การวิเคราะห์คุณภาพบรรจุภัณฑ์ด้วยวิธี IMAGE PROCESSING

PACKAGE ANALYSIS WITH IMAGE PROCESSING

พิรญาณ์ เมืองโคตร
ศิโรรัตน์ ท้าวสูงเนิน
สุกฤษฎิ์ บุญมี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

การวิเคราะห์คุณภาพบรรจุภัณฑ์ด้วยวิธี IMAGE PROCESSING

PACKAGE ANALYSIS WITH IMAGE PROCESSING

พิรญาณ์ เมืองโคตร
ศิโรรัตน์ ท้าวสูงเนิน
สุกฤษฎิ์ บุญมี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

PACKAGE ANALYSIS WITH IMAGE PROCESSING

PIRAYA MUANGCOTE
SIRORAT THAOSOONGNERN
SUKRIT BUNMI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2017

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2560

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การวิเคราะห์คุณภาพบรรจุภัณฑ์ด้วยวิธี IMAGE PROCESSING

PACKAGE ANALYSIS WITH IMAGE PROCESSING

ผู้จัดทำ

1. นางสาวพิรญาณ์ เมืองโคตร รหัสประจำตัว 57010908
2. นางสาวศิโรรัตน์ ท้าวสูงเนิน รหัสประจำตัว 57011245
3. นายสุกฤษฎิ์ บุญมี รหัสประจำตัว 57011378

วิทาดา เจษฎารัตนชัย อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. วิทาดา เจษฎารัตนชัย)

การวิเคราะห์คุณภาพบรรจุภัณฑ์ด้วยวิธี IMAGE PROCESSING

นางสาวพิรญาณ์ เมืองโคตร	57010908
นางสาวศิโรรัตน์ ท้าวสูงเนิน	57011245
นายสุกฤษฎิ์ บุญมี	57011378
ผศ.ดร. วิฑาดา เจษฎารัตนชัย	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2560	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีถูกใช้ในชีวิตประจำวันมากขึ้นโดยเฉพาะในด้านอุตสาหกรรมแต่ยังมีกระบวนการผลิตบางส่วนที่ยังคงใช้มนุษย์ในการตรวจจับความผิดปกติของผลิตภัณฑ์เนื่องจากต้นทุนของเทคโนโลยีด้านนี้ยังคงมีราคาสูงปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้ศึกษาเกี่ยวกับการตรวจจับความผิดปกติของสีบนขวดโดยการใช้ image processing และใช้ภาษา C# ในการเขียนโปรแกรมเนื่องจากเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพผลลัพธ์ที่ได้คือโปรแกรมสามารถคัดแยกบรรจุภัณฑ์ที่มีความผิดปกติ โดยสามารถปรับแต่งตามสีของบรรจุภัณฑ์และขนาดของรอยด่างที่สามารถยอมรับได้ อีกทั้งยังสามารถเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์โดยโปรแกรมทางสถิติต่อไป

คำสำคัญ: Image processing, Colour detection, C# language

PACKAGE ANALYSIS WITH IMAGE PROCESSING

PIRAYA MUANGCOTE	57010908
SIRORAT THAOSOONGNERN	57011245
SUKRIT BUNMI	57011378
Asst. Dr. WITHADA JEDSADARATANACHAI	Advisor

Year 2017

ABSTRACT

Nowadays, technologies are more used in daily life especially in industries. Due to expensive cost, there are some part of production line which are detected by people. The research is study about colour detection on bottles by using image processing. On this project, C# language is used for computation as a consequence it is the simplest language which can be run effectively. The programme was able to sort the stained products out. It could be adjusted both colour value and acceptable stained size in each packages. Furthermore, the recorded data could be analysed on statistical programe.

Keywords: Image processing, Colour detection, C# language

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเอาใจใส่ และคำแนะนำจาก ผศ.ดร. วิฑาดา เจษฎารัตนชัย อาจารย์ที่ปรึกษา และ ผศ.ดร. ณัฐวุฒิ เดไปวา ที่ให้คำแนะนำและเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์ที่ใช้ในโครงงานนี้ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณพี่เอ้ ที่คอยให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรมเมื่อเกิดปัญหา

และต้องขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่เลี้ยงดูข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ อีกทั้งยังเป็นกำลังใจ และให้ความเอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นางสาวพิรญาณ์ เมืองโคตร
นางสาวศิโรรัตน์ ท้าวสูงเนิน
นายสุกฤษฎิ์ บุญมี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ..... IV

สารบัญตาราง..... VI

สารบัญรูป..... VII

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา..... 1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา..... 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 1

1.5 ขอบเขตการวิจัย..... 2

1.6 ขั้นตอนการศึกษา..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2.1 Colour terms..... 3

2.2 Colour model..... 4

2.3 หน่วยข้อมูลของคอมพิวเตอร์..... 6

2.4 Correlated Colour Temperature (CCT)..... 7

2.5 นิวเมติกส์..... 8

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 9

บทที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาและอุปกรณ์..... 10

3.1 วิเคราะห์ปัญหา..... 10

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 10

3.3 ขั้นตอนการศึกษา..... 15

บทที่ 4 ผลการศึกษา..... 22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ.....23
5.1 สรุปผลการศึกษา.....23
5.2 ปัญหาที่พบ.....23
5.3 ข้อเสนอแนะ.....23

บรรณานุกรม.....24

ภาคผนวก.....25

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 2.1 หน่วยวัดความจุของหน่วยความจำทางคอมพิวเตอร์.....6
ตารางที่ 2.2 Correlated Colour Temperature (CCT).....7
ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาของขวดสีเขียว (Green bottle).....22
ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาของขวดสีอำพัน (Amber bottle).....22

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 Hue....3
รูปที่ 2.2 Value (ก) ค่ามาก (ข) ค่าน้อย....3
รูปที่ 2.3 ความเข้มข้นของสี (Saturation) (ก) ค่ามาก (ข) ค่าน้อย....4
รูปที่ 2.4 RGB....4
รูปที่ 2.5 HSV....5
รูปที่ 2.6 ค่า Hue....5
รูปที่ 2.7 ค่า Saturation....5
รูปที่ 2.8 ค่า Value....6
รูปที่ 2.9 วงจรนิวเมติกส์....9
รูปที่ 3.1 กล้องวงจรปิด (ก) ด้านหน้า (ข) ด้านข้าง....10
รูปที่ 3.2 ขวด (ก) สีเขียว (ข) สีอำพัน....11
รูปที่ 3.3 แผงไฟ LED....11
รูปที่ 3.4 ปั๊มลมยี่ห้อ SHIMGE รุ่น ZB-0.1/8....12
รูปที่ 3.5 ชุดกรองลมอัดและควบคุมความดัน ยี่ห้อ AirTAC รุ่น AFR 15001....12
รูปที่ 3.6 โซลินอยด์วาล์วยี่ห้อ AirTAC รุ่น 4V11006A และตัวเก็บเสียงยี่ห้อ AirTAC รุ่น BSL01....13
รูปที่ 3.7 กระบอกลมยี่ห้อ AirTAC รุ่น MAL20 x 100SCALB และตัวปรับความเร็วลมยี่ห้อ AirTAC รุ่น PSL401A....13
รูปที่ 3.8 Arduino board....14
รูปที่ 3.9 รีเลย์ยี่ห้อ Songle รุ่น SRD-05VDC-SL-C....14
รูปที่ 3.10 แผนผังการเขียนโปรแกรมวิเคราะห์....15
รูปที่ 3.11 การเก็บภาพตัวอย่าง....16
รูปที่ 3.12 ภาพตัวอย่างขวดที่มีรอยด่าง....16
รูปที่ 3.13 วงจรนิวเมติกส์....17
รูปที่ 3.14 หน้าจอแสดงผลการตรวจจับความผิดปกติบนขวดสีเขียว....18
รูปที่ 3.15 หน้าจอแสดงผลการตรวจจับความผิดปกติบนขวดสีอำพัน....18
รูปที่ 3.16 ชุดทดลองระบบนิวเมติกส์....19
รูปที่ 3.17 ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อตรวจพบขวดปกติ....19

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 3.18 ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อตรวจพบขวดผิดปกติ....20
รูปที่ 3.19 การบันทึกข้อมูลของการวิเคราะห์ในรูปแบบไฟล์สกุล txt....20
รูปที่ 3.20 หน้าจอแสดงผลตัวอย่างการวิเคราะห์จำนวนขวดที่ผิดปกติในหนึ่งพาเลทโดยโปรแกรม Rstudio....21

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มในปัจจุบันมีการใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยในกระบวนการผลิตเพิ่มมากขึ้น มีการวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรที่นอกจากจะเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการผลิตแล้วยังสะอาดและปลอดภัยต่อผู้บริโภคอีกด้วย

แม้ภาคอุตสาหกรรมได้นำเทคโนโลยีหลากหลายประเภทมาใช้งาน แต่ยังคงมีบางส่วนที่ต้องใช้มนุษย์ในการตรวจสอบ เช่น การตรวจสอบคราบสารเคมีตกค้างบนขวด เป็นต้น การนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงาน ดังนั้นการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

การศึกษาวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นในด้านของเทคโนโลยีการตรวจจับเกี่ยวกับความผิดปกติของสีบรรจุภัณฑ์เพื่อตรวจสอบและคัดแยกบรรจุภัณฑ์ก่อนการบรรจุ โดยใช้การสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการตรวจสอบคุณภาพสินค้า อีกทั้งยังเพิ่มความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์ให้แก่ผู้บริโภคและนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการตรวจจับต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อสร้างโปรแกรมในการตรวจจับจุดที่มีสีผิดเพี้ยนไปจากปกติบนขวดแก้ว

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

สามารถแยกขวดที่มีจุดด่างออกจากกระบวนการผลิตก่อนที่ขวดจะได้รับการบรรจุแล้วถูกส่งไปยังขั้นตอนการผลิตลำดับถัดไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดขั้นตอนการใช้แรงงานมนุษย์ในกระบวนการผลิต
2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการผลิตอื่นๆได้ในอนาคต
3. ลดค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติแบบ sensor
4. สร้างแรงบันดาลใจในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อแก้ไขปัญหาในโรงงานอุตสาหกรรม

1.5 ขอบเขตการวิจัย

1. ขวดเบียร์สีเขียว (Green bottle) ปริมาตร 320 มิลลิลิตร
2. ขวดเบียร์สีอำพัน (Amber bottle) ปริมาตร 320 มิลลิลิตร
3. กล้องวงจรปิด Eye4 C25 IP Camera
4. ภาพถ่ายขนาด 1280 x 720 พิกเซล
5. หลอดไฟ LED แบบแผ่นขนาด 10 x 22 นิ้ว กำลังไฟ 36 วัตต์
6. รอยด่างวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 - 2.5 เซนติเมตร

1.6 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาทฤษฎีสีเพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการเขียนโปรแกรม
2. เก็บตัวอย่างภาพถ่ายขวดสีเขียวและสีอำพัน ทั้งแบบปกติและที่มีรอยด่างขนาดต่างๆจากกล้องวงจรปิด
3. เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# สำหรับการตรวจจับจุดที่มีสีผิดเพี้ยนจากภาพตัวอย่าง
4. ทดสอบโปรแกรมและแก้ไขเพื่อให้มีข้อผิดพลาดในการตรวจจับด้วยโปรแกรมน้อยที่สุด
5. ต่อวงจรนิวเมติกส์เพื่อแสดงผลลัพธ์ทางกายภาพจากโปรแกรม
6. นำผลการทดสอบที่บันทึกไว้มาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยภาษา R

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 Colour terms

2.1.1 Hue

ค่าความเป็นสีที่แท้จริงเช่น สีแดง สีน้ำเงิน สีเขียว และ สีเหลือง

รูปที่ 2.1 Hue

2.1.2 Value

ค่าความสว่างของสีสามารถบอกถึงแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากสีโดยค่าความแตกต่างของ value ในแต่ละสีจะขึ้นอยู่กับ grey scale

(ก) (ข)

รูปที่ 2.2 Value (ก) ค่ามาก (ข) ค่าน้อย

2.1.3 ความเข้มข้นของสี (Saturation)

เป็นการวัดค่าความแตกต่างของสีจากสีเทาบริสุทธิ์ว่าสีนั้นชัดหรือสดมีค่าแปรผันตามสิ่งแวดล้อมและแสงที่กระทบยังสีนั้นๆ

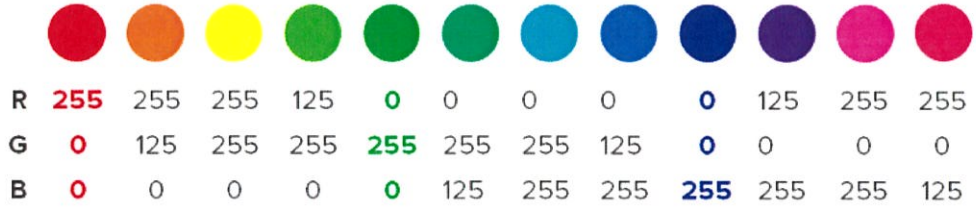
(ก) (ข)

รูปที่ 2.3 ความเข้มข้นของสี (Saturation) (ก) ค่ามาก (ข) ค่าน้อย

2.2 Colour model

2.2.1 RGB

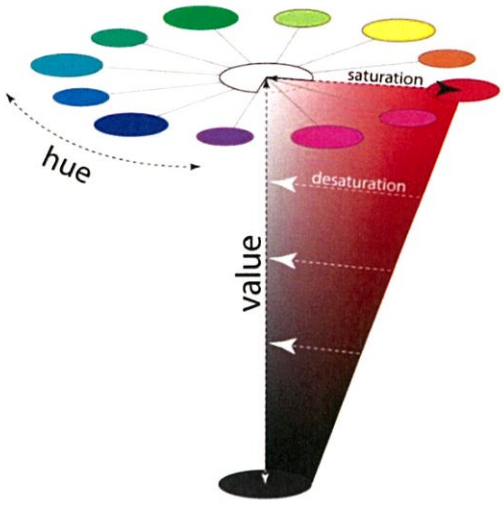
ค่าสีที่แสดงถึงสัดส่วนองค์ประกอบของสีปฐมภูมิในแต่ละสีมีค่า (red, green, blue) ตั้งแต่ 0 - 255



รูปที่ 2.4 RGB

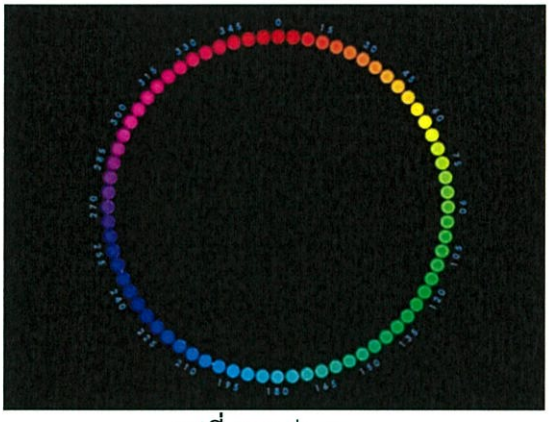
2.2.2 HSV

HSV หรือ HSB (hue, saturation, brightness) ถูกคิดค้นขึ้นโดย Alvy Ray Smith ในปี 1978 เป็นค่าที่เกิดจากการแปลงค่าสี RGB ออกเป็น 3 ทิศทางได้แก่ (hue, saturation, value)



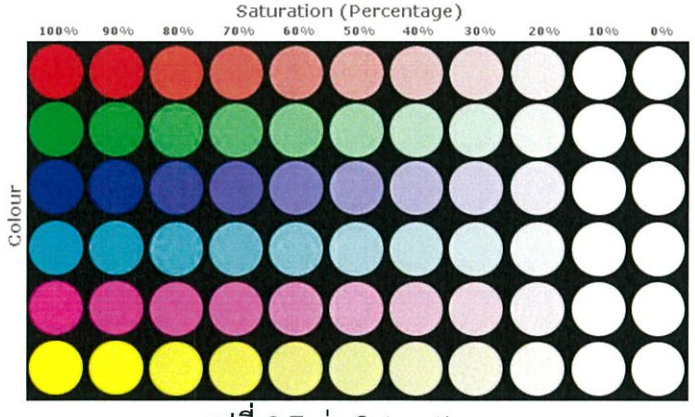
รูปที่ 2.5 HSV

Hue มีค่า 0° - 360°



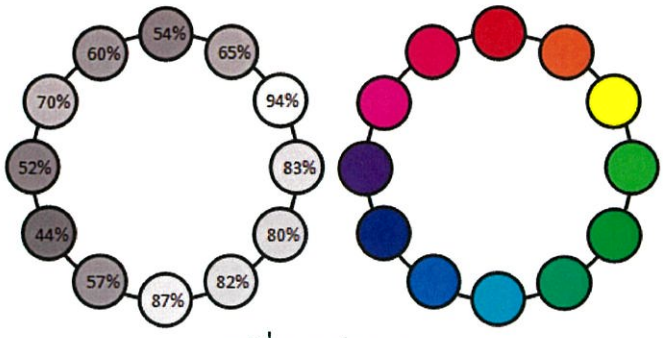
รูปที่ 2.6 ค่า Hue

Saturation มีค่า 0 - 100%



รูปที่ 2.7 ค่า Saturation

Value มีค่า 0 – 100%



รูปที่ 2.8 ค่า Value

2.3 หน่วยข้อมูลของคอมพิวเตอร์

หน่วยข้อมูลของคอมพิวเตอร์สามารถจัดเรียงเป็นลำดับชั้น จากขนาดเล็กไปขนาดใหญ่ได้ดังนี้

1. บิต (bit) คือ เลขฐานสองหนึ่งหลักซึ่งมีค่าเป็น 0 หรือ 1
2. ตัวอักษร (character) คือ กลุ่มของบิตสามารถแทนค่าตัวอักษรได้ในชุดอักขระASCII 1 ไบต์ (8 บิต) แทน 1 ตัวอักษร
3. เขตข้อมูล (field) คือ กลุ่มตัวอักษรที่แทนข้อเท็จจริง
4. ระเบียน (record) คือ โครงสร้างข้อมูลที่แทนตัววัตถุชิ้นหนึ่ง
5. แฟ้ม (file) คือ ตารางที่เป็นกลุ่มของระเบียนที่มีโครงสร้างเดียวกัน
6. ฐานข้อมูล (database) คือ กลุ่มของตารางที่มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 2.1 หน่วยวัดความจุของหน่วยความจำทางคอมพิวเตอร์

การแปลงค่าหน่วยความจุ					อักษรย่อ
8	bits	=	1	Byte	B
1,024	Bytes	=	1	Kilo Byte	KB
1,024	KB	=	1	Mega Byte	MB
1,024	MB	=	1	Giga Byte	GB
1,024	GB	=	1	Tera Byte	TB

