

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทที่ 4. จะเป็นขั้นตอนการทดลองและผลของการทดลองของโครงการชุดนี้ ซึ่งในขั้นตอนการทดลองและผลของการทดลองนั้นผู้จัดทำโครงการได้ทำการออกแบบขั้นตอนการทดลองและจัดทำรูปแบบผลของการทดลองที่เกิดขึ้น โดยให้ผู้อ่านผลของการทดลองหรือขั้นตอนของการทดลองเองได้เข้าใจในจุดประสงค์ของการทดลองของโครงการชุดนี้ ซึ่งขั้นตอนการทดลองและผลของการทดลองนั้นผู้จัดทำโครงการได้ทำการทดลองอยู่ 3 ข้อใหญ่ ซึ่งเป็นขั้นตอนการทดลองในสิ่งที่ผู้จัดทำโครงการได้จัดทำโครงการขึ้น คือ 1. การทดลองชุดทดลองสายส่งไฟฟ้ากำลัง 2. การทดลองโปรแกรมคำนวณพารามิเตอร์ของสายส่งไฟฟ้ากำลังและ 3. การทดลองโปรแกรมช่วยสอนเรื่องสายส่งไฟฟ้ากำลัง ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดของขั้นตอนการทดลองและผลของการทดลองจะได้กล่าวโดยแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

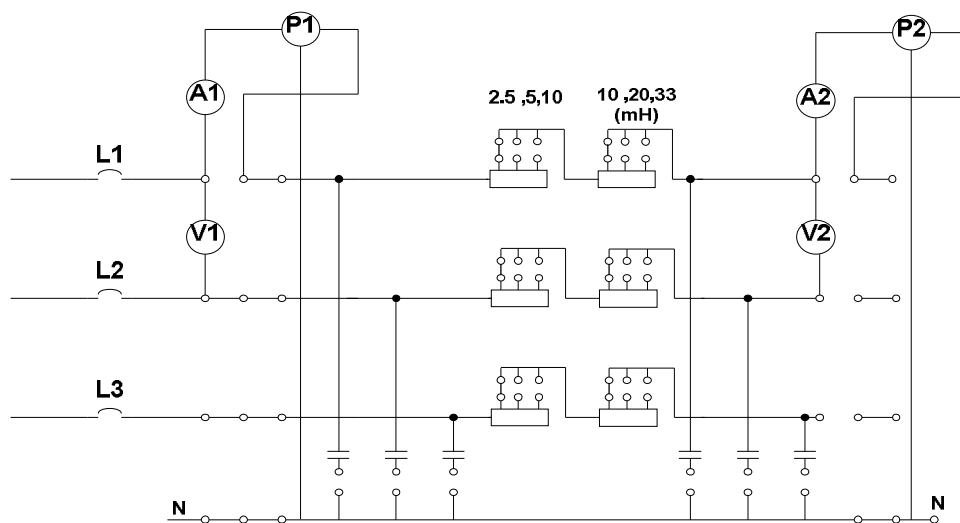
4.1 ขั้นตอนและผลการทดลองชุดปฏิบัติการสายส่งไฟฟ้ากำลัง

การทดลองหรือการชุดทดสอบชุดปฏิบัติการ(ชุดทดลอง)สายส่งไฟฟ้ากำลังนั้นที่ผู้จัดทำโครงการได้จัดทำขึ้นนั้น ผู้จัดทำโครงการได้ทำการทดลองหรือทดสอบโดยอาศัยไฟแหล่งจ่ายจากห้องปฏิบัติการไฟฟ้ากำลัง ของสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีปทุม คือแหล่งจ่ายแรงดัน 380/220 V อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ประกอบการทดสอบ เช่น สายต่อวงจร เครื่องมือวัด เป็นต้น เหล่านี้เป็นของห้องปฏิบัติการไฟฟ้ากำลัง สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยศรีปทุม ดังนั้นผู้จัดทำต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ทดลอง รวมไปถึงอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จะต้องดูแลให้ใช้งานได้อีก เมื่อทำการทดสอบชุดปฏิบัติการชุดนี้เสร็จสิ้นลงแล้ว การทดลองชุดปฏิบัติการหรือชุดทดลองที่ผู้จัดทำโครงการได้จัดทำขึ้นนั้น จะทำการทดสอบให้สอดคล้องกับการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการไฟฟ้ากำลัง โดยการทดสอบอยู่ 2 การทดลองใหญ่ๆ ซึ่งได้แบ่งออกเป็นการทดลองสายส่งไฟฟ้ากำลังระยะสั้นและระยะปานกลาง โดยการทดลองได้แบ่งการทดลองในระยะต่างๆออกเป็น 6 หัวข้อดังต่อไปนี้

4.1.1 การทดลองสายส่งระยะสั้นที่ไม่มีโหลด

- ต่อวงจรตามภาพที่ 4.1 ซึ่งเป็นการจำลองสายส่งไฟฟ้าระยะสั้นแบบไม่มีโหลด โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ดังต่อไปนี้

$$R_{\text{Line}} = 2.5 \, \Omega, L_{\text{Line}} = 10 \, \text{mH}$$



ภาพที่ 4.1 วงจรการทดลองสายส่งระยะสั้นที่ไม่มีโหลด

- ทำการต่อวงจรตามภาพที่ 4.1 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้
- จ่ายไฟ $380V_{L-L}$ 50 Hz ให้กับวงจรแล้วทำการบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1

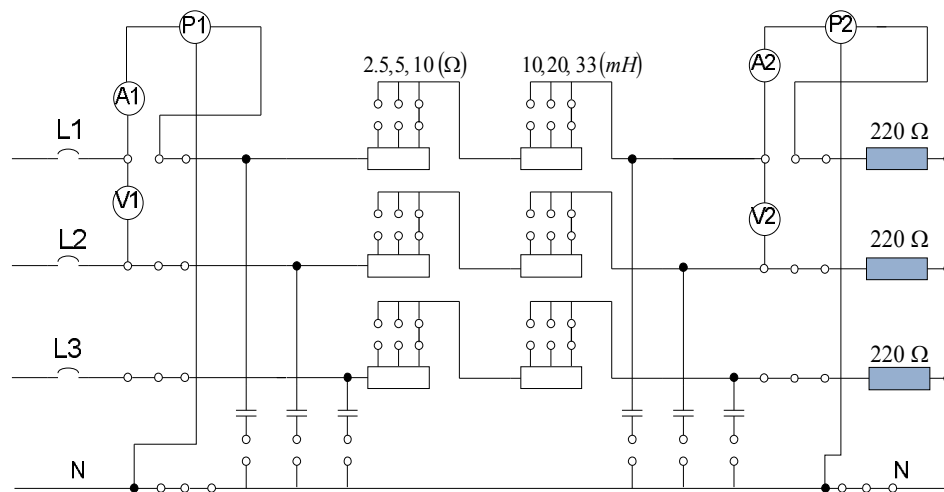
ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการทดลองภาพที่ 4.1

