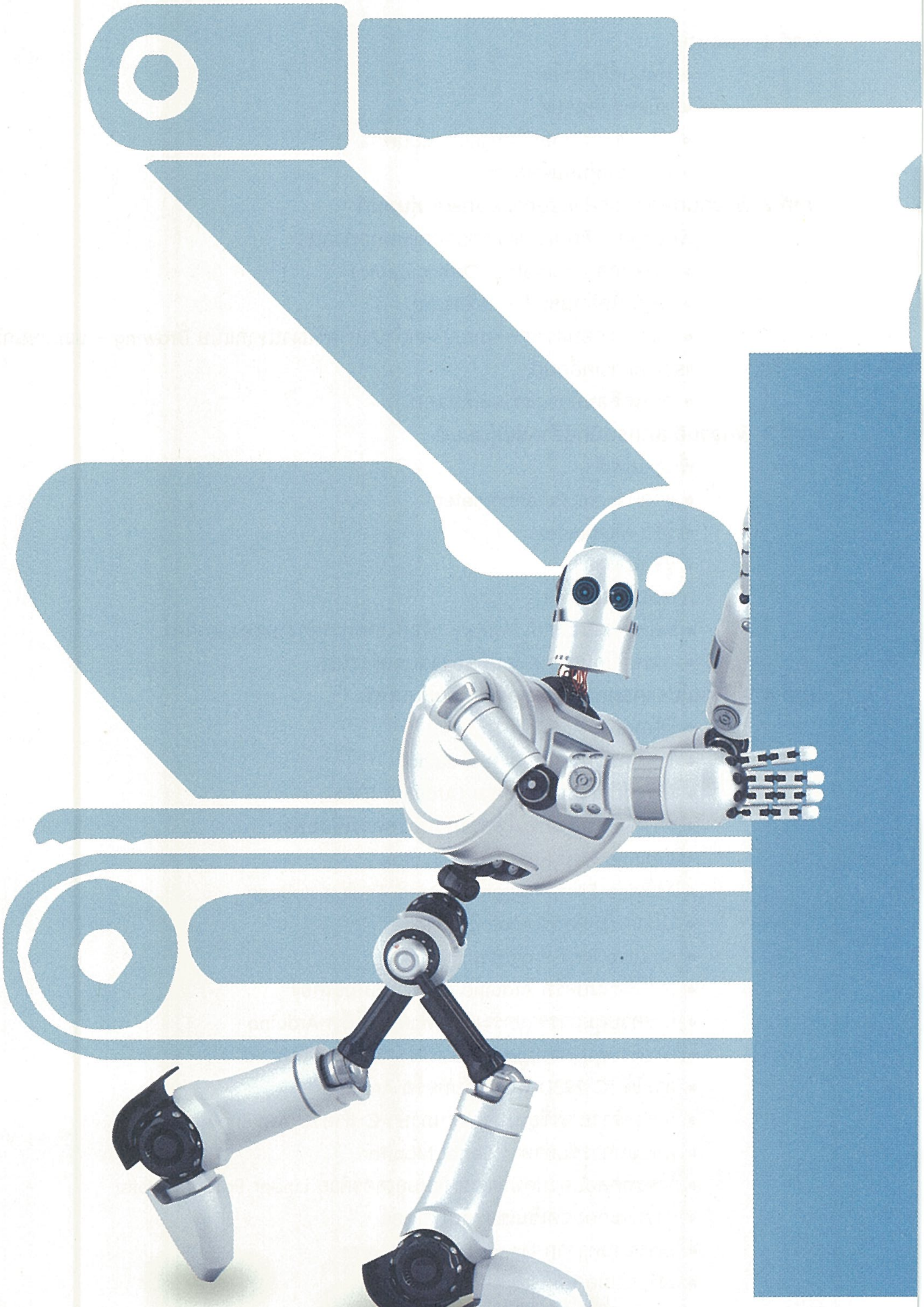

ROBOTICS
okmd
INNOVATION YOUTH CAMP
ค่ายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านหุ่นยนต์

สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน) หรือ OKMD องค์การมหาชนภายใต้กำกับดูแลของสำนักนายกรัฐมนตรี

จัดตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2547 โดยพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งสำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน) มีวัตถุประสงค์หลักในระยะเริ่มแรกของการจัดตั้งเพื่อส่งเสริมให้ประชาชนมีโอกาสแสวงหาพัฒนาความรู้ความสามารถเพื่อสร้างสรรค์และพัฒนาคุณภาพความคิดของประชาชนและเยาวชนของประเทศ สบร. มีภารกิจในการส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะของประชาชนผ่านกระบวนการเรียนรู้สาธารณะและต้นแบบแหล่งเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยอุทยานการเรียนรู้ (TK park) และสถาบันพิพิธภัณฑ์การเรียนรู้แห่งชาติ (Museum Siam) เป็นหน่วยงานที่มุ่งเน้นในการพัฒนาแหล่งเรียนรู้สมัยใหม่เพื่อเป็นพื้นที่เสรีในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของคนยุคใหม่ พร้อมกิจกรรมและเทคโนโลยีการเรียนรู้ที่ทันสมัยเพื่อเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงองค์ความรู้ เพื่อนำไปพัฒนาตนเองและพัฒนาอาชีพใหม่พร้อมทั้งเตรียมความพร้อมเด็ก เยาวชนและประชาชนสู่การเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ที่อุดมไปด้วยองค์ความรู้และเทคโนโลยีสมัยใหม่ในการสร้างสรรค์นวัตกรรมและคุณค่าเพิ่มให้แก่เศรษฐกิจและสังคมไทย

สารบัญ

หน้า

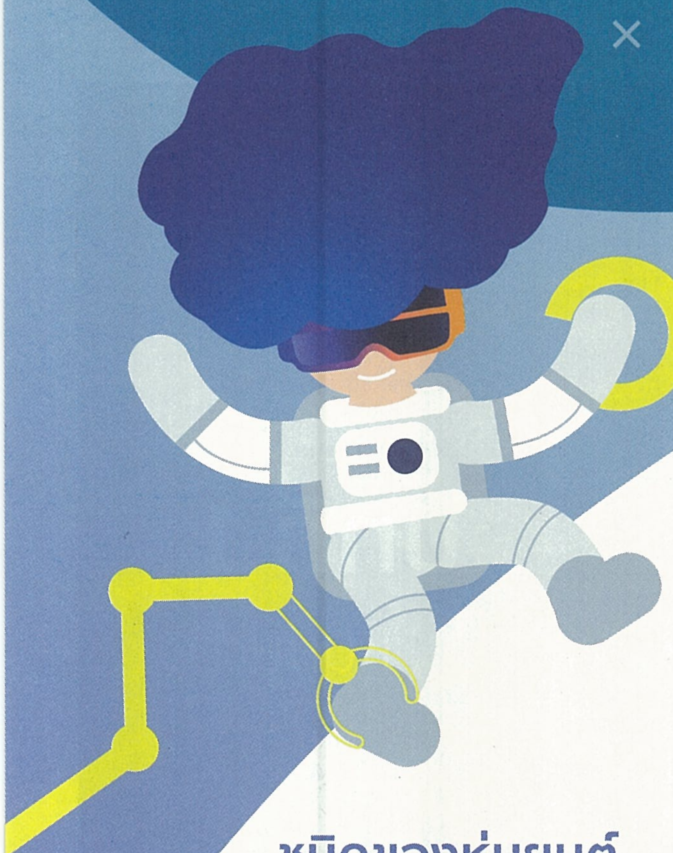


บทที่ 1

หุ่นยนต์

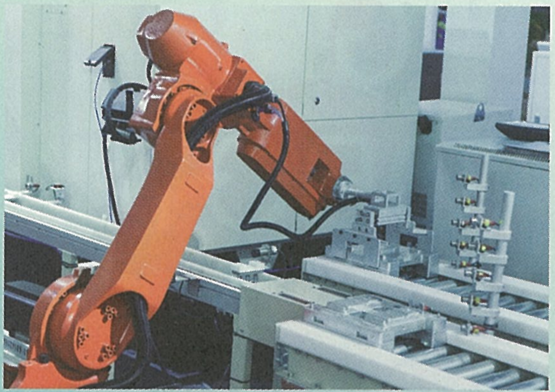
หุ่นยนต์คืออะไร

หุ่นยนต์โดยรากศัพท์มาจากคำว่า **Robota** ในภาษา Czech ซึ่งหมายถึงทาส ซึ่งเป็นสิ่งอยู่คู่จินตนาการของคนเรามาอย่างยาวนาน โดยดูได้จากการที่มีการ์ตูน และภาพยนตร์ที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์อย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าจะเป็น โดราเอมอน กันดั้ม ที่เป็นการ์ตูน หรือ Pacific Rim, Alita ที่เริ่มต้นจากการ์ตูน แล้วนำมา ต่อยอดเป็นภาพยนตร์ในปัจจุบัน



ชนิดของหุ่นยนต์

มนุษย์เราไม่ได้จินตนาการถึงหุ่นยนต์แต่เพียงอย่างเดียว แต่ก็ศึกษาและพัฒนาหุ่นยนต์มาอย่างต่อเนื่องเพื่อทำให้ได้ดังที่ได้จินตนาการไว้เช่นกัน หุ่นยนต์ที่ถูกนำมาใช้งานจริงในช่วงยุคแรกๆ นั้นเป็นหุ่นยนต์ประเภทแขนกลที่อยู่กับที่ และถูกใช้อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรม ที่มีความต้องการในการทำงานซ้ำไปซ้ำมาเป็นจำนวนมาก เมื่อระยะเวลาผ่านไปก็มีการนำหุ่นยนต์เหล่านั้นมาใช้งานในส่วนอื่นเพิ่มมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นการนำมาแสดงโชว์ตามงานต่างๆ ทั้งการฟันดาบ การตีปิงปอง และการนำมาทำอาหารโดยในปัจจุบันหุ่นยนต์ก็มีความใกล้ชิดกับคนมากขึ้น ดังที่เห็นว่าแขนกลถูกนำมาใช้ในการเรียนรู้มากขึ้น จากการย่อขนาดให้เล็กลง ปรับแต่งให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น

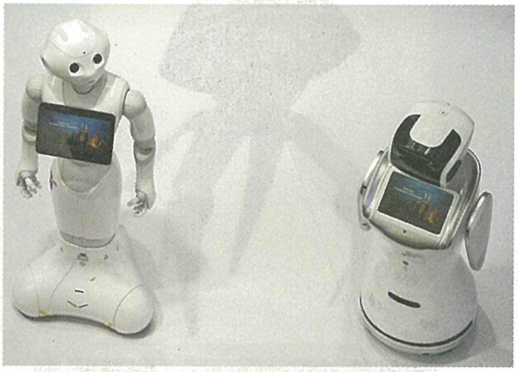


Stationary Robots

นอกจากจะมีหุ่นยนต์แขนกลที่อยู่กับที่แล้ว ในปัจจุบันยังมีการพัฒนาหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่นำมาใช้งานในโรงงานอีกด้วย ซึ่งหุ่นยนต์เหล่านี้มีความสามารถในการเคลื่อนที่ไปตามจุดต่างๆในโรงงานได้ สามารถหลบสิ่งกีดขวางได้ ซึ่งในบางโรงงานได้ใช้หุ่นยนต์เหล่านี้ในการรับส่งหรือจัดเก็บสินค้า โดยแทบไม่ต้องใช้คนในการจัดเก็บสินค้าจำนวนมากเหล่านี้เลย เมื่อพูดถึงหุ่นยนต์เคลื่อนที่ได้หลายคนอาจจะรู้จักกับหุ่นยนต์ทำความสะอาดที่ปัจจุบันถูกนำมาตั้งวางขายตามห้างสรรพสินค้าแล้ว สำหรับบางประเทศยังมีโครงการนำหุ่นยนต์เหล่านี้ออกมาตรวจตราความเรียบร้อยในเมืองอีกด้วย หากตรวจพบบุคคลต้องสงสัยก็สามารถพาผู้รักษาความปลอดภัยไปยังจุดเกิดเหตุได้ในทันที

Wheeled Robots

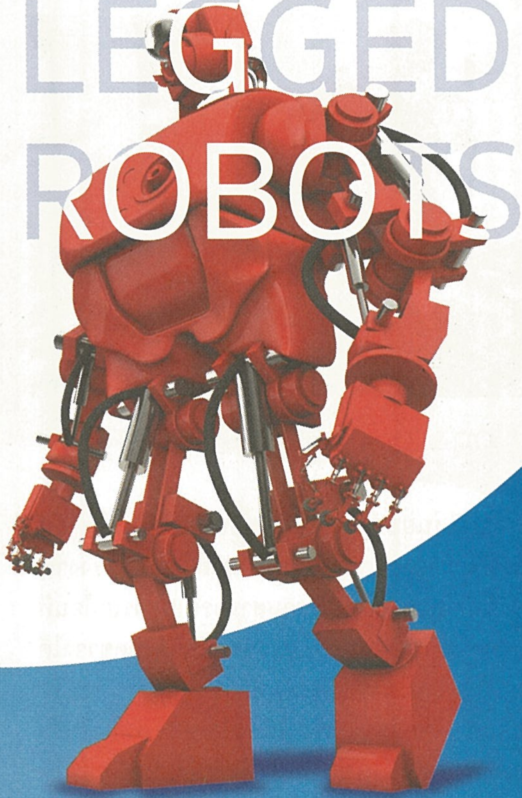
ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีแขนกลและหุ่นยนต์เคลื่อนที่มารวมกัน เพื่อให้มีรูปลักษณ์ที่ใกล้เคียงกับจินตนาการมากขึ้น โดยหุ่นยนต์ Pepper ถูกนำมาใช้เป็นหุ่นยนต์ต้อนรับ มีความสามารถในการโต้ตอบกับคนรอบข้างได้เช่นเดียวกันกับหุ่นยนต์อื่นตัวที่ถูกพัฒนามาเป็นหุ่นยนต์ช่วยเหลือภายในบ้าน รวมถึงหุ่นยนต์ตัดหญ้ารอบๆบ้านที่สามารถรู้ตำแหน่งปัจจุบันได้ เพื่อให้ตัดหญ้าได้ครบทุกพื้นที่รอบบ้าน

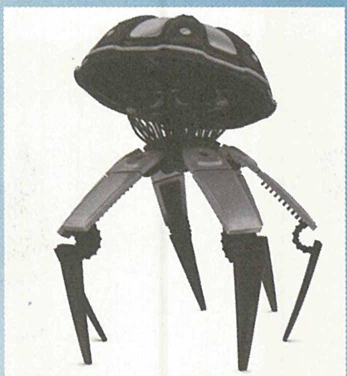


Humanoid

LEGGED ROBOTS

หุ่นยนต์ไม่เพียงแต่เคลื่อนที่ได้ด้วยล้อเท่านั้น แต่ยังมีหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ด้วยขาอีกด้วย เนื่องจากการเคลื่อนที่ด้วยขาทำได้ยากกว่าการเคลื่อนที่ด้วยล้อ ทำให้มีการพัฒนาที่ช้ากว่าแบบล้อจากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของบริษัท Boston Dynamics



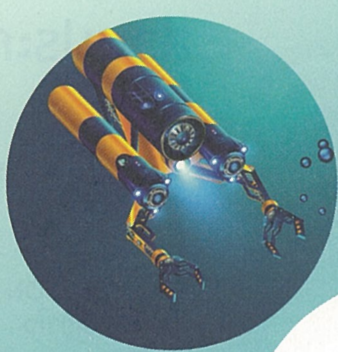


Legged Robots

จะเห็นว่าหุ่นยนต์แบบขานั้นจะเน้นเรื่องความสมดุลของตัวหุ่นยนต์เป็นอย่างมาก ทั้งนี้จากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องก็จะเห็นว่าหุ่นยนต์แบบ 4 ขาของบริษัทนี้สามารถเปิดประตูและเดินผ่านประตูได้ หุ่นยนต์ 2 ขาก็มีการศึกษาด้วยเช่นกันโดยในช่วงแรกเป็นการศึกษาถึงสมดุลของหุ่นยนต์เป็นหลัก โดยในปัจจุบันสามารถเดิน วิ่ง หรือกระโดดในพื้นที่ภายนอกห้องทดลองได้แล้ว หุ่นยนต์ 6 ขาเองก็เป็นหนึ่งในหุ่นยนต์ที่มีความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากไม่มีความสมดุลในตัวขณะเคลื่อนที่อยู่แล้ว ทำให้ง่ายต่อการนำมาใช้

ในการศึกษาพื้นฐานการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ประเภทขาและการพัฒนาหุ่นยนต์ประเภทขา มีเป้าหมายให้หุ่นยนต์ มีรูปลักษณ์ใกล้เคียง กับสิ่งมีชีวิตให้มากขึ้น โดย Aibo เป็นหนึ่งในหุ่นยนต์ประเภทขาที่ถูกพัฒนามาให้มีพฤติกรรมเลียนแบบสุนัขสามารถเป็นเพื่อนเล่นได้สมจริงยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาหุ่นยนต์ทั้งแบบในน้ำแล้วแบบบินอีกด้วย โดยหุ่นยนต์ปลาถูกนำมาใช้ในการสำรวจใต้น้ำ ในพื้นที่ที่นักประดาน้ำไม่สามารถเข้าถึงได้ สำหรับโดรนถูกพัฒนามาเพื่อให้ทำงานร่วมกัน โดยในวิดีโอแสดงให้เห็นถึงการทำงานประสานกันของโดรนหลายลำเพื่อบรรเลงเป็นเพลง

