

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	ตัวอย่างของหุ่นยนต์ดำน้ำในปัจจุบัน: SeaBotixLBV300-6 [16] (ซ้าย) และ VideoRay Pro 4 [17] (ขวา)	2
1.2	ยานใต้น้ำอัตโนมัติ	3
1.3	ThaiXPole underwater robot	3
2.1	หลักการสองวิธีที่นำไปหาแรงลอยตัวของวัตถุจม	7
2.2	ความสมดุลทางสถิตยศาสตร์ของวัตถุลอย	7
2.3	การคำนวณหาจุดศูนย์กลางเมตา M ของวัตถุลอยซึ่งแสดงได้สามกรณี	9
2.4	การลอยตัววัตถุเมื่อเอียงผ่านมุม θ เล็กน้อย	9
2.5	บทนิยามของแรงและโมเมนต์บนวัตถุที่จมในการไหลแบบเอกรูป	11
2.6	แรงต้านจะเกิดขึ้นถ้าการไหลขนานกับทั้งสองระนาบที่สมมาตรกัน	12
2.7	แรงต้านของเส้นการไหลทรงกระบอกสองมิติที่ $Re_c = 10^6$	13
2.8	การไหลผ่านทรงกระบอกกลม	14
2.9	การไหลแยกตัวแบบชั้นและแบบปั่นป่วนสำหรับลูกโบว์ลิ่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น 216 มิลลิเมตร โดยน้ำมีความเร็ว 7.6 เมตร/วินาที	15
2.10	การไหลเพื่อลดแรงต้านของวัตถุ ค่า C_D สัมพันธ์กับพื้นที่ฉายด้านหน้า	15
2.11	สัมประสิทธิ์แรงต้านของวัตถุเรียบที่เลขมัคต่ำ	16
2.12	แสดงโครงสร้างทั่วไปของมอเตอร์กระแสตรง	19
2.13	แสดงการกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงโดยใช้รีเลย์	20
2.14	แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงาน	20
2.15	แสดงการใช้ทรานซิสเตอร์เป็นวงจรขับและกำหนดทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง	21
2.16	แสดงความกว้างของพัลส์ขนาดต่างๆ และค่าคิวดีไซ์เคลของช่วงพัลส์ที่มีความถี่คงที่	22
2.17	การควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์	23
2.18	การออกแบบคอนโทรลเลอร์	24
2.19	ระบบการควบคุมแบบป้อนกลับ	25
3.1	แผนผังการดำเนินงาน	28

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.2	แผนผังระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	29
3.3	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ น้ำ	30
3.4	ถังเก็บแผงวงจรควบคุม	31
3.5	ชั้นวางบอร์ดวงจรควบคุม	31
3.6	ฝาปิดถังเก็บแผงวงจรควบคุม	32
3.7	เพลายึดถังเก็บแผงวงจรควบคุม	32
3.8	โครงสร้างหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ น้ำ	33
3.9	แท่นจับยึดมอเตอร์ขับเคลื่อน	33
3.10	แท่งโฟม	34
3.11	เพลายึดโฟมกับตัวโครงสร้างหุ่นยนต์	34
3.12	บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA2560	35
3.13	ตำแหน่งการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	36
3.14	ตำแหน่งสายไฟของ Joystick	36
3.15	มอเตอร์ขับเคลื่อน	37
3.16	ชุดควบคุมมอเตอร์ขับเคลื่อน	38
3.17	แผนภาพแสดงการต่อวงจรควบคุม	39
3.18	หุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้ น้ำ	42
3.19	เซนเซอร์วัดความดัน	43
3.20	เซนเซอร์เข็มทิศแบบดิจิทัลรุ่นHMC6343(Digital Compass HMC6343)	44
3.21	หัววัดค่า pH [18] (ด้านซ้าย) เชื่อมต่อเข้ากับวงจรอ่านค่าในกล่องสี่เหลี่ยมซึ่งเชื่อมไป ยังไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino (ด้านขวา)	44
4.1	การทดสอบการรั่วซึม	46
4.2	การทดสอบอุปกรณ์วัดความดัน	47
4.3	การทดสอบแรงลอยตัวและเสถียรภาพ	47
4.4	การทดสอบมอเตอร์ขับเคลื่อน	49
4.5	มอดูลเซ็นเซอร์ความกว้างของพัลส์	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.6	แสดงแรงผลึกในแกน y ของมอเตอร์ที่มีค่าเป็นบวกและค่าเป็นลบเมื่อป้อนสัญญาณ PWM ในช่วง [1-1.5] มิลลิวินาทีหรือมีตัวชี้ไขเคลืออยู่ในช่วง [0-50%] และในช่วง [1.5-2.0] มิลลิวินาที หรือมีตัวชี้ไขเคลืออยู่ในช่วง [50-100%]	50
4.7	(ก)แรงในแกน y จากมอเตอร์ในทิศบวก เมื่อ PWM=1.388ms (ข)แรงในแกน y จากมอเตอร์ในทิศลบ เมื่อ PWM= 1.611 ms	51
4.8	การทดสอบความเร็วการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ	52
4.9	การทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ลงในแนวดิ่ง	53
4.10	การทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ขึ้นในแนวดิ่ง	54
4.11	แผนภาพการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง	54
4.12	แผนภาพวัตถุอิสระของหุ่นยนต์ดำน้ำ	55
4.13	กราฟการทดสอบเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงของเซนเซอร์ความดัน	58
4.14	กราฟแสดงค่าความเที่ยงตรงเครื่องมือวัดโดยการใช้สมการโพลิโนเมียล	58
4.15	การทดสอบเซนเซอร์ ISFET เพื่อใช้ในการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างผ่านบอร์ด Arduino	59
4.16	การวัดค่า pH ด้วยเซนเซอร์ชนิด ISFET ของสารละลายสามชนิดที่มีค่า pH = 4, 7, 10	59
4.17	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ที่วัดได้จากเซนเซอร์ชนิด ISFET กับค่า pH	60
4.18	โปรแกรมภาพที่แสดงมุมเริ่มต้น Roll, Pitch และ Yaw จากเข็มทิศดิจิทัล	60
4.19	เข็มทิศดิจิทัลหมุนในแกน Roll และ Yaw อย่างละ 90 องศา	61
4.20	การทดสอบกล้องวิดีโอเพื่อใช้ในการค้นหาและถ่ายภาพลูกบอลลอยในสระว่ายน้ำของมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี (ซ้าย) ภาพถ่ายจากกล้องวิดีโอที่นำมาแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ริมสระน้ำ (ขวา)	61
5.1	โครงสร้างของหุ่นยนต์ดำน้ำในเวอร์ชันแรก (ซ้าย) และ ในเวอร์ชันล่าสุด (ขวา)	63