เครื่องจ่ายยาระบบอัตโนมัติ

AUTOMATIC DRUGSTORE

ดิสรณ์ ภู่โต๊ะยา

DISORN PHUTOYA

วิษณุเดช ขุนอาวุธ

WITSANUDET KHUNARWUT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

KMITL-2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องจ่ายยาระบบอัตโนมัติ

AUTOMATIC DRUGSTORE

ดิสรณ์ ภู่โต๊ะยา

DISORN PHUTOYA

วิษณุเดช ขุนอาวุธ

WITSANUDET KHUNARWUT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

KMITL-2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC DRUGSTORE

DISORN PHUTOYA

WITSANUDET KHUNARWUT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONIC ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2020

KMITL-2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องจ่ายยาระบบอัตโนมัติ

Thesis Title AUTOMATIC DRUGSTORE

ชื่อนักศึกษา นายดิสรณ์ ภู่โต๊ะยา และ นายวิษณุเดช ขุนอาวุธ

รหัสประจำตัว 60010350 และ 60010944

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์ และ ผศ.เทพจิตร์ เชยโภคา

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		**ลายมือชื่อ**
ผศ.ดร.คงศักดิ์	อนันตหิรัญรัตน์	
ผศ.เทพจิตร์	เชยโภคา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 27 พฤษภาคม 2564

คณะวิศวกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์.ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 27 พฤษภาคม พ.ศ.2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องจ่ายยาระบบอัตโนมัติ

นักศึกษา นายดิสรณ์ ภู่โต๊ะยา และ นายวิษณุเดช ขุนอาวุธ

รหัสประจำตัว 60010350 และ 60010944

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

พ.ศ. 2563

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์ และ ผศ.เทพจิตร์ เชยโภคา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอถึงเครื่องจัดยาอัตโนมัติที่ทางผู้วิจัยได้ออกแบบมาเพื่อศึกษาการทำงานของระบบ และเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้ที่สนใจนำระบบไปพัฒนาต่อเพื่อแก้ไขปัญหาในการจ่ายยาในโรงพยาบาลต่าง ๆ โดยมีการนำความรู้ในด้านการคำนวณเลือกใช้มอเตอร์และสายพานให้เหมาะสมกับระบบ มีการใช้ความรู้ด้านการออกแบบโมเดลด้วยโปรแกรม Solidwork โดยที่ตัวระบบสามารถนำไปใช้งานร่วมกับระบบจ่ายยาแบบอื่นได้หลากหลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	AUTOMATIC DRUGSTORE
Student	Mr.Disorn Phutoya and Mr.Witsanudet Khunarwut
Student ID.	60010350 and 60010944
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Mechatronics Engineering
Year	2020
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Kongsak Anatahiranrat
	Assoc. Prof. Thepjit Cheoyphokha

ABSTRACT

This thesis presenting an Automatic Drugstore designed by the researcher to study the operation of the system and to provide an alternative for those interested in bringing the system to develop further to solve problems in dispensing drugs in various hospitals. We apply the knowledge in calculations for selecting motors and belts that are suitable for the system. The knowledge of Solidwork model design is applied. The system can be integrated with a wide variety of other automatic drugstore systems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จได้ด้วยดีนั้นเนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกในกลุ่ม และต้องคุณอาจารที่ปรึกษา รศ. ดร. คงศักด์ อนันตหิรัญรัตน์ และ รศ. เทพจิตร์ เชยโภคา ที่ให้คำแนะนำ วิธีแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้ และประสบการณ์การทำงานร่วมกัน

ขอขอบคุณ บิดา มารดา และอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยสั่งสอนและอบรมในทุก ๆ วิชา ทำให้คณะผู้จัดทำได้มีความรู้ในด้านต่าง ๆ ตลอดมาจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือคณะผู้จัดทำตลอดมา

ดิสรณ์ ภู่โต๊ะยา

วิษณุเดช ขุนอาวุธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ V

ลายมือชื่อ V

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 1

1.3 ขอบเขตการวิจัย 1

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 2

1.5 สถานที่ทำการวิจัย 2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ผลิตภัณฑ์ที่วางขายอยู่ในท้องตลาด 3

2.2 รูปแบบบรรจุภัณฑ์ยา 3

2.2.1 ขวดยาแบบ ampule 4

2.2.2 ขวดยา vial 4

2.2.3 แผงยาแบบ Blister Pack 5

2.2.4 ขวด 5

2.2.5 กล่องยา 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 6

2.4 Solidworks 7

2.5 สูตรการคำนวณหาสายพานและรอก 8

2.5.1 สูตรเกี่ยวกับแรง 8

2.5.1.1 แรงจากความเร่ง 8

2.5.1.2 แรงยก 9

2.5.1.3 แรงต้านทาน 9

2.5.1.4 แรงดึง 9

2.5.1.5 แรงดึงสูงสุด 9

2.5.1.6 แรงดึงเฉพาะที่ต้องการ 10

2.5.2 สูตรเกี่ยวกับน้ำหนัก 10

2.5.2.1 น้ำหนักสายพาน 10

2.5.3 สูตรเกี่ยวกับการวัด 10

2.5.3.1 เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์(Pitch)ของรอก 10

2.5.3.2 ความยาวของสายพาน 10

2.5.4 สูตรเกี่ยวกับความเร็ว 11

2.5.4.1 ความเร็วสายพาน 11

2.5.5 ตัวประกอบของฟันของสายพานและรอก 11

2.5.6 ตัวประกอบการทำงาน 12

2.5.7 ตัวประกอบความเร่ง 12

2.5.8 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน 13

2.6 สูตรหาขนาดมอเตอร์ 13

2.6.1 แรงบิดจากรอก 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.7 กราฟเลือกชนิดฟันของสายพาน 14

2.8 กราฟเลือกความกว้างของสายพานชนิด T5 15

บทที่3 วิธีการดำเนินงาน 16

3.1 การออกแบบโครงสร้าง 16

3.2 การเลือกสายพานและรอก 18

3.2.1 แกนตั้ง 18

3.2.2 แกนนอน 22

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 27

4.1 โครงสร้างและกลไกทางแมคคานิค 27

4.1.1 ส่วนจ่ายยา 27

4.1.2 ส่วนลำเลียงยา 28

4.2 การจำลองการทำงานของระบบ 29

บทที่ 5 บทสรุป 32

5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 32

เอกสารอ้างอิง 33

ประวัติผู้เขียน 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่าตัวประกอบของฟันของสายพานและรอก.....11

ตารางที่ 2.2 ค่าตัวประกอบการทำงาน.....12

ตารางที่ 2.3 ค่าตัวประกอบความเร่ง.....12

ตารางที่ 2.4 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน.....13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 หุ่นลำเลียงยา B-Hive 1....3

รูปที่ 2.2 ขวดยาแบบ ampule....4

รูปที่ 2.3 ขวดยาแบบ vial....4

รูปที่ 2.4 แผงยาแบบ Blister Pack....5

รูปที่ 2.5 ขวดสาหรับบรรจุยา....5

รูปที่ 2.6 กล่องยา....6

รูปที่ 2.7 ภายในสเต็ปเปอร์มอเตอร์....7

รูปที่ 2.8 หน้าต่างโปรแกรม Solidworks....8

รูปที่ 2.9 กราฟเลือกชนิดฟันของสายพาน....14

รูปที่ 2.10 กราฟเลือกความกว้างของสายพานชนิด T5....15

รูปที่ 3.1 โมเดลตัวลำเลียงเบื้องต้น....16

รูปที่ 3.2 โมเดลตัวลำเลียงที่ใช้งาน....17

รูปที่ 3.3 โมเดลตู้พร้อมตัวลำเลียง....18

รูปที่ 3.4 เลือกชนิดของฟันของสายพานแกนตั้ง....20

รูปที่ 3.5 เลือกความกว้างของสายพานแกนตั้ง....21

รูปที่ 3.6 เลือกชนิดของฟันของสายพานแกนนอน....24

รูปที่ 3.7 เลือกความกว้างของสายพานแกนตั้ง....25

รูปที่ 4.1 ตู้เก็บยา....27

รูปที่ 4.2 ช่องเก็บยา 1 ช่อง....28

รูปที่ 4.3 ระบบลาเลียงยา....28

รูปที่ 4.4 ตำแหน่งเริ่มต้น....29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.5 ตำแหน่งรอรับยา.....30

รูปที่ 4.6 ยาหล่นสู่ตะกร้า.....30

รูปที่ 4.7 ยามาส่งที่ตำแหน่งรับยา.....31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการจัดจำหน่ายยาให้แก่ผู้ป่วยภายในโรงพยาบาลส่วนมากเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่เภสัชกรรมซึ่งถูกควบคุมดูแลโดยเภสัชกร เมื่อมีผู้รับบริการเป็นจำนวนมากเจ้าหน้าที่ไม่สามารถจัดจำหน่ายยาได้ในเวลาที่รวดเร็วซึ่งเป็นข้อจำกัด

ข้อมูลจากกระทรวงสาธารณะสุขปี พ.ศ. 2560 อัตราส่วนผู้ป่วยทั้งหมดที่เข้ารับการบริการที่โรงพยาบาลต่อบุคลากรทางการแพทย์ดังนี้ แพทย์ 1 คน รับผู้ป่วย 2000 คนต่อวัน พยาบาล 1 คน รับผู้ป่วย 416 คนต่อวัน เภสัชกร 1 คนรับผู้ป่วย 5000 คนต่อวัน เห็นได้ว่าเภสัชกรรับผู้ป่วยต่อวันเป็นจำนวนที่สูงมาก และข้อมูลจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลศิริราช ผศ.ดร. วิศิษฏ์ วามวาณิชย์ กล่าวว่าแต่ละปีเภสัชกรมีความผิดพลาดในการจัดจำหน่ายยาในอัตราส่วน 3 ต่อ 1000 ใบสั่งยา เมื่อเทียบกับจำนวนผู้ป่วยที่โรงพยาบาลศิริราชรับต่อวันเป็นจำนวน 8000-10000 คนต่อวัน จะมีการจ่ายยาที่ผิดพลาดเป็นจำนวน 24 ถึง 30 คนต่อวัน

