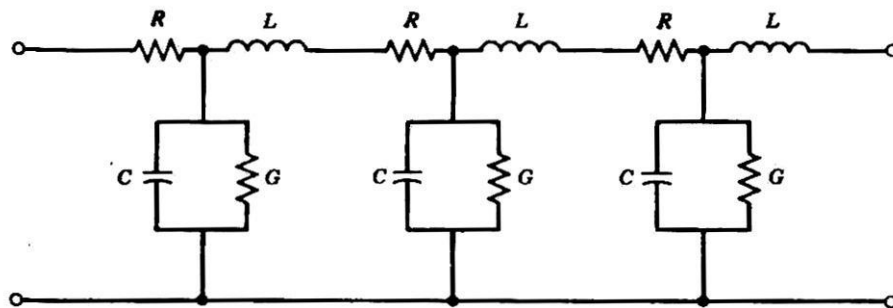


	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	คาบรวม 6 คาบ
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ
หัวข้อเรื่อง 1. สายส่งระยะสั้น 2. วิธีพีชคณิตเชิงซ้อน 3. วิธีเฟสเซอร์ไดอะแกรม 4. ประสิทธิภาพของสายส่งระยะสั้น 5. การควบคุมแรงดันไฟฟ้า สาระสำคัญ พารามิเตอร์ของสายส่งประกอบไปด้วย R, L, C และ G ซึ่งเมื่อนำมาเขียนเป็นวงจรเทียบเคียงของสายส่งไฟฟ้าก็จะได้ว่าค่าพารามิเตอร์เหล่านี้เปลี่ยนแปลงตามขนาดแรงดันไฟฟ้าและความยาวของสายไฟฟ้า ดังนั้นวิธีการหาค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในสายส่งจึงแตกต่างกันออกไปตามความยาวหรือช่วงของสายส่งที่เราพิจารณา โดยบทนี้จะกล่าวถึงสายส่งระยะสั้น ซึ่งจะมีความยาวไม่เกิน 80 กม. หรือ 50 ไมล์ จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเรื่อง สายส่งระยะสั้น การหาค่าต่าง ๆ แบบเฟสเซอร์ไดอะแกรม ประสิทธิภาพของสายส่ง และการควบคุมแรงดันไฟฟ้าในสายส่ง จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อจบบทเรียนหน่วยนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ 1. อธิบายข้อจำกัดของสายส่งระยะสั้นได้ 2. หาค่าต่าง ๆ ของสายส่งระยะสั้นได้		



	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	ใบความรู้ที่ 7
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ

การหาค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าในสายส่งทำได้โดยการพิจารณาวงจรเทียบเคียงเช่นเดียวกับการหาค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าของเครื่องกลไฟฟ้าทั่วไป



รูปที่ 2

จากบทที่ 1 เราทราบว่าสายตัวนำมีค่าพารามิเตอร์ คือ R , L , C และ G ซึ่งนำมาเขียนวงจรเทียบเคียงของสายส่งได้ดังรูป 2-1 ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงตามขนาดแรงดันไฟฟ้าและความยาวของสาย ดังนั้นวิธีการหาค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าในสายส่งจึงแตกต่างกันออกไปตามความยาวหรือช่วงของสายส่งที่เราพิจารณา

สายส่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามความยาว คือ

1. สายส่งระยะสั้น (short transmission line) มีความยาวไม่เกิน 80 ก.ม. (50 ไมล์)



	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	ใบความรู้ที่ 7
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ

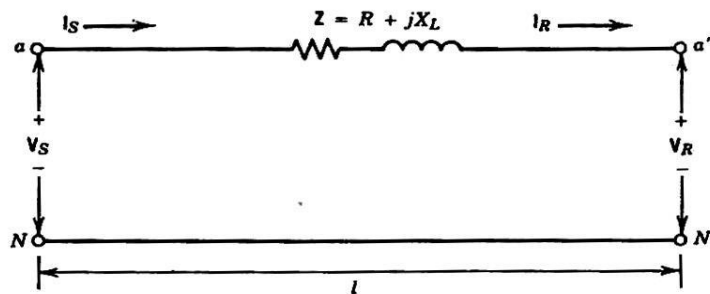
2. สายส่งระยะปานกลาง (medium transmission line) มีความยาวระหว่าง 80–240 ก.ม. (50–150 ไมล์)

