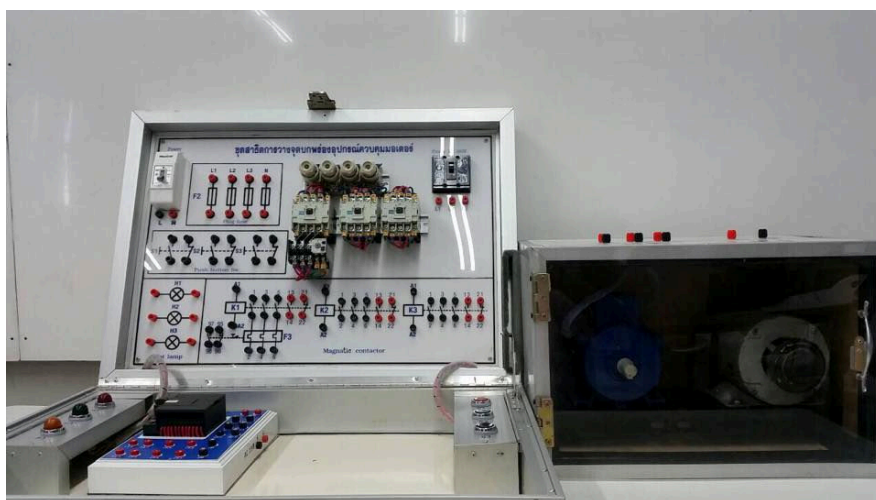


## บทที่ 4

### ผลการดำเนินการ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 4-1 ในบทนี้จะได้อธิบายเกี่ยวกับผลการดำเนินการเมื่อผู้วิจัยได้ทำการออกแบบพัฒนาชุดสาธิตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้ทำการนำชุดสาธิตที่ได้ ออกแบบและพัฒนาขึ้นไปทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ โดยประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และผลการดำเนินการดังต่อไปนี้

- 4.1 การวิเคราะห์ผลของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์
- 4.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ
- 4.3 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพคู่มือการใช้งานชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ
- 4.4 การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของชุดสาธิต โดยผู้เรียน
- 4.5 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์
- 4.6 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน



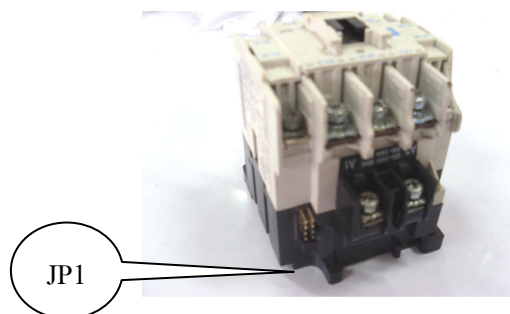
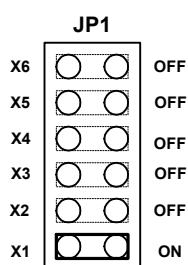
ภาพที่ 4-1 การพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

#### 4.1 การวิเคราะห์ผลของการพัฒนาชุดสวิตช์การวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ได้พัฒนาชุดสวิตช์การวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ พร้อมคู่มือการใช้งาน และอุปกรณ์ควบคุมแมกเนติกคอนแทกเตอร์ โอเวอร์โหลด และลลอคไฟสัญญาณ จำนวน 3 ตัว ซึ่งได้วางจุดบกพร่องเป็นสวิตช์จัมเปอร์บนตัวอุปกรณ์ควบคุม ดังในภาพที่ 4-2, 4-3 และ 4-4

##### 4.1.1 ตำแหน่งการวางจุดบกพร่องในอุปกรณ์ควบคุม

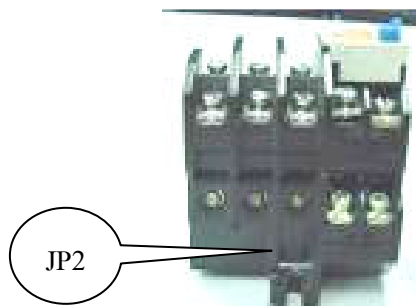
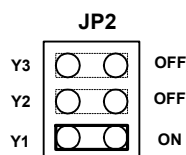
###### 1) แมกเนติกคอนแทกเตอร์



ตำแหน่งจัมเปอร์สภาวะปกติ

ภาพที่ 4-2 ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP1

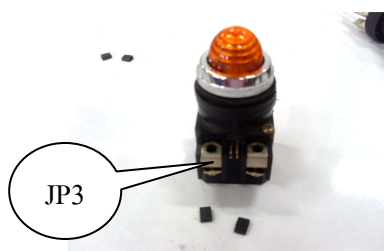
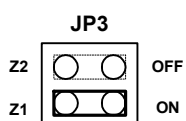
###### 2) โอเวอร์โหลด



