

บรรณานุกรม:



หนังสือ

ประทอง กรรณสูต. สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
ไทยวัฒนาพานิช, 2522.

ไพฑูรย์ สีนลารัตน์. ปรัชญาการศึกษาเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬา
ลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

มนตรี อ่ำพันธุ์สุข. วิศวกรรมการผลิต ส่ง และจ่ายกำลังไฟฟ้า. สงขลา: แผนกวิชาช่าง
ไฟฟ้ากำลัง คณะวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา วิทยาเขต
เทคนิคภาคใต้, 2520.

วิรุฬห์ สีสลาหุทธิ์. เทคโนโลยีทางการศึกษา (วัสดุอุปกรณ์การเรียนการสอน). กรุงเทพ
มหานคร: แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2518.

_____ เทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

วิเชียร เกตุสิงห์. สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยการศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2524.

ศักดิ์กา สิริพันธ์. เทคนิคการถ่ายภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,
2523.

บทความ

ศิลาชัย พิชเชนทรโยธิน. "โรงไฟฟ้าลอยน้ำ." วารสารวิศวกรรมสาร 1 (มกราคม 2524): 77-80.

เอกสารอื่นๆ

ภูศล อีสตุลย์. "การสร้างสไลด์เทปเสียงสำหรับการสอนเป็นรายบุคคลวิชาความรู้เกี่ยวกับศิลปะในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชา โสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.

จันทร์เพ็ญ ไทยประยูร. "การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่ได้จากการสอนโดยใช้ภาพสีและภาพขาวดำ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2510.

จริยา บัณฑราช. "ผลของภาพสีและภาพขาวดำที่มีต่อการเรียนรู้วิชาภาษาไทยของนักเรียน อนุบาลในระดับประถมศึกษาตอนต้น." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต แผนกวิชา โสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2516.

ฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, การไฟฟ้า. "รายงานประจำปี 2519." กรุงเทพมหานคร: การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2520.

วิชาการ, กรม. "เชื่อมั่นน่าสนใจ." กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ, 2518.

Books

Brown, James W. A.V. Instructional and Method. 3d ed. New York: McGraw-Hill Book Co., 1972.

Garret, Henry E. Statistic in Psychology and Education. New York: Longmans Green and Co., 1950.

Hass, Kenneth B., and Packer, Harry Q. Preparation and Use of Audio-Visual Aids. 3d ed. Englewood: Cliffs, N. J. Prentice-Hall, 1960.

Oliver, James L. "Technological Aids and Independent Study", Independent Study, pp. 141-148. Copyright by Indiana University Press, 1965.

Sears, Francis Weston, and Zemansky, Mark W. "Part 2: Electricity and Magnetism-Light-Atomic Physics", College Physics. 3d ed. Addition-Wesley World Student Series Edition. Tokyo: Insatsu Co., 1963.

Stevenson, William D. Elements of Power System Analysis. 2d ed. International Student Edition. Tokyo: McGraw-Hill Kogusha, Toshio Printing., 1962.

Wittich, Walter Arno, and Schuller, Charles Francis. Audio-Visual Materials, Their Nature and Use. New York: Harper and Brother, 1957.

Articles

Chute, Alan G. "Analysis of the Instructional Functions of Color and Monochrome Cuing in Media Presentation." Educational Communication and Technology Journal, Vol. 27, No. 4 (1979): 252.

- Chute, Alan G. "Effect of Color and Monochrome Versions of a Film on Incidental and Task-Relevant Learning." Educational Communication and Technology Journal, Vol. 28, No 1 (1980): 2703 A.
- Harry, Hal. "The Effect of Realistic Color on Attention to an Audiovisual Presentation under Varying Audio Information Loads." Dissertation Abstracts International, Vol. 39, No. 9 (1979): 5276 A.
- Josephine, Theodora. "The Interactive Effects of Color and Cognitive Style on a Pictorial Recognition Memory Task." Dissertation Abstracts International, Vol. 40, No. 8 (1980): 4367 A.
- Meer, Vander A.W. "Color vs Black and White in Instructional Films", AV Communication Review, 2 (1954): 121-124.
- Michael, John. " A Comparative Study of the Effects of Colored VS Black and White Illustrations in the Testing of Language Comprehension in Children." Dissertation Abstracts International, Vol. 39, No. 5 (1978): 2703 A.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก. ว. ค. ส. น. ว. ก.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 อำนาจจำแนกของข้อสอบ (Vi) และระดับความยากของข้อสอบ (Di)
แต่ละข้อ

ข้อที่	Rh	Rl	Rh-Rl	Rh+Rl	Vi	Di
1	17	13	4	30	.20	.75
2	18	13	5	31	.25	.76
3	19	15	4	34	.20	.85
4	12	8	4	20	.20	.50
5	15	11	4	26	.20	.65
6	19	15	4	34	.20	.85
7	18	12	6	30	.30	.75
8	16	12	4	28	.20	.70
9	19	15	4	34	.20	.85
10	16	12	4	28	.20	.70
11	15	11	4	26	.20	.65
12	19	15	4	34	.20	.85
13	14	6	8	20	.40	.50
14	13	8	5	21	.25	.53
15	15	7	8	22	.40	.55
16	14	6	8	20	.40	.50
17	15	7	8	22	.40	.55
18	16	12	4	28	.20	.70
19	15	11	4	26	.20	.65
20	16	8	8	24	.40	.60