3. สายส่งระยะยาว (long transmission line) มีความยาวมากกว่า 240 ก.ม. ขึ้นไป

2 สายส่งระยะสั้น

(Short Transmission Line)

เนื่องจากสายส่งระยะสั้นมีค่า C และ G ต่ำมาก ดังนั้น ถ้าไม่คิดค่า C และ G ค่าพารามิเตอร์ที่เหลือจึงได้แก่ค่า R และ L นำมาเขียนวงจรเทียบเคียงได้ดังรูป 2-2



รูปที่ 2

เมื่อ

R = ความต้านทานของสายส่งต่อเฟส

X_L = อินдукติฟ รีแอกแตนซ์ของสายส่งต่อเฟส

Z = อิมพีแดนซ์ของสายส่งต่อเฟส

V_S และ I_S = แรงดันและกระแสไฟฟ้าด้านต้นสาย (sending end) ต่อเฟส หรือแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่เฟสด้านต้นสาย

V_R และ I_R = แรงดันและกระแสไฟฟ้าด้านปลายสาย (receiving end) ต่อเฟส หรือแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่เฟสด้านปลายสาย

การหาค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าในสายส่งระยะสั้นทำได้หลายวิธีด้วยกัน แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง 2 วิธี คือ วิธีพีชคณิตเชิงซ้อน และวิธีเฟสเซอร์ไคอะแกรม

1. วิธีพีชคณิตเชิงซ้อน

วิธีนี้ทำได้โดยนำทฤษฎีวงจรไฟฟ้ามาพิจารณารูป 2 ทำให้ได้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008

ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น

หน่วยที่ 7

สอนครั้งที่ 11-12

ใบความรู้ที่ 7

ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น

จำนวนคาบ 6 คาบ

$$V_S = V_R + I_R Z$$

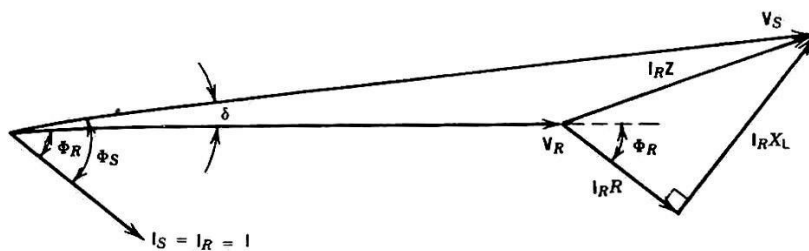
$$I_S = I_R = I$$

$$V_R = V_S - I_R Z$$

2. วิธีเฟสเซอร์ไดอะแกรม

วิธีนี้ทำได้โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าเฟสเซอร์และกระแสไฟฟ้าเฟสเซอร์ ด้านต้นสายและด้านปลายสาย โดยใช้แรงดันไฟฟ้า V_R เป็นค่าอ้างอิงในการเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรม

กรณีสายส่งระยะสั้นมีโหลดเป็นอินดักเตอร์ ค่า power factor ล้าหลัง เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมได้ดังนี้



รูปที่ 2

เมื่อนำหลักการทางตรีโกณมิติมาพิจารณารูป 2-3

$$V_S = \sqrt{(V_R + I_R \cos \phi_R + I_X \sin \phi_R)^2 + (I_X \cos \phi_R - I_R \sin \phi_R)^2}$$

กรณีสายส่งระยะสั้นมีโหลดเป็นคาปาซิเตอร์ ค่า power factor นำหน้า เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมได้ดังนี้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008

ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น

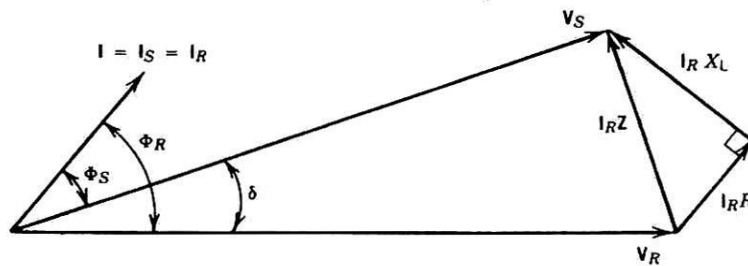
หน่วยที่ 7

สอนครั้งที่ 11-12

ใบความรู้ที่ 7

ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น

จำนวนคาบ 6 คาบ

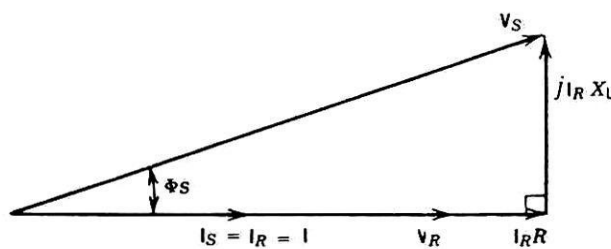


รูปที่ 2-4

เมื่อนำหลักการทางตรีโกณมิติมาพิจารณารูป 2-4

$$V_S = \sqrt{(V_R + I R \cos \phi_R + I X \sin \phi_R)^2 + (I X \cos \phi_R + I R \sin \phi_R)^2} \quad \dots\dots\dots (2-5)$$

กรณีสายส่งระยะสั้นมีโหลดเป็นความต้านทาน power factor จะมีค่าเท่ากับ 1 (unity power factor) เขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมได้ดังนี้



รูปที่ 2-5

เมื่อนำหลักการทางตรีโกณมิติมาพิจารณารูป 2-5

$$V_S = \sqrt{(V_R + I R)^2 + (I X)^2} \quad \dots\dots\dots (2-6)$$

นอกจากนี้เมื่อพิจารณารูป 2-3 จะพบว่า

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	ใบความรู้ที่ 7
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น	จำนวนคาบ 6 คาบ	

$$\delta = \phi_S - \phi_R$$

..... (2-7)

ในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณารูป 2-4

$$\delta = \phi_R - \phi_S$$

..... (2-8)

เมื่อ ϕ_S = มุมต่างเฟสระหว่าง I_S กับ V_S
 ϕ_R = มุมต่างเฟสระหว่าง I_R กับ V_R
 δ = มุมของโพล

หรือเมื่อนำหลักการทางตรีโกณมิติมาพิจารณารูป 2-3

$$\delta = \tan^{-1} \frac{IX \cos \phi_R - IR \sin \phi_R}{V_R + IR \cos \phi_R + IX \sin \phi_R}$$

..... (2-9)

เมื่อนำหลักการทางตรีโกณมิติมาพิจารณารูป 2-4

$$\delta = \tan^{-1} \frac{IX \cos \phi_R + IR \sin \phi_R}{V_R + IR \cos \phi_R + IX \sin \phi_R}$$

..... (2-10)

จัดสมการ 2-1 ถึง 2-3 ให้อยู่ในรูปเมทริกซ์

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix}$$

..... (2-11)

	แผนการจัดการเรียนรู้ ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	ใบความรู้ที่ 7
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ

$$\begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2-12)$$

$$\begin{bmatrix} V_R \\ I_R \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -Z \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_S \\ I_S \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2-13)$$

2-1-1 ประสิทธิภาพของสายส่งระยะสั้น

ประสิทธิภาพของสายส่งระยะสั้นหาค่าได้ดังนี้คือ

$$\eta = \frac{\text{output}}{\text{input}} \dots\dots\dots (2-14)$$

$$\eta = \frac{\sqrt{3} V_R I \cos \phi_R}{\sqrt{3} V_S I \cos \phi_S} = \frac{P_R}{P_S}$$

$$\dots\dots\dots (2-15)$$

โดย

$$P_L = P_S - P_R$$

$$\dots\dots\dots (2-16)$$

เมื่อ

P_R = กำลังไฟฟ้าด้านปลายสายส่ง

P_S = กำลังไฟฟ้าด้านต้นสายส่ง

P_L = กำลังไฟฟ้าสูญเสียของสายส่ง

ถ้าต้องการหาประสิทธิภาพของสายส่งระยะสั้นในรูปกำลังไฟฟ้าสูญเสีย (loss) ทำได้ดังนี้

$$\eta = \frac{\text{output}}{\text{output} + \text{losses}} \dots\dots\dots (2-17)$$