2.4 Correlated Colour Temperature (CCT)

CCT หรือ colour temperature เป็นอุณหภูมิของแสงขาวในหลอดไฟชนิดต่างๆโดยเป็นตัวบ่งชี้ถึงสีอื่นๆที่ผสมอยู่ในแสงขาวเนื่องจากส่วนใหญ่แสงขาวในหลอดไฟมีการผสมสีอื่นๆเล็กน้อยไม่ได้เป็นเป็นแสงขาวบริสุทธิ์ทำให้แสงจากหลอดไฟมีเฉดสีขาวที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2.2 Correlated Colour Temperature (CCT)

ชนิดของแสง LED	อุณหภูมิ (เคลวิน)	รูปประกอบ
Warm glow	2200-2700	
Soft White	2700	
Bright White	3000	
Cool White	4000	
Day light	5000	

2.5 นิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์ คือ การนำอากาศมาอัดให้มีความดันสูงด้วยเครื่องอัดอากาศ (compressor) แล้วนำลมอัดที่ได้มาเก็บไว้ที่ถังเก็บลมอัด (reservoir) โดยจะได้ลมอัดที่มีความดันสูงและมีละอองน้ำที่ปนไปด้วยสิ่งปนเปื้อน ดังนั้นลมอัดจะต้องผ่านชุดควบคุมคุณภาพ (service unit) จึงจะนำลมอัดที่สะอาดไปใช้ในระบบต่อไป

ขั้นตอนการทำงานของระบบนิวเมติกส์ มีดังนี้

1. จุดจ่ายลม (pressure source) เป็นตัวกำหนดลมที่ใช้ในระบบ ต้องคำนึงถึงปริมาณลมอัดให้เหมาะสมกับงาน

2. ระบบหล่อเย็น (cooler) มีการระบายความร้อนและดักน้ำออกส่วนหนึ่งก่อน

3. ถังลม (tank) มีหน้าที่เก็บปริมาณลมอัดให้เพียงพอต่อการใช้งาน และจ่ายลมอัดไปใช้งานด้วยความดันสม่ำเสมอ

4. ชุดกรองอากาศ (filter with water trap automatic) ทำหน้าที่กรองลมอัดที่มีความชื้น ฝุ่นละออง และน้ำที่ปะปนมาให้สะอาดก่อนนำไปใช้งาน

5. ชุดทำให้อากาศแห้ง (air dryer) จะกำจัดความชื้นที่มากับลมอัดโดยทำให้ลมอัดมีอุณหภูมิที่ต่ำลง

6. ท่อแยกไปใช้งาน (line connection) เป็นท่อที่ต่อแยกจากท่อส่งหลักไปใช้งานในตำแหน่งที่ต้องการ

7. ชุดกรองอากาศ (air filter with water trap)

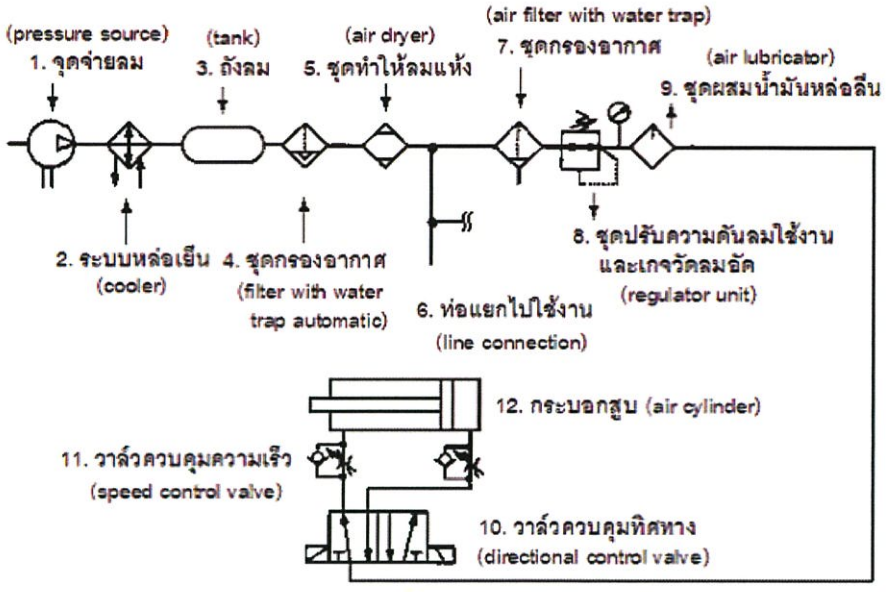
8. ชุดปรับความดันใช้งานและเกจวัดความดัน (regulator unit) ปรับความดันลมอัดด้านใช้งานให้คงที่และเหมาะสมกับอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์

9. ชุดผสมน้ำมันหล่อลื่น (air lubricator) ทำหน้าที่จ่ายสารหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์นิวเมติกส์เพื่อลดการสึกหรอและความฝืดของอุปกรณ์ต่างๆ

10. วาล์วควบคุมทิศทาง (directional control valve) ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางการไหลของลม เช่น ควบคุมลูกสูบให้ทำงานเคลื่อนที่เข้า-ออก หรือให้ค้าง

11. วาล์วควบคุมความเร็ว (speed control valve) ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของลม โดยสามารถปรับให้ลูกสูบเคลื่อนที่ช้าหรือเร็วได้

12. กระบอกสูบ (air cylinder) จะเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยการเปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล



รูปที่ 2.9 วงจรนิวเมติกส์

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chitradevi (2014) การศึกษาแต่ละขั้นตอนของ image processing ช่วยให้เข้าใจภาพรวมของกระบวนการนี้มากขึ้น อีกทั้งยังมีการวิเคราะห์ algorithm ของโปรแกรมทำให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Li (2008) คำนิยามของ HSV ว่าสามารถแบ่งออกเป็น 3 มิติ ได้แก่ hue, saturation, และ value โดยแต่ละมิติมีหน่วยของค่าสีแตกต่างกัน ทำให้สีที่ปรากฏออกมาแตกต่างกัน

Kolkur (2017) การตรวจจับผิวของมนุษย์โดยการใช้โมเดลสี RGB HSV และ YCbCr โดยการจดจำเอกลักษณ์ของสีผิวในรูปแบบพิกเซล จากนั้นจึงใช้โปรแกรมวิเคราะห์ตามผังงานของระบบที่ได้วางแผนไว้ จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกัน

OLIVEIRA and CONCI (no date) ตรวจจับสีผิวที่ปรากฏบนช่อง H channel โดยการใช้ช่วงสี HSV และใช้ openCV library ในขั้นตอน image processing แล้วนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ

บทที่ 3
ขั้นตอนการศึกษาและอุปกรณ์

3.1 วิเคราะห์ปัญหา

ในระบบการผลิตยังคงมีการใช้ทรัพยากรมนุษย์ในการตรวจสอบความผิดปกติเนื่องจากเทคโนโลยีในการตรวจจับบางอย่างมีราคาสูงอาจไม่คุ้มทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์แต่การใช้แรงงานมนุษย์ในการตรวจจับความผิดปกติในกระบวนการผลิตที่มีปริมาณมากและดำเนินการเป็นเวลานานอาจทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจจับลดลงเนื่องจากกล้ามเนื้อตามีอาการเมื่อยล้าเมื่อต้องเพ่งวัตถุใดๆเป็นเวลานานๆ

ดังนั้น การสร้างตัวตรวจจับที่มีคุณภาพและราคาไม่สูงมากนักจึงเป็นจุดประสงค์ของงานวิจัยนี้

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 กล้อง

เป็นกล้องวงจรปิดที่สามารถถ่ายรูปแล้วส่งไฟล์ผ่านระบบ wifi มายังคอมพิวเตอร์ได้โดยเป็นกล้องราคาต่ำที่มีคุณสมบัติในการจับภาพที่ยอมรับได้

คุณสมบัติ

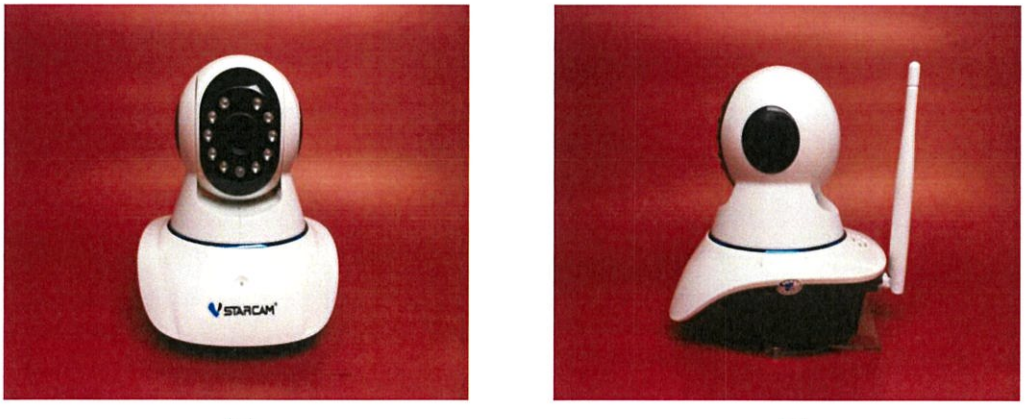
ความละเอียดของภาพ: 720 พิกเซล (1280*720)

น้ำหนัก: 755 กรัม

ขนาด: 195x140x130 มิลลิเมตร (ยาว×กว้าง×สูง)

ระบบที่รองรับ: WinXP /7/8/10, Vista, iPhone iOS4.3,
The android version 2.3 หรือมากกว่า

การรับรอง: ISO FCC CE RoHS



(ก) (ข)

รูปที่ 3.1 กล้องวงจรปิด (ก) ด้านหน้า (ข) ด้านข้าง

3.2.2 ขวด

(ก)

(ข)

รูปที่ 3.2 ขวด (ก) สีเขียว (ข) สีอำพัน

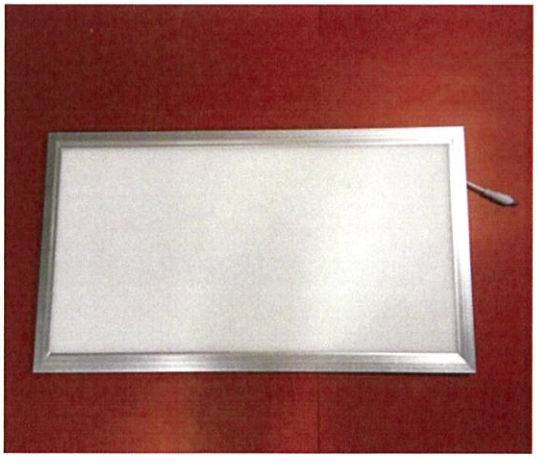
3.2.3 แผงไฟ LED

คุณสมบัติ:

แรงดันไฟฟ้า: 90-265 โวลต์

กำลังไฟฟ้า: 36 วัตต์

อุณหภูมิ: 6000 เคลวิน

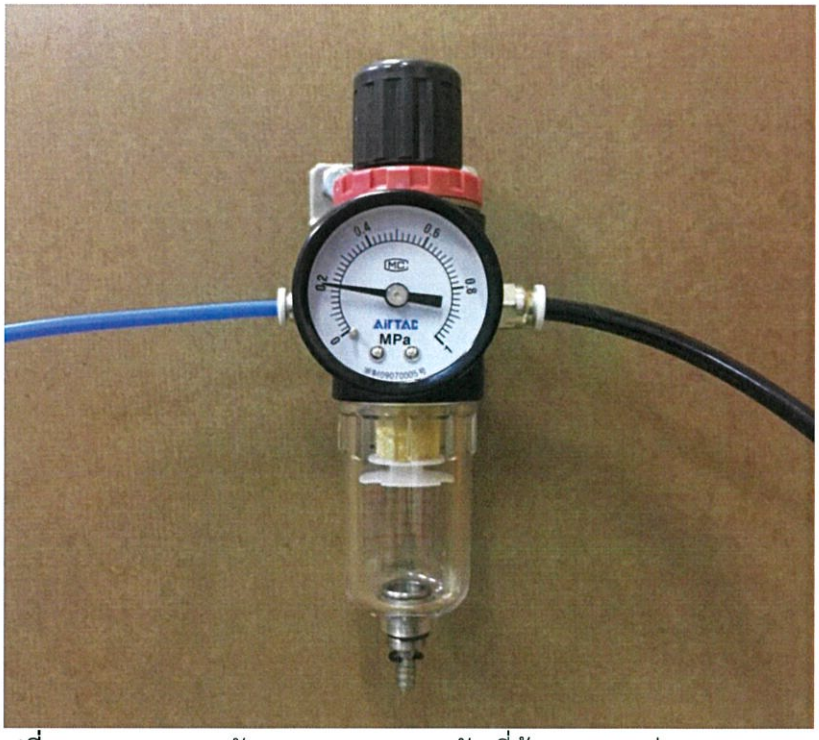


รูปที่ 3.3 แผงไฟ LED

3.2.4 ปั๊มลม

รูปที่ 3.4 ปั๊มลมยี่ห้อ SHIMGE รุ่น ZB-0.1/8

3.2.5 ชุดกรองลมอัดและควบคุมความดัน



รูปที่ 3.5 ชุดกรองลมอัดและควบคุมความดัน ยี่ห้อ AirTAC รุ่น AFR 15001

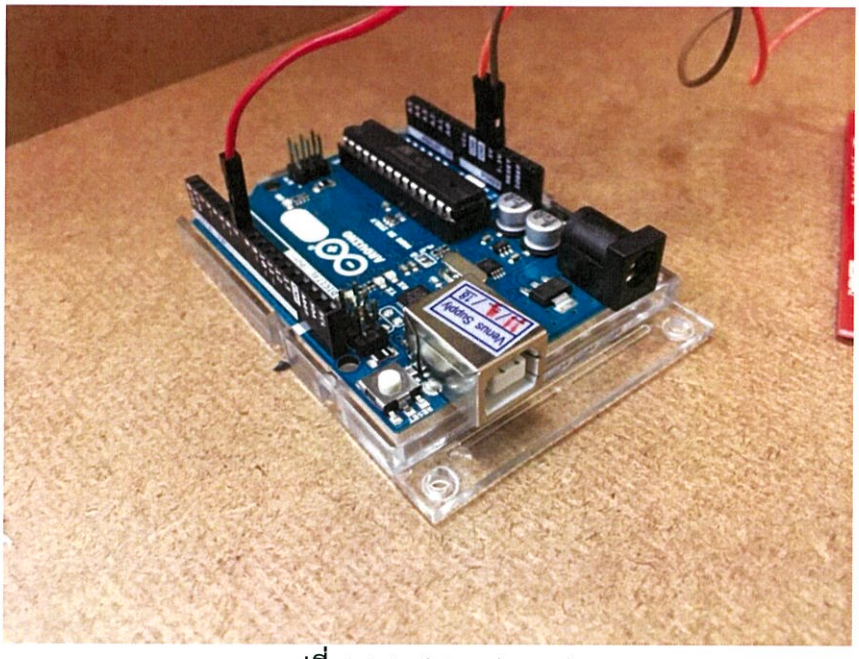
3.2.6 โซลินอยด์วาล์วและตัวเก็บเสียง

รูปที่ 3.6 โซลินอยด์วาล์วยี่ห้อ AirTAC รุ่น 4V11006A และตัวเก็บเสียงยี่ห้อ AirTAC รุ่น BSL01

3.2.7 กระบอกลมและตัวปรับความเร็วลม

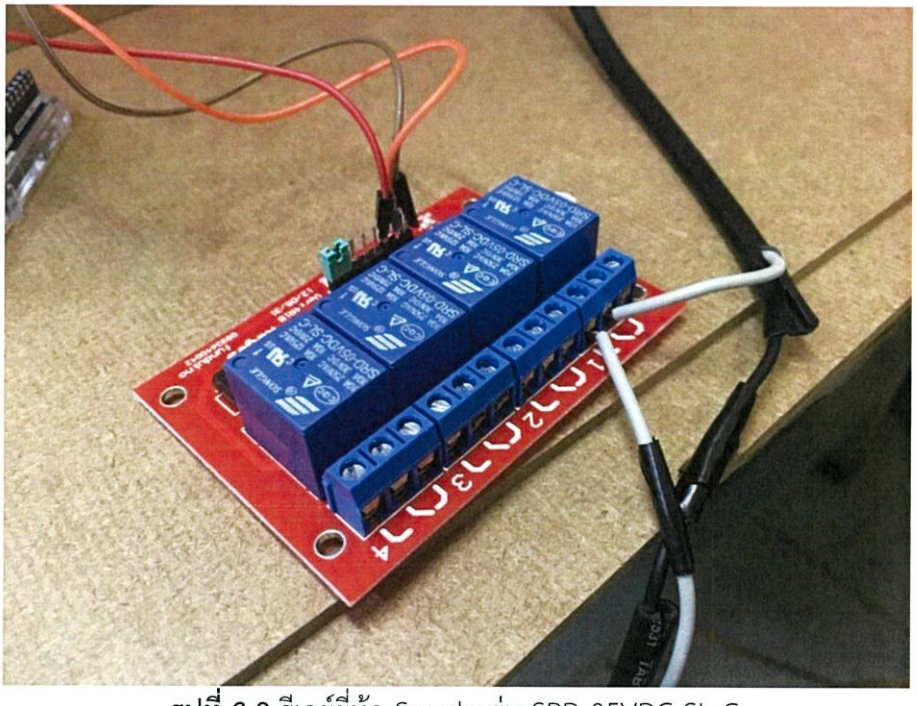
รูปที่ 3.7 กระบอกลมยี่ห้อ AirTAC รุ่น MAL20 x 100SCALB
และตัวปรับความเร็วลมยี่ห้อ AirTAC รุ่น PSL401A