จากข้อมูลข้างต้นเราได้พิจารณาถึงปัญหาในการจัดจำหน่ายยาโดยมนุษย์ซึ่งมีความผิดผลาดเกิดขึ้นอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยที่ได้รับยาที่ผิดพลาดไป โดยเราได้ออกแบบระบบเพื่อแบ่งเบาภาระงานของเภสัชกรและพนักงานเภสัชกรรมที่ต้องให้บริการผู้ป่วยเป็นจำนวนมาก และเพื่อลดความผิดพลาดในการจัดจำหน่ายยาที่ไม่ตรงกับใบสั่งยาที่แพทย์เป็นผู้สั่ง

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อแบ่งเบาภาระของเภสัชกรและพนักงานเภสัชกรรม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาการทำงานของผลิตภัณฑ์ที่วางขายอยู่ในท้องตลาด

1.3.2 ศึกษาการใช้งาน Solid work

1.3.3 ศึกษาการเลือกใช้มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 กำหนดหัวข้อ และ วางแผนงาน

1.4.2 ศึกษาหาความรู้ที่จะนำมาใช้ในการทำโปรเจค

1.4.3 ออกแบบระบบด้วยโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์

1.4.4 รวบรวมข้อมูลสรุปงานวิจัยและจัดทำรูปเล่ม

1.5 สถานที่ทำการวิจัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

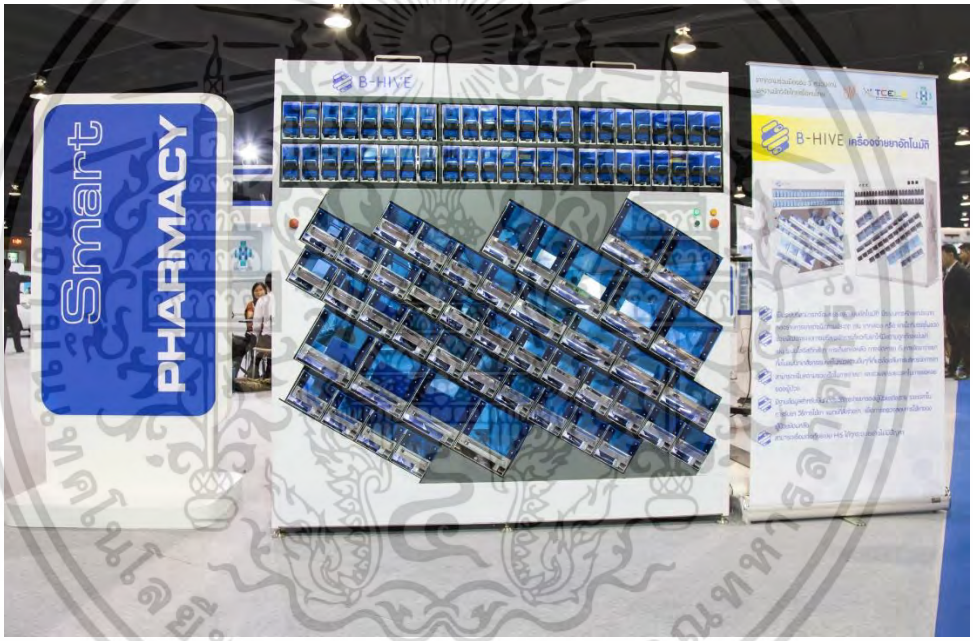
1.6.1 มีความทักษะในการออกแบบด้วยโปรแกรม Solid work เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ผลิตภัณฑ์ที่วางขายอยู่ในท้องตลาด

เราเลือกศึกษาหุ่นลำเลียงยาอัตโนมติที่ผลิตโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีร่วมกับ TCELS และ บ.สุพรีม ไฮทีร่า จำกัด รุ่น B-Hive 1



รูปที่ 2.1 หุ่นลำเลียงยา B-Hive 1

จากหุ่นที่ศึกษามาพบว่าตัวหุ่นใช้ระบบสายพานที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าในการลำเลียงและจัดจำหน่ายยาตามคำสั่งที่ได้รับสามารถจัดจำหน่ายยาที่บรรจุมาในรูปแบบกล่องสี่เหลี่ยมและรูปแบบทรงกระบอก

2.2 รูปแบบบรรจุภัณฑ์ยา

บรรจุภัณฑ์ยาได้รับการควบคุมอย่างเข้มงวดและข้อบังคับเหล่านี้ขึ้นอยู่กับประเทศต้นทางหรือภูมิภาค ข้อบังคับเหล่านี้มีขึ้นเพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วย บรรจุภัณฑ์ยาไม่เพียงแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกป้องยาจากการปนเปื้อน บรรจุภัณฑ์แต่ละประเภทถูกออกแบบให้สอดคล้องกับการจ่ายการจ่ายยาและการใช้ยาที่บรรจุอยู่ด้วย

2.2.1 ขวดยาแบบ ampule

เป็นขวดปิดผนึกขนาดเล็กที่ทำจากแก้วหรือพลาสติก ใช้สำหรับบรรจุภัณฑ์ยาเหลวที่ต้องได้รับการปกป้องจากอากาศและสารปนเปื้อนอื่น ๆ หลอดถูกปิดผนึกอย่างแน่นหนาโดยการหลอมส่วนบนบาง ๆ ด้วยเปลวไฟและโดยทั่วไปจะเปิดโดยการหักคอขวดออก

รูปที่ 2.2 ขวดยาแบบ ampule

2.2.2 ขวดยา vial

เป็นภาชนะแก้วหรือพลาสติกที่ใช้บรรจุของเหลวของแข็งหรือปริมาณผง โดยส่วนมากมักจะมีขนาดใหญ่กว่าขวดยาแบบ ampule มีตัวเลือกฝาปิดดังนี้ ฝาปิดแบบสกรู ปิดด้วยฝาเกลียว ปิดด้วยจุกพลาสติกหรือไม้ก๊อก ปิดด้วยจุกยางและฝาโลหะ โดยทั่วไปกันขวดจะแบน

รูปที่ 2.3 ขวดยาแบบ vial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 แผงยาแบบ Blister Pack

เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ขึ้นรูปพร้อมตัวยาทำจากวัสดุพลาสติก กระดาษ หรือฟอยล์ วัสดุหลักของแพ็ค คือช่องที่ทำจากพลาสติกเทอร์โมฟอร์ม โดยปกติจะมีแผ่นปิดด้านหลังช่องใส่ยาทำมาจากกระดาษแข็ง หรือซีลอลูมิเนียมฟอยล์ หรือฟิล์มพลาสติกที่สามารถเจาะด้วยมือ

รูปที่ 2.4 แผงยาแบบ Blister Pack

2.2.4 ขวด

ขวดมักใช้สำหรับยาเหลว ส่วนใหญ่ใช้ขวดแก้วสำหรับบรรจุของเหลวเนื่องจากมีคุณสมบัติในการป้องกันที่ดีเยี่ยม วัสดุพลาสติกมักใช้สำหรับยาเม็ดและแคปซูลโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับขวดที่ต้องสั่งโดยแพทย์ ขวดยาจะมีสีที่แตกต่างกันโดยส่วนใหญ่จะเป็นสีส้มหรือสีน้ำตาลอ่อนเนื่องจากสีเหล่านี้ป้องกันไม่ให้แสงอัลตราไวโอเลตกระทำต่อยาที่อาจไวแสงในขณะที่ยังคงให้แสงที่มองเห็นได้เพียงพอเพื่อให้มองเห็นยาได้ง่าย

รูปที่ 2.5 ขวดสำหรับบรรจุยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 กล่องยา

เป็นกล่องที่ใส่ยาที่มากับบรรจุภัณฑ์แล้วหลายชิ้นเข้าไว้ด้วยกันเพื่อสะดวกต่อการขนส่งและจ่ายยาที่มีปริมาณมาก

รูปที่ 2.6 กล่องยา

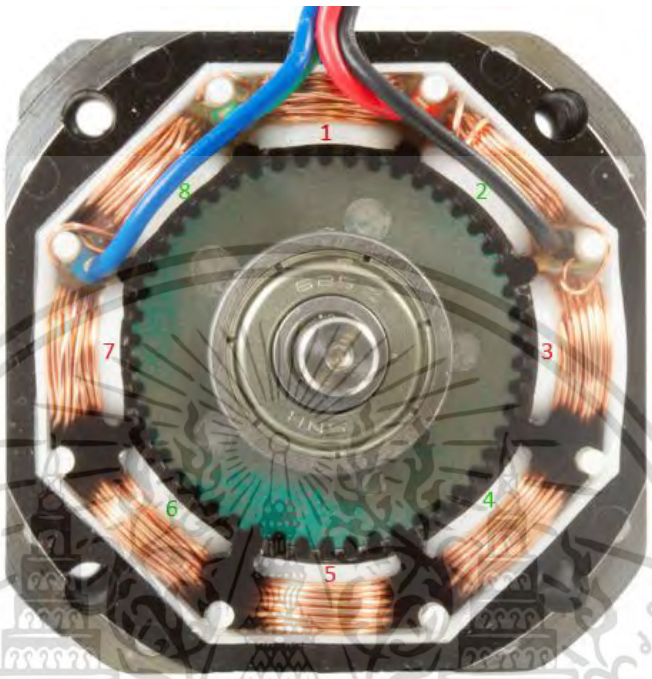
2.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ หรือสเต็ปมอเตอร์ หรือสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นมอเตอร์กระแสตรงที่ไม่ใช้แปรงถ่านที่หมุนเต็มรอบมาแบ่งให้มีขั้นการหมุนต่อรอบตามจำนวนขั้นของมอเตอร์ ตำแหน่งของแกนมอเตอร์สามารถถูกสั่งให้หมุน และหยุดค้างไว้ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหน่งได้ โดยไม่ต้องใช้เซ็นเซอร์วัดตำแหน่งตราบใดที่มอเตอร์ถูกนำไปใช้ในงานภายใต้ขอบเขตแรงบิดและความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ถูกกำหนดโดยผู้ผลิต

