การพัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

IMPROVEMENT OF THE SPRAYER WITH REMOTE CONTROL

โดย

นายกมล อยู่ทอง

นายชัยวัฒน์ สวัสดิ์ผล

นายสรวัฒน์ เร่งเร็ว

วัน เดือน ปี 30 ก.ค. 2540

เลขทะเบียน 036958

เลขเรียกหนังสือ T 08051 ก131 ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

036958

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2538

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีในแปลงผักควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

ผู้จัดทำ

1.นาย กมล อยู่ทอง

2.นาย ชัยวัฒน์ สวัสดิ์ผล

3.นาย สรวัฒน์ เร่งเร็ว

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ทรงวุฒิ แสงจันทร์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ พิชิต กิตตินนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีในแปลงผักควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

นายกมล อยู่ทอง
นายชัยวัฒน์ สวัสดิ์ผล
นายสรวัฒน์ เร่งเร็ว
อ.ทรงวุฒิ แสงจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาที่เกิดขึ้นกับเกษตรกรที่ปลูกผัก ผลไม้ และพืชต่างๆ คือโรคพืช แมลงศัตรูพืช และวัชพืชที่รบกวนพืชผล ซึ่งทำให้ผลผลิตของเกษตรกรเสียหายการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชซึ่งมีอยู่หลายประเภทและใช้กันอย่างแพร่หลายนั้น ปัจจุบันยังไม่ได้มีการควบคุมปริมาณการใช้สารเคมี การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ตลอดจนวิธีป้องกันอันตรายอันจะเกิดขึ้นจากสารเคมีที่ดีพอ ดังนั้นจึงมีการออกแบบเครื่องพ่นสารเคมีเพื่อให้เกษตรกรใช้ขณะทำงาน

สำหรับเครื่องพ่นสารเคมีที่ได้ออกแบบนี้ จะใช้สำหรับแปลงผักที่มีร่องน้ำให้เครื่องพ่นสารเคมีสามารถลอยอยู่บนผิวน้ำขณะทำการพ่นสารเคมี โดยการบังคับทิศทางการขับเคลื่อน มุมการพ่น และปริมาณของสารเคมีจากวิทยุบังคับ ซึ่งสามารถป้องกันอันตรายจากสารเคมี ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรต้องคอยควบคุมเครื่องพ่นสารเคมีโดยตรง อีกทั้งยังช่วยประหยัดแรงงานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPROVEMENT OF THE SPRAYER WITH REMOTE CONTROL

Kamol Youthong

Chaiwat Sawatphon

Sorawat Reangreaw

Songvoot Sangchan Advisor

Pichit Kittinon Advisor

1995

Abstract

At present Thai farmers Who grow vegetables and fruits face the problems of plant diseases,pests and weed. These things cause the damage of their products ,so chemicals are widely introduced among farmers now, there is no proper of chemicals interms of the amount applied and the use of equipments and also the protection from danger of chemicals is still not good enough.For this reason the "Sprayer with Remote Control" is designed for farmers to use in the farm.

This sprayer is designed for operation in the small canal in the vegetation growing area.It can float on the water and we can control the direction angle of the spray and the amount of chemicals by remote control instead of the direct operation.By the farmers by this way, it helps farmers to save from danger of chemicals and also reduced their labours

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญ

สารบัญรูปภาพ

บทที่ 1 บทนำ 1

วัตถุประสงค์ 2

บทที่ 2 ประวัติความเป็นมาและที่มาของปัญหา 3

บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

3.1 แรงลอยตัว (bouyant force) 4

3.2 ความเสถียรของวัตถุที่ลอยและวัตถุที่อยู่ใต้น้ำ(stability of floating and submerged bodies) 7

3.3 การหาความสูงเมตาเซนเตอร์(determination of metacentric height) 9

3.4 ช่วงเวลาการโคลง (Period of oscillation) 12

3.5 ชุดวิทยุบังคับ 13

3.6 ระบบแขนพ่นและสารเคมี 19

บทที่ 4 การคำนวณและการออกแบบ 26

4.1 ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีควบคุมด้วยวิทยุบังคับ 26

4.2 การทดลองการทำงานส่วนต่างๆของเครื่องพ่นสารเคมีเดิม 28

4.3 การออกแบบเรือเพื่อรับน้ำหนักใหม่ 34

4.4 ใบจักร 40

4.5 การออกแบบ Boom sprayer 41

4.6 การออกแบบชุดส่งกำลังและการขับเคลื่อน (POWER & TRANSMITTION UNIT)43

4.7 การออกแบบการใช้ชุดวิทยุบังคับที่ใช้ควบคุมเครื่องพ่นสารเคมี 47

4.8 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆและจุดศูนย์ถ่วงรวมของเครื่อง 51

4.9 การติดทุ่นด้านข้างกันการข้าง 51

บทที่ 5 สรุปการจัดสร้าง 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 6 การทดสอบการทำงานของเครื่อง	60
6.1 จุดประสงค์ของการทดสอบ	60
6.2 วิธีการทดสอบ	61
6.3 ผลของการทดสอบและปัญหาที่เกิดขึ้น	61
บทที่ 7 แนวทางแก้ปัญกาและข้อเสนอแนะ	65
กิตติกรรมประกาศ	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงรายละเอียดของแรงที่กระทำกับก้อนวัตถุที่อยู่ในของไหล ซึ่งมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของไหล 4

รูปที่ 2 แนวของแรงลอยตัว (line of action of bouyant force) 5

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นการสมดุล 3 แบบด้วยกัน 8

รูปที่ 4 เป็นรูปเรือที่ลอยอยู่ในสภาพสมดุล 9

รูปที่ 5 แสดงให้เห็นตำแหน่งเดิมของเรือเมื่ออยู่ในแนวดิ่ง 9

รูปที่ 6 แสดงแนวแรงที่กระทำกับเรือ 10

รูปที่ 7 แสดงผังการทำงานของเครื่องส่ง 13

รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งของแขนเซอร์โวกับความกว้างของสัญญาณ 14

รูปที่ 9 แสดงการรวมพัลซ์แต่ละชุดเข้าด้วยกัน 16

รูปที่ 10 แสดงผังการทำงานของชุดเครื่องรับ 17

รูปที่ 11 แสดงส่วนประกอบภายในเซอร์โว 18

รูปที่ 12 เครื่องพ่นสารเคมีเดิม 29

รูปที่ 13 แสดงการหาระยะที่จมของทุ่น 31

รูปที่ 14 ประมาณจุด cg จากรูป (คิดเฉพาะ vcg) 32

รูปที่ 15 โมเมนต์ของความลอยมีค่าเป็นลบ 33

รูปที่ 16 แสดงแรงต้านการเคลื่อนที่ที่เกิดกับตัวเรือรับน้ำหนัก 34

รูปที่ 17 แสดงเรือที่ได้ออกแบบ 37

รูปที่ 18 แสดงการแบ่งพื้นที่ในการคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วง 38

รูปที่ 19 แสดงการแบ่งปริมาตรในการคำนวน 38

รูปที่ 20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรส่วนจมและระยะกินน้ำลึก(h) 39

รูปที่ 21 แสดงจุดศูนย์กลางการลอยตัว 40

รูปที่ 22 แสดงใบพาย 41

รูปที่ 23 แสดงแผนผังชุดแขนพ่น 42

รูปที่ 24 แสดงชุดควบคุมการกางของแขนพ่น 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 25 การติดตั้งชุดส่งกำลังและการขับเคลื่อน 45

รูปที่ 26 แสดงลักษณะการตีน้ำของใบพาย 47

รูปที่ 27 แสดงแผนผังความเร็วรอบที่เพลาแต่ละตัวของชุดขับเคลื่อนพร้อมอัตราทด 48

รูปที่ 28 แสดงแผนผังการทำงานของระบบวิทยุบังคับ 48

รูปที่ 29 แสดงผังการจ่ายไฟให้กับชุดคลัทช์แม่เหล็ก 49

รูปที่ 30 แสดงการใช้เซอร์โวเป็นสวิทช์ควบคุมการจ่ายไฟไปยังส่วนบังคับเลี้ยว 50

รูปที่ 31 แสดงการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆในตัวเรือและการออกแบบ
ทุ่นกันโคลงด้านข้าง 52

รูปที่ 32 แสดงรูปร่างและขนาดของทุ่น 53

รูปที่ 33 แสดงการติดตั้งชุดใบพายเข้ากับเครื่อง 53

รูปที่ 34 แสดงการจัดวางตำแหน่งชุดขับเคลื่อน 54

รูปที่ 35 แสดงลักษณะการส่งกำลังของเครื่องยนต์ 54

รูปที่ 36 แสดงตำแหน่งของหัวฉีดบนแขนพ่น 55

รูปที่ 38 แสดงอุปกรณ์ของชุดวิทยุบังคับ 56

รูปที่ 39 แสดงชุดการจ่ายไฟให้คลัทช์แม่เหล็ก 56

รูปที่ 40 แสดงชุดการจ่ายไฟให้มอเตอร์ D.C. 12 Volt 57

รูปที่ 41 แสดงการควบคุมการปิด-เปิดวาล์ว 57

รูปที่ 42 แสดงการควบคุมความเร็วของเครื่องพ่นสารเคมี 58

รูปที่ 43 แสดงเครื่องพ่นสารเคมี 58

รูปที่ 44 แผนผังการทำงานของเครื่องพ่นสารเคมี 59

รูปที่ 45 แผนผังการควบคุมการทำงานเครื่องพ่นสารเคมี 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันผักนับว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญที่สุดกลุ่มหนึ่ง เนื่องจากมีแนวโน้มความต้องการของตลาดเพิ่มมากขึ้นทุกปี เพราะผักของไทยมีรสดีคุณค่าทางอาหารสูง ดังนั้นจึงช่วยทำรายได้ให้แก่เกษตรกรเป็นจำนวนมากในแต่ละปี อย่างไรก็ตามต้องมีการดูแลรักษาผักระหว่างการปลูกเป็นอย่างดี ซึ่งจะต้องปราศจากโรคและแมลงที่อาจติดกับผักด้วยและต้องมีขนาดตรงตามความต้องการของตลาด การส่งมอบตรงตามเวลา และประการสำคัญมีความเข้มงวดในเรื่องสารพิษตกค้าง

ความต้องการผักในประเทศนั้น นับวันจะยิ่งเพิ่มมากขึ้นทุกปี ผักที่ไม่มีตำหนิจะจำหน่ายได้ราคาดี และเนื่องมาจากการที่ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนนี้เองจึงสามารถผลิตผักออกสู่ตลาดได้ตลอดทั้งปีหมุนเวียนกันไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิชาการเกษตรได้ รุดหน้าไปมากสามารถใช้สารเคมีควบคุมเร่งการออกดอก และติดผล เพิ่มคุณภาพของผัก ตลอดตลอดจนป้องกันโรคและแมลงได้เป็นอย่างดี มีผลให้ผักเป็นพืชที่มีศักยภาพสูงมาก แต่อย่างไรก็ตามการที่ประเทศไทยอยู่ในเขตร้อนนี้เองก็ทำให้มีการแพร่ระบาดของโรคและแมลงสูง จึงต้องใช้สารเคมีในการป้องกันและควบคุมในอัตราสูงมากเช่นกัน สารเคมีเหล่านี้นับว่าเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง เกษตรกรต้องทำงานคลุกคลีอยู่กับสารเคมีเหล่านี้ ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมากต่อสุขภาพร่างกาย สร้างความเสียหายนับเป็นเงินตราจำนวนไม่น้อย แนวทางแก้ไขปัญหานี้ประการหนึ่ง ทำได้โดยใช้เครื่องพ่นสารเคมีที่ควบคุมด้วยวิทยุบังคับระยะไกล เกษตรกรสามารถทำงานได้ในรัศมีที่ไกลจากละอองสารเคมี ช่วยลดอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นขณะทำงาน และช่วยประหยัดสารเคมี อีกทั้งจะช่วยให้การควบคุมโรคและแมลงเป็นไปอย่างได้ผลดียิ่งขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1.เพื่อพัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีควบคุมด้วยวิทยุบังคับให้สามารถใช้ปฏิบัติงานได้ในพื้นที่หลายๆ แบบ

2.เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องพ่นสารเคมีให้เป็นเครื่อง สารพัดประโยชน์ สามารถใช้งานอย่างอื่นนอกเหนือจากจุดประสงค์หลักได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ประวัติความเป็นมาและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันการปลูกผักผลไม้ของเกษตรกรส่วนใหญ่การฉีดพ่นสารเคมีหรือการรดน้ำยังใช้แรงงานคนเป็นหลัก ซึ่งในปัจจุบันแรงงานในด้านนี้ได้ลดลงเป็นจำนวนมากหรือสำหรับแปลงเพาะปลูกขนาดใหญ่ มีการนำเอาเครื่องจักรขนาดใหญ่ราคาแพงมาใช้งาน แต่ก็ยังต้องใช้คนควบคุมการทำงานของเครื่องจักรโดยตรง การใช้แรงงานคนฉีดพ่นสารเคมีมักจะมีปัญหาในเรื่องความสม่ำเสมอของสารเคมีที่พืชจะได้รับ และอันตรายที่ผู้ฉีดพ่นได้รับจากสารเคมีและการใช้แรงงานมากเกินไป และในปัจจุบันการปลูกผักต้องใช้สารเคมีในการฉีดพ่นจำนวนมากและหลายครั้งจึงจะเก็บผลผลิตได้ ทำให้เกษตรกรได้รับการพิษตกค้างสะสมจำนวนมาก ดังนั้นจึงได้ออกแบบเครื่องพ่นสารเคมีในแปลงผักควบคุมด้วยวิทยุบังคับขึ้นมา และเครื่องพ่นสารเคมีนี้ยังสามารถใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้เช่น ใช้รดน้ำผัก รวมทั้งยังนำไปใช้พ่นสารเคมีในสวนผลไม้ได้อีกด้วย เครื่องพ่นสารเคมีในแปลงผักบังคับด้วยวิทยุบังคับนี้ จะใช้ในแปลงผักที่มีท้องร่อง สำหรับให้เครื่องพ่นสารเคมีนี้สามารถลอยอยู่บนผิวน้ำขณะทำการพ่นสารเคมีโดยไม่ต้องมีคนคอยควบคุมไปบนเครื่องพ่นสารเคมี แต่สามารถควบคุมการทำงานด้วยวิทยุบังคับจากบริเวณที่ปลอดภัยจากละอองของสารเคมีได้ ในการสร้างเครื่องพ่นสารเคมีได้ประสบปัญหาที่เครื่องมีน้ำหนักมากเกินไป ทำให้เครื่องมีระยะกินน้ำลึกมาก เครื่องไม่มีความเสถียร เมื่อเกิดการโคลงขึ้นจึงพลิกจมน้ำได้อย่างง่ายดายการพัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีจึงมีจุดประสงค์เพื่อแก้ปัญหาให้เครื่องสามารถปฏิบัติงานได้ตามจุดประสงค์ของโครงการที่ตั้งไว้ครั้งแรก โดยต้องทำให้เครื่องมีความเสถียรในขณะปฏิบัติงาน ไม่เกิดการพลิกคว่ำโดยง่ายเมื่อเกิดการโคลงตัวของเครื่อง

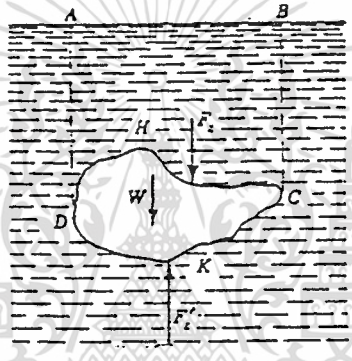
ในการพัฒนาจึงเน้นหนักไปในด้านการลอยและการทรงตัวของเครื่อง โดยเริ่มจากการค้นหาสาเหตุของความไม่เสถียรของเครื่องแล้วทำการแก้ไขปัญหาที่ละส่วนจนเครื่องสามารถทำงานได้ประสิทธิภาพที่ดี ในการพัฒนานี้จะต้องมีการปรับปรุงกลไกต่างๆภายในเครื่องใหม่โดยยังคงยึดหลักการของเครื่องเดิมเป็นหลัก ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และในส่วนของระบบพ่นสารเคมีซึ่งเป็นส่วนสำคัญของโครงการนี้ได้ทำการพัฒนากลไกต่างๆให้มีขนาดกระทัดรัดและง่ายต่อการควบคุมมากกว่าเดิมอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 แรงลอยตัว (bouyant force)

ก้อนวัตถุ DHCK ที่อยู่ในของไหลดังรูป ถูกกระทำด้วยแรงดึงดูดของโลกและ แรงจากความดันของของไหลที่อยู่รอบๆ ทางด้านบนของผิววัตถุดังกล่าวนี้มีแรงตาม แนวดิ่ง F_z กับน้ำหนัก ของของไหลABCHD ทำนองเดียวกันทางด้านผิวล่างจะมีแรงตามแนวดิ่ง F_z.



รูปที่ 1 แสดงรายละเอียดของแรงที่กระทำกับก้อนวัตถุที่อยู่ในของไหลซึ่งมีขนาดเท่ากับน้ำหนักของของไหล ABCKD ความแตกต่างของแรง Fz และ Fz' คือน้ำหนักของของไหลที่มีขนาดเท่ากับวัตถุ DHCK

แรงลอยตัวของวัตถุใดๆ เป็นความแตกต่างของแรงที่กระทำบนผิวล่างกับแรงที่กระทำกับผิวบนของวัตถุนั้น ให้แรงดังกล่าวนี้มีสัญลักษณ์เป็น F_Bแรงลอยตัวของวัตถุนี้ จะมีทิศทางหันขึ้นตามแนวดิ่งเสมอ และจะมีขนาดเท่ากับ Fz'- Fz ซึ่งจะเห็นได้ว่าเท่ากับน้ำหนักของก้อนของไหล DHCK นั่นก็คือ แรงลอยตัวบนวัตถุใดๆ จะเท่ากับน้ำหนักของก้อนของไหลที่ถูกวัตถุนั้นแทนที่ ถ้าวัตถุในรูป 1 นั้นอยู่ในสภาวะสมดุลแล้วน้ำหนักของวัตถุจะเท่ากับแรงลอยตัว F_Bก็หมายความว่าความหนาแน่นของวัตถุกับของไหลนั้นเท่ากัน ถ้า W มากกว่า F_Bวัตถุนั้นก็จะจมลง ถ้า W น้อยกว่า F_Bวัตถุนั้นก็จะลอยสูงขึ้นจนกระทั่งความหนาแน่นของวัตถุกับความหนาแน่นของของไหลเท่ากัน เช่นในกรณีของบอลลูนที่ลอยอยู่ในอากาศ ถ้าหากวัตถุอัดตัวได้น้อยกว่าของไหล วัตถุนั้นก็จะลอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

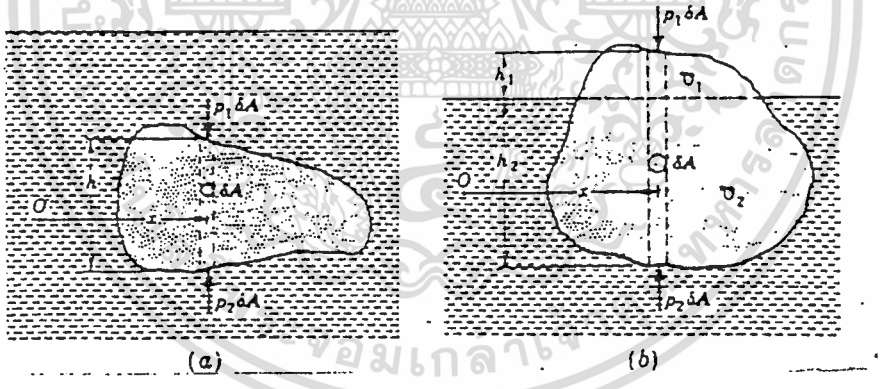
สมดุลอยู่ในระดับที่แน่นอนระดับหนึ่ง ถ้าหากมันอัดตัวได้มากกว่าของไหลมันก็จะลอยสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยไม่มีที่สิ้นสุดทำให้ไม่มีระดับที่แน่นอนวัตถุนั้นจะไปอยู่ในลักษณะที่สมดุลเช่นบรรยากาศโลก

สำหรับวัตถุที่อยู่ในของเหลวอิสระ ถ้าหากน้ำหนัก W น้อยกว่าน้ำหนักของ เหลวที่มีขนาดเท่ากับวัตถุนั่นแล้ว มันจะลอยตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งไปอยู่ที่ผิวของของเหลว ดังนั้น $W = F_B$ นั่นก็หมายความว่า วัตถุลอยจะแทนที่ของเหลวเป็น จำนวนเท่ากับน้ำหนักของวัตถุนั้น จึงเขียนสมการได้ว่า

$F_B = \gamma V$

γ = น้ำหนักจำเพาะของของไหล

V = ปริมาตรของของไหลที่ถูกแทนที่



รูปที่ 2 แนวของแรงลอยตัว (line of action of bouyant force)

จากรูป 2 a จะเห็นได้ว่าแรงลัพธ์ตามแนวดิ่งที่กระทำกับวัตถุรูปทรงกระบอกเล็กๆซึ่งอยู่ในแนวดิ่งและมีพื้นที่หน้าตัด δA คือ

$$\delta F_B = (P_2 - P_1) \cdot \delta A$$

$$= \gamma . h . \delta A$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \quad \gamma \delta V$$

; δV = ปริมาตรของทรงกระบอกเล็กๆ

เมื่อ integrate ทั่วทั้งก้อนโดยให้ (เป็นค่าคงที่)

$$F = \gamma \int_V dV = \gamma .$$

ในการหาแนวของแรงลอยตัวนั้นจะกำหนดให้ 0 เป็นจุดหมุนของแรงย่อยต่างๆ แล้วนำโมเมนต์รวมของแรงย่อยมาเท่ากับโมเมนต์ของแรงลัพธ์ จะได้

$$\gamma \int x.\, dV = \gamma .V.x$$

$$x = 1/V \int x.dV$$

x = ระยะที่วัดจากแกนหมุนถึงแนวแรงลอยตัว

สมการข้างบนนี้ เป็นสมการที่ให้ระยะห่างระหว่างแกนหมุนกับจุดศูนย์ถ่วงของปริมาตรดังนั้นแรงลอยตัวจึงกระทำผ่านจุดศูนย์ถ่วงของของเหลวที่ถูกแทนที่ สมการดังกล่าวใช้ได้กับวัตถุที่จมและวัตถุที่ลอย จุดศูนย์ถ่วงของของเหลวที่ถูกแทนที่เราเรียกว่า ศูนย์กลางแรงลอยตัว (center of bouyancy)

ในกรณีที่วัตถุลอยอยู่ในระหว่างผิวของของเหลวที่อยู่นิ่งสองชนิด ดังรูป 2 b แรงลอยตัวที่กระทำกับปริซึมซึ่งอยู่ในแนวดิ่งและมีหน้าตัด δA จะมีค่า

$$\delta F_B = (P_2 - P_1).\delta A$$

$$= (\gamma_2 h_2 + \gamma_1 h_1).\delta A$$

เมื่อ γ_1 = น้ำหนักจำเพาะของของเหลวที่อยู่ด้านบน (เบากว่า)

γ_2 = น้ำหนักจำเพาะของของเหลวที่อยู่ด้านล่าง(หนักกว่า)

เมื่อ integrate ทั่วพื้นที่หน้าตัดจะได้

$$F_B = \gamma_2 \int h_2.dA + \gamma 1 \int h_1.dA = \gamma_2 V_2 + \gamma_1 V_1$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรของของเหลวชนิดเบากว่าที่ถูกวัตถุแทนที่

V_2 = ปริมาตรของของเหลวชนิดหนักกว่าที่ถูกวัตถุแทนที่

ในการหาแนวแรงก็หาได้โดยการพิจารณาจากโมเมนต์ คือ

$$F_B = \gamma_1 \int x.dV_1 + \gamma_2 \int x.dV_2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$x = \gamma_1 \int x dV_1 + \gamma 2 \int x.dV_2 \; / \; F_B$$

$$= \gamma_1 \int x dV_1 + \gamma_2 \int x dV_2 \; / \; \gamma_1.V_1 + \gamma_2 V_2$$

เมื่อ x_1 = ระยะที่วัดจากจุดศูนย์ถ่วงของ V_1

x_2 = ระยะที่วัดจากจุดศูนย์ถ่วงของ V_2

ในกรแก้ปัญหาทาง static ของวัตถุที่ลอยหรือจมนั้น มักจะให้วัตถุเป็น free bodyแล้วเขียน free body diagram แสดงแรงที่กระทำกับวัตถุก้อนนั้น โดยแทนแรงที่ของไหลกระทำกับวัตถุด้วยแรงลอยตัว จะต้องแสดงน้ำหนักของวัตถุก้อนนั้น (โดยผ่านจุดศูนย์ถ่วง)เช่นเดียวกับแรงอื่นที่กระทำกับวัตถุนั้นด้วย

3.2 ความเสถียรของวัตถุที่ลอยและวัตถที่อยู่ใต้น้ำ(stability of floating and submerged bodies)

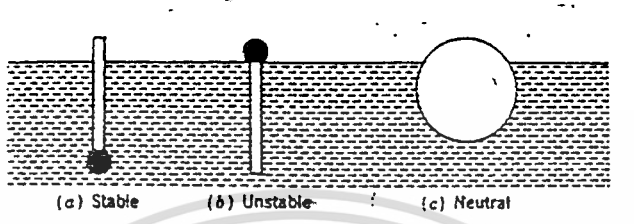
วัตถุที่ลอยอยู่ในของเหลวที่อยู่นิ่งจะมีเสถียรภาพในแนวดิ่ง(vertical stability)การลอยตัวสูงขึ้นจะทำให้ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่นั้นลดน้อยลง และจะมีแรงที่เกิดจากความไม่สมดุลเกิดขึ้น แรงดังกล่าวนี้มีทิศทางหันลงข้างล่างและพยายามดึงวัตถุดังกล่าว คืนกลับสู่ตำแหน่งเดิมวัตถุจะมีเสถียรภาพเชิงเส้น (linear stability) ได้ก็ต่อเมื่อแรงที่เกิดจากการเปลี่ยนระดับการลอยตัวในทิศทางใดๆสามารถบังคับให้วัตถุนั้นกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมได้ส่วนวัตถุจะมีเสถียรภาพเชิงมุม (rotational stability) ได้ก็ต่อเมื่อ โมเมนต์แรงคู่ควบที่เกิดจากการเอียงตัวเป็นมุมเล็กๆสามารถบิดวัตถุนั้นให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้

ในกรณีทีวัตถุซึ่งอยู่ในสภาพสมดุลเกิดการขยับตัวเปลี่ยนจากตำแหน่งเดิมไป ถ้าแรงหรือโมเมนต์คู่ควบที่เกิดขึ้น สามารถบังคับให้วัตถุนั้นกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมได้ แสดงว่าวัตถุนั้นอยู่ในสภาพสมดุลที่มีเสถียรภาพ เสถียรภาพของวัตถุที่อยู่ใต้น้ำ (submerged)หรือลอยอยู่ที่ผิวน้ำนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของแรงลอยตัวและน้ำหนักของวัตถุนั้น แรงลอยตัวนี้จะกระทำผ่านศูนยีกลางแรงลอยตัว(center of bouyancy)ซึ่งจะเป็นจุดเดียวกับจุดศูนย์กลางมวล(จุดศูนย์ถ่วง)ของของไหลที่ถูกแทนที่

วิธีหาเสถียรภาพเชิงมุมหาได้ดังนี้ เนื่องจากวัตถุอาจจะลอยตัวอยู่ในลักษณะสมดุลที่มีเสถียรภาพ(stable)ไม่มีเสถียรภาพ (unstable) หรือในลักษะที่เป็นกลาง(neutral)ก็ได้ ถ้าหากวัตถุที่ลอยอยู่ในสภาพสมดุลที่ไม่มีเสถียรภาพเกิดการเอียงตัวเล็กน้อย โมเมนต์แรงคู่ควบที่เกิดจากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอียงตัวจะพยายามไปช่วยเพิ่มมุมเอียงให้มากขึ้น ส่วนวัตถุที่มีสภาพเป็นกลางนั้นมุมเอียงใดๆที่เกิดขึ้นจะไม่ทำให้เกิดโมเมนต์แรงคู่ควบเลย