3.2.8 Aduino board



รูปที่ 3.8 Arduino board

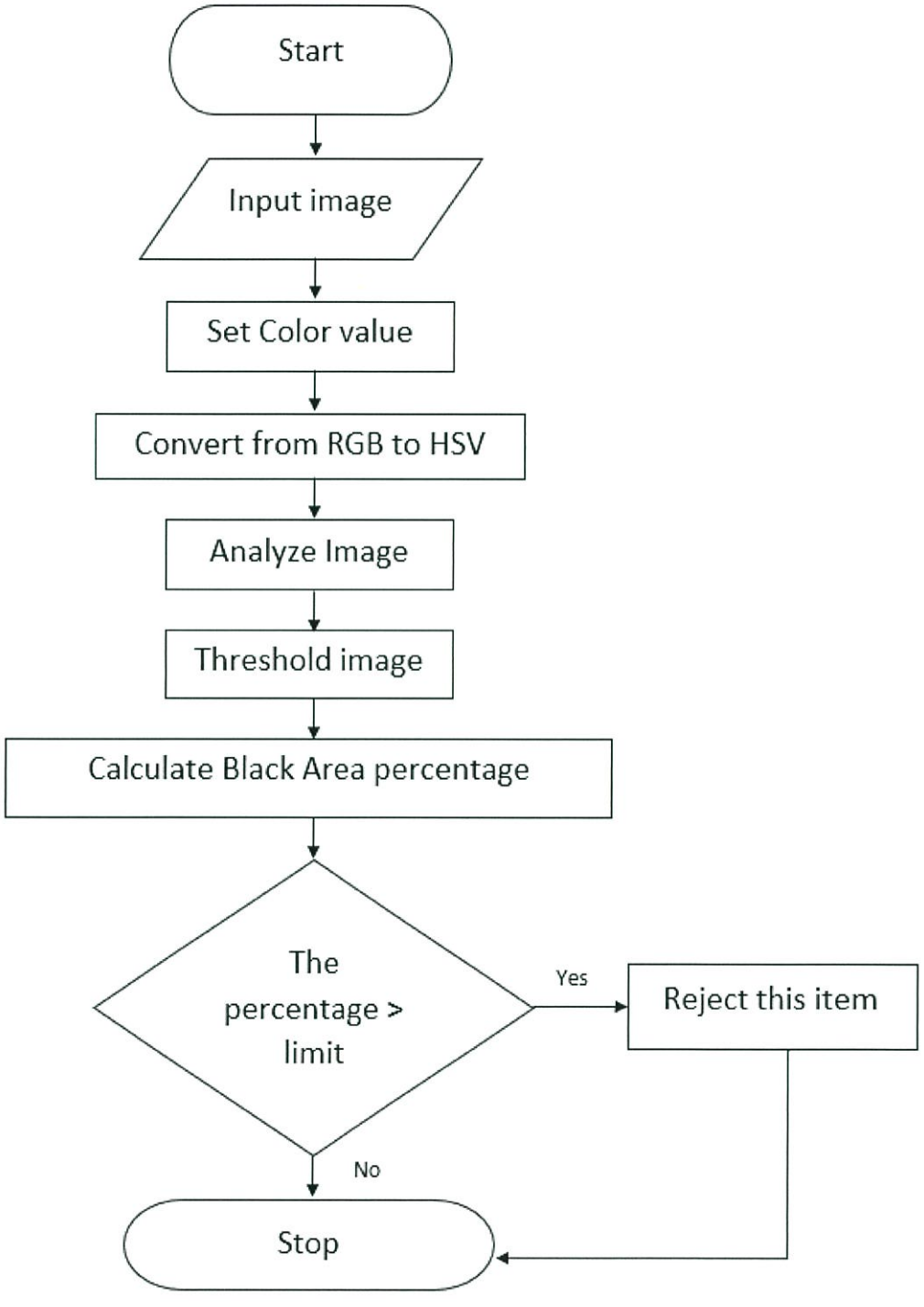
3.2.9 รีเลย์



รูปที่ 3.9 รีเลย์ยี่ห้อ Songle รุ่น SRD-05VDC-SL-C

3.3 ขั้นตอนการศึกษา

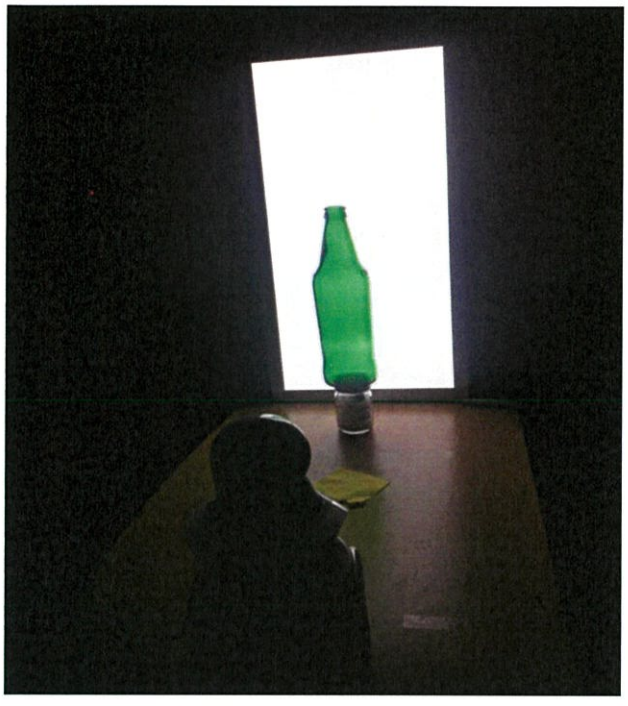
3.3.1 สร้างแผนผัง (flowchart) เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรมวิเคราะห์ เขียนโปรแกรมด้วย Visual Studio โดยใช้ภาษา C# ให้สามารถตรวจจับเปอร์เซนต์พื้นที่สีดำบนรูปภาพ



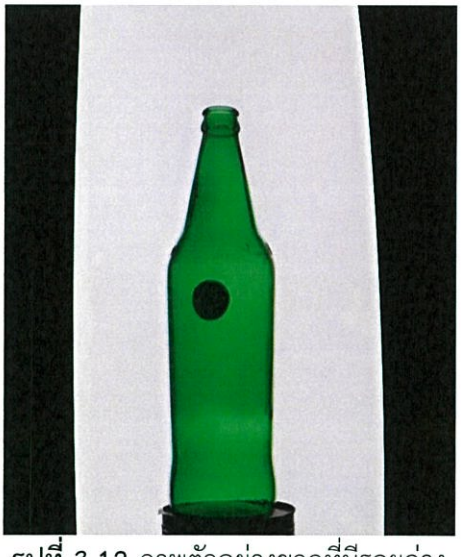
รูปที่ 3.10 แผนผังการเขียนโปรแกรมวิเคราะห์

3.3.2 การเก็บภาพถ่ายตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างภาพถ่ายขวดสีเขียวและสีอำพัน ทั้งแบบปกติและที่มีรอยด่าง ขนาด 0.5 - 2.5 เซนติเมตร ด้วยกล้องวงจรปิด ระยะห่างระหว่างกล้องกับขวดอยู่ที่ 30 เซนติเมตร

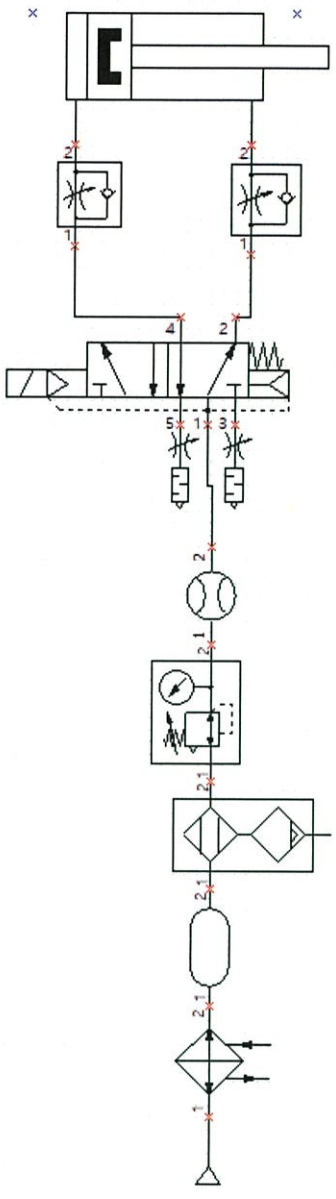


รูปที่ 3.11 การเก็บภาพตัวอย่าง



รูปที่ 3.12 ภาพตัวอย่างขวดที่มีรอยด่าง

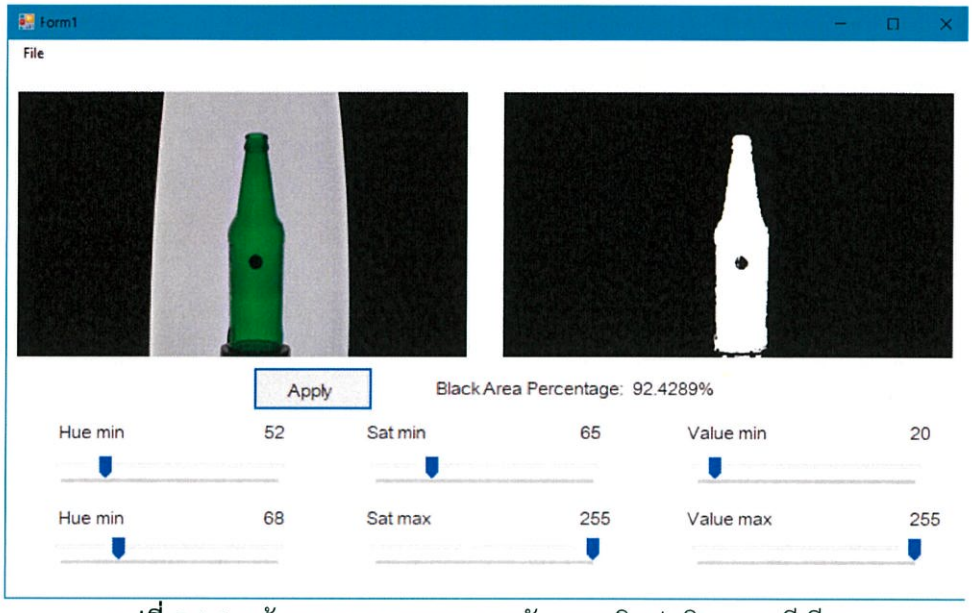
3.3.3 การต่อวงจรนิวเมติกส์



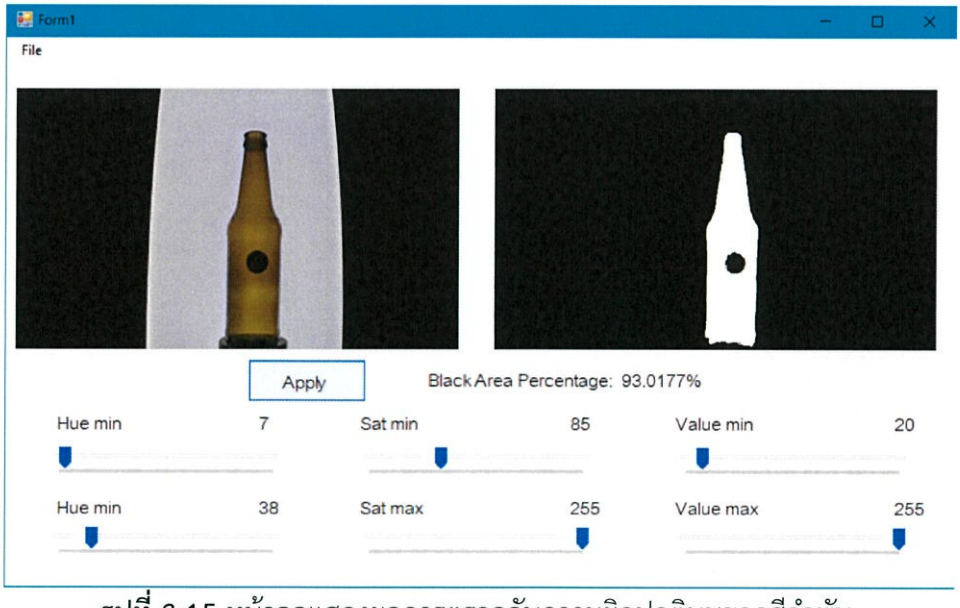
รูปที่ 3.13 วงจรนิวเมติกส์

3.3.4 การทดลอง

เมื่อกล้องวงจรปิดถ่ายภาพขวดแล้ว ภาพจะถูกส่งไปยังโปรแกรมเพื่อตรวจจับเปอร์เซนต์พื้นที่สีดำบนรูปภาพ แสดงผลดังรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15

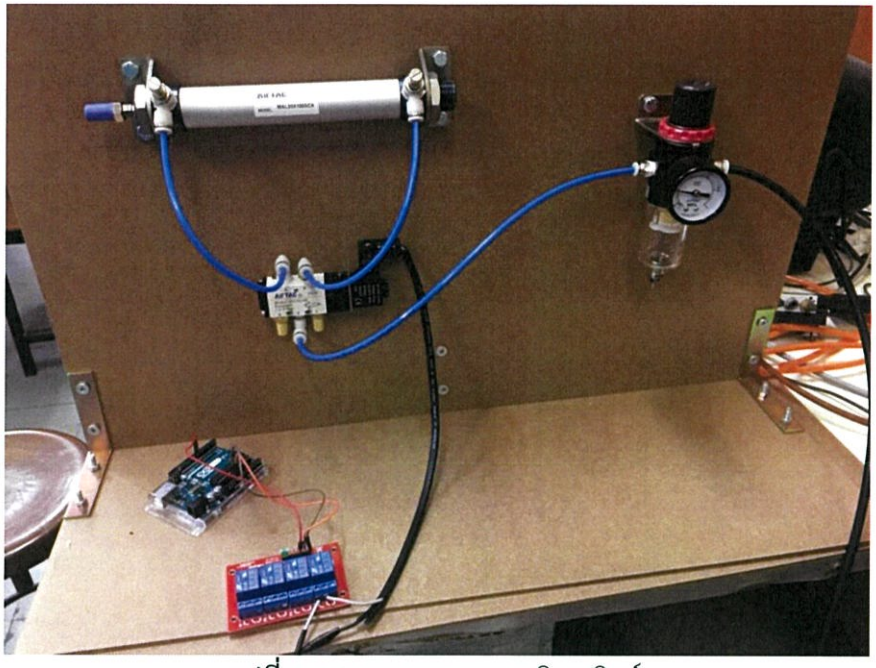


รูปที่ 3.14 หน้าจอแสดงผลการตรวจจับความผิดปกติบนขวดสีเขียว

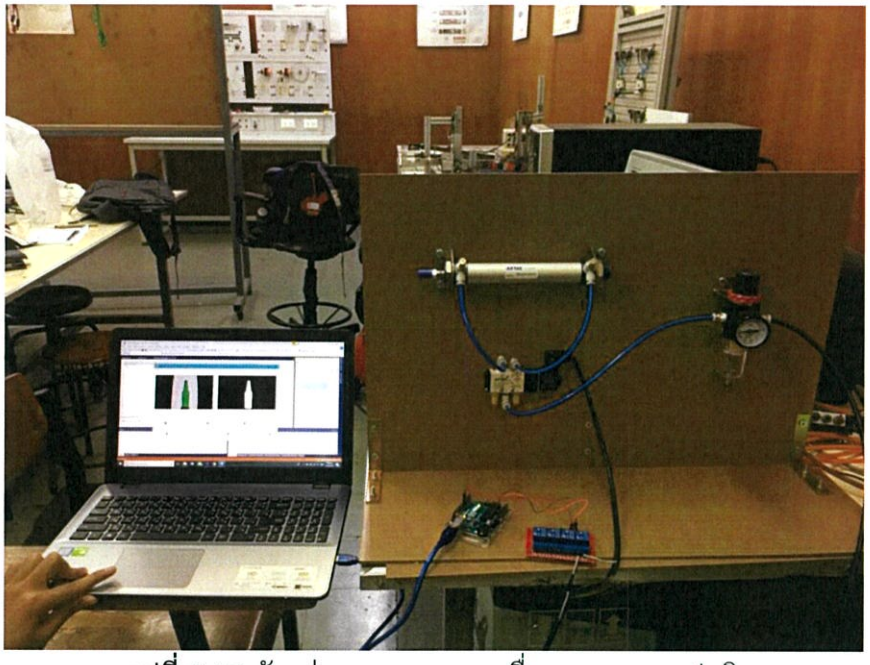


รูปที่ 3.15 หน้าจอแสดงผลการตรวจจับความผิดปกติบนขวดสีอำพัน

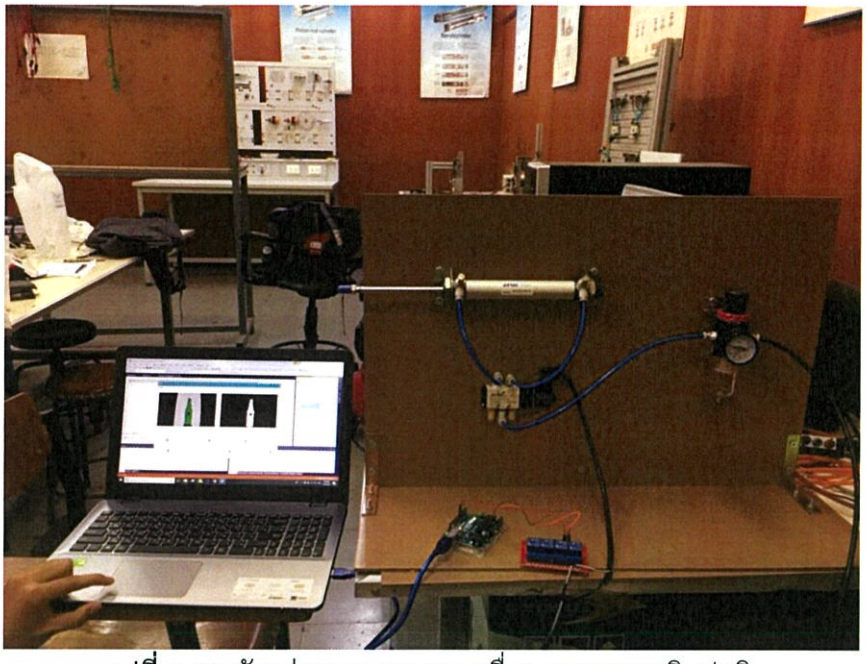
แล้วส่งผลลัพธ์ไปยังระบบนิวเมติกส์ หากมีจุดผิดปกติบนขวดกระบอกลมจะยืดออก หากเป็นขวดปกติกระบอกลมจะไม่แสดงผล