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	ใบความรู้ที่ 7
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ

กรณีสายส่ง 1 เฟส

$$\eta = \frac{V_R I \cos \phi_R}{V_R I \cos \phi_R + 2I^2 R}$$

..... (2-18)

กรณีสายส่ง 3 เฟส

$$\eta = \frac{\sqrt{3} V_R I \cos \phi_R}{\sqrt{3} V_R I \cos \phi_R + 3I^2 R}$$

..... (2-19)

สมการ 2-14 ถึงสมการ 2-19 นำไปประยุกต์ใช้ เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของสายส่งระยะปานกลางและสายส่งระยะยาวได้อีกด้วย รายละเอียดจะกล่าวในลำดับต่อไป

2. การควบคุมแรงดันไฟฟ้า

(Voltage Regulation)

voltage regulation ของสายส่งระยะสั้นหาค่าได้ดังนี้

$$\text{voltage regulation} = \frac{|V_S| - |V_R|}{|V_R|} \times 100$$

..... (2-20)

$$\text{voltage regulation} = \frac{|V_{R,NL}| - |V_{R,FL}|}{|V_{R,FL}|} \times 100$$

..... (2-21)

เมื่อ

$|V_S|$ = ขนาดของแรงดันไฟฟ้าด้านต้นสายส่งต่อเฟส

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	ใบความรู้ที่ 7
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น	จำนวนคาบ 6 คาบ	

$|V_{R,FL}|$ = ขนาดของแรงดันไฟฟ้าด้านปลายสายส่งต่อเฟสขณะจ่ายโหลดเต็มที่
จากสมการ 2-20 และสมการ 2-21 ทำให้ทราบว่า

$|V_S| = |V_{R,NL}|$ (2-22)

$|V_R| = |V_{R,FL}|$ (2-23)

ส่วนมากค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่กำหนดไว้ในตัวอย่างการคำนวณในตำราเล่มนี้จะสมมติว่าเกิดจากเครื่องกลไฟฟ้าที่ต่อขดลวดแบบ Y ทั้งนี้เพื่อตัดปัญหาที่เกี่ยวกับ phase shift ของแรงดันและกระแสไฟฟ้า ดังนั้น จึงเป็นนัยที่ผู้ศึกษาจะต้องทราบแม้ว่าโจทย์ไม่ได้ระบุไว้ก็ตาม

ตัวอย่างที่ 2

สายส่งระยะสั้น 3 เฟส ขนาด 60 Hz มีแรงดันไฟฟ้าด้านปลายสายส่ง 23 kV อิมพีแดนซ์รวม $2.48 + j6.57 \Omega/\text{phase}$ ด้านปลายสายส่งมีโหลดขนาด 9 MW ที่ power factor ล้าหลัง = 0.85 จงหาค่าต่อไปนี้

(a) แรงดันไฟฟ้าที่เฟสและแรงดันไฟฟ้าที่สายด้านต้นสายส่ง
(b) มุมของโหลด
(c) power factor ด้านต้นสายส่ง

วิธีทำ วิธีที่ 1 ใช้พีชคณิตเชิงซ้อน

(a) เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าที่เฟสด้านปลายสายส่งเป็นค่าอ้างอิง

$$V_R = \frac{V_{R(L-L)}}{\sqrt{3}}$$
$$= \frac{23 \times 10^3 \angle 0^\circ}{\sqrt{3}}$$
$$= 13,294.8 \angle 0^\circ \text{ V}$$

หาค่ากระแสไฟฟ้าที่สายส่ง

$$I = \frac{9 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 23 \times 10^3 \times 0.85} \angle -31.8^\circ$$
$$I = 266.1 \angle -31.8^\circ = 266.1 (0.85 - j0.527)$$