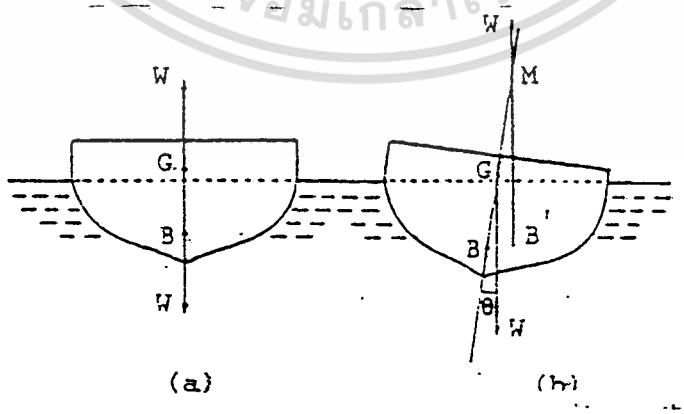


รูปที่ 3 แสดงให้เห็นการสมดุล 3 แบบด้วยกัน

a เป็นท่อนไม้ที่มีก้อนโลหะติดอยู่กับปลายด้านล่าง ลักษณะของการสมดุลนี้ เป็นแบบที่มีเสถียรภาพ

b เป็นท่อนไม้ที่มีก้อนโลหะติดอยู่กับปลายด้านบน วัตถุนี้อยู่ในสภาพที่สมดุล แต่ถ้าท่อนไม้เอียงเล็กน้อย มันจะเปลี่ยนสภาพเป็นแบบรูป a เรียกว่าสมดุล แบบไม่มีเสถียรภาพ

c เป็นทรงกลมหรือทรงกระบอกที่มีเนื้อวนิดเดียวกัน(homogeneous)วัตถุในรูปนี้สามารถอยู่ในสภาพสมดุลได้ทุกตำแหน่ง คือไม่มีโมเมนต์แรงคู่ควบเกิดขึ้นจากการเอียงของวัตถุ



รูป 4 เป็นรูปเรือที่ลอยอยู่ในสภาพสมดุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นแรงลัพธ์ที่กระทำกับเรือจึงเป็นศูนย์ คือแรงลอยตัวจะเท่ากับน้ำหนักของเรือ จะไม่มีโมเมนต์มากระทำกับตัวเรือ รูปที่ 4 เป็นสภาพของเรือที่เอียงเป็นมุม θ ซึ่งเป็นมุมเล็กๆในที่นี้ถือว่าจุดศูนย์ถ่วง G ของเรือที่ตำแหน่งเดิมของเรือ (ตำแหน่งศูนย์ถ่วงของเรือนี้อาจเปลี่ยนตำแหน่งได้ ในขณะที่เรือเอียงไปสินค้าที่บรรทุกอาจเคลื่อนที่)ตำแหน่งศูนย์กลางแรงลอยตัว B นั้นจะเปลี่ยนตำแหน่งไป สมมุติว่าแนวของแรงลอยตัวตัดกับแกน BG ซึ่งอยู่ในแนวดิ่งที่จุด M เราเรียกจุด M ที่เกิดจากมุม θ นี้ว่า จุดเมตาเซนเตอร์(metacenter)ตามรูปที่ 4 จุด M อยู่เหนือจุด G และโมเมนต์ของแรงคู่ควบที่กระทำกับเรือนั้นเป็นโมเมนต์ที่พยายามบิดเรือให้กลับสู่ตำแหน่งเดิม(restoring couple) แต่ถ้าจุด M อยู่ต่ากว่าจุด G โมเมนต์แรงคู่ควบที่เกิดขึ้นจะเป็นโมเมนต์ที่ทำให้เรือคว่ำลง (overturning couple) และตำแหน่งที่สมดุลเดิมก็จะเป็นตำแหน่งที่ไม่มีเสถียรภาพ

ระยะ MG นี้มีชื่อเรียกว่า ความสูงของจุดเมตาเซนเตอร์ (metacentric height)วัตถุที่เสถียรนั้นจะต้องมีค่า MG เป็นบวก นั่นคือจุด M จะต้องอยู่เหนือจุด G จะเห็นได้ว่าในสภาพสมดุลที่เป็นกลางนั้นค่า MG นั้นเป็นศูนย์ หรือจุด M กับจุด G อยู่ตำแหน่งเดียวกัน ดังนั้นในกรณีที่เป็นวัตถุลอยจึงหาความเสถียรจากตำแหน่งของ B และ G เพียงอย่างเดียวไม่ได้

จากรูป จะเห็นได้ว่าโมเมนต์แรงคู่ควบที่จะทำให้เรือ หรือวัตถุคืนสู่ตำแหน่งเดิมมีค่า

$$\text{โมเมนต์แรงคู่ควบ, } T = W.MG.\sin\theta$$

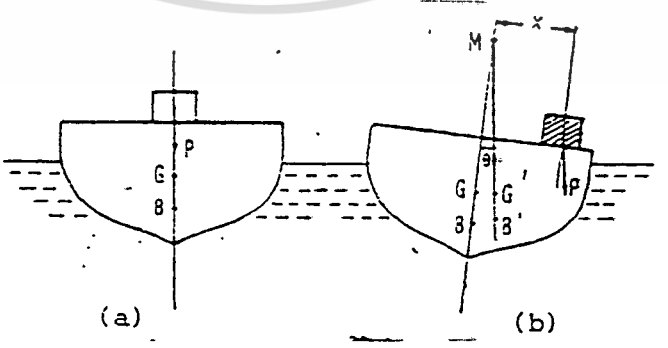
ดังนั้นระยะ MG จึงทำหน้าที่เป็นตัววัดความเสถียรของวัตถุลอย สรุปได้ว่า

b เมื่อจุด M อยู่ใต้จุด G จะทำให้วัตถุนั้นไม่มีเสถียรภาพ

c เมื่อจุด M ทับจุด G จะทำให้วัตถุมีสภาพเป็นกลาง

3.3 การหาความสูงเมตาเซนเตอร์(determination of metacentric height)

วิธีหาความสูงเมตาเซนเตอร์ (metacentric height)ง่ายๆโดยวิธี การทดลองมีดังนี้



ในรูปที่ 5 แสดงให้เห็นตำแหน่งเดิมของเรือเมื่ออยู่ในแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

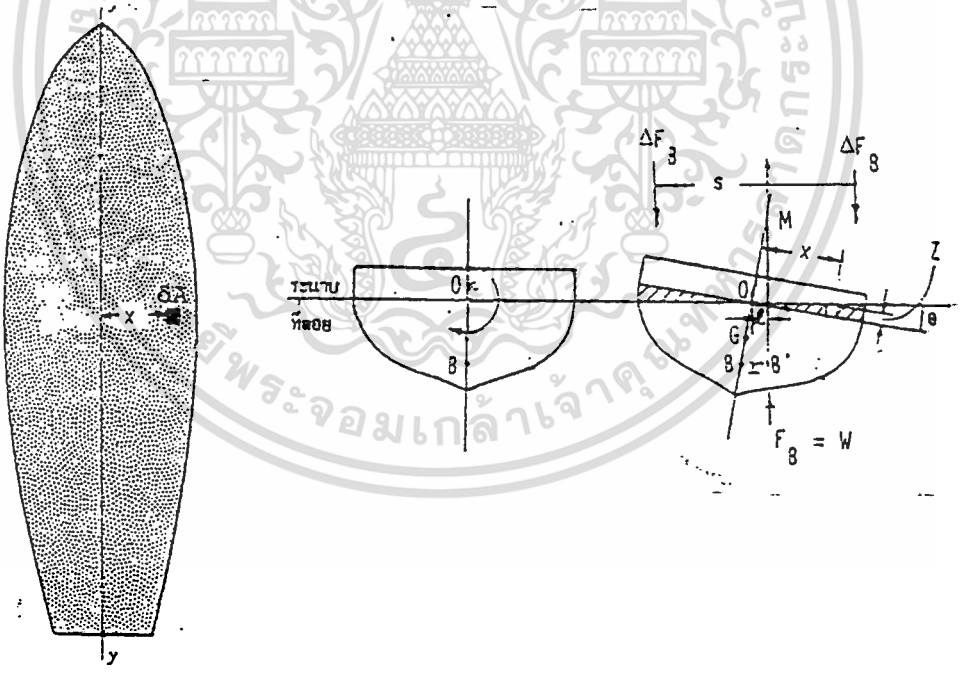
แต่เมื่อย้ายน้ำหนัก P ที่อยู่บนดาดฟ้าเรือไปตามแนวขวางแล้ว ลำเรือก็จะเอียงไปเป็นมุม θ โดยทำให้ metacentric height โคลงรอบแกนตามแนวยาวของเรือ ดังนั้นจุดศูนย์ถ่วงและจุดศูนย์กลางแรงลอยตัวใหม่ก็จะมาอยู่ในแนวดิ่งอีกครั้ง การเปลี่ยนตำแหน่งของก้อนน้ำหนัก P เป็นระยะ x นั้นทำให้ศูนย์ถ่วงรวมเปลี่ยนตำแหน่งรวมตามแนวนอนเป็นระยะ GG' จะเห็นได้ว่าแรงภายนอกที่กระทำเรือนั้นมีเพียงสองแรงเท่านั้น คือก้อนน้ำหนัก P และแรงลอยตัว F_B ซึ่งมีค่าเท่ากับน้ำหนักรวม W เพราะฉะนั้น เมื่อพิจารณาโมเมนต์รอบจุด G จะได้ว่า

$$(P.\cos\theta .x = GG'.W$$

$$(P.\cos\theta.x = (MG.\sin\theta.W$$

$$MG = P.x/W.\cot\theta$$

เนื่องจากจุด M ตรงกับจุด metacenter เมื่อθเป็นมุมเล็กๆ ดังนั้น metacentric height จริงๆ จึงเป็นระยะ MG เมื่อมุม $\theta \rightarrow 0$ ค่า metacentric height ที่มุมต่างๆ หาได้จากสมการดังกล่าว



รูปที่ 6 แสดงแนวแรงที่กระทำกับเรือ

อย่างไรก็ตามเราสามารถหาตำแหน่งของจุด metacenter และ ค่าmetacentric height ของเรือก่อนลงมือสร้างเรือได้โดยง่าย ทั้งนี้ก็พิจารณาจากเรือ เอียงเป็นมุมเล็กๆ ดังรูป 5 จากรูปจะเห็นได้ว่าระยะทาง r ที่ศูนย์กลางแรงลอยตัวย้ายไปตามแนวนอนนั้นหาได้ จากการเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงของแรงลอยตัวเนื่องจากปริมาตรทรงลิ่มทางด้านขวามือที่ถูกกดให้จมลงนั้นมีผลทำให้แรงลอยตัวทางด้านซีกขวาของเรือ เพิ่มขึ้นจากเดิมเป็นจำนวน

ΔF_Bแรงที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวจะมีทิศทางหันหัวขึ้น และหาได้จากแรงลอยตัวที่เนื่องจากปริมาตรทรง ลิ่มทางด้านซ้ายมือลอยพ้นน้ำขึ้นมา ซึ่งส่งผลให้แรงลอยตัวทางด้านซ้ายมือลดน้อยจากเดิมเป็นจำนวน ΔF_B แรงดังกล่าวมีทิศทางหันหัวลง

จะเห็นได้ว่า ระบบของแรงประกอบด้วย โมเมนต์ภายนอกที่ใส่ให้กับเรือเพื่อเรือเอียงเป็นมุม θ และโมเมนต์แรงคู่ควบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงลอยตัวทาง ด้านซ้ายและด้านขวาของเรือ ซึ่งมีค่าเท่ากับ F_B*S หรือเท่ากับโมเมนต์ที่เกิดจากแรงลอยตัว Fb (=W)ที่จะโยกเรือคืนสู่ตำแหน่งเดิม ฉะนั้นโมเมนต์ที่ใช้โยกเรือคืนสู่ตำแหน่งเดิมที่คิดจากแรง F_B หรือ W ก็จะต้องเท่ากับโมเมนต์แรงคู่ควบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแรงลอยตัวทางซ้ายและขวาของเรือ คือ

$$F_B.S = F_B.r$$

ขนาดของโมเมนต์แรงคู่ควบหาได้จากโมเมนต์รอบจุด 0 ซึ่งเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของเรือในแนวระดับน้ำ สำหรับ δA เป็นพื้นที่เล็กๆบนหน้าตัดตามแนวนอนของเรือที่ระดับน้ำ ดังนั้นปริมาตรเล็กๆบนปริมาตรทรงลิ่มก็จะมีค่าเป็น

$$\delta V = z.\delta A = x.\theta.\delta A$$

ดังนั้น แรงลอยตัวเนื่องจากปริมาตรเล็กๆ จะเป็น

$$\delta F_B = \gamma x.\theta.\delta A$$

โดยมีโมเมนต์รอบจุด 0 เป็น

$$\delta Fb.x = (\gamma x.\theta\delta A)x = \gamma x.^2.\theta.\delta A$$

เมื่อ θ = มุมเอียงของเรือ มีหน่วยเป็นเรเดียน

เมื่อ integrate ทั่วพื้นที่หน้าตัดตามแนวนอนที่ระดับน้ำเดิมก็จะได้โมเมนต์แรงคู่ควบเป็น

$$\Delta Fb.S = \gamma.\theta\int x.^2 dA = \gamma.\theta.(A.k^2) = \gamma.\theta.I$$

เมื่อ k = radius of gyration

I = โมเมนต์ของความเฉื่อยของพื้นที่รอบแกน yy

แทนค่า Fb จากสมการ ใน ก็จะได้

$$\gamma.\theta.I = W.r$$

$$= \gamma.V.r$$

เมื่อ V = ปริมาตรของของเหลวที่ถูกแทนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากมุม เป็นมุมเล็กๆดังนั้น

$$MB.\sin\theta = MB.\theta = r$$

$$MB = r/\theta$$

แทนค่า r/θ จากสมการ จะได้

$$MB = I/V$$

metacentric height จะมีค่าเป็น

$$MG = MB-+GB$$

$$MG = I/V-+GB$$

เครื่องหมาย - ใช้ในกรณีที่จุด G อยู่เหนือจุด B

\+ ใช้ในกรณีที่จุด G อยู่ใต้จุด B

3.4 ช่วงเวลาการโคลง (Period of oscillation)

การเอียงของเรือทำให้เกิดโมเมนต์แรงคู่ควบที่จะใช้บิดเรือให้กลับคืนสู่ตำแหน่งค่า $T= W.MG.\sin\theta$ โมเมนต์ดังกล่าวทำให้เกิดความเร่งเชิงมุม ขึ้นแต่เนื่องจากแรงบิด(torque)เท่ากับโมเมนต์ของความเฉื่อยของมวลคูณกับความเร่งเชิงมุม ดังนั้น

$$T = I_m.\ \omega$$

$$\omega = T/I_m = -W.MG.\sin\theta/\ (W/g)\ k^2$$

$$= -MG.\theta.g\ /k^2$$

ทั้งนี้เนื่องจาก θ เป็นมุมที่เล็กมาก $\sin\ \theta = \theta$

k = radius of gyration

เครื่องหมายลบแสดงว่า ความเร่งมีทิศทางตรงข้ามกับการเอียง หรือโมเมนต์มีลักษณะทำให้มุม θเล็กลง และเนื่องจากลักษณะการโคลงแบบนี้เป็นการเคลื่อนที่แบบ simple harmonic motion ดังนั้น

ช่วงเวลาการโคลง $T = 2\pi\sqrt{[(\text{displacemen})/(\text{acceleration})]}$

$$= 2\pi\sqrt{[\theta\ /\ MG.\theta.g/k^2]}$$

$$= 2\pi\sqrt{(k^2/MG.g)}$$

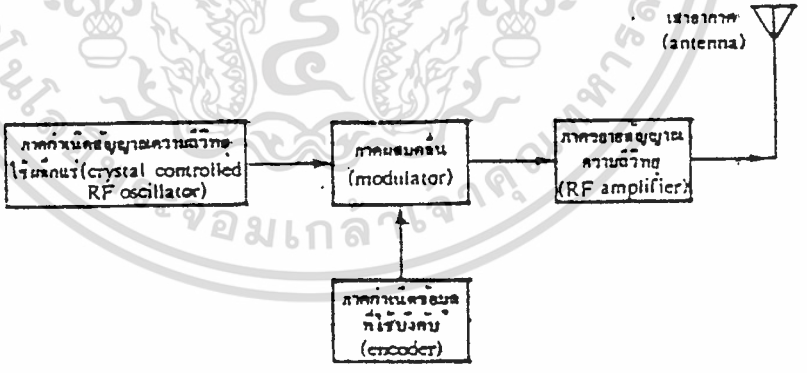
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า metacentric height ถ้ามีมากๆ จะทำให้เรือมีเสถียรภาพสูง แต่ถ้ามีมากเกินไป จะทำให้ช่วงเวลาการโคลงน้อย ทำให้ผู้ที่อยู่ในเรือเกิดความไม่สบาย (ไม่นุ่มนวล) และยังทำให้โครงสร้างของเรือต้องรับความเค้นเพิ่มขึ้นอีกด้วย

3.5 ชุดวิทยุบังคับ

3.5.1 หลักการทำงานของชุดวิทยุบังคับที่ใช้ควบคุม

โดยปกติเมื่อเราจะบังคับให้อะไรทำงาน จะต้องประกอบด้วยผู้ออกคำสั่งและผู้รับคำสั่งไปปฏิบัติ สำหรับการบังคับด้วยวิทยุผู้ออกคำสั่งบังคับและส่งคำสั่งนั้นออกไปก็คือเครื่องส่งวิทยุ (transmitter) ซึ่งประกอบด้วยภาคกำเนิดข้อมูลที่ใช้บังคับ (encoder) ภาคกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ (RF source) และภาคผสมคลื่น (modulator) ส่วนผู้รับคำสั่งไปปฏิบัติจะแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดแรกคือเครื่องรับวิทยุ (receiver) ซึ่งจะมีภาครับสัญญาณวิทยุ (RF receiver) ภาคดีเทคเตอร์ (detector) ภาคขยาย IF ภาคถอดรหัสสัญญาณวิทยุ (decoder) ชุดที่สองจะเป็นผู้รับข้อมูลจากภาคถอดรหัศศัญญาณไป เปลี่ยนแปลงเป็นการเคลื่อนไหวทางกล เราเรียกชุดที่สองนี้ว่า เซอร์โว (servo)

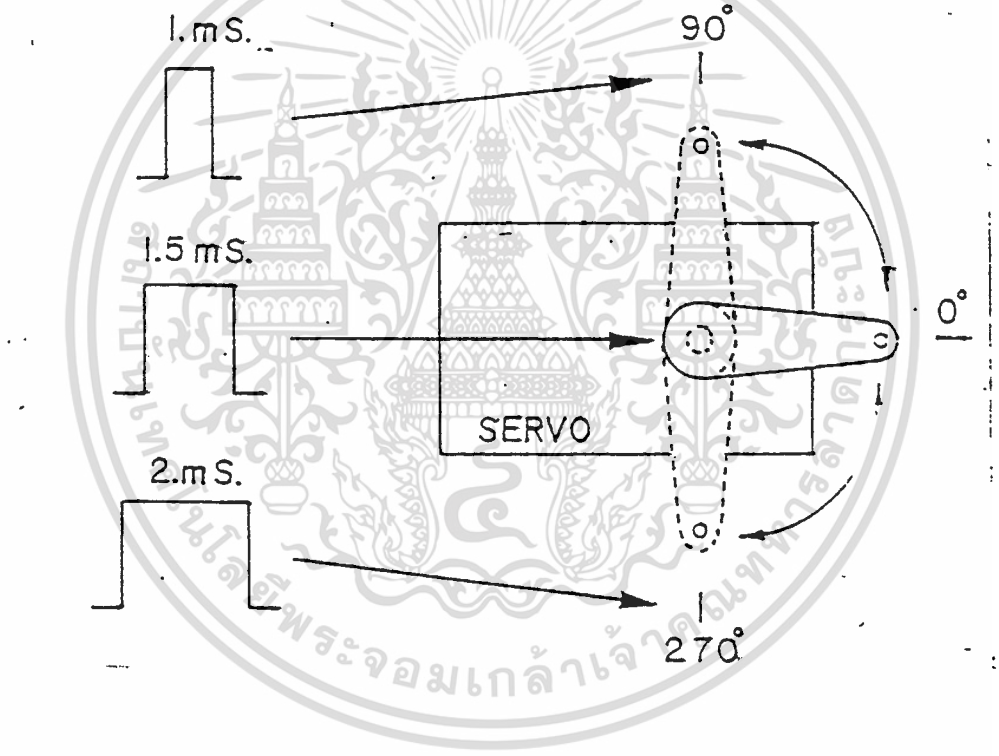


รูปที่ 7 แสดงผังการทำงานของเครื่องส่ง

การทำงานของเครื่องส่งวิทยุที่ใช้ในการบังคับวิทยุนี้ก็คือ การส่งสัญญาณใดๆออกไปยังเครื่องรับโดยอาศัยคลื่นวิทยุเป็นตัวกลางนำสัญญาณนี้ไปเช่น เราต้องการให้เกิดการเคลื่อนไหวของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งประดิษฐ์ที่มีเครื่องรับวิทยุติดตั้งอยู่ เราจะส่งข้อมูลบังคับการเคลื่อนไหวโยใช้การใช้คันบังคับ (control stik) เป็นการสั่งให้เกิดการเคลื่อนไหวที่เซอร์โว ซึ่งติดตั้งรวมอยู่กับเครื่องรับ การทำงานของเคลื่องรับก็คือรับสัญญาณวิทยุจากเครื่องส่งที่ส่งมาแล้วทำการถอดรหัสสัญญาณบังคับซึ่งอาจส่งให้เกิดการทำงานมากกว่า 1 อย่างแล้วส่งสัญญาณบังคับนี้ไปสั่งให้ตัวถ่ายทอดกำลังทางกลคือเซอร์โว เพื่อให้เกิดการเคลื่อนไหวตามที่ต้องการ ชุดบังคับด้วยวิทยุ 1 ชุดจะประกอบด้วยเครื่องส่ง เครื่องรับ และเซอร์โวจำนวนงานที่ต้องการบังคับ เช่น ต้องการให้เดินหน้า หรือ ถอยหลัง ต้องการเลี้ยวซ้าย หรือขวา ก็ต้องให้บังคับจำนวน 2 อย่าง เรียกว่า 2 แชลแนล (channel) ต้องมีเซอร์โว 2 ตัว เป็นต้น



รูปที่ 8 แสดงตำแหน่งของแขนเซอร์โวกับความกว้างของสัญญาณ

การบังคับเซอร์โวเลือกบังคับได้ 2 แบบ คือ

1. แบบบังคับให้เปิด - ปิดวงจรไฟฟ้า เช่น การนำไปควบคุมโซลินอยด์รีเลย์

2. แบบพร็บพอริชั่นแนล (Proportional) เป็นการบังคับให้ปลายทางมีการเคลื่อนไหวต่อเนื่องเป็นสัดส่วน เช่นเดียวกับทางเครื่องบังคับ เช่น โยกคันบังคับไปทางซ้ายเล็กน้อย เซอร์โวจะหมุนหรือเคลื่อนที่ไปทางซ้ายเล็กน้อยเมื่อโยกคันบังคับกลับมาที่เดิมเซอร์โว ก็จะหมุนหรือเคลื่อนที่กลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่กลับมาที่เดิม โดยทั่วไปแขนของเซอร์โวสามารถหมุนได้ถึง 180 องศา ขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณ ดังรูปที่ 8 จำนวนแชลแนลที่จะใช้ในงานที่บังคับด้ายวิทยุอาจมีตั้แต่ 1 แชนแนล ไปจนถึง 14 แชนแนลซึ่งสามารถใช้บังคับให้ทำงานต่างๆ ได้ถึง 14 อย่าง

ย่านความถี่ที่ใช้ในการบังคับวิทยุที่นิยมใช้คือย่าน 27mhz เริ่มตั้งแต่ 26.995 Mhz จนถึง 27.255 Mhz นอกจากนั้นก็ยังมีย่าน 40mhz 53mhz 72mhz และ 75 mhz กำลังส่งออกจะอยู่ระหว่าง 300 มว.ถึง 1วัตต์ ทั้งเครื่องส่งและเครื่องรับเป็นชนิดใช้ผลึกแร่บังคับส่ง

ระบบของการผสมคลื่น (modulation) ที่ใช้ในปัจจุบันมี 2 ระบบ

1. ระบบ AM (Amplitudem Modulation)
2. ระบบ FM (Frequence Modulation)

3.5.2ลักษณะการควบคุมการทำงานของชุดวิทยุบังคับมีดังนี้

3.5.2.1ชุดส่งสัญญาณ เครื่องส่งวิทยุบังคับเครื่องหนึ่งจะแบ่งเป็นภาคต่างๆได้พอสังเขปดังนี้

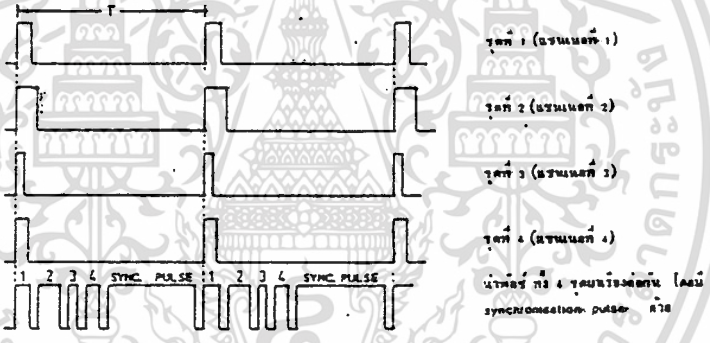
1. ภาคกำเนิดข้อมูลที่ใช้บังคับ (Encoder)
2. ภาคกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ (RF Source) ซึ่งรวมทั้งภาคขยายความถี่ (RF Amplifier) และสายอากาศ (Antenna) ด้วย
3. ภาคผสมคลื่น (Modulation)
4. แหล่งจ่ายไฟ

3.5.2 2 ภาคกำเนิดข้อมูลที่ใช้บังคับ (Encoder) ในระบบบังคับด้วยวิทยุแบบ propotional นั้นสัญญาณควบคุมที่ไปถึงเซอร์โวจะต้องมีลักษณะดังรูป (ก) แสดงลักษณะปกติของพัลซ์โดย a เป็นความของพัลซ์และ T เป็นช่วงคาบเวลาของสัญญาณควบคุม ดังนั้น เมื่อความกว้างของพัลซ์แต่ละลูกเปลี่ยนไปเป็นน้อยลงรูป (ข) หรือมากขึ้น รูป (ค) ก็จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของเซอร์โวตามที่มีการเปลี่ยนแปลงความกว้างของพัลซ์เช่น เมื่อความกว้างของพัลซ์มีค่าเท่ารูป (ก) เซอร์โวจะอยู่ในตำแหน่งกลาง (neutral) และหยุดนิ่งกับที่ขณะที่ความกว้างของพัลซ์ลดลงเป็นรูป (ข) (โดยที่ช่วงคาบเวลาTยังคงที่) จะทำให้เซอร์โวหมุนเคลื่อนที่ไปทางซ้ายเป็นมุมประมาณ 10 องศา แล้วหยุดนิ่งอยู่กับที่จนเมื่อความกว้างของพัลซ์เพิ่มขึ้นดังรูป(ค)(โดยช่วงคาบเวลายังคงที่) จะทำให้เซอร์โวหมุนเคลื่อนที่ไปทางขวาผ่านจุดneutral เลยไปอีก 10 องศา แล้วหยุดนิ่งกับที่เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงว่าการเคลื่อนที่ของเซอร์โวขึ้นอยู่กับความกว้างของพัลซ์ดังนั้นการควบคุมเซอร์โว 1 ชุด จะต้องใช้พัลซ์ 1 ชุด ถ้าเราต้องการควบคุมเซอร์โวมากกว่า 1 ชุด เราจะต้องกำเนิดสัญญาณพัลซ์มากกว่า 1 ชุด ที่เป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกันคือ เมื่อความกว้างของพัลซ์ชุดที่ 1เพิ่มขึ้นหรือลดลงจะไม่มีผลไปเปลี่ยนแปลงความกว้างของพัลซ์ในชุดอื่นๆเมื่อเรากำหนดพัลซ์ครบตามจำนวนที่ต้องการใช้บังคับ เช่น ต้องการบังคับ 6 แบบก็ต้องสร้างพัลซ์ขึ้นมา 6 ชุด (จะทำการบังคับได้ 6 แบบ หรือ 6 แชนเนล) แล้วนำมาเรียงกันแบบอนุกรมเป็นขบวนของพัลซ์ (pulse train) โดยมีคาบเวลา (T) คงที่ค่าหนึ่งดังรูปที่

เมื่อกำเนิดขบวนการขอบพัลซ์ได้ครบตามจำนวนแชนเนลที่เราจะบังคับแล้วเราจะนำสัญญาณความถี่วิทยุ (RF signal)ต่อไปในภาคผสมคลื่น



รูปที่ 9 แสดงการรวมพัลซ์แต่ละชุดเข้าด้วยกัน

3.5.2.3ภาคกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ (RF Source) ในภาคกำเนิดสัญญาณความถี่วิทยุ หัวใจสำคัญที่กำหนดความเที่ยงตรงของความถี่ที่เรียกว่า คริสตอล ซึ่งอยู่ในวงจรออสซิเลเตอร์ชนิดควบคุมความถี่ด้วยผลึกแร่ ยกตัวอย่างเครื่องส่งในย่านความถี่ 27 Mhz จึงต้องใช้คริสตอลในย่านความถี่นี้เช่นกันเมื่อได้สัญญาณ RF ออกมาจากวงจรออสซิลเลเตอร์แล้วจะต้องส่งไปผสมกับสัญญาณควบคุมที่เรากำหนดขึ้นมาดังกล่าวแล้วยังมีตัวผสมสัญญาณเป็นภาคผสมคลื่น (modulator) แล้วขยายสัญญาณทั้งหมดให้มีกำลังแรงขึ้นเพื่อป้อนเข้าสู่สายอากาศแล้วส่งออกอากาศต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