รูปที่ 3.16 ชุดทดลองระบบนิวเมติกส์

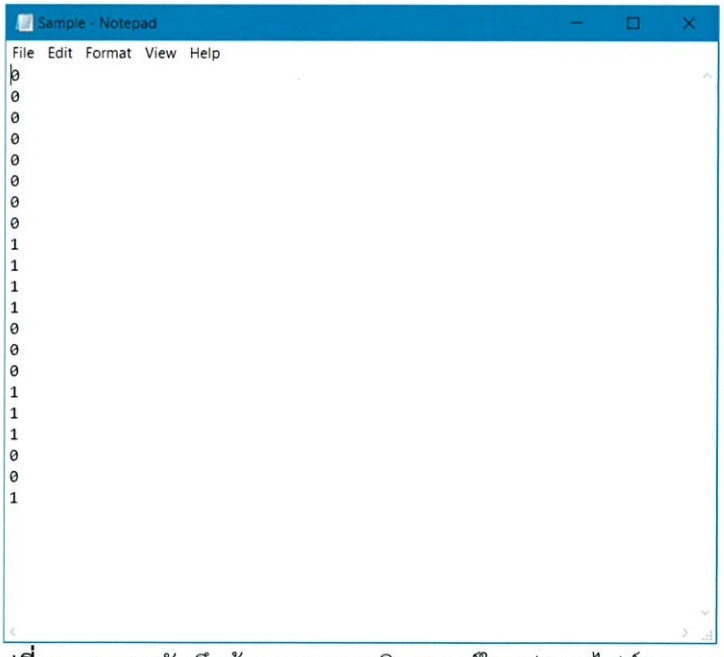


รูปที่ 3.17 ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อตรวจพบขวดปกติ

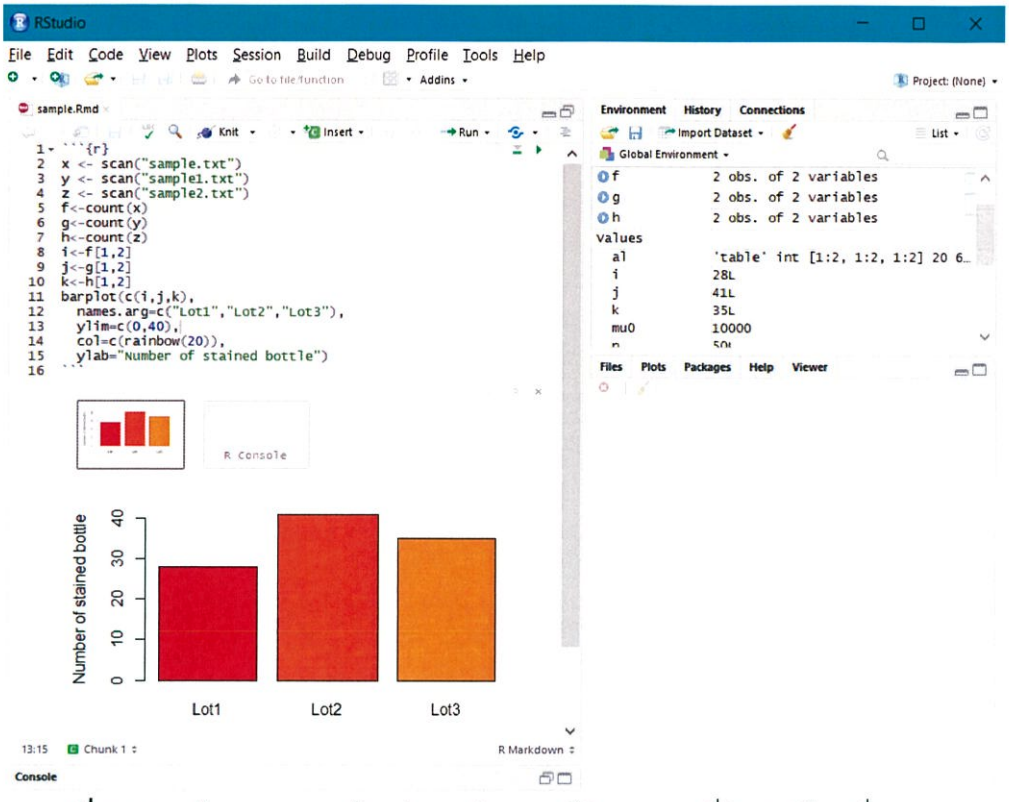


รูปที่ 3.18 ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อตรวจพบขวดผิดปกติ

และข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลผ่านโปรแกรมตรวจจับเปอร์เซนต์พื้นที่สีดำบนรูปภาพ ยังเก็บข้อมูลของการวิเคราะห์ในรูปแบบไฟล์สกุล txt เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อในโปรแกรม RStudio โดยการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative data) เป็นจำนวนขวดที่ผิดปกติในหนึ่งพาเลท แล้วแสดงผลเป็นกราฟแท่ง (Histogram)



รูปที่ 3.19 การบันทึกข้อมูลของการวิเคราะห์ในรูปแบบไฟล์สกุล txt



รูปที่ 3.20 หน้าจอแสดงผลตัวอย่างการวิเคราะห์จำนวนขวดที่ผิดปกติในหนึ่งพาเลท โดยโปรแกรม Rstudio

บทที่ 4

ผลการศึกษา

ตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาของขวดสีเขียว (Green bottle)

Diameter (cm)	Green bottle						
	Black area Percentage	Hue		Saturation		Value	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min
2.5	92.6211	68	52	255	65	255	20
2	92.5482	68	52	255	65	255	20
1.5	92.4289	68	52	255	65	255	20
1	92.4183	68	52	255	65	255	20
0.5	92.3419	68	52	255	65	255	20
0	92.3209	68	52	255	65	255	20

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาของขวดสีอำพัน (Amber bottle)

Diameter (cm)	Amber bottle						
	Black area percentage	Hue		Saturation		Value	
		Max	Min	Max	Min	Max	Min
2.5	93.0118	38	7	255	85	255	20
2	92.9336	38	7	255	85	255	20
1.5	92.8706	38	7	255	85	255	20
1	92.7586	38	7	255	85	255	20
0.5	92.7945	38	7	255	85	255	20
0	92.7263	38	7	255	85	255	20

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

โปรแกรมสามารถตรวจจับความผิดปกติรูปวงกลมบนขวดสีเขียว (Green bottle) และสีอำพัน (Amber bottle) ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมขนาดเล็กที่สุดในการทดสอบที่กล้องวงจรปิดยี่ห้อ VStarcam รุ่น Eye4 C25 IP สามารถตรวจจับได้คือ 0.5 เซนติเมตร นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อกับระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic system) เพื่อผลักขวดที่ผิดปกติออกไป และบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์สกุล txt เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม RStudio ได้

5.2 ปัญหาที่พบ

ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลในส่วนสายการผลิตของบริษัทเพื่อนำบรรจุภัณฑ์ที่ผิดปกติออกมาวิเคราะห์ และไม่ทราบถึงความเร็วของสายพานในการลำเลียงบรรจุภัณฑ์

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรใช้กล้องที่มีความละเอียดสูงกว่า 720P (1280*720) หากต้องการตรวจจับจุดผิดปกติที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 เซนติเมตร

2. สามารถเชื่อมต่อโปรแกรมกับอุปกรณ์อื่นๆนอกเหนือจากระบบนิวเมติกส์ได้ เช่น เซอร์โวมอเตอร์ (Servomotor) หรือระบบไฮดรอลิก (Hydraulic system)

3. สามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์ในโปรแกรมอื่นๆได้ เช่น ไมโครซอฟท์เอ็กซ์เซล (Microsoft Excel) หรือ SPSS (Statistical Package for the Social Science)

4. สามารถต่อยอดโปรแกรมโดยการพัฒนาเป็นการประมวลผลแบบทันที (Realtime) ในอนาคต

บรรณานุกรม

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. 2547. **รวมวงจรนิวแมติกและไฮดรอลิก.** กรุงเทพฯ: ส.ส.ท.

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. 2548. **คัมภีร์ ระบบนิวแมติกส์ Pneumatics System.** กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

พรจิต ประทุมสุวรรณ. 2550. **การควบคุมนิวเมติกส์.** กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.

Iyer, Nalbalwar and Pawade. 2017. **Advances in Intelligent Systems Research**: Atlantis Press.

Noel M. Morris. 1991. **Control Engineering.** 4th ed. Berkshire: McGraw-Hill.

OLIVEIRA and CONCI. no date. **Skin Detection using HSV color space.** NiterAi: Universidade Federal Fluminense.

หน่วยจัดเก็บข้อมูล. แหล่งที่มา: https://chalad.wordpress.com/subject/31241-2/31241-esson-4/, สืบค้นเมื่อ 9 ธันวาคม 2560

Arduino. แหล่งที่มา: https://www.arduino.cc/, สืบค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2560

Color. แหล่งที่มา: http://learn.leighcotnoir.com/artspeak/elements-color/hue-value-saturation/, สืบค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2560

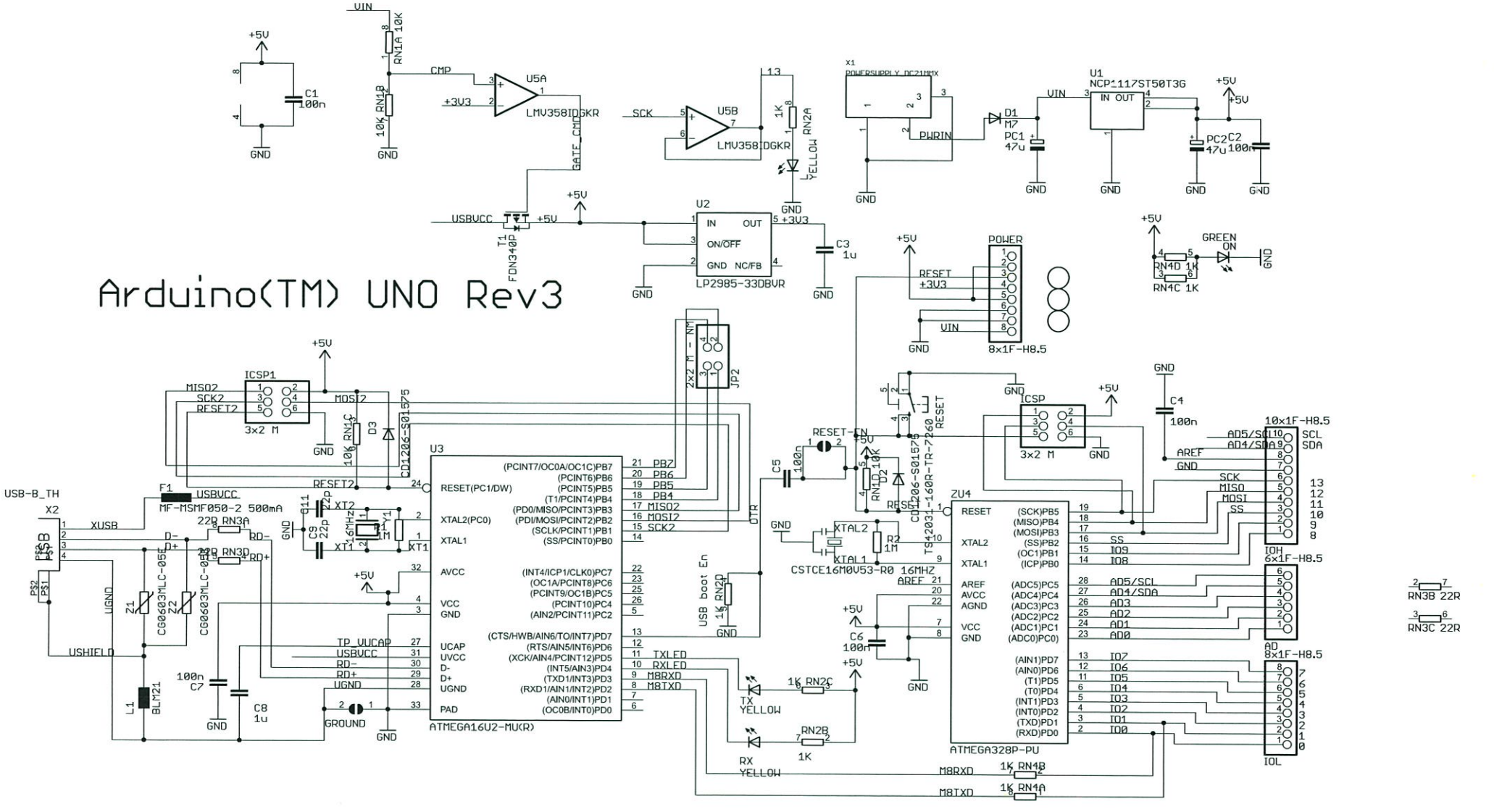
Color. แหล่งที่มา: http://presentitude.com/color-theory-part-iii/, สืบค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2560

Color. แหล่งที่มา: http://www.digital-intermediate.co.uk/colour/colourbasics.htm, สืบค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2560

Color Theory. แหล่งที่มา: http://www.workwithcolor.com/about-page-01.htm, สืบค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2560

HSV. แหล่งที่มา: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-0-387-48998-, สืบค้นเมื่อ 30 สิงหาคม 2560

ภาคผนวก



Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS. Arduino DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE Arduino may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." Arduino reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.

ARDUINO is a registered trademark.

Use of the ARDUINO name must be compliant with http://www.arduino.cc/en/Main/Policy

Model：C25

Features	System security	Account, password authority management
	Free DDNS	Free DDNS, supports dynamic IP.
	View by phone	Support HD pic IOS, Android mobile view (iOS 4.3、Android OS 2.3 above)
	Local Storage	support up to 64GB MicroSD card， 24-hour loop recording.
	Monitor Advantage	Support PC computer monitoring, smartphone multi-pic view.
	PnP	Plug & Play,99% penetration rate, Easy to setup: 1. connect the network cable and power adapter, 2.install APP, scan UID code to add camera. 3,Click online camera to view the camera.
	Sever cluster	Using Amazon Cloud PnP servier cluster, intelligent application and super stable
	UID Technology	UID scan technology applied, easy to operate, and highly confidential.
	Super Client	1,4,9,16,25,36, 64,81-channel central management software, no user number limitation , centralized surveillance, remote record and playback, alarm email ect.
System	OS	Embedded Linux OS
	Control protocol	ONVIF 2.4 protocol, high interoperability
	Video coding	Multi stream：720P@30fps+VGA@30fps+QVGA@30fps+720P @1fsJPEG capture
	Bit Rate	CBR/VBR, output bit rate range：128～4096kbps
	Processor	Hi processor, built in ARM926 @Max. 440MHz and high-speed video co-processor
Video	Compression Format	H.264 baseline profile@levels:3.1/Motion-JPEG
	Frame rate	30fps/24fps（720p）
	Resolution	720P(1280*720), VGA, QVGA
	Picture Adjustment	Contrast, Brightness, Saturation are adjustable.
	Sensor	1/4 720p Progressive CMOS sensor
	Minimum illumination	0.8Lux/F1.4 （colourful model ）,0.3Lux/F1.（B&W mode）
	SNR	≥39dB
	IR control	IR turned on: night vision view enabled, infrared Ray, ICR auto detect. IR turned off: night vision disabled, infrared ray off, ICR stay in day view mode.
	Electronic shutter	1/50s(1/60s）-1/100, 000s
	CMOS	support AWB, AGC, BLC
	Lens/viewing angle	3.6mm@F1.4 /56.14?
Night Vision	Night vision	Dual IR-CUT Filter auto switch, 11pcs 850nmΦ5mm LED,10m IR distance
Audio	Compression format	ADPCM/32kbps
	Input	1 Channel Line in (3.5mm phone jack) &1 Channel Internal -48dB Microphone
	Output	1 Channel Line out (3.5mm phone jack)&Internal speaker(8Ω1W)
P/T	P/T	Pan:355°,Tilt:120°
	Preset Postion	suppor up to 15 preset postions
Network	network interface	10Base-T/100Base-TX Ethernet interface
	Network Protocol	TCP/IP,HTTP,TCP,UDP,SMTP,FTP,DHCP,DNS,DDNS,NTP,UPnP,RTSP，P2P,onvif etc.
	wireless network security	one key wifi setup,don't need network cable .
	Online visitor	Support 4 online visitors simutaneoursly
	IP address	Dynamic IP and static IP address
	WIFI	WIFI 802.11 b/g/n

Others	housing material	engineering plastics
	Application environment	Indoor
	Rated Voltage	DC5±0.3V
	Temperature	-10~50 °C
	Power consumption	rated power：3.5W(IR opening)/maximum power：7W(P/T working)
	Package size	195x140x130mm (L×W×H)
	Weight	Gross Weight ： 755g（Note: in kind prevail）
	Accessories	Power adapter, user manual, warranty card, mounting bracket, screws.
Alarm	Motion Detection	Support motion detecting
System Requirement	System configuration	WinXP /7/8/10,Vista,iPhone iOS4.3,The android version 2.3 or higher
Certificate	Certificate	ISO FCC CE RoHS
		Only for reference

C# code

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using Emgu.CV;
using Emgu.CV.Structure;
using AForge;
using AForge.Imaging.Filters;
using AForge.Imaging;
using System.IO;
using System.Drawing.Imaging;

namespace test2
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        Image<Bgr, byte> imgInput;
        Image<Bgr, byte> imgOutput;
        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
            label1.Text = "0";
            label2.Text = "0";
            label3.Text = "0";
            label4.Text = "0";
            label5.Text = "0";
            label6.Text = "0";
        }
        int Hmin; //Trackbar
        int Hmax;
        int Smin;
        int Smax;
        int Vmin;
        int Vmax;
        int pixel;
        int nBlackCount;
        int nWhiteCount;
        double nTotal;
        TextWriter sw = new StreamWriter(@"E:\\Sample.txt");



        private void openToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            OpenFileDialog ofd = new OpenFileDialog();
            if (ofd.ShowDialog() == DialogResult.OK)
            {
                imgInput = new Image<Bgr, byte>(ofd.FileName);
                pictureBox1.Image = imgInput.Bitmap;
            }
```

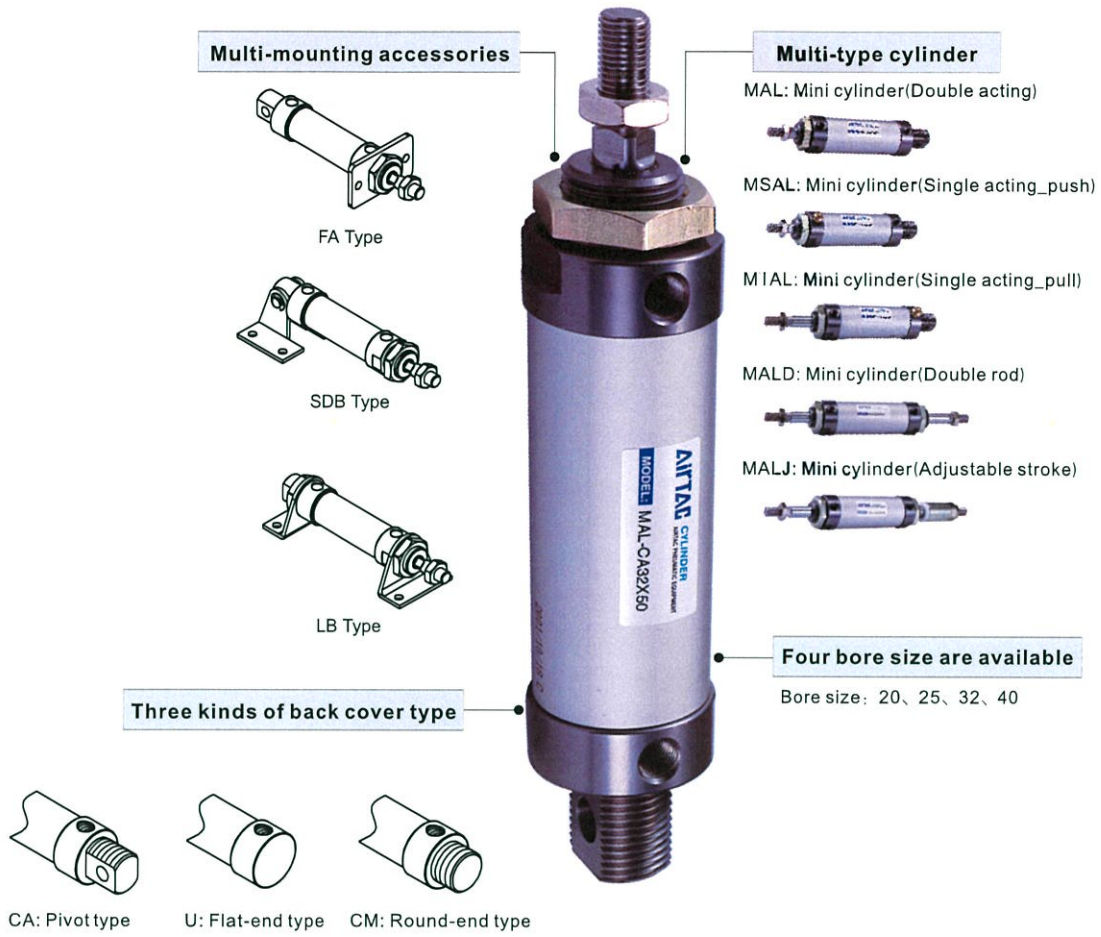
```
}

private void exitToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{
    sw.Close();     //Don't Forget Close the TextWriter Object(sw)
    this.Close();
}

private void hSVToolStripMenuItem_Click(object sender, EventArgs e)
{

}

private void Form1_Load(object sender, EventArgs e)
{
    trackBar1.TickStyle = TickStyle.BottomRight;
    trackBar1.TickFrequency = 1;
    serialPort1.Open();

