สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองโครงงาน	ก
บทคัดย่อ	ข
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
สารบัญกราฟ	ญ
ลำดับสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 งบประมาณที่ใช้	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	
2.1 ระบบขับเคลื่อน	4
2.2 โครงสร้าง	16
2.3 ระบบบังคับเลี้ยว	20
2.4 กลไกปีนป่ายขั้นบันไดทั่วไป	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 การออกแบบ	26
3.2 วิธีการดำเนินการสร้าง	43
3.3 ขั้นตอนการทดสอบ	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดสอบและผลการวิเคราะห์	
4.1 ความเร็วของชุดกลไกที่วิ่งบนพื้นและบนบันไดจำลองที่ภาระต่าง ๆ	53
4.2 ความสูงของจุดศูนย์ถ่วง	54
4.3 รัศมีวงเลี้ยว	55
4.4 จำนวนการใช้งานของแบตเตอรี่	56
4.5 ประสิทธิภาพของชุดกลไกในการใช้พลังงาน	57
บทที่ 5 สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลโครงงาน	59
5.2 ข้อเสนอแนะ	60
5.3 ปัญหาและอุปสรรค	61
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก ก แบบ (Drawing) ของชุดจำลองกลไกปีนป่ายบันได	64
ภาคผนวก ข ตารางอ้างอิง	89
ภาคผนวก ค ข้อมูลต่างๆของชุดจำลองปีนป่ายบันได	102
ภาคผนวก ง ข้อมูลจากการทดสอบ	105
ภาคผนวก จ วงจรไฟฟ้าของชุดจำลองปีนป่ายบันได	110
ประวัติผู้ทำโครงงาน	113

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาในการดำเนินงานจริง	2
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดต่างๆ ของกลไกปีนป่ายบันไดจำลองที่ได้จากการออกแบบ	49
ตารางที่ 4.1 แสดงน้ำหนักที่เกี่ยวข้องกับการหาจุดศูนย์ถ่วง	54
ตารางที่ 4.2 แสดงรัศมีวงเลี้ยว	55
ตารางที่ ข.1 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานจากการหมุนของล้อรถยนต์	90
ตารางที่ ข.2 ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านทานของลม	90
ตารางที่ ข.3 แสดงประสิทธิภาพการถ่ายทอดกำลังโดยแบ่งตามประเภทรถยนต์	91
ตารางที่ ข.4 ตัวประกอบการกระแทก	91
ตารางที่ ข.5 เกลียวเมตริกมาตรฐานระหว่างประเทศ เกลียวธรรมดา	92
ตารางที่ ข.6 คุณสมบัติทางกลของสลักเกลียว หมุดเกลียวและสตัด	93
ตารางที่ ข.7 โมเมนต์และระยะโก่งของคาน	94
ตารางที่ ข.8 ค่าตัวประกอบรูปแบบของลูอิส	95
ตารางที่ ข.9 มิติมาตรฐานและแรงประเมินของโรลลิ่งแบริ่ง	96
ตารางที่ ข.10 แนวทางในการเลือกอายุการใช้งานสำหรับเครื่องจักรกลชนิดต่างๆ	97
ตารางที่ ข.11 แสดงคุณสมบัติของโลหะผสมนอกกลุ่มเหล็ก	98
ตารางที่ ข.12 แสดงคุณสมบัติของพลาสติก	99
ตารางที่ ข.13 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน	100
ตารางที่ ข.14 ค่าตัวประกอบความล้า	100
ตารางที่ ข.15 คุณสมบัติของเหล็กเหนียว	101
ตารางที่ ค.1 รายละเอียดต่างๆ ของกลไกปีนป่ายบันไดจำลองที่ได้จากการทดสอบ	104
ตารางที่ ง.1 อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ซึ่งชุดกลไกวิ่งบนพื้นราบ เมื่อมีภาระ 0 กิโลกรัม	106
ตารางที่ ง.2 อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ซึ่งชุดกลไกวิ่งบนพื้นราบ เมื่อมีภาระ 20 กิโลกรัม	107
ตารางที่ ง.3 เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่บนพื้นราบเป็นระยะทาง 2.5 เมตรที่ภาระต่างๆ	108
ตารางที่ ง.4 ความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่บนพื้นราบเป็นระยะทาง 2.5 เมตรที่ภาระต่างๆ	108
ตารางที่ ง.5 เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่บนบันไดจำลองที่ภาระต่างๆ	109
ตารางที่ ง.6 ความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่บนบันไดจำลองที่ภาระต่างๆ	109

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 แรงต้านการหมุนของล้อที่เกิดจากการยุบตัวของยางซึ่งกลิ้งบนพื้นแข็ง	5
รูปที่ 2.2 แรงอากาศพลวัต (aerodynamic force) บนรถยนต์	6
รูปที่ 2.3 แรงต้านทางชัน	7
รูปที่ 2.4 แรงต้านการเคลื่อนที่ทั้งหมด	8
รูปที่ 2.5 เพลาอยู่ภายใต้แรงต่างๆ	10
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะโครงสร้างของแบตเตอรี่	15
รูปที่ 2.7 รอยเชื่อมรับแรงมีสมมาตร	17
รูปที่ 2.8 การหาความสูงของจุดศูนย์ถ่วงของรถยนต์โดยยกเพลาท้าย	19
รูปที่ 2.9 โครงสร้างภายในและการทำงานของรีเลย์	21
รูปที่ 2.10 วงจรควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์	21
รูปที่ 2.11 วงจรควบคุมทิศทางการหมุนForward ของมอเตอร์กระแสตรงด้วยรีเลย์	22
รูปที่ 2.12 วงจรควบคุมทิศทางการหมุนReward ของมอเตอร์กระแสตรงด้วยรีเลย์	22
รูปที่ 2.13 หุ่นยนต์ปีนบันไดแบบตีนตะขาบ	23
รูปที่ 2.14 หุ่นยนต์ปีนบันไดแบบ 3 ขา	24
รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบและสร้างชุดจำลองกลไกปีนป่ายขั้นบันได	25
รูปที่ 3.2 ลักษณะการปีนป่ายขั้นบันไดของชุดกลไก	26
รูปที่ 3.3 ส่วนพื้นของโครงสร้างมองจากด้านข้างเมื่อรับภาระ	29
รูปที่ 3.4 ภาระที่กระทำต่อโครงสร้าง	29
รูปที่ 3.5 การรับแรงของสลักเกลียวขณะกำลังปีนบันไดที่ความชัน 30 องศา	31
รูปที่ 3.6 ทิศทางของความเค้นเฉือนที่กระทำกับโครงสร้าง	33
รูปที่ 3.7 แสดงโครงสร้างส่วนพื้นที่เจาะรูเมื่อรับความเค้น	34
รูปที่ 3.8 ชุดเฟืองเพิ่มอัตราทดพร้อมมอเตอร์	35
รูปที่ 3.9 จุดรับแรงที่ขาล้อ	37
รูปที่ 3.10 แรงปฏิกิริยาที่แบริ่งทั้งสองด้าน	38
รูปที่ 3.11 แรงกระทำรวมกันที่ส่วนปลายของเพลา	39
รูปที่ 3.12 รายละเอียดของล้อที่นำมาใช้กับกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง	42
รูปที่ 3.13 วงจรไฟฟ้าควบคุมมอเตอร์	43

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.14 เฟืองที่ใช้ในการขับเคลื่อน	43
รูปที่ 3.15 แสดงโครงสร้างพื้นและด้านข้างที่ประกอบเสร็จ	44
รูปที่ 3.16 แสดงโครงสร้างขาล้อที่ใช้สำหรับประกอบชุดล้อ	44
รูปที่ 3.17 แสดงตัวอย่างเหล็กกลมเพื่อใช้เป็นตัวครอบยึดแบริ่ง	45
รูปที่ 3.18 แสดงตัวอย่างเพลาที่ใช้ในกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง	45
รูปที่ 3.19 แสดงชุดขับเคลื่อนหน้า และหลังตามลำดับ	46
รูปที่ 3.20 แสดงชุดขาล้อที่ประกอบเสร็จ	46
รูปที่ 3.21 แสดงล้อที่ประกอบยึดเข้ากับชุดขับเคลื่อนหน้า และหลังตามลำดับ	47
รูปที่ 3.22 แสดงการติดตั้งมอเตอร์เข้ากับชุดขับเคลื่อนล้อหน้า	47
รูปที่ 3.23 แสดงจุดที่ใช้ติดตั้งแผงวงจรควบคุม	48
รูปที่ 3.24 ชุดกลไกปีนป่ายบันไดจำลองที่เสร็จสมบูรณ์	48
รูปที่ จ.1 ผังแสดงการทำงานของกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง	111
รูปที่ จ.2 วงจรไฟฟ้าภาคส่ง – รับวิทยุบังคับกลไกปีนป่ายบันไดจำลอง	112

สารบัญกราฟ

	หน้า
กราฟที่ 4.1 แสดงความเร็วของกลไกปืนป่ายบันได	53
กราฟที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับความต่างศักย์ไฟฟ้า	56
กราฟที่ 4.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับความต่างศักย์ไฟฟ้า	57

ลำดับสัญลักษณ์ (กำลังขับเคลื่อน)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
a	ความเร่งของรถ	m/s^2
A	พื้นที่หน้าตัดที่ต้านอากาศ	m^2
F	แรงขับเคลื่อน	N
i_g	อัตราทดที่เฟืองท้าย	
K_a	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแรงต้านทานของอากาศ	
K_r	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานการหมุน	
m	มวลของรถ	kg
m_e	มวลสมมูล	kg
m_t	มวลของชิ้นส่วนที่หมุน	kg
P_m	กำลังขับเคลื่อนของมอเตอร์	W
P_w	กำลังขับเคลื่อนที่ล้อ	W
r	รัศมีของล้อ	m
R_a	แรงต้านทานจากอากาศ	N
R_g	แรงต้านทางชัน	N
R_l	แรงต้านความเฉื่อย	N
R_t	แรงต้านการขับขี่ทั้งหมด	N
R_r	แรงต้านการหมุน	N
T_m	แรงบิดของมอเตอร์	N•m
T_w	แรงบิดที่ล้อ	N•m
V	ความเร็วของรถ	m/s
W	น้ำหนักของรถทั้งหมด	N
η_t	ประสิทธิภาพการถ่ายทอดกำลัง	
β	อัตราส่วนมวล	
θ_g	มุมความชันของพื้นที่รถขึ้นได้	

ลำดับสัญลักษณ์ (โครงสร้างและเพลา)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
σ_b	ความเค้นดัด	N/mm^2
M	โมเมนต์ดัด	N•mm
C	ระยะแกนสะเทิน	mm
I	โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่	mm^4
σ_t	ความเค้นดึง	N/mm^2
F_I	แรงดึงขั้นต้น	N
A_s	พื้นที่หน้าตัดที่รับแรง	mm^2
τ	ความเค้นเฉือน	N/mm^2
F_s	แรงเฉือยจากภายนอก	N
F	แรงที่กระทำ	N
L	ความยาวของรอยเชื่อม	mm
h	ระยะความหนาของรอยเชื่อม	mm
σ_a	ความเค้นดึงหรือกดภายในแนวแกน	N/mm^2
σ_b	ความเค้นดัด	N/mm^2
τ_{xy}	ความเค้นเฉือน	N/mm^2
C_m	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด	
C_t	ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด	
d	เส้นผ่านศูนย์กลางเพลา	mm
τ_d	ความเค้นเฉือนที่ใช้ในการออกแบบ	N/mm^2
σ_u	ความต้านทานแรงดึงสูงสุด	N/mm^2
σ_y	ความต้านทานแรงดึงคราก	N/mm^2
R	แรงปฏิกิริยา	N

ลำดับสัญลักษณ์ (แบริ่งและเฟือง)

สัญลักษณ์	ความหมาย	หน่วย
C	แรงพลวัติประเมิน	kN
C_0	แรงสถิตย์ประเมิน	kN
D	ขนาดของวงกลมพิตช์	mm
d_g	ขนาดของวงกลมพิตช์ของเกียร์	mm
d_p	ขนาดของวงกลมพิตช์ของพิเนียน	mm
F_b	แรงกระทำที่ปลายฟัน	N
F_d	แรงที่กระทำต่อฟันเฟืองในขณะใช้งาน	N
F_t	แรงที่ส่งผ่านมายังฟันเฟือง	N
K_v	ตัวประกอบความเร็ว	
L_{10}	อายุใช้งาน	hr
m	โมดุล	mm
m_ω	อัตราทดของเฟือง	
N_g	จำนวนฟันของเกียร์	
N_p	จำนวนฟันของพิเนียน	
N_r	ความเร็วรอบของมอเตอร์	rpm
N_s	ตัวประกอบใช้งาน	
P	กำลังงาน	W
σ_g	ความเค้นสถิตย์ใช้งานของเกียร์	N/mm^2
σ_p	ความเค้นสถิตย์ใช้งานของพิเนียน	N/mm^2
Y_g	ค่าตัวประกอบรูปแบบของลูอิสที่เกียร์	
Y_p	ค่าตัวประกอบรูปแบบของลูอิสที่พิเนียน	
ϕ	มุมกดนอร์มัล	deg