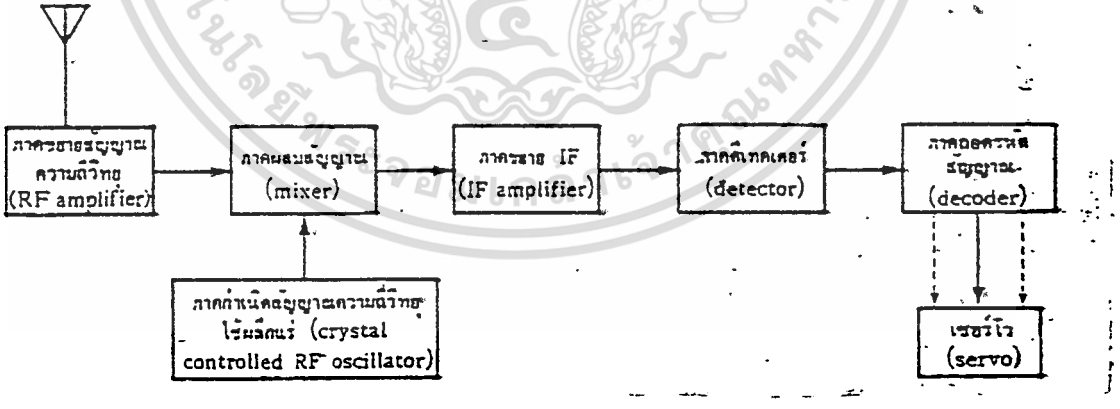
ภาคผสมคลื่น (Modulator) ในการผสมคลื่นแบบ AM ใช้ในชุดบังคับด้วยวิทยุนี้ทำได้โดยการสวิทช์ตัวสัญญาณพาหะด้วยทรานซิสเตอร์ที่สามารถทำงานเป็นตัวสวิทช์ได้ที่ความถี่สูงๆ ลักษณะของสัญญาณ RF ที่ออกมาจากการผสมสัญญาณควบคุมกับสัญญาณจาก RF oscillator จะเป็นดังรูปที่ 9

3.5.2.4แหล่งจ่ายไฟ แหล่งจ่ายไฟตรงให้แก่เครื่องส่งมี 2 ชนิด

1. แบตเตอรี่แห้งชนิดชาร์ตไฟใหม่ได้เป็นนิเกิลแคดเมี่ยมแบตเตอรี่ขนาด 10 V ความจุ 450 mAh ซึ่งต้องมีเครื่องชาร์ตไฟภายนอกเสียบด้วยแจ็คสำหรับชาร์ตไฟกับตัวเครื่องส่ง

2. แบตเตอรี่แห้งชนิดชาร์ตไฟใหม่ไม่ได้ซึ่งก็คือถ่านไฟฉายก้อนเล็กต่อกันได้แรงเคลื่อนประมาณ 12 V มีราคาถูกกว่าชนิดแรกมากโดยปกติ สำหรับแบตเตอรี่นิเกิลแคดเมี่ยม เมื่อชาร์ตไฟเต็มแล้วควรจะใช้งานกับเครื่องส่งได้ไม่ต่ำกว่า 3 ชม. โดยมักจะมีมิเตอร์บนตัวเครื่องส่งแสดงค่าแรงดันของแบตเตอรี่

3.5.2.5ชุดรับสัญญาณ เครื่องรับวิทยุ (reciever) ในชุดบังคับวิทยุทำหน้าที่รับคลื่นวิทยุที่ส่งเพื่อแปลงสัญญาณที่ส่งมานั้นให้เป็นสัญญาณที่ใช้บังคับให้ตัวเซอร์โว (servo) เคลื่อนที่ ลักษณะสำคัญ ของเครื่องรับที่เราต้องการก็คือต้องมีน้ำหนักเบา มีขนาดเล็ก มีความไวในการรับสัญญาณวิทยุสูง ทนทานต่อการกระเทือนได้ดี กินกำลังไฟน้อยด้วย



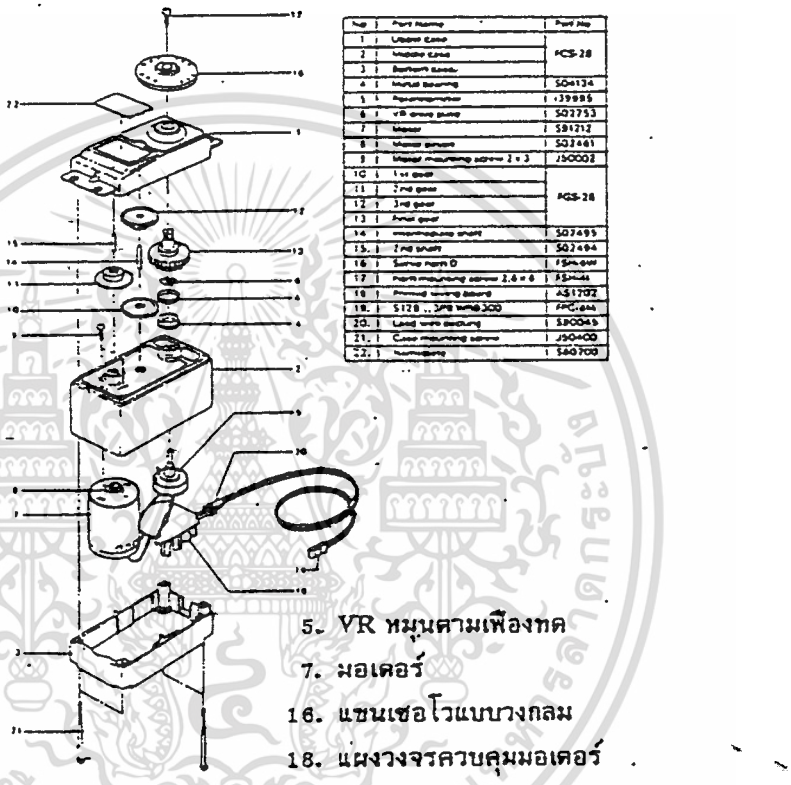
รูปที่ 10 แสดงผังการทำงานของชุดเครื่องรับ

หลักการทำงานของเครื่องรับ จากรูป เมื่อสัญญาณวิทยุจากเครื่องส่งผ่านสายอากาศเข้ามาเครื่องรับจะผ่านขั้นตอนต่างๆในเครื่องรับ ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังนี้

- ภาคขยายสัญญาณความถี่วิทยุ (RF Amplifier)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภาคกำเนิดความถี่วิทยุ (RF Ossillator)
- ภาคผสมคลื่น (Mixer)
- ภาคขยายความถี่ IF (IF Amplifier)
- ภาคดีเทคเตอร์ (Detector)
- ภาคถอดรหัสสัญญาณ (Decoder)



รูปที่ 11 แสดงส่วนประกอบภายในเซอร์โว

3.5.3เซอร์โว (Servo) เซอร์โวเป็นอุปกรณ์ทางกลศาสตร์ที่แปลงสัญญาณทางไฟฟ้า ไปทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ต้องการความละเอียดแน่นอนค่อนข้างมาก

3.5.3.1หลักการทำงานของเซอร์โว สัญญาณจากภาคถอดรหัสของเครื่องรับถูกส่งเข้ามาในตัวเซอร์โว วงจรในตัวเซอร์โวจะเปรียบเทียบค่าแรงดันเฉลี่ยที่ได้จากพัลซ์นี้ แรงดันค่าหนึ่งที่มีอยู่ในตัวเซอร์โวถ้าต่างกันจะส่งผลไปให้วงจรบังคับการทำงานของมอเตอร์ทำงาน มอเตอร์จะหมุนไปพร้อมกับทดรอบเฟืองเล็กๆ ในเซอร์โวไปหมุนตัวต้านทานที่ปรับค่าได้หรือที่เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าพ็อท (Pot) ผลจากการหมุนของพ็อททำให้ค่าแรงดันค่าหนึ่งในตัวเซอร์โวนั้นเปลี่ยนไปจนกว่าเท่ากับแรงดันเฉลี่ยจากขบวนพัลซ์ ที่เข้ามามอเตอร์จึงจะหยุดหมุน เมื่อแรงดันเฉลี่ยของขบวนพัลซ์ที่เปลี่ยนไปอีกมอเตอร์ก็จะหมุนไปอีกจนกว่าค่าแรงดันทั้งสองจะเท่ากัน ขณะที่เกิดการหมุนของมอเตอร์จะมีแกนต่อออกมาภายนอกเพื่อต่อกับก้านบังคับนี้ ไปผลักดันสิ่งต่างๆ ให้เคลื่อนที่ตามต้องการ ในปัจจุบันเวอร์โวมีขนาดเล็กกระทัดรัด น้ำหนักเบาซ่อมง่าย ใช้สะดวก ให้แรงผลักในช่วง 3-8 กก. ต่อ 1 ซม.

3.6 ระบบแขนพ่นและสารเคมี

3.6.1 ส่วนประกอบสำคัญ

1) ถังบรรจุ (Tank) ควรมีขนาดบรรจุเพียงพอ ง่ายต่อการเติมน้ำและสารเคมี ทนต่อการกัดกร่อนและการเกิดสนิม อาจทำด้วยเหล็กผสม สายใยแก้ว. สแตนเลส อลูมินัม หรือวัสดุสังเคราะห์อื่น ๆ มีรูปร่างเหมาะสม ง่ายต่อการติดตั้งและกวนน้ำยาได้ดี

2). ระบบกวนน้ำยา (Agitation system) เครื่องพ่นยาส่วนมากจะ ติดตั้งระบบนี้ไว้ เพื่อทำให้ส่วนผสมของน้ำยาสม่ำเสมอ ไม่มีการตกตะกอน หรือในกรณีที่สารเคมีนั้นไม่ละลายในน้ำ (Emulsion) การกวนน้ำยาจะทำได้ 3 ลักษณะ คือ

2.1 แบบกลไก (Mechanical agitator) เป็นใบพัดติดบนแกนหมุนวางตลอดแนวความยาวบริเวณก้นถัง หมุนด้วยความเร็วประมาณ 100-200 รอบต่อนาที

2.2 แบบแรงดันน้ำ (Hydraulic agitator) ใช้น้ำยาส่วนเกินส่งกลับถังให้ผ่านออกมาทางรูเล็กๆ ตามท่อที่วางตลอดความยาวของก้นถัง ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของน้ำยา ครึ่งหนึ่งของความสามารถปั๊มจะใช้ในระบบกวนน้ำยาจึงต้องใช้ปั๊มที่ให้ปริมาณน้ำสูงพอ

2.3 แบบใช้ฟองอากาศ (Air sparging or Bubbling) ทำงานโดย หม้ออัดอากาศ (Compressor) จะอัดอากาศผ่านท่อที่อยู่ก้นถัง เมื่อฟองอากาศปุดขึ้นมาที่ผิวหน้าก็จะทำให้น้ำยาเกิดการเคลื่อนไหว จึงไม่เกิดการตกตะกอน หลักการทำงานของเครื่องรับ จากรูป เมื่อสัญญาณวิทยุจากเครื่องส่งผ่านสายอากาศเข้ามาเครื่องรับจะผ่านขั้นตอนต่างๆในเครื่องรับ ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังนี้

- ภาคขยายสัญญาณความถี่วิทยุ (RF Amplifier)
- ภาคกำเนิดความถี่วิทยุ (RF Ossillator)
- ภาคผสมคลื่น (Mixer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
036958

- ภาคขยายความถี่ IF (IF Amplifier)
- ภาคดีเทคเตอร์ (Detector)
- ภาคถอดรหัสสัญญาณ (Decoder)

3). ปั๊ม (Pump) ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันให้กับน้ำยาและส่งไปยังหัวฉีด ปั๊มที่ใช้กับเครื่องพ่นยามีอยู่ 6 ชนิด มีความสามารถและข้อจำกัดแตกต่าง กันดังแสดงใน ตารางที่ 7.2

ชนิดของปั๊ม	ความสามารถในการส่งน้ำ (ลิตรต่อนาที)	ความเร็ว (รอบต่อนาที)	ความดันสูงสุด (กก./ตร.ซม.)
ปั๊มเฟือง	20- 90	500-1,800	7.0
ปั๊มไดอะแฟรม	5- 45	200-1,200	7.0
ปั๊มแบบครีบยาง	0-130	500-1,500	3.5
ปั๊มลูกกลิ้ง	0-160	600-1,800	20.0
ปั๊มหอยโข่ง	0-680	600-4,000	3.5
ปั๊มลูกสูบ	0-270	500-1,000	55.0

ปั๊มที่นิยมใช้กันเป็นปั๊มหอยโข่ง แม้จะให้แรงดันค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับปั๊มชนิดอื่น แต่ทนต่อการขัดสีของสารเคมีได้ดี ให้ปริมาณน้ำยาเข้าระบบได้สูงและการไหลคงที่ ไม่มีกลไกซับซ้อน บำรุงรักษาง่ายและอายุใช้งานนาน หากต้องการแรงดันสูงกว่านี้อาจใช้ชนิดใบพัดหลายใบ (Multi-stage unit) ซึ่งการเลือกใช้ปั๊มควรพิจารณาถึง

- อัตราการไหล (Flow rate) ที่แขนพ่นและระบบกวนน้ำยา
- ลักษณะของสารเคมีที่ใช้
- ความเร็วรอบ
- ทิศทางการหมุนและการต่อพ่วง ((Coupling)
- กำลังม้าที่ใช้ขับปั๊ม

4). ชุดควบคุมความดัน (Pressure regulator) ทำงานโดยลิ้นปล่อยความดัน (Relief valve) เมื่อความดันในระบบสูงเกินแรงสปริงที่ตั้งไว้ ก็จะดันให้ลิ้นเปิด ปล่อยให้น้ำยาส่วนหนึ่งผ่านลิ้นออกไปและความดันลดลง ดังนั้น การปรับตั้งความดันจึงต้องปรับที่ชิ้นปล่อยความดันนี้ ให้อยู่ในระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันที่ต้องการ น้ำยาส่วนเกินก็จะไหลกลับถัง ทำหน้าที่เป็นตัวกวนน้ำยาในถังด้วย ในระบบที่การฉีดพ่นใช้ความดันสูงกว่า 13 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร อาจใช้ลิ้นลดภาระ (Unloaded valve) แทนลิ้นปล่อยความดัน เพื่อลดภาระของปั๊ม ในกรณีที่หยุดฉีดพ่นขณะที่เพลาอำนวยกำลังยังหมุนขับให้ปั๊มทำงานอยู่ เช่น เมื่อถึงบริเวณหัวงาน ทำให้ลิ้นเปิดและน้ำยาไหลวนกลับถังที่แรงดันต่ำๆ ซึ่งเป็นการลดการสึกหรอของปั๊ม

5) มาตรวัดความดัน (Pressure guage) สำหรับวัดความดันในระบบ จึงต้องคอยอ่านค่าความดันจากมาตรขณะทำงานเสมอ เพราะสามารถบอกถึงปัญหาบางอย่างที่เกิดขึ้นกับเครื่องพ่นยาได้ เช่น หัวฉีดอุดตัน

6). กรองน้ำยา (Strainer and screen) มีอยู่หลายจุดคือ

- ที่ปากถัง เป็นกรองแบบหยาบ เพื่อกรองใบไม้หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นที่มีขนาดใหญ่

-ท่อส่งเพื่อกรองเศษสนิมทรายหรือสิ่งเจือปนขนาดเล็กๆที่จะเข้าไปทำอันตรายต่อปั๊ม ตำแหน่งที่ติดกรองจะขึ้นอยู่กับชนิด ของปั๊ม

- ที่หัวฉีดเป็นกรองละเอียดสำหรับกันเศษผงขนาดเล็กที่จะหลุดรอดเข้าไป ทำให้หัวฉีดอุดตัน ขนาดรูของตะแกรงจะเล็กกว่า รูของหัวฉีดประมาณ 10% กรองละเอียดจะมีขนาดตั้งแต่ 40-20 เมช (Mesh) ดังนั้นหัวฉีดจะไม่มีการอุดตัน ถ้าใช้กรองขนาดที่เหมาะสม เมื่อหัวฉีดไม่ทำงาน อาจเกิดจากการอุดตันของกรองน้ำยา ท่อส่งจะใช้กรองขนาด 50-80 เมช ควรทำความสะอาดกรองอย่างน้อยวันละครั้ง ส่วนหัวฉีดจะใช้กรองขนาด 100-200 เมช ควรทำความสะอาดกรองหัวฉีดเมื่อมีการเติมน้ำยาในถัง

7). ท่อส่งน้ำยา (Pipe & Hose) ทำหน้าที่ส่งน้ำยาจากถังไปยังหัวฉีด ท่อส่งจะต้องทนต่อแรงดันได้ ความดันในท่อที่จุดต่าง ๆ จะไม่เท่ากัน จึงอาจใช้ท่อส่งชนิดต่างกัน ผิวของท่อทั้งด้านในและด้านนอกควรทนต่อสารเคมี การสูญเสียความดันในระบบขึ้นอยู่กับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ ความยาวและอัตราการไหลของน้ำ ยา

8). ลิ้นควบคุมการไหล (Control valve) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำยาไปยังหัวฉีดแขนซ้าย-ขวาหรือทั้งซ้ายและขวา หรือกลับไปยังถัง

9). หัวฉีด (Nozzle) ทำหน้าที่ กำหนดปริมาณน้ำยา ทำให้น้ำยา กระจายเป็นฝอยละอองเล็ก ๆ มีรูปแบบเฉพาะ ซึ่งที่นิยมใช้มี 3 แบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-แบบกรวย (Hollow cone and solid cone type) มักใช้ฉีดพ่นระหว่างแถวพืชเพื่อกำจัดวัชพืชราและแมลงศัตรูพืช มุมหัวฉีดมีขนาด 30-120 องศา แบบกรวยกลวง (Hollow cone type) จะให้ละอองน้ำยาขนาดเล็กกว่า และฉีดได้สม่ำเสมอกว่าแบบกรวยเต็ม (Solid cone type)

-แบบรูปพัด (Fan type) ใช้ฉีดยากำจัดแมลงและวัชพืช รวม ทั้งปุ๋ยน้ำ ให้การกระจายตัวที่สม่ำเสมอตลอดหน้ากว้างการฉีดพ่น โดยปรับมุมของหัวฉีดให้การฉีดพ่นแต่ละหัวต่อกันพอดี

-แบบหน้ากว้าง (Flooding) จะให้ละอองขนาดใหญ่ ฉีดพ่นได้หน้ากว้าง การติดตั้งหัวฉีดพ่นที่ตำแหน่งต่างกันจะให้รูปแบบการกระจายตัวน้ำยาต่างกันด้วย มักใช้กับการพ่นปุ๋ยน้ำและบางครั้งใช้โดยไม่มีแขนพ่น

ส่วนประกอบที่สำคัญของหัวฉีด คือ

-ตัวเรือนและฝาครอบ (Body and cap) อาจทำด้วยทองเหลือง แผ่นสังกะสี อลูมินัม สแตนเลส เซรามิค หรือไนล่อน ทำหน้าที่ยึดกรองและปลายหัว ฉีด (Tip) เข้าเป็นชุดเดียวกัน และตัวเรือนจะยึดกับแขนพ่น

- ปลายหัวฉีด (Tip) สามารถถอดเปลี่ยนได้ มีหลายขนาดหลายรูปแบบ

- กรองหัวฉีด (Strainer) มักทำเป็นรูปทรงกระบอก อยู่ในตัวเรือนหัวฉีด ทำด้วยสแตนเลส ทองเหลือง หรือวัสดุสังเคราะห์ ข้อควรพิจารณาทั่วไปคือ ควรเลือกกรองที่มีขนาดรูเล็กกว่ารูหัวฉีด คอยตรวจเช็คและทำความสะอาดเสมอ โดยใช้แปรงอ่อน ๆ ปัดหรือใช้ลมเป่า เพื่อให้เครื่องพ่นยาทำงานมีประสิทธิภาพ และการกระจายตัวของน้ำยาแน่นอน

10). แขนพ่น (Boom) จะมีหัวฉีดติดอยู่เป็นระยะ ถ้ายาวมากมักจะทำให้พับได้ เพื่อความสะดวกในการเดินทางขนย้าย ความสูงของแขนพ่นจากพื้นดินขึ้นอยู่กับมุมการกระจายตัวของน้ำยาและระยะระหว่างหัวฉีด ซึ่งปกติจะมีระยะ 50 เซนติเมตร อาจจะประเมินได้ดังนี้

มุมหัวฉีด	ความสูงจากพื้น (ซม.)
65	55
73	53
80	45

3.6.3 หลักการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องพ่นยาแบบติดตั้งบนเรือ ทำงานโดยรับกำลังจากเครื่องยนต์ไปขับปั๊ม ทำให้น้ำยาจากถังบรรจุเพิ่มความดันขึ้น แล้วส่งผ่านท่อน้ำยาไปยังหัวฉีด ถ้าความดันในระบบสูงเกินไป ก็จะมีน้ำยาบางส่วนถูกดันผ่านลิ้นปล่อยความดัน กลับไปยังถังบรรจุ ขณะเดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นตัวกวนน้ำยาไปด้วย

3.6.4 การปรับตั้ง

3.6.4.1 หลักการปรับตั้ง ปริมาณน้ำยาที่ให้กับพื้นที่ (Application rate) จะขึ้นอยู่กับ ความดัน ขนาดหัวฉีด และความเร็วของเรือ ดังนั้น หลักเบื้องต้นของการปรับปริมาณน้ำยาที่พ่นออกมากับขนาดละอองน้ำยา คือ

การปรับตั้ง	เพิ่มอัตราพ่นยา (ลิตร/ไร่)	ลดอัตราพ่นยา (ลิตร/ไร่)
ความดัน	เพิ่ม	ลด
หัวฉีด	รูใหญ่ขึ้น/หัวฉีดเพิ่ม	รูเล็กลง/หัวฉีดลดลง
ความเร็วเรือ	ลด	เพิ่ม

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ความดันยิ่งสูง ปริมาณน้ำยายิ่งมากและละออง น้ำยาจะมีขนาดเล็ก ในขณะที่รูหัวฉีดขนาดใหญ่ จะให้ปริมาณน้ำยามากขึ้นและขนาดละอองน้ำยาก็ใหญ่ด้วยส่วนความเร็วเรือไม่เกี่ยวข้องกับขนาดละอองน้ำยาแต่ยิ่งมีความเร็วสูงก็ยิ่งมีอัตราการฉีดพ่น (Application rate) ต่ำ

3.6.4.2 การปรับอัตราการฉีดพ่น (ลิตร/ไร่) อัตราการฉีดพ่นสามารถคำนวณได้จากสูตร

เมื่อ V = อัตราการฉีดพ่น (ลิตร/ไร่)

q = ปริมาณน้ำยาที่ฉีดพ่นต่อหน่วยเวลาต่อหัว (ลบ.ซม./นาที/หัว)

d = ระยะระหว่างหัวฉีด (เซนติเมตร)

s = ความเร็วเรือ (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

3.6.4.3 การตรวจสอบการทำงานของเครื่องพ่นยา

1) ความเร็วในการเคลื่อนที่ ทดสอบได้โดยการวัดระยะทางที่เรือเคลื่อนที่ในเวลา 1 นาที ทำซ้ำสัก 2-3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ย ระวังต้องเร่งเครื่องให้รอบเท่ากันเสมอ ทำการทดลองในแปลงขณะที่มีน้ำยาอยู่ครึ่งถัง เพื่อให้เป็นค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2)การตรวจเช็คหัวฉีด วิธีการตรวจเช็คคือเติมน้ำลงในถัง ให้เครื่องทำงานพ่นน้ำ 2-3 นาที จนแน่ใจว่าน้ำเต็มท่อส่งและไม่มีฟองอากาศอยู่ ปรับชุดควบคุมความดัน (Pressure regulator) ให้ได้ระดับความดันที่ต้องการ ใช้ความเร็วรอบเครื่องและความดันที่ต้องการปฏิบัติงานจริงในแปลง สังเกตการกระจายตัวของละอองน้ำยา (pattern) บนพื้น เมื่อเครื่องพ่นยาอยู่กับที่ เก็บตัวอย่างจากแต่ละหัวฉีด โดยจับเวลาเท่ากัน (30-120) นาที ชั่งหรือตวงปริมาตรของตัวอย่างที่เก็บได้ จดบันทึกและคำนวณหาค่าเฉลี่ย ทำความสะอาดกรองหรือเปลี่ยนหัวฉีดที่มีการกระจายไม่สม่ำเสมอ และหัวฉีดที่มีอัตราการฉีดพ่นต่างไปจากค่าเฉลี่ยมากกว่า 10% ตัวอย่างเช่น ถ้าอัตราการฉีดพ่นของหัวฉีดแต่ละหัวเฉลี่ย 1,200 ลูกบาศก์เซนติเมตรหัวฉีดที่มีอัตราการฉีดพ่นต่ำกว่า 1,080 ลูกบาศก์เซนติเมตร หรือสูงกว่า 1,320 ลูกบาศก์เซนติเมตร ต้องเปลี่ยนหัวฉีดใหม่

3.6.5 การปรับตั้งอัตราการฉีดพ่น (Calibration) บริษัทผู้ผลิตเครื่องพ่นยาจะมีตารางแสดงอัตราการฉีดพ่น สำหรับหัวฉีดขนาดและความดันต่าง ๆ ซึ่งอาจใช้ความเร็วมาตรฐานเป็น 6.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และแนะนำให้ผู้ใช้เปลี่ยนความเร็ว เพื่อปรับอัตราการฉีดพ่นได้เล็กน้อย การตรวจสอบทำได้ดังนี้

1. เติมน้ำให้เต็มจนถึงคอถัง ทำเครื่องหมายระดับน้ำไว้ทั้งหน้า และหลัง ทำการทดลองโดยใช้หัวฉีด ความเร็วรอบเครื่องและเกียร์ที่จะใช้จริงเมื่อฉีดพ่นในแปลง

2. วัดระยะทาง 100 เมตรในแปลง

3. วิ่งรถพ่นน้ำระยะ 100 เมตร จับเวลา เมื่อหยุดรถให้เติมน้ำ ลงไปในถังให้ถึงเครื่องหมายเดิมที่ทำไว้ วัดปริมาณน้ำที่เติมลงไปด้วยกระบอก ตวง

4. ใช้ตารางอ่านค่าอัตราการฉีดพ่นเพื่อเปรียบเทียบ

5. ถ้าจำเป็นให้ปรับตั้งและทดสอบใหม่

3.6.6เทคนิคการใช้งาน

1. เมื่อฉีดพ่นยาในแปลง จะต้องรักษาความเร็วและความดันให้คงที่เช่นตอนที่ปรับตั้ง

2. ขณะทำงานต้องคอยสังเกตและระมัดระวังสิ่งต่อไปนี้

- การอุดตันของหัวฉีด สังเกตจากมาตรวัดความดัน
- ขับรถให้ตรงแนวที่ปักทำเครื่องหมายไว้
- รอยรั่วที่อาจเกิดขึ้นระหว่างทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สภาพอากาศ โดยเฉพาะเมื่อมีลมพัด
- อย่าให้น้ำยาหมดถัง เพื่อป้องกันปั๊มทำงานโดยไม่มีน้ำยา
- ระวังสิ่งกีดขวางที่อยู่ในแปลง

ตัวอย่างการใช้กราฟมาตรฐานในการปรับตั้งเครื่องพ่นยา คือ สมมุติหน้ากว้างในการทำงานของเครื่องพ่นยาเป็น 15 เมตร ฉีดพ่นด้วยอัตรา 200 ลิตรต่อเฮคตาร์ (ตามเส้นประ) เมื่อทดลองวิ่งระยะ 100 เมตรจะฉีดพ่นน้ำยาได้ 30 ลิตร

<u>เมื่อเข้าสู่พื้นที่การทำงาน ควรปฏิบัติตามลำดับดังต่อไปนี้</u>

1. กางแขนพ่นก่อนแล้วจึงยืดแขนพ่นออกไป
2. เปิดวาล์วให้น้ำยาสารเคมีไหลออกที่หัวฉีด
3. เดินเครื่องเรือให้เคลื่อนที่ไปด้วยอัตราที่กำหนด (ประมาณ 6.4 กม./ชม.)
4. ในการเลี้ยวเรือเพื่อเปลี่ยนร่องน้ำ ควรที่จะปิดวาล์วและจัด เก็บแขนพ่นให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันการพลิกคว่ำของเรือ เนื่องจากแขนพ่นมีความยาวมาก
5. เมื่อเสร็จการทำงานควรทำตามลำดับดังนี้ ปิดวาล์วหดแขนพ่นกลับ เก็บแขนพ่นให้เข้าที่

3.6.7 การบำรุงรักษา

เครื่องพ่นยาจะมีอายุการใช้งานยาวนาน ถ้าหากมีการดูแลและเก็บรักษาอย่างเหมาะสมเมื่อหมดฤดูการทำงาน ขั้นตอนการปฏิบัติในการเก็บรักษาให้เครื่องพ่นยามีสภาพพร้อมจะทำงานในฤดูต่อไปคือ