ตำแหน่งจัมเปอร์สภาวะปกติ

ภาพที่ 4-3 ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP2

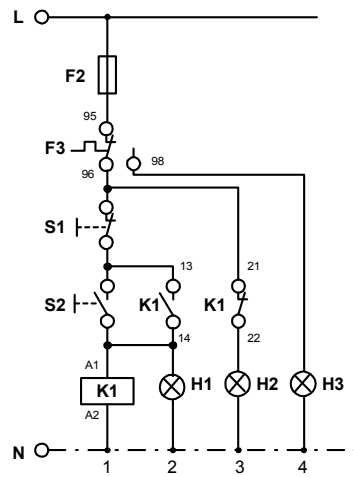
###### 3) ลลอคไฟสัญญาณ



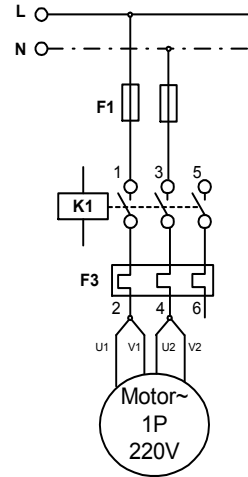
ตำแหน่งจัมเปอร์สภาวะปกติ

ภาพที่ 4-4 ตำแหน่งจุดวางจัมเปอร์ JP3

4.1.2 ผลการทดสอบการวางจุดบกพร่องในวงจรควบคุมมอเตอร์  
 วงจรการสตาร์ทมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง



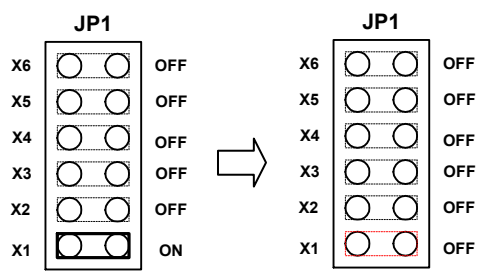
(ก) วงจรควบคุม



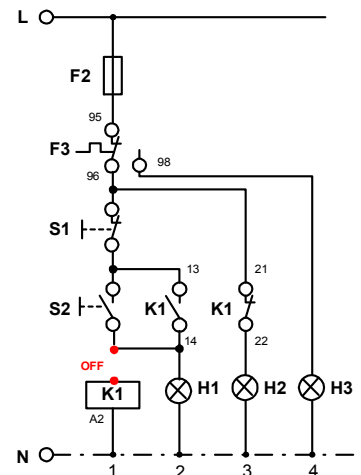
(ข) วงจรกำลัง

ภาพที่ 4-5 วงจรการสตาร์ทมอเตอร์หนึ่งเฟสโดยตรง (วงจรรีเลย์ทำงานปกติ)

1) วางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ (K1)



(ก) JP1 ตำแหน่งจัมเปอร์ X1 (ON → OFF)



(ข) จุดต่อวงจรควบคุมไม่ครบวงจร

ภาพที่ 4-6 การวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์

การทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตเรื่องวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ โดยต่อ JP2 ตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (ON → OFF) ดังในภาพที่ 4-6 มีการทดสอบการใช้งานจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งมีลำดับขั้นการทดสอบดังนี้

(1) วงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน

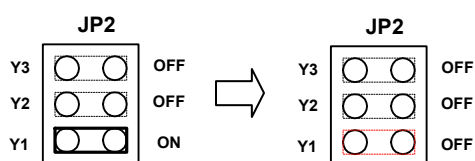
(2) คอยล์แมกเนติกคอนแทกเตอร์ไม่ครบวงจร (ขาด)

**ตารางที่ 4-1** ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์

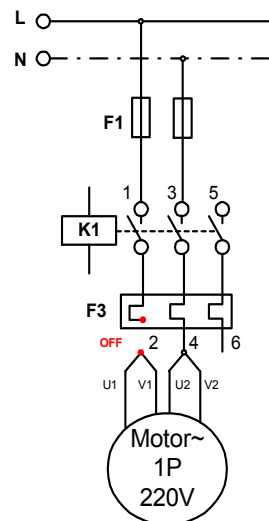
การทดลอง ครั้งที่	ผลการทำงานวงจรควบคุมการสตาร์ท มอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน	ผลการทำงานคอยล์แมกเนติก คอนแทกเตอร์ไม่ครบวงจร
1	ถูกต้อง	ถูกต้อง
2	ถูกต้อง	ถูกต้อง
3	ถูกต้อง	ถูกต้อง
4	ถูกต้อง	ถูกต้อง
5	ถูกต้อง	ถูกต้อง
6	ถูกต้อง	ถูกต้อง
7	ถูกต้อง	ถูกต้อง
8	ถูกต้อง	ถูกต้อง
9	ถูกต้อง	ถูกต้อง
10	ถูกต้อง	ถูกต้อง
<b>เฉลี่ย</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองการทำงานจำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4-1 ในการทดลองการทำงานการวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ จากการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทั้ง 10 ครั้ง โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ซึ่งคิดเป็น 100%

