM

SIZE 100 X 100 X 3,000 mm

BENDING MOMENT OF EACH CROSS-ARM = 43.09 kg-m

=====

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

POLE NO. 700 TO POLE NO. 701 แปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPE OF POLE - ANGLE POLE 8 DEG

CALCULATE BENDING MOMENT

THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 20.000750 m
BENDING MOMENT = 308.53 kg-m

CALCULATE TENSION

SPAN = 20.00 m
SAG = 0.30 m
THE TENSION IN CONDUCTOR = 7.33 kg

SELECT INSULATOR

FOR EACH CONDUCTOR

USES INSULATOR PIN TYPE 3 Layer

SUSPENSION TYPE X 3 FOR EACH SIDE

SELECT CROSS-ARM

USES 2 X SPUN PRESTRESSED CONCRETE CROSS-ARM

SIZE 120 X 120 X 3,000 mm

BENDING MOMENT OF EACH CROSS ARM = 175.30 kg-m

SELECT GUY WIRE

USE STEEL STAND GUY WIRE 95mm²

GUY ADDRESS FROM POLE = 5 m

POLE NO. 701 TO POLE NO. 705

TYPE OF POLE = ANGLE POLE 3 DEG

CALCULATE BENDING MOMENT

THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 20.000750 m
BENDING MOMENT = 216.49 kg-m

CALCULATE TENSION

SPAN = 20.00 m
SAG = 0.80 m
THE TENSION IN CONDUCTOR = 2.75 kg

SELECT INSULATOR

FOR EACH CONDUCTOR

USES INSULATOR PIN TYPE 3 Layer X 2

SELECT CROSS-ARM

USES 2 X WOOD CROSS-ARM

SIZE 100 X 100 X 3,000 mm

BENDING MOMENT OF EACH CROSS-ARM = 38.80 kg-m

POLE NO. 705 TO POLE NO. 706

TYPE OF POLE = ANGLE POLE 10 DEG

CALCULATE BENDING MOMENT

THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 20.000750 m
BENDING MOMENT = 345.28 kg-m

CALCULATE TENSION

SPAN = 20.00 m

SAG = 0.80 m

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น บริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE TENSION IN CONDUCTOR = 2.75 kg

=====

SELECT INSULATOR
FOR EACH CONDUCTOR
USES INSULATOR PIN TYPE 3 Layer
SUSPENSION TYPE X 3 FOR EACH SIDE

=====

SELECT CROSS-ARM
USES 2 X SPUN PRESTRESSED CONCRETE CROSS-ARM
SIZE 120 X 120 X 3,000 mm
BENDING MOMENT OF EACH CROSS-ARM = 175.30 kg-m

=====

SELECT GUY WIRE
USE STEEL STAND GUY WIRE 95mm²
GUY ADDRESS FROM POLE = 5 m

=====

=====

POLE NO. 706 TO POLE NO. 1020
TYPE OF POLE = STRAIGHT WAY POLE

=====

CALCULATE BENDING MOMENT
THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 40.006000 m
BENDING MOMENT = 322.45 kg-m

=====

CALCULATE TENSION
SPAN = 40.00 m
SAG = 0.30 m
THE TENSION IN CONDUCTOR = 29.33 kg

=====

SELECT INSULATOR
FOR EACH CONDUCTOR
USES INSULATOR PIN TYPE 3 Layer

=====

SELECT CROSS-ARM
USES WOOD CROSS-ARM
SIZE 100 X 100 X 3,000 mm
BENDING MOMENT OF EACH CROSS-ARM = 43.09 kg-m

=====

=====

POLE NO. 1020 TO POLE NO. 1021
TYPE OF POLE = DEAD END POLE

=====

CALCULATE BENDING MOMENT
THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = 40.006000 m
BENDING MOMENT = 322.45 kg-m

=====

CALCULATE TENSION
SPAN = 40.00 m
SAG = 0.30 m
THE TENSION IN CONDUCTOR = 29.33 kg

=====

SELECT INSULATOR
FOR EACH CONDUCTOR
USES INSULATOR PIN TYPE 3 Layer
SUSPENSION TYPE X 3 FOR EACH SIDE

=====

SELECT CROSS-ARM
USES 2 X SPUN PRESTRESSED CONCRETE CROSS-ARM

=====

SIZE 120 X 120 X 2,500 mm

BENDING MOMENT OF EACH CROSS-ARM = 163.14 kg-m

=====

SELECT GUY WIRE

USE STEEL STAND GUY WIRE 95mm²

GUY ADDRESS FROM POLE = 5 m

=====

=====

THE LENGTH OF CONDUCTOR PERPHASE IN THES ROOT = 40.4460255000 km

=====



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 12

สรุปผล

โปรแกรมจะคำนวณให้ระดับแรงดันที่ 11, 22, 33 และ 69 kV โดย Span จะ
ต้องไม่เกิน 100 เมตร Sag ไม่เกิน 3 เมตร

การเลือกสายตัวนำ ใช้ชนิด ACSR กับ AAC

การเลือกเสาสูง ใช้เสาสูง 12, 14 และ 20 เมตร

การเลือก Cross Arm ใช้ขนาดความยาว 1500, 2500, 3000 มม

ใช้แบบคอนกรีตและแบบคอนกรีตอัด

การเลือกลูกถ้วย ใช้แบบ Pin Type กับ Suspension Type

การเลือก Guy ใช้ชนิด Steel Stand

มีการคำนวณแรงดึงในสายตัวนำและสาย Guy คำนวณ Bending Moment ในเสาและใน
Cross Arm คำนวณได้ระยะสายตัวนำทั้งหมดที่ใช้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลงาน

เนื่องจากระบบ Electrical Distribution มีเนื้อหาที่กว้างและมีรายละเอียดมากยากต่อการเก็บรวบรวมข้อมูลให้ครบทั้งหมดในเวลาจำกัด ฉะนั้นปริญญาโทฉบับนี้จึงทำการออกแบบได้เฉพาะส่วนที่เป็นอุปกรณ์หลัก เช่น สายตัวนำ เสาส่ง Cross Arm ลูกถ้วย สายGuy ข้อมูลของอุปกรณ์เหล่านี้ส่วนใหญ่ได้มาจาก การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค การไฟฟ้านครหลวง และจากบริษัทต่างๆ

ส่วนในการวิเคราะห์ จะเป็นการวิเคราะห์โครงสร้างทางกล โดยจะคำนวณแรงและ โมเมนต์ที่เกิดในอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งในการวิเคราะห์ไม่ได้คำนึงถึงสภาพแวดล้อมภายนอกที่อาจเปลี่ยนแปลงได้

การแสดงผลของโปรแกรม มีการแสดงผลเป็นตาราง และเป็นรูปภาพ ในส่วนการแสดงผลเป็นรูปภาพ เนื่องจากใช้โปรแกรมภาษาปาสคาล ซึ่งมีความยากลำบากในการวาดภาพ ภาพที่ได้อาจไม่สวยงามนัก

โปรแกรมออกแบบและวิเคราะห์ระบบจำหน่าย Electrical Distribution ที่จัดทำนี้เป็นเพียงการออกแบบและวิเคราะห์ขั้นพื้นฐาน ซึ่งหากได้รับการปรับปรุง โดยเพิ่มเติมส่วนกรณีพิเศษ จากผู้มีประสบการณ์ทางด้านระบบจำหน่าย Electrical Distribution

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ แผนกมาตรฐาน การไฟฟ้านครหลวง สำนักงานเขต
คลองเตยสำนักงานเขตคลองเตย ที่กรุณาให้คำปรึกษาและข้อมูลมาตรฐานของการไฟฟ้า
ขอขอบคุณ คุณ นราทาล โกทนต์ วิศวกรโครงสร้าง ห้างหุ้นส่วนจำกัดยูต้า อุตสาหกรรม ที่
ให้ข้อมูล แบบของลูกถ้วย และปริกญาเนห์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จไม่ได้หากขาด อาจารย์ มณฑล
ลีลาจิตาไกรเลิศ นี้ขอขให้คำปรึกษาและแนะนำ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์เป็น
อย่างยิ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reference

1. ANTONY J. PANSINI "Electrical Distribution Engineering"
Waco, Tescas : MCGRAW - HILL BOOK COMPANY, 1986
2. WILLIAM D STEVENSON, Jr. "Element of Power System Analysis."
4th. North Carolina : MCGRAW - HILL BOOK COMPANY , 1982
3. TURAN GONEN "Electric Power Transmission System Engineering"
Sacramento, California : JOHN WILEY & SONS , Inc. , 1988
4. สมเกียรติ ฝโลประการ "วิศวกรรมการส่งและจ่ายไฟฟ้า" พิมพ์ครั้งที่ 4 พ.ศ 2522
บริษัท ไทยวัฒนาพานิชจำกัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Appendix



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{$M $1000,0,0}
PROGRAM DISTRIBUTION_DESIGN_AND_ANALYSIS;
#####
#
#          DISTRIBUTION DESIGN AND ANALYSIS
#
#####
Uses Dos,Crt,Graph,Edit,Str2,Printer;

```

```

Type
  VariableName = (L,P,No,NoP,MaxSpan,MinSag,PoleNO1,PoleNO2,Span,Sag,Ty,Angle);

Const
  Variable : array[L..Angle] of String = ('','','','','','','','','','','','','','');
  VariableN : array[L..Angle] of Real = (0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0);

```

```

Var
  Ch : Char;
  V,V1,kV : Real;
  NII,NDiameter,NRpKM,NKgpmKM,NTension : Real;
  I,RX,XL,Loss,Reg,T,T2,Dm,Ds : Real;
  Cross,Lines,LL,LLL,W,BM,NGuyAdd,CBM : Real;
  PoleHeight,MaxPole : Integer;
  Layer : Integer;
  Conduct,PoleType : String[20];
  CrossArm1,CrossArm2,Guy,Insulator,Insulator2 : String[45];
  ConTy,GuyAdd : String;
  LastPole : Boolean;

```

```

Procedure Error(Code:Integer);
begin
  TextColor(LightRed);
  GoToXY(10,24);
  case Code of
    1:Write('Please Input Number!');
    2:Write('Please Input Number 1-3!');
    3:Write('Please Input Number 1-2!');
    4:Write('Span is over 100 m!');
    5:Write('Sag is over 3 m!');
    6:Write('Distance is over 100 km!');
    7:Write('Load is over 40000 kW!');
    8:Write('Guy Address is over!');
    9:Write('ACC Type can not support tension!');
    10:Write('Change to ACSR Type!');
    11:Write('ACSR Type can not support tension!');
    12:Write('Please input less Span or more Sag!');
    13:Write('The right Pole NO. must more than the left!');
    14:Write('Number of Pole is over than have been designed!');
    15:Write('Number of Pole is less than Minimum Approximate!');
    16:Write('Number of Pole is more than Maximum Approximate!');
    17:Write('Span is more than Maximum Span!');
    18:Write('Sag is less than Minimun Sag!');
  end;
  Ch:=readkey;
  GoToXY(10,24);Write('
end;
');
```

```

Procedure Value;
var
  x : VariableName;

```

```

Code : Integer;
begin
  for x:=L to Angle do
    Val(Variable[x],VariableN[x],Code);
end;

```

```

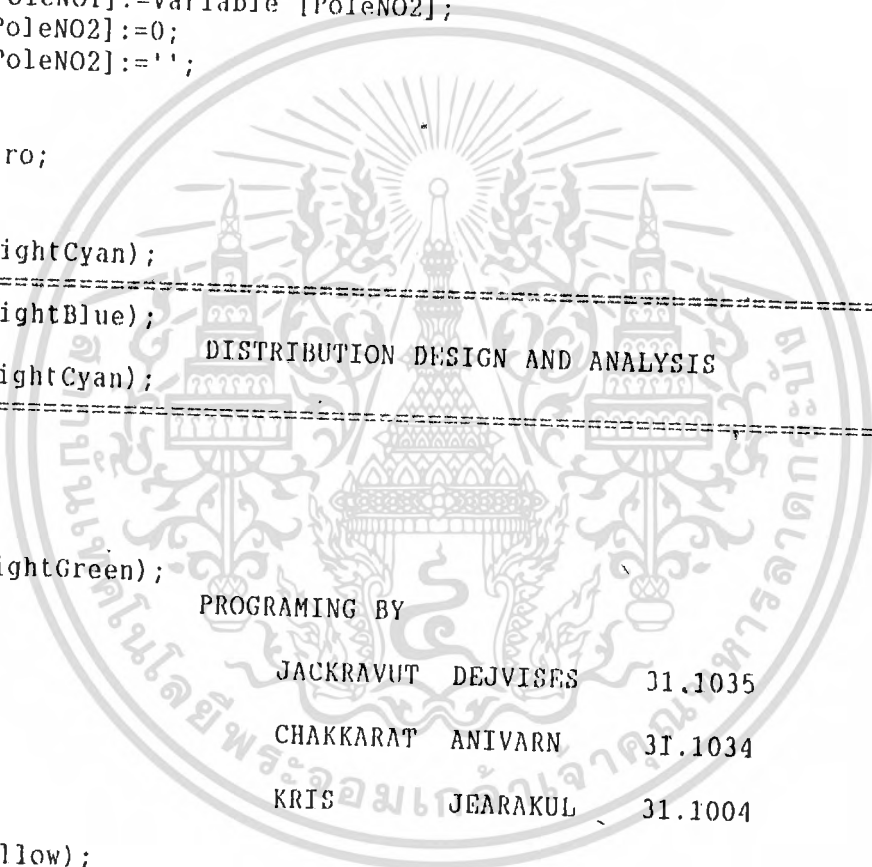
Procedure ClearValue;
var
  x : VariableName;
  Code : Integer;
begin
  for x:=Span to Angle do
    begin
      Variable[x] := '';
      VariableN[x]:=0;
    end;
  VariableN[PolcNO1]:=VariableN[PolcNO2];
  Variable [PolcNO1]:=Variable [PolcNO2];
  VariableN[PolcNO2]:=0;
  Variable [PolcNO2]:= '';
end;

```

```

Procedure Intro;
begin
  Clrscr;
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  TextColor(LightBlue);
  WriteLn('          DISTRIBUTION DESIGN AND ANALYSIS          ');
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  WriteLn(' ');
  WriteLn(' ');
  WriteLn(' ');
  WriteLn(' ');
  TextColor(LightGreen);
  WriteLn('          PROGRAMING BY          ');
  WriteLn(' ');
  WriteLn('          JACKRAVUT  DEJWISES    31.1035          ');
  WriteLn(' ');
  WriteLn('          CHAKKARAT  ANIVARN     31.1034          ');
  WriteLn(' ');
  WriteLn('          KRIS       JEARAKUL    31.1004          ');
  TextColor(Yellow);
  WriteLn('          ADVISER          ');
  WriteLn(' ');
  WriteLn('          MONTHION  LELARJINDAKRAITREURG          ');
  WriteLn(' ');
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn;
  WriteLn;
  WriteLn;
  WriteLn('=====');
  WriteLn(' ');
  Write ('=====');
  Ch:=readkey;
end;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 Procedure SelectKV; อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Var
    Diff, KVSend          : array[1..4] of real;
    n                     : integer;
begin
    Clrscr;
    TextColor(LightCyan);
    WriteLn('=====');
    TextColor(LightBlue);
    WriteLn('                SELECT COMFORTABLE kv                ');
    TextColor(LightCyan);
    WriteLn('=====');
    WriteLn;
    GoToXY(1,23);
    WriteLn('=====');
    WriteLn;
    Write ('=====');
    GoToXY(1,5);
    TextColor(Cyan);
    WriteLn('                The Distance of Distribution line =                km');
    WriteLn;
    WriteLn('                Load of Distribution line =                kVA');
    TextColor(LightRed);
    Repeat
        While not EditString(Variable[L],5,47,5,False,numeric+['.']) do Error(1);
        if not((Ctrl = F10) and (not(VariableN[L]=0))
            and (not(VariableN[P]=0))) then
            While not EditString(Variable[P],8,39,7,False,numeric+['.']) do Error(1);
            Value;
            if VariableN[L] > 100 then Error(6);
            if VariableN[P] > 40000 then Error(7);
    until (Ctrl = F10) and (not(VariableN[L]=0))
        and (not(VariableN[P]=0))
        and (not(VariableN[L]>100))
        and (not(VariableN[P]>40000));