สเต็ปเปอร์มอเตอร์รับสัญญาน DC แบบ square wave ตัวโรเตอร์จะหมุนตามคลื่นที่ส่งเป็นมุมคงที่ตามความละเอียดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ ตัวโรเตอร์มีฟันที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้าหลายซี่เรียงรอบแกนของโรเตอร์เป็นชิ้นส่วนคล้ายรูปเฟือง ตัวแม่เหล็กไฟฟ้าได้รับพลังงานจากวงจรขับภายนอกหรือไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการทำให้แกนของมอเตอร์หมุนแม่เหล็กไฟฟ้าหนึ่งตัวจะได้รับพลังงานซึ่งดึงดูดฟันของเฟืองด้วยแม่เหล็ก เมื่อฟันของเฟืองอยู่ในแนวเดียวกับแม่เหล็กไฟฟ้าตัวแรกพวกมันจะถูกหักล้างเล็กน้อยจากแม่เหล็กไฟฟ้าตัวถัดไป นั่นหมายความว่าเมื่อแม่เหล็กไฟฟ้าตัวถัดไปเปิดอยู่และอันแรกปิดอยู่เกียร์จะหมุนเล็กน้อยเพื่อให้สอดคล้องกับอันถัดไปจากนั้นกระบวนการจะทำซ้ำ การหมุนเวียนแต่ละครั้งเรียกว่า ขั้น (step) จากการหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปในแต่ละขั้นหลายขั้น ทำให้เกิดการหมุนเต็มรอบ ด้วยวิธีนี้มอเตอร์สามารถหมุนได้ด้วยมุมที่แม่นยำ



รูปที่ 2.7 ภายในสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การจัดเรียงแบบวงกลมของตัวกำเนิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มแต่ละกลุ่มเรียกว่าเฟสและมีจำนวนแม่เหล็กไฟฟ้าต่อกลุ่มเท่ากัน จำนวนกลุ่มถูกเลือกโดยผู้ออกแบบสเต็ปเปอร์มอเตอร์ แม่เหล็กไฟฟ้าของแต่ละกลุ่มจะเชื่อมต่อกับแม่เหล็กไฟฟ้าของกลุ่มอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปแบบการจัดเรียงที่สม่ำเสมอ เช่น สเต็ปเปอร์มอเตอร์มีกลุ่มแม่เหล็กไฟฟ้า 2 กลุ่ม คือ A และ B มีขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งหมด 10 ขั้ว ดังนั้นการจัดเรียงของขั้วแม่เหล็กเป็น A B A B A B A B A B A B ซึ่งขั้วแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่กลุ่มเดียวกันจะได้รับพลังงานที่ถูกจ่ายพร้อมกัน

2.4 Solidworks

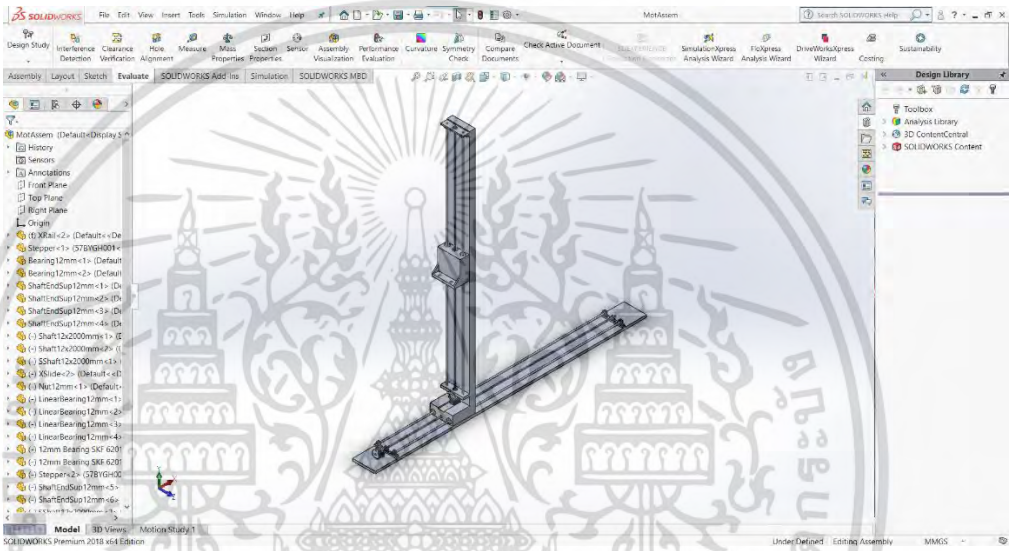
เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ Computer-Aided Design (CAD) และเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยด้านวิศวกรรม Computer Aided Engineering (CAE) ซึ่งถูกเผยแพร่โดยบริษัท Dassault Systems ซึ่งสามารถใช้งานได้ในระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows

คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ Computer-Aided Design (CAD) เป็นเทคโนโลยีการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการสร้างชิ้นส่วน ด้วยแบบจำลองทางเรขาคณิต ชิ้นส่วนที่ถูกสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นมาเรียกว่าแบบจำลองหรือ Model และแบบจำลองนี้ก็สามารถแสดงเป็นแบบ Drawing หรือไฟล์ข้อมูล CAD

คอมพิวเตอร์ช่วยงานด้านวิศวกรรม Computer-Aided Engineering (CAE) คือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจำลองประสิทธิภาพการทำงานเพื่อปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือช่วยในการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมของงานด้านอุตสาหกรรม ซึ่งรวมถึงการจำลองการตรวจสอบและการเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กระบวนการและเครื่องมือการผลิต



รูปที่ 2.8 หน้าต่างโปรแกรม Solidworks

2.5 สูตรการคำนวณหาสายพานและรอก

แบ่งตามลักษณะของสูตรต่าง ๆ ดังนี้

2.5.1 สูตรเกี่ยวกับแรง

2.5.1.1 แรงจากความเร่ง

$$F_A = ma \tag{2.1}$$

เมื่อ F_A คือ แรงจากความเร่ง

m คือ น้ำหนักวัตถุ

a คือ ความเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.2 แรงยก

$$F_H = mg \sin a \quad (2.2)$$

เมื่อ F_H คือ แรงยก

m คือ น้ำหนักวัตถุ

g คือ แรงโน้มถ่วง

a คือ องศาการยก

2.5.1.3 แรงต้านทาน

$$F_R = m\mu g \quad (2.3)$$

เมื่อ F_R คือ แรงต้านทาน

m คือ น้ำหนักวัตถุ

μ คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

g คือ แรงโน้มถ่วง

2.5.1.4 แรงดึง

$$F_U = F_A + F_H + F_R \quad (2.4)$$

เมื่อ F_U คือ แรงดึง

F_A คือ แรงจากความเร่ง

F_H คือ แรงยก

F_R คือ แรงต้านทาน

2.5.1.5 แรงดึงสูงสุด

$$F_{U\max} = F_U(c_2 + c_3) \quad (2.5)$$

เมื่อ $F_{U\max}$ คือ แรงดึงสูงสุด

F_U คือ แรงดึง

c_2 คือ ตัวประกอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

c_3 คือ ตัวประกอบความเร่ง

2.5.1.6 แรงดึงเฉพาะที่ต้องการ

$$F'_{Ureq} = F_{U\max} / c_1 \quad (2.6)$$

เมื่อ F'_{Ureq} คือ แรงดึงเฉพาะที่ต้องการ

$F_{U\max}$ คือ แรงดึงสูงสุด

c_1 คือ ตัวประกอบของฟันของสายพานและรอก

2.5.2 สูตรเกี่ยวกับน้ำหนัก

2.5.2.1 น้ำหนักสายพาน

$$m_R = m'_R \, {}^{l}/_{1000} \quad (2.7)$$

เมื่อ m_R คือ น้ำหนักสายพาน

m'_R คือ น้ำหนักสายพานต่อเมตร

l คือ ความยาวสายพาน

2.5.3 สูตรเกี่ยวกับการวัด

2.5.3.1 เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์(Pitch)ของรอก

$$d_0 = zt/\pi \quad (2.8)$$

เมื่อ d_0 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์(*Pitch)*ของรอก

z คือ จำนวนฟันของรอก

t คือ ระยะพิตช์(Pitch)ของสายพาน

2.5.3.2 ความยาวของสายพาน

$$l = 2e + zt \quad (2.9)$$

เมื่อ อัตราทดของรอกทั้งสองมีค่าเท่ากับ 1

l คือ ความยาวสายพาน

e คือ ระยะจากจุดศูนย์กลางของรอกถึงรอกอีกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

z คือ จำนวนฟันของรอก

t คือ ระยะพิตช์(Pitch)ของสายพาน

2.5.4 สูตรเกี่ยวกับความเร็ว

2.5.4.1 ความเร็วสายพาน

$$n = \frac{v \cdot 19.1 \cdot 10^3}{d_0} \quad (2.10)$$

เมื่อ n คือ ความเร็วสายพานต่อนาที่

v คือ ความเร็ว

d_0 คือ เส้นผ่านศูนย์กลางรอก

2.5.5 ตัวประกอบของฟันของสายพานและรอก

ตารางที่ 2.1 ค่าตัวประกอบของฟันของสายพานและรอก

การใช้งาน	c_{1max}
สายพานต่อกัน	6
สายพานแยก	12
งานที่ต้องการความแท่นยำ	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 ตัวประกอบการทำงาน

ตารางที่ 2.2 ค่าตัวประกอบการทำงาน

ลักษณะการทำงาน	C_2
ทำงานนิ่ง	1.00
ทำงานเกินกำลังระยะสั้น<35%	1.10 - 1.35
ทำงานเกินกำลังระยะสั้น<70%	1.40 – 1.70
ทำงานเกินกำลังระยะสั้น<100%	1.75 – 2.00

2.5.7 ตัวประกอบความเร่ง

ตารางที่ 2.3 ค่าตัวประกอบความเร่ง

อัตราทดของรอก	C_3
1	0
1 – 1.5	0.1
1.5 – 2.5	0.2
2.5 – 3.5	0.3
> 3.5	0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