1 ทำความสะอาดให้ทั่วทุกส่วนหลังจากเสร็จงานด้วยน้ำสบู่ทั้งภายนอกและภายใน รวมทั้งเดินเครื่องปั๊มให้ผ่านแขนพ่นและหัวฉีดด้วย แล้วล้างออกด้วยน้ำมาก ๆ ขณะล้างทำความสะอาดให้ใส่เครื่องป้องกัน เพื่อไม่ให้ ตัวสัมผัสถูกน้ำยาด้วย

2. ปั๊มให้น้ำมันโซล่าผ่านเข้าไปในระบบจนถึงหัวฉีด
3. ถอดทำความสะอาดรองน้ำยา (Line strainer) แล้วใส่ กลับเข้าที่
4. หัวฉีดและกรองหัวฉีดถอดมาแช่ในน้ำมันโซล่า แล้วใช้หัวฉีดชนิดไม่มีรูฉีด (Blank strainer) ปิดกันฝุ่นละอองเข้า
5. ตรวจซ่อมรอยรั่วซึมและข้อต่อต่าง ๆ รวมทั้งซีลและแหวนยาง
6. ปล่อยแรงดันที่ปั๊มออกจนหมด คลายแรงดึงสปริงให้หลวมทุกจุด
7. เก็บในที่ร่ม อย่าให้ถังน้ำยาถูกแดด โดยเฉพาะถังที่ทำด้วย วัสดุสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบและการคำนวน

4.1 ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องพ่นสารเคมีควบคุมด้วยวิทยุบังคับ

การแก้ปัญหาของเครื่องเดิมจำเป็นจะต้องรู้สาเหตุของปัญหา ดังนั้นจึงต้องทำการทดลองการทำงานของเครื่องเดิมโดยแยกออกทดลองการทำงานของแต่ละส่วน เพื่อหาข้อบกพร่องแล้วทำการแก้ปัญหาปรับปรุงและพัฒนาในส่วนนั้นๆ โดยหาทฤษฎีมาอ้างอิงเพิ่มเติมเพื่อการออกแบบกลไกและส่วนบระกอบใหม่ในส่วนที่ควรจะแก้ไข ในส่วนที่มีการทำงานที่ดีอยู่แล้วก็ยังคงนำมาใช้งานต่อไป

4.2 การทดลองการทำงานส่วนต่าง ๆของเครื่องพ่นสารเคมีเดิม

4.2.1 จุดประสงค์

1.เพื่อศึกษาการทำงานของระบบต่างๆภายในเครื่อง

2.เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของการทำงานระบบต่างๆภายในเครื่องก่อนทำการถอดอุปกรณ์ต่างๆออกมาชั่ง เพื่อหาน้ำหนักจริงของแต่ละชิ้นส่วน

4.2.2 วิธีการทดลอง

1.ทดลองการทำงานของระบบพ่นสารเคมี โดยทำการทดลองบนบก จะการทำงาน หาข้อบกพร่องของระบบแล้วบันทึกผล

2 ถอดระบบพ่นสารเคมีออกจากเครื่องเพื่อให้เครื่องมีน้ำหนักเบาพอที่จะสามารถลอยน้ำได้โดยเหลือไว้เฉพาะระบบขับเคลื่อนและระบบควบคุม

3.ทดลองการทำงานของระบบควบคุมและระบบขับเคลื่อนโดยทำการทดลองบนบก สังเกตุการทำงานและหาข้อบกพร่องของระบบ บันทึกผลการทดลอง

4.นำอุปกรณ์พ่นสารเคมีที่ถอดออกชั่งน้ำหนักที่ละส่วน เพื่อหาน้ำหนักที่แท้จริง

5.นำเครื่องพ่นสารเคมีลงทดลองในน้ำ วัดระยะกินน้ำลึก บันทึกผลการทดลอง

6.สตาทร์เครื่องยนต์ทดสอบระบบขับเคลื่อน และระบบควบคุม สังเกตุหาข้อ บกพร่องของการทำงานแต่ละระบบ แล้วบันทึกผล

7.นำเครื่องขึ้นบนบกแล้วทำการถอดเครื่องยนต์และกลไกการขับเคลื่อนทั้งหมดออกแล้วทำการชั่งน้ำหนักแต่ละอุปกรณ์ บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดลองสามารถแสดงผลการทดลองออกเป็นของแต่ละระบบได้ดังนี้

4.2.3.1 .ระบบฉีดพ่น ส่วนประกอบสำคัญดังต่อไปนี้

-แขนพ่น มีขนาดยาวข้างละ 2.5 เมตร หัวฉีดจำนวนข้างละ 4 ตัวมีน้ำหนักรวม 4 kgจุดบกพร่อง หัวฉีดตัวสุดท้ายของแขนพ่นด้านขวามองจากหน้าเครื่องเกิดการแตกหัก

-ถังน้ำยาสารเคมีพร้อมแขนพ่น 4 kg (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 ซม. ยาว 62 ซม.)

-กลไกการทำงานแขนพ่น 14 kgประกอบด้วย มอเตอร์12 V DC และชุดเฟืองทด จำนวน 2 ชุด

จุดบกพร่อง

1.เพลาส่งกำลังจากมอเตอร์ตัวหนึ่ง ไปยังเฟืองทด คดงอเนื่องจากการเชื่อมเพลาไม่ตรง

2.มอเตอร์ให้แรงบิดน้อยเกินไป เนื่องจากต้องใช้แรงบิดมากในการยกแขนขึ้นลง และการกางเข้า-ออกทำให้การทำงาน ของกลไกหยุดการทำงานในบางจังหวะ ซึ่งอาจจะทำให้กลไกและมอเตอร์เสียหายได้

3.ไม่มีการจำกัดมุมของการกางเข้า-ออกและขึ้น-ลงของแขนพ่นอีกทั้งไม่มีการล็อคตำแหน่งที่มั่นคงของแขนพ่นทำให้กลไกอาจเสียหายได้เมื่อเกิดเหตุสุดวิสัยหรือเมื่อระบบควบคุมเกิดการผิดพลาดขึ้น

4.การทำงานของกลไกของแขนพ่น ช้าเกินไป เนื่องจากการใช้เฟือง ทดรอบต่ำเกินไป

5.กลไกแขนพ่นมีน้ำหนักมากเกินความจำเป็นโดยสามารถทำให้ระบบมีน้ำหนักเบาลงได้ ขณะที่สามารถทำงานได้ดังเดิม เช่นใช้โซ่ที่มี ขนาดและน้ำหนักน้อยกว่าเดิม

6.กลไกแขนพ่นมีความยุ่งยากมากเกินไปสามารถทำระบบที่มีขนาดและน้ำหนักที่เบากว่าแทนได้

-เสาแขนพ่น 10 kg จุดบกพร่อง มีน้ำหนักและความยาวมากเกินความจำเป็น

-เหล็กยึดกลไก 12 kg จุดบกพร่อง มีน้ำหนักมากเกินความจำเป็น

4.2.3.2. ระบบขับเคลื่อนและบังคับเลี้ยว มีส่วนประกอบสำคัญดังนี้

(1).ครัทช์แม่เหล็กไฟฟ้า จำนวน 4 ตัว	น้ำหนักรวม	16	kg
(2).เพลาส่งกำลัง จำนวน 7 ท่อน	น้ำหนักรวม	10.2	kg
(3).โซ่และจานโซ่ จำนวน 2 ชุด	น้ำหนักรวม	7	kg
(4).พลูเลย์และสายพาน	น้ำหนักรวม	2	kg
(5).เฟือง	น้ำหนักรวม	2	kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6).ลูกปืนตุ๊กตา จำนวน 12 ตัว น้ำหนักรวม 120 kg

(7).เพลาถ่ายกำลัง น้ำหนักรวม 5 kg

(8).เครื่องยนต์ น้ำหนักรวม 20 kg

(9).ใบจักร น้ำหนักรวม 13 kg

(10).แบตเตอรี่ น้ำหนักรวม 7 kg

จุดบกพร่องโดยรวมมีดังนี้

1.เพลาส่งกำลังมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น สามารถใช้เพลาที่มีขนาดเล็กลงแทนได้โดยไม่มีผลกระทบใดๆ

2.การใช้โซ่ในการส่งกำลังไม่เหมาะสมเนื่องจากโซ่มีน้ำหนักมากสามารถเปลี่ยนมาใช้สายพานแทนได้ โดยไม่มีการลื่น เนื่องจากโหลดไม่มาก

3.ใบจักรมีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น ทำให้มีน้ำหนักมากและต้องใช้ แรงขับสูง เนื่องจากมีโมเมนต์ความเฉื่อยมาก

4.ไม่มีระบบการกวดแน่นสายพานทำให้สายพานยาน เกิดการลื่นขึ้น

5.กลไกกินเนื้อที่ภายในเครื่องมากเกินไป สามารถปรับปรุงให้มีเนื้อที่ น้อยลงได้ โดยการทำงานยังคงเหมือนเดิม

*3.*ระบบฉีดพ่น ส่วนประกอบสำคัญมีดังนี้

(1).วิทยุบังคับ ขนาดส่งได้ 7 ช่องสัญญาณ

(2).ตัวรับสัญญาณวิทยุ พร้อมแบตเตอรี่ 6 V

(3).เซอร์โว จำนวน 6 ตัว

(4).สวิทช์ ปิด-เปิด สำหรับส่งไฟไปยัง ครัทช์แม่เหล็กไฟฟ้า จำนวน 4 ตัว

(5).สวิทช์ 3 ทาง สำหรับกลับทางหมุนของมอเตอร์ ในระบบพ่นสารเคมี

จุดบกพร่องโดยรวมมีดังนี้

1.กลไกการปิด-เปิดสวิทช์ โดยใช้เซอร์โวควบคุมยุ่งยากมากเกินไปอีกทั้งยังให้ผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอนเกิดความผิดพลาดในการบังคับบ่อยโดยเฉพาะอย่างยิ่งการควบคุมสวิทช์ควบคุมการหมุนของมอเตอร์ระบบพ่นสารเคมี ไม่สามารถควบคุมตำแหน่งที่แน่นอนได้

2.สายไฟมีความยาวมากเกินความจำเป็น ทำให้เกะกะพื้นที่

3.การส่งสัญญาณของเครื่องส่งเกิดการคลาดเคลื่อนขณะเปิดสวิทช์เริ่มทำงาน โดยทำให้เซอร์โวหมุนเปลี่ยนตำแหน่งไปจากตำแหน่งที่ใช้งานเป็นผลให้การควบคุมผิดพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.สวิทช์ที่ใช้ไม่เหมาะสม เนื่องจากควบคุมการปิด-เปิดยาก

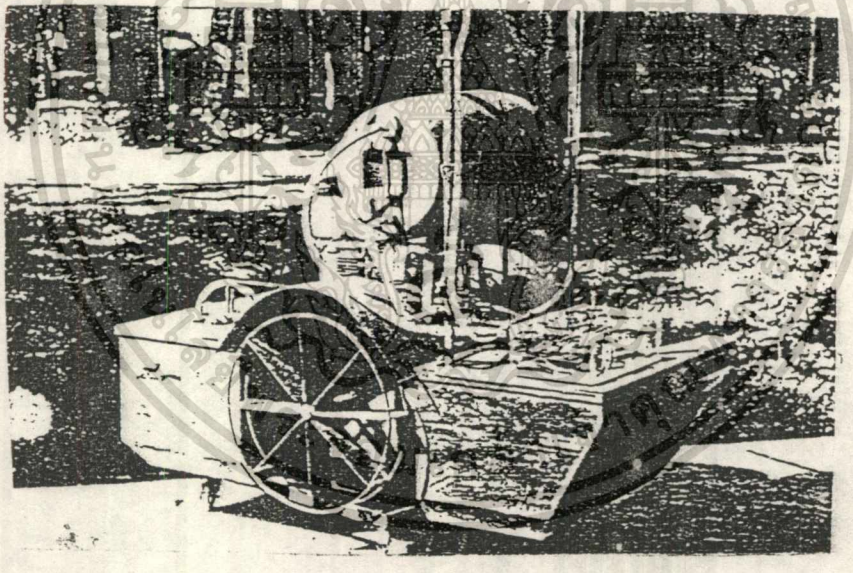
4.2.3.4.ระบบฉีดพ่น ลักษณะของทุ่นเป็นรูปตัว I มีมิติดังรูป หลังจากถอดระบบพ่นสารเคมีออกแล้วได้นำเครื่องลงทดลองในน้ำบันทึกผลการทดลองได้ ดังนี้

- ทุ่นเกิดการทริมทางท้าย โดยกินน้ำลึกทางท้าย 27 ซม. กินน้ำลึกทางหัว 18 ซม. โดยเฉลี่ยแล้วกินน้ำลึกประมาณ 25 ซม. เนื่องจากจุดศูนย์ถ่วงอยู่ทางท้าย เมื่อเครื่องออกวิ่งไม่สามารถทรงตัวอยู่ได้ จะพลิกคว่ำเสียก่อน

วิเคราะห์สาเหตุของการจมและการไม่เสถียรของเครื่องเดิม

1 เนื่องจากเรือมี free board (ระยะที่วัดจากผิวน้ำถึงกราบเรือ) น้อยเกินไปและจะต้องรับน้ำหนักมากเมื่อเกิดแรงกระทำเนื่องจากคลื่นจากใบจักรทำให้ระยะ free board หมด

2 จุด cg ของเครื่องเดิมอยู่สูงมากจะเกิดลักษณะ top heavy (น้ำหนักอยู่ตำแหน่งสูง) ทำให้เครื่องมีการโคลงทางข้างได้ง่าย ซึ่งจะทำให้จมในที่สุด จุด cg ไม่ ควรเกิน 60% ของความลึกของเรือ (0.6d)



รูปที่ 12 เครื่องพ่นสารเคมีเดิม

วิธีแก้ไข

1 เพิ่มมิติ(dimention)ของเครื่องใหม่ (ความกว้าง ความยาว)

2 เสริมความลึกของตัวเรือให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.เมื่อเสริมความลึกของตัวเรือแล้วพยายามให้น้ำหนักอุปกรณ์ส่วนใหญ่อยู่ต่ำมากที่สุด เท่าที่จะต่ำได้

การคำนวนหาความเสถียรของเครื่องพ่นสารเคมีเดิม

1 การคำนวณหาระยะที่จมของเครื่อง (h)

การคำนวณหาระยะที่จมนั้นจะคำนวณโดยอาศัยหลักของแรงลอยตัว เมื่อวัตถุจมอยู่ในน้ำและหยุดนิ่งจะมีแรงมากระทำเพื่อไม่ให้วัตถุจม

สูตร แรงลอยตัว = ปริมาตรส่วนที่จมของทุ่น

$$W = R = \rho' gV$$

$$\rho' gV = W = Mg$$

$$V = M/\rho$$

โดยที่ R = แรงลอยตัว

W = แรงเนื่องจากน้ำหนัก

ρ = ความหนาแน่นของน้ำ

V = ปริมาตรส่วนที่จมของทุ่น

M = น้ำหนักรวม(น้ำหนักทุ่น+น้ำหนักอุปกรณ์)

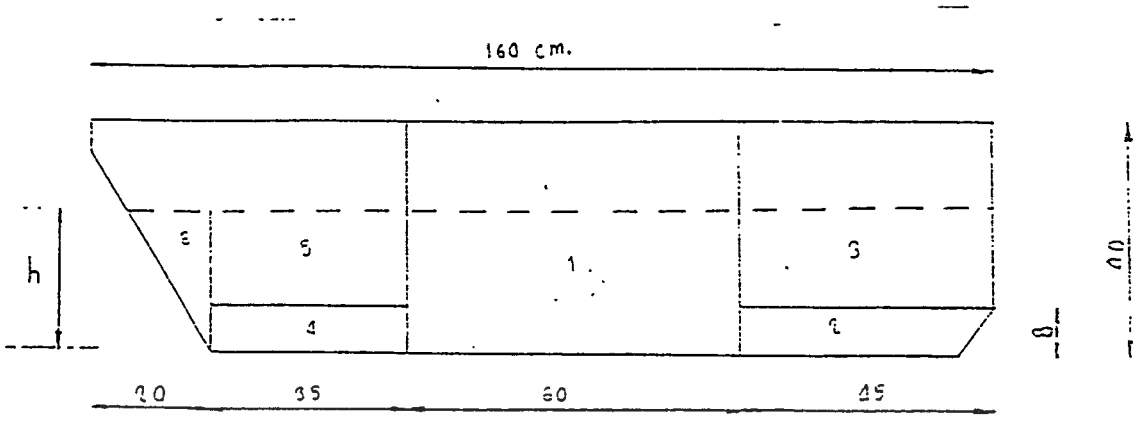
น้ำหนักรวมของเครื่อง (จากการชั่งจริงเมื่อวันที่ 1 8 / 9 / 253 8)

เครื่องยนต์	15 kg
ตัวทุ่น	80 kg
ถังน้ายา(เติมครึ่งถัง)	45 kg
แบตเตอรี่	10 kg
ปั๊มสารเคมี	7 kg
ชุดส่งกำลัง	60 kg
ใบพัด2ตัว	13 kg
แขนพ่น2แขน	15 kg
ชุดแขนพ่น	25 kg
น้ำหนักรวม	275 kg

$$V = M/\rho = 275/1000$$

$$V = 0.275$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 แสดงการหาระยะที่จมของทุ่น

จากรูปเราแบ่งปริมาตรในส่วนที่จมออกเป็น 6 ส่วน คือ

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6$$

โดยที่

$V_1 = 0.6*0.5*h = 03h$

$V_2 = 0.45*0.8*.08-2(0.37*.08*.08*0.5) = 0.024$

$V_3 = 0.45*0.8*(h-0.08) = (0.36h-0.0288)$

$V_4 = 0.35*0.8*0.08-2(0.35*0.08*0.08*0.5) = 0.028$

$V_5 = 0.35*0.8*(h-0.08) = (0.28h-0.0244)$

$V_6 = 0.5.\ 0.12*h*0.8 = 0.48h$

$0.3h+0.04+(0.36h-0.0288)+0.028+(0.28h-0.0244)+0.48h = 0.275$

$0.988h+(8/10000) = 0.275$

$h = 0.2775$

ระยะfree board $= 0.4-0.2775 = 0.1225$

ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เครื่องพ่นสารเคมี 1 มีระยะ free board น้อยจริง

การคำนวนหา metacentric height

ประมาณจุด cg จากรูป (คิดเฉพาะ vcg) vcg คือ น้ำหนักของ cg ของวัตถุต่างๆที่ห่างจากท้องเรือ ทางภาพตัด ดังรูป ค่า vcg วัดเมื่อ วันที่ 18/9/2538

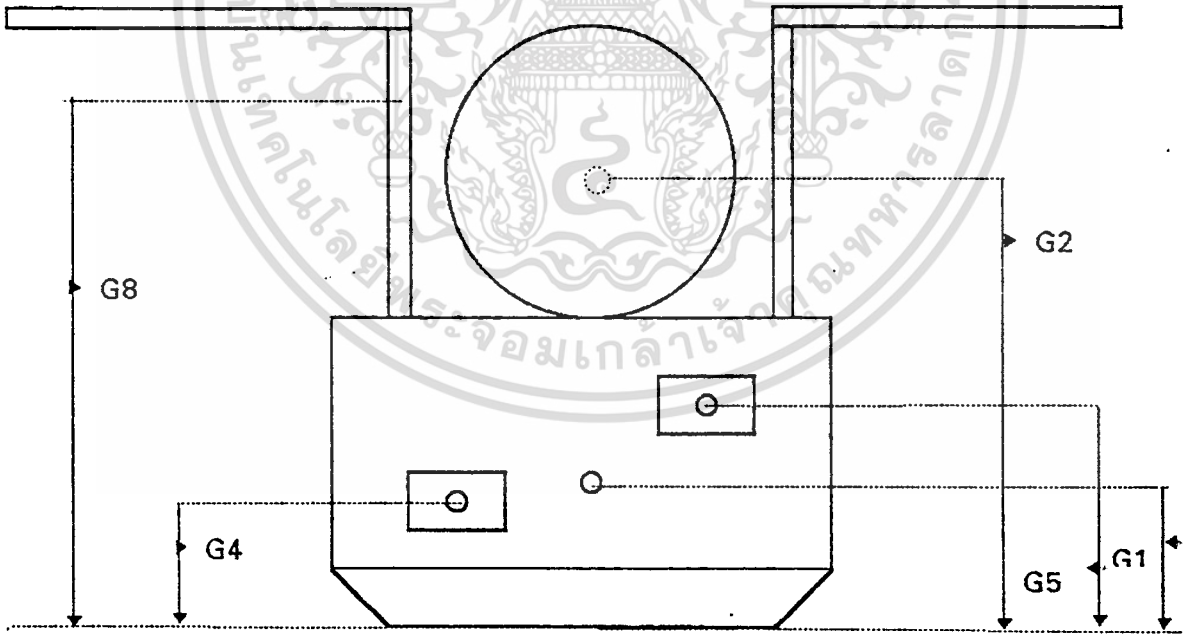
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ W =น้ำหนักรวมทั้งหมดของเครื่อง (kg) G = จุดศูนย์กลางรวมของเครื่อง(m)

W_1 =	80	G_1 =	0.23
W_2 =	45	G_2 =	0.94
W_3 =	20	G_3 =	0.58
W_4 =	10	G_4 =	0.11
W_5 =	7	G_5 =	0.50
W_6 =	60	G_6 =	0.25
W_7 =	13	G_7 =	0.265
W_8 =	15	G_8 =	1.2
W_9 =	25	G_9 =	0.285

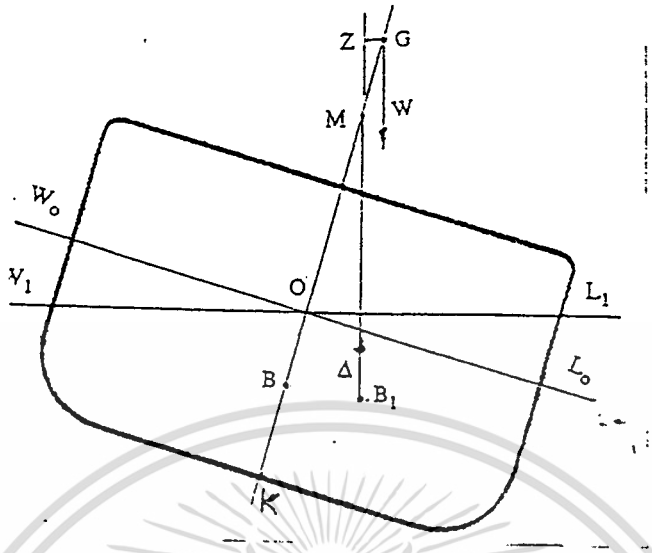
แทนสูตร $W.G = W_1 G_1 + W_2.G_2 + W_3.G_3 + W_4.G_4 + W_5.G_5 + W_6.G_6 + W_7G_7 + W_8G_8 + W_9G_9$

จะได้ G = cg = 0.438 = vcg นั่นเอง



รูปที่ 14 ประมาณจุด cg จากรูป (คิดเฉพาะ vcg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่15 โมเมนต์ของความลอยมีค่าเป็นลบ

K = KEEL แปลว่ากระดูกงู ซึ่งอยู่ใต้ท้องเรือ จึงถือว่าจุด K เป็นจุด bottom เมื่อได้ค่า vcg แล้ว

BM = I/V

Iyy = 1/12bh -2(I y' + Ay').

=1/12*1.6*0.8*0.8*0.8 - 2(1/12*0.6*0.15*0.15*0.15 +0.6*0.15*0.375*0.375)

=0.04235 m

BM = 0.04235/0.275 =0.154 m

KB = h/2 = 0.2775/2 = 0.13875 m

KM = KB + BM = 0.13875+0.154 = 0.29275 m

KG = 0.438 = vcg

MG = KM - KG = 0.29275-0.438 = -0.14525 m

ค่า metacentnc height ติดลบแสดงว่า เครื่องพ่นสารเคมี 1 ไม่เสถียร

โมเมนต์ที่ทำให้เรือพลิก T = W.MG.sinθ

ตามหลัก มุมเอียงของเรือจะไม่เกิน 5

T = 275*(-0.14525)*sin 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 275*(-0.14525)*0.087

T = -3.481 kg-m

ต้องใช้โมเมนต์ด้าน 3.481 kg-m เรือจึงกลับสู่สภาพสมดุล

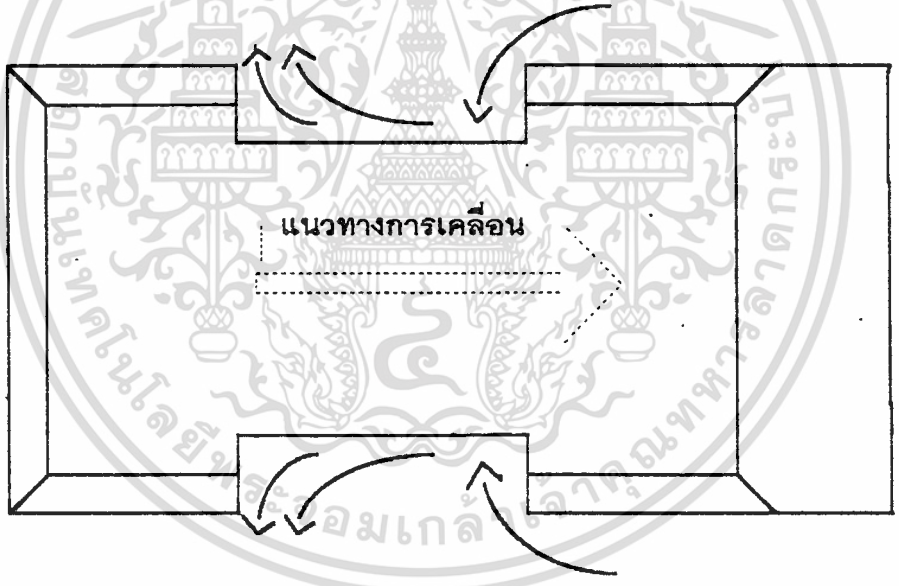
4.2.3.5.แรงต้านต่อการเคลื่อนที่ของเครื่องพ่นสารเคมี สังเกตการทดลองได้ผลดังนี้

-ใบจักรดีน้ำเข้าในตัวทุ่น เนื่องจากกระบังน้ำบังไม่สนิท

-ในการเคลื่อนที่ไปด้านหน้าเครื่องเคลื่อนที่เป็นทางตรง โดยในตอนเริ่มเครื่องเคลื่อนตัวออกช้ามาก เนื่องจากรูปร่างของทุ่นมีส่วนที่หน่วงการเคลื่อนที่อยู่

-การเลี้ยวของเครื่อง สามารถเลี้ยวได้ด้วยมุมที่แคบ แต่เนื่องจากในการหมุนกลับของใบจักรข้างซ้ายเกิด การลื่นขึ้น จึงหมุนได้ช้ากว่าข้างขวาการเลี้ยวจึงไม่สมบูรณ์

-การถอยหลังของเครื่องทำไม่ได้เนื่องจากใบจักรข้างซ้าย หมุนช้ากว่า ข้างขวา



รูปที่ 16 แสดงแรงต้านการเคลื่อนที่ที่เกิดกับตัวเรือรับน้ำหนัก

4.3 การออกแบบเรือเพื่อรับน้ำหนักใหม่

จากการทดลองการทำงานของเครื่องพ่นสารเคมีเดิมสามารถสรุปข้อบกพร่องของทุ่นรับน้ำหนักได้ดังนี้

1.ทุ่นรับน้ำหนักมีมิติที่เล็กเกินไปเป็นสาเหตุของการพลิกคว่ำของเครื่องซึ่งเป็นผลมาจากข้อต่อไปนี้

-เครื่องมีระยะกินน้ำลึกที่มากเกินที่ได้ออกแบบเอาไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆไม่สามารถทำให้จุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำๆได้ทำให้จุดศูนย์ถ่วงรวมของเครื่องอยู่สูงจนเกินไป

2.รูปร่างของเครื่องเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของเครื่อง เนื่องจากมีจุดที่เป็นส่วนหน่วง 2 จุดดังนี้

- มุมของแผ่นเอียงด้านหน้ามากเกินไป ทำให้เกิดแรงต้านในแนงการเคลื่อนที่มาก

-ส่วนเว้าด้านข้างทำให้เกิดการไหลวนของน้ำซึ่งตามทฤษฎีแล้วจะทำให้เกิดการเสียพลังงานจำนวนมากในการขับเคลื่อน

4.3.1 ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาออกแบบทุ่นรับน้ำหนักใหม่

1.รูปร่างทุ่นรับน้ำหนักต้องง่ายต่อการประกอบและมีส่วนที่ด้านการเคลื่อนที่น้อย

2.มีมิติที่ใหญ่พอที่จะวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆได้โดยที่จุดศูนย์ถ่วงของแต่ละอุปกรณ์จะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงรวมของเครื่องอยู่ต่ำที่สุด

3.มีโครงสร้างที่แข็งแรง สามารถรับแรงบิดที่เกิดจากการเคลื่อนที่ในน้ำได้

4.มีขนาดใบจักรและตำแหน่งของใบจักรที่เหมาะสม สามารถทำให้เรือมีความเร็วได้ประมาณ 5 KM/Hr โดยที่ไม่ดีน้ำให้กระเด็นเข้ามาในเครื่องได้

5.ด้านหน้าของทุ่นจะต้องมีมุมเอียงมากพอที่จะทำให้เกิดแรงต้านการเคลื่อนที่ของน้ำน้อยๆได้

4.3.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ

1.สภาพการลอยตัวของวัตถุในของเหลว

2.แรงพยุงและศูนย์กลางของแรงพยุง

3.เมตาเซนเตอร์และความสูงเมตาเซนตริก

4.เสถียรภาพของวัตถุที่จม

5.การโคลงตัวของเรือในแนวทแยงแบบพิตชิ่ง

6.ทฤษฎีการทริมของเรือ

7.แรงที่กระทำกับโครงสร้างของเรือ

8.ความต้านทานของๆเหลวที่กระทำกับเรือ

9.ทฤษฎีโมเมนตัม

10.ทฤษฎีประสิทธิภาพการขับเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11 ทฤษฎีจุดศูนย์ถ่วงของวัตถุรูปทรงประกอบ

12.กฎสี่เหลี่ยมคางหมู,กฎของซิมสัน,กฎของซิไบเชฟและกฎของเกาส์ ใช้ในการหาจุดศูนย์กลางการลอยตัว,โมเมนต์ความเฉื่อย,และเซนทรอยด์ของพื้นที่

4.3.3 การออกแบบเรือรับน้ำหนัก

4.3.3.1 .ปริมาตรส่วนที่จม

น้ำหนักของอุปกรณ์ทั้งหมดรวมประมาณ 300 kg

ปริมาตรส่วนที่จมจะต้องเท่ากับน้ำหนักทั้งหมด(หลักของอาร์คีมีดีส)

ปริมาตรส่วนที่จม 300,000 cm^3.