    WriteLn;
    WriteLn;
    V := 5.5*Sqrt((VariableN[L]/1.6)+(VariableN[P]/100));
    TextColor(Yellow);
    GoToXY(1,9);
    WriteLn('                The Comfortable Voltage to send = ',V:2:2,' kv');
    WriteLn;
    KVSend[1] := 11;
    KVSend[2] := 22;
    KVSend[3] := 33;
    KVSend[4] := 69;
    for n:=1 to 4 do
        Diff[n] := abs(KVSend[n]-V);
    V1:=11;
    for n:=1 to 3 do
    begin
        if Diff[n]>Diff[n+1] then V1 := KVSend[n+1]
    end;
    WriteLn('                The Select Voltage is ',V1:0:0,' kv');
    WriteLn;
    kV:=V1;
    Ch:=readkey;
end;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 Procedure SelectCable;
 Var 'ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้'

```

Diameter      : String[5];
II            : String[5];
RpKM         : String[8];
KgpKm       : String[8];
Tension      : String[8];
Space        : String[2];
Code         : Integer;
F1           : Text;
Comfortable  : Boolean;

```

```

function Exe(X:real):real;
begin
  Exe:=Exp(1/3*Ln(X));
end;

```

```

procedure ReadFile(ss:String);
begin
  Assign(F1,ss);
  Reset(F1);
  ReadLn(F1);ReadLn(F1);
  repeat
    repeat
      ReadLn(F1, Conduct, Space, Diameter, Space, II, Space, RpKM, Space, KgpKM, Space, Tension);
      Val(Diameter, NDiameter, Code);
      Val(II, NII, Code);
      Val(RpKM, NRpKM, Code);
      Val(KgpKM, NKgpKM, Code);
      Val(Tension, NTension, Code);
    until (NII>I) or eof(F1);

    if kV=69 then Dm:=2.305655521;
    if VariableN[No]=1 then
      begin
        Ds:=(NDiameter/2000)*0.7253;
        if kV=33 then Dm:=1.700922222;
        if kV=22 then Dm:=1.387949290;
        if kV=11 then Dm:=0.776393607;
      end
    else
      begin
        if kV=33 then
          begin
            Dm:=2.0428;
            Ds:=Exe((NDiameter/2000)*0.7253*3.44*Sqrt((NDiameter/2000)*0.7253*2));
          end;
        if kV=22 then
          begin
            Dm:=1.8367;
            Ds:=Exe((NDiameter/2000)*0.7253*3.05*Sqrt((NDiameter/2000)*0.7253*2));
          end;
        if kV=11 then
          begin
            Dm:=1.4048;
            Ds:=Exe((NDiameter/2000)*0.7253*2.39*Sqrt((NDiameter/2000)*0.7253*2));
          end;
      end;
  end;

```

$XL := (2 * \pi * 50 * 2E-07) * \ln(Dm/Ds)$; ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 $RX := \sqrt{\text{Sqr}(NRpKM) + \text{Sqr}(XL * 1000)} * \text{VariableN}[L]$;
 $\text{Loss} := \text{Sqr}(I) * RX$; สงสัย อักทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Reg := (Loss/(VariableN[P]*1000))*100;
T := ((NKgpKM/1000)*Sqr(VariableN[MaxSpan]))/(VariableN[MinSag]*8);

until ((Reg <= 5) and (T < NTension)) or EOF(F1);
close(F1);
end;
procedure Back;
begin
  Clrscr;
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  TextColor(LightBlue);
  WriteLn('                SELECT CABLE                ');
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  GoToXY(1,23);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  Write ('=====');
  GoToXY(1,5);
  TextColor(Green);
end;

begin
  Back;
  ConTy:='';Comfortable:=False;
  WriteLn('          Use Which Conductor [ ]');
  WriteLn('          1. All Aluminium Stranded Conductor (ACC)');
  WriteLn('          2. Aluminium Conductor Steel Reinforced (ACSR)');
  Repeat
    While not EditString(ConTy,1,32,5,False,['1','2']) do Error(3);
  until Ctrl = F10;
  Back;
  Write ('          Maximum Span          m          Minimum Sag          m');
  TextColor(LightRed);
  Repeat
    While not EditString(Variable[MaxSpan],5,25,5,False,numeric+['.']) do Error(1);
    if not((Ctrl = F10) and (not(VariableN[MaxSpan]=0))
      and (not(VariableN[MinSag]=0))) then
      While not EditString(Variable[MinSag],5,50,5,False,numeric+['.']) do Error(1);
      Value;
    if VariableN[MaxSpan] > 100 then Error(4);
    if VariableN[MinSag] > 3 then Error(5);

  until (Ctrl = F10) and (not(VariableN[MaxSpan]=0))
    and (not(VariableN[MinSag]=0))
    and (not(VariableN[MaxSpan]>100))
    and (not(VariableN[MinSag]>3));

  WriteLn;
  WriteLn;
  I:=VariableN[P]/(Sqrt(3)*kV);
  TextColor(LightBlue);
  WriteLn('          The Current in Conductor = ',I:2:2,' A');
  WriteLn;

  case ConTy[1] of
    '1': ReadFile('AAC.DAT');
    '2': ReadFile('ACSR.DAT');
  end;

```

การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 วิศวกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (T > NTension) and (ConTy='1') then
begin
  Error(9);Error(10);
  ReadFile('ACSR.DAT');
end;
if (T > NTension) then
begin
  Error(11);Error(12);SelectCable;
end
else
  Comfortable:=True;
if Comfortable then
begin
  GoToXY(1,9);
  TextColor(LightMagenta);
  WriteLn('      Use Conductor ',Conduct);
  WriteLn;
  WriteLn('      Impedance           = ',RX:2:2,' Ohm');
  WriteLn;
  WriteLn('      Loss                 = ',Loss:2:2,' W');
  WriteLn;
  WriteLn('      Percentage of Regulation = ',Reg:2:2,' %');
  WriteLn;
  WriteLn('      Tension in Conductor   = ',T:2:2,' kg');
  WriteLn;
  Ch:=readkey;
  SwapVectors;
  Exec('SPANSAG.EXE',Variable[MaxSpan]+' '+Variable[MinSag]);
  SwapVectors;
end;
Comfortable:=True;
end;

Procedure SelectPole;
Var
  N      : Real;

begin
  Clrscr;
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  TextColor(LightBlue);
  WriteLn('      SELECT POLE           ');
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  GoToXY(1,23);
  Writeln('=====');
  Writeln;
  Write ('=====');
  GoToXY(1,5);
  TextColor(LightRed);
  if not(kV=69) then
begin
  WriteLn('      The NO. of Circuit = ');
  Repeat
    While not EditString(Variable[No],1,32,5,False,['1','2','3']) do Error(2);
  until Ctrl=F10;
  WriteLn;
  WriteLn;

```

```

WriteLn;
Value;
N:=VariableN[No];
if ((kV = 11) or (kV = 22) or (kV = 33)) and (N = 1)
  then PoleHeight := 12;
if ((kV = 11) or (kV = 22) or (kV = 33)) and (N >= 2){((N = 2) or (N = 3))}
  then PoleHeight := 14;
end
else
begin
  PoleHeight := 20;
  Variable[No] := '1';
  VariableN[No]:= 1;
end;
WriteLn('          The Height of Pole = ',PoleHeight,' m');
WriteLn;
Ch:=readkey;
end;
Procedure CalculateNOofPole;
var Approx      : Real;
begin
  Clrscr;
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  TextColor(LightBlue);
  WriteLn('          CALCULATE NO. OF POLE IN THE ROOT          ');
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  GoToXY(1,23);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  Write ('          = ');
  GoToXY(1,5);
  TextColor(LightRed);
  LastPole:=False;
  Approx:=(VariableN[L]*1000/VariableN[MaxSpan])+1;
  WriteLn('          The Approximate Minimum NO. of Pole = ', Approx:0:0,' Pole');
  WriteLn('          The Approximate Maximum NO. of Pole = ',3*Approx:0:0,' Pole');
  TextColor(Yellow);
  WriteLn;
  WriteLn('          The NO. of Pole In the Root =          Pole');
  Repeat
    Repeat
      While not EditString(Variable[NoP];5,41,8,False,numeric) do Error(1);
      Value;
    until (Ctrl = F10) and not (VariableN[NoP]=0);
    if (VariableN[NoP]<Approx) then Error(15);
    if (VariableN[NoP]>3*Approx) then Error(16);
  until (VariableN[NoP]>=Approx) and (VariableN[NoP]<=3*Approx);
  WriteLn;
  MaxPole:=Round(VariableN[NoP]);
  Variable[PoleNO2]:='1';
  LLL:=0;
end;
Procedure CalculateTension;
Const XX:array[PoleNO1..Sag] of Integer =(20,43,20,43);
      YY :array[PoleNO1..Sag] of Integer =( 5, 5, 7, 7);

```

ไม่วางกรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Var    Buff      : VariableName;
      Ok1,Ok2    : Boolean;

begin
  Clrscr;
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  TextColor(LightBlue);
  WriteLn('          CALCULATE TENSION OF EACH POLE');
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  GoToXY(1,23);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  Write ('=====');
  GoToXY(1,5);
  TextColor(Green);
  WriteLn('          Pole NO.          to Pole NO.          ');
  WriteLn;
  WriteLn('          Span =          m          Sag =          m');

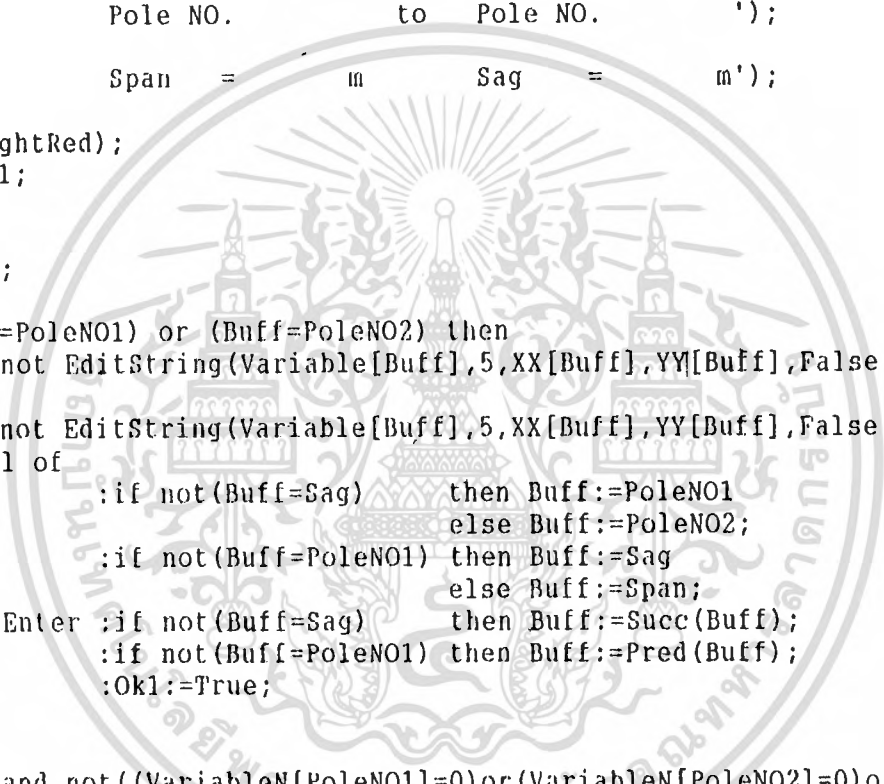
  TextColor(LightRed);
  Buff:=PoleNO1;
  ClearValue;
  Repeat
    Ok1:=False;
    repeat
      if (Buff=PoleNO1) or (Buff=PoleNO2) then
        While not EditString(Variable[Buff],5,XX[Buff],YY[Buff],False,numeric) do Error(1);
      else
        While not EditString(Variable[Buff],5,XX[Buff],YY[Buff],False,numeric+['.']) do
          case Ctrl of
            UpArr      :if not (Buff=Sag)      then Buff:=PoleNO1
                          else Buff:=PoleNO2;
            DnArr      :if not (Buff=PoleNO1) then Buff:=Sag
                          else Buff:=Span;
            RiArr,Enter :if not (Buff=Sag)      then Buff:=Succ(Buff);
            LfArr      :if not (Buff=PoleNO1) then Buff:=Pred(Buff);
            F10        :Ok1:=True;
          end;
        Value;
      until Ok1 and not((VariableN[PoleNO1]=0) or (VariableN[PoleNO2]=0) or
        (VariableN[Span]=0) or (VariableN[Sag]=0));
      if VariableN[Span] > VariableN[MaxSpan] then Error(17);
      if VariableN[Sag] < VariableN[MinSag] then Error(18);
      if VariableN[Sag] > 3 then Error(5);
      if VariableN[PoleNO1]>=VariableN[PoleNO2] then Error(13);
      if (VariableN[PoleNO1]>MaxPole) or
        (VariableN[PoleNO2]>MaxPole) then Error(14);

      Ok2:=not((VariableN[PoleNO1]>MaxPole) or
        (VariableN[PoleNO2]>MaxPole) or
        (VariableN[Span]>VariableN[MaxSpan]) or
        (VariableN[Sag]>3) or
        (VariableN[Sag]<VariableN[MinSag]) or
        (VariableN[PoleNO1]>=VariableN[PoleNO2]));

    until Ok1 and Ok2;

    T2 := ((NKgpKM/1000)*Sqr(VariableN[Span]))/(VariableN[Sag]*8);

```



```

TextColor(LightCyan);
GoToXY(1,15);
WriteLn('          Tension in conductor          = ',T:2:2,' kg');
Ch:=Readkey;
if VariableN[PoleNO2]>=MaxPole then LastPole:=True;
end;