ตารางที่ 2.4 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน

ตัวรับแรงแทน	ชนิดสายพาน		
	โพลียูรีเทน	ผ้าพอลิเอไมด์ตรง ส่วนฟันสายพาน	ผ้าพอลิเอไมด์ตรง ส่วนหลังสายพาน
ฐานหรือราง	0.5	0.2 – 0.3	0.2 – 0.3
รางพลาสติก	0.2 – 0.3	0.2 – 0.25	0.2 – 0.25

2.6 สูตรหาขนาดมอเตอร์

2.6.1 แรงบิดจากรอก

$$T = Fr \tag{2.11}$$

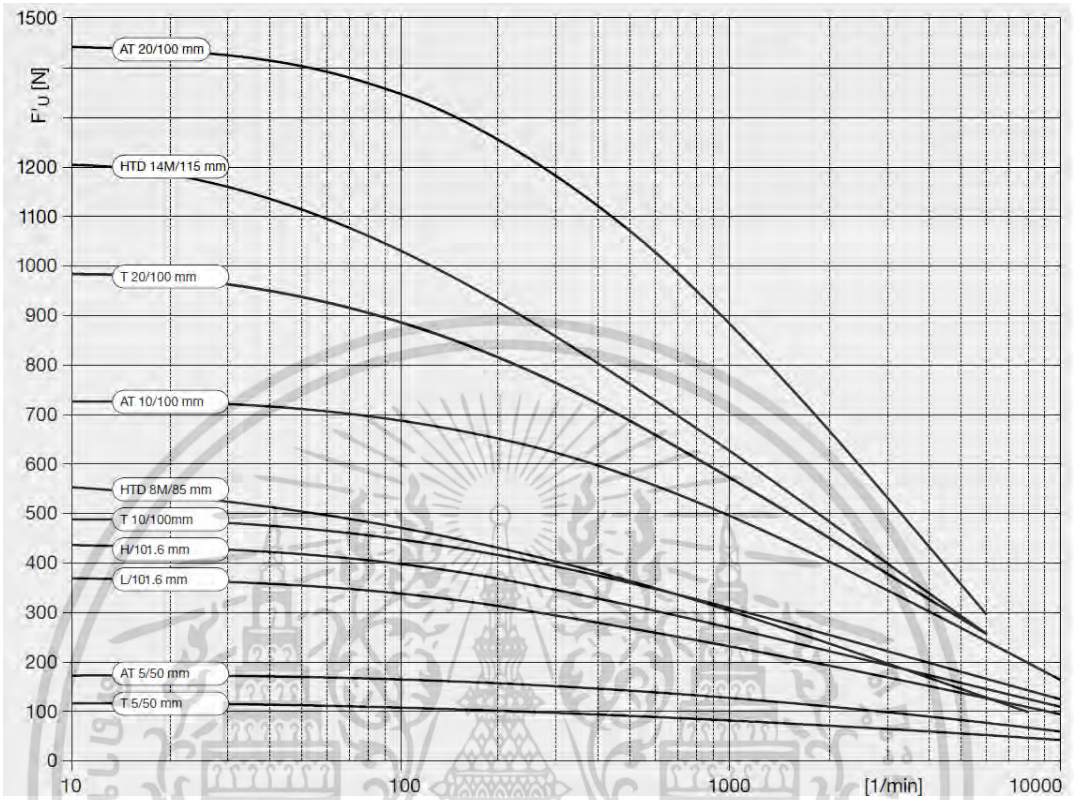
เมื่อ T คือ แรงบิด

F คือ แรงดึง

r คือ รัศมีของรอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

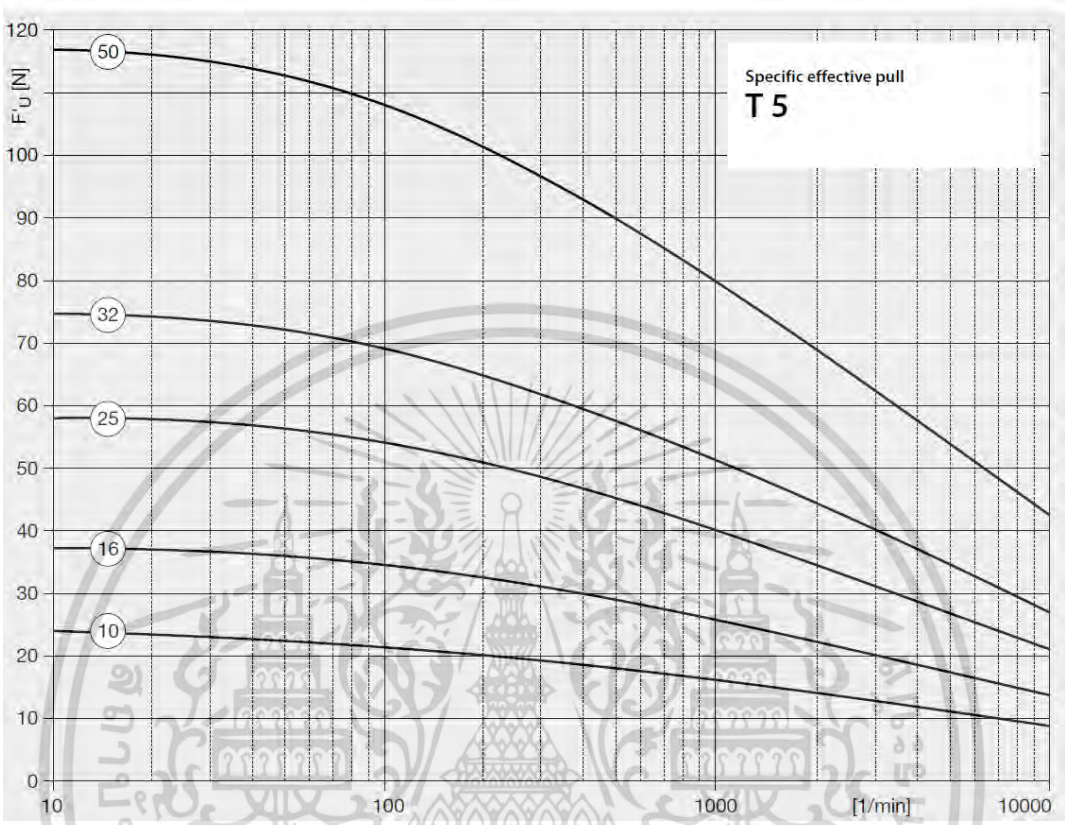
2.7 กราฟเลือกชนิดฟันของสายพาน



รูปที่ 2.9 กราฟเลือกชนิดฟันของสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 กราฟเลือกความกว้างของสายพานชนิด T5



รูปที่ 2.10 กราฟเลือกความกว้างของสายพานชนิด T5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
วิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานการทำปริญญานิพนธ์การออกแบบเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ จะกล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบ สายพาน รอก และมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องจ่ายยาอัตโนมัติ โดยก่อนเริ่มดำเนินงานได้วางแผน และกำหนดขอบเขตของงาน เพื่อให้มีแนวทางที่ชัดเจน เริ่มจากการออกแบบโครงสร้าง การเลือกใช้สายพานและรอก ที่เหมาะสมกับลักษณะการจ่ายยา

3.1 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างเนื่องจากเป็นเครื่องที่มีขนาดใหญ่ด้วยความกว้าง 2 เมตร และสูง 2 เมตร จำเป็นต้องคำนึงถึงการลำเลียงภายในเครื่อง โดยออกแบบเบื้องต้นด้วยโปรแกรม solidworks เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ และการคำนวณเพื่อหาอุปกรณ์อีกที จากการออกแบบที่ได้ทำไปในเบื้องต้นได้ออกมาเป็นดังนี้

รูปที่ 3.1 โมเดลตัวลำเลียงเบื้องต้น

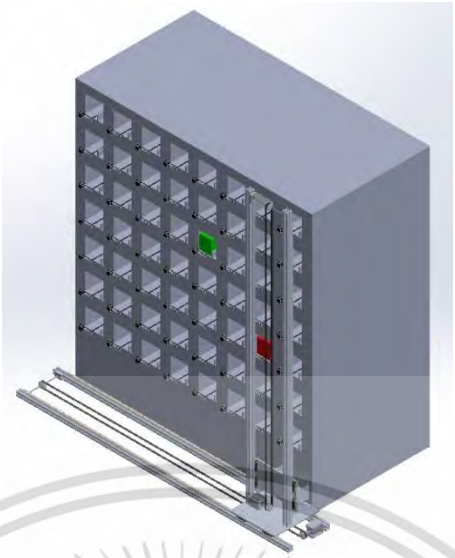
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบนี้ทางผู้จัดทำยังไม่ได้คำนวณถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ที่จะนำไปใช้จริงได้ จากรูปจะมีการเคลื่อนที่ทางด้านซ้ายขวาและขึ้นลง ตัวนำการเคลื่อนที่ใช้เป็นลีดสกรู(Lead screw) ต่อกับมอเตอร์โดยตรงและมีเพลาไว้คอยรับแรงแทนตัวลีดสกรู แต่ด้วยการนำไปใช้งานจริงยังไม่ได้ เพราะยังไม่ได้คำนวณถึงการใช้อุปกรณ์ที่ต้องใช้งานจริง และด้วยขนาดที่ใหญ่ ตัวเพลาสกรูที่จะเป็นตัวเคลื่อนที่พร้อมกับลีดสกรูนั้นมีราคาที่สูงมาก จึงได้ทบทวนเรื่องอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้งานใหม่ และคิดถึงการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีใช้จริงตามตลาด ทำการออกแบบใหม่ดังรูป

รูปที่ 3.2 โมเดลตัวลำเลียงที่ใช้งาน

โมเดลใหม่ที่ทำขึ้นมาผ่านการคำนวณทางกล เลือกใช้อุปกรณ์ที่ยอมรับได้และมีขายตามตลาดจริงโดยเปลี่ยน ตัวนำการเคลื่อนที่ไปใช้สายพาน และรอกในการเคลื่อนที่ และมีรางกับตัวนำที่มีลูกปืนคอยรับแรงแทนตัวสายพาน ตัวโครงเองก็ใช้เป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ เมื่อรวมกับตู้เก็บยาที่ได้ออกแบบไว้จะมีลักษณะดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 โมเดลตู้พร้อมตัวลำเลียง

3.2 การเลือกสายพานและรอก

แบ่งการคำนวณออกตามแกน

3.2.1 แกนตั้ง

กำหนดสิ่งที่ต้องการ

ความเร็ว

$$v = 2\ m/s$$

ความเร่งและความหน่วง

$$a = 4\ m/s^2$$

ความหน่วงตอนปิดเครื่องฉุกเฉิน

$$a_e = 10\ m/s^2$$

น้ำหนักที่สายพานรับ

$$m = 5\ kg$$

เส้นผ่านศูนย์กลางรอกสูงสุด

$$d_0 = 50\ mm$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะจากจุดศูนย์กลางของรอกถึงรอกอีกตัว

$$e = 2300\ mm$$

อัตราทดของรอก

$$i = 1$$

หาแรงจากความหน่วงตอนปิดเครื่องฉุกเฉิน จากสมการที่ 2.1

$$F_{A_{max}} = 5\ kg \times 10\ m/s^2 = 50\ N$$

หาแรงยก จากสมการที่ 2.2

$$F_H = 5\ kg \times 9.81\ m/s^2 \times \sin 90° = 50\ N$$

หาแรงต้านทาน จากสมการที่ 2.3

เนื่องจากใช้รางที่ไม่ใช่พลาสติกและใช้วัสดุสายพานเป็นโพลียูรีเทน

ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน = 0.5 จากตาราที่ 2.5

$$F_R = 5\ kg \times 0.5 \times 9.81\ m/s^2 = 20\ N$$

หาแรงดึง จากสมการที่ 2.4

$$F_U = 50\ N + 50\ N + 20\ N = 120\ N$$

หาแรงดึงสูงสุด จากสมการที่ 2.5

เนื่องจากมีอัตราทดเป็น 1 และจะให้การทำงานของเครื่องนั้นนิ่ง

ดังนั้นค่าตัวประกอบการทำงาน = 1 และ ค่าตัวประกอบความเร่ง = 0

$$F_{U\max} = 120\ N(1 + 0) = 120\ N$$

หาแรงดึงเฉพาะที่ต้องการ จากสมการที่ 2.6

เนื่องจากใช้สายพานแบบต่อกัน

ดังนั้นค่าตัวประกอบของฟันของสายพานและรอก = 6

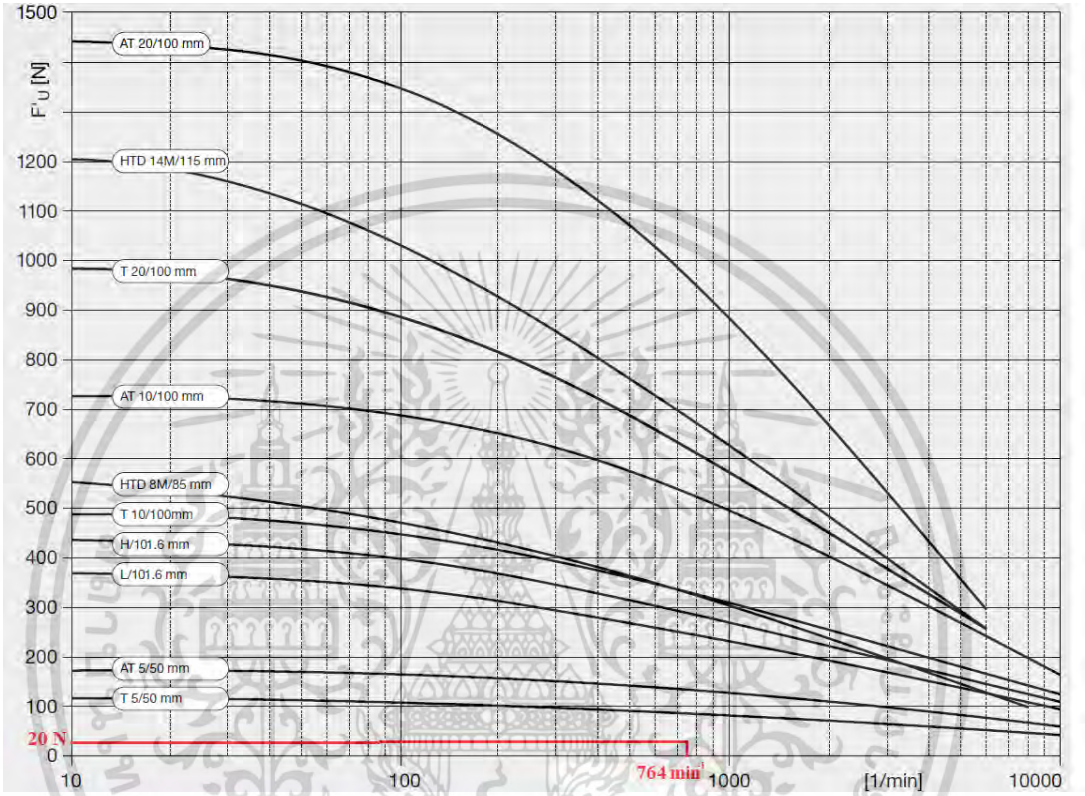
$$F'_{Ureq} = 120\ N/6 = 20\ N$$

หาความเร็วสายพาน จากสมการที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$n = \frac{2\ m/s \times 19.1 \times 10^3}{50\ mm} = 764\ min^{-1}$$

เมื่อได้แรงดึงเฉพาะและความเร็วสายพานนำมาหาชนิดของฟันของสายพาน จากรูปที่ 2.10

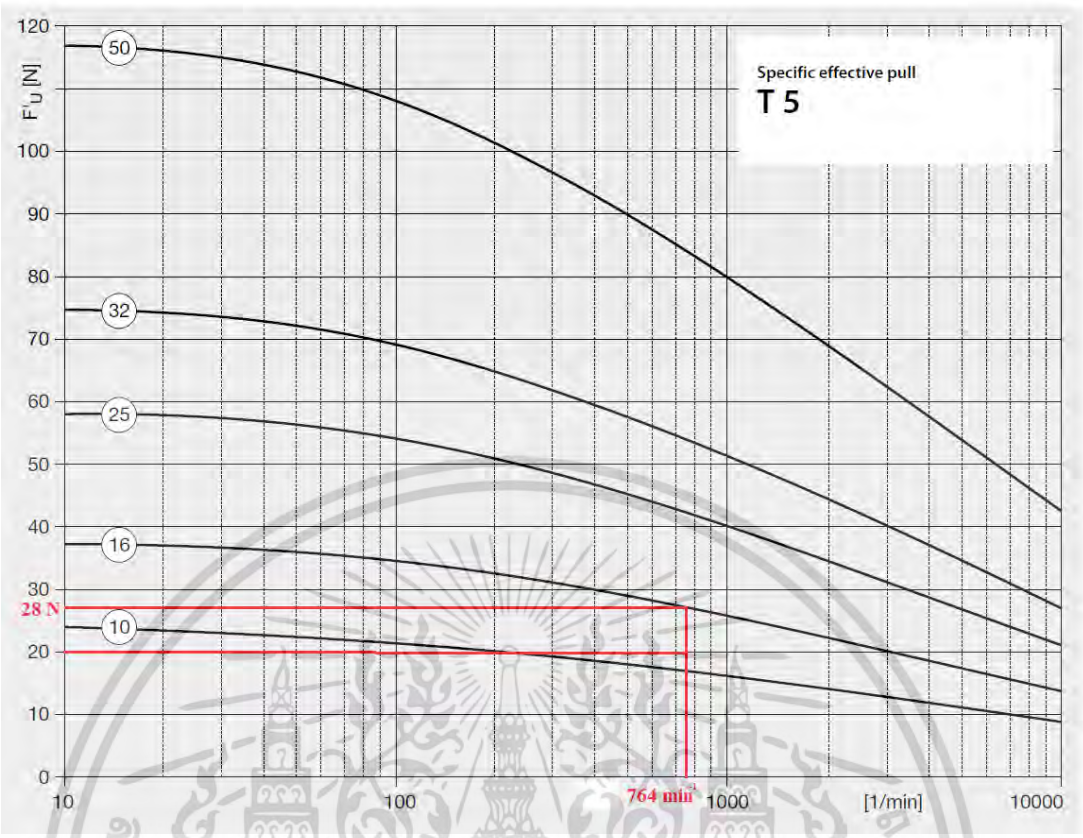


รูปที่ 3.4 เลือกชนิดของฟันของสายพานแกนตั้ง

จากรูปที่ 3.4 สามารถใช้ได้ทุกชนิดเพราะแรงดึงเฉพาะนั้นมีน้อยและไม่เกินเส้นกราฟใดเลย ดังนั้นจึงเลือกชนิดที่ต่ำที่สุดที่รับได้คือชนิด T5 ชนิด T เป็นสายพานที่มีฟันแบบพื้นฐาน เลข 5 คือระยะพิตช์(Pitch)ของสายพาน

หลังจากเลือกลักษณะฟันได้แล้วมาเลือกความกว้างของสายพาน จากรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 เลือกความกว้างของสายพานแกนตั้ง

จากรูปที่ 3.5 สามารถเลือกได้ตั้งแต่ 16 มิลลิเมตร เป็นต้นไป เพราะค่าที่คิดไว้นั้นเกิน 10 มิลลิเมตร ไปแล้ว จึงเลือกความกว้างที่ต่ำที่สุดที่พอรับได้คือ 16 มิลลิเมตร และที่ความกว้างสายพาน 16 มิลลิเมตรนี้รับแรงดึงเฉพาะได้ 28 นิวตัน ที่ความเร็วสายพาน 764 ต่อนาที