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	ใบความรู้ที่ 7
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ
$= 226.19 - j140.24 \text{ A}$ $IZ = (226.19 - j140.24) (2.48 + j6.57)$ $= 266.1 \angle -31.8^\circ \times 7.02 \angle 69.32^\circ$ $= 1868.95 \angle 37.52^\circ \text{ V}$ หาค่าแรงดันไฟฟ้าที่เฟสด้านต้นสายส่งได้จากสมการ 2-1 $V_S = V_R + IZ$ $= 14,820 \angle 4.4^\circ \text{ V}$ หาค่าแรงดันไฟฟ้าที่สายด้านต้นสายส่ง $V_{S(L-L)} = \sqrt{3} V_S$ $= 25,670 \text{ V}$ (b) มุมของโหลด $\delta = 4.4^\circ$ (c) จากสมการ 2-7 $\phi_S = \phi_R + \delta$ $= 31.8^\circ + 4.4^\circ$ $= 36.2^\circ$ $\cos \phi_S = \cos 36.2^\circ$ $= .807$ วิธีที่ 2 ใช้เฟสเซอร์ไดอะแกรม (a) จากสมการ 2-4 $V_S = \sqrt{(V_R + IR \cos \phi_R + IX \sin \phi_R)^2 + (IX \cos \phi_R - IR \sin \phi_R)^2}$ $IR \cos \phi_R = 266.1 \times 2.48 \times 0.85 = 560.9$ $IR \sin \phi_R = 266.1 \times 2.48 \times 0.527 = 347.8$ $IX \cos \phi_R = 266.1 \times 6.57 \times 0.85 = 1486.0$ $IX \sin \phi_R = 266.1 \times 6.57 \times 0.527 = 921.0$ $V_S = \sqrt{(13,294.8 + 560.9 + 921.0)^2 + (1486.0 - 347.8)^2}$ $= \sqrt{14,776.7^2 + 1138.2^2}$ $= 14,820 \text{ V}$		

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	ใบความรู้ที่ 7
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ
$V_{S(L-L)} = \sqrt{3} V_S$ $= 25,670 \text{ V}$ (b) จากสมการ 2-9 $\delta = \tan^{-1} \frac{1138.2}{14,776.7} = 4.4^\circ$ (c) $\phi_R = \cos^{-1} 0.85 = 31.8^\circ$ $\phi_S = 31.8^\circ + 4.4^\circ = 36.2^\circ$ $\cos 36.2^\circ = 0.807$ ตัวอย่างที่ 2 จากตัวอย่าง 2-1 จงหา voltage regulation วิธีทำ จากสมการ 2-20 $\text{voltage regulation} = \frac{ V_S - V_R }{ V_R } \times 100$ $= \frac{14,820 - 13,294.8}{13,294.8} \times 100$ $= 11.5\%$		

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	สอนครั้งที่ 11-12
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ
กิจกรรมการเรียนการสอน เตรียมความพร้อมก่อนสอน (10+10 นาที) ผู้สอนจัดเตรียมหนังสือเอกสารประกอบการสอนและวัสดุอุปกรณ์เพื่อใช้ประกอบการสอนให้พร้อม ผู้สอนเรียกชื่อผู้เรียน และจดบันทึกลงในสมุดบันทึกเวลาเรียน ชั้นสอนมีขั้นตอนดังนี้ 1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (5+5 นาที) ครูตรวจแบบฝึกหัดเรื่อง การหาค่าคาปาซิแตนซ์ของสายตัวนำร่วม แล้วเฉลยแบบฝึกหัดให้นักศึกษาทราบเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจ รวมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาดให้ถูกต้องด้วย แล้วถามนักศึกษาถึงสาเหตุของการทำแบบฝึกหัดผิดว่าไม่เข้าใจส่วนใดของเนื้อหาครั้งที่ผ่านมา 2. ขั้นสอน (เวลา 140+140 นาที) ครูอธิบายถึง ลักษณะของสายส่งระยะสั้น และการหาค่าต่าง ๆ เกี่ยวกับสายส่งระยะสั้น พร้อมยกตัวอย่างประกอบ แล้วให้นักศึกษาทำแบบฝึกในห้องเรียน 3. ขั้นสรุป (เวลา 10 นาที) พารามิเตอร์ของสายส่งประกอบไปด้วย R, L, C และ G ซึ่งเมื่อนำมาเขียนเป็นวงจรเทียบเคียงของสายส่งไฟฟ้าก็จะได้ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้เปลี่ยนแปลงตามขนาดแรงดันไฟฟ้าและความยาวของสายไฟฟ้า ดังนั้นวิธีการหาค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในสายส่งจึงแตกต่างกันออกไปตามความยาวหรือช่วงของสายส่งที่เราพิจารณา โดยบทนี้จะกล่าวถึงสายส่งระยะสั้น ซึ่งจะมีความยาวไม่เกิน 80 กม. หรือ 50 ไมล์		