}

private void trackBar1_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    label1.Text = trackBar1.Value.ToString();
    Hmin = trackBar1.Value;

}

private void trackBar1_ValueChanged(object sender, EventArgs e)
{

}

private void trackBar3_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    label3.Text = trackBar3.Value.ToString();
    Smin = trackBar3.Value;
}

private void trackBar2_Scroll(object sender, EventArgs e)
{
    label2.Text = trackBar2.Value.ToString();
    Vmin = trackBar2.Value;
}

private void pictureBox2_Click(object sender, EventArgs e)
{

}
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (imgInput == null)
    {
        MessageBox.Show("Please select an image.");
        return;
    }
    nBlackCount = 0;
    nWhiteCount = 0;
```

```
            Image<Hsv, byte> imgOutput = new Image<Hsv, byte>(imgInput.Width,
imgInput.Height);
            Image<Bgr, byte> imgFinalOutput = new Image<Bgr, byte>(imgInput.Width,
imgInput.Height);
            CvInvoke.CvtColor(imgInput, imgOutput,
Emgu.CV.CvEnum.ColorConversion.Bgr2Hsv);
            Hsv lowerLimit = new Hsv(Hmin, Smin, Vmin);
            Hsv upperLimit = new Hsv(Hmax, Smax, Vmax);
            double nTotal = 0;
            double blackPercent = 0;


            Image<Gray, byte> imageHSVDest = imgOutput.InRange(lowerLimit, upperLimit);

            pictureBox2.Image = imageHSVDest.Bitmap;


            Bitmap myBitmap = new Bitmap(pictureBox2.Image);
            try
            {
                for (int i = 0; i < myBitmap.Width; i++)
                {
                    for (int j = 0; j < myBitmap.Height; j++)
                    {
                        Color pixelColor = myBitmap.GetPixel(i, j);
                        if (pixelColor.R == 0 && pixelColor.G == 0 && pixelColor.B == 0)
                            nBlackCount++;
                        else if (pixelColor.R == 255 && pixelColor.G == 255 &&
pixelColor.B == 255)
                            nWhiteCount++;
                    }
                }
                nTotal = myBitmap.Width * myBitmap.Height;
                blackPercent = (double)((nBlackCount * 100) / nTotal);
                blackPercent = Math.Round(blackPercent, 4);
            }
            catch (Exception ex)
            {
                MessageBox.Show("Unable to parse image " + ex);
            }

            label7.Text = Convert.ToString(blackPercent + "%");


            if (blackPercent > 92.0)
            {
                serialPort1.Write("1");
                sw.WriteLine(1);
            }
            else
            {
                serialPort1.Write("0");
                sw.WriteLine(0);
            }

        }
```

```
        private void trackBar4_Scroll(object sender, EventArgs e)
        {
            label4.Text = trackBar4.Value.ToString();
            Hmax = trackBar4.Value;
        }

        private void trackBar5_Scroll(object sender, EventArgs e)
        {
            label5.Text = trackBar5.Value.ToString();
            Smax = trackBar5.Value;
        }

        private void trackBar6_Scroll(object sender, EventArgs e)
        {
            label6.Text = trackBar6.Value.ToString();
            Vmax = trackBar6.Value;
        }