## 2) วางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด (F3)



(ก) JP2 ตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (ON → OFF)



(ข) จุดต่อวงจรกำลัง ไม่ครบวงจร

## ภาพที่ 4-7 การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด

การทดสอบประสิทธิภาพชุดสาริตเรื่องวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลดโดยต่อ JP2 ตำแหน่งจัมเปอร์ Y1 (ON → OFF) ดังในภาพที่ 4-7 มีการทดสอบการใช้งานจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งมีลำดับขั้นการทดสอบดังนี้

- (1) วงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ไม่ทำงาน
- (2) แผ่นไบเมทัลลจุดขั้วเมน 2 เปิดวงจรตลอดเวลา

ตารางที่ 4-2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาริตในการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด

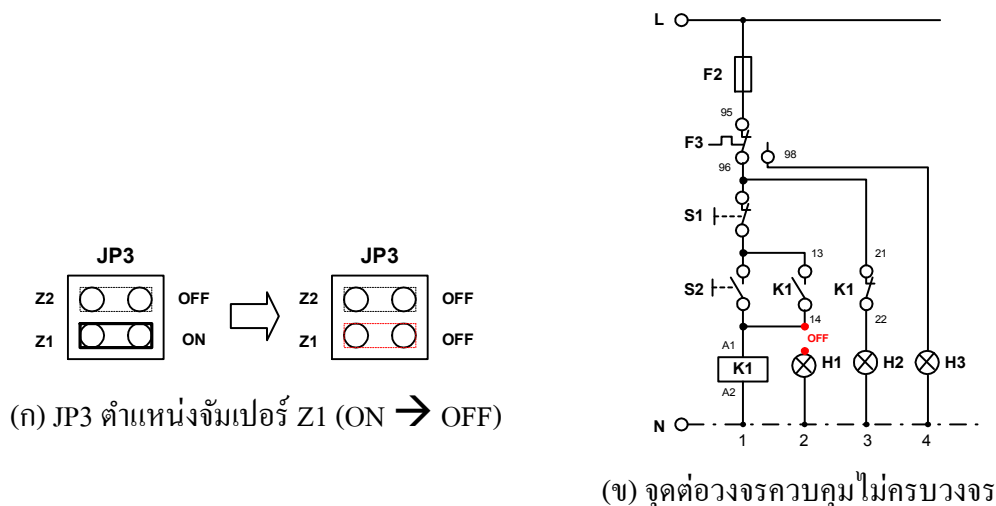
การทดลองครั้งที่	ผลการทำงานวงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ไม่ทำงาน	ผลการทำงานแผ่นไบเมทัลลจุดขั้วเมน 2 เปิดวงจรตลอดเวลา
1	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
2	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
3	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
4	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
5	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
6	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
7	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง

ตารางที่ 4-2 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด

การทดลองครั้งที่	ผลการทำงานวงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ไม่ทำงาน	ผลการทำงานแผ่นใบเมลท์ลัดจุดขั้วเมน 2 เปิดวงจรตลอดเวลา
8	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
9	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
10	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง
เฉลี่ย	100 %	100 %

ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด ผู้วิจัยได้ทำการทดลองการทำงานจำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4-2 ในการทดลองการทำงานการวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด จากการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทั้ง 10 โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยคิดเป็น 100%

### 3) วางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (H1)



ภาพที่ 4-8 การวางตำแหน่งจัมเปอร์กับตำแหน่งไฟเข้าหม้อแปลงไฟฟ้า

การทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตเรื่องวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ โดยต่อ JP3 ตำแหน่งจัมเปอร์ Z1 (ON → OFF) ดังในภาพที่ 4-8 มีการทดสอบการใช้งานจำนวน 10 ครั้ง ซึ่งมีลำดับขั้นการทดสอบดังนี้

(1) หลอดไฟสัญญาณ H1 ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)

(2) ขดลวดหม้อแปลงไฟไม่ครบวงจร (ขาด)

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ

การทดลอง ครั้งที่	ผลการทำงานหลอดไฟสัญญาณ H1 ในวงจรควบคุมไม่ทำงาน	ผลการทำงานขดลวดหม้อแปลงไฟ ไม่ครบวงจร
1	ถูกต้อง	ถูกต้อง
2	ถูกต้อง	ถูกต้อง
3	ถูกต้อง	ถูกต้อง
4	ถูกต้อง	ถูกต้อง
5	ถูกต้อง	ถูกต้อง
6	ถูกต้อง	ถูกต้อง
7	ถูกต้อง	ถูกต้อง
8	ถูกต้อง	ถูกต้อง
9	ถูกต้อง	ถูกต้อง
10	ถูกต้อง	ถูกต้อง
เฉลี่ย	100 %	100 %

ในการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองการทำงานจำนวน 10 ครั้ง ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4-3 ในการทดลองการทำงานการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ จากการทดลองจำนวน 10 ครั้ง พบว่าชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องทั้ง 10 โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยคิดเป็น 100%