Procedure SelectInsulator;
var LayS: string;
begin
  Clrscr;
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  TextColor(LightBlue);
  WriteLn('          SELECT INSULATORS          ');
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  GoToXY(1,23);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  Write ('=====');
  GoToXY(1,5);
  TextColor(LightMagenta);
  WriteLn('          Select Choice [ ]          ');
  WriteLn('          1. Straight Way Pole          ');
  WriteLn('          2. Angle Pole          ');
  WriteLn('          3. Dead End Pole          ');
  Repeat
    While not EditString(Variable[Ty],1,22,5,False,['1','2','3']) do Error(2);
  until Ctrl = F10;
  if Variable[Ty]='2' then
  begin
    GoToXY(1,9);
    WriteLn('          Input Angle [ ]');
    Repeat
      While not EditString(Variable[Angle],5,20,9,False,numeric+['.']) do Error(1);
    until Ctrl = F10;
  end;
  Value;Insulator:='';Insulator2:='';
  TextColor(Yellow);
  GoToXY(1,10);
  if kV=11 then layer:=2;
  if kV=22 then layer:=3;
  if kV=33 then layer:=3;
  if not(kV=69) then
  begin
    Str(layer,LayS);
    if Variable[Ty] = '1' then
      Insulator:='PIN TYPE '+LayS+' Layer';
    if (Variable[Ty] = '2') and (VariableN[Angle]<5) then
      Insulator:='PIN TYPE '+LayS+' layer X 2';
    if ((Variable[Ty] = '2') and (VariableN[Angle]>=5))
      or (Variable[Ty] = '3') then
      begin
        Insulator := 'PIN TYPE '+LayS+' Layer';
        Insulator2:='SUSPENSION TYPE X 3 FOR EACH SIDE';
      end;
  end;
  else
    เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
    ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

```

begin
  if (Variable[Ty] = '1') or
    ((Variable[Ty] = '2') and (VariableN[Angle] < 5)) then
    Insulator := 'SUSPENSION TYPE X 7'
  else
    begin
      Insulator := 'VERTTRICAL SUSPENSION TYPE X 7';
      Insulator2 := 'HORIZONTAL SUSPENSION TYPE X 9 FOR EACH SIDE';
    end;
  end;

  Writeln('                For Each Conductor');
  Writeln('                Use ', Insulator);
  Writeln('                ', Insulator2);

  if Variable[Ty] = '1' then PoleType := 'STRAIGHT WAY POLE';
  if Variable[Ty] = '2' then PoleType := 'ANGLE POLE ' + Variable[Angle] + ' DEG';
  if Variable[Ty] = '3' then PoleType := 'DEAD END POLE';
  Ch := readkey;
end;

Procedure SelectCrossArm;
const SusWeight = 7;
var PinWeight : Real;
begin
  GoToXY(1, 15);
  TextColor(LightCyan);
  Writeln('=====');
  TextColor(LightBlue);
  Writeln('                SELECT CROSS-ARM                ');
  TextColor(LightCyan);
  Writeln('=====');
  Writeln;
  GoToXY(1, 19);

  if (Variable[Ty] = '1') then
  begin
    CrossArm1 := 'WOOD CROSS-ARM ';
    if (kV = 11) then
    begin
      PinWeight := 3.4;
      CrossArm2 := '100 X 100 X 1,500 mm';
      CBM := (PinWeight + ((NkgPkm/1000) * variableN[Span])) * 1.55;
    end;
    if (kV = 22) then
    begin
      PinWeight := 6.4;
      CrossArm2 := '100 X 100 X 2,000 mm';
      CBM := (PinWeight + ((NkgPkm/1000) * variableN[Span])) * 2.7;
    end;
    if (kV = 33) then
    begin
      PinWeight := 11.5;
      CrossArm2 := '100 X 100 X 3,000 mm';
      CBM := (PinWeight + ((NkgPkm/1000) * variableN[Span])) * 3.25;
    end;
    if (kV = 69) then
    begin
      CrossArm1 := '3 X WOOD CROSS-ARM';
      CrossArm2 := '127 X 127 X 3,000 mm';
    end;
  end;

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ควรกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    CBM:=((SusWeight*7)+((NkgPkm/1000)*variableN[Span]))*2;
end;
end;

if (Variable[Ty]='2') and (VariableN[Angle]<5) then
begin
    CrossArm1:='2 X WOOD CROSS-ARM ';
    if (kV=11) then
    begin
        PinWeight:=3.4;
        CrossArm2:='100 X 100 X 1,500 mm';
        CBM:=(PinWeight+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*1.55;
    end;
    if (kV=22) then
    begin
        PinWeight:=6.4;
        CrossArm2:='100 X 100 X 2,000 mm';
        CBM:=(PinWeight+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*2.7;
    end;
    if (kV=33) then
    begin
        PinWeight:=11.5;
        CrossArm2:='100 X 100 X 3,000 mm';
        CBM:=(PinWeight+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*3.25;
    end;
    if (kV=69) then
    begin
        CrossArm1:='3 X WOOD CROSS-ARM';
        CrossArm2:='127 X 127 X 3,000 mm';
        CBM:=((SusWeight*7)+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*2;
    end;
end;

if (VariableN[Angle]<=30) and (VariableN[Angle]>=5) then
begin
    CrossArm1:='2 X SPUN PRESTRESSED CONCRETE CROSS-ARM ';
    if (kV=11) or (kV=22) then
    begin
        PinWeight:=6.4;
        CrossArm2:='100 X 100 X 2,500 mm';
        CBM:=((PinWeight+(6*SusWeight))+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*3.0;
    end;
    if (kV=33) then
    begin
        PinWeight:=11.5;
        CrossArm2:='120 X 120 X 3,000 mm';
        CBM:=((PinWeight+(6*SusWeight))+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*3.25;
    end;
    if (kV=69) then
    begin
        CrossArm1:='6 X SPUN PRESTRESSED CONCRETE CROSS-ARM ';
        CrossArm2:='127 X 127 X 3,000 mm';
        CBM:=((SusWeight*25)+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*2;
    end;
end;

if (VariableN[Angle]>30) or (Variable[Ty]='3') then
begin
    CrossArm1:='2 X SPUN PRESTRESSED CONCRETE CROSS-ARM ';
    if (kV=11) or (kV=22) then
    begin

```

ให้ผู้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ภูมิใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PinWeight:=6.4;
CrossArm2:='100 X 100 X 2,000 mm';
CBM:=((PinWeight+(6*SusWeight))+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*2.7;
end;
if (kV=33) then
begin
PinWeight:=11.5;
CrossArm2:='120 X 120 X 2,500 mm';
CBM:=((PinWeight+(6*SusWeight))+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*3.0;
end;
if (kV=69) then
begin
CrossArm2:='127 X 127 X 3,000 mm';
CBM:=((SusWeight*25)+((NkgPkm/1000)*variableN[Span])/2)*2;
end;
end;

```

```

TextColor(LightGreen);
WriteLn('    USES ',CrossArm1);
WriteLn('    SIZE ',CrossArm2 );
WriteLn('    BENDING MOMENT OF EACH CROSS ARM = ',CBM:0:2,' kg-m');
Ch:=readkey;
end;

```

```

Procedure BendingMoment;
begin
Clrscr;
TextColor(LightCyan);
WriteLn('=====');
TextColor(LightBlue);
WriteLn('          CALCULATE BENDINGMOMENT          ');
TextColor(LightCyan);
WriteLn('=====');
WriteLn;
GoToXY(1,23);
WriteLn('=====');
WriteLn;
Write ('=====');
GoToXY(1,5);
W:=NkgpKM/1000;
LL:=VariableN[Span]/2;
Lines:=LL+((W*W*LL*LL*LL)/(6*T*T));
Lines:=2*Lines;
BM:=(VariableN[No]*3*43.9*NDiameter/1000*Lines*PoleHeight)
      +(3*2*T*sin((VariableN[Angle]/2)*Pi/180)*PoleHeight);
TextColor(LightGreen);
WriteLn('    Span/2                                = ',LL:10:2,' m ');
WriteLn('    The Length of Conductor use in this Span = ',Lines:10:10,' m ');
Write ('    Bending Moment                          = ',BM:10:2,' kg-m ');
LLL:=LLL+(Lines*(VariableN[ PoleN02] VariableN[ PoleN01]));
Ch:=readkey;
end;

```

```

Procedure SelectGuy;
var

```

```

F2          : Text;
ConArea     : String[20];
NoOfCond   : String[1];
PL         : String[2];
H,G1       : String[5];

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีก

```

G2,G3,G4      : String[4];
G11,G22,G33,G44,G : Char;
GN1,GN2,GN3,GN4 : Real;
Space        : String[1];
Space2       : String[2];
NPL,Code     : Integer;
CopyConArea  : String;

```

```

begin
if ((Variable[Ty]='3') or ((Variable[Ty]='2')and(VariableN[Angle]>=5))) then
begin
Repeat
  Clrscr;
  TextColor(LightCyan);
  Writeln('=====');
  TextColor(LightBlue);
  Writeln('                                SELECT GUY                                ');
  TextColor(LightCyan);
  Writeln('=====');
  Writeln;
  GoToXY(1,23);
  Writeln('=====');
  Writeln;
  Write ('=====');
  GoToXY(1,5);
  TextColor(LightBlue);
  Write (' GUY ADDRESS FROM POLE = m');
  GuyAdd:='';
  Repeat
    While not EditString(GuyAdd,5,30,5,False,numeric+['.']) do Error(1);
    Val (GuyAdd,NGuyAdd,Code);
    if not(kv=69) and (NGuyAdd>14) then Error(8);
    if (kv=69) and (NGuyAdd>50) then Error(8);
  until (Ctrl = F10) and (not(kv=69) and (NGuyAdd <= 14))
    or (kv=69) and (NGuyAdd <= 50));
  Assign (F2, 'GUY5.DAT');
  Reset (F2);
  ReadLn (F2); ReadLn (F2);
  Repeat
    ReadLn (F2, ConArea, Space, NoOfCond, Space, PL, Space, ll, Space,
      G1, Space2, G11, Space, G2, Space2, G22, Space,
      G3, Space2, G33, Space, G4, Space2, G44);
    Val (PL, NPL, Code);
    Val (G1, GN1, Code);
    Val (G2, GN2, Code);
    Val (G3, GN3, Code);
    Val (G4, GN4, Code);

  until (Copy (ConArea, 1, 4) Copy (Conduct, 1, 4)) and
    (Copy (ConArea, 6, 3) >= Copy (Conduct, 6, 3)) and
    (PoleHeight=NPL) or EOF (F2);

  if NGuyAdd < GN1 then G:=G11 else
  if NGuyAdd < GN1+GN2 then G:=G22 else
  if NGuyAdd < GN1+GN2+GN3 then G:=G33 else
  if NGuyAdd < GN1+GN2+GN3+GN4 then G:=G44;

  Case G of
    'X': Guy := 'CAN NOT USE GUY IN THIS ADDRESS!';

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ควร 'X' Guy := 'CAN NOT USE GUY IN THIS ADDRESS!';

```

'1': Guy := 'USE STEEL STAND GUY WIRE 50mm2';
'2': Guy := 'USE STEEL STAND GUY WIRE 95mm2';
'3': Guy := 'USE STEEL STAND GUY WIRE 2 X 95mm2';
'4': Guy := 'USE STEEL STAND GUY WIRE 5/16 inches';
'5': Guy := 'USE STEEL STAND GUY WIRE 1/2 inches';
'6': Guy := 'USE STEEL STAND GUY WIRE 9/16 inches';
end;
GoToXY(1,8);
TextColor(Yellow);
Write(' ',Guy);
Ch:=Readkey;
until not(G='X');
end;
end;

```

```

Procedure LengthOffline;
begin

```

```

  Clrscr;
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  TextColor(LightBlue);
  WriteLn('          CALCULATE LENGTH OF CONDUCTOR IN THIS ROOT          ');
  TextColor(LightCyan);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  GoToXY(1,23);
  WriteLn('=====');
  WriteLn;
  Write ('=====');
  GoToXY(1,5);
  WriteLn(' The Length of Conductor per phase');
  WriteLn(' use in this Root = ',L1L/1000:10:10,' km');
  Ch:=ReadKey;
end;

```

```

Procedure OutputFile1;

```

```

var pr:text;
begin
  Assign(pr,'output.txt');
  Rewrite(pr);
  WriteLn(pr,'=====');
  WriteLn(pr,'          DISTRIBUTION DESIGN AND ANALYSIS          ');
  WriteLn(pr,'=====');
  WriteLn(pr,' SELECT VOLTAGE');
  WriteLn(pr,' THE DISTANCE OF TRANSMISSION LINE = ',VariableN[L]:10:2,' km');
  WriteLn(pr,' LOAD OF TRANSMISSION LINE = ',VariableN[P]:10:2,' kW');
  WriteLn(pr,' THE COMFORTABLE VOLTAGE TO SEND => ',V:10:2,' kV');
  WriteLn(pr,' SELECT VOLTAGE = ',kV:10:2,' kV');
  WriteLn(pr,'=====');
  WriteLn(pr,' SELECT POLE');
  WriteLn(pr,' THE NO. OF CIRCUIT = ',VariableN[No]:1:0,' CIRCUIT');
  WriteLn(pr,' USES CONCRETE POLE');
  WriteLn(pr,' THE HEIGHT OF POLE = ',PoleHeight:0,' m');
  WriteLn(pr,'=====');
  WriteLn(pr,' SELECT CABLE');
  WriteLn(pr,' MAXIMUM SPAN = ',VariableN[MaxSpan]:10:2,' m');
  WriteLn(pr,' MINIMUM SAG = ',VariableN[MinSag]:10:2,' m');
  WriteLn(pr,' USES CONDUCTOR = ',Conduct);
  WriteLn(pr,' CURRENT IN CONDUCTOR = ',I:10:2,' A');
  WriteLn(pr,' IMPEDANCE = ',RX:10:2,' Ohm');

```

```

WriteLn(pr, '      LOSS IN CONDUCTOR      = ',Loss:10:2,' W');
WriteLn(pr, '      PERCENTAGE OF REGULATION = ',Reg:10:2,' %');
WriteLn(pr, '      TENSTON IN CONDUCTOR     = ',T:10:2,' kg');
WriteLn(pr, '=====');
WriteLn(pr);
Close(pr);
end;

```

```

Procedure OutPutFile2;

```

```

var pr:text;

```

```

    TyBuff:String;

```

```

begin

```

```

    Assign(pr, 'output.txt');

```

```

    Append(pr);

```

```

    WriteLn(pr, '=====');

```

```

    Write (pr, ' POLE NO. ',Variable[PoleNO1]);

```

```

    if not(Variable[PoleNO1]=Variable[PoleNO2]) then

```

```

        WriteLn(pr, ' TO POLE NO. ',Variable[PoleNO2]) else WriteLn(pr);

```

```

    WriteLn(pr, '      TYPE OF POLE = ',PoleType);

```

```

    WriteLn(pr, '=====');

```

```

    WriteLn(pr, '      CALCULATE BENDING MOMENT');

```

```

    WriteLn(pr, '      THE LENGTH OF CONDUCTOR USE IN THIS SPAN = ',Lines:10:6,' m');

```

```

    WriteLn(pr, '      BENDING MOMENT = ',BM:10:2,' kg-m');

```

```

    WriteLn(pr, '=====');

```

```

    WriteLn(pr, '      CALCULATE TENSTON');

```

```

    WriteLn(pr, '      SPAN = ',VariableN[Span]:10:2,' m');

```

```

    WriteLn(pr, '      SAG = ',VariableN[Sag] :10:2,' m');

```

```

    WriteLn(pr, '      THE TENSION IN CONDUCTOR = ',T2:10:2,' kg');

```

```

    WriteLn(pr, '=====');

```

```

    WriteLn(pr, '      SELECT INSULATOR');

```

```

    WriteLn(pr, '      FOR EACH CONDUCTOR');

```

```

    WriteLn(pr, '      USES INSULATOR ',Insulator);

```

```

    if not(Insulator2='') then

```

```

        WriteLn(pr, '      ',Insulator2);

```

```

    WriteLn(pr, '=====');

```

```

    WriteLn(pr, '      SELECT CROSS-ARM');

```

```

    WriteLn(pr, '      USES ',CrossArm1);

```

```

    WriteLn(pr, '      SIZE ',CrossArm2);

```

```

    WriteLn(pr, '      BENDING MOMENT OF EACH CROSS-ARM = ',CBM:0:2,' kg-m');

```

```

    WriteLn(pr, '=====');

```

```

    if not((Guy='NOT USE GUY ') or

```

```

        (Variable[Ty]='1') or

```

```

        ((Variable[Ty]='2') and (VariableN[Angle]<5))) then

```

```

    begin

```

```

        WriteLn(pr, '      SELECT GUY WIRE');

```

```

        WriteLn(pr, '      ',Guy);

```

```

        WriteLn(pr, '      GUY ADDRESS FROM POLE = ',GuyAdd,' m');

```

```

        WriteLn(pr, '=====');

```

```

    end;

```

```

    WriteLn(pr);

```

```

    close(pr);

```

```

end;

```

```

Procedure OutPutFile3;

```

```

var pr:text;

```

```

    TyBuff:String;

```

```

begin

```

```

    Assign(pr, 'output.txt');

```

```

    WriteLn(pr, '=====');

```

```

    WriteLn(pr, '      LOSS IN CONDUCTOR      = ',Loss:10:2,' W');

```

```

    WriteLn(pr, '      PERCENTAGE OF REGULATION = ',Reg:10:2,' %');

```

```

    WriteLn(pr, '      TENSTON IN CONDUCTOR     = ',T:10:2,' kg');

```

```

    WriteLn(pr, '=====');

```

```

Append(pr);
WriteLn(pr, '=====');
WriteLn(pr, ' THE LENGTH OF CONDUCTOR PERPHASE IN THES ROOT = ', LLL/1000:10:10, ' km');
WriteLn(pr, '=====');
Close(pr);
end;

```