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ข้อที่	Rh	Rl	Rh-Rl	Rh+Rl	Vi	Di
21	18	14	4	32	.20	.80
22	16	11	5	27	.25	.68
23	16	12	4	28	.20	.70
24	18	14	4	32	.20	.80
25	19	14	5	33	.25	.83

3. การหาความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

1. กำหนดค่ามัธยฐาน เลขคณิตของคะแนนการทำแบบทดสอบ

$$\bar{X} = \frac{\sum fx}{N}$$

$$= \frac{1187}{40}$$

$$= 29.675$$

2. ค่าความแปรปรวนของคะแนนการทำแบบทดสอบ (S^2)

$$S = \sqrt{\frac{fx^2}{N} - \left[\frac{fx}{N} \right]^2}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{36175}{40} - \left[\frac{1187}{40}\right]^2} \\
 &= \sqrt{904.375 - 880.605} \\
 &= \sqrt{23.77} \\
 s^2 &= 23.77
 \end{aligned}$$

3. การหาความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ (Reliability) โดยใช้สูตรที่ 21 ของ กูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson 21)

สูตร

$$r_{K-21} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\bar{X}(K - \bar{X})}{KS^2} \right]$$

r_{K-21} = ความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

K = จำนวนข้อทดสอบในแบบทดสอบ

\bar{X} = มีชนิยม เลขคณิตของคะแนนการทำแบบทดสอบ

s^2 = ความแปรปรวนของคะแนนการทำแบบทดสอบ

$$\begin{aligned}
 r_K &= \frac{42}{42-1} \left[1 - \frac{29.68(42 - 29.68)}{42 \times 23.77} \right] \\
 &= 0.65
 \end{aligned}$$

ดังนั้นจากการคำนวณที่ได้นี้ ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.65

5. การเปรียบเทียบผลการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง วิเคราะห์โดยสอบค่าที (t-test) จากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[\frac{(N_1 - 1) S_1^2 + (N_2 - 1) S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right] \left[\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right]}}$$

\bar{X}_1 = มีชัฒม เลขคณิตของคะแนนการทำแบบทดสอบของกัฒมทดลอง

\bar{X}_2 = มีชัฒม เลขคณิตของคะแนนการทำแบบทดสอบของกัฒมควบคุม

N_1 = จำนวนนักศึกษากัฒมทดลอง

N_2 = จำนวนนักศึกษากัฒมควบคุม

S_1 = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกัฒมทดลอง

S_2 = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกัฒมควบคุม

$$t = \frac{15.88 - 15.72}{\sqrt{\left[\frac{(25 - 1)8.18 + (25 - 1)6.76}{25 + 25 - 2} \right] \left[\frac{1}{25} + \frac{1}{25} \right]}}$$

$$= \frac{0.16}{\sqrt{\left[\frac{358.56}{48} \right] \left[\frac{2}{25} \right]}}$$

$$= 0.207$$

$$t = 0.207$$

ถ้า t จากตารางที่ $df = 48$ และที่ระดับนัยสำคัญ $.01$ มีค่า 2.412 ซึ่งมากกว่าที่คำนวณได้ จึงยอมรับสมมติฐานที่ว่า ความจำจากการดูด้วยสไลด์สี กับความจำจากการดูด้วยสไลด์ขาวดำ ของนักศึกษาระดับประโยควิชาชีพชั้นสูงในวิชาไฟฟ้าไม่มีผลแตกต่างกัน

แบบทดสอบหลังบทเรียน

วิชา การส่งและจ่ายกำลังไฟฟ้า เรื่อง พารามิเตอร์ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง

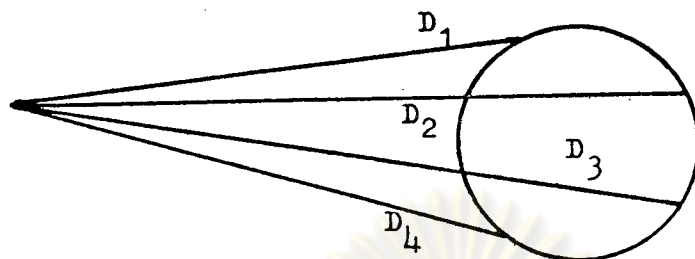
ชั้น ประโยควิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 เวลา 10 นาที