        private void button2_Click(object sender, EventArgs e)
        {

        }

        private void textBox1_TextChanged(object sender, EventArgs e)
        {

        }
    }
}
```

Mini cylinder(Aluminum barrel)——MAL Series

Compendium of MAL Series



Criteria for selection: Cylinder thrust

Unit: Newton(N)

Bore size	Rod size	Acting type		Pressure area(mm^2)	Operating pressure(MPa)						
					0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
20	8	Single acting	Push side	314.0	-	12.6	44.0	75.4	106.8	138.2	169.6
			Pull side	263.8	-	2.6	28.9	55.3	81.7	108.1	134.4
		Double acting	Push side	314.0	31.4	62.8	94.2	125.6	157.0	188.4	219.8
			Pull side	263.8	26.4	52.8	79.1	105.5	131.9	158.3	184.7
25	10	Single acting	Push side	490.6	-	29.2	78.3	127.4	176.4	225.5	274.5
			Pull side	412.1	-	13.5	54.7	96.0	137.2	178.4	219.6
		Double acting	Push side	490.6	49.1	98.1	147.2	196.2	245.3	294.4	343.4
			Pull side	412.1	41.2	82.4	123.6	164.8	206.1	247.3	288.5
32	12	Single acting	Push side	804.3	-	76.6	157.0	237.3	317.7	398.1	478.5
			Pull side	691.2	-	54.0	123.0	192.1	261.2	330.3	399.4
		Double acting	Push side	804.3	80.4	160.9	241.3	321.7	402.2	482.6	563.0
			Pull side	691.2	69.1	138.2	207.4	276.5	345.6	414.7	483.8
40	16	Single acting	Push side	1256.6	37.5	163.1	288.7	414.3	539.9	665.5	791.1
			Pull side	1055.6	17.4	122.9	228.4	333.9	439.4	544.9	650.4
		Double acting	Push side	1256.6	125.7	251.3	377.0	502.6	628.3	754.0	879.6
			Pull side	1055.6	105.6	211.1	316.7	422.2	527.8	633.4	738.9

Installation and application

1. When load changes in the work, the cylinder with abundant output capacity shall be selected.
2. Relative cylinder with high temperature resistance or corrosion resistance shall be chosen under the condition of high temperature or corrosion.
3. Necessary protection measure shall be taken in the environment with higher humidity, much dust or water drops, oil dust and welding dregs.
4. Dirty substances in the pipe must be eliminated before cylinder is connected with pipeline to prevent the entrance of particles into the cylinder.
5. The medium used by cylinder shall be filtered to 40 μ m or below.
6. Anti-freezing measure shall be adopted under low temperature environment to prevent moisture freezing.
7. To avoid side load, otherwise, piston rod will be bent and deformed and damage the thread at the end of the rod. Single-acting type can not be added in return;
8. If the cylinder is dismantled and stored for a long time, please to conduct anti-rust treatment to the surface. Anti-dust caps shall be added in air inlet and outlet ports. The front and back cover can not be dismantled, which shall be especially noticed.

Mini cylinder(Aluminum barrel)

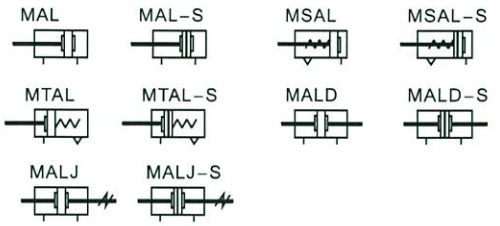
MAL Series

Specification

Bore size(mm)		20	25	32	40
Acting type	MSAL/MTAL	Single acting			
	Others	Double acting			
Fluid		Air(to be filtered by 40 μ m filter element)			
Operating pressure	Double acting	0.15~1.0MPa(22~145psi)(1.5~10.0bar)			
	Single acting	0.2~1.0MPa(28~145psi)(2.0~10.0bar)			
Proof pressure		1.5MPa(215psi)(15bar)			
Temperature ℃		-20~70			
Speed range mm/s		Double acting: 30~800 Single acting: 50~800			
Stroke tolerance		0~150 $^{+1.0}_{0}$ >150 $^{+1.5}_{0}$			
Cushion type		Bumper			
Port size [Note1]		1/8"			1/4"

[Note1] PT thread, G thread thread and NPT thread are available.
Add) Refer to P313 for detail of sensor switch.

Symbol



Stroke

Bore size (mm)		Standard stroke (mm)	Max.std stroke	Max. stroke
MAL	20	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300 350 400 450 500	500	1000
	25	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300 350 400 450 500	500	1000
	32	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300 350 400 450 500	500	1500
	40	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300 350 400 450 500	500	1500
MALD MALJ	20	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300	300	-
	25	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300	300	-
	32	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300 350 400 450 500	500	-
	40	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300 350 400 450 500	500	-
MSAL	20	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150	-	-
	25	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150	-	-
	32	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150	-	-
	40	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100 125 150	-	-
MTAL	20	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100	-	-
	25	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100	-	-
	32	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100	-	-
	40	10 15 20 25 30 40 50 60 75 80 100	-	-

[Note] Consult us for non-standard stroke.

Product feature

1. Manufactured by our enterprise.
2. Front and back cover and cylinder tube are connected by threads.
3. Piston adopts heterogeneous two-way seal structure. It has compact size and has the function of grease reservation.
4. Front cover adopts self-lubrication bearing guide that has good performance of lubrication and guide.
5. There are several modes of back cover, which makes the installation of cylinder more convenient.
6. There are cylinders and mounting accessories with several specifications for your choice.

Ordering code

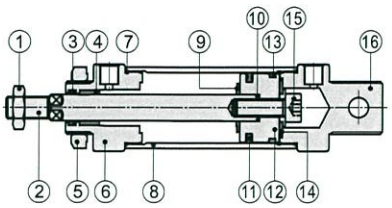
MAL 20×50 S CM □ □
MALD 20×50 S □ □
MALJ 20×50-20 S □ □
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧

①Model	②Bore size	③Stroke	④Adjustable Stroke	⑤Magnet	⑥Back cover	⑦Mounting type [Note1]	⑧Thread type
MAL: Mini cylinder(Double acting) MSAL: Mini cylinder (Single acting_push) MTAL: Mini cylinder (Single acting_pull)	20 25 32 40	Refer to stroke table for details	No this code	Blank: Without magnet S: With magnet	CA: Pivot type U: Flat-end type CM: Round-end type	Blank: No accessories FA: FA type SDB: SDB type LB: LB type	Blank: PT G: G T: NPT
MALD: Mini cylinder (Double rod)					No this code	Blank: No accessories FA: FA type LB: LB type	
MALJ: Mini cylinder (Adjustable stroke)			10 20 30 40 50 75 100				

[Note1] Please refer to page 99~100 for accessory parts.

Inner structure and material of major parts

MAL-CA

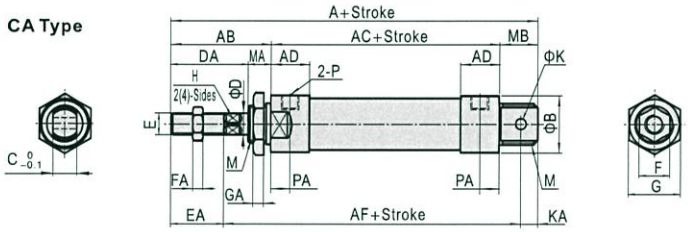


NO.	Item	Material
1	Rod nut	Carbon steel
2	Piston rod	Carbon steel with 20 μ m chrome plated
3	Front cover packing	NBR
4	Bushing	Wear resistant material
5	Front cover nut	Carbon steel
6	Front cover	Aluminum alloy
7	O-ring	NBR
8	Barrel	Aluminum alloy
9	Bumper	NBR
10	O-ring	NBR
11	Piston seal	NBR
12	Piston	Aluminum alloy
13	Wear ring	Wear resistant material
14	Washer	Free cutting material
15	Bolt	Carbon steel
16	Back cover	Aluminum alloy

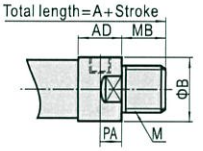
Dimensions

MAL

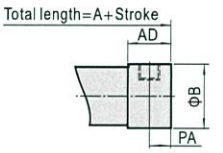
CA Type



CM Type



U Type

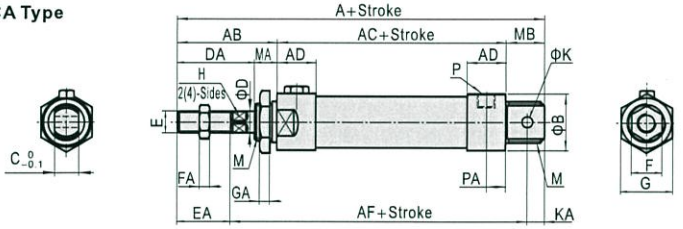


Bore size\Item	A			AB	AC	AD	AF	B	C	D	DA	E	EA	F	FA	G	GA	H	K	KA	M	MA	MB		P	PA
Back cover	CA	CM	U																				CA	CM		
20	131	122	110	40	70	16	102	29	16	8	28	M8×1.25	20	12	6	29	7	6	8	9	M22×1.5	12	21	12	1/8"	8
25	135	128	114	44	70	16	104	34	16	10	30	M10×1.25	22	17	6	29	7	8	8	9	M22×1.5	14	21	14	1/8"	8
32	141	128	114	44	70	16	107	39.5	16	12	30	M10×1.25	22	17	6	32	8	10	10	12	M24×2.0	14	27	14	1/8"	8
40	165	152	138	46	92	22	129	49.5	20	16	32	M12×1.25	24	17	7	41	9	14	12	12	M30×2.0	14	27	14	1/4"	11

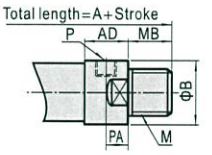
Remark: The dimensions of magnet type cylinder are the same as non-magnet type cylinder.

MSAL

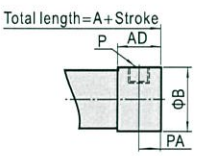
CA Type



CM Type



U Type



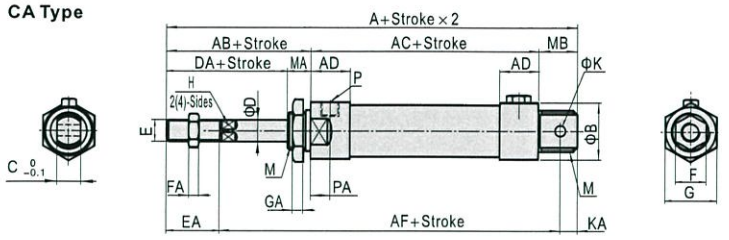
Item	A									AC			AF		
Back cover	CA			CM			U			-			-		
Bore size\Stroke	≤50	51~100	≥101	≤50	51~100	≥101	≤50	51~100	≥101	≤50	51~100	≥101	≤50	51~100	≥101
20	156	181	206	147	172	197	135	160	185	95	120	145	127	152	177
25	160	185	210	153	178	203	139	164	189	95	120	145	129	154	179
32	166	191	216	153	178	203	139	164	189	95	120	145	132	157	182
40	190	215	240	177	202	227	163	188	213	117	142	167	154	179	204

Bore size\Item	AB	AD	B	C	D	DA	E	EA	F	FA	G	GA	H	K	KA	M	MA	MB(CA)	MB(CM)	P	PA
20	40	16	29	16	8	28	M8×1.25	20	12	6	29	7	6	8	9	M22×1.5	12	21	12	1/8"	8
25	44	16	34	16	10	30	M10×1.25	22	17	6	29	7	8	8	9	M22×1.5	14	21	14	1/8"	8
32	44	16	39.5	16	12	30	M10×1.25	22	17	6	32	8	10	10	12	M24×2.0	14	27	14	1/8"	8
40	46	22	49.5	20	16	32	M12×1.25	24	17	7	41	9	14	12	12	M30×2.0	14	27	14	1/4"	11

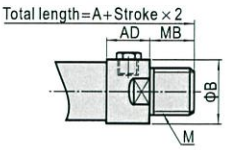
Remark: The dimensions of magnet type cylinder are the same as non-magnet type cylinder.

MTAL

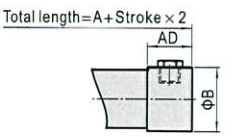
CA Type



CM Type



U Type

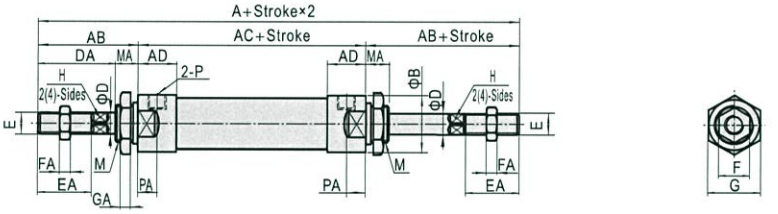


Item	A												AC				AF			
Back cover	CA				CM				U				-				-			
Bore size\Stroke	0~25	26~50	51~75	76~100	0~25	26~50	51~75	76~100	0~25	26~50	51~75	76~100	0~25	26~50	51~75	76~100	0~25	26~50	51~75	76~100
20	146	156	171	181	137	147	162	172	125	135	150	160	85	95	110	120	117	127	142	152
25	150	160	175	185	143	153	168	178	129	139	154	164	85	95	110	120	121	131	146	156
32	156	166	186	196	143	153	173	183	129	139	159	169	85	95	115	125	122	132	152	162
40	180	190	210	220	167	177	197	207	153	163	183	193	107	117	137	147	144	154	174	184

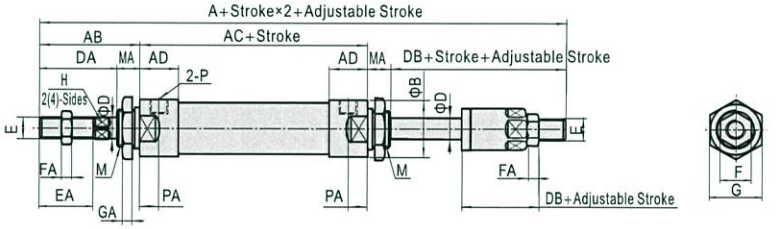
Bore size\Item	AB	AD	B	C	D	DA	E	EA	F	FA	G	GA	H	K	KA	M	MA	MB		P	PA
Back cover																		CA	CM		
20	40	16	29	16	8	28	M8×1.25	20	12	6	29	7	6	8	9	M22×1.5	12	21	12	1/8"	8
25	44	16	34	16	10	30	M10×1.25	22	17	6	29	7	8	8	9	M22×1.5	14	21	14	1/8"	8
32	44	16	39.5	16	12	30	M10×1.25	22	17	6	32	8	10	10	12	M24×2.0	14	27	14	1/8"	8
40	46	22	49.5	20	16	32	M12×1.25	24	17	7	41	9	14	12	12	M30×2.0	14	27	14	1/4"	11

Remark: The dimensions of magnet type cylinder are the same as non-magnet type cylinder.

MALD



MALJ



Bore size\Item	A		AB	AC	AD	B	D	DA	DB	E	EA	F	FA	G	GA	H	M	MA	P	PA
Model	MALD	MALJ																		
20	150	147	40	70	16	29	8	28	25	M8×1.25	20	12	6	29	7	6	M22×1.5	12	1/8"	8
25	158	155	44	70	16	34	10	30	27	M10×1.25	22	17	6	29	7	8	M22×1.5	14	1/8"	8
32	158	155	44	70	16	39.5	12	30	27	M10×1.25	22	17	6	32	8	10	M24×2.0	14	1/8"	8
40	184	180	46	92	22	49.5	16	32	28	M12×1.25	24	17	7	41	9	14	M30×2.0	14	1/4"	11

Remark: The dimensions of magnet type cylinder are the same as non-magnet type cylinder.

List for ordering code of accessories

Accessories / Bore size	Mounting accessories			Knuckle				Sensor switch	
	LB	FA	SDB	I	Y	F	U	CS1-M□	DS1-M□
20	F-MA20LB	F-MA20FA	F-MA20SDB	F-MA20I	F-MA20Y	F-M8X125F	F-M8X125U	CS1-M-A20	DS1-M-A20
25				F-MA25I	F-MA25Y	F-M10X125F	F-M10X125U	CS1-M-A25	DS1-M-A25
32	F-MA32LB	F-MA32FA	F-MA32SDB					CS1-M-A32	DS1-M-A32
40	F-MA40LB	F-MA40FA	F-MA40SDB	F-MA40I	F-MA40Y	F-M12X125F	F-M12X125U	CS1-M-A40	DS1-M-A40

Accessory selection

Accessories / Cylinder model		Mounting accessories			Knuckle[Note1]				Sensor switch	
		LB	FA	SDB	I	Y	U	F	CS1-M	DS1-M
MAL	Standard	●	●	●	●	●	●	●	×	×
	With magnet	●	●	●	●	●	●	●	●	●
MSAL MTAL	Standard	●	●	●	●	●	●	●	×	×
	With magnet	●	●	●	●	●	●	●	●	●
MALD MALJ	Standard	●	●	×	●	●	●	●	×	×
	With magnet	●	●	×	●	●	●	●	●	●

Material of accessories

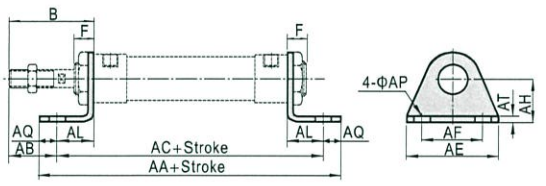
Accessories / Bore size	Mounting accessories			Knuckle			
	LB	FA	SDB	I	Y	F	U
20~40	○	○	○	□	□	□	□

○——Lower carbon steel; □——Carbon steel;

[Note1] Please refer to P302~305 for knuckle detail.

Dimensions

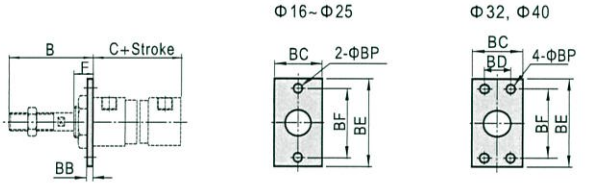
LB



Bore size\Item / Stroke	AA (MAL)	AA(MSAL) 0~50	AA(MSAL) 51~100	AA(MSAL) 101~150	AC (MAL)	AC(MSAL) 0~50	AC(MSAL) 51~100	AC(MSAL) 101~150