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	สอนครั้งที่ 11-12
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ
4. ชั้นประเมินผล (15 นาที) - ประเมินผลจากการทำแบบฝึกในห้องเรียน - ประเมินผลจากการถามตอบ - ประเมินผลจากแบบฝึกหัด สื่อการเรียนการสอน มีดังนี้ - ใบความรู้ - แผ่นภาพสายส่งระยะสั้น - แบบฝึกปฏิบัติ - แบบทดสอบ กิจกรรม/งานที่มอบหมาย มีดังนี้ แบบฝึกหัดเรื่องการหาค่าต่าง ๆ ในระบบสายส่งระยะสั้น การวัดผลประเมินผล ปฏิบัติดังนี้ - วัดผลจากการตรวจแบบฝึกปฏิบัติในห้องเรียน - วัดผลจากการตรวจแบบฝึกหัด		

	ใบแบบฝึกหัด ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	สอนครั้งที่ 11-12
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	ใบความรู้ที่ 7
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ
1. สายส่ง 3 เฟส ยาว 15 mile ขนาด 60 Hz มีแรงดันไฟฟ้าด้านปลายสายส่ง 34.5 kV, อิมพีแดนซ์รวม $3 + j4 \Omega/\text{phase}$, ที่ด้านปลายของสายส่งมีโหลดขนาด 10 MW ที่ power factor ล้าหลัง = 0.9 จงหาต่อไปนี้ (a) แรงดันไฟฟ้าที่เฟสและแรงดันไฟฟ้าที่สายด้านต้นสายส่ง (b) power factor ด้านต้นสายส่ง (c) มุมของโหลด (d) ประสิทธิภาพของสายส่ง (e) voltage regulation 2. จากข้อ (1) สมมติโหลดด้านปลายสายส่งมี power factor ล้าหลัง = 0.8 3. จากข้อ (1) สมมติโหลดด้านปลายสายส่งมี power factor นำหน้า = 0.8 4. สายส่ง 3 เฟส ยาว 40 mile ขนาด 50 Hz มีอิมพีแดนซ์ $0.6 + j0.95 \Omega/\text{mile}/\text{phase}$, แรงดันไฟฟ้าที่สายด้านปลายสายส่ง 69 kV, กระแสไฟฟ้าด้านปลายสายส่งขณะจ่ายโหลดเต็มที่มีค่า $300 \angle -30^\circ \text{ A}$ (a) จงหาค่า voltage regulation (b) จงหาค่าคงที่ของสายส่ง A, B, C, D (c) จงเขียนเฟสเซอร์ไดอะแกรมของ V_S, V_R และ I 5. จากข้อ (4) สมมติกระแสไฟฟ้าด้านปลายสายส่งขณะจ่ายโหลดเต็มที่เป็น $300 \angle -45^\circ \text{ A}$		

	แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7	หน่วยที่ 7
	ชื่อวิชา การส่งและจ่ายไฟฟ้า 3104-1008	
	ชื่อหน่วย สายส่งระยะสั้น	สอนครั้งที่ 11-12
ชื่อเรื่อง สายส่งระยะสั้น		จำนวนคาบ 6 คาบ
บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนของผู้เรียน ผลการสอนของผู้สอน 		

(.....)

(.....)

หัวหน้าแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

รองผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาการศึกษา