

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อออกแบบสร้างและพัฒนาชุดการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ผู้รายงานขอเสนอผลการศึกษาดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล
2. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูล

ในการนำเสนอข้อมูล ครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันในการแปลความหมายผลการวิเคราะห์ข้อมูล จึงได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอข้อมูลดังนี้

\bar{X}	แทน	คะแนนเฉลี่ย
N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
\bar{D}	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลต่างของค่าตัวแปร
t	แทน	ค่าสถิติทดสอบที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจากการแจกแจงแบบ t
E_1	แทน	ประสิทธิภาพของชุดการสอนจากการทำแบบฝึกหัด ใบงาน และแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละชุด
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของชุดการสอนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน
E.I.	แทน	ดัชนีประสิทธิผล

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้รายงานได้วางแผนการจัดทำข้อมูลและดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้
ตอนที่ 1 ชุดทดลองวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยชุดฝึกทักษะจำนวน 5 เครื่อง ดังนี้

- 1.1 ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกที่มีระบบป้องกัน
- 1.2 ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดดิจิทัลแบบปรับเลือกพิสัยที่มีระบบป้องกัน

- 1.3 ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดดิจิทัลแบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติที่มีระบบป้องกัน
- 1.4 ชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์
- 1.5 ชุดฝึกมาตรวัดกำลังไฟฟ้าและอิมพีแดนซ์เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าและ

อิเล็กทรอนิกส์

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2

ตอนที่ 3 วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

ตอนที่ 4 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

โดยใช้ t-test (Dependent Samples)

ตอนที่ 5 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยใช้สูตรค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตอนที่ 6 วิเคราะห์ความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยครูที่ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ โดยใช้สูตรค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ชุดทดลองวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยชุดฝึกทักษะ จำนวน 5 เครื่อง ดังนี้

1. ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกที่มีระบบป้องกันใช้งานร่วมกับชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์ และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์

เนื่องจากชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ มีจุดประสงค์ในการออกแบบสร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานร่วมกับชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน เพราะทำหน้าที่เป็นจุดวัดอ้างอิงในการใช้งานพิสัยวัดต่าง ๆ และเพื่อการทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ที่ออกแบบได้ โดยการทดสอบประสิทธิภาพจึงเป็นการวิเคราะห์ผลการทดสอบที่เกิดจากการใช้งานร่วมกัน ซึ่งผลที่ได้มีทั้งหมด 9 รายการดังนี้

1) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัด DCV จากการนำชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกันไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และ

ทดลองขยายพิสัยการวัดแอมมิเตอร์มัลติมิเตอร์ จุดวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ 0.05 V, 0.39 V, 2.36 V 6.31 V, 39.2 V, 232.0 V, 272.0 V ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด DCV

พิสัยวัด DCV	ค่าแรงดันอ้างอิง	มัลติมิเตอร์ ชนิดแอมมิเตอร์ ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
0.1 DCV	0.05 V	0.05 V	0
0.5 DCV	0.39 V	0.382 V	-2.05
2.5 DCV	2.36 V	2.32 V	-1.69
10 DCV	6.31 V	6.2 V	-1.74
50 DCV	39.2 V	38.8 V	-1.02
250 DCV	232.0 V	230 V	0.86
1000 DCV	272.0 V	278 V	2.2

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของพิสัยวัด DCV จากตารางที่ 4.1 ที่พิสัยวัด 0.1 DCV วัดค่าแรงดันอ้างอิง 0.05 V วัดและอ่านค่าได้ 0.05 V ซึ่งมีความเที่ยงตรงสูงสุด ที่พิสัยวัด 1000 DCV วัดค่าแรงดันอ้างอิง 272 V วัดและอ่านค่าได้ 278 V มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 2.2 และที่พิสัยวัดอื่นๆ วัดและอ่านค่าได้ใกล้เคียงกับค่าแรงดันอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เนื่องจากคู่มือใช้งานมัลติมิเตอร์ SANWA รุ่น YX-361TR ที่พิสัยวัด DCV ค่าความเที่ยงตรง คือ ร้อยละ ± 2.5 จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอมมิเตอร์ ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องครบทุกพิสัยเหมือนกับมัลติมิเตอร์ชนิดแอมมิเตอร์ทั่วไป

2) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัด ACV จากการนำชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอมมิเตอร์ที่มีระบบป้องกันไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอมมิเตอร์มัลติมิเตอร์ ที่จุดวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 1.80 V, 5.4 V, 31.0 V, 235 V, 252.0 V ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด ACV

พิสัยวัด ACV	ค่าแรงดันอ้างอิง	มัลติมิเตอร์ ชนิดแอมมิเตอร์ ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
2.5 ACV	1.8 V	1.75 V	-2.77
10 ACV	5.4 V	5.2 V	-3.7

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

พิสัยวัด ACV	ค่าแรงดันอ้างอิง	มัลติมิเตอร์ ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
50 ACV	31.0 V	30.5 V	-1.61
250 ACV	235.0 V	235 V	0
1000 ACV	252.0 V	252 V	0

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของพิสัยวัด ACV จากตารางที่ 4.2 ที่พิสัยวัด 250 ACV วัดค่าแรงดันอ้างอิง 235 V วัดและอ่านค่าได้ 235 V และ 1000 ACV วัดค่าแรงดันอ้างอิง 252 V วัดและอ่านค่าได้ 252 V ซึ่งทั้งสองพิสัยวัดมีความเที่ยงตรงสูงสุด ที่พิสัยวัด 10 ACV ค่าแรงดันอ้างอิง 5.4 V วัดและอ่านค่าได้ 5.2 V มีความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ -3.7 และที่พิสัยวัดอื่น ๆ วัดและอ่านค่าได้ใกล้เคียงกับค่าแรงดันอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เนื่องจากคู่มือใช้งานมัลติมิเตอร์ SANWA รุ่น YX-361TR ที่พิสัยวัด ACV ค่าความเที่ยงตรง คือ ร้อยละ ± 4 จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องครบทุกพิสัยเหมือนกับมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกทั่วไป

3) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัด DCA จากการนำชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่ากระแสไฟตรงอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ ที่จุดวัดกระแสไฟตรงที่ 30 μA , 1.76 mA, 14.2 mA, 184 mA, 450 mA ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด DCA

พิสัยวัด DCA	ค่ากระแสอ้างอิง	มัลติมิเตอร์ ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
50 DC μA	30 μA	30 μA	0
2.5 DCmA	1.76 mA	1.75 mA	-0.568
25 DCmA	14.2 mA	13.9 mA	-2.11
250 DCmA	184 mA	185 mA	0.543

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของพิสัยวัด DCA จากตารางที่ 4.3 ที่พิสัยวัด 50 DC μ A วัดกระแสอ้างอิง 30 μ A อ่านค่าได้ 30 μ A ซึ่งมีความเที่ยงตรงสูงสุด ที่พิสัยวัด 25 DCmA วัดกระแสไฟฟ้าอ้างอิง 14.2 mA อ่านค่าได้ 13.9 mA มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ -2.11 และที่พิสัยวัดอื่น ๆ วัดและอ่านค่าได้ใกล้เคียงกับค่ากระแสอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เนื่องจากคู่มือใช้งานมัลติมิเตอร์ SANWA รุ่น YX-361TR ที่พิสัยวัด DCA ค่าความเที่ยงตรง คือ ร้อยละ ± 2.5 จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดกระแสไฟตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องครบทุกพิสัยเหมือนกับมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกทั่วไป

4) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัดความต้านทาน จากการนำชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่าตัวต้านทานที่ทราบค่า ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด Ω

ค่าตัวต้านทาน ที่ระบุ	พิสัยวัด	มัลติมิเตอร์ ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
0.5 Ω	$\times 1$	0.5 Ω	0
6.8 Ω	$\times 1$	7 Ω	2.94
20 Ω	$\times 1$	19.5 Ω	-2.5
51 Ω	$\times 1$	50 Ω	-1.96
100 Ω	$\times 10$	100 Ω	0
200 Ω	$\times 10$	200 Ω	0
430 Ω	$\times 100$	430 Ω	0
1 k Ω	$\times 100$	1 k Ω	0
1.2 k Ω	$\times 100$	1.2 k Ω	0
2 k Ω	$\times 100$	2 k Ω	0
10 k Ω	$\times 1k$	9.8 k Ω	-2
20 k Ω	$\times 1k$	19.9 k Ω	-0.5
82 k Ω	$\times 10k$	80 k Ω	-2.43
100 k Ω	$\times 10k$	98 k Ω	-2
120 k Ω	$\times 10k$	118 k Ω	-1.66
200 k Ω	$\times 10k$	198 k Ω	-1
324 k Ω	$\times 10k$	320 k Ω	-1.23

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

ค่าตัวต้านทาน ที่ระบุ	พิสัยวัด	มัลติมิเตอร์ ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
1 M Ω	$\times 10k$	1.04 M Ω	4
1.2 M Ω	$\times 10k$	1.25 M Ω	4.16
2 M Ω	$\times 10k$	2.1 M Ω	5
5.6 M Ω	$\times 10k$	5.5 M Ω	-1.78
9.1 M Ω	$\times 10k$	10 M Ω	9.89
10 M Ω	$\times 10k$	11.5 M Ω	15
20 M Ω	$\times 10k$	25 M Ω	25

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด Ω โดยทั่วไปมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก มีสเกลไม่เป็นเชิงเส้น ค่าความเที่ยงตรง ร้อยละ ± 3 ของส่วนโค้ง ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกแต่ละพิสัยวัด Ω ซึ่งถูกกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่เลข 20 เช่น ค่าตัวต้านทาน 100 Ω , 200 Ω , 430 Ω , 1 k Ω , 1.2 k Ω เป็นต้น แต่เมื่อผลการวัดมากกว่าหรือต่ำกว่าเลข 20 จะมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงขึ้น เพิ่มตามระยะเข็มชี้ที่ห่างจากเลข 20 ซึ่งอาจสูงเป็น ร้อยละ ± 5 , ± 10 ถึง ± 20 เช่น ค่าความต้านทาน 2 M Ω , 9.1 M Ω , 10 M Ω , 20 M Ω จึงอาจกล่าวได้ว่าผลการวัดและอ่านค่าถูกต้อง พิจารณาจากค่าที่ใกล้เคียงตามความเหมาะสม แต่การเลือกพิสัยจำเป็นต้องเลือกให้ถูกต้องและเหมาะสมทุกครั้ง ดังนั้น ผลการวัดมีค่าใกล้เคียงกับค่าตัวต้านทานที่ระบุ จึงสรุปได้ว่า ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดค่าตัวต้านทานได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องครบทุกพิสัยเหมือนกับมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกทั่วไป

5) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกที่มีระบบป้องกัน ที่มีการใช้งาน 2 ทางเลือก โดยผ่านการเลือกจากสวิตช์โยก 2 ตำแหน่งข้างกล่องด้านซ้าย โดยการโยกขึ้นบนจะเป็นการใช้งานรูปแบบปกติของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน คือ ใช้วัดค่าปริมาณทางไฟฟ้าต่าง ๆ แต่เมื่อโยกลงล่างจะเป็นการเลือกใช้ขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน โดยตรง คือ 44 μA ซึ่งมีจุดต่อเพิ่มออกมาด้านข้าง 2 จุด สำหรับต่อใช้งานร่วมกับชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อก เพื่อใช้ในการทดลองวงจรขยายพิสัยวัดต่าง ๆ ได้แก่ การขยายพิสัยวัด DCA, ขยายพิสัยวัด DCV, ขยายพิสัยวัด ACV, ขยายพิสัยวัด Ω จึงสรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของคุณลักษณะขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน

บันทึกผล	ค่าความต้านทานภายในขดลวดเคลื่อนที่ (R_m)	ค่ากระแสเต็มสเกล (I_{FS})	ค่าแรงดันเต็มสเกล (V_{FS})
ค่าจากคู่มือ	1.10 k Ω	44.0 μ A	50.0 mV
ค่าที่วัดได้	1.12 k Ω	44.2 μ A	49.8 mV
ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ	1.81	0.45	-0.4

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน สามารถใช้งานได้ 2 ทางเลือก โดยเลือกสวิตช์โยก 2 ตำแหน่งข้างกล่องด้านซ้าย ดังกล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งสรุปได้ผลได้ดังนี้ คือ จุดต่อด้านข้าง 2 จุด สามารถใช้งานร่วมกับชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ได้ถูกต้อง ซึ่งค่าความต้านทานภายในขดลวดเคลื่อนที่ วัดค่าได้ 1.12 k Ω มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 1.81 ค่ากระแสเต็มสเกล วัดค่าได้ 44.2 μ A มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 0.45 และค่าแรงดันเต็มสเกล วัดค่าได้ 49.8 mV มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ -0.4 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ดังนั้น ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นสามารถใช้งานได้ 2 ทางเลือก สำหรับต่อใช้งานร่วมกับชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ สามารถนำไปใช้ในการทดลองวงจรขยายพิสัยวัดต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ที่ออกแบบได้ที่อยู่ในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ เพื่อต่อใช้งานร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน เพื่อใช้ในการทดลองวงจรขยายพิสัยวัด DCA สรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวงจรขยายพิสัยวัด DCA ของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ที่ออกแบบได้

พิสัยวัด	ค่ากระแสอ้างอิง	ค่าที่วัดได้	ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ
0-50 DC μ A	30 μ A	29.5 μ A	-1.66
0-2.5 DCmA	1.76 mA	1.75 mA	0.57
0-25 DCmA	14.2 mA	14.0 mA	1.41
0-250 DCmA	184 mA	185 mA	0.54