คำสั่ง จงกากบาทข้อที่ท่านเห็นว่าถูกต้องที่สุด

1. สำนักงานใหญ่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยตั้งอยู่ที่ใด ?
 - ก. โรงจักรไฟฟ้าพระนครเหนือ
 - ข. โรงจักรไฟฟ้าพระนครใต้
 - ค. โรงไฟฟ้าสามเสน
 - ง. โรงไฟฟ้าวัดเลียบ
2. ขณะนี้โรงจักรไฟฟ้าเขื่อนภูมิพลมีเครื่องผลิตกระแสไฟฟ้ากี่ชุด ?
 - ก. 5 ชุด
 - ข. 6 ชุด
 - ค. 7 ชุด
 - ง. 8 ชุด
3. ลักษณะของเขื่อนจุฬาภรณ์เป็นแบบใด ?
 - ก. เป็นเขื่อนคอนกรีตเสริมเหล็ก
 - ข. เป็นเขื่อนหินทิ้งแกนกลางเป็นดินเหนียว
 - ค. เป็นเขื่อนดิน
 - ง. เป็นเขื่อนกรับ

4. โรงจักรผลิตกำลังไฟฟ้าที่อำเภอชนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นโรงจักรแบบใด ?
- โรงจักรไฟฟ้ากำลังคลื่นไต้น้ำ
 - โรงจักรไฟฟ้าดีเซล
 - โรงจักรไฟฟ้าไอน้ำ
 - โรงจักรไฟฟ้ากังหันแก๊ส
5. โรงจักรไฟฟ้าที่นำมาเสนอครั้งนี้มีกี่แห่ง ?
- 5 แห่ง
 - 6 แห่ง
 - 7 แห่ง
 - 8 แห่ง
6. สายส่งไฟฟ้าที่เรียกว่า Stranded wire เป็นสายชนิดใด ?
- สายลวดเหล็กตีเกลียวเป็นเส้นเดี่ยว (ซึ่งรู้จักโดยทั่วไปว่าลวดสลิง)
 - สายลวดทองแดงเส้นเดี่ยวโดด ๆ
 - สายอลูมิเนียมเส้นเล็ก ๆ ตีเกลียวเป็นเส้นเดี่ยว
 - ท่ออลูมิเนียมที่ใช้ทำ Ring bus ในสถานีไฟฟ้าย่อย
7. ระยะทางเฉลี่ยเรขาคณิต (G.M.D.) หมายถึงอะไร ?
- ระยะทางเฉลี่ยของระยะเฟสทั้งสาม
 - ระยะระหว่างจุดกึ่งกลางของกลุ่มสายส่งถึงสายกันฟ้าผ่า
 - ระยะทางระหว่างจุดกึ่งกลางของกลุ่มสายส่งกับพื้นโลก
 - ระยะระหว่างสายกันฟ้าผ่ากับพื้นดิน

8. จากรูปจงหาระยะทางเฉลี่ยเรขาคณิต



- ก. $D_m = \sqrt[4]{D_1 D_2 D_3 D_4}$
- ข. $D_m = \sqrt[n]{D_1 D_2 D_3 D_4}$
- ค. $D_m = \sqrt[4]{D_1 + D_2 + D_3 + D_4}$
- ง. $D_m = \sqrt[4]{D_1 - D_2 - D_3 - D_4}$



9. ถ้าเฉลี่ยเรขาคณิตของสาย Solid wire (r') มีค่าเท่าใด ?

- ก. 1.0000 r
- ข. 0.6677 r
- ค. 0.7788 r
- ง. 0.9977 r

10. สายส่งแรงสูงในเมืองไทยที่ใช้ติดตั้ง ส่วนมากเป็นสายชนิดใด ?

- ก. สายทองแดง
- ข. สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก
- ค. สายอลูมิเนียมล้วน
- ง. สายทองแดงแกนเหล็ก

11. สายส่งไฟฟ้าแรงสูงในเมืองไทยใช้แรงดันเท่าใดมากที่สุด ?
- 69 เค.วี.
 - 115 เค.วี.
 - 230 เค.วี.
 - 345 เค.วี.
12. อินดักแตนซ์ทำให้อะไรของไฟฟ้าที่ปลายทางหรือที่ Load เปลี่ยนแปลง ?
- กระแส
 - แรงดัน
 - เฟส
 - ก, ข, และ ค
13. เหตุใดจึงใส่แกนเหล็กในสายอลูมิเนียมเพื่อทำเป็นสายอลูมิเนียมแกนเหล็ก ?
- เพื่อทำให้สายแข็งไม่หักงอได้ง่าย
 - เพื่อรับแรงดึงที่เกิดขึ้นในสาย
 - เพื่อให้กระแสไหลเฉพาะอลูมิเนียมที่อยู่ส่วนนอกของแกนเหล็ก
 - เพื่อให้กระแสไหลมากขึ้นกว่าข้อ ค
14. ผลลัพธ์อินดักแตนซ์ของสายส่งไฟฟ้าแรงสูงเป็นเท่าใด ?
- $L_t = L_{int} - L_{ext}$
 - $L_t = L_{ext} - L_{int}$
 - $L_t = L_{ext} + L_{int}$
 - $L_t = \frac{L_{ext}}{L_{int}}$