เมื่อเลือกสายพานแล้วได้ระยะพิตช์(Pitch)ที่ 5 มิลลิเมตร ตัวรอกเองก็ต้องมีลักษณะเดียวกับสายพาน รอกจึงมีลักษณะฟันแบบ T5 และหาจำนวนฟันของรอกโดยแปลงสมการ จากสมการที่ 2.8

$$d_0 = zt/\pi$$

เป็น

$$z = d_0\pi/t$$

เส้นผ่านศูนย์กลางรอกสูงสุดที่กำหนดไว้คือ 50 มิลลิเมตร

$$z = 50\ mm \times \pi/5\ mm = 31.4$$

$$z = 32$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนฟันของรอก 32 ฟัน ไปเทียบกับขนาดมาตรฐานแล้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์(Pitch)มากกว่าที่กำหนดไว้ที่ 50 มิลลิเมตร จึงเลือกที่ขนาดมาตรฐานที่ขนาดลดลงหนึ่งระดับได้รอกที่มี 30 ฟัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์(Pitch) 47.75 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก 46.75 มิลลิเมตร เมื่อได้จำนวนฟันของรอกแล้ว คำนวณหาความยาวของสายพานได้ จากสมการที่ 2.9

$$l = 2 \times 2300\ mm + 30 \times 5\ mm = 4750\ mm$$

และสามารถหาจำนวนฟันบนสายพานได้จากสมการ(z_b)

$$z_b = l/t$$

$$z_b = 4750\ mm/5\ mm = 950$$

จำนวนฟันลงตัวพอดีดังนั้นสามารถใช้สายพานและรอกตามที่เลือกไว้ได้ โดยที่ลักษณะเฉาะของสายพาน T5 ความกว้าง 16 มิลลิเมตรมีน้ำหนักต่อเมตร

$$m'_R = 0.06\ kg/m$$

เมื่อสายพานและรอกสามารถใช้งานด้วยกันได้ หาน้ำหนักของสายพานเพื่อนำไปรวมกับน้ำหนักที่แกนนอนต้องรับ จากสมการที่ 2.7

$$m_R = 0.06\frac{kg}{m} \times 4750\ mm/1000 = 0.285kg$$

$$m_R = 0.3\ kg$$

หามอเตอร์ที่จะใช้ขับรอก จากสมการ 2.11

$$T = 28\ N \times \frac{46.75\ mm}{2} \times \frac{10^{-3}m}{1\ mm} = 0.6545\ Nm$$

เลือกใช้มอเตอร์ขนาดมาตรฐาน NEMA 23 แรงบิดสูงสุดที่ 2.08 นิวตันเมตร ทำความเร็วรอบได้สูงสุด 3000 รอบต่อนาที น้ำหนัก 0.68 กิโลกรัม

3.2.2 แกนนอน

กำหนดสิ่งที่ต้องการ

ความเร็ว

$$v = 2\ m/s$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร่งและความหน่วง

$$a = 4\ m/s^2$$

น้ำหนักที่สายพานรับ

$$m = 31\ kg$$

เส้นผ่านศูนย์กลางรอกสูงสุด

$$d_0 = 50\ mm$$

ระยะจากจุดศูนย์กลางของรอกถึงรอกอีกตัว

$$e = 2300\ mm$$

อัตราทดของรอก

$$i = 1$$

หาแรงจากความหน่วง จากสมการที่ 2.1

$$F_{Amax} = 31\ kg \times 4\ m/s^2 = 124\ N$$

หาแรงต้านทาน จากสมการที่ 2.3

เนื่องจากใช้รางที่ไม่ใช่พลาสติกและใช้วัสดุสายพานเป็นโพลียูรีเทน

ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน = 0.5 จากตาราที่ 2.5

$$F_R = 31\ kg \times 0.5 \times 9.81\ m/s^2 = 153\ N$$

หาแรงดึง จากสมการที่ 2.4

$$F_U = 124\ N + 153\ N = 277\ N$$

หาแรงดึงสูงสุด จากสมการที่ 2.5

เนื่องจากมีอัตราทดเป็น 1 และจะให้การทำงานของเครื่องนั้นนิ่ง

ดังนั้นค่าตัวประกอบการทำงาน = 1 และ ค่าตัวประกอบความเร่ง = 0

$$F_{U\max} = 277\ N(1 + 0) = 277\ N$$

หาแรงดึงเฉพาะที่ต้องการ จากสมการที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากใช้สายพานแบบต่อกัน

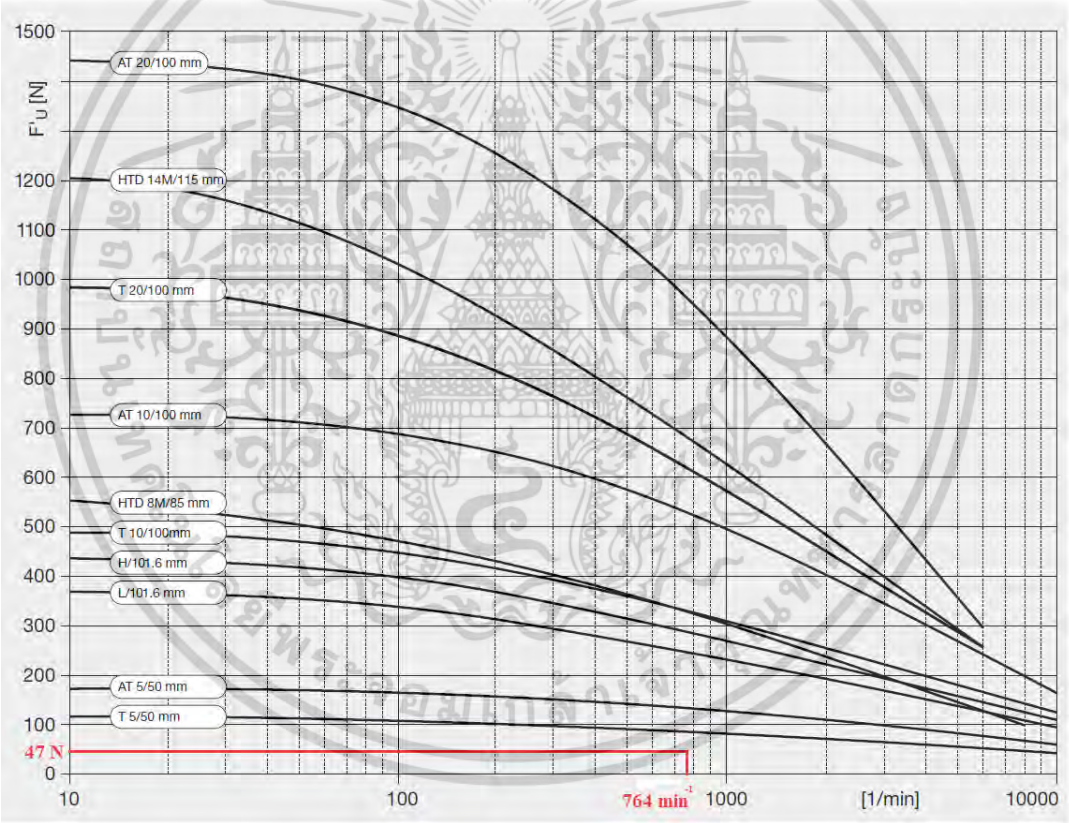
ดังนั้นค่าตัวประกอบของฟันของสายพานและรอก = 6

$$F'_{Ureq} = 277\ N/6 = 47\ N$$

หาความเร็วสายพาน จากสมการที่ 2.10

$$n = \frac{2\ m/s \times 19.1 \times 10^3}{50\ mm} = 764\ min^{-1}$$

เมื่อได้แรงดึงเฉพาะและความเร็วสายพานนำมาหาชนิดของฟันของสายพาน จากรูปที่ 2.10

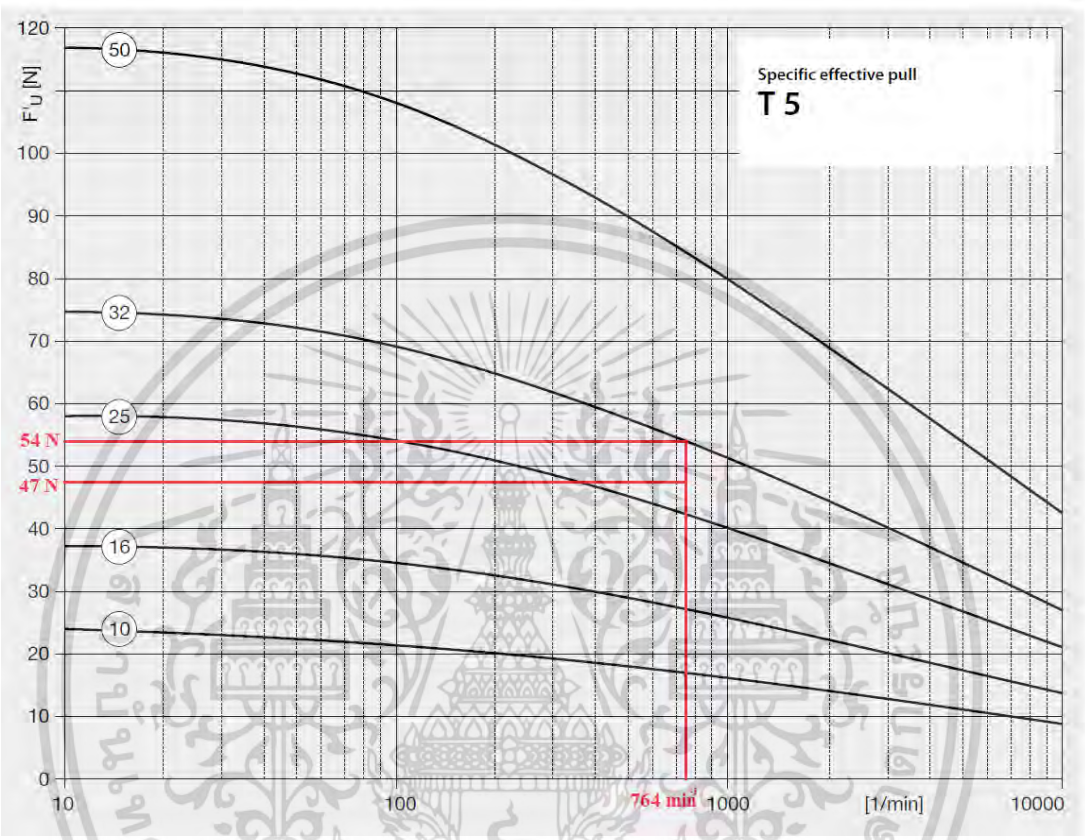


รูปที่ 3.6 เลือกชนิดของฟันของสายพานแกนนอน

จากรูปที่ 3.6 สามารถใช้ได้ทุกชนิดเพราะแรงดึงเฉพาะนั้นมีน้อยและไม่เกินเส้นกราฟใดเลย ดังนั้นจึงเลือกชนิดที่ต่ำที่สุดที่รับได้คือชนิด T5 ตามแบบแกนตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากเลือกลักษณะฟันได้แล้วมาเลือกความกว้างของสายพาน จากรูปที่ 2.10