```

Procedure PrintOut;
var
  F3      :Text;
  Buff    :String;
begin
  repeat
    Clrscr;
    TextColor(Yellow);
    GoToXY(20,10);WriteLn(' =====');
    GoToXY(20,11);WriteLn('          Do you want to print out? (y/n) ');
    GoToXY(20,12);WriteLn(' =====');
    GoToXY(56,11);
    ch:=readkey;
  until ch in['y','Y','n','N'];
  if (ch='y')or(ch='Y') then
  begin
    Assign(F3,'output.txt');
    Reset(F3);
    Repeat
      ReadLn(F3,Buff);
      WriteLn(Lst,Buff);
    until EOF(F3);
    Close(F3);
  end;
end;

```

```

Procedure PolcPicture;
var kVS:String;
begin
  Str(kV:0:0,kVS);
  SwapVectors;
  if Variable[Ty]='1' then
    if not(kV=69) then
      if (Variable[No]='1') then
        Exec('PO1.EXE',kVS)
      else Exec('PO2.EXE',kVS)
    else
      Exec('PO3.EXE',kVS);
  if (Variable[Ty]='2') and (VariableN[Angle]<5) then
    if not(kV=69) then
      if (Variable[No]='1') then
        Exec('PO1A.EXE',kVS)
      else Exec('PO2A.EXE',kVS)
    else
      Exec('PO3A.EXE',kVS);
  if ((Variable[Ty]='2') and (VariableN[Angle]>5)) or (Variable[Ty]='3') then
    if not(kV=69) then
      if (Variable[No]='1') then
        Exec('PO1G.EXE',kVS)
      else Exec('PO2G.EXE',kVS)
    else
      Exec('PO3G.EXE',kVS);
  Exec('SPANSAG.EXE',Variable[Span]+' '+Variable[Sag]);

```



สารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 การบริการอื่นใด การทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมายและต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SwapVectors;
end;

BEGIN
Intro;
SelectKV;
SelectPole;
SelectCable;
OutputFile1;
CalculateNOofPole;
repeat
CalculateTension;
SelectInsulator;
SelectCrossArm;
BendingMoment;
SelectGuy;
PolePicture;
OutputFile2;
until LastPole;
LengthOfLine;
OutPutFile3;
PrintOut;
END.
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
#####
#          PICTURE OF 11,22,33 kV POLE          #
#          STRAIGHT WAY POLE SINGLE CIRCUIT     #
#####
}
uses crt,graph;
var
  grDriver,grMode,ErrCode          : Integer;
  X,Y                               : Real;
  Ch                                 : Char;
BEGIN
  grDriver := Detect;
  InitGraph(grDriver,grMode,'');
  ErrCode := GraphResult;
  X:= (GetMaxX/640);
  Y:= (GetMaxY/480);

  if ErrCode=grOK then
  begin
    SetColor(LightCyan);
    Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(620*X),Round(460*Y));
    Line(Round(210*X),Round(5*Y),Round(210*X),Round(460*Y));
    Line(Round(415*X),Round(5*Y),Round(415*X),Round(460*Y));
    Line(Round(5*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
    Line(Round(415*X),Round(300*Y),Round(620*X),Round(300*Y));
    SetColor(LightGreen);
    SetTextStyle(2,0,6);
    OutTextXY(Round(60*X),Round(10*Y),'FRONT VIEW');
    OutTextXY(Round(265*X),Round(10*Y),'SIDE VIEW');
    OutTextXY(Round(470*X),Round(10*Y),'TOP VIEW');

    SetColor(Yellow);
    SetTextStyle(1,0,3);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(350*Y),ParamStr(1)+' kV POLE');
    SetTextStyle(1,0,2);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(400*Y),'SINGLE CIRCUIT');

    {FRONT VIEW}
    SetColor(White);
    Rectangle(Round(110*X),Round(90*Y),Round(120*X),Round(450*Y)); {Pole}
    Rectangle(Round(60*X),Round(100*Y),Round(170*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

    SetColor(LightGray);
    Ellipse(Round(73*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(130*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(157*X),Round(97*Y),0,360,3,1);

    Ellipse(Round(73*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(130*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(157*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

    Line(Round(85*X),Round(105*Y),Round(115*X),Round(125*Y));
    Line(Round(115*X),Round(125*Y),Round(145*X),Round(105*Y));

    SetColor(LightGray);
    Rectangle(Round(110*X),Round(125*Y),Round(107*X),Round(40*Y));
    Rectangle(Round(110*X),Round(42*Y),Round(112*X),Round(40*Y));
    PutPixel(111,41,LightBlue);
  end
}

```

{Back Ground}

{Insulator}

{Cross-Arm Support}

{Ground Support}

{Ground}

ลิขสิทธิ์ในเอกสารนี้เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
 ห้าสิบ อีทิงห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง
 โปรดใช้โปรแกรม Microsoft Word 2003 หรือสูงกว่าในการแก้ไขเอกสาร

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(310*X), Round( 90*Y), Round(320*X), Round(450*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(304*X), Round(100*Y), Round(310*X), Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(306*X), Round(97*Y), 0, 360, 3, 1); {Insulator}
Ellipse(Round(306*X), Round(95*Y), 0, 360, 3, 1);

Rectangle(Round(308*X), Round(105*Y), Round(310*X), Round(125*Y)); {Cross-Arm Support}
Rectangle(Round(313*X), Round(125*Y), Round(316*X), Round(40*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(313*X), Round( 42*Y), Round(316*X), Round(40*Y));

{TOP VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(510*X), Round( 90*Y), Round(520*X), Round(100*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(460*X), Round(100*Y), Round(570*X), Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Circle(Round(473*X), Round(103*Y), 4);
Circle(Round(530*X), Round(103*Y), 4);
Circle(Round(557*X), Round(103*Y), 4); {Insulator}

Circle(Round(473*X), Round(103*Y), 3);
Circle(Round(530*X), Round(103*Y), 3);
Circle(Round(557*X), Round(103*Y), 3);

Rectangle(Round(508*X), Round(94*Y), Round(512*X), Round(96*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(508*X), Round(94*Y), Round(510*X), Round(96*Y));

SetColor(LightRed);

Circle( 73, 93, 1); {Cable Front}
Circle(130, 93, 1);
Circle(157, 93, 1);

Line(Round(215*X), Round( 93*Y), Round(410*X), Round( 93*Y)); {Cable Side}

Line(Round(473*X), Round( 35*Y), Round(473*X), Round(200*Y));
Line(Round(530*X), Round( 35*Y), Round(530*X), Round(200*Y)); {Cable Top}
Line(Round(557*X), Round( 35*Y), Round(557*X), Round(200*Y));

SetColor(LightBlue);
Circle(111, 41, 1); {Ground Wire Front}
Line(Round(215*X), Round( 41*Y), Round(410*X), Round( 41*Y)); {Ground Wire Side}
Line(Round(513*X), Round( 35*Y), Round(513*X), Round(200*Y)); {Ground Wire Top}
end
else
  WriteLn('Graphics error:', GraphErrorMsg(ErrCode));
Ch:=ReadKey;
CloseGraph;
END.

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
#####
#          PICTURE OF 11,22,33 kV POLE          #
#          ANGLE POLE  SINGLE CIRCUIT          #
#####
}
uses crt,graph;
var
  grDriver,grMode,ErrCode      : Integer;
  X,Y                          : Real;
  Ch                            : Char;
BEGIN
  grDriver := Detect;
  InitGraph(grDriver,grMode,'');
  ErrCode := GraphResult;
  X:= (GetMaxX/640);
  Y:= (GetMaxY/480);

  if ErrCode=grOK then
  begin
    SetColor(LightCyan);
    Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(620*X),Round(460*Y));
    Line(Round(210*X),Round(5*Y),Round(210*X),Round(460*Y));
    Line(Round(415*X),Round(5*Y),Round(415*X),Round(460*Y));
    Line(Round(5*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
    Line(Round(415*X),Round(300*Y),Round(620*X),Round(300*Y));
    SetColor(LightGreen);
    SetTextStyle(2,0,6);
    OutTextXY(Round(60*X),Round(10*Y),'FRONT VIEW');
    OutTextXY(Round(265*X),Round(10*Y),'SIDE VIEW');
    OutTextXY(Round(470*X),Round(10*Y),'TOP VIEW');

    SetColor(Yellow);
    SetTextStyle(1,0,3);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(350*Y),ParamStr(1)+' kV POLE');
    SetTextStyle(1,0,2);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(400*Y),'SINGLE CIRCUIT');

    {FRONT VIEW}
    SetColor(White);
    Rectangle(Round(110*X),Round(90*Y),Round(120*X),Round(450*Y)); {Pole}
    Rectangle(Round(60*X),Round(100*Y),Round(170*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

    SetColor(LightGray);
    Ellipse(Round(73*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(130*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(157*X),Round(97*Y),0,360,3,1);

    Ellipse(Round(73*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(130*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(157*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

    Line(Round(85*X),Round(105*Y),Round(115*X),Round(125*Y));
    Line(Round(115*X),Round(125*Y),Round(145*X),Round(105*Y));

    SetColor(LightGray);
    Rectangle(Round(110*X),Round(125*Y),Round(107*X),Round(40*Y)); {Ground Support}
    Rectangle(Round(110*X),Round(142*Y),Round(112*X),Round(40*Y));
    {SIDE VIEW}
  end
}

```

{Back Ground}

{Insulator}

{Cross-Arm Support}

{Ground Support}

ประโยชน์ด้านการศึกษา

{SIDE VIEW} ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(310*X),Round( 90*Y),Round(320*X),Round(450*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(304*X),Round(100*Y),Round(310*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(306*X),Round(97*Y),0,360,3,1); {Insulator}
Ellipse(Round(306*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

Rectangle(Round(308*X),Round(105*Y),Round(310*X),Round(125*Y)); {Cross-Arm Support}
Rectangle(Round(321*X),Round(105*Y),Round(323*X),Round(125*Y));

Rectangle(Round(313*X),Round(125*Y),Round(316*X),Round(40*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(313*X),Round( 42*Y),Round(316*X),Round(40*Y));

[ TOP VIEW ]
SetColor(White);
Rectangle(Round(510*X),Round( 90*Y),Round(520*X),Round(100*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(460*X),Round(100*Y),Round(570*X),Round(105*Y)); {Cross Arm}

SetColor(LightGray);
Circle(Round(473*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(530*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(557*X),Round(103*Y),4); {Insulator}

Circle(Round(473*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(530*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(557*X),Round(103*Y),3);

Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(512*X),Round(96*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(510*X),Round(96*Y));

SetColor(White);
Rectangle(Round(320*X),Round(100*Y),Round(326*X),Round(105*Y));{Double Cross-Arm Side}
Rectangle(Round(460*X),Round( 85*Y),Round(570*X),Round( 90*Y));{Double Cross-Arm Top}

SetColor(LightGray);
Circle(Round( 73*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(130*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(157*X),Round(103*Y),4); {Insulator Front}

Circle(Round( 73*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(130*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(157*X),Round(103*Y),3);

Ellipse(Round(324*X),Round(97*Y),0,360,3,1); {Insulator Side}
Ellipse(Round(324*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

Circle(Round(473*X),Round(87*Y),4);
Circle(Round(530*X),Round(87*Y),4);
Circle(Round(557*X),Round(87*Y),4); {Insulator Top}

Circle(Round(473*X),Round(87*Y),3);
Circle(Round(530*X),Round(87*Y),3);
Circle(Round(557*X),Round(87*Y),3);

SetColor(LightRed);
Circle( 73,93,1);
Circle(130,93,1); {Cable Front}
Circle(157,93,1);

```

```

Line(Round(215*X),Round( 95*Y),Round(415*X),Round( 95*Y));   {Cable Side}

Line(Round(473*X),Round( 35*Y),Round(473*X),Round(200*Y));
Line(Round(530*X),Round( 35*Y),Round(530*X),Round(200*Y));   {Cable Top}
Line(Round(557*X),Round( 35*Y),Round(557*X),Round(200*Y));

SetColor(LightBlue);
Circle(111,41,1);                                               {Ground Wire Front}
Line(Round(215*X),Round( 41*Y),Round(410*X),Round( 41*Y));   {Ground Wire Side}
Line(Round(513*X),Round( 35*Y),Round(513*X),Round(200*Y));   {Ground Wire Top}
end
else
  WriteLn('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
Ch:=ReadKey;
CloseGraph;
END.

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
#####
#          PICTURE OF 11,22,33 kV POLE
#    ANGLE POLE WITH GUY OR DEAD END POLE  SINGLE CIRCUIT
#####
}

```

```
uses crt,graph;
```

```
var
  grDriver,grMode,ErrCode      : Integer;
  X,Y                          : Real;
  Ch                            : Char;
```

```
BEGIN
```

```
  grDriver := Detect;
  InitGraph(grDriver,grMode,'');
  ErrCode := GraphResult;
  X:= (GetMaxX/640);
  Y:= (GetMaxY/480);
```

```
  if ErrCode=grOK then
  begin
```

```
    SetColor(LightCyan);
    Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(620*X),Round(460*Y));
    Line(Round(210*X),Round(5*Y),Round(210*X),Round(460*Y));
    Line(Round(415*X),Round(5*Y),Round(415*X),Round(460*Y));
    Line(Round(5*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
    Line(Round(415*X),Round(300*Y),Round(620*X),Round(300*Y));
    SetColor(LightGreen);
    SetTextStyle(2,0,6);
    OutTextXY(Round(60*X),Round(10*Y),'FRONT VIEW');
    OutTextXY(Round(265*X),Round(10*Y),'SIDE VIEW');
    OutTextXY(Round(470*X),Round(10*Y),'TOP VIEW');
```

```
{Back Ground}
```

```
    SetColor(Yellow);
    SetTextStyle(1,0,3);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(350*Y),ParamStr(1)+' kV POLE');
    SetTextStyle(1,0,2);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(400*Y),'SINGLE CIRCUIT');
```

```
  {FRONT VIEW}
```

```
    SetColor(White);
    Rectangle(Round(110*X),Round(90*Y),Round(120*X),Round(450*Y)); {Pole}
    Rectangle(Round(60*X),Round(100*Y),Round(170*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}
```

```
    SetColor(LightGray);
    Ellipse(Round(73*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(130*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(157*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
```

```
{Insulator}
```

```
    Ellipse(Round(73*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(130*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(157*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
```

```
    Line(Round(85*X),Round(105*Y),Round(115*X),Round(125*Y));
    Line(Round(115*X),Round(125*Y),Round(145*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm Support}
```

```
    SetColor(LightGray);
    Rectangle(Round(110*X),Round(125*Y),Round(107*X),Round(40*Y));
    Rectangle(Round(110*X),Round(42*Y),Round(112*X),Round(40*Y)); {Ground Support}
```

```
  {SIDE VIEW}  ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
```

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(310*X),Round(90*Y),Round(320*X),Round(450*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(304*X),Round(100*Y),Round(310*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(306*X),Round(97*Y),0,360,3,1); {Insulator}
Ellipse(Round(306*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

Rectangle(Round(308*X),Round(105*Y),Round(310*X),Round(125*Y)); {Cross-Arm Support}
Rectangle(Round(321*X),Round(105*Y),Round(323*X),Round(125*Y));

Rectangle(Round(313*X),Round(125*Y),Round(316*X),Round(40*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(313*X),Round(42*Y),Round(316*X),Round(40*Y));