15. คาปาซิแตนซ์ของสายส่งแรงสูงเกิดขึ้นได้ด้วยเหตุใด ?
- มีความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสายส่ง
 - สายส่งเส้นหนึ่งเป็นบวกอีกเส้นหนึ่งเป็นลบ
 - เกิดสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำซึ่งกันและกัน
 - เกิดเพราะกระแสไหลในแต่ละสายส่งไม่เท่ากัน
16. การวางสายส่งแรงสูงข้ามจังหวัดแบบใดที่ใช้มากที่สุด ?
- แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า
 - แบบหกเหลี่ยม
 - แบบสามเหลี่ยม
 - แบบห้าเหลี่ยม
17. การวางสายส่งแรงสูงแบบใดที่ไม่เห็นจากภาพถ่ายจากของจริง ?
- แบบเรียงกันไปในแนวนอน
 - แบบเรียงกันไปในแนวตั้ง
 - แบบหกเหลี่ยม
 - แบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า
18. การวางสายแบบ Bunded Conductors ที่เห็นอยู่ในภาพต่าง ๆ ของระบบสามเฟส มีกี่สาย ?
- 2 สาย
 - 3 สาย
 - 5 สาย
 - 6 สาย

19. อินดักแตนซ์ของสายส่งขึ้นอยู่กับอะไร ?
- แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายส่ง
 - กระแสไฟฟ้าในสายส่ง
 - ขนาดความโตของสายส่งและระยะระหว่างเฟส
 - ความสูงของสายที่ติดตั้งบนเสาโครงเหล็ก
20. การไขว้สายทำเพื่ออะไร ?
- เพื่อความสะดวกในการชิงสาย
 - เพื่อให้ค่าอินดักแตนซ์หมดไปในแต่ละเฟส
 - เพื่อให้ค่าคาปาซิแตนซ์หมดไปในแต่ละเฟส
 - เพื่อให้ค่าอินดักแตนซ์และค่าคาปาซิแตนซ์ในแต่ละเฟสมีค่าเท่ากัน
21. ข้อใดทำให้พลังงานไฟฟ้าในสายส่งสูญเสียมากที่สุด ?
- อินดักแตนซ์
 - คาปาซิแตนซ์
 - คอนดักแตนซ์
 - รีซิสแตนซ์
22. ลูกถ้วยที่ใช้กับสายส่งจากเขื่อนภูมิพลมายังกรุงเทพมหานคร. ควรเป็นข้อใด ?
- 2 ลูก
 - 3 ลูก
 - 4 ลูก
 - มากกว่า 4 ลูก

23. ลูกถ้วยที่ใช้กับสายส่งแรงสูงบนเสาโครงสร้างเหล็กเป็นลูกถ้วยแบบใด ?
- pin type
 - suspension type
 - post type
 - strain type
24. สันเขื่อนจุฬาภรณ์ยาวเท่าไร ?
- 400 เมตร
 - 500 เมตร
 - 600 เมตร
 - 700 เมตร
25. การส่งกำลังไฟฟ้าไปตามสายแรงสูงจนเกิด Corona loss ทำให้เกิดอะไรขึ้น ?
- ทำให้ชาวบ้านไม่กล้าเข้าใกล้ เพราะอาจตายได้
 - ทำให้มีการรบกวนสัญญาณวิทยุและโทรทัศน์
 - ทำให้มีการรับโทรทัศน์เลวลงแต่รับวิทยุได้ดีขึ้น
 - ถ้าสายโทรศัพท์วางไว้ใกล้หรือใต้สายส่งแรงสูง จะได้ยินโทรศัพท์ชัดเจนกว่าเดิม

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สกริปบทเรียนวิชาไฟฟ้า

เรื่อง ทารามิเตอร์ระบบสายส่งไฟฟ้าแรงสูง

สำหรับนักศึกษาระดับประโยควิชาชีพชั้นสูง

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 2

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
1	สไลด์มิต		5 วินาที
2	Cap. ทารามิเตอร์สายส่งไฟฟ้าแรงสูง		10 วินาที
3	Cap. โดย นายศรศักดิ์ กัตโนภาส		10 วินาที
4	Cap. อาจารย์ที่ปรึกษา		10 วินาที
5	Cap. ผศ. วิรุฬห์ ลีลาพฤทธิ์		10 วินาที
6	Cap. มนตรี อำพันสุข		8 วินาที