20	116	141	166	191	100	125	150	175
25	116	141	166	191	100	125	150	175
32	136	161	186	211	120	145	170	195
40	158	183	208	233	142	167	192	217

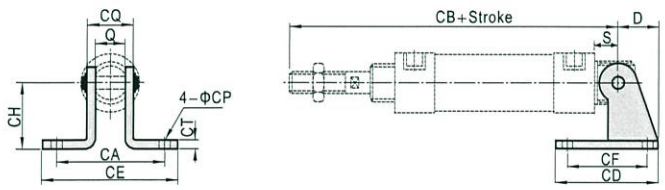
Bore size\Item	B	F	AB	AE	AF	AL	AQ	AP	AT	AH
20	40	12	25	54	40	15	8	6.5	3	25
25	44	14	29	54	40	15	8	6.5	3	25
32	44	14	19	59	45	25	8	7	3.5	32
40	46	14	21	64	50	25	8	7	3.5	36

FA



Bore size\Item / Stroke	B	C (MAL)	C(MSAL) 0~50	C(MSAL) 51~100	C(MSAL) 101~150	BB	BC	BD	BE	BF	BP	F
20	40	70	95	120	145	3.5	38	-	64	50	7	12
25	44	70	95	120	145	3.5	38	-	64	50	7	14
32	44	70	95	120	145	4	47	33	72	58	6.5	14
40	46	92	117	142	167	4	50	36	84	70	6.5	14

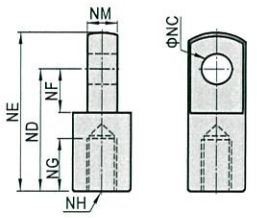
SDB



Bore size\Item / Stroke	D	S	Q	CA	CB (MAL)	CB(MSAL) 0~50	CB(MSAL) 51~100	CB(MSAL) 101~150	CD	CE	CF	CH	CT	CP	CQ
20	21	12	16	51	122	147	172	197	48	67	32	32	2.5	7	22
25	21	12	16	51	126	151	176	201	48	67	32	32	2.5	7	22
32	27	15	16	51	129	154	179	204	52	67	36	36	3	7	24
40	27	15	20	55	153	178	203	228	56	71	40	40	3	7	28

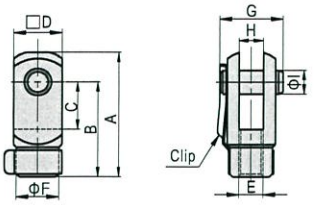
[Note] SDB is attached with relevant PIN.

I Knuckle

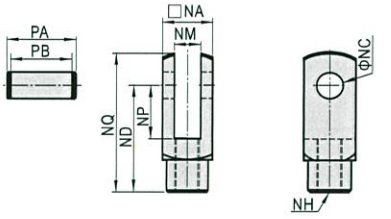


Type\Item	NC	ND	NE	NF	NG	NH	NM
F-MA20I	8	30	40	11	15	M8×1.25	8
F-MA25I	10	40	50	15	20	M10×1.25	10
F-MA40I	10	45	57	16	23	M12×1.25	14

Y Knuckle



Type\Item	A	B	C	D	E	F	G	H	I
F-MA20Y	42	32	16	16	M8×1.25	14	21	8	8
F-MA25Y	52	40	20	19	M10×1.2	18	25	10	10

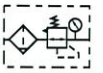


Type\Item	NA	NC	ND	NH	NP	NQ	NM	PA	PB
F-MA40Y	25.4	10	45	M12×1.25	20	57	14	32	26.2

Preparation unit——A, B Series

AFR、BFR Series Filter & regulator

Symbol



Product feature

1. The structure is delicate and compact, which is convenient for installation and application.
2. The pressed-in self-locking mechanism can prevent the abnormal movement of the set pressure caused by external interfere.
3. The pressure loss is low and the efficiency of water separating is high;
4. In addition to standard type, lower pressure type is optional(The highest adjustable pressure is 0.4MPa).

Specification

Model	AFR1500	AFR2000	BFR2000	BFR3000	BFR4000
Fluid	Air				
Port size [Note1]	1/8"	1/4"	1/4"	3/8"	1/2"
Filtering grade	40μm or 5μm				
Pressure range	Semi-auto and automatic drain:0.15~0.9MPa(20~130Psi) Manual drain:0.05~0.9MPa(7~130Psi)				
Max. pressure	1.0MPa(145Psi)				
Proof pressure	1.5MPa(215Psi)				
Temperature range	-5~70°C(unfreeze)				
Capacity of drain bowl	15CC		60CC		
Weight	260g		400g		

[Note1] PT thread, G thread and NPT thread are available.

Ordering code

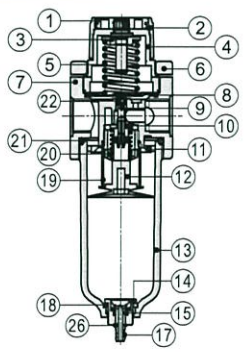
AFR 2000 M □ □ □ 1 W □

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

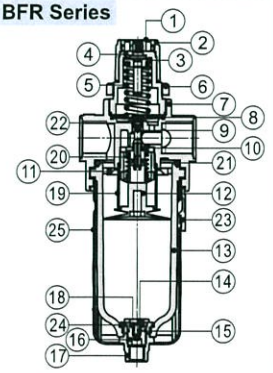
① Model	②Port size	③Drain type	④Type code	⑤Accessories	⑥Pressure gauge	⑦Scale	⑧Filtering grade	⑨Thread type
AFR: A Series Filter & regulator	1500: 1/8" 2000: 1/4"	Blank: Semi-auto drain M: Manual drain	Blank: Standard (0.9MPa) L: Lower pressure (0.4MPa)	Blank: Bracket J: No bracket	Blank: Pressure gauge N: No pressure gauge	1: MPa 2: psi 3: bar 4: kgf/cm² & psi	Blank: 40μm W: 5μm	Blank: PT (Scale: Mpa orkgf/cm² & psi) G: G(Scale:bar) T: NPT(Scale:psi)
BFR: B Series Filter & regulator	2000: 1/4" 3000: 3/8" 4000: 1/2"	Blank: Semi-auto drain M: Manual drain A: Automatic drain						

Inner structure

AFR Series



BFR Series

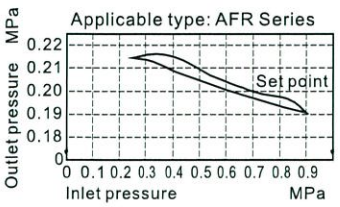


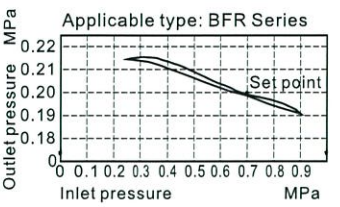
No.	Item	Material	No.	Item		Material
1	Push button	POM	14	Drain kit		POM
2	Adjusting button	POM	15	Return spring		Stainless steel
3	Adjusting nut	Steel	16	Drain seat		POM
4	Adjusting seat	POM	17	Drain pillar		POM
5	Adjusting spring	SWC	18	Drain O-ring		NBR
6	Fixed ring	POM	19	Filter element	5μm	Makrolon fiber
7	Body	Aluminum alloy			40μm	Agglomerated by bronze grain
8	Diaphragm	SUS304 & rubber	20	Return spring		Stainless steel
9	Balance needle	POM	21	Drain bowl O-ring		NBR
10	Needle gasket	Aluminum alloy & rubber	22	Needle O-ring		NBR
11	Air guider	POM	23	Bowl guard switch		POM
12	Umbrella baffle	POM	24	Gasket		POM
13	Drain bowl	PC	25	Bowl guard		PA66
			26	Clip		Spring steel

AFR、BFR Series Filter & regulator

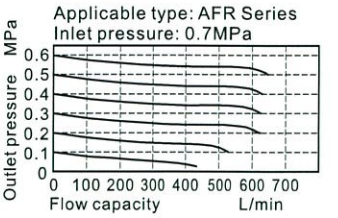
Pressure and feature of flow

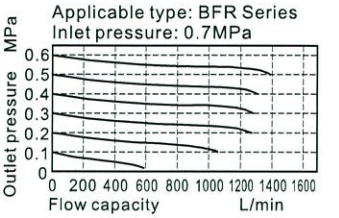
Pressure chart





Flow chart



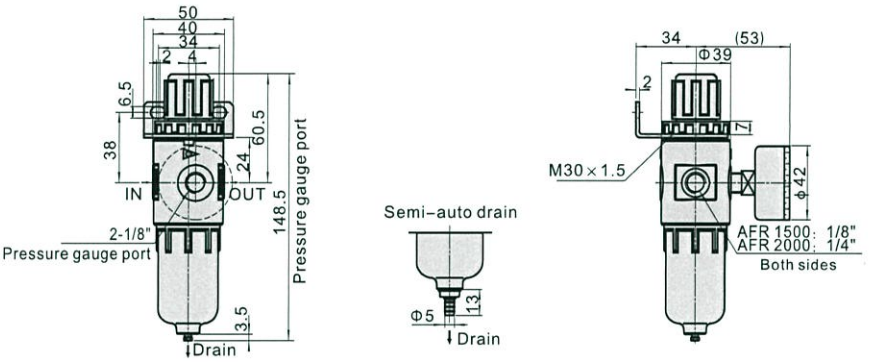


Selection of drain mode

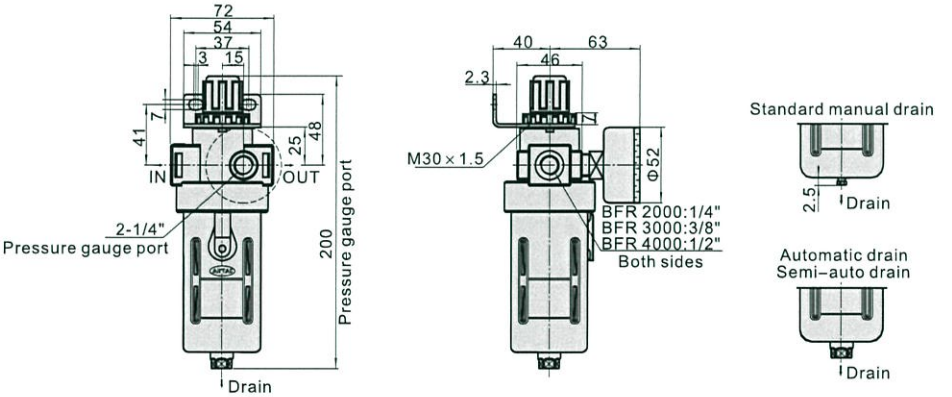
The drain modes of different series are different. Please refer to P184 for details.

Dimensions

AFR Series



BFR Series



Product

MODEL		ZB-0.1/8
CODE		SGBM9037
Power	KW	1.5
	HP	2
Cylinder	mm	Φ42×1
Rated speed	r/min	2850/3450
Displace-ment	L/min	158/189.6
	CFM	5.5/6.6
Discharge pressure	Psi	115
	bar	8
Noises	dB(A)	89
Tank capacity	L	24
	Usgal	6.34
Net weight	kg	22
outer Size	(L×B×H)cm	59×29×61

BSL, BSLM, BESL, PAL, PALM series

Ordering code

BSL 01 □

① ② ③

①Silencer Type	②Thread connection	③Standard color		
BSL: Universal silencer BSLM: Mini Silencer BESL: Throttling silencer PAL: Plastic silencer PALM: Mini plastic Silencer	M5：M5X0.8 01：1/8" 02：1/4" 03：3/8" 04：1/2"	Type	Color code	Color definition
		PAL、PALM	Blank: grey	Top cover: grey/Body: gray
			D: Black	Top cover: black/Body: black
		Others	No such code	

Product feature

BSL、BSLM、BESL Series:

1. This silencers have excellent noise silencing performance.
2. The installation of the silencer is simple and convenient, and the connecting portion is reliable and durable.
3. It is easy to adjust the exhauct flow of the throttling type silencer.

PAL Series、PALM Series:

1. The silencer body is made of plastic.
2. The mini type silencer has the characteristics of small volume and compact structure.

Configuration table of tubing thread

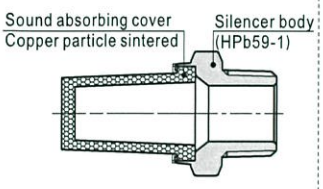
Product series	Thread connection				
	M5	01	02	03	04
BSL	●	●	●	●	●
BSLM	●	●	●	●	●
BESL		●	●	●	●
PAL		●	●	●	●
PALM		●	●		

Specification

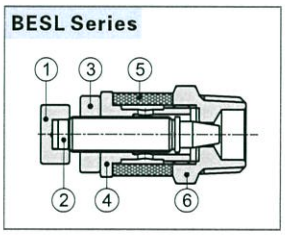
Model	BSLM5	BSL01	BSL02	BSL03	BSL04	BSLMM5	BSLM01	BSLM02	BSLM03	BSLM04
Thread connection	M5×0.8	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	M5×0.8	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"
Silencing effect(dB)(0.5MPa)	15	20	20	20	12	15	20	20	20	20
Model	**BESL01**	**BESL02**	**BESL03**	**BESL04**	**PAL01**	**PAL02**	**PAL03**	**PAL04**	**PALM01**	**PALM02**
Thread connection	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	1/8"	1/4"
Silencing effect(dB)(0.5MPa)	20	20	20	20	25	25	25	25	25	25
Operating pressure	0~10kgf/cm^2(0~1.0MPa)									
Negative pressure	-750mmHg(10Torr)									
Proof pressure	1.5MPa									
Temperature range	-20~70℃									

Inner structure

BSL Series

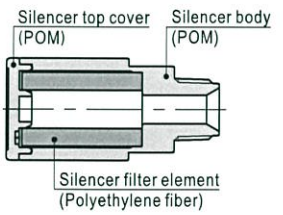


BESL Series



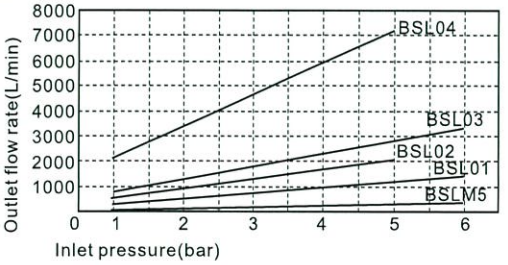
NO.	Name	Material
1	Adjusting cap	Aluminum alloy
2	Throttling column	Aluminum alloy
3	Locking cap	Aluminum alloy
4	Locking ring	Aluminum alloy
5	Silencer ring	Copper particle sintered
6	Silencer body	Brass

PAL Series

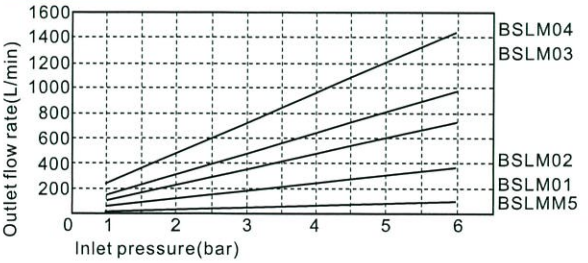


Flowrate characteristic

BSL Series

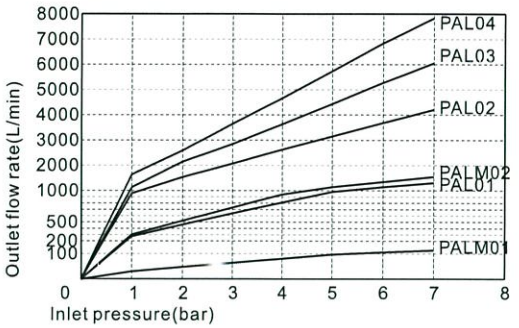


BSLM Series

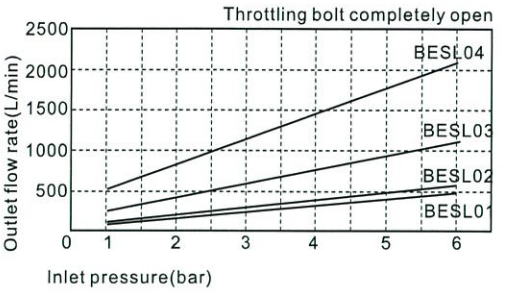


Flowrate characteristic

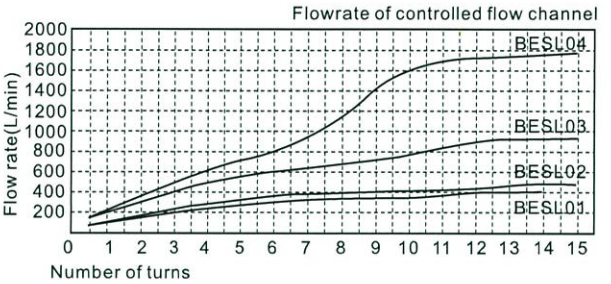
PAL、PALM Series



BESL Series (Inlet pressure and outlet flow rate)

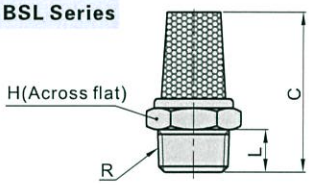


BESL Series



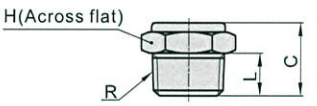
Dimensions

BSL Series



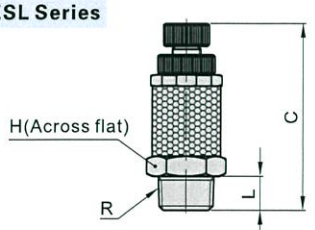
Model\Item	R	L	C	H	Weight(g)
BSLM5	M5×0.8	3.5	19.5	8	2.9
BSL01	1/8"	6	24	12	6.7
BSL02	1/4"	8	30	15	11.6
BSL03	3/8"	9	38.5	19	22
BSL04	1/2"	10.5	46	22	35

BSLM Series



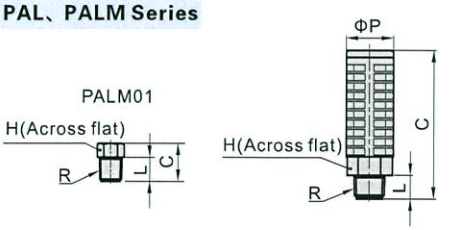
Model\Item	R	L	C	H	Weight(g)
BSLMM5	M5×0.8	3.5	9.5	8	2.3
BSLM01	1/8"	6	11	12	4.3
BSLM02	1/4"	8	13.5	15	8.4
BSLM03	3/8"	9	15.5	19	15.8
BSLM04	1/2"	10.5	19	22	25.9

BESL Series



Model\Item	R	L	C		H	Weight(g)
			max	min		
BESL01	1/8"	6	40.5	33	12	10
BESL02	1/4"	8	42.5	35	14	18.1
BESL03	3/8"	9	49	41.5	17	31.1
BESL04	1/2"	10.5	59.5	52	24	69.8

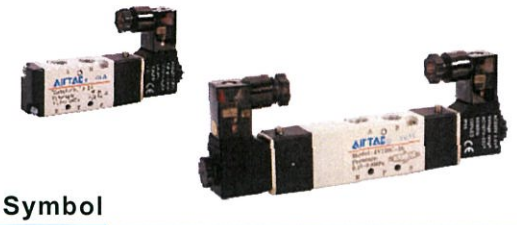
PAL、PALM Series



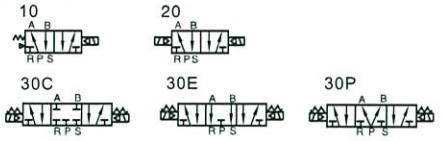
Model\Item	R	ΦP	L	C	H	Weight(g)
PAL01	1/8"	16	7	33	14	4.2
PALM01	1/8"	/	10	16	10	0.9
PAL02	1/4"	20	10	62.5	17	10.7
PALM02	1/4"	16	10	36	14	5.1
PAL03	3/8"	26	12	68	24	20
PAL04	1/2"	28	12	73	24	23.1

Solenoid valve(5/2 way,5/3 way)

4V100 Series



Symbol



Product feature

1. Pilot-oriented mode: Internal pilot or external pilot.
2. Structure in sliding column mode: good tightness and sensitive reaction .
3. Three position solenoid valves have three kinds of central function for your choice.
4. Double control solenoid valves have memory function.
5. Internal hole adopts special processing technology which has little attrition friction, low start pressure and long service life.
6. No need to add oil for lubrication.
7. It is available to form integrated valve group with the base to save installation space.
8. Affiliated manual devices are equipped to facilitate installation and debugging.
9. Several standard voltage grades are optional.

Specification

Model	4V110-M5 4V120-M5	4V130C-M5 4V130E-M5 4V130P-M5	4V110-06 4V120-06	4V130C-06 4V130E-06 4V130P-06
Fluid	Air(to be filtered by 40 μ m filter element)			
Acting	Internal pilot or external pilot			
Port size [Note1]	In=Out=M5		In=Out=1/8"	
Orifice size	5.5mm² (Cv=0.31)	5.0mm² (Cv=0.28)	12.0mm² (Cv=0.67)	9.0mm² (Cv=0.50)
Valve type	5 port 2 position	5 port 3 position	5 port 2 position	5 port 3 position
Operating pressure	0.15~0.8MPa(21~114psi)			
Proof pressure	1.2MPa(175psi)			
Temperature	-20~70℃			
Material of body	Aluminum alloy			
Lubrication [Note2]	Not required			
Max.frequency [Note3]	5 cycle/sec	3cycle/sec	5 cycle/sec	3 cycle/sec
Weight (g)	4V110-M5:120 4V120-M5:175	200	4V110-06:120 4V120-06:175	200

[Note1] PT thread, G thread and NPT thread are available.
[Note2] Once lubricated air is used, continue with same medium to optimise valve life span. Lubricants like ISO VG32 or equivalent are recommended.
[Note3] The maximum actuation frequency is in the no-load state.

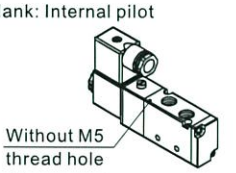
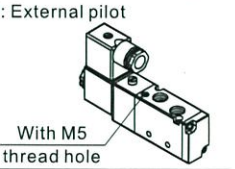
Coil specification

Item	specification				
Standard voltage	AC220V	AC110V	AC24V	DC24V	DC12V
Scope of voltage	AC: ±15% DC: ±10%				
Power consumption	3.5VA	3.5VA	4.0VA	2.5W	2.5W
Protection	IP65(DIN40050)				
Temperature classification	B Class				
Electrical entry	Terminal, Grommet				
Activating time	0.05 sec and below				

Ordering code

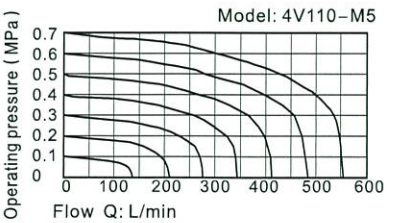
4V 1 10 06 A □ □ - W

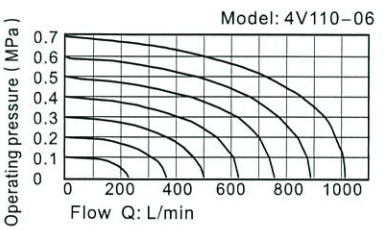
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧

①Model	②Code	③Valve type	④Port size	⑤Voltage	⑥Electrical entry	⑦Thread type	⑧Pilot type
4V: Solenoid valve (5/2, 5/3 way)	1: 100 Series	10: Single solenoid 5/2 way 20: Double solenoid 5/2 way 30C: Double solenoid 5/3 way closed center 30E: Double solenoid 5/3 way exhaust center 30P: Double solenoid 5/3 way pressure center	M5: M5 06: 1/8"	A: AC220V B: DC24V C: AC110V E: AC24V F: DC12V	Blank: Terminal I: Grommet	No this code Blank: PT G: G T: NPT	Blank: Internal pilot  Without M5 thread hole W: External pilot  With M5 thread hole

Please refer to 51 for manifold specification and the order way.

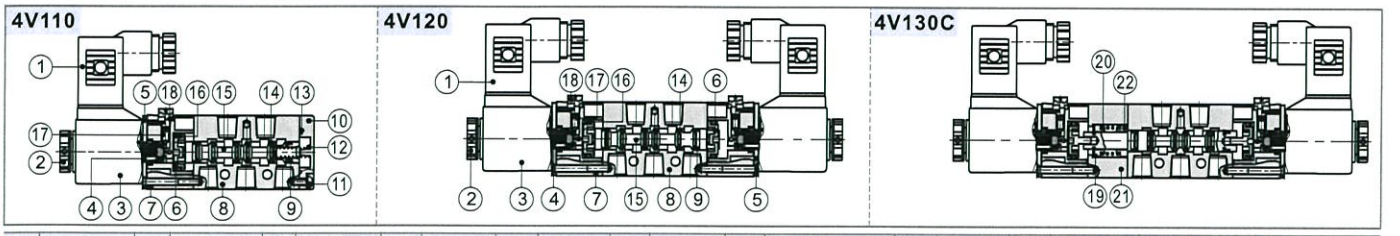
Flow chart





4V100 Series

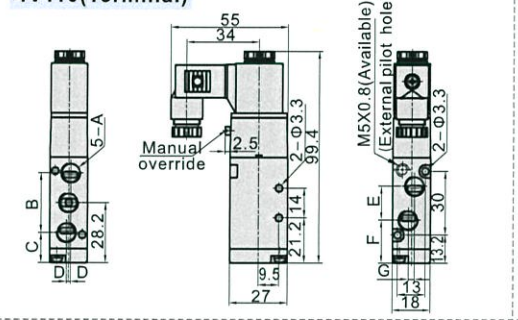
Inner structure



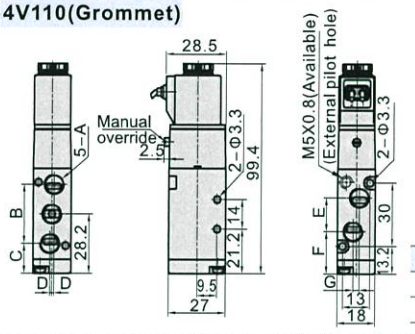
