

คำนำ

การจัดการเรียนสอนวิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาต่างๆ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มุ่งเน้นการพัฒนา นอกเหนือความรู้จากเนื้อหาแล้ว ยังต้องการพัฒนาความคิดความสามารถทางสมอง ดังนั้นจึงได้เรียบเรียงเอกสารประกอบการสอนขึ้นมาเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นสาระสำคัญเหมาะสมทั้งด้านปริมาณและคุณภาพพร้อมกับการใช้สื่อการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย เพื่อใช้ในการเรียนการสอนและพัฒนาความสามารถของนักเรียน โดยมีการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาแบ่งเนื้อหาออกเป็น 13 หน่วยการเรียนรู้ โดยในแต่ละหน่วยมีการจัดทำเนื้อหา แบบฝึกหัดแบบทดสอบ ทำการวัดและประเมินผลการเรียนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน หน่วยการเรียนรู้ของเอกสารประกอบการสอนฉบับนี้ ประกอบด้วย

- หน่วยที่ 1 สมการเชิงเส้น
- หน่วยที่ 2 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
- หน่วยที่ 3 กฎของเคอร์ชอฟฟ์
- หน่วยที่ 4 ดีเทอร์มิแนนต์และเมทริกซ์
- หน่วยที่ 5 วิธีกระแสเมฆ
- หน่วยที่ 6 วิธีแรงดัน โนด
- หน่วยที่ 7 ทฤษฎีโครงข่ายวงจรไฟฟ้า
- หน่วยที่ 8 จำนวนเชิงซ้อน
- หน่วยที่ 9 วงจรอนุกรม R – L – C ในไฟฟ้ากระแสสลับ
- หน่วยที่ 10 วงจรขนาน R – L – C ในไฟฟ้ากระแสสลับ
- หน่วยที่ 11 ระบบไฟฟ้าสามเฟส
- หน่วยที่ 12 การวิเคราะห์ห้วงจร Transient เบื้องต้น
- หน่วยที่ 13 การประยุกต์คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์

สำหรับความสำเร็จในการจัดเรียบเรียงเอกสารประกอบการสอน วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ นั้นส่วนหนึ่งได้จากการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือและเอกสารตำราต่าง ๆ รวมทั้งได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ หากผู้ที่ได้ใช้เอกสารฉบับนี้พบข้อบกพร่องผิดพลาดหรือมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำยินดีน้อมรับและจะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้มีความสมบูรณ์ต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูปภาพ	ฅ
คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการสอน	ฉ
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	ค
หน่วยที่ 1 สมการเชิงเส้น	1
แบบทดสอบก่อนเรียน	1
เนื้อหาสาระ	
1.1 สมการเชิงเส้น	4
1.2 การประยุกต์สมการเชิงเส้นในสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์	11
สรุปสาระสำคัญ	16
แบบฝึกหัด	17
แบบทดสอบหลังเรียน	19
เอกสารอ้างอิง	21
ภาคผนวก	22
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	23
เฉลยแบบฝึกหัด	24
หน่วยที่ 2 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	32
แบบทดสอบก่อนเรียน	32
เนื้อหาสาระ	
1.1 กฎของโอห์ม	35
1.2 กำลังไฟฟ้า	36
1.3 วงจรอนุกรม	36
1.4 วงจรขนาน	38
1.5 วงจรผสม	40
1.6 วงจรสตาร์ – เดลตา	43
สรุปสาระสำคัญ	48
แบบฝึกหัด	49
แบบทดสอบหลังเรียน	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	55
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	56
เฉลยแบบฝึกหัด	57
หน่วยที่ 3 กฎของเคอร์ชอฟฟ์	67
แบบทดสอบก่อนเรียน	67
เนื้อหาสาระ	
3.1 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	70
3.2 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	74
3.3 การนำกฎของเคอร์ชอฟฟ์ไปใช้วิเคราะห์วงจรไบอัสทรานซิสเตอร์	76
สรุปสาระสำคัญ	81
แบบฝึกหัด	82
แบบทดสอบหลังเรียน	86
เอกสารอ้างอิง	88
ภาคผนวก	89
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	90
เฉลยแบบฝึกหัด	91
หน่วยที่ 4 ดีเทอร์มิแนนต์และเมทริกซ์	99
แบบทดสอบก่อนเรียน	99
เนื้อหาสาระ	
4.1 ดีเทอร์มิแนนต์และเมทริกซ์	102
4.2 ไมเนอร์ของสมาชิกของเมทริกซ์จัตุรัส	104
4.3 โคแฟกเตอร์ของสมาชิกของเมทริกซ์จัตุรัส	105
4.4 การหาค่าดีเทอร์มิแนนต์โดยการลดขนาด	106
4.5 การแก้ระบบสมการเชิงเส้นโดยใช้กฎของคราเมอร์	107
สรุปสาระสำคัญ	113
แบบฝึกหัด	114
แบบทดสอบหลังเรียน	116
เอกสารอ้างอิง	118