จากตารางที่ 4.6 เป็นผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวงจรขยายพัลส์วัต DCA ที่ออกแบบที่ในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพัลส์การวัดแวนะลอกมัลติมิเตอร์ โดยใช้งานร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแวนะลอก ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดและอ่านค่าได้ใกล้เคียงกับค่ากระแสอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เพราะค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ร้อยละ ± 2.5 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพัลส์การวัดแวนะลอก มัลติมิเตอร์สามารถนำไปใช้ทดลองวงจรขยายพัลส์วัต DCA ร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแวนะลอก ที่มีระบบป้องกัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องครบทุกพัลส์

7) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแวนะลอกมัลติมิเตอร์ที่ออกแบบได้จากชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพัลส์การวัดแวนะลอก เพื่อต่อใช้งานร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแวนะลอก ที่มีระบบป้องกัน เพื่อใช้ในการทดลองวงจรขยายพัลส์วัต DCV สรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวงจรขยายพัลส์วัต DCV ของแวนะลอกมัลติมิเตอร์ที่ออกแบบได้

พัลส์วัต	ค่าแรงดันอ้างอิง	ค่าที่วัดได้	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
0.1 DCV	0.05 V	0.05 V	0
0.5 DCV	0.39 V	0.385 V	1.28
2.5 DCV	2.36 V	2.32 V	1.69
10 DCV	6.31 V	6.2 V	1.74
50 DCV	39.2 V	39 V	0.51
250 DCV	232 V	236 V	-1.72
1000 DCV	272 V	278 V	-2.2

จากตารางที่ 4.7 เป็นผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวงจรขยายพัลส์วัต DCV ที่ออกแบบในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพัลส์การวัดแวนะลอกมัลติมิเตอร์ โดยใช้งานร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแวนะลอก ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดและอ่านค่าได้ใกล้เคียงกับค่าแรงดันอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เพราะค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ร้อยละ ± 2.5 ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพัลส์การวัดแวนะลอก มัลติมิเตอร์สามารถนำไปใช้ทดลองวงจรขยายพัลส์วัต DCV ร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึก มัลติมิเตอร์ชนิดแวนะลอก ที่มีระบบป้องกัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องครบทุกพัลส์

8) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ ที่ออกแบบได้จากชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อก เพื่อต่อใช้งานร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน เพื่อใช้ในการทดลองวงจรถยายพิสัยวัด ACV สรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวงจรถยายพิสัยวัด ACV ของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ที่ออกแบบได้

พิสัยวัด	แรงดันอ้างอิง (โดยประมาณ)	ค่าที่วัดได้	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
2.5 ACV	1.8 V	1.75	-2.77
10 ACV	5.4 V	5.2	-3.70
50 ACV	31 V	30	-1.61
250 ACV	235 V	230	2.12
1000 ACV	252 V	240	-3.96

จากตารางที่ 4.8 เป็นผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวงจรถยายพิสัยวัด ACV ที่ออกแบบในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ โดยใช้ใช้งานร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดและอ่านค่าได้ใกล้เคียงกับค่าแรงดันอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เพราะค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ร้อยละ ± 4 แต่ความคลาดเคลื่อนของพิสัยวัด ACV รวมกับความไม่คงที่ของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ บางช่วงเวลาอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูงได้ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ สามารถนำไปใช้ทดลองวงจรถยายพิสัยวัด ACV ร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องครบทุกพิสัย

9) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ที่ออกแบบได้จากชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อก เพื่อต่อใช้งานร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน เพื่อใช้ในการทดลองวงจรถยายพิสัยวัด Ω สรุปผลได้ดังนี้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของวงจรถยายพิสัยวัด Ω ของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ที่ ออกแบบได้

พิสัยวัด Ω	ตัวต้านทานอ้างอิง	ตัวต้านทานที่วัดได้	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
Rx1	0.5 Ω	0.55 Ω	10
	6.8 Ω	7 Ω	2.94
	20 Ω	20.5 Ω	2.5
Rx10	51 Ω	52 Ω	1.96
	100 Ω	102 Ω	2
	200 Ω	207 Ω	3.5
Rx100	430 Ω	440 Ω	2.33
	1 k Ω	1.02 k Ω	2
	1.2 k Ω	1.25 k Ω	4.17
Rx1k	10 k Ω	10.3 k Ω	3
	20 k Ω	19.9 k Ω	-0.5
Rx10k	82 k Ω	85 k Ω	3.66
	100 k Ω	100 k Ω	0
	120 k Ω	125 k Ω	4.17
	324 k Ω	325 k Ω	0.31
	1 M Ω	1 M Ω	0

จากตารางที่ 4.9 ผลการทดลองที่พิสัยวัด Rx1 ตัวตัวต้านทาน 0.5 Ω มีค่าความคลาดเคลื่อน สูงสุด ร้อยละ 10 เพราะไม่สามารถวัดได้ละเอียด เนื่องจากมีช่วงที่เป็นขีดจำกัดในการวัดค่าต่ำของ มาตรฐานความต้านทานที่มีความคลื่อนเคลื่อนค่อนข้างสูง สาเหตุจากความไม่เป็นเชิงเส้นของสเกล และข้อกำหนดความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ร้อยละ ± 3 เป็นการกำหนดค่าที่กึ่งกลางสเกลหรือเลข 20 ดังนั้น ค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นขณะเข็มชี้เลข 10 ลงมาหรือเลข 20 ขึ้นไป รวมกับความคลื่อนคลาด ของอุปกรณ์ที่นำมาสร้างชุดฝึกอีกร้อยละ ± 1 จึงทำให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนได้เกิน ร้อยละ ± 3 ซึ่งเป็น ข้อจำกัดของมาตรฐานความต้านทานชนิดแอนะล็อก ดังนั้น ค่าความคลาดเคลื่อนสูง จึงไม่ได้มีความหมายว่าวัดค่าไม่เที่ยงตรง อนึ่งที่พิสัยวัด Rx10k วัดตัวต้านทาน 100 k Ω และ 1 M Ω ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 0 ไม่ได้หมายความว่าวัดค่าได้เที่ยงตรง เพียงแต่สเกลวัดไม่ละเอียดจึงทำให้แยกแยะรายละเอียดไม่ได้ เนื่องจากมีช่วงที่เป็นขีดจำกัดในการวัดค่าสูง เพราะสเกลของโอห์ม มิเตอร์ไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าตัวต้านทานที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าตัวต้านทานอ้างอิงที่ ระบุ จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ สามารถนำไปใช้ทดลองวงจรถยายพิสัยวัด Ω ร่วมกับขดลวดเคลื่อนที่ภายในชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิด

แฉะลอก ที่มีระบบป้องกัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตามเงื่อนไขการวัดและอ่านค่าพิสัยวัด Ω ที่พิจารณาว่าเป็นค่าโดยประมาณหรือใกล้เคียงค่าจริงครบทุกพิสัย

2. การทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแฉะลอก ที่มีระบบป้องกัน

การทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแฉะลอก ที่มีระบบป้องกัน มีจุดประสงค์เพื่อทราบถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดฝึก ๆ ดังกล่าวในแต่ละพิสัย สรุปผลได้ดังนี้

1) ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพิสัย DCV ของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแฉะลอก ที่มีระบบป้องกัน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพิสัย DCV

พิสัยวัด	ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ที่วัดได้	ค่าความไวจากการคำนวณ	ความไวปกติของมาตรวัดพิสัย DCV	ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ
0.1 DCV	2.02 k Ω	20.2 k Ω /V	20 k Ω /V	1
0.5 DCV	100.4 k Ω	20.08 k Ω /V	20 k Ω /V	0.4
2.5 DCV	50 k Ω	20 k Ω /V	20 k Ω /V	0
10 DCV	200.4 k Ω	20.04 k Ω /V	20 k Ω /V	0.2
50 DCV	1 M Ω	20 k Ω /V	20 k Ω /V	0
250 DCV	5.02 M Ω	20.08 k Ω /V	20 k Ω /V	0.4
1000 DCV	19.85 M Ω	19.85 k Ω /V	20 k Ω /V	-0.75

จากตารางที่ 4.10 แสดงผลการทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในพิสัย DCV ของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแฉะลอก ที่มีระบบป้องกันได้ถูกต้อง เนื่องจากเมื่อเทียบกับความไวปกติของมาตรวัดพิสัย DCV คือ 20 k Ω /V กับค่าความไวจากการคำนวณดังเช่นที่พิสัย 0.1 V ค่าความไว = $\frac{2.02 \text{ k}\Omega}{0.1 \text{ V}} = 20.02 \text{ k}\Omega/\text{V}$ มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 1 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันเป็นค่าที่ยอมรับ ดังนั้น เมื่อพิจารณาค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ที่ทดสอบได้ มีค่าความคลาดเคลื่อนระหว่าง ร้อยละ -0.75 ถึง ร้อยละ 1 จึงกล่าวได้ว่าชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแฉะลอก ที่มีระบบป้องกัน มีค่าอิมพีแดนซ์ภายในพิสัย DCV เหมือนกับมัลติมิเตอร์ชนิดแฉะลอกทั่วไป

2) ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพิสัย DCA ของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแฉะลอก ที่มีระบบป้องกัน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย DCA

พีสัยวัด	อิมพีแดนซ์ภายในพีสัยการวัดกระแสไฟตรง		ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ
	ค่าความต้านทานภายในของวงจรมัลติมิเตอร์	ค่าอิมพีแดนซ์ที่วัดได้	
50 DC μ A	2 k Ω	2.02 k Ω	1
2.5 DCmA	102 Ω	100.2 Ω	-1.79
25 DCmA	10 Ω	10.2 Ω	2
250 DCmA	1 Ω	1.1 Ω	10

จากตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย DCA ของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกันได้ถูกต้อง เนื่องจากค่าความต้านทานภายในของวงจรมัลติมิเตอร์เปรียบเทียบกับค่าอิมพีแดนซ์ที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกัน เช่น พีสัยวัด 50 μ A มีค่าความต้านทานภายในของวงจร คือ 2 k Ω วัดค่าได้ 2.02 k Ω มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 1 ยกเว้นพีสัยวัด 250 mA ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 10 เนื่องจากคุณสมบัติของมัลติมิเตอร์พีสัยนี้สามารถวัดค่าได้ต่ำสุดของพีสัย คือ 4 Ω ซึ่งค่าความต้านทานภายในวงจรต่ำมาก คือ 1 Ω จึงมีค่าความคลาดเคลื่อนมาก แต่เมื่อพิจารณาภาพรวมจึงกล่าวได้ว่าชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน มีค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย DCA เหมือนกับมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกทั่วไป

3) ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย Ω ของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.12 ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย Ω

พีสัย Ω	กระแสอ้างอิง	กระแสที่วัดได้	ค่าอิมพีแดนซ์	ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ
Rx1	150 mA	143.5 mA	20.9 Ω	-4.33%
Rx10	15 mA	14.67 mA	204.4 Ω	-2.2%
Rx100	1.5 mA	1.5 mA	2 k Ω	0%
Rx1k	150 μ A	148.1 μ A	20.25 k Ω	-1.26%
Rx10k	60 μ A	59.9 μ A	200.3 k Ω	-0.16%

จากตารางที่ 4.12 เป็นผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพิสัย Ω ของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกันได้ถูกต้อง เนื่องจากค่ากระแสที่วัดได้เป็นค่ากระแสในขณะที่ปรับให้ เข็มชี้ที่ 0 Ω ในแต่ละพิสัยตามหลักการออกแบบของโอห์มมิเตอร์ โดยพิสัย R \times 1 ถึง R \times 1k ที่ใช้ แบตเตอรี่ 3 V เป็นตัวจ่ายกระแสให้กับตัวต้านทาน ซึ่งเมื่อวัดความต้านทานใด ๆ จะต่ำกว่าค่าใน ขณะปรับ Zero adjust เสมอ เช่น พิสัย R \times 1 กระแสอ้างอิงจากการออกแบบ 150 mA กระแสที่วัด ได้ 143.5 mA ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ = $\frac{143.5 \text{ mA} - 150 \text{ mA}}{150 \text{ mA}} = -4.33$ และค่าอิมพีแดนซ์ =

$$\frac{3 \text{ V}}{143.5 \text{ mA}} = 20.9 \Omega \text{ ที่พิสัย R}\times\text{10k เนื่องจากแบตเตอรี่ 3 V ไม่สามารถจ่ายกระแสให้มัลติมิเตอร์}$$

ชนิดแอนะล็อก เพื่อปรับ Zero adjust ที่ 0 Ω ได้ จึงไม่สามารถวัดค่าพิสัย R \times 10k ได้เพียงตรง เพราะฉะนั้น 50 μ A จึงต้องทำให้เป็น 60 μ A จึงต้องใช้แบตเตอรี่ 9 V อนุกรมกับแบตเตอรี่ 3 V เพื่อ ป้อนไฟเลี้ยงค่า 12 V ที่พิสัย R \times 10k ดังนั้น กระแสอ้างอิงจากการออกแบบ 60 μ A กระแสที่วัดได้ 59.9 μ A ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ -0.16 ค่าอิมพีแดนซ์ภายใน = $\frac{12 \text{ V}}{59.9 \mu\text{A}} = 200.3 \text{ k}\Omega$ ซึ่ง

พิจารณาภาพรวมจึงกล่าวได้ว่าชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน มีค่าอิมพีแดนซ์ ภายในพิสัย Ω เหมือนกับมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกทั่วไป

3. ชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน ใช้งานร่วมกับชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์

1) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัด DCV จากการนำชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบ ปรับเลือกพิสัยที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์ และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ จุดวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ 0.05 V, 0.39 V, 2.36 V 6.31 V, 39.2 V, 232.0 V, 272.0 V ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด DCV

แรงดันอ้างอิง	พิสัยวัด	ชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความ คลาดเคลื่อน ร้อยละ
0.05 V	200 mV	51.0 mV	2
0.39 V	2 V	0.392 V	0.51
2.36 V	20 V	2.37 V	0.42