ตารางที่ 4-4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำงานของชุดสาธิตในการวางจุดบกพร่อง

ลำดับที่	รายการ	ประสิทธิภาพการทำงาน
1	การวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์	100 %
2	การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด	100 %
3	การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ	100 %

จากการทดสอบประสิทธิภาพชุดสาธิตในการกำหนดจุดบกพร่องต่างๆ โดยประกอบไปด้วยการวางจุดบกพร่องแมกเนติกคอนแทกเตอร์ การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด และการวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ จากการทดสอบประสิทธิภาพสามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 4-4 จากการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องในการกำหนดจุดบกพร่องต่างๆ พบว่าชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการวางจุดบกพร่องในแต่ละด้านคิดเป็น 100%

#### 4.2 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดสาธิตโดยผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ โดยวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล	
	$\bar{X}$	S.D.		
<b>1. ความพึงพอใจด้านการออกแบบ</b>				
1.1 ความประณีต ความสวยงาม	3.60	0.55	มาก	
1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต	3.80	0.45	มาก	
1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.40	0.55	ปานกลาง	
1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.60	0.55	มาก	
1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม	3.80	0.45	มาก	
1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต	3.80	0.45	มาก	
1.7 การวางตำแหน่ง PLC	3.60	0.55	มาก	
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.66</b>	<b>0.19</b>	<b>มาก</b>
<b>2. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน</b>				
2.1 ใช้งานได้สะดวก	3.60	0.55	มาก	
2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์	4.20	0.45	มาก	
2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.60	0.55	มาก	
2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.20	0.45	มาก	



ตารางที่ 4-5 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่อง อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
2.5 มีความทนทานแข็งแรง	3.80	0.45	มาก
2.6 ง่ายการต่อใช้งานวงจร PLC	4.20	0.45	มาก
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.93</b>	<b>0.09</b>	<b>มาก</b>
<b>3. ความพึงพอใจด้านคุณภาพ</b>			
<b>3.1 การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1)</b>			
3.1.1 วงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ โดยตรงไม่ทำงาน	3.60	0.55	มาก
3.1.2 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลา และหลอดไฟสัญญาณ H1(Stop) สว่างตลอด	3.40	0.55	ปานกลาง
3.1.3 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลา และหลอดไฟสัญญาณ H2 (Start) สว่างตลอด	4.00	0.71	มาก
3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลัง การสตาร์ทมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start	4.00	0.71	มาก
3.1.5 วงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start	4.00	0.71	มาก
<b>3.2 การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด (Overload) (F3)</b>			
3.2.1 วงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ไม่ทำงาน	3.80	0.45	มาก
3.2.2 หลอดไฟสัญญาณจะสว่างตลอดเวลา (Overload) (วงจรควบคุมทำงานปกติ)	3.40	0.55	ปานกลาง
3.2.3 วงจรควบคุมทำงานตามปกติ เมื่อกดปุ่มทิวป์ (Tip)	3.80	0.45	มาก

ตารางที่ 4-5 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการพัฒนาชุดสาคิตการวางจุดบกพร่อง  
อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล	
	$\bar{X}$	S.D.		
<b>3.3 การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ</b>				
<b>(Pilot Lamp) (H1, H2, H3)</b>				
3.3.1 หลอดไฟสัญญาณ ในวงจรควบคุม ไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)	4.00	0.71	มาก	
	ค่าเฉลี่ย	3.78	0.25	มาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	3.78	0.15	มาก

จากตารางที่ 4-5 สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาชุดสาคิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ได้ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X}=3.66$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1.1 ความประณีต ความสวยงาม ( $\bar{X}=3.60$ ) ข้อ 1.2 ความเหมาะสมและขนาดชุดสาคิต ( $\bar{X}=3.80$ ) ข้อ 1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม ( $\bar{X}=3.60$ ) ข้อ 1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม ( $\bar{X}=3.80$ ) ข้อ 1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาคิต ( $\bar{X}=3.80$ ) และข้อ 1.7 การวางตำแหน่ง PLC ( $\bar{X}=3.60$ ) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 1.3

2) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X}=3.93$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 2.1 ใช้งานสะดวก ( $\bar{X}=3.60$ ) ข้อ 2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์ ( $\bar{X}=4.20$ ) ข้อ 2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน ( $\bar{X}=3.60$ ) ข้อ 2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ( $\bar{X}=4.20$ ) ข้อ 2.5 มีความทนทานแข็งแรง ( $\bar{X}=3.80$ ) และข้อ 2.6 ง่ายต่อการใช้งานวงจร PLC ( $\bar{X}=4.20$ )

3) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X}=3.78$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 3.1.1 วงจรการควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์โดยตรงไม่ทำงาน ( $\bar{X}=3.60$ ) ข้อ 3.1.3 วงจรการควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H2 Start สว่างตลอดเวลา ( $\bar{X}=4.00$ ) ข้อ 3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start ( $\bar{X}=4.00$ ) ข้อ 3.1.5

วงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start ( $\bar{X} = 4.00$ )  
 ข้อ 3.2.1 วงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ไม่ทำงาน ( $\bar{X} = 3.80$ ) ข้อ 3.2.3 วงจรควบคุมทำงานตามปกติ  
 เมื่อกดปุ่มทิป (Tip) ( $\bar{X} = 3.80$ ) และข้อ 3.3.1 หลอดไฟสัญญาณในวงจรควบคุมไม่ทำงาน  
 (ไม่สว่าง) ( $\bar{X} = 4.00$ ) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลางคือข้อ ข้อ 3.1.2 และ  
 ข้อ 3.2.2

จากตารางที่ 4-5 พบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาชุดสาธิตการวาง  
 จุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็น  
 ด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.66$ ) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.93$ )  
 ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.78$ ) และโดยภาพรวม  
 มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.78$ ) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ๓ หน้า 146)

ตารางที่ 4-6 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุม  
 มอเตอร์ (ชุดเดิม) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล	
	$\bar{X}$	S.D.		
<b>1. ความพึงพอใจด้านการออกแบบ</b>				
1.1 ความประณีต ความสวยงาม	3.80	0.45	มาก	
1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต	3.60	0.55	มาก	
1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.60	0.55	มาก	
1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.20	0.45	ปานกลาง	
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.55</b>	<b>0.21</b>	<b>มาก</b>
<b>2. ความพึงพอใจด้านคุณภาพ</b>				
2.1 มีความทนทานแข็งแรง	3.80	0.45	มาก	
2.2 ความถูกต้องของวงจรควบคุม	3.80	0.45	มาก	
2.3 การวางจุดบกพร่องของอุปกรณ์	2.60	0.89	ปานกลาง	
2.4 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต	3.80	0.45	มาก	
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.50</b>	<b>0.31</b>	<b>ปานกลาง</b>

ตารางที่ 4-6 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินการชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล	
	$\bar{X}$	S.D.		
<b>3. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน</b>				
3.1 ใช้งานได้สะดวก	3.80	0.45	มาก	
3.2 ง่ายต่อการใช้งาน	3.60	0.55	มาก	
3.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.00	0.00	มาก	
3.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	2.60	0.89	ปานกลาง	
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.50</b>	<b>0.31</b>	<b>ปานกลาง</b>
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>3.52</b>	<b>0.11</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 4-6 สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ได้ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X}=3.55$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1.1 ความประณีต ความสวยงาม ( $\bar{X} = 3.80$ ) ข้อ 1.2 ความเหมาะสมและขนาดชุดสาธิต ( $\bar{X} = 3.60$ ) และข้อ 1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม ( $\bar{X} = 3.60$ ) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 1.4

2) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X}=3.50$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 2.1 มีความทนทาน แข็งแรง ( $\bar{X} = 3.80$ ) ข้อ 2.2 ความถูกต้องของวงจรควบคุม ( $\bar{X} = 3.80$ ) และข้อ 2.4 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต ( $\bar{X} = 3.80$ ) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 2.3

3) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X} = 3.50$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 3.1 ใช้งานได้สะดวก ( $\bar{X} = 3.80$ ) ข้อ 3.2 ง่ายต่อการใช้งาน ( $\bar{X} = 3.60$ ) ข้อ 3.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน ( $\bar{X} = 4.00$ ) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลางคือข้อ ข้อ 3.4

จากตารางที่ 4-6 พบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาริตการวางจุดบกพร่อง อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.55$ ) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X} = 3.50$ ) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X} = 3.50$ ) และโดยภาพรวม มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.52$ ) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ก หน้า 225)

#### 4.3 การวิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพคู่มือการใช้งานชุดสาริตโดยผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งานของการพัฒนาชุดสาริตการวางจุดบกพร่อง อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ โดยวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ปรากฏผล ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินคู่มือการใช้งานการพัฒนาชุดสาริตการวางจุดบกพร่อง อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิมและชุดใหม่) ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล	
	$\bar{X}$	S.D.		
1. การลำดับขั้นตอนการใช้งาน	3.60	0.55	มาก	
2. ข้อความรูปภาพเห็นชัดเจน	3.60	0.55	มาก	
3. เนื้อหาคู่มือครบถ้วนสมบูรณ์	4.00	0.71	มาก	
4. คำอธิบายวงจรอ่านแล้วเข้าใจ	3.60	0.55	มาก	
5. สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย	3.80	0.84	มาก	
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.72</b>	<b>0.18</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 4-7 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อคู่มือการใช้งานการพัฒนาชุดสาริตการวางจุดบกพร่อง อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1 การลำดับขั้นตอนการใช้งาน ( $\bar{X} = 3.60$ ) ข้อ 2 ข้อความรูปภาพเห็นชัดเจน ( $\bar{X} = 3.60$ ) ข้อ 3 เนื้อหาคู่มือครบถ้วนสมบูรณ์ ( $\bar{X} = 4.00$ ) ข้อ 4 คำอธิบายวงจรอ่านแล้วเข้าใจ ( $\bar{X} = 3.60$ ) และข้อ 5 สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย ( $\bar{X} = 3.80$ ) โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.72$ ) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ก หน้า 150)