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	119
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	120
เฉลยแบบฝึกหัด	121
หน่วยที่ 5 วิธีกระแสเมฆ	129
แบบทดสอบก่อนเรียน	129
เนื้อหาสาระ	
5.1 วิธีกระแสเมฆ	132
5.2 การเขียนสมการ KVL ในวงจรไฟฟ้าที่มากกว่า 1 ลูป	133
5.3 การวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าด้วย วิธีกระแสเมฆ	134
สรุปสาระสำคัญ	143
แบบฝึกหัด	144
แบบทดสอบหลังเรียน	147
เอกสารอ้างอิง	149
ภาคผนวก	150
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	151
เฉลยแบบฝึกหัด	152
หน่วยที่ 6 วิธีแรงดัน โนด	162
แบบทดสอบก่อนเรียน	162
เนื้อหาสาระ	
6.1 วิธีแรงดัน โนด	165
6.2 การเขียนสมการแรงดัน โนด	166
6.3 การวิเคราะห์ห้วงจรไฟฟ้าด้วย วิธี แรงดัน โนด	167
สรุปสาระสำคัญ	178
แบบฝึกหัด	179
แบบทดสอบหลังเรียน	182
เอกสารอ้างอิง	184
ภาคผนวก	185
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	186
เฉลยแบบฝึกหัด	187

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หน่วยที่ 7 ทฤษฎีโครงข่ายวงจรไฟฟ้า	195
แบบทดสอบก่อนเรียน	195
เนื้อหาสาระ	
7.1 ทฤษฎีการวางซ้อน	198
7.2 ทฤษฎีเทวินิน	201
7.3 ทฤษฎีโน้อร์ตัน	207
สรุปสาระสำคัญ	211
แบบฝึกหัด	212
แบบทดสอบหลังเรียน	215
เอกสารอ้างอิง	217
ภาคผนวก	218
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	219
เฉลยแบบฝึกหัด	220
หน่วยที่ 8 จำนวนเชิงซ้อน	233
แบบทดสอบก่อนเรียน	233
เนื้อหาสาระ	
8.1 จำนวนเชิงซ้อนในรูปแบบแกนมุมฉาก(Rectangular form) และ ในรูปเชิงขั้ว(Polar form)	237
8.2 การ บวก – ลบ จำนวนเชิงซ้อน	240
8.3 การ คูณ –หาร จำนวนเชิงซ้อน	241
สรุปสาระสำคัญ	244
แบบฝึกหัด	245
แบบทดสอบหลังเรียน	246
เอกสารอ้างอิง	248
ภาคผนวก	249
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	250
เฉลยแบบฝึกหัด	251

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
หน่วยที่ 9 วงจรอนุกรม R – L – C ในไฟฟ้ากระแสสลับ	255
แบบทดสอบก่อนเรียน	255
เนื้อหาสาระ	
9.1 คุณสมบัติ ของ R, L และ C ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	258
9.2 การหาค่าอิมพีแดนซ์ กระแสและแรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรม R – L	263
9.3 การหาค่าอิมพีแดนซ์กระแสและแรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรม R – C	266
9.4 การหาค่าอิมพีแดนซ์กระแสและแรงดันไฟฟ้าในวงจรอนุกรม R – L – C	268
9.5 สถานะการเกิดเรโซแนนซ์ในวงจรอนุกรม R – L – C	273
สรุปสาระสำคัญ	279
แบบฝึกหัด	280
แบบทดสอบหลังเรียน	285
เอกสารอ้างอิง	287
ภาคผนวก	288
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	289
เฉลยแบบฝึกหัด	290
หน่วยที่ 10 วงจรขนาน R – L – C ในไฟฟ้ากระแสสลับ	302
แบบทดสอบก่อนเรียน	302
เนื้อหาสาระ	
10.1 แอดมิตแตนซ์ และ ซ์สเชบแตนซ์	305
10.2 แอดมิตแตนซ์ อิมพีแดนซ์ กระแสและ แรงดันไฟฟ้าในวงจรขนาน R – L	307
10.3 แอดมิตแตนซ์ อิมพีแดนซ์ กระแสและ แรงดันไฟฟ้าในวงจรขนาน R – C	311
10.4 แอดมิตแตนซ์ อิมพีแดนซ์ กระแสและ แรงดันไฟฟ้าในวงจรขนาน R – L – C	314
10.5 สถานะการเกิดเรโซแนนซ์ในวงจรขนาน R – L – C	319
สรุปสาระสำคัญ	324
แบบฝึกหัด	325
แบบทดสอบหลังเรียน	329
เอกสารอ้างอิง	332

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	333
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	334
เฉลยแบบฝึกหัด	335
หน่วยที่ 11 ระบบไฟฟ้าสามเฟส	344
แบบทดสอบก่อนเรียน	344
เนื้อหาสาระ	
11.1 การกำเนิดแรงดันไฟฟ้าระบบ 3 เฟส	347
11.2 การต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบวาย หรือแบบสตาร์	349
11.3 การต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส แบบเดลต้า	356
สรุปสาระสำคัญ	363
แบบฝึกหัด	364
แบบทดสอบหลังเรียน	368
เอกสารอ้างอิง	370
ภาคผนวก	371
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	372
เฉลยแบบฝึกหัด	372
หน่วยที่ 12 การวิเคราะห์วงจร Transient เบื้องต้น	383
แบบทดสอบก่อนเรียน	383
เนื้อหาสาระ	
12.1 วงจร Transient RC อนุกรม	386
12.2 วงจร Transient RC ผสม	393
12.3 วงจร Transient RL อนุกรม	395
12.4 วงจร Transient RL ผสม	400
สรุปสาระสำคัญ	403
แบบฝึกหัด	404
แบบทดสอบหลังเรียน	408
เอกสารอ้างอิง	410

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	411
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	412
เฉลยแบบฝึกหัด	413
หน่วยที่ 13 การประยุกต์คณិតศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์	427
แบบทดสอบก่อนเรียน	427
เนื้อหาสาระ	
13.1 วงจร Half wave Rectifier	430
13.2 วงจร Full wave Rectifier	432
13.3 วงจร Bridge Rectifier	434
13.4 วงจร Filter	436
สรุปสาระสำคัญ	439
แบบฝึกหัด	440
แบบทดสอบหลังเรียน	442
เอกสารอ้างอิง	444
ภาคผนวก	445
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน	446
เฉลยแบบฝึกหัด	447
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบการเรียนรู้ทุกหน่วยการเรียนรู้	454
เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบการเรียนรู้ทุกหน่วยการเรียนรู้	468

สารบัญรูปภาพ

หน้า

หน่วยที่ 1 สมการเชิงเส้น	
รูปที่ 1.1 วงจรแอมมิเตอร์	11
รูปที่ 1.2 วงจร Oscillator	12
รูปที่ 1.3 วงจรกรองสัญญาณ	13
รูปที่ 1.4 แสดงคุณลักษณะผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองสัญญาณ	14
รูปที่ 1.5 วงจรขยายพื้นฐานของออปแอมป์	15
หน่วยที่ 2 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	
รูปที่ 2.1 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	35
รูปที่ 2.2 วงจรอนุกรมที่ต่อโหลด 3 ตัว	36
รูปที่ 2.3 วงจรขนานที่ต่อโหลด 3 ตัว	38
รูปที่ 2.4 วงจรผสมสำหรับตัวอย่างที่ 2.5	40
รูปที่ 2.5 วงจรผสมสำหรับตัวอย่างที่ 2.6	42
รูปที่ 2.6 วงจร สตาร์ – เคลตา	43
รูปที่ 2.7 แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างวงจรสตาร์ – เคลตา	43
รูปที่ 2.8 วงจรผสมสำหรับตัวอย่างที่ 2.9	45
หน่วยที่ 3 กฎของเคอร์ชอฟฟ์	
รูปที่ 3.1 แสดงกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	70
รูปที่ 3.2 แสดงทิศทางกระแสและขั้วแรงดัน	71
รูปที่ 3.3 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 3.1	71
รูปที่ 3.4 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 3.2	72
รูปที่ 3.5 วงจรทรานซิสเตอร์	72
รูปที่ 3.6 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 3.4	73
รูปที่ 3.7 แสดงกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	74
รูปที่ 3.8 วงจรออปแอมป์สำหรับตัวอย่างที่ 3.6	75
รูปที่ 3.9 วงจรไบอัสคงที่	76
รูปที่ 3.10 วงจรไบอัสคงที่สำหรับตัวอย่างที่ 3.7	77

สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.11 วงจรไบอัส อิมิตเตอร์สเตบิไลซ์	78
รูปที่ 3.12 วงจรไบอัส dc ที่มีแรงดันป้อนกลับ	79
รูปที่ 3.13 วงจรไบอัส dc ที่มีแรงดันป้อนกลับ สำหรับตัวอย่างที่ 3.6	80
หน่วยที่ 5 วิธีกระแสเมฆ 133-164	
รูปที่ 5.1 วงจรสำหรับการวิเคราะห์การเขียนสมการ KVL	133
รูปที่ 5.2 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 5.1	134
รูปที่ 5.3 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 5.2	136
รูปที่ 5.4 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 5.3	138
รูปที่ 5.5 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 5.4	140
รูปที่ 5.6 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 5.5	141
หน่วยที่ 6 วิธีแรงดันโนด	
รูปที่ 6.1 วงจรไฟฟ้า 3 ลูป 2 โหนดหลัก	166
รูปที่ 6.2 วงจรไฟฟ้าสำหรับตัวอย่างที่ 6.1	167
รูปที่ 6.3 วงจรไฟฟ้า สำหรับตัวอย่างที่ 6.2	169
รูปที่ 6.4 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 6.3	171
รูปที่ 6.5 สัญลักษณ์และคุณสมบัติในอุดมคติของออปแอมป์	173
รูปที่ 6.6 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 6.4	173
รูปที่ 6.7 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 6.5	174
รูปที่ 6.8 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 6.6	175
รูปที่ 6.9 วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 6.7	176
หน่วยที่ 7 ทฤษฎีโครงข่ายวงจรไฟฟ้า	
รูปที่ 7.1(ก) วงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่าย 2 ชนิด	198
รูปที่ 7.1(ข) แสดงขณะวิเคราะห์ผลจากแหล่งจ่ายแรงดัน 10 V	199
รูปที่ 7.1(ค) แสดงขณะวิเคราะห์ผลจากแหล่งจ่ายกระแส 2 A	199
รูปที่ 7.2(ก) วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 7.2	199
รูปที่ 7.2(ข) แสดงทิศทางการกระแส จากแหล่งกำเนิดแรงดันตัวที่ 1	200
รูปที่ 7.3 วงจรสมมูลย์เทวินิน	201

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 7.4(ก) วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 7.3	201
รูปที่ 7.4(ข) แสดงขณะวิเคราะห์ หาค่าความต้านทานสมมูลย์เทวินิน	202
รูปที่ 7.4(ค) แสดงการวิเคราะห์ หาค่าแรงดันสมมูลย์ เทวินิน	202
รูปที่ 7.4(ง) แสดงวงจรสมมูลย์ เทวินิน	203
รูปที่ 7.5(ก) วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 7.4	203
รูปที่ 7.5(ข) การวิเคราะห์หา ความต้านทานสมมูลย์ เทวินิน	203
รูปที่ 7.5(ค) แสดงการวิเคราะห์ หาค่าแรงดันสมมูลย์ เทวินิน	203
รูปที่ 7.5(ง) แสดงวงจรสมมูลย์ เทวินิน	204
รูปที่ 7.6(ก) วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 7.5	205
รูปที่ 7.6(ข) การวิเคราะห์หา ความต้านทานสมมูลย์ เทวินิน	205
รูปที่ 7.6(ค) แสดงการวิเคราะห์ หาค่าแรงดันสมมูลย์ เทวินิน	205
รูปที่ 7.6(ง) แสดงวงจรสมมูลย์ เทวินิน	206
รูปที่ 7.7 วงจรสมมูลย์นอร์ตัน	207
รูปที่ 7.8(ก) วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 7.6	208
รูปที่ 7.8(ข) แสดงการวิเคราะห์หา R_N	208
รูปที่ 7.8(ค) แสดงการวิเคราะห์หา I_N	208
รูปที่ 7.8(ง) วงจรสมมูลย์นอร์ตัน	208
รูปที่ 7.9(ก) วงจรสำหรับตัวอย่างที่ 7.7	209
รูปที่ 7.9(ข) แสดงการวิเคราะห์หา R_N	209
รูปที่ 7.9(ค) แสดงการวิเคราะห์หา I_{N1}	209
รูปที่ 7.9(ง) แสดงการวิเคราะห์หา I_{N2}	209
รูปที่ 7.9(จ) วงจรสมมูลย์นอร์ตัน	210
หน่วยที่ 8 จำนวนเชิงซ้อน	
รูปที่ 8.1 แสดงเส้นจำนวนจริง	236
รูปที่ 8.2 แสดงเส้นจำนวนจินตภาพ	236
รูปที่ 8.3 แสดงค่าจำนวนเชิงซ้อนที่กำหนดลงใน Complex Plane ในรูปแบบของแกนมุมฉาก	237
รูปที่ 8.4 แสดงรูปร่างของจำนวนเชิงซ้อนในรูปแบบแกนมุมฉาก	238
รูปที่ 8.5 แสดงจำนวนเชิงซ้อนในรูปแบบเชิงขั้วเทียบกับรูปแบบแกนมุมฉาก	238

สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

	หน้า
หน่วยที่ 9 วงจรอนุกรม R – L – C ในไฟฟ้ากระแสสลับ	
รูปที่ 9.1 วงจรตัวต้านทานในไฟฟ้ากระแสสลับ	258
รูปที่ 9.2(ก) วงจรตัวต้านทาน สำหรับตัวอย่างที่ 9.1	259
รูปที่ 9.2(ข) เฟสเซอร์ของแรงดันและกระแส ของวงจรตัวอย่างที่ 9.1	259
รูปที่ 9.3 วงจรตัวเหนี่ยวนำในไฟฟ้ากระแสสลับ	259
รูปที่ 9.4(ก) วงจรตัวเหนี่ยวนำ สำหรับตัวอย่างที่ 9.2	260
รูปที่ 9.4(ข) เฟสเซอร์ของแรงดันและกระแส ของวงจรตัวอย่างที่ 9.2	261
รูปที่ 9.5 วงจรตัวเก็บประจุในไฟฟ้ากระแสสลับ	261
รูปที่ 9.6 วงจรตัวเก็บประจุ	262
รูปที่ 9.6(ข) เฟสเซอร์ของแรงดันและกระแส ของวงจรตัวอย่างที่ 9.3	262
รูปที่ 9.7(ก) วงจรอนุกรม RL	263
รูปที่ 9.7(ข) แสดงเฟสเซอร์อิมพีแดนซ์ และสามเหลี่ยมอิมพีแดนซ์ของวงจรอนุกรม R – L	263
รูปที่ 9.8(ก) วงจรอนุกรม R – L สำหรับตัวอย่างที่ 9.4	264
รูปที่ 9.8(ข) แสดงเฟสเซอร์ของอิมพีแดนซ์รวม	264
รูปที่ 9.8(ค) เฟสเซอร์ไดอะแกรมของ E , V_R , V_L และ I_T	265
รูปที่ 9.9(ก) วงจรอนุกรม R – C	266
รูปที่ 9.9(ข) แสดงเฟสเซอร์อิมพีแดนซ์ และสามเหลี่ยมอิมพีแดนซ์ของวงจรอนุกรม R – C	266
รูปที่ 9.10(ก) วงจรอนุกรม R – C	267
รูปที่ 9.10(ข) เฟสเซอร์ไดอะแกรมของ E , V_R , V_C และ I_T	268
รูปที่ 9.11 วงจรอนุกรม R – L – C	268
รูปที่ 9.12(ก) วงจรอนุกรม R – L – C สำหรับตัวอย่างที่ 9.6	269
รูปที่ 9.12(ข) สามเหลี่ยมอิมพีแดนซ์	270
รูปที่ 9.12(ค) เฟสเซอร์ไดอะแกรมของ E , V_R , V_C , V_L และ I_T	271
รูปที่ 9.13(ก) วงจรอนุกรม R – L – C สำหรับตัวอย่างที่ 9.7	271
รูปที่ 9.13(ข) สามเหลี่ยมอิมพีแดนซ์	272
รูปที่ 9.13(ค) เฟสเซอร์ไดอะแกรมของ E , V_R , V_C , V_L และ I_T	273
รูปที่ 9.14(ก) วงจรอนุกรม R – L – C ขณะเกิดสภาวะเรโซแนนซ์	273
รูปที่ 9.14(ข) กราฟอิมพีแดนซ์ และกระแสในวงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรม	274
รูปที่ 9.15(ก) วงจรอนุกรม R – L – C สำหรับตัวอย่างที่ 9.8	275

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 9.15(ข) เฟสเซอร์ไคอะแกรมของ E , V_R , V_C , V_L และ I_T	276
รูปที่ 9.16(ก) วงจรอนุกรม $R-L-C$ สำหรับตัวอย่างที่ 9.9	277
รูปที่ 9.16(ข) เฟสเซอร์ไคอะแกรมของ E , V_R , V_C , V_L	278
หน่วยที่ 10 วงจรขนาน $R-L-C$ ในไฟฟ้ากระแสสลับ	
รูปที่ 10.1 เฟสเซอร์ของคอนดักแตนซ์และซัสเซปแตนซ์	306
รูปที่ 10.2 แผนผังความสัมพันธ์ของอิมพีแดนซ์และแอดมิตแตนซ์	306
รูปที่ 10.3 เฟสเซอร์ไคอะแกรมของ แอดมิตแตนซ์	307
รูปที่ 10.4(ก) วงจรขนาน $R-L$	307
รูปที่ 10.4(ข) สามเหลี่ยมแอดมิตแตนซ์ของวงจรขนาน $R-L$	308
รูปที่ 10.5(ก) วงจรขนาน $R-L$ สำหรับตัวอย่างที่ 10.2	308
รูปที่ 10.5(ข) เฟสเซอร์ไคอะแกรมของกระแส และสามเหลี่ยมแอดมิตแตนซ์	309
รูปที่ 10.6(ก) วงจรขนาน $R-L$ สำหรับตัวอย่างที่ 10.3	309
รูปที่ 10.6(ข) เฟสเซอร์ไคอะแกรมของกระแส และสามเหลี่ยมแอดมิตแตนซ์	310
รูปที่ 10.7(ก) วงจรขนาน $R-C$	311
รูปที่ 10.7(ข) สามเหลี่ยมแอดมิตแตนซ์ของวงจรขนาน $R-C$	311
รูปที่ 10.8(ก) วงจรขนาน $R-C$ สำหรับตัวอย่างที่ 10.4	312
รูปที่ 10.8(ข) เฟสเซอร์ไคอะแกรมของกระแส และสามเหลี่ยมแอดมิตแตนซ์	313
รูปที่ 10.9(ก) วงจรขนาน $R-C$ สำหรับตัวอย่างที่ 10.5	313
รูปที่ 10.9(ข) เฟสเซอร์ไคอะแกรมของกระแส และสามเหลี่ยมแอดมิตแตนซ์	314
รูปที่ 10.10(ก) วงจรขนาน $R-L-C$	314
รูปที่ 10.10(ข) สามเหลี่ยมแอดมิตแตนซ์ของ วงจรขนาน $R-L-C$	315
รูปที่ 10.11(ก) วงจรขนาน $R-L-C$ สำหรับตัวอย่างที่ 10.6	316
รูปที่ 10.11(ข) เฟสเซอร์ไคอะแกรมของกระแส และแอดมิตแตนซ์	317
รูปที่ 10.12(ก) วงจรขนาน $R-L-C$ สำหรับตัวอย่างที่ 10.7	317
รูปที่ 10.12(ข) เฟสเซอร์ไคอะแกรมของกระแส และแอดมิตแตนซ์	318
รูปที่ 10.13(ก) วงจรขนาน $R-L-C$ ขณะเกิดสภาวะเรโซแนนซ์	319
รูปที่ 10.13(ข) กราฟแอดมิตแตนซ์ และกระแสในวงจรเรโซแนนซ์แบบขนาน $R-L-C$	320
รูปที่ 10.14(ก) วงจรขนาน $R-L-C$ สำหรับตัวอย่างที่ 10.8	320
รูปที่ 10.14(ข) เฟสเซอร์ไคอะแกรมของกระแส และแอดมิตแตนซ์	321

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 10.15(ก) วงจรขนาน R – L – C สำหรับตัวอย่างที่ 10.9	322
รูปที่ 10.15(ข) เฟสเซอร์ไดอะแกรมของกระแส และแอดมิตแตนซ์	323
หน่วยที่ 11 ระบบไฟฟ้าสามเฟส	
รูปที่ 11.1 หลักการการกำเนิดแรงดันไฟฟ้าระบบ 3 เฟส	347
รูปที่ 11.2 ไดอะแกรมของคอลลีทั้ง 3 ชุด และเฟสเซอร์ไดอะแกรมของแรงดัน	348
รูปที่ 11.3 ไดอะแกรมการต่อเครื่องกำเนิด (Alternator) แบบวาย หรือแบบสตาร์	349
รูปที่ 11.4 การหาค่า E_{AB} จากความสัมพันธ์ทางเฟสเซอร์	350
รูปที่ 11.5 แสดงเฟสเซอร์ไดอะแกรมความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันเฟสกับแรงดันระหว่างสาย	350
รูปที่ 11.6 วงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบ 3 เฟส สำหรับตัวอย่างที่ 11.1	352
รูปที่ 11.7 วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟส สำหรับตัวอย่างที่ 11.2	352
รูปที่ 11.8 วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟส สำหรับตัวอย่างที่ 11.3	353
รูปที่ 11.9 วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟสต่อแบบวาย สำหรับตัวอย่างที่ 11.4	355
รูปที่ 11.10 แสดงไดอะแกรมการต่อคอลลีของเครื่องกำเนิดแบบ เดลต้า	356
รูปที่ 11.11 แสดงความสัมพันธ์และการวิเคราะห์กระแสที่ไหลในสาย	356
รูปที่ 11.12 แสดงการวิเคราะห์กระแสที่ไหลในสาย (Line Current)	357
รูปที่ 11.13 วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟสต่อแบบเดลต้า สำหรับตัวอย่างที่ 11.5	358
รูปที่ 11.14 วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟสต่อแบบเดลต้า สำหรับตัวอย่างที่ 11.6	359
รูปที่ 11.15 วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟสต่อแบบเดลต้า สำหรับตัวอย่างที่ 11.7	360
รูปที่ 11.16 วงจรไฟฟ้าระบบ 3 เฟสต่อแบบเดลต้า สำหรับตัวอย่างที่ 11.8	361
หน่วยที่ 12 การวิเคราะห์วงจร Transient เบื้องต้น	
รูปที่ 12.1 วงจร RC	386
รูปที่ 12.2 วงจร RC สำหรับตัวอย่างที่ 12.1	387
รูปที่ 12.3 แสดงกราฟของ Transient Current $i(t)$	388
รูปที่ 12.4 แสดงกราฟของ $V_R(t)$ และ $V_C(t)$	390
รูปที่ 12.5 วงจร RC สำหรับตัวอย่างที่ 12.3	391
รูปที่ 12.6 แสดงกราฟของ $i(t)$ และ $V_C(t)$	392
รูปที่ 12.7 วงจร RC ผสมสำหรับตัวอย่างที่ 12.5	393
รูปที่ 12.8 วงจร RC ผสมแปลงเป็นวงจรสมมูลย์เทวินิน	393
รูปที่ 12.9 วงจรสมมูลย์ ของวงจรในรูปที่ 12.7	393

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 12.10 เขียนกราฟของ $i(t)$ และ $V_C(t)$	394
รูปที่ 12.11 วงจร RL อนุกรม และ แรงดันตกคร่อม ตัวเหนี่ยวนำ	395
รูปที่ 12.12 กราฟแสดง Transient Current ของวงจร RL (กราฟเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบเพิ่ม)	396
รูปที่ 12.13 กราฟแสดง Transient Voltage ของ $V_L(t)$	397
รูปที่ 12.14 วงจร RL สำหรับตัวอย่างที่ 12.6	398
รูปที่ 12.15 กราฟของ $V_L(t)$ และ $i(t)$	399
รูปที่ 12.16 วงจร RL สำหรับตัวอย่างที่ 12.7	399
รูปที่ 12.17 กราฟของ $i(t)$ และ $V_L(t)$ ของตัวอย่างที่ 12.7	400
รูปที่ 12.18 วงจร RL สำหรับตัวอย่างที่ 12.8	401
รูปที่ 12.19 วงจร RL ผสมทำการแปลงเป็นวงจรสมมูลย์ เทวินิน	401
รูปที่ 12.20 วงจรสมมูลย์เทวินิน ของวงจรในรูปที่ 12.18	401
รูปที่ 12.21 กราฟของ $V_L(t)$ และ $i(t)$ ของตัวอย่างที่ 12.8	402
หน่วยที่ 13 การประยุกต์คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์	
รูปที่ 13.1 วงจร Half Wave Rectifier และ รูปคลื่น	430
รูปที่ 13.2 หม้อแปลงที่เลือกใช้ ตามตัวอย่างที่ 13.1	431
รูปที่ 13.3 วงจร Full – Wave Rectifier และ รูปคลื่น	432
รูปที่ 13.4 หม้อแปลงที่เลือกใช้ ตามตัวอย่างที่ 13.2	433
รูปที่ 13.5 วงจร Bridge Rectifier และ รูปคลื่น	434
รูปที่ 13.6 หม้อแปลงที่เลือกใช้ ตามตัวอย่างที่ 13.3	435
รูปที่ 13.7 วงจร Half – Wave Rectifier ที่มีการกรองสัญญาณด้วยตัวเก็บประจุ	437
รูปที่ 13.8 วงจร Full – Wave Rectifier สำหรับตัวอย่างที่ 13.4	437

คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการสอน

การใช้เอกสารประกอบการสอน วิชาคณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์ รหัสวิชา 2105-2101 เพื่อประกอบกิจกรรมของการเรียนการสอนให้เกิดประสิทธิผลของการเรียนรู้ ครูควรปฏิบัติตามข้อแนะนำต่างๆ ในการใช้เอกสารประกอบการสอนชุดนี้ ดังต่อไปนี้

1. ครูควรศึกษาเอกสารประกอบการสอนและสื่อการสอนเพื่อเตรียมความพร้อมในการสอน
2. ครูทำการปฐมนิเทศก่อนเรียนให้กับนักเรียนในเรื่องของการใช้เอกสารประกอบการสอน
3. ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแผนการสอน โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้
 - 3.1 ชั้นเตรียมการสอน
 - 3.2 ชั้นสอน
 - 3.3 ชั้นปฏิบัติ
 - 3.4 ชั้นสรุปและประเมินผล
4. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
5. ครูสอนทฤษฎีครบจุดประสงค์การเรียนรู้แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด
6. การสรุปบทเรียนเป็นกิจกรรมระหว่างกลุ่มนักเรียน โดยมีครูเป็นผู้ควบคุมและช่วยให้คำปรึกษา
7. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนครบเรียบร้อยแล้ว

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นแบบทฤษฎีนั้น บทบาทที่สำคัญของครูต้องคอยอำนวยความสะดวกและสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาโดยภาพรวมทั้งหมดในสิ่งที่เรียนสามารถขยายความรู้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

รหัส 2105-2101

ระดับชั้น ปวช.

ทฤษฎี 2 ชั่วโมง 2 หน่วยกิต

ชื่อวิชา คณิตศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์

สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์

เรียนรวม 36 ชั่วโมง

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้เข้าใจในการนำวิธีทางคณิตศาสตร์ไปใช้คำนวณวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
2. มีทักษะในการคำนวณวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
3. เพื่อให้มีกิจนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม

สมรรถนะรายวิชา

แสดงความรู้เกี่ยวกับการนำวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปใช้คำนวณวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เลขจำนวนเชิงซ้อน การแก้สมการโดยใช้ดีเทอร์มิแนนซ์เมทริกซ์ การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยกฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ เมชเคอเรนต์ โนคโวลเตจ ทฤษฎีวงซ้อน ทฤษฎีเทวินิน ทฤษฎีนอร์ตัน การวิเคราะห์วงจรทรานเซียนท์เบื้องต้น วงจรเรโซแนนซ์ วงจรสตาร์ เดลต้า วงจรไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส การประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในงานอิเล็กทรอนิกส์