ห้องสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

FLOATLESS LIQUID LEVEL CONTROL

โดย

นายนพพร กิฎามร

นายศุภชัย คูณเศรษฐ์

นายพรพิชิต ษมากรวิทิต

รศ.ดร.วิริยะ พิเชษจำเริญ

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032720

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2535

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง FLOATLESS LIQUID LEVEL CONTROL

ผู้จัดทำ

1. นายนพพร กิฎามร

2. นายศุภชัย คูณเศรษฐ์

3. นายพรพิชิต ษมากรวิทิต

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. วิริยะ พิเชษจำเริญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032723

I

การควบคุมระดับของเหลวโดยไม่ใช้ลูกลอย

นายนพพร กิฎามร

นายศุภชัย คูณเศรษฐ์

นายพรพิชิต ษมากรวิทิต

รศ.ดร.วิริยะ พิเชษจำเริญ

ปีการศึกษา 2535

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ได้เสนอผลงานการวิจัยและแนวทางพัฒนา"ระบบการควบคุมระดับของเหลวโดยไม่ใช้ลูกลอย" โดยการนำเอาเครื่องต้นแบบมาทำการทดลองเพื่อดูผลการทำงานภายใต้สภาวะต่างๆ ของการทำงานพร้อมทั้งวัดสัญญาณที่ใช้ในการตรวจจับระดับน้ำเพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างเครื่องควบคุมที่มีลักษณะการทำงานที่คล้ายคลึงกัน ตลอดจนเพื่อพัฒนาเพิ่มเติมเครื่องต้นแบบนี้ให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม โดยหวังที่จะให้เป็นเครื่องต้นแบบที่มีประสิทธภาพการทำงานที่ดีที่สุด ทั้งขั้นตอนการศึกษาค้นคว้าวิจัยจะแบ่งออกเป็นขั้นตอนของการทดลองหาข้อมูลเพื่อดูวิธีการทำงานจากเครื่องต้นแบบจากนั้นก็จะเป็นขั้นตอนของการสร้างวงจรที่มีคุณสมบัติการทำงานที่เหมือนกับเครื่องต้นแบบที่ใช้ทดสอบพร้อมทั้งมีการเพิ่มวงจรบางส่วนเพื่อให้การทำงานของระบบมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

II

FLOATLESS LIQUID LEVEL CONTROL

Noppron Kidamorn

Supachai Koonsad

Pornpichit Samakornvitit

Associate Professor Dr.Viriya Pichetjamroen advisor

1991

Abstract

This analytical research presents the result and methods to develop" The system of controlling the level of fluid without floatless by using general liquid level controller in an experiment to investigate its efficiency under different working circumstances. Moreover, the signals were also measured while detecting the water level to be used as information in building controller which has similar working the efficiency of general liquid level controller followed by assembling a circuit which has the same functions as general liquid level controller used in this experiment,furthermore,adding some part of the circuit so as to enhance the efficiency of the functioning system

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ หน้า

บทคัดย่อ I

Abstract II

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1.1 การควบคุมระดับคืออะไร 2

1.1.2 การควบคุมระดับน้ำ 2

1.1.3 อุปกรณ์ควบคุมระดับน้ำ 3

1.1.3.1 ลูกลอย 3

1.1.3.2 อุปกรณ์การควบคุมระดับน้ำแบบใช้หลักกานำไฟฟ้า 4
(Conductivity)

1.1.4 Floatless flow liquid level control 7

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีของ Floatless Flow Liquid Level 11
Control

2.1 หลักการ 11

2.1.1 หลักการนำไฟฟ้า Conductivity 11

2.1.2 หลักการควบคุมแบบ Two Position หรือ ON-OFF Control 12

2.1.3 หลักการทำงานของ Floatless Relay 14

2.1.4 Block Diagram ของ Floatless Level Control 17

2.2 ทฤษฎี 20

2.2.1 Supply Voltage 20

2.2.2 Control Unit 20

2.2.2.1 รีเลย์(Relay) 21

2.2.2.2 วงจร 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2.1 Bipolar Transistor 39
2.2.2.2.1.1 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ 39
2.2.2.2.1.2 โครงสร้างทรานซิสเตอร์แบบต่างๆ 41
2.2.2.2.1.3 การให้ Bias แก่ทรานซิสเตอร์ 44
2.2.2.2.1.4 การไหลของกระแสในทรานซิสเตอร์ 45
2.2.2.2.1.5 วงจรทรานซิสเตอร์ 49
2.2.2.2.1.5.1 วงจร Common Base 49
2.2.2.2.1.5.2 วงจร Common Emitter 57
2.2.2.2.1.5.3 วงจร Common Collector 66
2.2.2.2.1.5.4 ช่วงการทำงานที่ปลอภัย 67
2.2.2.2.1.5.5 สภาพเส้นโหลด 68
2.2.2.2.1.5.6 การเลือกจุดทำงาน 69
2.2.2.2.2 ตัวต้านทาน 69
2.2.2.2.3 คาปาซิเตอร์ 73
2.2.2.2.4 ไดโอด 75
2.2.2.2.5 Arrester 77
2.2.2.6 ทฤษฎีของวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่นำมาใช้ในวงจร 78
2.2.2.6.1 เรคติไฟเออร์ 79
2.2.2.7 การทำงานของวงจร Floatless Relay 87
2.2.3 Output Unit 91
2.2.3.1 คอนแทคเตอร์แม่เหล็ก 91
2.2.3.2 โอเวอร์เคอร์เร้นท์รีเลย์ 94
2.2.3.3 หลอดไฟสัญญาณ 96
2.2.4 Electrod With Fitting 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 Motor Pump 98

บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง 99

3.1 Power Supply 99

3.2 ชุดขับคอลย์ของคอนแทคเตอร์แม่เหล็ก 108

3.3 ตัวพารามิเตอร์ที่สำคัญของวงจรขยาย 109

3.4 การประกอบเข้าด้วยกัน ในแต่ละส่วนของชุดควบคุมแบบ Float- 116
less Relay

3.6 การทำงานของชุดควบคุม 123

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 126

การทดลองที่ 1 การทดลองสภาพการทำงานของ Floatless Liquid
Level Control ในระดับน้ำต่างๆ 126

การทดลองที่ 2 การทดลองหาค่าแรงดัน,กระแสและรูปกราฟกระแสตรง
ของชุด Floatless Liquid Level Control 139

การทดลองที่ 3 การทดลองหาค่าความต้านทานของน้ำด้วยวิธี V-I
Method 156

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์ 163

ภาคผนวก ก.

ภาคผนวก ข.

ภาคผนวก ค.

ภาคผนวก ง.

กิตติกรรมประกาศ

หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูป 1.1 การควบคุมระดับโดยใช้ลูกลอย 4

รูป 2.2 การควบคุมระดับน้ำแบบใช้หลักการนำไฟฟ้า(Conductivity) 5

รูป 3.1 Block Diagram การควบคุมแบบ ON-OFF 9

รูป 3.2 การควบคุมระดับน้ำด้วย ON-OFF CONTROL 9

รูป 2.1 แสดงวงจรการทำงานของ RELAY โดยอาศัยน้ำเป็นตัวกลางให้ครบวงจรเมื่อระดับน้ำยังไม่ท่วม E3 และE1 12

รูป 2.2 แสดงวงจรการทำงานของ RELAY เมื่อระดับน้ำท่วม E3 และ E1 12

รูป 2.3 แสดงลำดับความสัมพันธ์ของส่วนการควบคุมแบบ FLOATLESS RELAY 14

รูป 2.4 แสดงลำดับความสัมพธ์ของ FLOATLESS RELAY ที่ใช้ควบคุมระดับได้ 2 ถัง 15

รูป 2.5 แสดงระบบการทำงานของ FLOATLESS RELAY 16

รูป 2.6 แสดง BLOCK DIAGRAM OF FLOW LIQUID LEVEL CONTROL SYSTEM 18

รูป 2.7 แสดงการจัดตัวของรีเลย์ระบุเป็นรูปแบบ A-D,แบบ A คือ"ปรกติเปิดในขณะที่รูป Bเป็น"ปรกติปิด"สำหรับรูปแบบ C และ Dใช้หน้าสัมผัสที่เป็นแบบคู่โดยที่รูปแบบ C คือ"หยุดก่อนทำ"ส่วนรูปแบบ D คือ "ทำก่อนหยุด" 22

รูป 2.8 ตัวอย่างรีเลย์ขนิดใช้งานทั่วไปส่วนมากจะเป็นแบบมีขาเป็นซ๊อกเกต 24

รูป 2.9 หรีดรีเลย์ในรูปแบบไอซีที่สามารถติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์ได้สะดวก 25

รูป 2.10 หรีดสวิทซ์หน้าสัมผัสเดียวบรรจุอยู่ในตัวถังแบบผนึกแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้มีความเร็วในการสวิทซ์สูงถึง 500 ไมโครวินาทีการสวิทซ์ 25

รูป 2.11 รีเลย์แบบตัวถังถูกผนึกแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้อีกชนิดหนึ่งมีอิมพีแดนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50 โอห์มใช้ในย่านความถี่วิทยุตั้งแต่ 500 เมกกะเฮริทซ์มีขาต่อเป็นสายโคแอกเซียลทุกขาและอัตราการใช้งานของหน้าสัมผัสอยู่ที่ 150 วัตต์ 26

รูป 2.12 รีเลย์ระบบกำลังที่มีโครงสร้างแบบเปิดสามารถสวิทซ์กระแสได้สูงถึง 40 แอมป์ ใช้สำหรับงานควบคุม 27

รูป 2.13 แสดงการป้องกันหน้าสัมผัสเมื่อโหลดเป็นแบบอินดักทีฟ 30

รูป 2.14 ตัวอย่างของรีเลย์ชนิดค้างโดยใช้การปิดสลักไปอีกด้านหนึ่งจะเปลี่ยนสถานะก็ต่อเมื่อขดลวดถูกกระตุ้นจากสัญญาณพัลส์ 33

รูป 2.15 แสดงเวลาการทำงานของรีเลย์ที่ใช้หน่วงเวลาแบบต่างๆ 36

รูป 2.16 หรีดรีเลย์แบบมีแรงดันความร้อนต่ำของเทอร์โมเซ็น 38

รูป 2.24 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ 40

รูป 2.25 โครงสร้าง GROWN TYPE 41

รูป 2.26 โครงสร้าง ALLOY TYPE 42

รูป 2.27 โครงสร้างแบบ DIFFUSION PLANNER 43

รูป 2.28 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์แบบ PNP,NPN 44

รูป 2.29 การไหลของกระแสเมื่อต่อ FORWARD ทาง INPUTอย่างเดียว 45

รูป 2.30 การไหลของกระแสเมื่อต่อแบบ REVERSE ทาง OUTPUTอย่างเดียว 46

รูป 2.31 เมื่อให้ FORWARD BIAS ทาง INPUT และให้REVERSE BIAS ทาง OUTPUT 47

รูป 2.32 ทิศทางของกระแสของทรานซิสเตอร์ชนิด PNP และ NPN 50

รูป 2.33 กราฟคุณสมบัติของวงจร COMMON BASE 53

รูป 2.34 คุณสมบัติทาง INPUT 54

รูป 2.35 กราฟทาง OUTPUT 55

รูป 2.36 กระแสกลับอิ่มตัว 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.37 แสดงทิศทางการไหลของกระแสวงจร COMMON EMITTER 57

รูป 2.38 กราฟคุณสมบัติของวงจร COMMON EMITTRE 59

รูป 2.39 กราฟคุณสมบัติทาง INPUT 59

รูป 2.40 กราฟคุณสมบัติทาง OUTPUT 60

รูป 2.41 กระแสย้อนกลับอิ่มตัว 61

รูป 2.42 กราฟคุณสมบัติทาง INPUT 65

รูป 2.43 กราฟคุณสมบัติทาง INPUT โดยประมาณ 65

รูป 2.44 ทิศทางกระแส PNP และ NPN CONNOM COLLECTOR 66

รูป 2.45 ช่วงการทำงานที่ปลอดภัย 67

รูป 2.46 ตัวอย่างตัวต้านทานชนิดค่าคงที่แบบต่างๆ 70

รูป 2.47 ตัวต้านทานชนิดเลือกค่าได้ 71

รูป 2.48 ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ 72

รูป 2.49 คาปาซิเตอร์ชนิดต่างๆ 74

รูป 2.50 สัญญลักษณ์ที่ใช้แทนไดโอด 76

รูป 3.5 BLOCK DIAGRAM ของความสัมพันธ์ในภาคต่างๆ ของCONTROL UNIT 78

รูป 3.8 วงจรเรียงกระแสคริ่งคลื่น 80

รูป 3.9 วงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์ 82

รูป 3.10 แสดงการทำงานของวงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์ 82

รูป 3.11 วงจรกรองกระแสด้วยตัวเก็บประจุ 83

รูป 3.12 ใช้คาปาซิเตอร์เป็นตัวกรองแรงดันของวงจรฟูลเวฟ 84

รูป 3.13 วงจรกรองแรงดันด้วยตัวเหนี่ยวนำ 84

รูป 3.14 ลักษณะสัญญาณของการกรองแรงดันด้วยตัวเหนี่ยวนำ 84

รูป 3.15 วงจรกรองแรงดันแบบพาย 85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.16 ลักษณะสัญญาณแรงดันเมื่อมีการกรองแรงดันแบบแอล 85

รูป 3.17 วงจรกรองแรงดันแบบ แอล 86

รูป 3.18 วงจรกรองแรวดันแบบ ฆ ที่ใช้ R แทน 86

รูป 3.19 แสดงลักษณะ OUTPUT และผลของการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัน OUTPUT กับกระแสโหลด 86

รูป 2.17 แสดงรูปภาพประกอบของชุดควบคุมมอเตอร์ 92

รูป 2.18 แสดงพิกัดของขนาดคอนแทคเตอร์แม่เหล็ก 93

รูป 2.19 โครงสร้างและชิ้นส่วนของคอนแทคเตอร์ 94

รูป 2.20 ขนาดรีเลย์โหลดเกิน กรณีไม่สามารถทนกระแสเริ่มเกินได้ 95

รูป 2.21 แสดงจำนวนรีเลย์โหลดเกินเพื่อปลดตัวนำทุกเส้นที่ไม่ต่อลงดิน 95

รูป 2.22 โครงสร้างของรีเลย์ความร้อนในกระแสเกิน 95

รูป 2.23 หลอดสัญญาณ 96

รูป 3.1 แสดงชุดวงจรวงควบคุมที่ประกอบด้วยชุดเรคติไฟเออร์ 2 ชุด สำหรับแต่ละวงจรควบคุม 99

รูป 3.2 แสดงวงจร บริดจ์ เรคติไฟเออร์ 100

รูป 3.3 การฟิลเตอร์โดยใช้คาปาซิเตอร์ 101

รูป 3.4 รูปคลื่นแสดงชนิดต่างๆ ที่แสดงให้เห็นถึงค่า rms 102

รูป 3.5 รูปคลื่นเมื่อใช้คาปาซิเตอร์ที่มีค่าความจุมาก 103

รูป 3.6 รูปคลื่นเมื่อใช้คาปาซิเตอร์ที่มีค่าความจุน้อย 103

รูป 3.7 แสดงค่าริปเปิล แฟคเตอร์ 104

รูป 3.8 แสดงวงจรควบคุม MOTOR PUMP 109

รูป 3.9 BLOCK DIAGRAM 110

รูป 3.10 รูปแสดงวงจรการทำงาน 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.11 DIAGRAM การต่อชุดควบคุมของ FLOATLESS RELAY เข้ากับชุดควบคุมมอเตอร์ปั๊ม 116
รูป 3.10 ระดับของแท่งอิเลคโทรดล่วงของ FLOATLESS TANK 119
รูป 3.11 ระดับของแท่งอิเลคโทรดในส่วนของ WATER SOURCE 120
รูป 3.12 สถานที่ในการติดตั้ง PUMP และในส่วนของ TANK ที่ต้องการควบคุม 121
รูป 3.13 ชุดควบคุมมอเตอร์ปั๊ม 123
รูป 3.14 BLOCK DIAGRAM สำเร็จในระบบควบคุมแบบ FLOATLESS RELAY 124
รูป 4.1 แสดงวงจรการทดลองที่ 1 128
รูป 4.2 แสดงวงจรการทดลองที่ 2 141
รูป 4.4 แสดงวงจรการทดลองวิธี V-I METHOD 157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางาที่ 1 คุณสมบัติของรีเลย์ชนิดต่างๆ 23

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำเป็นหน้าสัมผัส 29

ตารางที่ 3.1 แสดงการเลือกค่าอุปกรณ์ต่างๆ 106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

Floatless flow liquild level control

1.1 บทนำ

น้ำมีความสัมพันธ์และสำคัญต่อคนเรามาก ทั้งในด้านการนำมาเพื่อบริโภค หรือการนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรม ปัจจุบันเนื่องจากประเทศไทยของเรามีโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทั้งยังมีนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากขึ้น และความเจริญทางด้านเศรษฐกิจก็เพิ่มขึ้นตามมาอีกด้วย ฉะนั้น ความเจริญเหล่านี้จะก่อให้เกิดผลเสียต่อสภาวะแวดล้อมที่เป็นพิษ ยกตัวอย่างอากาศเป็นพิษ เนื่องจากท่อไอเสียของรถยนต์ ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำเน่าเสียเนื่องจาก บุคคลผู้มักง่ายได้ทิ้งสิ่งที่บุคคลนั้นไม่ต้องการลงในแม่น้ำลำคลอง ซึ่งทางรัฐบาลไทยเรา ได้ประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนได้รู้ว่าแม่น้ำลำคลองอย่างเช่น แม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งอีกไม่กี่ปีข้างหน้านี้ก็ใกล้เน่าเสียลง เป็นต้น เพราะฉะนั้นประชาชนเราทุกคนควรที่จะอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมนี้ไว้ให้ลูกหลานเราต่อไป การเกิดน้ำเสียขึ้นมาทำให้ปริมาณของน้ำ ที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมากมายนั้น ถูกจำกัดลงด้วยสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้น ดังนั้นการที่มีน้ำเสียมากกว่าน้ำดี เราจึงต้องมีการควบคุมปริมาณน้ำดี ในการใช้สอยและระมัดระวังในการใช้น้ำดีให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ซึ่งบางบ้านหรือบางโรงงานอุตสาหกรรม ได้ปล่อยปละละเลยในการใช้น้ำดีนั้นทิ้งไปโดยไม่มีการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เช่นเปิดน้ำใส่ลงในถังกักเก็บน้ำแล้วไม่มีคนดูแลปิดก๊อกน้ำหรือปั๊มน้ำ ทำให้เกิดน้ำล้นออกมาทิ้งโดยเปล่าประโยชน์ ข้อเสียคืออาจจะทำให้ผู้ใช้น้ำต้องจ่ายเงินค่าน้ำประปาสูงมากขึ้นด้วย จากข้อเสียส่วนนี้เราจึงต้องมีการควบคุมน้ำไม่ให้ล้นออกจากถัง (Tank) หรือภาชนะที่บรรจุ และให้ได้ระดับน้ำตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1 การควบคุมระดับ คืออะไร

ระดับเป็นพารามิเตอร์ (Parameter) ตัวหนึ่งใน 4 ตัวสำคัญในวงการอุตสาหกรรม อันประกอบไปด้วย การวัดอุณหภูมิ, แรงดัน และการไหล ในปัจจุบันการวัดระดับใช้กันทั่ว ๆ ไปมีถึง 16 วิธี มีทั้งข้อดีและข้อเสีย อุปกรณ์มีทั้งแบบเชิงกล, แบบไฟฟ้า และแบบอิเล็คทรอนิคส์ และเครื่องวัดระดับมี 2 ชนิดคือ แบบชี้นอกระดับทั้งของแข็งและของเหลว และแบบที่ใช้ทำการควบคุมระดับได้ (โดยรายละเอียดของอุปกรณ์เหล่านี้ดูได้จากภาคผนวก ก.)

ดังนั้น การควบคุมระดับจึงหมายถึง การตั้งค่า ๆ หนึ่งไว้เพื่อสนองต่อความต้องการและต้องใช้องค์ประกอบร่วม คือ การวัดระดับ ซึ่งเป็นสิ่งตรวจสอบว่าปริมาณความต้องการถึงค่าที่ตั้งไว้หรือยัง ดังนั้นการควบคุมระดับจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งในวงการอุตสาหกรรม เพื่อให้ทันสมัยกับยุคประหยัดน้ำเช่นนี้ การควบคุมระดับน้ำจึงเป็นสิ่งที่มีประโยชน์มากทีเดียว

1.1.2 การควบคุมระดับน้ำ

การควบคุมระดับน้ำ หมายถึงการควบคุมระดับของน้ำที่อยู่ในภาชนะไม่ว่าจะเป็น Tank หรือภาชนะอื่นใดก็ตาม ให้อยู่ในระดับที่ที่ต้องการเพื่อสะดวกต่อการนำน้ำไปใช้งาน หรือระดับน้ำอาจมีผลต่อความแข็งแรงของภาชนะที่บรรจุอยู่ ดังนั้นในการออกแบบให้มีน้ำบรรจุอยู่ในภาชนะก็จะต้องคำนึงถึงระดับน้ำที่บรรจุไว้ เพื่อความแข็งแรงของภาชนะต่อไป หรือเป็นการควบคุมให้มีน้ำอยู่ในระดับที่พอเหมาะไม่ล้นออกจากภาชนะหรือ Tank ที่มีอยู่ เพื่อป้องกันความสิ้นเปลืองอันเกิดจากน้ำล้นออกจากภาชนะหรือ Tank ที่บรรจุ หรือเพื่ออำนวยความสะดวกในการรักษาระดับน้ำ ให้มีระดับเฉลี่ยที่คงที่ โดยไม่ต้องมาเสียเวลามาคอยดูว่าน้ำอยู่ในระดับใด

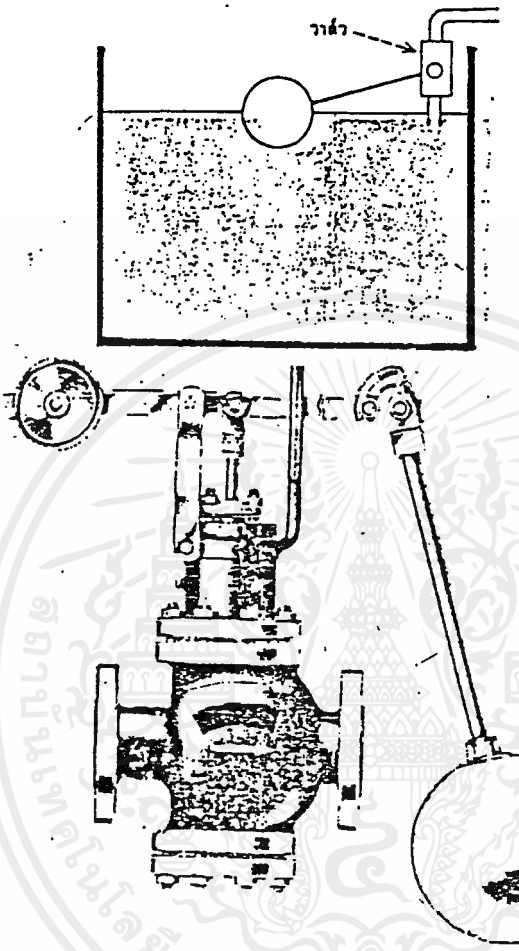
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว และจะต้องเปิดน้ำมาใส่อีกนานเท่าไหร่ หรือมีปริมาณเท่าใดน้ำจึงจะไม่ล้นและพอดีกับระดับที่ต้องการและเพื่ออำนวยความสะดวกในขบวนการผลิตของอุตสาหกรรมสมัยใหม่ ที่ต้องการน้ำเข้าไปใช้ในขบวนการผลิตด้วย โดยสามารถใช้น้ำได้ตามปริมาณตามที่ต้องการเสมอ ทั้งนี้ก็อาศัยการควบคุมระดับน้ำนี้เอง และการควบคุมระดับน้ำจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม และอุปกรณ์การควบคุมระดับน้ำของน้ำที่นิยมใช้กัน ที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวันมา 2 ชนิดคือ ลูกลอยและแบบที่ใช้วิธีของการนำไฟฟ้า (Conductivity)

1.1.3 อุปกรณ์การควบคุมระดับน้ำ

1.1.3.1 ลูกลอย : เป็นอุปกรณ์การควบคุมระดับน้ำชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายและมีใช้กันมาก เช่นใช้ควบคุมระดับน้ำในถังพักน้ำของส้วมชักโครก, อ่างน้ำในห้องน้ำ เป็นต้น โดยชุดของอุปกรณ์การควบคุมระดับน้ำแบบลูกลอย ประกอบด้วยลูกลอยที่เคลื่อนที่ได้ง่าย ๆ ตามระดับความสูงของระดับน้ำและที่ระดับสูงจะปิดวาล์วหยุดการส่งน้ำ ราคาอุปกรณ์ต่ำ แต่เนื่องจากมีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่จึงอาจเสียได้ง่าย ชิ้นส่วนที่มักจะเสียบ่อย คือ วาล์ว โดยเฉพาะคือ ซีล (Seat) และเนื่องจาก ผลของช่วงควบคุมระดับน้ำ ขึ้นอยู่กับความยาวของแกนที่ต่อจากลูกลอยไปที่วาล์วเท่านั้น พร้อมทั้งการเคลื่อนที่ของลูกลอยหมุนเป็นรูปเส้นโค้งวงกลม (Arc) จึงทำให้ช่วงการควบคุมระดับน้ำสั้น และไม่สามารถใช้งานได้กับระดับน้ำที่มีอุณหภูมิสูงที่อาจมีผลต่อโครงสร้างทางกายภาพของลูกลอย และความผิดพลาดในการควบคุมระดับน้ำของลูกลอย อันเนื่องมาจากความผิดปรกติทางกลไกของชุดควบคุม จึงไม่เป็นที่นิยมในการจะนำเอาชุดควบคุมระดับน้ำ แบบลูกลอย มาใช้งานในลักษณะที่ต้องการความแน่นอน และสภาพการทำงานที่พิเศษเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



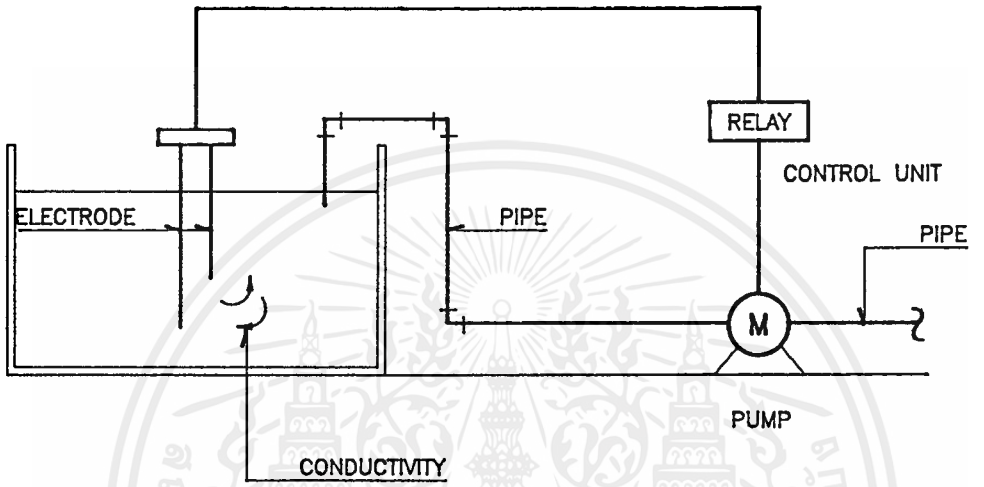
รูป 1.1 การควบคุมระดับโดยใช้ลูกลอย

1.1.3.2 อุปกรณ์การควบคุมระดับน้ำแบบใช้หลักการนำไฟฟ้า (conductivity)

อุปกรณ์การควบคุมระดับน้ำแบบใช้หลักการการนำไฟฟ้า (conductivity) จากลักษณะด้อยของการใช้อุปกรณ์การควบคุมระดับน้ำแบบลูกลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังที่กล่าวมาแล้ว จึงได้มีการนำเอาการควบคุมแบบนี้มาใช้แทน เนื่องจากว่าที่สภาวะเดียวกัน ชุดอุปกรณ์การควบคุมแบบนี้จะให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่า



รูป 2.2 การควบคุมระดับน้ำแบบใช้หลักการนำไฟฟ้า (conductivity)

การควบคุมระดับน้ำแบบใช้หลักการนำไฟฟ้า ใช้สำหรับการควบคุมแบบไม่ต่อเนื่อง (discrete) ซึ่งระดับไม่มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมากนักเท่านั้น ใช้มากในสารละลาย เช่น น้ำเสีย (sewage) , น้ำในอุตสาหกรรม (industrial water) , น้ำบาดาล (distilled water) เป็นต้น และสามารถใช้ได้กับน้ำที่มีอุณหภูมิสูง

ชุดอุปกรณ์การควบคุมระดับน้ำแบบนี้ เป็นเครื่องอิเลคโทรนิคส์ที่ง่ายและเชื่อถือได้ อีเล็คโทรด (electrode) วัดระดับจะติดตั้งในน้ำ โดยให้ปลาย (Tip) อยู่ในระดับที่ต้องการควบคุม ปรกติแล้วจะใช้กราวนด์ อีเล็คโทรด (ground elec-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

trode) ที่ไวกว่า ในการทำงานจะป้อนสัญญาณ เอ.ซี. (AC : Alternating current) แรงเคลื่อนต่ำเข้าสู่อีเล็คโทรดวัดระดับ (Level electrode) เมื่อของเหลวที่เป็นตัวนำลัดวงจรระหว่างอีเล็คโทรดสู่กราวนด์อีเล็ดโทรด รีเลย์ในชุดควบคุมจะทำงาน ตามตัวอย่างในรูปที่ 2.2 เราใช้อีเล็คโทรดตรวจระดับสามแท่ง แท่งหนึ่งสำหรับระดับต่ำ, ระดับกลาง และแท่งที่เหลืออีกแท่งก็สำหรับระดับสูง ซึ่งจะนำเอาผลที่ได้นำไปควบคุมปั๊ม (pump)ระบบเช่นนี้เมื่อใช้กับจำนวนอีเล็คโทรดที่มีความยาวต่างกันหลาย ๆ แท่ง ก็สามารถทำเป็นฟังค์ชั่น (Function) ต่าง ๆ อย่างได้ผล เช่น ใช้เป็นสวิทช์สำหรับการควบคุมลำดับการเปิดปิดปั๊ม (pump sequence) หรือการควบคุมความเร็วของมอเตอร์

ระบบควบคุมนี้มีข้อดีคือ

1. ราคาต่ำ
2. ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่
3. สามารถทำเป็นฟังค์ชั่นการทำงานได้หลายวิธี
4. ใช้ได้กับที่เป็นสารละลายที่มีสารแขวนลอย อุณหภูมิสูงได้
5. ใช้วงจรอีเล็คโทรนิคส์เป็นแบบง่าย ๆ และทนทาน
6. ให้ความแน่นอนและประสิทธิภาพการทำงานดีกว่าลูกลอย

แต่ระบบควบคุมแบบนี้ ใช้ได้กับของเหลวและของแข็งที่เปียกชื้นบางชนิดเท่านั้น เนื่องจากการควบคุมแบบนี้ใช้อุปกรณ์การควบคุมระดับโดยใช้แท่งอีเล็คโทรด แทนลูกลอยจึงมีชื่อเรียกว่า Floatless flow liquild level control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.4 Floatless Flow liquild level Control

หลังจากที่ทราบแล้วว่า Floatless flow liquild level control คือการควบคุมระดับน้ำโดยอาศัยหลักการการนำไฟฟ้า โดยใช้อุปกรณ์อีเล็คทรอนิคส์ ซึ่งใช้สัญญาณเอาท์พุทของวงจรอีเลคทรอนิคส์คอยตัดต่อหน้าคอนแทคของชุดรีเลย์ เพื่อตัดต่อให้ปั๊มน้ำทำงานหรือหยุดทำงาน ซึ่งตัวที่จะเป็นตัวรับรู้การสร้างสัญญาณได้นั้นจะเป็นแท่งตัวนำ ที่ทำจากโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำซึ่งเราเรียกว่า แท่งอิเลคโทรด ซึ่งแท่งนี้สามารถที่จะปรับจุดเต็มหรือจุดหมดของน้ำได้โดยใช้แท่งตัวนำนี้ ซึ่งสามารถตัดการเต็มได้อย่างละเอียด ซึ่งเราสามารถกำหนดอีกได้ตัว Floatless นี้สามารถที่จะทนอุณหภูมิที่เป็นความร้อนได้โดยไม่เกิดการผิดเพี้ยน ส่วนนี้จึงเป็นข้อดีของ Floatless ฉะนั้น ในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมาก จะนิยมใช้กันมากกว่าลูกลอย

Floatless flow liquild level control เป็นการควบคุมระดับน้ำโดยไม่ใช้ลูกลอย หรือการควบคุมแบบหลักการการนำไฟฟ้า เป็นการควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control) แบบหนึ่ง การควบคุมอัติโนมัติถือได้ว่าเป็นความก้าวหน้าทางด้านวิศวกรรมศาสาตร์และวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีความสำคัญมากกับระบบพานอวกาศ, ระบบนำวิถี และระบบอื่น ๆ จึงทำให้การควบคุมอัตโนมัติกลายเป็นสิ่งสำคัญและเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของระบบการผลิตแผนใหม่ และในขบวนการอุตสาหกรรม เช่น ในการควบคุมทางด้านอุตสาหกรรม โดยการควบคุมแรงดัน, อุณหภูมิ, ความชื้น, และอุตสาหกรรมขบวนการของไหล (Flow process industies)

ความต้องการพื้นฐานทั่ว ๆ ไปในระบบการควบคุม คือ ความต้องการความมั่นคง (Stable) ในการทำงาน หน่วยควบคุมการทำงานร่วมกับหน่วยวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบความเบี่ยงเบนของโปรเซส (process) โดยการเปรียบเทียบตัวแปรโปรเซสกับค่าเป้าหมาย เพื่อสร้างสัญญาณไฟควบคุมโปรเซสให้ทำงานตามเป้าหมายที่กำหนด การกระทำของหน่วยควบคุมดังกล่าวเรียกว่า Control mode หรือ Control action

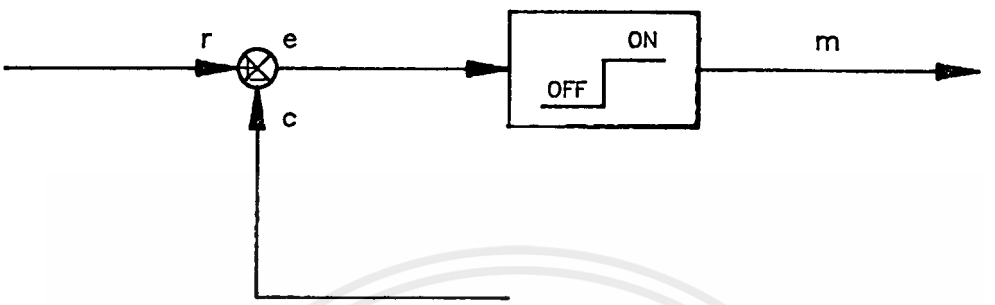
Control mode แบ่งตามลักษณะการทำงาน คือ Two position control หรือ ON-OFF control , proportional (P) control , integral (I) control , derivative (D) control, proportional-integral (PI) control , proportional-derivative (PD) control และ Proportinal-integral-derivative (PID) control ส่วนในรายละเอียดเหล่านี้หาอ่านได้จากหลักการควบคุมอัตโนมัติ

ตามที่ได้เสนอบางส่วนของการควบคุมอัตโนมัติมาเพื่อชี้ให้เห็นว่าโครงงาน เรื่อง Floatless flow liquild level control นี้ได้ใช้หลักการของ control mode คือ two position control หรือ ON-OFF control

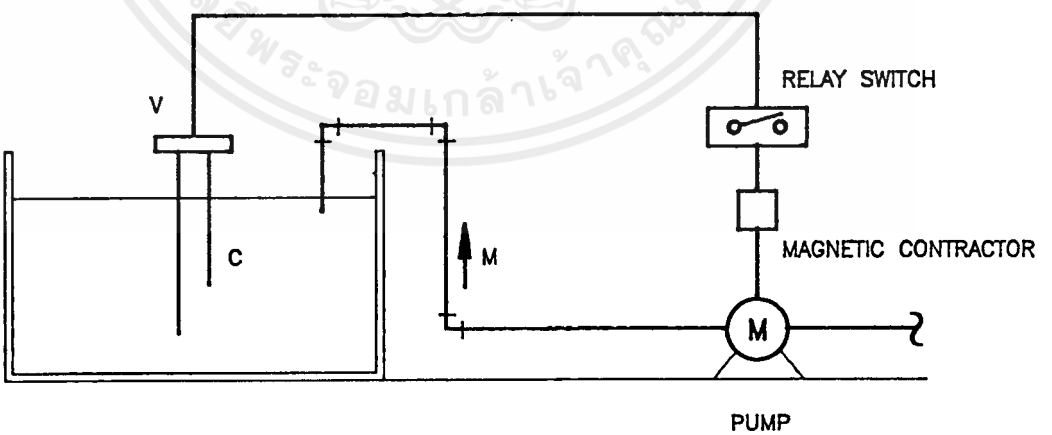
ON-OFF control หรือ two-position control เป็นระบบควบคุมที่ใช้มากทั้งในวงการอุตสาหกรรมและตามบ้านอยู่อาศัยทั่ว ๆ ไป เพราะใช้ง่ายและราคาถูก การควบคุมจะใช้คอนแทค (Contact) จากลีเลย์เป็นสวิทช์ (switch) ตัดต่อ เพื่อให้ค่าสัญญาณควบคุมเปลี่ยนไปอยู่ที่ค่าสูงสุด หรือต่ำสุดทันทีทันใดโดยขึ้นกับว่าค่าตัวแปรโปรเซสต่ำกว่าหรือสูงกว่าค่าเป้าหมาย ค่าต่ำสุดของสัญญาณควบคุมคือสภาพ OFF ค่าสูงสุดคือสภาพ ON ดังรูป 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดกลาง ๙ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูป 3.1 block diagram การควบคุมแบบ ON-OFF



รูป 3.2 การควบคุมระดับน้ำด้วย ON-OFF Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
032729

เมื่อ

C = ตัวแปรโปรเซส (Control variable)

V = เป้าหมาย (Set point)

m = ตัวแปรขับเคลื่อน

เมื่อได้รับรู้ถึงข้อมูลเบื้องต้นของหลักการต่าง ๆ เกี่ยวกับการควบคุมระดับน้ำแล้วเราก็น่าเอาหลักการเหล่านี้ไปประยุกต์สร้าง Floatless Relay ขึ้นมา ดังจะได้กล่าวโดยละเอียดต่อไปในบทที่ 2 เรื่อง หลักการและทฤษฎีของ Floatless Flow level control โดยมุ่งเน้นในหลักการการทำงานเบื้องต้นเท่านั้น

บทที่ 3 จะกล่าวถึงการสร้างวงจร Floatless Relay วงจรช่วยที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของ Floatless Relay ทำงานได้มีประสิทธิภาพขึ้น พร้อมทั้งการคำนวณ

บทที่ 4 เป็นการนำเอาวงจรที่สร้างขึ้นไปทดลอง เพื่อหาข้อผิดพลาดอันเกิดขึ้นหรือหาข้อสรุป อันเกิดจากการเปรียบเทียบกับหลักการและทฤษฎีเบื้องต้นที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 โดยแบ่งการทดลองออกเป็นวิธีการทดลองต่าง ๆ คือ วิธีการทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของวงจร ว่ามีพฤติกรรมเหมือนหลักการที่ต้องการหรือไม่, วิธีการทดลองค่าแรงดัน, กระแสและรูปกราฟแสดงผลของชุด Floatless Relay และเป็นการทดลองหาค่าความต้านทานของน้ำ โดยใช้วิธี V-I method

บทที่ 5 เป็นบทที่มีการวิจารณ์ผลการทดลองพร้องทั้งปัญหาที่เกิดขึ้น ทั้งในการทำงานและปัญหาอันเกิดจากวงจร และบทสรุป

ส่วนภาคผนวก ก็ได้เพิ่มเติมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานทั้งทางด้านอุปกรณ์การวัดระดับ การติดตั้งชุดอิเลคโทรด, ตารางค่าความต้านทานของน้ำชนิดต่าง ๆ และตัวอย่างของวงจรการควบคุมระดับน้ำที่มีการสร้างออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีของ FLOATLESS FLOW LIQUID LEVEL CONTROL

2.1 หลักการ

หลักการที่เราใช้ในการสร้าง FLOATLESS FLOW LIQUILD LEVEL CONTROL หรือเรียกย่อๆ ว่า FLOATLESS RALEY นี้ได้นำเอาหลักการเบื้องต้นมาใช้งานอยู่ 2 หลัก คือการควบคุมระดับน้ำแบบการใช้หลักการนำไฟฟ้า(CONDUCTIVITY) และการควบคุมระดับแบบ TWO POSITION CONTROL หรือ ON-OFF CONTROL

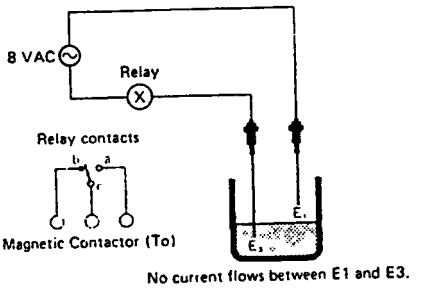
2.1.1 หลักการนำไฟฟ้า (CONDUCTIVITY)

การนำไฟฟ้าเป็นคุณสมบัติเฉพาะตัวของตัวกลาง ที่ใช้เป็นทางเดินของกระแสวงจรซึ่งความสามารถที่ยอมให้กระแสผ่านตัวมัน เรียกว่า ความนำไฟฟ้า (CONDUCTANCE)มีสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าคือ G มีหน่วยเป็น mhoหรือจะพูดอีกอย่างหนึ่งในความหมายของการนำได้ว่า วัตถุที่ยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากก็หมายความว่ามีความต้านทานน้อยแต่มีความนำมากในทางตรงข้ามถ้าตัวกลางนั้นยอมให้กระแสไหลผ่านได้ แสดงว่าตัวกลางเป็นตัวนำไฟฟ้า

การนำเอาหลักการนำไฟฟ้า ของตัวกลางมาใช้ในการทำ FLOATLESS RELAY คืออาศัยน้ำที่นำไฟฟ้าได้เป็นสะพานไฟหรือเป็นตัวกลาง ให้กระแสผ่านจากแท่งอิเลคโทรดหนึ่งไปยังอีกอิเลคโทรดหนึ่งเพื่อให้วงจรของ RELAY ครบวงจรได้ (ดูรูปประกอบ)

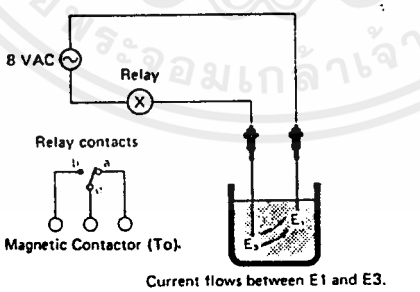
จากรูปที่2.1เป็นวงจรการทำงานของ RELAY อย่างง่ายโดยที่RELAY จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อกระแสไหลผ่านจาก E_3 ไปยัง E_1 (E_1, E_3 หมายถึง แท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.1 แสดงวงจรการทำงานของ RELAY โดยอาศัยน้ำเป็นตัวกลางให้วงจรครบวงจรเมื่อระดับน้ำยังไม่ท่วม E_3 และ E_1

อิเลคโทรดแท่งที่ 1 และแท่งที่ 3ตามลำดับ)ซึ่งก็ได้อาศัยตัวกลางคือน้ำทำให้มีกระแสไหลจาก E_3 ไป E_1 RELAY ก็ทำงานได้เมื่อ RELAY ทำงานก็ใช้ CONTACT ของ RELAY ทำงานตาม FUNCTION ที่ต้องการได้ ดังรูป 2.2 เป็นรูปที่แสดงถึงสภาวะที่น้ำเป็นตัวนำกระแสผ่านจากแท่งอิเลคโทรด E_3 ไปยังแท่งอิเลคโทรด E_1 เมื่อระดับน้ำท่วมแท่งอิเลคโทรด E_3 และ E_1



รูป 2.2 แสดงวงจรการทำงานของ RELAY เมื่อระดับน้ำท่วม E_3 และ E_1

2.1.2 <u>หลักการคุมระดับแบบ TWO POSITION หรือ ON-OFF CONTROL</u>

การควบคุมระดับแบบ TWO POSITION หรือ ON-OFF CONTROL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นระดับที่ใช้หลักการควบคุม เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์เพื่อเป็นตัวตัดต่อ เพื่อให้ค่าสัญญาณควบคุมเปลี่ยนไปอยู่ที่ค่าสูงสุดหรือต่ำสุดในทันทีทันใดซึ่งค่าต่ำสุดของสัญญาณควบคุมคือสภาพ OFF ค่าสูงสุดคือ ค่า ON แล้วนำการ ON-OFF ไปควบคุมการทำงานของ RELAY เมื่อเป็นเช่นนั้นก็สามารถกำหนด CONTACT ของ RELAY ทำ FUNCTION ต่างๆได้ตามต้องการ

หลังจากที่ทราบหลักการง่ายๆ เบื้องต้นของหลักการควบคุมแบบต่าง ๆ แล้วก็มาถึงการนำเอาหลักการทั้งสองอย่างไปใช้งานนั้นคือเราจะใช้หลักการนำไฟ-ฟ้าของตัวกลางเป็นส่วนที่ใช้ส่งสัญญาณไปหาหน่วยควบคุมแล้วหน่วยควบคุมก็จะทำงานในสถานะ ON-OFF ไปขับ(DRIVE)RELAY ให้ทำงานแล้วก็จะนำเอาผลของRELAY ทำงานไปใช้ใน FUNCTION ควบคุมอุปกรณ์ที่ต้องการต่อไป

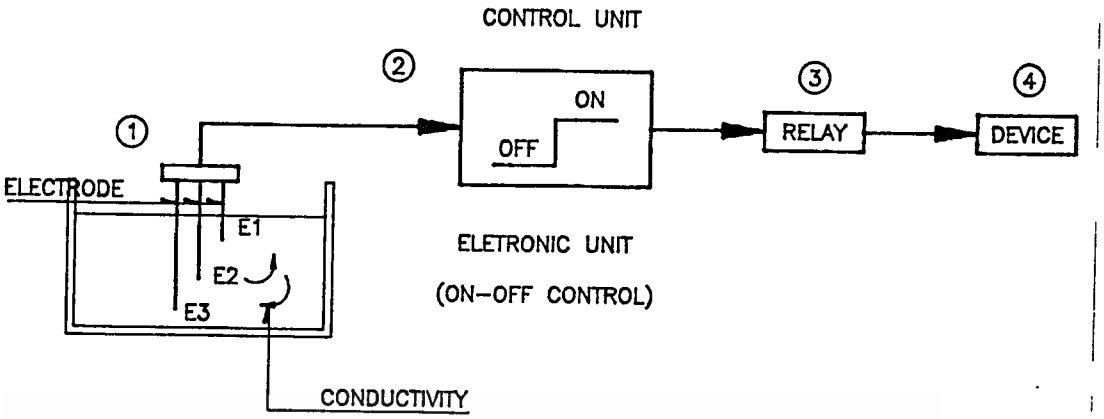
เพื่อจะให้เห็นลำดับความสัมพันธ์ของแต่ละหลักการในการทำงานขอให้พิจารณาจาก BLOCKDIAGRAM ดังรูปที่ 2.3

จาก BLOCK DIAGRAM เป็นสัดส่วนความสัมพันธ์ของส่วนการควบคุมที่ใช้หลักการการนำไฟฟ้าของตัวกลางและการควบคุมแบบ ON-OFF CONTROLมารวมกันเข้าเพื่อใช้ควบคุมระดับน้ำ เรียกสั้นๆ ว่า FLOATLESS RELAY โดยสามารถจะอธิบายการทำงาน ของ FLOATLESS RELAY ตามลำดับส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่ใช้หลักการนำไฟฟ้าของตัวกลางโดยกตัวกลางเป็นตัวแปรที่เราต้องการควบคุม(สำหรับในโครงงานในแบบน้ำ) ประกอบด้วยชุดของอิ-เลคโทรดที่ทำหน้าที่ในการผ่านกระแสจากวงจรควบคุม 2 ให้ครบวงจรอันจะผลทำให้วงจรควบคุม 2 ที่เป็นวงจรอิเลคทรอนิคส์ทำหน้าที่สภาวะ ON-OFF จากนั้นก็ส่งสัญญาณ ON และOFF ไปควบคุมส่วนของรีเลย์ (ส่วนที่ 3) ผลที่เกิดจากการทำงานของรีเลย์ก็นำเอาหน้าคอนแทคไปเป็นสวิทช์ตัดต่อส่วนที่ต้องการควบคุมได้ในที่นี้นำไปควบคุมปั๊มน้ำ(PUMP) คือส่วนที่เป็น DRIVE (ส่วนที่ 4)

โดยทั่วๆ ไปแล้วเมื่อนำเอาหลักการข้างต้นนำไปใช้งาน ก็สามารถใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงลำดับความสัมพันธ์ของส่วนการควบคุมแบบFLOATLESS RELAY

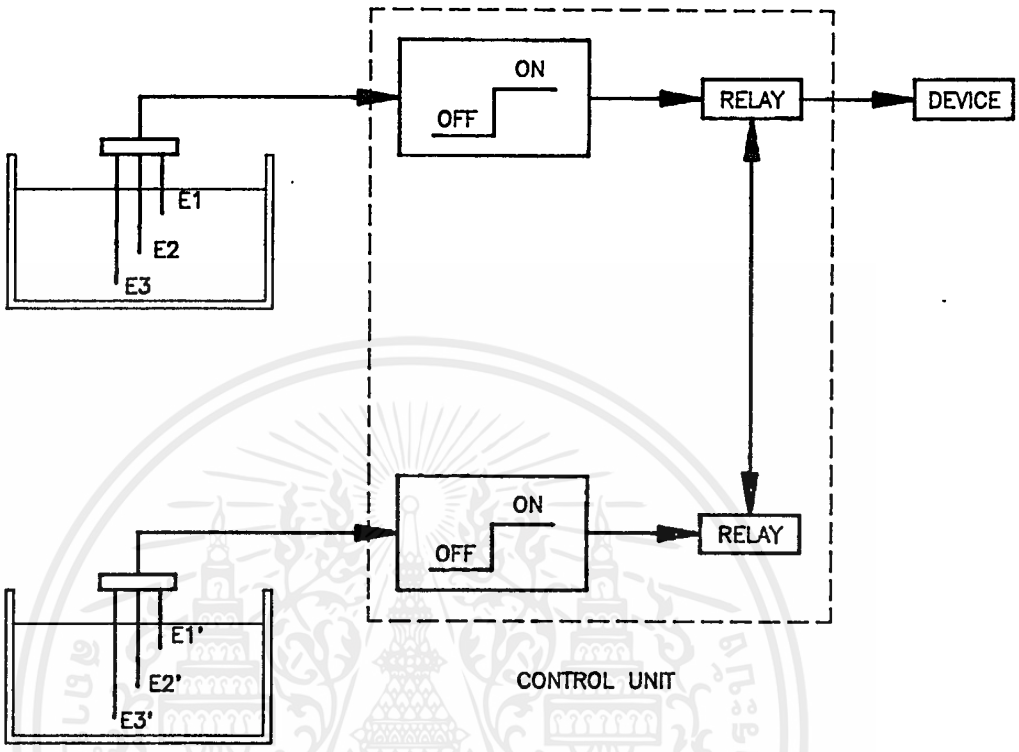
งานได้แล้วโดยจะเห็นหลักการแบบนี้ทั่วๆ ไปในส่วนของ การควบคุมระดับน้ำของถังเก็บกักน้ำ(TANK) ซึ่งจะควบคุมการทำงานของปั๊มน้ำให้ปั๊มน้ำมาเก็บไว้ใน TANK ให้ได้ระดับที่ต้องการตลอดเวลา และสำหรับหลักการนี้ก็ได้มีผู้นำไปประยุกต์ใช้งานประดิษฐ์วงจรขึ้นมา ใช้งานในลักษณะเดียวกันหลายแบบดัง จะหาความรู้เพิ่มเติมได้จากภาคผนวก ง.

2.1.3 หลักการทำงานของ FLOATLESS RELAY

หลักการทำงานของ FLOATLESS RELAY ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ดี แต่ถ้าต้องการฟังก์ชั่นการทำงานที่มากขึ้น และมีประสิทธิภาพในการทำงานดีขึ้น ทางกลุ่มโครงงานจึงเอาหลักการนั้นมาเพิ่มเติมส่วนประกอบของชุดควบคุมเข้าไปอีกเพื่อให้ได้การทำงานของชุด FLOATLESS RELAY ทำงานในฟังก์ชั่นต่างๆ ได้มากขึ้น

โดยนำชุด FLOATLESS RELAY มาขนานกัน 2 ชุด แล้วก็ให้ RELAY ของแต่ละชุดทำงานในลักษณะอินเวอร์สกันดังจะเห็นได้จากความสัมพันธ์ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4 แสดงลำดับความสัมพันธ์ของ FLOATLESS RELAY ที่ใช้ควบคุมระดับได้ 2 ถัง

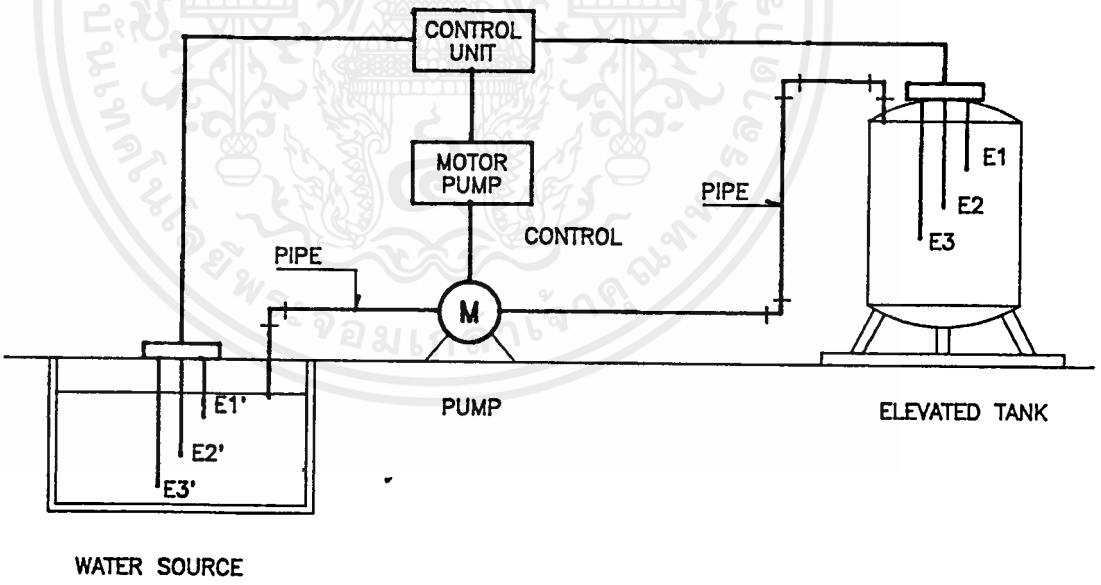
จากรูปคงจะเห็นแล้วว่า การทำงานของระบบนี้ทั้งหมดสามารถใช้งานได้มากกว่าแบบหลักการที่มีชุด FLOATLESS RELAY ชุดเดียวนั้นเพราะมันสามารถที่ควบคุมระดับของของน้ำได้ถึง 2 ถัง หมายความว่ามีฟังก์ชั่นการทำงานเพิ่มขึ้นและมีหลักการทำงานดังนี้

หลักการทำงานก็คล้ายๆ กับที่มีชุดขด RELAY ชุดเดียวนั้น คือจะใช้ชุดของอิเลคโทรดคอยตรวจสอบระดับของน้ำ แล้วส่งสัญญาณมาที่ส่วนที่ใช้ควบคุมไปควบคุมการทำงานของรีเลย์ แต่ในส่วนของรีเลย์ของแต่ละชุดจะนำเอาคอนแทค ของทั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองชุดมาต่อให้มีฟังก์ชั่นการทำงานที่ตรงกันข้ามกัน นำผลที่ได้จากส่วนรีเลย์ไปขับ (DRIVE)ของชุดควบคุมของมอเตอร์ปั๊ม โดยอาจต่อผ่านชุดของ MAGNETIC COIL เพื่อควบคุมการปิดเปิดของมอเตอร์ปั๊ม

เมื่อการทำงานเป็นเช่นนี้ เราก็นำไปใช้งานดดยเอาชุด FLOATLESS แบบมี 2 รีเลย์นำไปใช้ควบคุมมอเตอร์ปั๊มโดยใช้ชุดของอิเลคดทรดที่มีอยู่ 2 ชุดเอาไว้ส่วนบนแท้งค์(TANK)ที่เราจะเก็บน้ำไว้(เรียก TANK ส่วนนี้ว่า ELEVATED TANK)และอีกส่วนไว้ในส่วนของถังหรือบ่อพักน้ำ เรียกว่า WATER SOURCE TANK สามารถมองเห็นรูปได้ชัดเจนจากรูปด้านล่างนี้



รูป 2.5 แสดงระบบการทำงานของ FLOATLESS RELAY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปเป็นระบบของ FLOATLESS RELAY ที่นำไปใช้งานจริงชุด CONTROL UNIT ก็ประกอบไปด้วยชุดของ FLOATLESS RELAY 2 ชุด และชุดของ MOTOR PUMP CONTROL ประกอบด้วย MAGNETIC CONTACTOR, OVERLOADหรืออาจจะเป็นอุปกรณ์ควบคุมมอเตอร์ที่ต้องการ

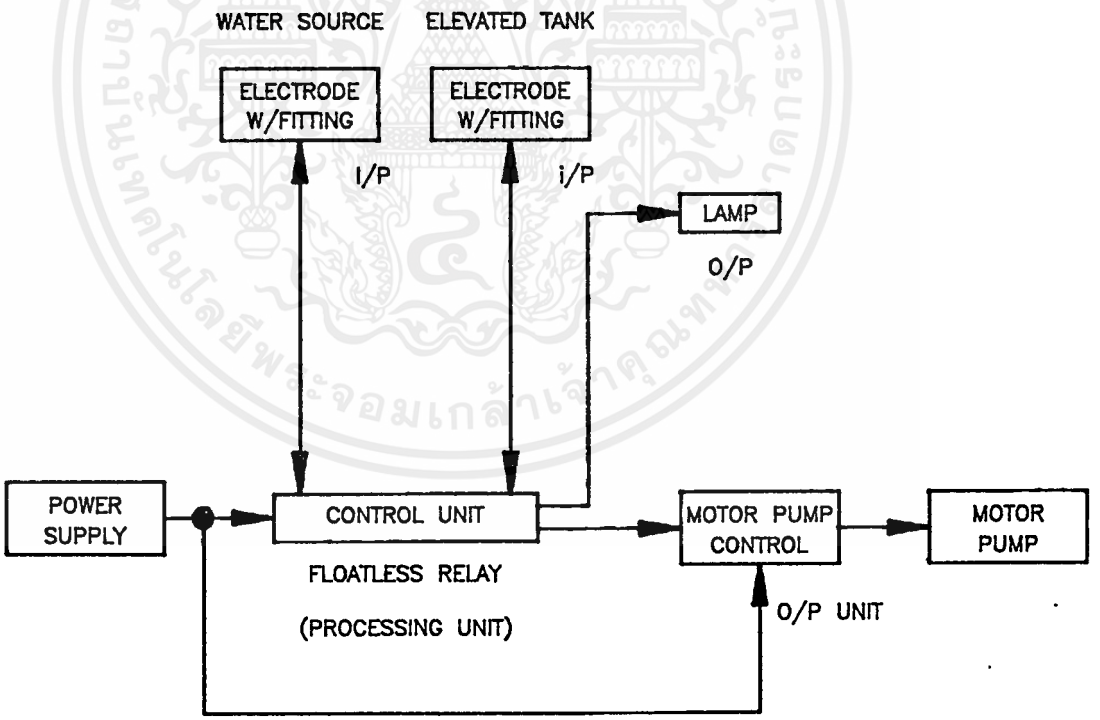
หลังจากที่ดูภาพรวมของระบบการทำงาน ในการควบคุมระดับน้ำใน ELEVATED TANK ดังแสดงในรูปที่ 2.5 แล้วลองมาดูรายละเอียดถึง BLOCK DIAGRAM ของความสัมพันธ์ในระบบการทำงานแบบนี้บ้าง

2.1.4 BLOCK DIAGRAM ของFLOATLESS LEVEL CONTROL หรือFLOATLESS RELAY

จากรูป 2.5 ซึ่งเป็นระบบการทำงานของ FLOATLESS RELAYมีหลักการทำงานอยู่ว่า PUMP จะมีหน้าที่ PUMP น้ำจาก WATER SOURCE TANK ขึ้นไปเก็บไว้ยัง ELEVATED TANK โดยให้การทำงานของมอเตอร์ PUMP เป็นไปอย่างอัตโนมัติ กล่าวคือ ถ้าระดับน้ำบน ELEVATED TANK ต่ำกว่า ELECTRODE E_2 จะทำให้ CONTROL UNIT ที่มีชุดของ FLOATLESS RELAY อยู่สั่งให้มอเตอร์ทำงาน และมอเตอร์จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ ระดับน้ำใน WATER SOURCE TANK สูงกว่า ELECTRODE E'_2 เมื่อระดับน้ำของ WATER SOURCE TANK สูงถึง E'_1 ก็จะทำให้มอเตอร์ปั๊มทำงานที่ออกแบบให้มีหลักการทำงานเช่นนี้ ก็เพื่อป้องกันมอเตอร์ทำงานหนักอันเนื่องจากไม่มีน้ำ WATER SOURCE TANK หรือมีน้อยเมื่อ PUMP ทำงานแต่ไม่สามารถดูดน้ำเข้าไปเก็บไว้ใน ELEVATED TANK ได้เนื่องจากไม่มีน้ำหรือมีน้ำน้อยระดับน้ำใน ELEVATED TANK ก็ไม่สูงพอที่จะทำให้แท่งอิเลคโทรด E_3 ผ่านกระแสไฟฟ้าไปยังแท่งอิเลคโทรด E_1 ได้เป็นผลให้ชุดควบคุมของ FLOATLESS RELAY ก็คงยังสั่งมอเตอร์ปั๊มให้ทำงานต่อไปเรื่อยๆลักษณะเช่นนี้อาจเป็นผลทำให้มอเตอร์ปั๊มทำงานหนักเกินไปอันจะทำให้อายุการใช้งานของมอเตอร์ปั๊มน้อยลง หรือไหม้ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจำเป็นทีเดียวที่จะต้องมีชุดตรวจวัดระดับที่ WATER SOURCE อีกชุดเพื่อให้ประสิทธิภาพรวมของระบบดีขึ้น ทั้งยังเหมาะกับระบบที่ WATER SOURCE เป็นบ่อพักน้ำที่ต้องอาศัยน้ำมาจากการซึม จากน้ำใต้ผิวดินหรือจากบ่อพักน้ำของน้ำประปาก็ตาม และนี้ก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่ในการออกแบบ ได้ใช้ชุดของแท่งอิเลคโทรด 2 ชุด เมื่อมอเตอร์ปั๊มทำงานปั๊มน้ำขึ้นสู่ ELEVATED TANK จนระดับสูงขึ้นถึงจุด E_1 CONTROL UNIT ก็จะเป็นตัวสั่งให้มอเตอร์ปั๊มหยุดการทำงาน และการทำงานก็จะเป็นวัฏจักรเช่นนี้เรื่อยไปโดยมีการใช้หลอดไฟเพื่อแสดงสถานะว่า มีน้ำเต็มถึงจุดที่ต้องการใน ELEVATED TANK และให้ไฟแสดงถึงระดับน้ำที่อยู่ที่ WATER SOURCE TANKว่ามีน้ำอยู่หรือไม่ ที่กล่าวมาข้างต้นก็เป็นหลักการเบื้องต้นที่ต้องการให้ชุด FLOATLESS RELAY นี้ทำงาน



รูป2.6 แสดง BLOCK DIAGRAM OF FLOW LIQUID LEVEL CONTROL SYSTEM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก BLOCK DIAGRAM ด้านบนเป็ลักษณะทาง IDEA ที่มีลักษณะความสัมพันธ์กันของแต่ละBLOCK ดังนี้ CONTROL UNIT จะเป็นหน้าที่ของ PROCESSING UNIT โดยที่มี I/P เป็นอิเลคโตรด 2 ชุด คือ ชุดทาง WATER SOURCE TANK และชุดทาง ELEVATED TANK ลักษณะ BUS ที่ติดต่อระหว่าง I/P กับ CONTROL UNIT นี้มีลักษณะเป็น BI-DIRECTIONAL BUS คือ จะทำหน้าที่รับสัญญาณที่ส่งจาก CONTROL UNITไปยังหน่วย I/P พร้อมกับรับเอาสัญญาณที่รับได้กลับเข้ามาประมวลผลอีกที่ CONTROL UNIT เมื่อหน่วย CONTROL UNIT รับสัญญาณที่ได้รับมาจากI/P แล้วก็จะทำการประมวลผลเมื่อได้มาเช่นใด ก็จะส่งสัญญาณที่ได้ออกไปถ้าหน่วย O/P คือทาง LAMP และเป็นสัญญาณไปควบคุม CONTACTOR ตามผลที่ประมวลได้ เมื่อ CONTACTORได้รับสัญญาณจาก CONTROL UNITแล้วก็จะทำการควบคุมการ ON-OFF ของ MOTOR PUMPโดยได้รับ SUPPLY VOLTAGE จากชุด SUPPLY VOLTAGE ขณะเดียวกัน SUPPLY VOLTAGE ก็จะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่าย VOTAGE ให้แก่ชุด CONTROL UNIT ด้วยเพื่อใช้ในการทำงาน

หลังจากที่ทราบถึงหลักการต่างๆ ในส่วนของFLOATLESS RELAY แล้ว ลองมาพิจารณาถึงทฤษฎีแยกออกเป็นส่วนๆ ตามความสัมพันธ์ใน BLOCK DIAGRAM ดังรูปที่ 2.6 ดังนี้

1. SUPPLY VOLTAGE
2. CONTROL UNIT
3. O/P UNIT (ชุดควบคุมมอเตอร์ เช่น MAGNETIC CONTACTOR
4. ELECTRODE WITH FITTING
5. MOTOR PUMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎี

2.2.1 SUPPLY VOLTAGE

ในที่นี้หมายถึงแหล่งจ่ายแรงดันที่จะนำมาใช้กับมอเตอร์ปั๊ม, ขดลวดของแมกเนติคคอนแทคเตอร์ (MAGNETIC CONTACTOR), ชุด CONTROL ดังนั้นก่อนอื่นในการจะนำเอาระบบแรงดันขนาดเท่าใดมาใช้จะต้องพิจารณาขนาดแรงดันที่จะต้องใช้กับมอเตอร์ปั๊มก่อนเช่น มอเตอร์ปั๊มที่ใช้ทั่วๆ ไปเป็นระบบ 3เฟส 380 โวลท์หรือจะเป็นแบบเฟสเดี่ยว(SINGLE PHASE) 1เฟส 220โวลท์ต่อมาก็พิจารณาว่าขดลวดของแมกนิติคคอนแทคเตอร์ใช้ไฟกี่โวลท์ส่วนมากก็เป็น 220,380 โวลท์ แล้วแต่การใช้งานของระบบนั้นๆ อีกทั้งค่า AC ของแมกนิติคด้วยว่าใช้ในงานอะไรเ ช่น AC 1 ใช้กับโหลด RESISTOR AC 2 ใช้กับโหลด ที่มีค่า INDUCTIVE ที่มีค่าน้อยเป็นต้น

ดังนั้นจะเห็นว่า แหล่งจ่ายแรงดันที่จะนำมาใช้กับระบบจะต้องให้มีค่าเท่ากับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ให้มีค่าเท่ากับค่าแรงดันของอุปกรณ์ต่างๆ ในชุด FLOATLESS RELAY ต้องการ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อตัวอุปกรณ์และเกิดประสิทธิภาพในการทำงานเต็มที่