#### 4.4 การวิเคราะห์ผลการประเมินความพึงพอใจของชุดสาธิตโดยผู้เรียน

การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รายวิชาการโปรแกรมและการควบคุมไฟฟ้า รหัสวิชา 2104-2109 เรื่อง การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ที่มีต่อชุดสาธิตเรื่องการสร้างและพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่อง อุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ โดยวิเคราะห์จากผู้เรียน จำนวน 22 คน ปรากฏผลดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) จากผู้เรียน กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล	
	$\bar{X}$	S.D.		
<b>1. ความพึงพอใจด้านการออกแบบ</b>				
1.1 ความประณีต ความสวยงาม	3.95	0.72	มาก	
1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต	3.55	0.51	มาก	
1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.86	0.83	มาก	
1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.50	0.51	ปานกลาง	
1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม	4.00	0.69	มาก	
1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต	3.73	0.46	มาก	
1.7 การวางตำแหน่ง PLC	3.50	0.51	ปานกลาง	
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.73</b>	<b>0.22</b>	<b>มาก</b>
<b>2. ความพึงพอใจด้านคุณภาพ</b>				
2.1 ใช้งานได้สะดวก	3.64	0.73	มาก	
2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์	4.09	0.61	มาก	
2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.77	0.69	มาก	
2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	3.95	0.65	มาก	
2.5 มีความทนทานแข็งแรง	3.64	0.49	มาก	
2.6 ง่ายการต่อใช้งานวงจร PLC	4.05	0.65	มาก	
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.86</b>	<b>0.06</b>	<b>มาก</b>

ตารางที่ 4–8 (ต่อ) สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจการพัฒนาชุดสาธิตการวาง  
จุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) จากผู้เรียน กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล	
	$\bar{X}$	S.D.		
<b>3. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน</b>				
<b>3.1 การวางจุดบกพร่องแมกนีติกคอนแทกเตอร์ (K1)</b>				
3.1.1 วงจรควบคุมการสตาร์ทมอเตอร์ โดยตรงไม่ทำงาน	3.50	0.51	ปานกลาง	
3.1.2 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลา และหลอดไฟสัญญาณ H1(Stop) สว่างตลอด	3.64	0.79	มาก	
3.1.3 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลา และหลอดไฟสัญญาณ H2 (Start) สว่างตลอด	3.73	0.83	มาก	
3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลัง การสตาร์ทมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start	4.18	0.59	มาก	
3.1.5 วงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ทำงาน ตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start	4.23	0.43	มาก	
<b>3.2 การวางจุดบกพร่องโอเวอร์โหลด (Overload) (F3)</b>				
3.2.1 วงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ไม่ทำงาน	3.95	0.65	มาก	
3.2.2 หลอดไฟสัญญาณจะสว่างตลอดเวลา (Overload) (วงจรควบคุมทำงานปกติ)	3.50	0.51	ปานกลาง	
3.2.3 วงจรควบคุมทำงานตามปกติ เมื่อกดปุ่มทิป (Tip)	3.95	0.65	มาก	
<b>3.3 การวางจุดบกพร่องหลอดไฟสัญญาณ (Pilot Lamp) (H1, H2, H3)</b>				
3.3.1 หลอดไฟสัญญาณ ในวงจรควบคุม ไม่ทำงาน (ไม่สว่าง)	3.95	0.79	มาก	
	ค่าเฉลี่ย	3.85	0.25	มาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	3.81	0.14	มาก

จากตารางที่ 4-8 สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุกบกดพร้อมอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ได้ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X}=3.73$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1.1 ความประณีตความสวยงาม ( $\bar{X} = 3.95$ ) ข้อ 1.2 ความเหมาะสมและขนาดชุดสาธิต ( $\bar{X} = 3.55$ ) ข้อ 1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม ( $\bar{X}=3.86$ ) ข้อ 1.5 ความถูกต้องของวงจรควบคุม ( $\bar{X}=4.00$ ) และข้อ 1.6 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต ( $\bar{X} = 3.73$ ) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 1.4 และ ข้อ 1.7

2) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X}=3.86$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 2.1 ใช้งานสะดวก ( $\bar{X} = 3.64$ ) ข้อ 2.2 ง่ายต่อการใช้งานวงจรรีเลย์ ( $\bar{X} = 4.09$ ) ข้อ 2.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน ( $\bar{X} = 3.77$ ) ข้อ 2.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ( $\bar{X} = 3.95$ ) ข้อ 2.5 มีความทนทานแข็งแรง ( $\bar{X} = 3.64$ ) และข้อ 2.6 ง่ายต่อการใช้งานวงจร PLC ( $\bar{X} = 4.05$ )

3) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.85$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 3.1.2 วงจรควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H1 (Stop) สว่างตลอดเวลา ( $\bar{X} = 3.64$ ) ข้อ 3.1.3 วงจรการควบคุมทำงานตลอดเวลาและหลอดไฟสัญญาณ H2 Start สว่างตลอดเวลา ( $\bar{X} = 3.73$ ) ข้อ 3.1.4 วงจรควบคุมและวงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start ( $\bar{X} = 4.18$ ) และข้อ 3.1.5 วงจรกำลังการสตาร์ทมอเตอร์ทำงานตลอดเวลาเมื่อยังไม่ได้กด Push button Sw. ปุ่ม Start ( $\bar{X} = 4.23$ ) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลางคือข้อ 3.1.1 และข้อ 3.2.2

จากตารางที่ 4-8 พบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุกบกดพร้อมอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.73$ ) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.86$ ) และด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.85$ ) และโดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ( $\bar{X} = 3.81$ ) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ก หน้า 154)



ตารางที่ 4-9 สรุปผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) จากผู้เรียน กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน

รายการ	ระดับความคิดเห็น		แปลผล
	$\bar{X}$	S.D.	
<b>1. ความพึงพอใจด้านการออกแบบ</b>			
1.1 ความประณีต ความสวยงาม	3.40	0.50	ปานกลาง
1.2 ความเหมาะสม และขนาดชุดสาธิต	3.50	0.61	ปานกลาง
1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.65	0.49	มาก
1.4 การเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ได้เหมาะสม	3.35	0.49	ปานกลาง
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.48</b>	<b>0.29</b>	<b>ปานกลาง</b>
<b>2. ความพึงพอใจด้านคุณภาพ</b>			
2.1 มีความทนทานแข็งแรง	3.45	0.51	ปานกลาง
2.2 ความถูกต้องของวงจรควบคุม	3.40	0.50	ปานกลาง
2.3 การวางจุดบกพร่องของอุปกรณ์	3.60	0.50	มาก
2.4 มีการป้องกันของระบบชุดสาธิต	3.50	0.51	ปานกลาง
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.49</b>	<b>0.25</b>	<b>ปานกลาง</b>
<b>3. ความพึงพอใจด้านการใช้งาน</b>			
3.1 ใช้งานได้สะดวก	3.25	0.44	ปานกลาง
3.2 ง่ายต่อการใช้งาน	3.20	0.41	ปานกลาง
3.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.45	0.51	ปานกลาง
3.4 มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	2.40	0.50	น้อย
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>3.08</b>	<b>0.20</b>	<b>ปานกลาง</b>
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>3.35</b>	<b>0.17</b>	<b>ปานกลาง</b>

จากตารางที่ 4-9 สามารถที่จะอธิบายผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เรียนมีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ได้ดังนี้

1) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X} = 3.48$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 1.3 การจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ได้เหมาะสม ( $\bar{X} = 3.65$ ) และส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 1.1 ข้อ 1.2 และข้อ 1.4

2) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X}=3.49$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมากคือข้อ 2.3 การวางจุดบกพร่องของอุปกรณ์ ( $\bar{X}= 3.60$ ) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นปานกลางคือข้อ 2.1 ข้อ 2.2 และข้อ 2.4

3) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X}= 3.08$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลางคือข้อ 3.1 ใช้งานได้สะดวก ( $\bar{X}= 3.25$ ) ข้อ 3.2 ง่ายต่อการใช้งาน ( $\bar{X}= 3.20$ ) ข้อ 3.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน ( $\bar{X}= 3.45$ ) ส่วนข้อที่มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยน้อยคือข้อ 3.4

จากตารางที่ 4-9 พบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ด้านการออกแบบ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X}= 3.48$ ) ด้านคุณภาพ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X}= 3.49$ ) ด้านการใช้งาน โดยภาพรวมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X}=3.08$ ) และโดยภาพรวม มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ( $\bar{X}= 3.35$ ) (ดังรายละเอียดปรากฏในภาคผนวก ก หน้า 225)

ตารางที่ 4-10 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในกรณีเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ ของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน

รายการ	ชุดสาธิตเดิม		แปลผล	ชุดสาธิตพัฒนา		แปลผล
	$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD	
1. ด้านการออกแบบ	3.55	0.21	มาก	3.66	0.19	มาก
2. ด้านคุณภาพ	3.50	0.31	ปานกลาง	3.78	0.25	มาก
3. ด้านการใช้งาน	3.50	0.31	ปานกลาง	3.93	0.09	มาก
4. ด้านคู่มือการใช้งาน	3.72	0.18	มาก	3.72	0.18	มาก