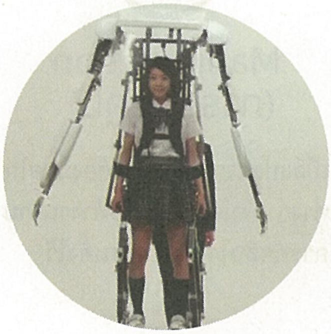


Swimming Robots

Flying Robots

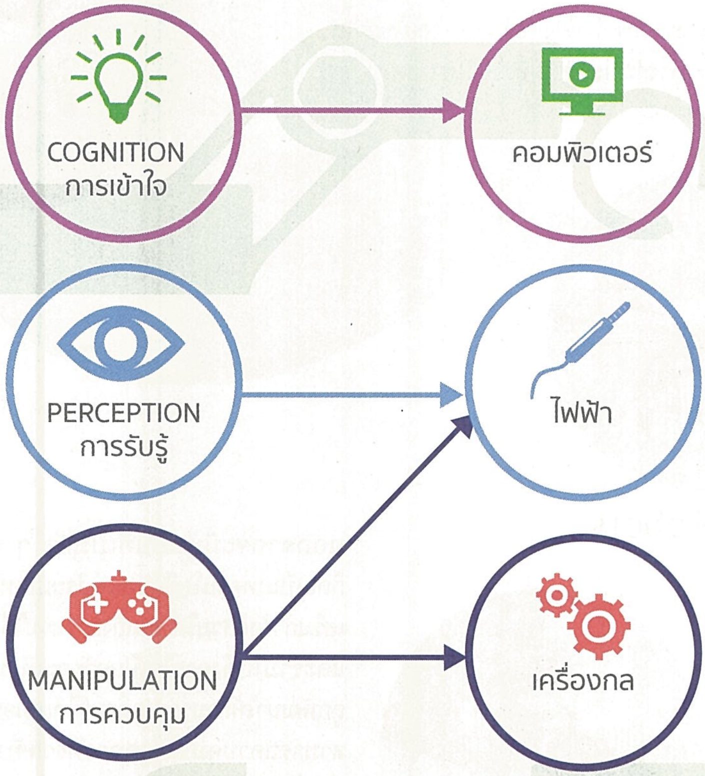
นอกจากจะมีหุ่นยนต์เป็นตัว ๆ แล้ว Exoskeleton ก็ถือเป็นเทคโนโลยีหุ่นยนต์ประเภทหนึ่งเช่นกันถูกนำมาใช้เสริมกำลังผู้สวมใส่ รวมถึงการสวมใส่เพื่อใช้ในการฝึกซ้อม และรวมไปถึงการใช้เป็นอวัยวะเทียมอีกด้วย ซึ่งแขนเทียมถูกพัฒนาให้สามารถเคลื่อนที่ได้เหมือนมนุษย์มาก อีกทั้งยังสามารถควบคุมได้จากการตรวจจับสัญญาณกล้ามเนื้อจากผู้พิการได้อีกด้วย และยังมีการพัฒนาเพื่อเพิ่มขนาดของผู้สวมใส่ มีทั้งแบบเพิ่มขนาดเล็กน้อยหรือแบบที่คนเข้าไปนั่งควบคุมได้ด้วย ซึ่งหุ่นยนต์ตัวนี้ถูกพัฒนาที่ประเทศเกาหลี โดยสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ได้จากการเคลื่อนที่ของแขนผู้ควบคุมหุ่นยนต์ได้โดยตรงทั้งการขยับแขนและการกำหรือแบมือ

Exoskeleton
and Bionic Arm



Mobile Suit

ส่วนประกอบหลักวิทยาการหุ่นยนต์



จากเทคโนโลยีหุ่นยนต์ทั้งหมดที่ได้เห็นไป
เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการรวมกับของ 3 ส่วนหลักด้วยกันคือ

Cognition (การเข้าใจ)

กล่าวคือ หุ่นยนต์จำเป็นต้องสามารถเข้าใจข้อมูลต่างๆ ที่รับรู้มาแปลความหมายประกอบการตัดสินใจเพื่อควบคุมการทำงานของกลไกต่างๆ

Perception (การรับรู้)

หุ่นยนต์จำเป็นต้องรับรู้สภาพแวดล้อมรอบๆทั้งรับรู้สภาพตัวเองและรับรู้สภาพภายนอกหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการแปลความหมาย

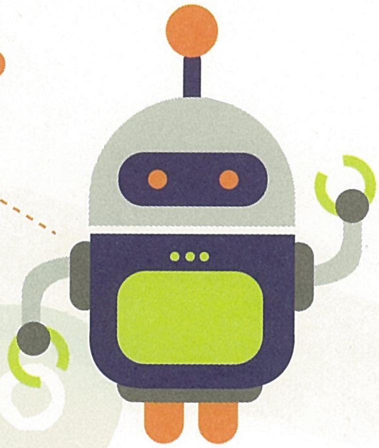
Manipulation (การควบคุม)

เมื่อแปลความได้แล้วจะต้องมีกลไกต่างๆ เพื่อเคลื่อนที่หรือทำงานตามการตัดสินใจที่โปรแกรมตั้งไว้

กิจกรรมหุ่นยนต์ของฉัน

หุ่นยนต์ของฉัน
มีรูปร่างหน้าตาอย่างไร ?

หุ่นยนต์ของฉัน
มีประโยชน์อย่างไร ?



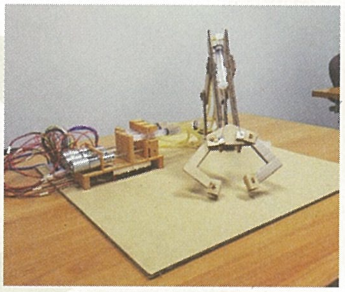
? ส่วนไหน
เป็นเครื่องกล

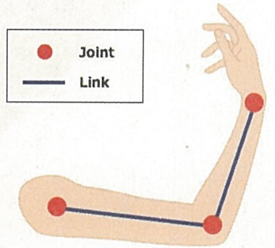
? ส่วนไหน
เป็นไฟฟ้า

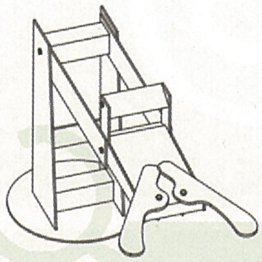
? ส่วนไหน
เป็นโปรแกรม

ต้นแบบแขนกล
เป้าหมายของพวกเรา

เพื่อให้เห็นถึงจุดเริ่มต้นของหุ่นยนต์ที่ถูกใช้กันมากที่สุดในปัจจุบันและมีการพัฒนามาอย่างยาวนาน จึงเริ่มต้นการเรียนรู้เทคโนโลยีหุ่นยนต์จากแขนกล

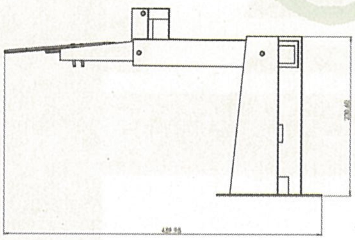


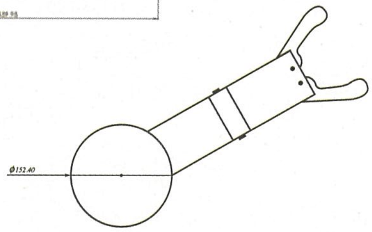


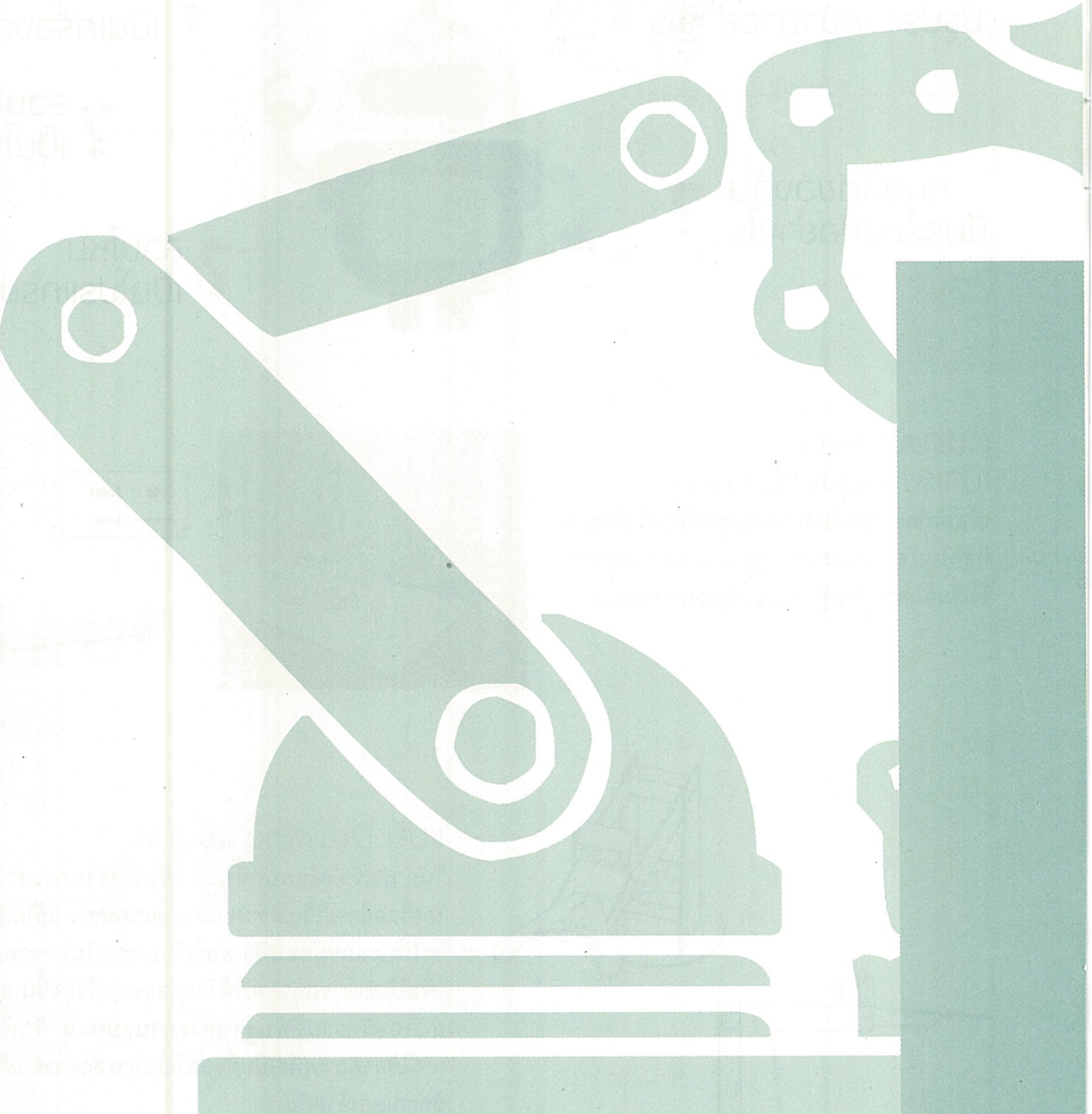


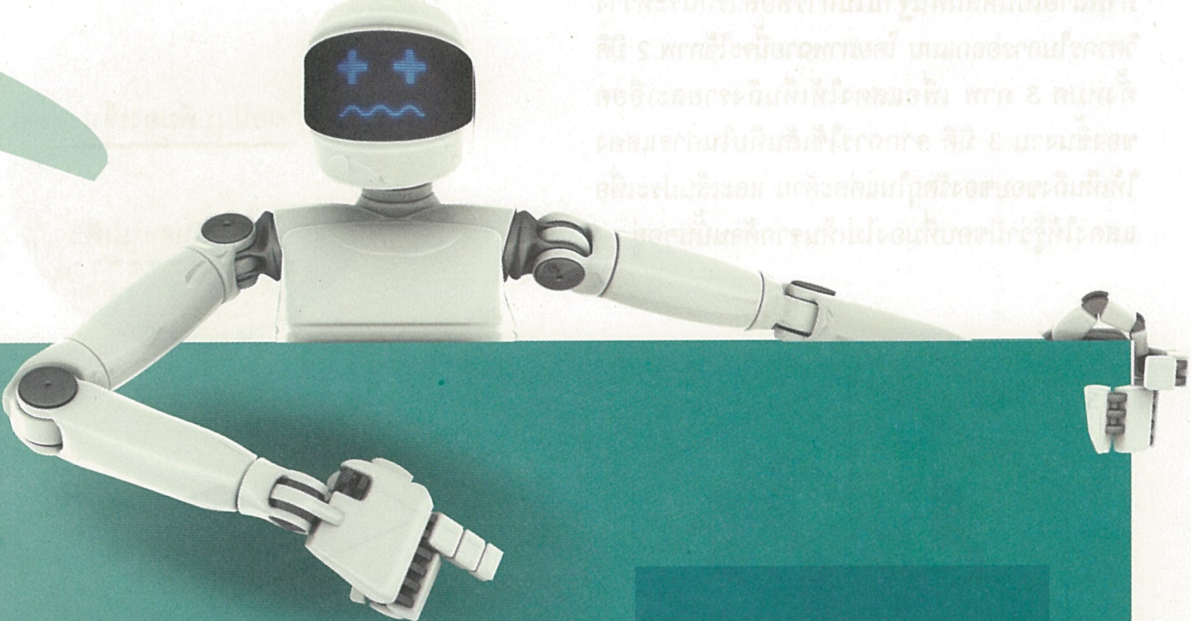
แบบ Drawing แขนกล

ในการสร้างหุ่นยนต์ขึ้นมา เริ่มต้นจากการร่างแบบ โดยในอดีตจะใช้การร่างแบบลงบนกระดาษ แม้ในปัจจุบันจะมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบ เพื่อให้สามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น แต่ผู้ใช้ยังต้องมีความรู้พื้นฐานการอ่านแบบอยู่ อีกทั้งยังมีการใช้ภาพฉายเพื่อเป็นสื่อกลางในการสื่อสารกันระหว่างผู้ออกแบบด้วยกัน







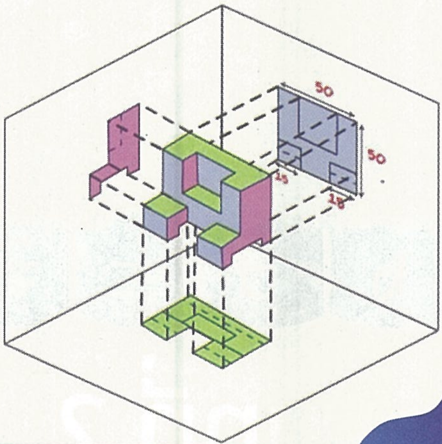


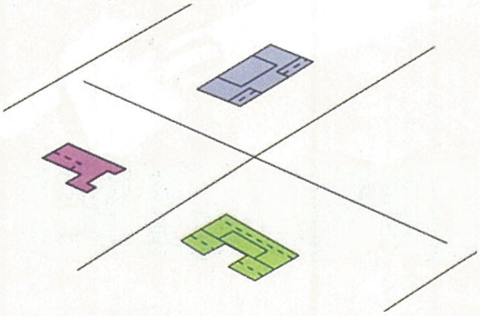
บทที่ 2

พื้นฐานกลศาสตร์สำหรับการออกแบบหุ่นยนต์

พื้นฐานการเขียนแบบและการออกแบบกลศาสตร์เครื่องกล (Isometric, Orthographic)

ภาพฉายเป็นหลักพื้นฐานในการสื่อสารกันระหว่างวิศวกรในการออกแบบ โดยภาพฉายนี้จะใช้ภาพ 2 มิติทั้งหมด 3 ภาพ เพื่อแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของชิ้นงาน 3 มิติ จากการใช้เส้นทึบในการแสดงให้เห็นถึงขอบของวัตถุในแต่ละด้าน และเส้นประเพื่อแสดงให้รู้ว่ามีขอบที่มองไม่เห็นจากด้านนั้นๆอยู่

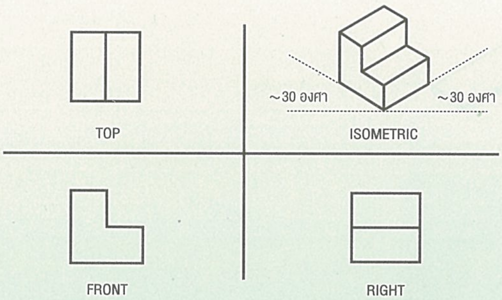




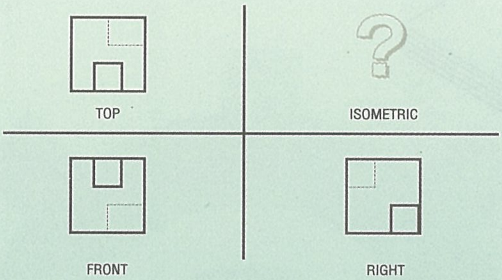
เทคโนโลยีหุ่นยนต์ - เครื่องกล

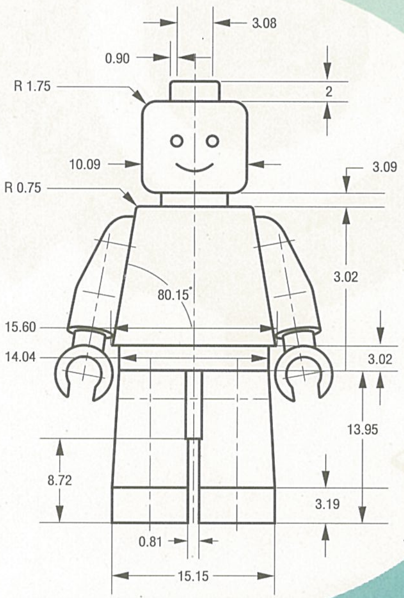
ตัวอย่างภาพฉาย และภาพสามมิติแบบ Isometric

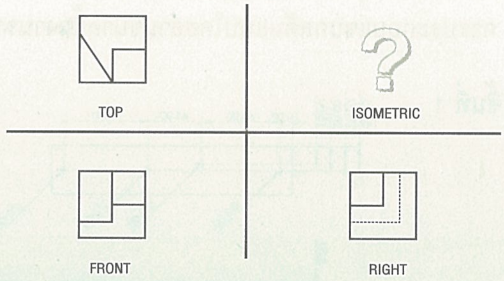
ทดลองสร้างภาพสามมิติแบบ Isometric

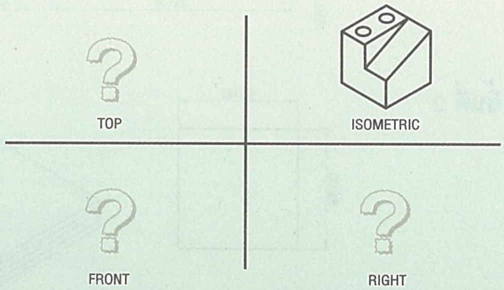


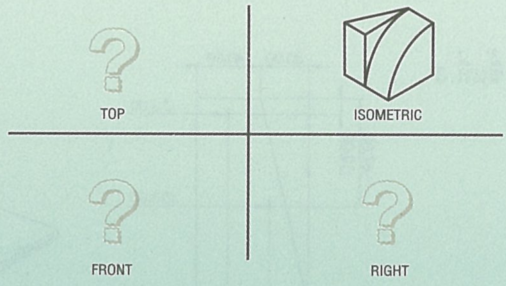
ทดลองสร้างภาพสามมิติแบบ Isometric











การอ่านขนาดของแบบโดยจะมีสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการบอกถึงขนาดของแต่ละส่วนในแบบ