2.2.2 CONTROL UNIT

คือ ชุดควบคุมที่เป็นวงจรอิเลคทรอนิคส์แบบหนึ่ง ที่ให้สถานะเอาท์พุท (OUT PUT)ออกมาเป็นสถานะ ON-OFF ตัวรีเลย์ โดยอาศัยการตรวจจับของระดับน้ำในถังเก็บกักน้ำ คำว่า ตรวจจับในที่นี้หมายถึง การปรับความยาวของแท่งอิเลค-โทรดให้ได้ระดับที่ต้องการแล้วก็ใช้แท่งอิเลคโทรดกราวนด์อีกแท่งในการผ่านกระแสไฟฟ้าของว่งจรอิเลคทรอนิคส์ ให้ครบวงจรที่แท่งอิเลคโทรดอันหนึ่ง ที่ปรับตั้งไว้เพื่อกำหนดระดับที่ต้องการซึ่งตัวกลางคือ น้ำเมื่อระดับน้ำท่วมแท่งอิเลคโทรดกราวนด์และอิเลคโทรดที่ปรับตั้งไว้ ก็จะทำให้กระแสไฟฟ้าครบวงจร อันเป็นผลทำให้วงจรอิเลคทรอนิคส์ทำงาน ON-OFF รีเลย์ได้นั้นคือเราใช้แท่งอิเลคโทรดเป็นตัวตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับน้ำในลักษณะเช่นนี้นั้นเองคำว่า รีเลย์นี้คืออะไรทำไมถึงจำเป็นต้องควบคุมการ ON-OFF รีเลย์ด้วย เราลองมาดูทฤษฎีของรีเลย์กันบ้าง

2.2.2.1รีเลย์ (RELAY)

จำเป็นมากในชุดควบคุมแบบ FLOATLESS RELY เนื่องจากใช้เป็นตัวที่ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ ตัวใหญ่ที่รับกระแสได้สูงโดยการนำเอาคอนแทคของตัวมันเองเป็นตัวตัดวงจรไฟจาก SUPPLY VOLTAGE เพื่อจ่ายไปยังคอยล์หรือขดลวดของแมกนิติคคอนแทคเตอร์ของ ชุดควบคุมมอเตอร์ปั๊ม

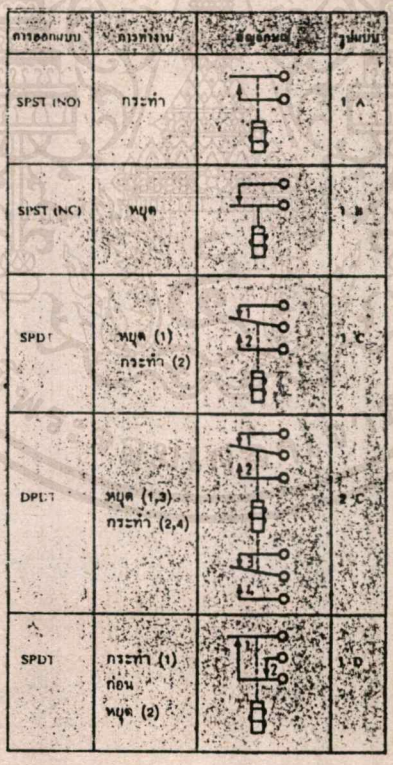
รีเลย์ เป็นสวิทช์แม่เหล็กไฟฟ้าที่อาศัยสนามแม่เหล็กจากขดลวดเป็นตัวปิดหรือเปิดวงจรโดยใช้หน้าสัมผัสหนึ่งอันหรือมากกว่า หน้าสัมผัสของรีเลย์ถูกจัดไว้หลายรูปแบบ รูปร่างของสวิทช์สังเกตโดยจำนวนของขั้ว(POLE) มีตัวย่อเป็น "P" และแขน(THROW)ย่อด้วย "T" เราจะใช้ตัวย่อแสดงถ้ามีหนึ่งเดียวโดยใช้ตัวย่อเป็น "S"(SINGLE)ถ้าเป็นคู่จะใช้"D"(DOUBLE)เช่น SPST,SPDT,DPDT ซึ่งอาจจะมีหลายข้อเช่น 3PST,4PDTขดลวดรีเลย์สามารถใช้ขับหน้าสัมผัสน้อยๆ ชุดหรือหลายๆ ชุดได้

ในรูปที่ 2.7 แสดงถึงรีเลย์แบบพื้นฐาน 4 แบบ รูปแบบที่ 1Aเป็นแบบ "ปรกติเปิด"ย่อว่า NO (NORMAL OPEN) จนกระทั่งมีไฟเลี้ยงขดลวดวงจรถึงจะปิด ในรูปที่ 1B เป็นชนิด "ปรกติปิด"ย่อว่า NC(NORMAL CLOSED)หน้าสัมผัสจะเป็นวงจรเปิดเมื่อขดลวดทำงาน สำหรับรูปที่ 1C และรูปที่ 2C ใช้หน้าสัมผัสเป็นแบบคู่ (DOUBLE THROW CONTACT) ในแบบแรกเป็นการจัดตัวชนิด " หยุดก่อนทำ " (BREAK-BEFORE-MAKE)และแบบหลังเป็น"ทำก่อนหยุด"(MAKE-BEFORE-BREAK) การอ้างอิงถึงรุ่นรีเลย์ในแบบ A-Dซึ่งเป็นแบบมาตรฐานจะใช้การเติมจำนวนของขั้วเข้าไปข้างหน้าของตัวอักษรจากรูป คือเขียนเป็น 1A,1B,1C,2C และ1D รีเลย์ที่เป็นชนิดที่มีหน้าสัมผัสรวมหลายๆ หน้าสัมผัสเขียนเป็นเช่น 1A1B,2A2C, หลายๆ

เอกสารนี้ถูกสงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำการคัดลอกเพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดจะมีรูปแบบทำนองเดียวกัน

ในรูปแบบ C ชุดของหน้าสัมผัสทั้งคู่จะเปิดชั่วขณะโดยหน้าสัมผัสตัวกลางสามารถเคลื่อนที่จากข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่งซึ่งเป็นการป้องกันทั้งสองข้างของสวิทช์จากการถูกลัดวงจร บางครั้งวงจรต้องการหน้าสัมผัสรีเลย์ที่ไม่ทำให้เกิดการจากออกโดยไม่ต่อกันแม้แต่ชั่วขณะเดียวในกรณีนี้คือรูปแบบ D การใช้งานของรูแบบ D จะไม่มีการกระตุกและปราศจากเสียงรบกวน ในตอนที่เกิดการสวิทช์ซึ่งกับระบบสัญญาณเสียงที่กระแสจำกัดหรือเพื่อใช้กับสัญญาณควบคุมหรือ เป็นการลดปัญหา เนื่องจากการสไปส (SPIKE) ซึ่งเกิดจากที่เราทำการสวิทช์ชิ่งโหลดที่เป็นขดลวด โดยธรรมชาติแล้วหน้าสัมผัสรูปแบบ D จะไม่สามารถสวิทช์ระหว่าง 2 แหล่งจ่ายได้เพราะจะเกิดการลัดวงจรทำให้เกิดความเสียหายได้



รูป 2.7 แสดงการจัดตัวของรีเลย์ระบุเป็นรูปแบบ A-D, แบบ A คือ"ปรกติเปิด" ในขณะที่รูปแบบ B เป็น "ปรกติปิด" สำหรับรูปแบบ C และ D ใช้หน้าสัมผัสที่เป็นแบบคู่โดยที่รูปแบบ C คือ"หยุดก่อนทำ" ส่วนรูปแบบ D คือ "ทำก่อนหยุด"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีเลย์ ส่วนใหญ่ใช้เป็นตัวสวิตช์สัญญาณ โดยมีช่วงจากกำลังงานต่ำเป็นไมโครวัตต์ ของสัญญาณจนถึงหลายๆ เมกกะวัตต์ โดยขนาดของรีเลย์จะแปรเปลี่ยนไปตามเทคนิคของการสร้าง ตารางที่ 1 จะสรุปชนิดต่างๆ ของรีเลย์ที่พบเห็นบ่อยมากที่สุด

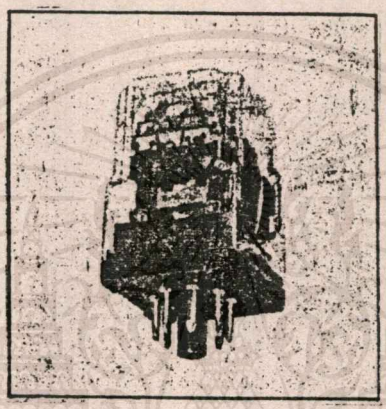
ตารางที่ 1 คุณสมบัติของรีเลย์ชนิดต่างๆ

ชนิด	ขนาด (นิ้ว)	อัตราหน้าสัมผัส	กำลังและแรงดันของขดลวด	เวลาสวิทชิง
ใช้งานทั่วไป (แบบปลั๊กอิน)	0.9-1.5W 0.9-1.4D 1.2-2.0H	3-10A 28 V_{DC} 120-240 V_{ac}	6, 12, 24, 120V 1.2 W DC 2 VA ac	15-30 ms
ใช้งานทั่วไป (ขนาดเล็ก)	0.6-1.2W 0.4-0.75D 0.4-0.7H	1-5 VA 28 V_{DC} 120 หรือ 240 V_{ac}	5, 6, 12 24, 48 V_{DC} 0.5-1 W	5-10 ms
หรีดรีเลย์	0.9-1.2W 0.3-0.8D 0.3-0.5H ใช้กับรูปแบบ DIP ได้ด้วย	0.5-2A 5-50W 28-250 V_{DC} และ ac	5, 6, 12, 24 V_{DC} 50-400 mW (ใช้ได้กับขดลวดถึง 1V)	0.2-1 ms
เฮอร์เมติก TO-5	0.6-1W 0.3-0.5D 0.3-0.9H	0.5-5A 28 V_{DC} 115 V_{ac}	4-32 V_{DC} 120 mW	5 ms
เฮอร์เมติก และมีการชีลด์	0.6-1W 0.3-0.5D 0.3-0.9H	0.5-2A 28 V_{DC} 115 V_{ac}	5-115 V_{DC} 100-400 mW	5 ms
RF รีเลย์	0.8-1W 0.4-1D 0.4-1H	10-25 W RF hot To 150W RF dry	5-50 V_{DC} 250 mW	5-10 ms
กำลัง	ขนาดทั่วไป 2-4 นิ้ว	10-40A 120, 240 V_{ac} และสูงกว่า	6, 12, 24, 120 208, 240V 2-5 W DC 6-20 VA ac	15-50 ms

รูปที่ 2.8 แสดงให้เห็นถึงรีเลย์ที่ใช้งานทั่วไปเป็นแบบปลั๊กอิน(PLUG-IN)โดยมีขาเป็นซ๊อคเกต เหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีกำลังปานกลาง คือ กระแส 10-30 แอมป์ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 10-30 แอมป์ ที่แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

120/240 โวลต์ ซ๊อคเก็ตเป็นแบบขากลม 8 ขา ขนาดโตสุดของรีเลย์ชนิดนี้มีขนาด 2 นิ้ว โดยมีฝาครอบกันฝุ่นละออง ซึ่งเป็นการป้องกันเบื้องต้นแต่ไม่ได้ ถูกผนึก (SEALED) รีเลย์ที่ใช้งานทั่วไปขนาดเล็กมักจะมีฝาครอบเป็นพลาสติก และมีขาต่อที่สามารถต่อลงยังแผ่นวงจรพิมพ์ ส่วนใหญ่แล้วจะมีขนาด 1 นิ้ว ทนกระแสการสวิทช์ชิ่งได้ 1-5 แอมแปร์

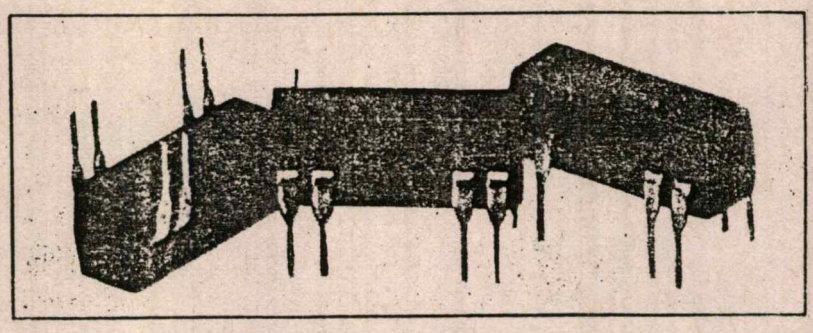


รูปที่ 2.8 ตัวอย่างรีเลย์ชนิดใช้งานทั่วไปที่ส่วนมากจะมีขาเป็นซ๊อกเก็ต

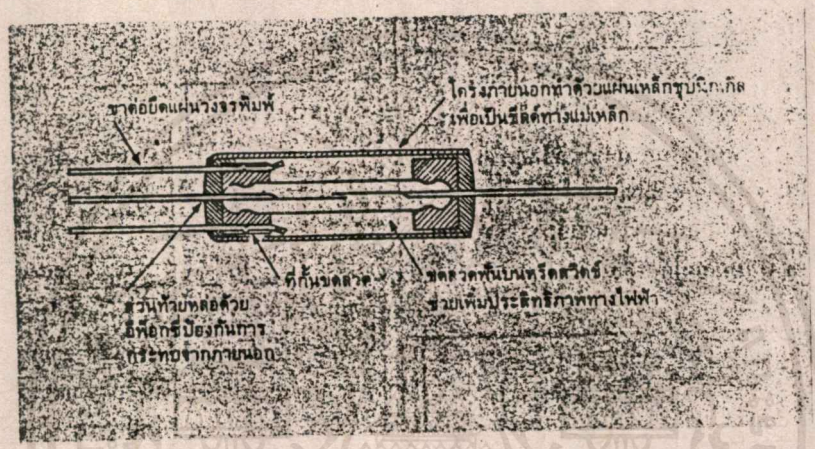
หรีดรีเลย์(REED RELAY)แสดงในรูปที่ 2.9มีทั้งแบบเปลือยและแบบผนึกไว้โดยปกติแล้วมีขาต่อใช้งานบนแผ่นวงจรพิมพ์(มีขาคล้ายๆกับขาไอซีแบบ DIP) รูปที่ 2.10 เป็นหรีดรีเลย์แบบหน้าสัมผัสเดียว สนามแม่เหล็กจะถูกผนึกอยู่ภายในตัวถังที่เป็นแก้ว ความเร็วในการสวิทช์จะเร็วกว่าแบบใช้งานทั่วไปมากคือประมาณ500 ไมโครวินาที โดยที่รีเลย์ที่ใช้งานทั่วไปมีความเร็วประมาณ 5-30 มิลลิวินาที

หรีดรีเลย์ทั้งหลายมุ่งที่จะทำเป็นหน้าสัมผัสแบบแห้ง(DRY CONTRACT) ซึ่งแตกต่างไปจากแบบที่ใช้เป็นแบบเปียก(ใช้สารปรอทเรียกว่าMERCURY WETTED) หรีดรีเลย์ใช้ ในงานสวิทช์ชิ่งที่มีกำลังต่ำ โดยปกติหน้าสัมผัสจะทนแรงดัน ได้ตั้งแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 หรีดรีเลย์ในรูปแบบของไอซีที่สามารถติดตั้งบนแผ่นวงจรพิมพ์ได้สะดวก



รูปที่ 2.10 หรีดสวิทช์หน้าสัมผัสเดียวบรรจุอยู่ในตัวถังแบบผนึกแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้มีความเร็วในการสวิทช์สูงถึง 500 ไมโครวินาทีการสวิทช์

200- 500 โวลต์ กำลังงานของการสวิทช์จะเป็น 10-30 วัตต์เท่านั้นซึ่งกระแสจะได้เพียง 0.5-2 แอมป์ หรีดรีเลย์ที่มีใช้อาจมีถึง 6 ขั้ว ชนิดพิเศษทนแรงดันได้สูงถึง 1 กิโลโวลต์ ซึ่งเป็นชนิดสารปรอท(MERCURY REED RELAY) สามารถใช้กับงานกำลังสูงถึง 100 วัตต์ ค่าแรงดันไฟฟ้าของขดลวดที่ใช้อยู่ในช่วง 1-24 โวลต์ และต้องการกำลังงานแค่เศษส่วนของวัตต์เท่านั้น

ปัจจุบันมีรุ่นที่เล็กที่สุดโดยบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ TO-5 ซึ่งมองดูเหมือนทรานซิสเตอร์ แต่บางแบบก็เป็นสี่เหลี่ยมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือ ความกว้างประมาณ 0.3 นิ้วคุณสมบัติต่างๆของหน้าสัมผัสมีข้อจำกัดมากกว่าหรีดรีเลย์ทั่วๆ ไป คือ ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงได้ 28 โวลต์ หรือไฟฟ้ากระแสสลับ 120 โวลต์ ที่กระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสประมาณ 1 แอมป์ กำลังงานสูญเสียของขดลวดจะต่ำเพียงเศษส่วนของวัตต์เดียว ซึ่งใช้แรงดัน 32 โวลต์ รีเลย์จะถูกผนึกในตัวถังที่อากาศเข้าไม่ได้อุณหภูมิทำงานอยู่ในช่วง -40 องศาเซลเซียส ถึง 125 องศาเซลเซียส

รีเลย์ทที่ถูกผนึกทุกด้านขนาดใหญ่ จะสามารถสวิทซ์ที่กระแสได้สูงถึง 5 แอมป์ โดยมีโครงเป็นกระป๋องผลึก(CRYSTAL CAN)และมีหมุดสำหรับ ต่อภายนอก รีเลย์ชนิดนี้เป็นรีเลย์ที่ใช้กับความถี่วิทยุ โดยมีขั้วต่อเป็นโคแอกเซียล ดังรูปที่ 2.11

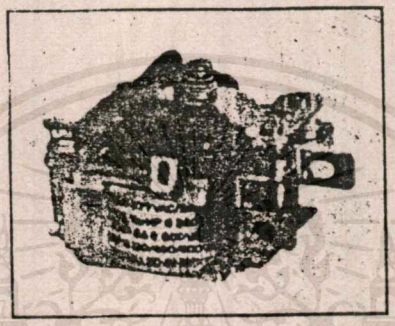
รูปที่ 2.11รีเลย์แบบตัวถังถูกผนึกแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้อีกชนิดหนึ่งมีอิมพีแดนซ์ 50 โอห์ม ใช้ในย่านความถี่วิทยุตั้งแต่ 500 เมกะเฮิรตซ์มีขาต่อเป็นสายโคแอกเซียลทุกขา และอัตราใช้งานของหน้าสัมผัสอยู่ที่ 150 วัตต์

ที่จะแมตซ์กับอิมพีแดนซ์ที่ 50 โอห์มของสายส่งกำลังทั่วๆ ไปสามารถใช้กับความถี่ตั้งแต่ 500 เมกะเฮิรตซ์ ถึง 2 กิกะเฮิรตซ์ซึ่งขึ้นอยู่กันรุ่นของรีเลย์ปกติอัตราทนกำลังของหน้าสัมผัสประมาณ150 วัตต์

รีเลย์แบบกำลัง (POWER-SWITCHING RELAY) มีขนาดใหญ่กว่าและมีโครงสร้างเป็นแบบเปิดใช้สำหรับการสวิทซ์ทุกๆ ระดับของกำลังงานจนถึงหลายๆ เมกะวัตต์ ดังรูปที่ 2.12เป็นรีเลย์ที่ใช้กับงานที่ต้องการกำลังสูงเช่นในวงจรควบคุมมอเตอร์รีเลย์ชนิดนี้ทนกระแสได้สูงถึง 30 แอมป์มีขนาด 2-4 นิ้วกำลังงานที่สูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปในขดลวดประมาณ 2 วัตต์ ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและประมาณ 5-10 โวลต์แอมป์กรณีที่ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับหน้าสัมผัสสำหรับเพื่อการสวิตชิ่งมอเตอร์ขนาดใหญ่จะมีหน้าที่เช่นเดียวกับรีเลย์แบบกำลัง แต่โครงสร้างจะใหญ่เป็นพิเศษกว่าเพื่องานที่ต้องการ การใช้งานหนักๆ หน้าสัมผัสถูกทำให้เคลื่อนที่ โดยการอาศัยโซลีนอยด์ ซึ่งจะใช้แรงดันที่มากกว่าแรงในภาวะปกติที่ถูกใช้ในรีเลย์แบบไม่ใช้กำลังซึ่งนำมาแทนที่แบบที่ขดลวดพันอยู่บนแกนที่ตายตัว



รูปที่ 2.12 รีเลย์แบบกำลังที่มีโครงสร้างแบบเปิดสามารถสวิทซ์ที่กระแสได้สูถึง 40 แอมป์ใช้สำหรับงานควบคุม

เราได้เห็นแล้วว่ารีเลย์ที่ใช้งานกับระดับสัญญาณต่ำนั้น ไม่สามารถใช้ได้กับงานที่ต้องการกำลังสูงๆ หรือในทางกลับกัน รีเลย์แบบกำลังไม่มีคุณภาพดีพอกับงานที่มีระดับสัญญาณต่ำ การเลือกใช้หน้าสัมผัสสรุปได้ตามตารางที่ 2 การเลือกใช้งานหน้าสัมผัส ให้ถูกต้องนั้นเป็นข้อที่สำคัญเพื่อการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยลดแบบกำลัง(POWER LOAD)จะมีการทำความสะอาดหน้าสัมผัสด้วยตัวเอง (SELF-CLEANING CONTACT) เมื่อมีความโน้มเอียงที่จะเกิดการอาร์ค(ARC)และอาจจะเกิดการไหม้เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น(OXIDATION)หรือทำให้หน้าสัมผัสเปรอะเปื้อนได้(เรียกว่าหน้าข้าวตัง)วงจรที่ใช้งานระดับสัญญาณต่ำ ไม่จำเป็นต้องทำอย่างกรณีโหลดแบบกำลังแต่เราเองควรมีการทำความสะอาดหน้าสัมผัสเหมือนกัน เพราะถ้ารอยเปรอะเปื้อนของหน้าสัมผัส ทำให้สัญญาณขนาดต่ำๆไม่สามารถผ่านไปได้โดยสะดวกจะเป็นปัญหาต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสที่ใช้ในวงจรแบบแห้ง(*DRY-CIRCUIT CONTACT*) *หมายถึงหน้ามัผัสนั้นเป็นพาหะของกระแสแต่จะไม่ MAKE และ BREAK กระแสในขณะที่วงจรโหลดของงัวมันจ่ายพลังงาน*)จะใช้วัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่น หรือใช้การชุบวัสดุดังกล่าว การใช้งานจะเป็นการปัดเข้าหากัน(WIPING)ดังนั้นหน้าสัมผัสจะถูกเลื่อนให้เข้าหากันและกัน และเป็นลักษณะ 2 แฉก(BIFURCATED) กล่าวคือช่องตามยาวตรงกลางของหน้าสัมผัสจะแยกออกเป็น 2 ส่วนซึ่งเพียงพอสำหรับกระแสไฟฟ้าที่จะเดินได้แล้ว ชนิดที่ใช้กับสัญญาณต่ำๆ หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่เป็นแฉกมักจะชุบด้วยทองคำหรือใช้โลหะมีค่าชนิดอื่นๆ (เช่น ทองคำ,เงิน หรือ ทองคำขาว) หน้าสัมผัสในหรีดรีเลย์หรือในรีเลย์ที่ถูกผนึกแน่นจนอากาศเข้าไม่ได้(เรียกว่า HERMETRICALLY RELAY)นั้น ก็ไม่ต้องการที่จะมีความต้านทานเกิดขึ้นเช่นกัน ซึ่งปกติจะทำด้วยโลหะจำพวกโรเดี่ยม(RHODIUM)หรือ รูธีเนียม (RUTHENIUM)

รีเลย์แบบกำลังต้องการหน้าสัมผัสที่ใหญ่ ซึ่งต้องมีแรงในการตัดต่อหน้าสัมผัสสูง ซึ่งจะสามารถใช้งานกับกระแสและแรงดันที่สูงได้การอาร์คที่เกิดขึ้นจะต้องต่ำและความต้านทานที่เกิดขึ้นไม่ว่าโดยการกระทำจากกระแสไฟฟ้าหรืออุณหภูมิจะต้องต่ำด้วย เพื่อจะลดปัญหาเรื่องความร้อนที่เกิดขึ้นโดยปกติมักใช้หน้าสัมผัสเป็นแบบปุ่ม (คล้ายกระดุม) ในรุ่นที่ใช้กับกำลังงานสูงจะนิยมใช้ออกไซด์ของ เงิน-แคดเมียม เพราะทนเรื่องของการเชื่อมติด(WELDING)ได้ดีรวมทั้งเรื่องของการดับอาร์คที่เกิดขึ้นและเหมาะสำหรับโหลดที่เป็นรีแอกตีฟ(REACTIVE คืออุปกรณ์จำพวกตัวต้านทาน) หรือกับโหลดที่มีการกระชากของกระแสสูง แต่จะไม่ใช้สวิตชิ่งแรงดันต่ำกว่า 12 โวลต์ โลหะที่เป็นเงินเหมาะกับโหลดที่มีกำลังงานปานกลางและงานในระบบสื่อสาร แต่จะใช้งานไม่ต่ำกว่า 6 โวลต์ เงินเป็นโลหะที่เกิดออกไซด์ได้ง่ายดังนั้นหน้าสัมผัสจึงมักจะชุบด้วยทองคำเพื่อป้องกันการสะสม ทองคำจะทำให้หน้าสัมผัสมีความทนทานต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้หน้าสัมผัสยังขึ้นอยู่กับการเสียดสีกันและการรักษาหน้าสัมผัสของการใช้งานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาทำเป็นหน้าสัมผัส

ชนิดของหน้าสัมผัส	การประยุกต์ใช้งาน	อัตราใช้งาน	หมายเหตุ
แยกเป็น 2 แฉก, ชุบทอง หรือ เคลือบทอง	แบบ "แห้ง" และกระแสต่ำ ใช้ในเครื่องมือวัด และการสวิตชิ่งสัญญาณ	0-0.2A ทนแรงดันได้ 120 V_{ac} แต่ใช้งานได้ดีที่สุดที่ 24V หรือต่ำกว่า	ค่าความต้านทานหน้าสัมผัสต่ำ และไม่เปลี่ยนแปลงค่า
เงิน	ด้านการสื่อสาร	2-5A	จะเกิดออกไซด์ได้ง่าย ควรชุบด้วยทองคำเพื่อป้องกันการสะสมของออกไซด์
ซิลเวอร์แคดเมี่ยม-ออกไซด์	งานแบบเพาเวอร์ที่มีโหลดแบบอินดักติฟและคาปาซิติฟ, และเหมาะกับที่ที่มีกระแสไหลผ่านสูง	5 A ขึ้นไป	ต่อต้านการเชื่อมติด, สามารถดับอาร์คได้ดี และเหมาะที่จะใช้กับแรงดันต่ำกว่า 12V
ปรอทเปียก	แบบ "แห้ง" และกระแสต่ำอายุการใช้งานนานเพราะไม่มีการกระโดดของหน้าสัมผัส	2-5 A	ตำแหน่งเคลื่อนไหวในแนวตั้ง ±30 องศา

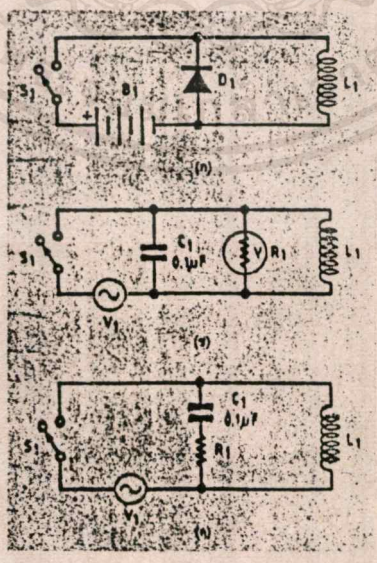
ซิลเวอร์พัลราเดี่ยม(SILVER PALLADIUM คือ ธาตุแท้ชนิดหนึ่งเป็นโลหะคล้ายทองขาว)จะเกิดออกซิเดชั่นยากกว่าแต่มันจะแยกตรงเรื่องของค่าความต้านทานและค่าความนำ ซึ่งด้อยกว่าแบบเงินบริสุทธิ์ ซึ่งนิยมนำซิลเวอร์พัลราเดี่ยมมาใช้งานที่มีกำลังงานน้อยๆที่ต่ำกว่า 60โวลต์ในหรีดรีเลย์ที่เป็นหน้าสัมผัสแบบเปียกชนิดปรอท(MERCURY-WETTED CONTACT)จะมีฟิล์มบางๆจากแอ่งเล็กๆที่มีสารปรอทใส่อยู่(โดยไม่ได้เป็นแอ่งของตัวมันเอง) ซึ่งจะสัมผัสกับหน้าสัมผัส ฟิล์มที่เป็นสารปรอท(MERCURY FILM)เป็นตัวเพิ่มขีดความสามารถในเรื่อง ของการสวิตชิ่งกำลังได้ดีและเป็นตัวลดความต้านทานหน้าสัมผัสให้ต่ำลง กล่าวคือทำให้ได้กำลังสูงนั่นเอง ลองดูชนิดต่างๆ ของรีเลย์ซึ่งมีข้อจำกัดในตอนที่เป็นหน้าสัมผัสแบบแห้งคือมีขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.5 แอมป์, 10 วัตต์ดีซี, ความต้านทานหน้าสัมผัส 0.1 โอห์ม แต่ถ้าเป็นหน้าสัมผัสแบบเปียกที่ใช้ปรอทจะเป็น 2 แอมป์, 50 วัตต์ดีซี และความต้านทานหน้าสัมผัสเป็น 0.05 โอห์ม อายุการใช้งานของหน้าสัมผัสชนิดปรอทจะสูงกว่ามาก

การสวิทช์ซิ่งโหลด ที่เป็นอินดักตีฟจะเป็นตัวสร้างปัญหาเป็นอย่างมาก เพราะกระแสไหลผ่านขดลวดนั้นไม่สามารถที่จะหยุดได้ทันทีทันใด ถ้าขดลวดถูกเปิดออกทันทีขณะที่ยังมีกระแสไหลอยู่ก็จะเกิด สนามแม่เหล็กยุบตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นอย่างสูง (เรียกว่า back E.M.F.) โดยมีขั้วเช่นเดียวกับกระแสที่ไหล ซึ่งหลักการอันนี้นำมาใช้ในเรื่องของระบบจุดระเบิดในรถยนต์หรือ ในหม้อแปลงฟลายแบ็คของโทรทัศน์ แรงดันไฟฟ้าสามารถขึ้นสูงเป็นกิโลโวลต์ซึ่งทำให้หน้าสัมผัสพังได้เนื่องจากเกิดการอาร์คอย่างรุนแรง

เมื่อโหลดที่เป็นอินดักตีฟถูกสวิตช์ควรใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ ดูดกลืนการกระชาก (SURGE SUPPRESSION) โดยการทำให้มีกระแสไหลผ่านไปอีกทางหนึ่งในขณะที่หน้าสัมผัสเปิดออก สำหรับโหลดไฟฟ้ากระแสตรงจะใช้ไดโอดต่อแบบให้ไบแอสกลับ ดังแสดงในรูปที่ 2.13 (ก)



รูปที่ 2.13 แสดงการป้องกันหน้าสัมผัสเมื่อโหลดเป็นแบบอินดักตีฟโดย ใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ดูดกลืนการกระชากเพื่อ"ละลาย"กระแสให้ไหลไปอีกทางหนึ่งเมื่อหน้าสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีเลย์เปิดออก

(ก) *ต่อไดโอดแบบให้ไบแอสกลับเมื่อเป็นโหลดแบบไฟฟ้ากระแสตรง*

(ข) *ใช้ MOV ต่อขนานกับตัวเก็บประจุเมื่อเป็นโหลดแบบไฟฟ้ากระแสสลับ*

(ค) *ใช้ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ เมื่อเป็นโหลดแบบไฟฟ้ากระแสสลับ*

เมื่อหน้าสัมผัสถูกเปิดออกกระแสของโหลดก็จะไหลจนกระทั่งลดลงเป็นศูนย์ค่าของแรงดันย้อนกลับสูงสุด(PEAK INVERSE VOLTAGE เขียนย่อเป็น PIV) ของไดโอดจะต่องมีค่าเกินกว่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟที่ใช้อย่างน้อย 50เปอร์เซ็นต์ และไดโอดควรจะมีอัตราทนกระแสที่กระชากมากกว่าค่าของกระแส ที่ไหลผ่านโหลดยามปกติ เราอาจจะต่อตัวต้านทานอนุกรมกับไดโอดซึ่งช่วยให้การลดลงของกระแสเป็นไปได้อย่างรวดเร็วขึ้น แต่จะเกิดแรงดันทรานเซี้ยนต์สูง

กรณีนี้ ทำให้ต้องใช้ตัวต้านทานที่มีค่ามากเพื่อที่จะหน่วงเหนี่ยวกระแสที่ไหลได้ ดังนั้นถ้าต่ออนุกรมกับตัวเก็บประจุ ก็จะสามารถลดค่าตัวต้านทานลงไปได้ อย่างไรก็ตามค่าคงที่เวลา (TIME CONSTANT)จะเกิดจากผลคูณของตัวต้านทานกับตัวเก็บประจุคือ τ_{CAP} = RC ขณะที่ค่าคงที่เวลาที่เกิดจากการต่อตัวเหนี่ยวนำกับตัวต้านทานเป็น τ_{IND} = L/R นั่นคือ τ_{IND} มีค่าลดลงค่าของ ทรานเซี้ยนต์สามารถหาได้โดยใช้กฎของโอห์ม ดังนี้

$$V_{PEAK} = I_{LOAD} * R_{SERIES}$$

รูปที่ 2.13 (ข) และรูปที่ 2.13 (ค)แสดงให้เห็นถึงวิธีการหนึ่งที่จะลดปัญหาเรื่องการกระชากของโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ,ในรูปที่ 2.13 (ข) นั้น ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาริสเตอร์ที่ทำจากออกไซด์ของโลหะ(METAL-OXIDE VARISTOR หรือ MOV)และตัวเห็บประจุอัตราเบรกดาวน์โวลเตนของ MOV และของตัวเก็บประจุต้องมีค่าเกินกว่าค่ายอด (PEAK)ของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ป้อนให้แก่วงจร สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 60 เฮิรตซ์ นั้นค่าแรงดันยอดจะเป็น $1.4144*V_{RMS}$ ซึ่งเราสามารถที่จะตัด MOV ออกไปได้โดยการต่อตัวต้านทาน R_1 อนุกรมกับตัวเก็บ-ประจุแทนดังรูปที่ 2.13 (ค)

ถึงแม้ว่าโหลดไม่ได้เป็นตัวเหนี่ยวนำแรงดันไฟฟ้าที่สูงจะทำให้เกิดการอาร์คของหน้าสัมผัสในขณะที่วงจรเกิดเปิดออกได้ การเกิดอาร์คจะต่อเนื่องโดยอากาศที่แตกตัว(IONIZED)จนกระทั่งแหล่งจ่ายถูกตัดออก นั่นจึงเป็นเหตุผลหนึ่งว่าอัตราทนแรงดันของหน้าสัมผัสที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 120/240 โวลต์จะถูกจำกัดลงแค่ 28 โวลต์ดีซี เท่านั้น เพื่อแก้ปัญหานี้ในรีเลย์ขนาดใหญ่จะใช้แม่เหล็กเป็นตัวเป่าอาร์คที่เกิดขึ้นในแต่ละชุดของหน้าสัมผัสซึ่งเรียกว่า *โบลว์ เอาต์แมกเนต (BLOWOUT MAGNET)*โดยอาศัยสนามแม่เหล็ก เป็นตัวทำให้อาร์คเกิดการเบี่ยงเบนออกไปเหมือนกับลำแสงอิเลคตรอนในหลอดภาพโทรทัศน์ ที่ถูกหักเหโดยการใช้สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดที่พันอยู่บนส่วนคอของหลอดภาพ (เรียกว่า โย้กคอยล์) ดังนั้น เส้นทางของอาร์คจะไม่สามารถกระโดดจากหน้าสัมผัสหนึ่งไปยังอีกหน้าสัมผัสได้

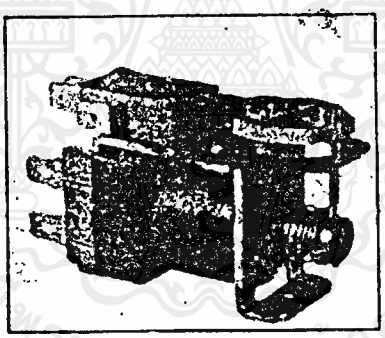
รีเลย์ทุกชนิดสามารถใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงได้ รีเลย์ชนิดใช้งานทั่วไปและรีเลย์แบบกำลัง มักจะใช้ขดลวดไฟฟ้ากระแสสลับบางครั้งเราอาจจะพบว่ามีไดโอดเรียงกระแส(RECTIFIER DIODE) ต่ออยู่ภายใน จะใช้ขดลวดและแม่เหล็กที่มีโครงสร้างออกแบบไปในเชิงของไฟฟ้ากระแสสลับ การทำงานแบบบำฟฟ้ากระแสสลับนั้นเวลาสวิทซ์ชิ่ง ของรีเลย์มียาวนานเพียงพอที่จะทำให้รีเลย์ ไม่เกิดเสียงคราง (BUZZ) ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าอยู่ในช่วงเป็นศูนย์ซึ่งเรียกว่า *ซีโร่คลอสซิ่ง (ZERO CROSSING)* รีเลย์ชนิดใช้งานทั่วไปและรีเลย์แบบกำลังนั้น จะมีความช้าเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหลีกเลี่ยงปัญหานี้ได้เนื่องจากขดลวดของรีเลย์เป็นตัวเหนี่ยวนำ ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านตัวรีเลย์จึงมีเฟสตรงข้ามกับแรงดันที่ตกคร่อมตัวรีเลย์ที่เรียกว่า" *OUT OF PHASE* "ในตารางที่ 1นั้นเราจะเห็นได้ว่าอัตราไฟฟ้ากระแสสลับที่เป็น โวลต์แอมป์ ค่อนข้างจะสูงกว่ากำลังที่นับเป็นวัตต์ (WATTAGE) ของขดลวดไฟฟ้ากระแสตรง

รีเลย์ชนิดค้างหรือชนิดอิมพัลส์(LATCHING OR IMPLUSE) จะเป็นตัวฟลิปฟลอปที่อาศัยทางด้านกลไก ซึ่งการเปลี่ยนสถานะตัวเองทำได้โดยการอาศัยพัลส์ซึ่งขณะที่ป้อนเข้ามา สามารถใช้งานกับแบตเตอรี่และแหล่งจ่ายกำลังงานขนาดต่ำ เนื่องจากมีการใช้กำลังเพียงครั้งเดียว คือตอนที่ทำให้ค้าง และจะยังคงสถานะค้างอยู่ได้ถึงแม้แหล่งจ่ายไฟจะถอดออกแล้ว ปกติมี 2 แบบคือ

1. ชนิดที่ใช้การค้างโดยสลักกลไก (MECHANICAL-TOGGLE)
2. ชนิดที่ใช้หรีดแม่เหล็ก (MAGNETIC-REED)



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างของรีเลย์ชนิดค้างโดยใช้การบิดสลักไปอีกด้านหนึ่ง จะเปลี่ยนสถานะก็ต่อเมื่อขดลวดถูกกระตุ้นจากสัญญาณพัลส์

ในรูปที่ 2.14 แสดงถึงรีเลย์ชนิดค้างโดยสลักกลไก กลไกของรีเลย์เหมือนกับที่ใช้ในสวิทช์ชนิดกดติดปล่อยดับขดลวดเป็นตัวดึงให้ขาขยับลงมาตรงๆ ทำให้ยกเลิกการค้างเมื่อไม่มีการกระตุ้น ขาจะเคลื่อนขยับขึ้นและพักอยู่บนรอยบากด้านขวามือ เมื่อถูกกระตุ้นครั้งต่อไปสลักจะถูกดึงไปด้านขวา

ในรีเลย์ชนิดค้างที่มีขดลวด 2 ขด นั้นใช้ขดหนึ่งเป็นตัวค้าง ขดที่เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวรีเซตเราลองมาดูความคิดในการที่จะทำให้เกิดการค้างซึ่งมีขดลวด,ซี่เฟือง, ตัวกั้นที่ทำให้เฟืองหยุด(CAM)และชุดหน้าสัมผัสทั้งหลาย รวมกันเป็นรีเลย์ที่ใช้ลำดับของอิมพัลส์ ตัวกั้นเฟืองให้หยุดปกติจะตัดให้หยุดการทำงานตามลำดับ(SEQUENCE) ที่เราต้องการ มักมีใช้ในเครื่องใช้อำนวยความสะดวกในบ้านเช่น เครื่องซักผ้า เป็นต้น สำหรับรีเลย์ชนิดค้างที่เป็นหรีดแม่เหล็กจะมีแม่เหล็กถาวรอยู่ในขดลวดโดยแม่เหล็กมีแรงมากพอที่จะดูดหรีดแต่ละอันพร้อมๆ กันไว้ หลังจากที่เราให้ขดลวดทำงานคือหน้าสัมผัสดูดติดกันแล้วนั่นเอง แต่ในสภาวะปกติแล้วแม่เหล็กถาวรตัวนี้มีแรงไม่พอที่จะดูดหรีดให้ติดกันได้ ในช่วงที่มันหยุดนิ่งอยู่การทำให้ขดลวดทำงานทำได้โดยให้ขั้วหนึ่งมีทิศทางของเส้นแรงแม่เหล็กรวมกันซึ่ง จะทำให้หรีดนั้นยังคงติดกันอยู่แต่ถ้าราป้อนกลับขั้วจะทำให้เส้นแรงแม่เหล็กหักล้าง ซึ่งจะทำให้หรีดนั้นจากออกสำหรับการใช้งานจริงจะไม่สะดวกแน่ ถ้าต้องมาคอยเปลี่ยนขั้วของขดลวด จึงควรใช้ชนิดที่มีขดลวดเป็น 2 ขด คือใช้แม่เหล็กถาวรที่มีแรงน้อยกว่าที่ใช้ในชนิดที่ไม่มีการแลตช์ เรียกว่า *โพลาไรซ์ รีเลย์(POLARIZED RELAY)*สนามแม่เหล็กจะเป็นตัวลดกระแสของขดลวด ที่จะทำให้หน้าสัมผัสทำงานแต่มีความแรงเพียงพอที่จะสามารถทำให้ขดลวดเกิดการหยุดทำงานได้(DEEMERGIZED)

รีเลย์ที่เป็นไอซีซึ่งออกแบบโดย บริษัท AROMAT โดยการใช้ไอซี,ตัวเก็บประจุและหรีดชนิดค้างในแพคเกจเดียวกัน ไอซีจะใช้ตัวเก็บประจุผลิตพัลส์ป้อนให้กับรีเลย์ การค้างจะเกิดขึ้นเมื่อสัญญาณควบคุมเป็นลอจิก "1" และเป็นการรีเซตเมื่อสัญญาณขาควบคุมเป็นลอจิก "0" ขดลวดจะสูญเสียกำลังงานก็ตอนที่มีพัลส์ ดังนั้นกำลังงานเฉลี่ยที่ใช้ถึงต่ำมาก รีเลย์ที่ใช้หน่วงเวลานั้นจะทำให้เกิดการหน่วงอย่างแท้จริง หรือให้ออกมาก่อน(DROPOUT) หรือทั้ง 2 อย่างแสดงดังรูปที่ 2.15

ในรูปที่ 2.15(ก)เป็นรีเลย์ชนิดหน่วงเวลาเปิด(ON-DELAY RELAY) เป็นตัวหน่วงเวลาที่จะให้แรงดันใช้งานผ่านตัวรีเลย์ไปชั่วระยะเวลาหนึ่ง รีเลย์ชนิดหน่วงเวลาปิด(OFF-DELAY RELAY)แสดงดังรูปที่ 2.15 (ข)ซึ่งต้องการกำลังงานที่ต่อเนื่องเช่นเดียวกับสัญญาณควบคุม จะเกิดการทำงานทันทีหลังจากขาควบคุมเป็น

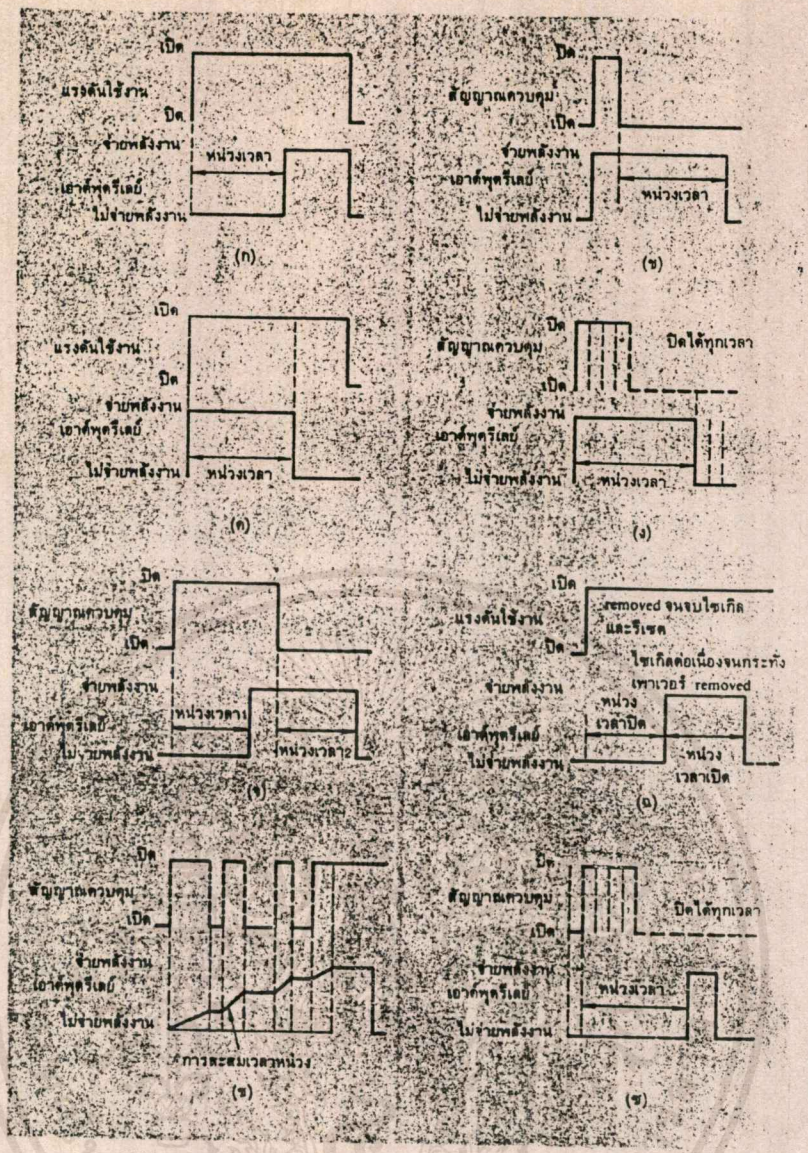
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลอจิก"1" และเริ่มต้นหน่วงเวลาปิดหลังจากสัญญาณที่ขาควบคุมเป็นลอจิก "0"รีเลย์ชนิดหน่วงเวลาภายในช่วงแสดงดังรูปที่ 2.15 (ค) รีเลย์จะทำงานทันทีทันใดเมื่อป้อนแรงดันใช้งานให้ และหยุดการทำงานก่อนที่จะถึงจุดปลายของแรงดันใช้งานนั้น รีเลย์ชนิดมีช่วงเวลาการค้าง (LATCHING-INTERVAL)ดังรูปที่ 2.15 (ง)สัญญาณควบคุมสามารถที่จะทำให้รีเลย์เปิดวงจรในเวลาใดก็ได้

* ในรีเลย์ชนิดหน่วงเวลาเปิดและหน่วงเวลาปิด (ON-DELAY/OFF DELAY RELAY)ในรูปที่2.15(จ) มีตัวหน่วงเวลา 2 ตัวที่อิสระต่อกันแต่ละตัวอ้างอิงกับขอบขาขึ้นและขอบขาลงของสัญญาณควบคุมชนิดที่เป็นการซ้ำไซเกิล (REPEAT CYCLE) แสดงดังรูปที่ 2.15 (ฉ) ซึ่งมีตัวหน่วงเวลา 2 ตัว ตัวหน่วงเวลาตัวที่ 2 จะขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของตัวแรก รีเลย์ชนิดหน่วงเวลาเปิดตามรูปที่ 2.15 (ช) นั่นเราสามารถหาพื้นที่ภายใต้พัลส์ของสัญญาณควบคุม โดยอาศัยการรวมพื้นที่ (INTEGRATION)ซึ่งในกรณีพื้นที่ จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลรวมช่วงเวลาของสัญญาณควบคุมและเปรียบเทียบค่าที่ถูกสะสมไว้นี้กับค่าอ้างอิงเป็นตัวกำหนดว่าเมื่อไรที่จะให้รีเลย์มีเอาต์พุตจ่ายพลังงานออกไปช่วงเวลาของพัลส์ที่ออกที่เอาต์พุตจะไม่ขึ้นอยู่กับเวลาการเปิดวงจรของรีเลย์สุดท้าย ในรูปที 2.15 (ซ)เป็นรีเลย์ชนิดหน่วงเวลาเปิดการค้าง (LATCHING ON-DELAY RELAY) สัญญาณพัลส์ที่ควบคุมรีเลย์สามารถทำให้รีเลย์เปิดวงจรที่เวลาใดก็ได้

ในอดีตที่ผ่านมาการหน่วงเวลานั้นเป็นแบบเชิงของกลไกแต่ในปัจจุบันนี้ใช้อิเลคทรอนิคส์เข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงการทำงานของรีเลย์ที่ใช้หน่วงเวลาแบบต่างๆ

(ก) หน่วงเวลาเปิด

(ข) หน่วงเวลาปิด

(ค) หน่วงเวลาภายใน

(ง) หน่วงเวลาการค้าง

(จ) หน่วงเลาเปิดและปิด

(ฉ) ซ้ำไซเกิล

(ช) หน่วงเวลาเปิดแบบสะสมได้

(ซ) หน่วงเวลาเปิดการค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

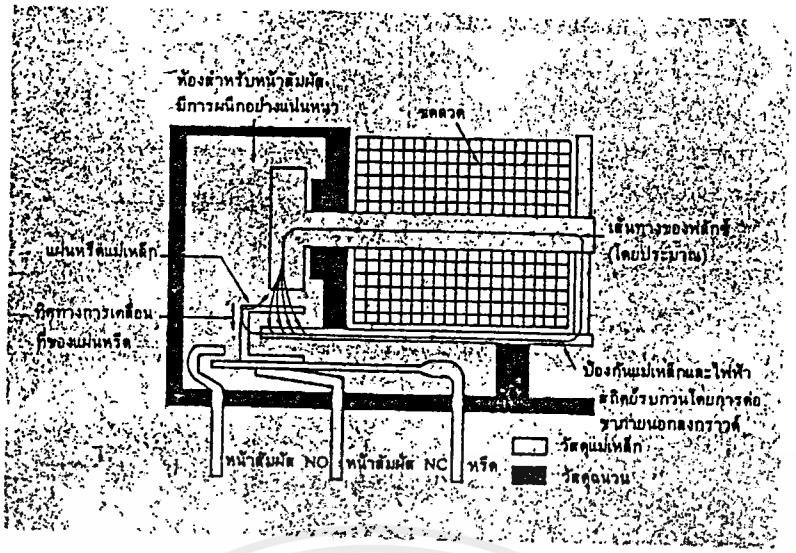
มาช่วยโดยใช้วงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ สำหรับรีเลย์ชนิดที่ใช้ตัวหน่วงเวลาทางด้านกลไกที่สามารถหน่วงเวลาได้น้อยมากแค่เศษของวินาทีนั้น ใช้หลักการของมวลสารที่มีความเฉื่อย(INERTIAL MASS)แต่ถ้าต้องการให้ได้เวลานานหลายวินาทีจนถึงชั่วโมง นิยมใช้มอเตอร์เป็นตัวขับกลไกแทนมีอีกชนิดคือชนิดที่ใช้กลไกของความร้อน(THERMAL MECHANISMS)จะมีราคาถูกแต่ไม่มีความเที่ยงตรง

การตั้งเวลาของรีเลย์นับวันแต่จะมีความก้าวหน้าซึ่งปัจจุบันนี้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์,ฐานเวลาที่ใช้มาจากผลึกควอตซ์ ซึ่งจะให้ความเที่ยงตรงสูง รวมทั้งค่าที่เราจะตั้งเพื่อใช้งานด้วยธัมวีลสวิทช์(THUMB-WHEEL SWITCH)รีเลย์ที่ใช้เหล่านั้นสามารถค้าง(INTERVAL LATCHING)ของแต่ละเวลาที่อินพุตเป็นลอจิก "1" ซึ่งจะมีโหมดในการใช้งานหลายโหมดและหลายหน้าที่

รีเลย์ชนิดสุดท้ายที่จะกล่าวถึงคือ หรีดรีเลย์ชนิดที่ภาวะเริ่มแรกต่ำ(LOW-OFFSET REED RELAYS)มีความผิดพลาดน้อยมากเมื่อทำการสวิทช์ซึ่งสัญญาณที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาดมิลลิโวลต์และไมโครโวลต์ ซึ่งเราต้องการความถูกต้องสูงที่สุดในระบบการเข้าครอบครองข้อมูล (DATA ACQUISITION SYSTEMS)ซึ่งจะต้องทำการสวิทช์เอาสัญญาณที่ต่ำๆ จากทรานสดิวเซอร์(TRANSDUCER)เช่น สัญญาณจากเทอร์โมคับเปิลและจากสเตรนเกจ (STRAIN GAUGE) ในรูปที่ 2.16 เป็นผลิตภัณฑ์ของบริษัทเทอร์โมเซ็น (THERMOSEN)หน้าสัมผัสอยู่ด้านนอกขดลวดแม่เหล็กเพื่อตัดปัญหาของหน้าสัมผัสที่แต่เดิมจะต้องมีส่วนผสมของแท่งแม่เหล็กและเพื่อให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ตัวนี้ มีความเป็นตัวนำสูง จึงต้องใช้เงินทำหน้าสัมผัสและเคลือบด้วยทองคำ

ปัญหาใหญ่ในการสวิทช์ซิ่งและการต่อของสัญญาณกระแสตรง ที่มีระดับสัญญาณต่ำคือแรงดันเทอร์โมคับเปิล ที่เราไม่ต้องการซึ่งเกิดจากลักษณะที่เป็นเทอร์โมคับเปิลคือ *หน้าสัมผัส 2 อันที่ทำจากโลหะไม่เหมือนกันทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าซึ่งแปรเปลี่ยนค่าไปตามอุณหภูมิ* โดยทั่วไปแล้วตัวนำด้านในทำด้วยเงิน และขาต่อทำด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 หรีดรีเลย์แบบมีแรงดันความร้อนต่ำของเทอร์โมเซ็นตัวนำทำจากเงินทั้งหมดรวมทั้งขาต่อภายนอกด้วย หน้าสัมผัสทำจากเงินชุบทองคำ

เงินผสม (SILVER ALLOR)สำหรับขาต่อด้านนอกนั้นทำด้วยทองแดงและติดตั้งทำให้อยู่ใกล้กันมากที่สุดเพื่อให้มีอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากเทอร์โมคับเปิลมีค่าเท่ากันลองดูภายในบ้านจะเห็นว่าการแบ่งแยกทางฟิสิกส์ของหน้าสัมผัสกับส่วนของขดลวดนั้นทำให้ความร้อนที่เกิดขึ้น ในเส้นทางการนำกระแสมีค่าน้อยมาก(คือกลุ่มของหน้าสัมผัส)จากข้อกำหนดของโรงงานนั้นจะมีออฟเซตเทอร์มอล (OFFSETTHERMAL)คือแรงดันที่เกิดจากความร้อนน้อยกว่า 1 ไมโครโวลต์

หลังจากทราลถึงรายละเอียดของตัวกลางที่สามารถเอาอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังได้นั้นคือ รีเลย์ อย่างถึงแก่นแล้วต่อมาก็มาดูในของวงจรที่ใช้เป็นวงจรควบคุมในส่วนของการควบคุมแบบ FLOATLESS RELAYบ้างโดยจะขอก่าวถึงอุปกรณ์ทุกตัวที่มีใช้อยู่ในวงจรเพื่อแสดงภาพพจน์และสามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของแต่ละหน้าที่ของอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ที่มีใช้อยู่ในวงจร โดยจะทำให้เกิดความเข้าใจยิ่งขึ้นเมื่อไปดูการคำนวณและการสร้าง ในส่วนของวงจรในบทที่ 3 ต่อไป และจะขอเริ่มต้นก่อนที่ทรานซิสเตอร์,ตัวต้านทาน,คาปาซิเตอร์,ไดโอดและ ARRESTER ตามลำดับ ดังในหัวข้อ 2.2.2.2 (วงจร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 วงจร วงจรในที่นี้หมายถึงวงจรอิเลคตรอนิคส์ที่ใช้ในชุดควบคุมระดับน้ำแบบ FLOATLESS RELAY และวงจรก็ประกอบด้วยอุปกรณ์ อิเลคทรอนิคส์มากมายที่นำมาใช้ และอุปกรณ์หลักที่เป็น เสมือนหัวใจของวงจรการทำงาน คือ ทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในวงจรนี้เป็นชนิดไบโพลาร์ (BIPOLAR)

2.2.2.2.1 BIPOLAR TRANSISTORS

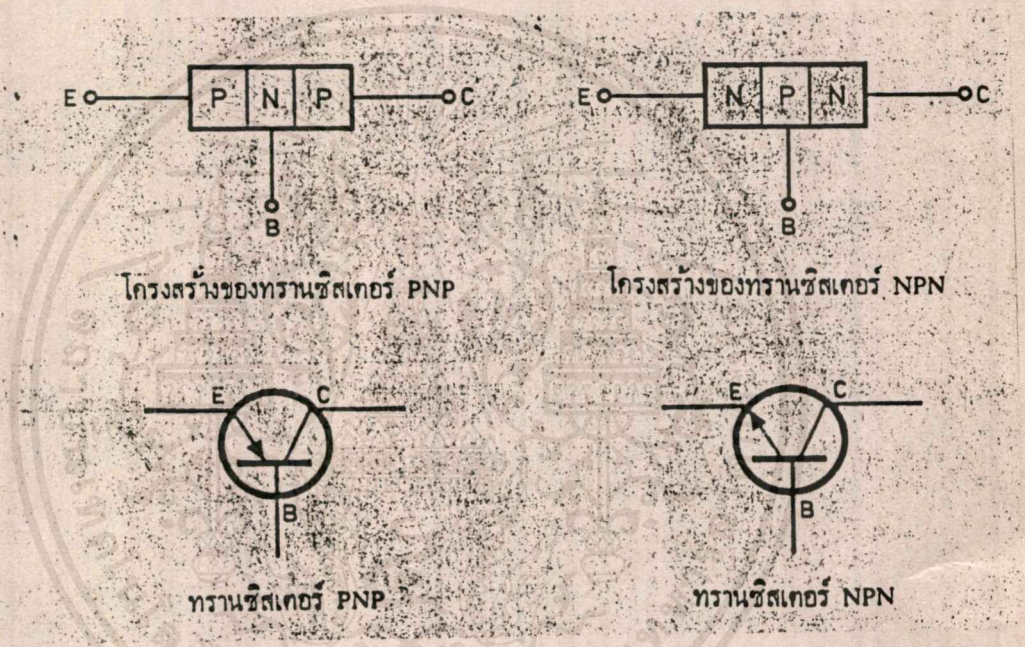
ทรานซิสเตอร์ จัดเป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งลักษณะการใช้งานของทรานซิสเตอร์นั้น อาจจะใช้เป็น วงจรสวิชท์ชิ่ง วงจรขยายแบบต่าง ๆ หรือถ้าอาจแบ่งตามลักษณะการนำไปใช้งานในวงจร ภาคต่าง ๆ เช่น SMALL SIQNAL LARQE SIGNEL, HIGH FRENGUENCY เป็นต้น

ปกติแล้ว ทรานซิสเตอร์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะตามโครงสร้าง คือ BIPOLAR และ UNIPOLAR แต่เรื่องที่เรียนต่อไปนี้ คือ ทรานซิสเตอร์ แบบ BIPOLAR BIPOLAR TRANSISTOR นั้นส่วนใหญ่จะทำจากสารซึ่งตัวนำชนิด SILICON หรือ GERMANIUM ทรานซิสเตอร์ชนิดนี้จะทำงานโดยฟรีอิเลทตรอน ซึ่งมีโพลารีตี้ลบร่วมกับรูซึ่งมีโพลารีตี้บวก

2.2.2.2.1.1 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์ถูกสร้างขึ้นโดยการนำเอาสารแบบ N-TYPE และ P-TYPE มาเชื่อมต่อกัน เช่น ถ้าเอาสาร N อยู่ตรงกลางซึ่งมีลักษณะบางประกบหัวท้ายของสาร N ด้วยสาร P ทราชิสเตอร์ชนิดนี้เรียกว่าแบบ P-N-P หรือในตรงกันข้ามถ้าเราประกอบสาร N ทั้งสองด้านโดยมีสาร P อยู่ตรงกลางก็ เรียกว่า แบบ N-P-N สารที่อยู่กลาง เรียกว่า เบส (BASE) ขั้วที่ประกบอยู่ เรียกว่า อิมิเตอร์ (EMITTER) และคอลเลคเตอร์ (COLLECTOR) ซึ่งสารที่ประกบอยู่นั้น มีความเข้มข้นของการ COPE สารไม่เท่ากัน เช่น ถ้าเป็นทรานซิสเตอร์แบบ P-N-P ก็มีการ DOPE ให้มีความเข้มข้นของ ACCAPTOR มากกว่า เพื่อให้เกิดความแตกต่างของ อิมิเตอร์ กับ คอลเลคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.24 สัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์

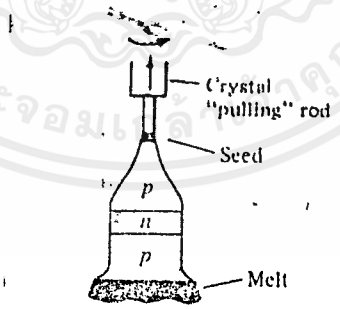
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2.1.2 โครงสร้างของทราซิสเตอร์แบบต่าง ๆ

ในการผลิตทรานซิสเตอร์ หรืออุปกรณ์สารกึ่งตัวนำจะมีวิธีผลิตพื้นฐานอยู่ 4 วิธี คือ.-

1. GROWN TYPE

หลังจากที่เตรียม INTRINSIC SEMI CONDUCTOR ซึ่งมีวาเลนซ์อิเลคตรอน เท่ากับ 4 แล้ว เติมสาร IMPURITY เป็นวาเลนซ์อิเลคตรอน 3 และ 5 เราจะได้ EXTRINSIC SEMI CONDUCTOR เป็นสาร P และสาร N ตามลำดับวิธีการ คือ ให้ความร้อนกับสารซิลิกอน หรือ เยอรมันเนียม จนสารนั้นละลาย แล้วดึงเอาผลึกเดี่ยวขึ้นจากสารกึ่งตัวนำที่หลอมละลาย แล้วจึงเติมสารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์ลงไป คือ เติมอะตอมของสาร P หรือสาร N ตามที่ต้องการ

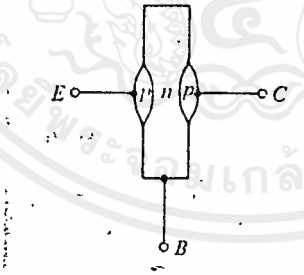


รูป 2.25 โครงสร้าง GROWN TYPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ALLOY TYPE

หรือเรียกว่าโครงสร้างแบบหลอมละลาย ดูรูป ส่วนกลางซึ่งเป็นแผ่นบาง ๆ นำหน้าที่เป็นเบสนั้นเป็นสารชนิด N แล้วเอา เม็ดของธาตุอินเดียม ติดเข้ากับสาร N ทั้งสองด้านนำเอาโครงสร้างนั้นไปเผาไฟให้มีอุณหภูมิสูงในช่วงสั้น ๆ ซึ่งสูงกว่าจุดหลอมละลายของอินเดียม แต่ต่ำกว่าจุดหลอมละลายของสารเยอรมันเนียม เม็ดอินเดียมก็จะหลอมละลายเข้าไปในสารเยอรมันเนียม ในขณะที่เย็นตัวลง สารเยอรมันเนียมจะเรียงตัว เป็นผลึกใหม่ โดยมีอะตอมของอินเดียมปนเข้าไป เพื่อเปลี่ยนสาร N เป็นสาร P ซึ่งในการทำนั้นจะทำให้ทางคอลเลคเตอร์มีขนาดโตกว่าอิมิเตอร์ เพราะกระแสผ่านทางคอลเลคเตอร์มากกว่า

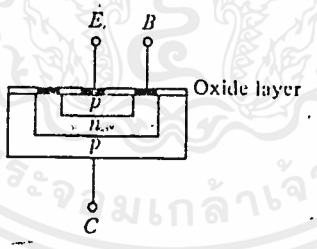


รูป 2.26 โครงสร้าง ALLOY TYPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. DIFFUSION TYPE

วิธีการนี้นอกจากใช้ทำทรานซิสเตอร์แล้วยังนิยมใช้ทำ IC ด้วยทำโดยการนำเอาสารกึ่งตัวนำชนิด N หรือ P ไว้ที่บรรยากาศของแก๊ส เพื่อใช้ผสมกับ IMPURITY ให้เกิดเป็นสาร P และ N จากรูปเป็นการนำเอาสาร P ไว้ที่บรรยากาศของ แก๊สแล้วผสมกับ IMPURITY เป็นสาร N เพื่อทำหน้าที่เป็นอิมิเตอร์ และคอลเลกเตอร์ พื้นที่ของรอยต่อ BASE-COLLECTOR นั้นอยู่กับช่องของการแพร่สาร (DIFFUSION MASK) ชั้นของอิเตอร์นั้น จะแพร่สาร IMPURITY ลงบนชั้นของ BASE อีกทีหนึ่ง แล้วใช้ ซิลิกอนไดออกไซด์ก็ปิดทับ เพื่อป้องกันปัญหาผิวหน้าของสาร ทำให้กระแสรั่วไหลน้อยลง และลดสัญญาณรบกวน



รูป 2.27 โครงสร้างแบบ DIFFUSION PLANAR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

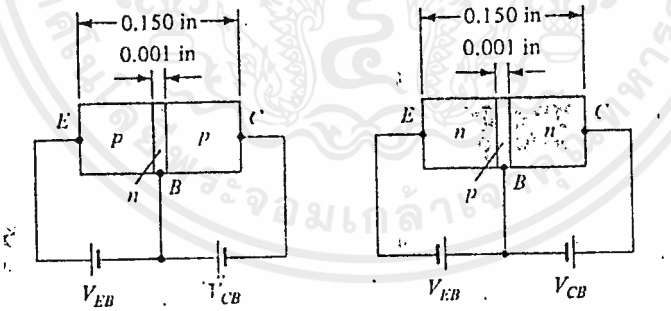
4. EPITAXIAL TYPE

วิธีการนี้โดยการทำให้สารเยอรมันเนียม หรือซิลิกอนให้มีความบริสุทธิ์สูงโดยการทำเป็นชิ้นบาง ๆ และเป็นผลึกเดียวของสารซึ่งอยู่บนชั้นของสาร แบบเดียวกันทำหน้าที่เป็นคอลเลคเตอร์ ส่วนเบสกับอิมิเตอร์ก็สร้างขึ้นบนชั้นนี้ โดยการแพร่สารเข้าไป วิธีการต่อไป ก็โดยการนำเอากรรมวิธีข้างต้นรวมเข้าด้วยกัน ก็จะได้กรรมวิธีผลิตเพิ่มขึ้นอีก เช่น DIFFUSED ALLOY, GROW DIFFUSED, ฯลฯ

2.2.2.2.1.3 การให้ BIAS แก่ทรานซิสเตอร์

ทาง INPUT นั้นต้องต่อในทิศทางนำกระแส (FORWORD)

ทาง OUTPUT ต่อมในทิศทางกั้นกระแส (REVERSE)



(a) *pnp* (b) *npn*.