{TOP VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(510*X),Round(90*Y),Round(520*X),Round(100*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(460*X),Round(100*Y),Round(570*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Circle(Round(473*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(530*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(557*X),Round(103*Y),4); {Insulator}

Circle(Round(473*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(530*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(557*X),Round(103*Y),3);

Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(512*X),Round(96*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(510*X),Round(96*Y));

SetColor(White);
Rectangle(Round(320*X),Round(100*Y),Round(326*X),Round(105*Y));{Double Cross-Arm Side}
Rectangle(Round(460*X),Round(85*Y),Round(570*X),Round(90*Y));{Double Cross-Arm Top}

SetColor(LightGray);
Circle(Round(73*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(130*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(157*X),Round(103*Y),4); {Insulator Front}

Circle(Round(73*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(130*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(157*X),Round(103*Y),3);

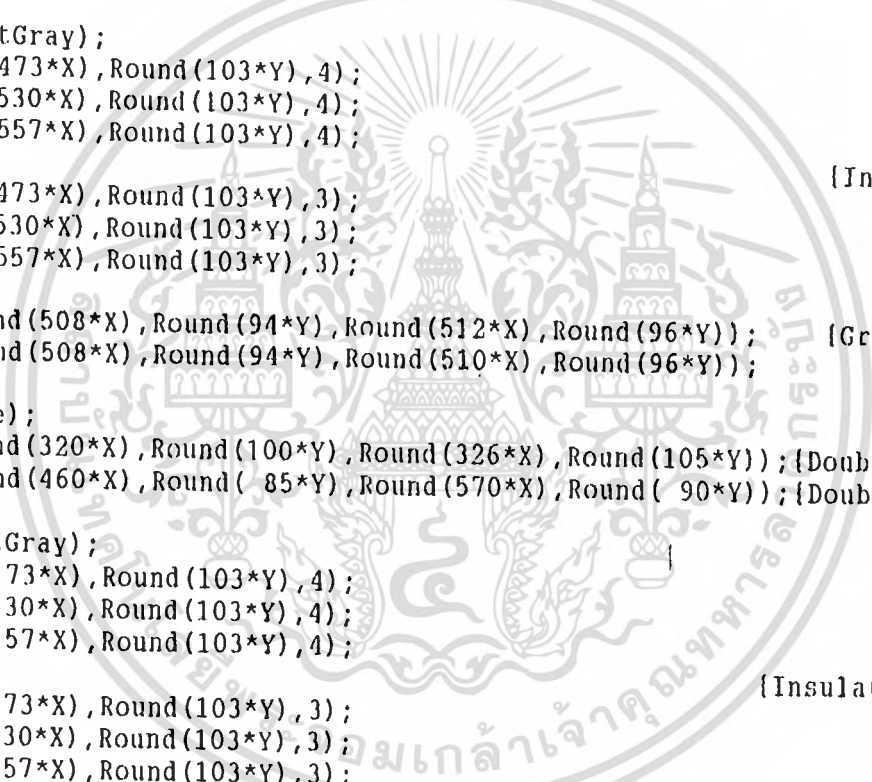
Ellipse(Round(324*X),Round(97*Y),0,360,3,1); {Insulator Side}
Ellipse(Round(324*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(330*X),Round(103*Y),0,360,1,3);
Ellipse(Round(334*X),Round(103*Y),0,360,1,3); {Right Extra Insulator Side}
Ellipse(Round(338*X),Round(103*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(292*X),Round(103*Y),0,360,1,3);
Ellipse(Round(296*X),Round(103*Y),0,360,1,3); {Left Extra Insulator Side}
Ellipse(Round(300*X),Round(103*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(473*X),Round(70*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(473*X),Round(75*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(473*X),Round(80*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(473*X),Round(110*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(473*X),Round(115*Y),0,360,3,1);

```



ขอสงวนลิขสิทธิ์ในเอกสารนี้ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 หรือการโฆษณาในเชิงพาณิชย์โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ellipse(Round(473*X),Round(120*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(530*X),Round(70*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(530*X),Round(75*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(530*X),Round(80*Y),0,360,3,1);

{Extra Insulator Top}

Ellipse(Round(530*X),Round(110*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(530*X),Round(115*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(530*X),Round(120*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(557*X),Round(70*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(557*X),Round(75*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(557*X),Round(80*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(557*X),Round(110*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(557*X),Round(115*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(557*X),Round(120*Y),0,360,3,1);

Circle(Round(473*X),Round(87*Y),4);

Circle(Round(530*X),Round(87*Y),4);

Circle(Round(557*X),Round(87*Y),4);

{Insulator Top}

Circle(Round(473*X),Round(87*Y),3);

Circle(Round(530*X),Round(87*Y),3);

Circle(Round(557*X),Round(87*Y),3);

SetColor(Yellow);

Line(Round(115*X),Round(450*Y),Round(115*X),Round(100*Y));

Line(Round(220*X),Round(450*Y),Round(310*X),Round(100*Y));

Line(Round(515*X),Round(105*Y),Round(515*X),Round(200*Y));

{Guy 1 Circuit}

{Guy Top}

SetColor(LightRed);

Circle(73,93,1);

Circle(130,93,1);

Circle(157,93,1);

Circle(73,103,1);

Circle(130,103,1);

Circle(157,103,1);

{Cable Front}

Line(Round(73*X),Round(93*Y),Round(73*X),Round(103*Y));

Line(Round(130*X),Round(93*Y),Round(130*X),Round(103*Y));

Line(Round(157*X),Round(93*Y),Round(157*X),Round(103*Y));

Line(Round(215*X),Round(105*Y),Round(290*X),Round(105*Y));

Line(Round(340*X),Round(105*Y),Round(415*X),Round(105*Y));

Line(Round(290*X),Round(95*Y),Round(340*X),Round(95*Y));

{Cable Side}

Ellipse(Round(290*X),Round(105*Y),90,180,10,10);

Ellipse(Round(340*X),Round(105*Y),0,90,10,10);

Line(Round(473*X),Round(35*Y),Round(473*X),Round(200*Y));

Line(Round(530*X),Round(35*Y),Round(530*X),Round(200*Y));

Line(Round(557*X),Round(35*Y),Round(557*X),Round(200*Y));

{Cable Top}

Line(Round(474*X),Round(60*Y),Round(474*X),Round(130*Y));

Line(Round(531*X),Round(60*Y),Round(531*X),Round(130*Y));

Line(Round(558*X),Round(60*Y),Round(558*X),Round(130*Y));

SetColor(LightBlue);

Circle(111,41,1);

{Ground Wire Front}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Line(Round(215*X),Round(41*Y),Round(410*X),Round(41*Y));{Ground Wire Side}
Line(Round(513*X),Round(35*Y),Round(513*X),Round(200*Y));{Ground Wire Top}
end
else
WriteLn('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
Ch:=ReadKey;
CloseGraph;
END.
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
#####
#          PICTURE OF 11,22,33 kV POLE          #
#          STRAIGHT WAY POLE DOUBLE CIRCUIT     #
#####
}

```

```
uses crt,graph;
```

```

var
  grDriver,grMode,ErrCode      : Integer;
  X,Y                          : Real;
  Ch                            : Char;

```

```
BEGIN
```

```

grDriver := Detect;
InitGraph(grDriver,grMode,'');
ErrCode := GraphResult;
X:= (GetMaxX/640);
Y:= (GetMaxY/480);

```

```
if ErrCode=grOK then
```

```
begin
```

```

  SetColor(LightCyan);
  Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(620*X),Round(460*Y));
  Line(Round(210*X),Round(5*Y),Round(210*X),Round(460*Y));
  Line(Round(415*X),Round(5*Y),Round(415*X),Round(460*Y));
  Line(Round(5*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
  Line(Round(415*X),Round(300*Y),Round(620*X),Round(300*Y));
  SetColor(LightGreen);
  SetTextStyle(2,0,6);
  OutTextXY(Round(60*X),Round(10*Y),'FRONT VIEW');
  OutTextXY(Round(265*X),Round(10*Y),'SIDE VIEW');
  OutTextXY(Round(470*X),Round(10*Y),'TOP VIEW');

```

```
{Back Ground}
```

```

  SetColor(Yellow);
  SetTextStyle(1,0,3);
  OutTextXY(Round(450*X),Round(350*Y),ParamStr(1)+' kV POLE');
  SetTextStyle(1,0,2);
  OutTextXY(Round(450*X),Round(400*Y),'DOUBLE CIRCUIT');

```

```
{FRONT VIEW}
```

```

  SetColor(White);
  Rectangle(Round(110*X),Round(90*Y),Round(120*X),Round(450*Y)); {Pole}
  Rectangle(Round(60*X),Round(100*Y),Round(170*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

```

```

  SetColor(LightGray);
  Ellipse(Round(73*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
  Ellipse(Round(130*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
  Ellipse(Round(157*X),Round(97*Y),0,360,3,1);

```

```
{Insulator}
```

```

  Ellipse(Round(73*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
  Ellipse(Round(130*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
  Ellipse(Round(157*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

```

```

  Line(Round(85*X),Round(105*Y),Round(115*X),Round(125*Y));
  Line(Round(115*X),Round(125*Y),Round(145*X),Round(105*Y));

```

```
{Cross-Arm Support}
```

```

  SetColor(LightGray);
  Rectangle(Round(110*X),Round(125*Y),Round(107*X),Round(40*Y)); {Ground Support}
  Rectangle(Round(110*X),Round(142*Y),Round(112*X),Round(40*Y));

```

```
{SIDE VIEW} ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
```

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(310*X), Round(90*Y), Round(320*X), Round(450*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(304*X), Round(100*Y), Round(310*X), Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(306*X), Round(97*Y), 0, 360, 3, 1); {Insulator}
Ellipse(Round(306*X), Round(95*Y), 0, 360, 3, 1);

Rectangle(Round(308*X), Round(105*Y), Round(310*X), Round(125*Y)); {Cross-Arm Support}

Rectangle(Round(313*X), Round(125*Y), Round(316*X), Round(40*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(313*X), Round(42*Y), Round(316*X), Round(40*Y));

{TOP VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(510*X), Round(90*Y), Round(520*X), Round(100*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(460*X), Round(100*Y), Round(570*X), Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Circle(Round(473*X), Round(103*Y), 4);
Circle(Round(530*X), Round(103*Y), 4);
Circle(Round(557*X), Round(103*Y), 4); {Insulator}

Circle(Round(473*X), Round(103*Y), 3);
Circle(Round(530*X), Round(103*Y), 3);
Circle(Round(557*X), Round(103*Y), 3);

Rectangle(Round(508*X), Round(94*Y), Round(512*X), Round(96*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(508*X), Round(94*Y), Round(510*X), Round(96*Y));

{FRONT VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(60*X), Round(150*Y), Round(170*X), Round(155*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(73*X), Round(145*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(130*X), Round(145*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(157*X), Round(145*Y), 0, 360, 3, 1); {Insulator}

Ellipse(Round(73*X), Round(147*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(130*X), Round(147*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(157*X), Round(147*Y), 0, 360, 3, 1);

Line(Round(85*X), Round(155*Y), Round(115*X), Round(175*Y)); {Cross Arm Support}
Line(Round(115*X), Round(175*Y), Round(145*X), Round(155*Y));

{SIDE VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(304*X), Round(150*Y), Round(310*X), Round(155*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(306*X), Round(145*Y), 0, 360, 3, 1); {Insulator}
Ellipse(Round(306*X), Round(147*Y), 0, 360, 3, 1);

Rectangle(Round(308*X), Round(155*Y), Round(310*X), Round(175*Y)); {Cross-Arm Support}

SetColor(Yellow);
SetText Style(1,0,2);
SetColor(LightRed);

```

```

Circle( 73,93,1);
Circle(130,93,1);
Circle(157,93,1);

Circle( 73,143,1);           {Cable Front}
Circle(130,143,1);
Circle(157,143,1);

Line(Round(215*X),Round( 93*Y),Round(410*X),Round( 93*Y));{Cable Side}
Line(Round(215*X),Round(143*Y),Round(413*X),Round(143*Y));

Line(Round(473*X),Round( 35*Y),Round(473*X),Round(200*Y));
Line(Round(530*X),Round( 35*Y),Round(530*X),Round(200*Y));{Cable Top}
Line(Round(557*X),Round( 35*Y),Round(557*X),Round(200*Y));

SetColor(LightBlue);
Circle(111,41,1);           {Ground Wire Front}
Line(Round(215*X),Round( 41*Y),Round(410*X),Round( 41*Y));{Ground Wire Side}
Line(Round(513*X),Round( 35*Y),Round(513*X),Round(200*Y));{Ground Wire Top}
end
else
  WriteLn('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
Ch:=ReadKey;
CloseGraph;
END.

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
#####
#                               PICTURE OF 11,22,33 kV POLE                               #
#                               ANGLE POLE   DOUBLE CIRCUIT                               #
#####
}
uses crt,graph;
var
  grDriver,grMode,ErrCode      : Integer;
  X,Y                          : Real;
  Ch                            : Char;
BEGIN
  grDriver := Detect;
  InitGraph(grDriver,grMode,'');
  ErrCode := GraphResult;
  X:= (GetMaxX/640);
  Y:= (GetMaxY/480);

  if ErrCode=grOK then
  begin
    SetColor(LightCyan);
    Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(620*X),Round(460*Y));
    Line(Round(210*X),Round(5*Y),Round(210*X),Round(460*Y));
    Line(Round(415*X),Round(5*Y),Round(415*X),Round(460*Y));
    Line(Round(5*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
    Line(Round(415*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
    SetColor(LightGreen);
    SetTextStyle(2,0,6);
    OutTextXY(Round(60*X),Round(10*Y),'FRONT VIEW');
    OutTextXY(Round(265*X),Round(10*Y),'SIDE VIEW');
    OutTextXY(Round(470*X),Round(10*Y),'TOP VIEW');

    SetColor(Yellow);
    SetTextStyle(1,0,3);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(350*Y),ParamStr(1)+' kV POLE');
    SetTextStyle(1,0,2);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(400*Y),'DOUBLE CIRCUIT');

    {FRONT VIEW}
    SetColor(White);
    Rectangle(Round(110*X),Round(90*Y),Round(120*X),Round(450*Y)); {Pole}
    Rectangle(Round(60*X),Round(100*Y),Round(170*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

    SetColor(LightGray);
    Ellipse(Round(73*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(130*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(157*X),Round(97*Y),0,360,3,1);

    Ellipse(Round(73*X),Round(95*Y),0,360,3,1); {Insulator}
    Ellipse(Round(130*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(157*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

    Line(Round(85*X),Round(105*Y),Round(115*X),Round(125*Y));
    Line(Round(115*X),Round(125*Y),Round(145*X),Round(105*Y)); {Cross Arm Support}

    SetColor(LightGray);
    Rectangle(Round(110*X),Round(125*Y),Round(107*X),Round(40*Y)); {Ground Support}
    Rectangle(Round(110*X),Round(42*Y),Round(112*X),Round(40*Y));