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

แรงดันอ้างอิง	พิสัยวัด	ชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความ คลาดเคลื่อน ร้อยละ
6.31 V	20 V	6.32 V	0.15
39.2 V	200 V	39.3 V	0.25
232 V	600 V	234 V	0.86
272 V	600 V	274 V	0.73

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด DCV จากตารางที่ 4.13 ค่าแรงดันอ้างอิง 0.05 V วัดและอ่านค่าได้ 51 mV มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 2 แต่เนื่องจากค่าความเที่ยงตรงที่พิสัยวัด 200 mV ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัย ยี่ห้อ U-NIT รุ่น 151A คือ $\pm(0.5\%+1)$ โดยสามารถหาค่าความเที่ยงตรงได้จาก $(0.05 \text{ V} \times 0.5)/100+0.01 = 0.01025$ แสดงว่าค่าแรงดันอ้างอิง 0.05 V ที่วัดได้จะอยู่ระหว่าง 0.03975 V – 0.06025 V ดังนั้นค่าที่อ่านได้ 51 mV จึงเป็นค่าที่ยอมรับได้ กรณีพิสัยอื่น ๆ ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่วัดและอ่านค่าได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงดันอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องครบทุกพิสัยเหมือนกับดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยทั่วไป

2) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัด VAC จากการนำชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์ และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ จุดวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 1.80 V, 5.4 V, 31.0 V, 235 V, 252.0 V ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด VAC

แรงดันอ้างอิง	พิสัยวัด	ชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความ คลาดเคลื่อน ร้อยละ
1.8 V	2 V	1.818 V	1
5.4 V	20 V	5.47 V	1.29

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

แรงดันอ้างอิง	พีสัยวัด	ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความ คลาดเคลื่อน ร้อยละ
31 V	200 V	31.2 V	0.64
232 V	600 V	235 V	1.29
252 V	600 V	255 V	1.29

จากตารางที่ 4.14 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พีสัยวัด VAC พบว่าการวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งคุณลักษณะของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจะเกิดการสวิงของขนาดแรงดันอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น จึงมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 1.29 ที่พีสัยวัด 20 V วัดแรงดัน 5.4 V อ่านค่าได้ 5.47 V พีสัยวัด 600 V วัดแรงดัน 232 V อ่านค่าได้ 235 V และวัดแรงดัน 252 V อ่านค่าได้ 255 V ดังนั้น แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่อ่านค่าได้จึงมีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงดันอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องครบทุกพีสัยเหมือนกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยทั่วไป

3) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พีสัยวัด DCA จากการนำชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่ากระแสไฟตรงอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพีสัยการวัดแอมป์ลอกมัลติมิเตอร์ จุดวัดกระแสไฟตรง 30 μ A, 1.76 mA, 14.2 mA, 184 mA, 450 mA ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พีสัยวัด DCA

กระแสไฟตรง เทียบ GND	พีสัยวัด	ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกัน	ค่าความ คลาดเคลื่อน ร้อยละ
30 μ A	200 μ A	30 μ A	0
1.76 mA	2 mA	1.735 mA	-1.42
14.2 mA	200 mA	14.0 mA	-1.40
184 mA	200 mA	183.2 mA	-0.43
450 mA	10 A	0.45 A	0

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พีสัยวัด DCA จากตารางที่ 4.15 พีสัยวัด 2 mA วัดค่ากระแสไฟตรง 1.76 mA อ่านค่าได้ 1.735 mA มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 1.42 และความเที่ยงตรงสูงสุด คือ พีสัยวัด 200 μ A วัดและอ่านค่าได้ 30 μ A พีสัยวัด 10 A วัดและอ่านค่ากระแสไฟตรงได้ 450 mA ดังนั้น ค่ากระแสไฟตรงที่วัดและอ่านค่าได้มีค่าใกล้เคียงกับค่ากระแสอ้างอิง เป็นค่าที่ยอมรับได้ จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดกระแสไฟตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องครบทุกพีสัยเหมือนกับดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยทั่วไป

4) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พีสัยวัด AC (A~) จากการนำชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่ากระแสไฟสลับอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพีสัยการวัดแอมป์ลอกมัลติมิเตอร์ จุดวัดกระแสไฟตรง 125 μ A, 1.65 mA, 110 mA, 550 mA, ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พีสัยวัด AC (A~)

กระแสไฟสลับเทียบ GND	พีสัยวัด	ชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยที่มีระบบป้องกัน	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
125 μ A	200 μ A	125.0 μ A	0
1.65 mA	2 mA	1.656 mA	0.36
110 mA	200 mA	110.2 mA	0.18
550 mA	10 A	0.55 A	0

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พีสัยวัด AC (A~) จากตารางที่ 4.16 ความเที่ยงตรงสูงสุด ที่พีสัยวัด 200 μ A วัดและอ่านค่ากระแสไฟสลับได้ 125 μ A และพีสัยวัด 10 A วัดและอ่านค่ากระแสไฟสลับได้ 550 mA ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 0.36 ที่พีสัยวัด 2 mA วัดค่ากระแสไฟสลับ 1.65 mA อ่านค่าได้ 1.656 mA ดังนั้น ค่ากระแสไฟสลับที่วัดและอ่านค่าได้มีค่าใกล้เคียงกับค่ากระแสอ้างอิง เป็นค่าที่ยอมรับได้ จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดกระแสไฟสลับได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องครบทุกพีสัยเหมือนกับดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยทั่วไป

4) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัดความต้านทาน จากการนำชุดฝึกดิจิทัลโวลต์มิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่าตัวต้านทานที่ทราบค่า ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด Ω

ลำดับ	ตัวต้านทาน ที่ทราบค่า	พิสัยวัด	ชุดฝึกดิจิทัลโวลต์มิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน	ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
1	0.5 Ω	200 Ω	0.5 Ω	0
2	6.8 Ω	200 Ω	6.8 Ω	0
3	20 Ω	200 Ω	20 Ω	0
4	51 Ω	200 Ω	51 Ω	0
5	100 Ω	200 Ω	100 Ω	0
6	200 Ω	2 k Ω	198 Ω	-1
7	430 Ω	2 k Ω	429 Ω	-0.23
8	1 k Ω	2 k Ω	1 k Ω	0
9	1.2 k Ω	2 k Ω	1.192 k Ω	-0.66
10	2 k Ω	20 k Ω	1.98 k Ω	-1
11	9.09 k Ω	20 k Ω	9.08 k Ω	-0.11
12	10 k Ω	20 k Ω	9.89 k Ω	-1.1
13	20 k Ω	200 k Ω	20 k Ω	0
14	82 k Ω	200 k Ω	81.9 k Ω	-0.12
15	100 k Ω	200 k Ω	99.8 k Ω	-0.2
16	120 k Ω	200 k Ω	120 k Ω	0
17	200 k Ω	2 M Ω	200 k Ω	0
18	324 k Ω	2 M Ω	324 k Ω	0
19	1 M Ω	2 M Ω	1.006 M Ω	0.6
20	1.2 M Ω	2 M Ω	1.2 M Ω	0
21	2 M Ω	20 M Ω	2.04 M Ω	2
22	5.6 M Ω	20 M Ω	5.68 M Ω	1.42
23	9.09 M Ω	20 M Ω	9.03 M Ω	-0.66

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

ลำดับ	ตัวต้านทาน ที่ทราบค่า	พิสัยวัด	ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน	ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
24	9.1 M Ω	20 M Ω	9.08 M Ω	-0.22
25	10 M Ω	20 M Ω	10.1 M Ω	1
26	20 M Ω	200 M Ω	20.25 M Ω	1.25

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด Ω จากตารางที่ 4.17 ค่าความต้านทานที่วัดและอ่านค่าได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าความต้านทานที่กำหนด ซึ่งความต้านทาน 5.6 M Ω อ่านค่าได้ 5.68 M Ω มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 1.42 และความเที่ยงตรงสูงสุด คือ 0.5 Ω , 6.8 Ω , 20 Ω , 51 Ω และ 100 Ω เนื่องจากข้อสังเกตการทดลองวัดตัวต้านทานแบบทราบค่า กรณีเลือกพิสัยวัด 200 Ω ทำการปรับตั้งค่าศูนย์ โดยนำปลาย (+) และ (-) มาสัมผัสกัน ทราบถึงค่าความต้านทานเกินประมาณ 0.2 Ω เนื่องจากเป็นคุณสมบัติและขีดจำกัดของดิจิตอลมัลติมิเตอร์รุ่นนี้ ดังนั้น เมื่อใช้พิสัยดังกล่าวจำเป็นต้องนำค่าที่แสดงมาลบค่า 0.2 Ω จึงจะได้ค่าความต้านทานที่วัดและอ่านได้จริง ดังนั้น ตามตารางที่ 4.17 ผลการวัดจึงมีค่าใกล้เคียงกับค่าความต้านทานที่กำหนด ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดค่าตัวต้านทานที่ทราบค่าได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องครบทุกพิสัยเหมือนกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยทั่วไป

4. การทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน

การทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน มีจุดประสงค์เพื่อทราบถึงคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดฝึก ฯ ดังกล่าวในแต่ละพิสัยสรุปผลได้ดังนี้

1) ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพิสัย DCV ของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.18 ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย DCV

พีสัยวัด	ค่าที่วัดได้	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
200 mV	9.79 MΩ	-2.1
2 V	9.82 MΩ	-1.8
20 V	9.82 MΩ	-1.8
200 V	9.82 MΩ	-1.8
600 V	9.82 MΩ	-1.8

จากตารางที่ 4.18 แสดงผลการทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย V=== ของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกันได้ถูกต้อง ดังเช่น พีสัย 200 mV วัดค่าได้ 9.79 MΩ มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ -2.1 และพีสัย 2 V ถึงพีสัย 600 V วัดค่าได้ 9.82 MΩ มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ -1.8 ทุกพีสัย กรณีดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยทั่วไป มีค่าความต้านทานอินพุต 10 MΩ มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า พีสัย V=== ของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์มาก เนื่องจากอิมพีแดนซ์ของดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย สามารถวัดค่าความต้านทานภายในของวงจรได้โดยตรง และค่าอิมพีแดนซ์ภายในที่วัดค่าได้มีค่าใกล้เคียง 10 MΩ ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกันมีค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย V=== เหมือนกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยทั่วไป

2) ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย VAC ของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกัน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย VAC

พีสัยวัด	ค่าที่วัดได้	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
2 V	9.82 MΩ	-1.8
20 V	9.82 MΩ	-1.8
200 V	9.82 MΩ	-1.8
600 V	9.82 MΩ	-1.8

จากตารางที่ 4.19 แสดงผลการทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย V~ ของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกันได้ถูกต้อง ดังเช่น พีสัย 2 V ถึงพีสัย 600 V วัดค่าได้ 9.82 M Ω มีค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ -1.8 ทุกพีสัย ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เนื่องจากดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยทั่วไป ปกติมีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายใน 10 M Ω ทุกพีสัย เท่ากัน ซึ่งสามารถวัดค่าความต้านทานภายในของวงจรได้โดยตรง ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกันมีค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย V~ เหมือนกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยทั่วไป

3) ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย DCA ของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกันได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.20 ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย DCA

พีสัยการวัด	อิมพีแดนซ์ภายในพีสัยการวัดกระแสไฟตรง		
	ค่าอุปกรณ์ในวงจร	ค่าที่วัดได้	ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
200 μ A	1 k Ω	993 Ω	0.7
2 mA	100 Ω	100 Ω	0
200 mA	1 Ω	1.1 Ω	10
10 A	0.1 Ω	0.1 Ω	0

จากตารางที่ 4.20 แสดงผลการทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย A=== ของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกันได้ถูกต้อง เช่น ที่พีสัย 200 μ A ค่าอุปกรณ์ในวงจร 1 k Ω วัดค่าได้ 993 Ω ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 0.7 ที่พีสัย 2 mA และพีสัย 10 A ค่าที่วัดได้เท่ากับค่าอุปกรณ์ในวงจร ซึ่งโดยปกติพีสัยการวัดกระแสต่ำ ค่าความต้านทานของแอมมิเตอร์จะมีค่าอิมพีแดนซ์ภายในสูง เนื่องจากแอมมิเตอร์ที่ต่ออนุกรมกับโหลดจะเป็นการเพิ่มค่าความต้านทานของโหลดให้มากขึ้นเล็กน้อย ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกันมีค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย A=== เหมือนกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยทั่วไป

4) ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย AC (A~) ของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกัน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.21 ผลการทดสอบค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย AC (A~)

พีสัยการวัด	อิมพีแดนซ์ภายในพีสัยการวัดกระแสไฟสลับ		
	ค่าอุปกรณ์ในวงจร	ค่าที่วัดได้	ค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ
200 μ A	1 k Ω	993 Ω	0.7
2 mA	100 Ω	100 Ω	0
200 mA	1 Ω	1.1 Ω	10
10 A	0.1 Ω	0.1 Ω	0

จากตารางที่ 4.21 แสดงผลการทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย A~ ของชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัย ที่มีระบบป้องกันได้ถูกต้อง เช่น ที่พีสัย 200 μ A ค่าอุปกรณ์ในวงจร 1 k Ω วัดค่าได้ 993 Ω ค่าความคลาดเคลื่อน ร้อยละ 0.7 ที่พีสัย 2 mA และพีสัย 10 A ค่าที่วัดได้เท่ากับค่าอุปกรณ์ในวงจร ซึ่งโดยปกติพีสัยการวัดกระแสต่ำ ค่าความต้านทานของแอมมิเตอร์จะมีค่าอิมพีแดนซ์ภายในสูง เนื่องจากแอมมิเตอร์ที่ต่ออนุกรมกับโหลดจะเป็นการเพิ่มค่าความต้านทานของโหลดให้มากขึ้นเล็กน้อย ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยที่มีระบบป้องกันมีค่าอิมพีแดนซ์ภายในพีสัย A~ เหมือนกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยทั่วไป

5. ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน ใช้งานร่วมกับชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพีสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์

1) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พีสัยวัด VDC จากการนำชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพีสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ จุดวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ 0.05 V, 0.39 V, 2.36 V 6.31 V, 39.2 V, 232.0 V, 272.0 V ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พีสัยวัด VDC

แรงดันอ้างอิง	ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยอัตโนมัติที่มีระบบป้องกัน	ความคลาดเคลื่อนร้อยละ
0.05 V	50.4 mV	0.8
0.39 V	390.4 mV	0.1
2.36 V	2.36 V	0
6.31 V	6.32 V	0.15

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

แรงดันอ้างอิง	ชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน	ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
39.2 V	39.2 V	0
232 V	231.4 V	-0.25
272 V	272.8 V	0.29

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด VDC จากตารางที่ 4.22 การวัดและอ่านค่าแรงดันอ้างอิง 2.36 V และ 39.2 V มีความเที่ยงตรงสูงสุด และวัดแรงดันอ้างอิง 272 V อ่านค่าได้ 272.8 V มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 0.29 กรณีพิสัยอื่น ๆ ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่วัดและอ่านค่าได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงดันอ้างอิง ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องเหมือนกับดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติทั่วไป

2) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัด VAC จากการนำชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอมพลิจูดมัลติมิเตอร์ จุดวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ 1.80 V, 5.4 V, 31.0 V, 235 V, 252.0 V ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด VAC

แรงดันอ้างอิง	ชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน	ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
1.8 V	1.800 V	0
5.4 V	5.40 V	0
31 V	31.00 V	0
232 V	235.0 V	0
252 V	252.0 V	0

จากตารางที่ 4.23 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด VAC พบว่าเลือกพิสัยการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับทำการปรับตั้งและอ่านค่าแรงดันที่กำหนด และบันทึกค่าและหน่วยที่แสดงผลจากหน้าจอมิเตอร์ได้อย่างถูกต้องทั้ง 5 ค่า ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิทัลมัลติมิเตอร์แบบ

ปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องเหมือนกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติทั่วไป

3) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัด DCA จากการนำชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่ากระแสไฟตรงอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์ และทดลองขยายพิสัยการวัดแอมป์ลอกมัลติมิเตอร์ ที่จุดวัดกระแสไฟตรงอ้างอิง 30 μ A, 1.76 mA, 14.2 mA, 184 mA, 450 mA ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด DCA

กระแสไฟตรง เทียบ GND	ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน	ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
30 μ A	30.2 μ A	0.66
1.76 mA	1.76 mA	0
14.2 mA	14.32 mA	0.84
184 mA	184.0 mA	0
450 mA	0.456 A	1.33

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด DCA จากตารางที่ 4.24 การวัดและอ่านค่ากระแสอ้างอิง 1.76 mA และ 184 mA ความเที่ยงตรงสูงสุด และวัดกระแสอ้างอิง 0.45 A ค่าที่อ่านได้ 0.456 A มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 1.33 ดังนั้น ค่ากระแสไฟตรงที่วัดและอ่านค่าได้มีค่าใกล้เคียงกับค่ากระแสอ้างอิง เป็นค่าที่ยอมรับได้ จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดกระแสไฟตรงได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องเหมือนกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติทั่วไป

4) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พิสัยวัด AC (A~) จากการนำชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่ากระแสไฟสลับอ้างอิงในชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอมป์ลอกมัลติมิเตอร์ จุดวัดกระแสไฟตรง 125 μ A, 1.65 mA, 110 mA, 550 mA, ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.25 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พีสัยวัด AC (A~)

กระแสไฟสลัป เทียบ GND	ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพีสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน	ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
125 μ A	125 μ A	0
1.65 mA	1.65 mA	0
110 mA	110 mA	0
550 mA	0.55 A	0

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พีสัยวัด AC (A~) จากตารางที่ 4.25 พบว่าเลือกพีสัยการวัดกระแสไฟสลัปทำการปรับตั้งและอ่านค่ากระแสที่กำหนด และบันทึกค่าและหน่วยที่แสดงผลจากหน้าจอมิเตอร์ได้อย่างถูกต้องทั้ง 4 ค่า ดังนั้น ค่ากระแสไฟสลัปที่วัดและอ่านค่าได้มีค่าเที่ยงตรงกับค่ากระแสอ้างอิง จึงสรุปได้ว่าชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกันสามารถวัดกระแสไฟสลัปได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องเหมือนกับดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยอัตโนมัติทั่วไป

5) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ที่พีสัยวัดความต้านทาน จากการนำชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพีสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน ไปวัดค่าตัวต้านทานที่ทราบค่า ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.26 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พีสัยวัด Ω

ลำดับ	ตัวต้านทาน ที่ทราบค่า	พีสัยวัด	ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์ แบบปรับเลือกพีสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน	ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
1	0.5 Ω	200 Ω	995 Ω	-0.5
2	6.8 Ω	200 Ω	6.8 Ω	0
3	20 Ω	200 Ω	9.09 M Ω	-0.1
4	51 Ω	200 Ω	20 Ω	0
5	100 Ω	200 Ω	51 Ω	0
6	200 Ω	2 k Ω	82.4 k Ω	0.48
7	430 Ω	2 k Ω	100 Ω	0
8	1 k Ω	2 k Ω	119.8 k Ω	-0.16
9	1.2 k Ω	2 k Ω	195.8 Ω	-2.1

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

ลำดับ	ตัวต้านทาน ที่ทราบค่า	พิสัยวัด	ชุดฝึกดิจิทัลโวลต์มิเตอร์ แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน	ความคลาดเคลื่อน ร้อยละ
10	2 k Ω	20 k Ω	200.5 k Ω	0.25
11	9.09 k Ω	20 k Ω	423 Ω	-1.62
12	10 k Ω	20 k Ω	1.182 k Ω	-1.5
13	20 k Ω	200 k Ω	0.5 Ω	0
14	82 k Ω	200 k Ω	1.982 k Ω	-0.9
15	100 k Ω	200 k Ω	9.06 k Ω	-0.33
16	120 k Ω	200 k Ω	9.88 k Ω	-1.2
17	200 k Ω	2 M Ω	1.212 M Ω	1
18	324 k Ω	2 M Ω	20.06 k Ω	0.3
19	1 M Ω	2 M Ω	100.6 k Ω	0.6
20	1.2 M Ω	2 M Ω	325 k Ω	0.3
21	2 M Ω	20 M Ω	1.015 M Ω	1.5
22	5.6 M Ω	20 M Ω	5.68 M Ω	1.42
23	9.09 M Ω	20 M Ω	9.04 M Ω	-0.55
24	9.1 M Ω	20 M Ω	10.18 M Ω	1.8
25	10 M Ω	20 M Ω	2.040 M Ω	2
26	20 M Ω	200 M Ω	20.42 M Ω	2.1

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพที่พิสัยวัด Ω จากตารางที่ 4.26 ค่าความต้านทานที่วัดและอ่านค่าได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าความต้านทานที่กำหนด ซึ่งความต้านทาน 20 M Ω อ่านค่าได้ 20.42 M Ω มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ร้อยละ 2.1 และความเที่ยงตรงสูงสุด คือ 0.5 Ω , 6.8 Ω , 20 Ω , 51 Ω และ 100 Ω เนื่องจากข้อสังเกตการทดลองวัดตัวต้านทานแบบทราบค่า กรณีเลือกพิสัยวัด 200 Ω ทำการปรับตั้งค่าศูนย์ โดยนำปลาย (+) และ (-) มาสัมผัสกัน ทราบถึงค่าความต้านทานเกินประมาณ 0.2 Ω เนื่องจากเป็นคุณสมบัติและขีดจำกัดของดิจิทัลโวลต์มิเตอร์รุ่นนี้ ดังนั้น เมื่อใช้พิสัยดังกล่าวจำเป็นต้องนำค่าที่แสดงมาลบค่า 0.2 Ω จึงจะได้ค่าความต้านทานที่วัดและอ่านได้จริง ดังนั้น ตามตารางที่ 4.26 ผลการวัดจึงมีค่าใกล้เคียงกับค่าความต้านทานที่กำหนด ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ จึงสรุป

ได้ว่าชุดฝึกดิจิทัลโวลต์มิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน สามารถวัดค่าตัวต้านทานที่ทราบค่าได้อย่างมีประสิทธิภาพถูกต้องครบทุกพิสัยเหมือนกับดิจิทัลโวลต์มิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติทั่วไป

ตอนที่ 2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2

2.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยคะแนนระหว่างเรียนซึ่งได้จากการทำแบบฝึกหัด ใบงานและแบบทดสอบหลังเรียนของแต่ละชุด แสดงผลดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ผลการหาประสิทธิภาพ (E_1) ของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 คะแนนรวม คะแนนเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และคะแนนเฉลี่ยร้อยละ ของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด ใบบงานและแบบทดสอบ หลังเรียนในแต่ละชุดการสอน

ลำดับ ที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ใบบงานและแบบทดสอบย่อยหลังเรียนในแต่ละชุดการสอน															รวม (589)	ร้อยละ
	ชุดที่ 1 (35)	ชุดที่ 2 (30)	ชุดที่ 3 (30)	ชุดที่ 4 (25)	ชุดที่ 5 (26)	ชุดที่ 6 (63)	ชุดที่ 7 (32)	ชุดที่ 8 (37)	ชุดที่ 9 (33)	ชุดที่ 10 (32)	ชุดที่ 11 (33)	ชุดที่ 12 (50)	ชุดที่ 13 (41)	ชุดที่ 14 (40)	ชุดที่ 15 (82)		
1	28	25	25	20	22	51	26	31	26	27	27	44	34	34	66	486	82.51
2	31	25	25	22	22	55	29	33	27	27	28	42	35	35	69	505	85.74
3	27	23	21	20	21	55	26	32	25	29	27	46	35	34	70	491	83.36
4	28	24	23	20	21	49	27	34	29	26	29	40	35	35	64	484	82.17
5	31	25	25	22	23	57	27	32	29	28	29	43	32	34	71	508	86.25
6	28	26	25	21	23	54	26	32	27	27	28	41	36	36	66	496	84.21
7	27	24	25	23	22	54	27	31	26	27	24	43	35	33	69	490	83.19
8	30	24	23	19	22	53	28	32	28	25	30	42	35	34	69	494	83.87
9	29	26	27	21	22	54	26	31	29	27	28	40	34	32	68	494	83.87
10	30	24	25	23	21	51	26	31	29	29	30	45	34	36	67	501	85.06
11	29	25	25	22	20	50	28	34	31	27	28	41	36	36	70	502	85.23
12	30	26	25	23	23	52	27	31	28	26	27	39	35	36	69	497	84.38
13	29	25	26	20	21	58	28	30	29	28	31	44	33	34	71	507	86.08

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

ลำดับ ที่	คะแนนจากการทำแบบฝึกหัด ใบบงานและแบบทดสอบย่อยหลังเรียนในแต่ละชุดการสอน															รวม (589)	ร้อยละ
	ชุดที่ 1 (35)	ชุดที่ 2 (30)	ชุดที่ 3 (30)	ชุดที่ 4 (25)	ชุดที่ 5 (26)	ชุดที่ 6 (63)	ชุดที่ 7 (32)	ชุดที่ 8 (37)	ชุดที่ 9 (33)	ชุดที่ 10 (32)	ชุดที่ 11 (33)	ชุดที่ 12 (50)	ชุดที่ 13 (41)	ชุดที่ 14 (40)	ชุดที่ 15 (82)		
14	32	27	25	20	24	53	28	31	29	27	28	44	33	35	69	505	85.74
15	27	25	25	19	20	50	26	33	26	25	25	43	38	34	66	482	81.83
16	30	27	25	19	22	55	26	31	29	28	31	44	33	32	69	501	85.06
17	29	24	25	19	21	51	28	33	30	26	31	40	37	33	68	495	84.04
18	29	23	25	20	20	51	28	30	29	27	27	42	36	33	67	487	82.68
19	27	25	24	23	22	54	29	30	29	28	31	43	36	33	71	505	85.74
20	31	27	23	22	22	58	27	31	29	28	27	44	34	32	69	504	85.57
รวม	582	500	492	418	434	1065	543	633	564	542	566	850	696	681	1368	9934	1686.59
\bar{X}	29.10	25.00	24.60	20.90	21.70	53.25	27.15	31.65	28.20	27.10	28.30	42.50	34.80	34.05	68.40	496.70	84.33
S.D.	1.52	1.21	1.27	1.48	1.08	2.63	1.04	1.23	1.54	1.12	1.98	1.88	1.47	1.36	1.90	8.08	1.37
ร้อยละ	83.14	83.33	82.00	83.60	83.46	84.52	84.84	85.54	85.45	84.69	85.76	85.00	84.88	85.13	83.41	84.33	

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{\sum X}{N} \times 100 \\
 &= \frac{9934}{20} \times 100 \\
 &= \frac{496.70}{589} \times 100 \\
 &= 0.8433 \times 100 \\
 &= \mathbf{84.33}
 \end{aligned}$$

จากตารางที่ 4.27 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 (E_1) เท่ากับ 84.33

1.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพ (E_2) ของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ซึ่งได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงผลดังตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ผลการหาประสิทธิภาพ (E_2) ของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ซึ่งได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ที่	การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์				คะแนนความก้าวหน้า	ร้อยละ
	ก่อนเรียน (60)	ร้อยละ	หลังเรียน (60)	ร้อยละ		
1	23	38.33	48	80.00	25	41.67
2	20	33.33	51	85.00	31	51.67
3	24	40.00	52	86.67	28	46.67
4	17	28.33	53	88.33	36	60.00
5	24	40.00	50	83.33	26	43.33
6	19	31.67	52	86.67	33	55.00
7	20	33.33	47	78.33	27	45.00
8	23	38.33	52	86.67	29	48.33