จากตารางที่ 4-10 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ พบว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดสาธิต ด้านการออกแบบ และด้านคู่มือการใช้งาน มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ส่วนในด้านคุณภาพ และด้านการใช้งานชุดสาธิตเดิมมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ส่วนชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นใหม่มีคุณภาพดีกว่าชุดสาธิตเดิม

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจในกรณีเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ ของผู้เรียน กลุ่ม 1-2 จำนวน 42 คน

รายการ	ชุดสาธิตเดิม		แปลผล	ชุดสาธิตพัฒนา		แปลผล
	$\bar{X}$	SD		$\bar{X}$	SD	
1. ด้านการออกแบบ	3.48	0.29	ปานกลาง	3.73	0.22	มาก
2. ด้านคุณภาพ	3.49	0.25	ปานกลาง	3.86	0.06	มาก
3. ด้านการใช้งาน	3.08	0.20	ปานกลาง	3.81	0.14	มาก

จากตารางที่ 4-11 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชุดสาธิตเดิมกับชุดสาธิตที่ทำการพัฒนาขึ้นใหม่ พบว่าความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดสาธิตเดิม ด้านการออกแบบ ด้านคุณภาพและด้านการใช้งาน มีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยปานกลาง ส่วนชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นมีความคิดเห็นในระดับเห็นด้วยมาก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นใหม่มีคุณภาพดีกว่าชุดสาธิตเดิม

#### 4.5 การวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 22 คน ปรากฏผลดังแสดงในตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-12 แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการพัฒนาชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดใหม่) ของผู้เรียน กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	$\Sigma X$	$\bar{X}$	ร้อยละ
คะแนนจากการตอบตามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน ( $E_1$ )	22	200	3670	166.82	83.41
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ ( $E_2$ )	22	20	362	16.45	82.27

จากตารางที่ 4-12 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง จำนวน 22 คน คะแนนจากการตอบตามท้ายการปฏิบัติงานและใบงานได้ถูกต้อง เฉลี่ยร้อยละ 83.41 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้ และทำข้อสอบในแบบทดสอบได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 82.27 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวหลังที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์

ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1.3.1 (รายละเอียดในภาคผนวก ก หน้า 170)

**ตารางที่ 4-13** แสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ (ชุดเดิม) ของผู้เรียน กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน

รายการ	N	คะแนนเต็ม	$\Sigma x$	$\bar{x}$	ร้อยละ
คะแนนจากการตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงาน ( $E_1$ )	20	200	3242	162.10	81.05
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ ( $E_2$ )	20	20	321	16.05	80.25

จากตารางที่ 4-13 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง จำนวน 20 คน คะแนนจากการตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงานได้ถูกต้อง เฉลี่ยร้อยละ 81.05 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวแรกที่ตั้งไว้ และทำข้อสอบในแบบทดสอบได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ตัวหลังที่ตั้งไว้ แสดงว่าชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1.3.1 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 217)

จากตารางที่ 4-12 และ 4-13 แสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตเดิม คะแนนจากการตอบคำถามท้ายการปฏิบัติงานและใบงานเฉลี่ยร้อยละ 81.05 และทำข้อสอบในแบบทดสอบเฉลี่ยร้อยละ 80.25 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าชุดสาธิตที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่คือ 83.41 และ 82.27 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่มีประสิทธิภาพสูงกว่าชุดสาธิตเดิม

#### 4.6 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยชุดสาธิตการวางจุดบกพร่องอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ เพื่อสมมติฐานการวิจัยในข้อที่ 1.3.2 โดยนำค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดสอบความแตกต่างโดยใช้ t-test dependent ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน (ชุดใหม่) กลุ่ม 1 จำนวน 22 คน

	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ย ของ ผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ย ผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	7.18	1.736	7.64	2.194	16.325**	21	0.000
หลังเรียน	14.82	1.220					

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4-14 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 7.18 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 14.82 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 175)

ตารางที่ 4-15 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติ ในการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนของผู้เรียน (ชุดเดิม) กลุ่ม 2 จำนวน 20 คน

	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ย ของ ผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ย ผลต่าง	t	df	Sig 1 tailed
ก่อนเรียน	4.95	1.276	5.80	2.966	8.744**	19	0.000
หลังเรียน	10.75	2.381					

\*\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4-15 พบว่า การทดสอบคะแนนของผู้เรียน มีคะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 10.75 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้ง พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 222)

จากตารางที่ 4-14 และ 4-15 แสดงให้เห็นว่าชุดสาธิตเดิม คะแนนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 4.95 คะแนน และมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 10.75 คะแนน ซึ่งมีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าชุดสาธิตที่ได้รับการพัฒนาขึ้นใหม่คือ 7.18 และ 14.82 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าชุดสาธิตที่พัฒนาขึ้นใหม่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการสูงกว่าชุดสาธิตเดิม