เส้นทึบ เป็นเส้นที่บอกถึงขอบมุมของวัตถุ

เส้นประ เป็นขอบมุมที่มองไม่เห็น

เส้นทึบบาง เป็นเส้นที่ใช้ในการบอกขนาด

เส้นประสลับจุด เป็นเส้นบอกกึ่งกลางของเส้นทึบ

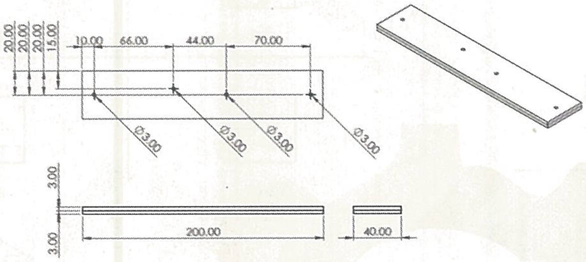
เส้นขอบมุมที่มองเห็น　　เส้นกำหนดขนาด

เส้นขอบมุมที่มองไม่เห็น　　เส้นกึ่งกลาง

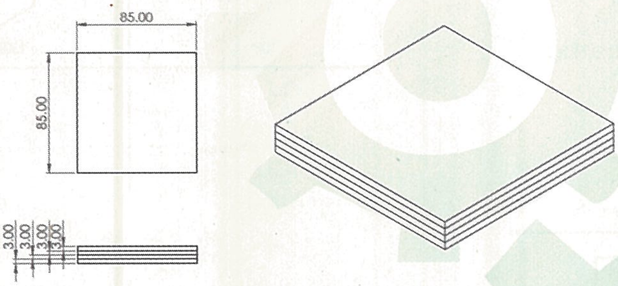
การประกอบแขนกลต้นแบบ

การประกอบแขนกลต้นแบบโดยอ่านขนาดชิ้นงานจากแบบ Drawing - ส่วนแขนกล

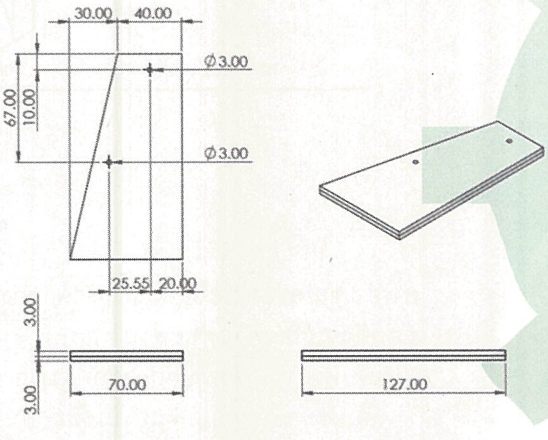
ชิ้นที่ 1



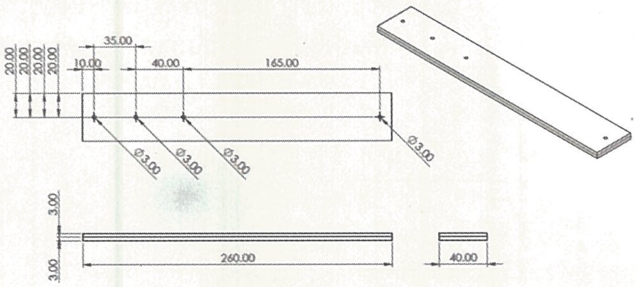
ชิ้นที่ 2



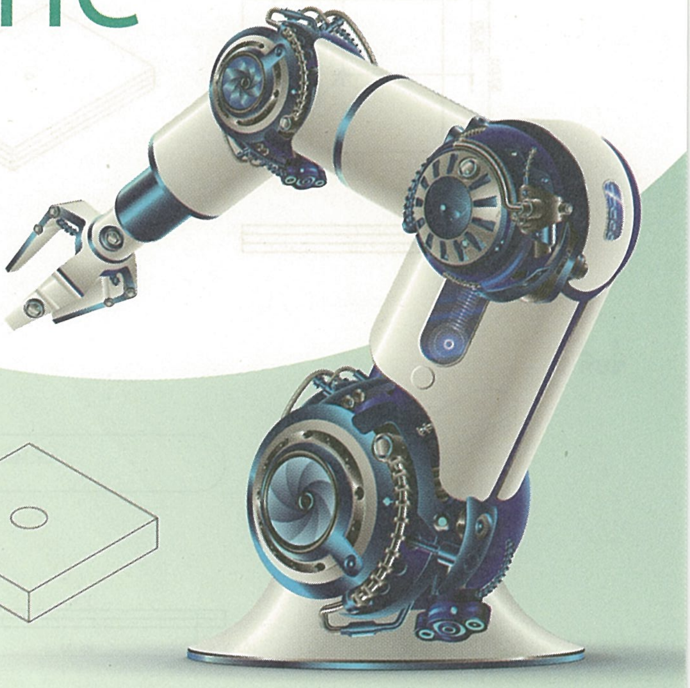
ชิ้นที่ 3



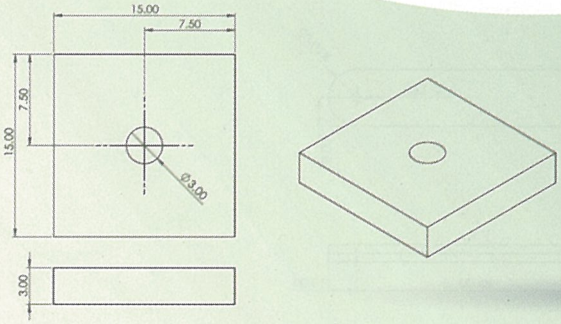
ชิ้นที่ 4



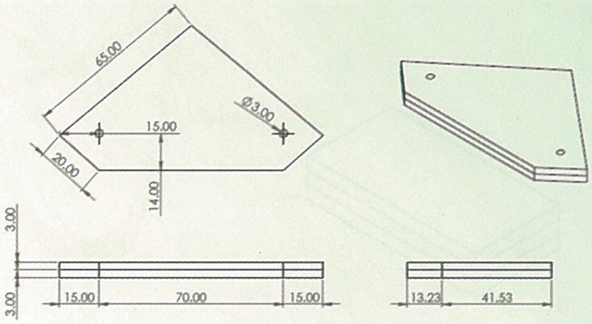
ROBOTIC ARM



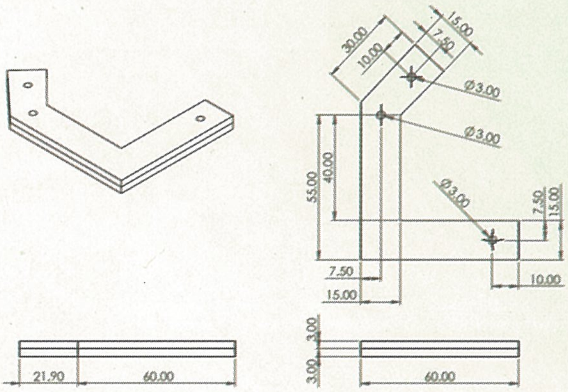
ชิ้นที่ 5



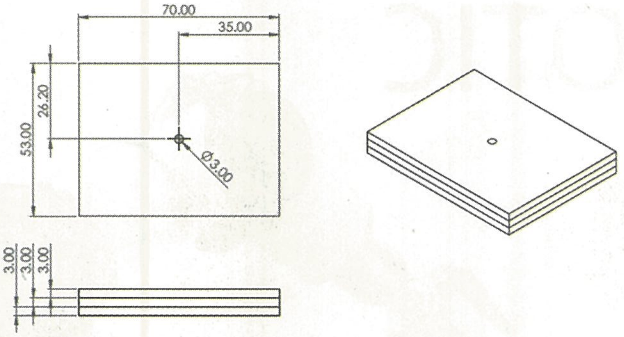
ชิ้นที่ 6



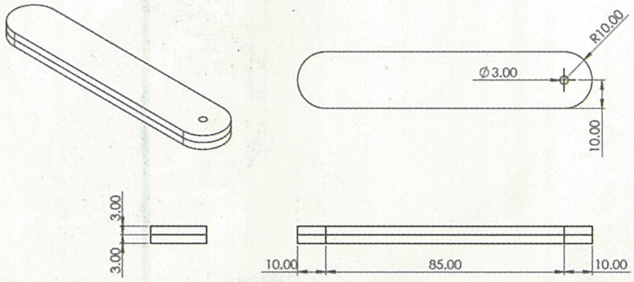
ชิ้นที่ 7



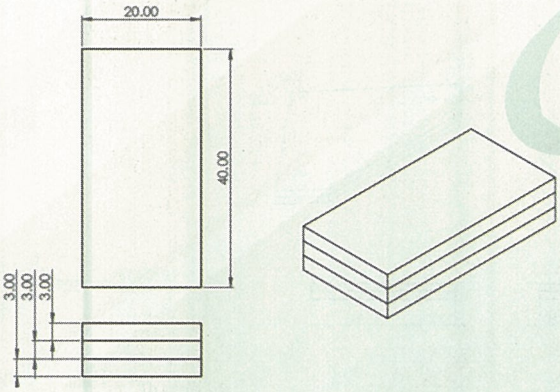
ชิ้นที่ 8



ชิ้นที่ 9

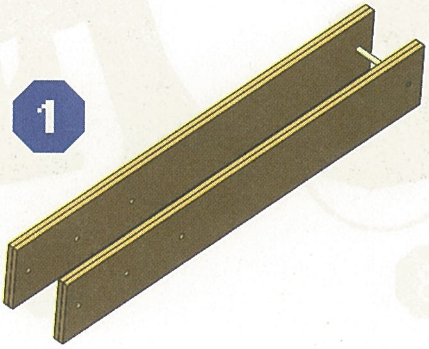


ชิ้นที่ 10

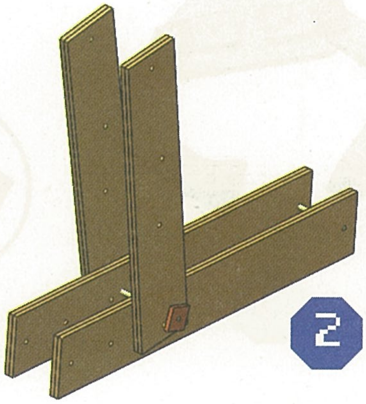


การประกอบแขนกลต้นแบบโดยอ่านขนาดชิ้นงานจากแบบ Drawing - ส่วนแขนกล

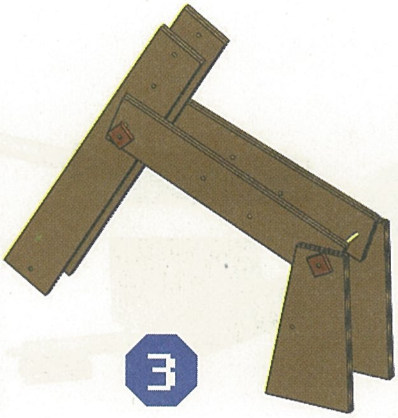
1



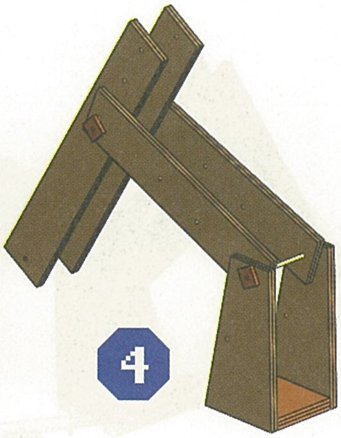
2



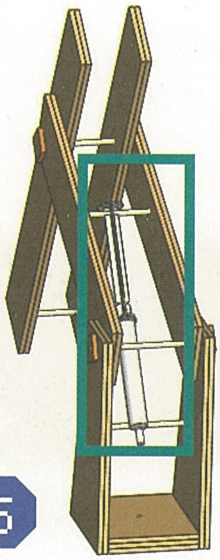
3



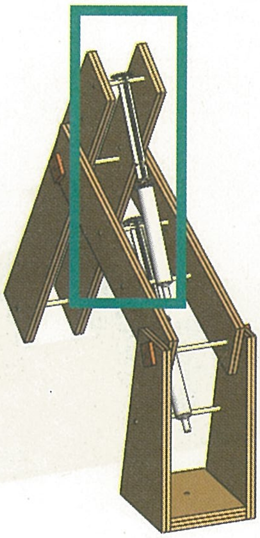
4

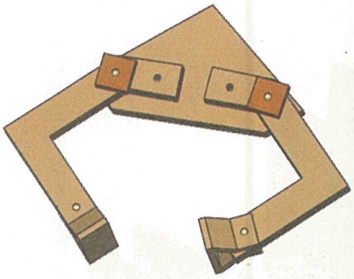


5

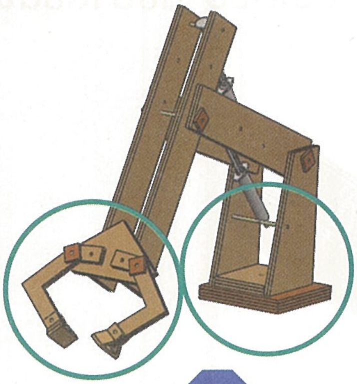


6

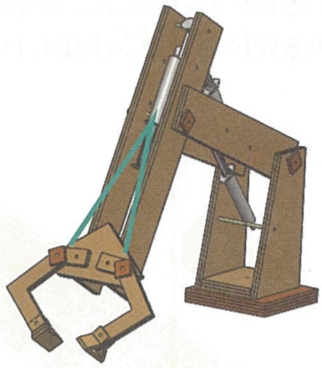




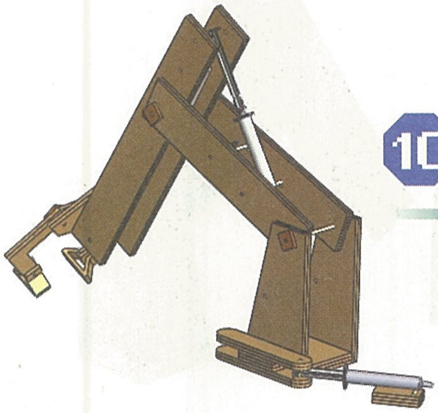
7



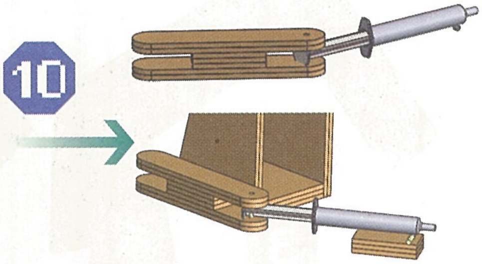
8

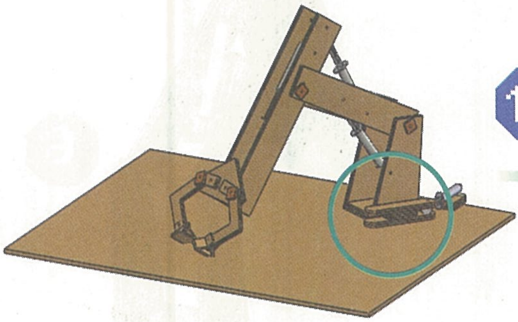


9

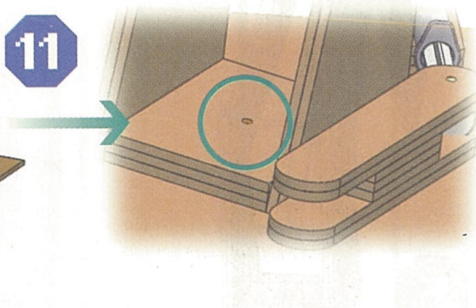


10





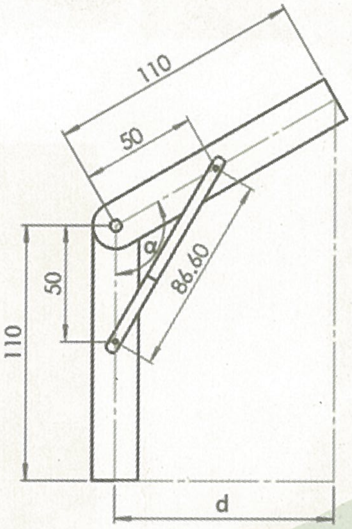
11

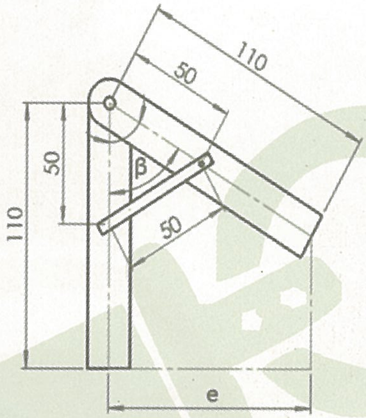


แรงและการเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ของแขนกลต้นแบบ

การควบคุมแขนกลให้สามารถเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติ โปรแกรมจำเป็นที่จะต้องรู้ถึงตำแหน่งมุมเอียงปัจจุบันของแขนกล ซึ่งแขนกลที่ทำขึ้นนี้สามารถปรับมุมเอียงของแต่ละข้อต่อได้จากการยืดหดของ Syringe โดยที่เราสามารถนำระยะยืดหดนี้ไปใช้คำนวณหามุม ณ ตำแหน่งปัจจุบันของแขนกลได้จากสมการตรีโกณมิติ และยังสามารถนำมาใช้หาระยะห่างระหว่างปลายแขนกลกับฐานได้อีกด้วย





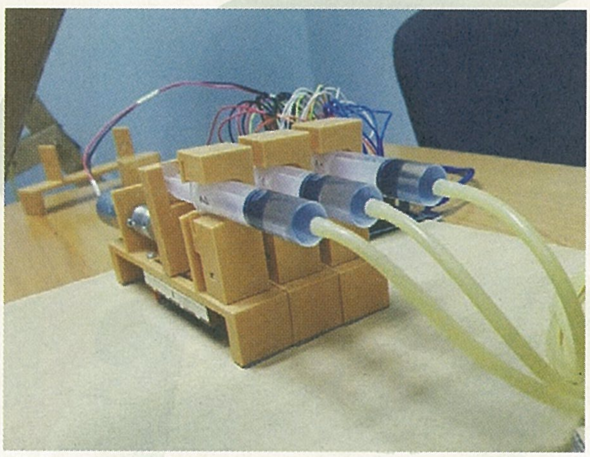
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\cos\emptyset$$

$\alpha =$

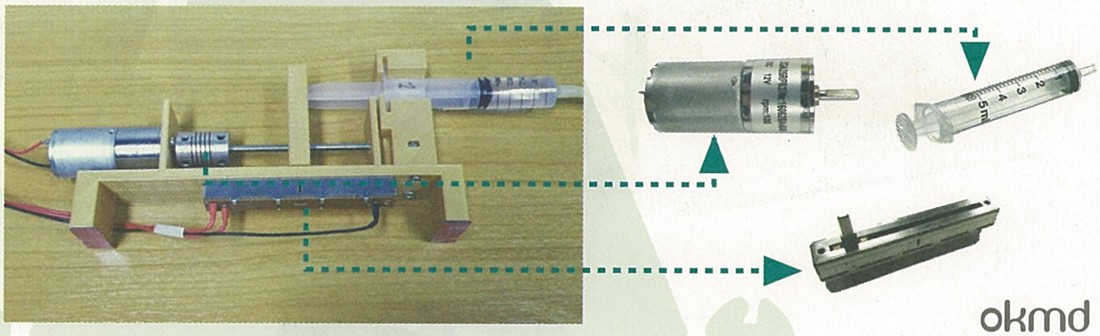
$\beta =$

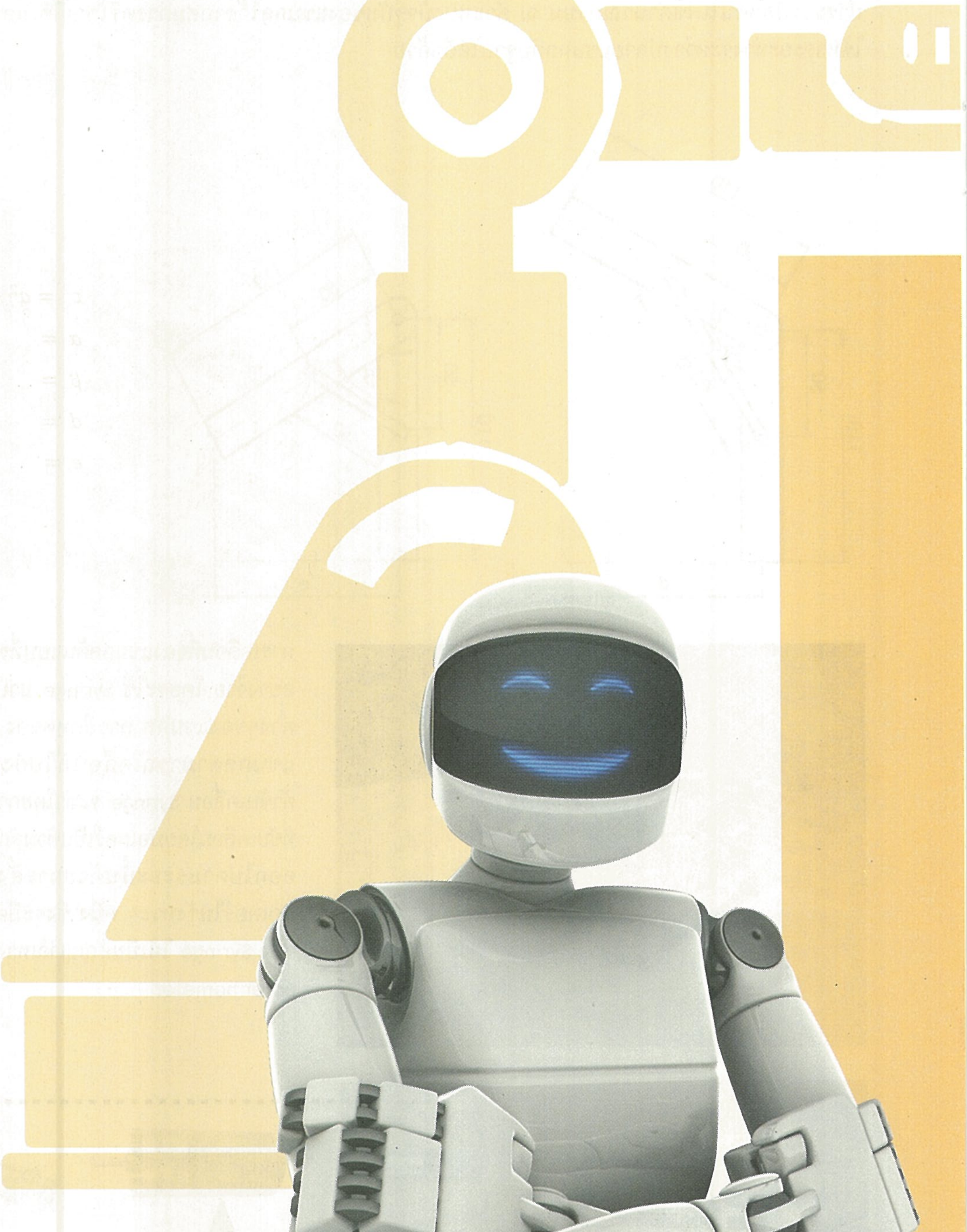
$d =$

$e =$



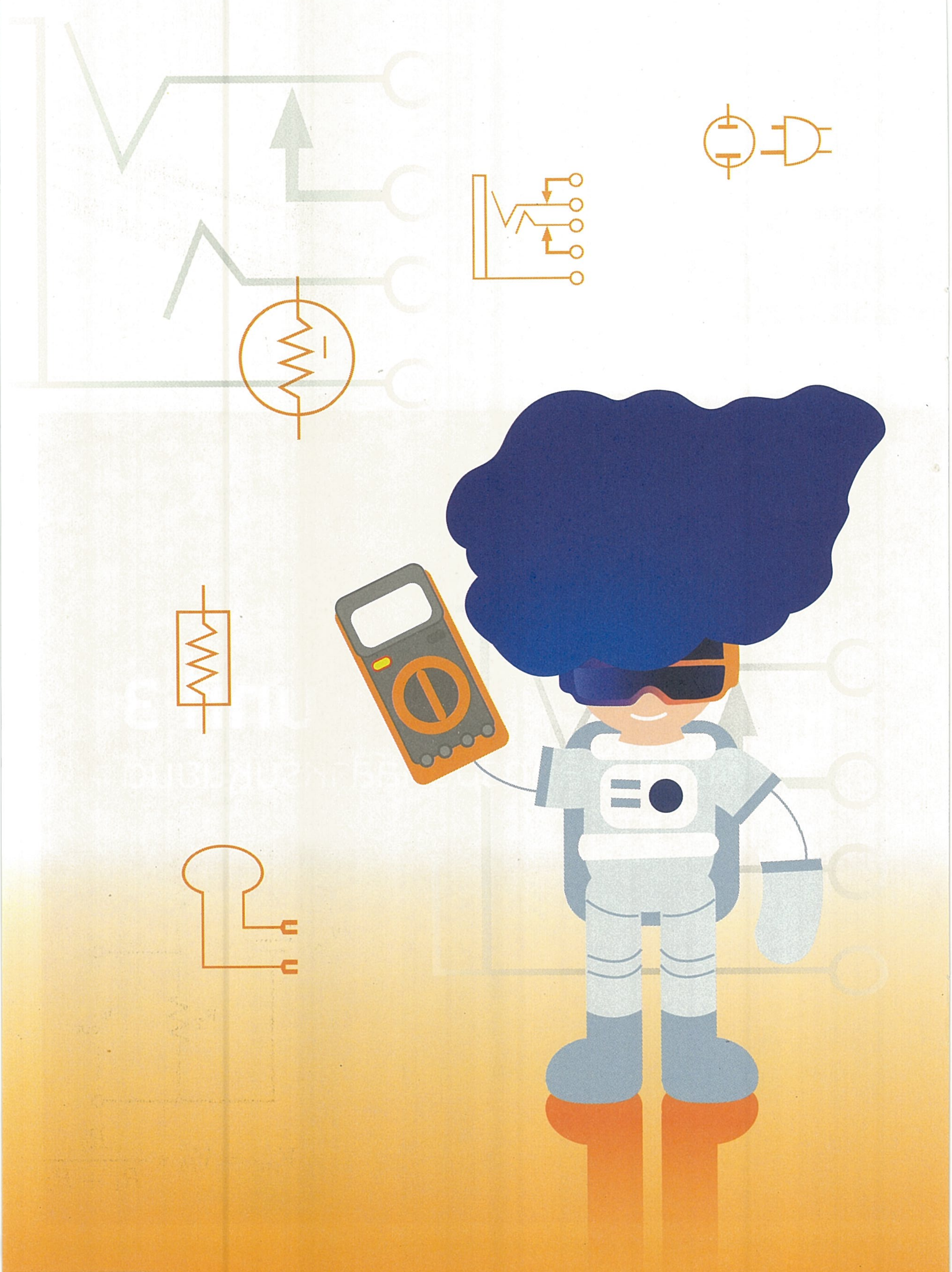
การเคลื่อนที่ของแขนกลต้นแบบที่จะใช้ระบบไฮดรอลิคอย่างง่าย โดยจะใช้ Syringe มาประกอบเข้ากับ link ต่างๆของแขนกล การยืดหดของ Syringe จะทำให้แขนกลสามารถเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆ ได้ และตัวขับเคลื่อน Syringe จะทำโดยการใช้ Linear Screw ที่ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์เป็นตัวผลักให้ Syringe ยืดหดออกไปตามระยะนั้นด้วยการสั่งงานการหมุนของมอเตอร์ในจังหวะๆ หนึ่ง ซึ่งจะมีตัวแปลงระยะยืดหดของ Syringe ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าคือ Linear potentiometer





บทที่ 3

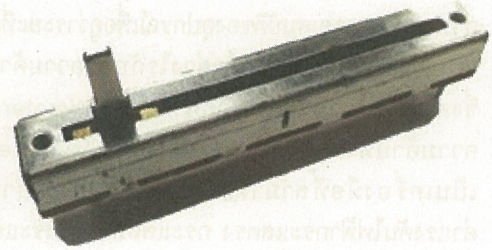
พื้นฐานอิเล็กทรอนิกส์สำหรับหุ่นยนต์



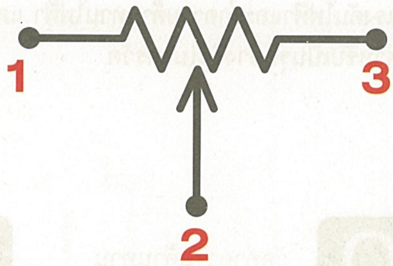
พื้นฐานไฟฟ้า

รู้จัก Linear Potentiometer

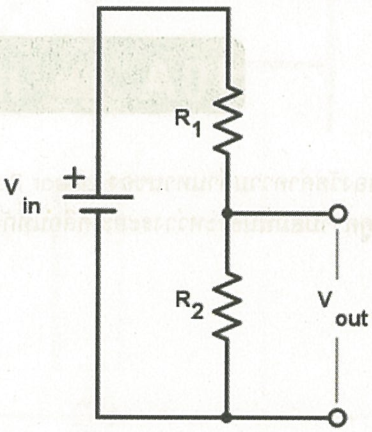
เพื่อให้เราสามารถรู้ได้ถึงระยะยืดหดของ Syringe ได้ จึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่สามารถตรวจจับระยะที่เปลี่ยนไปของ Syringe ได้ Linear Potentiometer นั้นเป็นอุปกรณ์พื้นฐานหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เป็น Sensor ตัวจับระยะที่เปลี่ยนไปของ Syringe ได้ โดยตัว Linear Potentiometer มีคุณสมบัติเป็นเหมือนตัวต้านทาน 2 ตัวต่ออนุกรมกัน โดยที่ค่าความต้านทานของตัวต้านทานทั้ง 2 ตัวนี้ จะเปลี่ยนไปตามตำแหน่งของแกนกลางของตัว Linear Potentiometer ทั้งนี้จากคุณสมบัติดังกล่าว หากมีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วขา 1 และ 3 แล้วอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากขา 2 ก็จะทำให้โปรแกรมสามารถรับรู้ถึงระยะยืดของ Syringe ได้จากแรงดันที่เปลี่ยนไป



Potentiometer Symbol



Voltage Divider

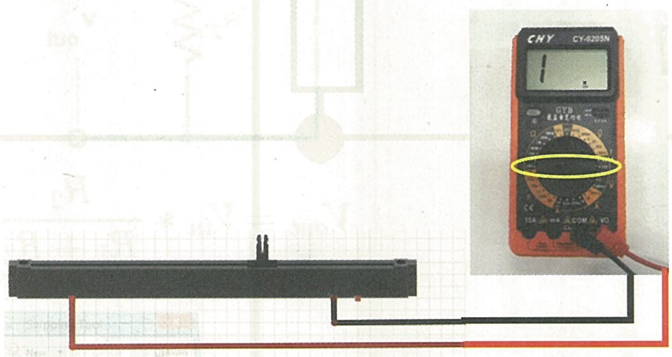


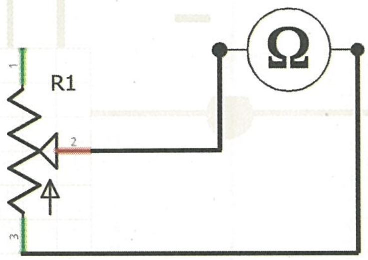
$$V_{out} = V_{in} * \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

รู้จัก Multimeter

ก่อนการนำ Linear Potentiometer ไปใช้งานควรจะมีการตรวจสอบคุณสมบัติของอุปกรณ์เพื่อดูว่าระยะที่เปลี่ยนแปลงไป มีความสัมพันธ์อย่างไรกับค่าความต้านทาน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากการใช้ Multimeter วัดค่าความต้านทานของอุปกรณ์ได้ ซึ่งตัว Multimeter นี้เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดได้ทั้งค่าความต้านทาน ค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง กระแสสลับ ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในสายไฟทั้งแบบกระแสตรง และกระแสสลับ นอกจากนี้ Multimeter บางรุ่นก็สามารถวัดค่าความจุไฟฟ้าได้อีกด้วย โดยในแต่ละโหมดการทำงานจำเป็นต้องต่อสายไฟ เพื่อใช้ในการวัดให้ถูกต้อง โดยที่ช่อง 10A และ mA ถูกใช้เพื่อการวัดกระแสไฟฟ้า ช่อง VΩ ใช้เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าและค่าความต้านทานไฟฟ้า และช่อง COM ใช้สำหรับเป็นจุดอ้างอิงในการวัด

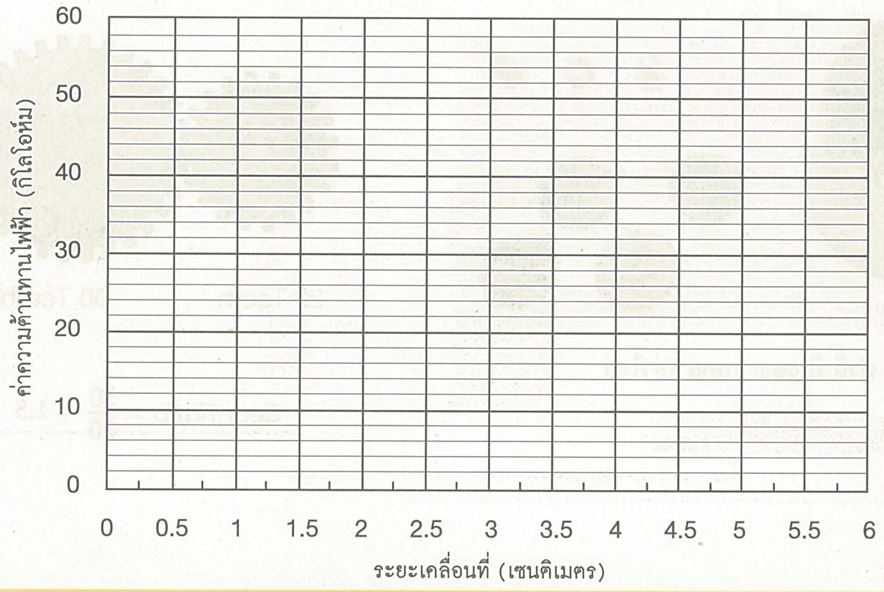
ทดลองวัดค่าความต้านทานของ Linear Potentiometer
เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างระยะเคลื่อนที่กับความต้านทานไฟฟ้า





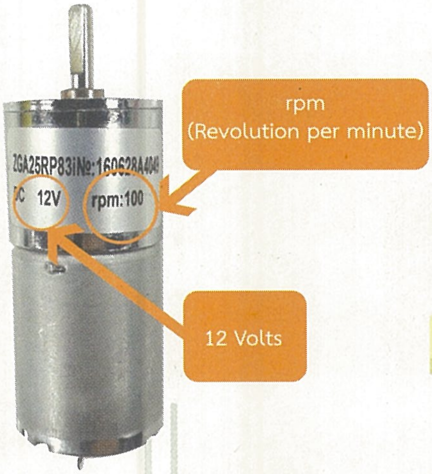
ระยะเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)	ค่าความต้านทานไฟฟ้า (กิโลโอห์ม)
0.0	
0.5	
1.0	
1.5	
2.0	
2.5	
3.0	
3.5	
4.0	
4.5	
5.0	
5.5	
6.0	

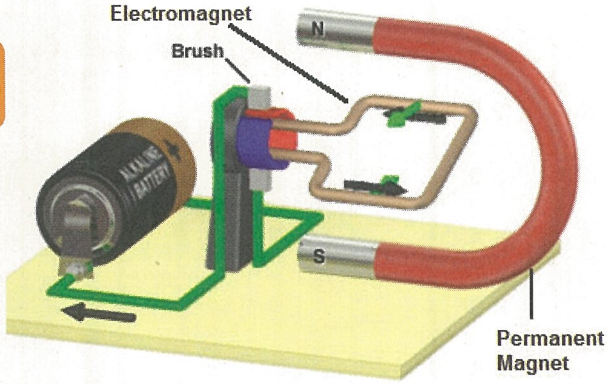
**กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง
ระยะเคลื่อนที่กับค่าความต้านทานไฟฟ้า**