ตารางที่ 4.28 (ต่อ)

ที่	การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์				คะแนน ความก้าวหน้า	ร้อยละ
	ก่อนเรียน (60)	ร้อยละ	หลังเรียน (60)	ร้อยละ		
9	17	28.33	51	85.00	34	56.67
10	24	40.00	52	86.67	28	46.67
11	23	38.33	51	85.00	28	46.67
12	24	40.00	50	83.33	26	43.33
13	22	36.67	50	83.33	28	46.67
14	23	38.33	52	86.67	29	48.33
15	21	35.00	51	85.00	30	50.00
16	26	43.33	52	86.67	26	43.33
17	24	40.00	53	88.33	29	48.33
18	28	46.67	55	91.67	27	45.00
19	20	33.33	49	81.67	29	48.33
20	32	53.33	51	85.00	19	31.67
รวม	454	756.67	1022	1703.33	568	946.67
\bar{X}	22.70	37.83	51.10	85.17	28.40	47.33
S.D.	3.54	5.90	1.80	3.01	3.57	5.96
ร้อยละ	37.83	63.06	85.17	141.94	47.33	78.89

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned}
 E_2 &= \frac{\sum Y}{N} \times 100 \\
 &= \frac{1022}{20} \times 100 \\
 &= \frac{51.10}{60} \times 100 \\
 &= 0.8517 \times 100 \\
 &= 85.17
 \end{aligned}$$

ประสิทธิภาพของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 (E_2) เท่ากับ 85.17

จากตารางที่ 4.28 พบว่า คะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ประสิทธิภาพของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 (E_2) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 50.80 คิดเป็นร้อยละ 85.17 และมีคะแนนความก้าวหน้าเฉลี่ย เท่ากับ 29.20 คิดเป็นร้อยละ 78.89

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าประสิทธิภาพของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 มีค่าเฉลี่ย E_1/E_2 เท่ากับ 84.33/85.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ E_1/E_2 เท่ากับ 80/80

ตอนที่ 3 วิเคราะห์หาดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = \frac{\text{ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน- ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมของคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

แทนค่าในสูตร

$$\begin{aligned} \text{E.I.} &= \frac{1022 - 454}{(20 \times 60) - 454} \\ &= \frac{568}{746} \end{aligned}$$

$$\text{E.I.} = 0.7614$$

ดังนั้นดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 มีค่าเท่ากับ 0.7614 แสดงว่า นักเรียนมีคะแนนเพิ่มจากก่อนเรียน คิดเป็นร้อยละ 76.14

ตอนที่ 4 วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยใช้ t-test (Dependent Samples) ดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

ตัวแปร	คะแนน การทดสอบ	N	\bar{X}	S.D.	\bar{D}	S.D.	t	sig
การจัดกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้ ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004	ก่อนเรียน	20	22.70	3.84	28.40	3.57	35.53	.000
	หลังเรียน	20	51.10	1.80				

* $P < .05$

จากตารางที่ 4.29 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 มีค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียน เท่ากับ 22.77 และค่าเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 51.10 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 5 วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยใช้สูตรค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอน วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 ที่ประกอบด้วย ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน, ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัย ที่มีระบบป้องกัน, ชุดฝึกดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบปรับเลือกพิสัยอัตโนมัติ ที่มีระบบป้องกัน, ชุดฝึกการใช้งานมัลติมิเตอร์และทดลองขยายพิสัยการวัดแอนะล็อกมัลติมิเตอร์, ชุดฝึกมาตรวัดกำลังไฟฟ้าและอิมพีแดนซ์เครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมเอกสารประกอบชุดการสอน โดยแสดงรายละเอียดผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนเป็นรายหน่วยการเรียนรู้ได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.30 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 1 เรื่อง ความรู้พื้นฐานในการวัดและ
มัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของการวัดได้	4.29	0.76	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจระบบหน่วยการวัดต่าง ๆ ได้ด้วย ตัวเอง	4.02	0.82	มาก
3. สามารถทำให้เกิดความเข้าใจในการคำนวณได้ชัดเจน	4.14	0.69	มาก
4. รูปภาพสามารถสื่อความหมายได้ตามรูปทำให้เกิดภาพจำได้ ชัดเจน	4.00	0.82	มาก
5. สามารถบอกคุณสมบัติของมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกได้ถูกต้อง	4.43	0.79	มาก
6. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.29	0.76	มาก
7. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.45	0.53	มาก
8. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.17	0.90	มาก
9. เพาเวอร์พอยท์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.43	0.53	มาก
10. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.16	0.90	มาก
ด้านใบงาน			
11. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและสามารถใช้งานของชุดฝึกการใช้งาน งานมัลติมิเตอร์และการทดลองขยายพิสัย ๆ ได้ถูกต้อง	4.18	0.69	มาก
12. ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการใช้ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิด แอนะล็อกดียิ่งขึ้น	4.29	0.49	มาก
13. ผู้เรียนอธิบายพิสัยวัดต่าง ๆ จากชุดฝึกมัลติมิเตอร์ ชนิดแอนะล็อกได้	4.43	0.53	มาก
14. มีชุดฝึกเป็นสื่อการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.72	0.49	มากที่สุด
15. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ ชัดเจน	4.29	0.76	มาก
16. ชุดฝึกมัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันมิเตอร์ภายใน ช่วยให้การฝึก สามารถทำได้บ่อยครั้งขึ้นและช่วยลดปัญหามัลติมิเตอร์ชำรุด ขณะปฏิบัติงาน	3.86	0.69	มาก
17. ผู้เรียนเข้าใจในใบงานและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ได้	4.14	0.69	มาก
18. เวลาที่ใช้ในการทำใบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.00	0.82	มาก
19. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.57	0.79	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.25	0.41	มาก

จากตารางที่ 4.30 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาเครื่องมื่อวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 1 เรื่องความรู้พื้นฐานในการวัดและมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.41 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 14) มีชุดฝึกเป็นสื่อการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 รองลงมาได้แก่ ข้อ 19) ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.79 และ ข้อ 7) แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก มีค่าเท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.31 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 2 เรื่อง มาตรฐานวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสตรง

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายพื้นฐานการวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงได้ถูกต้อง	4.56	4.35	มากที่สุด
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกพิสัยวัดของมาตรฐานวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงได้ถูกต้อง	4.14	0.38	มาก
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกสเกลอ่านค่าของมาตรฐานวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงได้ถูกต้อง	4.00	0.82	มาก
4. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ทำให้เกิดภาพจำและนำไปใช้ได้อย่างชัดเจน	3.86	0.69	มาก
5. ผู้เรียนสามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	4.43	0.79	มาก
6. เพาเวอร์พอยซ์ที่แนะนำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.21	0.49	มาก
7. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.14	0.69	มาก
8. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.59	0.41	มากที่สุด
9. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.33	0.71	มาก
10. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.30	0.46	มาก
ด้านใบงาน			
11. ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ดียิ่งขึ้น	4.57	0.79	มากที่สุด
12. ผู้เรียนสามารถเลือกพิสัยวัดที่เหมาะสมกับค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงที่ต้องการวัดได้ถูกต้องครบทุกพิสัย	4.20	0.41	มาก

ตารางที่ 4.31 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบบงาน			
13. ผู้เรียนเกิดทักษะการวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จากการใช้ ชุดฝึก ๆ ได้ถูกต้องครบทุกพิสัย	4.29	0.49	มาก
14. ผู้เรียนเกิดทักษะการอ่านค่าจากสเกลของแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงจากชุดฝึกมัลติมิเตอร์ ๆ ได้ครบทุกพิสัย	4.47	0.28	มาก
15. ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกมีระบบป้องกันชุดขดลวด เคลื่อนที่ภายในมิเตอร์ ทำให้ลดปัญหามัลติมิเตอร์ชำรุดขณะ ปฏิบัติงาน	4.14	0.69	มาก
16. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ ชัดเจน	4.29	0.76	มาก
17. มีชุดฝึก ๆ ประกอบเป็นสื่อการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.60	0.53	มากที่สุด
18. ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ตามใบบงาน ได้ ทันท่วงเวลาที่กำหนด	4.71	0.40	มากที่สุด
19. เวลาที่ใช้ในการทำใบบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.43	0.79	มาก
20. ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถสรุปผลการปฏิบัติงานได้ใน เกณฑ์ดี	4.56	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.34	0.38	มาก

จากตารางที่ 4.31 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน
วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 2 เรื่อง มาตรการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก
มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.38 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียง
ลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 18) ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติตาม
ขั้นตอนต่าง ๆ ตามใบบงาน ได้ ทันท่วงเวลาที่กำหนด มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ
4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.40 รองลงมาได้แก่ ข้อ 17) มีชุดฝึก ๆ ประกอบเป็นสื่อ
การเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.60
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 และข้อ 8) ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียน
มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.41
ตามลำดับ

ตารางที่ 4.32 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 3 เรื่อง มาตรการแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายพื้นฐานการวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับได้ถูกต้อง	4.50	0.79	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกพิกัดของมาตรวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับได้ถูกต้อง	4.29	0.76	มาก
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกสเกลสำหรับอ่านค่าของมาตรวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ถูกต้อง	4.71	0.49	มากที่สุด
4. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ทำให้เกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.57	0.53	มากที่สุด
5. ทำให้ผู้เรียนสามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	4.59	0.32	มากที่สุด
6. เพาเวอร์พอยซ์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.51	0.27	มากที่สุด
7. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.43	0.46	มาก
8. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.55	0.59	มากที่สุด
9. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.47	0.61	มาก
10. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.44	0.43	มาก
ด้านใบงาน			
11. ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ดียิ่งขึ้น	4.14	0.90	มาก
12. ผู้เรียนสามารถเลือกพิกัดที่เหมาะสมกับค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับที่ต้องการวัดได้ถูกต้องครบทุกพิกัด	4.40	0.53	มาก
13. ผู้เรียนเกิดทักษะการวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ จากการใช้ชุดฝึก ๆ ได้ถูกต้องครบทุกพิกัด	4.29	0.76	มาก
14. ผู้เรียนเกิดทักษะการอ่านค่าจากสเกลของแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับ จากชุดฝึก มัลติมิเตอร์ ๆ ได้ครบทุกพิกัด	4.41	0.53	มาก
15. ชุดฝึกมัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันชุดขดลวดเคลื่อนที่ภายในมิเตอร์ ทำให้ลดปัญหาการชำรุดขณะปฏิบัติงาน	4.29	0.49	มาก
16. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.40	0.53	มาก
17. มีชุดฝึกสำหรับปฏิบัติการทดลอง และเป็นสื่อการเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.52	0.53	มากที่สุด

ตารางที่ 4.32 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบงาน			
18. ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ตามใบงาน ได้ ทันเวลาที่กำหนด	4.86	0.42	มากที่สุด
19. เวลาที่ใช้ในการทำใบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.34	0.38	มาก
20. ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถสรุปผลการปฏิบัติงานได้ในเกณฑ์ดี	4.29	0.79	มาก
เฉลี่ยรวม	4.45	0.57	มาก

จากตารางที่ 4.32 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 3 เรื่อง มาตรฐานวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.57 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียง ลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 18) ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติตาม ขั้นตอนต่าง ๆ ตามใบงาน ได้ ทันเวลาที่กำหนด มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.42 รองลงมาได้แก่ ข้อ 4) รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของ แอนะล็อกมัลติมิเตอร์ทำให้เกิดภาพจำ และนำไปใช้ได้ชัดเจน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่า เท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 และ ข้อ 8) ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของ เนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน เท่ากับ 0.59 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.33 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 4 เรื่อง มาตรการกระแสไฟตรง

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายพื้นฐานการวัดกระแสไฟตรงได้ถูกต้อง	4.62	0.53	มากที่สุด
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกพิสัยวัดของมาตรการกระแสไฟตรงได้ถูกต้อง	3.86	0.38	มาก
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกสเกลการอ่านค่าของมาตรการกระแสไฟตรงได้ถูกต้อง	4.14	0.69	มาก
4. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ทำให้เกิดภาพจำและนำไปใช้ได้อย่างชัดเจน	3.74	0.48	มาก
5. ผู้เรียนสามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	4.35	0.79	มาก
6. เพาเวอร์พอยท์ที่นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.28	0.49	มาก
7. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.14	0.38	มาก
8. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.52	0.31	มากที่สุด
9. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.30	0.49	มาก
10. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.29	0.76	มาก
ด้านใบงาน			
11. ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการวัดค่ากระแสไฟตรงได้ดียิ่งขึ้น	4.40	0.79	มาก
12. ทำให้ผู้เรียนสามารถเลือกพิสัยวัดที่เหมาะสมกับค่ากระแสไฟตรงที่ต้องการวัดได้ถูกต้องครบทุกพิสัย	4.29	0.49	มาก
13. ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการวัดค่ากระแสไฟตรง จากการใช้ชุดฝึก ๆ ได้ถูกต้องครบทุกพิสัย	4.43	0.53	มาก
14. ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการอ่านค่าจากสเกลของกระแสไฟตรง จากชุดฝึกมัลติมิเตอร์ ๆ ได้ครบทุกพิสัย	4.57	0.42	มากที่สุด
15. มัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันมิเตอร์ภายใน ทำให้ลดปัญหา มัลติมิเตอร์ชำรุดขณะปฏิบัติงาน	4.10	4.60	มาก
16. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.29	0.76	มาก
17. ชุดฝึกเป็นสื่อการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.14	0.69	มาก

ตารางที่ 4.33 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบงาน			
18. ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ตาม ใบงานได้ ทันเวลาที่กำหนด	4.30	0.53	มาก
19. เวลาที่ใช้ในการทำใบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.29	0.79	มาก
20. ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและสามารถสรุปผลการปฏิบัติงานได้ในเกณฑ์ดี	4.43	0.66	มาก
เฉลี่ยรวม	4.27	0.26	มาก

จากตารางที่ 4.33 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 4 เรื่อง มาตรการกระแสไฟตรง โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.26 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียง ลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 1) ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายพื้นฐานการวัดกระแสไฟตรงได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 รองลงมาได้แก่ ข้อ 14) ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการอ่านค่าจากสเกลของกระแสไฟตรง จากชุดฝึกมัลติมิเตอร์ ฯ ได้ครบทุกพิสัย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.42 และ 8) ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.31 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.34 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 5 เรื่อง มาตรการความต้านทาน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายพื้นฐานของการวัดความต้านทานได้ถูกต้อง	4.29	0.48	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกหน้าที่ของพิสัยวัดความต้านทานของมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกได้อย่างถูกต้อง	4.00	0.18	มาก
3. ผู้เรียนเข้าใจการเลือกพิสัยวัดที่เหมาะสมกับค่าตัวต้านทานที่ต้องการวัดได้ถูกต้องครบทุกพิสัย	4.20	0.49	มาก
4. อธิบายคุณสมบัติในการนำไปใช้งานของมาตรการความต้านทานในงานประเภทต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง	4.57	0.35	มากที่สุด

ตารางที่ 4.34 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
5. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของเครื่องมือวัดแต่ละแบบทำให้เกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.14	0.33	มาก
6. ตัวอย่างการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สามารถเข้าใจได้ง่าย	4.43	0.79	มาก
7. เพาเวอร์พอยท์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	3.86	0.38	มาก
8. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.50	0.53	มาก
9. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.41	0.49	มาก
10. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.43	0.41	มาก
11. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.30	0.50	มาก
ด้านใบงาน			
12. ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการวัดตัวต้านทานได้ดียิ่งขึ้น	3.86	0.69	มาก
13. ผู้เรียนสามารถเลือกพิสัยวัดที่เหมาะสมกับค่าตัวต้านทานที่ต้องการวัดได้ถูกต้องครบทุกพิสัย	4.69	0.48	มากที่สุด
14. ผู้เรียนเกิดทักษะการวัดค่าตัวต้านทาน โดยใช้ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก ที่มีระบบป้องกัน ได้ถูกต้องครบทุกพิสัย	4.00	0.82	มาก
15. ผู้เรียนเกิดทักษะการอ่านค่าจากสเกลของชุดฝึกมัลติมิเตอร์ฯ ได้ครบทุกพิสัย	4.38	0.39	มาก
16. มัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันมิเตอร์ภายใน ทำให้ลดปัญหา มัลติมิเตอร์ชำรุดขณะปฏิบัติงาน	4.43	0.53	มาก
17. ชุดฝึกมัลติมิเตอร์ ฯ สามารถฝึกทักษะการวัดและอ่านค่าตัวต้านทานได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากมีแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงทดแทนแบตเตอรี่ 3V, 9V ภายในของมิเตอร์ ทำให้หมดปัญหาเรื่องแบตเตอรี่หมดหรืออ่อนกำลังลง	4.35	0.27	มาก
ด้านใบงาน			
18. ผู้เรียนเข้าใจในใบงานและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่างๆ ได้	4.47	0.33	มาก
19. เวลาที่ใช้ในการทำใบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.24	0.49	มาก
20. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.00	0.22	มาก
เฉลี่ยรวม	4.28	0.46	มาก

จากตารางที่ 4.34 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาเครื่องมื่อวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 5 เรื่อง มาตรฐานวัดความต้านทาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียง ลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 13) ผู้เรียนสามารถเลือกพิสัยวัดที่เหมาะสมกับค่าตัวต้านทานที่ต้องการวัดได้ถูกต้องครบทุกพิสัย มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 รองลงมาได้แก่ ข้อ 4) อธิบายคุณสมบัติในการนำไปใช้งานของมาตรฐานวัดความต้านทานในงานประเภทต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.35 และ 8) แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.35 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 6 เรื่อง มัลติมิเตอร์ชนิดดิจิตอล

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ผู้เรียนรู้และเข้าใจคุณสมบัติของดิจิตอลมัลติมิเตอร์ทุกประเภท	4.29	0.49	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจการใช้งานดิจิตอลมัลติมิเตอร์ทุกประเภทได้ครบทุกพิสัย	4.86	0.38	มากที่สุด
3. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.03	0.79	มาก
4. เพาเวอร์พอยซ์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.40	0.53	มาก
5. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระที่เรียน มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.55	0.79	มากที่สุด
6. ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.57	0.58	มากที่สุด
7. ทำให้ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.00	0.53	มาก
8. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.29	0.49	มาก
ด้านใบงาน			
9. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ได้ทุกประเภท ในการเลือกพิสัยวัดและอ่านค่าความต้านทานได้ละเอียดและถูกต้อง	4.33	0.56	มาก
10. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ได้ทุกประเภท ในการเลือกพิสัยวัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ละเอียดและถูกต้อง	4.42	0.98	มาก
11. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ได้ทุกประเภท ในการเลือกพิสัยวัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ละเอียดและถูกต้อง	4.71	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 4.35 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบบงาน			
12. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ดิจิทัลมัลติมีเตอร์ได้ทุกประเภท ในการเลือกพิสัยวัดและอ่านค่ากระแสไฟตรงได้ละเอียดและถูกต้อง	3.86	0.90	มาก
13. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ดิจิทัลมัลติมีเตอร์ได้ทุกประเภท ในการเลือกพิสัยวัดและอ่านค่ากระแสไฟสลับได้ละเอียดและถูกต้อง	4.39	0.53	มาก
14. รูปภาพที่ใช้ประกอบในหน่วยการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำได้ชัดเจน	4.41	0.76	มาก
15. ดิจิตอลมัลติมีเตอร์ที่ใช้มีระบบป้องกันฟิวส์ภายใน ทำให้ลดปัญหาเครื่องมือวัดชำรุดขณะปฏิบัติงาน	4.29	0.49	มาก
16. ชุดฝึกดิจิทัลมัลติมีเตอร์ ฯ เป็นสื่อการสอนที่ช่วยฝึกทักษะการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.59	0.53	มากที่สุด
17. ผู้เรียนมีความเข้าใจใบบงาน และสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้	4.56	0.53	มากที่สุด
18. เวลาที่ใช้ในการทำใบบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.40	0.79	มาก
19. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.29	0.49	มาก
เฉลี่ยรวม	4.38	0.61	มาก

จากตารางที่ 4.35 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 6 เรื่อง มัลติมีเตอร์ชนิดดิจิทัล โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.61 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 2) ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจการใช้งานดิจิทัลมัลติมีเตอร์ทุกประเภทได้ครบทุกพิสัย มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.38 รองลงมาได้แก่ ข้อ 16) ชุดฝึกดิจิทัลมัลติมีเตอร์ ฯ เป็นสื่อการสอนที่ช่วยฝึกทักษะการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 และ 6) ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่างๆ ที่เรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.58 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.36 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 7 เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของชุดลดเคลื่อนที่

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการพื้นฐานของชุดลดเคลื่อนที่ภายในแอนะล็อกมัลติมิเตอร์ได้	4.75	0.40	มากที่สุด
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายคุณลักษณะของชุดลดเคลื่อนที่ภายในมาตรวัดได้ถูกต้อง	4.29	0.49	มาก
3. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของชุดลดเคลื่อนที่ที่ทำให้เกิดภาพจำได้ชัดเจน	4.40	0.71	มาก
4. ตัวอย่างการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สามารถเข้าใจได้ง่าย	4.43	0.79	มาก
5. เพาเวอร์พอยท์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.39	0.76	มาก
6. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.14	0.90	มาก
7. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.10	0.69	มาก
8. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.22	0.95	มาก
9. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.43	0.53	มาก
ด้านใบงาน			
10. ทำให้ผู้เรียนสามารถวัดค่าความต้านทานภายในชุดลดเคลื่อนที่ของมาตรวัดได้ถูกต้อง	4.15	0.69	มาก
11. ทำให้ผู้เรียนสามารถวัดค่ากระแสไฟตรงเต็มสเกลของมาตรวัดได้ถูกต้อง	4.43	0.98	มาก
12. ทำให้ผู้เรียนสามารถวัดค่าแรงดันไฟตรงเต็มสเกลของมาตรวัดได้ถูกต้อง	4.74	0.49	มากที่สุด
13. มัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันชุดลดเคลื่อนที่ชำรุดภายใน ทำให้ลดปัญหาเครื่องมือวัดชำรุดขณะทดลองงาน	3.86	0.90	มาก
14. ใบงานทำให้ผู้เรียนรู้และเข้าใจโครงสร้างการทำงานของชุดลดเคลื่อนที่ ที่นำไปออกแบบขยายพิสัยวัดของมาตรวัดได้	4.40	0.53	มาก
15. มัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันมิเตอร์ภายใน ทำให้ลดปัญหาเครื่องมือวัดชำรุดระหว่างการปฏิบัติงาน	4.39	0.76	มาก
16. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำได้ชัดเจน	4.28	0.49	มาก
17. มีชุดฝึกประกอบการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.57	0.53	มากที่สุด
18. ผู้เรียนมีความเข้าใจในใบงาน และสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้	4.44	0.53	มาก

ตารางที่ 4.36 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบบงาน			
19. เวลาที่ใช้ในการทำใบบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.49	0.53	มาก
20. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.37	0.53	มาก
เฉลี่ยรวม	4.36	0.67	มาก

จากตารางที่ 4.36 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 7 เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของขดลวดเคลื่อนที่ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.67 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 1) ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการพื้นฐานของชุดขดลวดเคลื่อนที่ภายในแอนะลอมัลติมิเตอร์ได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.40 รองลงมาได้แก่ ข้อ 12) ทำให้ผู้เรียนสามารถวัดค่าแรงดันไฟตรงเต็มสเกลของมาตรวัดได้ถูกต้อง ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 และ 17) มีชุดฝึกประกอบการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.37 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 8 เรื่อง การขยายพิสัยวัดกระแสไฟตรง

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการขยายพิสัยวัดของมาตรวัดกระแสไฟตรงได้	4.43	0.53	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบพิสัยวัดกระแสไฟตรงได้อย่างถูกต้องทุกพิสัย	4.71	0.49	มากที่สุด
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรวัดชนิดขดลวดเคลื่อนที่ได้	4.47	0.56	มาก
4. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของเครื่องมือวัดทำให้เกิดภาพจำได้และนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.75	0.39	มากที่สุด
5. ตัวอย่างการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สามารถเข้าใจได้ง่าย	4.43	0.53	มาก

ตารางที่ 4.37 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
6. เพาเวอร์พอยท์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.38	0.38	มาก
7. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.00	0.82	มาก
8. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.57	0.53	มากที่สุด
9. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.29	0.76	มาก
10. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.00	0.82	มาก
ด้านใบงาน			
11. ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและทดลองใช้งานชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด	4.86	0.24	มากที่สุด
12. ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบสร้างชุดมอดูลมิเตอร์จากคุณลักษณะขดลวดเคลื่อนที่ของมาตรวัดได้	4.44	0.79	มาก
13. ทำให้ผู้เรียนสามารถทดลองขยายพิสัยวัดของมาตรวัดกระแสไฟตรงแบบขั้นตได้ทุกพิสัย	4.43	0.79	มาก
14. มัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันมิเตอร์ภายใน ทำให้ลดปัญหาเครื่องมือวัดชำรุดระหว่างการปฏิบัติงาน	4.00	1.00	มาก
15. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพพจน์ได้ชัดเจน	4.29	0.49	มาก
16. ชุดฝึกประกอบการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.43	0.53	มาก
17. ผู้เรียนมีความเข้าใจในใบงาน และสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้	4.57	0.53	มากที่สุด
18. เวลาที่ใช้ในการทำใบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.37	0.76	มาก
19. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.43	0.79	มาก
เฉลี่ยรวม	4.41	0.65	มาก

จากตารางที่ 4.37 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 8 เรื่อง การขยายพิสัยวัดกระแสไฟตรง ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.65 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 11) ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและทดลองใช้งานชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้า ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.24 รองลงมาได้แก่ ข้อ 4) รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของเครื่องมือวัดทำให้เกิดภาพจำได้และนำไปใช้ได้ชัดเจน ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 และ 2) ทำให้ผู้เรียน

สามารถออกแบบพีสัยวัดกระแสไฟตรงได้อย่างถูกต้องทุกพีสัย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.38 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 9 เรื่อง การขยายพีสัยวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการขยายพีสัยของมาตรวัดแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรงได้	4.43	0.53	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบพีสัยวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างถูกต้องทุกพีสัย	4.29	0.76	มาก
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรวัดชนิดขดลวดเคลื่อนที่ได้	4.59	0.74	มากที่สุด
4. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของเครื่องมือวัดทำให้เกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.14	0.69	มาก
5. ตัวอย่างการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สามารถเข้าใจได้ง่าย	4.29	0.95	มาก
6. เพาเวอร์พอยท์ที่นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.10	0.90	มาก
7. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.29	0.41	มาก
8. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.57	0.53	มากที่สุด
9. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.14	0.63	มาก
10. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.43	0.79	มาก
ด้านใบงาน			
11. ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและทดลองใช้งานชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าฯ ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด	4.72	0.49	มากที่สุด
12. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ชุดมอดูลมิเตอร์จากคุณลักษณะขดลวดเคลื่อนที่ของมาตรวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.00	1.00	มาก
13. ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบและทดลองขยายพีสัยวัดของมาตรวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ทุกพีสัย	4.36	0.71	มาก
14. มัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันมิเตอร์ภายใน ทำให้ลดปัญหาเครื่องมือวัดชำรุดระหว่างการปฏิบัติงาน	4.43	0.53	มาก
15. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.35	0.44	มาก

ตารางที่ 4.38 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 9 เรื่อง การขยายพิสัยวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านใบบงาน			
16. มีชุดฝึกประกอบการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.29	0.49	มาก
17. ผู้เรียนมีความเข้าใจใบบงาน และสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้	4.00	0.58	มาก
18. เวลาที่ใช้ในการทำใบบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.55	0.34	มากที่สุด
19. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.43	0.53	มาก
เฉลี่ยรวม	4.34	0.68	มาก

จากตารางที่ 4.38 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 9 เรื่อง การขยายพิสัยวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.68 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 11) ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและทดลองใช้งานชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าฯ ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 รองลงมาได้แก่ ข้อ 3) ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรวัดชนิดขดลวดเคลื่อนที่ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.74 และ 8) ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.39 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 10 เรื่อง การขยายพิสัยวัตแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการขยายพิสัยของมาตรวัดแรงดัน ไฟฟ้ากระแสสลับได้	4.57	0.40	มากที่สุด
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบพิสัยวัตแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้อย่างถูกต้องทุกพิสัย	4.43	0.33	มาก
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรวัดชนิดขดลวดเคลื่อนที่ได้	4.14	0.68	มาก
4. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของเครื่องมือวัดทำให้เกิดภาพจำได้ชัดเจน	4.29	0.76	มาก
5. ตัวอย่างการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สามารถเข้าใจได้ง่าย	4.10	0.69	มาก
6. เพาเวอร์พอยซ์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.30	0.76	มาก
7. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.59	0.34	มากที่สุด
8. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.56	0.22	มากที่สุด
9. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.43	0.53	มาก
10. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.25	0.49	มาก
ด้านใบงาน			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและทดลองใช้งานชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าฯ ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด	4.52	0.79	มากที่สุด
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ชุดมอดูลมิเตอร์จากคุณลักษณะขดลวดเคลื่อนที่ของมาตรวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.74	0.26	มากที่สุด
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบและทดลองขยายพิสัยวัตของมาตรวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ทุกพิสัย	4.44	0.53	มาก
4. มัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันมิเตอร์ภายใน ทำให้ลดปัญหาเครื่องมือวัดชำรุดระหว่างการปฏิบัติงาน	4.28	0.69	มาก
5. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำได้ชัดเจน	4.17	0.53	มาก
6. ชุดฝึกประกอบการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.71	0.49	มากที่สุด
7. ผู้เรียนมีความเข้าใจในใบงาน และสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้	4.29	0.28	มาก
8. เวลาที่ใช้ในการทำใบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.43	0.53	มาก
9. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.45	0.49	มาก
เฉลี่ยรวม	4.40	0.21	มาก

จากตารางที่ 4.39 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 10 เรื่อง การขยายพิสัยวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ภาพรวมอยู่ในระดับ มาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.21 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และ เรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ ข้อ 2) ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ชุดมอดูลมิเตอร์ จากคุณลักษณะขดลวดเคลื่อนที่ของมาตรวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.26 รองลงมาได้แก่ ข้อ 6) ชุดฝึก ประกอบการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างดียิ่งขึ้น ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 และ ข้อ 7) แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจน และถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.34 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.40 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 11 เรื่อง การขยายพิสัยวัดความต้านทาน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการพื้นฐานของมาตรวัดความต้านทานได้	4.14	0.69	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกพิสัยของมาตรวัดความต้านทานได้อย่างถูกต้อง	4.11	0.49	มาก
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบสร้างมาตรวัดจากคุณสมบัติขดลวดเคลื่อนที่ได้	4.46	0.33	มาก
4. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเปรียบเทียบคุณสมบัติของมาตรวัดชนิดขดลวดเคลื่อนที่ได้	4.37	0.58	มาก
5. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของเครื่องมือวัดทำให้เกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.14	0.38	มาก
6. ตัวอย่างการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สามารถเข้าใจได้ง่าย	4.38	0.49	มาก
7. เพาเวอร์พอยท์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างดี	4.00	0.58	มาก
8. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.29	0.49	มาก
9. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.73	0.24	มากที่สุด
10. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.22	0.76	มาก
11. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.38	0.49	มาก

ตารางที่ 4.40 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบงาน			
12. ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและทดลองใช้งานชุดการสอน วิชา เครื่องมือวัดไฟฟ้า ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด	4.43	0.79	มาก
13. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ชุดมอดูลมิเตอร์จากคุณลักษณะ ขดลวดเคลื่อนที่ของมาตรวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.09	0.49	มาก
14. ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบและทดลองขยายพิสัยวัดของ มาตรวัดความต้านทานได้ทุกพิสัย	4.14	0.38	มาก
15. มัลติมิเตอร์มีระบบป้องกันมิเตอร์ภายใน ทำให้ลดปัญหา เครื่องมือวัดชำรุดระหว่างการปฏิบัติงาน	4.11	0.82	มาก
16. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจนได้ชัดเจน	4.00	0.53	มาก
17. มีชุดฝึกประกอบการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ยิ่งขึ้น	4.57	0.82	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.03	0.74	มาก

จากตารางที่ 4.40 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 11 เรื่อง การขยายพิสัยวัดความต้านทาน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.74 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ ข้อ 9) ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหา ต่าง ๆ ที่เรียน มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.24 รองลงมาได้แก่ ข้อ 17) มีชุดฝึกประกอบการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ยิ่งขึ้น ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.82 และ ข้อ 3) ทำให้ผู้เรียนสามารถออกแบบสร้างมาตรวัดจากคุณสมบัติขดลวดเคลื่อนที่ได้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ใน ระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.41 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 12 เรื่อง มาตรการกักล้างไฟฟ้า

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายพื้นฐานการทำงานของมาตรการกักล้างไฟฟ้าแบบมาตรฐานได้	4.29	0.26	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ผลการแสดงค่าของมาตรการกักล้างไฟฟ้าแบบมาตรฐานได้	4.71	0.49	มากที่สุด
3. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายเข้าใจการทำงานของมาตรการกักล้างไฟฟ้าแบบทั่วไปได้	4.35	0.28	มาก
4. ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ผลการแสดงค่าของมาตรการกักล้างไฟฟ้าแบบทั่วไปได้	4.69	0.53	มากที่สุด
5. รูปภาพที่ใช้อธิบายลักษณะของเครื่องมือวัดทำให้เกิดภาพจำและนำไปใช้งานได้ชัดเจน	4.14	0.38	มาก
6. ตัวอย่างการคำนวณหาค่าต่าง ๆ สามารถเข้าใจได้ง่าย	4.40	0.54	มาก
7. เพาเวอร์พอยท์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.43	0.49	มาก
8. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจน และถูกต้อง	4.10	0.38	มาก
9. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.65	0.49	มากที่สุด
10. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.24	0.53	มาก
11. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.16	0.76	มาก
ด้านใบงาน			
12. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจและทดลองใช้งานชุดฝึกมาตรการกักล้างไฟฟ้า ๆ ได้ถูกต้อง	4.29	0.76	มาก
13. ทำให้ผู้เรียนสามารถวัดคุณลักษณะขดลวดเคลื่อนที่ของมาตรการวัดได้	4.54	0.54	มากที่สุด
14. ทำให้ผู้เรียนต่อวงจรสำหรับวัดและทดสอบค่ากำลังไฟฟ้าจริงกำลังไฟฟ้าปรากฏและกำลังไฟฟ้าจินตภาพของโหลดตัวต้านทานเพียงอย่างเดียวได้ถูกต้อง	4.22	0.38	มาก
15. ทำให้ผู้เรียนต่อวงจรสำหรับวัดและทดสอบค่ากำลังไฟฟ้าจริงกำลังไฟฟ้าปรากฏและกำลังไฟฟ้าจินตภาพของโหลดตัวเหนี่ยวนำเพียงอย่างเดียวได้ถูกต้อง	4.29	0.49	มาก
16. ทำให้ผู้เรียนต่อวงจรสำหรับวัดและทดสอบค่ากำลังไฟฟ้าจริงกำลังไฟฟ้าปรากฏและกำลังไฟฟ้าจินตภาพของโหลดตัวเก็บประจุเพียงอย่างเดียวได้ถูกต้อง	4.33	0.55	มาก

ตารางที่ 4.41 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบงาน			
17. ทำให้ผู้เรียนต่อวงจรสำหรับวัดและทดสอบค่ากำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้าปรากฏและกำลังไฟฟ้าจินตภาพของโหลดอนุกรม RL ได้ถูกต้อง	4.43	0.53	มาก
18. ทำให้ผู้เรียนต่อวงจรสำหรับวัดและทดสอบค่ากำลังไฟฟ้าจริง กำลังไฟฟ้าปรากฏและกำลังไฟฟ้าจินตภาพของโหลดอนุกรม RC ได้ถูกต้อง	4.00	0.58	
19. ทำให้ผู้เรียนคำนวณหาค่ามุมต่อกำลังไฟฟ้าของโหลด R, L, C ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงอุปกรณ์ในอุดมคติ โหลดอนุกรม R-L และ โหลดอนุกรม RC ได้ถูกต้อง	3.71	0.95	มาก
20. ทำให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า จากโหลด R, L, C ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงอุปกรณ์ในอุดมคติ โหลด อนุกรม RL และโหลดอนุกรม RC ได้ถูกต้อง	4.22	0.53	มาก
21. ทำให้ผู้เรียนสามารถต่อวงจรสำหรับวัดและทดสอบค่าแรงดัน, กระแส, และกำลังจริงของโหลดแต่ละชนิดได้	4.14	0.69	มาก
22. ทำให้ผู้เรียนสามารถต่อวงจรสำหรับวัดและทดสอบค่าตัว ประกอบกำลังของโหลดแต่ละชนิดได้	4.57	0.79	มากที่สุด
23. ทำให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่ากำลังปรากฏของโหลด แต่ละชนิดได้	4.71	0.49	มากที่สุด
24. ทำให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่ากำลังจินตภาพของโหลดแต่ละชนิดได้	4.49	0.52	มาก
25. ทำให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหามุมตัวประกอบกำลังของโหลด แต่ละชนิดได้	4.86	0.38	มากที่สุด
26. รูปภาพที่ใช้ประกอบทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ ชัดเจน	4.55	0.53	มากที่สุด
27. ชุดฝึกมาตรฐานวัดกำลังไฟฟ้าทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	3.86	0.69	มาก
28. ผู้เรียนเกิดทักษะในการใช้งานมาตรฐานวัดกำลังไฟฟ้าแต่ละแบบ ได้อย่างสมบูรณ์	4.43	0.53	มาก
เฉลี่ยรวม	4.35	0.36	มาก

จากตารางที่ 4.41 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 12 เรื่อง มาตรฐานวัดกำลังไฟฟ้า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.36 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนน เฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ ข้อ 23) ทำให้ผู้เรียนสามารถคำนวณหาค่ากำลังปรากฏของโหลดแต่ละชนิดได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 รองลงมาได้แก่ ข้อ 4) ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ผลการแสดงค่าของมาตรฐานวัดกำลังไฟฟ้าแบบทั่วไปได้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 และ ข้อ 9) ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.42 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 13 เรื่อง ออสซิลโลสโคป

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการทำงานของออสซิลโลสโคปได้	4.43	0.53	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีใช้งานของออสซิลโลสโคปได้	4.71	0.38	มากที่สุด
3. รูปภาพที่ใช้ประกอบในหน่วยการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น	4.29	0.27	มาก
4. เพาเวอร์พอยท์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.43	0.36	มาก
5. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระที่เรียน มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.29	0.49	มาก
6. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.47	0.53	มาก
7. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.24	0.49	มาก
ด้านใบงาน			
8. ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจหลักการการทำงานของออสซิลโลสโคปได้ดียิ่งขึ้น	4.17	0.69	มาก
9. ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจการใช้งานของออสซิลโลสโคปได้โดยง่าย	4.38	0.95	มาก
10. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้งานปุ่มปรับต่าง ๆ บนหน้าปัดของออสซิลโลสโคปได้ถูกต้อง	4.29	0.76	มาก
11. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ออสซิลโลสโคปในการวัดปริมาณทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง	4.57	0.29	มากที่สุด
12. ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองข้อมูลได้ถูกต้อง และแก้ไขปัญหาได้	4.43	0.38	มาก

ตารางที่ 4.42 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบงาน			
13. ทำให้ผู้เรียนมีเกิดทักษะในการนำออสซิลโลสโคปไปใช้งานต่อไป ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.52	0.53	มากที่สุด
14. ทำให้ผู้เรียนสามารถทำให้ผู้เรียนเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ จากการคำนวณทางทฤษฎีกับผลในทางปฏิบัติจริงได้	4.68	0.40	มากที่สุด
15. รูปภาพที่ใช้ประกอบในหน่วยการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำได้ชัดเจน	4.43	0.33	มาก
16. ผู้เรียนมีความเข้าใจในใบงานและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้	4.14	0.69	มาก
17. เวลาที่ใช้ในการทำใบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.39	0.60	มาก
18. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.40	0.53	มาก
เฉลี่ยรวม	4.41	0.33	มาก

จากตารางที่ 4.42 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 13 เรื่อง ออสซิลโลสโคป ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ ข้อ 2) ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายวิธีใช้งานของออสซิลโลสโคปได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.38 รองลงมาได้แก่ ข้อ 14) ทำให้ผู้เรียนสามารถทำให้ผู้เรียนเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ จากการคำนวณทางทฤษฎีกับผลในทางปฏิบัติจริงได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.40 และ ข้อ 11) ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ออสซิลโลสโคปในการวัดปริมาณทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.29 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.43 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 14 เรื่อง เครื่องกำเนิดสัญญาณ

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้ถูกต้อง	4.20	0.51	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถบอกคุณลักษณะสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้ถูกต้อง	4.00	0.74	มาก
3. รูปภาพที่ใช้ประกอบในหน่วยการเรียน สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำได้ชัดเจน	4.44	0.53	มาก
4. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้ถูกต้อง	4.42	0.38	มาก
5. เพาเวอร์พอยท์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.29	0.49	มาก
6. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระ มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.14	0.64	มาก
7. ผู้เรียนมีความเข้าใจในสาระของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียน	4.43	0.40	มาก
8. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.29	0.28	มาก
9. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.70	0.33	มากที่สุด
ด้านใบงาน			
10. ทำให้ผู้เรียนสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงหลักการทำงานของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้ดียิ่งขึ้น	4.43	0.34	มาก
11. ทำให้ผู้เรียนสามารถทดลองวัดค่าต่าง ๆ ออกมาได้ถูกต้อง	4.57	0.53	มากที่สุด
12. ทำให้ผู้เรียนสามารถทดสอบสัญญาณไฟฟ้ารูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่เอาต์พุตที่ทีแอลได้ถูกต้อง	4.25	0.81	มาก
13. ทำให้ผู้เรียนสามารถวัดและตั้งค่าสัญญาณไฟฟ้ารูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่เอาต์พุต 50 Ω ได้ถูกต้อง	4.14	0.69	มาก
14. ทำให้ผู้เรียนสามารถวัดและตั้งค่าสัญญาณไฟฟ้ารูปคลื่นไซน์ที่เอาต์พุต 50 Ω ได้ถูกต้อง	4.43	0.53	มาก
15. ทำให้ผู้เรียนสามารถวัดและตั้งค่าสัญญาณไฟฟ้ารูปคลื่นสามเหลี่ยมที่เอาต์พุต 50 Ω ได้ถูกต้อง	4.38	0.69	มาก
16. ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ออสซิลโลสโคปวัดและอ่านค่าสัญญาณจากเครื่องกำเนิดสัญญาณได้	4.55	0.53	มากที่สุด
17. ทำให้ผู้เรียนสามารถทดสอบคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้ถูกต้อง	4.71	0.49	มากที่สุด
18. ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการนำเครื่องกำเนิดสัญญาณไปใช้งานต่อไป ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.29	0.61	มาก

ตารางที่ 4.43 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบงาน			
19. ทำให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ จากการคำนวณทางทฤษฎีกับผลในทางปฏิบัติจริงได้	4.74	0.79	มากที่สุด
20. ผู้เรียนมีความเข้าใจในใบงาน และสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้	4.86	0.53	มากที่สุด
21. เวลาที่ใช้ในการทำใบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.43	0.49	มาก
22. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.59	0.38	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.42	0.39	มาก

จากตารางที่ 4.43 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการรู้โดยใช้ชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 14 เรื่อง เครื่องกำเนิดสัญญาณ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ ข้อ 20) ผู้เรียนมีความเข้าใจในใบงาน และสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 รองลงมาได้แก่ ข้อ 19) ทำให้ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ จากการคำนวณทางทฤษฎีกับผลในทางปฏิบัติจริงได้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.74 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.79 และ ข้อ 17) ทำให้ผู้เรียนสามารถทดสอบคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.44 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน หน่วยที่ 15 เรื่อง อิมพีแดนซ์ภายในเครื่องมือวัดไฟฟ้า

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจหน้าที่ของอินพุตอิมพีแดนซ์และเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ ของเครื่องมือวัดไฟฟ้า ๆ แต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง	4.43	0.39	มาก
2. ทำให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหลักการวัดและทดสอบอินพุตอิมพีแดนซ์ และเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ของเครื่องมือวัดไฟฟ้า ๆ ได้ถูกต้อง	4.45	0.46	มาก

ตารางที่ 4.44 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ ความพึงพอใจ
ด้านใบบาง			
3. ทำให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการวัดและทดสอบอินพุตอิมพีแดนซ์และเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ ของเครื่องมือวัดไฟฟ้า ๗ ได้ถูกต้อง	4.68	0.53	มากที่สุด
4. รูปภาพที่ใช้ประกอบในหน่วยการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำได้ชัดเจนยิ่งขึ้น	4.43	0.79	มาก
5. เพาเวอร์พอยท์ที่ใช้นำเสนอทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.59	0.24	มากที่สุด
6. แบบฝึกหัดครอบคลุมสาระที่เรียน มีความชัดเจนและถูกต้อง	4.28	0.53	มาก
7. ผู้เรียนสามารถทำข้อทดสอบได้ในเกณฑ์ดี	4.29	0.79	มาก
8. ช่วงเวลาเรียนที่ใช้ในการเรียน มีความเหมาะสม	4.34	0.49	มาก
ด้านใบบาง			
9. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ของออสซิลโลสโคปได้ถูกต้อง	4.43	0.67	มาก
10. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ของเครื่องวัดความถี่ได้ถูกต้อง	4.57	0.53	มากที่สุด
11. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตและเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ของมาตรวัดกำลังไฟฟ้า ได้ถูกต้อง	4.88	0.38	มากที่สุด
12. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ของเครื่องกำเนิดสัญญาณได้ถูกต้อง	4.14	0.22	มาก
13. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกพิสัยการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ถูกต้อง	4.71	0.49	มากที่สุด
14. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ภายในมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกพิสัยการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้ถูกต้อง	4.25	0.38	มาก
15. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกพิสัยการวัดความต้านทานได้ถูกต้อง	4.38	0.37	มาก
16. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในดิจิตอลมัลติมิเตอร์พิสัยการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ถูกต้อง	4.51	0.36	มากที่สุด
17. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในดิจิตอลมัลติมิเตอร์พิสัยการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ถูกต้อง	4.43	0.48	มาก
18. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ภายในดิจิตอลมัลติมิเตอร์พิสัยการวัดกระแสไฟตรงได้ถูกต้อง	4.29	0.76	มาก

ตารางที่ 4.44 (ต่อ)

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านใบบงาน			
19. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ภายในดิจิตอลมัลติมิเตอร์พีสัยการวัดกระแสไฟสลบได้ถูกต้อง	4.49	0.43	มาก
20. ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในดิจิตอลมัลติมิเตอร์พีสัยการวัดความต้านทานได้ถูกต้อง	4.29	0.49	มาก
21. ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ผลการทดลองข้อมูลได้ถูกต้องและแก้ไขปัญหาได้	4.38	0.95	มาก
22. ทำให้ผู้เรียนมีทักษะในการทดสอบคุณภาพและประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น	4.50	0.53	มาก
23. ทำให้ผู้เรียนสามารถทำให้ผู้เรียนเปรียบเทียบค่าต่าง ๆ จากการคำนวณทางทฤษฎีกับผลในทางปฏิบัติจริงได้	4.43	0.79	มาก
24. รูปภาพที่ใช้ประกอบในหน่วยการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดภาพจำและนำไปใช้ได้ชัดเจน	4.57	0.28	มากที่สุด
25. ผู้เรียนมีความเข้าใจใบบงานและสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนต่าง ๆ ได้	4.43	0.33	มาก
26. เวลาที่ใช้ในการทำใบบงานเหมาะสมกับเวลาที่กำหนด	4.28	0.37	มาก
27. ผู้เรียนได้รับผลการประเมินด้านปฏิบัติในเกณฑ์ดี	4.29	0.49	มาก
เฉลี่ยรวม	4.43	0.47	มาก

จากตารางที่ 4.44 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 หน่วยที่ 15 เรื่อง อิมพีแดนซ์ภายในเครื่องมือวัดไฟฟ้า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.47 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ และเรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ ข้อ 11) ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตและเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ของมาตรวัดกำลังไฟฟ้า ได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.38 รองลงมาได้แก่ ข้อ 13) ทำให้ผู้เรียนวัดและทดสอบค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ภายในมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกพีสัยการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.49 และ ข้อ 3) ทำให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการวัดและทดสอบอินพุตอิมพีแดนซ์และเอาต์พุตอิมพีแดนซ์ของเครื่องมือวัดไฟฟ้า ๆ ได้ถูกต้อง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.45 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยภาพรวม

หน่วยที่	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
หน่วยที่ 1 เรื่อง ความรู้พื้นฐานในการวัดและมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก	4.25	0.41	มาก
หน่วยที่ 2 เรื่อง มาตรฐานแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	4.34	0.38	มาก
หน่วยที่ 3 เรื่อง มาตรฐานแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	4.45	0.57	มาก
หน่วยที่ 4 เรื่อง มาตรฐานกระแสไฟตรง	4.27	0.26	มาก
หน่วยที่ 5 เรื่อง มาตรฐานความต้านทาน	4.28	0.46	มาก
หน่วยที่ 6 เรื่อง มัลติมิเตอร์ชนิดดิจิตอล	4.38	0.61	มาก
หน่วยที่ 7 เรื่อง โครงสร้างและการทำงานของขดลวดเคลื่อนที่	4.36	0.67	มาก
หน่วยที่ 8 เรื่อง การขยายพิสัยวัดกระแสไฟตรง	4.41	0.65	มาก
หน่วยที่ 9 เรื่อง การขยายพิสัยวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	4.34	0.68	มาก
หน่วยที่ 10 เรื่อง การขยายพิสัยวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ	4.40	0.21	มาก
หน่วยที่ 11 เรื่อง การขยายพิสัยวัดความต้านทาน	4.03	0.74	มาก
หน่วยที่ 12 เรื่อง มาตรฐานกำลังไฟฟ้า	4.35	0.36	มาก
หน่วยที่ 13 เรื่อง ออสซิลโลสโคป	4.41	0.33	มาก
หน่วยที่ 14 เรื่อง เครื่องกำเนิดสัญญาณ	4.42	0.39	มาก
หน่วยที่ 15 เรื่อง อิมพีแดนซ์ภายในเครื่องมือวัดไฟฟ้า	4.43	0.47	มาก
เฉลี่ยรวม	4.34	0.46	มาก

จากตารางที่ 4.45 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนวิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยภาพรวม พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 เมื่อพิจารณาเป็นรายหน่วย เรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับปรากฏผลดังนี้ หน่วยที่ 3 เรื่อง มาตรฐานแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมาก มีค่าเท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.57 รองลงมาได้แก่ หน่วยที่ 15 เรื่อง อิมพีแดนซ์ภายในเครื่องมือวัดไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมาก มีค่าเท่ากับ 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.47 และ ข้อ หน่วยที่ 14 เรื่อง เครื่องกำเนิดสัญญาณ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก มีค่าเท่ากับ 4.42 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.39 ตามลำดับ

ตอนที่ 6 วิเคราะห์ความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยครูที่ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ โดยใช้สูตรค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 4.46 ความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 โดยครูที่ได้รับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ โดยใช้สูตรค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ผลการประเมิน
1. ด้านการพิมพ์และการจัดรูปเล่ม			
1.1 รูปแบบถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.25	0.64	เหมาะสมมาก
1.2 การพิมพ์ตัวอักษร เครื่องหมายและสัญลักษณ์ถูกต้อง	4.29	0.41	เหมาะสมมาก
1.3 การพิมพ์ถูกต้องตรงตามรูปแบบ	4.26	0.58	เหมาะสมมาก
2. ด้านเนื้อหา			
2.1 เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์ คำอธิบายและมาตรฐานรายวิชา	4.48	0.44	เหมาะสมมาก
2.2 แบ่งหน่วยการเรียนรู้และเวลาได้เหมาะสม	4.44	0.62	เหมาะสมมาก
2.3 รายละเอียดเนื้อหา มีความถูกต้องทันสมัย การจัดลำดับความยากง่าย เหมาะสมกับผู้เรียน	4.39	0.51	เหมาะสมมาก
2.4 ภาพประกอบมีความชัดเจน สื่อความหมายได้สอดคล้องกับเนื้อหา	4.40	0.46	เหมาะสมมาก
2.5 แบบฝึกหัดท้ายหน่วย ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์	4.28	0.40	เหมาะสมมาก
3. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์			
3.1 เป็นประโยชน์ต่อผู้สอน สามารถพัฒนาผู้เรียนได้	4.34	0.38	เหมาะสมมาก
3.2 เป็นประโยชน์ต่อความก้าวหน้าทางวิชาการหรือวิชาชีพ	4.38	0.33	เหมาะสมมาก
เฉลี่ยรวม	4.35	0.28	เหมาะสมมาก

จากตารางที่ 4.46 พบว่า ความคิดเห็นของครูผู้สอนที่มีต่อชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 เมื่อพิจารณาเป็นข้อ เรียงลำดับตามคะแนนเฉลี่ย 3 ลำดับ ปรากฏผลดังนี้ 2.1) เนื้อหาครอบคลุมจุดประสงค์ คำอธิบายและมาตรฐานรายวิชา ค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมาก มีค่าเท่ากับ 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.44 รองลงมาได้แก่ 2.2) แบ่งหน่วยการเรียนรู้และเวลาได้เหมาะสม ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก มีค่าเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.62 และ 2.4) ภาพประกอบมีความชัดเจน สื่อความหมายได้สอดคล้องกับเนื้อหา ค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

มีค่าเท่ากับ 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.46 ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการประเมินโดยครูผู้สอนที่มีต่อชุดการสอน วิชาเครื่องมือวัดไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2004 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 เห็นว่ามีประสิทธิภาพนำไปใช้ในการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถการเรียนรู้ของนักเรียนได้จริง