รูปที่ 3.7 เลือกความกว้างของสายพานแกนตั้ง

จากรูปที่ 3.7 สามารถเลือกได้ตั้งแต่ 32 มิลลิเมตร เป็นต้นไป เพราะค่าที่คิดไว้นั้นเกิน 25 มิลลิเมตร ไปแล้ว จึงเลือกความกว้างที่ต่ำที่สุดที่พอรับได้คือ 32 มิลลิเมตร และที่ความกว้างสายพาน 32 มิลลิเมตรนี้รับแรงดึงเฉพาะได้ 54 นิวตัน ที่ความเร็วสายพาน 764 ต่อนาที

เมื่อเลือกสายพานแล้วได้ระยะพิตช์(Pitch)ที่ 5 มิลิเมตร ตัวรอกเองก็ต้องมีลักษณะเดียวกับสายพาน รอกจึงมีลักษณะฟันแบบ T5 และหาจำนวนฟันของรอกโดยแปลงสมการ จากสมการที่ 2.8

$$d_0 = zt/\pi$$

เป็น

$$z = d_0\pi/t$$

เส้นผ่านศูนย์กลางรอกสูงสุดที่กำหนดไว้คือ 50 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$z = 50\,mm \times \pi/5\,mm = 31.4$$

$$z = 32$$

จำนวนฟันของรอก 32 ฟัน ไปเทียบกับขนาดมาตรฐานแล้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์(Pitch)มากกว่าที่กำหนดไว้ที่ 50 มิลลิเมตร จึงเลือกที่ขนาดมาตรฐานที่ขนาดลดลงหนึ่งระดับได้รอกที่มี 30 ฟัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์(Pitch) 47.75 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอก 46.75 มิลลิเมตร เหมือนกับรอกของแกนตั้ง เมื่อได้จำนวนฟันของรอกแล้ว คำนวณหาความยาวของสายพานได้ จากสมการที่ 2.9

$$l = 2 \times 2300\,mm + 30 \times 5\,mm = 4750\,mm$$

และสามารถหาจำนวนฟันบนสายพานได้จากสมการ(z_b)

$$z_b = l/t$$

$$z_b = 4750\,mm/5\,mm = 950$$

จำนวนฟันลงตัวพอดีดังนั้นสามารถใช้สายพานและรอกตามที่เลือกไว้ได้ โดยที่ลักษณะเฉาะของสายพาน T5 ความกว้าง 32 มิลลิเมตรมีน้ำหนักต่อเมตร

$$m'_R = 0.096\,kg/m$$

เมื่อสายพานและรอกสามารถใช้งานด้วยกันได้ หาน้ำหนักของสายพานเพื่อนำไปรวมกับน้ำหนักที่แกนนอนต้องรับ จากสมการที่ 2.7

$$m_R = 0.096\frac{kg}{m} \times 4750\,mm/1000 = 0.456kg$$

$$m_R = 0.5\,kg$$

หามอเตอร์ที่จะใช้ขับรอก จากสมการ 2.11

$$T = 54\,N \times \frac{46.75\,mm}{2} \times \frac{10^{-3}m}{1\,mm} = 1.262\,Nm$$

เลือกใช้มอเตอร์ขนาดมาตรฐาน NEMA 23 แรงบิดสูงสุดที่ 2.08 นิวตันเมตร ทำความเร็วรอบได้สูงสุด 3000 รอบต่อนาที น้ำหนัก 0.68 กิโลกรัม เหมือนกับแกนตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 โครงสร้างและกลไกทางแมคคานิค

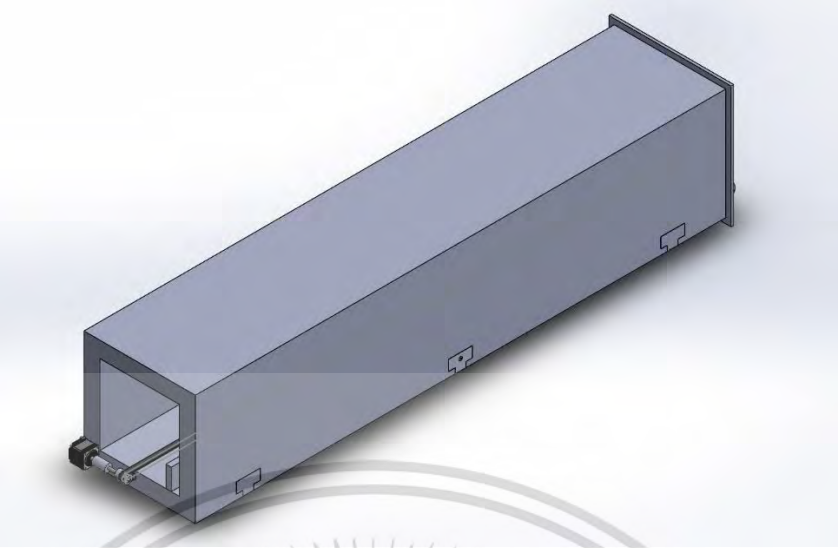
การออกแบบนี้คำนึงถึงความสามารถในการนำไปใช้งานร่วมกับระบบจ่ายยาแบบอื่นได้ เช่นอาจติดตั้งระบบที่สามารถจับยาชนิดอื่นๆ จากตู้เก็บมาที่ตะกร้ารับยาแล้วจ่ายให้กับเภสัชกรต่อไป หรือจะใช่ร่วมกับสายพานลำเลียงหลักโดยให้ตะกร้าถ่ายยาสู่สายพานลำเลียงหลักได้

4.1.1 ส่วนจ่ายยา

ใช้ตู้เก็บยาที่มีระบบสายพานลำเลียงเป็นตัวเคลื่อนที่ให้ยาไหลไปสู่ตะกร้ารับยาโดยมีสเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นตัวขับสายพาน

รูปที่ 4.1 ตู้เก็บยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ช่องเก็บยา 1 ช่อง

4.1.2 ส่วนลำเลียงยา

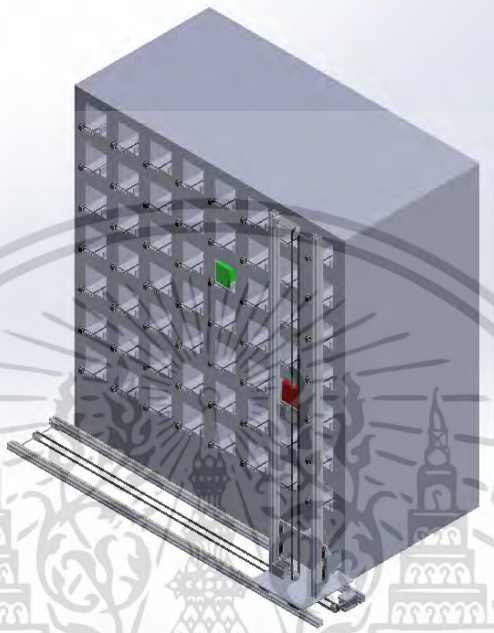
ใช้ระบบที่เคลื่อนที่ได้ 2 แกนเป็นตัวรับส่งยาโดยที่ใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน โดยมีรางเคลื่อนที่อยู่บนอลูมิเนียมโปรไฟล์ มีตระกร้าติดตั้งที่จุดปลายเพื่อขนส่งยาจากช่องเก็บยาไปสู่จุดรับยา

รูปที่ 4.3 ระบบลำเลียงยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การจำลองการทำงานของระบบ

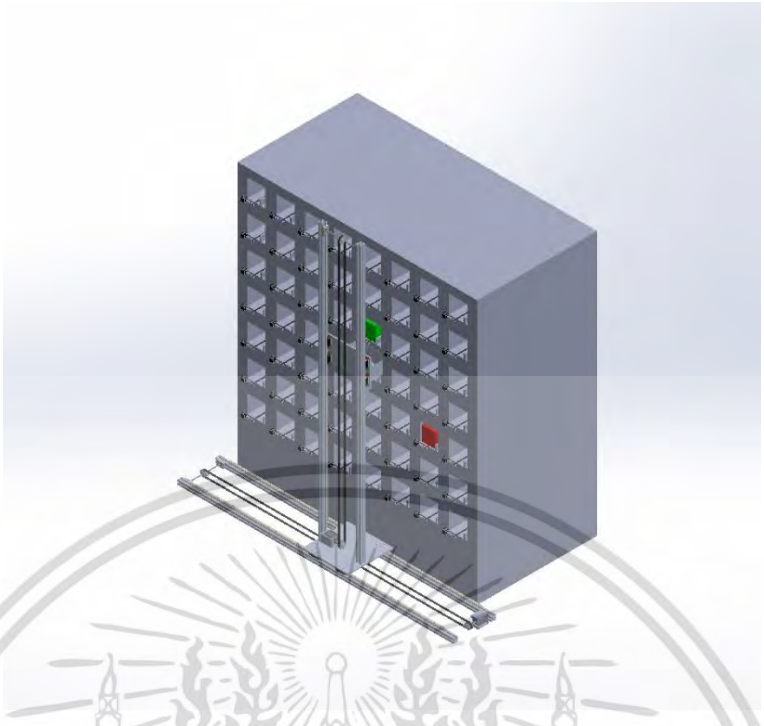
เป็นการจำลองการทำงานของระบบ ระบบลำเลียงจะอยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น