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
7	L.S. โรงจักรไฟฟ้าพระนครเหนือ	พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นใช้ในประเทศปัจจุบันนี้ ผลิตจากโรงจักรไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นรัฐวิสาหกิจ เช่น	12 วินาที
8	M.S. โรงจักรไฟฟ้าพระนครเหนือ	โรงจักรไฟฟ้าพระนครเหนือ เป็นโรงจักรแบบไอน้ำ ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 550 เมกะวัตต์	
9	L.S. บริเวณโรงจักรไฟฟ้าพระนครเหนือ	นอกจากนี้โรงจักรพระนครเหนือยังเป็นที่ตั้งสำนักงานใหญ่ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยด้วย	
10	L.S. เขื่อนภูมิพล	โรงจักรไฟฟ้าที่เขื่อนภูมิพล ตั้งอยู่ที่ อ.สามเงา จ.ตาก เป็นโรงจักรไฟฟ้าจากพลังน้ำ ลักษณะของเขื่อนเป็นคอนกรีตรูปโค้ง ยาว 488 เมตร สูง 154 เมตร	
11	M.S. เจนเนอเรเตอร์ภายในโรงจักรไฟฟ้าเขื่อนภูมิพล	โรงจักรไฟฟ้าที่เขื่อนภูมิพล มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอยู่ทั้งหมด 6 ชุด ตั้งอยู่ในแนวตั้ง มีกำลังผลิตชุดละ 70 เมกะวัตต์	

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
12	L.S. โรงจักรไฟฟ้าเขื่อนสิริกิติ์	โรงจักรไฟฟ้าที่เขื่อนสิริกิติ์ เป็นโรงจักรไฟฟ้าจากพลังน้ำเช่นเดียวกัน อยู่ที่ อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์ มีกำลังผลิต 500 เมกะวัตต์ ลักษณะเป็นเขื่อนหินที่ใหญ่มาก มีแกนกลางเป็นดินเหนียว ยาวถึง 800 เมตร	
13	L.S. เขื่อนจุฬาภรณ์	โรงจักรไฟฟ้าเขื่อนจุฬาภรณ์ เป็นโรงจักรไฟฟ้าจากพลังน้ำอีกแห่งหนึ่ง อยู่ที่ อ.คอนสาร จ.ชัยภูมิ ตัวเขื่อนเป็นแบบหินทิ้ง แกนกลางเป็นดินเหนียว สูง 40 เมตร สันเขื่อนยาว 700 เมตร มีกำลังผลิต 40 เมกะวัตต์	
14	M.S. โรงจักรไฟฟ้าแม่เมาะ	โรงจักรไฟฟ้าแม่เมาะ ตั้งอยู่ที่ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง เป็นโรงจักรไอน้ำใช้ถ่านลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิง มีกำลังผลิต 150 เมกะวัตต์	
15	M.S. โรงจักรไฟฟ้าลอยน้ำ	โรงจักรไฟฟ้าลอยน้ำ ที่ อ.ชนอม จ. นครศรีธรรมราช เป็นโรงจักรไฟฟ้าที่ติดตั้งสำเร็จบนเรือ ลากจูงมาจากประเทศญี่ปุ่น นำมาติดตั้งไว้บนแท่นคอนกรีตบนพื้นดิน มีกำลังผลิต 75 เมกะวัตต์	25 วินาที

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
16	L.S. ภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง แบบโครงเหล็ก	กระแสไฟฟ้าที่ผลิตจากโรงจักรไฟฟ้า กังกลาว และจากอีกหลาย ๆ แห่ง จะส่งด้วยสายไฟแรงสูง ติดตั้งบนเสา โครงเหล็ก แรงดันในสายส่งจะมีตั้งแต่ 230 เภ.วี., 115 เภ.วี. และ 69 เภ.วี.	
17	L.S. ภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง แบบโครงเหล็ก		10 วินาที
18	L.S. ภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง แบบโครงเหล็ก		10 วินาที
19	L.S. ภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง แบบโครงเหล็ก		10 วินาที
20	M.S. ภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง แบบโครงเหล็ก		10 วินาที
21	M.S. ภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง แบบโครงเหล็ก		10 วินาที

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
22	M.S. ภาพเสาไฟฟ้าแรงสูง แบบโครงเหล็ก		10 วินาที
23	C.U. Solid wire	ก่อนอื่นนักศึกษาควรจะทราบความ หมายของศัพท์เทคนิคบางคำก่อน คือ Solid wire เป็นสายเส้นเดี่ยว อาจ จะเป็นอลูมิเนียม หรือทองแดงก็ได้ ซึ่งมี สภาพนำไฟฟ้าใกล้เคียงกัน	
24	C.U. Stranded wire	Stranded wire เป็นสายทองแดงหรือ อลูมิเนียมตีเกลียวรวมกันแน่นจนเป็นสาย ใหญ่เส้นเดี่ยว	
25	C.U. Stranded wire	ถ้ามองทางด้านเฉียงข้างจะเห็นเส้น เล็ก ๆ หลายเส้นรวมกัน	
26	C.U. Stranded wire	ถ้ามองทางด้านพื้นที่หน้าตัดจะเห็นเส้น ลวดเล็ก ๆ แต่ละเส้นชัดเจน แต่ละ เส้นเรียกว่า หนึ่งสะแตรนด์	
27	C.U. สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก	สายอลูมิเนียมแกนเหล็กหรือสาย ACSR เป็นสายที่ใช้กันมากในงานสายส่งกำลัง ไฟฟ้า ทั้งนี้เพราะว่ามีน้ำหนักเบา และ	