    {SIDE VIEW}
  end

```

โปรแกรมนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์กราฟิกส์พื้นฐานของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ
 หากท่านใดต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือต้องการนำโปรแกรมนี้ไปใช้ กรุณาติดต่อที่ โทร. 02-562-0000 หรือ โทรสาร 02-562-0001 หรือ อีเมล it@pau.ac.th หรือ it@pau.ac.th

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(310*X), Round( 90*Y), Round(320*X), Round(450*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(304*X), Round(100*Y), Round(310*X), Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(306*X), Round(97*Y), 0, 360, 3, 1); {Insulator}
Ellipse(Round(306*X), Round(95*Y), 0, 360, 3, 1);

Rectangle(Round(308*X), Round(105*Y), Round(310*X), Round(125*Y)); {Cross-Arm Support}
Rectangle(Round(321*X), Round(105*Y), Round(323*X), Round(125*Y));

Rectangle(Round(313*X), Round(125*Y), Round(316*X), Round(40*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(313*X), Round( 42*Y), Round(316*X), Round(40*Y));

{TOP VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(510*X), Round( 90*Y), Round(520*X), Round(100*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(460*X), Round(100*Y), Round(570*X), Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Circle(Round(473*X), Round(103*Y), 4); {Insulator}
Circle(Round(530*X), Round(103*Y), 4);
Circle(Round(557*X), Round(103*Y), 4);

Circle(Round(473*X), Round(103*Y), 3);
Circle(Round(530*X), Round(103*Y), 3);
Circle(Round(557*X), Round(103*Y), 3);

Rectangle(Round(508*X), Round(94*Y), Round(512*X), Round(96*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(508*X), Round(94*Y), Round(510*X), Round(96*Y));

{FRONT VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(60*X), Round(150*Y), Round(170*X), Round(155*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round( 73*X), Round(145*Y), 0, 360, 3, 1); {Insulator}
Ellipse(Round(130*X), Round(145*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(157*X), Round(145*Y), 0, 360, 3, 1);

Ellipse(Round( 73*X), Round(147*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(130*X), Round(147*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(157*X), Round(147*Y), 0, 360, 3, 1);

Line(Round( 85*X), Round(155*Y), Round(115*X), Round(175*Y)); {Cross-Arm Support}
Line(Round(115*X), Round(175*Y), Round(145*X), Round(155*Y));

{SIDE VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(304*X), Round(150*Y), Round(310*X), Round(155*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(306*X), Round(145*Y), 0, 360, 3, 1); {Insulator}
Ellipse(Round(306*X), Round(147*Y), 0, 360, 3, 1);

Rectangle(Round(308*X), Round(155*Y), Round(310*X), Round(175*Y)); {Cross-Arm Support}
Rectangle(Round(321*X), Round(155*Y), Round(323*X), Round(175*Y));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิได้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

SetColor(Yellow);
 SetTextStyle(1, 0, 2);

อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(320*X),Round(100*Y),Round(326*X),Round(105*Y));{Double Cross-Arm Side}
Rectangle(Round(460*X),Round(85*Y),Round(570*X),Round(90*Y));{Double Cross-Arm Top}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(324*X),Round(97*Y),0,360,3,1);           {Insulator Side}
Ellipse(Round(324*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

Circle(Round(473*X),Round(87*Y),4);
Circle(Round(530*X),Round(87*Y),4);
Circle(Round(557*X),Round(87*Y),4);

Circle(Round(473*X),Round(87*Y),3);           {Insulator Top}
Circle(Round(530*X),Round(87*Y),3);
Circle(Round(557*X),Round(87*Y),3);

SetColor(White);
Rectangle(Round(320*X),Round(150*Y),Round(326*X),Round(155*Y));{Double Cross-Arm Side}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(324*X),Round(145*Y),0,360,3,1);           {Insulator Side}
Ellipse(Round(324*X),Round(147*Y),0,360,3,1);

SetColor(LightRed);

Circle(73,93,1);
Circle(130,93,1); {Cable Front1}
Circle(157,93,1);

Circle(73,143,1);
Circle(130,143,1); {Cable Front2}
Circle(157,143,1);

Line(Round(215*X),Round(95*Y),Round(415*X),Round(95*Y)); {Cable Side1}
Line(Round(215*X),Round(145*Y),Round(415*X),Round(145*Y)); {Cable Side2}

Line(Round(473*X),Round(35*Y),Round(473*X),Round(200*Y));
Line(Round(530*X),Round(35*Y),Round(530*X),Round(200*Y));
Line(Round(557*X),Round(35*Y),Round(557*X),Round(200*Y)); {Cable Top}

SetColor(LightBlue);
Circle(111,41,1);           {Ground Wire Front}
Line(Round(215*X),Round(41*Y),Round(410*X),Round(41*Y));{Ground Wire Side}
Line(Round(513*X),Round(35*Y),Round(513*X),Round(200*Y));{Ground Wire Top}
end
else
WriteLn('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
Ch:=ReadKey;
CloseGraph;
END.

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
#####
#          PICTURE OF 11,22,33 kV POLE          #
#    ANGLE POLE WITH GUY OR DEAD END POLE DOUBLE CIRCUIT    #
#####
}

```

```
uses crt,graph;
```

```
var
```

```

grDriver,grMode,ErrCode      : Integer;
X,Y                          : Real;
Ch                            : Char;

```

```
BEGIN
```

```

grDriver := Detect;
InitGraph(grDriver,grMode, '');
ErrCode := GraphResult;
X:= (GetMaxX/640);
Y:= (GetMaxY/480);

```

```
if ErrCode=grOK then
```

```
begin
```

```

SetColor(LightCyan);
Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(620*X),Round(460*Y));
Line(Round(210*X),Round(-5*Y),Round(210*X),Round(460*Y));
Line(Round(415*X),Round(-5*Y),Round(415*X),Round(460*Y));
Line(Round(5*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
Line(Round(415*X),Round(300*Y),Round(620*X),Round(300*Y));
SetColor(LightGreen);
SetTextStyle(2,0,6);
OutTextXY(Round(60*X),Round(10*Y),'FRONT VIEW');
OutTextXY(Round(265*X),Round(10*Y),'SIDE VIEW');
OutTextXY(Round(470*X),Round(10*Y),'TOP VIEW');

```

```
{Back Ground}
```

```

SetColor(Yellow);
SetTextStyle(1,0,3);
OutTextXY(Round(450*X),Round(350*Y),ParamStr(1)+' kV POLE');
SetTextStyle(1,0,2);
OutTextXY(Round(450*X),Round(400*Y),'DOUBLE CIRCUIT');

```

```
{FRONT VIEW}
```

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(110*X),Round(90*Y),Round(120*X),Round(450*Y));
Rectangle(Round(60*X),Round(100*Y),Round(170*X),Round(105*Y));

```

```
{Pole}
```

```
{Cross-Arm}
```

```

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(73*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(130*X),Round(97*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(157*X),Round(97*Y),0,360,3,1);

```

```
{Insulator}
```

```

Ellipse(Round(73*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(130*X),Round(95*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(157*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

```

```

Line(Round(85*X),Round(105*Y),Round(115*X),Round(125*Y));
Line(Round(115*X),Round(125*Y),Round(145*X),Round(105*Y));

```

```
{Cross-Arm Support}
```

```

SetColor(LightGray);
Rectangle(Round(110*X),Round(125*Y),Round(107*X),Round(40*Y));
Rectangle(Round(110*X),Round(42*Y),Round(112*X),Round(40*Y));

```

```
{Ground Support}
```

```
{SIDE VIEW}
ทุกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
```

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(310*X),Round( 90*Y),Round(320*X),Round(450*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(304*X),Round(100*Y),Round(310*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(306*X),Round(97*Y),0,360,3,1); {Insulator}
Ellipse(Round(306*X),Round(95*Y),0,360,3,1);

Rectangle(Round(308*X),Round(105*Y),Round(310*X),Round(125*Y)); {Cross-Arm Support}
Rectangle(Round(321*X),Round(105*Y),Round(323*X),Round(125*Y));

Rectangle(Round(313*X),Round(125*Y),Round(316*X),Round(40*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(313*X),Round( 42*Y),Round(316*X),Round(40*Y));

```

{TOP VIEW}

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(510*X),Round( 90*Y),Round(520*X),Round(100*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(460*X),Round(100*Y),Round(570*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

```

```

SetColor(LightGray);
Circle(Round(473*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(530*X),Round(103*Y),4);
Circle(Round(557*X),Round(103*Y),4); {Insulator}

Circle(Round(473*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(530*X),Round(103*Y),3);
Circle(Round(557*X),Round(103*Y),3);

```

```

Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(512*X),Round(96*Y)); {Ground Support}
Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(510*X),Round(96*Y));

```

{FRONT VIEW}

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(60*X),Round(150*Y),Round(170*X),Round(155*Y)); {Cross-Arm}

```

```

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round( 73*X),Round(145*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(130*X),Round(145*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(157*X),Round(145*Y),0,360,3,1); {Insulator}

Ellipse(Round( 73*X),Round(147*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(130*X),Round(147*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(157*X),Round(147*Y),0,360,3,1);

```

```

Line(Round( 85*X),Round(155*Y),Round(115*X),Round(175*Y)); {Cross-Arm Support}
Line(Round(115*X),Round(175*Y),Round(145*X),Round(155*Y));

```

{SIDE VIEW}

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(304*X),Round(150*Y),Round(310*X),Round(155*Y)); {Cross-Arm}

```

```

SetColor(LightGray);
Ellipse(Round(306*X),Round(145*Y),0,360,3,1); {Insulator}
Ellipse(Round(306*X),Round(147*Y),0,360,3,1);

```

```

Rectangle(Round(308*X),Round(155*Y),Round(310*X),Round(175*Y)); {Cross-Arm Support}
Rectangle(Round(321*X),Round(155*Y),Round(323*X),Round(175*Y));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

SetColor(Yellow);
SetTextStyle(1,0,2);

```

SetColor(White);
Rectangle(Round(320*X), Round(100*Y), Round(326*X), Round(105*Y)); {Double Cross-Arm Side}
Rectangle(Round(460*X), Round(85*Y), Round(570*X), Round(90*Y)); {Double Cross-Arm Top}

SetColor(LightGray);
Circle(Round(73*X), Round(103*Y), 4);
Circle(Round(130*X), Round(103*Y), 4);
Circle(Round(157*X), Round(103*Y), 4);

Circle(Round(73*X), Round(103*Y), 3); {Insulator Front}
Circle(Round(130*X), Round(103*Y), 3);
Circle(Round(157*X), Round(103*Y), 3);

Ellipse(Round(324*X), Round(97*Y), 0, 360, 3, 1); {Insulator Side}
Ellipse(Round(324*X), Round(95*Y), 0, 360, 3, 1);

Ellipse(Round(330*X), Round(103*Y), 0, 360, 1, 3); {Right Extra Insulator Side}
Ellipse(Round(334*X), Round(103*Y), 0, 360, 1, 3);
Ellipse(Round(338*X), Round(103*Y), 0, 360, 1, 3);

Ellipse(Round(292*X), Round(103*Y), 0, 360, 1, 3); {Left Extra Insulator Side}
Ellipse(Round(296*X), Round(103*Y), 0, 360, 1, 3);
Ellipse(Round(300*X), Round(103*Y), 0, 360, 1, 3);

Ellipse(Round(473*X), Round(70*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(473*X), Round(75*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(473*X), Round(80*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(473*X), Round(110*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(473*X), Round(115*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(473*X), Round(120*Y), 0, 360, 3, 1);

Ellipse(Round(530*X), Round(70*Y), 0, 360, 3, 1); {Extra Insulator Top}
Ellipse(Round(530*X), Round(75*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(530*X), Round(80*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(530*X), Round(110*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(530*X), Round(115*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(530*X), Round(120*Y), 0, 360, 3, 1);

Ellipse(Round(557*X), Round(70*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(557*X), Round(75*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(557*X), Round(80*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(557*X), Round(110*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(557*X), Round(115*Y), 0, 360, 3, 1);
Ellipse(Round(557*X), Round(120*Y), 0, 360, 3, 1);

Circle(Round(473*X), Round(87*Y), 4);
Circle(Round(530*X), Round(87*Y), 4);
Circle(Round(557*X), Round(87*Y), 4);

Circle(Round(473*X), Round(87*Y), 3); {Insulator Top}
Circle(Round(530*X), Round(87*Y), 3);
Circle(Round(557*X), Round(87*Y), 3);

SetColor(White);
Rectangle(Round(320*X), Round(150*Y), Round(326*X), Round(155*Y)); {Double Cross-Arm Side}

SetColor(LightGray);
Circle(Round(73*X), Round(153*Y), 4);
Circle(Round(130*X), Round(153*Y), 4);

```



สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 เนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Circle(Round(157*X),Round(153*Y),4);
Circle(Round(73*X),Round(153*Y),3);
Circle(Round(130*X),Round(153*Y),3);
Circle(Round(157*X),Round(153*Y),3);
{Insulator Front}

Ellipse(Round(324*X),Round(145*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(324*X),Round(147*Y),0,360,3,1);
{Insulator Side}

Ellipse(Round(330*X),Round(153*Y),0,360,1,3);
Ellipse(Round(334*X),Round(153*Y),0,360,1,3);
Ellipse(Round(338*X),Round(153*Y),0,360,1,3);
{Right Extra Insulator Side}

Ellipse(Round(292*X),Round(153*Y),0,360,1,3);
Ellipse(Round(296*X),Round(153*Y),0,360,1,3);
Ellipse(Round(300*X),Round(153*Y),0,360,1,3);
{Left Extra Insulator Side}

SetColor(Yellow);
Line(Round(115*X),Round(450*Y),Round(115*X),Round(100*Y));
Line(Round(220*X),Round(450*Y),Round(310*X),Round(100*Y));
Line(Round(220*X),Round(450*Y),Round(310*X),Round(150*Y));
{Guy 2 Circuit}

Line(Round(515*X),Round(105*Y),Round(515*X),Round(200*Y));
{Guy Top}

SetColor(LightRed);

Circle(73,93,1);
Circle(130,93,1);
Circle(157,93,1);

Circle(73,103,1);
Circle(130,103,1);
Circle(157,103,1);
{Cable Front1}

Line(Round(73*X),Round(93*Y),Round(73*X),Round(103*Y));
Line(Round(130*X),Round(93*Y),Round(130*X),Round(103*Y));
Line(Round(157*X),Round(93*Y),Round(157*X),Round(103*Y));

Circle(73,143,1);
Circle(130,143,1);
Circle(157,143,1);

Circle(73,153,1);
Circle(130,153,1);
Circle(157,153,1);
{Cable Front2}

Line(Round(73*X),Round(143*Y),Round(73*X),Round(153*Y));
Line(Round(130*X),Round(143*Y),Round(130*X),Round(153*Y));
Line(Round(157*X),Round(143*Y),Round(157*X),Round(153*Y));

Line(Round(215*X),Round(105*Y),Round(290*X),Round(105*Y));
Line(Round(340*X),Round(105*Y),Round(415*X),Round(105*Y));

Line(Round(290*X),Round(95*Y),Round(340*X),Round(95*Y));
{Cable Side1}

Ellipse(Round(290*X),Round(105*Y),90,180,10,10);
Ellipse(Round(340*X),Round(105*Y),0,90,10,10);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Line(Round(215*X),Round(155*Y),Round(290*X),Round(155*Y));
Line(Round(340*X),Round(155*Y),Round(415*X),Round(155*Y));

```

Line(Round(290*X),Round(145*Y),Round(340*X),Round(145*Y)); {Cable Side2}
Ellipse(Round(290*X),Round(155*Y),90,180,10,10);
Ellipse(Round(340*X),Round(155*Y),0,90,10,10);

Line(Round(473*X),Round(35*Y),Round(473*X),Round(200*Y));
Line(Round(530*X),Round(35*Y),Round(530*X),Round(200*Y));
Line(Round(557*X),Round(35*Y),Round(557*X),Round(200*Y));

Line(Round(474*X),Round(60*Y),Round(474*X),Round(130*Y)); {Cable Top}
Line(Round(531*X),Round(60*Y),Round(531*X),Round(130*Y));
Line(Round(558*X),Round(60*Y),Round(558*X),Round(130*Y));

SetColor(LightBlue);
Circle(111,41,1);
Line(Round(215*X),Round(41*Y),Round(410*X),Round(41*Y)); {Ground Wire Front}
Line(Round(513*X),Round(35*Y),Round(513*X),Round(200*Y)); {Ground Wire Side}
Line(Round(513*X),Round(35*Y),Round(513*X),Round(200*Y)); {Ground Wire Top}
end
else
WriteLn('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
Ch:=ReadKey;
CloseGraph;
END.

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
#####
#                               PICTURE OF 69 kV POLE                               #
#                               STRAIGHT WAY POLE                               #
#####
}