No.	Item	No.	Item	No.	Item	No.	Item	No.	Item	No.	Item	No.	Item	No.	Item	No.	Item	No.	Item	No.	Item
1	Connector	3	Coil	5	Fixed plate	7	Pilot kit	9	Wear ring	11	Fixed screw	13	Bottom cover gasket	15	Spool	17	Override spring	19	Spring holder	21	Side cover
2	Coil net	4	Armature	6	Piston	8	Body	10	Bottom cover	12	Spool spring	14	Spool O-ring	16	Piston O-ring	18	Manual override	20	Return spring	22	Spring holder

Dimensions

4V110(Terminal)

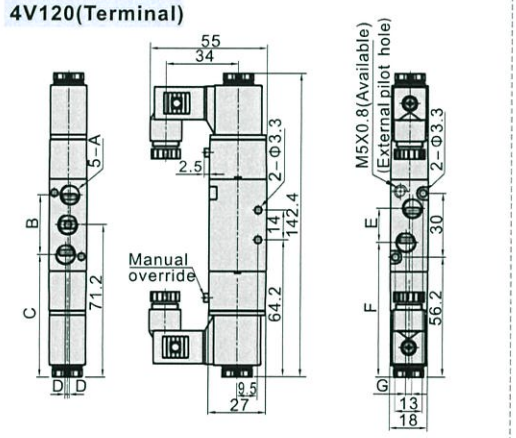


4V110(Grommet)

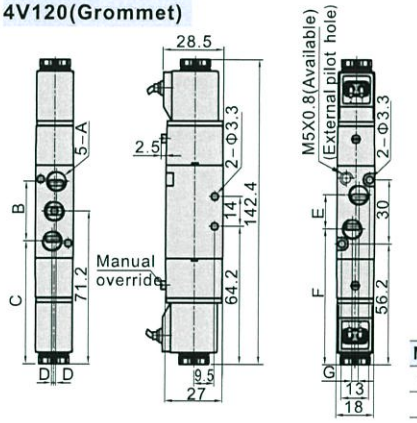


Model\Item	A	B	C	D	E	F	B
4V110-M5	M5x0.8	27	14.7	0	14	21.2	0
4V110-06	1/8"	28	14.2	1	16	20.2	3

4V120(Terminal)

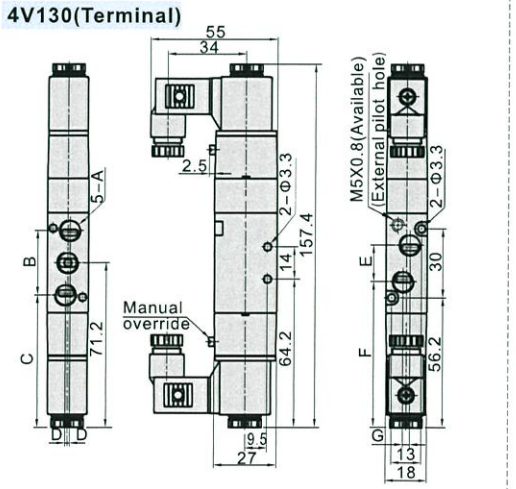


4V120(Grommet)

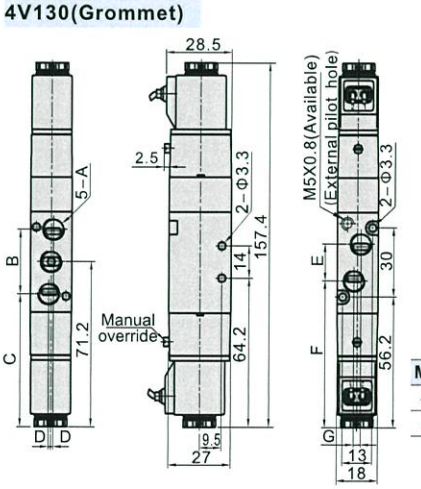


Model\Item	A	B	C	D	E	F	G
4V120-M5	M5x0.8	27	57.7	0	14	64.3	0
4V120-06	1/8"	28	57.2	1	16	63.2	3

4V130(Terminal)



4V130(Grommet)



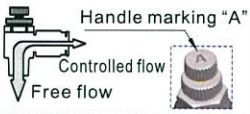
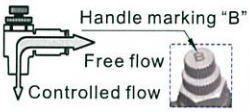
Model\Item	A	B	C	D	E	F	G
4V130-M5	M5x0.8	27	57.7	0	14	64.3	0
4V130-06	1/8"	28	57.2	1	16	63.2	3

PSA, PSL, PSS series

Ordering code

PSL 6 01 A □ □

① ② ③ ④ ⑤ ⑥

①Model	②Port size	③Thread connection		④Control method	⑤Standard color		⑥Thread type
PSL: Speed controller	4：Φ4mm 6：Φ6mm 8：Φ8mm 10：Φ10mm 12：Φ12mm	Thread	Adaptable port size	A: Meter-out 	Standard color	Specification	Blank: PT
		M5：M5X0.8	Φ4，Φ6		Blank: Gray	Release button: Gray Body:Gray	
PSS: Universal speed controller		01：1/8" 02：1/4" 03：3/8" 04：1/2"	Φ4，Φ6 Φ8，Φ10 Φ12	B: Meter-in 	D: Black	Release button: Black Body: Black	

PSA 6 □

① ② ③

①Model	②Port size	③Standard color	
PSA: Straight speed controller	4：Φ4mm 6：Φ6mm 8：Φ8mm 10：Φ10mm 12：Φ12mm	Standard color	Specification
		Blank: Gray	Release button: Gray Body:Gray
		D: Black	Release button: Black Body: Black

Product feature

1. The silencer is small size, and light weight with small installation space.
2. Excellent flow charatentics, high sensitivity and easy to adjust.
3. The silencer brass body adopts a special nickel-plating process, which has good corrosion resistance and anti-pollution property.
4. Anti-drop structure is designed on the regulating rod.
5. The sealant being coated on threaded portion can ensure no leakage of the threaded connection part.
6. The inserting direction of universal speed controller can be adjusted in 360° .

Specification

Operating pressure range	0~10kgf/cm²(0~1.0MPa)
Negative pressure	-750mmHg(10Torr)
Proof pressure	1.5MPa
Ambient and fluid temperature (℃)	-20~70
Applicable tubing	Soft nylon or polyurethane
Color	Grey/black

Table for interface port and tube O.D.

Product series	Thread type	Port size				
		Φ4	Φ6	Φ8	Φ10	Φ12
PSA	–	●	●	●	●	●
PSL	M5	●	●			
	1/8"	●	●	●		
	1/4"		●	●	●	
	3/8"		●	●	●	●
	1/2"			●	●	●
PSS	M5	●				
	1/8"		●	●		
	1/4"		●	●	●	
	3/8"				●	●
	1/2"					●

Symbol

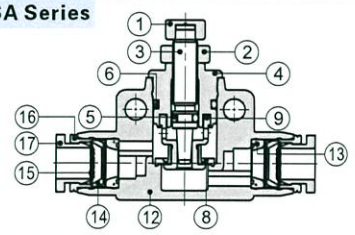
PSA

Meter-out (A)

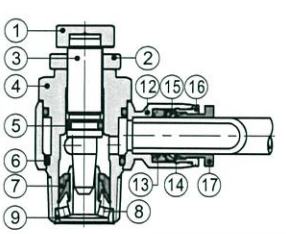
Meter-in (B)

Inner structure

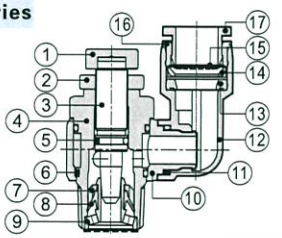
PSA Series



PSL Series



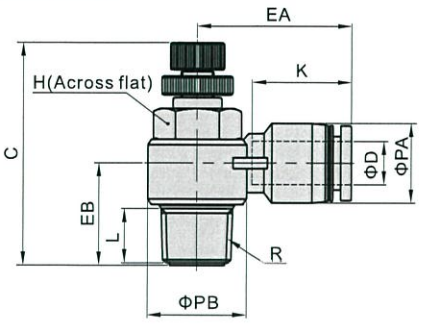
PSS Series

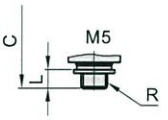


NO.	Name	Material	NO.	Name	Material	NO.	Name	Material
1	Adjusting cap	Aluminum alloy	7	Holder	PBT	13	O-ring	NBR
2	Locking cap	Aluminum alloy	8	O-ring	NBR	14	Locating seat	POM
3	Throttling column	Brass	9	Throttling sleeve	Aluminum alloy/Brass	15	Spring gasket	Stainless steel
4	Throttling body	Brass	10	Plastic body	PBT	16	Locating ring	Aluminum alloy
5	O-ring	NBR	11	O-ring	NBR	17	Plastic interface	POM
6	O-ring	NBR	12	Plastic body	PBT			

Dimensions

PSL Series

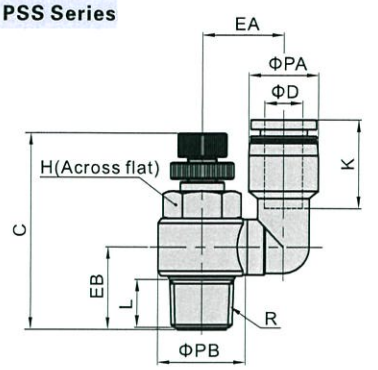




Model\Item [Note1]	ΦD	R	ΦPA	ΦPB	L	C		K	EA	EB	H	Weight (g)
						max	min					
PSL4M5□	4	M5×0.8	9	10	3.5	30	27.5	14	19	9.5	8	6.5
PSL401□		1/8"	9	14	7.5	41.5	35	14	20.5	15	11	16.5
PSL6M5□	6	M5×0.8	12.5	10	3.5	30	27.5	16.5	23.5	11.5	8	8
PSL601□		1/8"	12.5	14	7.5	41.5	35	16.5	23	15.5	11	17.5
PSL602□		1/4"	12.5	18	10	47.5	41	16.5	25	18	14	32
PSL603□		3/8"	12.5	22.5	11	52.5	45.5	16.5	27	20	19	59.5
PSL801□	8	1/8"	15	14	7.5	41.5	35	18.5	26.5	16.5	11	18
PSL802□		1/4"	15	18	10	47.5	41	18.5	28.5	19	14	33
PSL803□		3/8"	15	22.5	11	52.5	45.5	18.5	29.5	20	19	60
PSL804□		1/2"	15	28	14	58.5	51.5	18.5	32	25	24	96.5
PSL1002□	10	1/4"	18	18	10	47.5	41	21	31	20.5	14	34.5
PSL1003□		3/8"	18	22.5	11	52.5	45.5	21	33	21.5	19	62
PSL1004□		1/2"	18	28	14	58.5	51.5	21	35.5	25.5	24	98
PSL1203□	12	3/8"	21	22.5	11	52.5	45.5	23	36	23.5	19	64
PSL1204□		1/2"	21	28	14	58.5	51.5	23	38	27	24	100

[Note1] "□" stands for A or B. A indicates meter-out type while B indicates meter-in type. The two types are with the same overall dimension.

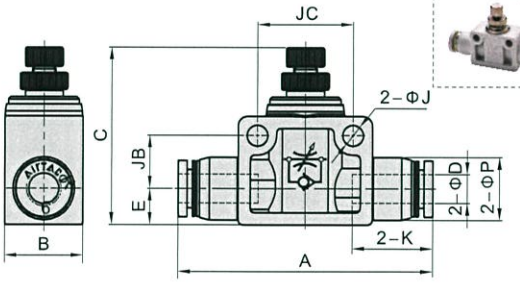
PSS Series



Model\Item [Note1]	ΦD	R	ΦPA	ΦPB	L	C		K	EA	EB	H	Weight (g)
						max	min					
PSS4M5□	4	M5×0.8	9	10	3.5	30	27.5	14	12.5	9.5	8	8.1
PSS601□	6	1/8"	12.5	14	7.5	41.5	35	17	17	15	11	19
PSS602□		1/4"	12.5	18	10	47.5	41	17	19	17.5	14	34.7
PSS801□	8	1/8"	15	14	7.5	41.5	35	18.5	17	15	11	20.2
PSS802□		1/4"	15	18	10	47.5	41	18.5	19	17.5	14	39.8
PSS1002□	10	1/4"	18	18	10	47.5	41	21	20.5	17.5	14	37.2
PSS1003□		3/8"	18	22.5	11	52.5	45.5	21	24	20	19	66
PSS1203□	12	3/8"	21	22.5	11	52.5	45.5	23	25.5	20	19	69.2
PSS1204□		1/2"	21	28	14	58.5	51.5	23	28	25	24	105.8

[Note1] "□" stands for A or B. A indicates meter-out type while B indicates meter-in type. The two types are with the same overall dimension.

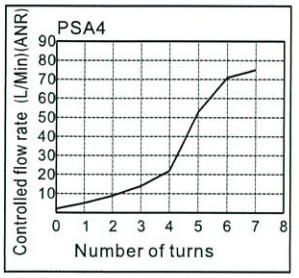
PSA Series

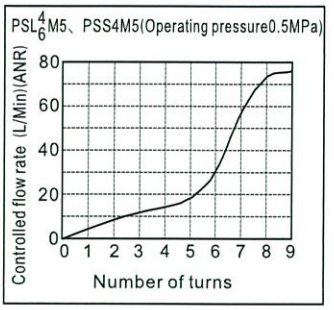


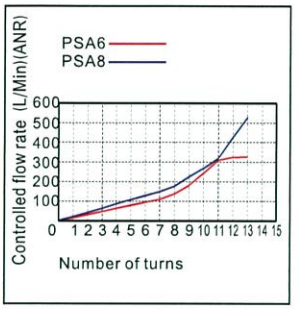
Model\Item	ΦD	A	B	C		ΦP	E	K	ΦJ	JB	JC	Weight (g)
				max	min							
PSA4	4	41	11	29	26.5	9.5	7	14	3.2	6	14	7.85
PSA6	6	52.5	16.5	43.5	36.5	13	7.5	16.5	4.3	11	20	18.3
PSA8	8	59.5	16.5	47	40	15	8.5	18.5	4.3	11	22	23.5
PSA10	10	69	21	53.5	46.5	18	10.5	21	4.3	14.5	26	42.4
PSA12	12	78.5	26	58.5	51	21.5	12	23	4.3	17.5	32	67.5

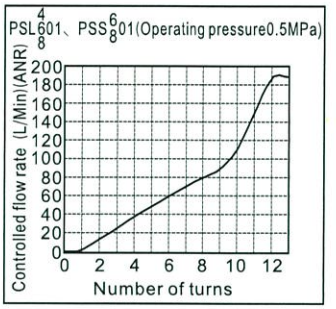
Flowrate characteristic

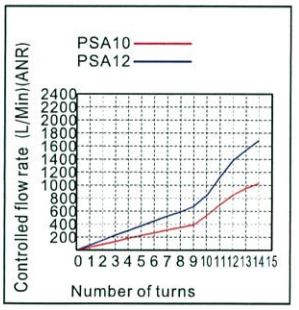
Controlled flow rate

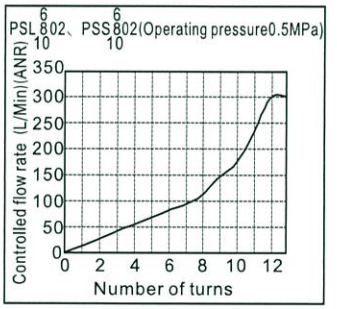


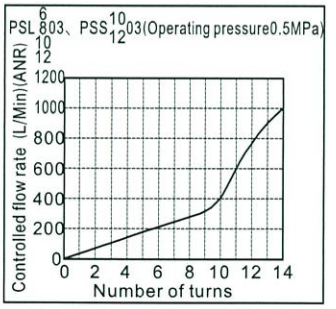


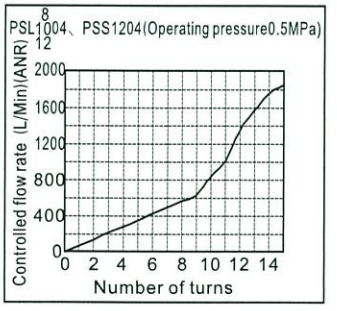




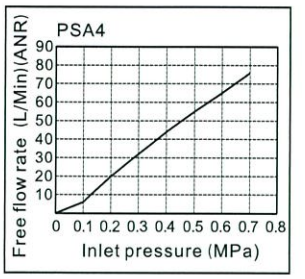


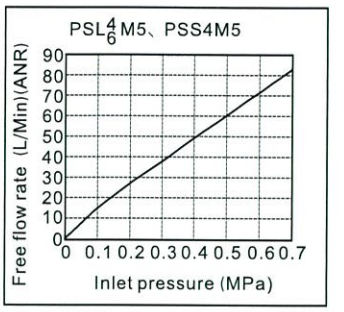


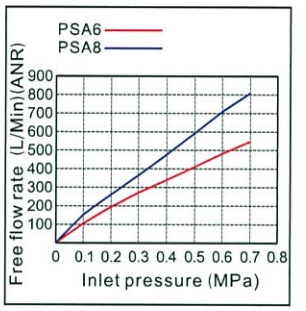


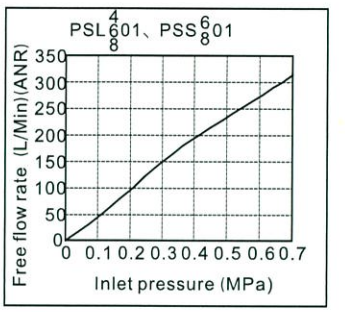


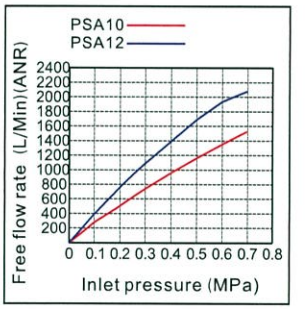
Free flow rate

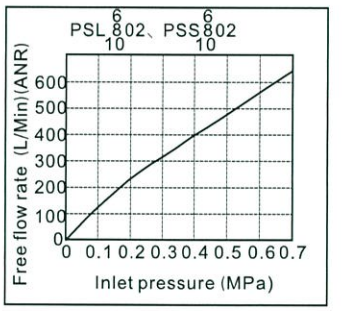


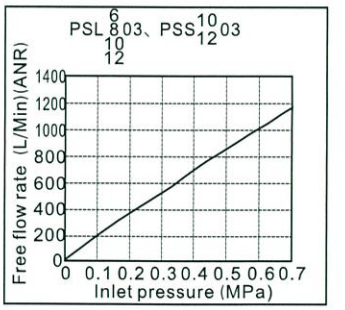


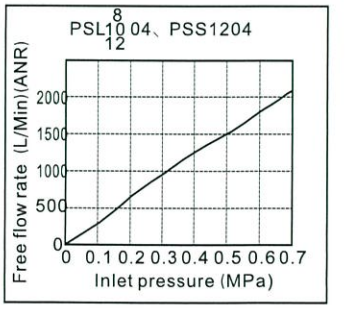












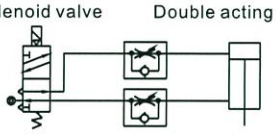
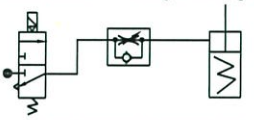
Selection, Installation and Operation

Selection

1. The speed controller has meter-out type and meter-in type:

	Working principle	Product identification
	A: Meter-out 1. The air flow is controlled from the threaded end to tubing connection end. 2. The air flow is free from the tubing connection end to the threaded end.	Handle marking "A"
	B: Meter-in 1. The air flow is free from the threaded end to tubing connection end. 2. The air flow is controlled from the tubing connection end to the threaded end	Handle marking "B"

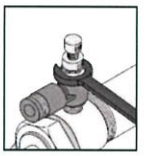
2. Select the different control method according to the actual requirement. The meter-out type is the first priority.

2.1. The application example of the meter-out speed controller	2.2. The application example of the meter-in speed controller
Solenoid valve Double acting cylinder  Meter-out speed controller	Solenoid valve Single acting cylinder  Meter-in speed controller

Installation

1. Installation and removal of tubing:
   1.1. Installation of tubing
   Grasp the tubing and slowly push it into the fitting until it comes to a stop. The tubing will be locked by the spring gasket.

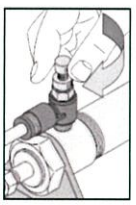
   1.2. Removal of tubing
   Push the release button to open the spring gasket so that the tubing can be released.
   Note:When remove the tubing, make sure the pressure in the tubing is Zero.



2. Mounting of the speed controller
   Mount the speed controller into the inlet and outlet port of the cylinder with a wrench.
   Note: Please refer to the fittings for the tightening torque and thread screw-in depth.

Operation

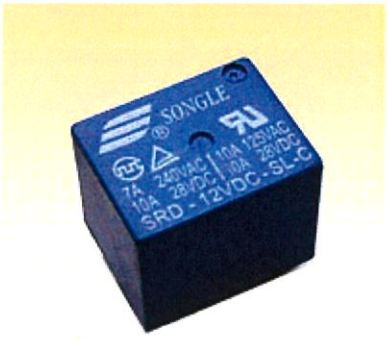
1. Adjustment of the cylinder speed
   1.1. Make sure the speed controller is turned off before applying air pressure. The cylinder may fly out due to the high speed if the air is inlet when the speed controller is turned on.
   1.2. Adjust the speed by opening the needle slowly from the fully closed state. When a needle valve is turned clockwise, the air flow through is reduced and the actuator speed decreases. When a needle valve is turned counter-clockwise, the air flow through is increased and the actuator speed increases.



2. Operation of the speed controller
   2.1. Do not use tools such as pliers to rotate the handle. Do not apply excessive force or shock when the needle is at the place of top or bottom. It can cause damage or air leakage.
   2.2. A certain amount of leakage is allowed in the closed state of the speed controller. It is not designed for the use as stop valve with zero air leakage.

SONGLE RELAY

松乐继电器 ® SONGLE RELAY	RELAY ISO9002	SRD



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
  (Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

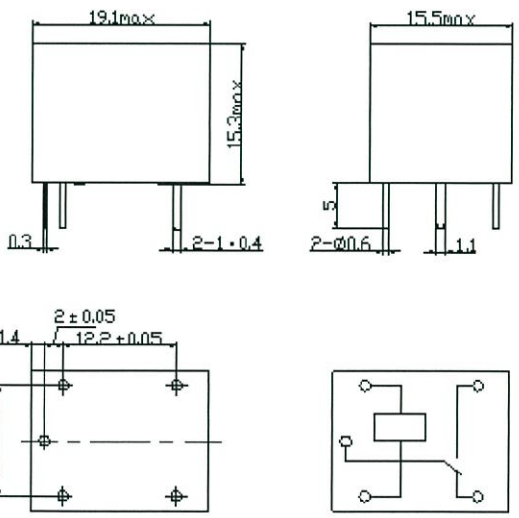
3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03、05、06、09、12、24、48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
				B:1 form B
		F:Flux free type	D:0.45W	C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL /CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

5. DIMENSION(unit:mm) DRILLING(unit:mm) WIRING DIAGRAM



6. COIL DATA CHART (AT20°C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) ±10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
	48	48	7.5	6400				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

7. CONTACT RATING

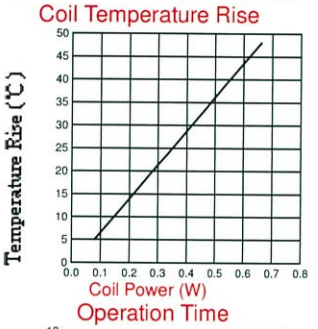
Item \ Type	SRD	
	FORM C	FORM A
Contact Capacity Resistive Load (cosΦ=1)	7A 28VDC 10A 125VAC 7A 240VAC	10A 28VDC 10A 240VAC
Inductive Load (cosΦ=0.4 L/R=7msec)	3A 120VAC 3A 28VDC	5A 120VAC 5A 28VDC
Max. Allowable Voltage	250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force	800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material	AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

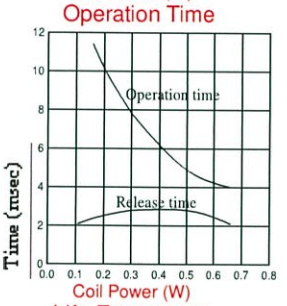
Item \ Type	SRD
Contact Resistance	100mΩ Max.
Operation Time	10msec Max.
Release Time	5msec Max.
Dielectric Strength Between coil & contact Between contacts	 1500VAC 50/60HZ (1 minute) 1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance	100 MΩ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching Mechanically Electrically	 300 operation/min 30 operation/min
Ambient Temperature	-25°C to +70°C
Operating Humidity	45 to 85% RH
Vibration Endurance Error Operation	 10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm 10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock Endurance Error Operation	 100G Min. 10G Min.
Life Expectancy Mechanically Electrically	 10^7 operations. Min. (no load) 10^5 operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight	abt. 10grs.

9.REFERENCE DATA

Coil Temperature Rise

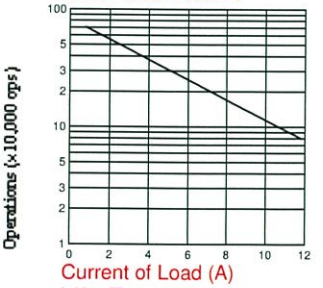


Operation Time



Life Expectancy

AC120V/DC24V cosΦ=1



Life Expectancy