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
		ราคาถูกกว่าสายทองแดง แคนเหล็ก มีไว้เพื่อรับแรงดึงเมื่อขึงบนหัวเสา	
28	C.U. สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก ตามยาว ขนาด 810 MCM	ขนาดของสายจะบอกเป็นพื้นที่หน้าตัด เป็นหน่วย MCM หรือ AWG เช่น สาย 810 MCM เป็นต้น	
29	C.U. สายอลูมิเนียมแกนเหล็ก ภาคตัดขวาง	เราจะเห็นแกนเหล็กเป็นสีทึบ ๆ อยู่ตรงกลางของเส้น	
30	C.U. สายอลูมิเนียมล้วน	สายอลูมิเนียมล้วน หรือสาย A.A. มีลักษณะเป็น Stranded wire สายชนิดนี้จะทนแรงดึงได้น้อยกว่าสายอลูมิเนียมแกนเหล็ก ซึ่งมักจะใช้ในสายส่งระยะสั้น ๆ และช่วงเสาไม่กว้างมากมากนัก	
31	C.U. สายอลูมิเนียมล้วน ขนาด 477 MCM	สาย A.A. หรือ All Aluminum สายที่นิยมใช้มากในเมืองไทย คือสายขนาด 477 MCM	
32	Copy การไขว้สาย	การไขว้สายเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งของสายเฟส A เฟส B และเฟส C สลับกัน	

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
----------	-----	-------	-------

ไป เพื่อให้อินดักแตนซ์ และคาปาซิแตนซ์
ของสายส่งแต่ละเฟสมีค่าเฉลี่ยเท่า ๆ กัน

- 33 C.U. ระยะทางเฉลี่ยเรขาคณิตจากจุด ๆ หนึ่งไปยังกลุ่ม
ตัวนำ ระยะทางเฉลี่ยเรขาคณิต หรือ Geometric Mean Distance หมายถึงระยะ
ทางเฉลี่ยระหว่างสายส่งเฟสหนึ่งกับสาย
ส่งอีกเฟสหนึ่ง หรือระยะเฉลี่ยระหว่างสาย
เฟสเส้นหนึ่งเส้นใด ระยะเฉลี่ยเรขาคณิต
เรียกสั้น ๆ GMD ใช้ D_m เป็นสัญลักษณ์
ในภาพนี้เป็น GMD ระหว่างจุด ๆ หนึ่งไป
ยังกลุ่มตัวนำ a, b, c, d บนวงกลม จะได้

$$D_m = \sqrt[4]{D_1 D_2 D_3 D_4}$$

- 34 Copy GMD ระหว่างกลุ่มตัวนำ a, b ถึงกลุ่มตัวนำ c, d ในอีกสายหนึ่ง จะได้

$$D_m = \sqrt[4]{D_{ac} D_{ad} D_{bc} D_{bd}}$$

- 35 Copy ภาพสายเส้น Solid wire รัศมีเฉลี่ยเรขาคณิต หรือ Geometric Mean Radius ใช้ตัวย่อ r' เป็นระยะจาก
จุดศูนย์กลางของสายถึงแนวส่วนโค้งที่ห่าง
ออกไป 0.7788 เท่าของรัศมีสายนั้น
สำหรับ Solid wire

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
36	Copy ภาพลายเส้น	สำหรับ Stranded wire ค่า r' เท่ากับ 0.7253 เท่าของรัศมีสายนั้นสำหรับสาย A.A. และทองแดง	
37	สไลด์มิก		30 วินาที
38	Copy ภาพลายเส้นการวางสายส่งซึ่งเกิดเฟสแบบธรรมดา	การวางสายส่งไฟฟ้าแรงสูง เรายังมีการวางใต้หลายแบบ แบบนี้เป็นการวางสายซึ่งเกิดเฟสแบบธรรมดา	
39	Copy ภาพลายเส้นการวางสายส่งซึ่งเกิดเฟสแบบ Two Bundled Conductors	และการวางสายซึ่งเกิดเฟสแบบ Two Bundled Conductors	
40	Copy ภาพลายเส้นการวางสายส่งแรงสูง 3 เฟส วางในแนวเดียวกัน	นี้เป็นลักษณะของการวางสายส่ง 3 เฟส ที่วางในแนวเดียวกัน	
41	M.S. สายส่ง 3 เฟส ที่วางเรียงกันไปในแนวนอน ติดตั้งบนเสาโครงเหล็ก	การวางสายส่ง 3 เฟส แบบนี้ติดตั้งบนเสาโครงเหล็ก และมีลูกถ้วยรองรับอยู่แต่ละเส้นเป็นจำนวนมากกว่า 4 ลูกขึ้นไป และมีสายกันฟ้าผ่าอยู่ข้างบนแต่ละช่วงด้วย	