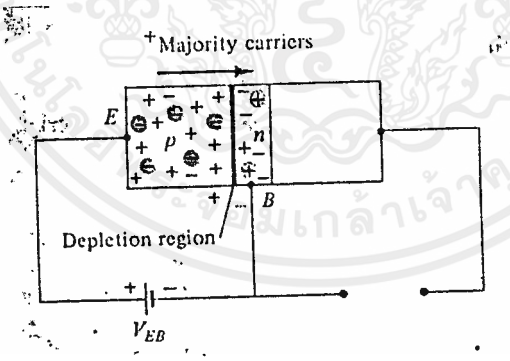
รูป 2.28 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์แบบ PNP และ NPN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทรานซิสเตอร์นั้นกระแสทาง INPUT จะควบคุมกระแสทาง OUTPUT ดังนั้น เมื่อมีสัญญาณทาง INPUT ก็จะทำให้เกิดสัญญาณปรากฏทาง OUTPUT ด้วย แต่สัญญาณทาง OUTPUT อาจมีขนาดโตกว่าทาง INPUT ถ้าเราต้องการให้ทรานซิสเตอร์นั้นขยายสัญญาณ สาเหตุที่เราให้ FORWORD แก่ทาง OUTPUT เพราะกระแสจะเพิ่ม หรือลดตามสัญญาณที่เข้ามา ส่วนทางด้าน OUTPUT จะถูกควบคุมด้วยกระแส INPUT เราจึงต้องต่อแบบ REVERSE BIAS เพราะกระแสที่เกิดจากกระแสรั่วไหล จึงไม่มีผล ต่อกระแส OUT PUT

2.2.2.2.1.4 <u>การไหลของกระแสในทรานซิสเตอร์</u>

การไหลของกระแสในทรานซิสเตอร์จะอธิบายในลักษณะ HOLD FLOW โดย ทรานซิสเตอร์เป็นแบบ PNP

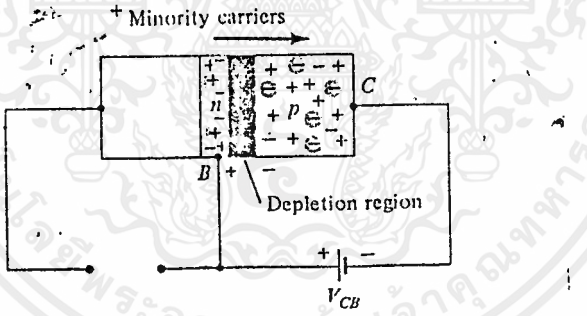


รูป 2.29 การไหลของกระแสเมื่อต่อ FORWORD ทาง INPUT อย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต่อ FORWORD ทาง INPUT อย่างเดียว

แบตตารี่ VEB จะเป็นตัว FORWORD ให้แก่รอยต่อ PN ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียว FORWORD BIAS ให้ตัวไดโอด ก็จะเกิดการรวมตัว (RECOMBINATION CARRIERS) ในสาร P^+ กับสาร N^- นั้น คือ เกิดการไหลของพาหะข้างมากจาก EMITTER ไปยัง BASE มีลักษณะเล็กและบางกว่าสารที่ DORP จึงไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงเหลือพาหะที่เกิดจากการรวมตัวในสาร N อีก

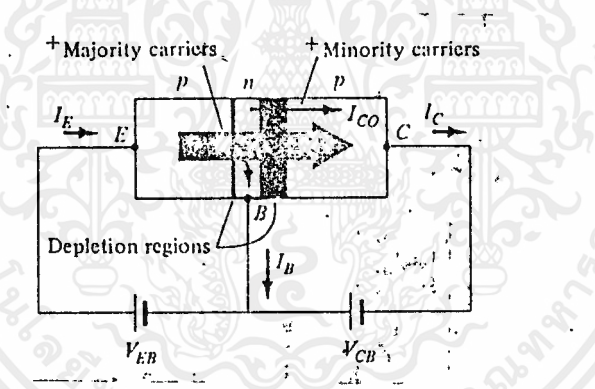


รูป 2.30 การไหลของกระแสเมื่อต่อแบบ REVERSE ทาง OUTPUT เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต่อ REVERSE ทาง OUTPUT อย่างเดียว

แบตตารี่ VCB จะเป็นตัว REVERSE BIAS แก่รอยต่อ P-N เช่นเดียวกับการต่อ REVERSE BIAS แก่ DIODE ซึ่งจะไม่มีการไหลของพาหะข้างมากจะมีก็แต่กระแสรั่วไหล หรือ การรวมตัวกันของพาหะข้างน้อย (MINORITY CARRIERS) สำหรับทรานซิสเตอร์นั้นมีการ DOPE สารให้มีพาหะข้างน้อยเป็นจำนวนมากที่ COLLECTOR เพื่อให้เกิดกระแส BIAS กลับได้ ขณะยังไม่ต่อ INPUT นั้นกระแส REVERSE BIAS มีค่าน้อย



รูป 2.31 เมื่อให้ FORWORD BIAS ทาง INPUT และให้ REVERSE BIAS ทาง OUTPUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อให้ FORWORD BIAS ทาง INPUT และ REVERSE BIAS ทาง OUTPUT

เมื่อให้ BIAS แก่ทรานซิสเตอร์ตามรูปก็จะมีกระแสไหลที่ COLLECTOR มีค่ามากที่เป็นเช่นนี้ ก็เพราะว่า BASE นั้นมีขนาดเล็กกว่า EMITTER และ COLLECTOR การ เติมสาร IMPURITY ไม่เท่ากัน ทางด้าน EMITTER นั้นถูกเติมสารให้มี MAJORITY CARRIERS เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นผลให้ MAJORITY CARRIERS ในสาร P ของอีมิเตอร์ไหลข้าม BASE ไปยัง COLLECTOR ได้มาก เพราะที่ BASE นั้นการรวมตัวของพาหะเป็นไปได้น้อย ดังนั้นกระแสเบสจึงมีค่าน้อย ขณะเดียวกัน ทางคอลเลคเตอร์ มีพาหะข้างน้อย (MINORITY CARRIERS) เป็นจำนวนมาก (อยู่ในรูปของอิเลคตรอน) ก็ทำให้มีกระแสไหลจากเบสเป็นไปได้มาก เพราะพาหะข้างมากที่เหลือจากการรวมตัวที่ เบสยังมีอยู่มาก ก็จึงเกิดการรวมตัวระหว่างพาหะข้างมากที่เหลืออยู่ กับพาหะข้างน้อยที่ COLLECTOR ได้ก็จะทำให้เกิดการไหลของกระแส คอลเลคเตอร์นั้นเอง

ดังนั้นกระแสที่ไหลในทรานซิสเตอร์ได้จาก

$$I_E = I_C + I_B$$

และกระแสคอลเลคเตอร์เกิดจากพาหะข้างมาก และพาหะข้างน้อย

$$I_C = I_{C\ MAJORITY} + I_{CO\ MINORITY}$$

I_{CO} นั้นเป็นกระแสที่เกิดขึ้นเช่นเดียวกับการ REVERSE BIAS ใน DIODE ซึ่งอาจเป็นไมโครแอมป์ หรือ พาโนแอมป์ ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ซึ่งการต่อในรูปดังกล่าวเราเรียกว่า COMMON-BASE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น วงจรนี้จะมีอัตราการขยายกระแส เรียกว่า ALPHA (α) คือ

$$\alpha = \left.\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}\right|_{V_{CB}} = \text{CONSTANT}$$

ซึ่งค่านี้จะอยู่ระหว่า 0.9 - 0.998 หรืออัตราการขยายกระแสใกล้เคียง 1 หรือเราจะหาต่อโดยประมาณ

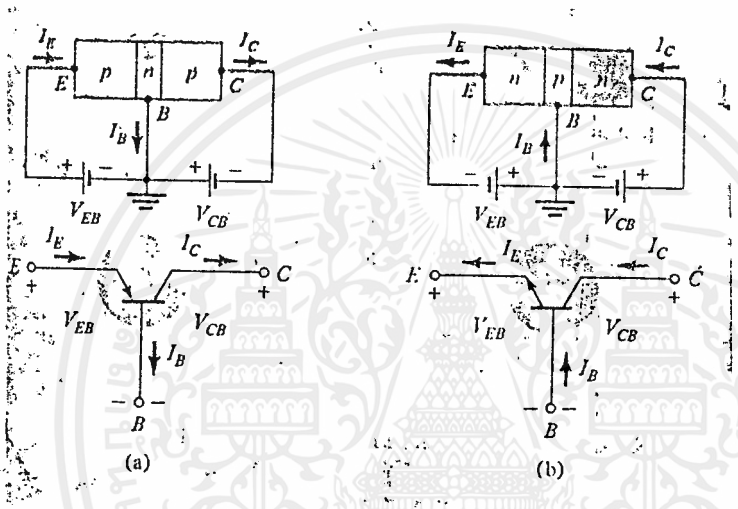
$$\alpha \cong \frac{I_C}{I_E}$$

2.2.2.2.1.5 วงจร TRANSISTOR

2.2.2.2.1.5.1 วงจร COMMON-BASE

เป็นวงจรที่ใช้เบสเป็นจุดร่วมของภาค INPUT และ OUTPUT สัญญาณ INPUT เข้ามาทาง อิมิเตอร์ สัญญาณ OUTPUT ได้จาก COLLECTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.32 ทิศทางของกระแสของทรานซิสเตอร์ชนิด NPN และ PNP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>อัตราการขยายกระแส</u>

อัตราการขยายกระแสวงจร COMMON BASE สัญลักษณ์คือ : แอลฟา คือ อัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแส OUTPUT และกระแส INPUT คือ

$$\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$$

ในทางปฏิบัติเราอาจใช้ค่าโดยประมาณ คือ

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

I_C = กระแสคอลเลคเตอร์

I_E = กระแสอิมิเตอร์

โดยทั่วไปอัตราการขยากระแส = 0.9 - 0.998 หรือน้อยกว่า 1 เสมอ

<u>อัตราส่วนความต้านทาน</u>

อัตราส่วนความต้านทานทาง OUTPUT ต่อ INPUT มีค่าโดยประมาณ = 100 ซึ่งความต้านทานทาง INPUT มีค่าน้อยเพราะต่อในลักษณะ FORWORD มีค่าประมาณ 100 Ω ส่วนทางด้าน OUTPUTต่อในลักษณะ REVERSE ค่าความต้านทานประมาณ 10,000 Ω

$$A_r = \frac{R_O}{R_i} = \frac{10,000}{100} = 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการขยายแรงดัน (A_V)

คือ อัตราส่วนระหว่างแรงดัน OUTPUT ต่อแรงดัน INPUT

$$A_V = \frac{V_O}{V_i} = \frac{I_O R_O}{I_i R_i} = A_i \cdot A_r$$

อัตราการขยายกำลัง (A_P)

คือ อัตราส่วนของกำลังที่ OUTPUT ต่อ INPUT

$$A_P = \frac{P_O}{} = \frac{V_O I_O}{V_i I_i} = A_V \cdot A_i$$

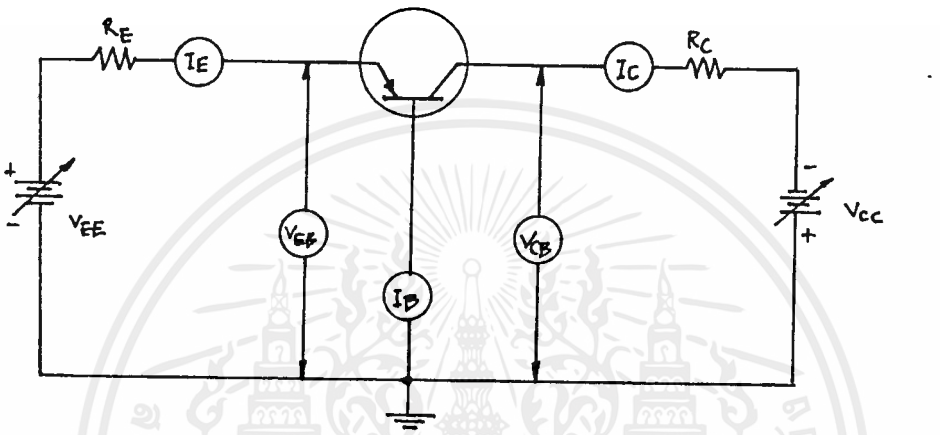
วงจรขยายทรานซิสเตอร์

ในวงจรขยายทรานซิสเตอร์ก็ต่อวงจรเข้าที่ INPUT ของทรานซิสเตอร์ OUTPUT นั้นได้จากความต้านทานโหลด เมื่อสัญญาณ INPUT ยังไม่มีหรือเท่ากับศูนย์ กระแสที่ผ่านทรานซิสเตอร์ เป็นกระแสไบแอส เท่านั้น และเมื่อสัญญาณ INPUT เป็นบวก อิมิเตอร์และเบสจะถูก FORWORD มากขึ้นกระแสที่ไหลไปยังคอลเลคเตอร์ก็สูงขึ้น จะทำให้กระแสผ่านตัวต้านทานโหลดมากด้วย แรงดันที่โหลดก็มากด้วย แต่เมื่ออิมิเตอร์และเบสได้รับสัญญาณลบที่ INPUT กระแส FORWORD ก็จะน้อยลงด้วย กระแสผ่านไปยังคอลเลคเตอร์ และโหลดก็จะลดลงด้วยแรงดันที่ตัวต้านทานโหลดลง ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของ แรงดัน INPUT ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน OUTPUT ด้วย แต่ที่สำคัญ ความต้านทานของ OUTPUTมากกว่า INPUT ถึงแม้ว่า กระแส INPUT และ OUTPUT จะเท่ากัน แต่แรงดัน OUTPUT จะเปลี่ยนแปลงมากกว่า นั้นคือ เกิดการขยายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟคุณสมบัติของวงจร COMMON-BASE

ในการหากราฟคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์โดยการต่อวงจร ดังรูป

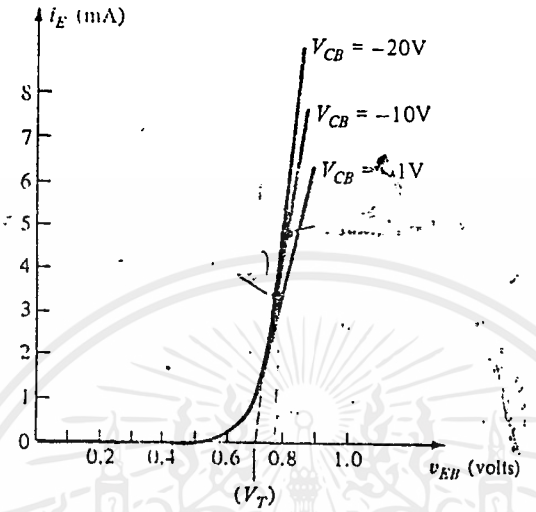


รูป 2.33 กราฟคุณสมบัติของวงจร COMMON-BASE

กราฟคุณสมบัติทาง INPUT

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง V_{EB} และ I_E โดยการปรับแรงดัน V_{CB} ให้คงที่ที่ค่าต่าง ๆ แล้วจึงปรับ V_{EB} เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่า V_{EB} และ I_E ซึ่งแรงดัน V_{CB} จะไม่มีผลต่อความสันพันธ์และ V_{EB} และ I_E เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

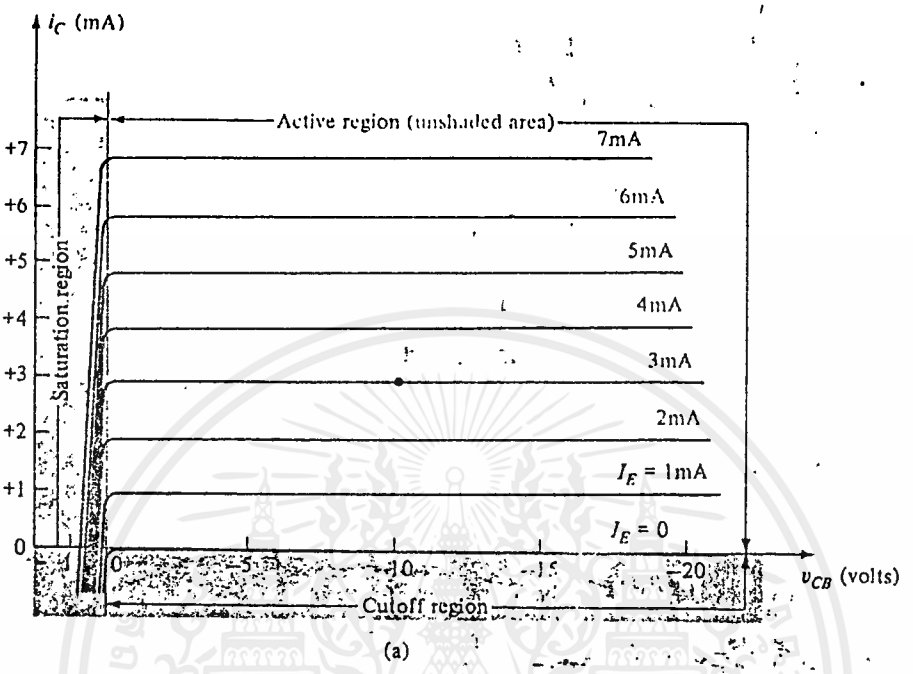


รูป 2.34 คุณสมบัติทาง INPUT

<u>กราฟคุณสมบัติทาง OUTPUT</u>

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง I_C และ V_{CB} โดยการปรับ กระแสอิมิเตอร์ให้คงที่ที่ค่าต่าง ๆ ซึ่งจากกราฟจะเห็นว่ากระแสคอลเลคเตอร์จะไม่ขึ้นกับแรงดัน V_{CB} แต่ขึ้นกับกระแสอิมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.35 กราฟทาง OUTPUT

กราฟคุณสมบัติทาง OUTPUT จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. CUT OFF REGION เป็นบริเวณที่ กระ IE และ IC เท่ากับศูนย์

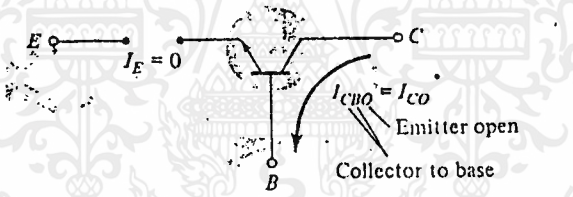
2. SATURATION REGION เป็นช่วงที่แรงดัน VCB มีค่าน้อย ช่วงนี้กระแส IC จะขึ้นกับ VCB หรือช่วงอิ่มตัวของ ทรานซิสเตอร์ จะใช้ในวงจรขยายไม่ได้เพราะ OUTPUT จะเพี้ยน (DISTORTION)

3. ACTIVE REGION เป็นช่วงที่ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ดีที่สุดกราฟบริเวณนี้จะเป็นเส้นตรง สัญญาณ OUTPUT จะมีการเพี้ยนน้อยที่สุด ดังนั้น ในการออกแบบต้องให้จุดทำงานอยู่ในบริเวณนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>กระแสย้อนกลับอิ่มตัว</u> (REVERSE SATURATION CURRENT)

ในวงจร COMMON BASE ถ้าอิมิเตอร์เป็นวงจรเปิด ก็จะไม่มีกระแสอิมิเตอร์ไหล แต่ยังมีกระแสคอลเลคเตอร์ไหลไปยังเบส เรียกว่า กระแสย้อนกลับอิ่มตัว ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของพาหะรองคล้ายกับ REVERSE BIAS ในตัว DIODE ใช้แทนว่า I_{CBO} หมายถึงกระแสคอลเลคเตอร์ไปเบส รถยอิมิเตอร์เปิดอยู่

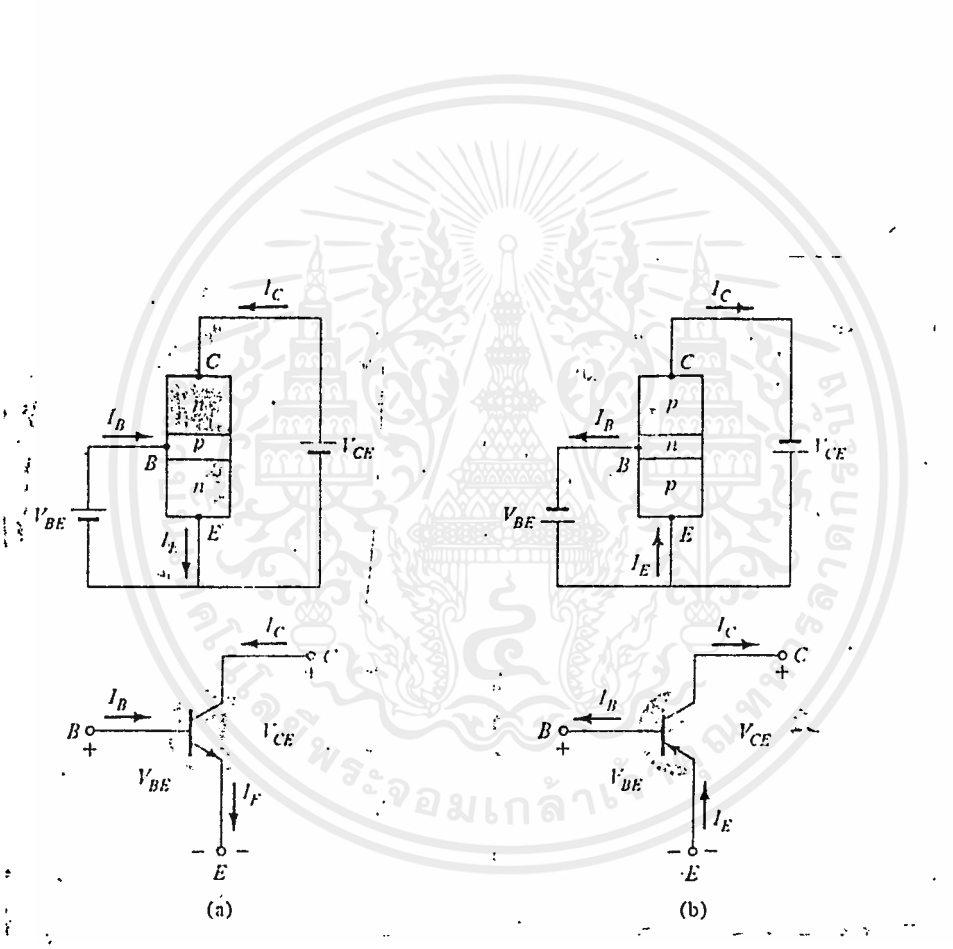


รูป 2.36 กระแสย้อนกลับอิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2.1.5.2 <u>วงจร COMMON - EMITTER</u>

โดยการป้อน INPUT เข้าที่เบส และเอา OUTPUT ออกที่ COLLECTOR แล้วใช้อิมิเตอร์เป็นจุดร่วม ดังรูป



(a) *npn* transistor; (b) *pnp* transistor.

รูป 2.37 แสดงทิศทางการไหลของกระแสวงจร COMMON EMITTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรนี้เป็นวงจรที่นิยมใช้มากที่สุดซึ่งวงจร COMMON EMITTER จะให้ความต้านทานทาง INPUT (R_i) สูงประมาณ 700-2000 Ω ความต้านทาน OUTPUT (R_O) ประมาณ 500,000 Ω เนื่องจากกระแส INPUT เข้าที่เบส กระแสเบสจึงเป็นตัวควบคุม การไหลของกระแสคอลเลคเตอร์ อัตราการขยายกระแสคือ เบต้า (β) หรือ A_i คือ

อัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแส OUTPUT ต่อ INPUT

$$A_i = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \beta$$

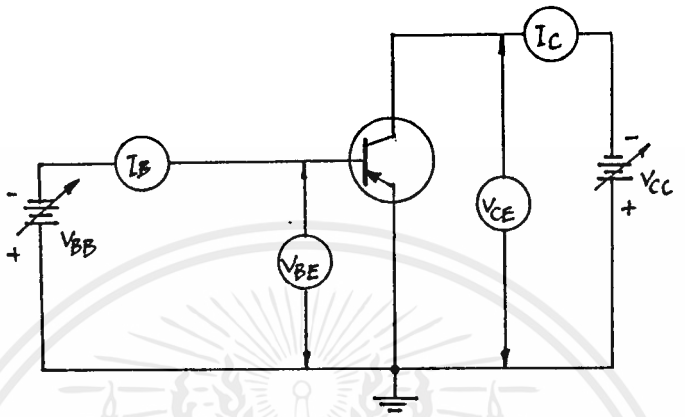
ในทางปฏิบัติ อาจใช้ค่า

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

ซึ่งจะเห็นได้ว่าอัตราการขยายกระแสค่อนข้างสูง เพราะ การเปลี่ยนแปลงกระแสเบส หรือกระแส INPUT มีเพียงเล็กน้อยแต่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแส OUTPUT มากและวงจรนี้ยังเป็นวงจรที่ขยายแรงดันด้วย เพราะ อัตราส่วนของความต้านทาน OUTPUT ต่อ INPUT RO/RI ก็มีค่ามากและอัตราการขยายกำลังก็มีมากกว่า วงจร COMMON BASE ด้วย

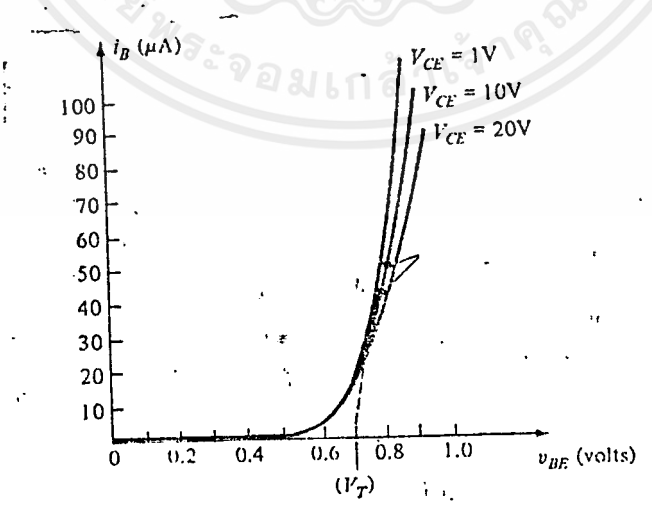
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟคุณสมบัติของวงจร COMMON EMITTER



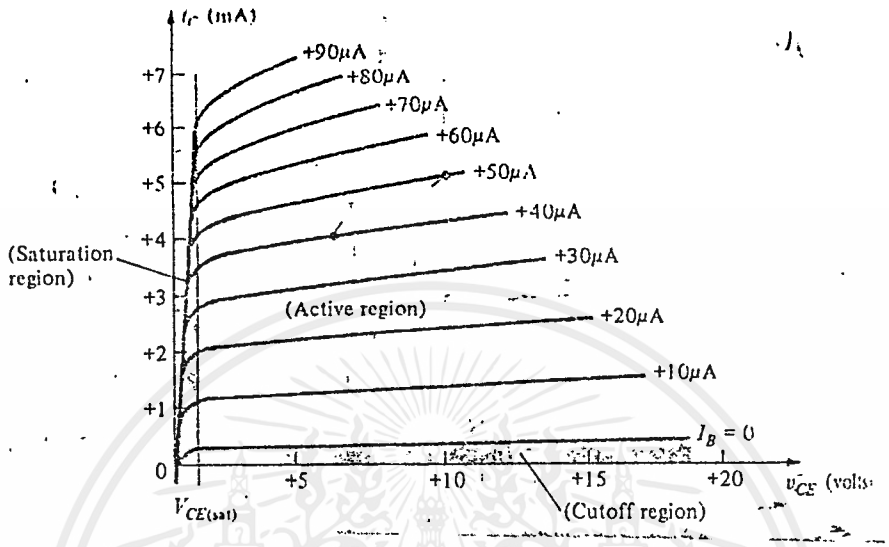
รูป 2.38 กราฟคุณสมบัติของวงจร COMMON EMITTER

จากรูปเป็นวงจรการหากราฟคุณสมบัติทางด้าน INPUT และ OUTPUT ของวงจร COMMON EMITTER



รูป 2.39 กราฟคุณสมบัติทาง INPUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.40 กราฟคุณสมบัติทาง OUTPUT

พิจารณากราหคุณสมบัติทาง OUTPUT จะเห็นว่าขนาดของกระแสเบส เป็นไมโครแอมป์ เมื่อเทียบกับกระแสคอลเลคเตอร์เป็นมิลลิแอมป์ กระแสคอลเลคเตอร์จะมีค่ามากกว่ากระแสเบสมาก นั้นคือ อัตราการขยายกระแสย่อมมากด้วย

บริเวณของกราฟแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. CUT OFF REGION เป็นบริเวณใต้เส้นกราฟ IB = 0 บริเวณนี้กระแสคอลเลคเตอร์เกือบเท่าศูนย์ โดยมีค่าเท่ากับกระแสย้อนกลับอิ่มตัว

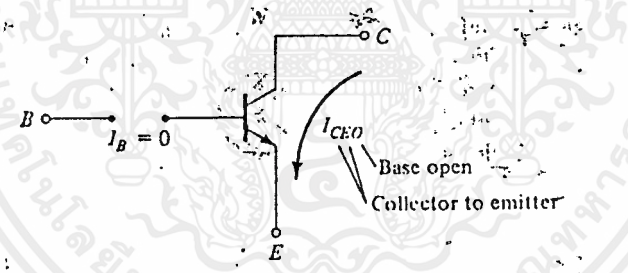
2. SATURATION REGION เป็นบริเวณที่แรงดัน VCE มีค่าน้อย กระแสคอลเลคเตอร์จะเพิ่มตาม VCE จะถึงจุดที่กระแสคอลเลคเตอร์อิ่มตัว แรงดันที่ทำให้ กระแสคอลเลคเตอร์อิ่มตัว เรียกว่า แรงดันอิ่มตัว (VCE_{sat})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ACTIVE REGION เป็นบริเวณที่กระแสคอลเลคเตอร์แบ่งตามแรงดัน VCE อย่างลิเนียร์ (LINEAR) หรือเกือบลิเนียร์ เป็นบริเวณที่ใช้หาอัตราการขยายกระแส แรงดัน และขยายกำลัง หรือ บริเวณที่ใช้งานในวงจร

กระแสย้อนกลับที่อิ่มตัว

ในวงจร COMMON EMITTER ถ้าเปิดวงจรที่เบสก็จะไม่มีกระแสเบสไหลแต่จะมีกระแสไหลจาก คอลเลคเตอร์ ไปยังอิมิเตอร์ เรียกว่ากระแสย้อนกลับอิ่มตัว เป็นกระแสที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของพาหะรอง (MINORITY CARRIERS) เขียนแทนด้วย I_{CEO}



รูป 2.41 กระแสย้อนกลับที่อิ่มตัว

ความสัมพันธ์ของ α และ β

จาก $I_E = I_B + I_C$ ———————— (1)

จาก $I_C = \alpha I_E$ และ $I_C = \beta I_B$ ———————— (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนที่ในสมการที่ (1) ด้วย (2)

$$\frac{I_C}{\alpha} = \frac{I_C}{\beta} + I_C$$

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\beta} + 1 \qquad \text{(3)}$$

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1 + \beta}{\beta}$$

$$\boxed{\alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}} \qquad \text{(4)}$$

จากสมการที่ (3)

$$\frac{1}{\beta} = \frac{1}{\alpha} - 1$$

$$\frac{1}{\beta} = \frac{1 - \alpha}{\alpha}$$

$$\boxed{\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}} \qquad \text{(5)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์ระหว่าง I_{CEO} และ I_{CBO}

จาก $I_C = \alpha I_E + I_{CBO}$ (COMMON BASE)

และ $I_E = I_C + I_B$

$$I_C = \alpha(I_C + I_E) + I_{CBO}$$

$$I_C = \alpha I_C + \alpha I_B + I_{CBO}$$

$$I_C(1-\alpha) = \alpha I_B + I_{CBO}$$

$$I_C = \frac{\alpha I_B}{1-\alpha} + \frac{I_{CBO}}{1-\alpha} \qquad \text{——————} (6)$$

และค่า $I_B = 0$

$$I_C = \frac{I_{CBO}}{1-\alpha} \Big|_{I_B = 0}$$

และจาก

$$I_C = -\beta I_B + I_{CEO} \text{ (COMMON EMITTER)} \qquad \text{——————} (7)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก (6) $I_C = \beta I_B + \frac{I_{CBO}}{1-\alpha}$ ———————— (8)

(7) = (8)

$$I_{CEO} = \frac{I_{CBO}}{1-\alpha}$$

แทนค่า α ด้วย $\frac{\beta}{\beta + 1}$

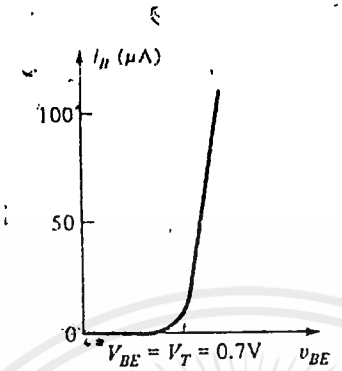
$$I_{CEO} = \frac{I_{CBO}}{1-\frac{\beta}{\beta+1}} = \frac{I_{CBO}}{\frac{\beta+1-\beta}{\beta+1}}$$

$$\boxed{I_{CEO} = (\beta+1)\, I_{CBO} \cong \beta I_{CBO}} \quad \text{———————} \quad (9)$$

จะเห็นได้ว่า I_{CEO} มีค่ามากกว่า I_{CBO} มาก เนื่องจาก I_{CEO} เป็นการเคลื่อนที่ของ MINORITY CORRERS และจำนวนของ MINORITY CARRIERS ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย

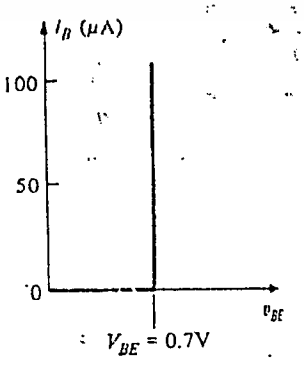
เมื่อพิจารณากราฟคุณสมบัติทาง INPUT ของวงจร COMMON EMITTER และ COMMON BASE จะเห็นว่ามีลักษณะคล้ายกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.42 กราฟคุณสมบัติทาง INPUT

จะเห็นว่ากราฟคุณสมบัติทาง INPUT จะมีลักษณะคล้ายกับกราฟคุณสมบัติของไดรอดซึ่งความต้านทานของไดรอดสารกึ่งตัวนำมีค่าน้อย เมื่อเทียบกับความต้านทานอื่นในวงจร ก็อาจไม่คิดความต้านทานของไดรอดได้ ดังนั้น อาจประมาณกราฟคุณสมบัติด้าน INPUT ของทานซิสเตอร์ แรงดันที่เบส กับอิมิเตอร์ก็ขึ้นอยู่กับชนิด ของสารกึ่งตัวนำถ้าเป็นซิลิกอน V_{BE} = 0.7 V. ถ้าเป็นเยอรมันเนียม V_{BE} = 0.3 V. ซึ่งการประมาณค่านี้จะใช้ได้กับวงจรทั้ง 3 ลักษณะ

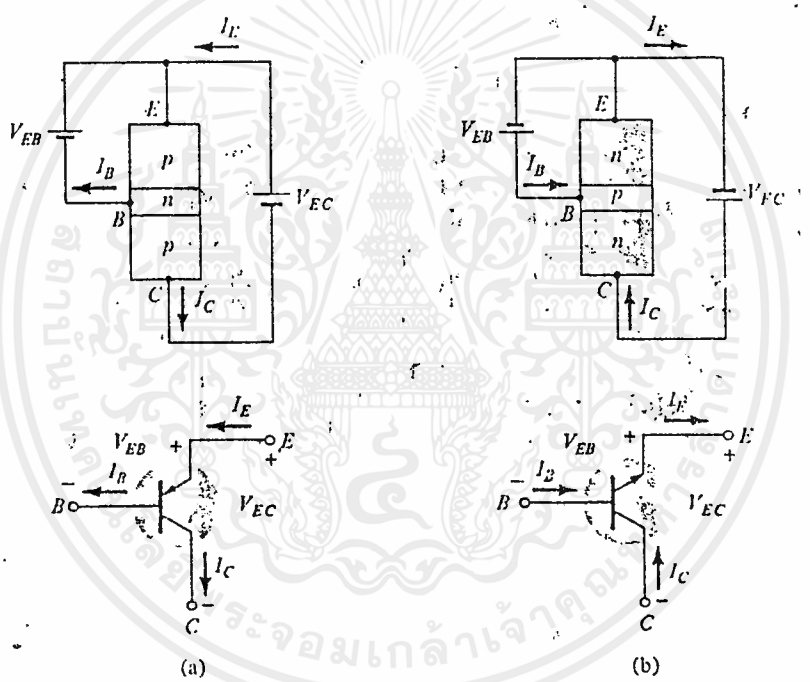


รูป 2.43 กราฟคุณสมบัติทาง INPUT โดยประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2.1.5.3 วงจร COMMON COLLECTOR

วงจรนี้ให้ความต้านทานทาง INPUT สูงประมาณ 100,000 Ω และความต้านทานทาง OUTPUT ต่ำ ประมาณ 200 Ω ดังนั้น จึงใช้เป็นวงจรปรับความต้านทาน (IMPEDANCE MATCHING)



(a) *pnp* transistor; (b) *npn* transistor.

รูป 2.44 ทิศทางกระแสของ PNP และ NPN COMMON COLLECTOR

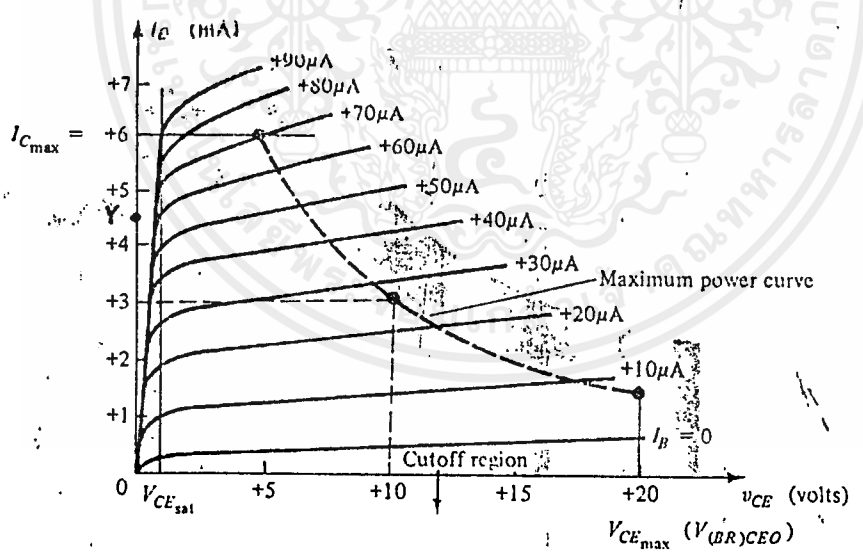
วงจร COMMON COLLECTOR จะมีลักษณะคล้ายกับวงจร COMMON EMITTER โดยสัญญาณ INPUT ของวงจร COMMON COLLECTOR เข้ามาที่เบสและ OUTPUT ออกที่ EMITTER และจะใช้ คอลเลคเตอร์ เป็นจุดร่วมของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2.1.5.4 <u>ช่วงทำงานที่ปลอดภัย</u> จุดทำงานที่ปลอดภัยของทรานซิสเตอร์ ควรจะอยู่ในพื้นที่หนึ่งในระนาบ (I_C - V_{CE}) ซึ่งใช้เขียนลักษณะสมบัติของทรานซิสเตอร์ (ดูรูป 2.45) พื้นที่นี้เรียกว่าช่วงทำงานที่ ปลอดภัย และถูกกำหนดโดยคำจำกัดของกำลังสูญเสีย (power disipation) กระแสสูงสุด แรงดันสูงสุด และโดยขอบเขต การเป็นเชิงเส้นของทรานซิสเตอร์กำลังจะสูญเสียในทรานซิสเตอร์ คือ

$$P_C = V_{CE} \times I_C$$

ซึ่งกราฟของเส้นกำลังสูญเสีย จะเป็นกราฟเส้นไฮเพอร์รบล่า , ไฮเพอร์รลบล่าที่ตรงกับกำลังสูญเสียสูงสุด จะเป็นเขตแดนด้านหนึ่งของส่วนทำงานที่ปลอดภัย



รูป 2.45 ช่วงการทำงาที่ปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่าแรงดันที่สูงเกินกว่าค่าจำกัดแรงดันพัง BV_{CEO} (BREAKDOWN VOLTAGE)) เป็นค่าที่ทำให้ทรานซิสเตอร์พัง เนื่อง จากมีกระแสในตัวทรานซิสเตอร์เพิ่มสูงขึ้นมากจนจะทำความเสียหายให้แก่ทรานซิสเตอร์ได้ เส้นตรง $V_{CE} = VB_{CEO}$ ถ้าเป็นเขตแดนอีกด้านหนึ่งของช่วงการทำงานที่ปลอดภัย เขตแดนด้านอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับการเป็นเชิงเส้นของตัวทรานซิสเตอร์ จากรูป 2.45 สังเกตได้ว่าค่าของอัตราขยาย (I_C/I_B) จะลดลงมากเมื่อค่าการแส I_C สูงขึ้น (ช่วงห่างของเส้นกราฟ I_B ในกราฟลักษณะสมบัติลดลง) และเมื่อ V_{CE} มีค่าต่ำ การไม่เป็นเชิงเส้นจะเกิดขึ้นเนื่องจากการที่ทรานซิสเตอร์อยู่ในภาวะอิ่มตัว นอกจากนี้ในเส้น เมื่อ $I_B = 0$ ทรานซิสเตอร์ก็จะอยู่ในสภาวะดัทออฟอีกเช่นกัน คือ กระแส I_C จะมีค่าน้อยจนเกือบมีค่าเป็นศูนย์

2.2.2.2.1.5.5 <u>สภาพเส้นโหลด</u> (WAD LINE)ในการคำนวณหาจุดทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์จะขึ้นอยู่กับตัวส่วนประกอบต่าง ๆ ที่สำคัญของวงจร ซึ่งเราสามารถที่จะนำค่าเหล่านี้นั้นมาพิจารณา และเลือกได้หลายกรณี เช่น เราสามารถเลือกแรงดันของแหล่งจ่ายไฟตรง เลือกค่าตัวต้านทานเพื่อให้จุดทำงานเป็นไปตามที่ต้องการ และสมการที่ใช้ในการเส้นโหลดหาได้จากสมการทางด้าน OUTPUT ของทรานซิสเตอร์ แล้วแทนค่า ในทำนองเดียวกันถ้าพิจารณาจากวงจรรตยเขียนเป็นเส้นสมการทางด้าน คอลเลคเตอร์ รตยอาศัยกฎของเคียร์รฮฟจะได้ สมการคอลเลคเตอร์ เพื่อสมการทางด้านเอาท์พุต ดังนี้

$$I_C R_L + V_{CE} = V_{CC}$$

แล้วแทนค่า $v_{ce} = 0$ ก็จะได้ $I_C = \frac{Vcc}{R_L}$ ดังในจุด Y ในรูปที่

ซึ่งแสดงเส้นสมการโหลด และแทนค่า $I_C = 0$ ก็จะได้ $V_{CC} = V_{CE}$ ดังที่ $V_{CE} = 15$ โวลต์ เส้นที่ลากจากจุด Y มายังจุดที่ 15 โวลต์ คือ เส้นโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2.1.5.6 การเลือกจุดทำงาน ในการกำหนดจุดทำงาน จุดทำงานบางจุดจะให้ผลดีกว่าจุดอื่น ๆ การจุเลือกจุดทำงานที่ใดในกราฟลักษณะสมบัติขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของวงจร โดยทั่วไปเราจะต้องกำหนดช่วงทำงานที่ปลอดภัยหรือขอบเขตต่าง ๆ ดูเพื่อให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในช่วงปลอดภัย การเลือกจุดทำงานภายในพื้นที่นี้ ปัญหามีอยู่ว่า ควรเลือกจุดทำงานที่ไหนแน่ควรจะควบคุมไม่ให้มันเคลื่อนที่ไปแค่ไหน อย่างไร ในการนี้จะต้องคำนึงถึงสิ่งที่สำคัญส่วน 3 ประการ คือ

1. จะต้องเลือกและควบคุมจุดทำงานเพื่อว่า เมื่อมีสัญญาณแล้วจุดทำงานของทรานซิสเตอร์ที่เลื่อนตามสัญญาณนั้น ยังอยู่ในช่วงที่เป็นเชิงเส้น กล่าวคือสัญญาณออกจะไม่ถูกขลิบ (clip) เพราะทรานซิสเตอร์อิ่มตัว หรือ ดัทออฟ

2. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น กระแสคอลเลคเตอร์ I_C จะเพิ่มขึ้น ในการควบคุมจะต้องระวังไม่ให้จุดทำงานเลื่อนขึ้นไปเหนือเส้นไวเพอร์รบลาของกำลังสูญเสียสูงสุด ซึ่งจะทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

3. จำนวนตัวพารามิเตอร์ของวงจรทรานซิสเตอร์ขึ้นอยู่กับจุดทำงาน ในบางกรณีอาจต้องการควบคุมจุดทำงานเพื่อไม่ให้จำนวนตัวพารามิเตอร์ ดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไปมากนัก หรืออาจจะต้องการเลือกจุดทำงานเพื่อให้ได้ค่าของ จำนวนพารามิเตอร์ตามต้องการได้เมื่อจะพิจารณษตัวประกอบทั้งสองข้อนี้ ก็ต้องคำนึงคุณสมบัติที่ไม่พึงปรารถนาสองข้อของทรานซิสเตอร์ คือ

ก. ลักษณะสมบัติ และค่าพารามิเตอร์ของทรานซิสเตอร์เปลี่ยนแปลงไปได้มากเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไป

ข. ลักษณะสมบัติ และค่าพารามิเตอร์บางตัวเช่น h ของทรานซิสเตอร์จะต่างกันออกไปมากจากตัวหนึ่งไปยังอีกตัวหนึ่งแม้ว่าจะเป็นทรานซิสเตอร์เบอร์เดียวกัน

2.2.2.2.2 ตัวต้านทาน (Resistor) ตัวต้านทานเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเลคทรอนิคส์ ที่มีใช้กันมาก ตัวต้านทานที่ใช้อาจมีรูปร่างลักษณะการใช้งานแตกต่างกันออกไป โดยแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>ตัวต้านทางชนิดค่าคงที่</u> (Fixed Resistor) ตัวต้านทางชนิดค่าคงที่เป็นตัวต้านทานที่รู้จักกันดีโดยทั่วไป ตัวต้านทานที่พบได้ง่ายในวงจรมักจะเป็นตัวต้านทานชนิดค่าคงที่ ตัวอย่าง ของตัวต้านทานแบบนี้แสดงให้เห็นดังรูป

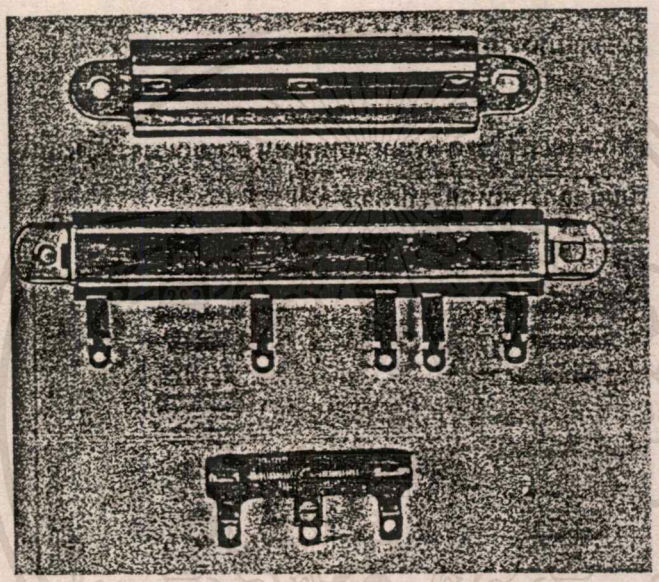
รูป 2.46 ตัวอย่างตัวต้านทานชนิดค่าคงที่แบบต่าง ๆ

ตัวต้านทานที่มีค่าคงที่เหล่านี้ บางชนิดเป็นตัวต้านทานที่ทำมาจากผงด้านเคลือบด้วยพลาสติก หรือ เซรามิคแป้งสีดำหรือน้ำตาล ตัวต้านทานบางแห่งทำด้วยสารจำพวกโลหะออกไซด์ ตัวต้านทานชนิดนี้โดยทั่วไปจะมีค่าผิดพลาดน้อย (toleroynce) หรือมีค่าความถูกต้องเชื่อถือได้ตามที่บอกค่าไว้ที่ตัวมันได้สูง ตัวต้านทานที่มีค่าคงที่อีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า ชนิดลวดพัน (win wound) ตัวต้านทานชนิดนี้ทำมาจากลวดความต้อนทานพันรอบแกนฉนวนซึ่งทำด้วยสารจำพวกเซรามิค ตัวต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทานชนิดนี้มีลักษณะสมบัติพิเศษคือ สามารถทนต่อการไหลของการแสผ่านตัวมันได้สูงกว่าตัวต้านทานแบบอื่น

<u>ตัวต้านทานชนิดเลือกค่าได้</u> (Tapped Resistor) ตัวต้านทานบางชนิดอาจมีการเลือกค่าใดค่าหนึ่งได้ โดยปกติตัวต้านทางชนิดนี้จะมีสายขั้วแยกออกมาเป็นปุ่มหรือขั้ว การเลือกค่าตัวต้านทานทำโดยวิธีแยกสาย หรือโผล่สายออกมาภายนอกที่เรียกว่า แท็ป (Tap) การแท็ปสายอาจทำได้มากกว่าหนึ่ง ดังในรูป



รูป 2.47 ตัวต้านทานชนิดเลือกค่าได้

เพื่อหลีกเลี่ยงเกี่ยวกับผลของสิ่งแวดล้อมที่มีตัวต้านทาน เช่น ความชื้นของอากาศ ฝุ่นละออง จึงใช้เซรามิค หรือ พลาสติก หล่อปิดตัวต้านทานทึบ ที่ปลายด้านหนึ่งของแท่งเซรามิคจะมีขั้วยื่นออกมาภายนอกเพื่อต่อเข้ากับวงจร

<u>ตัวต้านทานชนิดเปลี่ยนค่าได้</u> (Vainable resistor) ในวงจรไฟฟ้าหรืออิเลคทรอนิคส์ทั่วไป ตัวต้านทานบางตัวมีผลต่อการควบคุมการทำงานของวงจร โดยการใช้คุณสมบัติในการเป็นตัวต้านทาน ตัวต้านทานชนิดนี้จะมีหน้าคอนแทคสำหรับใช้การหมุนเลื่อนหน้าคอนแทค การปรับค่าตัวทาน เพื่อเป็นการสะดวกต่อการปรับค่าความต้านทาน จึงมักจะมีแกนยื่นออกมาหรือ มีส่วนที่จะทำให้หมุนปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.48 ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้

<u>ตัวต้านทานชนิดพิเศษ</u> (special resistor) ในเครื่องมืออิเลคทรอนิคส์บางชนิดจำเป็น จะต้องใช้ตัวต้านทานที่ทำหน้าที่พิเศษอย่างอื่นอีกนอกเหนือจากการแสดงเป็นตัวต้านทาน เช่น ตัวต้านทานที่ทำหน้าที่จากดกระแส หรือ ทำหน้าที่เป็นฟิวส์ ตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าตามอุณหภูม ตัวต่านทานไวต่อแสง (Light decreasing resistor) ตัวต้านทานที่ขึ้นกับแรงดัน

<u>การเลือกตัวต้านทานใช้งาน</u> ในการเลือกตัวต้านทานเพื่อใช้งานมีหลักใหญ่ 3 ข้อที่ต้องคำนึงถึงถือ ชนิดของตัวต้านทาน ค่าความต้อนทานรวมถึงช่วงความผิดพลาด และ กำลังงานที่ทนได้ ชนิดของตัวต้านทานขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับงาน ราคา ตลอดจนลักษณะงานที่จะนำไปใช้ เช่น ตัวต้านทานที่ใช้จะเป็นชนิดลวดพัน ชนิดถ่าน หรือชนิดโลหะออกไซด์ เป็นตัวต้านทานที่ปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือตัวต้านทานที่มีค่าคงที่ ค่าความต้านทานและช่วงผ่อนผัน ที่จะมีค่าผิดพลาดขึ้นอยู่กับการทำงานของวงจรหรือการออกแบบวงจร ซึ่งต้องคำนึงถึงเมื่อตัวต้านทานจะเกิดกำลังงานสูญเสียที่ตัวต้านทาน ดังนั้นตัวต้านทานที่ใช้งานจะต้องสามารถระบายความร้อน การคำนวณหากำลังงานสูญเสียสามารถคำนวณหาได้ เช่น ค่าตัวต้านทาน 1 หรือ เมื่อต่อในวงจรแล้วมีแรงดันตกคร่อม 10 รวลท์ ดังนี้ ค่ากำลังงานสูญเสียที่ตัวต้านทานจะมีค่าเท่ากับ $\frac{v^2}{R} = \frac{10^2}{1000}$ หรือ 0.1 วัตต์

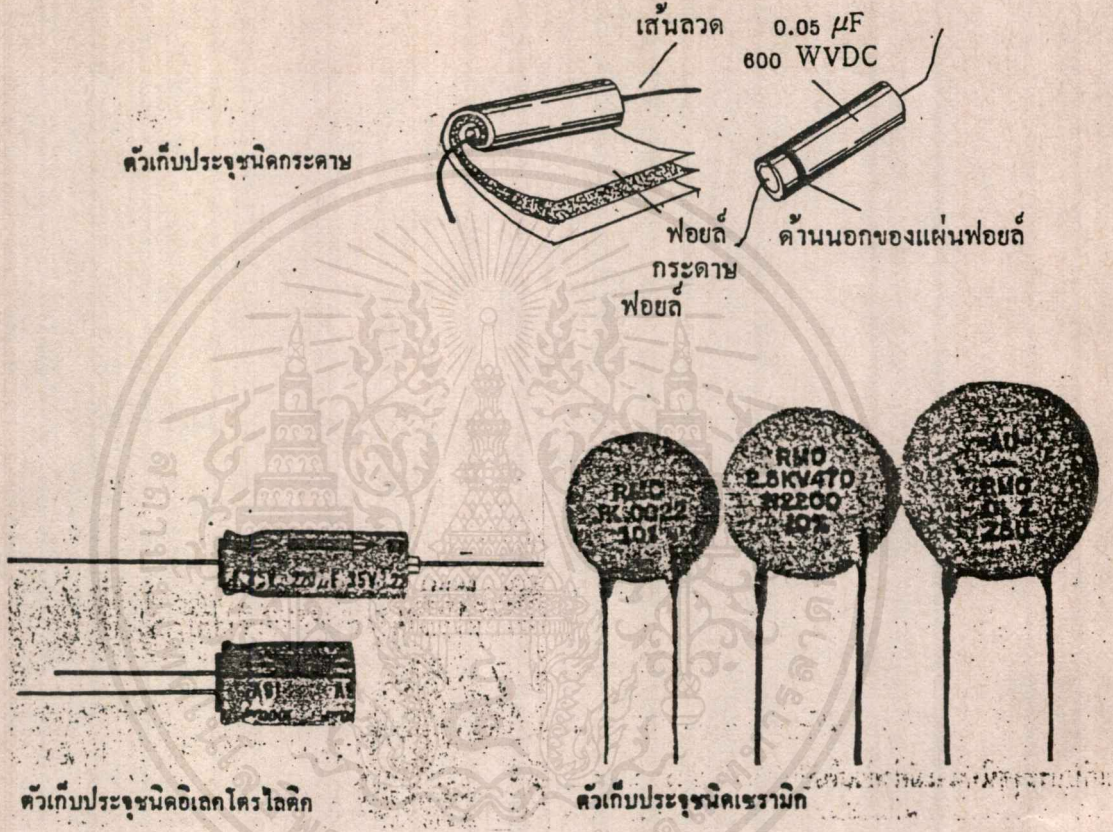
ดังนั้นจึงเลือกตัวต้านทานที่หทนกำลังงานได้ 1/4 วัตต์ พอเพียง

2.2.2.2.3 <u>คาปาซิเตอร์</u> (Capacitor) หรือตัวเก็บประจุ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางอิเลคทรอนิคส์ที่ทำหน้าที่เก็บสะสม หรือฉายประจุไฟฟ้าให้กับวงจรหรืออุปกรณ์อื่น ตัวเก็บบรรจุจึงมีคุณสมบัติพิเศษทางด้านไฟหน้ามือ ตัวเก็บประจุจะต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน นั้นหมายความว่าตัวแรงดันนั้นให้กับตัวเก็บ ประจุเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางเพิ่มขึ้น ตัวเก็บประจุจะต่อต้านการเปลี่ยนแปลงนี้ ดังนั้นแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุจะเพิ่มขึ้นทันทีทันใดไม่ได้ แต่จะค่อย ๆ เปลี่ยนแปลงเมื่อแรงดันที่ตัวเก็บประจุคงที่แล้ว กระแสไฟจะไม่สามารถไหลเข้าไปสะสมในตัวเก็บประจุได้อีก ดังนั้น กระแสไฟตรงจึงไหลเข้าในตัวเก็บประจุได้ในช่วงการสะสมประจุเท่านั้น แต่เมื่อประจุมีเต็มที่แล้ว กระแสนั้นก็จะไหลต่อไปอีกไม่ได้ จึงจะเห็นว่าตัวเก็บประจุไม่ยอมให้กระแสไฟตรงไหลผ่าน ส่วนในกระแสสลับนั้นแรงดันเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ตัวเก็บประจุจึงพยายามเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันที่คร่อม ตัวเก็บประจุตามด้วยตลอดเวลา จึงเห็นเสมือนว่ากระแสไหลผ่านตัวเก็บประจุได้

<u>ตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่</u> (Fixed Capacitor) ตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่เป็นชนิดที่ใชกันมาก ตัวเก็บประจุชนิดนี้จะได้รับการผลิตให้มีค่าคงที่ และไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าตัวเก็บประจุได้อีกเลยนอกจากจะนำตัวเก็บประจุหลาย ๆ ตัวมาต่อกันในลักษณะขนานกัน อนุกรมหรือผสม ตัวเก็บประจุชนิดค่าคงที่ มีด้วยกันหลายแบบหลายขนาด เช่น แบบกระดาษ (Paper capacitor) แบบไมก้า (Mica

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

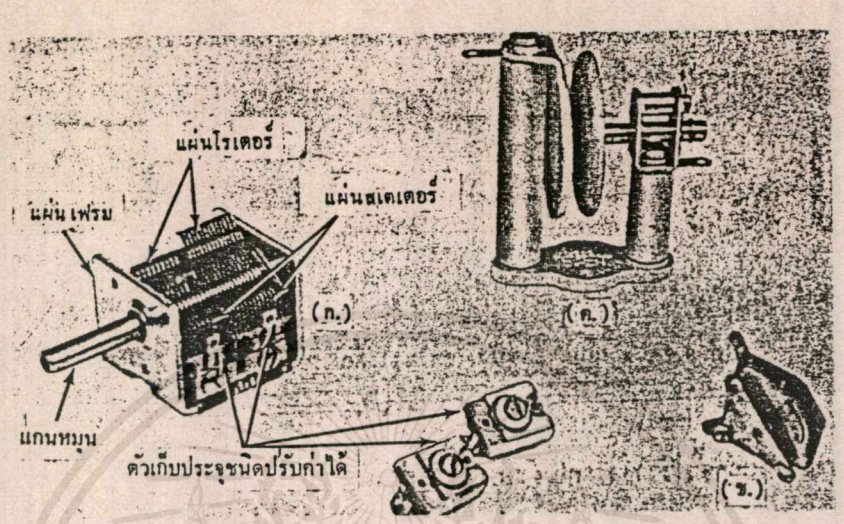
capacitor) แบบเซรามิค (Ceramic Capacitor) และแบบอิลคโตรไลติค (Electrolytic Capacitor) แต่ชนิดนี้ในการนำไปใช้งาน จะต้องระมัดระวังการต่อให้ถูกขั้วด้วยมิฉะนั้นอาจทำให้เกินความเสียหายแก่ คาปาซิเตอร์ได้ การเรียกชื่งแต่ละแบบดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเรียกตามวัสดุ ที่ใช้ทำเป็นฉนวนกั้นและหุ้มแผ่นตัวนำนั้น



รูป 2.48 คาปาซิเตอร์ชนิดต่าง ๆ

<u>ตัวเก็บประจุที่เปลี่ยนค่าได้</u> (Vaniable Capacitor) ตัวเก็บประจุพวกนี้ก็เหมือนกับตัวต้านทานที่ปรับค่าได้นั้นเอง โดยทั่วไปตัวเก็บประจุที่ปรับค่าได้มักใช้วงจรจูนนิ่ง หรือวงจรปรับแต่งสัญญาณทางอิเลคทรอนิคส์ ตัวเก็บประจุชนิดนี้ที่ใช้กันมากเป็นแผ่นโลหะประกอบบนแกนเดียวกัน เมื่อหมุนแกนแผ่นโลหะจะเลื่อนเข้าหากันทำให้ค่าตัวเก็บประจุเปลี่ยนแปลง สิ่งที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่ง คือตัวเก็บประจุชนิดนี้เป็นตัวเก็บประจุชนิดใช้อากาศ เป็นสารไดอิเลคตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

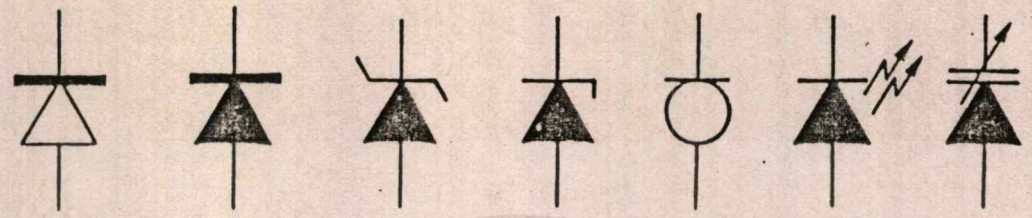


รูป 2.49 ตัวอย่างตัวเก็บปรุจุที่ปรับค่าได้

2.2.2.2.4 ไดโอด (Diode) ไดโอดเป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเลคทรอนิกส์ที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด N มาแล้วแพร่อนุภาคอะตอมของสารบางชนิดเข้าไปในเนื้อสารเกิดเป็นสาร P ขึ้นบางส่วน แล้วจึงต่อขั้วออกใช้งาน ไดโอดชนิดนี้มีบทบาทในวงจรอิเลคทรอนิกส์และมีใช้แพร่หลาย โดยส่วนใหญ่ใช้ในวงจรแปลงไฟสลับให้เป็นไฟตรง (Rectifier) และเนื่องจากไดโอดนำกระแสได้เพียงทางเดียวดังนั้นในการวางตัวไดโอดในวงจรจำเป็นจะต้องตรวจสอบขั้วของไดโอด ให้ถูกต้องก่อนต่อใช้ในวงจรด้วย

ไดโอดมีด้วยกันมากมายหลายชนิดขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการใช้งาน เช่น ไดโอดเรคติไฟเออร์ (ไดเฮดธรรมดาทั่วไป) ซีเนอร์ไดโอด ทันเนลไดโอด ไดโอดเปล่งแสง (LED) วาแรคเตอร์ไดโอด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.50 สัญญลักษณ์ที่ใช้แทนไดโอด

สัญญลักษณ์ที่เขียนแทนไดโอดดังแสดงข้างบน ทิศทางของลูกศรจะเป็นการแสดงทิศทางการไหล ของกระแสที่ไหลผ่านตัวไดโอด จากรูปที่แสดง รูป ก. และ ข. เป็นไดโอดเรคติไฟเออร์ รูป ค. และ ง. เป็นซีเนอรีไดโอด รูป จ. เป็นทันแนลไดโอด รูป ฉ. เป็นไดโอดเปล่งแสง รูป ช. แทนวาแรคเตอร์ไดโอด

ไดโอดเปล่งแสง (Light-Emitting Diode) เรียกย่อ ๆ ว่า LED คือไดโอดที่สามารเปล่งแสงออกมาได้ แสงที่เล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียว และเฟสต่อเนื่อกัน

2.2.2.2.5 Arrester คือ อุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันอันตรายจากการ Surge ภายในระบบและนอกระบบ ภายในระบบอาจเกิดการสวิตชิ่งในระบบ ถ้าจากภายนอกก็อาจเกิดจากฟ้าผ่า (Lightning) ในที่นี้ใช้สัญญลักษณ์ ดังในรูป

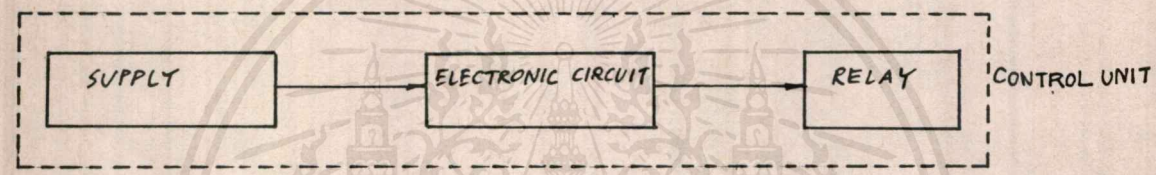
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.51 สัญลักษณ์ของ Arrester

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.6 <u>ทฤษฎีของวงจรอิเลคทรอนิคส์ที่นำมาใช้ในวงจร</u>

ในวงจรที่ได้ออกแบบมาเป็นการนำเอาหลักการวงจรอิเลคทรอนิคส์ในส่วนของที่ทำหน้าที่ในการขยายกระแส และทำหน้าที่เสมือนสวิทช์เพื่อนำเอาสัญญาณที่ได้ไปควบคุมตัวกลางในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังนั้นคือรีเลย์ โดยเอาสัญญาณที่ได้จากวงจรอิเลคทรอนิคส์ทำหน้าที่ควบคุมการ ON-OFF ของรีเลย์ โดยจะแบ่งอธิบายออกเป็นส่วนๆ จาก BLOCK DIAGRAM ในรูที่ 3.5

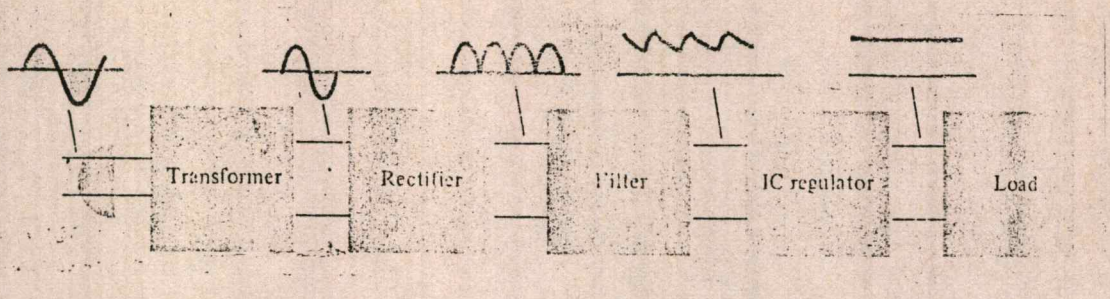


รูปที่ 3.5 BLOCK DIAGRAM ของความสัมพันธ์ในภาคต่างๆ ของ CONTROL UNIT

SUPPLY เป็นส่วนที่ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้ามา เพื่อช่วยให้วงจรทำงานได้พร้อมกับจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับชุดรีเลย์และส่วนที่เป็นตัวตรวจจับ(SENSE) สัญญาณการควบคุมระดับน้ำโดยผ่านไปทางแท่งอิเลคโทรดในส่วนของSUPPLY หรือเรียกว่าแหล่งจ่ายำฟตรง และแหล่งจ่ายไฟตรงนี้ก็ทำหน้าที่ เปลี่ยนพลังงานไฟสลับให้เป็นพลังงานตรงโดยมี BLOCK DIAGRAM ดังรูปที่ 3.6

โดยจาก BLOCK DIAGRAM จะเห็นว่าประกอบด้วยส่วนของหมHอแปลง (TRANSFORMER), เรคติไฟเออร์, และฟิลเตอร์(FILTER) ส่วนที่เป็นหัวใจในการแปลงไฟกรแสสลับแรงดันต่ำที่ได้มาจากหม้อแปลงไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรงคือส่วนของเรคติไฟเออร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

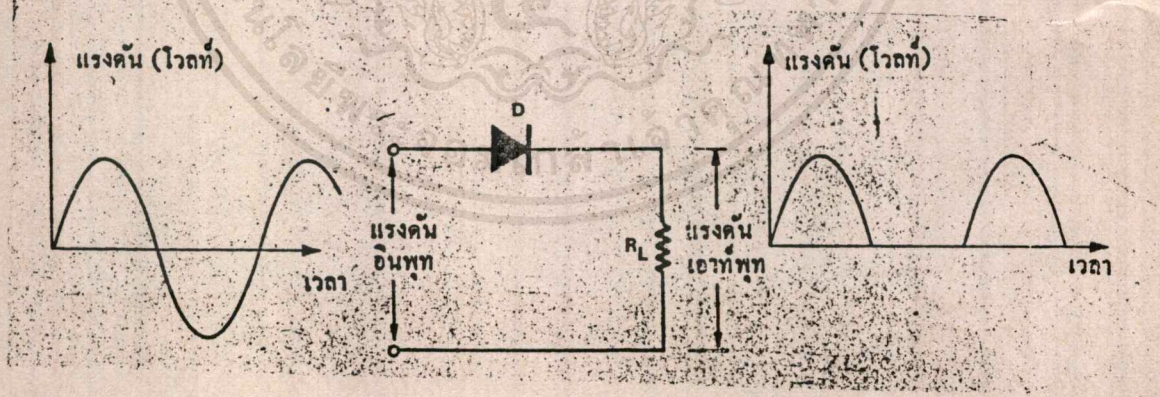


รูปที่ 3.6 BLOCK DIAGRAM ของส่วน POWER SUPPLY

2.2.2.6.1 เรคติไฟเออร์

คือวงจรไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติในการแปลงสัญญาณกระแสสลับ ให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง หรือมีคุณสมบัติยอมให้กระสไฟฟ้าไหลผ่านในทิศทางใดทิศทางหนึ่งแก่ความต้านทานโหลด

วงจรฮาล์ฟเวฟเรคติไฟเออร์ (HALF WAVE RECTIFIER)



รูปที่ 3.7 วงจรฮาร์ฟเวฟเรคติไฟเออร์

หลักการทำงานของวงจรคือ ในระหว่างครึ่งลบของสัญญาณ ไดโอดจะถูกไบอัสกลับ ดังนั้นจึงไม่มีกระแสไหลในวงจร แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_L จึงมีค่าเป็นศูนย์และเมื่อแรงดันครึ่งบวกเข้ามาไดโอดจะถูกไบแอสตรงทำให้มีแรงดันไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