4.3.3.2..ระยะกินน้ำลึก

ระยะกินน้ำลึกจะต้องสูงกว่าจุศูนย์ถ่วงของอุปกรณ์ทุกตัวจุดศูนย์ถ่วงของอุปกรณ์วัดจากพื้น
มีดังนี้

เครื่องยนต์	20.23	cm.
ถังเก็บน้ำยา	19.00	cm.
ปั๊ม	16.50	cm.
เรือรับบน้ำหนัก	20.00	cm.
ระยะกินน้ำลึกใช้ประมาณ	25.00	cm.

4.3.3.3 .มุมเอียงด้านหน้าของเรือ

จากสมการโมเมนตัม $F = \rho Q \Delta V$

$V_1 = V \sin\theta$

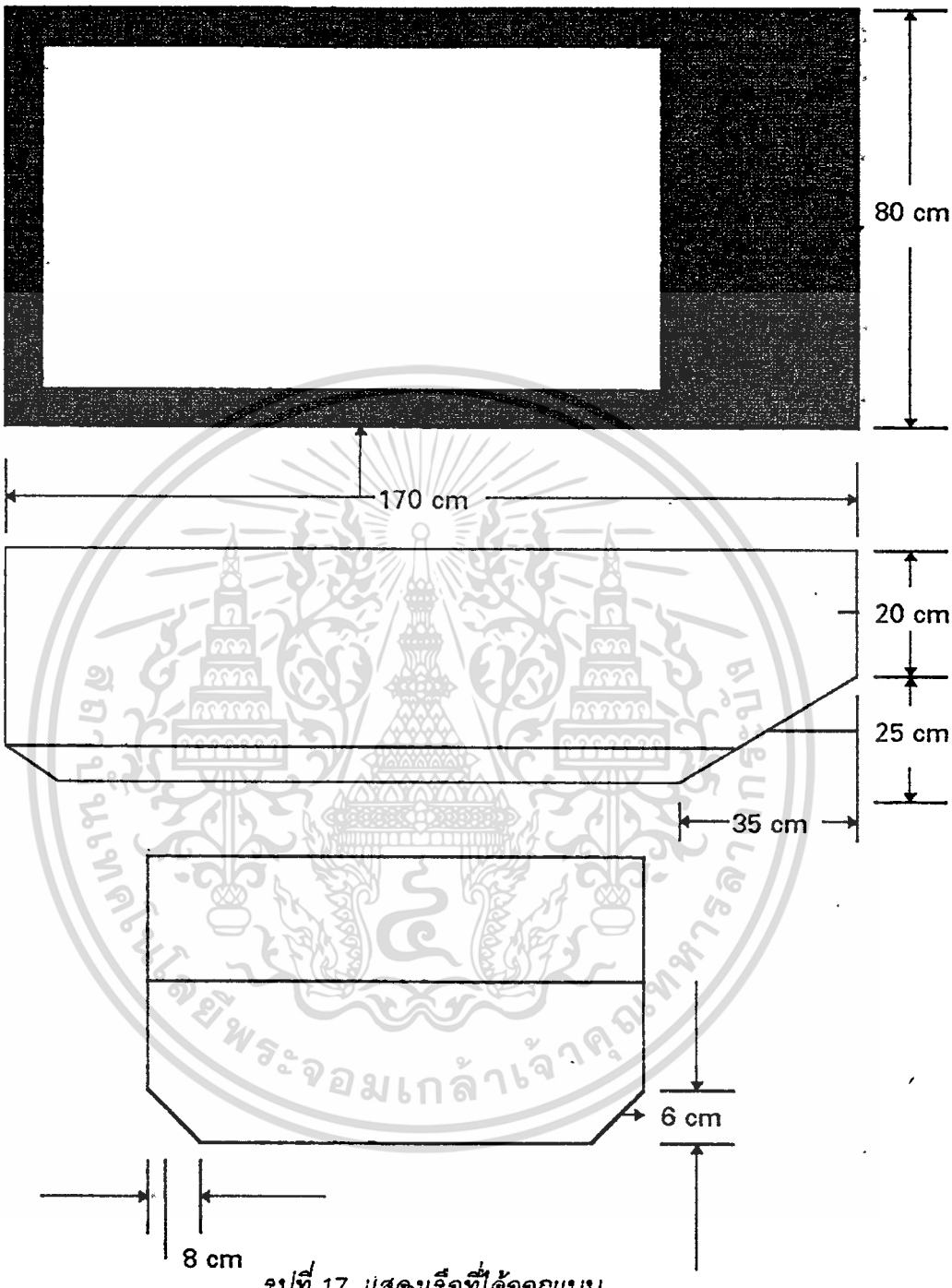
$F = \rho Q V_1 \sin\theta$

ขนาดของแรงจะลดลงเมื่อมุม θ ลดลง ฉะนั้นใช้มุม θ ขนาดน้อยกว่า 45 องศาและเพื่อความสะดวกในการ ตัดประกอบ ใช้มิติ 25*35 cm.

4.3.3.4 .มิติความกว้างและความยาว

ใช้ความกว้างจากทุ่นรับน้ำหนักเดิม 80.00 cm. ;คำนวนปริมาตรส่วนที่จมและมุมตัดแล้วจะได้ ความยาว 170.00 cm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 แสดงเรือที่ได้ออกแบบ

4.3.3.5.การคำนวนจุดศูนย์ถ่วง

$$A_tX_t = 2A_1X_1 + 2A_2X_2 + A_3X_3 + A_4X_4 + A_5X_5 + A_6X_6$$

$$A_t = 2(A_1+A_2) + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$$

$$A_1 = 6{,}974.6 \text{ cm}^2 \; ; \; X_1 = 64.226 \text{ cm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A_2 = 1,352.0 cm^2 ; X_2 = 67.240 cm

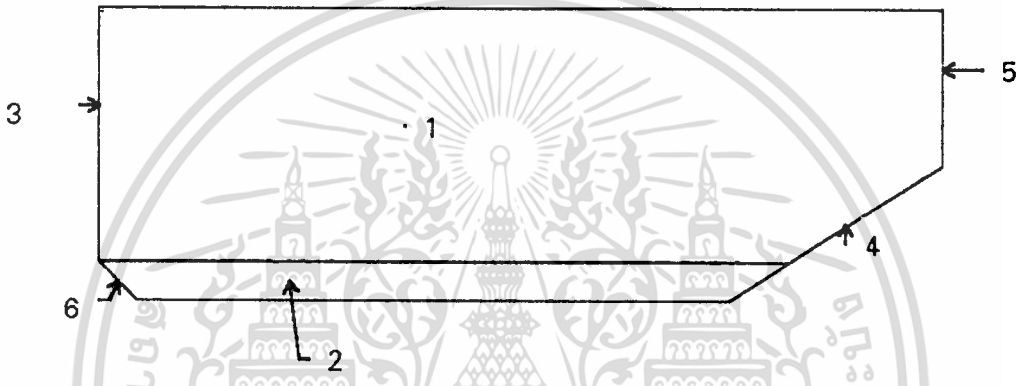
A_3 = 3,520.0 cm^2 ; X_3 = 0 cm

A_4 = 3,358.44 cm^2 ; X_4 = 152.9 cm

A_5 = 2,000.0 cm^2 ; X_5 = 170.0 cm

A_6 = 720.0 cm^2 ; X_6 = 3.85 cm

At = 34,885.04 cm^2 ; X_t = 80.54 cm



รูปที่ 18 แสดงการแบ่งพื้นที่ในการคำนวณหาจุดศูนย์ถ่วง

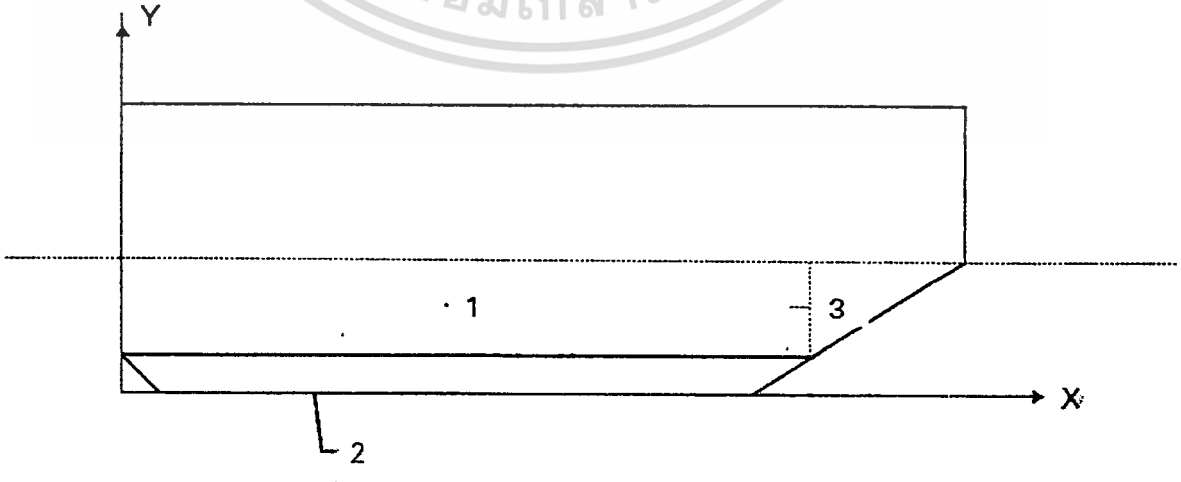
$A_tY_t = 2A_1Y_1 + 2A_2Y_2 + A_3Y_3 + A_4Y_4 + A_5Y_5 + A_6Y_6$

Y_1 = 28.55 cm ; Y_2 = 3.06 cm ; Y_3 = 28.00 cm

Y_4 = 12.79 cm ; Y_5 = 37.50 cm ; Y_6 = 3.45 cm

Y_t = 18.34 cm

4.3.3.6.การคำนวนจุดศูนย์กลางการลอยตัว



รูปที่ 19 แสดงการแบ่งปริมาตรในการคำนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$V_tX_t = V_1X_1 + V_2X_2 + V_3X_3$

$V_1 = 217,968 \ cm^3$; $X_1 = 71.7 \ cm$

$V_2 = 58,537.6 \ cm^3$; $X_2 = 72.0 \ cm$

$V_3 = 20,216 \ cm^3$; $X_3 = 152.7 \ cm$

$Vt = \underline{296,721.6} \ cm^3$, $X_t = \underline{76.68} \ cm$

$V_tY_t = V_1Y_1 + V_2Y_2 + V_3Y_3$

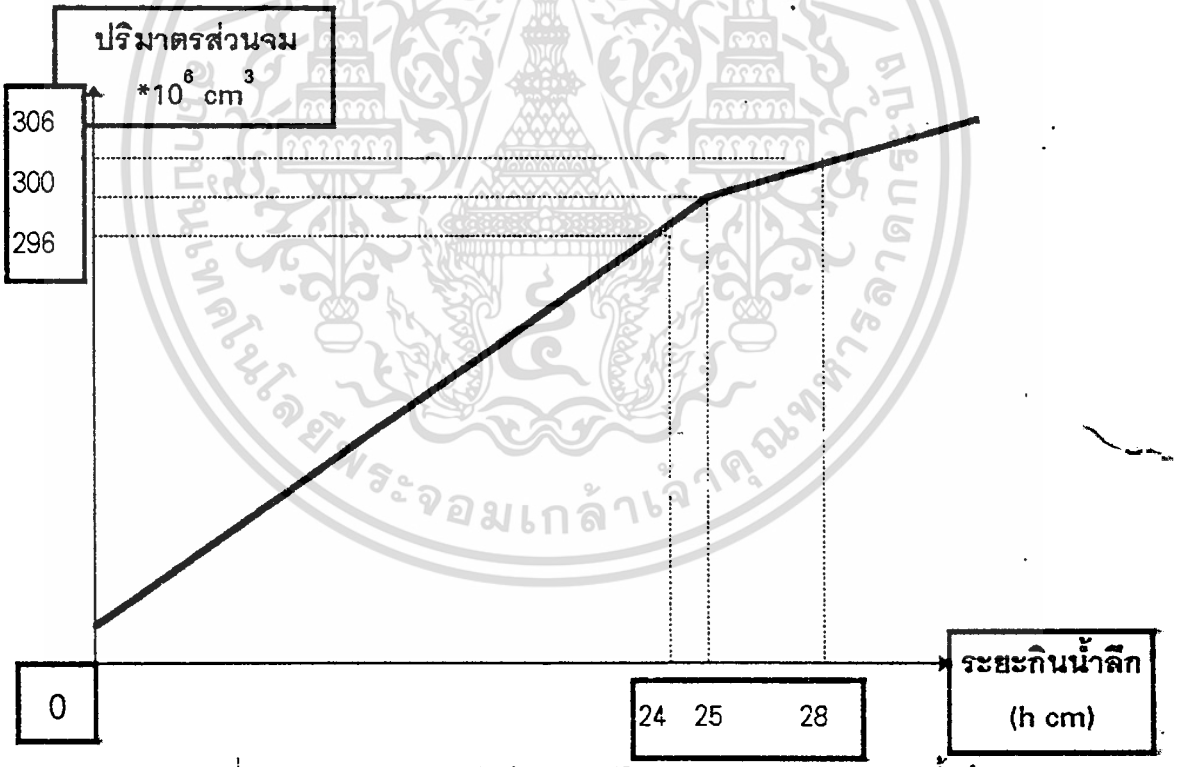
$Y_1 = 28.00 \ cm$ $Y_3 = 18.67 \ cm$

$Y_2 = 3.255 \ cm$ $Y_t = \underline{13.30} \ cm$

ดังนั้น จุดศูนย์กลางการลอยตัวของเรือ อยู่ที่

76.68 cm. วัดจากท้ายเรือ

13.30 cm. วัดจากท้องเรือ



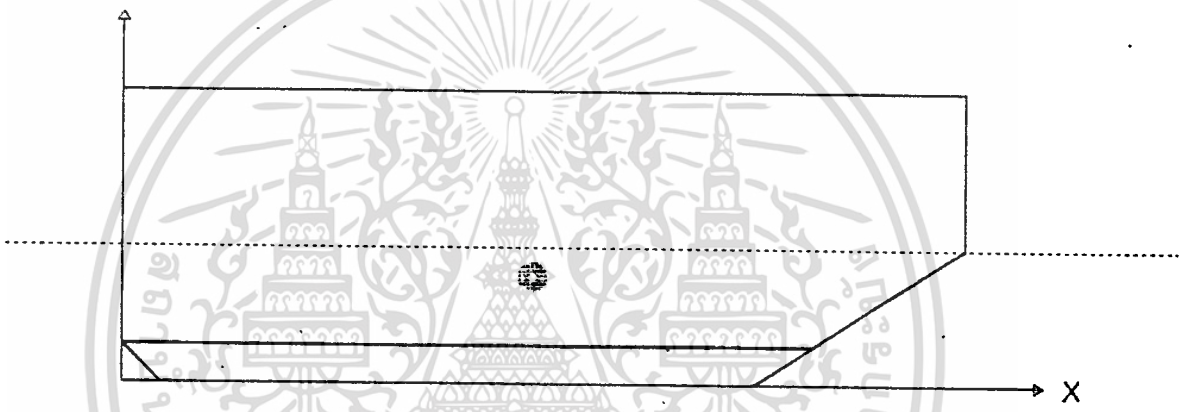
รูปที่ 20 *กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรส่วนจมและระยะกินน้ำลึก(h)*

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของเครื่องและจุดศูนย์กลางการลอยตัว ในการประกอบเครื่องพ่นสารเคมีเริ่มจากการติดตั้งระบบขับเคลื่อนและระบบส่งกำลังบนตัวทุ่นรับน้ำหนักแล้วจึงติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้งเครื่องยนต์,ปั๊ม,ถังน้ำยาและกลไกการพ่นสารเคมีลำดับดังนั้นจึงหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของอุปกรณ์ต่างๆที่จะประกอบกับระยะกินน้ำลึกดังนี้

ส่วนประกอบ	น้ำหนัก(kg)	X(cm)	Y(cm)
ทุ่น	90	76.77	4.84
ทุ่น+ระบบขับเคลื่อน	150	72.39	7.64
ทุ่น+ระบบขับเคลื่อน +เครื่องยนต์	165	73.35	8.15
น้ำหนักรวมทั้งหมด	296.72	73.60	13.3



รูปที่ 21 แสดงจุดศูนย์กลางการลอยตัว

4.4ใบจักร

4.4.1ปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาออกแบบใบจักร

1 ความเร็วของเครื่องพ่นสาร,เคมี

2.ระยะกินน้ำลึกของใบจักรจะต้องไม่เกิน 2/3 ส่วนของเส้นผ่าศูนย์กลางใบจักร

3.เป็นไปตามทฤษฎีโมเมนตัม

4.มีรูปร่างและขนาดกระทัดรัด และใช้แรงในการขับน้อย(โมเมนต์ความเฉื่อยน้อย)

4.4.2ขนาดของใบพาย เนื่องจากใบพายเดิมมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากเกินความจำเป็น อีกทั้งรูปร่างของใบพายยังทำให้ต้องใช้แรงในการขับเคลื่อนมากจึงได้ออกแบบปรับปรุงดังนี้

1.ลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของใบพายลงเหลือ 50 ซม.เพื่อความกระทัดรัดและดูสวยงาม

2.ลดจำนวนปีกของใบพายจาก 8 ใบเหลือ 6 ใบ เพื่อเพิ่มปริมาตรการไหล

3.เพิ่มความเร็วรอบที่ใช้กับใบจักรเป็น 505 รอบ/นาที โดยการไม่ใช้เพลาถ่ายกำลังเป็นการลดน้ำหนักของระบบส่งกำลัง

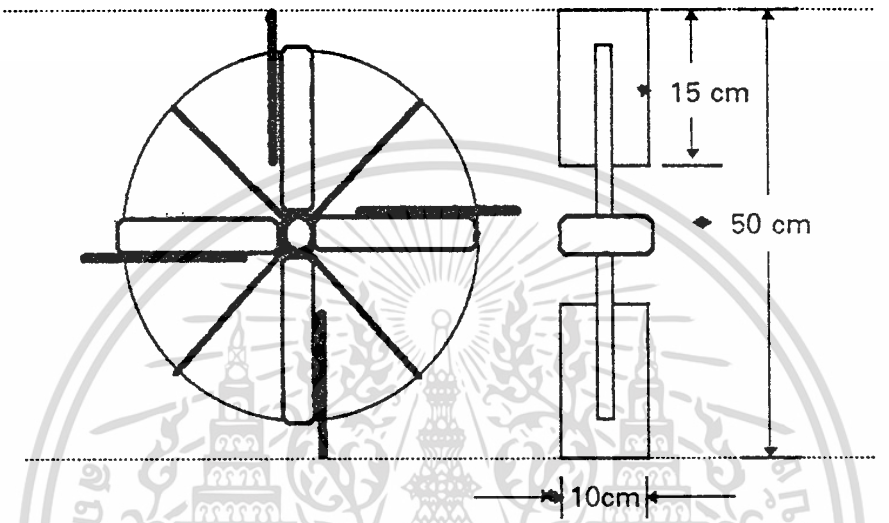
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ลดจำนวนปีกของใบพายจาก 8 ใบเหลือ 6 ใบ เพื่อเพิ่มปริมาตรการไหล

3.เพิ่มความเร็วรอบที่ใช้กับใบจักรเป็น 505 รอบ/นาที โดยการไม่ใช้เพลาถ่ายกำลังเป็นการลดน้ำหนักของระบบส่งกำลัง

4.ออกแบบรูปร่างปีกใบพายใหม่ให้มีโมเมนต์ความเฉื่อยน้อยลงกว่าเดิม เพื่อลดแรงที่ใช้ขับ

5.ใช้ขนาดความกว้างของใบพายเท่าเดิม คือ 10 ซม.



รูปที่ 22 แสดงใบพาย

4.5 การออกแบบ Boom sprayer

4.5.1.การออกแบบและเลือกใช้ขนาดแขนพ่น การออกแบบหรือการพิจารณาเลือกใช้ หัวฉีดกับแขนพ่นจะมีความสัมพันธ์กันโดยขนาดของแขนพ่นรวมทั้งความยาวของแขนพ่นจะถูกกำจัดด้วย อัตราการไหลจากหัวฉีดและจำนวนหัวฉีดเพื่อให้ได้อัตราการฉีดที่ต้องการ จากการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแปลงผักการอบๆปริมณฑล เช่นในจังหวัดฉะเชิงเทราแปลงผักจะมีขนาดใหญ่ตั้งแต่ความกว้าง 3.5 - 5.0 ม. ส่นคูน้ำจะอยู่ในเกณฑ์ความกว้าง 1.5 - 2.0 ม. ส่วนความลึกจากก้นคูถึงปลายของแปลงผัก ส่วนระดับน้ำจะอยู่ที่ระดับความลึก 0.8 - 0.9 ม. และชาวสวนมักจะปลูกพืชมาก เช่น ต้นหมากหรือไม้ผลยืนต้นที่ขอบแปลง

ส่วนแถบอำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ขนาดของแปลงจะเล็กกว่าแถบจังหวัดฉะเชิงเทรา หรืออยู่ในช่อง 4.4 - 6.5 ม. สวนคูน้ำมีขนาดใกล้เคียงกันแต่จะปลูกผักล้วนๆ การเลือกขนาดของแขนพ่นจะมีความสัมพันธ์กับพืชที่ต้องการพ่น ชั่วโมงการทำงานรวมทั้งความเร็วของเครื่องพ่นยาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2เงื่อนไขการพิจารณา

4.5.2.1 ในส่วนที่เป็นแขน เนื่องจากแขนที่เลือกใช้นั้นเป็นอลูมิเนียมซึ่งเป็นอลูมิเนียมที่มีขนาดบางเกินไป ทำให้โครงสร้างของแขนเกิดการโก่งและบิดตัว เพื่อเติมเครื่องฉีดพ่น ทำให้เป็นปัญหาในการควบคุมการยึดและหดของแขนพ่น ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุที่จะทำเป็นส่วนของแขนพ่น ควรเลือกอลูมิเนียมที่มีความหนามากกว่านี้ เช่น อลุมิเนียมที่ใช้ทำบันได เป็นต้น

4.5.2.2.ในส่วนของลวดที่ใช้ชักรอก ในการควบคุมการยืดหดของแขนพ่นจะต้องทำอยู่เสมอ

4.5.2.3.ในส่วนของอุปกรณ์ลดความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของแขนพ่น ควรจะติดตั้งลูกกลิ้งไว้ด้วย แต่ในแขนพ่นชุดที่ออกแบบนี้ไม่ได้ติดไว้ เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องขนาดของช่องว่างในอลูมิเนียมที่ใช้ทำแขนพน

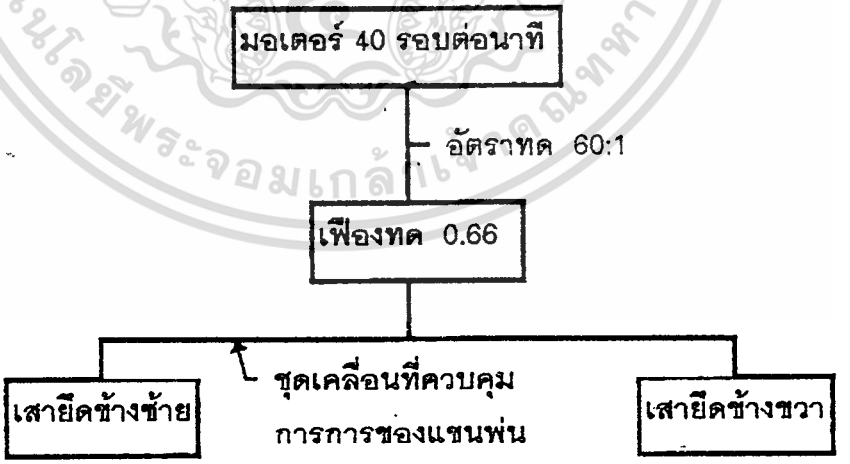
4.5.3. การออกแบบชุดพับเก็บแขนพ่น มีอุปกรณ์ดังนี้

-มอเตอร์ปักน้ำฝน

-เฟืองทด

-ชุดเคลื่อนที่ควบคุมการกางของแขนพ่น พร้อมราง

-ชุดเสายึดแขนพ่น



รูปที่ 23 แสดงแผนผังชุดพับเก็บแขนพ่น

โดยใช้มอเตอร์กระแสตรงเป็นต้นกำลัง ส่งผ่านเฟืองทดส่งกำลังผ่านไปที่เสายึดแขนพ่นทั้งสองข้าง พิจารณารูปประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 การออกแบบชุดปรับความยาวแขนพ่น หลักการคือ ใช้มอเตอร์ปัดน้ำฝนดึงลวดสลิงซึ่งยึดติดกับแขนท่อนที่สอง แขนท่อนที่สองนี้สามารถเลื่อนได้ดีบนรางซึ่งอยู่ในแขนท่อนที่หนึ่ง มอเตอร์สามารถหมุนได้สองทิศทาง

4.6 การออกแบบชุดส่งกำลังและการขับเคลื่อน (POWER & TRANSMITTION UNIT)

4.6.1 โครงสร้างและองค์ประกอบที่สำคัญ

-เครื่องยนต์ (ENGINE)

-คลัทช์แม่เหล็ก (MAGETIC CLUTCH)

-แบตเตอรี (BATTERY)

-ใบพาย (BLADE)

-เพลา มู่เลย์พร้อมสายพาน

-ชุดควบคุมการเคลื่อนที่ (CONTROL UNIT)

หลักการทำงานของชุดส่งกำลังและขับเคลื่อนโดยอาศัยชุดตีน้ำโดยใบพาย 2 ข้างหลักการทำงานของชุดขับเคลื่อนพิจารณารูปที่ 2 ประกอบ เริ่มจากเครื่องยนต์แล้วส่งผ่านกำลังไปเพลา 2 นี้จะส่งผ่านกำลังไปยัง Magnetic Clutch (MC)4.3 และ 4.4 โดยที่เพลาของ MC4.3 จะส่งผ่านกำลังไปยังเพลาของ MC4.1 โดยโซ่

ทำนองเดียวกับ MC4.4 ซึ่งส่งผ่านกำลังไปยังเพลาของ MC4.2 ซึ่งขณะเดียวกันตัวเพลา 2 จะส่งผ่านกำลังไปยังเพลา 3 โดยอาศัยเฟืองขบกันในอัตรา 1.35:1 โดยตัวเพลา 3 นี้ส่งผ่านกำลังไปยัง Magnetic Clutch4.1 และ 4.2 ซึ่งติดตั้งอยู่เพลาเดียวกันกับใบพายทั้งสองข้างการทำงานของ Magetic Clutch ทั้ง 4 ตัวขึ้นอยู่กับลักษณะการเคลื่อนที่ของเครื่องดังนี้