```

```
uses crt,graph;
```

```
var
```

```

grDriver,grMode,ErrCode      : Integer;
X,Y                          : Real;
Ch                            : Char;

```

```
BEGIN
```

```

grDriver := Detect;
InitGraph(grDriver,grMode,'');
ErrCode := GraphResult;
X:= (GetMaxX/640);
Y:= (GetMaxY/480);

```

```

if ErrCode=grOK then
begin

```

```

  SetColor(LightCyan);
  Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(620*X),Round(460*Y));
  Line(Round(210*X),Round(5*Y),Round(210*X),Round(460*Y));
  Line(Round(415*X),Round(5*Y),Round(415*X),Round(460*Y));
  Line(Round(5*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
  Line(Round(415*X),Round(300*Y),Round(620*X),Round(300*Y));
  SetColor(LightGreen);
  SetTextStyle(2,0,6);
  OutTextXY(Round(60*X),Round(10*Y),'FRONT VIEW');
  OutTextXY(Round(265*X),Round(10*Y),'SIDE VIEW');
  OutTextXY(Round(470*X),Round(10*Y),'TOP VIEW');

```

```
{Back Ground}
```

```

  SetColor(Yellow);
  SetTextStyle(1,0,3);
  {Str(kv:0:0,kVS);}
  OutTextXY(Round(450*X),Round(350*Y),'69 kV POLE');
  SetTextStyle(1,0,2);
  OutTextXY(Round(450*X),Round(400*Y),'STRAIGHT WAY POLE');

```

```
{FRONT VIEW}
```

```

  SetColor(White);
  Rectangle(Round(100*X),Round(70*Y),Round(110*X),Round(450*Y));

```

```
{Pole}
```

```

  Rectangle(Round(60*X),Round(80*Y),Round(150*X),Round(85*Y));
  Rectangle(Round(60*X),Round(120*Y),Round(150*X),Round(125*Y));
  Rectangle(Round(60*X),Round(160*Y),Round(150*X),Round(165*Y));

```

```
{Cross-Arm}
```

```

  Line(Round(75*X),Round(85*Y),Round(105*X),Round(100*Y));
  Line(Round(75*X),Round(125*Y),Round(105*X),Round(140*Y));
  Line(Round(75*X),Round(165*Y),Round(105*X),Round(180*Y));

```

```
{Cross-Arm Support}
```

```

  Line(Round(135*X),Round(85*Y),Round(105*X),Round(100*Y));
  Line(Round(135*X),Round(125*Y),Round(105*X),Round(140*Y));
  Line(Round(135*X),Round(165*Y),Round(105*X),Round(180*Y));

```

```

  SetColor(LightGray);
  Ellipse(Round(145*X),Round(90*Y),0,360,3,1);
  Ellipse(Round(145*X),Round(94*Y),0,360,3,1);
  Ellipse(Round(145*X),Round(98*Y),0,360,3,1);
  Ellipse(Round(145*X),Round(102*Y),0,360,3,1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ บริษัท สยามคอมพิวติ้ง จำกัด ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Ellipse(Round(145*X),Round(106*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(145*X),Round(130*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(134*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(138*Y),0,360,3,1);           {Insulator}
Ellipse(Round(145*X),Round(142*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(146*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(145*X),Round(170*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(174*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(178*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(182*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(186*Y),0,360,3,1);

Rectangle(Round(98*X),Round(35*Y),Round(100*X),Round(78*Y));   {Ground Support}
Rectangle(Round(100*X),Round(35*Y),Round(102*X),Round(37*Y));

{SIDE VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(310*X),Round(70*Y),Round(320*X),Round(450*Y)); {Pole}

Rectangle(Round(304*X),Round(80*Y),Round(310*X),Round(85*Y));
Rectangle(Round(304*X),Round(120*Y),Round(310*X),Round(125*Y)); {Cross-Arm}
Rectangle(Round(304*X),Round(160*Y),Round(310*X),Round(165*Y));

Rectangle(Round(308*X),Round(85*Y),Round(310*X),Round(100*Y));
Rectangle(Round(308*X),Round(125*Y),Round(310*X),Round(140*Y)); {Cross-Arm Support}
Rectangle(Round(308*X),Round(165*Y),Round(310*X),Round(180*Y));

SetColor(LightGray);
Rectangle(Round(314*X),Round(35*Y),Round(317*X),Round(78*Y));   {Ground Support}
Rectangle(Round(314*X),Round(35*Y),Round(317*X),Round(37*Y));

{TOP VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(510*X),Round(90*Y),Round(520*X),Round(100*Y)); {Pole}
Rectangle(Round(470*X),Round(100*Y),Round(560*X),Round(105*Y)); {Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(512*X),Round(96*Y));   {Ground Support}
Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(510*X),Round(96*Y));

Ellipse(Round(307*X),Round(90*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(94*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(98*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(102*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(106*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(307*X),Round(130*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(134*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(138*Y),0,360,3,1);           {Left Insulator}
Ellipse(Round(307*X),Round(142*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(146*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(307*X),Round(170*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(174*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(178*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(182*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(307*X),Round(186*Y),0,360,3,1);

```

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 สืบค้นจาก: <http://www.kit.com> หรือ <http://www.kit.com> ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Ellipse(Round(555*X),Round(103*Y),220,150,4,4);           {Insulator Top}

SetColor(LightRed);

Circle(Round(145*X),Round(110*Y),1);
Circle(Round(145*X),Round(150*Y),1);
Circle(Round(145*X),Round(190*Y),1);                       {Cable Front}

Line(Round(215*X),Round(110*Y),Round(410*X),Round(110*Y));
Line(Round(215*X),Round(150*Y),Round(410*X),Round(150*Y)); {Cable Side}
Line(Round(215*X),Round(190*Y),Round(410*X),Round(190*Y));

Line(Round(555*X),Round( 36*Y),Round(555*X),Round(250*Y)); {Cable Top}

SetColor(LightBlue);
Circle(Round(101*X),Round( 36*Y),1);                       {Ground Wire Front}

Line(Round(215*X),Round( 36*Y),Round(410*X),Round( 36*Y)); {Ground Wire Side}

Line(Round(509*X),Round( 36*Y),Round(509*X),Round(250*Y)); {Ground Wire Top}

end
else
  WriteLn('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
Ch:=ReadKey;
CloseGraph;
END.

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
#####
#                               PICTURE OF 69 KV POLE                               #
#                               ANGLE POLE                                         #
#####
}
uses crt,graph;
var
  grDriver,grMode,ErrCode      : Integer;
  X,Y                          : Real;
  Ch                            : Char;
BEGIN
  grDriver := Detect;
  InitGraph(grDriver,grMode,'');
  ErrCode := GraphResult;
  X:= (GetMaxX/640);
  Y:= (GetMaxY/480);

  if ErrCode=grOK then
  begin
    SetColor(LightCyan);
    Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(620*X),Round(460*Y));
    Line(Round(210*X),Round(5*Y),Round(210*X),Round(460*Y));
    Line(Round(415*X),Round(5*Y),Round(415*X),Round(460*Y));
    Line(Round(5*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
    Line(Round(415*X),Round(300*Y),Round(620*X),Round(300*Y));
    SetColor(LightGreen);
    SetTextStyle(2,0,6);
    OutTextXY(Round(60*X),Round(10*Y),'FRONT VIEW');
    OutTextXY(Round(265*X),Round(10*Y),'SIDE VIEW');
    OutTextXY(Round(470*X),Round(10*Y),'TOP VIEW');

    SetColor(Yellow);
    SetTextStyle(1,0,3);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(350*Y),'69 KV POLE');
    SetTextStyle(1,0,2);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(400*Y),'ANGLE POLE');

    {FRONT VIEW}
    SetColor(White);
    Rectangle(Round(100*X),Round(70*Y),Round(110*X),Round(450*Y));
    Rectangle(Round(60*X),Round(80*Y),Round(150*X),Round(85*Y));
    Rectangle(Round(60*X),Round(120*Y),Round(150*X),Round(125*Y));
    Rectangle(Round(60*X),Round(160*Y),Round(150*X),Round(165*Y));
    Line(Round(75*X),Round(85*Y),Round(105*X),Round(100*Y));
    Line(Round(75*X),Round(125*Y),Round(105*X),Round(140*Y));
    Line(Round(75*X),Round(165*Y),Round(105*X),Round(180*Y));
    Line(Round(135*X),Round(85*Y),Round(105*X),Round(100*Y));
    Line(Round(135*X),Round(125*Y),Round(105*X),Round(140*Y));
    Line(Round(135*X),Round(165*Y),Round(105*X),Round(180*Y));

    SetColor(LightGray);
    Ellipse(Round(145*X),Round(90*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(145*X),Round(94*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(145*X),Round(98*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(145*X),Round(102*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(145*X),Round(106*Y),0,360,3,1);
  end
}

```

{Back Ground}

{Pole}

{Cross-Arm}

{Cross-Arm Support}

งานนั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 และอาจถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Ellipse(Round(145*X),Round(130*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(134*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(138*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(142*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(146*Y),0,360,3,1);
{Insulator}

Ellipse(Round(145*X),Round(170*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(174*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(178*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(182*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(145*X),Round(186*Y),0,360,3,1);

Rectangle(Round(98*X),Round(35*Y),Round(100*X),Round(78*Y));
Rectangle(Round(100*X),Round(35*Y),Round(102*X),Round(37*Y));
{Ground Support}

{SIDE VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(310*X),Round(70*Y),Round(320*X),Round(450*Y));
{Pole}

Rectangle(Round(304*X),Round(80*Y),Round(310*X),Round(85*Y));
Rectangle(Round(304*X),Round(120*Y),Round(310*X),Round(125*Y));
Rectangle(Round(304*X),Round(160*Y),Round(310*X),Round(165*Y));
{Cross-Arm}

Rectangle(Round(308*X),Round(85*Y),Round(310*X),Round(100*Y));
Rectangle(Round(308*X),Round(125*Y),Round(310*X),Round(140*Y));
Rectangle(Round(308*X),Round(165*Y),Round(310*X),Round(180*Y));
{Cross-Arm Support}

Rectangle(Round(321*X),Round(85*Y),Round(323*X),Round(100*Y));
Rectangle(Round(321*X),Round(125*Y),Round(323*X),Round(140*Y));
Rectangle(Round(321*X),Round(165*Y),Round(323*X),Round(180*Y));

SetColor(LightGray);
Rectangle(Round(314*X),Round(35*Y),Round(317*X),Round(78*Y));
Rectangle(Round(314*X),Round(35*Y),Round(317*X),Round(37*Y));
{Ground Support}

{TOP VIEW}
SetColor(White);
Rectangle(Round(510*X),Round(90*Y),Round(520*X),Round(100*Y));
Rectangle(Round(470*X),Round(100*Y),Round(560*X),Round(105*Y));
{Cross-Arm}

SetColor(LightGray);
Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(512*X),Round(96*Y));
Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(510*X),Round(96*Y));
{Ground Support}

SetColor(LightGray);
Line(Round(100*X),Round(40*Y),Round(102*X),Round(40*Y));
Line(Round(102*X),Round(40*Y),Round(102*X),Round(50*Y));
Line(Round(102*X),Round(50*Y),Round(112*X),Round(70*Y));
Line(Round(112*X),Round(70*Y),Round(112*X),Round(80*Y));
Line(Round(112*X),Round(80*Y),Round(110*X),Round(80*Y));
Line(Round(110*X),Round(80*Y),Round(110*X),Round(70*Y));
Line(Round(110*X),Round(70*Y),Round(100*X),Round(50*Y));
{Ground Support Front}

Line(Round(314*X),Round(40*Y),Round(317*X),Round(40*Y));
{Ground Support Side}

Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(522*X),Round(96*Y));
{Ground Support Top}

Ellipse(Round(315*X),Round(90*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(94*Y),0,360,3,1);

```

ใบงานกราฟิก หนึ่งสิบ อธิบายทฤษฎีและขั้นตอนการปฏิบัติงานของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Ellipse(Round(315*X),Round(98*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(102*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(106*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(130*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(134*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(138*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(142*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(146*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(170*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(174*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(178*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(182*Y),0,360,3,1);
Ellipse(Round(315*X),Round(186*Y),0,360,3,1);

Circle(Round(555*X),Round(95*Y),3);
Circle(Round(555*X),Round(95*Y),4);

SetColor(White);
Rectangle(Round(320*X),Round(80*Y),Round(326*X),Round(85*Y));
Rectangle(Round(320*X),Round(120*Y),Round(326*X),Round(125*Y));
Rectangle(Round(320*X),Round(160*Y),Round(326*X),Round(165*Y));

Rectangle(Round(310*X),Round(82*Y),Round(320*X),Round(83*Y));
Rectangle(Round(310*X),Round(122*Y),Round(320*X),Round(123*Y));
Rectangle(Round(310*X),Round(162*Y),Round(320*X),Round(163*Y));

{Insulator Support Side}

Rectangle(Round(470*X),Round(85*Y),Round(560*X),Round(90*Y));
Rectangle(Round(554*X),Round(90*Y),Round(556*X),Round(100*Y));
Rectangle(Round(475*X),Round(90*Y),Round(477*X),Round(100*Y));

{Cross-Arm Top}
{Insulator Support}

SetColor(LightGray);
SetColor(LightRed);

Circle(Round(145*X),Round(110*Y),1);
Circle(Round(145*X),Round(150*Y),1);
Circle(Round(145*X),Round(190*Y),1);

{Cable Front}

Line(Round(215*X),Round(110*Y),Round(410*X),Round(110*Y));
Line(Round(215*X),Round(150*Y),Round(410*X),Round(150*Y));
Line(Round(215*X),Round(190*Y),Round(410*X),Round(190*Y));

{Cable Side}

Line(Round(555*X),Round(36*Y),Round(555*X),Round(250*Y));
{Cable Top}

SetColor(LightBlue);
Circle(Round(101*X),Round(36*Y),1);
{Ground Wire Front}

Line(Round(215*X),Round(36*Y),Round(410*X),Round(36*Y));
{Ground Wire Side}

Line(Round(509*X),Round(36*Y),Round(509*X),Round(250*Y));
{Ground Wire Top}

end
else
WriteLn('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
Ch:=ReadKey;
CloseGraph;

```

สารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 WriteLn('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
 Ch:=ReadKey; ๑ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 CloseGraph;

```

#####
#                                     #
#          PICTURE OF 69 KV POLE      #
#          ANGLE POLE WITH GUY OR DEAD END POLE          #
#####
]

```

```

uses crt,graph;
var

```

```

  grDriver,grMode,ErrCode      : Integer;
  X,Y                          : Real;
  Ch                            : Char;

```

```

BEGIN
  grDriver := Detect;
  InitGraph(grDriver,grMode,'');
  ErrCode := GraphResult;
  X:= (GetMaxX/640);
  Y:= (GetMaxY/480);

```

```

  if ErrCode=grOK then
  begin

```

```

    SetColor(LightCyan);
    Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(620*X),Round(460*Y));
    Line(Round(210*X),Round(5*Y),Round(210*X),Round(460*Y));
    Line(Round(415*X),Round(5*Y),Round(415*X),Round(460*Y));
    Line(Round(5*X),Round(30*Y),Round(620*X),Round(30*Y));
    Line(Round(415*X),Round(300*Y),Round(620*X),Round(300*Y));
    SetColor(LightGreen);
    SetTextStyle(2,0,6);
    OutTextXY(Round(60*X),Round(10*Y),'FRONT VIEW');
    OutTextXY(Round(265*X),Round(10*Y),'SIDE VIEW');
    OutTextXY(Round(470*X),Round(10*Y),'TOP VIEW');

```

```

    SetColor(Yellow);
    SetTextStyle(1,0,3);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(350*Y),'69 KV POLE');
    SetTextStyle(1,0,1);
    OutTextXY(Round(450*X),Round(380*Y),'ANGLE POLE WITH GUY');
    OutTextXY(Round(450*X),Round(410*Y),'OR DEAD END POLE');

```