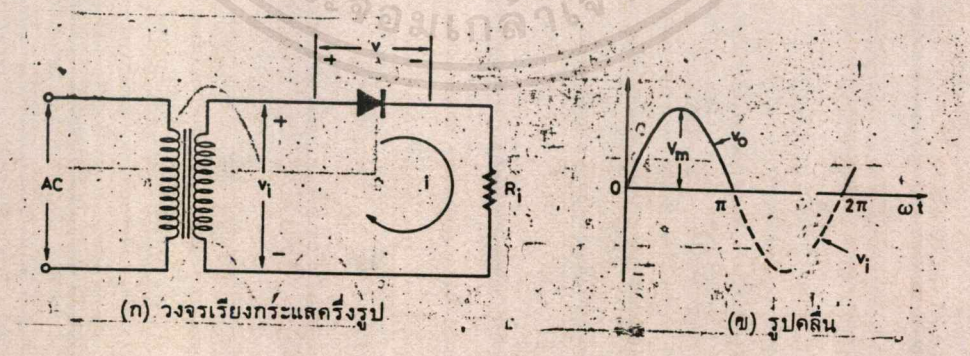
ในวงจร เกิดแรงดันคร่อมตัวต้านทานโหลดตามลักษณะ สัญญาณอินพุทดังนั้นสัญญาณเอาท์พุทที่โหลดจึงมีค่าเป็นสัญญาณรูปครึ่งไซเคิลที่เรียกว่าฮาล์ฟเวฟ (HALF WAVE)

ค่าแรงดันไฟตรงที่วัดได้จะมีค่าเฉลี่ยของสัญญาณทั้งหมดซึ่งวงจรฮาล์เวฟเรคติไฟเออร์จะให้ค่าเฉลี่ยของแรงดันเพียง 0.138 เท่าของแรงดันไฟสูงสุดเท่านั้น

$$\text{หรือ } V_{DC} = 0.318\ V_P$$

วงจรฮาล์เวฟ จะดึงกำลังงานจ่ายไปยังโหลดได้แต่เพียงครึ่งไซเคิล ที่เป็นบวก ดังนั้นวงจรจึงมีข้อจำกัดในเรื่อง ของการจ่ายกระแสไปยังโหลดด้วยเหตุผลนี้วงจรฮาล์ฟเวฟเรคติไฟเออร์จึงใช้เป็นวงจรที่จ่ายกระแสให้โหลด ที่มีจำนวนไม่มากเกินไป

ข้อเสียอีกประการหนึ่ง ของวงจรฮาล์เฟเรคติไฟเออร์คือเนื่องจากวงจรจ่ายกระแสเป็นห้วงๆ ทีละครึ่งไซเคิล ดังนั้นหม้อแปลงที่จ่ายไฟสลับจะมีค่ากระแสไฟเป็นช่วงๆ ด้วย จึงเป็นผลให้ประสิทธิภาพของหม้อแปลงต่ำลงเนื่องจากเกิดการอิ่มตัวในแกนเหล็กของหม้อแปลงได้ง่าย



รูปที่ 3.8 วงจรเรียงกระแสครึ่งรูปคลื่น (HALF-WAVE RECTIFIER)

การคำนวณปริมาณทางไฟฟ้าที่สำคัญของวงจรเรียงกระแสครึ่งรูปจะทำได้ดังนี้

ให้ Rf = forward resister ของ ไดโอด

$V_i = V_m \sin wt$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$i = Im \sin wt$$

$$= \{Vm/Rf+R1\} \sin wt \quad \text{เมื่อ} \quad 0<wt=<\pi$$

และ $i = 0$ เมื่อ $\pi<wt=<2\pi$

ดังนั้นกระแสไฟตรงขาออก

$$Idc = 1/2\pi \int 2 \sin wt \, dwt$$

$$= Im/\pi$$

$$= Vm/\pi(Rf+R1)$$

$$Irms = \{1/2\pi \int I^2m \sin^2 wt \, dwt\}^{1/2}$$

$$= Im/2$$

แรงดันไฟตรงขาออก

$$Vdc = Idc*R1$$

กำลังไฟฟ้า $Pi = I^2rms \ (Rf+R1)$

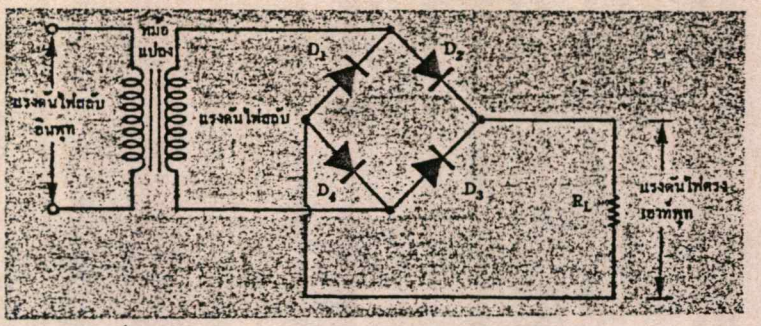
วงจรฮาล์เวฟจะมีค่าแรงดันไบแอสกลับตกคร่อมไดโอดสูงสุดเท่ากับแรงดันสูงสุดของไฟสลับ การเลือกไดโอดต้องเลือกให้ทนแรงดันสูงสุดในสภาวะที่ไดโอดไม่นำกระแสได้เพื่อไม่ให้ไดโอดเกิดการเสียหาย และเอาท์พุทของวงจรมีการกระเพื่อม(RIPPLE)สูงมากคือบางส่วนของสัญญาณเอาท์พุทจ่ายไฟในลักษณะที่เป็นพัลส์

<u>วงจรฟูลเวฟเรคติไฟเออร์</u> (FULL WAVE RECTIFIER)

วงจรเรคติไฟเออร์แบบนี้จำเป็นต้องใช้ไดโอดอย่างน้อย 2 ตัวต่ออยู่ในวงจร เพื่อว่าจะให้ไดโอดเกิดการนำกระแสในแต่ละครึ่งไซเคิลของไฟกระแสสลับ ไดโอดทั้งสองจึงทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายกระแสให้กับความต้านทานโหลดตัวละครึ่งไซเคิล แต่ต้องจ่ายให้ในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นวงจรสามารถจ่ายกระแสไฟตรงได้เรียบ และสามารถจ่ายกระแสได้สูงกว่าแบบวงจรฮาล์ฟเวฟเรคติไฟเออร์ด้วย

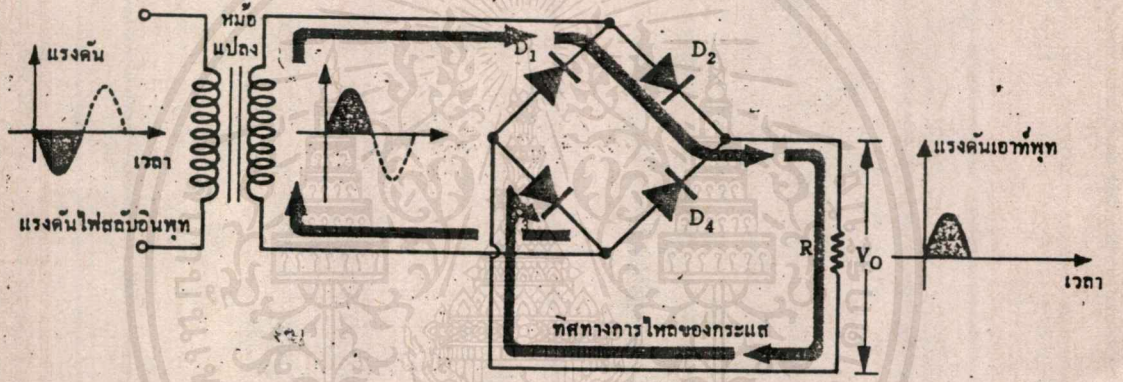
<u>วงจรฟูลเวฟแบบบริดจ์เรคติไฟเออร์</u> (BRIDGE RECTIFIER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์

แรงดันไฟสลับจะต่อเข้าที่สองมุมของวงจรอิเลคทรอนิคส์และเอาท์พุทจะถูกนำออกที่สองมุมที่เหลือดังวงจรในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.10 แสดงการทำงานของวงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์

จากรูปที่ 3.10 จะเห็นได้ว่าการนำกระแสของไดโอดจะเกิดสลับกันทีละสองตัวคือ D_2 กับ D_4 และ D_1 กับ D_3 แรงดันไฟตรงที่โหลดสามารถหาได้จาก

$$Vdc = Vp*0.637$$

$$= \sqrt{2}*0.637Vrms$$

เมื่อกำหนดหม้อแปลงให้วงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์แล้ว วงจรสามารถทำให้แรงดันเอาท์พุทมีค่าได้เป็นสองเท่าของวงจรฟูลเวฟแบบมีแท็ปกึ่งกลางของขดทุติยภูมิ ทั้งนี้เพราะแรงดันที่คร่อมหม้อแปลงทั้งหมด ไม่มีการแบ่งครึ่งแต่จะป้อนเข้าไปยังชุดวงจรบริดส์ได้โดยตรงจึงทำให้ V_p ของวงจรบริดจ์มีค่าเป็นสองเท่าของวงจรหม้อแปลงที่มีแท็ปกึ่งกลาง

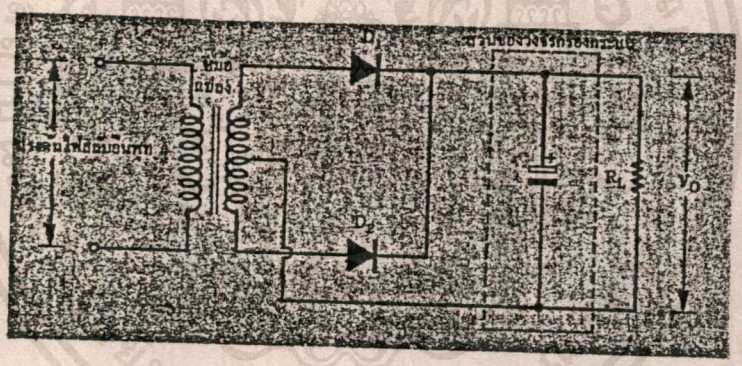
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.9 เมื่อพิจารณาขณะที่ไดโอด D_2 และ D4 นำกระแสไดโอด D_1 ,D_3จะไม่นำกระแสขณะที่ D_3 ,D_1ไม่นำกระแสนั้นแรงดันที่ตกครอมไดโอด D_2,D_4 จะมีค่ามากที่สุดได้เพียง V_p เท่านั้นซึ่งมีค่าน้อยกว่าวงจรฟูลเวฟแบบหม้แปลงมีแท็ปกึ่งกลาง ซึ่งแบบ FULL WAVE แบบบริดจ์ นี้ทนแรงดันสูงสุดเพียง $V_p/2$ เท่านั้น

<u>วงจรกรองแรงดันหรือฟิลเตอร์</u>(FILTER)

ค่ากระเพื่อมของแรงดันไฟตรงเอาท์พุทที่กระเพื่อมไปจาก ค่าแรงดันไฟเฉลี่ยหรือแรงดันไฟตรงเราเรียกว่า ริปเปิล(RIPPLE) ซึ่งอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ตลอดจนวงจรส่วนใหญ่ต้องการไฟตรงที่ราบเรียบเลี้ยงวงจร ดังนั้นเอาท์พุทที่ได้จากวงจรเรคติไฟเออร์จะต้องผ่านวงจรฟิลเตอร์นี้ก่อน

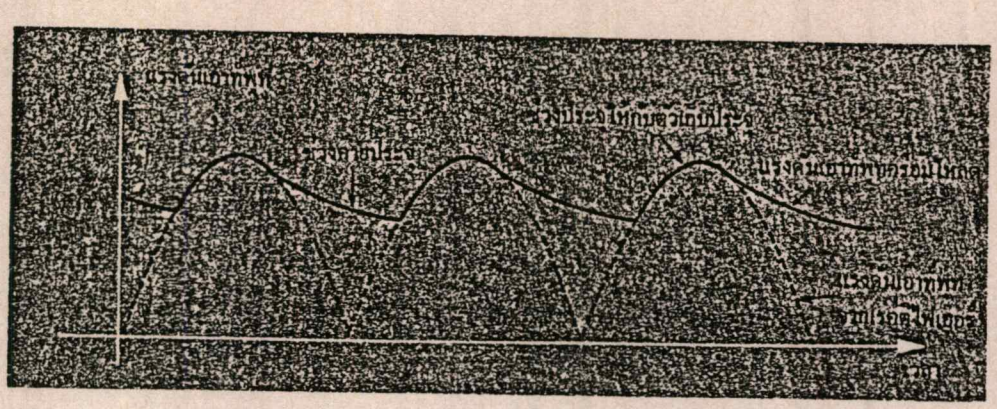
<u>การกรองแรงดันด้วยตัวเก็บประจุ</u>(CAPACITOR FILTER)



รูปที่ 3.11 วงจรกรองกระแสด้วยตัวเก็บประจุ

วงจรกรองแรงดันแบบนี้ประกอบด้วย ตัวเก็บประจุต่อเชื่อมคร่อมเอาท์พุทตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่เก็บประจุไว้ในตัวมัน ในขณะที่แรงดันเอาท์พุทเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุด แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุจะมีค่าสูงสุดด้วย เมื่อแรงดันเอาท์พุทลดลงมาเป็นศูนย์ ตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่ช่วยจ่ายประจุให้โหลดทำให้แรงดันคร่อมตัวเก็บประจุค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งแรงดันเอาท์พุทของเรคติไฟเออร์มีค่ามากกว่าก็ประจุเข้าไปยังตัวเก็บประจุอีกครั้งเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

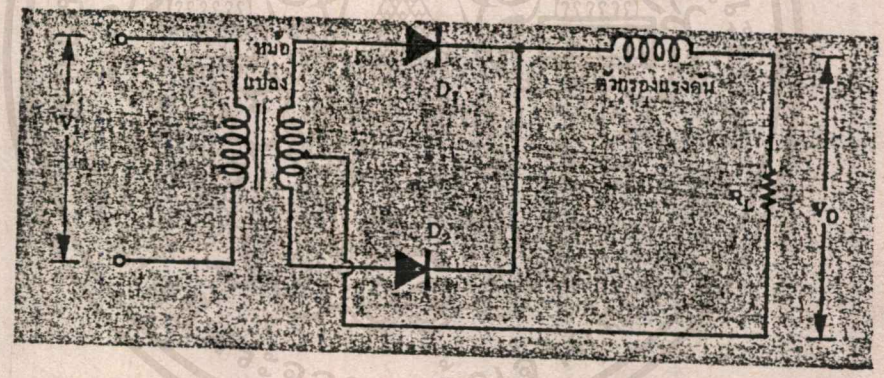
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



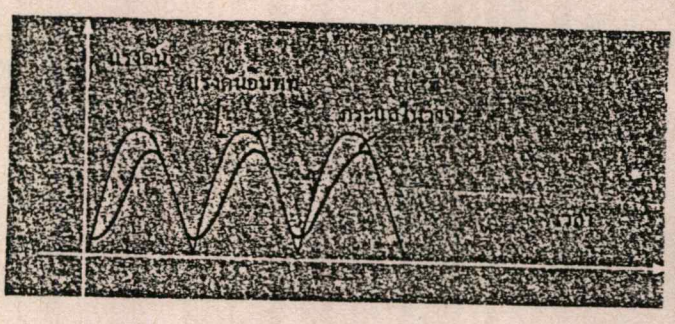
รูปที่ 3.12 ใช้คาปาซิเตอร์เป็นตัวกรองแรงดันของวงจรฟูลเวฟ

การกรองแรงดันด้วยตัวเหนี่ยวนำ (INDUCTANCE FILTER)

ตัวเหนี่ยวนำนี้สามารถเก็บหรือคายพลังงานทางไฟฟ้าได้เช่นเดียวกับตัวเก็บประจุ ซึ่งการเก็บพลังงานไฟฟ้าในตัวเหนี่ยวนำจะเก็บสะสมพลังงานไว้ในรูปของสนามแม่เหล็กหรือที่เรียว่า ฟลั๊ก(FLUX)



รูปที่ 3.13 วงจรกรองแรงดันด้วยตัวเหนี่ยวนำ

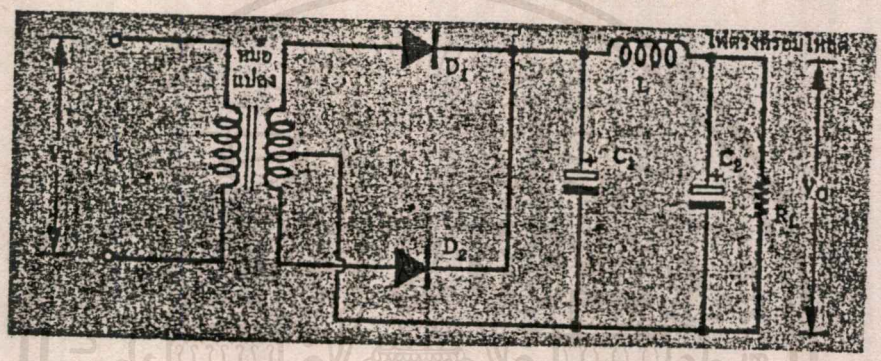


รูปที่ 3.14 สัญญาณของการกรองแรงดันด้วยตัวเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรกรองแรงดันแบบพาย (π)

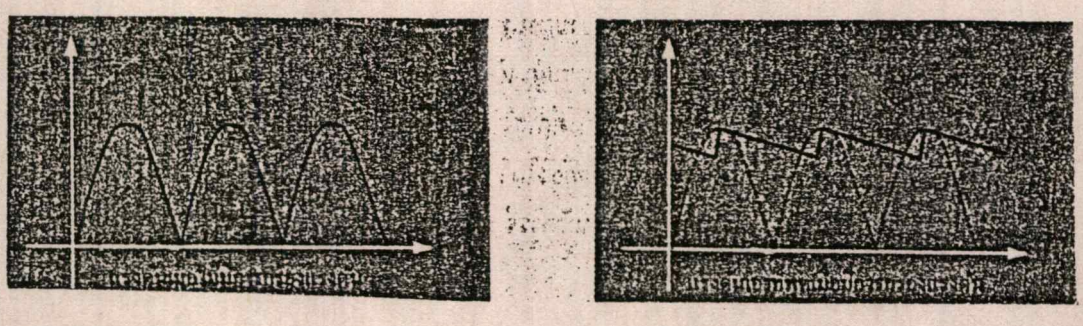
เป็นวงจรที่ให้ผลของริปเปิลลดลงมากในวงจรแบบนี้ตัวเก็บประจุ C1 ทำหน้าที่ในการ FILTER ตัวเก็บประจุนี้นะเป็นตัวทำให้มีค่าแรงดันเอาท์พุท มีค่าแรงดันสูงสุดแล้วคายประจุลดลง ในขณะที่แรงดันเอาท์พุทจากเรคติไฟเออร์ลดลงตัวเก็บประจุ C2 ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ C1 ตัวเหนี่ยวนำ L1 ทำให้การกรองแรงดันทั้งหมดดีขึ้น โดยปรับแรงดันไม่ให้ค่าแรงดันคร่อมตัวเก็บประจุทั้งสองแตกต่างกันมากนัก



รูปที่ 3.15 วงจรกรองแรงดันแบบพาย

วงจรกรองแรงดันแบบรูปตัวแอล (L-SECTION FILTER)

ตัวเหนี่ยวนำจะทำหน้าที่ ต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของกระแสและตัวเก็บประจุจะทำหน้าที่ต่อต้านการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน เมื่อรวมทั้งสองนี้เข้าด้วยกันจะทำให้ค่าของริปเปิลลดดงมากวงจรนี้มีข้อดี คือ เมื่อเปลี่ยนแปลงกระแสโหลดแรงดันคร่อมที่เอาท์พุทจะไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก



รูปที่ 3.16 ลักษณะสัญญาณแรงดันเมื่อมีการกรองแรงดันแบบแอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.7 การทำงานของวงจร FLOATLESS RELAY

1. เมื่อระดับน้ำใน SOURCE TANK ท่วมแท่ง E'_1 และ E'_3 จะทำให้ชุด FLOATLESS RELAYชุดบนนั้นทำงานโดยที่ E'_1 และE'_3 นั้นต่อถึงกันด้วยน้ำซึ่งน้ำนั้นมีค่าความต้านทานของน้ำนั้น อยู่จึงทำให้กระแสไหลผ่าน ทำให้ชุดบริดจ์ขนาด 8 โวลท์ นั้นมีกระแสไหลผ่านออก OUT PUT เป็นไฟฟ้ากระแสตรงผ่านคาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์ C_2 ซึ่งจับกระแสได้ 0.01 mA และกระแสส่วนนี้ได้รวมกับค่าคาปาซิเตอร์-ฟิลเตอร์ของ 24 vจึงทำให้มีระแสไหลผ่านเข้าตัวต้านทาน R_E ซึ่งมีกระแสไหลผ่าน 0.05 A มีแรงดันตกคร่อม 0.36 Vdc ซึ่งส่วนนี้จะเป็นส่วนที่จะทำให้เป็นการป้อนแรงดันไฟให้กับขา คอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ ทั้ง 2 ตัว ซึ่งทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 ตัวนี้เป็นการต่อแบบ ดาร์ลิงตัน ซึ่งจะให้อัตราขยายกระแสมีค่ามากกับวงจรซึ่งสัญญาณที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_E นั้นก็ยังเป็นไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ ต่อมาเรามาดูทางด้านตัวความต้านทาน R_B, R_A,R_B นั้นถ้าเราเปรียบเทียบ คาปาซิเตอร์ C_1 และคาปาซิเตอร์ C_2 นั้นเป็นแหล่งจ่าย SUPPLY 2 ตัว ดังรูป 3.

ดังนั้นค่ากระแสต่างๆ และแรงดันที่ตกคร่อมนั้นตัวต้านทาน R_Aและตัวต้านทาน R_B นั้นจะใช้หลักการคล้ายกับวงจรการต่อแบบ STABILIZER BIAS ให้กับทรานซิสเตอร์ TR1 โดยสัญญาณอินพุท ที่ถูกป้อนเข้าไปยังวงจรขยายระหว่างขาเบสและกราวนด์คร่อมตัวต้านทาน R_B สัญญาณที่ป้อนเข้าทำโดย การบวกเข้าหรือหักออกจากระดับไฟตรงคร่อมตัวต้านทาน R_B ซึ่งใช้หลักการของ VOLTAGE DIVIDER โดยมีตัวต้านทาน R_C เป็นตัวหักแรงดันไฟฟ้าออกด้วย

เมื่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันคร่อมตัวต้านทาน R_B มีค่าสูงขึ้น จะทำให้กระแสเบสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เมื่อกระแสเบสเพิ่มขึ้นมีค่า 1.2 mA จะทำให้กระแสเบสเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 45 mA และแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R_E และตัว-ต้านทาน R_F มีค่าลดลงเนื่องจากแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_E และตัวต้านทานนั้น รวมกับแรงดันจากขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ TR2 ไปยังกราวนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ หรือในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีค่า 0.435 V. เนื่องจากเมื่อมีแรงดันตกคร่อม ตัวต้านทาน R_E และตัวต้านทาน R_F เพิ่มขึ้นแรงดันจากขาคอลเลคเตอร์ไปกราวนด์ก็จะลดลง และส่วนที่เปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้ TR1 ทำงานและกระแส I_{E1} ทรานซิสเตอร์ TR1 นั้นจะป้อนกระแสให้กับทรานซิสเตอร์ TR2 ที่ขาเบส ด้วยจึงทำให้ทรานซิสเตอร์ TR2 มีกระแส I_C ไหลผ่านตัวต้านทาน R_F เป็นตัวป้อนแรงดันที่ขาเบสด้วย จึงทำให้ TR2 มีกระแส I_{C2} ไหลผ่านตัวต้านทาน R_F และมีกระแสไหลผ่านครบวงจร LEDสว่างทำให้คอยล์รีเลย์นั้นทำงานทำให้หน้าคอนแทคจากปกติ นั้นเปลี่ยนหน้าคอนแทคไปอีกสภาวะหนึ่ง โดยที่หน้าคอนแทค 1 ต่อกับ 2 และหน้าคอนแทค11 ต่อกับ10 ทำให้รับไฟ 220 V. จ่ายให้กับคอยล์แมกเนติคทำให้ MOTOR PUMP ทำงาน และทำให้น้ำไหลเข้าที่ ELEVATED TANK ในขณะเดียวกัน หน้าคอนแทค 1 จะจ่ายให้กับหน้าคอนแทค 2 เพื่อทำหน้าที่เป็น SELF HOLDING ให้กับชุดวงจรที่ 1

2. จากนั้นน้ำจะไหลเข้า ELEVATED TANK เรื่อยๆ จนกระทั่งน้ำท่วม E_1 จะทำให้ชุด RELAY ของวงจรที่ 2 (วงจรล่าง)ทำงานโดยที่ E_1 และ E_3 นั้นมีน้ำต่อถึงกัน ซึ่งน้ำมีความต้านทานของน้ำของน้ำนั้นอยู่ จึงทำให้กระแสไหลผ่านทำให้ชุดเราทำให้ชุดบริดจ์ขนาด 8 V.นั้นมีกระแสไหลผ่านออก OUT PUT เป็นไฟฟ้ากระแสตรงผ่าน คาปาซิเตอร์ C_3 ซึ่งจับกระแสได้ 0.01 mA และกระแสส่วนนี้ได้รวมกับค่าคาปาซิเตอร์ของ 24 V.ซึ่งจับกระแสได้ 0.3 mA จึงทำให้มีกระแสไหลเข้าตัวต้านทาน R_E ซึ่งมีกระแสไหลผ่าน 0.05 A มีแรงดันตกคร่อม 0.36 Vdc ซึ่งส่วนนี้จะเป็นส่วนที่จะทำให้เป็นการป้อนแรงดันไฟให้กับขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ทั้ง 2 ตัว ซึ่งต่อแบบดาร์ลิงตันซึ่งสัญญาณที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_E นั้นก็ยังเป็นไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ ต่อมาเรามาดูทางด้านตัวต้านทาน R_D,ตัวต้านทาน R_A,ตัวต้านทาน R_C,ตัวต้านทาน R_B นั้นเป็นแหล่งจ่าย SUPPLY 2 ตัว

ดังนั้นค่ากระแสต่างๆและแรงดันที่ตกคร่อมนั้นตัวต้านทาน R_A และตัวต้านทาน R_B นั้นจะใช้หลักการคล้ายกับวงจรการต่อแบบ STABILIZER BIAS ให้กับทรานซิส-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ TR1 โดยสัญญาณ INPUT ที่ถูกป้อนเข้าไปยังวงจรขยายระหว่างขาเบสและกราวด์คร่อมตัวต้านทาน R_B สัญญาณที่ป้อนเข้าหรือหักออกจากแรงดันระดับไฟตกคร่อมตัวต้านทาน R_B ซึ่งใช้หลักการ VOLTAGE DIVIDER โดยมีความต้านทาน R_C เป็นตัวหักแรงดันไฟฟ้าออกด้วย

เมื่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันคร่อมตัวต้านทาน R_B มีค่าสูงขึ้นจะทำจะทำให้กระแสเบสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยกระแสเบสที่เพิ่มขึ้นมีค่า 1.2 mA จะทำให้กระแสคอลเลคเตอร์ก็เพิ่มขึ้นตามซึ่งมีค่าเท่ากับ 45 mA และแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_E และตัวต้านทาน R_F มีค่าลดลงเนื่องจากแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_E และตัวต้านทาน R_F นั้นรวมกับแรงดันจากขาคอลเลคเตอร์ไปยังกราวนด์ก็จะลดลงและส่วนเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้ทรานซิสเตอร์ TR1 ทำงานและกระแส I_{E_1} ของทรานซิสเตอร์ TR1 นั้นจะป้อนกระแสให้กับทรานซิสเตอร์ TR2 ที่ขาเบสโดยให้ตัวต้านทานเป็นตัวป้อนแรงดันที่ขาเบสด้วยจึงทำให้ทรานซิสเตอร์ TR2 มีกระแส I_C ไหลผ่านตัวต้านทาน R_F และมีกระแสไหลผ่านครบวงจรทำให้คอลย์รีเลย์นั้นทำงานและ LED สว่างด้วย ทำให้หน้าคอนแทคจาก 22 ต่อกับ 20 ย้ายไปเป็น 21 ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านคอยล์ และทำให้ MOTOR PUMP หยุดทำงานและน้ำที่ไหลเข้าก็หยุดด้วย ในขณะเดียวกันหน้าคอนแทค 12 ต่อกับ 13 แล้วนั้นจะต่อเป็น SELF HOLDING ให้กับชุดวงจรที่ 2 เพื่อป้องกันจากการน้ำกระเพื่อม

3. เมื่อน้ำใน ELEVATED TANK ลดระดับต่ำลงกว่า E_1 และ E_2 (ทำให้ SELF HOLDING หมดอำนาจการทำงาน) วงจรชุดบริดจ์ 8 โวลต์ไม่ทำงานเพราะน้ำนั้นขาดไปในวงจรทำให้แรงดันที่ OUT PUT ของชุดบริดจ์ 8 โวลต์มีค่า 0 โวลต์ และทำให้มีแหล่งจ่ายไฟตรงชุดคาปาซิเตอร์ C_1 มีแรงดัน 33 V. ทำงานเพียงชุดเดียวทำให้ แรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทาน R_B มีค่าเท่ากับ 0.02 V. หรือประมาณ 0V. ทำให้ไม่มีสัญญาณป้อนแรงดันเข้าที่ขาเบส และกระแสที่ได้มีค่าน้อยมีค่าเท่ากับ 9 ไมโครแอมป์ทำให้ทรานซิสเตอร์ TR1 นั้นไม่ทำงานและกระแสที่ไหลผ่านตัวต้าน-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาน R_F นั้นก็มีค่าเท่ากับ 0 mA เพราะฉะนั้นชุดทรานซิสเตอร์ที่ต่อลักษณะดาร์ลิงตันนี้ก็จะไม่มีกระแส I_C ไหลผ่านออก OUT PUT ของวงจร LED ก็จะไม่สว่าง ทำให้หน้าคอนแทคนั้นกลับอยู่ในสภาวะปกติคือหน้าคอนแทคที่ 22 ต่อกับ 20 และหน้าคอนแทคที่ 12 ต่อกับ 14 การต่อนี้ทำให้มีกระแสไหลผ่านคอยล์แมกเนติคทำให้หน้าคอนแทคต่อให้มอเตอร์ปั๊มทำงาน ในขณะเดียวกันหน้าคอนแทคที่ 12 กับ 14 นั้นเป็นการต่อให้ E_2 นั้นเป็น SELF HOLDING เป็นส่วนที่ยึดเอาไว้กันเพื่อน้ำกระเพื่อม

4. ถ้าระดับน้ำใน SOURCE TANK ต่ำกว่า E'_2 (จะทำให้ SELF HONDING หมดอำนาจการทำงาน) วงจรชุดบริดจ์ 8 โวลต์ ไม่ทำงานเพราะน้ำนั้นขาดไปในวงจรทำให้แรงดัน OUT PUT ของชุดบริดจ์ 8 โวลต์มีค่า 0 V. และทำให้มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ชุดคาปาซิเตอร์ C_1 มีแรงดัน 33 V.ทำงานเพียงชุดเดียว ทำให้แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R_B มีค่าเท่ากับ 0.02 V.หรือมีค่าประมาณ 0 V.กระแสวัดได้ 9 ไมโครแอมป์ ทำให้ไม่มีสัญญาณป้อนแรงดันเข้าที่ขาที่ขาเบสและกระแสด้วยทำให้ทรานซิสเตอร์ TR1 นั้นไม่ทำงาน และกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_F นั้นก็มีค่าเท่ากับ 0 mA และมีแรงดันตกคร่อม -33 Vdc เพราะจากชุดบริดจ์ที่ป้อนเข้าให้วงจรที่กลับขั้วจึงเป็นลบ เพราะฉะนั้นชุดทรานซิสเตอร์แบบดาร์ลิงตันนี้ก็จะไม่มีกระแส I_{C2} ไหลผ่านออก OUT PUT ของวงจร LED ก็จะไม่สว่างด้วยทำให้หน้าคอนแทคนั้นกลับอยู่ในสภาวะปกติ คือหน้าคอนแทคที่ 11 ต่อกับ 9 ทำให้เสียงดังหรือหลอดไฟสว่าง และหน้าคอนแทคที่ 1 มาต่อกับ 3 ซึ่งทำให้ไม่มีกระแสไหลผ่านเข้าคอยล์แมกเนติดทำให้แมกเนติคทำงานส่งผลทำให้ MOTOR PUMP หยุดทำงานเมื่อน้ำนั้นลดลงต่ำกว่า E'_2 เพื่อป้องกันมอเตอร์หมุน ปั๊มลมขึ้น เพื่อป้องกันการไหม้ของ MOTOR

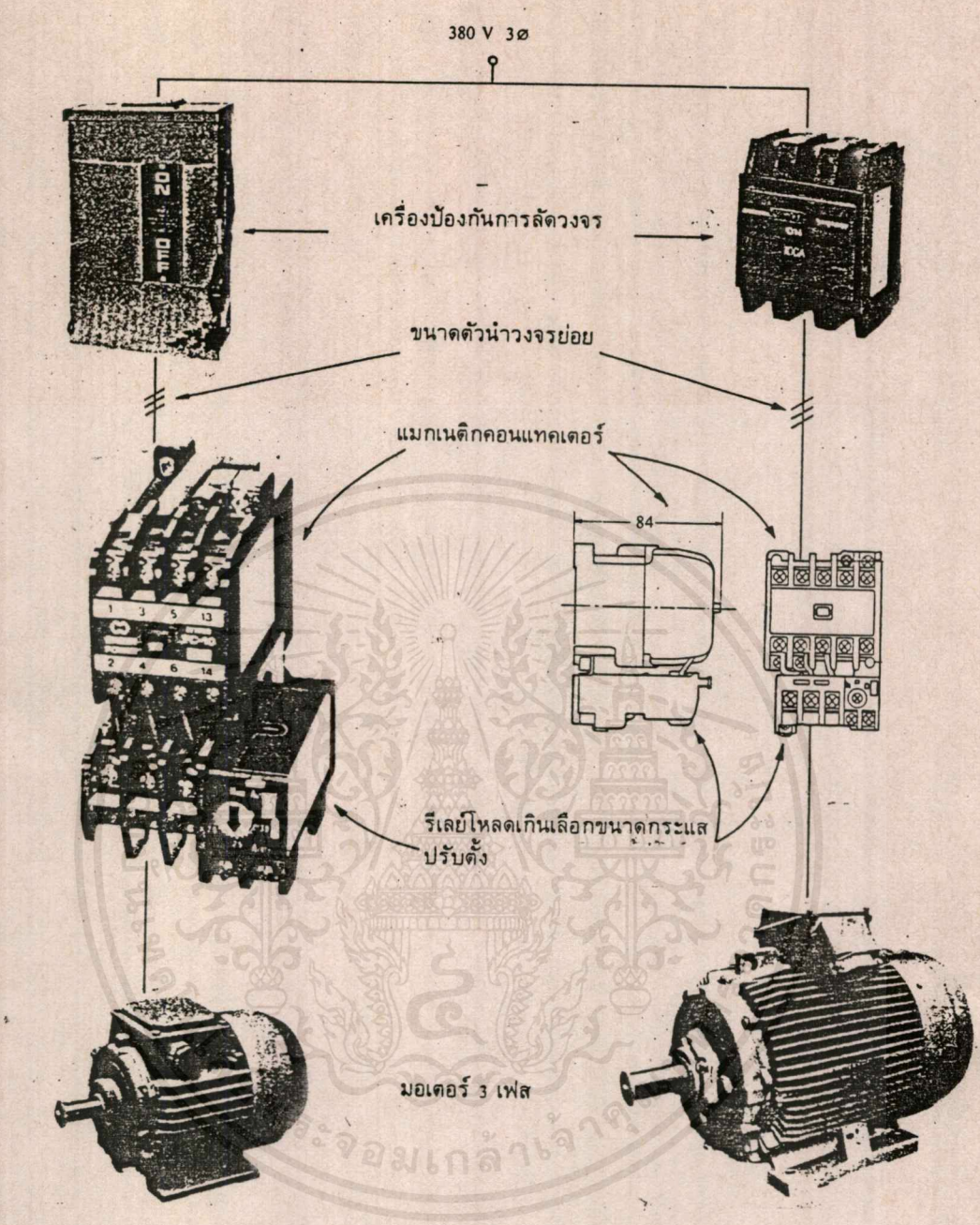
5. ทำไมถึงต้องมี PUSH BUTTON SWITCH เพื่อจะช่วยให้ PUMP ทำงานในขณะที่ระบบน้ำยังไม่ถึง E'_1 เพื่อช่วยในกรณีที่ PUNP STOP เนื่องจากน้ำยังไม่ถึงระดับ E'_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 OUTPUT UNIT เป็นชุดที่แสดงผลการทำงานของชุดควบคุม ทั้งในรูปลักษณะฟังก์ชั่นการทำงานของ MAGNETIC CONTRACTOR หรือจะแสดงออกมาในสัญญาณไฟ หรือ สัญญาณเสียง แล้วแต่ผู้ที่จะนำไปใช้งานจะเลือกใช้ตามความเหมาะสม แต่สิ่งที่จำเป็นที่สุดของหน่วย เอาท์พุท คือ ฟังก์ชั่นการทำงานของ MAGNETIC CONTRACTOR อันจะทำหน้าที่ควบคุมการปิด - เปิด มอเตอร์ปั๊มส่วนการจะนำเอาเอาท์พุทไปแสดงในรูปของสัญญาณไฟ หรือ สัญญาณเป็นข้อปลีกย่อยซึ่งมีไว้เสริมให้หน่วยเอาท์พุทสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น เพื่อให้เข้าใจถึงหน่วยเอาท์พุทยิ่งขึ้น ลองมาทำความรู้จักอุปกรณ์แต่ละตัวที่ใช้ในหน่วยนี้อันได้แก่ แมกเนติก คอนแทคเตอร์ (MAGNETIC CONTRACTOR) หรือ คอนแทคเตอร์แม่เหล็ก , โอเวอร์เคอร์เร้นท์รีเลย์ (OVER CURRENT RELAY) หรือรีเลย์ความร้อนกระแสเงิน โดยมากรีเลย์ความร้อนกระแสเกินมักจะใช้ร่วมกับคอนแทคเตอร์แม่เหล็กเป็นชุด ดังในรูป 2.17 ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการใช้รวมเรียกทั้งชุดนี้ว่า ชุดควบคุมมอเตอร์ , หลอดไฟสัญญาณ , กระดิ่งเตือนภัย

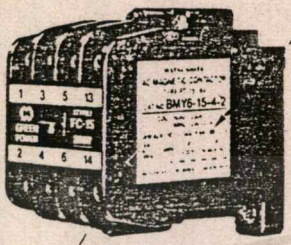
2.2.3.1 คอนแทคเตอร์แม่เหล็ก (MAGNETIC CONTRACTOR)
คอนแทคเตอร์แม่เหล็ก เป็นอุปกรณ์สวิตชิ่งที่ทำงานโดยแรงดึงดูดของ แม่เหล็กไฟฟ้า ประกอบด้วยชุดเมนคอนแทคเตอร์สำหรับตัดต่อกระแสไฟฟ้ากำลัง และคอนแทคช่วยสำหรับวงจรควบคุมขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าแทนเหล็กซิลิกอน และสปริง คอนแทคเตอร์แม่เหล็กมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน สามารถทำงานปิด - เปิดวงจรกระแสสูง ๆ ได้เป็นจำนวนครั้งที่สูงมาก และพิกัดที่ตัวคอนแทคเตอร์แม่เหล็กที่จะนำมาใช้งานต้องมีพิกัดแรงม้าไม่ต่ำกว่า พิกัดแรงม้าของมอเตอร์ ดังจะเห็นได้ในรูปที่ 2.18 แสดงพิกัดของขนาดเครื่องควบคุมมอเตอร์ หรือคอนแทคเตอร์แม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.17 แสดงรูปภาพประกอบของชุดควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



JEM AC 4.1.0-0 0.75 kW 3 ø 220 V

JEM AC 3.1.0-0 OPEN	AMPS	1 ø		3 ø		
		110 V	220 V	220 V	440 V	550 V
	13 A	0.5 kW	1.1 kW	2.7 kW	4 kW	4 kW

1 HP = 0.746 kW

JIS · AC3 · 1 · 0-0
(IEC)

ประเภทการนำไปใช้งาน

ประเภท	การนำไปใช้
AC 1	ไม่มีโหลดเหนี่ยวนำ หรือมีเพียงเล็กน้อย
AC 2 B	วาวด์โรเตอร์มอเตอร์
AC 2	วาวด์โรเตอร์มอเตอร์ ปิด ๆ เปิด ๆ
AC 3	สไควเรลเคจมอเตอร์
AC 4	สไควเรลเคจมอเตอร์ ปิด ๆ เปิด ๆ

บ่อยครั้งต่อการปิดเปิด

ลำดับ	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
ปิด-เปิด (ครั้ง/ชม.)	1200	600	300	150	30
แบบ 1.0	25%	40%		60%	

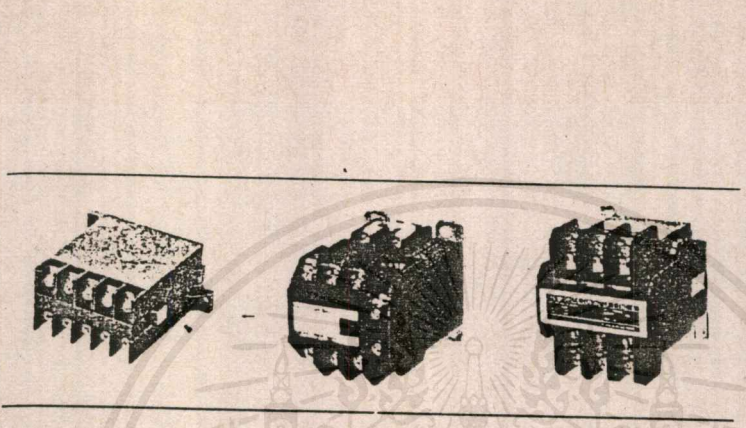
อายุต่อจำนวนครั้งปิดเปิด

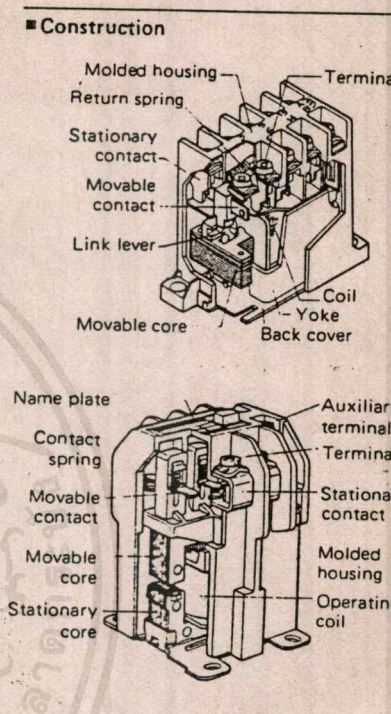
ลำดับ	อายุทางกล	อายุไฟฟ้า
0	สูงกว่า 10,000,000 ครั้ง	สูงกว่า 1,000,000 ครั้ง
1	สูงกว่า 5,000,000 ครั้ง	สูงกว่า 500,000 ครั้ง
2	สูงกว่า 2,500,000 ครั้ง	สูงกว่า 250,000 ครั้ง
3	สูงกว่า 1,000,000 ครั้ง	สูงกว่า 100,000 ครั้ง
4	250,000 ครั้ง	สูงกว่า 50,000 ครั้ง
5	50,000 ครั้ง	สูงกว่า 10,000 ครั้ง

รูป 2.18 แสดงพิกัดของขนาดคอนแทคเตอร์แม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากได้รู้จักพิกัดเฉพาะตัวของคอนแทคเตอร์แล้วก็มาดูโครงสร้างและชิ้นส่วนของคอนแทคเตอร์ดังรูป 2.19



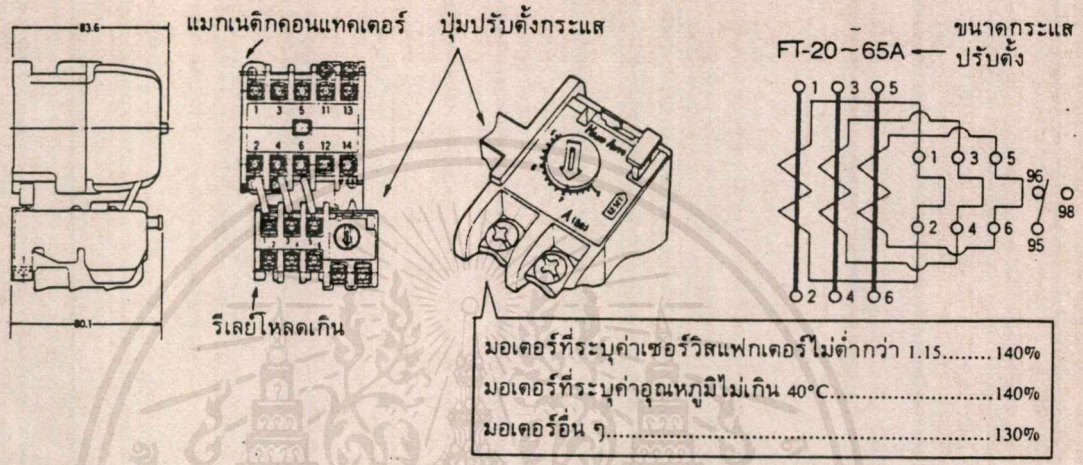


รูป 2.19 โครงสร้างและชิ้นส่วนของคอนแทคเตอร์

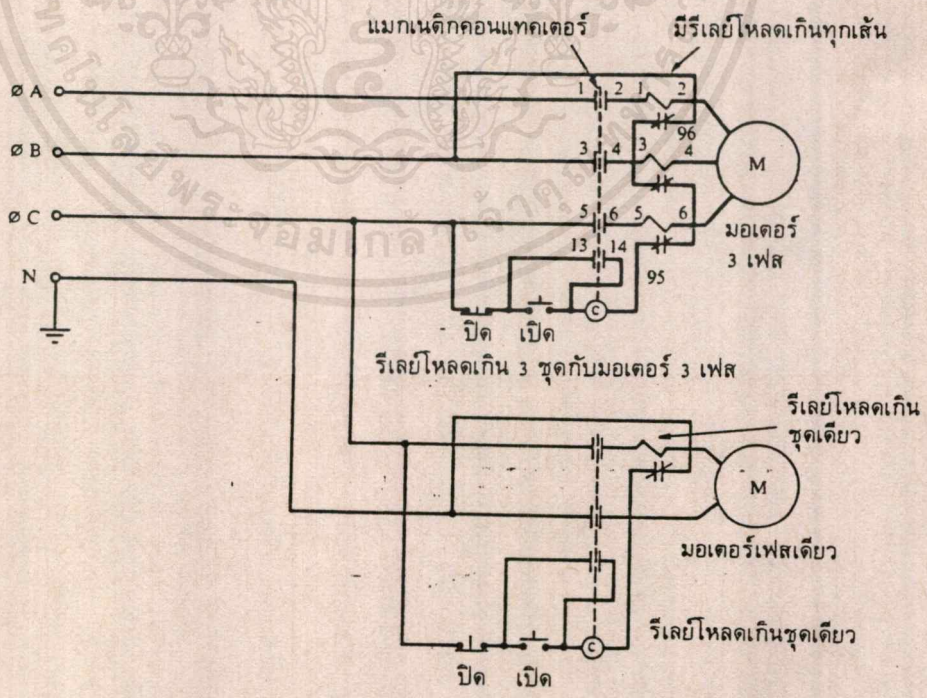
2.2.3.2 <u>โอเวอร์เคอร์เร้นท์รีเลย์</u> (OVER CURRENT RELAY) ในการควบคุมมอเตอร์เราใช้ตัวควบคุมในการสตาร์ท - หยุด การหมุนถอยหลัง และ บังคับมอเตอร์ได้ ตัวควบคุมมอเตอร์ หรือสตาร์ทเตอร์ ประกอบด้วยคอนแทคเตอร์ และรีเลย์กระแสเกิน ต่อกันอย่างอันดับ ซึ่งสามารถป้องกันมอเตอร์จากโหลดเกิน ส่วนมากจะตั้งป้องกันไว้ที่ประมาณ 115 ถึง 125 % ของกระแสโหลดเต็ม (FULL LOAD CURRENT) สำหรับมอเตอร์ทำงานแบบต่อเนื่อง และเนื่องจากรีเลย์กระแสเกิน ไม่สามารถป้องกันกระแสลัดวงจร หรือฟอลท์ลงดินได้ จึงจำเป็นต้องมีฟิวส์ หรือ เซอกิตเบรคเกอร์ เพื่อป้องกันการลัดวงจรด้วย สตาร์ทเตอร์ แบบนี้เรา เรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สตาร์ทเตอร์แบบรวมป้องกัน (CONBINATION STARTER) ถ้าขนาดของ รีเลย์โหลดเกินที่เลือกไว้ไม่สามารถทนกระแสเริ่มเกินได้ เราก็ยอมให้ใช้ขนาดสูงขึ้นได้ ถ้าว่ากระแสโหลดของรีเลย์โหลดเกิน ไม่สูงกว่าร้อยละของกระแสโหลดมอเตอร์ดัง ในรูปที่ 2.20 และในรูปที่ 2.21 แสดงจำนวนชุดของรีเลย์โหลดเกิน



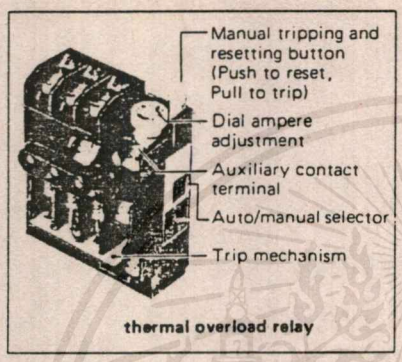
รูป 2.20 ขนาดรีเลย์โหลดเกิน กรณีไม่สามารถทนกระแสเริ่มเกินได้

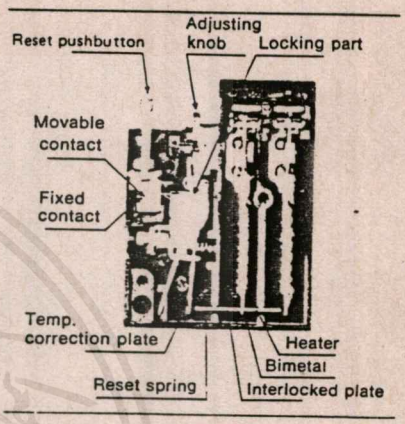


รูป 2.21 แสดงจำนวนชดรีเลย์โหลดเกินเพื่อปลดตัวนำทุกเส้นที่ไม่ต่อลงดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

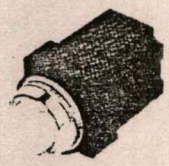
โดยทั่วไปจะมีรีเลย์ความร้อนกระแสเกินต่ออยู่กับคอนแทคเตอร์ด้วยเพื่อใช้ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านั้น รีเลย์ความร้อนกระแสเกินนี้ประกอบด้วย ลวดความร้อนไบเมตัล (BIMETAL) คอนแทคกระเดื่อง และกลไกต่าง ๆ ปุ่มปรับกระแสโครงสร้างของรีเลย์ความร้อนกระแสเกินสำหรับป้องกัน แสดงดังในรูปที่ 2.22





รูป 2.22 โครงสร้างของรีเลย์ความร้อนกระแสเกิน

2.2.3.3 <u>หลอดไฟสัญญาณ</u> เป็นหลอดไฟแสงส่วางที่ใช้บอกสถานะ ในการทำงานมีเลนซ์สีหลายสี ประกอบด้วยหลอดไฟ ขั้วรับหลอดและเลนซ์สีต่าง ๆ บางชนิดเป็นแบบรวมอยู่กับสวิทช์ ปุ่มกด หรือมีหม้อแปลงเล็กสำหรับสายไฟให้หลอดที่ใช้แรงดันไฟต่ำ ทำงานเป็นสวิทช์ปุ่มกดได้ และเมื่อทำงานแล้วจะมีหลอดไฟติดบอกสถานะการทำงานด้วยลักษณะโครงสร้าง ดังรูปที่ 2.23



รูป 2.23 หลอดสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของหลอดที่ควรทราบมีหลายข้อ เช่น

- ชนิดของหลอด และขั้วหลอด
- สีของเลนซ์
- แรงดันที่ใช้งานที่กำหนด
- ขนาดแบบการติดตั้ง และการป้องกัน

ทั้งหมดในรายละเอียดที่กล่าวมาเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในส่วนของ OUTPUT UNIT อันมีหน้าที่คอยควบคุมสภาวะปิด - เปิดของมอเตอร์ปั๊มพร้อมสัญญาณไฟ ที่ใช้ของสถานะของการทำงานในสภาวะต่าง ๆ พร้อมทั้ง ก็มี ALARM BELL ไว้คอยเตือนเมื่อเกิดปัญหาฉุกเฉินขึ้นมา

2.2.4 ELECTROD WITH FITTING (อิเล็คโทรดและส่วนประกอบการติดตั้ง) อิเล็คโทรด คือ ได้ว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งในระบบควบคุมระดับน้ำ ทั้งนี้ เพราะเราใช้ แท่งอิเล็คโทรด เป็นตัวผ่านกระแสไฟฟ้าจากชุดวงจรควบคุมให้ไปยังอิเล็คโทรดกราวนิค โดยอาศัยระดับของตัวกลาง คือ น้ำ เพื่อจะทำให้วงจรครบลูปการทำงานทำให้วงจรทำงานได้ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าส่วนของอิเล็คโทรดจึงเป็นส่วนทาง INPUT ของระบบ หรือจะเป็นหน่วยตักสัญญาณจากระดับน้ำ ก็ว่าได้ ดังนั้น จำเป็นเหลือเกินที่วงจรการควบคุมระดับน้ำแบบนี้ต้องใช้อิเล็คโทรด

อิเล็คโทรดในท้องตลาดทั่ว ๆ ไปมีขายเป็นท่อน ๆ หนึ่งก็ยา 1 เมตร ทำมาจากเหล็ก สเตนเลส (STAINLESS STEEL) หรือ ในท้องตลาด เรียกว่า STAINLESS STEEL PROBE ROD หรือแท่งอิเล็คโทรดนั้นเองบางครั้งอาจจะสงสัยว่าทำไมถึงต้องใช้เป็นเหล็กสเตนเลส จะใช้เป็นวัสดุอะไรก็ตาม ที่สามารถเป็นตัวนำไฟฟ้าที่สามารถผ่านกระแสไฟฟ้าจากแท่งหนึ่งไปสู่อีกแท่ง โดยผ่านน้ำได้ แต่เนื่องจากสภาพการใช้งาน เพราะ แท่งอิเล็คโทรดจะต้องจมอยู่ในน้ำตลอดเวลา หรือสัมผัสกับน้ำด้วยความถี่ที่บ่อยครั้ง เมื่อใช้เป็นวัสดุนั้นเนื่องจากวัสดุนั้นทำปฏิกิริยา กับน้ำทำให้เป็นผลให้การเป็นตัวนำผ่านกระแสไฟฟ้า ระหว่างแท่งอิเล็คโทรดด้วยกันได้น้อย นั้นก็ คือ ผลที่ตามมาอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นกับชุดวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของโครงสร้างเมื่อเราใช้วัสดุที่เป็นตัวนำแต่ลักษณะทางโครงสร้างไม่แข็งแรงไม่สามารถคงสภาพเดิมได้ เมื่อได้รับแรงกระทำจะกล่าวให้มองเห็นได้ดังนี้ คือ เมื่อเอาวัสดุนั้นไปทำการควบคุมระดับน้ำใน TANK เมื่อน้ำไหลเข้ามาใน TANK แรงกระทำจากน้ำอาจทำให้รูปทรงของวัสดุนั้นเปลี่ยนแปลงได้เสียรูปร่างอันจะกล่าวต่อเนื่องมาสู่วงจรควบคุมอันเป็นหัวใจหลักของการทำงานของระบบ ทั้งนี้ทั้งนั้นในการจะนำเอาอะไรมาเป็นแท่งอิเล็คโทรด ก็พอให้พิจารณา ถึงความเหมาะสมกับสิ่งที่กล่าวมาแล้ว เพื่อให้เกิดปัญหาน้อยที่สุดในการทำงาน และรายละเอียดของแท่งอิเล็คโทรด การติดตั้งดูได้จากภาคผนวก ข.

2.2.5 <u>MOTOR PUMP</u> MOTOR PUMP ที่จะนำมาใช้ร่วมกับชุดควบคุมระดับน้ำแบบ FLOATLESS RELAY นี้สามารถใช้ได้กับทุกแบบที่มีระดับแรงดันที่สอดคล้องกับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้กับวงจร ไม่ว่าจะเป็น มอเตอร์ปั๊มแบบหอยโห่ง ชนิด 3 เพส (CENTIFREGUL PUMP) หรือ 1 เพส ก็ได้ ที่ว่าสอดคล้องกับแรงดันของวงจรนั้นก็คือ ชุดควบคุมมอเตอร์ อันประกอบด้วย คอนแทคเตอร์แม่เหล็กมีระดับแรงดันของคอยล์ขดลวดเท่ากับที่ใช้ในวงจรหรือไม่ ถ้าไม่ใช้ก็จะยุ่งยากในการเดินสายประกอบเข้ามาใหม่ ดังนั้น ในการจะนำเอามอเตอร์ปั๊มชนิดใดมาใช้งานเป็นลักษณะปิด-เปิดปั๊มอัตโนมัติ โดยใช้ชุด FLOATLESS RELAY แล้วก็ตาม อันดับแรก ที่ต้องพิจารณาคือ ระดับแรงที่ต้องสอดคล้องกับส่วนหาวงจรควบคุม อีกทั้งลักษณะของ ปั๊มที่จะนำมาใช้งานจะต้องเหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริงด้วย

หลังจากที่ได้รับรู้ถึงหลักการและทฤษฎี ในหลักการหา FLOATLESS FLOAT LEQUILD LEVEL CONTROL มาแล้วก็มาดูการ ขั้นตอนการคำนวณและการสร้างต่อไปในบทที่ 3

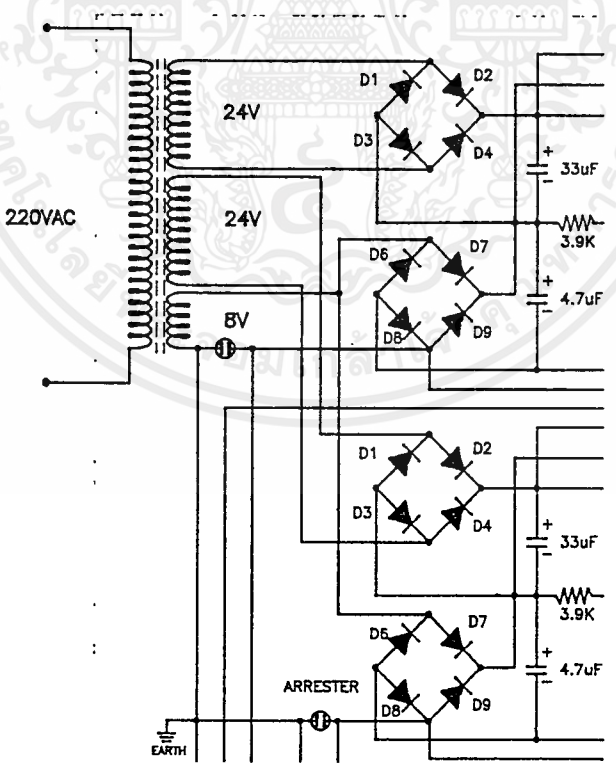
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

3.1 POWER SUPPLY

POWER SUPPLY ที่จะพูดถึงหมายถึง แหล่งจ่ายไฟที่จะจ่ายกับชุดของวงจรควบคุมและรีเลย์ สำหรับในวงจรนี้เราใช้รีเลย์ขนาด 24 V มีพิกัดเป็น 110, 220 V 10 A(โดยที่พิกัดที่พิกัดที่ปรากฏอยู่ด้านข้างของรีเลย์จะบอกถึงขนาดของหน้าสัมผัส(CONTACT)ที่สามารถทนได้ เมื่อนำไปใช้งาน)และรายละเอียดของรีเลย์ก็ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 2 แหล่งจ่ายไฟใช้เป็นแบบ บริดจ์เรคติไฟเออร์ 2 ชุด สำหรับแต่ละชุดวงจรควบคุม ซึ่งจะเห็นได้จากรูปวงจร 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงชุดวงจรวงจรควบคุมที่ประกอบด้วยชุดเรคติไฟเออร์ 2 ชุด สำหรับแต่ละวงจรควบคุม

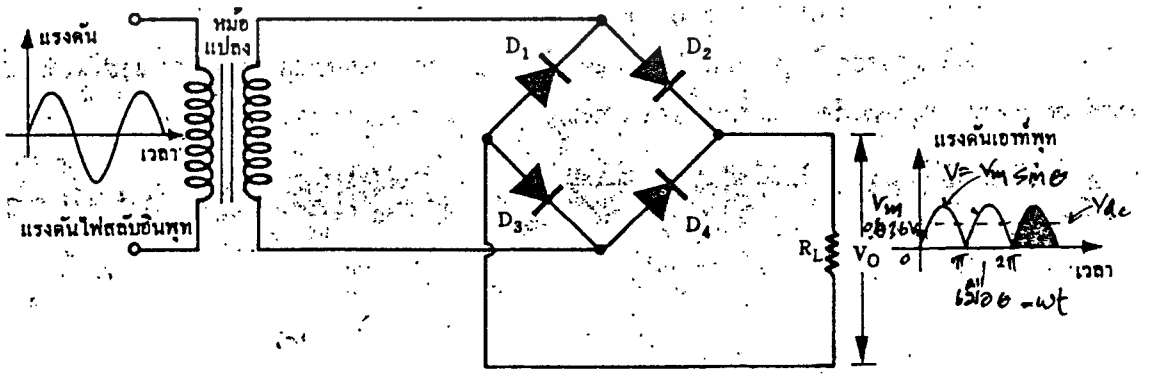
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยชุดบริดจ์ชุดแรกเป็นชุดที่จะจ่ายให้กับรีเลย์ และอีกชุดเมื่อจะจ่ายให้กับชุดไบแอส (BIAS)ให้กับทรานซิสเตอร์และเพื่อใช้กับส่วนของอิเคโทรดในการตรวจจับระดับน้ำที่ต้องการควบคุม

เนื่องจากเรามีชุดวงจรควบคุมอยู่ 2 ชุดและแต่ละชุดมีรีเลย์ใช้งานอยู่ด้วยจึงต้องมีชุด 24 โวลต์ 2 ชุดแต่ชุดบริดจ์ 8 โวลต์นั่นใช้เพื่อเป็นชุดไบแอสแก่วงจรทรานซิสเตอร์ใช้ชุดเดียวทั้งนี้ เนื่องจากส่วนที่ใช้กับอิเลคโทรดส่วนที่ใช้กับ อิเลคโทรดจำเป็นต้องใช้กราวนด์ร่วมในการทำงานหลังจากเราได้รับรู้ทฤษฎีเกี่ยวกับการเรคติไฟเออร์มาบ้างแล้วจากบทที่ 2 เพื่อเป็นการทบทวนวงจรแหล่งจ่ายไฟที่นิยมใช้กันอยู่ในส่วนของเพาเวอร์ซัพพลายอีกครั้ง จึงบอกกล่าวทบทวนดังนี้

วงจรแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ๆ กันในปัจจุบันที่นิยมใช้กันมากมีด้วยกัน 3 แบบ คือแบบเรคติไฟเออร์ครึ่งคลื่น(HALF-WAVE RECTIFIER) ,แบบเรคติไฟเออร์เต็มคลื่นใช้แท็ปกลาง(FULL-WAVE CENTER-TAP RECTIFIER)และแบบเรคติไฟเออร์เต็มรูปคลื่นใช้บริดจ์(FULL-WAVE BRIDGE)

ส่วนในวงจรของชุดควบคุมแบบFLOATLESS RELAYได้ใช้การเรคติไฟ-เออร์แบบรูปคลื่นใช้บริดจ์(FULL-WAVE)



รูปที่ 3.2 แสดงวงจร BRIDGE RECTIFIER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปเราสามารถหาค่า DC AVERAGE โดยการคำนวณหาพื้นที่ใต้ CURVE แล้วหารด้วย PERIODE

จาก V_{DC} ของ บริดจ์เรคติไฟเออร์

เมื่อ Vm = MAXIMUM(PEAK) VALUE OF AC. VOLTAGE

V_{dc} = AVERAGE VALUE OF RECTIFIER VOLTAGE

$$V_{dc} = V_{av} = 1/T\int_{0}^{T} V(t)dt$$

$$= 1/2\pi\int_{0}^{2\pi} VmSin\theta d\theta$$

$$= Vm/2\pi\{\int_{0}^{\pi} Sin\theta d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} Sin\theta d\theta\}$$

$$= Vm/2\pi\{(-cos\theta)\Big|_{0}^{\pi} + (-cos\theta)\Big|_{\pi}^{2\pi}\}$$

$$= Vm/2\pi\{(-cos\theta+cos\pi)+(-cos\pi)+cos2\pi\}$$

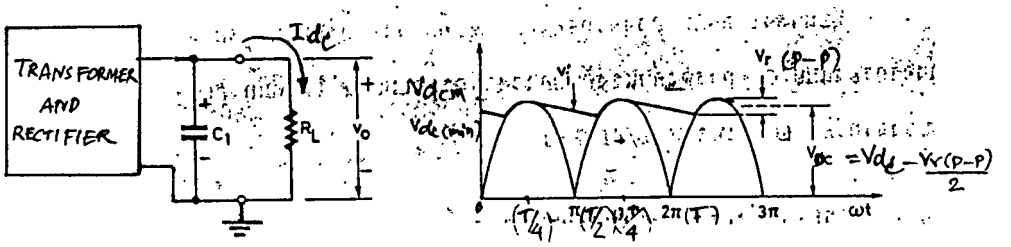
$$= \frac{2Vm}{\pi}$$

$$= 2(0.138)Vm$$

$$V_{dc} = 0.636\ Vm$$

และค่า PIV (PEAK INVERSE VOLTAGE)ไดโอดแต่ละตัวเป็นเท่ากับ PIV =Vm ที่ FULL WAVE BRIDGE RECTIFIER

ส่วนของ FILTER ก็ใช้คาปาซิเตอร์เป็นตัวฟิลเตอร์ SIMPLE CAPACITOR FILTER



รูปที่ 3.3 การฟิลเตอร์โดยใช้คาปาซิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Vdc = Vdc-(Vr(p-p)/2)$$

และจะได้ว่า

$$Vdc(min) = Vdcm-Vr(p-p)$$

เมื่อ Vdc(min)= minimum instantaneous dc voltage

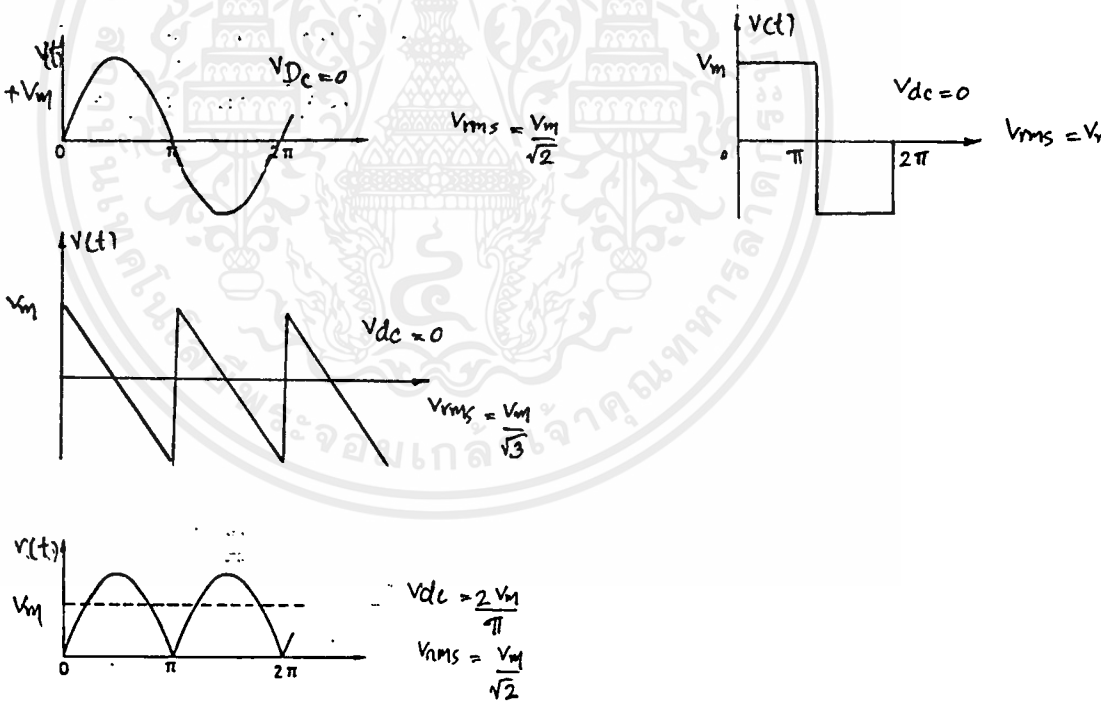
Vdcm = peak rectified voltage

Vr(p-p) = peak-to-peak ripple voltage

หมายเหตุ

$$Vrms = \sqrt{1/T\int V^2(t)dt}$$

$$Vdc = 1/T\int V(t)dt$$

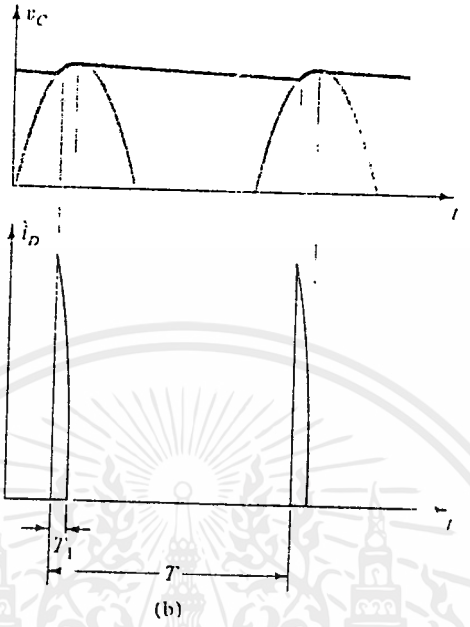


รูปที่ 3.4 รูปคลื่นแสดงชนิดต่างๆ ที่แสดงให้เห็นถึงค่า rms (root mean square value)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