-เดินหน้า Magnetic Clutch 4.1 และ 4.2 ทำงาน

-ถอยหลัง Magnetic Clutch 4.3 และ 4.4 ทำงาน

-เลี้ยวซ้าย Magnetic Clutch 4.2 และ 4.3 ทำงาน

-เลี้ยวขวา Magnetic Clutch 4.1 และ 4.4 ทำงาน

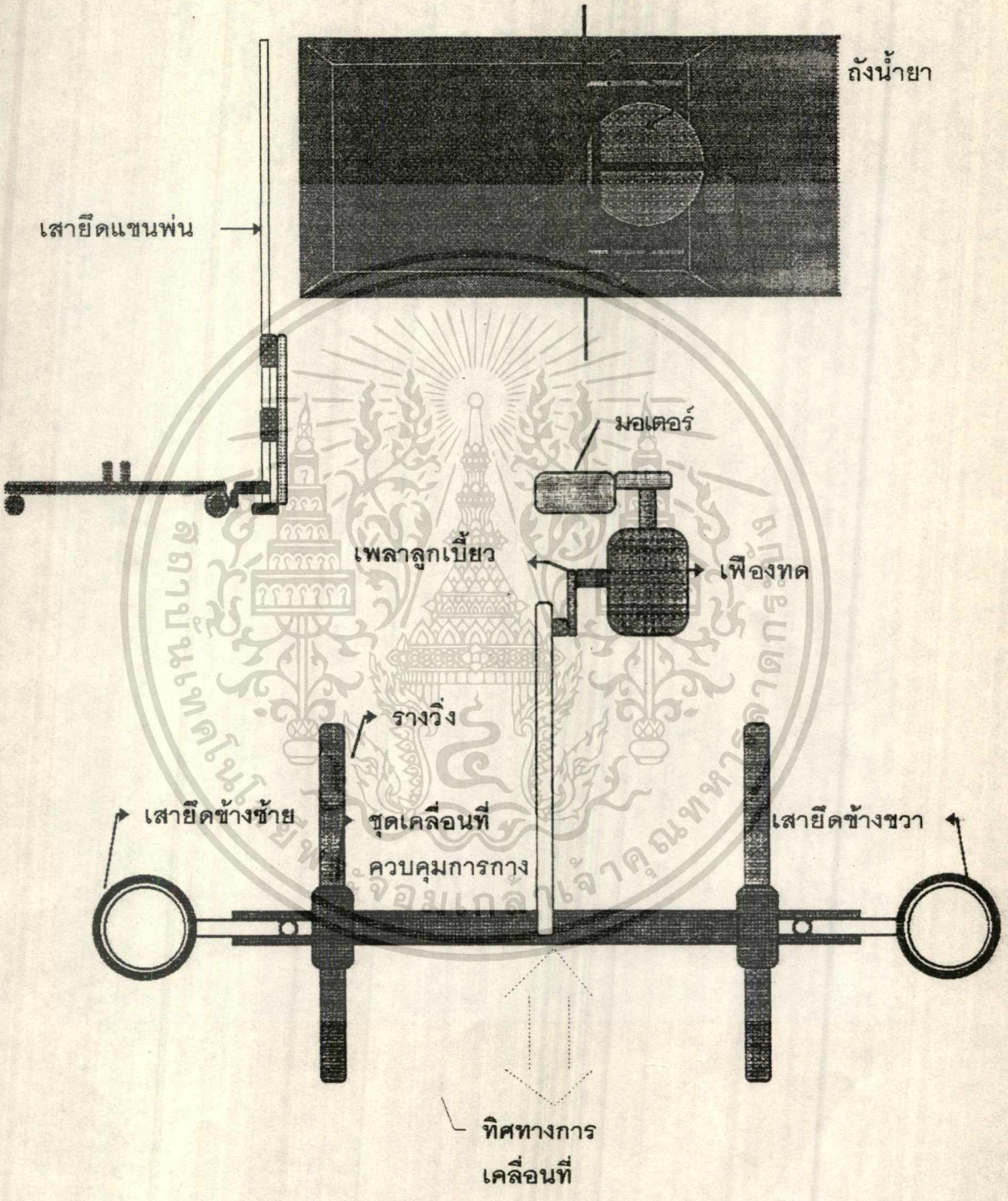
โดยที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ส่งให้กับเพลาชุดใบพายจะต้อง สัมพันธ์กับความเร็วรอบที่ไปขับปั้มพ่นสารเคมีดั้งนั้นในการทำงานจริง ๆ เราจะต้องคำนวณหาความเร็วรอบที่เพลาชุดใบพายที่ต้องใช้ขณะทำงาน เพื่อที่จะหาชุดส่งกำลังที่มีอัตราการทดที่เหมาะสมและถูกต้อง

เครื่องยนต์ (ENGINE) เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังของเครื่องพ่นสารเคมีเครื่องนี้โดยให้กำลังแก่อุปกรณ์ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

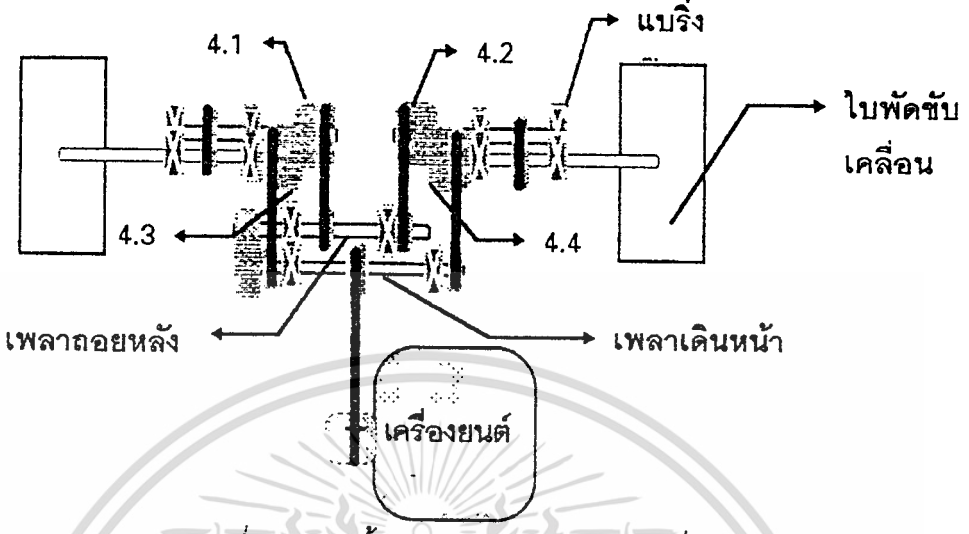
-ปั๊ม

-ชุดขับเคลื่อน



รูปที่ 24 แสดงชุดควบคุมการกางของแขนพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่25การติดตั้งชุดส่งกำลังและการขับเคลื่อน

ในการเลือกขนาดและประเภทของเครื่องยนต์มีเหตุผลประกอบการตัดสินใจดังนี้

-ให้กำลังเพียงพอในการขับปั้ม และชุดขับเคลื่อน

-ราคาถูก

-ประหยัดเชื้อเพลิง

-น้ำหนักเบากระทัดรัด

-ซ่อมแซมและดูแลรักษาง่าย

-มีประสิทธิภาพสูง

จากเหตุผลประกอบที่กล่าวมาทั้งหมดเราสามารถตัดสินใจเลือกเครื่องยนต์ดังนี้

เครื่องยนต์ที่ใช้<HONDA>

แบบเครื่องยนต์และวาล์ว	4 จังหวะ
วาล์วจะอยู่ด้านข้าง	
ปริมาตรกระบอกสูบ	197 CC
แรงม้าสูงสุดที่ n = 3600 rpm	5.2 Hp
แรงบิดสูงสุด	1.36 kg-m
การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง	290 g/ps/hr
ทิศทางการหมุนของเพลาใช้งาน ตามเข็มนาฬิกา	
น้ำหนักเครื่องยนต์	15.0 kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.2 ชุดส่งกำลังและขับเคลื่อน

โครงสร้างและอุปกรณ์ของชุดส่งกำลังและชุดขับเคลื่อน

-เครื่องยนต์

-คลัทช์แม่เหล็ก

-มู่เลย์พร้อมสายพาน

-จานโซ่พร้อมโซ่

-แบตเตอรี

-ชุดใบพาย

4.6.2.1 การคำนวณหาชุดส่งกำลังขับเคลื่อน

การเคลื่อนที่เครื่องพ่นสารเคมีอาศัยชุดตีน้ำโดยใบพาย 2 ข้างซึ่งถอบน hco ซึ่งติดตั้งบนเพลา อีกทีหนึ่งส่งผ่านกำลังจากเครื่องยนต์โดยสายพาน การคำนวณจะหาความเร็วรอบที่ติดกับเพลา ซึ่งจะทำให้เกิดกำลังในการขับเคลื่อนของเครื่องพ่นสารเคมีด้วยความเร็วคงที่ V ค่าหนึ่ง

หลักการคำนวณ

แรงทั้งหมดที่กระทำต่อเครื่องพ่นยา ประกอบด้วยย

$F = Fw + Fd$ โดยที่ F = แรงทั้งหมด (Total Force)

Fw = แรงเนื่องจากน้ำหนัก (Weigth)

Fd = แรงต้านทาน (Drag Frictions)

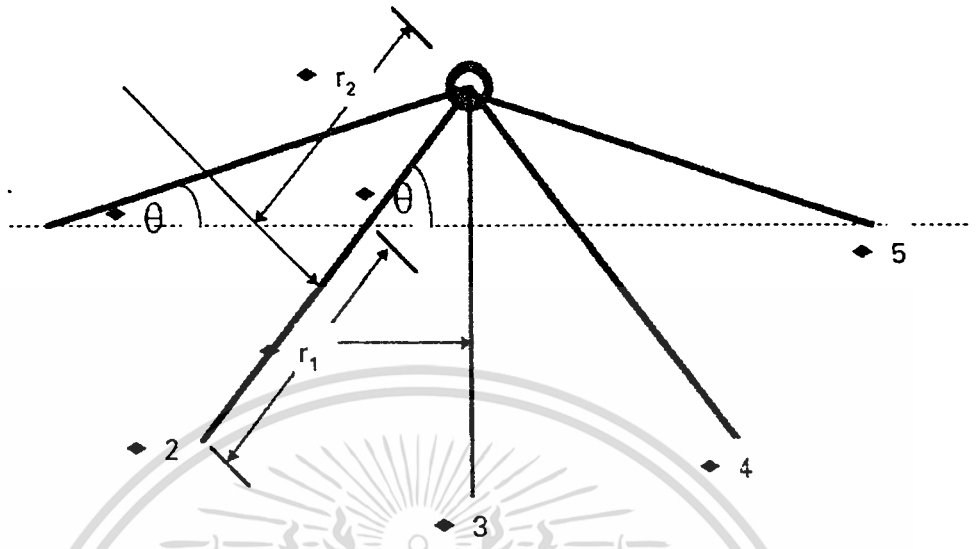
โดยที่เรามีค่าเริ่มต้นที่ความเร็วของชุดเครื่องพ่นยา 4 km/hr ซึ่งค่าที่ได้นี้อาศัยจากการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ แล้วเลือกใช้ซึ่งค่าที่ใช้อยู่ระหว่าง 3-6 km/hr

เลือกความเร็ว V = 4 km/hr ดังนั้นกำลังที่ทำให้เครื่องพ่นยาเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 4 km/hr = F*V # พิจารณาชุดขับเคลื่อนโดยอาศัยใบพาย พิจารณาเป็นการเคลื่อนที่แบบวงกลม โดยที่ความเร็วรอบที่ได้นี้เป็นความเร็วรอบที่เพลาของชุดขับเคลื่อน แต่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้จะอยู่ในช่วง 1500-2000 rpm เพื่อจะให้ความเร็วรอบสัมพันธ์กับความเร็วรอบของปั๊มที่ใช้ในการพ่นสารเคมีที่เหมาะสมซึ่งอยู่ในช่วงความเร็ว 800-1500 rpm ดังนั้นจึงต้องมีการทดรอบก่อนที่จะส่งไปให้กับเพลาชุดขับเคลื่อนดังรูปที่ 25 จากรูปที่ 24 และรูปที่ 25 เราจะนำมาพิจารณาการส่งกำลังตามลักษณะการเคลื่อนที่ได้ดังนี้

การเคลื่อนที่ไปข้างหน้า เพลา 1* รับกำลังจากเพลา 3

เพลา 1 รับกำลังจากเพลา 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 26 แสดงลักษณะการตีน้ำของใบพาย

การเคลื่อนที่ถอยหลัง	เพลา 1*	รับกำลังจากเพลา 2*
	เพลา 1	รับกำลังจากเพลา 2
การเคลื่อนที่เลี้ยวขวา	เพลา 1*	รับกำลังจากเพลา 2*
	เพลา 1	รับกำลังจากเพลา 3
การเคลื่อนที่เลี้ยวซ้าย	เพลา 1*	รับกำลังจากเพลา 3
	เพลา 1	รับกำลังจากเพลา 2

ดังนั้น

ความเร็วรอบของเพลาขับเมื่อเคลื่อนที่ไปข้างหน้า = 140 rpm

ความเร็วรองของเพลาขับเมื่อเคลื่อนที่ถอยหลัง = 103 rpm

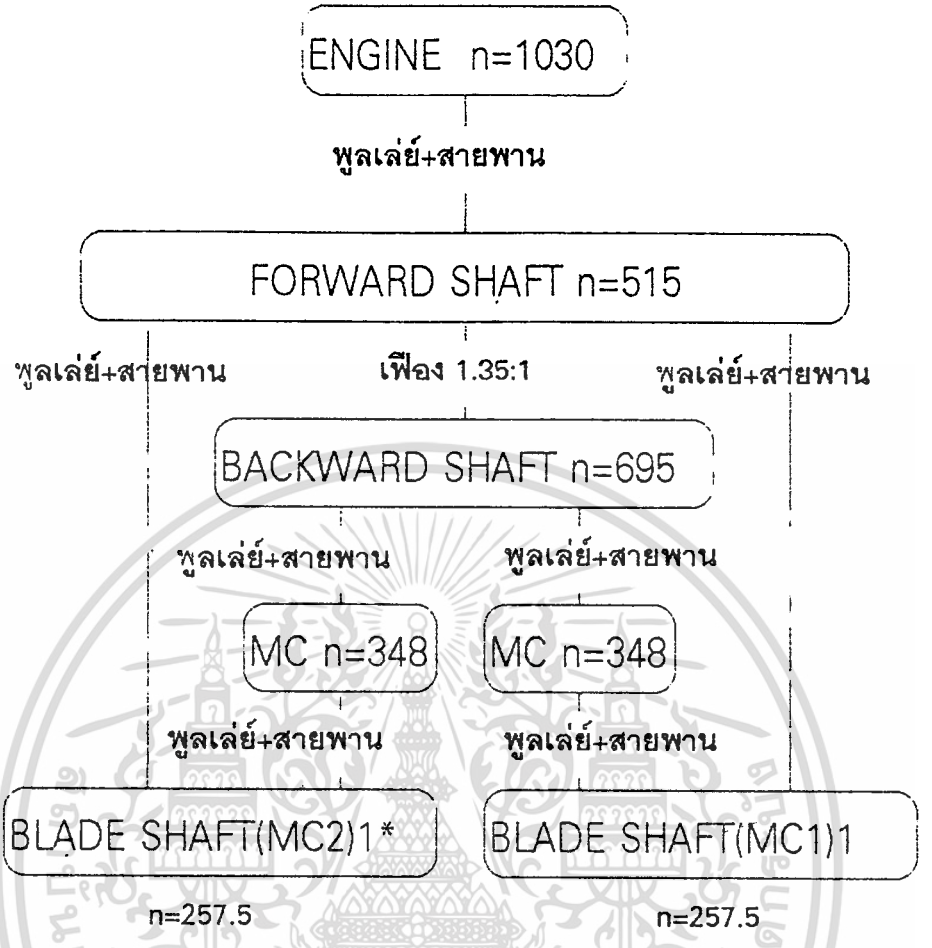
4.7 การออกแบบการใช้ชุดวิทยุบังคับที่ใช้ควบคุมเครื่องพ่นสารเคมี

4.7.1 ลักษณะการใช้วิทยุบังคับที่ใช้ควบคุมเครื่องพนสารเคมี

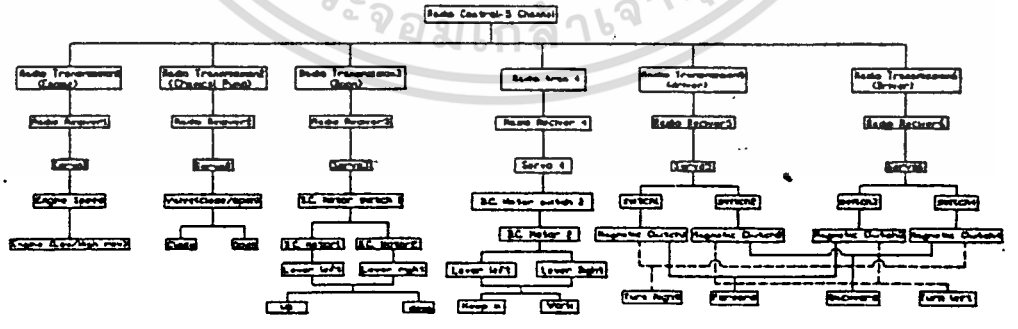
-ควบคุมความเร็วของเครื่อง ตัวเซอร์โวจะไปบังคับคันเร่งของเครื่องยนต์

4.7.2 การออกแบบชุดควบคุมการเคลื่อนที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 27แสดงแผนผังความเร็วรอบที่เพลาแต่ละตัวของชุดขับเคลื่อนพร้อมอัตราทด



รูปที่ 28 แสดงแผนผังการทำงานของระบบวิทยุบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบการควบคุมการเคลื่อนที่เป็นการควบคุมเครื่องพ่นสารเคมีสามารถเดินหน้าถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวาไปตามร่องน้ำในแปลงผักโดยที่เราจะควบคุมการทำงานของคลัทช์แม่เหล็กแทน ซึ่งจะสัมพันธ์กันดังนี้

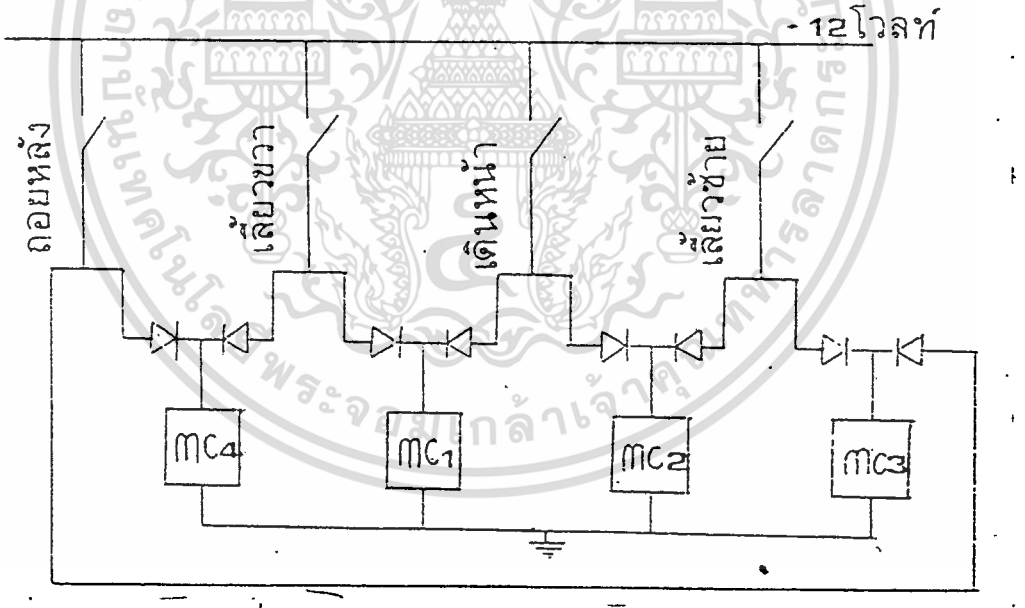
-เดินหน้า Magnetic Clutch 4.1 และ 4.2 ทำงาน

-ถอยหลัง Magnetic Clutch 4.3 และ 4.4 ทำงาน

-เลี้ยวซ้าย Magnetic Clutch 4.2 และ 4.3 ทำงาน

-เลี้ยวขวา Magnetic Clutch 4.1 และ 4.4 ทำงาน

โดยจะใช้เซอร์โว Channel 1 & Channel 2 ควบคุมการปิด-เปิด สวิทช์ที่จ่ายไฟให้ คลัทช์แม่เหล็กทั้ง 4 ตัวแยกเป็น Channel 1 ควบคุมการเดินหน้าและถอยหลัง Channel 2 ควบคุมการเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวาทั้ง Channel 1 และ 2 ตัวเซอร์โวจะทำงาน 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งกลาง ซ้าย (หน้า) ขวา(หลัง) Chanel 1 ตำแหน่งกลางคือสวิทช์ปกติเปิด ตำแหน่งเดินหน้าจะไปกดให้สวิทช์ 1 ทำงานตำแหน่งถอยหลังจะไปกดให้สวิทช์ 2 ทำงาน Channel 2 ตำแหน่งกลางคือสวิทช์ปกติเปิด ตำแหน่งเดินหน้าจะไปกดให้สวิทช์ 1 ทำงาน ตำแหน่งถอยหลังจะไปกดให้สวิทช์ 2 ทำงาน



รูปที่ 29 แสดงผังการจ่ายไฟแก่ชุดคลัทช์แม่เหล็ก

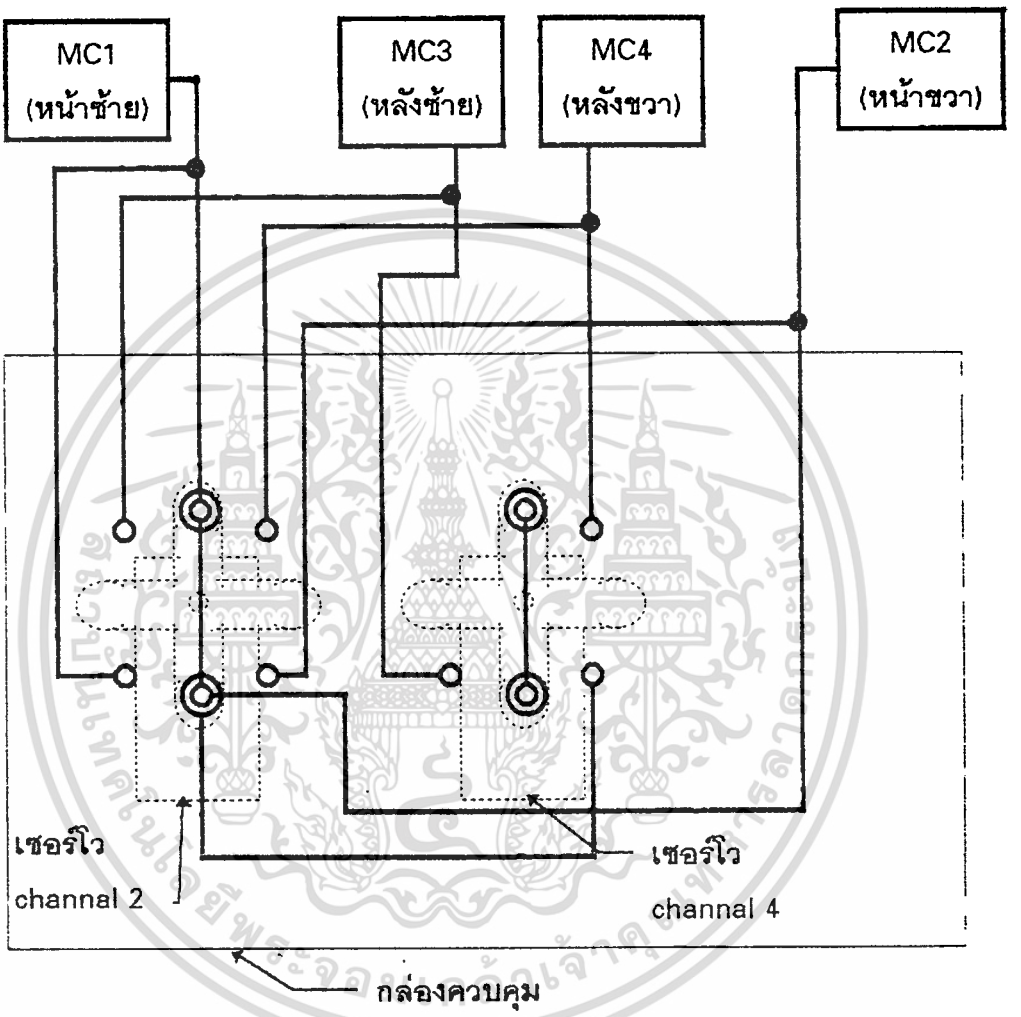
4.7.3 การควบคุมความเร็วของเครื่องพ่นสารเคมี

จะเป็นการควบคุมคันเร่งของเครื่องยนต์โดยตรงโดยใช้เซอร์โว Channel 6 ในการควบคุมการเร่งเครื่องที่ตัวคันเร่งใช้หลักการของ Four bars linkage โดยจะมี Link ต่อระหว่างแขนเซอร์โวกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับคันเร่งโดยที่ Channel 6 นี้เซอร์โวจะมีลักษณะแบบ Variable กล่าวคือการหมุนของแขนเซอร์โว เราเลือกการหมุนว่าหมุนไปแค่ไหนก็ได้แล้วคงตำแหน่งที่ต้องการนั้นไว้

4.7.4 การควบคุมวาล์วเปิด-ปิดน้ำยาเคมีจากปั๊ม ใช้เซอร์โวควบคุมโดยตรงเนื่องจากมีกำลังมากพอที่จะใช้เปิดหรือปิดวาล์ว เพียงแต่เพิ่มกลไกลดแรงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ



รูปที่ 30 แสดงการใช้เซอร์โวเป็นสวิทช์ควบคุมการจ่ายไฟไปยังส่วนบังคับเลี้ยว

4.7.5 การปรับปรุงระบบควบคุมและวิทยุบังคับ

1 ใช้กล่องเหล็กแทนกล่องพลาสติก เป็นกล่องควบคุม เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและดูสวยงาม

2.เปลี่ยนสวิทช์ตัวใหม่ที่เหมาะสมกว่าเดิม

3.ออกแบบกลไกให้สามารถใช้เซอร์โวควบคุมการเปิด-ปิดสวิทช์ที่แม่นยำกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่าง ๆและจุดศูนย์ถ่วงรวมของเครื่อง

เงื่อนไขในการพิจารณา

1.ตำแหน่งของถังน้ำยาสารเคมีจะต้องทำให้เกิดโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลางการลอยตัวและการทริมของเรือน้อยที่สุด เนื่องจากน้ำยาในถังมีการเปลี่ยนแปลงขณะการใช้งาน และประการสำคัญคือน้ำหนักตัวถังปล่าวแตกต่างจากขณะที่มีน้ำยาบรรจุอยู่เต็มมาก ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทริมของเรือมาก ถ้าอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้เกิดโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลางการลอยตัวมาก นั้นคือต้องอยู่ใกล้จุดศูนย์กลางการลอยตัวให้มาก

2.แขนพ่นจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทริมของเครื่องในขณะที่เริ่มการใช้งานของแขน ซึ่งขณะใช้งานน้ำหนักของแขนจะต้องอยู่ด้านใดด้านหนึ่งของจุดศูนย์กลางการลอยตัว(กางแขน) และเพื่อให้เกิดการสมดุลย์โมเมนต์ ตำแหน่งของแขนพ่นจึงควรอยู่ด้านหน้าของเครื่อง .เพื่อให้สมดุลย์กับแรงด้านของน้ำ

3.ระบบถ่ายกำลังจะต้องกินเนื้อที่น้อยที่สุด

4.จุดศูนย์ถ่วงรวมจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่สามารถนำเครื่องไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้เมื่อถอดอุปกรณ์ชุดพ่นสารเคมีออก โดยไม่ทำให้เรือเสียสมดุลย์

ระบบขับเคลื่อนและระบบส่งกำลังยังคงใช้รูปแบบและหลักการเดิม เพียงแต่ปรับปรุงแก้ไขให้มีเนื้อที่น้อยลงเท่านั้น

ใช้วิธี Try -and-error หาตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆเพื่อให้ได้จุดศูนย์ถ่วงรวมที่เหมาะสม โดยหาผลรวมโมเมนต์รอบจุดศูนย์กลางการลอยตัว ได้ดังรูป

จะได้จุดศูนย์ถ่วงรวมของเครื่องพ่นสารเคมีที่ออกแบบใหม่ดังนี้

X=77.60 CM

Y=22.20 CM

Z=40.00 CM

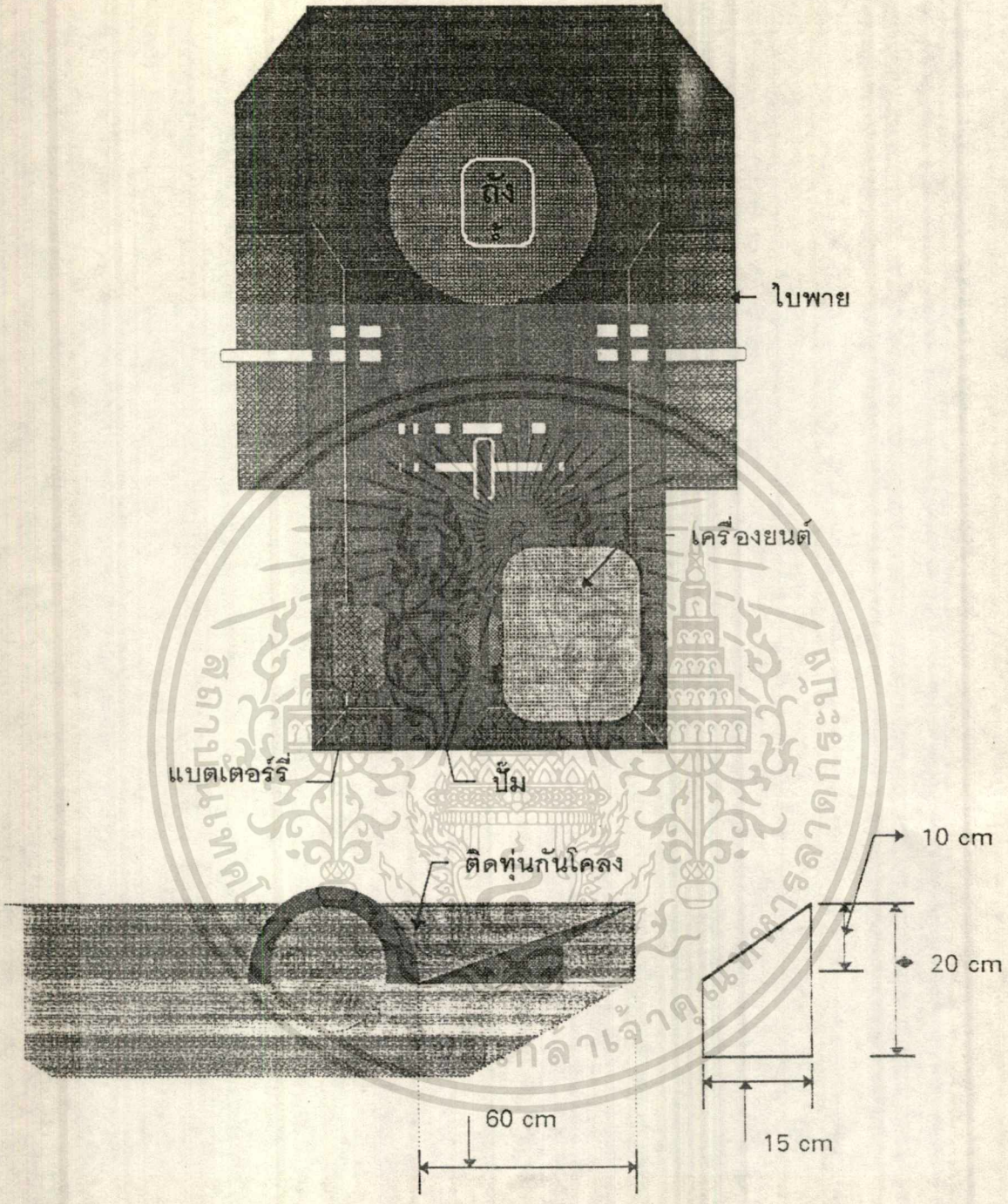
หาระยะเมตาเซนตริกที่ทำให้เครื่องมีความเสถียรมากที่สุด

4.9 การติดทุ่นด้านช้างกันการโคลงด้านช้าง มีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องติดทุ่นด้านข้างตัวเรือ โดยติดด้านหน้าเครื่องเพราะจะมีการเปลี่ยนแปลงจากการกางแขนพ่นดังนั้นจึงได้ออกแบบดังนี้

-ต้องมีความกว้างไม่เกินส่วนที่กว้างที่สุดของเรือ

-ต้องมีความสูงไม่เกิน ระยะที่พ้นจากน้ำของตัวเรือ มีรูปทรงที่สวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

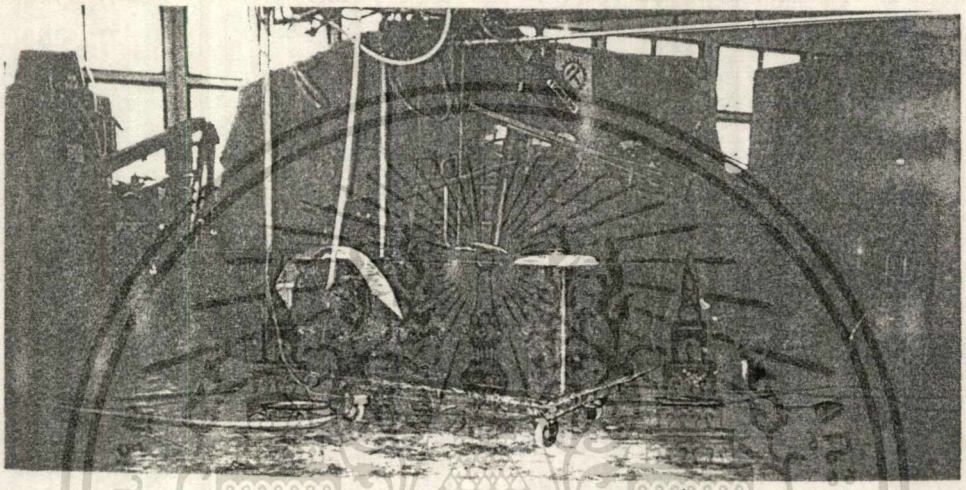


รูปที่ 31 แสดงการวางตำแหน่งอุปกรณ์ต่างๆในตัวเรือและการออกแบบทุ่นกันโคลงด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

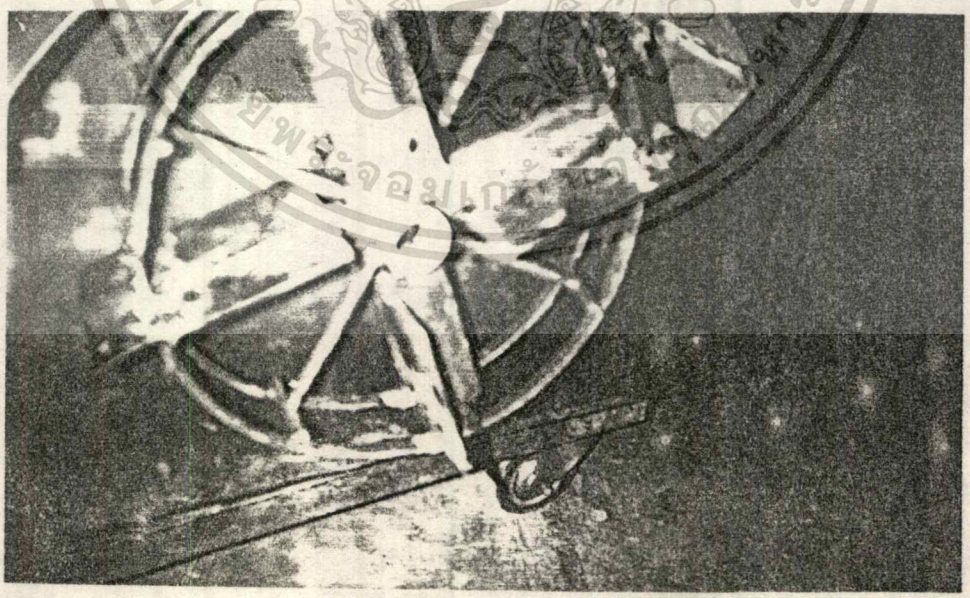
บทที่ 5
สรุปการจัดสร้าง

5.1 เรือ จะมีรูปร่างและสีสันรูป



รูปที่ 32 แสดงรูปร่างและขนาดของพุ่ม

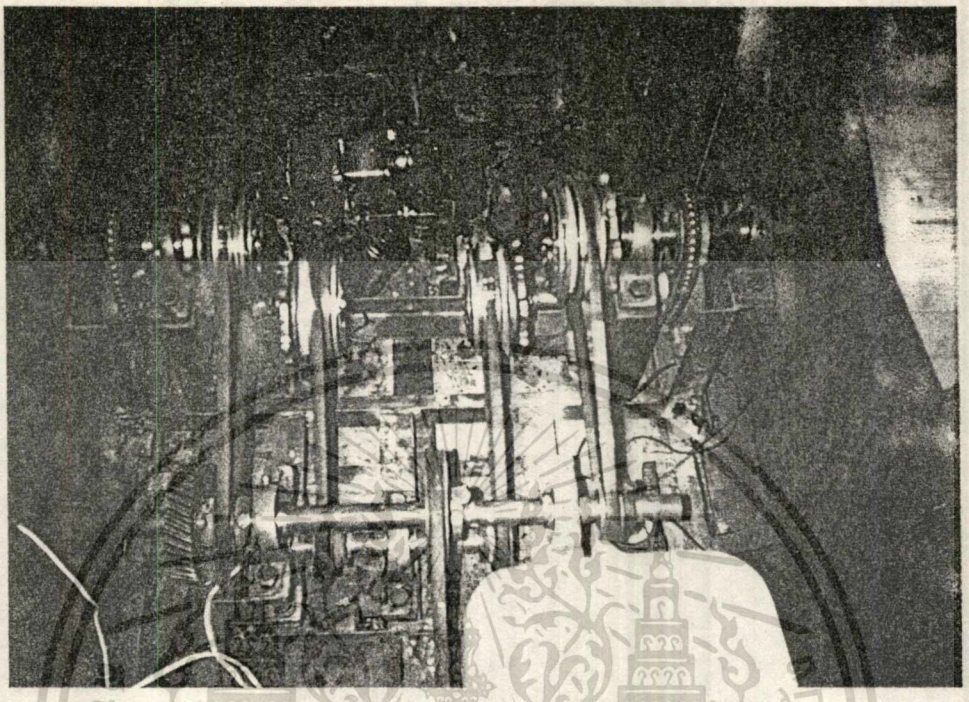
5.2 ชุดใบพาย จะมีขนาดและตำแหน่งที่ติดตั้งดังรูป



รูปที่ 33 แสดงการติดตั้งชุดใบพายเข้ากับเครื่อง

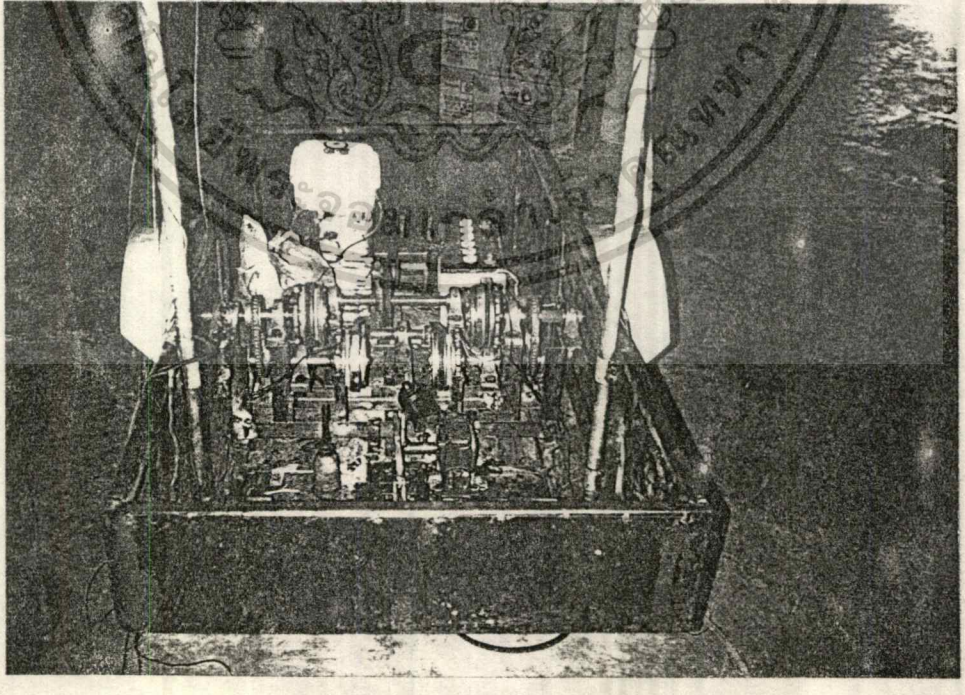
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 **ชุดขับเคลื่อน** จะมีรูปแบบและการจัดวางตำแหน่งดังรูป



รูปที่ 34 แสดงการจัดวางตำแหน่งชุดขับเคลื่อน

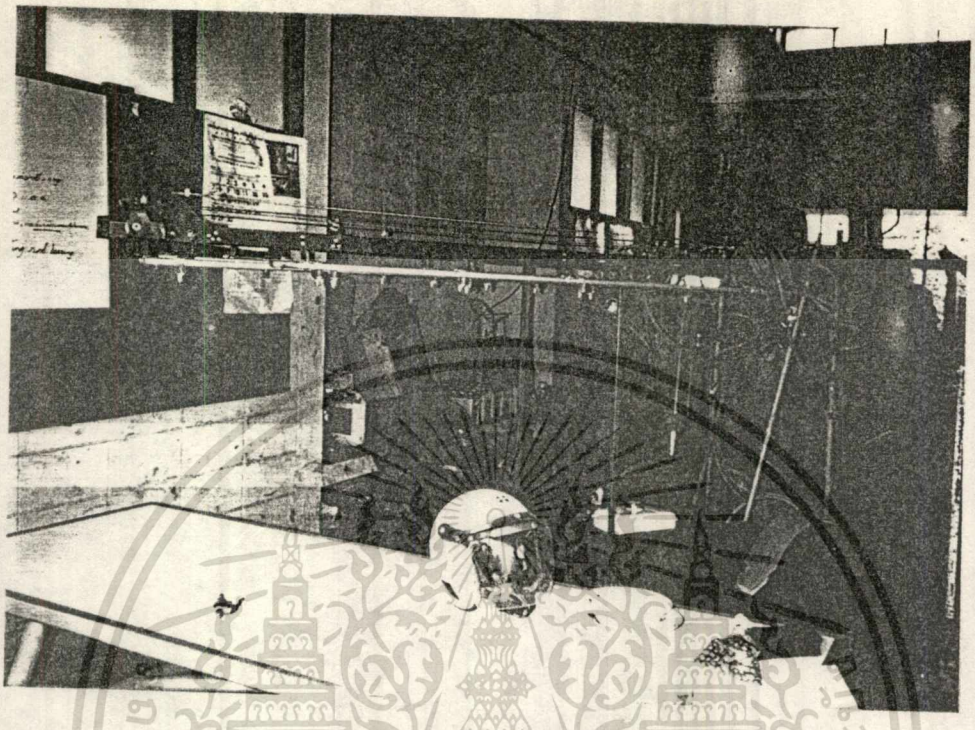
5.4 **ชุดส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปให้แก่ชุดขับเคลื่อนและปั๊มพ่นสารเคมีส่งกำลังผ่านสายพาน** ดังรูป



รูปที่ 35 แสดงลักษณะการส่งกำลังของเครื่องยนต์

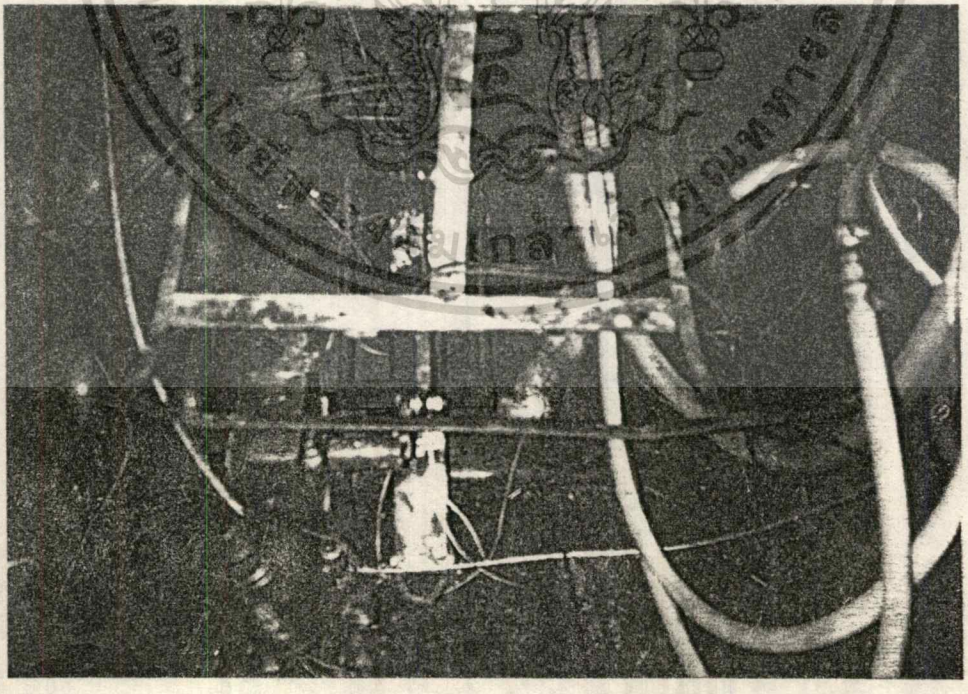
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 การจัดวางตำแหน่ง หัวฉีดจะจัดวางตั้งฉากกับระยะทางระยะทางหัวฉีด ดังรูป



รูปที่ 36 แสดงตำแหน่งของหัวฉีดบนแชนพ่น

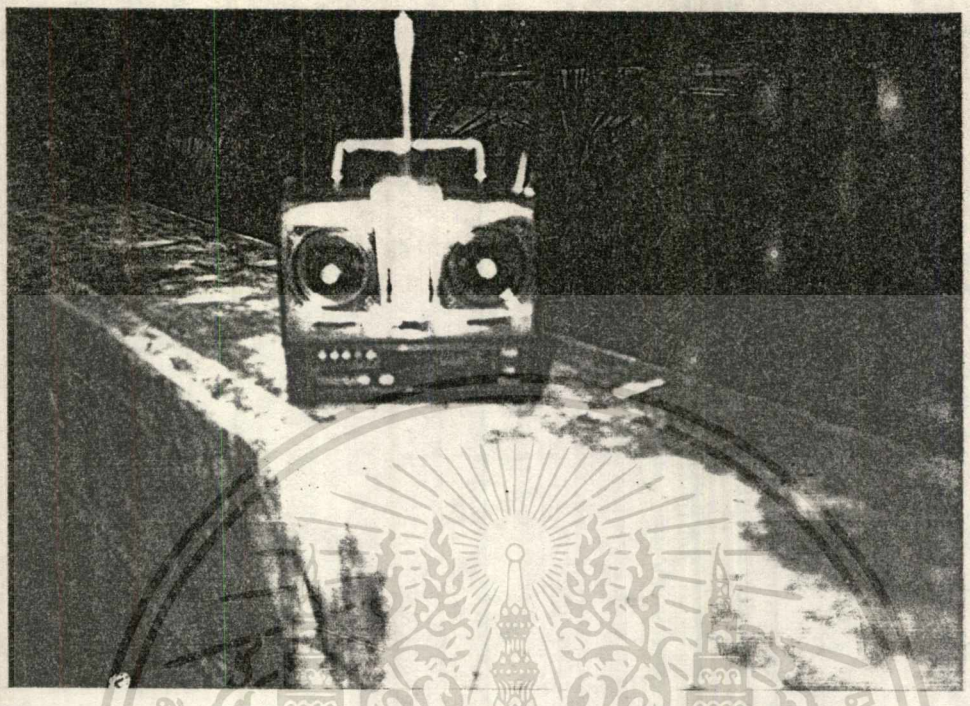
5.6 ชุดควบคุมการพับเก็บแชนพ่นและการปรับ



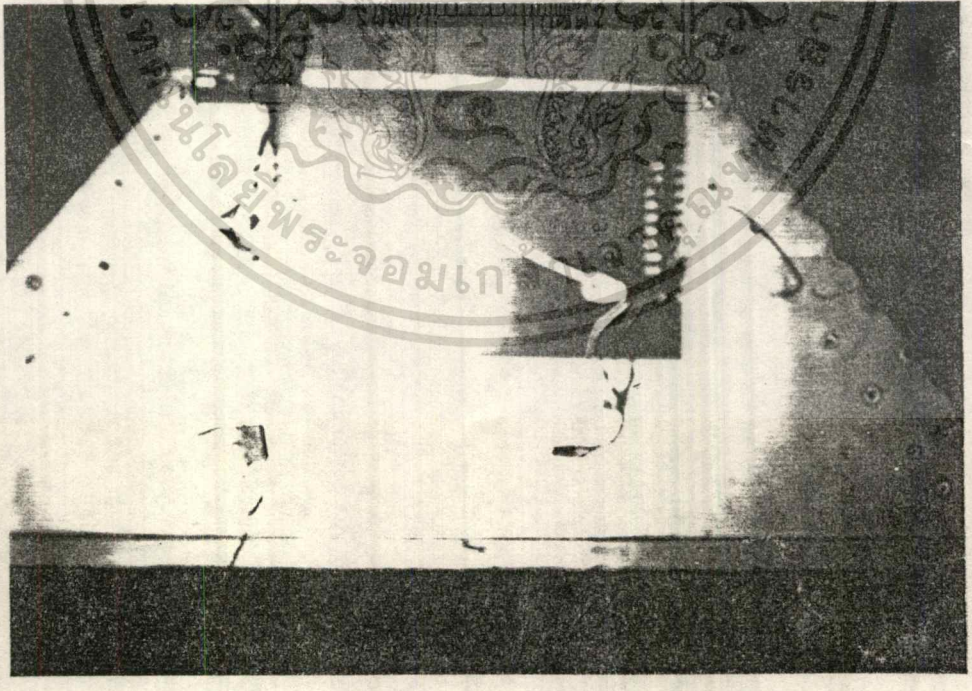
รูปที่ 37 แสดงอุปกรณ์และการติดตั้งของชุดควบคุมการพับเก็บและการปรับมุมแชนพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 ชุดวิทยุบังคับและอุปกรณ์

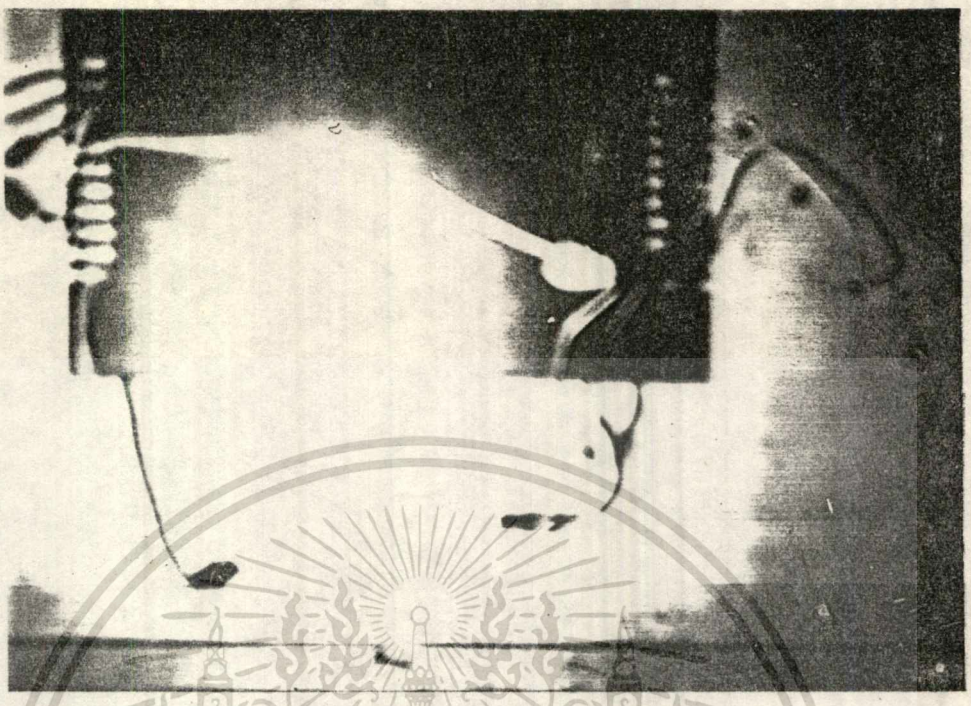


รูปที่ 38 แสดงอุปกรณ์ของชุดวิทยุบังคับ

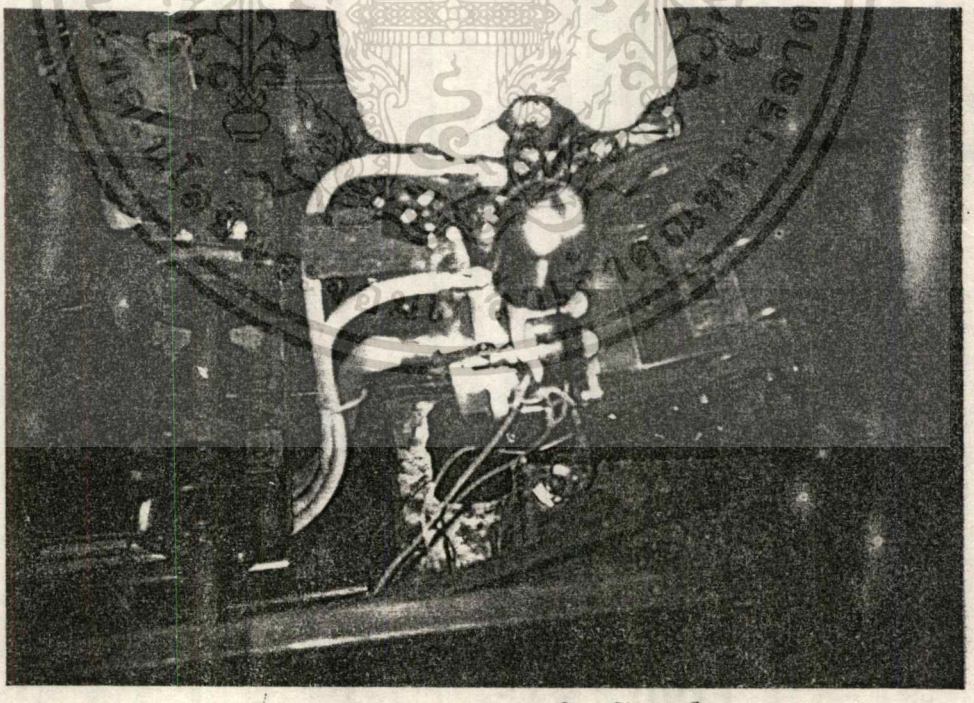


รูปที่ 39 แสดงชุดการจ่ายไฟให้คลัทช์แม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

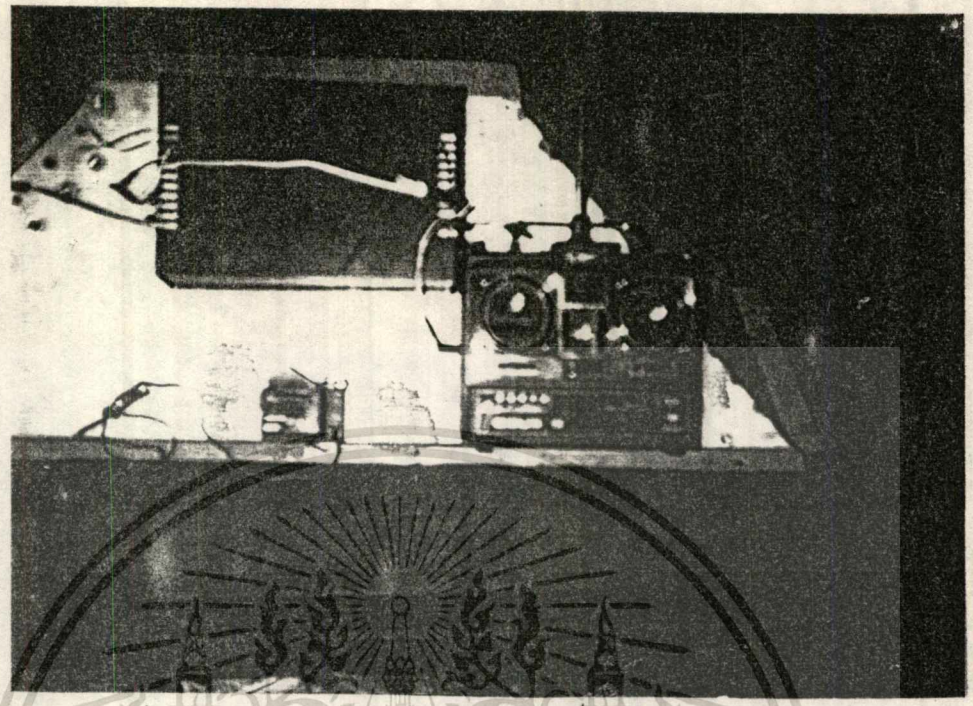


รูปที่40 แสดงชุดการจ่ายไฟให้มอเตอร์ D.C. 12 Volt

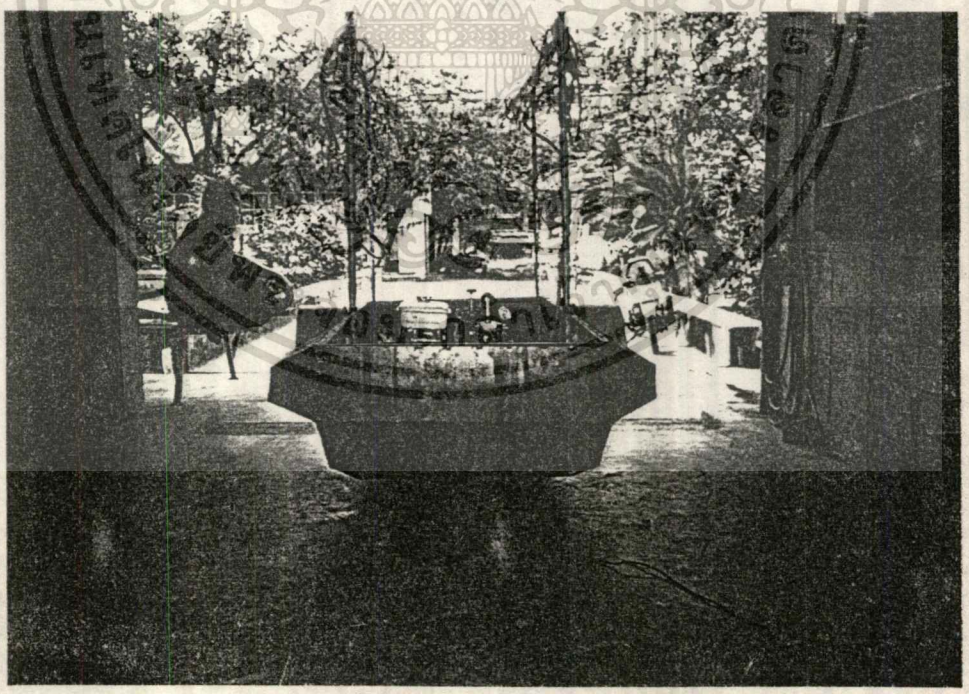


รูปที่ 41 แสดงการควบคุมการปิด-เปิดวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