Sending		Receiving	
V_{L-L}	380 V	V_{L-L}	380 V
V_{L-N}	219.4 V.	V_{L-N}	219.4 V
$I_L = I_N$	0	$I_L = I_N$	0
P	0	P	0
Q	0	Q	0
$\cos \theta$	0.6	$\cos \theta$	0.6

4.1.2 การทดลองสายส่งระยะสั้นแบบมีการต่อ Resistive Load แบบ Y

- ต่อวงจรตามภาพที่ 4.2 ซึ่งเป็นการจำลองสายส่งไฟฟ้าระยะสั้นที่มีการต่อ Resistive Load แบบ โดย Y กำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ดังต่อไปนี้

$$R_{\text{Line}} = 10\Omega, L_{\text{Line}} = 33 \text{ mH}, R_{\text{Load}} = 220 \Omega$$



ภาพที่ 4.2 วงจรการทดลองสายส่งระยะสั้นที่มีการต่อ Resistive Load แบบ Y

- ทำการต่อวงจรตามภาพที่ 4.2 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้
- ทำการจ่ายไฟ $380V_{L-L}$ 50 Hz ให้กับวงจรแล้วทำการบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4

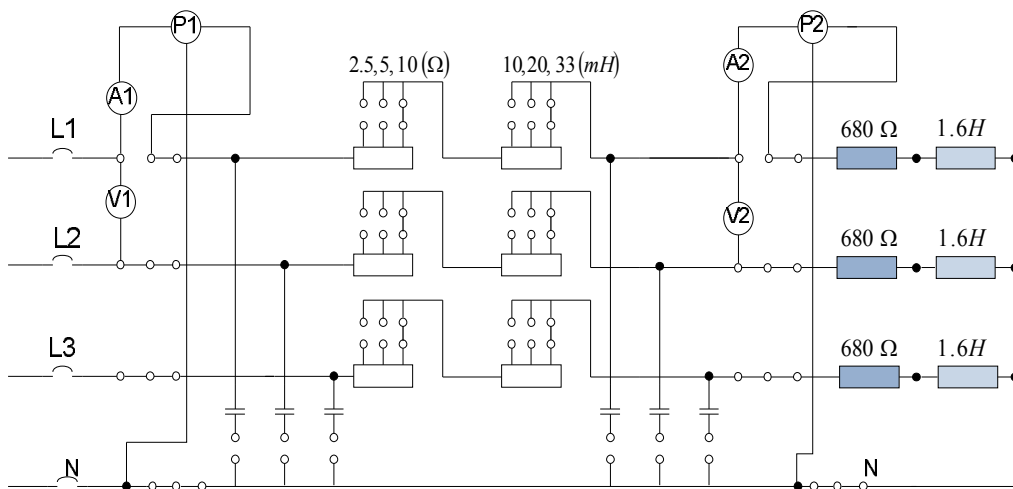
ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกผลการทดลองภาพที่ 4.2

Sending		Receiving	
V_{L-L}	380 V.	V_{L-L}	363.5 V.
V_{L-N}	219.4 V.	V_{L-N}	209.7 V.
$I_L = I_N$	0.9535 A	$I_L = I_N$	0.9535 A
P	209.1 W.	P	200.03 W.
Q	27.37 Var	Q	26.18 Var
$\cos \theta$	0.9	$\cos \theta$	0.9

4.1.3 การทดลองสายส่งระยะสั้นแบบมีการต่อ Resistive and Inductive Load แบบ Y

- ต่อวงจรตามภาพที่ 4.3 ซึ่งเป็นการจำลองสายส่งไฟฟ้าระยะสั้นที่มีการต่อ Resistive and Inductive แบบ Y โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ดังต่อไปนี้

$$R_{\text{Line}} = 10\Omega, L_{\text{Line}} = 33 \text{ mH}, R_{\text{Load}} = 680\Omega, L_{\text{Load}} = 1.6 \text{ H}$$



ภาพที่ 4.3 วงจรการทดลองสายส่งระยะสั้นที่มีการต่อ Resistive and Inductive Load แบบ Y

- ทำการต่อวงจรตามภาพที่ 4.3 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้
- จ่ายไฟ $380V_{L-L}$ 50 Hz ให้กับวงจรแล้วทำการบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.3

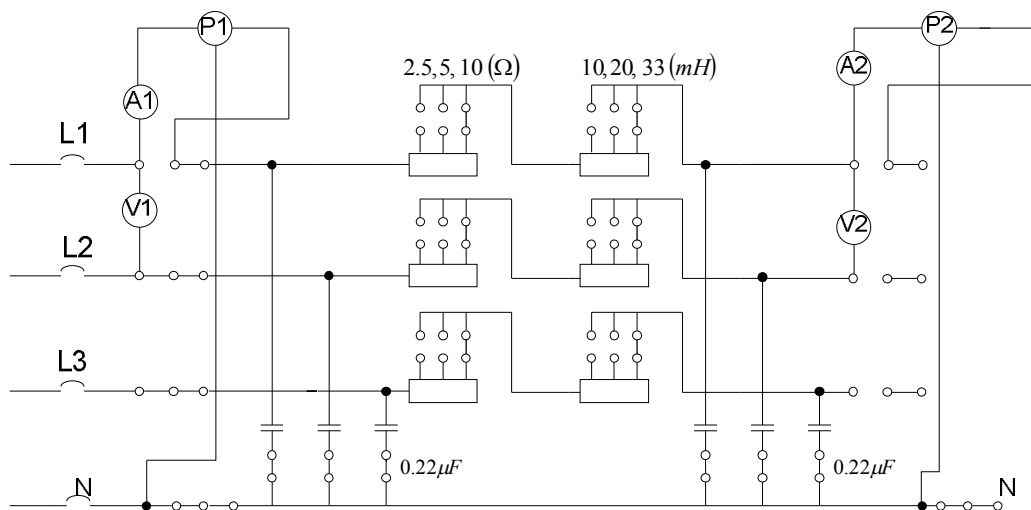
ตารางที่ 4.3 ตารางบันทึกผลการทดลองภาพที่ 4.3

Sending		Receiving	
V_{L-L}	380 V	V_{L-L}	373.8 V
V_{L-N}	219.4 V	V_{L-N}	215.8V
$I_L = I_N$	0.2552 A	$I_L = I_N$	0.2552 A
P	168 W	P	165.2 W.
Q	81 Var	Q	79.7 Var
$\cos \theta$	0.8	$\cos \theta$	0.8

4.1.4 การทดลองสายส่งระยะปานกลางที่ไม่มีโหลด

- ต่อวงจรตามภาพที่ 4.4 ซึ่งเป็นการจำลองสายส่งไฟฟ้าระยะสั้นแบบไม่มีโหลด โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ดังต่อไปนี้

$$R_{\text{Line}} = 10\Omega, L_{\text{Line}} = 33 \text{ mH}, C_{\text{LN}} = 0.22 \mu\text{F}$$



ภาพที่ 4.4 วงจรการทดลองสายส่งระยะปานกลางที่ไม่มีโหลด

- ทำการต่อวงจรตามภาพที่ 4.4 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้
- จ่ายไฟ $380V_{L-L}$ 50 Hz ให้กับวงจรแล้วทำการบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.4

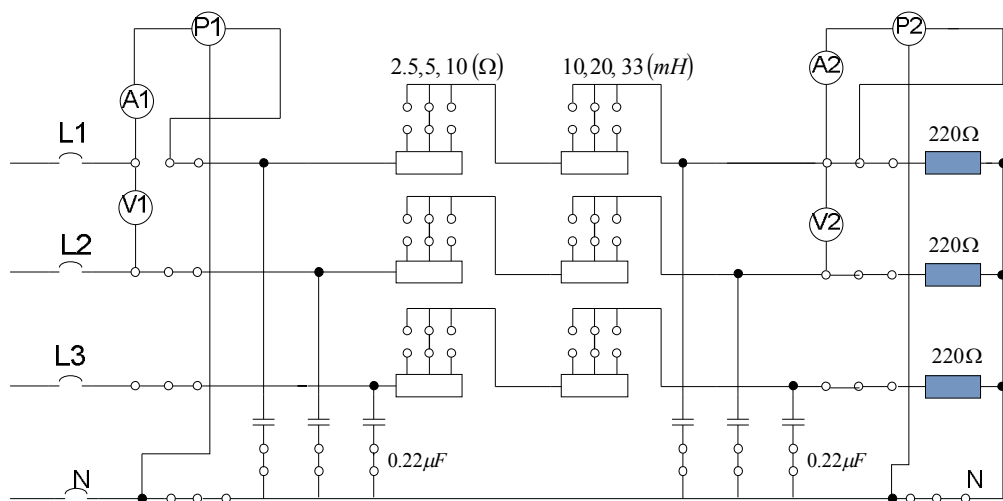
ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกผลการทดลองภาพที่ 4.4

Sending		Receiving	
V_{L-L}	380 V	V_{L-L}	380 V
V_{L-N}	219.4 V	V_{L-N}	219.6 V
$I_L = I_N$	0.03447 A	$I_L = I_N$	0
P	22.96 W	P	0
Q	0	Q	0
$\cos \theta$	1	$\cos \theta$	1

4.1.5 การทดลองสายส่งระยะปานกลางที่มีการต่อ Resistive Load แบบ Y

- ต่อดวงจรตามภาพที่ 4.5 ซึ่งเป็นการจำลองสายส่งไฟฟ้าระยะปานกลางที่มีการต่อ Resistive Load แบบ Y โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ดังต่อไปนี้

$$R_{\text{Line}} = 5 \Omega, L_{\text{Line}} = 20 \text{ mH}, C_{\text{LN}} = 0.22 \mu\text{F}, R_{\text{Load}} = 220 \Omega$$



ภาพที่ 4.5 วงสายส่งระยะปานกลางที่มีการต่อ Resistive Load แบบ Y

- ทำการต่อดวงจรตามภาพที่ 4.5 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้
- จ่ายไฟ 380V_{L-L} 50 Hz ให้กับวงจรแล้วทำการบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.5

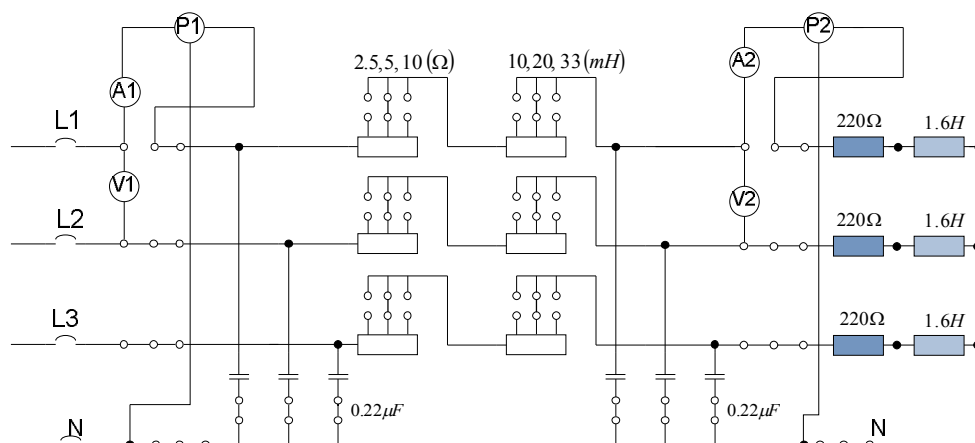
ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกผลการทดลองภาพที่ 4.5

Sending		Receiving	
V_{L-L}	380 V	V_{L-L}	370 V
V_{L-N}	219.5 V	V_{L-N}	214.7 V
$I_L = I_N$	0.9759 A	$I_L = I_N$	0.9759 A
P	214.2 W.	P	209.1 W.
Q	192.8 Var	Q	91.19 Var
$\cos\theta$	0.9	$\cos\theta$	0.9

4.1.6 การทดลองสายส่งระยะปานกลางที่มีการต่อ Resistive and Inductive Load Y

- ต่อดวงจรตามภาพที่ 4.6 ซึ่งเป็นการจำลองสายส่งไฟฟ้าระยะปานกลางที่มีการต่อ Resistive and Inductive Load แบบ Y โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ดังต่อไปนี้

$$R_{\text{Line}} = 5 \Omega, L_{\text{Line}} = 20 \text{ mH}, C_{\text{LN}} = 0.22 \mu\text{F}, R_{\text{Load}} = 220 \Omega, L_{\text{Load}} = 1.6 \text{ H}$$



ภาพที่ 4.6 วงจรสายส่งระยะปานกลางที่มีการต่อ Resistive and Inductive Load แบบ Y

- ทำการต่อดวงจรตามภาพที่ 4.6 โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดให้
- จ่ายไฟ 380V_{L-L} 50 Hz ให้กับวงจรแล้วทำการบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตารางบันทึกผลการทดลองภาพที่ 4.6

Sending		Receiving	
V _{L-L}	380 V	V _{L-L}	370 V
V _{L-N}	219.46 V	V _{L-N}	214.4 V
I _L = I _N	0.3631 A	I _L = I _N	0.3909 A
P	239.1 W	P	251.5 W
Q	104 Var	Q	109 Var
cosθ	0.9	cosθ	0.9

4.2 ขั้นตอนและผลการทดลองโปรแกรมคำนวณพารามิเตอร์ของสายส่งไฟฟ้ากำลัง

ในขั้นตอนและผลการทดลองนั้น ผู้จัดทำโครงการได้ออกแบบการทดสอบโดยนำโจทย์ปัญหาในหัวข้อที่เกี่ยวกับการคำนวณค่าพารามิเตอร์ RLC และค่าตัวแปลงที่ ABCD จากหนังสือของคนไทยและหนังสือของต่างประเทศ มาทำการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคำนวณที่ได้ทำการเขียนขึ้น ในการคำนวณหาพารามิเตอร์ RLC และค่าตัวแปลงที่ ABCD นั้น จากทฤษฎีที่ผู้จัดทำโครงการได้ศึกษามามีการคำนวณได้หลายกรณีมากๆ ไม่ว่าจะเป็นการคำนวณแบบ 1 วงจร (Single Circuit) และ 2 วงจร (Double Circuit) โดยแต่ละวงจรยังได้มีการแบ่งจำนวนตัวนำต่อเฟสออกเป็นจำนวน 1-4 ตัวนำ ดังนั้นผู้จัดทำโครงการจึงได้ทดสอบการคำนวณค่าพารามิเตอร์ RLC และค่าตัวแปลงที่ ABCD โดยอาศัยตารางคุณลักษณะของสายส่งไฟฟ้ากำลังตามมาตรฐานสากล [ภาคผนวก ก] และตัวอย่างโจทย์การคำนวณค่าพารามิเตอร์ RLC และตัวแปลงที่ ABCD [ภาคผนวก ค] มาประกอบการทดสอบโปรแกรม โดยทำการทดสอบเป็นข้อๆ ดังต่อไปนี้

4.2.1 การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรมการคำนวณแบบ 1 วงจร 1 ตัวนำต่อเฟส

Number of Circuit 1

Circuit 1

ACSR Code name Choose Bittern

Number of conductor / phase 1 2 3 4

Line length km

Distance between phase (ft) Choose

A-B
B-C
C-A

35 ft
 35 ft
 70 ft

Characteristic of the ACSR for each circuit

Circuit 1

Area (cmil)	Al/St	Radius (m)	GMR (m)	Resistance (Ohm/km)
1,272,000	45/7	0.01708	0.01353	0.0517

Back

ภาพที่ 4.7 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงข้อมูลของสายส่งในการคำนวณ

GMD m
 Series Resistance per phase (R) Ohm/km
 Series Inductance per phase (L) Millihenry/km
 Shunt Capacitance per phase (C) Microfarad/km
 Inductive reactance (XL) Ohm/km
 Capacitive reactance (XC) Megaohm.km

Series Impedance (Z) Ohm
 Shunt Admittance (Y) Siemens

ABCD Parameters of Transmission line
 A Per Unit
 B Ohm
 C Micro Siemens
 D Per Unit

ภาพที่ 4.8 หน้าต่างโปรแกรมแสดงผลค่าคำนวณตามภาพที่ 4.7

4.2.2 การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรมการคำนวณแบบ 1 วงจร 2 ตัวนำต่อเฟส

Number of Circuit 1

Circuit 1

ACSR Code name **Rook**

Number of conductor / phase

Line length km

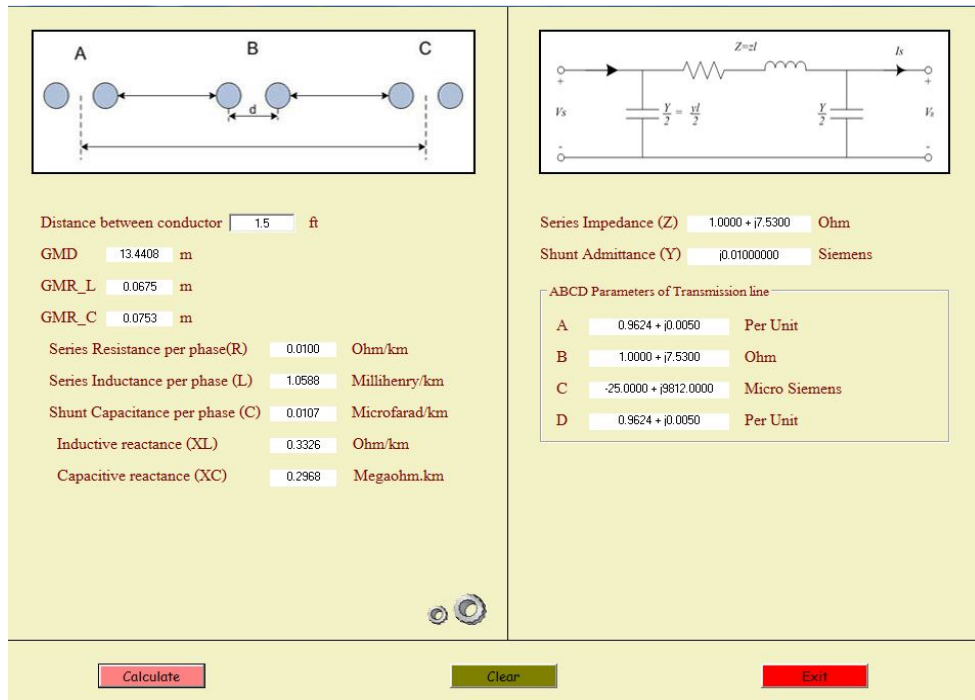
Distance between phase (ft)

ft ft ft
 A-B B-C C-A

Characteristic of the ACSR for each circuit

Circuit 1	Area (cmil)	Al/St	Radius (m)	GMR (m)	Resistance (Ohm/km)
	636,000	24/7	0.01241	0.00996	0.0100

ภาพที่ 4.9 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงข้อมูลของสายส่งในการคำนวณ



Distance between conductor ft

GMD m

GMR_L m

GMR_C m

Series Resistance per phase(R) Ohm/km

Series Inductance per phase (L) Millihenry/km

Shunt Capacitance per phase (C) Microfarad/km

Inductive reactance (XL) Ohm/km

Capacitive reactance (XC) Megaohm.km

Series Impedance (Z) Ohm

Shunt Admittance (Y) Siemens

ABCD Parameters of Transmission line

A	<input type="text" value="0.9624 + j0.0050"/>	Per Unit
B	<input type="text" value="1.0000 + j7.5300"/>	Ohm
C	<input type="text" value="-.25.0000 + j812.0000"/>	Micro Siemens
D	<input type="text" value="0.9624 + j0.0050"/>	Per Unit

Calculate Clear Exit

ภาพที่ 4.10 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงผลการคำนวณตามภาพที่ 4.9

4.2.3 การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรมการคำนวณแบบ 1 วงจร 3 ตัวนำต่อเฟส

Number of Circuit 1

Circuit 1

ACSR Code name Rook

Number of conductor / phase

Line length km

Distance between phase

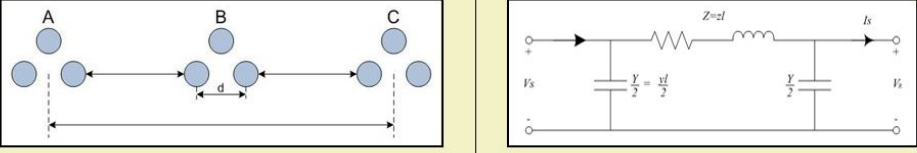
A-B ft B-C ft C-A ft

Characteristic of the ACSR for each circuit

Circuit 1

Area (cmil)	Al/St	Radius (m)	GMR (m)	Resistance (Ohm/km)
<input type="text" value="636,000"/>	<input type="text" value="24/7"/>	<input type="text" value="0.01241"/>	<input type="text" value="0.00996"/>	<input type="text" value="0.0100"/>

ภาพที่ 4.11 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงข้อมูลของสายส่งในการคำนวณ



Distance between conductor ft

GMD m

GMR_L m

GMR_C m

Series Resistance per phase (R) Ohm/km

Series Inductance per phase (L) Millihenry/km

Shunt Capacitance per phase (C) Microfarad/km

Inductive reactance (XL) Ohm/km

Capacitive reactance (XC) Megaohm.km

Series Impedance (Z) Ohm

Shunt Admittance (Y) Siemens

ABCD Parameters of Transmission line

A	<input type="text" value="0.9011 + j0.0072"/>	Per Unit
B	<input type="text" value="1.2000 + j16.4880"/>	Ohm
C	<input type="text" value="-43.2000 + j11406.0000"/>	Micro Siemens
D	<input type="text" value="0.9011 + j0.0072"/>	Per Unit

Calculate Clear Exit

ภาพที่ 4.12 หน้าต่าง โปรแกรมที่แสดงผลการคำนวณตามภาพที่ 4.11

4.2.4 การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรมการคำนวณแบบ 1 วงจร 4 ตัวนำต่อเฟส

Number of Circuit 1

Circuit 1

ACSR Code name Grosbeak

Number of conductor / phase

Line length km

Distance between phase

A-B ft B-C ft C-A ft

Characteristic of the ACSR for each circuit

Circuit 1	Area (cmil)	Al/St	Radius (m)	GMR (m)	Resistance (Ohm/km)
	<input type="text" value="636,000"/>	<input type="text" value="26/7"/>	<input type="text" value="0.01257"/>	<input type="text" value="0.01021"/>	<input type="text" value="0.0992"/>

ภาพที่ 4.13 หน้าต่าง โปรแกรมที่แสดงข้อมูลของสายส่งในการคำนวณ

Distance between conductor ft

GMD m

GMR_L m

GMR_C m

Series Resistance per phase (R) Ohm/km

Series Inductance per phase (L) Millihenry/km

Shunt Capacitance per phase (C) Microfarad/km

Inductive reactance (XL) Ohm/km

Capacitive reactance (XC) Megaohm.km

Series Impedance (Z) Ohm

Shunt Admittance (Y) Siemens

ABCD Parameters of Transmission line

A Per Unit

B Ohm

C Micro Siemens

D Per Unit

ภาพที่ 4.14 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงผลการคำนวณตามภาพที่ 4.13

4.2.5 การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรมการคำนวณแบบ 2 วงจร 1 ตัวนำต่อเฟส

Number of Circuit 2

Circuit 2

ACSR Code name *Ostrich*

Number of conductor / phase

Line length km

Distance between phase

D_{AB} ft

D_{BC} ft

D_{AC} ft

$D_{aa'}$ ft $D_{bb'}$ ft $D_{cc'}$ ft

Characteristic of the ACSR for each circuit

circuit	Area (cmil)	Al/St	Radius (m)	GMR (m)	Resistance (Ohm/km)
	<input type="text" value="300,000"/>	<input type="text" value="26/7"/>	<input type="text" value="0.00864"/>	<input type="text" value="0.00637"/>	<input type="text" value="0.2096"/>

ภาพที่ 4.15 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงข้อมูลของสายส่งในการคำนวณ

The screenshot shows a software interface for calculating transmission line parameters. On the left, there is a diagram of a three-phase line with conductors labeled a, b, c and a', b', c' . The diagram shows the geometric arrangement and the resulting series impedances S_{11}, S_{22}, S_{33} . Below the diagram, there are input fields for various parameters:

- GMD: 4.9165 m
- D_{sa} : 0.2391 m, D_{sb} : 0.2112 m, D_{sc} : 0.2391 m
- GMR_L: 0.2294 m
- r_a : 0.2662 m, r_b : 0.2352 m, r_c : 0.2662 m
- GMR_C: 0.2954 m
- Series Inductance (L): 0.6130 Millihenry/km
- Shunt Capacitance (C): 0.0188 Microfarad/km
- Inductance reactance (XL): 0.1926 Ohm/km
- Capacitive reactance (XC): 0.1693 Megaohm.km

On the right, there is a circuit diagram of a transmission line with series impedance $Z = zl$ and shunt admittance $Y/2$ at both ends. Below the diagram, the calculated parameters are shown:

- Series Impedance (Z): 25.1520 + j23.1120 Ohm
- Shunt Admittance (Y): j0.00070880 Siemens
- ABCD Parameters of Transmission line:
 - A: 0.9918 + j0.0089 Per Unit
 - B: 25.1520 + j23.1120 Ohm
 - C: -3.1896 + j705.8939 Micro Siemens
 - D: 0.9918 + j0.0089 Per Unit

At the bottom, there are buttons for "Calculate", "Clear", and "Exit".

ภาพที่ 4.16 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงผลการคำนวณตามภาพที่ 4.15

4.2.6 การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรมการคำนวณแบบ 2 วงจร 2 ตัวนำต่อเฟส

The screenshot shows a software interface for calculating transmission line parameters for a two-circuit, two-conductor per phase system. The interface includes input fields for:

- ACSR Code name: Bobolink
- Number of conductor / phase: 1, 2, 3, 4
- Line length: 75 km
- Distance between phase: (ft) Choose

The resulting parameters are displayed as follows:

- D_{AB} : 24.6744 ft, D_{BC} : 24.6744 ft, D_{AC} : 45.9316 ft
- $D_{aa'}$: 58.3950 ft, $D_{bb'}$: 54.1338 ft, $D_{cc'}$: 58.3950 ft

Below these, there is a table of characteristics for the ACSR conductor:

Area (cmil)	Al/St	Radius (m)	GMR (m)	Resistance (Ohm/km)
1,431,000	45/7	0.01812	0.01432	0.0464

At the bottom, there is a "Back" button.

ภาพที่ 4.17 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงข้อมูลของสายส่งในการคำนวณ

Distance between conductor ft

GMD m

D_s^b m

D_{SA} m D_{SB} m D_{SC} m

GMR_L m

r^b m

r_a m r_b m r_c m

GMR_C m

Series Inductance (L) Millihenry/km

Shunt Capacitance (C) Microfarad/km

Inductive reactance (XL) Ohm/km

Capacitive reactance (XC) Megaohm.km

Series Impedance (Z) Ohm

Shunt Admittance (Y) Siemens

ABCD Parameter of Transmission line

A Per Unit

B Ohm

C Micro Siemens

D Per Unit

Calculate Clear Exit

ภาพที่ 4.18 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงผลการคำนวณตามภาพที่ 4.17

4.2.7 การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรมการคำนวณแบบ 2 วงจร 3 ตัวนำต่อเฟส

Number of Circuit 2

Circuit 2

ACSR Code name Bobolink

Number of conductor / phase

Line length km

Distance between phase (ft)

D_{AB} ft

D_{BC} ft

D_{AC} ft

$D_{aa'}$ ft $D_{bb'}$ ft $D_{cc'}$ ft

Characteristic of the ACSR for each circuit

circuit	Area (cmil)	Al/St	Radius (m)	GMR (m)	Resistance (Ohm/km)
	1,431,000	45/7	0.01812	0.01432	0.0464

Back

ภาพที่ 4.19 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงข้อมูลของสายส่งในการคำนวณ

Distance between conductor ft

GMD m

D_s^b m

D_{SA} m D_{SB} m D_{SC} m

GMR_L m

r^b m

r_a m r_b m r_c m

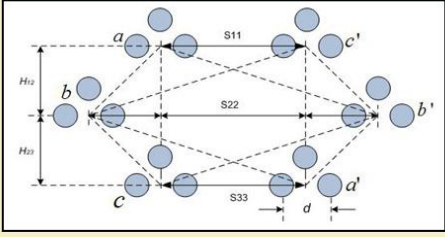
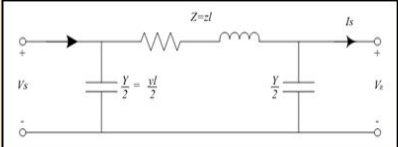
GMR_C m

Series Inductance (L) Millihenry/km

Shunt Capacitance (C) Microfarad/km

Inductive reactance (XL) Ohm/km

Capacitive reactance (XC) Megaohm.km

Series Impedance (Z) Ohm

Shunt Admittance (Y) Siemens

ABCD Parameter of Transmission line

A Per Unit

B Ohm

C Micro Siemens

D Per Unit

ภาพที่ 4.20 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงผลการคำนวณตามภาพที่ 4.19

4.2.8 การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรมการคำนวณแบบ 2 วงจร 4 ตัวนำต่อเฟส

Number of Circuit 2

Circuit 2

ACSR Code name Bobolink

Number of conductor / phase

Line length km

Distance between phase

D_{AB} ft

D_{BC} ft

D_{AC} ft

$D_{aa'}$ ft $D_{bb'}$ ft $D_{cc'}$ ft

Characteristic of the ACSR for each circuit

circuit	Area (cmil)	Al/St	Radius (m)	GMR (m)	Resistance (Ohm/km)
	1,431,000	45/7	0.01812	0.01432	0.0464

ภาพที่ 4.21 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงข้อมูลของสายส่งในการคำนวณ

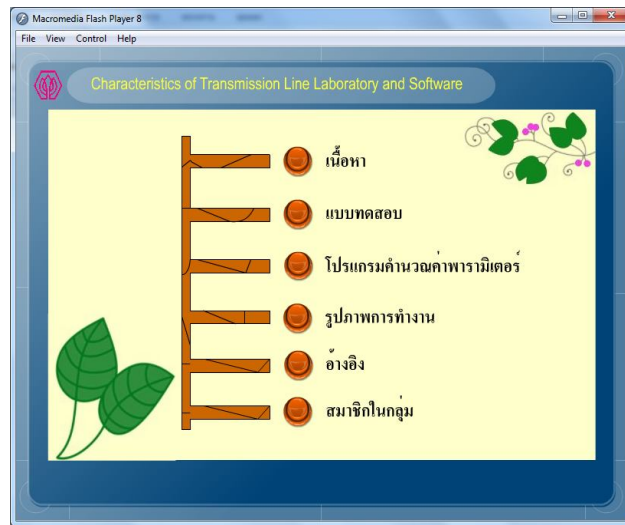
ภาพที่ 4.22 หน้าต่างโปรแกรมที่แสดงผลการคำนวณตามภาพที่ 4.21

4.3 ผลการทดลองโปรแกรมช่วยสอนเรื่องคุณลักษณะของสายส่งไฟฟ้ากำลัง

ในการเขียน โปรแกรมช่วยสอนนั้น ผู้จัดทำโครงการได้เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการช่วยสอนที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีของสายส่งไฟฟ้ากำลังและขั้นตอนการทำงานของชุดปฏิบัติการสายส่งไฟฟ้ากำลัง ในตัวโปรแกรมช่วยสอนจะมีเนื้อหา แบบทดสอบ โปรแกรมช่วยคำนวณพารามิเตอร์ รูปภาพ ขั้นตอนการทำงาน เอกสารอ้างอิง และรูปผู้จัดทำโครงการชุดนี้ ขั้นตอนการทดลองและผลการทดลองนั้นผู้จัดทำโครงการได้แบ่งเป็นข้อๆดังต่อไปนี้

4.3.1 หน้าหลักของโปรแกรม

ในส่วนนี้จะเป็นหน้าหลักประกอบด้วย เนื้อหา แบบทดสอบ โปรแกรมคำนวณพารามิเตอร์ รูปภาพทำงาน เอกสารอ้างอิง และสมาชิกภายในกลุ่ม เมื่อกดปุ่มสีเหลืองโปรแกรมก็จะลิงค์ไปยังเมนูที่เราเลือก โดยรายละเอียดเมนูต่างๆที่อยู่ในหน้าหลักจะอธิบายในหัวข้อต่อไป



ภาพที่ 4.23 หน้าหลักของโปรแกรมช่วยสอน

4.3.2 หน้าต่างโปรแกรมของเนื้อหา

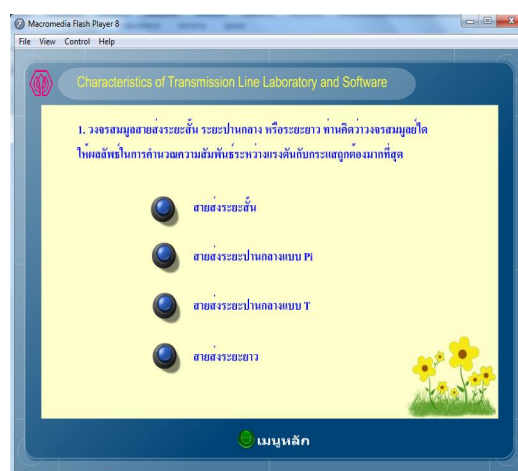
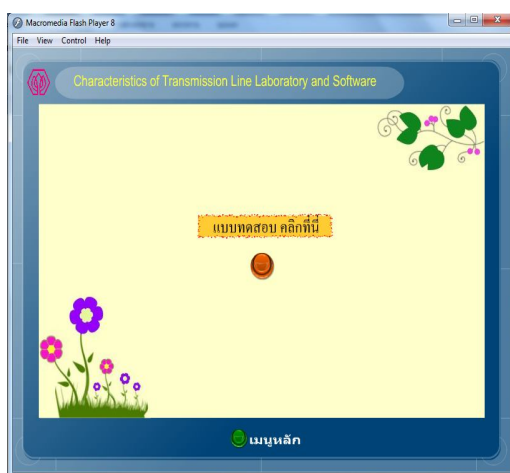
หน้าต่างโปรแกรมหน้านี้คือ ส่วนของเนื้อหาหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการทั้งหมด เช่น ทฤษฎีของสายส่ง, พารามิเตอร์ RLC, สมรรถนะของสายส่งไฟฟ้ากำลัง, ทฤษฎีของโปรแกรม Macromedia Flash, ทฤษฎีของโปรแกรม Visual basic, การออกแบบและการจำลองโครงการ และตัวอย่างการใช้โปรแกรม



ภาพที่ 4.24 หน้าต่างโปรแกรมของเนื้อหา

4.3.3 หน้าต่างโปรแกรมของแบบทดสอบ

หน้าต่างโปรแกรมส่วนนี้จะเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับทดสอบทฤษฎีเกี่ยวกับสายส่งไฟฟ้ากำลัง เมื่อกดปุ่มสีเหลืองในภาพที่ 4.25ก จะปรากฏหน้าต่างโปรแกรมภาพที่ 4.25ข ซึ่งรวมเอาแบบทดสอบจากข้อสอบสภาวิศวกรมาไว้ในกาทดสอบ ซึ่งมีจำนวน 10 ข้อ ถ้ากดข้อที่คำตอบผิด โปรแกรมก็จะให้เลิกใหม่ แต่ถ้าเลือกคำตอบที่ถูกต้องโปรแกรมจะข้ามไปข้อใหม่โดยอัตโนมัติ



(ก) หน้าต่างโปรแกรมสำหรับกดเข้า

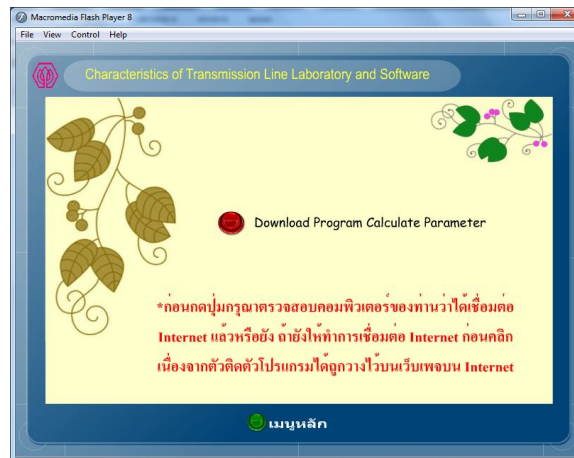
(ข) หน้าต่างโปรแกรมแบบทดสอบ

ไปหาหน้าต่างแบบทดสอบ

ภาพที่ 4.25 ตัวอย่างหน้าต่าง โปรแกรมในส่วนของแบบทดสอบ

4.3.4 โปรแกรมการคำนวณพารามิเตอร์ RLC และค่าตัวแปรคงที่ ABCD

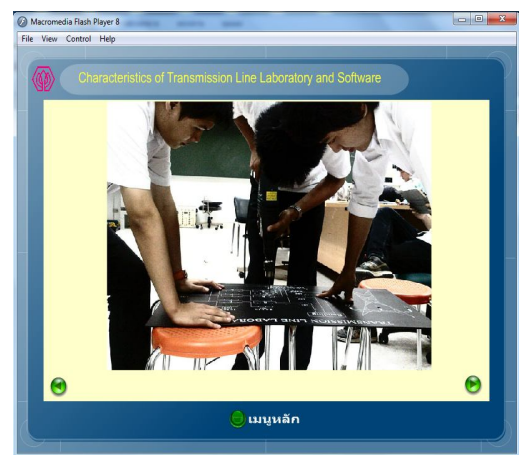
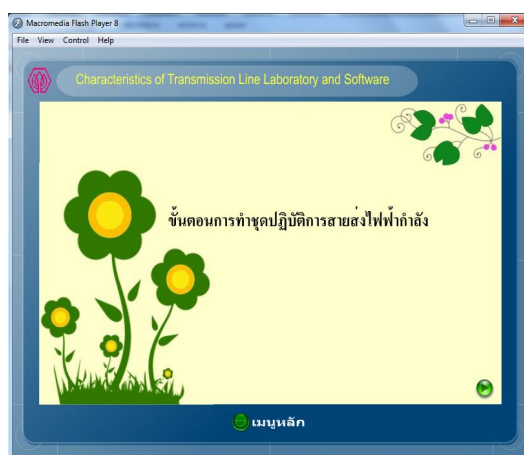
หน้าต่างโปรแกรมส่วนนี้ จะเป็นหน้าต่างที่จะเปิดลิงค์ไปยังโปรแกรมคำนวณค่าพารามิเตอร์ RLC และค่าตัวแปรคงที่ ABCD ดังภาพที่ 4.26 ในการจะเข้าสู่โปรแกรมคำนวณจะต้องทำการดาวน์โหลดมาติดตั้งที่คอมพิวเตอร์ก่อน ถึงจะสามารถเข้าสู่โปรแกรมคำนวณได้



ภาพที่ 4.26 หน้าต่างสำหรับดาวน์โหลดโปรแกรมคำนวณพารามิเตอร์ของสายส่งไฟฟ้ากำลัง

4.3.5 หน้าต่างขั้นตอนการทำชุดปฏิบัติการ (ชุดทดลอง) สายส่งไฟฟ้ากำลัง

หน้าต่างโปรแกรมส่วนนี้จะเป็นหน้าต่างที่ลำดับขั้นตอนการทำชุดปฏิบัติการ (ชุดทดลอง) สายส่งไฟฟ้ากำลัง โดยที่จะมีปุ่มกดอยู่ทางด้านขวาล่างของหน้าต่างโปรแกรมดังภาพที่ 4.27ก เมื่อกดปุ่มเลื่อนก็จะเลื่อนไปยังหน้าต่างต่อไปดังภาพที่ 4.27 ข



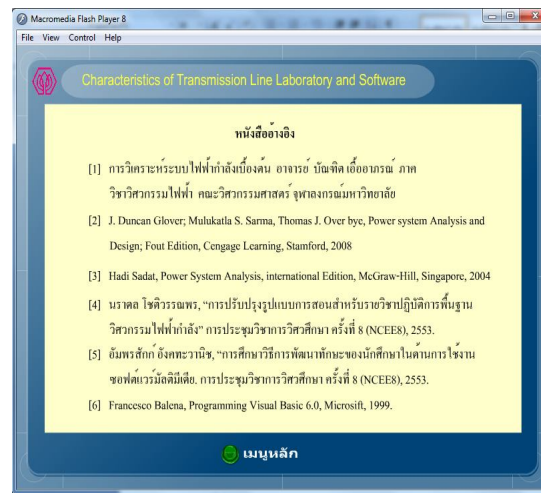
(ก) หน้าต่างโปรแกรมขั้นตอนการทำงาน

(ข) หน้าต่างโปรแกรมรูปภาพขั้นตอนการทำงาน

ภาพที่ 4.27 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรมช่วยสอนในส่วนของการทำชุดปฏิบัติการ

4.3.6 หน้าต่างโปรแกรมส่วนหนังสืออ้างอิง

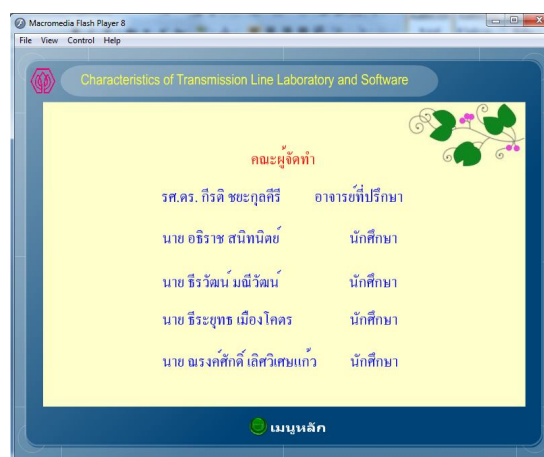
หน้าต่างโปรแกรมส่วนนี้จะเป็นหนังสืออ้างอิงทั้งหมดที่ใช้สำหรับการจัดทำโครงการ ส่วนประกอบของหน้าต่างโปรแกรมดังภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 หน้าต่างโปรแกรมส่วนหนังสืออ้างอิง

4.3.7 หน้าต่างโปรแกรมส่วนของรายชื่อผู้จัดทำโครงการและอาจารย์ที่ปรึกษา

หน้าต่างโปรแกรมส่วนนี้จะเป็นในส่วนรายชื่อผู้จัดทำโครงการและอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการดังภาพที่ 4.29



ภาพที่ 4.29 หน้าต่างโปรแกรมรายชื่อผู้จัดทำโครงการและอาจารย์ที่ปรึกษา