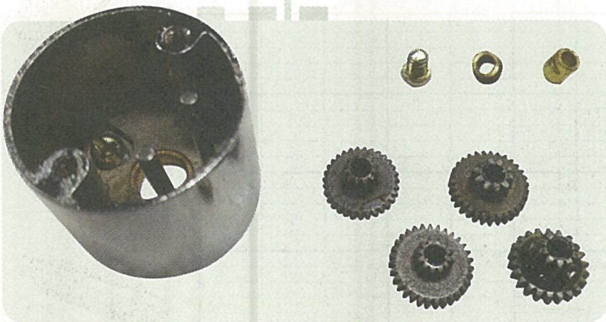
รู้จักมอเตอร์

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเคลื่อนที่ของแขนกลต้นแบบให้ไปยังจุดต่างๆได้อย่างมีแม่นยำ จึงต้องรู้จักการทำงานของมอเตอร์ รู้จักกับคุณสมบัติของมอเตอร์ และการเลือกใช้ โดยมอเตอร์คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มีหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป เช่น ความเร็วรอบ กำลัง แรงดัน ภายในของมอเตอร์จะประกอบด้วยแม่เหล็กและขดลวด จะทำงานก็ต่อเมื่อเราจ่ายไฟฟ้าเข้าไป ไฟฟ้าจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กภายในขดลวด ทำให้เกิดแรงดูดและผลักของสนามแม่เหล็กทั้ง 2 ที่ คือที่ตัวแม่เหล็กและขดลวด ทำให้มอเตอร์ทำงาน

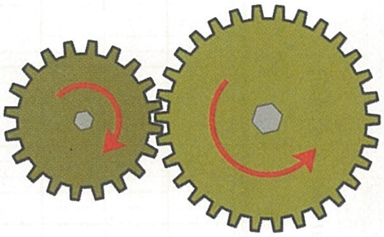




ถอดชิ้นส่วนมอเตอร์เพื่อดูส่วนประกอบภายใน และเรียนรู้การทำงานของเฟือง การคำนวณอัตราทด ด้วยการนับจำนวนฟันของเฟืองที่ขบกัน และนำจำนวนฟันของเฟืองขับหารด้วยจำนวนฟันของเฟืองตาม



Gear box motor ตัวนี้ มี gear ratio เท่าไหร่

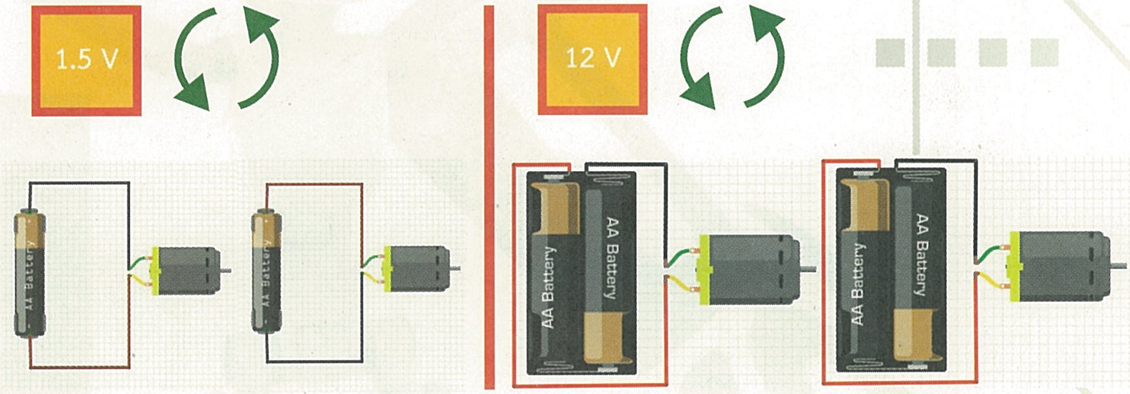


$$\textit{Gear Ratio} = \frac{30}{20} = 1.5$$

การต่อวงจรไฟฟ้า

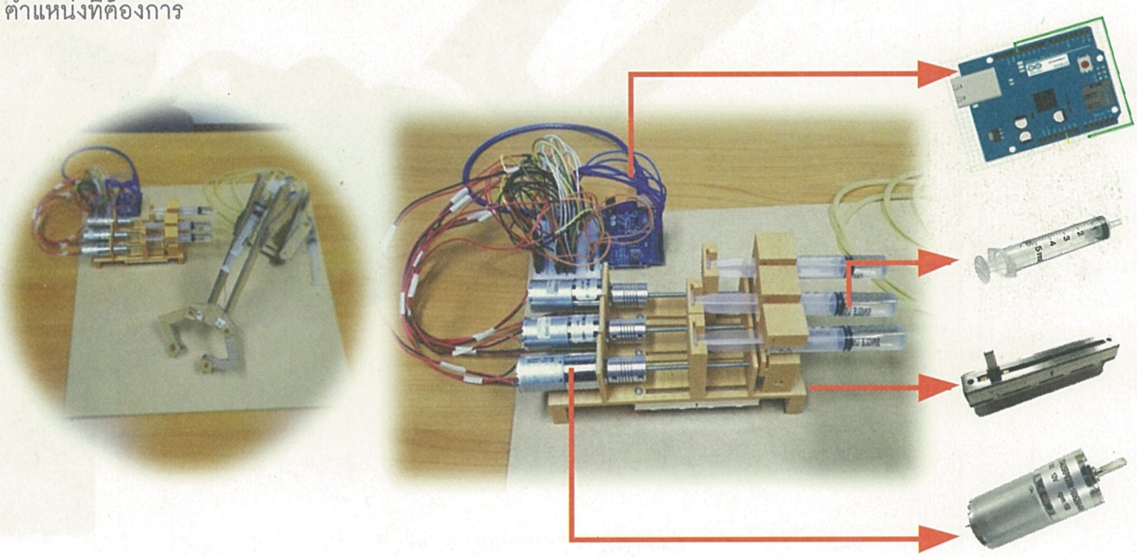
ทดลองจ่ายไฟจาก Battery เพื่อสังเกตการทำงานของมอเตอร์

- จ่ายไฟ 1.5 V โดยต่อมอเตอร์ตามขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่
- จ่ายไฟ 1.5 V โดยต่อมอเตอร์สลับขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่
- จ่ายไฟ 12 V โดยต่อมอเตอร์ตามขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่
- จ่ายไฟ 12 V โดยต่อมอเตอร์สลับขั้วบวกและขั้วลบของแบตเตอรี่



การควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลต้นแบบ

การควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลต้นแบบให้สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอัตโนมัติ สามารถทำได้ด้วยการเขียนโปรแกรม ในที่นี้เราจะใช้บอร์ด Arduino UNO ในการทำ โดยจะทำการต่อสายมอเตอร์เข้ากับบอร์ด และสั่งการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านบอร์ด Arduino ให้มอเตอร์ทำงานเพื่อที่จะดึงหรือดัน Syringe ให้ยืด-หดตามความยาวที่ต้องการ โดยระยะยืดหดของ Syringe และการทำงานของมอเตอร์ต้องสัมพันธ์กันเพื่อให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

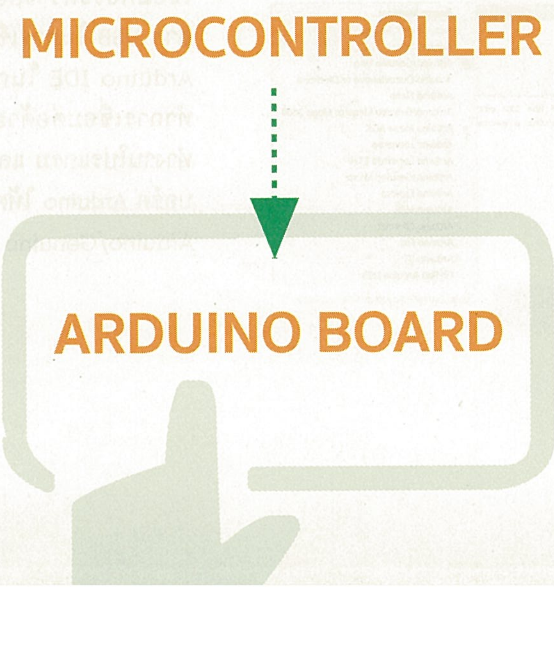


บทที่ 4

พื้นฐานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับหุ่นยนต์

รู้จักบอร์ด Arduino

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ หรือชุดควบคุมขนาดเล็ก ที่สามารถนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ ได้ ซึ่งเปรียบได้กับ เครื่อง Computer ที่สามารถต่อกับ Keyboard หรือเม้าส์เพื่อรับข้อมูลและต่อกับจอมอนิเตอร์เพื่อแสดงผลการทำงาน ซึ่งช่องทางการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของ Arduino นั้น เรียกว่า I/O Port หรือ Input/Output Port โดยตัว I/O Port นี้จะมีแบบ Digital ทั้งหมด 13 ขา และแบบ Analog 6 ขา



โปรแกรมที่ใช้กับบอร์ด Arduino

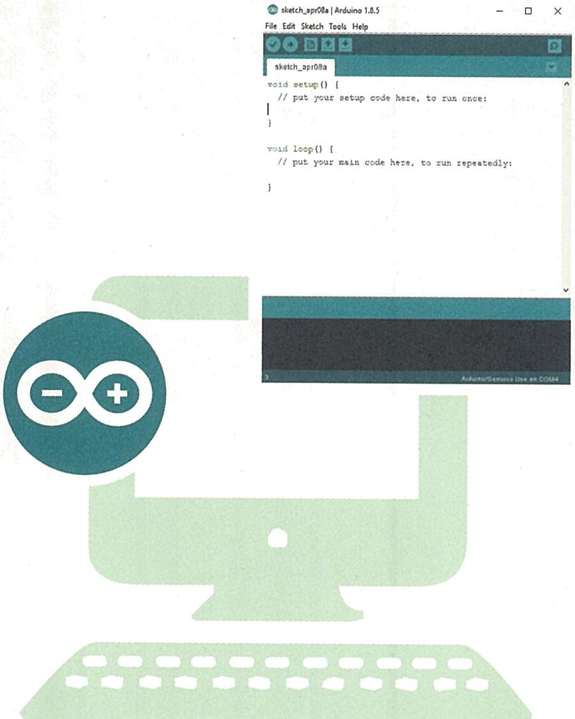
โปรแกรม Arduino IDE คือโปรแกรม ที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรม, คอมไพล์ และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่นๆ ที่คล้ายกัน จากหน้าจอการทำงานจะเห็นอยู่ 2 section การทำงาน คือ void setup() และ void loop() โดย

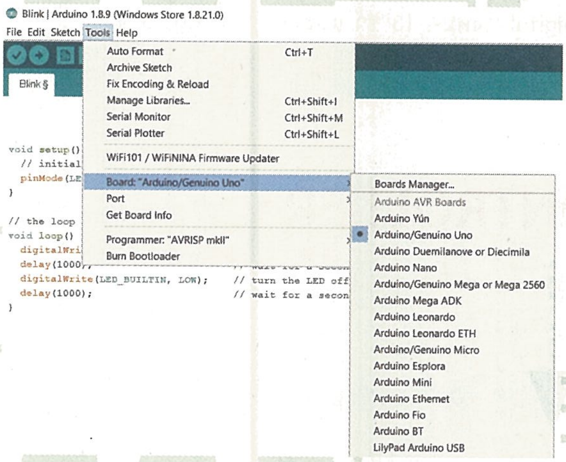
- void setup()

จะเป็นพื้นที่สำหรับการประกาศการทำงานของ Port บน Arduino หรือประกาศการสื่อสารในรูปแบบต่างๆ

- void loop ()

จะเป็นพื้นที่สำหรับการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการทำงานให้อุปกรณ์ภายนอก





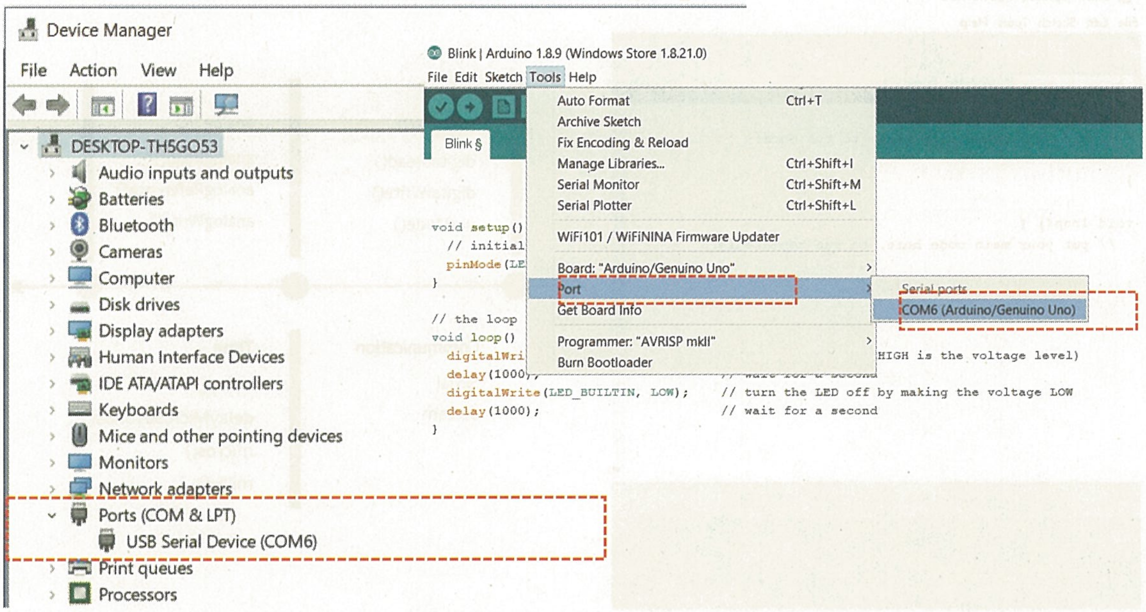
เครื่องมือเขียนโปรแกรม (Arduino IDE)

การตั้งค่าโปรแกรมให้ตรงกับชนิดของบอร์ด Arduino

การใช้งานบอร์ด Arduino โดยเริ่มแรกจะต้องทำการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดและคอมพิวเตอร์ โดยจะใช้สาย USB ในการเชื่อมต่อ จากนั้น จะใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี ทำการเชื่อมต่อด้วยการกด tools บนหน้าต่างการทำงานโปรแกรม และเลือก Board เพื่อเลือกชนิดของบอร์ด Arduino ให้ตรงกับที่ใช้โดยทำการเลือกบอร์ด Arduino/Genuino UNO

การตั้งค่าโปรแกรมให้ตรงกับพอร์ตการเชื่อมต่อ

ทำการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดและคอมพิวเตอร์โดยเลือก Port ที่คอมพิวเตอร์ต่ออยู่กับบอร์ด Arduino ด้วยการกด tools บนหน้าต่างการทำงานโปรแกรม และเลือก Port จากนั้นทำการเลือก Port ที่เชื่อมต่อ หากมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกอยู่หรือไม่ทราบว่า Port ใดกำลังเชื่อมต่ออยู่กับบอร์ด Arduino ให้เข้าไปที่ Device manager ของคอมพิวเตอร์ จะแสดงให้เห็นถึงอุปกรณ์ทั้งหมดที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์อยู่ ตรวจดูที่ Ports (COM & LPT) จะแสดงให้เห็นว่าบอร์ด Arduino เชื่อมต่ออยู่กับ COM ที่เท่าไรนั่นเอง



Arduino First Program – Syntax

การเขียนโปรแกรมบนบอร์ด Arduino สำหรับโปรเจ็กต์แขนกลนี้จะใช้ภาษาซีในการเขียนโปรแกรม เพราะฉะนั้นจึงต้องรู้จักคำสั่งที่จำเป็นต่อการใช้งานต่างๆ คือ

1. คำสั่งสำหรับ Digital Input/Output จะเป็นประกาศการใช้งาน การรับและส่งค่าดิจิตอล (0 , 1) จาก Port ทั้ง 13 Port (D0 - D13) บนบอร์ด Arduino มีทั้งหมด 3 คำสั่ง คือ

- digitalRead() คือการรับค่าที่เป็นดิจิตอลจาก Port
- digitalWrite() คือการส่งค่าดิจิตอลเข้าไปใน Port เพื่อสั่งการทำงานที่ Port นั้นๆ
- pinMode() คือการประกาศการใช้งาน Port ที่เป็นดิจิตอล

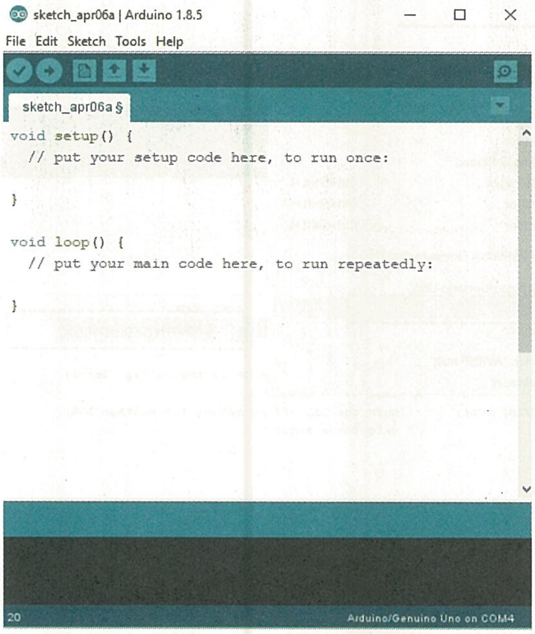
2. คำสั่งสำหรับ Analog Input/Output จะเป็นการรับและส่งค่าอนาล็อกจาก Port ทั้ง 6 Port (A0 – A5,PWM) บนบอร์ด Arduino มีทั้งหมด 2 คำสั่ง คือ