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
42	C.P. ลูกถ้วยของสายส่ง 3 เฟสที่วางเรียงกันไปในแนวนอน ติดตั้งบนเสาโครงเหล็ก	ลูกถ้วยเป็นแบบ suspension type	
43.	Copy ภาพหลายเส้นการวางสายส่ง 3 เฟส แบบ Two Bundled Conductors	การวางสายส่งแบบ Two Bundled Conductors ของ 3 เฟส เป็นการวางสายแบบเรียงกันไปในแนวนอน หรือ	
44	M.S. การวางสาย 3 เฟส ในแนวตั้ง	วางสายในแนวตั้งแบบนี้ หรือ	
45	C.P. การวางสาย 3 เฟส ในแนวตั้ง	แบบนี้	
46	สไลด์มัลติ	ศูนย์วิทยุโทรพยากร	30 วินาที
47	Copy ภาพหลายเส้น 3 เฟส แบบรูปสามเหลี่ยมคางหมู	นอกจากนี้ยังมีการวางสายส่งเป็นรูปแบบสามเหลี่ยมคางหมู โดยมีสองสายอยู่ตรงกัน	
48	Copy ภาพหลายเส้น 3 เฟส รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยมีสองสายอยู่ตรงกัน	



ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
49	Copy ภาพลายเส้น 3 เฟส รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีสองสาขอยู่ตรงกันในแนวนอน	เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยมีสองสาขอยู่ตรงกันในแนวนอน	
50	M.S. การวางสาย 3 เฟส รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วแบบ Two Bundle Conductors	การวางสายรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 3 เฟสแบบ Two Bundle Conductors	
51	Copy ภาพลายเส้นการวางสายส่งแบบวงจรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	การวางสายแบบวงจรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ด้านหนึ่งเป็นสาย a, b, และ c ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นสาย a', b', และ c'	
52	M.S. สายส่งบนเสาโครงเหล็กแบบวงจรรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า		12 วินาที
53	C.U. การวางสายส่งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบบวงจรรูปของสาย 3 เฟส		12 วินาที
54	M.S. การวางสายส่งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบบวงจรรูปของสายสามเฟส		12 วินาที

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
55	M.S. การวางสายส่งแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า แบบวงจรรูของ 3 เฟส อีกมุมหนึ่ง		12 วินาที
56	Copy ภาพลายเส้นการวางสายส่งรูปสี่เหลี่ยมคางหมู	การวางสายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นการวางสายแบบวงจรรูอีกแบบหนึ่ง ด้านหนึ่งเป็น a,b,c และอีกด้านหนึ่งเป็น a b และ c นอกจากนี้ยังมีการวางสาย	
57	Copy ภาพลายเส้นการวางสาย 3 เฟส วงจรรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า	แบบหกเหลี่ยมด้านเท่า และ	
58	Copy ภาพลายเส้นการวางสาย 3 เฟส วงจรรูปหกเหลี่ยมด้านไม่เท่า	แบบหกเหลี่ยมด้านไม่เท่า	
59	สไลด์มิก		30 วินาที
60	Copy ภาพลายเส้นรูปประจุไฟฟ้าสองประจุส่งเส้นแรงสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้ารวมกัน	กระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายส่งทำให้เกิดสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก เส้นแรงที่เกิดจากกระแสไฟฟ้านี้มีการเปลี่ยนแปลงและทิศทางสลับกันไปมา ทำให้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
นำเกิดขึ้นในสายส่ง			
61	Cap. อินทิก์แดนซ์	ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดอินทิก์แดนซ์ขึ้นมา ทำให้แรงดันไฟฟ้าปลายทาง หรือแรงดันไฟฟ้าที่โหลคมมีแมกนิจูด และมุมของเฟสเปลี่ยนแปลงไป	10 วินาที
62	C.U. ไช้ก กอ์ลย	ไช้ก กอ์ลย ก็เป็นอินทิก์แดนซ์ประเภทหนึ่ง คือ เมื่อกระแสไหลในขดลวดจะเกิดการเหนี่ยวนำตัวเอง	
63	M.S. ทรานส์ฟอร์เมอร์	ทรานส์ฟอร์เมอร์ เป็นอินทิก์แดนซ์ประเภทที่เกิดการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าของขดลวดสองขด	
64	C.U. ทรานส์ฟอร์เมอร์		15 วินาที
65	Copy ภาพลายเส้นการเกิดอินทิก์แดนซ์ของสายส่ง	อินทิก์แดนซ์ของสายส่งไฟฟ้าแรงสูงเนื่องมาจากเส้นแรงแม่เหล็กภายนอก พิจารณาสายส่งซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดวงกลมรัศมี x เมตร มีกระแสไหลอยู่ I แอมแปร์ จะมีเส้นแรงอยู่รอบ ๆ ตัวนำ จากเส้นแรงแม่เหล็กเหล่านี้ สามารถที่จะหาค่าอินทิก์แดนซ์	