```

    {FRONT VIEW}
    SetColor(White);
    Rectangle(Round(100*X),Round(70*Y),Round(110*X),Round(450*Y));
    Rectangle(Round(60*X),Round(80*Y),Round(150*X),Round(85*Y));
    Rectangle(Round(60*X),Round(120*Y),Round(150*X),Round(125*Y));
    Rectangle(Round(60*X),Round(160*Y),Round(150*X),Round(165*Y));

```

```

    Line(Round(75*X),Round(85*Y),Round(105*X),Round(100*Y));
    Line(Round(75*X),Round(125*Y),Round(105*X),Round(140*Y));
    Line(Round(75*X),Round(165*Y),Round(105*X),Round(180*Y));
    Line(Round(135*X),Round(85*Y),Round(105*X),Round(100*Y));
    Line(Round(135*X),Round(125*Y),Round(105*X),Round(140*Y));
    Line(Round(135*X),Round(165*Y),Round(105*X),Round(180*Y));

```

```

    SetColor(LightGray);
    Ellipse(Round(145*X),Round(90*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(145*X),Round(94*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(145*X),Round(98*Y),0,360,3,1);
    Ellipse(Round(145*X),Round(102*Y),0,360,3,1);

```

ใช้งานนั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไปถึงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Ellipse (Round (145*X) , Round (106*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
Ellipse (Round (145*X) , Round (130*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
Ellipse (Round (145*X) , Round (134*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
Ellipse (Round (145*X) , Round (138*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
Ellipse (Round (145*X) , Round (142*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
Ellipse (Round (145*X) , Round (146*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
{Insulator}

Ellipse (Round (145*X) , Round (170*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
Ellipse (Round (145*X) , Round (174*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
Ellipse (Round (145*X) , Round (178*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
Ellipse (Round (145*X) , Round (182*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;
Ellipse (Round (145*X) , Round (186*Y) , 0 , 360 , 3 , 1) ;

Rectangle (Round ( 98*X) , Round (35*Y) , Round (100*X) , Round (78*Y)) ;
Rectangle (Round (100*X) , Round (35*Y) , Round (102*X) , Round (37*Y)) ;
{Ground Support}

{SIDE VIEW}
SetColor (White) ;
Rectangle (Round (310*X) , Round ( 70*Y) , Round (320*X) , Round (450*Y)) ;
{Pole}

Rectangle (Round (304*X) , Round ( 80*Y) , Round (310*X) , Round ( 85*Y)) ;
Rectangle (Round (304*X) , Round (120*Y) , Round (310*X) , Round (125*Y)) ;
Rectangle (Round (304*X) , Round (160*Y) , Round (310*X) , Round (165*Y)) ;
{Cross-Arm}

Rectangle (Round (308*X) , Round ( 85*Y) , Round (310*X) , Round (100*Y)) ;
Rectangle (Round (308*X) , Round (125*Y) , Round (310*X) , Round (140*Y)) ;
Rectangle (Round (308*X) , Round (165*Y) , Round (310*X) , Round (180*Y)) ;
{Cross-Arm Support}

Rectangle (Round (321*X) , Round ( 85*Y) , Round (323*X) , Round (100*Y)) ;
Rectangle (Round (321*X) , Round (125*Y) , Round (323*X) , Round (140*Y)) ;
Rectangle (Round (321*X) , Round (165*Y) , Round (323*X) , Round (180*Y)) ;

SetColor (LightGray) ;
Rectangle (Round (314*X) , Round (35*Y) , Round (317*X) , Round (78*Y)) ;
Rectangle (Round (314*X) , Round (35*Y) , Round (317*X) , Round (37*Y)) ;
{Ground Support}

{TOP VIEW}
SetColor (White) ;
Rectangle (Round (510*X) , Round ( 90*Y) , Round (520*X) , Round (100*Y)) ;
Rectangle (Round (470*X) , Round (100*Y) , Round (560*X) , Round (105*Y)) ;
{Pole}
{Cross-Arm}

SetColor (LightGray) ;
Rectangle (Round (508*X) , Round (94*Y) , Round (512*X) , Round (96*Y)) ;
Rectangle (Round (508*X) , Round (94*Y) , Round (510*X) , Round (96*Y)) ;
{Ground Support}

SetColor (LightGray) ;
Line (Round (100*X) , Round (40*Y) , Round (102*X) , Round (40*Y)) ;
Line (Round (102*X) , Round (40*Y) , Round (102*X) , Round (50*Y)) ;
Line (Round (102*X) , Round (50*Y) , Round (112*X) , Round (70*Y)) ;
Line (Round (112*X) , Round (70*Y) , Round (112*X) , Round (80*Y)) ;
Line (Round (112*X) , Round (80*Y) , Round (110*X) , Round (80*Y)) ;
Line (Round (110*X) , Round (80*Y) , Round (110*X) , Round (70*Y)) ;
Line (Round (110*X) , Round (70*Y) , Round (100*X) , Round (50*Y)) ;
Line (Round (100*X) , Round (40*Y) , Round (102*X) , Round (40*Y)) ;
{Ground Support Front}

Line (Round (314*X) , Round (40*Y) , Round (317*X) , Round (40*Y)) ;
{Ground Support Side}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Rectangle(Round(508*X),Round(94*Y),Round(522*X),Round(96*Y));{Ground Support Top}

Circle(Round(145*X),Round(83*Y),3);

Circle(Round(145*X),Round(83*Y),4);

Circle(Round(145*X),Round(123*Y),3);

{Insulator Front}

Circle(Round(145*X),Round(123*Y),4);

Circle(Round(145*X),Round(163*Y),3);

Circle(Round(145*X),Round(163*Y),4);

Ellipse(Round(315*X),Round(90*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(94*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(98*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(102*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(106*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(130*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(134*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(138*Y),0,360,3,1);

{Middle Insulator Side}

Ellipse(Round(315*X),Round(142*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(146*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(170*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(174*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(178*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(182*Y),0,360,3,1);

Ellipse(Round(315*X),Round(186*Y),0,360,3,1);

Circle(Round(555*X),Round(95*Y),3);

{Insulator Top}

Circle(Round(555*X),Round(95*Y),4);

SetColor(White);

Rectangle(Round(320*X),Round(80*Y),Round(326*X),Round(85*Y));

Rectangle(Round(320*X),Round(120*Y),Round(326*X),Round(125*Y));

{Double Cross-Arm Si

Rectangle(Round(320*X),Round(160*Y),Round(326*X),Round(165*Y));

Rectangle(Round(310*X),Round(82*Y),Round(320*X),Round(83*Y));

Rectangle(Round(310*X),Round(122*Y),Round(320*X),Round(123*Y));

{Insulator Support S

Rectangle(Round(310*X),Round(162*Y),Round(320*X),Round(163*Y));

{Insulator Support Side}

Rectangle(Round(470*X),Round(85*Y),Round(560*X),Round(90*Y));

{Cross-Arm Top}

Rectangle(Round(554*X),Round(90*Y),Round(556*X),Round(100*Y));

{Insulator Support

Rectangle(Round(475*X),Round(90*Y),Round(477*X),Round(100*Y));

SetColor(LightGray);

Ellipse(Round(283*X),Round(83*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(286*X),Round(83*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(289*X),Round(83*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(292*X),Round(83*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(295*X),Round(83*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(298*X),Round(83*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(301*X),Round(83*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(283*X),Round(123*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(286*X),Round(123*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(289*X),Round(123*Y),0,360,1,3);

Ellipse(Round(292*X),Round(123*Y),0,360,1,3);

{Extra Insulator Side}

งานนั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ทางอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ellipse (Round (295*X) , Round (123*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (298*X) , Round (123*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (301*X) , Round (123*Y) , 0, 360, 1, 3) ;

Ellipse (Round (283*X) , Round (163*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (286*X) , Round (163*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (289*X) , Round (163*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (292*X) , Round (163*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (295*X) , Round (163*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (298*X) , Round (163*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (301*X) , Round (163*Y) , 0, 360, 1, 3) ;

Ellipse (Round (323*X) , Round (93*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (326*X) , Round (93*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (329*X) , Round (93*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (332*X) , Round (93*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (335*X) , Round (93*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (338*X) , Round (93*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (341*X) , Round (93*Y) , 0, 360, 1, 3) ;

Ellipse (Round (323*X) , Round (133*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (326*X) , Round (133*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (329*X) , Round (133*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (332*X) , Round (133*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (335*X) , Round (133*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (338*X) , Round (133*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (341*X) , Round (133*Y) , 0, 360, 1, 3) ;

{Extra Insulator Side2}

Ellipse (Round (323*X) , Round (173*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (326*X) , Round (173*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (329*X) , Round (173*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (332*X) , Round (173*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (335*X) , Round (173*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (338*X) , Round (173*Y) , 0, 360, 1, 3) ;
Ellipse (Round (341*X) , Round (173*Y) , 0, 360, 1, 3) ;

Ellipse (Round (515*X) , Round (64*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (515*X) , Round (67*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (515*X) , Round (70*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (515*X) , Round (73*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (515*X) , Round (76*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (515*X) , Round (79*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (515*X) , Round (82*Y) , 0, 360, 3, 1) ;

{Extra Insulator Top1}

Ellipse (Round (555*X) , Round (108*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (555*X) , Round (111*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (555*X) , Round (114*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (555*X) , Round (117*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (555*X) , Round (120*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (555*X) , Round (123*Y) , 0, 360, 3, 1) ;
Ellipse (Round (555*X) , Round (126*Y) , 0, 360, 3, 1) ;

{Extra Insulator Top2}

SetColor (Yellow) ;

Line (Round (105*X) , Round (450*Y) , Round (105*X) , Round (85*Y)) ;
Line (Round (220*X) , Round (450*Y) , Round (310*X) , Round (85*Y)) ;
Line (Round (220*X) , Round (450*Y) , Round (310*X) , Round (125*Y)) ;
Line (Round (220*X) , Round (450*Y) , Round (310*X) , Round (165*Y)) ;

ตหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เอ {Guy 69 kv} การนำไปใช้

```
Line(Round(515*X),Round(100*Y),Round(515*X),Round(200*Y)); {Guy Top}
```

```
SetColor(LightRed);
```

```
Circle(Round(145*X),Round(83*Y),1);
```

```
Circle(Round(145*X),Round(123*Y),1);
```

```
Circle(Round(145*X),Round(163*Y),1);
```

```
Circle(Round(145*X),Round(110*Y),1);
```

```
Circle(Round(145*X),Round(150*Y),1);
```

```
Circle(Round(145*X),Round(190*Y),1);
```

{Cable Front}

```
Line(Round(145*X),Round(83*Y),Round(145*X),Round(110*Y));
```

```
Line(Round(145*X),Round(123*Y),Round(145*X),Round(150*Y));
```

```
Line(Round(145*X),Round(163*Y),Round(145*X),Round(190*Y));
```

```
Line(Round(110*X),Round(93*Y),Round(145*X),Round(110*Y));
```

```
Line(Round(110*X),Round(133*Y),Round(145*X),Round(150*Y));
```

```
Line(Round(110*X),Round(173*Y),Round(145*X),Round(190*Y));
```

```
Line(Round(220*X),Round(83*Y),Round(280*X),Round(83*Y));
```

```
Line(Round(220*X),Round(123*Y),Round(280*X),Round(123*Y));
```

```
Line(Round(220*X),Round(163*Y),Round(280*X),Round(163*Y));
```

```
Line(Round(280*X),Round(110*Y),Round(348*X),Round(110*Y));
```

```
Line(Round(280*X),Round(150*Y),Round(348*X),Round(150*Y));
```

```
Line(Round(280*X),Round(190*Y),Round(348*X),Round(190*Y));
```

{Cable Side}

```
Line(Round(342*X),Round(94*Y),Round(400*X),Round(94*Y));
```

```
Line(Round(342*X),Round(134*Y),Round(400*X),Round(134*Y));
```

```
Line(Round(342*X),Round(174*Y),Round(400*X),Round(174*Y));
```

```
Ellipse(Round(280*X),Round(83*Y),180,270,20,26);
```

```
Ellipse(Round(280*X),Round(123*Y),180,270,20,26);
```

```
Ellipse(Round(280*X),Round(163*Y),180,270,20,26);
```

```
Ellipse(Round(342*X),Round(94*Y),270,360,20,16);
```

```
Ellipse(Round(342*X),Round(134*Y),270,360,20,16);
```

```
Ellipse(Round(342*X),Round(174*Y),270,360,20,16);
```

```
Line(Round(555*X),Round(130*Y),Round(555*X),Round(250*Y)); {Cable Top}
```

```
Line(Round(514*X),Round(40*Y),Round(514*X),Round(63*Y));
```

```
Ellipse(Round(515*X),Round(84*Y),0,90,40,35);
```

```
SetColor(LightBlue);
```

```
Circle(Round(101*X),Round(36*Y),1);
```

{Ground Wire Front}

```
Line(Round(215*X),Round(36*Y),Round(410*X),Round(36*Y)); {Ground Wire Side}
```

```
Line(Round(509*X),Round(36*Y),Round(509*X),Round(250*Y)); {Ground Wire Top}
```

```
end
```

```
else
```

```
WriteLn('Graphics error:',GraphErrorMsg(ErrCode));
```

```
Ch:=ReadKey;
```

```
CloseGraph;
```

```
END.
```

PICTURE OF SPAN-SAG

```

uses crt,graph;
var
  grDriver,grMode,ErrCode      : Integer;
  X,Y                          : Real;
  Ch                            : Char;
BEGIN
  grDriver := Detect;
  InitGraph(grDriver,grMode,'');
  ErrCode := GraphResult;
  X:= (GetMaxX/640);
  Y:= (GetMaxY/480);

  if ErrCode=grOK then
  begin
    SetColor(LightCyan);
    Rectangle(Round(5*X),Round(5*Y),Round(635*X),Round(460*Y)); {Frame}
    Line(Round(5*X),Round(300*Y),Round(635*X),Round(300*Y));    {Ground Floor}

    SetColor(LightGreen);
    Rectangle(Round(170*X),Round(250*Y),Round(173*X),Round(300*Y));{Pole}
    Rectangle(Round(470*X),Round(250*Y),Round(473*X),Round(300*Y));

    SetColor(Yellow);
    Ellipse(Round(320*X),Round(248*X),180, 0,150,20);
    Ellipse(Round( 20*X),Round(248*X),265, 0,150,20); {Cable}
    Ellipse(Round(620*X),Round(248*X),180,275,150,20);

    SetColor(LightRed);
    Line(Round(172*X),Round(220*Y),Round(250*X),Round(220*Y));
    Line(Round(390*X),Round(220*Y),Round(472*X),Round(220*Y));
    Line(Round(172*X),Round(215*Y),Round(172*X),Round(225*Y));
    Line(Round(472*X),Round(215*Y),Round(472*X),Round(225*Y));

    Line(Round(317*X),Round(250*Y),Round(327*X),Round(250*Y));
    Line(Round(317*X),Round(272*Y),Round(327*X),Round(272*Y));
    Line(Round(322*X),Round(250*Y),Round(322*X),Round(272*Y));

    Line(Round(322*X),Round(261*Y),Round(402*X),Round(261*Y));
    Line(Round(402*X),Round(261*Y),Round(402*X),Round(237*Y));
    Line(Round(402*X),Round(237*Y),Round(390*X),Round(237*Y));

    SetTextStyle(2,0,5);
    OutTextXY(Round(272*X),Round(215*Y),'Span = '+ParamStr(1)+' m');
    SetTextStyle(2,0,5);
    OutTextXY(Round(280*X),Round(230*Y),'Sag = '+ParamStr(2)+' m');
  end
  else
    WriteLn('Graphic Error');
    Ch:=ReadKey;
    CloseGraph;
  END

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