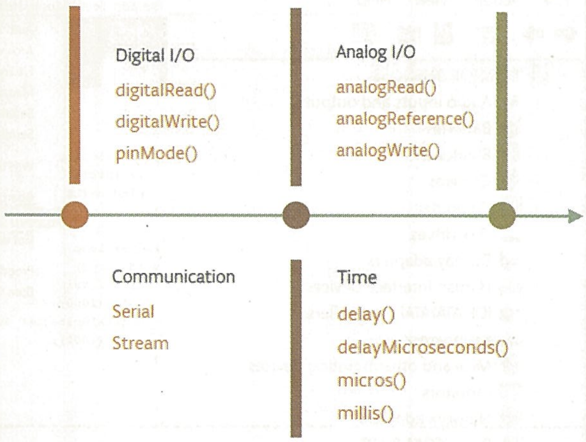
- analogRead คือการรับค่าที่เป็นอนาล็อกจาก Port
- analogWrite คือการส่งค่าอนาล็อกเข้าไปใน Port เพื่อสั่งการทำงานที่ Port นั้นๆ

3. การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และบอร์ด Arduino จะใช้ 1 คำสั่ง คือ

- Serial คือเป็นการเชื่อมต่อด้วยการใช้สาย USB ในการต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และบอร์ด Arduino ทำให้สามารถอ่านและส่งค่าต่างๆผ่านคอมพิวเตอร์ได้

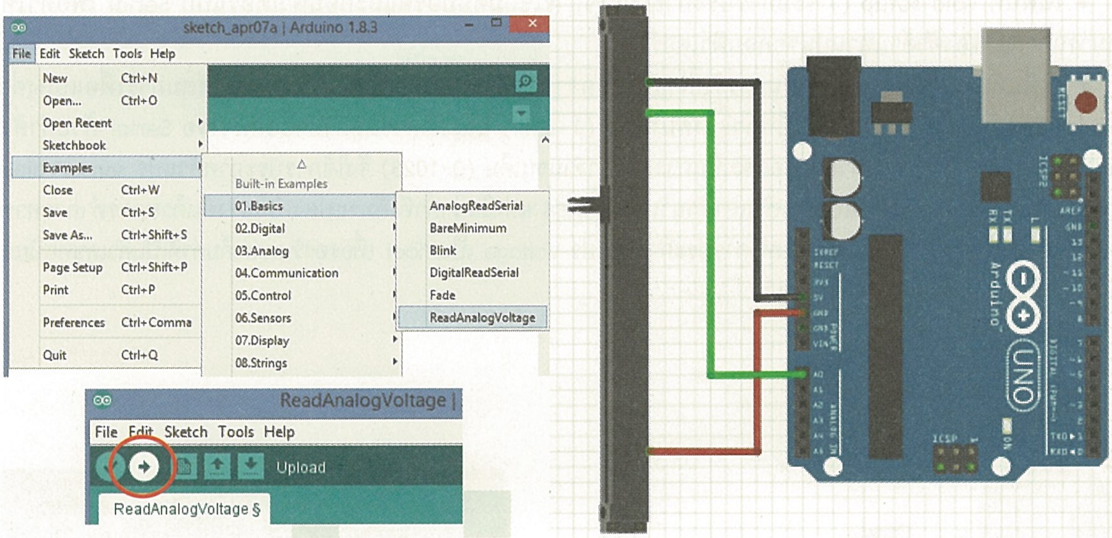
4. การหน่วงเวลา คือ การหยุดเวลาเพื่อให้โปรแกรมทำงานตามที่ต้องการ สามารถหน่วงเวลาได้ถึงหน่วย microsecond



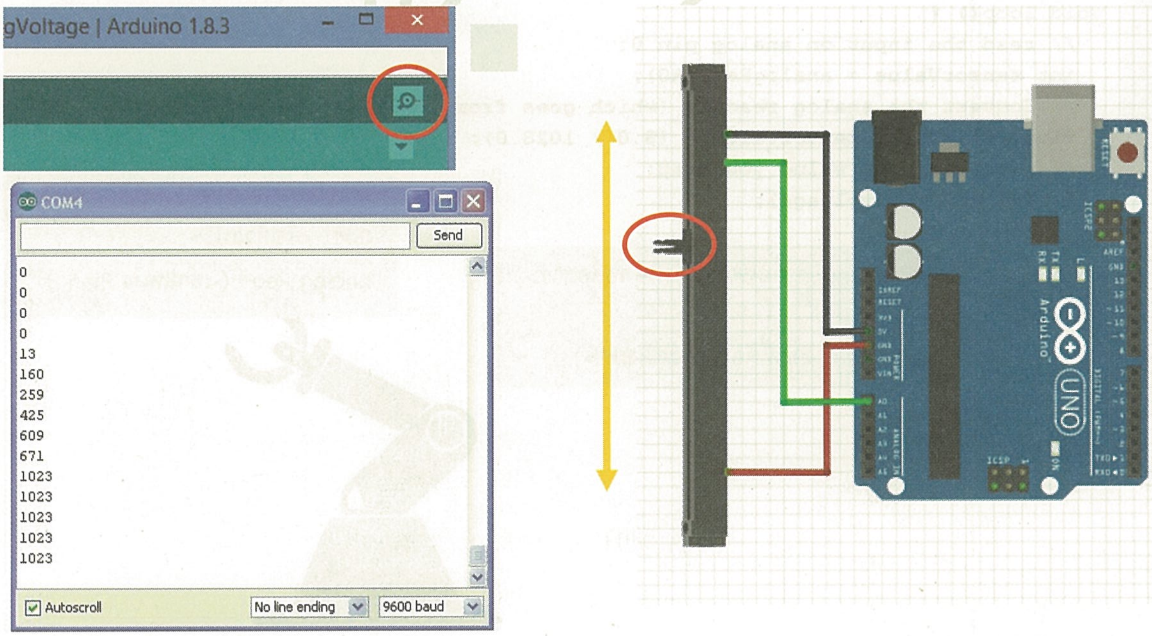


Arduino First Program – Read Analog Voltage

Basic Program ที่จะเป็นบทเรียนแรกในการเขียน โปรแกรมคือ ReadAnalogVoltage จะเป็นการอ่านค่าที่เป็นอนาล็อกจากตัวต้านทานแบบสไลด โดยสิ่งแรกที่ต้องทำคือทำการต่อวงจรให้ตัวต้านทานเข้ากับบอร์ด Arduino ดังภาพ จากนั้นโหลดโปรแกรมสำเร็จรูป ได้ด้วยการกดเลือกคำสั่งบนหน้าต่างการทำงาน คือ กด File จากนั้นเลือก Example และทำการเลือก 01. Basics ซึ่งจะมีโปรแกรมเบื้องต้นให้ลองเล่นหลายแบบให้เลือก ReadAnalogVoltage และทำการอัปโหลดเข้าบอร์ด Arduino ด้วยการกดลูกศรสีเขียวบนหน้าต่างการทำงาน



จากนั้นเปิดจอ Serial ด้วยการกดที่รูปแว่นขยาย หน้าจอนี้จะทำการแสดงค่าที่คอมพิวเตอร์สามารถอ่านได้จากตัวต้านทาน (0-1023) ตัวเลขนี้จะนำไป ใช้ในการเขียนโปรแกรมต่อไป



โปรแกรม Read Analog Voltage

- ในพื้นที่ void setup () จะมีการประกาศการใช้การเชื่อมต่อบอร์ดและคอมพิวเตอร์แบบ Serial เพื่อทำให้สามารถอ่านค่าของตัวต้านทานบนจอคอมพิวเตอร์ได้
- ในพื้นที่ void loop () จะเป็นการรับค่าอนาล็อกจากตัวต้านทานเข้าที่ Port A0 และใส่สมการเพื่อแปลงค่าที่คอมพิวเตอร์อ่านได้ (0-1023) เป็นค่าแรงดันไฟฟ้า (1-5 V.) และทำการแสดงค่าออกทางจอ Serial ด้วยคำสั่ง Serialprint() โดยที่การอ่านค่าอนาล็อกจะเป็นการอ่านค่าจำนวนเต็ม (0-1023) จึงใช้การประกาศตัวแปร sensorValue เป็น int คือ integer หรือตัวแปรสำหรับเลขจำนวนเต็มนั่นเอง แต่เมื่อนำค่าที่ได้มาแปลงเป็นแรงดันด้วยการทำการหาร จะทำให้เกิดตัวเลขที่มีทศนิยมเกิดขึ้น จึงทำการประกาศตัวแปร Voltage เป็น float เพื่อรองรับการเก็บค่าที่เป็นตัวเลขทศนิยมนั่นเอง

viod setup () { ส่วนเริ่มต้นทำงาน ครั้งเดียว

}

viod loop() { ส่วนเริ่มต้นทำงาน วนไปเรื่อยๆ

}

```
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  int sensorValue = analogRead(A0);
  // Convert the analog reading (which goes from 0 - 1023) to a voltage (0 - 5V):
  float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);
  // print out the value you read:
  Serial.println(voltage);
}
```

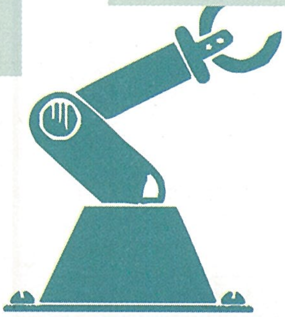
Serial.begin(<ความเร็วในการติดต่อสื่อสาร>);

Serial.println(<ค่าที่ต้องการแสดงผล>);

int <ชื่อตัวแปร>;

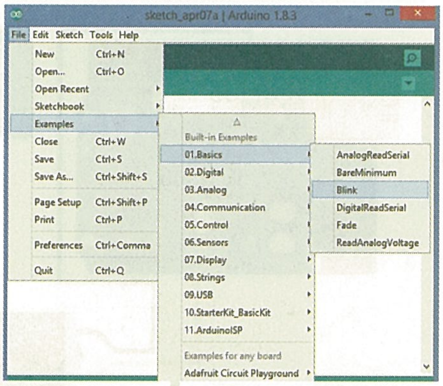
float <ชื่อตัวแปร>;

analog Read (<ตำแหน่ง Pin>);

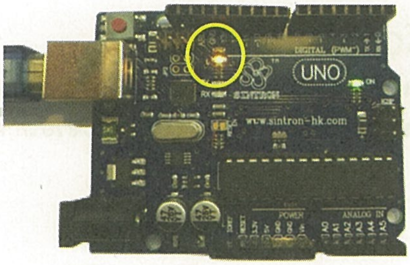


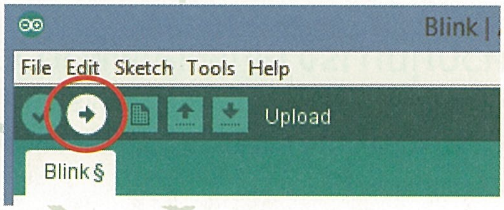
Arduino First Program – Blink

Basic Program ที่จะเป็นบทเรียนแรกในการเขียนโปรแกรมคือ Blink Program จะเป็นการสั่งงานหลอดไฟ LED ที่อยู่บนตัวบอร์ด Arduino เองให้ทำงานเป็นไฟกระพริบ โดยสามารถโหลดโปรแกรมสำเร็จรูปได้ด้วยการกดเลือกคำสั่งบนหน้าต่างการทำงาน คือ กด File จากนั้นเลือก Example และทำการเลือก 01.Basics ซึ่งจะมีโปรแกรมเบื้องต้นให้ลองเล่นหลายแบบ ให้เลือก Blink และกดอัปโหลดลงบอร์ด




```
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  delay(1000);
}
```





โปรแกรม Blink

- ในพื้นที่ void setup() จะเป็นการประกาศการใช้งาน Port ดิจิตอลบนบอร์ด Arduino โดยในที่นี้จะประกาศ LED ที่อยู่บนบอร์ดเป็น Output
- ในพื้นที่ void loop() จะเป็นการส่งค่าดิจิตอลออก Port LED ที่ประกาศไว้ โดยกำหนดเป็น HIGH (1) เพื่อให้ไฟติด กำหนดเป็น LOW (0) เพื่อให้ไฟดับ โดยมีการหน่วงเวลาเป็นเวลา 1000 millisecond = 1 วินาที เพื่อให้เห็นความต่างของการติดและดับของหลอดไฟ สามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วของเวลาที่หน่วงได้เพื่อให้หลอดไฟกระพริบเร็วขึ้นหรือช้าลง

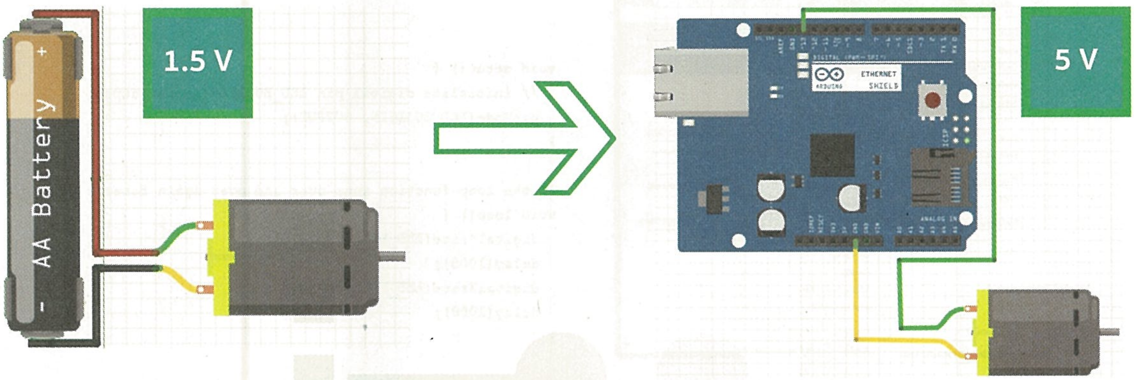
```
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
```

```
void setup() {
}
void loop() {
}
```

pinMode(<ตำแหน่ง Pin>, <รูปแบบการทำงาน>);
digitalWrite(<ตำแหน่ง Pin>, <ระดับแรงดันไฟฟ้า>);
delay(<เวลา มิลลิวินาที>);

การใช้งานบอร์ด Arduino เพื่อควบคุมมอเตอร์

การใช้งานบอร์ด Arduino เพื่อควบคุมมอเตอร์ จากการต่อมอเตอร์เข้ากับ baterry จะเห็นว่ามอเตอร์สามารถหมุนได้ความช้า ความเร็วของการหมุนขึ้นอยู่กับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มอเตอร์ แต่เมื่อต่อมอเตอร์เข้ากับบอร์ด Arduino (5V) มอเตอร์กลับไม่สามารถทำงานได้ เพราะถึงแม้ว่าแรงดันจะพอต่อการสั่งงาน แต่ถ้ากระแสไม่เพียงพอมอเตอร์ก็ไม่สามารถทำงานได้นั่นเอง



การควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าด้วยบอร์ด Arduino

คุณสมบัติของบอร์ด Arduino สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดเพียงแค่ 40 mA ซึ่งถ้าหากต้องการให้ DCmotor ชนิดนี้ทำงาน จำเป็นต้องใช้กระแสมากกว่านี้ จึงต้องมีการต่ออุปกรณ์อื่นเข้ามาเพื่อเพิ่มกระแส และช่วยให้ Arduino สามารถสั่งงานมอเตอร์ได้

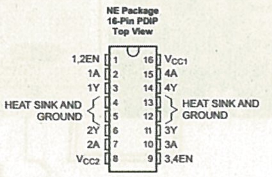
Arduino Uno Technical Specifications

Microcontroller	ATmega328P - 8 bit AVR family microcontroller
Operating Voltage	5V
Recommended Input Voltage	7 - 12V
Input Voltage Limits	6 - 20V
Analog Input Pins	6 (A0 - A5)
Digital I/O Pins	14 (Out of which 6 provide PWM output)
DC Current on I/O Pins	40 mA
DC Current on 3.3V Pins	50 mA
Flash Memory	32 KB (0.5 KB is used for Bootloader)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frequency (clock Speed)	16 MHz

การควบคุมการหมุนของมอเตอร์ด้วยบอร์ด Arduino

IC L293D เป็นไอซีขับมอเตอร์ สามารถจ่ายกระแสสูงสุดได้ 600 mA ใช้งานได้กับแรงดันไฟฟ้า 4.5V - 36V โดย 1 IC สามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 2 ตัว โดยมีแผนภาพการทำงานของ IC ดังภาพ และเมื่อต่อเข้ากับบอร์ด Arduino จะสามารถควบคุมการหมุนของมอเตอร์ได้จากการส่งค่าดิจิตอลไปที่ขา INPUT 1, INPUT 2 และ INPUT 3, INPUT 4 ดังนั้นจึงต้องต่อทั้ง 4 ช่องนี้เข้ากับบอร์ด Arduino และต่อสัญญาณ Output ออกไปที่ตัวอุปกรณ์ หรือที่ตัวมอเตอร์นั่นเอง

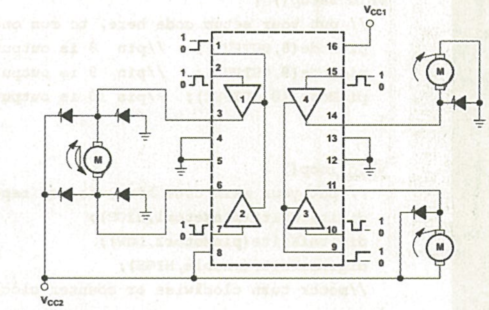
5 Pin Configuration and Functions



Pin Functions

PIN		TYPE	DESCRIPTION
NAME	NO.		
1,2EN	1	I	Enable driver channels 1 and 2 (active high input)
<1:4>A	2, 7, 10, 15	I	Driver inputs, noninverting
<1:4>Y	3, 6, 11, 14	O	Driver outputs
3,4EN	9	I	Enable driver channels 3 and 4 (active high input)
GROUND	4, 5, 12, 13	—	Device ground and heat sink pin. Connect to printed-circuit-board ground plane with multiple solid vias
V_{CC1}	16	—	5-V supply for internal logic translation
V_{CC2}	8	—	Power VCC for drivers 4.5 V to 36 V

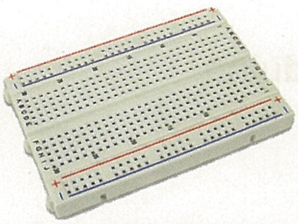
8.2 Functional Block Diagram

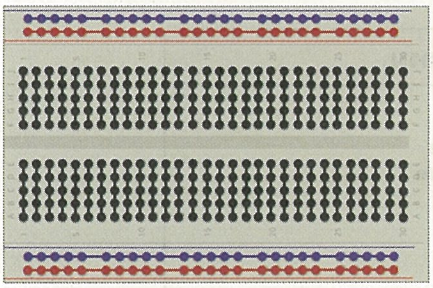


Output diodes are internal in L293D.