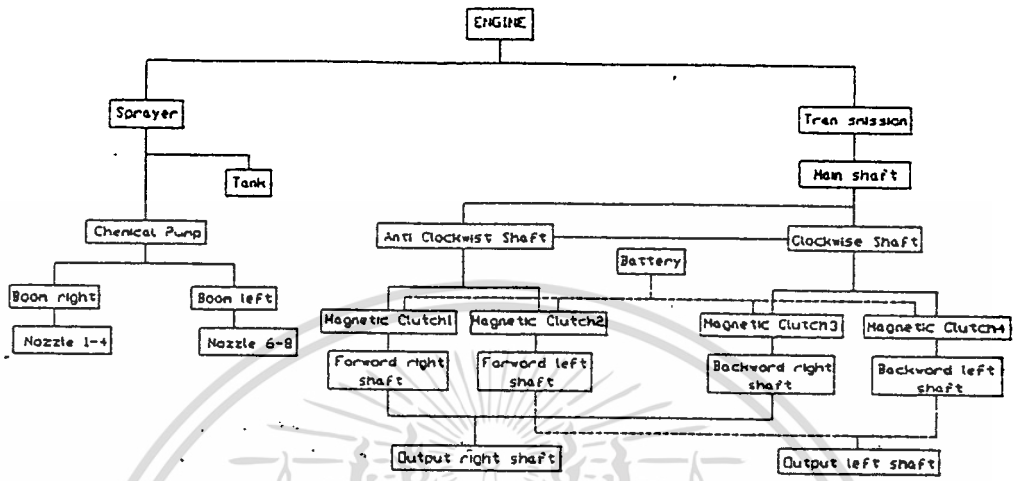


รูปที่42 แสดงการควบคุมความเร็วของเครื่องพ่นสารเคมี

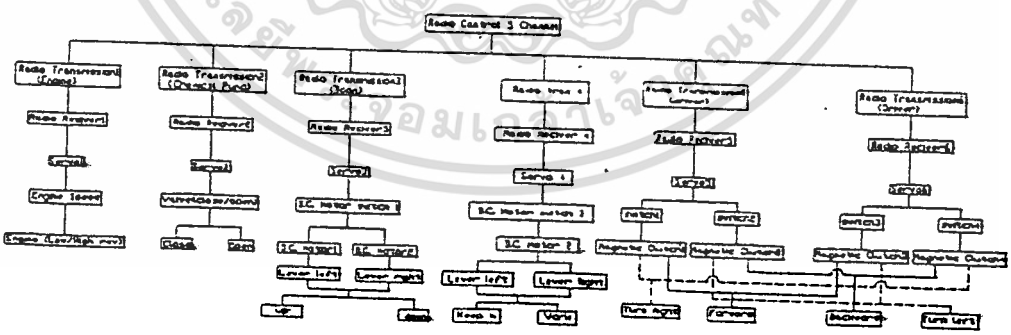


รูปที่43 แสดงเครื่องพ่นสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่44 แผนผังการทำงานของเครื่องพ่นสารเคมี



รูปที่ 45 แผนผังการควบคุมการทำงานเครื่องพ่นสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การทดสอบการทำงานของเครื่องพ่นสารเคมี

6.1 จุดประสงค์ของการทดสอบ เราสามารถแบ่งตามส่วนการทำงานของเครื่องได้ดังนี้

6.1.1 การลอยตัวของเครื่อง

-เพื่อหาระยะจมของเครื่องขณะมีการทำงานในลักษณะต่าง ๆ คือ จอดนิ่งกับที่ และ เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว

-เพื่อหาความเสถียรของเครื่องทั้งขณะจอดนิ่ง จอดนิ่งและมีการกางของแขนพน และมีการกางของแขนพ่นขณะเคลื่อนที่

-เพื่อหาค่าการโคลงของเครื่องในลักษณะการเคลื่อนที่ต่าง ๆ รวมทั้งศึกษาปัจจัยอย่างอื่นที่มีผลทำให้เครื่องเกิดการโคลงเช่น ลม พืชที่ขึ้นอยู่ในแนวการเคลื่อนที่ และคลื่นน้ำ

6.1.2 การทำงานาของระบบขับเคลื่อนและชุดส่งกำลัง

-เพื่อศึกษาการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงานของระบบชุดส่งกำลัง

-เพื่อศึกษาผลกระทบที่มีต่อชุดส่งกำลังเมื่อทำการเลี้ยวเครื่องในรัศมีที่แคบที่สุดและเมื่อทำการเลี้ยวเครื่องในทันทีทันใดอย่างต่อเนื่อง

-เพื่อศึกษาผลที่เกิดจากการสั่นของเครื่องยนต์ต่อตัวเครื่องและระบบการทำงานอื่น ๆ

-เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบขับเคลื่อนที่ออกแบบไว้เมื่อใช้ความเร็วรอบเครื่องยนต์สูง ๆ

-เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบเครื่องยนต์และขนาดหน้ากว้างของใบพายต่อความเร็วของเครื่องพ่นสารเคมี

6.1.3 การทำงานชุดควบคุมกลไกการกางแขนพ่น

-เพื่อศึกษาปัญหาและข้อบกพร่องของระบบฯที่ได้ออกแบบไว้

-เพื่อหามุมกางสูงสุดที่ระบบทำให้แขนกางได้เปรียบเทียบกับที่ได้ออกแบบไว้

-เพื่อหาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อทำงานของระบบฯ และมุมกางของแขนพ่น

6.1.4 การทำงานของชุดยึดหดแขนพ่น

-เพื่อศึกษาปัญหาและข้อบกพร่องของระบบฯที่ได้ออกแบบไว้

-เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.5 การทำงานของหัวฉีด

-เพื่อศึกษาปัญหาและข้อบกพร่องของระบบฯที่ได้ออกแบบไว้

-เพื่อหาพื้นที่ที่ทำการฉีดพ่นเปรียบเทียบกับที่ได้ออกแบบไว้

-เพื่อศึกษาการทำงานของปั๊มและผลที่เกิดจากละอองน้ำยาเคมีจากหัวฉีด

6.2 วิธีการทดสอบ

6.2.1 ทดสอบการลอยของเครื่องพ่นฯ ในลักษณะต่าง ๆ ต่อไปนี้

-ทดสอบรอยรั่วของตัวเรือขณะทำการต่อเสร็จ

-ทดสอบระยะจมขณะบนเครื่องมีระบบขับเคลื่อนและส่งกำลัง

-ทดสอบขณะไม่ได้ติดตั้งแขนพ่นและระบบพ่นน้ำยาเคมี

-ทดสอบขณะติดตั้งแขนพ่นแต่ยังไม่ได้ติดตั้งระบบพ่นน้ำยาเคมี

-ทดสอบขณะติดตั้งแขนพ่นและระบบพ่นน้ำยาเคมีเรียบร้อยแล้ว

6.2.2 ทดสอบการทำงานของกลไกควบคุมการกางของแขนพ่น

6.2.3 ทดสอบการทำงานของชุดส่งกำลังและระบบขับเคลื่อน

6.2.4 ทดสอบการทำงานของแขนพ่นและระบบพ่นน้ำยาเคมี

6.2.5 ทดสอบการทำงานของระบบวิทยุบังคับ

6.2.6 ทดสอบการทำงานและหาประสิทธิภาพของใบพายที่ได้ทำการออกแบบไว้

6.3 ผลของการทดสอบและปัญหาที่เกิดขึ้น เราสามารถสรุปเป็นหัวข้อของการทำงานของแต่ละส่วนได้ดังนี้

6.3.1 การลอยตัว ความเร็วและรัศมีวงเลี้ยวของเครื่อง

-ตัวเรือเปล่าไม่มีน้ำหนักบรรทุก พบว่าได้ทำการอุดรอยรั่วที่เกิดจากการเชื่อมเป็นจำนวนหลายครั้งทำการทดสอบเป็นจำนวน 5 ครั้ง ครั้งสุดท้ายได้ใช้สีอีป๊อกซี่ทาอุดรอยรั่วที่เหลือเพียงจุดเดียว รอยเชื่อมที่ทำการเชื่อมไว้มีลักษณะไม่เรียบและดูไม่สวยงามอันเนื่องมาจากความไม่ชำนาญงานของผู้ประกอบจึงใช้หินเจียขัดแต่ปรากฏว่าเกิดรอยรั่วขึ้นอีกจึงทำงานอื่นต่อไปโดยไม่สนใจรอยรั่วเพราะเห็นว่าทำการอุดรอยรั่วครั้งสุดท้ายหลังจากประกอบตัวเครื่องทั้งหมดเสร็จแล้ว และจากการวัดระยะการจมน้ำเมื่อทดสอบลอยน้ำพบว่าส่วนท้ายมีระยะจมมากกว่าดังรายละเอียดต่อไปนี้

ระยะจมด้านหัว 5.5 c.m.และระยะจมด้านท้าย 12.5 c.m. เรือมีการจมทางด้านขวาของท้ายเรือซึ่งอาจจะเกิดจากการประกอบโครงสร้างใช้เหล็กไม่สมดุลกันอีกทั้งการต่อตัวเรือทำได้ไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการบิดเบี้ยวและมีขนาดไม่ตรงตามที่ได้ออกแบบไว้คือมีความยาว 174 c.m. ซึ่งออกแบบไว้ 170 c.m.ความสูงที่มุมทั้ง 4 ของตัวเรือไม่เท่ากัน

-ตัวเรือบรรทุกระบบขับเคลื่อนและส่งกำลัง ด้านท้ายเรือจะจมมากกว่าด้านหัวเรือเนื่องจากน้ำหนักส่วนใหญ่อยู่ด้านท้ายเรือเป็นไปตามที่คำนวณไว้ตามทฤษฎี

-ตัวเครื่องที่มีพร้อมทุกระบบ ระยะจมของเรือมีค่าน้อยกว่าที่คำนวณออกแบบไว้ทำให้ใบพายกินน้ำตื้นเกินไปความเร็วของเครื่องก็จะน้อยตามไปด้วยอีกทั้งเครื่องไม่สมดุลมีระยะจมที่มุมทั้ง 4 ไม่เท่ากันจึงได้มีการใช้ตุ้มน้ำหนักถ่วงให้มุมทั้ง 4 มีระยะจมเท่ากัน ขณะไม่มีน้ำยาในถังตัวเครื่องจะมีระยะจมด้านท้ายมากกว่าเป็นไปตามที่คำนวณไว้ นั่นคือระยะจมด้านท้ายมากกว่าระยะจมด้านหัวเล็กน้อยาเมื่อเติมน้ำยาให้เต็มถังเครื่องก็จะอยู่ในภาวะสมดุลมีระยะจมเท่ากันทั้งหัวและท้ายเมื่อมีน้ำยาประมาณ 1/2 ถัง เรือมีความเสถียรเพิ่มาขึ้นจากการที่ไม่มีน้ำยาในถังเลย ดังนั้นการทำงานจึงไม่ควรปล่อยให้น้ำยาหมดถังเพราะจะทำให้เรือไม่เสถียรและพลิกคว่ำได้ง่าย

-ความเร็วของเครื่อง จากการทดสอบครั้งแรกซึ่งใช้ใบพายที่มีขนาด 10 c.m. * 11.5 c.m. จำนวนข้างละ 4 ใบ ใบพายจะไม่มีแรงพอที่จะพาให้เครื่องเคลื่อนที่ออกตัวได้จึงทำการเปลี่ยนขนาดเป็น 11.5 * 14 c.m ข้างละ 4 ใบ ปรากฏว่าความเร็วของเรือวัดได้ประมาณ 0.75 m/s แสดงว่าการเปลี่ยนขนาดใบพายได้ผลแต่ปัญหาก็คือความเร็วรอบของใบพายที่สูงทำให้เกิดการตีน้ำกระจายน้ำกระเซ็นเข้าเรือเป็นจำนวนมากต้องติดบังน้ำให้มีพื้นที่มาขึ้น

-รัศมีการเลี้ยวโค้งของเครื่องจะเป็นแบบก้นหอยเนื่องจากความเร็วรอบของการหมุนไปด้านหน้ามากกว่าความเร็วรอบของด้านหลังสามารถวัดรัศมีที่แคบที่สุดได้ 0.5 m ที่ความเร็วเริ่มต้นเป็นศูนย์ และมีรัศมี 1.5 m เมื่อเครื่องมีความเร็วคงที่ต่ำสุดที่ 0.75 m/s

6.3.2 ระบบการกางแขนพ่น ในการทดสอบระบบการกางแขนพ่นปรากฏว่าแขนพ่นกางได้ประมาณ 80 องศาจากแนวตามยาวลำเรือ นั่นคือ แขนไม่ตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่จากการวิเคราะห์เป็นผลเนื่องมาจากระบบการกางแขนพ่นที่ใช้เพลาข้อเหวี่ยงในการควบคุมมุมกางมีระยะชักสั้นเกิดไป ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบการกางแขนพ่นสามารถสรุปได้ดังนี้

-แขนพ่นไม่มั่นคงเมื่อมีแรงมากระทำกับแขนเนื่องจากว่าชุดควบคุมมีจุดบกพร่องที่ต้องแก้ไขมากคือชุดควบคุมมีความไม่แน่นอนและแข็งแรงพอที่จะรับแรงจากภายนอกอีกทั้งมีขนาดเล็กเนื่องจากจุดประสงค์ของการลดน้ำหนักให้น้อยที่สุดชุดควบคุมจึงรับแรงได้เฉพาะการกางของแขนเท่านั้น

-ชุดควบคุมของแขนพ่นมีส่วนผิดและส่วนหลวมที่จะต้องแก้ไขหลายแห่งทำให้การบังคับมุมกางของแขนพ่นไม่แน่นอนและไม่สม่ำเสมอ การกางแขนพ่นทั้งสองข้างจึงกางออกไม่พร้อมกันและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยมุมที่ไม่เท่ากันซึ่งมีผลกระทบอย่างมากต่อความเสถียรของเครื่องเมื่อความแตกต่างของมุมกางของแขนทั้งสองมีมากจะทำให้เครื่องเกิดการโคลง เครื่องอาจพลิกจมได้ง่าย วิธีแก้ไขทำได้โดยการใช้ความเร็วในการกางมุมต่ำ ๆ

6.3.3 การทดสอบชุดควบคุมการยืดหดของแขนพ่น ในการทดสอบการยืดหดของแขนพ่นไม่สามารถที่จะทำงานตามที่ออกแบบไว้ได้เนื่องจากสาเหตุดังต่อไปนี้

-แขนพ่นเกิดการบิดและโก่งตัวทำให้เกิดความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของรางเลื่อนในแขนพ่นทำให้มอเตอร์ที่ใช้ไม่มีกำลังพอที่จะทำการเลื่อน

-ในการชักรอกเพื่อดึงให้แขนยืดหรือหดจะเกิดการหมุนอิสระ จึงเป็นสาเหตุให้ใช้มอเตอร์ดึงลวดเพื่อชักลอกแขนไม่ได้

-ในการควบคุมมอเตอร์ให้มีการหมุนสลับทิศทางทำได้ลำบากเนื่องจากต้องใช้สวิทช์สลับขั้วซึ่งต้องใช้เวลาในการออกแบบและจัดซื้อมากเกินความจำเป็น

6.3.4 การทดสอบการฉีดพ่นของหัวฉีด ตามที่ออกแบบไว้คือใช้หัวฉีดจำนวน 16 หัวฉีดในการทดลองไม่สามารถจะทำให้ระบบทำงานได้เนื่องจากแรงดันน้ำที่ได้จากปั๊มไม่เพียงพอปั๊มมีขนาดเล็กซึ่งสามารถจ่ายอัตราการไหลได้ดีที่จำนวนหัวฉีดจำนวน 12 หัวฉีดและจะมีประสิทธิภาพในการฉีดที่ดีที่สุดที่จำนวนหัวฉีด 2 หัว และเมื่อใช้หัวฉีดจำนวน 8 หัวจะทำให้น้ำมีแรงดันย้อนกลับ(By Pass) ซึ่งจะทำให้ระบบเกิดการกวนน้ำยาในถังได้

6.3.5 การทดสอบระบบขับเคลื่อนและชุดส่งกำลัง ได้ทำการทดสอบชุดส่งกำลังหลายครั้งต้องทำการปรับปรุงในส่วนการหมุนของเพลาเกียร์และเพลาของคลัชแม่เหล็ก เนื่องจากเพลาของคลัชแม่เหล็กทั้ง 4 ตัวมีการโก่งทำให้การเคลื่อนที่ไม่เรียบเกิดการส่ายซึ่งเป็นอันตรายอย่างยิ่ง จะสามารถสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดังนี้คือ

-การติดตั้งเพลาของเกียร์และของคลัชแม่เหล็กไม่สามารถจะทำให้ตรงกันได้เนื่องจากความบิดเบี้ยวของตัวเรือที่ได้ทำขึ้นอีกทั้งตำแหน่งของเครื่องยนต์ซึ่งอยู่ด้านท้ายของเครื่องพ่นมีผลต่อทิศทางของการติดตั้งเพลา

-เกียร์ที่ขบกันเพื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนเกิดเสียงดังและมีแรงกระทำด้านข้าง(แรงรุนด้านข้าง) และเนื่องจากแบริ่งที่ใช้เป็นแบบดุ๊กตาซึ่งไม่สามารถรับแรงรุนด้านข้างได้แต่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการขันน็อตติดกับเพลาให้แน่นจะช่วยได้เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ขณะเคลื่อนที่ในน้ำสายพานซึ่งมีระยะห่างน้อย ๆ จะเกิดการลื่นไถลขึ้นในช่วงจังหวะการเลี้ยวซึ่งเป็นช่วงจังหวะที่เพลาใบพายมีการกลับทางหมุนอย่างรวดเร็วและอาจจะเกิดขึ้นเมื่อมีโหลดมากระทำกับใบพายมาก ๆ

-คลัชแม่เหล็กเกิดการเสียหายได้แก่ เกิดการคดงอของเพลาทำให้เกิดการส่ายขณะหมุนและเกิดการลื่นไถลของคลัชซึ่งทำให้ความเร็วรอบที่ส่งไปยังใบจักรไม่แน่นอนทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องจึงไม่สามารถควบคุมให้เป็นเส้นตรงได้

-โครงสร้างที่ Support คลัชแม่เหล็กและเพลาเกียร์มีความแข็งแรงน้อยเกินไปทำให้เพลาเกิดการโน้มเอียงเข้าหากันเมื่อใช้สายพานที่ตึงไม่เท่ากัน

-การสั่นของเครื่องยนต์ทำให้ระยะห่างระหว่างเครื่องและชุดส่งกำลังมีความคลาดเคลื่อนไปน็อตที่ยึดในจุดต่าง ๆ อาจหลวมได้ซึ่งจะทำให้เกิดอันตราย

-ปัญหาจากไอเสียเครื่องยนต์ที่ไม่ได้ทำท่อออกสู่ภายนอกทำให้เกิดความสกปรกและเกิดความร้อนและเกิดการแพร่ความร้อนไปสู่อุปกรณ์ข้างเคียงอาจทำความเสียหายให้แก่อุปกรณ์นั้นได้

-ปัญหาการดับของเครื่องยนต์ ที่เกิดขึ้นขณะเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ เพลาขับเคลื่อนเกิดการเปลี่ยนทิศทางการหมุนอย่างรวดเร็ว หรือเกิดขึ้นขณะเริ่มต้นเคลื่อนที่ การจัดสร้างไม่สามารถทำให้การเปลี่ยนความเร็วเป็นไปอย่างนิ่มนวลได้

6.3.6 ระบบวิทยุบังคับ การทำงานของระบบฯ นับได้ว่ามีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดภายในเครื่องเนื่องจากมีระบบที่ไม่ซับซ้อนอีกทั้งยังมีตำแหน่งที่ง่ายต่อการดูแลบัญหาที่เกิดขึ้นจึงไม่พบแต่จะมีบัญหาอันเนื่องจากความบกพร่องของตัววิทยุบังคับเองคือ วิทยุบังคับใช้กระแสไฟจากแบตเตอรี่เปลืองมากต้องทำการชาร์จบ่อยครั้งเมื่อต้องการการทำงานที่ต่อเนื่องนาน ๆ

บัญหาที่พบเพิ่มเติมคือการเสื่อมสภาพของ BATTERRY ที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานให้กับเซอร์โว ทำให้การควบคุมมีอายุการทำงานสั้นมาก อีกทั้งสายไฟที่ใช้ต่อกับเซอร์โวมีความต้านทานมากเกินไป พลังงานจาก BATTERRY จึงหมดเปลืองเร็วมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
แนวทางแก้ปัญหาและข้อเสนอแนะ

7.1 ระบบยึดหดแขนพ่น

7.1.1 เปลี่ยนจากระบบชักลอกด้วยการใช้ลวดมาเป็นการใช้โซ่เพื่อแก้ปัญหาการหมุน Free ของมอเตอร์

7.1.2 เนื่องจากแขนพ่นทำจากวัสดุที่เป็นอลูมิเนียมที่บางและเล็กเกินไปจึงทำให้แขนพ่นเกิดการบิดตัวและโก่งงอดังนั้นจึงควรเลือกอลูมิเนียมที่แข็งแรงขึ้นและหนามากกว่านี้เพื่อป้องกันการโก่งงอและบิดตัวของแขนพ่น

7.1.3 เนื่องจากแขนพ่นหลักมีขนาดใกล้เคียงกับแขนยื่น (ตามที่ได้ออกแบบ) ทำให้มีข้อจำกัดในด้านช่องว่างระหว่างแขนหลักกับแขนยื่นเป็นเหตุให้ไม่สามารถติดตั้งวัสดุลดแรงเสียดทานระหว่างแขนหลักกับแขนยื่นดังนั้นจึงควรเลือกแขนหลักที่มีขนาดโตกว่าแขนยื่นพอที่จะสามารถติดตั้งลูกกลิ้งในช่องว่างระหว่างแขนหลักกับแขนยื่นเพื่อเป็นการลดแรงเสียดทาน

7.2 ระบบฉีดพ่น

เนื่องจากปัญหาในระบบฉีดพ่นที่สังเกตได้คือแรงดันน้ำไม่เพียงพอกับปริมาณหัวฉีดตามที่ได้ออกแบบไว้ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ปั๊มที่มีแรงดันน้ำเพิ่มขึ้นกว่าเดิมเมื่อเลือกใช้หัวฉีดตามจำนวนที่ได้ออกแบบ (16 หัวฉีด) หรือใช้ปั๊มเดิมแต่ลดจำนวนหัวฉีดลง ซึ่งจำนวนหัวฉีดจะแปรผันตรงกับขนาดความยาวของแขนพน จำนวนหัวฉีดมากแขนพ่นก็ยาว ถ้าจำนวนหัวฉีดน้อยแขนพนก็สั้นงานที่ได้จากการฉีดพ่นก็จะน้อยตามไปด้วย

7.3 ระบบวิทยุบังคับที่ใช้ควบคุม จากการทำงานของระบบซึ่งมีบัญหาน้อยดังนั้นสิ่งที่ควรจะปรับปรุงก็มีเพียงแค่ใช้ระบบอื่นที่ให้ความแมนยำและมีขนาดเล็กกว่า เช่นระบบอิเล็กโทรนิกส์

-เปลี่ยน BATTERRY ของวิทยุบังคับให้สามารถใช้งานได้นานขึ้น

-เปลี่ยนสายไฟที่ต่อจากเครื่องรับสัญญาณไปยังเซอร์โวให้มีความต้านทานที่น้อยลง

-เปลี่ยนระบบควบคุมให้มีความแน่นอนมากขึ้น โดยอาจจะเปลี่ยนมาใช้ระบบสวิทช์อิเล็คทรอนิกส์แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4 ระบบขับเคลื่อนและชุดส่งกำลัง เราสามารถสรุปแนวทางการแก้ปัญหาได้ดังนี้คือ

7.4.1 เครื่องยนต์ต้องมีการทำการ Support ที่ป้องกันการสั่นสะเทือนที่มีประสิทธิภาพมากกว่านี้

7.4.2 คลัชแม่เหล็กควรจะเปลี่ยนตัวใหม่ที่มีประสิทธิภาพการทำงานและมีความสมบูรณ์มากกว่า รวมทั้งการติดตั้งเพลาที่ไม่มีความคดงอจะทำให้เครื่องเดินเงียบลง

7.4.3 ควรมีการทำตัวขันตึงของสายพานเพื่อประโยชน์เมื่อสายพานเกิดการหย่อน

7.4.4 ควรจัดทำท่อไอเสียสู่ภายนอกเรือ

7.4.5 ควรมีการติดตั้งเพลาให้ขนานกันเพื่อแนวสายพานที่ตรง

7.4.6 ควรทดรอบเพลาขับเคลื่อนให้มีความเร็วรอบน้อยลง เพื่อการขับเคลื่อนที่นิ่มนวลเครื่องยนต์ไม่กระชากเพลา ทำให้เครื่องยนต์ดับได้

7.4.7 ควรใช้มอเตอร์สตาท์ติดตั้งในการสตาทร์เครื่องยนต์เพื่อป้องกันเครื่องยนต์ดับขณะทำงานอยู่

7.5 ตัวถังเรือ สามารถสรุปแนวทางแก้ปัญหาได้ดังนี้

7.5.1 ทำการแก้ไขรอยเชื่อมให้เรียบมากกว่าเดิมเพื่อความสวยงามและไม่เกิดการรั่วง่าย

7.5.2 ควรทำการทาสีกันสนิมทั้งภายนอกและภายในให้เรียบร้อย

7.5.3 ควรทำการตกแต่งรูปลักษณ์ภายนอกให้สวยงามและมีหลังคากันน้ำกระเซ็นเข้าเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยคำความอนุเคราะห์

จาก

อาจารย์ ทรงวุฒิ แสงจันทร์

อาจารย์ พิชิต กิตตินนท์

นางาเอก พงษ์สรร ถวิลประวัติ

และเพื่อนๆผู้ใกล้ชิดทุกคนที่ให้กำลังใจมาตลอดรวมทั้งห้องสมุดสถาบันและ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ ทีเป็นแหล่งค้นคว้าให้ความรู้

ทางคณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านไม่มากก็น้อย คุณความดีของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่บิดามารดาและอาจารย์ที่ได้อบรมสั่งสอนตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

กมล อยู่ทอง 34128002

ชัยวัฒน์ สวัสดิผล 35104106

สรวัฒน์ เร่งเร็ว 35104451

28 มีนาคม พ.ศ. 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1 สมชัย นรเศรษฐ์โสภณ. "กลศาสตร์ของแข็ง " คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง, หน้า 156-157

2.วีระศักดิ์ กรัยวิเชียร " กลศาสตร์วิศวกรรม" คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 342-343

3.ชาญ ฉนัดงาน "กลศาสตร์ของไหล " คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบัน.เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า 156-159

4.วิศิษฏ์ จาตุรมาน "กลศาสตร์ของไหล" แผนกวิชาช่างยนต์ ,สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิค กรุงเทพฯ,หน้า 10-256

5.เจริญ ใหม่ด้วง "ทฤษฎีเรือเบื้องต้น" สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขต ภาคใต้,หน้า1-395

7.พันธิพา อินทรวิชัย"เครื่องทุ่นแรงฟาร์ม ภาค 2"ศูนย์มีกอบรมวิศวกรรมเกษตร,ปี 2535,หน้า90-107

8. J.F. Douglas, J.M. Gasiorek, and J. A. swaffield " Fluid mecnanic , 2nd ed " ongman England , 73-81p

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้