รูปที่ 4.4 ตำแหน่งเริ่มต้น

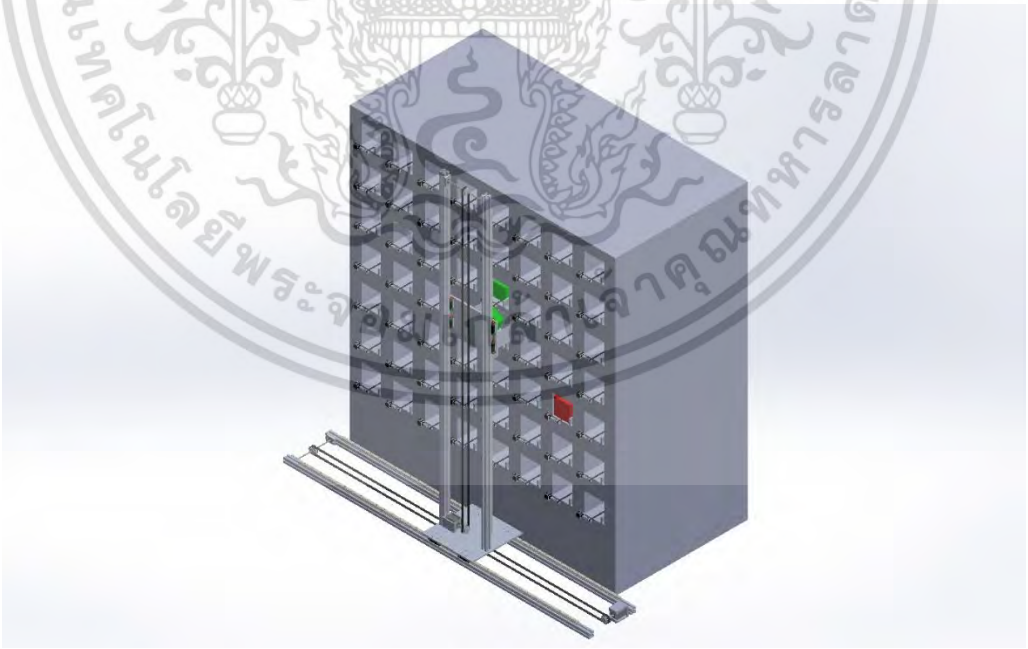
เมื่อมีคำสั่งจ่ายยาตระกร้าจะถูกเลื่อนไปตำแหน่งช่องเก็บยาเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ตำแหน่งรอรับยา

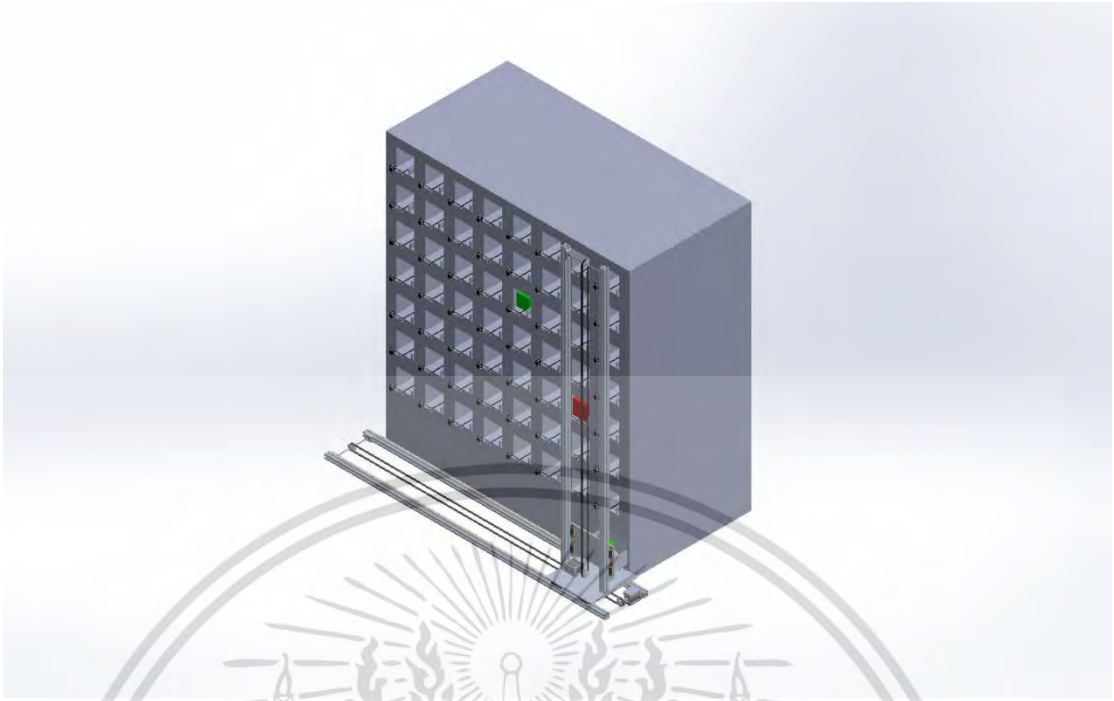
เมื่อตะกร้าอยู่ที่ตำแหน่งปลายทางช่องเก็บสั่งให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนเลื่อนสายพาน ทำให้กล่องยาเลื่อนแล้วหล่นไปในตะกร้า



รูปที่ 4.6 ยาหล่นสู่ตะกร้า

เมื่อยาหล่นใส่ตะกร้าแล้วระบบลำเลียงเคลื่อนตำแหน่งตะกร้าที่บบรจุยามาจุเริ่มต้น เพื่อให้เภสัชกรรับยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ยามาส่งที่ตำแหน่งรับยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอถึงระบบการจัดจำหน่ายยาประเภทกล่องที่มีส่วนการทำงาน 2 ส่วนคือ ระบบลำเลียงยา และระบบจำหน่ายยาออกจากตู้เก็บ ซึ่งระบบที่ออกแบบมานี้ช่วยลดภาระงานของเภสัชกรและเจ้าหน้าที่เภสัชกรรม ทำให้คนไข้ได้รับยารวดเร็วขึ้นเนื่องจากมีตัวช่วยแบ่งเบาในการทำงานของเภสัชกรเพิ่มขึ้น แม้ว่าระบบจะสามารถจัดจำหน่ายยาได้เพียงชนิดเดียวซึ่งคือยาประเภทบรรจุในกล่อง แต่ทางผู้ออกแบบได้เล็งเห็นต่อการนำระบบไปพัฒนาภายในอนาคตโดยออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งานร่วมกับระบบจ่ายยาอื่น สามารถนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ที่อาจถูกพัฒนาขึ้นได้ในอนาคต หรืออาจนำกลไกที่ทางผู้ทำวิจัยได้ออกแบบนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในระบบอื่น ๆ แม้ว่าระบบจะไม่ได้ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานจริงเนื่องจากปัญหาทางด้านงบประมาณ แต่ทางผู้วิจัยระบบนี้จะเป็นประโยชน์ต่อโรงพยาบาลที่ประสบปัญหาในการจ่ายยา และผู้ที่สนใจโครงงานไม่มากก็น้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] คมชัดลึก. **“รพ.ศิริราชแห่งแรก!ใช้“หุ่นยนต์จ่ายยาอัตโนมัติ”** [Online]. Available : https://www.komchadluek.net/news/edu-health/265172. 2021

[2] กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข. **“Health at a Glance Thailand 2017”** [Online]. Available : https://bps.moph.go.th/new_bps/sites/default/files/health%20at%20a%20glance%20thailand%202017.pdf. 2021

[3] THOMAS. **“Types of Primary Pharmaceutical and Drug Packaging”** [Online]. Available : https://www.thomasnet.com/articles/materials-handling/types-of-primary-pharmaceutical-and-drug-packaging/. 2021

[4] Industrialnewsasia. **“คอมพิวเตอร์ช่วยงานด้านวิศวกรรม CAE”** [Online]. Available : http://www.industrialnewsasia.com/ซอฟแวร์สำหรับงานด้านวิศวกรรม-cae/คอมพิวเตอร์ช่วยงานด้านวิศวกรรม-cae-computer-aided-engineering. 2016

[5] **“Stepper motor”** [Online]. Available : https://en.wikipedia.org/wiki/Stepper_motor. 2021

[6] Trandev. **“T Series Pilot Bore Pulleys & Bar Stock”** [Online]. Available : https://www.transdev.co.uk/pulleys/t-series-pilot-bore-pulleys-bar-stock/. 2021

[7] Forbo. **“Calculation methods (Ref. no. 202)”** [Online]. Available : https://forbo.blob.core.windows.net/forbodocuments/7368/202-fms_timing_belts_calc_methods_en.pdf. 2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายดิสรณ์ ภู่โต๊ะยา

วัน เดือน ปีเกิด 28 กรกฎาคม 2541 ที่กรุงเทพฯ

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 86/339 ซอยรามคำแหง 186

แขวงมีนบุรี เขตมีนบุรี กรุงเทพฯ 10510

ประวัติการศึกษา 2554 ประถมศึกษา โรงเรียนมีนบุรี จังหวัดกรุงเทพ

2560 มัธยมศึกษา โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า จังหวัดกรุงเทพ

ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ – นามสกุล นายวิษณุเดช ขุนอาวุธ

วัน เดือน ปีเกิด 25 สิงหาคม 2542 ที่ราชบุรี

ที่อยู่ บ้านเลขที่ 49 หมู่4

ตำบลคลองข่อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี 70120

ประวัติการศึกษา 2554 ประถมศึกษา โรงเรียนวัดจอมปราสาท จังหวัดราชบุรี

2560 มัธยมศึกษา โรงเรียนเบญจมราชูทิศราชบุรี จังหวัดราชบุรี

ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้