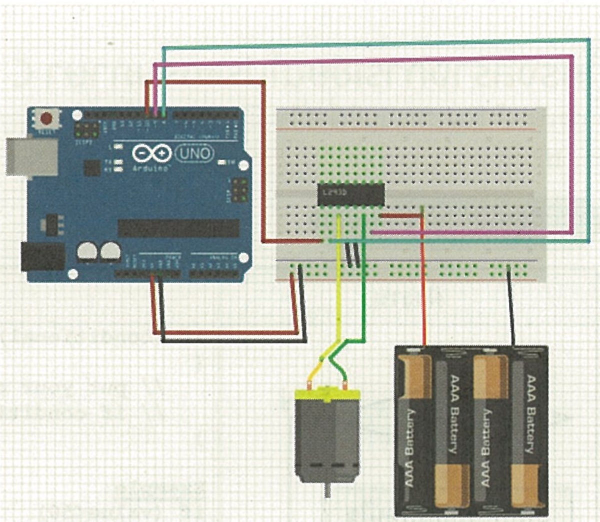
การใช้ IC 293D ต่อเข้ากับบอร์ด Arduino

โดยต่อวงจรขับมอเตอร์แค่ 1 channel โดยในการต่อวงจรจะต้องมีการต่อไฟเลี้ยง IC , ต่อสายดิน , ต่อ INPUT ของ IC เข้าที่ ARDUINO , ต่อขา Enable เข้า ARDUINO และต่อ OUTPUT ออกไปที่มอเตอร์ โดยจะใช้ Breadboard หรือบอร์ดทดลองเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด Arduino และ IC การใช้งาน Breadboard และการใช้งาน UC ดังภาพ





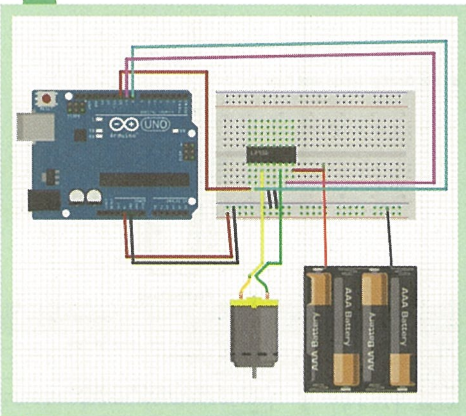
Breadboard



วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์
1 channel

เขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์ที่ต่อผ่าน IC 293D ใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมตามภาพ โดยต้องเริ่มจากการประกาศ Port ที่จะใช้ ที่ void setup() กำหนดให้เป็น OUTPUT เพราะในการใช้ IC จะต้องมีการส่งค่าดิจิตอลออกจากบอร์ด Arduino เข้าสู่ช่อง INPUT ของ IC จากนั้น IC จะจ่ายไฟออกช่อง OUTPUT ของ IC เพื่อให้มอเตอร์ทำงานตามคำสั่งที่จะเขียนใน void setup กำหนดให้ enable เป็น HIGH ตลอดเพื่อให้มอเตอร์สามารถใช้งานได้ทุกเมื่อ

```
int pinMotor1 = 8;     //motor input signal
int pinMotor2 = 9;      //motor input signal
int enable = 10;       //motor enable signal

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(8,OUTPUT);    //pin  8 is output
  pinMode(9,OUTPUT);    //pin  9 is output
  pinMode(10,OUTPUT);   //pin 10 is output
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  digitalWrite(pinMotor1,HIGH);
  digitalWrite(pinMotor2,LOW);
  digitalWrite(enable,HIGH);
  //motor turn clockwise or counter-clockwise direction
}
```



แผนภาพการทำงานของโปรแกรม

Start → รับ Input ทาง Serial → ตรวจสอบตำแหน่งปัจุบันของมอเตอร์ → สั่งให้มอเตอร์ทำงานไปตำแหน่งที่ต้องการ → end

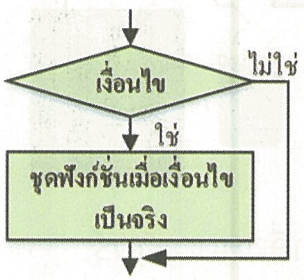
โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino

การเขียนโปรแกรมแบบมีเงื่อนไข มี 2 รูปแบบ ได้แก่

1. If

if (เงื่อนไขการตรวจสอบ)

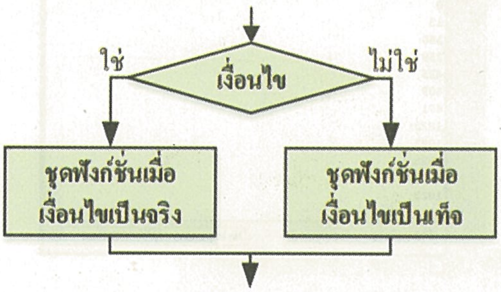
ผังงาน	โค้ดโปรแกรม

	`if (conditional)`
	`{`
	`   // put your code here`
	`   // if conditional true`
	`}`
	
	Example:
	`if (value<50)`
	`{`
	`   digitalWrite(13,HIGH);`
	`}`

2. if-else

if (เงื่อนไขการตรวจสอบ) else

ผังงาน	โค้ดโปรแกรม

	`if (conditional)`
	`{`
	`// put main code here`
	`// if conditional true`
	`}`
	`else`
	`{`
	`//put main code here`
	`//if conditional false`
	`}`

โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษา C สำหรับ Arduino ตัวดำเนินการเปรียบเทียบค่า

เครื่องหมาย	การกระทำ	ตัวอย่าง	คำอธิบาย
>	มากกว่า	x>10	x มากกว่า 10
<	น้อยกว่า	x<10	x น้อยกว่า 10
>=	มากกว่าหรือเท่ากับ	x>=10	x มากกว่าหรือเท่ากับ 10
<=	น้อยกว่าหรือเท่ากับ	x<=10	x น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10
= =	เท่ากับ	x= =10	x เท่ากับ 10
!=	ไม่เท่ากับ	x!=10	x ไม่เท่ากับ 10

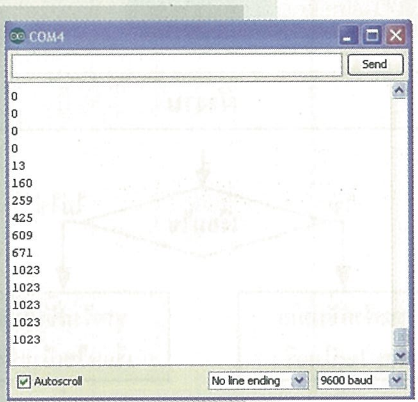
ตัวดำเนินการทางลอจิก (Logic)

เครื่องหมาย	การกระทำ	คำอธิบาย
&&	แอนด์	เชื่อมเงื่อนไข 2 เงื่อนไขด้วยคำว่า “และ”
||	ออร์	เชื่อมเงื่อนไข 2 เงื่อนไขด้วยคำว่า “หรือ”
!	อินเวิร์ส	ใช้ตรวจสอบตัวแปรว่าเท่ากับศูนย์หรือไม่เช่น if (!x)

ทดสอบการรับค่าทาง Serial Monitor

SerialInput

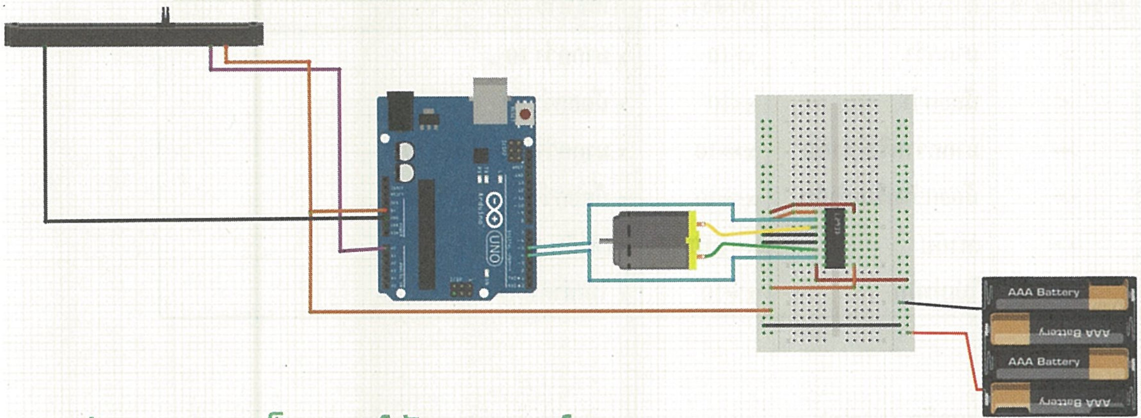
```
// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize serial communication at 9600 bits per second:
  Serial.begin(9600);
}

int inputData = 0;
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  if (Serial.available() > 0){
    inputData = Serial.read();
    Serial.println(inputData);
  }
}
```



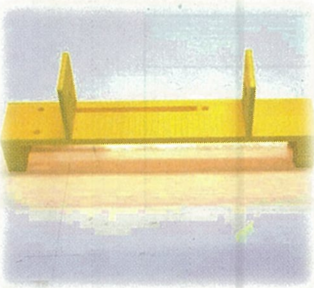
Serial.available(); = จำนวนข้อมูลที่ใส่ โดยที่ยังไม่ได้อ่าน

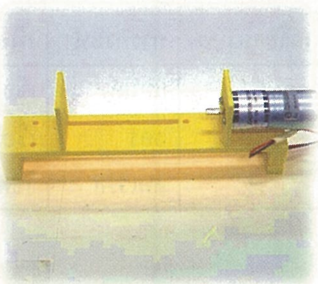
วงจรทดสอบควบคุมการทำงานมอเตอร์ด้วย Linear Potentiometer

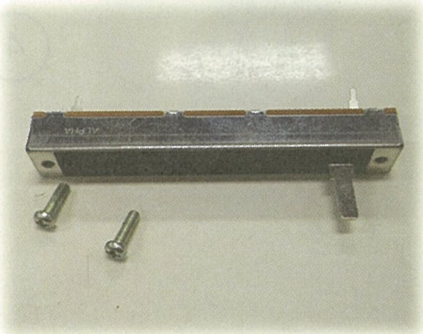
การต่อวงจรอ่านค่าจาก Linear Potentiometer

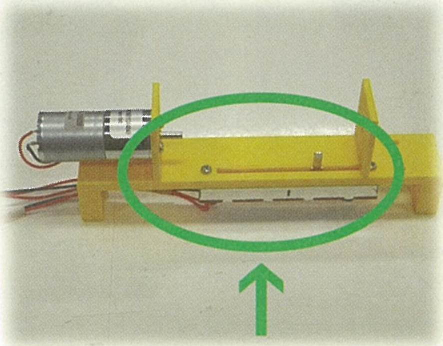


การประกอบชุดเซ็นเซอร์กับมอเตอร์

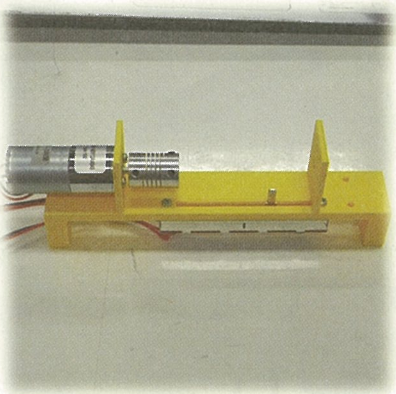




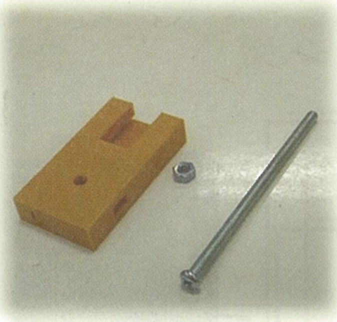


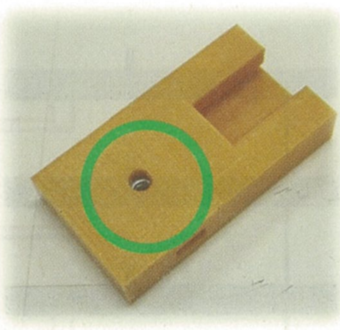


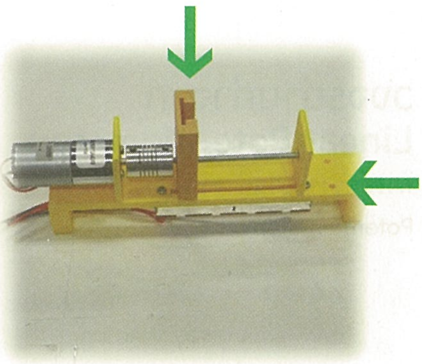
1



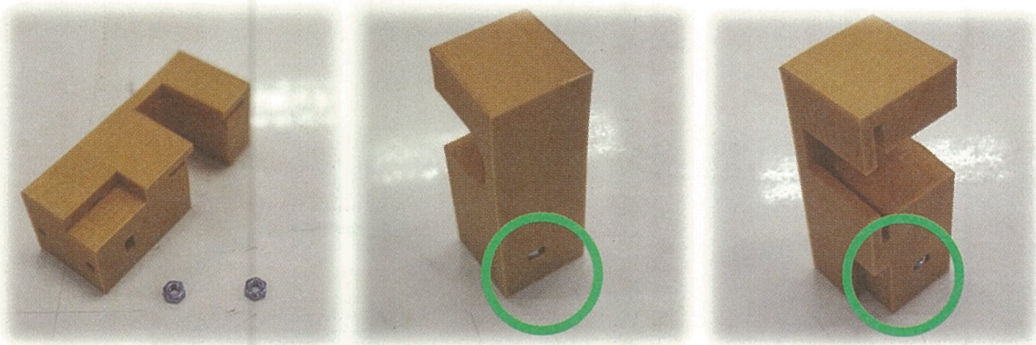
2



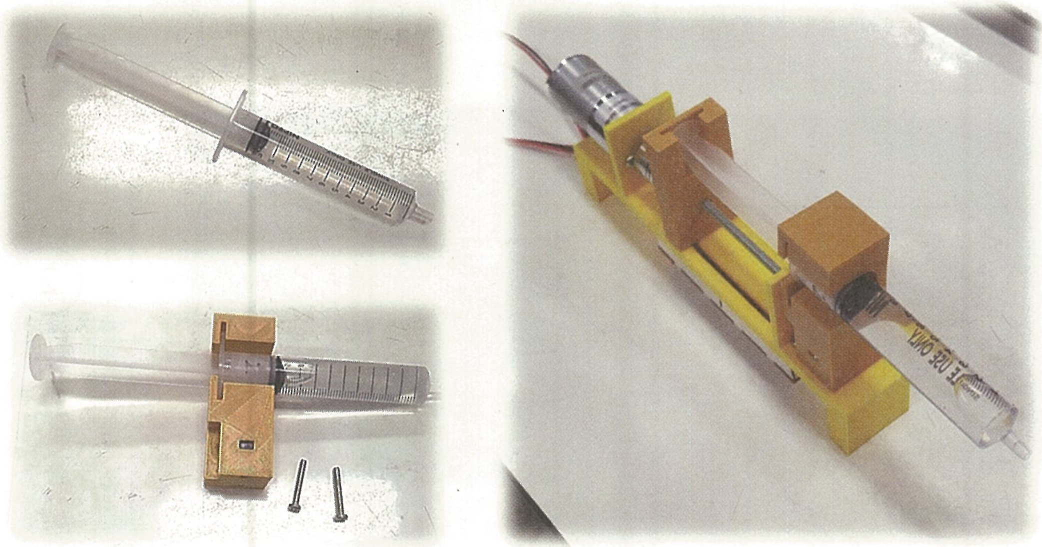




3



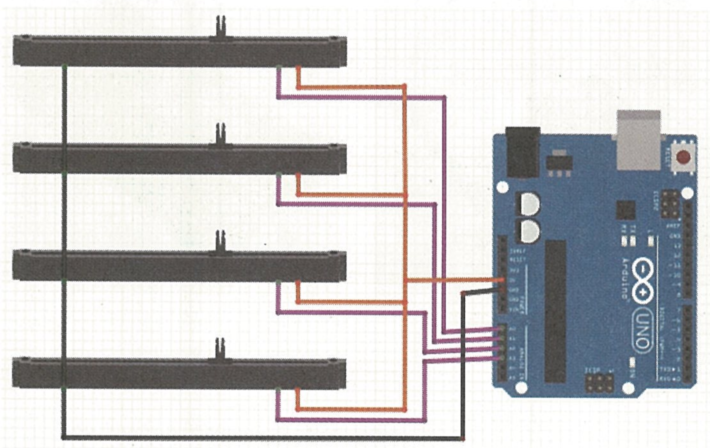
4



5

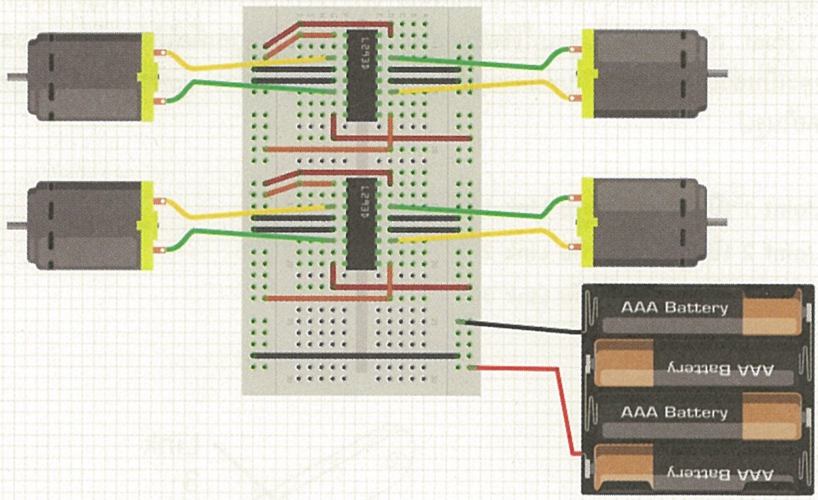
วงจรอ่านค่าจาก Linear Potentiometer

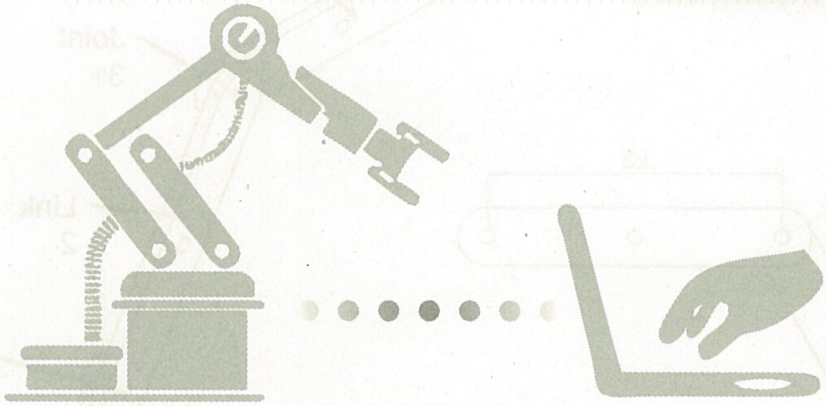
การต่อวงจรอ่านค่าจาก Linear Potentiometer



วงจรขับมอเตอร์

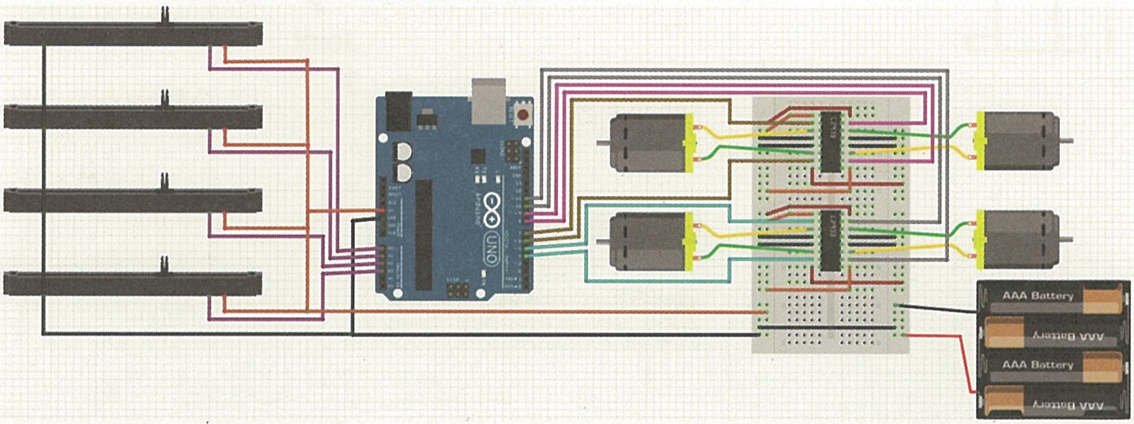
การต่อวงจรขับมอเตอร์ สำหรับมอเตอร์ 4 ตัว ด้วย IC L293D





ทดลองสั่งงานแขนกล

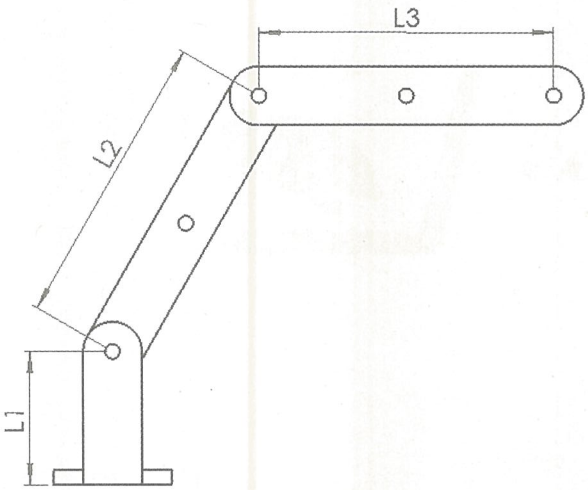
การต่อวงจรสั่งการทำงานมอเตอร์ 4 ตัว จาก Arduino

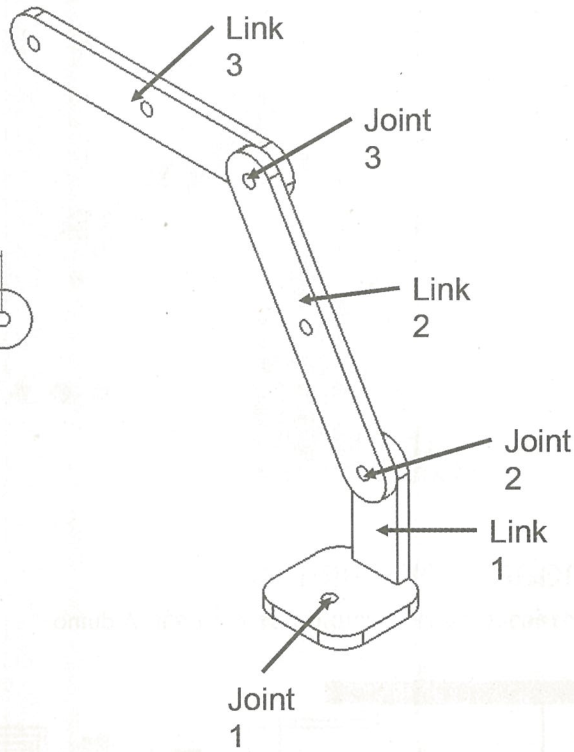


ทดลองควบคุมการทำงานของแขนกล ตามภารกิจที่ได้รับมอบหมาย

- จากปัญหาการควบคุมแขนกล ที่พบว่าตำแหน่งปลายของแขนมีโอกาสเคลื่อนที่ไปชนกับพื้นได้ หากมีการสั่งงานที่ผิดพลาด จึงจำเป็นต้องรู้ถึงตำแหน่งปลายของแขนกลอย่างคร่าวๆโดยอาศัยการคำนวณจากสมการ ตรีโกณมิติได้
- Link กับ Joint เป็นคำศัพท์พื้นฐานที่ใช้อธิบายโครงสร้างของแขนกลเพื่อให้ง่ายต่อการสื่อสาร และทำความเข้าใจ โดย Link จะเป็นส่วนโครงสร้างแขนที่มีความยาวเท่ากับระยะห่างระหว่าง Joint, Joint เป็นจุดหมุนของแขนกลในแต่ละ Link โดยในรูป

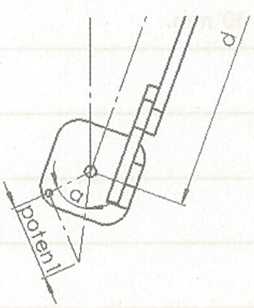
- **Joint 1 เป็นจุดหมุนให้กับ Link 1**
- **Joint 2 เป็นจุดหมุนให้กับ Link 2**
- **Joint 3 เป็นจุดหมุดให้กับ Link 3**



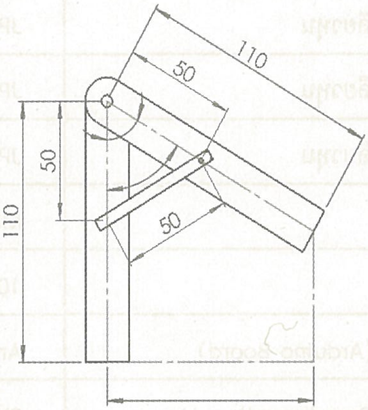


มุมที่เปลี่ยนไปของ Joint 1 เราสามารถนำค่าที่อ่านได้จาก Linear Potentiometer ที่ติดตั้งไว้มาแปลงเป็นระยะทางได้จาก Function map() แล้วนำระยะทางที่ได้ไปคำนวนหามุมจากสมการตรีโกณมิติ โดยจะพบว่าค่าความแตกต่างของมุม a และ deg1 จะเป็นค่าคงที่เสมอ

```
float findAngleFrom3length(float a, float b, float c){
  float radian;
  radian = (a * a) + (b * b) - (c * c);
  radian = radian / (2.0f * a * b);
  radian = acos(radian);
  return radian / pi * 180;
}
```

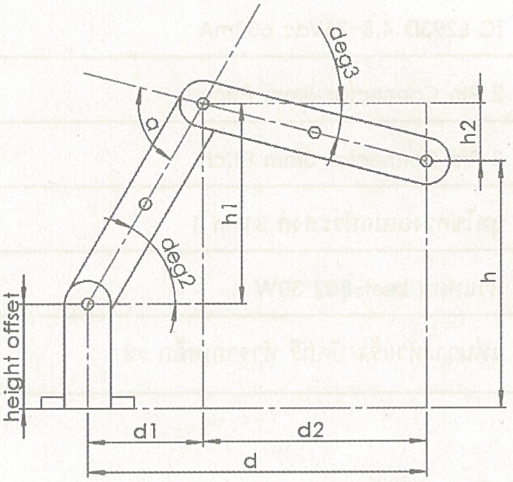


Top view




```
float angleCal(int poten1){
  float deg1;
  poten2Distance = map(poten2, 0, 1024, longestSyringe2, shortestSyringe2);
  deg1 = findAngleFrom3length(link1cal, link2cal, poten2Distance);
  return deg1 + link1degOffset;
}
```

ด้วยวิธีการเดียวกัน เราจะสามารถหามุม deg2, deg3 ได้ ทำให้เราสามารถคำนวณหาระยะยืดของปลายแขนกลและความสูงของแขนกลได้เช่นกัน



Top view

```
float lengthCal(int type, int poten2, int poten3){
  float deg2, deg3;
  int poten2Distance;
  int poten3Distance;
  poten2Distance = map(poten2, 0, 1024, longestSyringe2, shortestSyringe2);
  deg2 = findAngleFrom3length(link12cal, link21cal, poten2Distance);
  deg2 = deg2 + link1degOffset;
  deg2 = abs(abs(deg2) - 90);
  float d1 = cos(deg2 / 180 * pi) * link2length;
  float h1 = sin(deg2 / 180 * pi) * link2length;

  poten3Distance = map(poten3, 0, 1024, longestSyringe3, shortestSyringe3);
  deg3 = findAngleFrom3length(link23cal, link32cal, poten3Distance);
  deg3 = deg2 - deg3;
  deg3 = abs(deg3);
  float d2 = cos(deg3 / 180 * pi) * link3length;
  float h2 = sin(deg3 / 180 * pi) * link3length;

  if (type == 1){
    return d1 + d2;
  }else{
    return h1 - h2 + heightOffset;
  }
}
```

วัสดุอุปกรณ์

	Part	Description
1.	มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)	ZGA25RP 12V. 100rpm แกนเพลา 4 mm.
2.	Coupling	อลูมิเนียม รุ่นเกลียวเดียว 4-4
3.	สกรูตัวหนอน ดำ	M4 x 0.7 mm. ยาว 80 mm.
4.	Nut	M4 (1ถุง-40ตัว)
5.	สกรูหัวกลม เกลียวหุน	JP M3 x 25 mm.
6.	สกรูหัวกลม เกลียวหุน	JP M3 x 10 mm.
7.	สกรูหัวกลม เกลียวหุน	JP M3 x 15 mm.
8.	หัวน็อตมิลขาว	M3
9.	ไซริง (Syring)	10ml , 1 pc/box
10.	บอร์ดอาร์ดูโน่ (Arduino Board)	Arduino UNO R3 + USB Cable
11.	บอร์ดทดลอง (Breadboard)	SYB-170 Breadboard 170 จุด
12.	สายไฟจัมเปอร์ (Jumper Wire)	m-m 10 cm. 40 wire
13.	สายไฟจัมเปอร์ (Jumper Wire)	m-fm 10 cm. 40 wire
14.	สายไฟจัมเปอร์ (Jumper Wire)	fm-fm 10 m. 40 wire
15.	รางถ่าน (Battery Box)	8 ก้อน AA 12V.
16.	ไอซีขับมอเตอร์ (IC L293d)	IC L293D 4.5-36Vdc 600mA
17.	เทอร์มินอลต่อสายไฟ (Terminal)	2 Pin Connector 5mm Pitch
18.	เทอร์มินอลต่อสายไฟ (Terminal)	3 Pin Connector 5mm Pitch
19.	ชุดไขควง (Screw Driver)	ชุดไขควงอเนกประสงค์ 31 in 1
20.	หัวแร้ง (Soldering Iron)	หัวแหลม best-802 30W
21.	แท่นวางหัวแร้ง (Soldering Iron Plate)	แท่นวางหัวแร้ง บัดกรี ทำจากเหล็ก v2

วัสดุอุปกรณ์

	Part	Description
22.	ปืนกาว (Glue Gun)	ZYNTEC TG-03 ดำ 10W
23.	กรรไกร (Scissor)	3M 8" | 3M | CAT.1408 SCOTCHTM
24.	คัตเตอร์ (Cutter)	ชิโน 18MM
25.	แผ่นรองตัด (Cutter plate)	แผ่นยางรองตัด 45 x 60 ซม. A2 อินคา
26.	Multimeter	DT9205A Digital Multimeter
27.	ลวด	ลวดเส้นเล็ก อีรีแกนซ์
28.	กระดาษลูกฟูก (Cardboard)	1200 x 1200 x 3 mm. สีโกโก้
29.	แผ่นพลาสวูด (Plaswood)	1220 x 2440 x 5 mm.
30.	สายยางซิลิโคน (Silicone Tube)	ซิลิโคนรูใส ID 2 mm. OD 4 mm. (เมตร)
31.	สายไฟ (Wire)	24AWG red 1 role
32.	สายไฟ (Wire)	24AWG black 1 role
33.	ถ่าน (Battery)	AA LR6T/10SL PANASONIC
34.	กัดบอร์ด	1-10 นิ้ว
35.	ตะกั่วบัดกรี (Solder wire)	60/40 2 m.
36.	ฟลักซ์ (Flux)	Soldering Flux Paste
37.	แถบซับตะกั่ว	หนา 2.5 mm. ยาว 1.5 เมตร น้ำหนัก 16 กรัม
38.	แท่งกาว (Glue Stick)	ZYNTEC 5/16" x 15 ซม. 70 ชิ้น
39.	เทปใส (Tape)	1 นิ้ว 24 มม. x 36 หลา (แพ็ค6ม้วน) สีใส ONE
40.	เทปกาวย่น (Tape)	3/4 นิ้ว x 10 หลา (แพ็ค5ม้วน) INTER
41.	Cable Tie	100 mm.
42.	Filament	diameter 2.85 mm. ultimaker PLA 750 g.

EEC
เขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก
เชื่อมโลก ให้ไทยแล่น

โครงการพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจ พิเศษภาคตะวันออก (อีอีซี)
เป็นแผนยุทธศาสตร์ภายใต้ ไทยแลนด์ 4.0 ภูมิภาคเอเชีย เป็นผู้นำในการขับเคลื่อนโลกทั้งด้านการลงทุนและการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยมีประเทศจีน อินเดีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้รวมทั้งอาเซียน เป็นหัวใจหลักของการขับเคลื่อน ด้วยประชากรรวมกว่า 3.5 พันล้านคนและ GDP คิดเป็น 32% ของ GDP โลก ประเทศไทยเป็นจุดศูนย์กลางในการเชื่อมต่อกับกลุ่มเศรษฐกิจในทวีปเอเชีย จากเหนือสู่ใต้ ตั้งแต่จีนลงสู่อินโดนีเซีย จากตะวันออกมายังตะวันตกตั้งแต่เวียดนามข้ามไปจนถึงเมียนมาร์ และเป็นจุดยุทธศาสตร์ของกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน หรือ AEC ในด้านการผลิต การค้า การส่งออกและการขนส่ง ทั้งยังอยู่กึ่งกลางระหว่างประเทศกัมพูชา ลาว เมียนมาร์และเวียดนาม ที่กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว ประเทศไทยจึงเป็นตำแหน่งที่ดีที่สุดของการลงทุนในอาเซียนเพื่อเชื่อมเอเชียและเชื่อมโลกด้วยการพัฒนาเชิงพื้นที่ที่ต่อยอดความสำเร็จมาจากโครงการพัฒนาพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกหรือ Eastern Seaboard ซึ่งดำเนินมาตลอดกว่า 30 ปีที่ผ่านมาสำนักงานคณะกรรมการนโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (สกพอ.) มีเป้าหมายหลักในการเติมเต็มภาพรวมในการส่งเสริมการลงทุนซึ่งจะเป็นการยกระดับอุตสาหกรรมของประเทศเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและทำให้เศรษฐกิจของไทยเติบโตได้ในระยะยาว โดยในระยะแรกจะเป็นการยกระดับพื้นที่ในเขต 3 จังหวัดคือ ชลบุรี ระยอง และฉะเชิงเทรา ให้เป็นพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออก เพื่อรองรับการขับเคลื่อนเศรษฐกิจอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ผ่านกลไกการบริหารจัดการภายใต้การกำกับดูแลของคณะกรรมการนโยบายพื้นที่เขตเศรษฐกิจพิเศษภาคตะวันออกโดยมีนายกรัฐมนตรีเป็นประธาน

อุตสาหกรรมที่ได้รับการส่งเสริม ได้แก่


อุตสาหกรรมยานยนต์แห่งอนาคต


อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ


อุตสาหกรรมการเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ


อุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร


อุตสาหกรรมท่องเที่ยวกลุ่มรายได้ดีและการท่องเที่ยวเชิงสุขภาพ


อุตสาหกรรมหุ่นยนต์


อุตสาหกรรมการบินและโลจิสติกส์


อุตสาหกรรมการแพทย์ครบวงจร


อุตสาหกรรมเชื้อเพลิงชีวภาพและเคมีชีวภาพ


อุตสาหกรรมดิจิทัล

okmd
สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน)
69/18-19 อาคารวิทยาลัยการจัดการมหาวิทยาลัยมหิดล ชั้น 18-19
ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ : 0 2105 6500
แฟกซ์ : 0 2105 6556

www.okmd.or.th