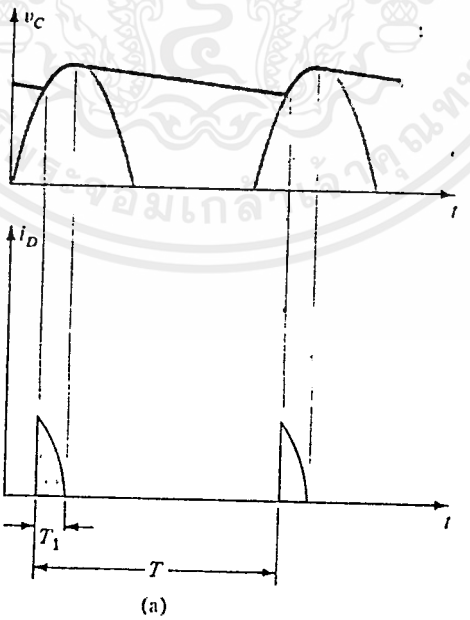
สำหรับ FIXED Idc:

1. Large C (Large Capacitor)



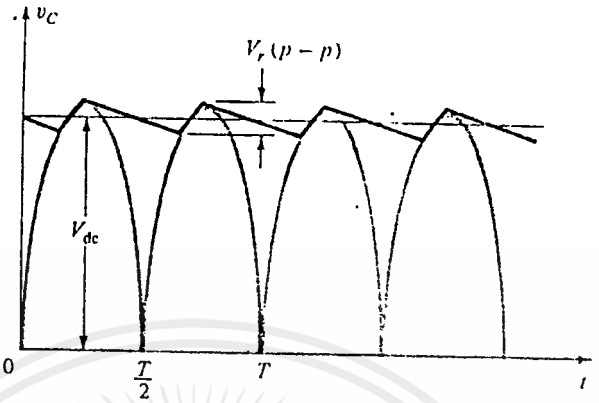
รูปที่ 3.5 รูปคลื่นเมื่อใช้คาปาซิเตอร์ที่มีค่าความจุมาก

2. Small C (Small Vapacitor)



รูปที่ 3.6 รูปคลื่นที่ใช้คาปาซิเตอร์ที่มีค่าความจุน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดง RIPPLE FACTOR

เมื่อเราประมาณค่า RIPPLE ให้เป็น TRIANGULAR(เพื่อความสะดวก) ดังนั้นเราจะได้

เมื่อ Vr = ripple voltage

Vrms ของ Triangular, Vrms = Vm/√3

Vr(rms) = {Vr(p-p)/2}/√3

ดังนั้น Vr (rms) = {Vr(p-p)/2}/√3

ดังนั้น Vr(rms) = Vr(p-p)/2√3

เมื่อ Vr (rms)เป็นค่า rms ของTraingular ripple wave form

Vr(p-p)เป็น

ค่า peak-to-peak ของ ripple voltage

ripple factor: r

r = Vr(rms)/Vdc

เมื่อ r = ripple factor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vr(rms) = rms ripple voltage

Vdc = average dc voltage

ปรกติ ripple factor จากแสดงอยู่ในรูปของเปอร์เซนต์

r = [Vr(rms)*100%/Vdc

เปอร์เซนต์ ripple factor ยิ่งน้อยยิ่งดี ทางอุดมคติ เปอร์เซนต์ r=0 เปอร์เซนต์

เนื่องจาก

$i_c = cdv_c/dt$

เมื่อ i_c = capacitor

c = capacitor

v_1 = voltage across the capacitor

ดังนั้น Idc = [C Vr(p-p)_/[T/L_

= 2C Vr(p-p)/T

แทน f = 1/T

Idc = 2fc Vr(p-p)

ดังนั้น $Vr(p-p) = Idc/2f_c$

แต่เนื่องจาก Vr(rms)= Vr(p-p)/(2√3)

ดังนั้น Vr(rms)= Idc/(4√3f_c) เมื่อเป็นแบบfull-wave rectifier

เมื่อ f คือความถี่ของสัญญาณ ac sine ; c=capacitance

เมื่อ $Idc = Vdc/R_L$

และระบบนี้เป็นทฤษฎีแต่ในทางปฏิบัติแล้วเราสามารถ สรุปการคำนวณหาความสัมพันธของหม้อแปลง, ไดโอดที่ใช้, ขนาดของตัวเก็บประจุและขนาดของกระแสฟิวส์ได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมาได้จากการคำนวณที่ยอมให้แรงดันเอาท์พุทกระเพื่อม (ripple voltage) ได้ไม่เกิน 10 เปอร์เซนต์ ของค่าที่ใช้งานและคิดเผื่อไว้สำหรับสภาพการใช้งานโดยทั่วไปแล้ว ดังตารางที่ 3.1 นี้

ตารางที่ 3.1 แสดงการเลือกค่าอุปกรณ์ต่างๆ

	หม้อแปลง		ไดโอด		ตัวเก็บประจุ		ขนาดกระแสฟิวส์
	แรงดัน V_T (Vrms	กระแส It(A)	แรงดัน PIV	กระแส (Iav)	ตัวเก็บ F	ค่าทนแรง WV	
HALF WAVE	$\simeq \frac{V_o+1}{1.4}$	$>=3I_L$	>=3.6	$>=2I_L$	$\simeq \frac{48,000}{R_L}$	$>=1.8V_T$	$>= \frac{I_L V_T}{220}$
FULL WAVE CENTER TAP	$\simeq \frac{V_o+1}{1.4}$	$>=1.2\ I_L$	$>=3.6\ V_T$	$>=I_L$	$\simeq \frac{24000}{R_L}$	$>=1.8V_T$	$>= \frac{I_L}{220}$
FULL WAVE BRIDGE	$\simeq \frac{V_{o+2}}{1.4}$	>=1.5	>=1.8	$>= I_L$	$\simeq \frac{24000}{R_L}$	$>=1.8V_T$	$>= \frac{I_L V_T}{220}$

หมายเหตุ

เมื่อ V_o คือ แรงดันเอาท์พุทที่จะจ่ายให้แก่โกลด R_L

I_L คือ กระแสเอาท์พุทที่โหลด R_L ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

v_T คือ แรงดันไฟสลับที่ขดทางด้านทุติยภูมิถ้าเป็นแบบใช้แท็ปกลางค่าv_T หมายถึงซีกเดียว

>= คือ เครื่องหมายเท่ากับหรือมากกว่าเล็กน้อย

- คือ ค่าโดยประมาณ จะต่ำหรือสูงกว่านี้ก็ได้เท่านั้น

ใช้ได้เฉพาะระบบไฟฟ้าทางด้านปฐมภูมิ 220 v. เท่านั้น

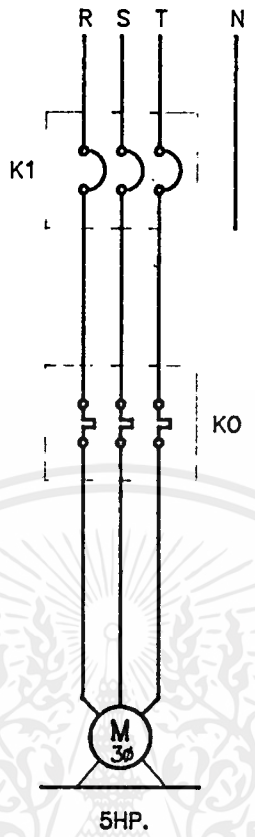
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ชุดขับคอยล์ของคอนแทคเตอร์แม่เหล็ก

ชุดขับนั้นหมายถึงชุดที่ทำงานโดยการนำเอาสัญญาณ ON-OFF ไปจ่ายให้กับคอนแทคเตอร์แม่เหล็ก ซึ่งสภาวะ ON ก็จ่ายไฟเข้าคอยล์ที่พิกัดของคอยล์ของคอนแทคเตอร์แม่เหล็กที่ทนได้ และสภาวะOFFก็หยุดจ่ายไฟให้กับคอยล์ของคอนแทค-เตอร์แม่เหล็กตัวที่ทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับคอยล์ของคอนแทคเตอร์แม่เหล็กคือ รีเลย์ โดยอาศัยหน้าสัมผัส ของรีเลย์ทำหน้าที่เหมือนสวิทช์ไว้ ON-OFF จ่ายไฟให้กับคอยล์ของคอนแทคเตอร์แม่เหล็กและหน้าสัมผัสของรีเลย์ก็จะต้องใช้ได้กับระบบไฟและกระแสสูงที่คอยล์ต้องการเพื่อสภาวะ ON โดยเราสามารถรู้ถึงขีดความสามารถของหน้าสัมผัสรีเลย์ได้จากพิกัดที่บอกมาเช่น รีเลย์ 24 V 110/220 V 10 A นั้นหมายถึงรีเลย์ขนาด 24 V และมีหน้าสัมผัสใช้ได้กับไฟทั้ง110 หรือ 220 V ที่พิกัดกระแสผ่านหน้าสัมผัสเท่ากับ 10 A

รีเลย์ที่ใช้กับชุดควบคุมก็ใช้ขนาดพิกัด 24 V 110/220 V 10 A เป็นรีเลย์หน้าสัมผัสคู่แต่ละคู่ก็มีทั้งปรกติปิด(NORMAL CLOSED)และปรกติเปิด (NORMAL OPEN)เราก็นำเอาหน้าสัมผัสที่ได้เหล่านี้ไปทำเป็นฟังก์ชั่น ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ปั๊มโดยผ่านไปยังตัวควบคุมมอเตอร์ คือคอนแทคเตอร์และโอเวอร์เคอ-เร้นท์รีเลย์ดังที่ได้กล่างมาแล้วจากรูปที่ 3.8 เป็นรูปของส่วนที่ใช้วงจรควบคุมของมอเตอร์ปั๊ม ที่ประกอบด้วยคอนแทคเตอร์แม่เหล็ก,โอเอร์เคอร์เร้นท์รีเลย์ และเซอร์กิตเบรคเกอร์ การใช้รีเลย์เป็นตัวไปควบคุมการทำงานของคอนแทคเตอร์แม่เหล็กเพื่อจะทำให้มอเตอร์ปั๊มเกิดฟังก์ชั่นการทำงานในลักษณะ ON-OFF ที่ได้โดยอาศัยหน้าคอนแทคของรีเลย์เป็นตัวสวิทช์ไฟ 220 โวลท์ ผ่านเข้าไปยังคอลย์ของคอนแทคเรอร์แม่เหล็กเมื่อต้องการให้มอเตอร์ปั๊มON รายละเอียดของคอนแทคเตอร์แม่เหล็กและโอเวอร์เคอร์เร้นท์รีเลย์ได้เสนอแล้วในบทที่ 2 เนื่องจากมอเตอร์ปั๊มเป็นแบบสไควเรลเคนมอเตอร์ 3 เฟส 380โวลท์จึงต้องใช้คอนแทคเตอร์แม่เหล็กประเภทAC3ในการใช้จริงจะเหมาะสมและขนาดคอนแทคเตอร์ที่เหมาะสมกับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



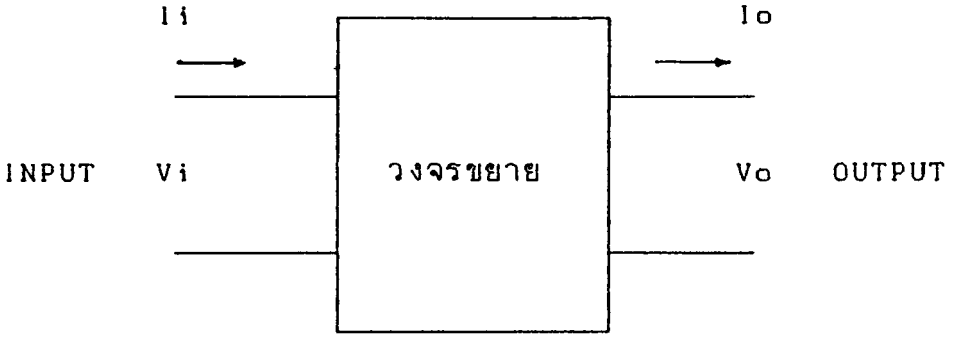
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรควบคุมMOTOR PUMP

ขนาด 5 แรงม้า กระแสพิกัด 9.2 A.ควรใช้คอนแทคเตอร์ขนาด 00 และขนาดปรับตั้งของรีเลย์โหลดเกินควรอยู่ในระหว่างค่า 9-13 A.โดยข้อมูลเหล่านี้หาดูเติมได้จากภาคผนวกที่ 23 ตารางขนาดตัวนำวงจรย่อยมอเตอร์ และการเลือกขนาดของอุปกรณ์สำหรับ 380 V.3 PHASE 50 H$_z$ สไควเรลเคจ 40 Cทำงานต่อเนื่องเริ่มเดินโดยรับแรงดันเต็มที่ของหนังสือออกแบบไฟฟ้า(อ.ธนบูรณ์ ศศิภาณุเดช)

3.3 ตัวพารามิเตอร์ที่สำคัญของวงจรขยาย

เพื่อที่จะเข้าใจวงจรขยายดีขึ้นเราจำเป็นจะต้องเข้าใจตัวพารามิเตอร์ที่สำคัญของวงจรขยายเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาคุณสมบัติของวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 BLOCK DIAGRAM

ความต้านทานอินพุท

ความต้านทานอินพุท คือ ความต้านทานที่ได้วัดได้ที่ขั้วอินพุทของวงจรขยาย ซึ่งอาจหาได้จากวงจรสมมูลย์ดังรูปข้างบนคือ $R_i = V_i / I_i$ นั่นเอง

ความต้านทานเอาท์พุท

ความต้านทานเอาท์พุท คือ ความต้านทานที่วัดได้ที่ขั้วเอาท์พุทของวงจรขยาย ซึ่งอาจหาได้จากวงจรสมมูลย์ดังรูปข้างบนคือ $R_o = V_o / I_o$ นั่นเอง

อัตราขยายกระแส

อัตราขยายกระแส คือ ค่าอัตราส่วนของกระแสที่เอาท์พุทเมื่อเทียบกับกระแสอินพุทคือ $A_i = I_o / I_i$

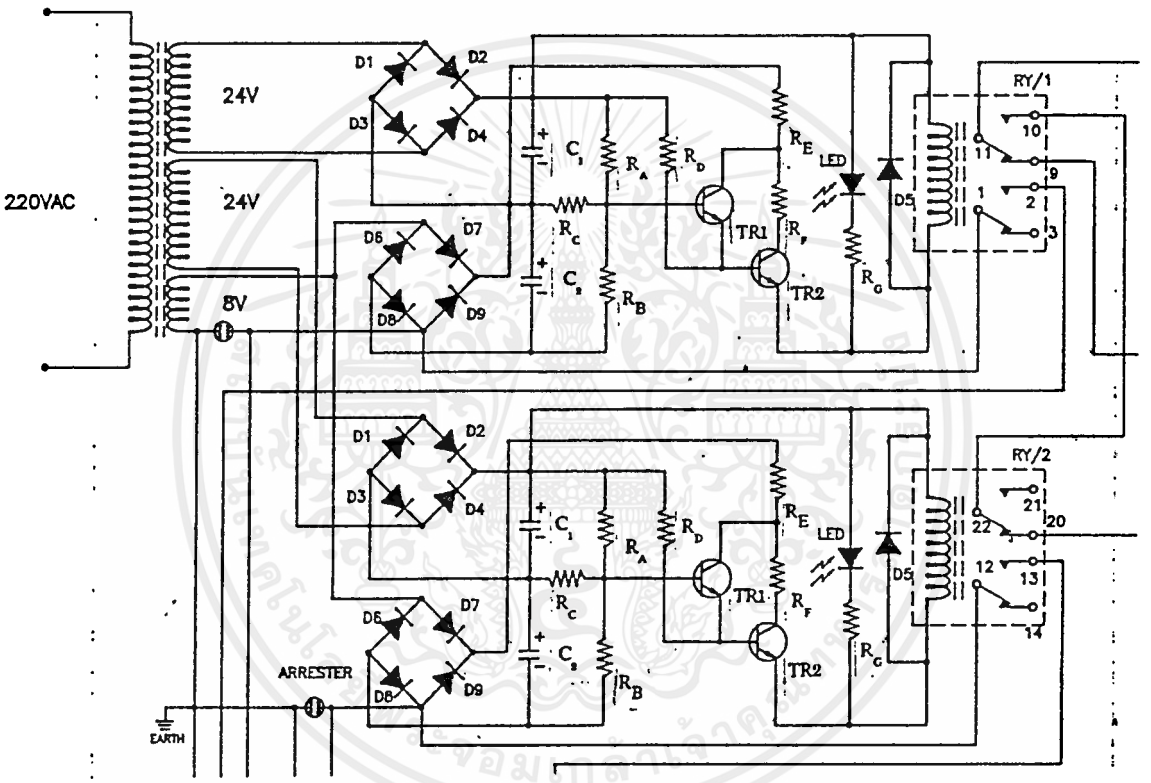
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราขยายแรงดัน

อัตราขยายแรงดัน คือ ค่าอัตราส่วนของแรงดันเอาท์พุทกับแรงดันอินพุทคือ

$A_V = V_o / V_i$

การออกแบบวงจร FLOALTESS LIAVID LEVEL CONTROL



รูปที่ 3.10 รูปแสดงวงจรการคำนวณ

จากวงจรข้างบนถ้าต้องการหาค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของวงจรขยาย เช่น R_i, R_o, A_V และA_i จะต้องใช้คณิตศาสตร์และการคำนึงถึงพารามิเตอร์อื่น ๆ ของทรานซิสเตอร์อีกมากจะทำให้การคำนวณยุ่งยากขึ้นอีกมาก ในที่นี้จึงกำหนดค่าโดยประมาณโดยสมมติว่าค่าความต้านทานที่ขาอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ TR_2 มีค่า =0โอห์ม เพราะฉะนั้นค่าความต้านทาน R_E ของ TR_1 นั้นจึงมีค่าประมาณมากกว่า 10 เท่าและน้อยกว่าความต้านทานขาเบส R_B นั้น 20 เท่าซึ่งเมื่อใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณิตศาสตร์คำนวณแล้วจะได้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังจะได้กล่าวถึงต่อไปนี้

ความต้านทานอินพุท

เมื่อพิจารณาที่อินพุทจะเห็นว่าค่าความต้านทาน R_B ขนานอยู่กับความต้านทานอินพุทที่เบสของทรานซิสเตอร์แต่เนื่องจากที่ขาอิมิตเตอร์ TR_2 นั้น ไม่มีความต้านทานอยู่จึงให้ความต้านทานสูงกว่า R_B ผลรวมของความต้านทานอินพุทจึงใช้ค่าประมาณได้ว่า $R_I=R_B$

ความต้านทานเอาท์พุท

ในทำนองเดียวกับที่เอาท์พุท เมื่อค่าความต้านทานโหลดมีค่ามากกว่าความต้านทานที่ขาอิมิตเตอร์ TR_2 นั้นเกินกว่า10 เท่า ค่าความต้านทานเอาท์พุทจะมีค่าความร้านทาน R_1 นั่นเองหรือเราได้ว่า $R_O=R_L$ เมื่อ $R_L=R_G$

อัตราขยายกระแส

อัตราขยายกระแสที่ไหลผ่านเข้าทางอินพุทกับกระแสเอาท์พุทที่ไหลผ่านโหลดสำหรับ วงจรนี้อัตราขยายซึ่งเป็นการต่อวงจรแบบดาร์ลิงตัน $hfe=hfe_1*hfe_2$

อัตราขยายแรงดัน

เนื่องจากแรงดันเอาท์พุทเป็นสัญญาณไฟสลับและ เอาออกที่ขั้วอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์หรือเป็นค่าแรงดันเอาท์พุทคร่อมตัวต้านทานโหลดเมื่อไม่คิดกระแสไฟตรงที่ไบแอส ส่วนสัญญาณอินพุทคือแรงดันตกคร่อมระหว่างเบสกับกราวนด์ คือความต้านทาน R_C ขนานกับ R_D และส่วนกระแสคอลเลคเตอร์กับอิมิตเตอร์มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น จึงพอสรุปได้ว่าค่าอัตราขยายแรงดันมีค่าประมาณ R_L/R_O นั่นเอง

ลำดับขั้นการออกแบบ

1. หาค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง

สัญญาณเอาท์พุทให้มีขนาด 32 V_{p-p} เพราะฉะนั้นเราจึงใช้ไฟเลี้ยงเพื่อจ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับวงจรโดยใช้หม้อแปลง 24 vและ 8 v จ่ายให้กับวงจรบริดจ์เรคติไฟเออร์ ซึ่งจะได้เอาท์พุทของวงจรคือ 29 v และ 9.6 v =38.6 v แรงดันไบแอสที่คอลเลคเตอร์ของ TR_1 คือ 9.6 v

2. หาค่าความต้านทาน R_F

จะเลือกค่า 10 โอห์มเพราะถ้าค่ากระแส I_{c2} ยิ่งน้อยจะทำให้อัตราขยายนั้นจะมีค่ามากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งวงจรที่พบนี้เป็นวงจรดาร์ลิงตัน ซึ่งเป็นวงจรที่ค่าความต้านทานขาเข้ามีค่าสูงวงจรนี้จะให้ผลคูณอัตราขยาย*แถบความถี่ที่สูงขึ้น เมื่อเทียบกับวงจรขยายที่ไม่มีความต้านทาน R_F และอีกข้อช่วยลดผลกระทบกระทั่งระหว่างขาออกกับขาเข้ากล่าวคือ การเปลี่ยนแปลงของโหลดมีผลน้อยกว่าต่อความต้านทานขาเข้าและการเปลี่ยนแปลงของอิมพีแดนซ์ของแหล่งสญญาณมีผลน้อยมากต่อความต้านทานขาออก ส่วน R_E นั้นจะเลือกค่า 56 โอห์ม

$$I_{c2} = 0.5/56+10$$

$$= 0.5/66$$

$$= 0.07\ A$$ เพื่อนำค่านี้ไปหา TRANSISTOR

3. หาค่าความต้านทานของ LOAD

การออกแบบวงจรทางด้านเข้าเป็นวงจรอิมิตเตอร์ไบแอสและทรานซิสเตอร์นั้นได้ต่อแบบดาร์ลิงตัน โดยแรงดันของเบสถูกกำหนดโดยความต้านทานแบ่งแรงดัน R_A และ R_B ,R_C ปกติจะมีกระแสไหลใน R_A,R_B และ R_D มากกว่า I_B หลายเท่า ดังนั้นแรงดันที่เบสจึงค่อนข้างคงตัวเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้ I_C เพิ่มขึ้นและนะมีค่า β เท่าของกระแส I_{B1} ($I_{C1}=\beta I_{B1}$) โดย β เป็นอัตขยายกระแสทรานซิสเตอร์ Q_2 กระแส I_{B1} และ I_{C1} จะไหลออกทางอิมิตเตอร์ไปเข้าขาเบสของทรานซิส-

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ Q_1 เป็นการระแส I_{B2} ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า

$$I_{B2} = I_B + \beta_1 I_{B1}$$

$$= (1+\beta_1) I_{B1}$$

กระแส I_{B2} จะไหลเข้าทางเบสผ่าน R_L ลงกราวนด์ผลของการไหลของ I_{B2} ทำให้เกิด I_{C2} ไหลผ่าน R_F ด้วย

$$I_{E2} = I_{B2} + I_{C2}$$

$$= I_{B2} + \beta_2 I_{B2}$$

$$= (1+\beta_2) I_{B1}$$

แต่ $I_{B2} = (1+\beta_2) I_{B1}$

ดังนั้น $I_L = (1+\beta_2)(1+\beta_1) I_{B1}$

ถ้า β มีค่ามากกว่า 10 เราอาจประมาณได้ว่า

$$I_{E2} = \beta_1 \beta_2 I_{B1}$$

เพราะฉะนั้น $I_{E2} = \beta_1 \beta_2 I_{B1}$

$= 100*100*0.01\ mA I_{B1}$ จากตรางทรานซิสเตอร์

$$I_{E2} = 100\ mA$$

R_{COIL} วัดที่คอยล์ของขดลวด RELAY 24 V 10 A

$$V_{COIL} = I_{E2} * R_{COIL}$$

$$= 100ma * 2.75$$

$$= 27.5\ V$$

4. <u>หาค่าความต้านทาน INPUT และกระแส INPUT</u>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความต้านทาน R_B ควรประมาณเท่ากับความต้านทานอินพุท คือประมาณ 6.9 กิโลโอห์ม แรงดันที่เบสจะสูงกว่าที่อิมิตเตอร์ประมาณจากการทดลอง 3 V. ดังนั้นแรงดันที่คร่อม R_B = 8.3 V กระแสที่ไหลผ่าน R_B จึงได้= 8.3/6.9กิโล-โอห์ม = 1.2 mA

5. การหาค่า R_A,R_D,R_C

เป็นตัวจ่ายกระแสไบแอสให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ซึ่งกระแสทั้งหมดของ R มีค่าประมาณ= 0.9 mA และแรงดันคร่อม V = 27 V

สามารถหาความต้านทาน R_A = V*I = 30*0.9 mA = 27 กิโลโอห์ม

สามารถหาความต้านทาน R_D = V*I = 27*2.5 mA = 67.5 กิโลโอห์ม

สามารถหาความต้านทาน R_C = V*I = 1.2*0.3 mA = 360 กิโลโอห์ม

๖. การหาค่าตัวเก็บประจุ C_1,C_2 FILTER

จาก $C_1 = 1/3.2*f*R_A$

$= 1/3.2*200*33$ กิโลโอห์ม

$= 47.3$ ไมโครฟารัด

จาก $C_2 = 1/3.2*f*R_B$

$= 1/3.2*200*6.9$ กิโลโอห์ม

$= 22.64$ ไมโครฟารัด

7. การเลือกทรานซิสเตอร์

การเลือกทรานซิสเตอร์จะต้องดูพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับทรานซิสเตอร์และอัตราทนได้ของมันเหมาะที่จะใช้กับวงจรได้โดยไม่เกิดเสียหาย

-เลือกแรงดันพัง(BV) ของตัวทรานซิสเตอร์มากกว่าแรงดันอย่างน้อย 2 เท่า

-เลือกค่าสูงสุดของกระแส I ให้มีค่ามากกว่ากระแส I สูงสุดที่ใช้งานจริงๆ

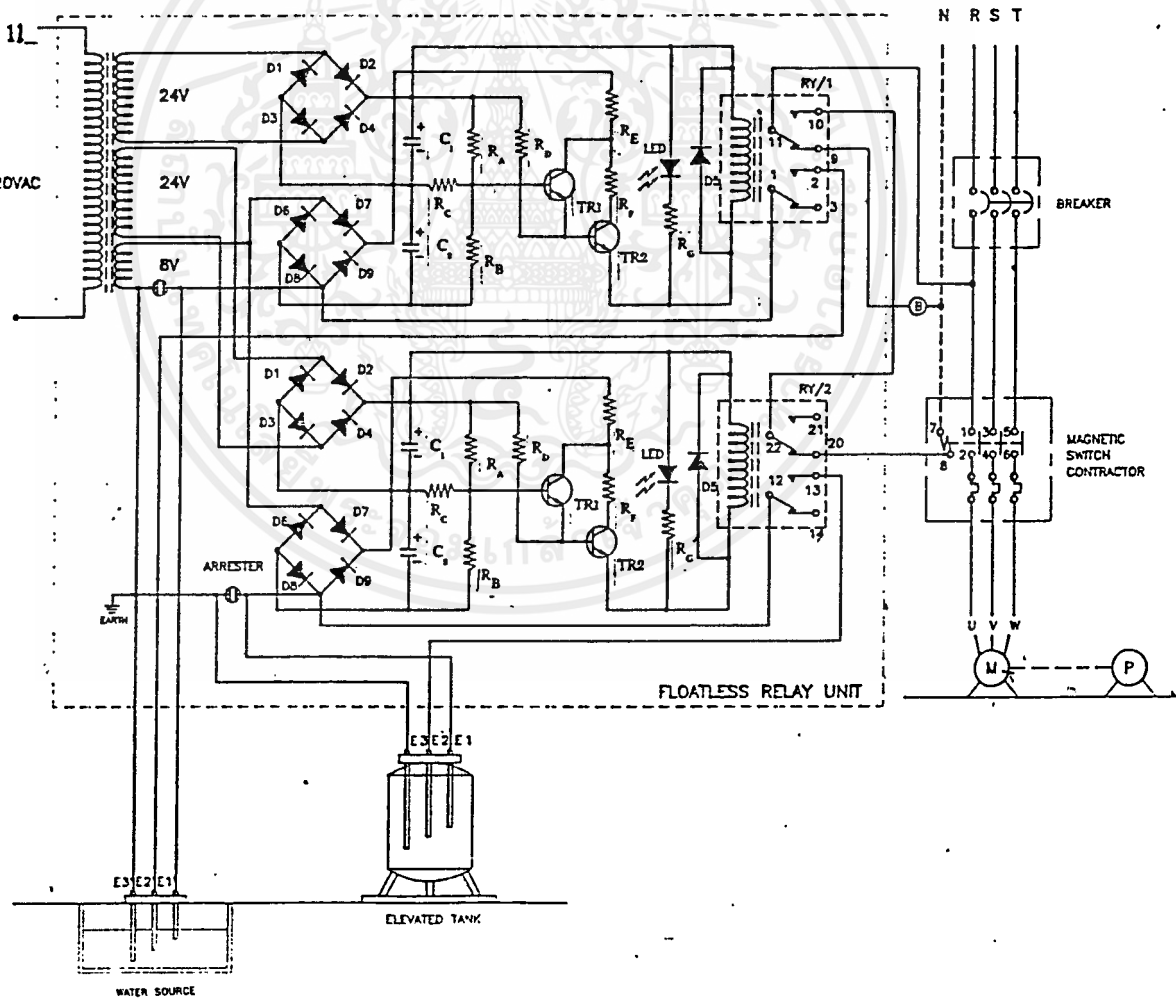
-กำลังงานสูญเสียที่ตัวทรานซิสเตอร์ ต้องมีค่ามากกว่าผลคูณของกระแสที่ใช้ในวงจรกับแรงดันคร่อมตัวทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะฉะนั้นเราจึงเลือกทรานซิสเตอร์เบอร์ 2 SC 3330 ใช้งาน LF A ,V_{CBO}=60 V.V_{CEO}=50V.,$I_{C(DC)}$=0.2 A.,P_C=0.3 W, $I_{CBO(MAX)}$= 0.1 ไมโครแอมป์, V_{CB}=40 Vhfe$_{(min)}$=100, hfe$_{(max)}$ =800,V_{CE}=6, I_C/I_E=0.001, $V_{CE(SAT\ MIN)}$ =0.3,$V_{BE(SAT\ MAX)}$=1, I_C=0.1 A, I_B=0.01 A ,I_T=200 MHz

3.4 การประกอบเข้าด้วยกันในแต่ส่วนของชุดควบคุมแบบ FLOATLESS RELAY

กล่าวแยกส่วนของแต่ละส่วนของวงจรควบคุมแล้ว อันดับต่อไปนี้ถึงขั้นการนำเอาส่วนต่างๆ มาประกอบเข้าด้วยกันเริ่มต้นจากชุดควบคุม FLOATLESS RELAYคือจะต้องต่อวงจรอิเลคทรอนิคส์และต่อหน้าสัมผัสของรีเลย์ให้ถูกต้องตาม DIAGRAMในรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 DIAGRAM การต่อชุดควบคุม FLOATLESS RELAYเข้ากับชุดควบคุมมอเตอร์ปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปในส่วนของวงจรเราคงจะเข้าใจดีแล้วว่า ทำงานอย่างไรและมีอุปลรรคอะไรบ้างมาดูส่วนที่ใช้ SENSE สัญญาณ(ตรวจจับสัญญาณ)ชุดตรวจจับสัญญาณมีหน้าที่เป็นตัวผ่านของกระแสไฟฟ้าให้ครบวงจรการทำงานของ ระบบไฟในวงจรอิเลคทรอนิคส์ โดยอาศัยคุณสมบัติการเป็นตัวนำของตัวกลางที่จะใช้ควบคุมในที่นี้คือนำชุดตรวจจับสัญญาณมีชื่อว่า ชุดของอิเลคโทรด(ELECTRODE)

ELECTRODE ที่จะนำมาใช้อาจจะหาซื้อได้ตามร้านจำหน่ายพวกอุปกรณ์ปั๊มน้ำในราคาเมตรละ ร้อยกว่าบาท นั้นคือท่อนหนึ่งๆ ยาว 1 เมตร โดยจะทำมาจากพวก STAINLESS STELL ทั้งนี้เนื่องจาก STAINLESS STEEL จะไม่เกิดเป็นออกไซด์กลายเป็นสนิม อันจะมีผลทำให้การผ่านของกระแสไม่ดีเท่าที่ควรหรือ อาจจะพูดได้ว่ามีความต้านทานเพิ่มขึ้นได้ และลักษณะทางโครงสร้างที่แข็งแรงของแท่งSTAIN STELL จึงทำให้สะดวกในการใช้งานเพราะไม่ต้องพะวงกับการที่แท่งSTAINLESS STELLหรือ อิเลคโทรดจะเปลี่ยนรูปร่างเมื่อโดนแรงกระทำจากน้ำใน TANK เมื่อเวลาปั๊มน้ำเข้ามา อันจะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการควบคุมระดับขึ้นได้

แต่ก็วัสดุที่สามารถนำมาอิเลคโทรดคือ สายไฟที่ทำจาทองแดงหรือ เงินจะใช้เป็นลักษณะของแท่งก็ได้เพราะจะทำให้ลักษณะโครงสร้างแข็งแรง แต่เมื่อใช้กับการควบคุมระดับที่ลึกมากๆการใช้แท่งวัสดุเหล่านี้อาจสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายดังนั้นก็สามารถใช้สายไฟที่ติดลูกตุ้มน้ำหนักถ่วงเอาไว้ ก็จะเป็นการประหยัดและให้ผลดีเหมือนกัน รายละเอียดในการติดตั้งชุดของแท่งอิเลคโทรดทั้งในระดับการควบคุมธรรมดา และการควบคุมระดับน้ำที่ลึกเพิ่มขึ้น ดูได้เพิ่มเติมจากภาคผนวก ข.

สำหรับชุดควบคุม ชุดนี้ได้นำไปทดลองใช้จริงกับมอเตอร์ปั๊มที่อยู่ใน PUMP HOUSE ข่องภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าในการออกแบบระดับความลึกหรือความยาวของแท่งอิเลคโทรดนั้นจะต้องคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้คือ ระดับที่ต้องการควบคุมว่าต้องการระดับน้ำสูงสุดที่เท่าใดของถังเก็บน้ำและระดับที่ต้องการให้มอเตอร์ปั๊มทำงาน ปั๊มน้ำเข้ามาเก็บไว้ใน TANK ซึ่งเราเรียกว่า ELEVATED TANK อีกในระดับใดเพื่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

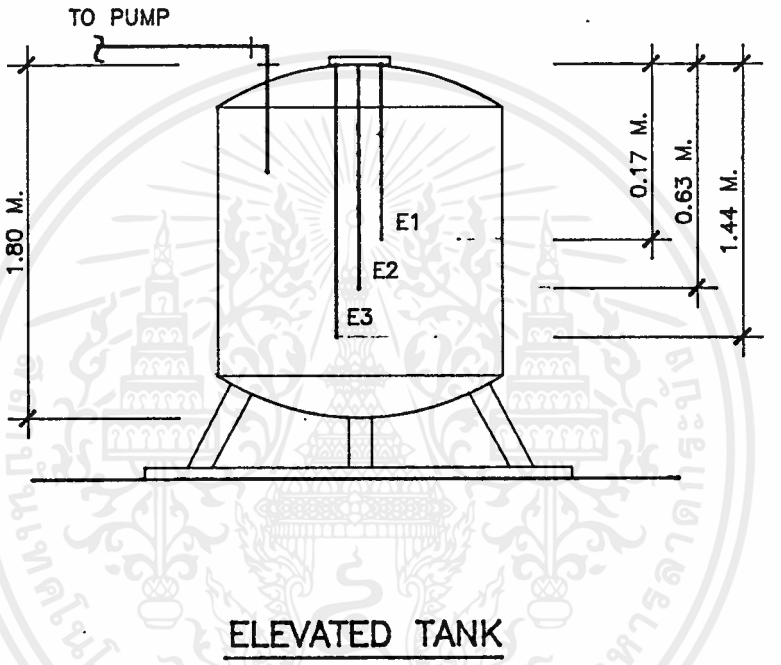
เกิดความพอเพียงกับการใช้น้ำและมอเตอร์ปั๊มจะไม่ทำงานหนักจนเกินไปในการออกแบบความยาวของแท่งอิเลคโทรดในส่วนของ ELEVATED TANK ดังในรูปที่ 3.10

โดยการออกแบบก็อาศัยหลักการที่มีอยู่แล้วตามภาคผนวกข. ได้เปลี่ยนวัสดุที่ใช้อิเลคโทรดจาก STAINLESS STELL เป็นสายไฟทองแดงและขดลวดทองแดงโดยในส่วนที่เป็นELEVATED TANK ได้ทดลองนำเอาขดลวดทองแดงมาใช้แล้วตรงปลายก็ใช้ตุ้มถ่วงน้ำหนัก ผลปรากฏว่าใช้งานได้ดี แต่ก็ควรระมัดระวังในการติดตั้งเพราะลักษณะโครงสร้างของขดลวดทองแดงไม่คงรูปอาจจะเปลี่ยนไปได้ถูกกระแทกหรือชนอะไรเข้าคงจะงอได้

และในส่วนของการติดตั้งทางด้าน WATER SOURCE ซึ่งสถานที่จริงเป็นบ่อพักน้ำใต้ดินที่ได้น้ำมาจากการสูบจากใต้ดินขึ้นมาเก็บไว้และใช้ MANUAL มีนักการภารโรงมาคอยปิด-เปิดมอเตอร์ปั๊มแล้วอาศัยการกะเวลาเอาว่าจะเต็มเมื่อไหร่ บางครั้งก็พลั้งเผลอลืมไปจนน้ำล้นออกจาก TANK อันทำให้เกิดความสิ้นเปลืองและปัญหาหนึ่งที่พบได้บ่อยคือ ปั๊มดูดน้ำไม่ขึ้นหรือผู้ที่จะมาเปิดปั๊มใช้งานไม่รู้ว่ามีน้ำในบ่อพักหรือเปล่า ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีอะไรเป็นสิ่งบ่งบอก นักการภารโรงก็เลยทำการเปิดปั๊มใช้งานก็ไม่มีน้ำเข้า TANK มีแต่ลม ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยใช้หลักการง่ายทางกายภาพของการควบคุมระดับน้ำนั้นคือจะต้องออกแบบให้แท่งอิเลคโทรดที่ใช้ WATER SOURCE สามารถควบคุมระดับน้ำให้มีระดับของน้ำท่วมต่อดูดน้ำของปั๊มที่ใช้งานเสมอ

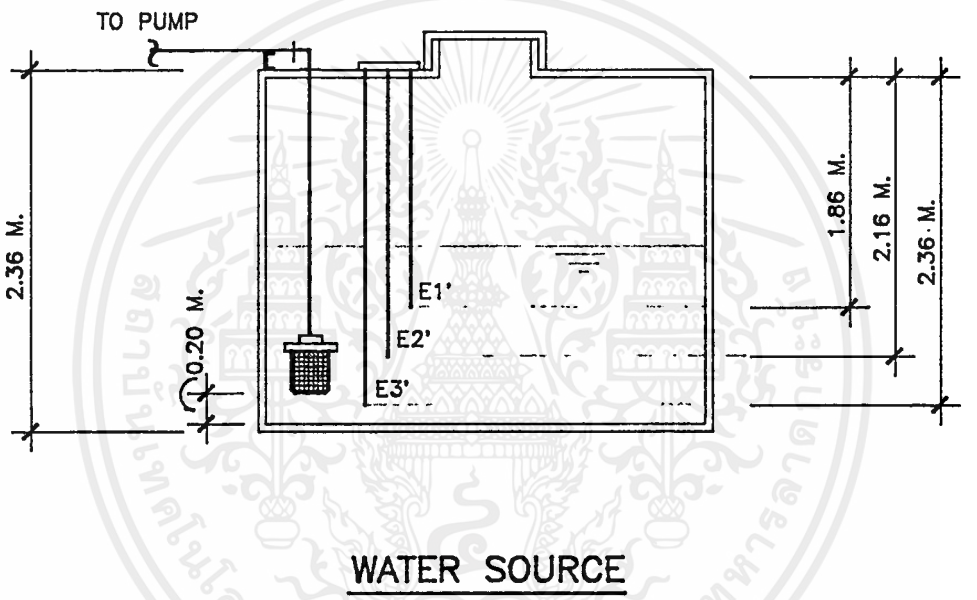
ตามปรกติแล้วเมื่อทำการสุ่มตัวอย่างดูระดับของน้ำในถังพักน้ำหรือ WATER SOURCE จะมีอยู่ในระดับประมาณ 1.15 เมตรบางครั้งก็น้อยเราจึงออกแบบให้ช่วงการทำการควบคุมระดับน้ำอยู่ในบริเวณช่วงที่สูงจากพื้นของถังที่ช่วง 1.15 เมตร เพื่อที่จะได้ช่วยแก้ไขปัญหา เรื่องปั๊มดูดแต่ลมเข้าไปและทำให้ไม่สามารถดูดน้ำมาใช้งานในภาควิชาฯ ได้ตลอดเวลาตามที่ต้องการ การออกแบบความยาวของแท่งอิเลคโทรด ของส่วนที่เป็น WATER SOURCE หรือถังพักน้ำ แสดงดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ระดับของแท่งอิเลคโทรดส่วนของ ELEVATED TANK

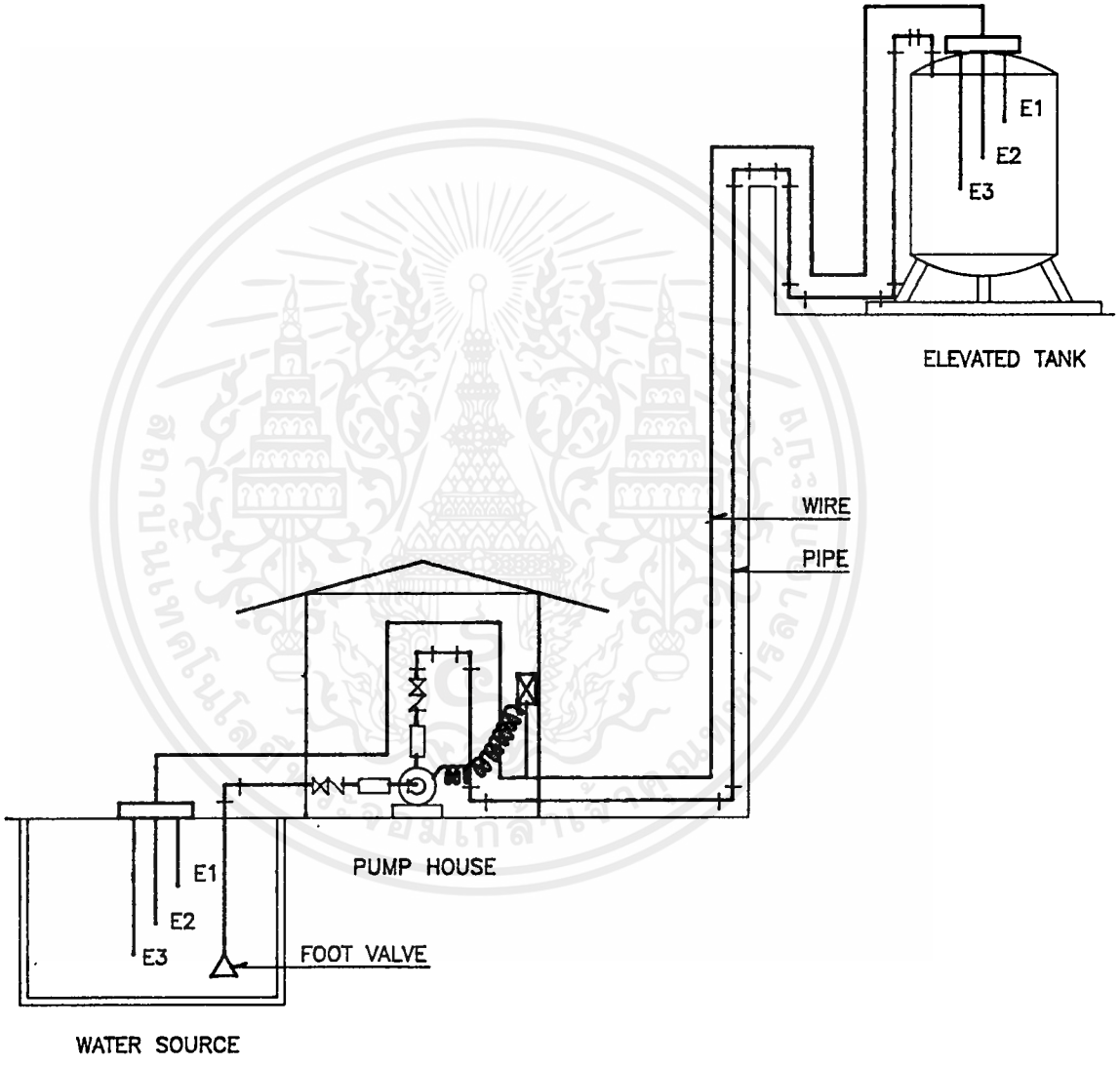
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ระดับของแท่งอิเลคโทรดในส่วนของ WATER SOURCE หรือบ่อพักน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่รู้ถึงการออกแบบความยาวของแท่งอิเลคโทรดในส่วนที่ต้องการควบคุมแล้ว ท่านคงอาจจะมองภาพไม่ออกว่า ELEVATED TANK และ WATER SOURCE พร้อม PUMP HOUSE อยู่ในลักษณะเช่นใดก็ขอให้พิจารณา ดังรูป 3.12



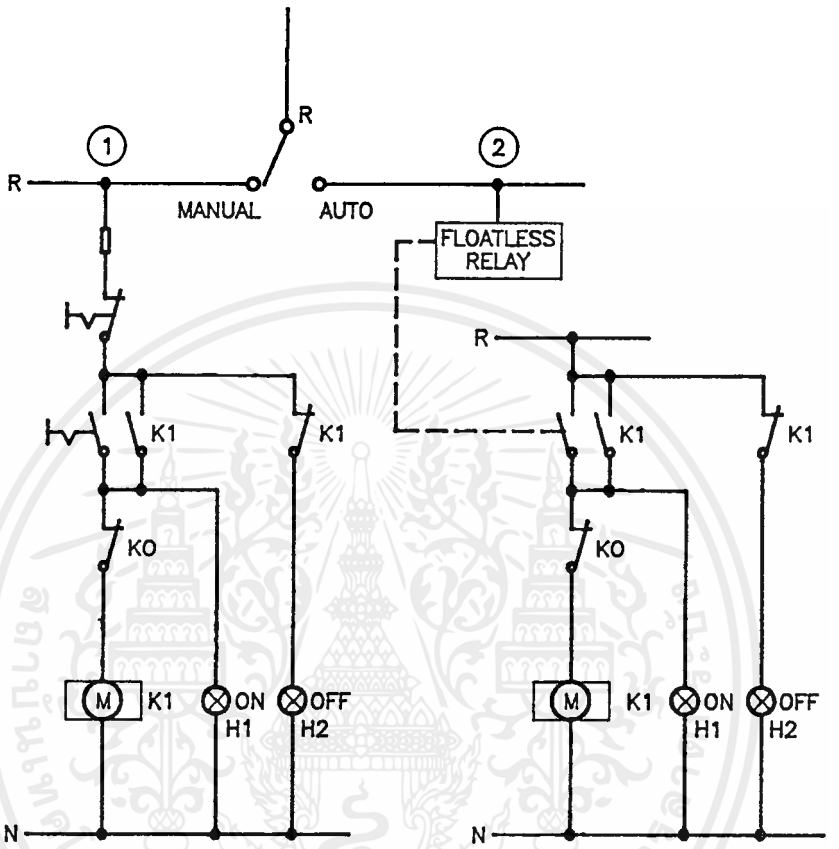
รูปที่ 3.12 สถานที่ในการติดตั้งของ PUMP และในส่วนของ TANK ที่ต้องการควบคุมระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.12 คงจะพอมองเห็นการออกแบบว่าส่วนไหนคืออะไร และภาพแปลนนี้ก็เป็นภาพในการติดตั้งจริงที่ภาควิชาฯ โดยจะทำการเดินท่อสายไฟชนิด PVC ขนาด 1.5 นิ้ว แล้วร้อยสายขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร เข้าไปในท่อ 3 เส้น เพื่อเป็นตัวนำกระแสไฟฟ้าไปหาแท่งอิเลคโทรดในแต่ละชุดซึ่งแต่ละชุดจะมี 3 เส้น แนบไปพร้อมกับท่อน้ำดังแสดงในรูปที่ 3.12 แล้วทำการติดตั้งตู้ควบคุมที่ภายในตู้ประกอบด้วยวงจรควบคุมชุด FLOATLESS RELAY, คอนแทคเตอร์แม่เหล็ก, โอเวอร์เคอร์เร้นท์รีเลย์ พร้อมกับอุปกรณ์ชุดควบคุมที่จำเป็น และยังมีเซอร์กิต-เบรคเกอร์ขนาด20 A.หลอดไฟสัญญาณที่แสดงสภาวะการทำงานปั๊มดังแสดงให้ดูจาก DIAGRAM ข้างล่างจาก DIAGRAM ชุดควบคุมมอเตอร์ปั๊มจะใช้ฟังก์ชั่นการทำงาน 2 แบบ คือแบบ MANUAL หรือ AUTO ถ้า AUTO ก็หมายถึง การใช้การควบคุมแบบใช้ FLOATLESS RELAYถ้าปรับการควบคุมที่ 1 จะเป็นการควบคุมแบบ MANUAL ก็จะมีการทำงานของวงจรควบคุมง่ายๆดังนี้คือ S_1 จะเป็นตัว OFF มอเตอร์ปั๊มและ S_2 เพื่อจ่ายไฟให้แก่คอลย์ของคอนแทคเตอร์แม่เหล็ก คอนแทคปรกติเปิดของคอนแทค-เตอร์แม่เหล็กปรกติเปิดของคอนแทดคเตอร์แม่เหล็ก K_1 ก็จะล็อคตัวเองจ่าไปให้กับคอนแทคเตอร์แม่เหล็กทำให้สมารถจ่ายไฟได้ต่อไป PILOT LAMP H_1 จะแสดงสถานะมอเตอร์ปั๊ม ON และ PILOT LAMP H_2 จะแสดงสถานะมอเตอร์ OFF และมอเตอร์ปั๊มจะหยุดทำงานเมื่อโอเวอร์เคอร์เรนท์รีเลย์ K_0 เปิดวงจรออกเมื่อเกิดสภาวะกระแสเกิน

ส่วนเมื่อปรับมาที่ตำแน่ง 2 การทำงานจะเหมือนกับ MANUAL เพียงแต่สวิทช์ที่ใช้ ON หรือ OFF หรือจ่ายกระแสให้กับคอยล์ของคอนแทคเตอร์แม่เหล็กได้มาจากการทำงานของรีเลย์ภายในวงจรชุดควบคุม FLOATLESS RELAY ดู DIAGRAMการต่อประกอบในรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ชุดควบคุมมอเตอร์ปั๊ม

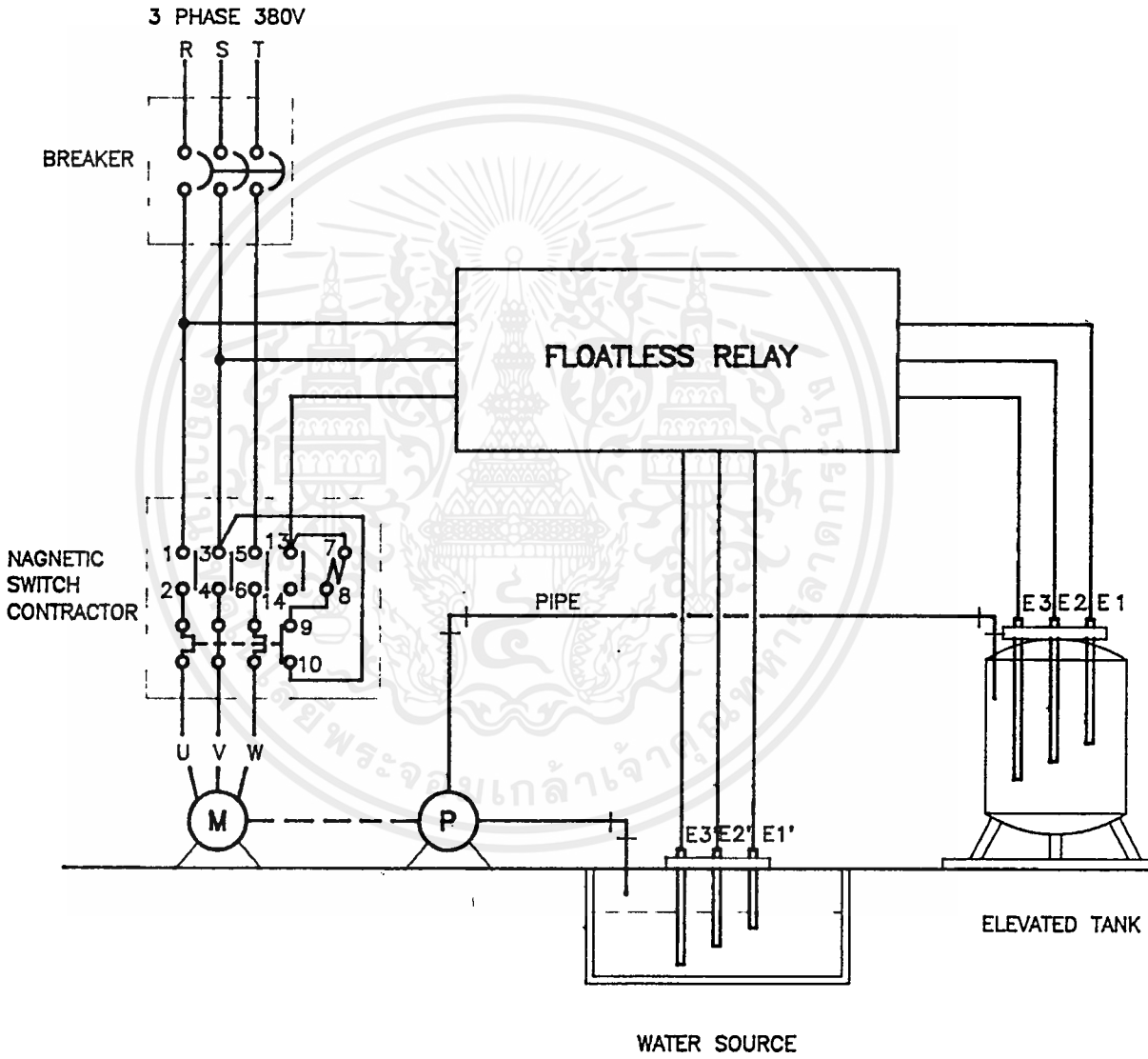
3.6 <u>การทำงานของชุดควบคุม</u>

เมื่อต่อวงจรจนครบของชุดควบคุมแล้วดังในรูปที่ 3.14 มอเตอร์ก็จะทำงานอัตโนมัติเมื่อมีการปรับฟังก์ชั่นการทำงานมาที่ AUTO

การทำงานก็คือ ชุดอิเลคโทรดที่อยู่ในส่วนของWATER SOURCE จะคอยเช็คระดับน้ำภายในTANK นี้เพื่อให้มีระดับที่ปลอดภัยต่อการทำงานของมอเตอร์ปั๊ม และส่วนที่อยู่ในส่วนของ ELEVATED TANK จะทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำที่ต้องการใช้ โดยจะสั่งให้มอเตอร์ปั๊มปั๊มน้ำเข้ามาใส่ TANK เมื่อระดับน้ำลดลงจาก E_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าเมื่อใดที่ระดับน้ำใน WATER SOURCE ต่ำกว่า E'_2 ชุดควบคุมจะสั่งให้มอเตอร์ปั๊มหยุดทำงานพร้อมกับให้สัญญาณไฟบอกสถานะว่ามีน้ำอยู่ในระดับต่ำกว่าความปลอดภัยในการทำงานของปั๊ม และการทดลองว่าฟังก์ชั่นการทำงานจริงๆ ที่ทำการทดลองใช้จะเหนือนกับหลักการที่ตั้งไว้หรือเปล่า ติดตามได้จากบทที่ 4 การทดลอง FLOAT LESS RELAY



รูปที่ 3.14 BLOCK DIAGRAM สำเร็จที่ในระบบควบคุมแบบ FLOATLESS RELAY

เกี่ยวกับข้อสงสัยในส่วนของชุดอิเลคโทรดทำไมถึงต้องมีอิเลคโทรดถึง 3แท่ง แต่ 2 แท่งใช้งานได้หรือไม่ ขอตอบว่าแต่มีนจะเป็นผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของวงจรในกรณีเมื่อระดับน้ำขณะที่น้ำไหลเข้าหรือระดับน้ำเกิดการเปลี่ยนปแสดงจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดการกระเพื่อม เมื่อระดับน้ำสูงขึ้นใกล้กับอิเลคโทรดแท่งสั้น จะทำให้ชุดบริดจ์เรคติไฟเออร์ 8 โวลต์เกิดการนำกระแสและไม่นำกระแสตามการกระเพื่อมของน้ำอาจแก้ไขโดยการใช้ C 4.7 ไมโครฟารัด หรือใช้แท่งอิเลคโทรดอีกแท่งมาช่วยคือ ELEVATED (E_2หรือE'_2)แท่งความยาวขนาดกลางและเพื่อให้ย่านการควบคุมทำได้กว้างขึ้นเพราะก้าระดับน้ำต่ำกว่า E_1 ชุดควบคุมจะสั่งให้มอเตอร์ปั๊มทำงานทันทีลักษณะเช่น ถ้าไม่มี E_2 หรือ E'_2 จะทำให้ความถี่ในการทำงานของมอเตอร์ปั๊มมากอาจจะทำให้มอเตอร์ปั๊มได้รับความเสียหายหรืออายุการใช้งานสั้นลง และก็เป็นเหตุผลว่าทำไมต้องใช้แท่งอิเลคโทรด 3 แท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองเหล่านี้ เป็นการทดลองเพื่อหาคุณสมบัติของวงจรที่สร้างขึ้น ว่ามีลักษณะการทำงานเช่นไร เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับหลักการเบื้องต้นตามบทที่ 2 พร้อมทั้งทดลองเพื่อวัดค่าแรงดัน, กระแส และรูปคลื่นของวงจร ในขณะที่วงจรทำงาน และวงจรไม่ทำงาน อีกทั้งทดลองเพื่อหาความต้านทานของน้ำที่ระดับแท่งอิเลคโทรดต่างๆ ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 การทดลองสภาพการทำงานของ FLOATLESS LIQUID LEVEL CONTROLLER ในระดับน้ำต่างๆ

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อรู้ลักษณะการทำงานการวัดระดับน้ำของ WATER SOURCE TANK และ ELEVATED TANK
2. ทราบถึงค่าแรงดัน OUTPUT ของวงจร FLOATLESS LIQUID LEVEL CONTROL
3. วัดค่าแรงดัน OUTPUT เพื่อดูลักษณะรูปคลื่น OUTPUT ที่ได้จากชุดทดลอง

<u>อุปกรณ์ในการทดลอง</u>

1.	ถังน้ำ	2 EA
2.	CIRCUIT BREAKER	1 EA
3.	PILOT LAMP	2 EA
4.	PUSH BUTTON	1 EA
5.	MAGNETIC CONTACTOR	1 EA

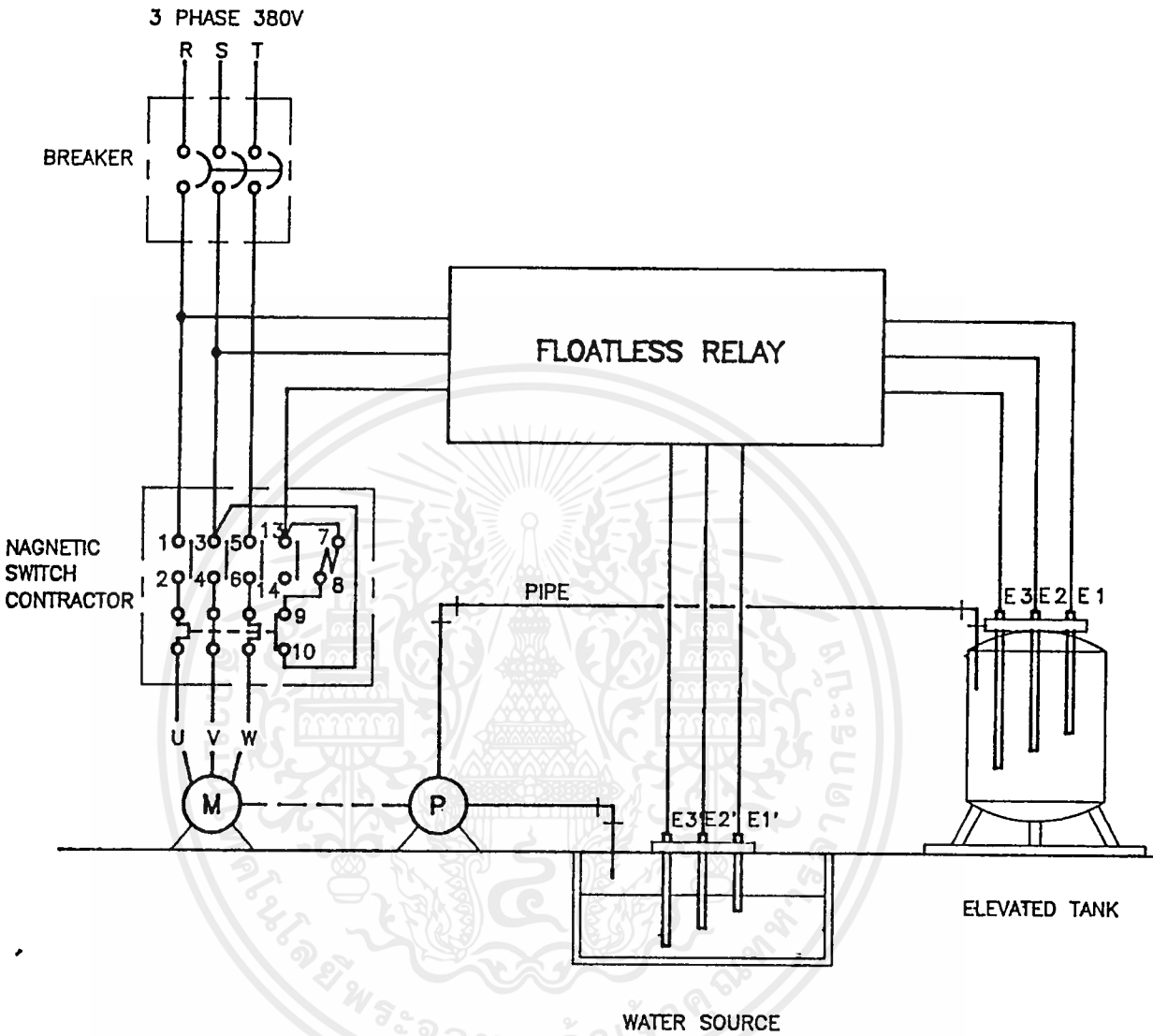
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.	FLOATLESS LEVEL CONTROL MODEL GIF-G1	1 SET
7.	สายยาง	1 LOT
8.	สายไฟ	1 LOT
9.	MOTOR PUMP 220 VAC 10 A.	1 SET
10.	ชุดของ ELECTRODE	2 SET
11.	มัลติมิเตอร์ (VOM)	1 EA
12.	PLOTTER AND STORAGE SCOPE	1 SET

วิธีการทดลอง

1. ตักน้ำใส่ถังที่เป็น WATER SOURCE TANK จนถึงระดับน้ำในถังท่วมถึงจุด E_1 แล้วทางด้านที่เป็น ELEVATED TANK ก็เติมน้ำเช่นกันประมาณครึ่งถัง เพื่อใช้วิธีกาลักน้ำดูดเอาน้ำจากถัง ELEVATED TANK มาจ่ายให้กับถัง WATER SOURCE TANK ในลักษณะของ CIRCULATED SYSTEM ดังรูปวิธีการทดลองที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.1 แสดงวงจรการทดลองที่ 1

2. จากนั้นก็ทดลอง RUN วงจรของ MOTOR AND PUMP โดยเปิด CIRCUIT BREAKER เพื่อทำให้ START MOTOR PUMP ทำงาน แล้วบันทึกค่าผลการทดลอง โดยเช็คระดับน้ำที่สภาวะต่างๆ ทั้ง WATER TANK และ ELEVATED TANK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นเมื่อระดับน้ำได้ท่วมถึง ELECTRODE ทั้งหมดของ ELEVATED TANK แล้วจะทำให้ MOTOR AND PUMP หยุดทำงาน แล้วบันทึกค่าผลการทดลองโดยเช็คระดับน้ำที่สภาพวะต่างๆ ทั้ง WATER SOURCE และ ELEVATED TANK

4. โดยการบันทึกค่านั้นจะวัดแรงดัน และกระแสที่แท่งอิเลคโตรด ในช่วงที่ PUMP ON และ PUMP OFF

5. ทำการ PLOT กราฟ เพื่อหารูปลักษณะลูกคลื่น OUT PUT ที่ออกจากชุด FLOATLESS LIQUID LEVEL CONTROL

ผลการทดลอง

1. จากการทดลอง เมื่อทำการทดลองตามลำดับขั้นการทดลองแล้วจะได้ผลดังนี้

จะเห็นว่า เมื่อ MOTOR PUMP จะทำงานเมื่อระดับน้ำในถัง ELEVATED TANK มีระดับต่ำกว่า E_2 แต่ถ้าระดับน้ำทาง WATER SOURCE TANK ต่ำกว่า E_2 MOTOR PUMP จะไม่ทำงาน จะมีไฟจาก PILOT LAMP แสดงและ MOTOR PUMP จะทำงานอีกครั้งหนึ่งเมื่อระดับน้ำใน WATER SOURCE TANK นั้นถึงแท่ง E_1 MOTOR PUMP จะทำงานอีกครั้งหนึ่ง ส่วนทางด้าน ELEVATED TANK นั้น MOTOR PUMP จะหยุดทำงานเมื่อระดับน้ำนั้นถึงแท่ง E_1

2. ผลการเกิดแรงดันในสภาวะต่างๆ

สภาวะที่ Pump on

วัดที่ Elevated Tank

วัดแรงดันระหว่าง E_1 เทียบกับน้ำ = 8 VAC วัดกระแส = 0.024 A

E_2 เทียบกับน้ำ = 0 VAC วัดกระแส = 0 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	E_3 เทียบกับน้ำ	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
วัดระหว่าง	E_1-E_2	= 7.8	VAC	วัดกระแส	= 0.023	A
	E_2-E_3	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
	E_3-E_1	= 7.8	VAC	วัดกระแส	= 0	A

หมายเหตุ Electrode E_3, E_2 มีระดับน้ำท่วม

วัดที่ Water source

วัดแรงดันระหว่าง	E_1 เทียบกับน้ำ	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
	E_2 เทียบกับน้ำ	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
	E_3 เทียบกับน้ำ	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
วัดแรงดันระหว่าง	E_1-E_2	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
	E_2-E_3	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
	E_3-E_1	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A

หมายเหตุ ระดับน้ำท่วมแท่ง Electrode หมดทุกแท่ง

สภาวะที่ Pump off

วัดที่ Elevated Tank

วัดแรงดันระหว่าง	E_1 เทียบกับน้ำ	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
	E_2 เทียบกับน้ำ	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
	E_3 เทียบกับน้ำ	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
วัดแรงดันระหว่าง	E_1-E_2	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
	E_2-E_3	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A
	E_3-E_1	= 0	VAC	วัดกระแส	= 0	A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ระดับน้ำท่วมแท่ง Electrode ทั้งหมด

วันที่ Water source

วัดแรงดันระหว่าง E_1 เทียบกับน้ำ = 0 VAC วัดกระแส = 0 A

E_2 เทียบกับน้ำ = 0 VAC วัดกระแส = 0 A

E_3 เทียบกับน้ำ = 0 VAC วัดกระแส = 0 A

วัดแรงดันระหว่าง E_1-E_2 = 0 VAC วัดกระแส = 0 A

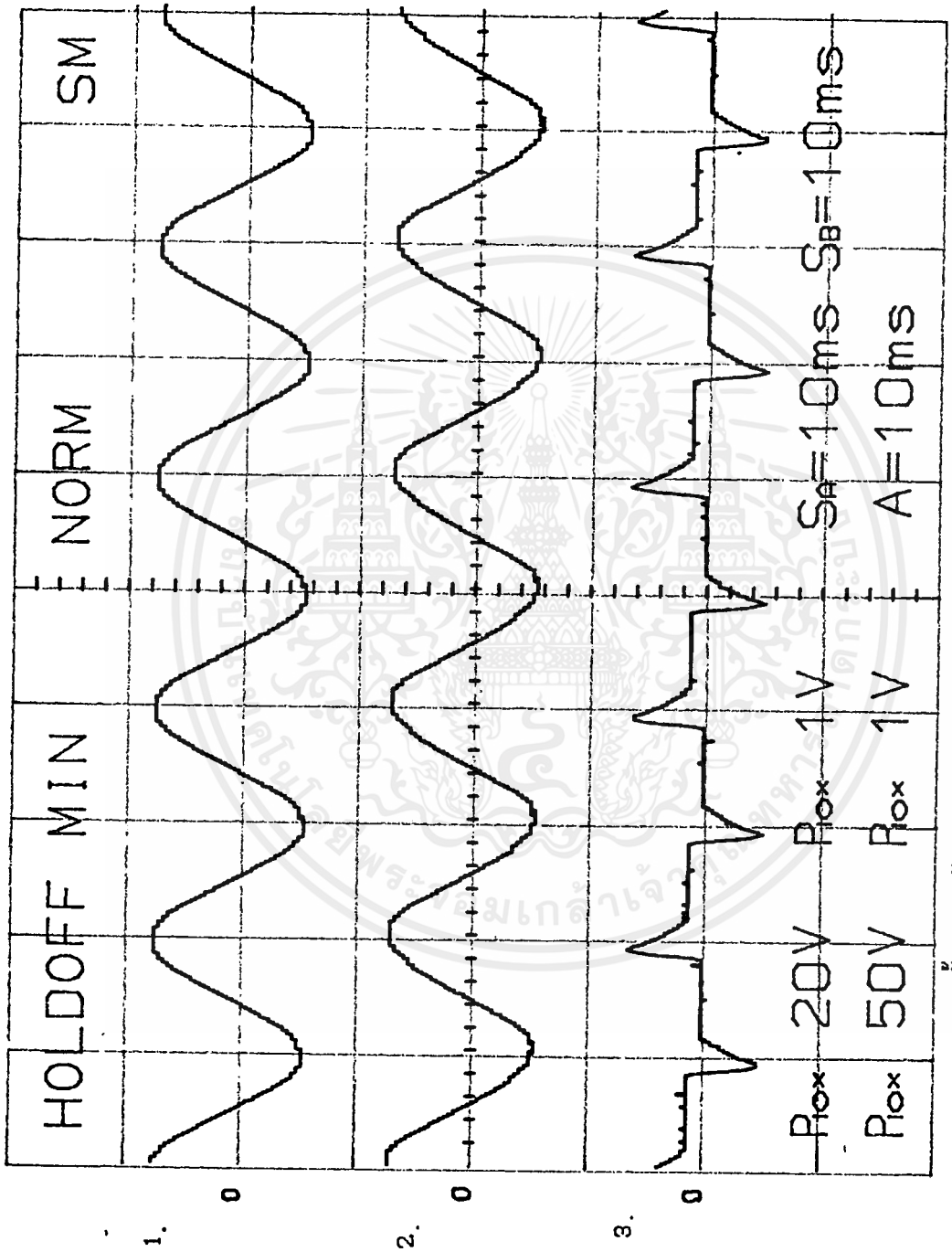
E_2-E_3 = 0 VAC วัดกระแส = 0 A

E_3-E_1 = 0 VAC วัดกระแส = 0 A

หมายเหตุ ระดับน้ำท่วมแท่ง Electrod ทั้งหมด

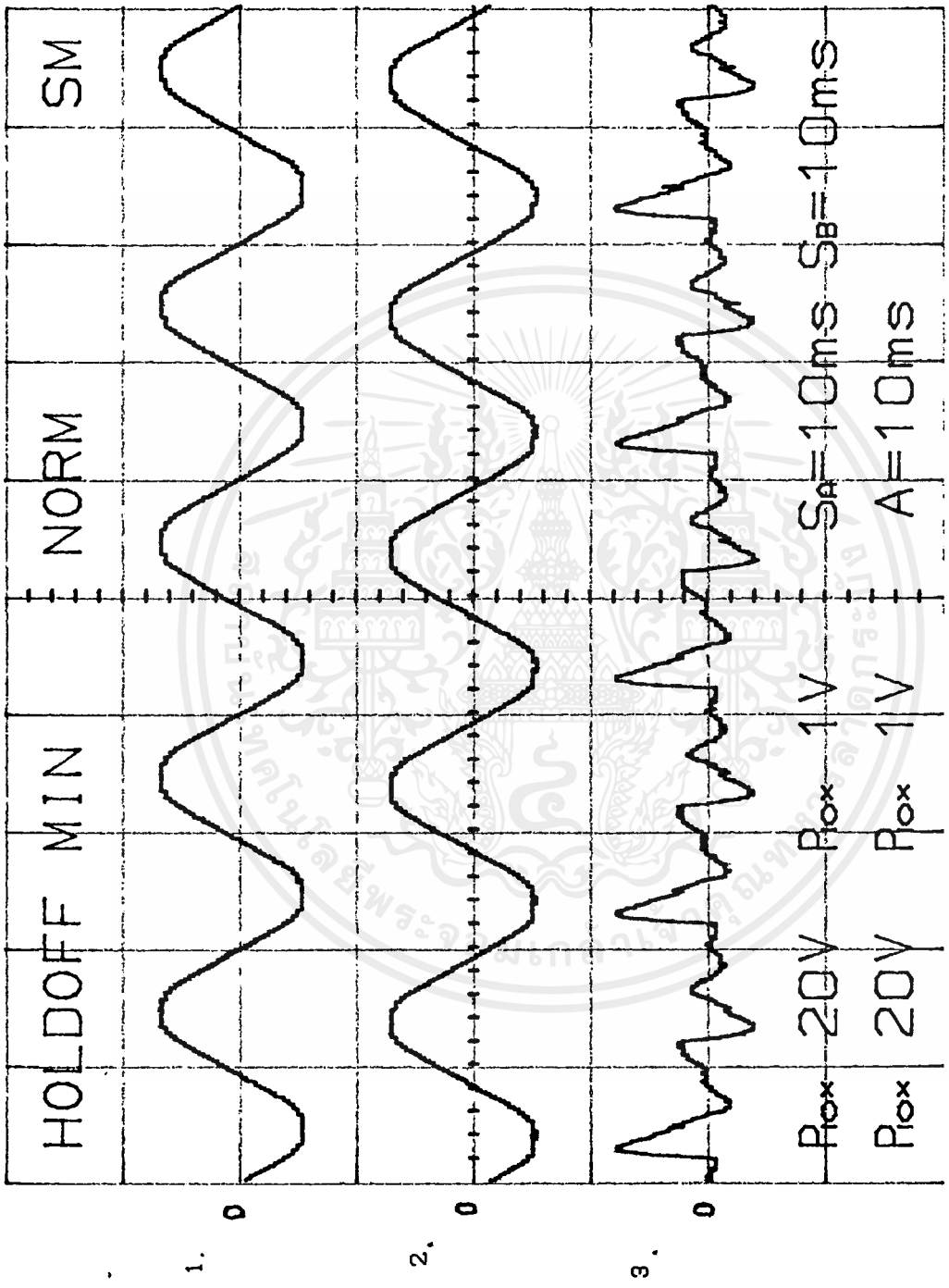
3. แสดงผลการทดลองของการ PLOT GRAPH เพื่อดูรูปลักษณะลูกคลื่น out put ที่ออกจากชุด FLOATLESS LIQUID LEVEL CONTRO ซึ่งมี 6 รูป กร๊าฟด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. V_{IN} (SUPPLY ขั้ว S_0 กับ S_2)
2. V_{OUT} (E_1 กับ E'_3) แท่ง E_1 ไม่จมน้ำ
3. V_{OUT} (E'_1 กับ E'_3) แท่ง E_1 จมน้ำ

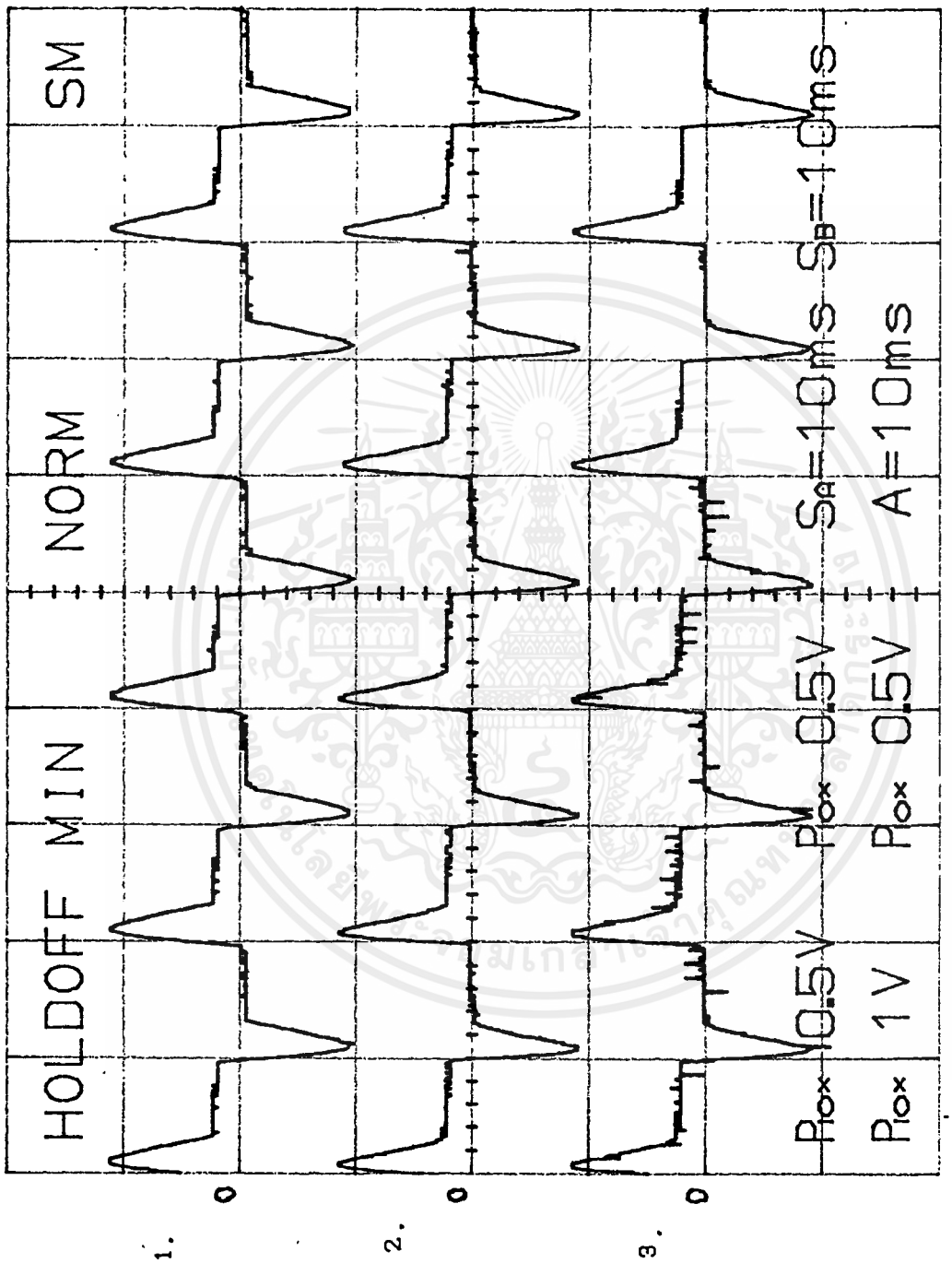
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายถึง PUMP OFF

1. แท่ง E_1 คือ E'_3 (E_1ไม่จมน้ำ, E_2จมน้ำ, E_3ไม่จมน้ำ) โดย E'_1, E'_2ไม่จมน้ำ, E'_3จมน้ำ
2. แท่ง E'_1 คือ E'_3 (E_1ไม่จมน้ำ, E_2จมน้ำ, E_3ไม่จมน้ำ) โดย E'_1, E'_2ไม่จมน้ำ, E'_3จมน้ำ
3. แท่ง E'_2 คือ E'_3 (E_1ไม่จมน้ำ, E_2จมน้ำ, E_3ไม่จมน้ำ) โดย E'_1, E'_2ไม่จมน้ำ, E'_3จมน้ำ

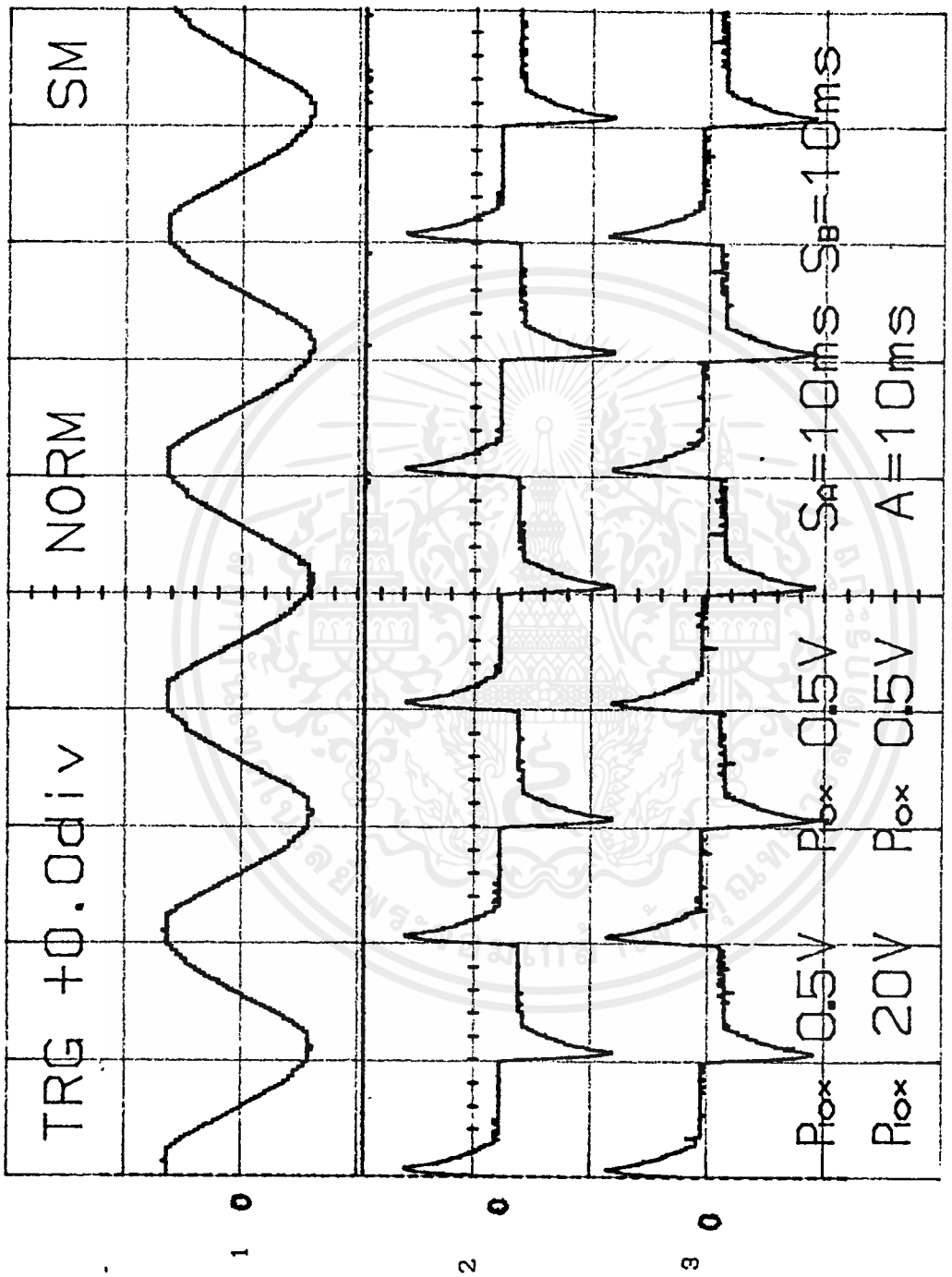
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หมายถึง PUMP OFF

1. แท่ง E'_1 กับ E'_3 (E'_1 ไม่จมน้ำ, E'_2, E'_3 จมน้ำ) โดย E_1, E_2, E_3 จมน้ำ
2. แท่ง E_1 กับ E'_3 (E_1 ไม่จมน้ำ, E'_2, E'_3 จมน้ำ) โดย E_1, E_2, E_3 จมน้ำ
3. แท่ง E_2 กับ E'_3 (E'_1 ไม่จมน้ำ, E'_2, E'_3 จมน้ำ) โดย E_1, E_2, E_3 จมน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

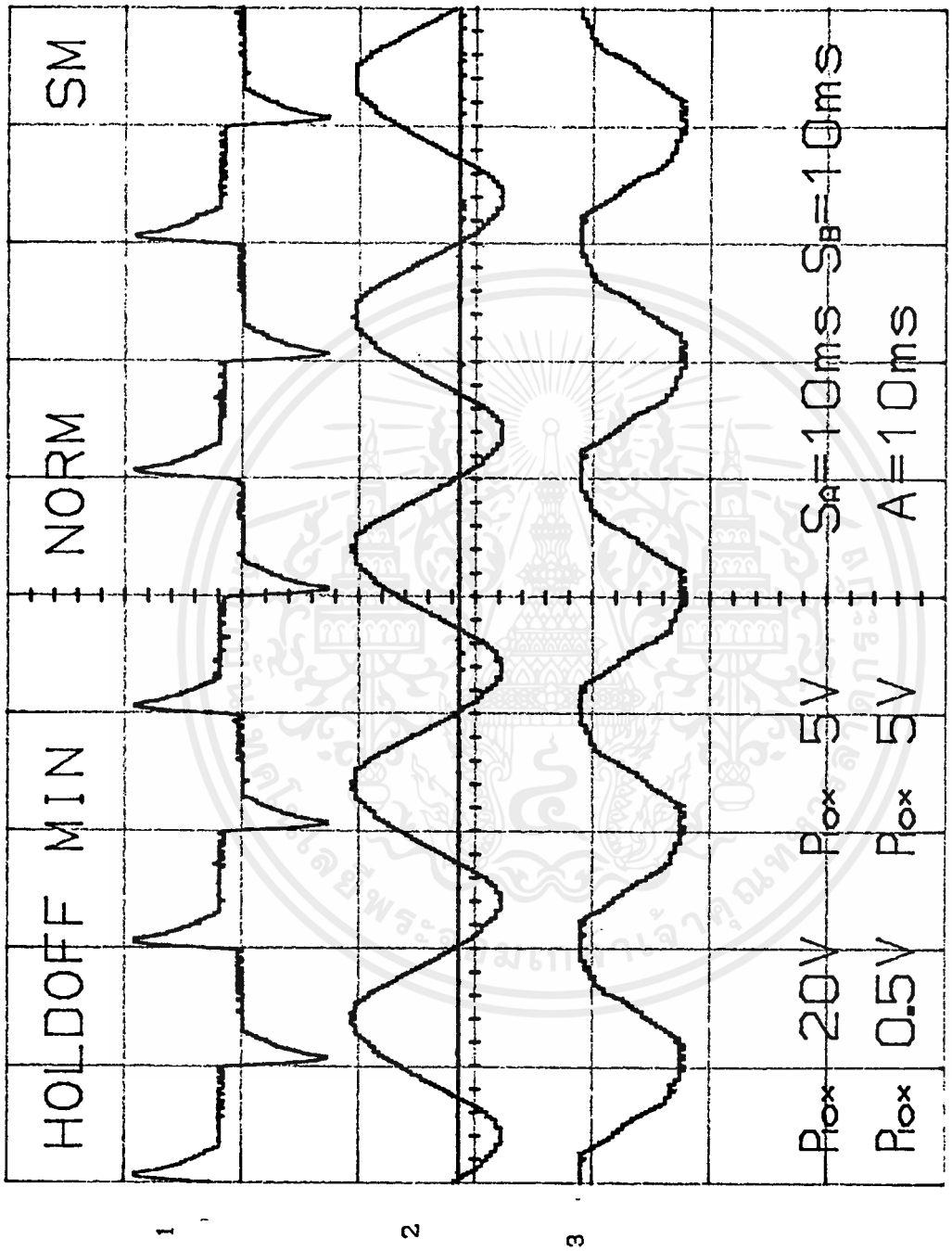


1 วัดแท่ง E_1 กับ E'_3 โดย E_1, E_2 ลอย PUMP ทำงาน U_1 ON E'_1, E'_2, E'_3 จมน้ำ

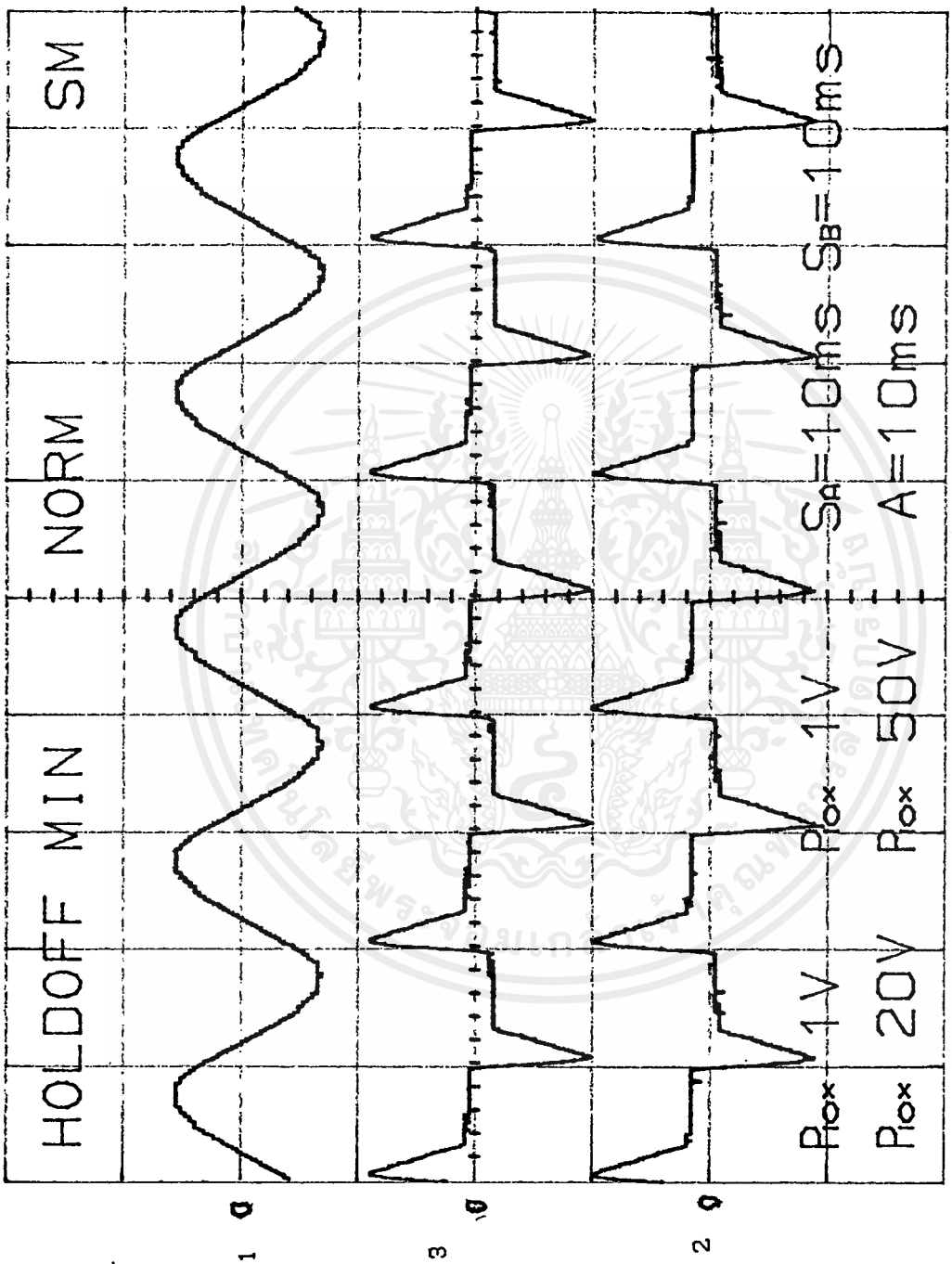
2 วัดแท่ง E'_2 กับ E'_3 โดย E_1, E_2 ลอย PUMP ทำงาน U_1 ON E'_1, E'_2, E'_3 จมน้ำ

3 วัดแท่ง E'_1 กับ E'_3 โดย E_1, E_2 ลอย PUMP ทำงาน U_1 ON E'_1, E'_2, E'_3 จมน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 แท่ง E_1 กับ E'_3 โดย E_1 ไม่จมน้ำ E_2,E_3จมน้ำ เมื่อ E'_1 สูงจาก E'_2 6 ซ.ม.

3 แท่ง E'_2 กับ E'_3 โดย E_1ไม่จมน้ำ E_2,E_3จมน้ำ เมื่อ E'_1 สูงจาก E'_2 6 ซ.ม.

2 แท่ง E'_1 กับ E'_3 โดย E_1ไม่จมน้ำE_2,E_3จมน้ำ เมื่อ E'_1 สูงจาก E'_2 6 ซ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป-วิจารณ์ ผลการทดลอง

1. จากการทดลองที่ 1 นี้ จะเห็นได้ว่าเป็นการศึกษาลักษณะระดับน้ำทุกๆ ระดับของทั้ง WATER SOURCE TANK และ ELEVATED TANK ว่า ถ้าถึงแท่งระดับไหน MOTOR PUMP ทำงาน และถ้าถึงระดับไหน MOTOR PUMP ไม่ทำงาน โดยจะมีชุด CONTROL SET หรือ FLOALTLESS LEVEL CONTROL เป็นตัวควบคุมระดับน้ำต่างๆ ซึ่งจะสรุปเป็นตารางดังนี้

ตารางสรุปผลการทดลอง

สภาวะการทำงาน	WATER SOURCE TANK	ELEVATED TANK
ขณะที่ MOTOR AND PUMP ทำงาน	น้ำถึงระดับ E_1	น้ำถึงระดับ E_2
ขณะที่ MOTOR AND PUMP ไม่ทำงาน	น้ำถึงระดับ E_2	น้ำถึงระดับ E_1

โดยแท่ง E_3 , E_3 นั้นจะเป็นแท่งสำหรับต่อกราวนด์ของวงจร..

2. จากการทดลองของแรงดัน จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้นั้น ขณะที่ PUMP ON นั้น จะมีค่าแรงดัน E_1 เทียบกับน้ำ มีค่า = 8 VAC กระแส = 24 mA เพราะว่าระดับน้ำ E_3 และ E_1 นั้น น้ำยังไม่สื่อทางไฟฟ้า เราจึงสามารถวัดค่าได้ที่แท่ง E_1 ของ ELEVATED TANK ต่อมาถ้าเราวัด E_2 เทียบกับน้ำ และ E_3 เทียบกับน้ำ มีค่าเป็น 0 VAC เพราะว่าน้ำนั้นได้ท่วมแท่ง E_3 และ E_2 ถึงแม้จะใช้มัลติมิเตอร์จัดก็จะไม่มีค่า เพราะเสมือนวัดที่จุด จุดเดียวกันนั่นเอง ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราวัดที่ขั้ว E_1 กับ E_2 นั้นจะมีค่าแรงดัน output ออกมา มีค่าเท่ากับ 7.8 VAC กระแส 23 mA เพราะว่าน้ำนั้นยังไม่ถึงที่แท่ง E_1 เราจึงสามารถวัดแรงดันออกมีค่า = 7.8 VAC และต่อมาเรามาวัดที่ WATER SOURCE ดูบ้าง จะมีค่าเท่ากับ 0 VAC ทุกค่าเพราะว่ามีน้ำท่วมหมดทุกแท่งจึงทำให้จะวัดที่จุดใดก็ตามก็จะมีค่าเป็น 0 VAC หมดทุกแท่ง

จากการทดลองของแรงดัน ขณะที่ PUMP OFF นั้น แสดงว่าในเวลานี้มีน้ำท่วมแท่งอิเลคโตรดทั้งหมดทั้ง WATER SOURCE TANK และ ELEVATED TANK นั้นจึงทำให้ได้ค่าเท่ากับ 0 VAC เพราะน้ำเป็นสื่อตัวนำไฟฟ้าจึงมีค่าตามนี้ จากการ Plot graph จะเห็นได้ว่า ทั้ง 6 รูปภาพนั้น ถ้าแท่ง E_3 ต่อกับ E_1 , E_2 หรือ E_3 , E_2 , E_1 ต่อกันโดยมีน้ำเป็นสื่อ จะสามารถได้รูปกราฟแบบ ดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ แต่ถ้าแท่ง E_1 , E_2 , E_1 , E_2 นั้นไม่ได้มีน้ำเป็นสื่อต่อเชื่อมนำไฟฟ้าแล้วจะเป็นรูปคลื่นแบบ Sine wave เพราะว่าเป็นการวัดที่ความต้านทานของน้ำ จึงทำให้เกิดเป็นรูปคลื่น ดิฟเฟอเรนชิเอเตอร์ออกมาจากกราฟ ถ้าจากกราฟเป็นรูป Sine wave เกิดจากการที่ไม่มีน้ำเป็นสื่อซึ่งเสมือนว่าเป็นการวัดแรงดันทาง out put ของวงจร Transformer นั้นเอง

การทดลองที่ 2 การทดลองหาค่าแรงดัน, กระแส และรูปกราฟแสดงผลของชุด FLOATLESS LIQUID LEVEL CONTROL

<u>วัตถุประสงค์</u>

1. เพื่อศึกษาวงจรภายในระบบของ FLOATLESS LIQUID LRBRL CONTROL นั้นสามารถทำงานได้อย่างไร
2. เพื่อจะได้ทราบว่าอุปกรณ์ชุดใดนั้นทำงานก่อนหรือหลังอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สามารถที่จะนำวงจรนี้ไปใช้งานควบคุมระบบน้ำได้เป็นอย่างดี

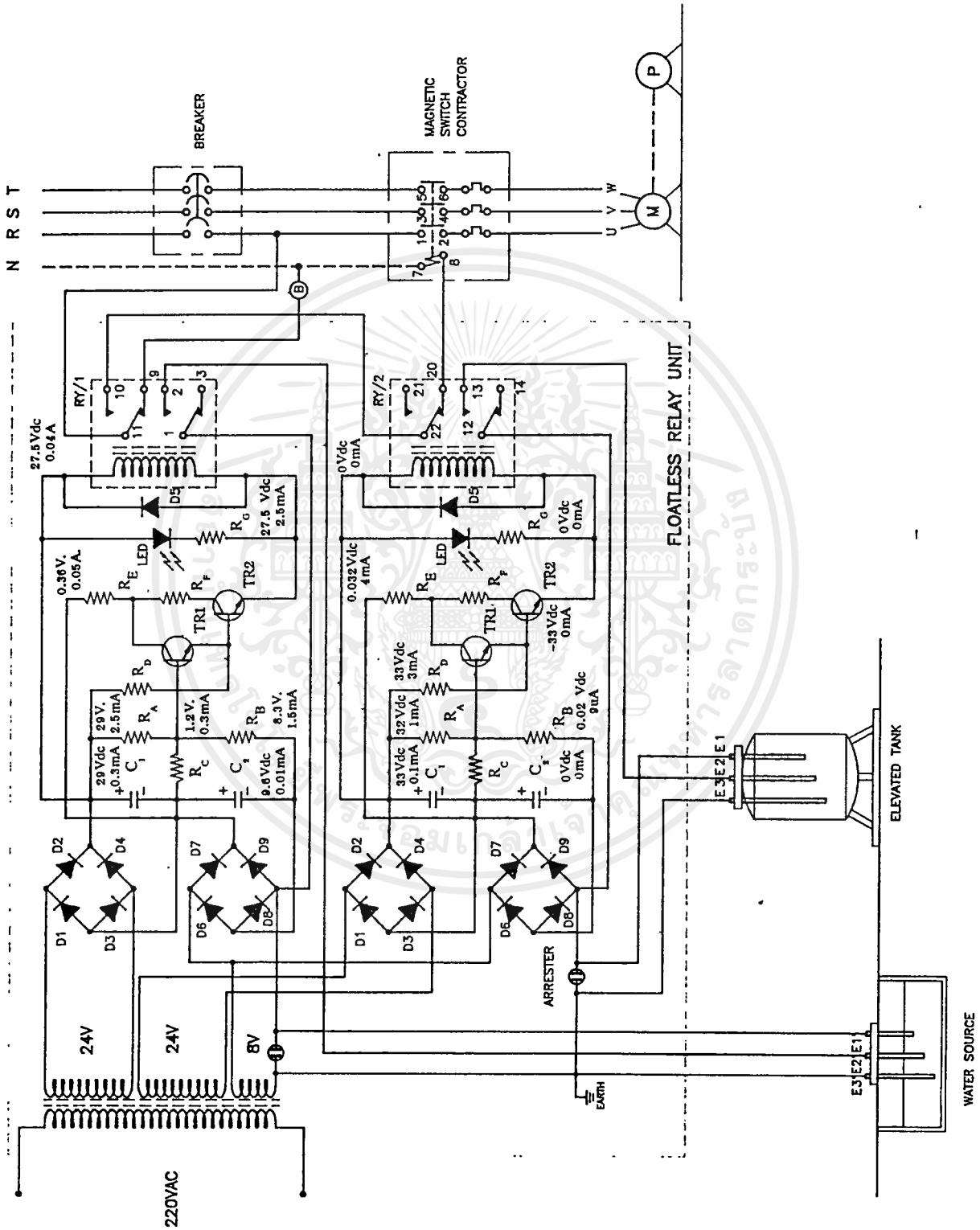
4. เพื่อวัดค่าแรงดัน และกระแสต่างทั้งวงจรว่าชุดใดทำงานหรือชุดใดไม่ทำงาน

5. PLOT GRAPH แสดงค่าแรงดันออกมาในรูปคลื่นได้เห็นเป็นจริงตามค่าแรงดันที่วัดได้

<u>อุปกรณ์ในการทดลอง</u>

1. PLOTTER	1 SET
2. STORAGE OSSCILOSCOPE	1 SET
3. VOM	1 EA
4. PHOTO BOARD	1 EA
5. WIRE CONNECTED	1 SET
6. RESISTOR 3.3 k	2 EA
7. RESISTOR 3.9 k	2 EA
8. RESISTOR 56	2 EA
9. RESISTOR 10	2 EA
10. RESISTOR 10 k	4 EA
11. RESISTOR 6.9 k	2 EA
12. DZODE 1 N 400Z	34 EA
13. CAPACITOR 33 F	2 EA
14. CAPACITOR 4.7 F	2 EA
15. LIGHNING ARRESTOR	2 EA
16. RELAY 110 V. 10 A DC	2 EA
24 V. 10 A DC	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. TRANSFORMER 220/24-8 1 EA

18. LED 2 EA

19. TRANSISTOR NO.33000 4 EA

วิธีการทดลอง

1. ทำการต่อรูปวงจรดังรูปที่ 4.2 ลงใน PHOTO BOARD
2. วัดค่าแรงดัน และกระแสต่างๆ ดังรูปวงจรที่ขณะชุด ELEVATED TANK ทำงาน และชุด WATER SOURCE ไม่ทำงาน แล้วทำการบันทึกค่าต่างๆ ลงในตารางบันทึกผล
3. ทำการวัดค่าโดยใช้ PLOTTER และ STORAGE SCOPC ทำการบันทึกผล ซึ่งได้ตามรูปกราฟที่ได้ ดังรูป 4.3
4. ศึกษาการทำงานของชุด FLOATLESS LEQUID LEVEL CONTROL แต่ละชุดจากผลการทดลองที่ได้

ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองขณะที่ชุดวงจรบนทำงาน (ชุด ELEVATED TANK ทำงาน)

ชื่ออุปกรณ์ที่ทำการวัด	ค่าแรงดันที่อ่านได้ (V_{DC})	ค่าแระแสที่อ่านได้ (mA)
1.Resistor 10 k ที่ต่อกับ capacitor 33 F	27	2.5
2.Resistor 3.9 k	1.2	0.3
3.Resistor 6.9 k	8.3	1.5
4.Resistor 33 k	30	0.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่ออุปกรณ์ที่ทำการวัด	ค่าแรงดันที่อ่านได้ (V_{DC})	ค่าแระแสที่อ่านได้ (mA)
5.Resistor 56	0.36	50
6.Resistor 10	0.75	45
7.Resistor 10 k ที่ต่อกับ LED	27.5	2.5
8.Capacitor 33 F	29	0.3
9.Capacitor 4.7 F	9.6	0.01
10.Transistor(TR_1)วัดที่ขา Base และ ขา Collector	2	I_B = 1.2
11.Transistor(TR_1)วัดที่ขา Collector และขา Emitter	1.3	I_C = 5
12.Transistor(TR_1)วัดที่ขา Base และ ขา Emitter	3	I_C = 6.5
13.Transistor(TR_2)วัดที่ขา Base และ ขา Collector ที่มีตัวต้านทาน 10 ต่ออยู่	1.3	I_B = 2.5
14.Transistor(TR_2)วัดที่ขา Base และ ขา Emitter	7	I_E = 455

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่ออุปกรณ์ที่ทำการวัด	ค่าแรงดันที่อ่านได้ (V_{DC})	ค่าแระแสที่อ่านได้ (mA)
15. Transistor (TR_2) วัดที่ ขา Collector และขา Emitter	0.074	I_C = 450
16. Relay	27.5	40
17. Input ชุด Bridge 24 V.	24	75
18. Input ชุด Bridge 8 V.	8	85
19. Output ชุด Bridge 24 V.	29	47
20. Output ชุด Bridge 8 V.	9.6	53.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลองขณะที่ชุดวงจรล่างไม่ทำงาน(ชุดWATER SOURCEไม่ทำงาน)

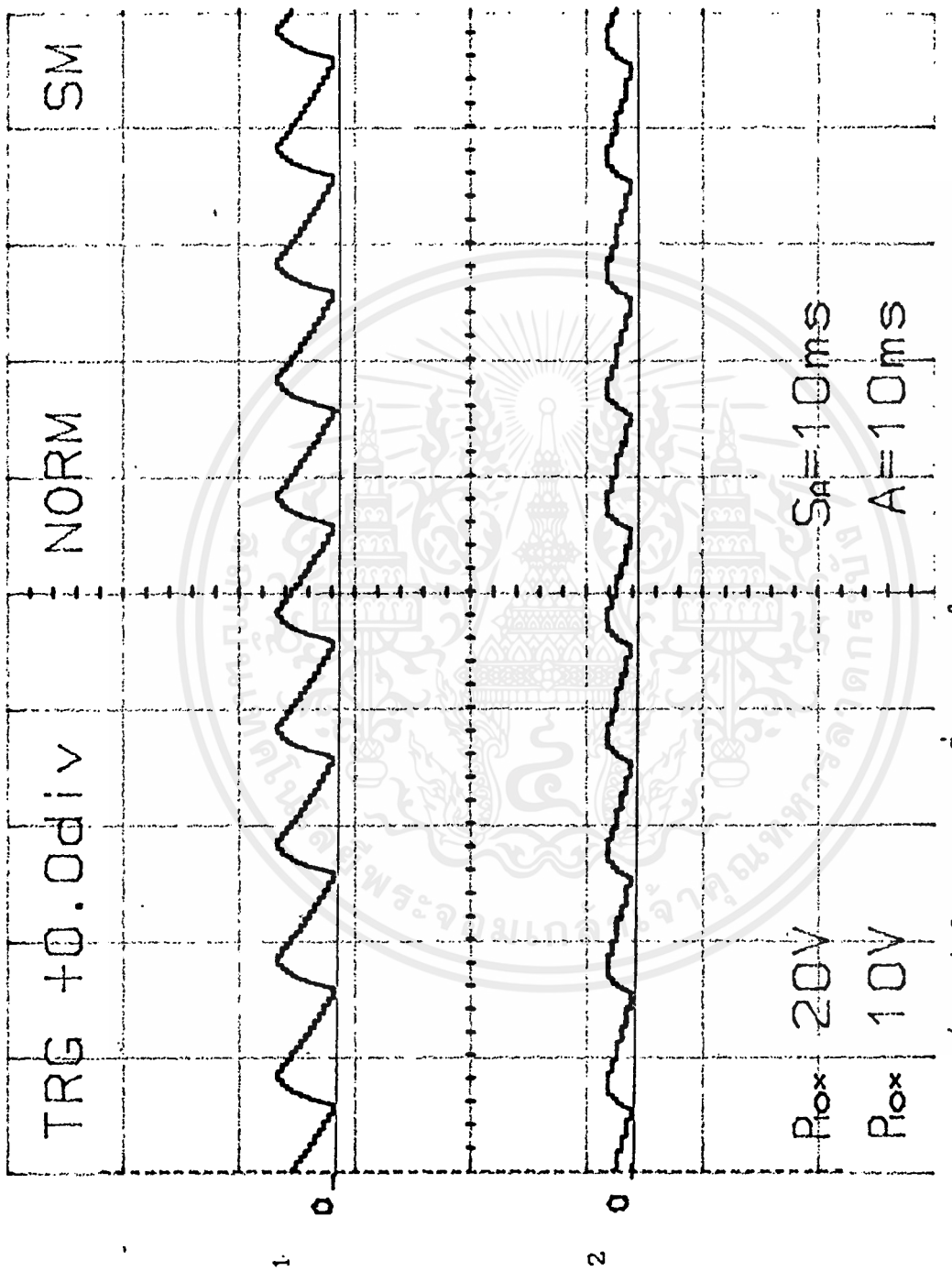
ชื่ออุปกรณ์ที่ทำการวัด	ค่าแรงดันที่อ่านได้(V_{DC})	ค่ากระแสที่อ่านได้(MA)
1.Resistor 10 k ที่ต่อกับ Capacitor 33 F	33	3
2.Resistor 3.9 k	-0.75	-0.17
3.Resistor 6.9 k	0.02	9 A
4.Resistor 33 k	32	1
5.Resistor 56 k	0.032	4
6.Resistor 10	0.02	0
7.Resistor 10 k ที่ต่อกับ LED	0	0
8.Capacitor 33 F	33	0.1
9.Capacitor 4.7 F	0	0
10.Transistor(TR_1)วัดที่ขา Base และ ขา Collector	0.03	I_B = 79
11.Transistor(TR_1)วัดที่ขา Collector และขา Emitter	0.02	I_C = 0
12.Transistor(TR_1)วัดที่ขา Base และ ขา Emitter	0.75	I_E = 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่ออุปกรณ์ที่ทำการวัด	ค่าแรงดันที่อ่านได้(V_{DC})	ค่ากระแสที่อ่านได้(MA)
13.Transistor(TR_2)วัดที่ ขา Base และ ขา Collector ที่มีตัวต้านทาน 10 ต่ออยู่	0.02	0
14.Transistor(TR_2)วัดที่ ขา Base และขา Emitter	-33	0
15.Transistor(TR_2)วัดที่ ขา Collector และขา Emitter	-33	0
16.Relay	0	0
17.Input ชุดBridge 24 V.	24	6.6
18.Input ชุดBridge 8 V.	8	0
19.Output ชุดBridge 24V.	33	4.1
20.Output ชุดBridge 8 V.	0	0

3. ผลการทดลองจากการวัดค่าต่างออกมาจาก PLOTTER จะได้ตามรูป ของรูปคลื่นของตัวต้านทานค่าต่างๆ ในขณะที่ทำงานและไม่ทำงานของชุด FLOAT LESS LIQUID LEVEL CONTROL ซึ่งมีทั้งหมด 8 รูปภาพ

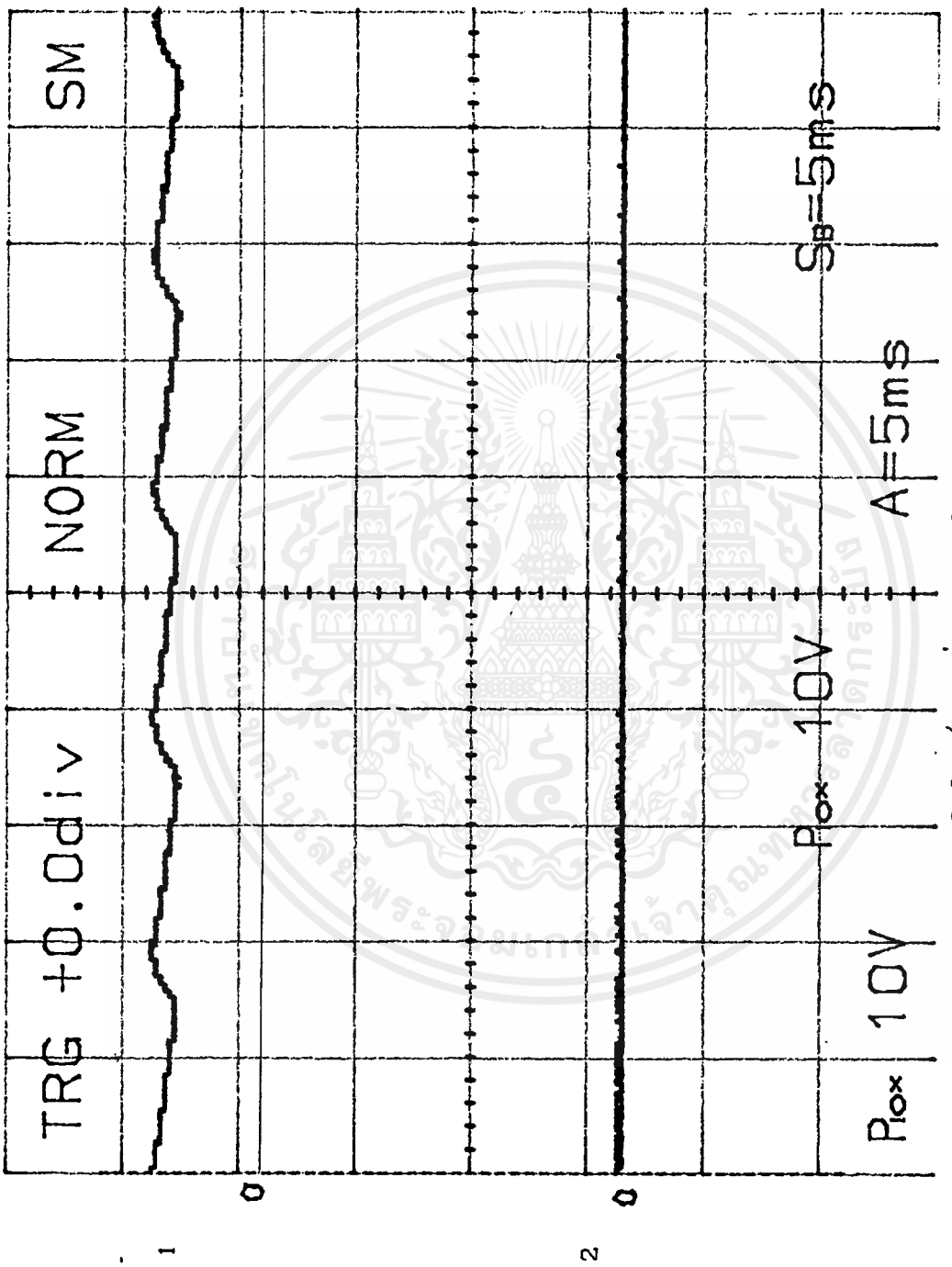
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 คาปาซิเตอร์ 33 ไมโครฟารัด ขณะที่ RELAY ทำงาน

2 คาปาซิเตอร์ 4.7 ไมโครฟารัด ขณะที่ RELAY ทำงาน

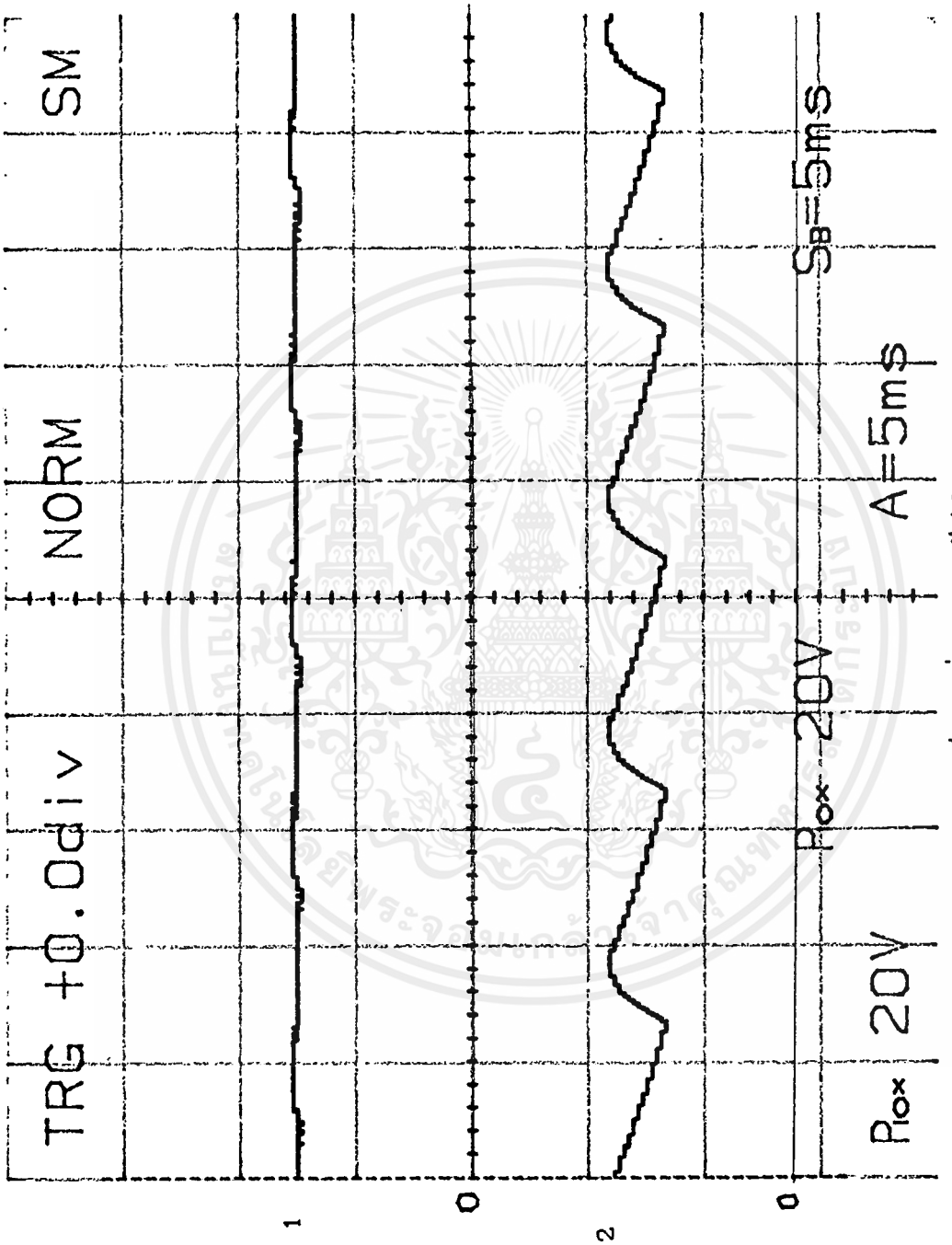
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 วัดคร่อมความต้านทาน 6.2 กิโลโอห์ม เมื่อ RELAY ทำงาน

2 วัดคร่อมความต้านทาน 6.2 กิโลโอห์ม เมื่อ RELAY ไม่ทำงาน

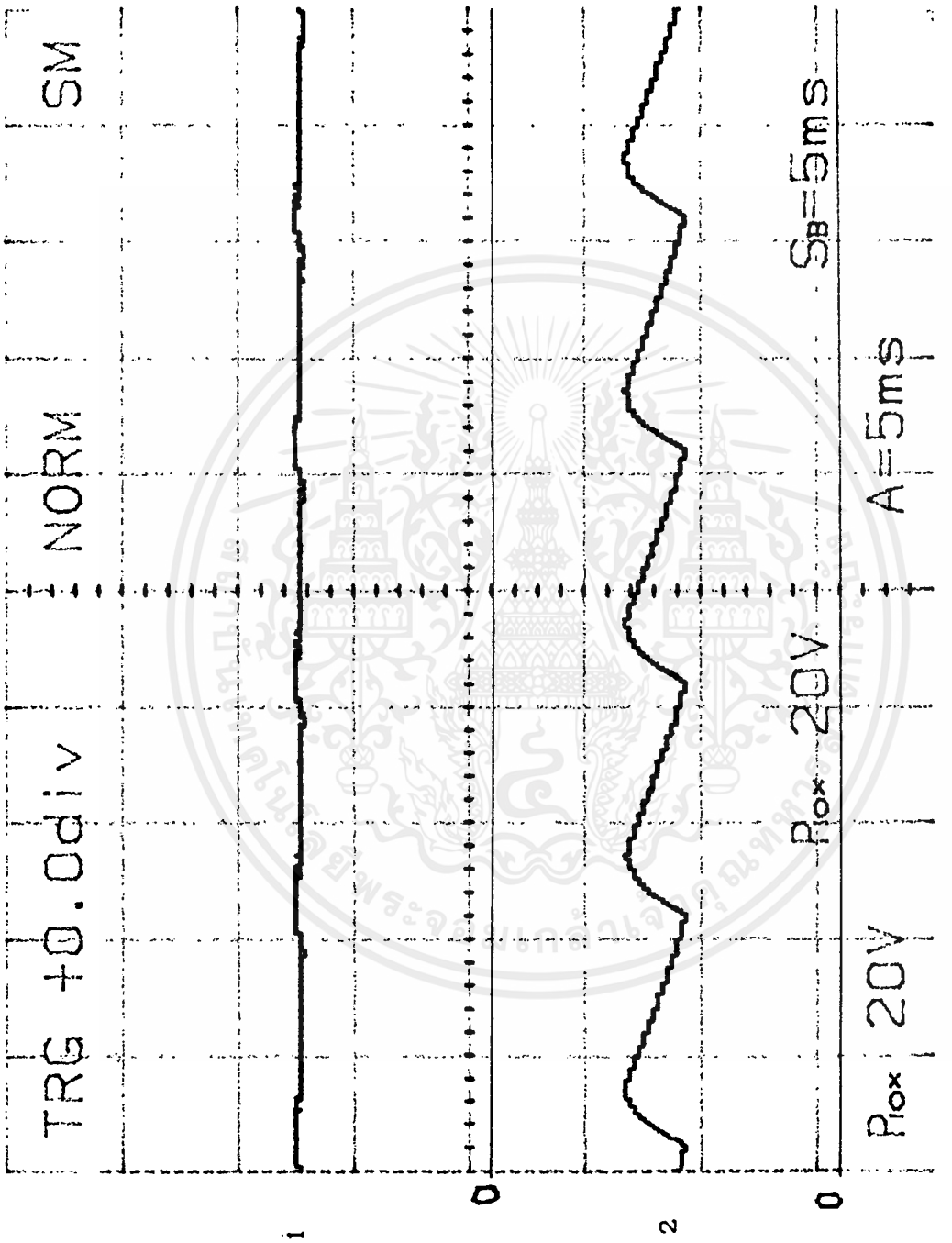
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 วัดคร่อมความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม หมายที่ RELAY ไม่ทำงาน

2 วัดคร่อมความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม หมายที่ RELAY ทำงาน

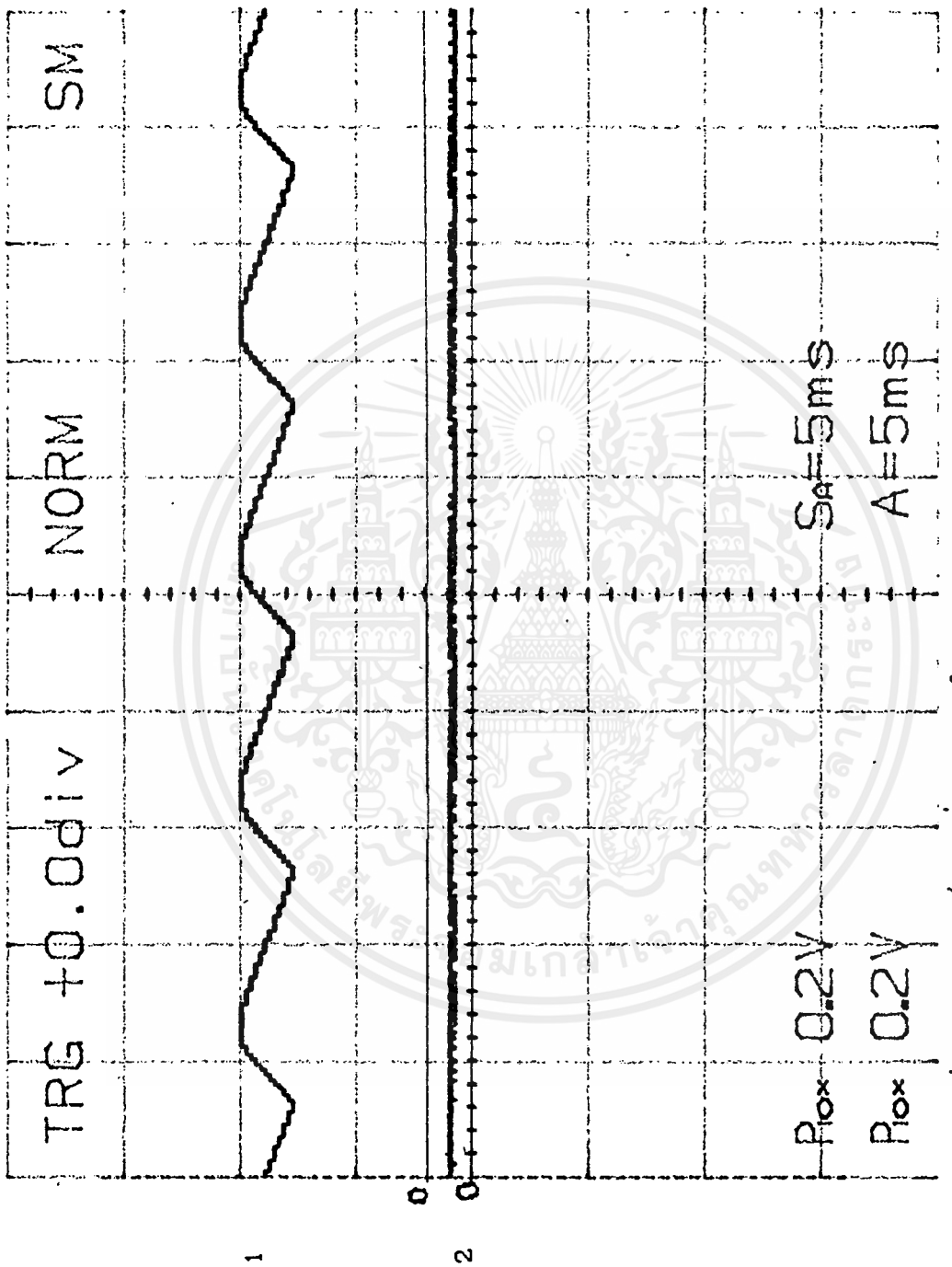
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



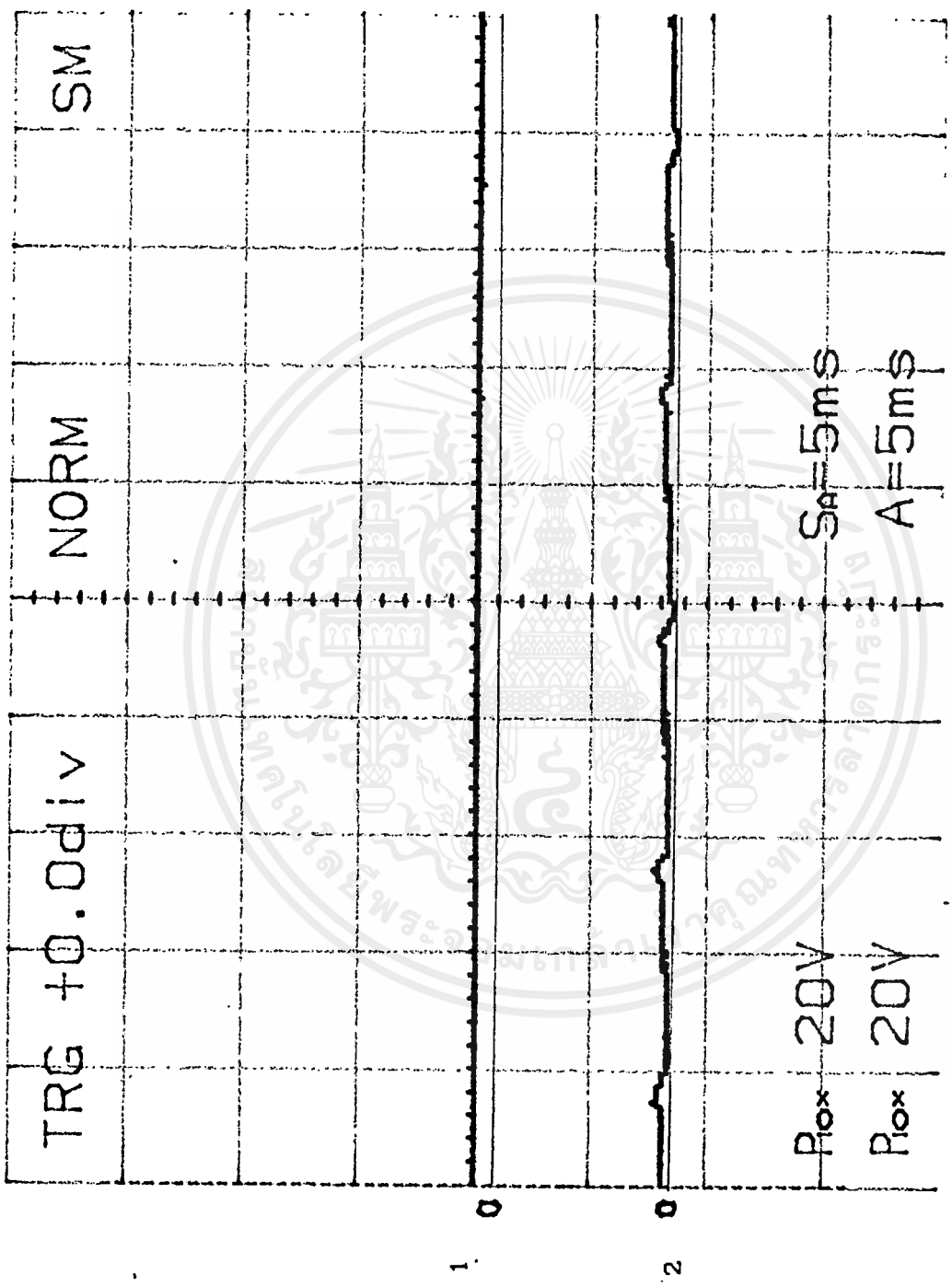
1 วัดคร่อมความต้านทาน 33 กิโลโอห์ม หน่วยที่ RELAY ไม่ทำงาน

2 วัดคร่อมความต้านทาน 33 กิโลโอห์ม หน่วยที่ RELAY ทำงาน

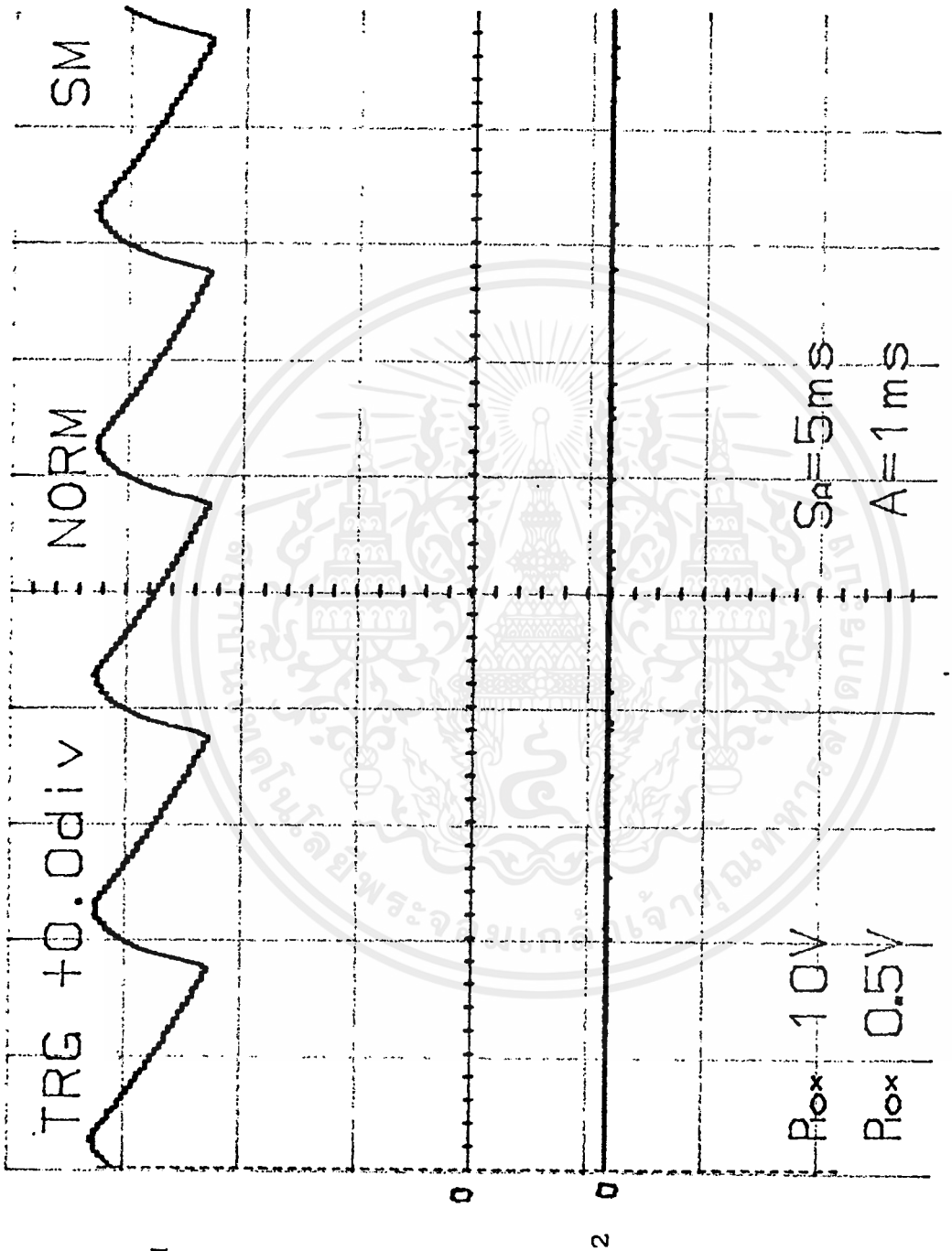
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



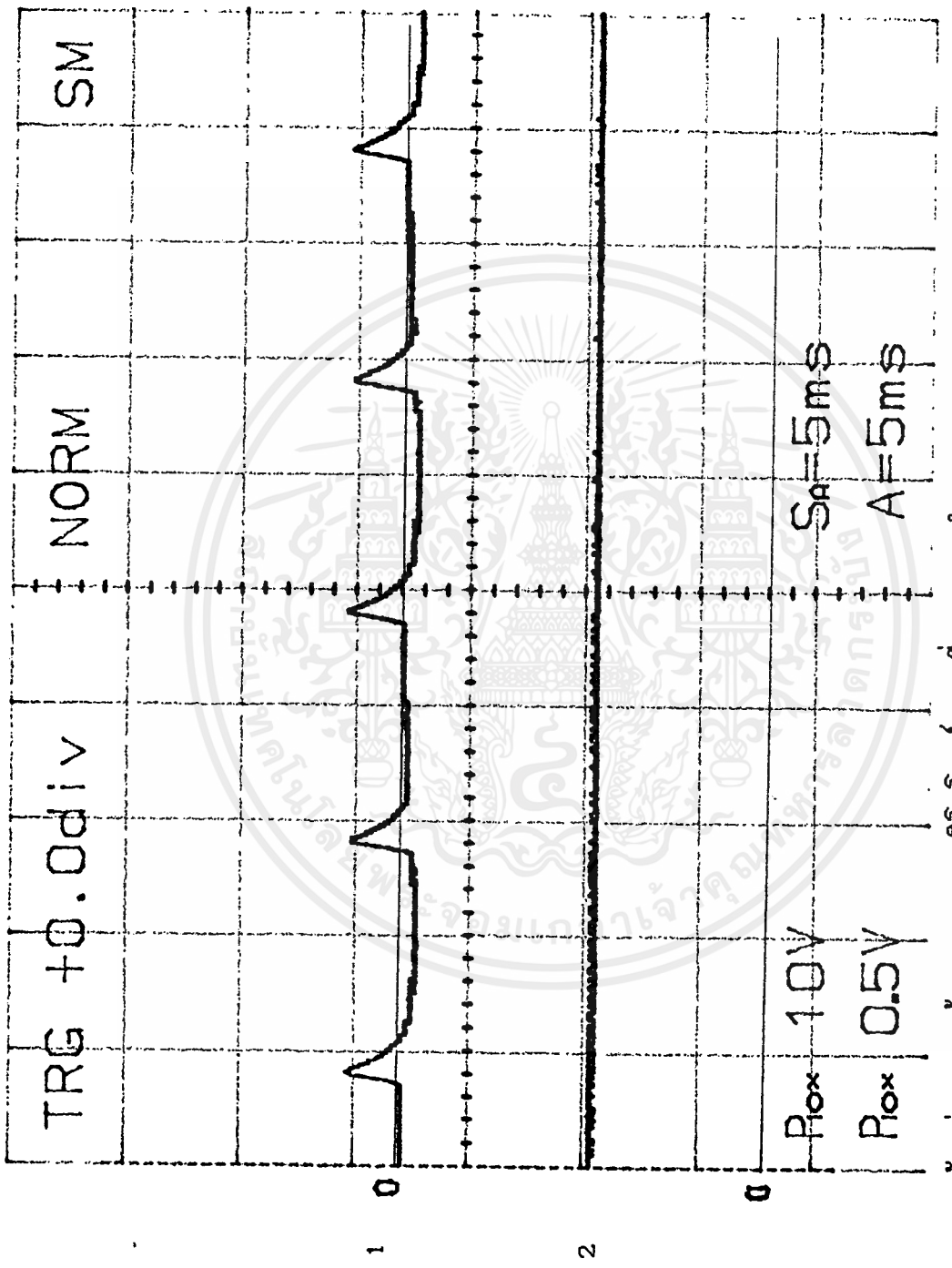
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1 วัด VOLTAGE คร่อม COIL RELAY หน่วยที่ RELAY ทำงาน

2 วัด VOLTAGE คร่อม COIL RELAY หน่วยที่ RELAY ไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วัดคร่อมความต้านทาน 3.9 กิโลโอห์ม หมายถึง RELAY ทำงาน

2 วัดคร่อมความต้านทาน 3.9 กิโลโอห์ม หมายถึง RELAY ไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า วงจรของการควบคุมวัดระดับน้ำนี้ซึ่งสามารถควบคุมได้ทั้ง WATER SOURCE TANK และ ELEVATED TANK จะมีชุดวงจรอีเลคทรอนิคส์อยู่ 2 ชุด ซึ่งมีรูปดังวงจรของการทดลองที่ 2 ซึ่งชุดบนนั้นจะเป็นชุด WATER SOURCE TANK และชุดล่างจะเป็นชุด ELEVATED TANK ซึ่งการทำงานของทั้ง 2 ชุดนี้จะขึ้นอยู่กับการที่ E_1 หรือ E_1 นี้ต่อกับแท่งอิเลคโทรด E_3 โดยมีน้ำเป็นตัวต่อให้วงจรทั้งสองทำงานดังนี้

วงจรทำงาน

จะมีชุด Bridge 24 Volt และ 8 Volt อย่างละ 2 ชุด โดยถ้า E_1 กับ E_3 ต่อกันโดนน้ำเมื่อไร หรือว่าน้ำเป็นตัวนำกระแสต่อเมื่อไร เมื่อนั้นชุด Bridge 8 Volt จะทำงานทำให้มีกระแสไหลออกจากชุด Bridge และทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน 6.9 k มีค่าเท่ากับ 10 V_{DC} ซึ่งตัวต้านทาน 33 k และ 6.9 k นี้ ได้ต่อวงจรเหมือนกับวงจร VOLTAGE DIVIDER ซึ่งอาศัยแรงดันตกคร่อมที่ RESISTOR 6.9 k เพื่อให้ TRANSISTOR (TR_1) ทำงาน ซึ่งจะมีกระแสเบส I_{B1} ไหลเข้า T_{R1} ทำงาน ซึ่งมี TRANSISTOR (TR_2) นั้นต่ออยู่ที่ output ของ TRANSISTOR (TR_1) ซึ่งเป็นการต่อแบบดาร์ลิงตัน เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณให้มีค่า output มากขึ้น เพื่อเป็นตัวส่งกระแสนี้ เพื่อทำให้ RELAY ทำงานสั่งหน้าคอนแทคต่างๆ จากปกติปิดเป็นปกติเปิด และปกติเปิดเป็นปกติปิด

วงจรไม่ทำงาน

การที่วงจรไม่ทำงานนั้นเกิดจากการที่ E_1 , E_1 นั้นไม่มีการต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยน้ำ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุจากน้ำแห้ง หรือลดลงต่ำกว่า E_1 หรือ E_1 ทำให้น้ำซึ่งเป็นสื่อตัวนำไม่มีกระแสไหลผ่าน จึงทำให้ไม่ทำงาน จากวงจรนั้นเรามาดูวงจร ถ้า E_3 กับ E_1 หรือ E_1 นั้นไม่ต่อถึงกัน จะทำให้ชุด Bridge 8 Volt นั้นไม่ทำงาน ทำให้ไม่มีกระแสไหลออกจาก output ของ Capacitor 4.7 F แต่จะมีแต่ชุดการทำงานของ Bridge 24 Volt ทำงานเพียงชุดเดียว ซึ่งเป็นการป้อนแรงดันให้กับตัวต้านทาน 33 k และ 6.9 k นั้นแบบ Voltage divider เช่นกัน แต่แรงดันที่ตกคร่อมที่ตัวต้านทาน 6.9 k นั้นมีค่าน้อยมากเท่ากับ 0.02 Volt จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ (TR_1) นั้นไม่ได้รับการไวรัสตรงพอถึงจุดทำงานของมันจึงทำให้ Voltage ที่ตกคร่อมที่ขาคอลเลคเตอร์ และขาอิมิตเตอร์มีค่าตกลงเป็น 0.02 Volt ซึ่งมันไม่มีกระแสอิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ TR_1 ป้อนเข้าที่ Input ของทรานซิสเตอร์ TR_2 เพราะฉะนั้น จะทำให้ทรานซิสเตอร์ TR_2 ซึ่งต่อแบบดาร์ลิงตันนี้ไม่มีกระแส I_E จึงทำให้ไม่มีกระแสไหลเข้า Coil ของ RELAY เพราะฉะนั้น Relay จะไม่ทำงาน ทำให้หน้าคอนแทคต่างๆนั้นยังคงสภาวะการณ์เดิม

การทดลองที่ 3 การทดลองหาค่าความต้านทานของน้ำด้วยวิธี V-I METHODE

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาค่าความต้านทานของน้ำในบ่อพักน้ำ และ TANK น้ำของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าว่ามีค่าเป็นอย่างไร

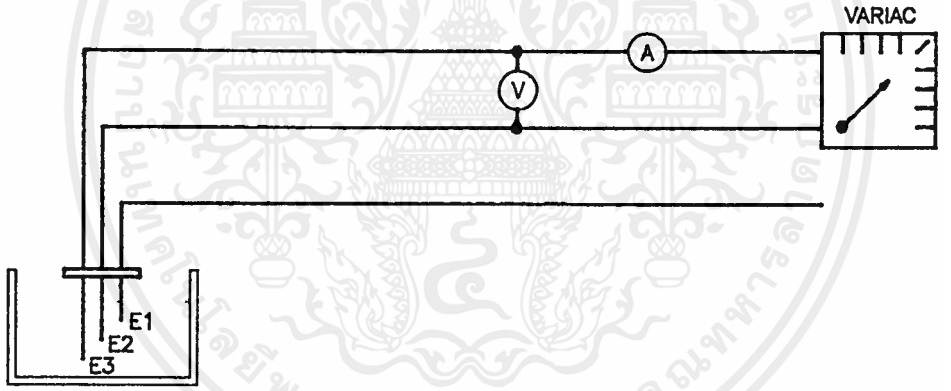
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อศึกษาค่าความต้านทานของแท่งอิเลคโทรดระดับต่างๆ กันว่าจะมีค่ามากน้อยเพียงไร

อุปกรณ์ในการทดลอง

1. VOLTMETER AC 220 V.	1 EA
2. AMMETER AC 5A, 3A	1 EA
3. VARIAC 0-220 VAC	1 EA
4. WIRE CONNECTED	1 LOT

วงจรการทดลอง



ELEVATED TANK

OR WATER SOURCE TANK

สายที่ต่อจากชุดอิเลคโทรด

จะมีค่าความต้านทานของสาย 7.4 $/_{km}$

ที่อุณหภูมิ 20 c

รูป 4.4 แสดงการต่อวงจรวิธี V-I METHODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 4.4 โดยการวัดค่าแรงดัน, กระแส โดยทำการป้อนแรงดัน VARIAC โดยที่เราให้ค่า Ammeter มีค่าเท่ากันตลอดทั้งการทดลองคือ 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 ทั้งหมด 4 ค่า โดยทำการวัดค่าความต้านทานของน้ำ ที่ ELEVATED TANK ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าก่อนว่ามีค่าเท่าใด โดยวัดค่า E_1-E_2, E_2-E_3, E_1-E_3 ทั้งหมด ลงในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1, 2, 3, โดยที่ขั้ว E_1, E_2, E_3 นั้นมีระยะความยาวจากฝาแท้งค์น้ำลงในแท้งค์คือ

E_1 = 0.17 เมตร

E_2 = 0.63 เมตร

E_3 = 1.44 เมตร

โดยที่แท้งค์มีความสูงจากก้นถังน้ำถึงฝาแท้งค์ = 1.27 เมตร

2. ทำการทดลองเหมือนข้อ 1. โดยทำการวัดค่า WATER SOURCE TANK คือบ่อพักน้ำช้างติก L โดยทำการวัดที่ขั้ว E_1-E_2, E_1-E_3, E_2-E_3 โดยบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4, 5, 6 โดยขั้ว E_1, E_2, E_3 นั้นมีระยะความยาวจากฝาแท้งค์น้ำลงในบ่อน้ำ คือ

E_1 = 1.86 เมตร

E_2 = 2.16 เมตร

E_3 = 2.36 เมตร

โดยที่แท้งค์มีความสูงจากก้นถังน้ำถึงฝาแท้งค์ = 2.36 เมตร

3. ทำการวัดค่า R_{dc} โดยใช้ VOM วัดค่าความต้านทาน โดยวัดขั้ว E_1-E_2, E_2-E_3, E_3-E_1 และขั้ว E_1-E_2, E_2-E_3, E_3-E_1 ตามลำดับ โดยบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 7 และตารางที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 1 ขั้วที่ E_1-E_2

V (v)	45	70	95	115
I (A)	0.2	0.3	0.4	0.5
R_{AC} (Ω)	275	233	238	230

$$R_{AC} = \frac{275+233+238+230}{4} = 244\ \Omega$$

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2 ขั้วที่ E_2-E_3

V (v)	55	80	120	150
I (A)	0.2	0.3	0.4	0.5
R_{AC} (Ω)	275	266.66	300	300

$$R_{AC} = \frac{275+266.66+300+300}{4} = 286\ \Omega$$

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3 ขั้วที่ E_3-E_1

V (v)	65	100	130	170
I (A)	0.2	0.3	0.4	0.5
R_{AC} (Ω)	325	333.33	325	340

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_{AC} = \frac{325+333.33+325+340}{4} = 330$$

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4 ขั้วที่ E_1-E_2

V (v)	40	55	70	85
I (A)	0.2	0.3	0.4	0.5
R_{AC} (Ω)	200	183	175	170

$$R_{AC} = \frac{200+183+175+170}{4} = 145.6 \simeq 145 \ \Omega$$

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 5 ขั้วที่ E_2-E_3

V (v)	30	50	65	80
I (A)	0.2	0.3	0.4	0.5
R_{AC} (Ω)	150	166.6	162.5	160

$$R_{AC} = \frac{150+166.6+162.5+160}{4} = 159.77 \simeq 160 \ \Omega$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 6 ขั้วที่ E_3-E_1

V (v)	35	55	75	85
I (A)	0.2	0.3	0.4	0.5
R_{AC} (Ω)	175	183.3	187.5	170

$$R_{AC} = \frac{175+183.3+187.5+170}{4} = 178.95 \simeq 179\ \Omega$$

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 7 ขั้วที่ ELEVATED TANK

Rdc โดยใช้ VOM ทำการวัด

ขั้วที่ทำการวัด	E_1	E_2	E_3
E_1	0	1.2 k	1.25 k
E_2	1.2 k	0	0.7 k
E_3	1.25 k	0.7 k	0

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 8 ของ WATER SOURCE TANK

ขั้วที่ทำการวัด	E_1	E_2	E_3
E_1	0	1.2 k	1.4 k
E_2	1.2 k	0	1 k
E_3	1.4 k	1 k	0

Rdc โดยใช้ VOM ทำการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

1. จากการทดลองของ ELEVATED TANK ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้านั้น ค่าความต้านทานของน้ำมีค่าดังนี้คือ

ขั้ว E_1-E_2 = 244

ขั้ว E_2-E_3 = 286

ขั้ว E_3-E_1 = 330

แสดงว่า ถ้าแท้งค์น้ำนั้นมีความลึกมากเท่าไร สายวัดที่เราวัดได้ค่าความต้านทานของขั้วนั้นก็จะมีค่ามากตามความลึกของแท้งค์น้ำนั้น

2. จากการทดลองของ WATER SOURCE TANK ของข้างตึก L นั้น จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานของน้ำมีค่าดังนี้คือ

ขั้ว E_1-E_2 = 145

ขั้ว E_2-E_3 = 160

ขั้ว E_3-E_1 = 179

แสดงว่าถ้าแท้งค์น้ำนั้นมีความลึกมากเท่าไร สายวัดที่เราวัดได้ค่าความต้านทานของขั้นนั้นก็จะมีค่ามากตามความลึกของแท้งค์น้ำนั้น

3. จากการทดลองใช้ VOM ทำการวัด ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้มีหน่วยเป็น k เพราะเนื่องจากเป็นการคิดค่าความต้านทานของสายไฟฟ้าที่เราทำการวัดด้วย เพราะฉะนั้นจึงมีค่ามาก จากตารางที่ 7 และ 8 เปรียบเทียบของข้อ 1 และ 2 นั้นค่าความต้านทานนั้นเปรียบเทียบเหมือนกันกับตารางที่ 7 และ 8 คือ ถ้ามีความลึกมากความต้านทานมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและวิจารณ์

การควบคุมวัดระดับน้ำนั้น มีหลายประเภทและหลายหลักการซึ่งจะแตกต่างกันออกไปส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับการใช้งานเช่นการควบคุมระดับน้ำในแท้งค์น้ำด้วยลูกลอย,การควบคุมระดับน้ำในแท้งค์น้ำด้วยแท่งอิเลคโทรด,การควบคุมระดับน้ำด้วยระบบไมโครคอมพิวเตอร์และระบบ PLC (Programmable Controller)ซึ่งการควบคุมระบบต่างๆ นี้มีจุดประสงค์เดียวกันว่าคือ อย่าให้ระดับน้ำที่เราต้องการควบคุมนั้นล้นออกมาจากถังที่เราควบคุม เพราะฉะนั้นทางกลุ่มของเราจึงนำหลักการของการควบคุมระดับน่ำในแท้งค์น้ำด้วยแท่งอิเลคโทรด ซึ่งแท่งอิเลคโทรดที่เราใช้นั้นอาจจะเป็นแท่งสเตนเลน หรือเป็นสื่อตัวนำ,และไม่ผุกร่อนเมื่อโดดน้ำ,อีกทั้งไม่เกิดออกไซด์เมื่อโดดน้ำ เช่น ตะกรันที่จับตัวแท่งสำหรับในทางปฏิบัติจริงถ้าเราจะประหยัดค่าใช้จ่ายนั้นเราใช้แท่งอิเลคโทรด คือใช้สายไฟทองแดงหรือลวดทองแดงอาบน้ำยาที่ใช้พันมอเตอร์ก็ได้ นำมาเป็นแท่งอิเลคโทรดก็ได้และที่สำคัญที่สุดและและเป็นหัวใจของมันคือ ชุดควบคุมซึ่งเป็นวงจรอิเลคทรอนิคส์ซึ่งประกอบด้วย 2 ชุดซึ่งเราสามารถควบคุมได้ทั้งแท้งค์เก็บน้ำ(WATER SOURCE TANK) และควบคุมแท้งค์ใช้น้ำ (ELEVATED TANK) ซึ่งการควบคุมแท้งค์ 2 แท้งค์นี้คือ แท้งค์เก็บน้ำ (WATER SOURCE TANK) อย่าให้น้ำนั้นหมดแท้งค์ ถ้าหมดแท้งค์จะทำให้ MOTOR PUMP นั้นทำงานตลอดและจะทำให้เป็นอันตร่ายต่อมอเตอร์ได้ สำหรับการควบคุมที่แท้งค์ใช้น้ำ (ELEVATED TANK) นั้นเป็นการควบคุมไม่ให้น้ำล้นออกมาจากถังน้ำ ซึ่งการควบคุมนี้จะเป็นชุดอิเลคทรอนิคส์ซึ่งเป็นอุปกรณ์พื้นฐานทางอิเลคทรอนิคส์ถ้าคนมีความรู้พื้นฐานทางอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ สามารถที่จะประกอบชุดควบคุมนี้ขึ้นมา ได้โดยมีอุปกรณ์หลักคือ ทรานซิสเตอร์ คาปาซิเตอร์ หม้อแปลง แอลอีดี ไดโอด รีเลย์ และตัวต้านทาน ซึ่งในการต่อวงจรและการออกแบบนั้นได้พูดถึงในบทที่ 3 ซึ่งได้อธิบาย

เอกสารนี้เป็นสิทธิ์ของ ... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรการทำงานอย่างละเอียด สำหรับในบทสรุปและวิจารณ์นี้จะขอกล่าวการทำงานโดยคราวๆ การทำงานของอุปกรณ์ชุดนี้จะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชุดที่จะควบคุมแท้งค์น้ำคือแท้งค์บนและแท้งค์ล่าง โดยแต่ละชุดนั้นจะมีอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ดังที่กล่าวมาโดยนำมาต่อวงจรดังในบทที่ 4 ในเรื่อง การทดลองที่ 2 ซึ่งวงจรนี้จะมีชุดบริดจ์เรคติไฟ-เออร์ 2 ชุด ซึ่งมีแรงดัน 24 โวลต์และ 8 โวลต์ ค่อยจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจร สำหรับวงจรชุดบริดจ์ 24 โวลต์นี้จะจ่ายวงจรตลอดเวลา สำหรับวงจรบริดจ์ 8 โวลต์นี้ขึ้นอยู่กับว่าถ้าแท่งอิเลคโทรด E_3 มีน้ำเป็นสื่อผ่านโดดที่แท่งอิเลคโทรดE_1 หรือ E'_1 เมื่อไรชุดบริดจ์ 8 โวลต์นี้จะทำงานและจะทำให้แรงดันส่วนนี้ไปตกคร่อมตัวต้านทานต่างๆ ซึ่งจะทำให้เกิดกระแสไหลเข้าไปในวงจร ทำให้กระแสส่วนนี้ทำให้ตัวทรานซิสเตอร์ทำงานซึ่งทรานซิสเตอร์นี้ต่อแบบดาร์ลิงตันทำให้มีอัตราขยายกระแสตามสมการคือ

$$I_{E2} = hfe_1 * hfe_2 * I_{B1}$$

ซึ่งอัตราขยายกระแสนี้สูงทำให้ แอลอีดี นี้ทำงานและส่งผลทำให้คอยล์รีเลย์ทำงานสั่งให้มอเตอร์ทำงานหรือหยุดทำงานแต่ถ้าแท่งอิเลคโทรด E_3 นั้นมีน้ำแต่น้ำนั้นไม่เป็นสื่อตัวนำผ่านหรือโดดแท่งอิเลคโทรด E_1 หรือ E'_1 แล้วกระแสก็จะไม่ไหลครบวงจรที่ชุดบริดจ์ 8 โวลต์ ทำให้ชุดบริดจ์ 24 โวลท์ ทำงานแต่แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานร่างๆ นั้นไม่ถึงจุดทำงานของทรานซิสเตอร์ทำในทรานซิส-เตอร์ที่ต่อแบบดาร์ลิงตันนั้นไม่ทำงาน ซึ่งจะทำให้ชุดรีเลย์ไม่ทำงานด้วยที่กล่าวมาทั้งหมดนี้คือการทำงานโดยคราวๆ

เพื่อป้องกันความสูญเสียของน้ำที่ล้นออกไป ทำให้ผู้ใช้น้ำนั้นต้องเสียค่าใช้จ่ายของค่าน้ำมากขึ้นไปด้วย ซึ่งการควบคุมทั้ง 2 ชุดนี้เราสามารถที่จะควบคุมระดับต่างๆ ดังที่เราต้องการได้โดยการตัดระยะของแท่งอิเลคโทรด ตามที่เราจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องการควบคุมระดับน้ำนั้นสูงจาก ก้นถังแท้งค์เท่าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับการใช้งานของแต่ละสถานที่หรือแต่ละแท้งค์น้ำที่จะไม่ให้น้ำล้นออกมานอกแท้งค์น้ำอีกทั้งจะให้ระดับน้ำมีอยู่ในแท้งค์น้ำเท่าใด เมื่อน้ำนั้นถูกใช้ไปแล้วซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นมากในการควบคุมระบบของเรา

เมื่อพูดถึงระบบการควบคุมต่างๆ แล้วเราจะมาพูดถึงเรื่องน้ำกันบ้าง สำหรับชุดการควบคุมชุดที่ทำโครงงานขึ้นมานี้จะใช้กับน้ำอะไรก็ได้ แต่อย่านำไปใช้กับการควบคุมน้ำบริสุทธ์ เช่น น้ำกลั่น เพราะน้ำกลั่นนั้นเป็นน้ำที่วัดค่าความต้านทานของน้ำไม่ได้ ซึ่งทำให้อุปกรณ์ชุดเลคทรอนิคส์ชุดนี้ จะไม่มีกระแสไหลผ่านของแท้งค์อิเลคโทรด เพราะฉะนั้นถ้าเราจะนำไปใช้กับงานทั่วๆ ไป นอกจากน้ำที่บริสุทธิ์แล้วสามารถที่จะทำการควบคุมได้

เมื่อพูดถึงมอเตอร์ปั๊มนั้น มอเตอร์ปั๊มมีหลายรูปแบบและหลายชนิดขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานเช่นกันเช่น มอเตอร์ปั๊มแบบหอยโข่งซึ่งเป็นมอเตอร์ปั๊มที่ให้แรงม้าที่สูงทำให้กำลังอัดของน้ำที่ออกมาแรงมาก,มอเตอร์ปั๊มแบบลูกสูบแบบ นี้จะใช้ลูกสูบเป็นแรงอัดส่งผ่านให้น้ำมีแรงดันที่สูง, มอเตอร์ปั๊มแบบชุดปั๊มและมอเตอร์ติดเป็นชุดเดียวกันแบบนี้ จะให้แรงดันของน้ำต่ำเพราะแรงม้าของมอเตอร์นั้นไม่มากนัก,ปั๊มจานหมุนเป็นปั๊มที่สูบอัดของเหลวได้อย่างนุ่มนวลแถมยังเดินเครื่องเงียบรูปลักษณะของปั๊มจานหมุนดูเผินๆ แล้วจะคล้ายกับปั๊มหอยโข่ง(CENTRIFUGAL PUMP) ซึ่งแท้ที่จริงแล้วจะเป็นรูปแบบผสมผสานของปั๊ม ที่มีโครงสร้างคล้ายปั๊มหอยโข่งแต่ มีคุณสมบัติในการใช้งานคล้ายปั๊มที่ใช้แรงอัด หัวใจของปั๊มชนิดนี้คือตัวจานหมุนในห้องปั๊มมีลักษณะเป็นจานกลมมีผิวเรียบทั้งสองด้านจับยึดกันเป็นชุดๆ ตั้งแต่ชุดละสองแผ่นขึ้นไปจนกระทั่งบางชุดมีถึง 20 แผ่น ข้อดีที่เห็นเด่นชัดของปั๊มแบบนี้คือราคาไม่แพงจนเกินไป ติดตั้งง่ายไม่ต้องการพื้นที่มาก,ปั๊มแมกนิติค ปั๊มชนิดนี้ขับเคลื่อนด้วยแม่เหล็กเป็นปั๊มที่ส่งผ่านแรงบิดทางสนามแม่เหล็ก จากต้นกำลังไปยังใบพัดภายในตัวเรือนของปั๊ม ทำให้ปั๊มชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องใช้ซีลหรือประเก็นนอกจากนี้ปั๊มแบบแมกเนติกยังเหมาะกับอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคมีที่ต้องส่งของเหลวที่เป็นอันตรายอีกด้วยและทนต่อการกัดกร่อนและสภาพแวดล้อมที่รุนแรง ที่ลดอายุการใช้งานของซีลในปั๊มทั่วๆ ไปได้

โดยทั่วไปเมื่อปั๊มมีการทำงานผิดปกติขึ้น ผู้ใช้มักเข้าในว่ามีสาเหตุมาจากความเสียหายของปั๊มเสมอ ซึ่งอันที่จริงแล้วผู้ใช้ควรทำความเข้าใจและรับรู้ถึงความแตกต่างระหว่าง อาการผิดปกติอันอาจเนื่องมาจากสาเหตุอื่น นอกเนื่อจากความเสียหายของส่วนประกอบต่างๆ ของปั๊ม เช่น ความผิดพลาดในการติดตั้งหรือความผิดพลาดในขณะใช้งานนอกจากนี้ยังมีสาเหตุอื่นๆ อีกเช่น

- เพลาของปั๊มไม่ได้หมุนในทิศทางที่ถูกต้อง (โดยทั่วไปจะอยู่ในทิศทวนเข็มนาฬิกา) ซึ่งแสดงโดยลูกศรที่อยู่บนตัวเรือนของปั๊ม
- แม่เหล็กตัวขับไม่ได้ต่อกับเพลาของมอเตอร์อย่างถูกต้องซึ่งมีผลให้เกิดแรงในแนวแกน หรือการส่งผ่านแรงบิดไม่มีประสิทธิภาพ
- แรงบิดขณะเริ่มเดินเครื่องของมอเตอร์ตัวใหม่ที่ติดตั้ง แทนตัวเดิมอาจไม่เพียงพอที่จะเอาชนะแรงเฉื่อยของปั๊ม
- ที่ปั๊มไม่ขึ้นหรือมีลมออกจากท่อน้ำที่ปั๊มน้ำนั้นปัญหานี้ขึ้นอยู่กับประเก็นหรือซีลที่ประกอบกับชุดปั๊มนั้นมีอากาศรั่วซึมเข้าไปในชุดมอเตอร์ปั๊มน้ำทำให้มีอาการเช่นนี้ออกมาที่ ท่อน้ำใน
- การที่ตัวปั๊มนั้นไม่หมุนอาจจะ เนื่องจากการที่ไม่ได้ใช้งานมอเตอร์น้ำนั้นนานเกินไป หรือ อาจจะเป็นแบริ่งของตัวหมุนนั้นไม่มีตัวหล่อลื่นจึงควรสังเกตุว่ามีอาการเช่นนี้หรือไม่เพราะอาจจะเป็นอันตรายต่อตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อตัวมอเตอร์ได้ซึ่งอาจจะทำให้มอเตอร์มีกระแสไหลมากและทำให้มอเตอร์ไหม้ได้
- การสึกกร่อนในแบริ่งและเพลา
- การเสื่อมสภาพของแม่เหล็กอันเนื่องมาจากอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางกลุ่มได้จัดทำอุปกรณ์ชิ้นนี้ขึ้นมาเพื่อจะให้ผู้ที่สนใจหรือผู้ที่จะนำไปใช้งานการควบคุมระดับน้ำที่แน่นอน และราคาไม่แพงชุดนี้นำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมในโรงงานอุตสหกรรม,บ้านเรือนหรือสถานที่ราชการอื่นๆ ต่อไป

ข้อวิจารณ์นั้นอุปกรณ์ชุดนี้ ยังมีส่วนเสียอยู่ทางกลุ่มนั้นได้ปรับปรุงและต่อวงจรเพิ่มเติมเข้าไปในวงจร FLOATLESS RELAYให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากยิ่งขึ้นคือวงจร DIP SWITCH และวงจรการหน่วงเวลาซึ่งโครงงานนี้ได้ติดตั้งและใช้งานแล้วที่ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งทางกลุ่มได้ ทดลองและทำการใช้งานดูซึ่งตรงกับจุดประสงค์และเป้าหมายที่ตั้งไว้ตามหลักการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

อุปกรณ์การควบคุมระดับ

ระดับเป็นพารามิเตอร์ตัวหนึ่งใน 4 ตัวสำคัญในวงการอุตสาหกรรมอันประกอบด้วยการวัดอุณหภูมิ, แรงดัน และการไหล ในปัจจุบันการวัดระดับใช้กันทั่วๆ ไปถึง 16 วิธีมีทั้งข้อดีและข้อเสีย อุปกรณ์มีทั้งแบบเชิงกล, แบบไฟฟ้า และแบบอีเล็คทรอนิคส์ ในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องวัด 2 ชนิด คือ แบบชี้บอกระดับทั้งของแข็งและของเหลว และแบบที่ใช้ทำการควบคุมระดับได้ เพื่อช่วยให้ในการเลือกมาใช้งานเฉพาะ และเพื่อเข้าใจให้ถ่องแท้ในการทำ PROJECT I,II ผมใคร่ให้ท่านศึกษาถึงวิธีการวัดระดับแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 ลูกลอย

ห้องน้ำในบ้านทั้งหมดใช้การควบคุมระดับน้ำแบบลูกลอย ซึ่งเป็นทั้งรูปแบบที่ง่าย และมีจำนวนมากที่สุด ประกอบด้วยลูกลอยที่เคลื่อนได้อย่างง่ายๆ และที่ระดับสูงจะปิดวาล์วหยุดการส่งน้ำ ราคาอุปกรณ์ต่ำ แต่เนื่องจากมีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่จึงอาจเสียได้ ชิ้นส่วนที่มักจะเสียบ่อย คือวาล์วโดยเฉพาะ คือ ซีท (Seat)

อินสตรูเมนท์อื่นจำนวนมากก็ทำงานโดยหลักการคล้ายกัน แต่จะใช้อุปกรณ์ที่ทันสมัยกว่าแทนวาล์วน้ำ เช่น สวิทช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) สวิทช์แม่เหล็กเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานปิดหรือเปิด อาจใช้ควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วย มีทั้งแบบที่มีรูที่ยอด ด้านข้างหรือก้น และใช้กับของเหลวเท่านั้น ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์แบบลูกลอย

ลูกลอยอาจใช้ชี้บอกระดับได้ ตัวชี้บอกระดับแบบนี้ประกอบขึ้นง่ายๆ ด้วยการต่อลูกลอยเข้ากับแขนที่หมุนได้เพื่อขับเคลื่อนเข็มชี้ ระบบนี้มีทั้งชนิดสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเหลวไหลเข้าจากด้านบนหรือด้านข้าง เนื่องจากลูกลอยหมุนเป็นรูปเส้นโค้งของวงกลม (Arc) จึงสามารถชี้บอกได้ตลอดความสูงของมัน ในกรณีที่ภาชนะบรรจุกว้างกว่าความสูงเท่านั้น (เช่น แท้งค์น้ำมันรถยนต์)

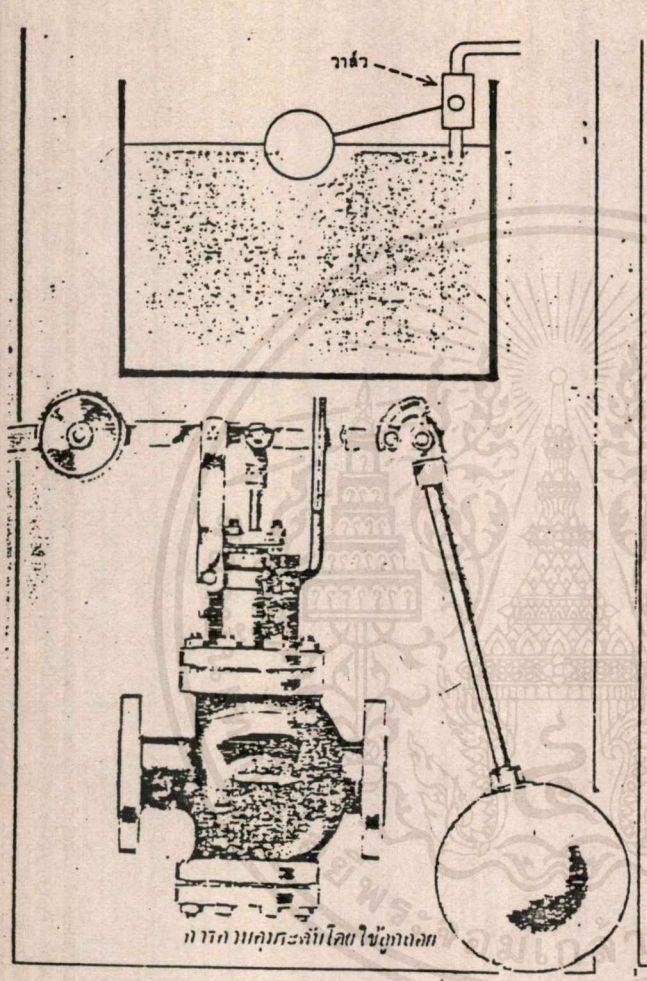
แต่เพราะว่าภาชนะบรรจุส่วนมากไม่มีรูปทรงแบบนี้ดังนั้นการชี้บองของลูกลอยจึงบอกระดับบางส่วนของความสูงของภาชนะบรรจุเท่านั้น ถ้าต้องการให้มีชี้บอกที่สูงมากขึ้นไปอีก ต้องใช้แขนยาวและลูกลอยที่หนักขึ้น ข้อเสียนี้สามารถแก้เพียงบางส่วนโดยการถ่วงน้ำหนักลูกลอยเท่านั้น

ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ให้ข้อเสียที่มีส่วนจำกัดมาก เพราะต้องจมอยู่ในของเหลวซึ่งอาจถูกกัดกร่อนหรือทำให้เคลื่อนไม่สะดวกได้ ระบบนี้ถูกจำกัดแค่ใช้งานกับของเหลวที่ไปด้วยกันได้ นอกจากนี้ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ยังเป็นอันตรายต่อสุขภาพในกรณีใช้ในอุตสาหกรรมเพราะว่าทำให้พวก Germ เติบโตได้

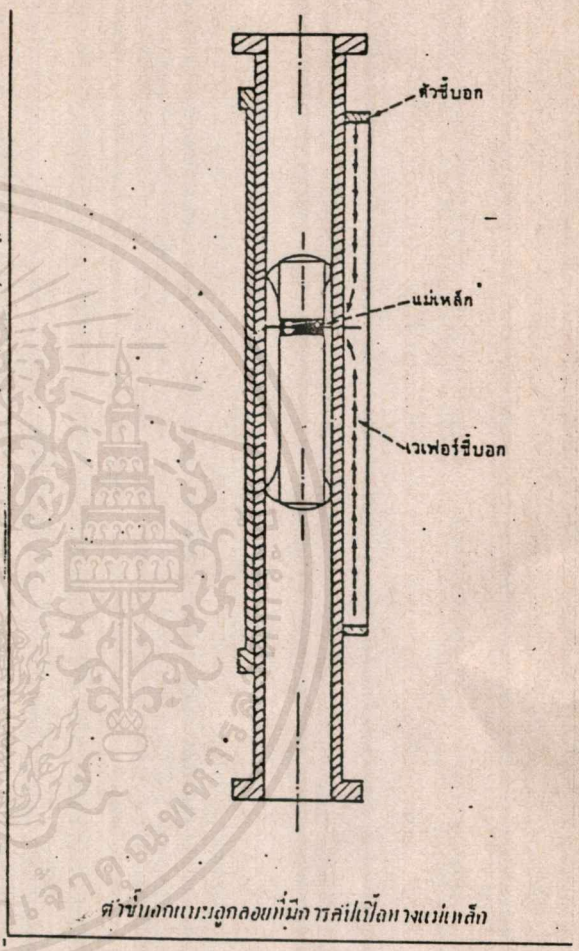
วิธีการชี้บอกนอกจากจะต่อเชื่อมโดยตรงเข้ากับเข็มชี้แล้ว ยังใช้กับโพเทนชิโอมีเตอร์ (Potentiometer) หรือคับปลิ้งแบบแม่เหล็กหรือแบบเหนี่ยวนำได้ วิธีทั้งสามนี้เหมาะมากสำหรับการชี้บอกระยะไกล โดยเฉพาะสำหรับภาชนะบรรจุที่สูงเกิน 10 เมตร เพราะมิเช่นนั้นจะต้องปีนขึ้นไปดู

ระบบลูกลอยที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น คือ การผลิตในรูปคล้ายแก้วมอง (Sight Glass) ลูกลอยจะกระตุ้นตัวชี้บอกที่ถูกดับเปิ้ลโดยทางแม่เหล็ก ระบบนี้ใช้ในโรงกลั่นน้ำมันโดยใช้ลวดหรือเทปผูกลูกลอยแล้วโยงผ่านลูกรอก เพื่อจะอ่านระดับได้บนพื้นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การควบคุมระดับโดยใช้ลูกลอย

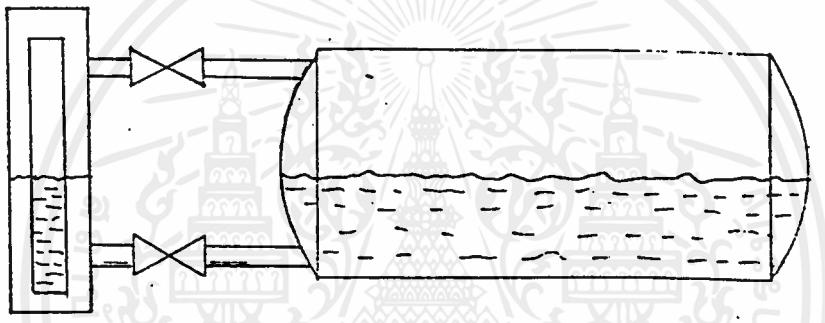


ตัวชี้บอกแบบลูกลอยที่มีการคัปเปิ้ลทางแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 <u>แก้วมองระดับ</u> (Sight Glasses)

แก้วมองแบบท่อแก้วยังคงใช้อยู่เป็นจำนวนมาก มักติดตั้งเป็นแนวตั้งด้านนอกของแท้งค์และต่อเข้ากับแท้งค์ทางด้านบนและด้านข้าง แก้วมองนี้แม่นยำเท่ากับเครื่องหมายที่สอบเทียบไว้แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้คนคนหนึ่งเฝ้ามองเพื่อที่จะอ่านค่า และเนื่องจากทำด้วยแก้วจึงแตกง่าย อาจทำให้บรรจุในถังสูญเสียไปได้



การดูระดับโดยใช้กระจกมอง

จากเหตุผลนี้จึงไม่ใช้แก้วมองวัดสารที่ติดไฟง่ายเป็นพิษหรือกัดกร่อน หรือในที่ที่อุณหภูมิหรือแรงดันเกินกว่าขีดจำกัดของแก้ว การแก้ปัญหานี้ในปัจจุบันอาจทำท่อที่ต่อนอกถังด้วยวัสดุชนิดอื่น เช่น เหล็กสแตนเลส และมีลูกลอยแม่เหล็กเล็กๆ บรรจุอยู่ ติดกับท่อเหล็กสแตนเลส จะมีท่อแก้วที่มีการปิดกันอากาศอย่างดี ในนี้จะใส่สารแม่เหล็กขนาดเบาที่เลื่อนขึ้นลงตามตำแหน่งลูกลอยแม่เหล็ก ดังนั้น จึงสามารถชี้บอกระดับในถังได้โดยไม่ต้องต่อกันโดยตรง ระบบนี้สามารถติดสวิทช์ควบคุมค่าสูงต่ำ (Limit Switch) ซึ่งสามารถปรับตำแหน่งได้ สวิทช์นี้จะถูกกระตุ้นโดยการเคลื่อนผ่านของลูกลอยแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เทอร์มิสเตอร์

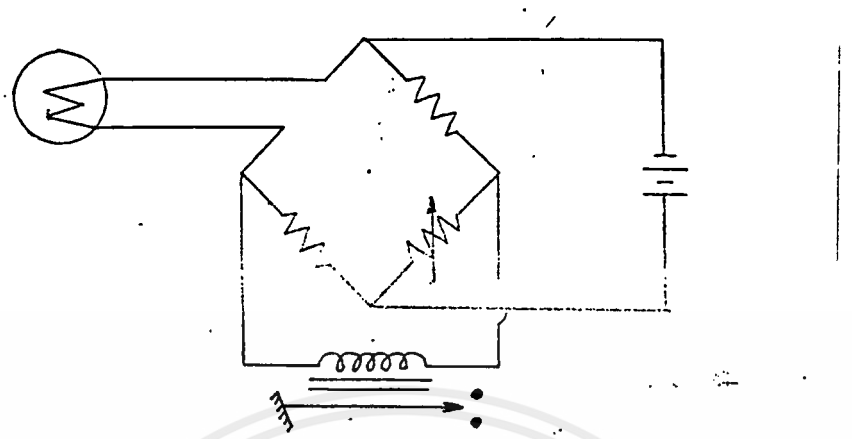
เทอร์มิสเตอร์สามารถใช้เป็นสวิทช์ระดับอย่างง่าย ประกอบด้วยเทอร์มิสเตอร์ที่มีสัมประสิทธิ์ความร้อนเป็นบวกที่ถูกบรรจุในแก้ว เหล็กสแตนเลสหรือทองเหลือง ซึ่งสามารถติดตั้งที่ระดับใดก็ได้ในถัง นอกจากนี้สามารถติดตั้งได้ในบริเวณที่มีเนื้อที่จำกัด ทั้งนี้เพราะมีความยาวไม่เกิน 40 มม.

ถ้าป้อนไฟ ดี.ซี. หรือ เอ.ซี. ที่แรงดันต่ำๆ เข้าไป อุปกรณ์จะร้อนขึ้นและจะมีเสถียรภาพที่ระดับหนึ่งของกระแสกับกำลังที่สูญเสีย ถ้าระดับในถังเปลี่ยนไปสิ่งแวดล้อมรอบๆ เทอร์มิสเตอร์จะเปลี่ยนจากอากาศเป็นของเหลว (หรือกลับกัน) ถ้าเปลี่ยนจากอากาศเป็นของเหลว (ขณะที่ระดับสูงขึ้น) ความร้อนจะกระจายออกเร็วขึ้นทำให้อุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์ลดลงอุณหภูมิที่ลดลง จะทำให้อุณหภูมิของเทอร์มิสเตอร์ลดลง อุณหภูมิที่ลดลงจะทำให้ความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ต่ำทำให้กระแสไหลมากขึ้น กระแสที่เปลี่ยนนี้นำไปใช้ในการควบคุมได้

อุปกรณ์ที่คล้ายคลึงกันจะใช้ท่อนโลหะคู่ (Bimetallic) ซึ่งมีขดลวด (Coil) 12 V พันอยู่ และใช้หลักการของความร้อนที่เกิดจากกระแสเช่นเดียวกัน เมื่อระดับของเหลวลดลงทำให้อุปกรณ์ไม่ถูกปกคลุมโดยของเหลวอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจนทำให้ท่อนโลหะคู่เบี่ยงเบนซึ่งจะไปควบคุม Microswitch ให้ทำงาน

อินสตรูเมนท์ทั้งสองแบบนี้เป็นอุปกรณ์สำหรับเตือนภัย และไม่ควรจะใช้กับของเหลวที่ติดไฟง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุปกรณ์วัดระดับแบบเทอร์มิสเตอร์

1.4 <u>แบบแสง</u> (Optical)

แหล่งกำเนิดแสงและตัวรับสัญญาณแบบ Photo-Electric สามารถใช้เป็นตัวควบคุมระดับในเงื่อนไขที่เฉพาะปัญหาอยู่ที่ต้องส่งและรับแสง ทำให้ยากที่จะใช้กับวัสดุที่เป็นผง เพราะเกิดฝุ่นมากซึ่งอาจไปจับที่ช่องส่งและรับแสง ปัญหาเช่นเดียวกันจะเกิดขึ้นถ้าใช้กับของเหลวที่เป็นยาง ในของเหลวเช่นน้ำส้มคั้นจะทำงานได้ดี ข้อดีของวิธีนี้คือ ไม่มีสิ่งสัมผัสกับของเหลว นอกจากช่องกระจกทำให้ไม่มีสิ่งซึ่งยื่นเข้าไปในของเหลว

ได้มีการออกแบบใหม่โดยให้แหล่งกำเนิดแสงและตัวรับสัญญาณแบบ อยู่ในตัวเดียวกันเมื่อไม่มีวัสดุอยู่แสงจะสะท้อนกลับเข้าตัวรับสัญญาณโดยปลายกรวยของตัวนำแสงแบบผลึก (Quart light conductor) เมื่อส่องแสงนี้ลงในของเหลว แสงจะหักเหกระจายไปในของเหลว อุปกรณ์จะทำงานกับหน่วยควบคุมที่แยกต่างหาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

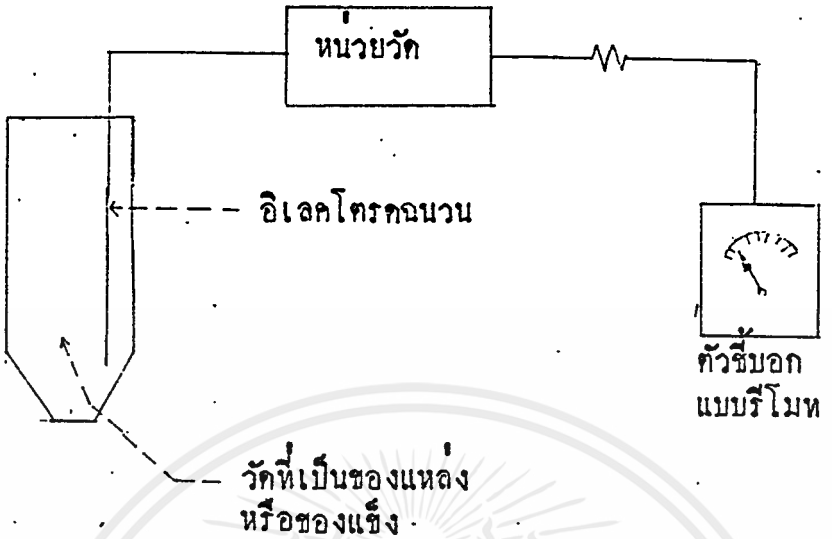
1.5 แบบคะปาซิเต๊นซ์ (Capacitance)

ตัวเก็บประจุ (Capacitor) มีความสามารถที่จะสะสมประจุไฟฟ้า เมื่อนำแผ่นโลหะสองแผ่นวาดขนานกันโดยมีฉนวนกั้นกลาง จะได้เป็นตัวเก็บประจุ ขนาดของคะปาซิเต๊นซ์ขึ้นอยู่กับพื้นที่ของแผ่นโลหะและระยะห่าง นอกจากนี้ถ้ามีวัสดุฉนวน (เรียกว่า Dielectric) สอดอยู่ระหว่างแผ่นโลหะจะทำให้ค่าคะปาซิเต๊นซ์เพิ่มสูงขึ้นได้

เมื่อสอดแท่งโลหะเข้าในถังโลหะ โดยแท่งโลหะถูกกั้นจากถังโลหะถูกกั้นจากถังโลหะด้วยฉนวน และถังโลหะจะถูกต่อลงดิน

เราสามารถแบ่งวัตถุออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ไม่เป็นตัวนำก็ฉนวน ฉนวนก็ได้แก่ น้ำมัน ก๊าซเหลว และพวกผลชนิดต่างๆ ตัวนำก็ได้แก่ พวกสารละลายต่างๆ สำหรับของเหลวหรือของแข็งที่เป็นฉนวนอีเล็คโทรดที่ใช้วัด มักทำด้วยท่อนโลหะเปลือยหรือสันโลหะ และวัตถุจะเป็น Dielectric สำหรับของเหลวที่เป็นตัวนำจะใช้แท่งหรือเส้นโลหะหุ้มฉนวน ตัวฉนวนมักใช้ Polytettraf Uoroethylene (PTEE) Folyethylene หรือ Polypro-pylene ซึ่งจะเป็นตัว Dielectric ในตัวเก็บประจุอีเล็คโทรดจะถูกติดตั้งในแนวตั้งหรือเกือบเป็นแนวตั้งและมีความยาวครอบคลุมถึงพิสัย (Range) ที่จะชี้บอกระดับที่เป็นเม็ดขุ่นข้น นอกจากนี้ยังใช้กับถังรูปต่างๆ ได้โดยการเลือกอีเล็คโทรดให้เหมาะสมเท่านั้น ข้อเสียอันเดียวของแบบนี้ คือ ผู้ผลิตอุปกรณ์จะเป็นผู้เลือกอีเล็คโทรดไม่ใช่ผู้ใช้ ดังนั้น ต้องใช้ข้อมูลแก่ผู้ผลิตอุปกรณ์อย่างละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

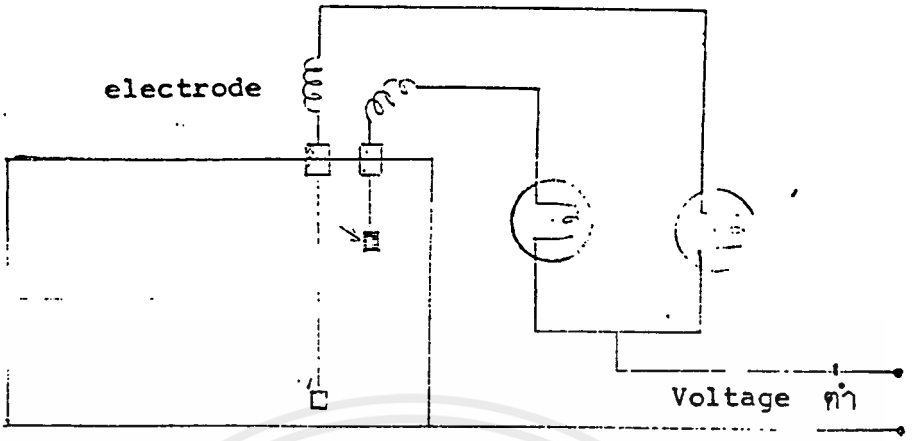


รูปวัดระดับแบบคาปาซิเต๊นซ์

ข้อดีของระบบนี้ คือ ราคาต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับแบบอีเล็คโทรนิคส์หรือไฟฟ้าแบบอื่น เนื่องจากเป็นแบบอีเล็คโทรนิคส์ จึงไม่ทำให้เกิดฮีสเตอร์ซีส (Hysteresis) หรือเกิดโหลด (Over Load) อุปกรณ์ชนิดนี้ทั้งแบบความปลอดภัยแท้จริง (Intrinsically safe) และแบบกันเพลิงสามารถสร้างได้ง่าย รวมตลอดถึงแบบทนแรงดันและทนอุณหภูมิสูงด้วย

1.6 <u>การนำไฟฟ้า</u> (Conductivity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปวัดระดับแบบนำไฟฟ้า

อินสตรูเมนท์ที่วัดโดยวิธีนี้ ใช้สำหรับการควบคุมแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ซึ่งระดับไม่มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วมากนักเท่านั้น ใช้มากในสารละลาย เช่น น้ำเสีย เป็นต้น

แบบนี้เป็นเครื่องแบบอีเล็คโทรนิคส์ที่ง่ายและเชื่อถือได้ อีเล็คโทรดวัดระดับจะติดตั้งบนหัวของท่ออากาศความยาวนี้จะถูกตัดเพื่อให้ปลาย (Tip) อยู่ที่ระดับที่ต้องการควบคุม ปกติแล้วจะใช้กราวนด์อีเล็คโทรด (Ground Electrode) ที่ยาวกว่า (ยกเว้น ท่อโลหะที่เป็นกราวน์นี้อยู่ในของเหลวเรียบร้อยแล้ว) ในการทำงานจะป้อนสัญญาณ เอ.ซี. แรงเคลื่อนต่ำเข้าสู่อีเล็คโทรดวัดระดับ (Level Electrode) เมื่อของเหลวที่เป็นตัวนำลัดวงจรระหว่างอีเล็คโทรดสู่กราวน์ (หรือสู่กราวน์อีเล็คโทรด) รีเลย์จะทำงานโดยตรง หรือโดยผ่านวงจรควบคุมตามตัวอย่างในรูปเราใช้อีเล็คโทรดตรวจระดับสองตัน อันหนึ่งสำหรับระดับต่ำอีกอันหนึ่งสำหรับระดับสูง ซึ่งจะใช้ควบคุมปั้ม ระบบเช่นนี้เมื่อใช้กับจำนวนอีเล็คโทรดที่มีความยาวต่างกันหลายๆ อันสามารถทำเป็นฟังค์ชั่นต่างๆ อย่างได้ผล เช่น สวิทช์สำหรับควบคุมลำดับการเปิดปิดปั้ม(PumpSequence)หรือการควบคุมความเร็วมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมนี้มีข้อดี 3 อย่าง คือ

1. ราคาต่ำ

2. ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่

3. วงจรอีเล็คโทรนิคส์เป็นแบบง่ายๆ และทนทาน

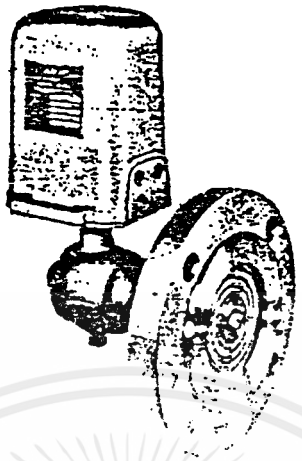
ข้อเสีย คือ ใช้กับของเหลวและของแข็งที่เปียกชื้นบางชนิดเท่านั้น นอกจากนั้น ยังไม่สามารถชี้บอกระดับได้

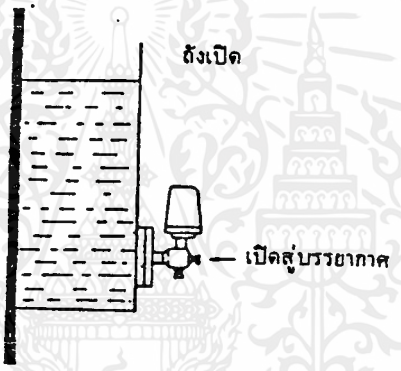
1.7 <u>แบบแรงดัน</u> (Pressure)

แรงดันที่ก้นภาชนะบรรจุ (Container) จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระดับของของเหลว เราสามารถสร้างระบบวัดนี้โดยใช้ Pressure Transducer แบบไดอะแฟรม หรือไดอะแฟรมแค็ปซูลติดตั้งที่ก้นถังหรือข้างถัง ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงก้นถัง เช่น ถังที่ฝังอยู่ใต้ดินถังน้ำบาดาลที่สถานีส่งน้ำประปา อาจจะหย่อน Transducer จุมลงในน้ำจนอยู่ที่ระดับต่ำสุดที่จะวัด Transducer นี้มักจะโยงเชื่อมสู่อากาศโดยผ่านท่อเพื่อให้ระดับที่อ่านไม่ถูกกระทบกระเทือนโดยแรงดันบรรยากาศ

Differential Transformer จะถูกประกอบเป็นส่วนหนึ่งภายใน Trans ducer วัดแรงดัน แกนของ Transformer จะขยับตำแหน่งไปมาโดยไดอะแฟรม Differential Transformer นี้ถูกกระตุ้นโดยแรงดันไฟฟ้าขนาดต่ำ และสัญญาณเอ๊าพุทจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของแกน (Core) เทียบกับ Transformer ดังนั้นสัญญาณเอ๊าพุทที่เป็นไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนกับแรงดันหรือกับระดับ Transmitter ที่ติดตั้งไว้ต่างหากสามารถส่งสัญญาณไกลออกไปเป็นไมล์ๆ ได้โดยสายเคเบิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ทรานสมิตเตอร์แบบแรงดันแตกต่าง
และการติดตั้งทรานสมิตเตอร์แบบแรงดันแตกต่าง
เพื่อวัดระดับในกรณีถังเปิด

Transducer ประกอบด้วยไดอะแฟรมที่มี Strain Gage หรือวงจรบริดจ์เชื่อมติดอยู่เพื่อรับการเบี่ยงเบนเนื่องจากแรงดันของของเหลว เนื่องจากการเคลื่อนระยะของไดอะแฟรมน้อยมากจึงไม่ทำให้เกิดความผิดพลาด เนื่องจากตะกอนต่างๆ เมื่อใช้ในแม่น้ำหรือท่อประปา

ในระดับอื่น แรงที่เกิดขึ้นบนเบลโลส์ (Bellows) อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงแรงดัน ถูกส่งผ่านระบบของคานสู่แฟล็ปเปอร์น๊อซเซิ่ลและรีเลย์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ได้เอ๊าพุท 3-15 Psi ที่แปรตามระดับของของเหลวตามต้องการ แรงดันนี้อาจป้อนเข้าสู่ระบบที่บรรจุด้วยน้ำมันและอ่านระดับได้โดยเกจวัดแรงดันมาตรฐานได้ หรือส่งเป็นระบบลม (Pneumatic) ระบบนี้สามารถทำให้ปลอดภัยอย่างแท้จริงได้ สำหรับติดตั้งในที่ที่ระเบิดง่ายปกติจะมีความแม่นยำ 1-2 % ใช้วัดระดับของน้ำ น้ำมัน ก๊าซเหลว ของเหลวที่กัดกร่อน ฯลฯ ได้ การวัดแบบแรงดันแตกต่างสามารถทำได้ในภาชนะที่มีแรงดัน

ระบบนี้มีข้อเสียคือ สามารถวัดได้แต่ของเหลว ราคาแพงกว่าแบบคะปาซิเต๊นซ์ที่มีความแม่นยำเท่ากันและ Transducer มี Maximum Overload Pressure ซึ่งต้องไม่ให้แรงดันในถังเกินแรงดันนี้

ระบบนี้ยังมี Pressure Switch อีกหลายๆ ชนิดซึ่งใช้ควบคุมระดับแบบเป็นจุดๆ สำหรับวัตถุที่เป็นผงหรือเป็นเม็ด อาจติดตั้งข้าง Hopper หรือแขวนด้วยเชือก และจะใช้จำนวนมากเท่าใดก็ได้

สวิทช์นี้มักจะประกอบด้วยไดอะแฟรมรับแรงดัน ต่อเข้ากับไมโครสวิทช์ บางที่ใช้วัตถุต่างๆ เช่น Neoprene, PTFE, Silicone, Nylon และ Nitrile Rubber คลุมไดอะแฟรมไว้เพื่อใช้กับวัสดุต่างๆ ได้ บางชนิดสามารถปรับความไวแรงดันที่รับได้ บางชนิดสามารถวัดได้ ตั้งแต่ค่าประมาณ 10-15 กรัม จนถึง 400-500 กรัม อุปกรณ์สามารถชดเชยแรงดันได้เพื่อใช้กับภาชนะที่มีแรงดันสูง สวิทช์นี้ไม่ค่อยแม่นยำเท่าใดนัก เพราะวัสดุผ่านมันก่อนที่จะมีการเปิดปิดสวิทช์ ข้อเสียอื่นคือ ของเหลวที่หยาบมักจะทำให้ผิวเคลือบบนไดอะแฟรมสึก

1.8 <u>ตัวแทนที่ของเหลว</u> (Displacers)

ระบบนี้ใช้ลูกลอยยาวที่ให้แรงดันขึ้นบน (Upward) มากขึ้นและมากขึ้นขณะที่ระดับของของเหลวเพิ่มขึ้นถึงแม้ว่าจะเป็นแบบการลอยตัว (Buoyant) แต่ลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

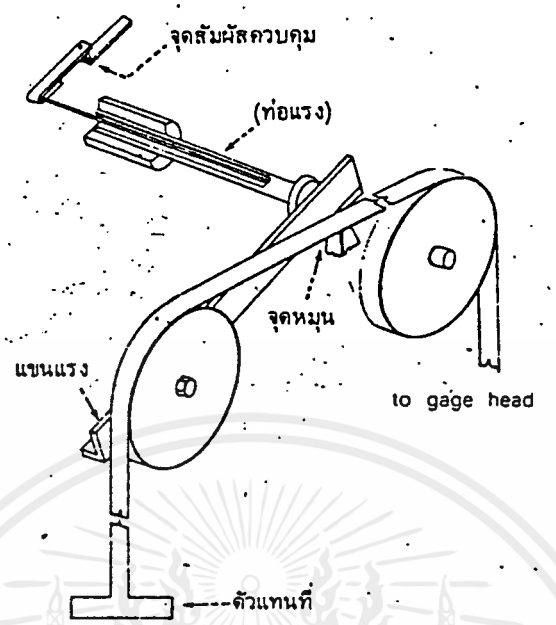
ลอยไม่จำเป็นต้องลอยจริงๆ โดยปกติจะต่อเข้ากับระบบ Torque Tube ปลายปิดจะเชื่อมไว้กับท่อนกลมที่ต่อเข้ากับลูกลอย ดังนั้น แรงดันขึ้นของลูกลอยจะถูกแปลงเป็นการหมุนของท่อนกลมและ Torque Tube การเคลื่อนที่ของปลายอิสระของท่อสามารถเปลี่ยนไปเป็นการส่งสัญญาณใดๆ ที่ต้องการได้ ทั้งแบบไฟฟ้า แบบลม และแบบไฮโดรลิค โดยการใช้ Transducer ที่เหมาะสม (ดูรูปประกอบ)

ขีดจำกัดของระบบมีดังนี้คือ ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่อาจติดขัด ระบบมีพิสัยของการวัดจำกัดอาจมีปัญหาเนื่องจากการไหลแบบรุนแรง (Turbulence) สามารถใช้กับของของเหลวเท่านั้น ข้อดีของแบบนี้คือ มีเสถียรภาพทั้งในแรงดันและอุณหภูมิสูงและมีความแม่นยำดี Resonant ของ Piezoelectric Crystal ที่ติดตั้งใน Transducer ซึ่งมีความถี่เพียงสิบๆ กิโลเฮิทซ์เท่านั้น พัลส์ของพลังงานที่ส่งออกมาจะกระทบกับวัตถุ และพลังงานบางส่วนจะสะท้อนกลับสู่แหล่งส่งรับ เวลาที่ส่งผ่านและรับสัญญาณจะสามารถใช้หาระยะทางที่เดินทางในตัวกลางหนึ่งได้ ซึ่งเวลานี้สามารถวัดและแสดงออกในรูปของระยะทาง

ระบบอาจจะแยกตัวรับและส่งต่างหาก หรืออาจจะรวมอยู่ในตัวเดียวกัน บางระบบส่งสัญญาณจากก้นภาชนะผ่านตัวกลางสู่ผิดแล้วสะท้อนกลับ บางระบบก็ส่งผ่านอากาศกระทบผิดของเหลว (ของแข็ง) แล้วสะท้อนกลับ แบบที่ส่งสัญญาณผ่านตัวกลางนั้นอุณหภูมิและแรงดันของตัวกลางมีผลต่อความเร็วการวิ่งของพัลส์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับเทียบที่ Site

แบบคลื่นเหนือเสียงนี้มีขีดจำกัด คือ ระบบนี้อาจใช้กับของเหลว ของแข็งที่เป็นผง, เป็นเม็ด, กัดกร่อนและผิวระหว่างของเหลวที่ผสมกันไม่ได้ 2 ชนิด อย่างไรก็ดีต้องติดตั้ง Transducer ไว้ที่ตำแหน่งที่ถูกต้องเหนือหรือใต้ผิวเพื่อให้แน่ใจว่าสัญญาณสะท้อนกลับที่ Ansducer อย่างถูกต้อง ถ้าเป็นของแข็งหรือผงคลื่นที่สะท้อนกลับจะมีความเข้มพอ ทำให้ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงทิศทางเข้มงวดมากนัก และไม่จำเป็นว่าผิดของวัตถุจำเป็นต้องเรียบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

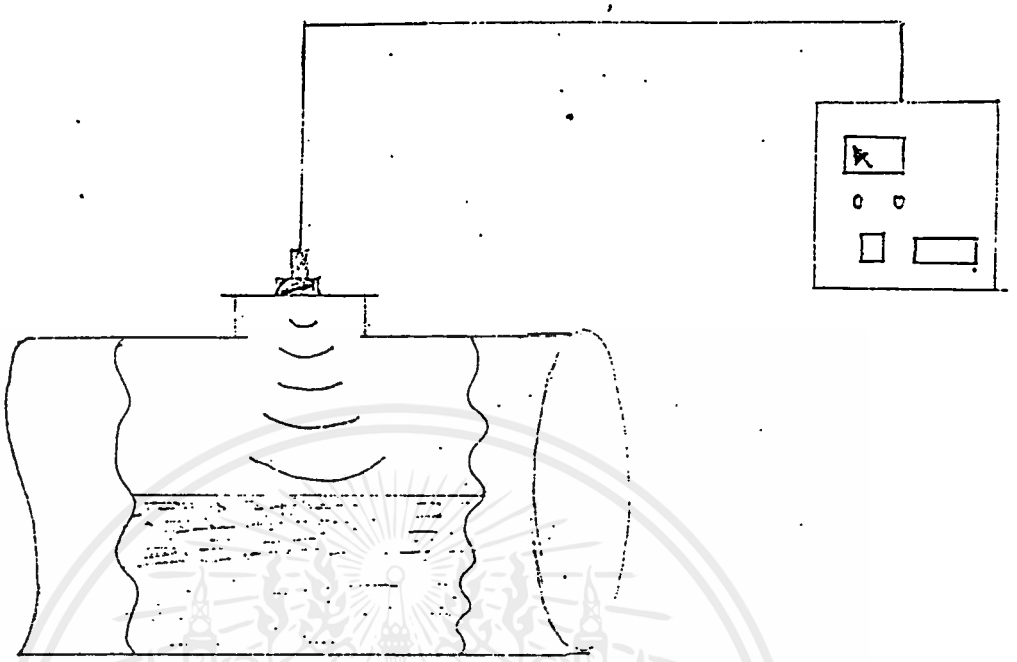


สัวชี้บอกแบบแทนที่ของแกลวโดยใช้ torgue tube

1.9 <u>แบบคลื่นเหนือเสียง</u> (Ultrasonics)

แบบคลื่นเหนือเสียงจะให้ความแม่นยำเหมือนกับเรด้าร์ (Radar) (แต่ไม่ยุ่งยากเท่าและทำงานด้วยความถี่ต่างกัน) ในกรณี Radar เสาอากาศ Radar ส่ง pulse ที่ถูก Modulator ที่ความถี่เป็นสิบๆ MHZ แต่ระบบคลื่นเหนือเสียงให้ pulse ของพลังงานที่ความถี่ Resonant และ piezoelectric crystal ที่ติดตั้งใน transdncer ซึ่งมีความถี่เพียงสิบๆ KHZ เท่านั้น pulse ของพลังงานที่ส่งออกมาจะกระทบกับวัตถุ และพลังงานบางส่วนจะสะท้อนกลับสู่แหล่งส่งจับ (Reciver) เวลาที่ส่งผ่านและรับสัญญาณจะสามารถใช้หาระยะทางที่เดินทางในตัวกลางหนึ่งได้ ซึ่งเวลานี้ สามารถวัดและแสดงออกในรูปของระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตัวชี้บอกแบบคลื่นเหนือเสียงที่ทำงานคล้ายเรด้าร์ (Radar)

ระบบอาจจะแยกตัวรับและส่งต่างหาก หรืออาจจะรวมอยู่ในตัวเดียวกัน บางระบบส่งสัญญาณจากก้นภาชนะผ่นตัวกลางสู่ผิวแล้วสะท้อนกลับ บางระบบก็สูงผ่านอากาศกระทบผิวของเหลว (ของแข็ง) แล้วสะท้อนกลับ แบที่ส่งสัญญาณผ่านตัวกลางนั้นอุณหภูมิ และแรงดันของตัวกลางมีผลต่อความเร็วภาควิ่งของ pulse ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับเทียบที่ Site

แบบคลื่นเหนือเสียงนี้มีขีดจำกัด คือ ระบบนี้อาจใช้กับของเหลว ของแข็งที่เป็นผล เป็นเม็ด กัดกร่อนและผิวระหว่างของเหลวที่ผสมกันไม่ได้ 2 ชนิด อย่างไรก็ดีต้องติดตั้ง Trausducer ไว้ที่ตำแหน่งที่ถูกต้องเหนือหรือใต้ผิวเพื่อให้แน่ใจว่าสัญญาณสะท้อนกลับที่ Transducer อย่างถูกต้อง ถ้าเป็นของแข็งหรือผลคลื่นที่สะท้อนกลับจะมีความแข็งพอ ทำให้ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงทิศทาง เข้มงวดมากนัก และไม่จำเป็นว่าผิวของวัตถุจำเป็นต้องเรียบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเหลวที่ไหลแบบปั่นป่วนก็ไม่สามารถสะท้อนพลังงานกลับสู่ตัวรับได้ตลอดเวลา ในกรณีนี้ควรติดตั้งท่อตั้งไว้เพื่อให้แน่ใจว่าของเหลวผิวเรียบ

ในเกือบทุกๆ ระบบ จะส่งสัญญาณมากกว่าหนึ่ง pluse/sec ทำให้อ่านระดับอย่างต่อเนื่องได้ เวลาที่ล่วงไประหว่าง pluse ที่ถูกส่ง และรับจะวัดได้โดยวิธีต่อไปนี้คือ ใช้ออสซีสเรเตอร์ (Oscillator) ที่มี Stable และวงจร Counter ซึ่งจะถูกเปลี่ยนสภาพโดยคลื่นส่ง และถูกเปลี่ยนสภาพกลับโดยคลื่นรับจำนวนรอบของการ Oscillator จะเป็นแปรผันโดยตรงกับระยะทางระหว่าง Transducer และผิวของวัตถุ การอ่านค่าอาจใช้ Instrynebt แบบ moving Coil หรือแบบ digital ได้

ข้อดีมากๆ คือให้ความปลอดภัย ทันสมัยมาก และจำกัดสำหรับการใช้งานพิเศษเท่านั้น

1.10 อุปกรณ์แผ่รังสี (Radiation Devices)

อันตรายที่เกิดขึ้นจากระบบนี้มีอยู่น้อยที่สุด ถึงแม้ว่าระบบนี้จะมีราคาแพงที่สุด แต่ข้อดีคือ คลื่นรังสีวิทยุนี้สามารถส่งผ่านผนังภาชนะได้โดยไม่ต้องมีช่วงว่างในภาชนะบรรจุเลย จึงไม่จำเป็นต้องเปิดส่วนใดส่วนหนึ่งของภาชนะบรรจุ

มักใช้ Cobalt-60, Cesium 137 หรือ Radium 226 เป็นแหล่งรังสีแกมม่าติดตั้งแหล่งกำเนิดรังสีข้างหนึ่งของผนัง และติดตั้งชุดของท่อ Geiger Miller บนผนังด้านตรงข้าม ขณะที่รังสีแกมม่าผ่านตัวกลาง ความเข้มจะลดลงซึ่งของเหลวหรือของแข็งจะทำให้ความเข้มลดลงมากกว่าอากาศ ดังนั้นถ้าวัตถุในภาชนะบรรจุเพิ่มขึ้น สัญญาณการแผ่รังสีที่รับโดยท่อ Geiger-Miller จะค่อยๆ ลดลง O/P ที่เป็นอัตรา pluse จะลดลงด้วยถ้าวัดอัตรา pluse นี้จะทราบระดับตามต้องการ

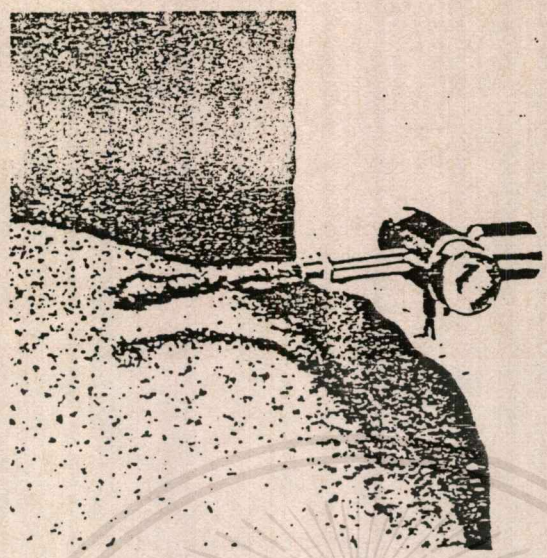
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบนี้ไม่ค่อยแม่นยำนัก มักใช้เป็นตัวควบคุม ระดับที่มีท่อ Geiger-Miller ตัวเดียว ถ้าต้องการให้ความแม่นยำเพิ่มขึ้นก็ใช้แหล่งกำเนิดรังสีแกมม่าเป็นท่อนยาว ราคาก็เพิ่มขึ้นด้วย

1.11 ตัวสั่น (Vibrators)

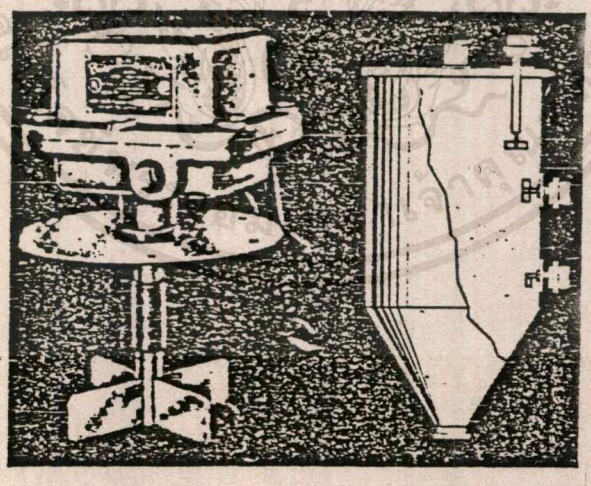
ตัวควบคุมระดับชนิดนี้ประกอบด้วย Head และ Boss ซึ่งติดตั้งเข้ากับเหล็กสองขา (Tuning Fork) ซึ่งทำจากเหล็กสแตนเลสหรืออะลูมินั่ม ใช้สำหรับวัสดุที่เป็นเม็ดเล็กๆ หรือผงเท่านั้น ในการทำงานตัวรับสัญญาณที่เป็นเหล็กสองขานี้จะสั่นที่ความถี่รีโซแน๊นซ์เมื่ออยู่ในอากาศเมื่อถูกปกคลุมด้วยผง การสั่นจะหยุดหรือค่อยๆ ลดลงเมื่อฝุ่นลดลงต่ำกว่าระดับเหล็กสองขาจะสั่นอีก การเปลี่ยนสภาพนี้จะถูกตรวจจับทางอีเล็คโทรนิคส์และไปกระตุ้นรีเลย์ได้ ควรจะติดตั้งอุปกรณ์ตัวสั่นนี้ที่ด้านข้างของภาชนะบรรจุ ในแนวราบที่ระดับที่ต้องการวัดหรือควบคุม แต่การติดตั้งวิธีนี้อาจจะเสียหายได้ เนื่องจากแรงดันของวัตถุ หรือแรงกระแทกของวัตถุที่ตกลงมา ดังนั้นจึงมักจะใช้เป็นตัวเตือน (Alarm) สำหรับระดับสูง (High Level Alarm) และสำหรับวัตถุที่มีน้ำหนักจำเพาะต่ำ เช่นเม็ดพลาสติค เป็นต้น ขีดจำกัดอีกอย่างหนึ่งก็คือ ถ้าวัสดุจับเกาะที่ขาทั้งสองข้างของตัววัดจะทำให้หยุดสั่นซึ่งไม่สามารถใช้ทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อุปกรณ์วัดระดับชนิดคิดข้างถัง

1.12 <u>แบบใบพาย</u> (Paddles)



อุปกรณ์ใบพายสำหรับการวัดระดับของแข็ง

คล้ายกับแบบตัวสั่น อุปกรณ์แบบใบพายนี้จะหยุดการหมุนเมื่อวัสดุขึ้นมาถึงระดับมัน

ตัวตรวจวัดนี้ประกอบด้วยหัวซึ่งติดตั้งเกียร์ชิงโครนัสมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Synchronous motor) และรีเลย์ควบคุมอยู่ภายใน ใบพายจะหมุนในท่ออย่างช้าๆ เมื่อวัตถุกีดขวางการหมุน แรงบิดที่เพิ่มขึ้นจะถูกตรวจจับและวงจรควบคุมจะหยุดมอเตอร์ และให้สัญญาณเอ๊าพุท เมื่อวัตถุมีระดับลดลง วงจรควบคุมจะกลับอยู่สถานะเริ่มต้นใหม่ และใบพายจะหมุนอีก อุปกรณ์ใบพายนี้สามารถติดตั้งที่สูงหรือต่ำในถัง ทำให้สามารถควบคุมระดับสูงหรือต่ำได้ อุปกรณ์เหล่านี้จะรวมพวกคลัทช์ไว้เพื่อป้องกันมอเตอร์และเกียร์ในกรณีของโหลดที่มีลักษณะกระโชก (Surge Load) บนใบพาย

ตัวควบคุมแบบใบพายนี้ ใช้กับวัสดุที่เป็นเม็ดหรือผงเท่านั้น และเนื่องจากบางส่วนเป็นอุปกรณ์ทางเครื่องกล ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ได้จึงมักจะเสียบ่อยๆ วัสดุที่เป็นของแข็งมักทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เพราะฝุ่นมักเข้าระหว่างซีลและแบริ่งทำให้แรงบิด (Torque) เพิ่มมากขึ้นอาจทำให้มอเตอร์หยุดได้ในกรณีที่ไม่มีวัสดุ

เมื่อติดตั้งที่ข้างถัง มักจะติดตั้งเครื่องป้องกันไว้บนใบพายเพื่อป้องกันการเสียหายเนื่องจากวัสดุตกลงมากระทบถูกใบพาย (จำนวนใบจะถูกกำหนดโดยชนิดของวัสดุที่จะวัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connecting nuts and lock nuts

Connecting nuts

Type	Material	Indication (inscription)
F03-02-SUS201	SUS304 or equivalent	–
F03-02-SUS316	SUS316	6
F03-02-HASB	Hastelloy B	B
F03-02-HASC	Hastelloy C	C
F03-02-CHITAN	Chitan	–

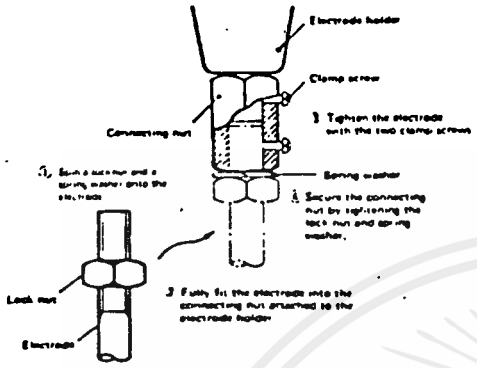
Lock nuts

Type	Material	Indication (inscription)
F03-03-SUS201	SUS304 or equivalent	–
F03-03-SUS316	SUS316	6
F03-03-HASB	Hastelloy B	B
F03-03-HASC	Hastelloy C	C
F03-03-CHITAN	Chitan	–

SUS201 and SUS316 lock nuts are provided with a spring washer.

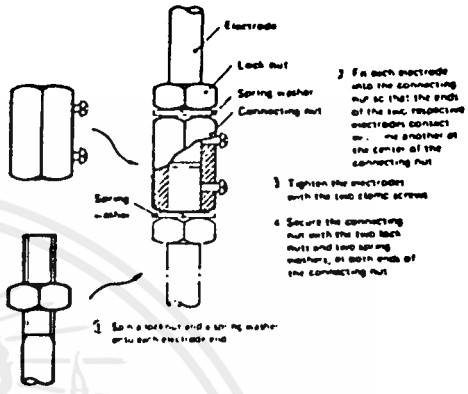
• HOW TO MOUNT ELECTRODES

Connecting Electrodes to Electrode Holders



Connecting One Electrode to Another

- When a long electrode is required, use two or more electrodes by joining them with a connecting nut and two lock nuts at intervals of 1 m.



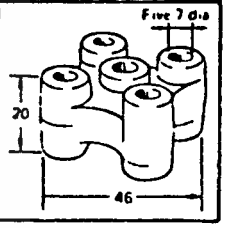
SEPARATORS

• AVAILABLE TYPES

No. of electrodes	Type
1	F03-14-1P
3	F03-14-3P
5	F03-14-5P

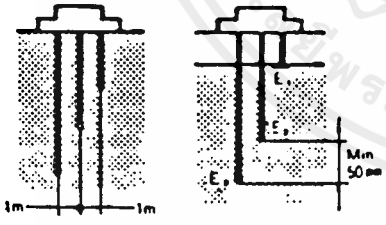
- When the required length of electrode is more than 1 m, use a separator at each joint of two electrodes so as to prevent the electrodes from contacting one another. (NOTE: Avoid use of the separators in dust-containing liquids.)

Separators

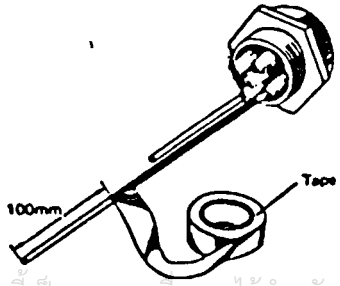
F03-14 1P (for single pole)	F03-143P (for three poles)	F03-14 5P (for five poles)
		

• HINTS ON CORRECT USE

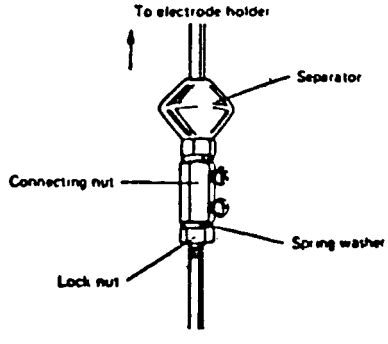
- Never perform resistance measurement between electrodes when connected to the Model 61F.
- Usually, electrodes are used in a set of three: long, medium, and short. Connect the short electrode to E1, the medium electrode to E2, and the long electrode to E3. Make E3 at least 50 mm longer than E2.



- When using electrodes in sea water or sewage, provide a sufficient interval (normally 1 m) between the electrodes. If the sufficient interval cannot be provided, employ a low-sensitivity type Floatless Level Controller.
- When taping one of the electrodes to prevent it from contacting other electrodes in water, do not tape the electrode entirely but leave at least 100 mm of its end uncovered.



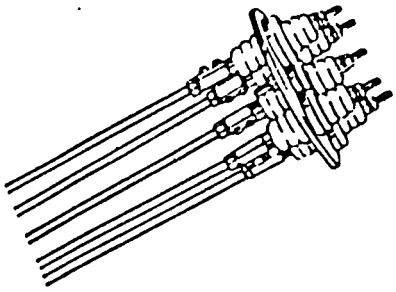
- Mount electrodes as vertically as possible. If they are mounted horizontally, deposits may adhere to the insulated part of the electrodes, resulting in improper insulation.



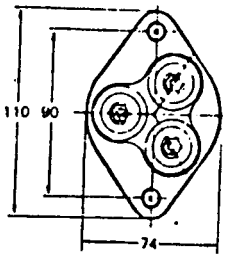
- Note that even if the liquid level reaches the end of the electrode, the operating level may vary slightly with the type of liquid and voltage.

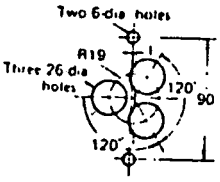
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BF-3, BF-3R*
BF-4, BF-4R*
BF-5, BF-5R*

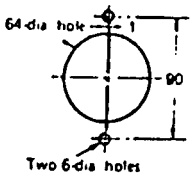


BF-3, BF-3R

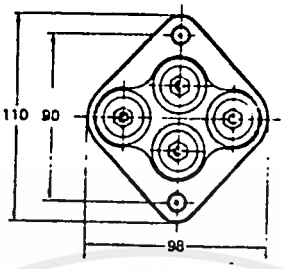


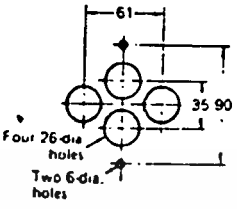


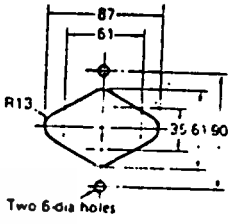
Mounting holes

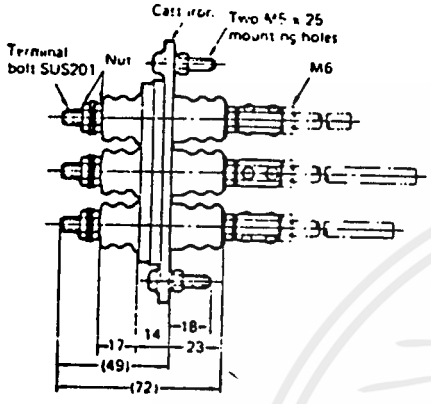


BF-4, BF-4R

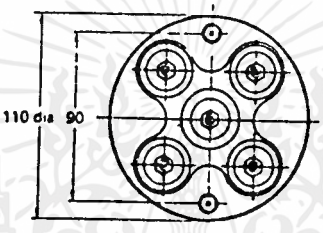


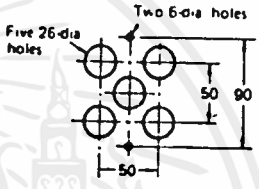


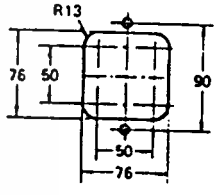




BF-5, BF-5R

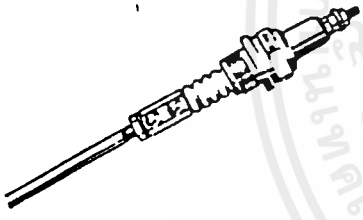


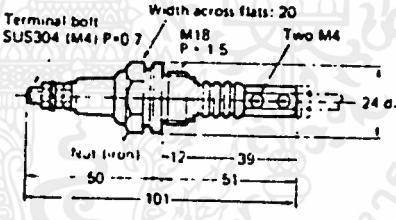




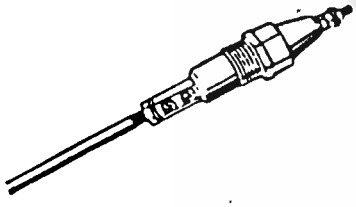
* An "R" designated holder is used in a 2 wire circuit.

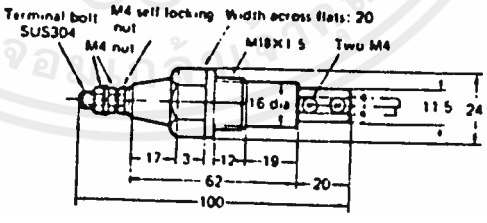
BS-1



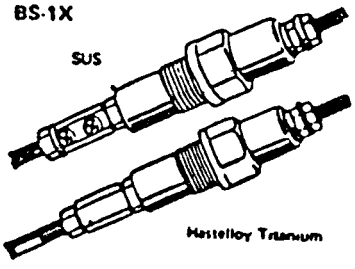


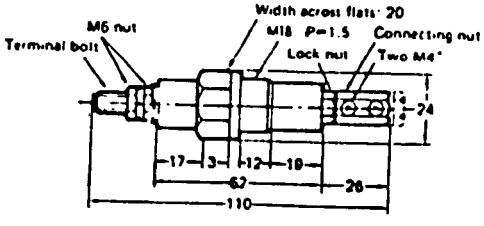
BS-1T





BS-1X





* The connecting nut made of Hastelloy B, Hastelloy C, or Titanium is not supplied with two M4 screws and thus has no holes for such screws.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRODE BAND AND ACCESSORIES

■ ELECTRODE BAND

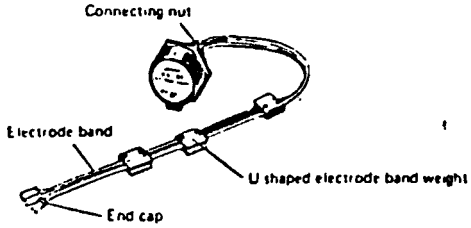
F03-05 3P, 4P, and 5P

Sheath: Vinyl chloride
Core: 0.3 dia. × 21, straight wire, SUS304
Length: 50 m min.
(The electrodes come in three types: 3P, 4P, and 5P. Each of them require the following accessories.)

Accessories \ Electrode	3P	4P	5P
Connecting nut	3	4	5
Weight	3 to 4	4 to 6	5 to 8
End cap	3	4	5
Insulation cap	2	3	4
Adhesive	1	1	1

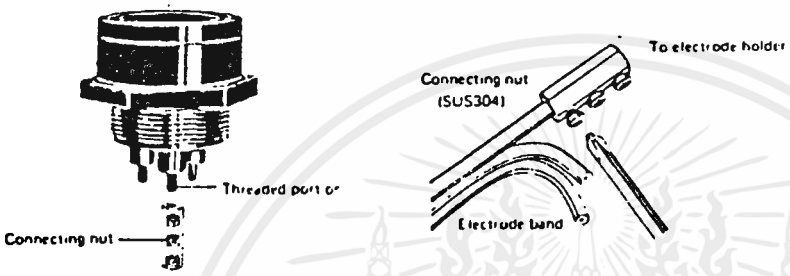
- The electrode band consists of polyvinyl chloride (PVC) covered stainless steel wires SUS304 (AISI-304) which are free from mutual contact. As the electrode band can be cut, mounted, and removed with ease, it is most suitable for deep wells.
- Applicable electrode holders:
  PS-3S, PS-4S, PS-5S, BF-3, BP-4, BF-5
- Ambient operating temperature: −10° to 60°C
- The electrode band cannot be used in flowing water, liquids over 60°C or those which corrode PVC or stainless steel.
- The maximum length of the electrode band is 50 m.

Application example



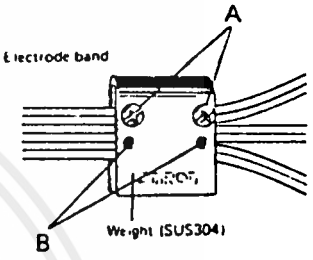
■ HOW TO INSTALL ELECTRODE BANDS

Connecting electrode holder and electrode band



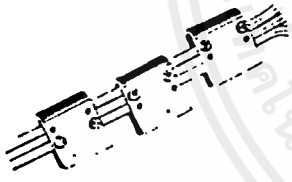
Remove the connecting nut from the threaded portion of the electrode holder and replace it with the electrode band connecting nut. With the end of the electrode band covered, insert it into the lower hole on the connecting nut, and tighten the two side screws. The conductor in the electrode band will come into contact with the connecting nut, providing continuity.

Mounting weight (1)



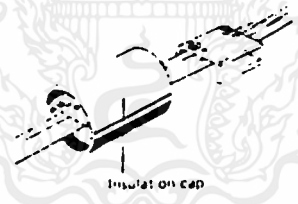
To mount an electrode band weight on an electrode band, simply tighten the screws. The needle screws will come into contact with the electrode wire (conductor) allowing the electrode band weight to be an electrode plate. (Be sure to use screw holes A or B.)

Mounting weight (2)



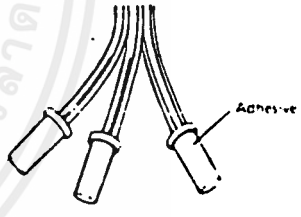
Install electrode band weights in three positions. The electrode band weights work as short, medium, and long electrodes, allowing the electrode band to detect high, medium, and low levels of liquid.

Mounting insulation cap



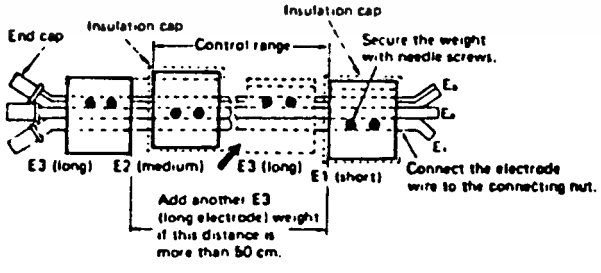
Cover each electrode band weight with an insulation cap so as to prevent false detection due to contact between the electrode and tank. Deform the insulation cap to an ellipsoid before installing it on the electrode band weight.

Mounting end cap



Glue an end cap on the end of the electrode band so that no water intrudes.

In clean water, if the distance between the long electrode (E3) and short electrode (E1) is more than 50 cm, install another electrode band weight as E3 in the vicinity of E1 at intervals of 15 to 20 cm, referring to Mounting weight (2) above. An insulation cap is not needed for the long electrode.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HINTS ON CORRECT USE

- Note that the standard type Floatless Level Controller 61F-G is capable of controlling liquids with specific resistances of up to 30 kΩ-cm when the controller employs a type PS-3S electrode holder with the electrode(s) submerged to a depth of 30 mm max. If liquid having a specific resistance higher than 30 kΩ-cm is to be controlled, be sure to use a high-sensitivity type Floatless Level Controller.

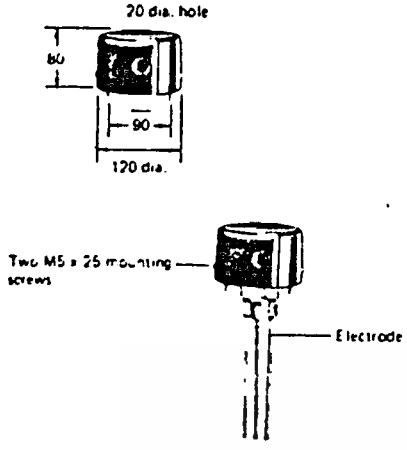
Kind of water	Specific resistance	Applicable type
City water	5 to 10 kΩ-cm	General-purpose type
Well water	2 to 5 kΩ-cm	General-purpose type
Industrial water	5 to 15 kΩ-cm	General-purpose type
Rainwater	15 to 25 kΩ-cm	General-purpose type
Sea water	0.03 kΩ-cm	Low-sensitivity type
Sewage	0.5 to 2 kΩ-cm	Low-sensitivity type
Distilled water	100 kΩ-cm or less	High-sensitivity type
	Over 100 kΩ-cm	Consult OMRON

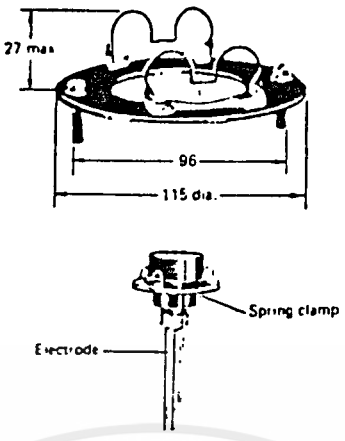
- Keep the wiring between the controller and electrode holder as short as possible within the specified wiring distance, to prevent the controller from malfunctioning due to the stray capacitance of the wiring. Should the wiring become lengthy, employ the Type 61F-DL (long-distance type) controller.
- Keep the wiring of the electrode circuit separate from power lines and avoid routing such cables in parallel with high-tension lines.
- Be careful not to subject the controller to severe shocks or vibrations, or the controller may malfunction due to chattering. In particular, avoid mounting the floatless controller close to a large-capacity electromagnetic switch.

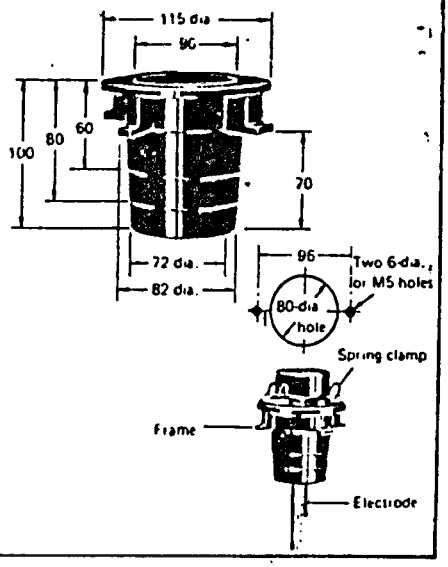
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● OTHER ACCESSORIES

Protective cover (F03-11)	Spring clamp (F03-12)	Mounting frame for installing in concrete (F03-13)
Use this protective cover to protect the electrode holder from rain and damage when the BF electrode holder is installed on a floor or outdoors Applicable electrode holders: BF-3, BF-4, BF-5	Used to clamp the electrode holder. With the spring, the electrode holder can be clamped very easily. Applicable electrode holders: PS-3S, PS-4S, PS-5S	Useful frame for burying in concrete. Cut as required based on the concrete depth.



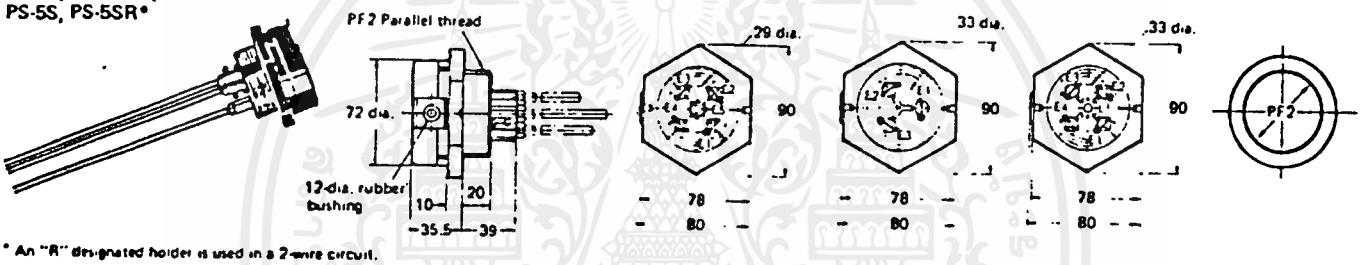




● DIMENSIONS (Electrode holders and electrode bands)

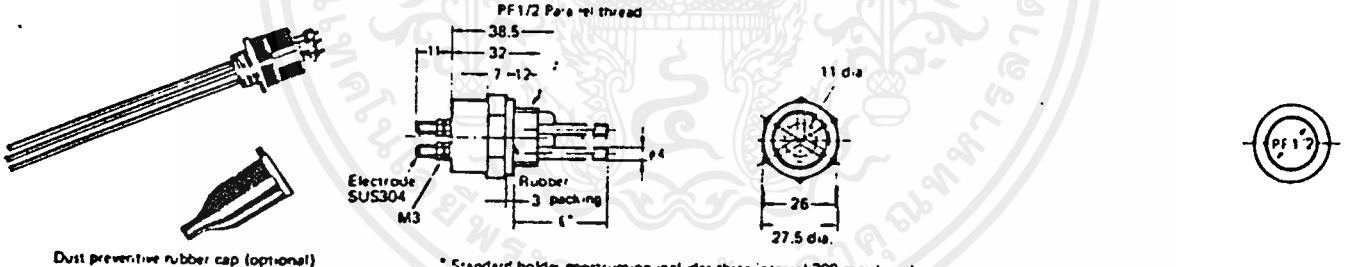
PS-3S, PS-3SR*,
PS-4S, PS-4SR*,
PS-5S, PS-5SR*

Mounting holes



* An "R" designated holder is used on a 2-wire circuit.

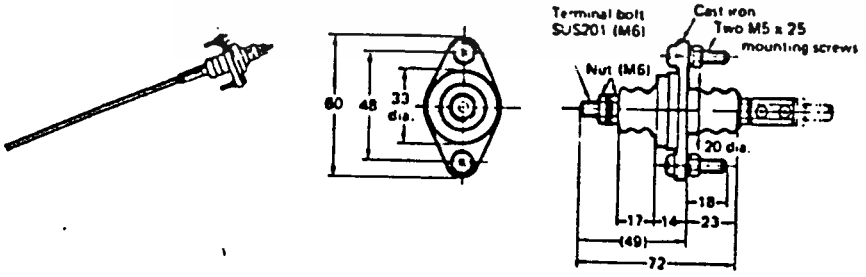
PS-31



Dust preventive rubber cap (optional)

* Standard holder construction includes three integral 300 mm-length electrodes. However, a type having 1,000 mm electrodes is available on request.

BF-1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

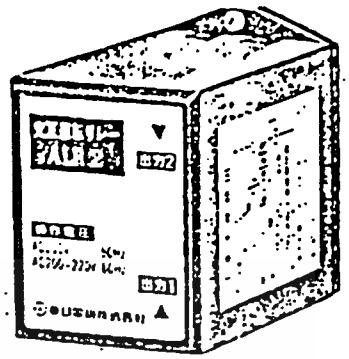
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING RELAY FOR LIQUID LEVEL CONTROL TYPE ALR

Type ALR switching relay for liquid level control are available to prevent the spare pump from rust and the deterioration of insulation.

The electronic device consisting of C-MOS IC and reliable electronic parts provide longer life and high reliability.

The electronic circuits are designed to protect against the surge. The performance condition is shown by LED indicator.

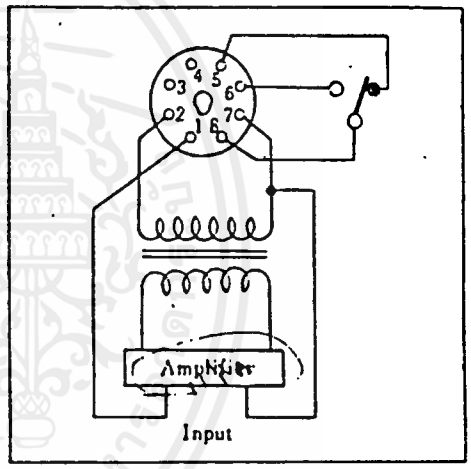


ALR 2

Specifications

Rated voltage	100V 50Hz/100–110V 60Hz, 200V 50Hz/200–220V 60Hz
Power source voltage	Within ±10% of rated voltage
Ambient temperature	-10 ~ +55°C
Ambient humidity	45 ~ 85% RH
Output circuit	AC 250V 2A
Insulation resistance	100MΩ or more
Withstand voltage	AC 1500V 1 min.
Power consumption	3 VA
Life	200,000 times or more
Socket	FCT 8 (Front connection type) LC 8 (Rear connection type)

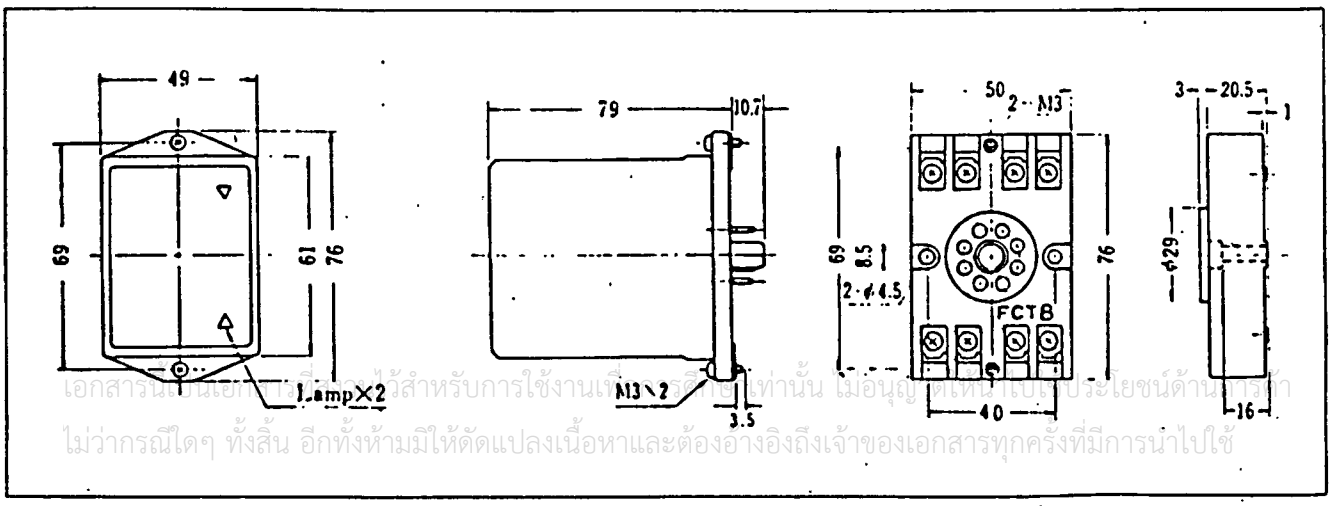
Connection



Caution

1) When power is supplied, No. 1 output circuit is always connected. It has no concern with a level relay.
2) As ALR has a memory function for a momentary electric service interruption, please hold a second or more as the interval of switching time.
3) As it has an electronic circuit, an insulation resistance test and a withstand voltage test is impossible. In the case of an insulation resistance test of a circuit, ALR should be disconnected.

Dimensions



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

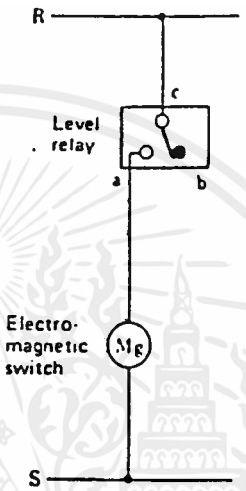
SWITCHING RELAY FOR LIQUID LEVEL CONTROL TYPE ALR

Operating (Water-supply running)

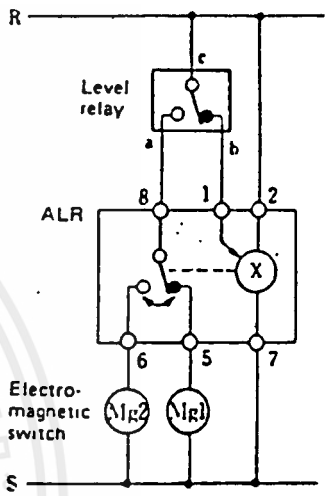
The switching relay switches output circuit every input signal from level relay, and operates two electromagnetic switches of the pump alternately.

1) Since No. 1 output circuit is always chosen in supplying power, electromagnetic switch Mg 1 works by the level relay operating.
2) The level relay resetting opens electromagnetic switch Mg 1 and No. 2 output circuit of the switching relay is connected at the same time.
3) Electromagnetic switch Mg 2 works by the level relay operating again.
4) The level relay resetting opens Mg 2 and No. 1 output circuit is connected again.
5) Please exchange terminal a and b for the purpose of drainage running.

General water-supply running

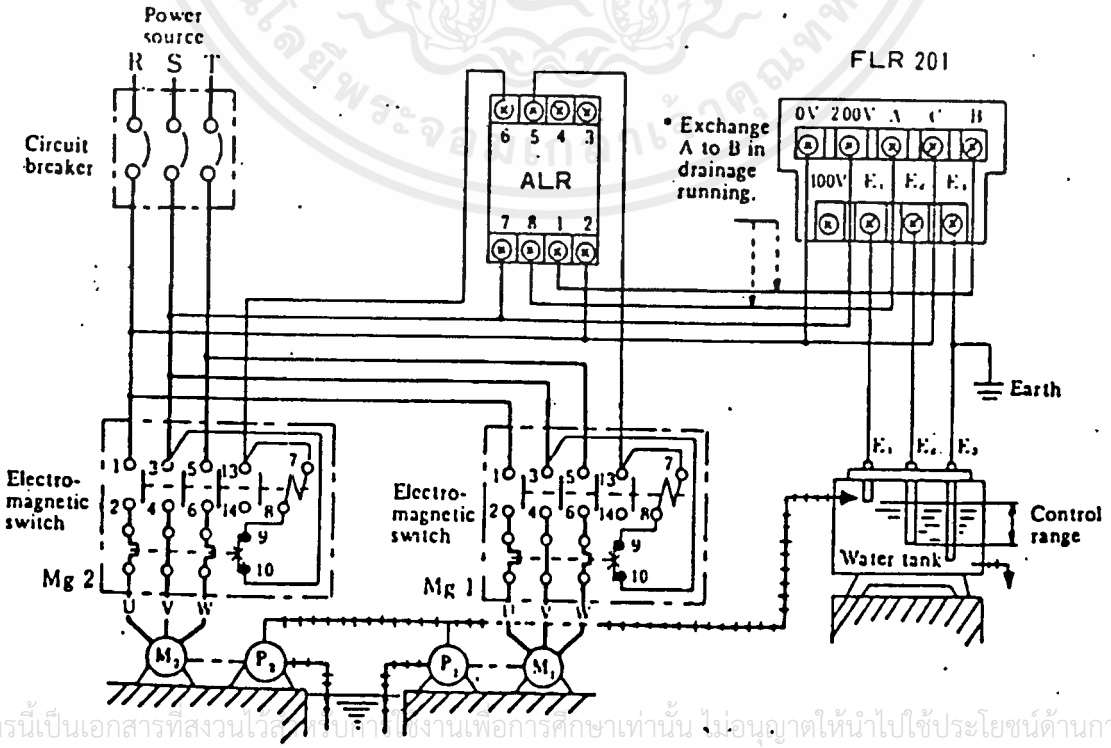


Alternative water-supply running in using ALR



Connection diagram

Alternative water-supply running with FLR 201

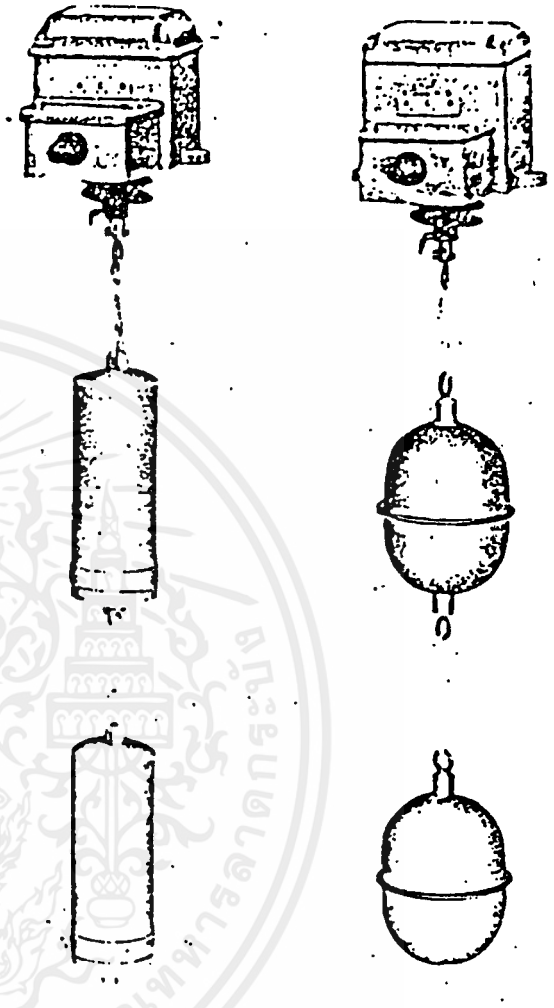


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KASUGA

DUAL-SINKER LIQUID LEVEL RELAYS TYPE TBL 12

This relay, designed for water-supply and drainage, automatically stops and starts the pump in accordance with changes in water level. It is used in combination with an electromagnetic switch.



TBL 12 (for water)

TBL 12 FC (for oil)

Features

- Since the electric resistance of the liquid has not affect on operation, controlling the level of oil, etc. are possible.
- The relay can be remote-controlled, as external induction and stray capacitance have no effect.
- This relay has a long service life and offers high reliability, as quality microswitch is used.
- As the sinker does not float on the water, troubles of chattering or erroneous operation due to wave effect, etc. don't occur.
- It can be confidently used out-doors, as it is rain proof type.
- Installation and wiring are extremely easy.

Specifications

Type	TBL 12 (for water)	TBL 12 FC (for oil)
Application Specific gravity range	Clean water, Foul water, Sea water, etc. 0.85 ~ 1.05	Heavy oil, Light oil, Lamp oil, etc. 0.7 ~ 0.9
Relay box Sinker Rope (3m)	TBLP2 (Polycarbonate) TBLS (Chlorovinyl) TBLR (Tetron) 3 m	TBLF2 (Aluminum) TBLC2 (Copper) TBLR (Tetron) 3 m
Ambient temperature	−15 ~ 50 °C	−15 ~ 80 °C
Output circuit Control range Internal pressure of the tank Life	1c AC 250V 1.5A (Coil load) 0.18 ~ 10 m 1 atmosphere Mechanical: 500000 times or more Electrical: 500000 times or more	

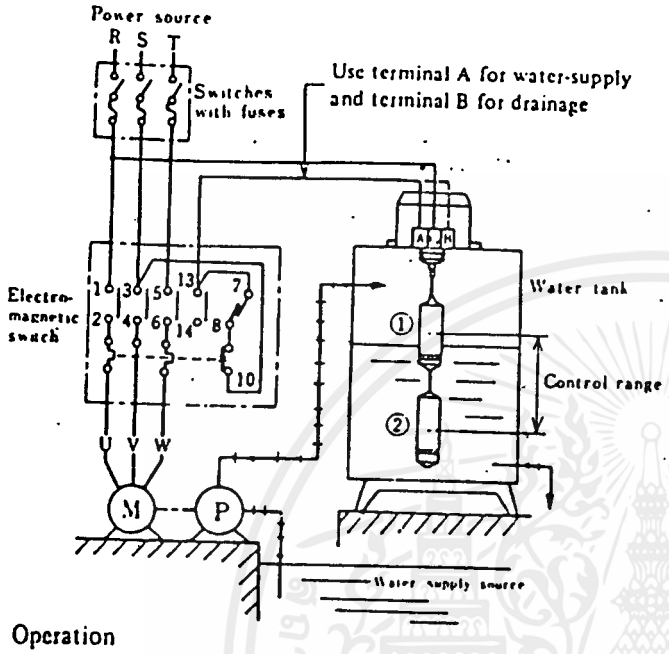
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KASUGA

DUAL SINKER LIQUID LEVEL RELAYS
TYPE TBL 12

Connection Diagram

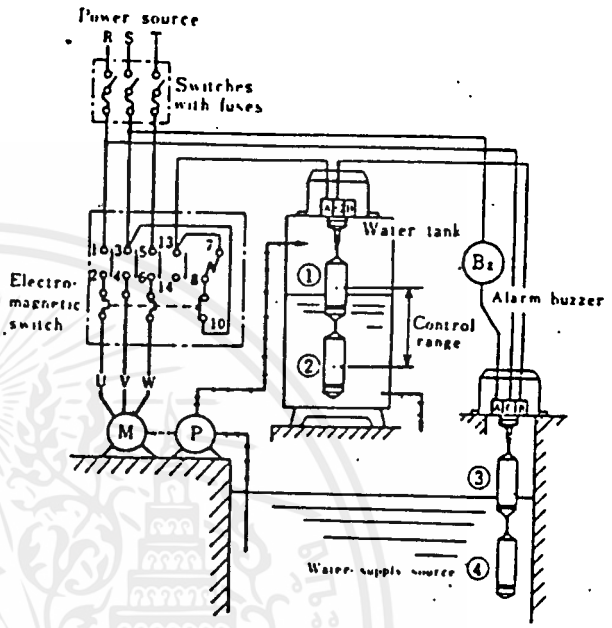
For water-supply or drainage running



Operation

1) Water supply running
The pump will stop when the water level reaches the center of upper sinker and will start when the water level falls below the center of lower sinker.
2) Drainage running
The pump will start, when the water level reaches the center of upper sinker and will stop when the water level falls below the center of lower sinker.

Water-supply running with alarm for abnormal dearth of water



Operation

The relay in a water tank operates as 1).
In the case of relay in water source, the pump will stop and give an alarm when the water level falls below the center of lower sinker and the operation will return to normal when the water level reaches the center of upper sinker.

Parts and Accessories

Following parts and accessories are provided for service and maintenance.

Type	Name	Remarks
TBLA 2	Adapter	For mounting the relay box to 2" pipe coupling
TBLP 2	Polycarbonate case	For water
TBLF 2	Aluminum case	For oil
TBLS	Chlorovinyl sinker	For liquids (water) with a specific gravity 0.85 ~ 1.05
TBLC 2	Copper sinker	For liquids (oil) with a specific gravity 0.8 ~ 0.9
TBLR	Tetron rope	For tying sinkers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการนำ FLOATLESS ไปประยุกต์ใช้ทางด้านอื่นๆ

เราสามารถนำเอา FLOATLESS นี้ไปควบคุมเครื่องทำน้ำเย็น ที่เราเห็นกันอยู่ทั่วไปปกติแล้วเมื่อน้ำในถังหมดแล้วเราต้องเปลี่ยนถังน้ำใหม่ เพื่อที่จะได้มีน้ำสำหรับไว้ดื่มต่อไป ทำให้เสียเวลาเปลี่ยนถังแล้วต้องออกแรงยกถังน้ำขนาด 20 ลิตรซึ่งน้ำหนักของน้ำพอที่จะทำให้เกิดอาการปวดหลังได้

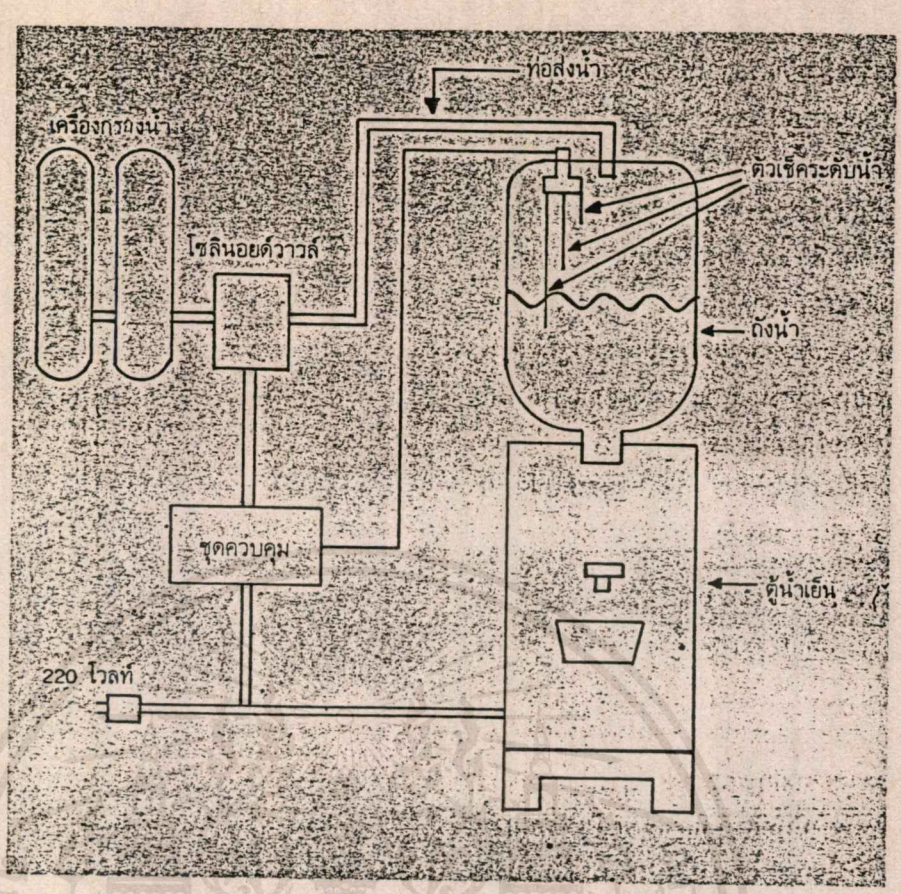
คุณสมบัติของเครื่อง

1. เป็นเครื่องเติมน้ำอัตโนมัติ ใช้กับตู้น้ำเย็นทั่วๆ ไป
2. ใช้ได้กับตู้น้ำเย็นขนาดบรรจุน้ำ 20 ลิตร
3. สามารถนำไปติดตั้งกับตู้น้ำเย็นได้สะดวก
4. ใช้กับไฟฟ้า 220 V.

หลักการทำงาน

เราจะนำน้ำที่สะอาดแล้วเช่น น้ำฝน ที่บรรจุในแท็งค์น้ำหรือน้ำบาดาลที่อยู่บนแท็งค์น้ำหรือน้ำประปาก็ได้โดยต้องต่อผ่านโซลินอยด์วาวล์ซึ่งเป็นตัวปิดเปิดน้ำสู่ถังเก็บน้ำ โดยที่ถังน้ำที่ติดมากับตู้ทำน้ำเย็นเราจะต่อสายไฟเส้นเล็กๆ เข้ากับแท่ง ELECTHOD เพื่อเป็นตัวเช็คระดับน้ำกรณีที่น้ำในถังลดลงถึงระดับน้ำที่เราตั้งไว้จะทำให้เครื่องควบคุมระดับน้ำส่งแรงไฟ 220 โวลต์ไปทำให้โซลิมอยด์วาวล์ทำงานปล่อยให้น้ำจากท่อที่ต่อเข้ามา ไหลลงสู่ถังน้ำเย็นได้จนระดับน้ำที่ไหลเข้ามาสูงถึงระดับที่เราตั้งไว้ก็จะส่งผลให้เครื่องควบคุมการเปิดปิดน้ำตัดแรงไฟฟ้า 220 โวลต์ที่ส่งเข้าโซลินอยด์วาวล์ ทำให้โซลินอยด์วาวล์ปิดน้ำที่ไหลเข้าถังพักน้ำเย็น พอน้ำลดลงถึงระดับที่ตั้งไว้โซลินอยด์ก็จะปล่อยให้น้ำเข้าสู่ถังอีกจนถึงระดับที่ตั้งไว้โซลินอยด์ก็ปิดน้ำอีกเป็นเช่นนี้ตลอดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงแผนผังการทำงานของเครื่องเปิด-ปิดน้ำอัตโนมัติ

การประกอบถังน้ำเย็น

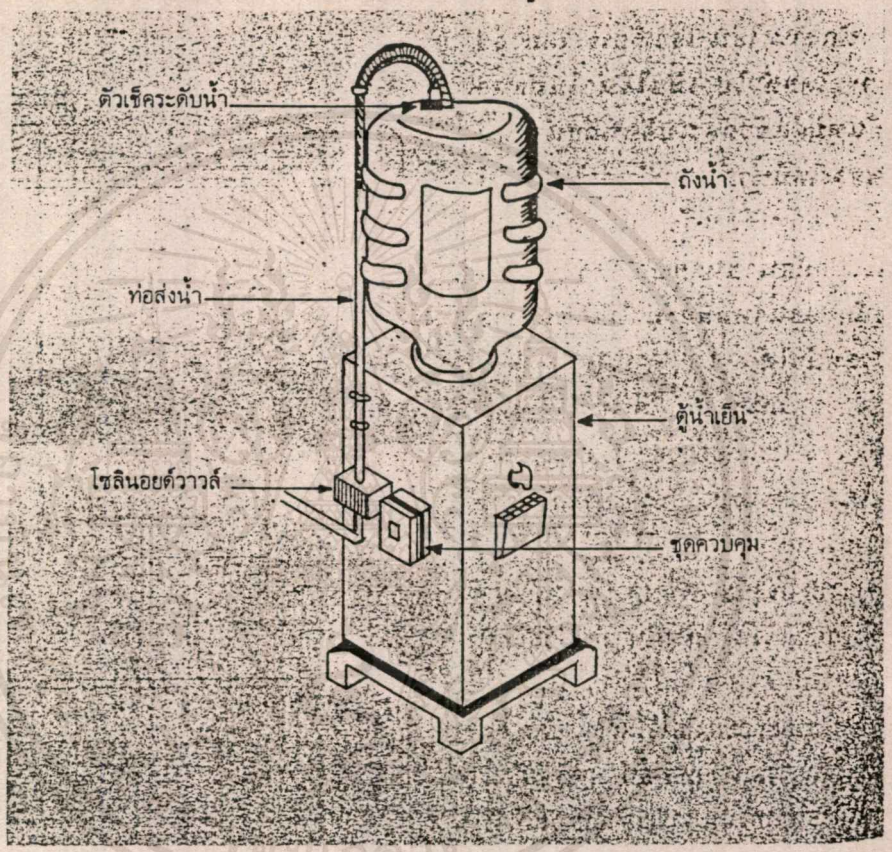
นำถังน้ำเย็นที่มีอยู่เดิมกับตู้น้ำเย็นทำการเจาะรูด้านก้นถังให้มีขนาดโตพอที่จะนำแท่ง ELECTHODE ใส่เข้าไปได้โดยแท่ง ELECTHODE มีความยาวต่างกัน 3 ระดับ ตามรูปที่ 2 หลังจากนั้นนำสายไฟต่อจากแท่ง ELECTHODE ต่อไปยังชุดควบคุม นำถังน้ำยึดติดกับตู้เย็น โดยใช้กาวติดกระจกเป็นตัวยึดไม่ให้ถังน้ำเคลื่อนที่ และป้องกันน้ำในถังที่รั่วออกมา เจาะรูสำหรับต่อท่อน้ำ และต่อท่อน้ำไปยังโซลินอยด์วาวล์

การนำไปใช้งาน

เมื่อทำการติดตั้งเสร็จ ก็นำไปต่อกับท่อน้ำที่ส่งมาจากก๊อกน้ำถ้าน้ำนั้นไม่สะอาดก็ต้องผ่านเครื่องกรองน้ำอีกทีก็ได้เมื่อเสียบปลั๊กไฟโซลินอยด์จะเปิดให้เข้าไปในถังทันทีกรณีที่น้ำเข้ามามีแรงดันมากก็ควรใช้ก๊อกน้ำเป็นประตูสำหรับลดความดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของน้ำก่อนป้อนเข้าสู่โซลินอยด์วาวล์เพื่อให้โซลินอยด์วาวล์ปิดน้ำได้สนิทจริงๆ เมื่อโซลินอยด์วาวล์ถูกควบคุมให้ปิด สังเกตุเมื่อน้ำเพิ่มระดับถึงจุดที่ตั้งได้โซลินอยด์วาวล์ก็จะปิดให้น้ำ ลองทดสอบโดยการเปิดก๊อกน้ำที่ตู้น้ำเย็นทิ้งจนระดับน้ำในถังลดระดับถึงจุดต่ำสุดที่ตั้งไว้โซลินอยด์ ก็จะเปิดให้น้ำเข้าไปในถังอีก แสดงว่าเครื่องทำงานสมบูรณ์แล้ว เพื่อความปลอดภัยควรต่อ สายกราวด์ของตู้เย็นลงกราวด์อีก



รูปที่ 2 แสดงครื่องเปิด-ปิดน้ำอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AB-10

Fluid Level Control Systems Utilizing the LM1830

National Semiconductor
Application Brief 10

Abstract. The LM1830 fluid level detector is a device intended to signal the presence or absence of aqueous solutions. This application brief shows how to implement HIGH/LOW limit control applications utilizing this device.

Many opportunities exist for a device that can reliably control the operation of pumps or solenoid actuated valves in fluid level control applications. Applications include sump pumps, bilge pumps, washing machines, humidifiers, plating baths, continuous replenishment photographic processors, coffee makers, municipal water and waste treatment plants, cooling towers, refrigeration equipment and others.

Classically, these needs have been met by various mechanical arrangements such as float valves or diaphragm actuated switches. These devices are bulky, inaccurate and, because they contain moving parts, unreliable—often with disastrous results when they fail. They are easily disabled by debris or environmental problems such as ice. They can be expensive when used to control the level of corrosive fluids such as plating baths or detergents, or when used to control large differences in depth such as in municipal water towers. Mechanical control devices are prone to false actuation in vehicular applications (such as bilge pump controls) due to their own inertia. In many applications such as coffee makers, they are too bulky to fit within the confines of the package. By utilizing electronic means based on the LM1830, problems inherent in mechanical solutions are overcome and a reliable, cost effective approach to fluid level control is made possible.

The LM1830 is a monolithic bipolar integrated circuit designed to detect the presence or absence of aqueous fluids. An AC signal generated on-chip is passed through two probes within the fluid. A detector determines the presence of the fluid by using the probes in a voltage divider circuit and measuring the signal level across the probes. An AC signal is used to prevent plating or dissolving of the probes as occurs when a DC signal is used. A pin is available for connecting an external resistance in cases where the fluid impedance is not compatible with the internal 13 kΩ divider resistance.

The addition of a CD4016 quad CMOS analog switch *(Figure 1)* allows the LM1830 to be used for HIGH/LOW limit control applications. The switch sections are opened and closed by a control signal, where a HIGH level turns the switch ON and a LOW level turns the switch OFF. Grounding the input of one switch section and pulling its output up with a resistor creates an inverter. Probes are connected to the inputs of two of the remaining analog switches. Their outputs are connected to pin 10 of the LM1830 which is the detector input. The remaining section of the CD4016 is used to buffer the open collector output of the LM1830. All of the control inputs of the quad analog switch are tied to this output. The last switch section controls the base of a transistor which in turn drives a relay or solenoid actuated valve.

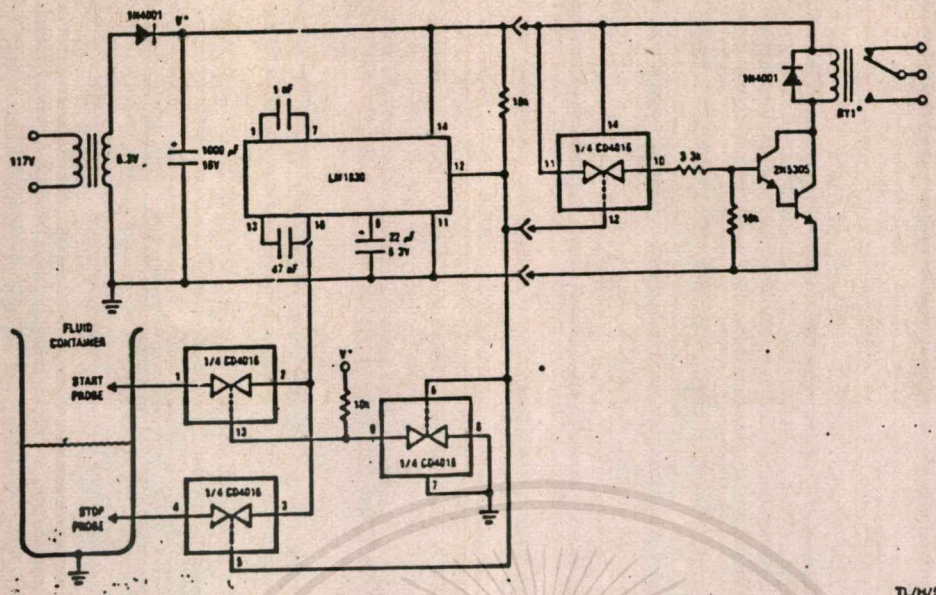
The start and stop probes are set at their appropriate levels in the fluid container, and the ground return is connected to a third probe located at a depth greater than the start and stop probes. If the container is conductive, it may be used as the ground return. Let's assume we have a situation where we wish to empty the container when fluid reaches a predetermined level [sump or bilge pump, *Figure 1(a)*]. With no fluid covering either of the probes, pin 12 of the LM1830 switches LOW. This disables the relay and enables the analog switch connected to the start probe. Fluid eventually fills the container, covering the start probe. When this occurs, the output of the LM1830 switches HIGH and the pump relay is enabled, thereby draining the container. At the same time, the analog switch used as an inverter enables the analog switch connected to the stop probe and disables the start probe. Draining continues until the stop probe is above the level of fluid in the container. Then the output of the LM1830 switches LOW, disabling the relay (halting the drain operation) and switching the start probe back to its active state.

By reversing the labeling on the probes, as well as reversing the polarity of the relay drive, a container "fill" control is implemented such as would be used in a water tower. Necessary circuit changes are shown in *Figure 1(b)*.

A pump control for a waste water holding tank in a photographic darkroom has been implemented with this circuitry. This replaced a float actuated system which failed consistently due to the corrosive nature of the chemicals used in photographic processing. With one year of continuous service, no failures have occurred in this system. Furthermore, there is no evidence of plating on the sense electrodes, in spite of the fact that the waste water is loaded with silver ions. A plastic holding tank is used, with stainless steel bolts inserted through holes drilled in the tank as sense probes *(Figure 2)*. A solid-state relay controls a ¼ HP pump motor to empty the tank.

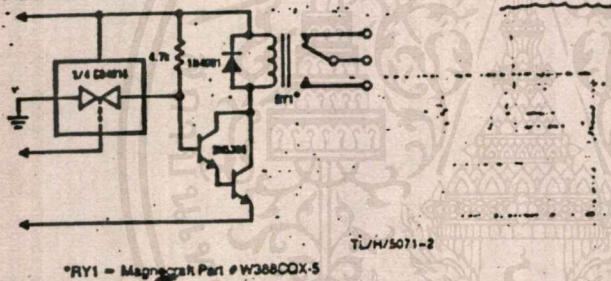
Obviously, careful selection of probe materials must be made to maximize reliability with this system. Excellent sources of information on materials in corrosive environments are available in publications such as Omega's *Temperature Measurement Handbook*, or Eastman Kodak's *Darkroom Design Manual*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TL/H/5071-1

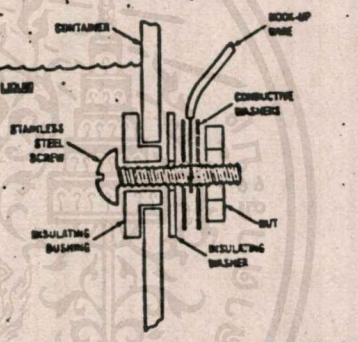
FIGURE 1(a). "Emptying" Processes are Controlled with this Circuit



TL/H/5071-2

*RY1 = Magnecraft Part # W388CQX-5

FIGURE 1(b). Filling Processes are Implemented with this Output Circuit and Relabeled Probes



TL/H/5071-3

A sealing compound applied externally protects hook-up wire and prevents leaks.

FIGURE 2. Typical Probe Installation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ถึงแม้จะมีอุปสรรคนานัปการแต่ด้วยบุญบารมีและทุนทรัพย์จากคุณพ่อและคุณแม่ ของลูกๆ ที่ช่วยทำให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จได้ ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ รศ.ดร.วิริยะ พิเชษจำเริญ ที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำงานทุกอย่าง พร้อมทั้งเนอแนวความคิดที่ดีๆ ในการทำงาน ขอขอบพระคุณ คุณปราโมทย์ พรหมรักษ์ และคณะที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกร์พิเศษในการทดลอง คุณไพรัตน์ โคตะเวียง คุณจุฬารัตน์ นิลพันธ์ และบริษัท Y.S.คอลซัลแตนท์ ให้เวลาและอุปกรณ์ในการทำรูปภาพประกอบ

และสุดท้ายขอขอบคุณผู้อันเป็นที่รักทุกๆ ท่านเพื่อนที่ได้ให้คำแนะนำและปรึกษา พร้อมทั้งสโตร์ที่น่ารักทั้งสองท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน เพื่อปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ดร.โคทม อารียา,"วงจรอิเล็คทรอนิคส์ เล่ม 2 :วงจรเชิงเส้น", ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 523 หน้า ,2521

ดร.โคทม อารียา,"วงจรอิเล็คทรอนิคส์ เล่ม 3 :วงไม่เชิงเส้นและวงจรกำลัง" ,ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด ,289หน้า ,2521

ดำริห์ สุภาพ,"ผ่ารีเลย์",วารสารเซมิคอนดัคเตอร์อิเลคทรอนิคส์,ฉบับที่ 106 , 2534,หน้า 89-96

ธนบูรณ์ ศศิภานุเดช,"การออกแบบระบบไฟฟ้า",ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด,364 หน้า, 2521

บุญส่ง ขอดแก้ว,"เครื่องเปิดปิดน้ำ", วารสารคอมพิวเตอร์อิเลคทรอนิคส์เวิลด์, ฉบับที่ 132, หน้า 125-127

ดร.มงคล เดชนครินทร์ และดร.ชาตรี ศรีไพพรรณ,"อิเล็คทรอนิคส์พื้นฐาน" , ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด,พิมพ์ครั้งที่ 4 ,327 หน้า,2531

วัชระ เลิศพิริยสุวัฒน์,"การใช้งานปั๊มแมกเนติก",วารสารเทคนิคเครื่องกล-ไฟฟ้า -อุตสหการ,ฉบับที่ 84,2535,หน้า 77-80

รศ.ยืน ภู่วรวรรณ, "ทฤษฎีและการใช้งานอิเลคทรอนิคส์ เล่ม 1, ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด 293 หน้า,2521

รศ.ยืน ภู่วรวรรณ,"ทฤษฎีและการใช้งานอิเลคทรอนิคส์ เล่ม 3 ,ซีเอ็ดยูเคชั่น, จำกัด 293 หน้า, 2521

กองบรรณาธิการวารสารอิเล็คทรอนิคส์สมัครเล่น,"10โครงงานมหัศจรรย์ของ555" ,วารสารอิเล็คทรอนิคส์สมัครเล่น,ฉบับที่ 15,2535,หน้า50-51

บริษัท เอส เค ยูนิเวอร์แซลเทรดจำกัด,"ปั๊มจานหมุน",วารสารเทคนิคเครื่องกล-ไฟฟ้า-อุตสหการ,ฉบับที่ 88,2535,หน้า97-98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROBERT BOYLESTAD AND LOUIS NASHELSKY,"ELECTRONIC DEVICES AND CIRCUIT THEORY",PRENTICE-HALL INTERNATIONAL EDITIONS,FOURTH EDITION,1987

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้