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
ภายนอกได้ แทนด้วย Lext			
66	Copy ภาพลายเส้นการหา อินทิกรัลภายในสายส่ง	การหาอินทิกรัลในสายส่ง เราพิจารณา จากกระแสที่ไหลในพื้นที่หน้าตัดของสายส่ง จากความยาว 1 เมตร เช่นกันแทนด้วย Lint ฉะนั้นผลรวมของอินทิกรัลของ สายส่ง จะเท่ากับ Lext + Lint	20 วินาที
67	Cap. คาปาซิแตนซ์	พารามิเตอร์ของสายส่งค่าอื่นคือคาปาซิแตนซ์ ซึ่ง คือการเกิดควมจุไฟฟ้าระหว่างสายส่ง	
68	M.S. ภาพลายเส้นแผ่น ความจุ	คาปาซิเตอร์ประกอบด้วยแผ่นโลหะบาง ๆ สองแผ่น ระหว่างแผ่นมีสิ่งกั้นสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าเรียกว่า "ไดอิเล็กตริก" ความจุที่เกิดขึ้นในคาปาซิเตอร์เกิดจากความ ต่างศักย์ระหว่างแผ่นโลหะสองแผ่น ความ ต่างศักย์ระหว่างขั้วของแบตเตอรี่ เมื่อต่อเข้า กับแผ่นของคาปาซิเตอร์จะเกิดควมจุที่แผ่นทั้ง สอง ในสายส่งแรงสูงก็เช่นกันเมื่อมีความ ต่างศักย์ระหว่างสายส่ง ก็จะเกิดควมจุ ระหว่างสายส่งทั้งสองนั้น	

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
69	M.S. อีเลคโตรไลติก กาปาซิเตอร์	ภาพนี้เป็นลักษณะของกาปาซิเตอร์แบบ อีเลคโตรไลติก ซึ่งมีไดอิเล็กตริกเป็น พวกน้ำมัน	
70	M.S. Paper Capacitors	เป็นกาปาซิเตอร์ที่ใช้กระดาษเป็น ไดอิเล็กตริก	
71	M.S. กาปาซิเตอร์แบบ อีเลคโตรไลติกและแบบกระ กาช	เป็นตัวอย่างกาปาซิเตอร์แบบอีเลคโตร- ไลติกและแบบกระดาษ	
72	สไลด์มิก		30 วินาที
73	Cap. รีซิสแตนซ์	ทวารมีเตอร์ที่ทำให้พลังงานไฟฟ้าสูญเสีย มากที่สุด คือ ความต้านทานไฟฟ้า ที่เรียก ว่า รีซิสแตนซ์ หรือรีซิสเตอร์ เพราะใน ตัวนำไฟฟ้าทุกชนิด ย่อมมีความต้านทาน	
74	M.S. ความต้านทานแบบ	ความต้านทานในสายส่งก็ เหมือนกับความ ต้านทานชนิด Wire Wound ที่ใช้ลวดพัน เป็นความต้านทาน	



ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
75	C.U. สายขนาด 1590 MCM	ความต้านทานไฟฟ้าเกี่ยวกับขนาดของพื้นที่หน้าตัด ถ้าพื้นที่หน้าตัดมากความต้านทานจะน้อย เช่น สายไฟฟ้าขนาด 1590 MCM จะมีความต้านทานน้อย	
76	C.U. สายขนาด 477 MCM	ถ้าสายไฟฟ้ามีขนาดเล็กลง เช่น ขนาด 477 MCM จะมีความต้านทานไฟฟ้ามากขึ้น	
77	C.U. สายขนาด 250 MCM	ถ้าสายส่งไฟฟ้าแรงสูงมีขนาดเล็กลงมาก เช่น ขนาด 250 MCM หรือเล็กกว่า นอกจากจะเกิดความต้านทานมากขึ้นแล้ว จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้นรอบ ๆ สายส่งนั้น เรียกว่า Corona loss ทำให้ไปรบกวนคลื่นวิทยุ นอกจากนี้ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นความต้านทานก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ถ้าอุณหภูมिन้อย ความต้านทานก็น้อยด้วย	10 วินาที
78	Cap. กอนคักเตอร์	พารามีเตอร์ตัวสุดท้ายคือคอนดักแตนซ์ กอนคักแตนซ์ คือสภาพนำไฟฟ้าของโลหะ โลหะที่นำมาทำสายไฟฟ้าขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของโลหะ เช่น เงินมีสภาพนำไฟฟ้าที่ดีที่สุด	

ลำดับที่	ภาพ	เสียง	ดนตรี
----------	-----	-------	-------

รองลงมาคือทองแดง และอัญมณีตาม

ลำดับ

79

Cap. สวัสดิ์

15 วินาที



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติ

ชื่อ นายสรศักดิ์ ถักโนภาส เกิดเมื่อวันที่ 3 กันยายน 2484 ณ อำเภอเมือง
ตรัง จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาเมื่อปีการศึกษา 2509 จากวิทยาลัยวิชาการศึกษา
ประสานมิตร ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ 2 ระดับ 5 วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา
วิชาเขตเทคนิคภาคใต้ จังหวัดสงขลา



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย