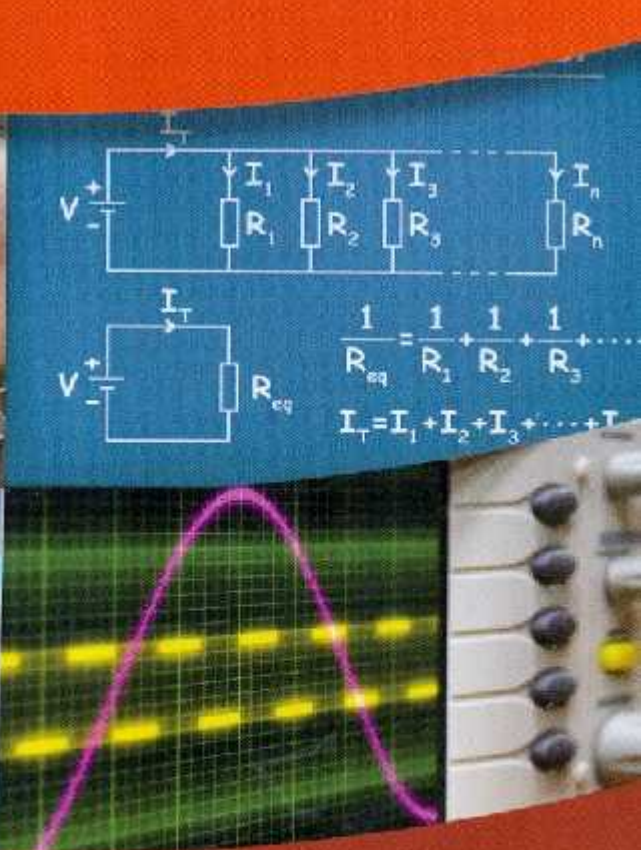
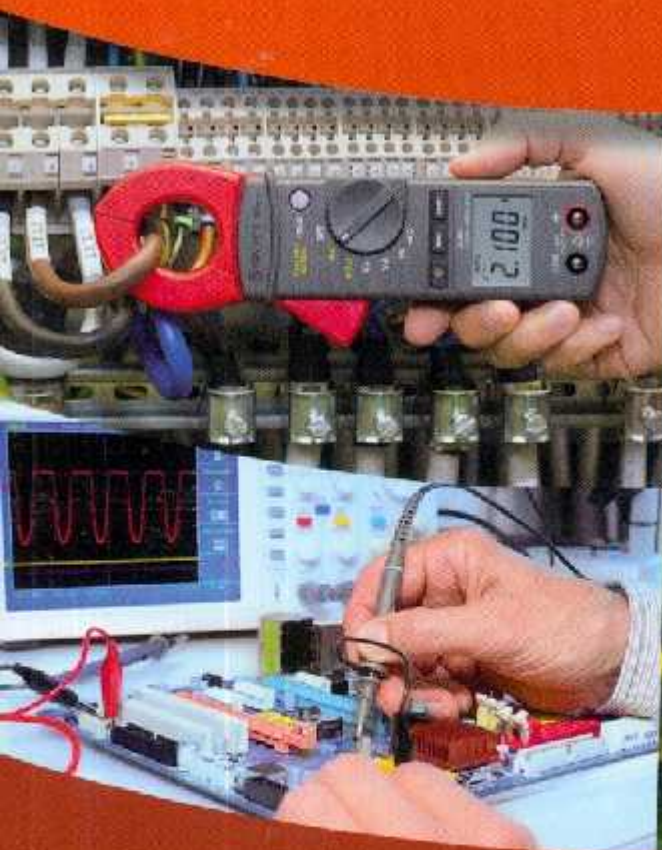


# เครื่องมือวัดและ วงจรไฟฟ้า

(Instrumentation and Electrical Circuits)



พันธ์ศักดิ์ พุฒิบานิตพงศ์

# สารบัญ

<b>บทที่ 1</b>	<b>เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า.....</b>	<b>15</b>
1.1	ดาร์ตันทาล์วมิตเตอร์.....	16
1.2	การทำงานของดาร์ตันทาล์วมิตเตอร์.....	17
1.3	เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า.....	19
1.4	ดีซีแอมมิเตอร์.....	20
1.5	การขยายย่านวัดดีซีแอมมิเตอร์.....	22
1.6	การต่อใช้งานและย่านวัดดีซีแอมมิเตอร์.....	26
1.7	สัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ.....	31
1.8	เอซีแอมมิเตอร์.....	33
1.9	แคลมป์มิเตอร์.....	35
	แบบฝึกหัดบทที่ 1.....	38
<b>บทที่ 2</b>	<b>เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า.....</b>	<b>41</b>
2.1	เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า.....	42
2.2	ดีซีโวลต์มิเตอร์.....	43
2.3	การขยายย่านวัดดีซีโวลต์มิเตอร์.....	46
2.4	การต่อใช้งานและย่านวัดดีซีโวลต์มิเตอร์.....	49
2.5	เอซีโวลต์มิเตอร์.....	54
	แบบฝึกหัดบทที่ 2.....	60

<b>บทที่ 3</b>	<b>เครื่องวัดความต้านทาน.....</b>	<b>63</b>
3.1	เครื่องวัดความต้านทาน .....	64
3.2	โครงสร้างโอห์มมิเตอร์ .....	66
3.3	การสร้างสเกลโอห์มมิเตอร์.....	68
3.4	การนำโอห์มมิเตอร์ไปใช้งาน .....	70
3.5	เครื่องวัดความต้านทานแบบบริดจ์ .....	73
3.6	เมกโอห์มมิเตอร์.....	76
3.6.1	ชนิดแกนอากาศ.....	76
3.6.2	ชนิดแกนสารเฟอร์โรแมกเนติก.....	78
	แบบฝึกหัดบทที่ 3.....	81
<b>บทที่ 4</b>	<b>กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า และเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า.....</b>	<b>85</b>
4.1	กฎของโอห์ม .....	86
4.2	กำลังไฟฟ้า.....	88
4.3	วัตต์มิเตอร์.....	92
4.4	การต่อใช้งานวัตต์มิเตอร์.....	94
4.5	การวัดค่าและการอ่านค่ากำลังไฟฟ้า.....	96
4.6	วาร์มิเตอร์.....	99
4.7	เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์.....	100
4.8	วัตต์ยวาร์มิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า .....	103
	แบบฝึกหัดบทที่ 4.....	107
<b>บทที่ 5</b>	<b>มัลติมิเตอร์.....</b>	<b>111</b>
5.1	มัลติมิเตอร์.....	112
5.2	มัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก.....	113
5.3	การใช้งานมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก .....	115
5.3.1	การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DCV).....	116

5.3.2	การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV).....	118
5.3.3	การวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DCmA).....	120
5.3.4	การวัดความต้านทาน ( $\Omega$ ).....	122
5.4	มัลติมิเตอร์ชนิดดิจิทัล.....	124
5.5	การใช้งานมัลติมิเตอร์ชนิดดิจิทัล.....	127
5.5.1	การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DCV).....	127
5.5.2	การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV).....	128
5.5.3	การวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DCA).....	128
5.5.4	การวัดความต้านทาน ( $\Omega$ ).....	129
5.5.5	การวัดไดโอด (D).....	130
	แบบฝึกหัดบทที่ 5.....	132

## บทที่ 6 ออสซิลโลสโคป ..... 135

6.1	ออสซิลโลสโคป.....	136
6.2	ส่วนประกอบโครงสร้างออสซิลโลสโคป.....	137
6.2.1	แคโทดเรย์ออสซิลโลสโคป (CRO).....	138
6.2.2	ดิจิทัลฟอสเฟอร์ออสซิลโลสโคป (DPO).....	141
6.3	หน้าที่การทำงานของส่วนต่างๆ ออสซิลโลสโคป.....	143
6.3.1	ส่วนควบคุมภาคแสดงผล.....	144
6.3.2	ส่วนควบคุมภาพแนวนอน.....	144
6.3.3	ส่วนทดสอบและปรับแต่ง.....	147
6.3.4	ส่วนควบคุมภาพแนวตั้ง.....	149
6.3.5	จอภาพ.....	153
6.4	การวัดแรงดันไฟฟ้า.....	153
6.4.1	แคโทดเรย์ออสซิลโลสโคป (CRO).....	154
6.4.2	ดิจิทัลฟอสเฟอร์ออสซิลโลสโคป (DPO).....	155
6.5	การวัดเวลาและความถี่.....	157
6.6	การวัดสัญญาณไฟฟ้าด้วยวิธีลิสซาจัวส์.....	159

6.6.1 การวัดความต่างเฟสสัญญาณไฟฟ้าด้วยวิธีลิสซาจัวส์.....	159
6.6.2 การวัดความถี่สัญญาณไฟฟ้าด้วยวิธีลิสซาจัวส์.....	162
แบบฝึกหัดบทที่ 6.....	166

## บทที่ 7 วงจรความต้านทาน.....169

7.1 วงจรความต้านทานต่ออนุกรม.....	170
7.2 วงจรความต้านทานต่อขนาน.....	172
7.3 วงจรความต้านทานต่อผสม.....	175
7.4 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า.....	178
7.4.1 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีภาระ.....	179
7.4.2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีภาระ.....	180
7.5 แปลงวงจรความต้านทานแบบสตาร์เป็นเดลตา.....	183
7.6 แปลงวงจรความต้านทานแบบเดลตาเป็นสตาร์.....	185
แบบฝึกหัดบทที่ 7.....	188

## บทที่ 8 ดีเทอร์มิแนนต์ เมตริกซ์ และกฎเคอร์ชอฟฟ์.....191

8.1 ดีเทอร์มิแนนต์.....	192
8.1.1 ดีเทอร์มิแนนต์ 2 อันดับ ( $2 \times 2$ ).....	194
8.1.2 ดีเทอร์มิแนนต์ 3 อันดับ ( $3 \times 3$ ).....	195
8.2 เมตริกซ์.....	197
8.3 การแก้สมการเชิงเส้นโดยใช้เมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์.....	198
8.3.1 สมการชนิดมีตัวไม่ทราบค่า 2 ตัว.....	198
8.3.2 สมการชนิดมีตัวไม่ทราบค่า 3 ตัว.....	201
8.4 กฎเคอร์ชอฟฟ์.....	204
8.5 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์.....	205
8.6 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์.....	206
8.7 ข้อควรระวังในการกำหนดขนะใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์.....	212
แบบฝึกหัดบทที่ 8.....	217

<b>บทที่ 9</b>	<b>การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ</b> .....	<b>221</b>
9.1	ไฟฟ้าเกิดจากการเหนี่ยวนำ .....	222
9.2	แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ .....	224
9.3	การกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ .....	225
9.4	สัญญาณคลื่นไซน์ชั่วขณะ .....	230
9.5	ค่าเฉลี่ยคลื่นไซน์ .....	235
9.6	ค่าอาร์เอ็มเอสคลื่นไซน์ .....	238
9.7	ฟอรัมแพกเตอร์ .....	240
	แบบฝึกหัดบทที่ 9 .....	243
<b>บทที่ 10</b>	<b>เฟส และเฟสเซอร์โตะแกรม</b> .....	<b>247</b>
10.1	เฟสสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ .....	248
10.2	เฟสเซอร์ .....	252
10.3	เฟสเซอร์โตะแกรม .....	254
10.4	ความสัมพันธ์ของคลื่นไซน์และคลื่นโคไซน์ .....	261
	แบบฝึกหัดบทที่ 10 .....	264
<b>บทที่ 11</b>	<b>ปริมาณเชิงซ้อน</b> .....	<b>269</b>
11.1	เลขจำนวนจริง .....	270
11.2	เลขจำนวนจินตภาพ .....	271
11.3	เลขจำนวนเชิงซ้อน .....	274
11.4	รูปแบบเลขจำนวนเชิงซ้อน .....	275
11.4.1	เลขจำนวนเชิงซ้อนรูปแบบแกนมุมฉาก .....	276
11.4.2	เลขจำนวนเชิงซ้อนรูปแบบเชิงชี้ .....	277
11.4.3	เลขจำนวนเชิงซ้อนรูปแบบตรีโกณมิติ .....	279
11.4.4	เลขจำนวนเชิงซ้อนรูปแบบชี้กำลัง .....	282
11.5	การบวกลบเลขจำนวนเชิงซ้อน .....	283
11.6	การคูณเลขจำนวนเชิงซ้อน .....	284

11.7	การหารเลขจำนวนเชิงซ้อน.....	286
11.8	การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยเลขจำนวนเชิงซ้อน.....	289
	แบบฝึกหัดบทที่ 11.....	291
<b>บทที่ 12</b>	<b>ตัว R-L-C และวงจร RL ทำงานด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ.....</b>	<b>293</b>
12.1	ตัวต้านทานทำงานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ.....	294
12.2	ตัวเหนี่ยวนำทำงานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ.....	297
12.3	ตัวเก็บประจุทำงานในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ.....	301
12.4	วงจรต่ออนุกรม R และ L.....	305
12.5	วงจรต่อขนาน R และ L.....	311
	แบบฝึกหัดบทที่ 12.....	319
<b>บทที่ 13</b>	<b>วงจร RC และวงจร RLC ทำงานด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ.....</b>	<b>323</b>
13.1	วงจรต่ออนุกรม R และ C.....	324
13.2	วงจรต่อขนาน R และ C.....	330
13.3	วงจรต่ออนุกรม R, L และ C.....	336
13.4	วงจรต่อขนาน R, L และ C.....	346
	แบบฝึกหัดบทที่ 13.....	357
<b>บทที่ 14</b>	<b>เพาเวอร์แฟกเตอร์.....</b>	<b>361</b>
14.1	กำลังไฟฟ้ากระแสสลับ.....	362
14.2	เพาเวอร์แฟกเตอร์.....	365
14.3	การคำนวณหาค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์.....	367
14.4	การแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์.....	372
	แบบฝึกหัดบทที่ 14.....	381

<b>บทที่ 15</b>	<b>โบบปฏิบัติงาน</b>	<b>385</b>
โบบปฏิบัติงานที่ 1	การใช้งานตีซีแอมมิเตอร์.....	386
โบบปฏิบัติงานที่ 2	การใช้งานตีซีโวลต์มิเตอร์.....	390
โบบปฏิบัติงานที่ 3	การใช้งานเอซีแอมมิเตอร์.....	394
โบบปฏิบัติงานที่ 4	การใช้งานเอซีโวลต์มิเตอร์.....	397
โบบปฏิบัติงานที่ 5	การใช้อโฮมมิเตอร์วัดหาค่าความต้านทาน.....	401
โบบปฏิบัติงานที่ 6	การใช้งานมัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อกและชนิดดิจิทัล.....	404
โบบปฏิบัติงานที่ 7	การปรับแต่งออสซิลโลสโคปให้พร้อมใช้งาน.....	408
โบบปฏิบัติงานที่ 8	การแปลงความต้านทานเดลตา สตาร์.....	412
โบบปฏิบัติงานที่ 9	กฎเคอร์ชอฟฟ์.....	417
โบบปฏิบัติงานที่ 10	วงจรไฟฟ้ากระแสลดับต่ออนุกรม RL.....	420
โบบปฏิบัติงานที่ 11	วงจรไฟฟ้ากระแสลดับต่ออนุกรม RC.....	425
โบบปฏิบัติงานที่ 12	วงจรไฟฟ้ากระแสลดับต่ออนุกรม RLC.....	430
<b>บรรณานุกรม</b>	<b>.....</b>	<b>437</b>

