บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทางคณะผู้จัดทำ ได้ทำการค้นคว้าและรวบรวมทฤษฎีที่จำเป็นต่อการดำเนินการจัดสร้างเครื่องเขย่าเลือดซึ่งมีหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 แนวความรู้เกี่ยวกับเลือด

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.3 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

2.4 โหลดเซลล์

2.5 PLC

2.6 ระบบควบคุมตัวล็อกสาย

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวความรู้เกี่ยวกับเลือด [1]

เลือด เป็นของเหลวสีแดงที่ไหลเวียนอยู่ภายในเส้นเลือดทั่วร่างกาย โดยมีหัวใจทำหน้าที่สูบฉีดเลือด อวัยวะสำคัญของร่างกายที่ทำหน้าที่สร้างเม็ดเลือด ได้แก่ ไขกระดูก เช่น กระดูกหน้าอก กระดูกแขน กระดูกซี่โครง กระดูกเชิงกราน กระดูกไขสันหลัง เป็นต้น ในร่างกายมนุษย์ (ผู้ใหญ่) จะมีเลือดประมาณ4,000 - 5,000 ซี.ซี. หรือ ปริมาณตามน้ำหนักของแต่ละคน คิดโดยประมาณคือ 80 ซี.ซี. ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัมอวัยวะ ในร่างกายมนุษย์ที่มีหน้าที่สร้างเม็ดโลหิตคือ ไขกระดูก เม็ดโลหิตที่สร้างจากไขกระดูก มี 3 ชนิดคือ เม็ดโลหิตแดง เม็ดโลหิตขาว และเกล็ดโลหิต เม็ดโลหิตทั้ง 3 ชนิด มีการเจริญเติบโตจากเซลล์อ่อน ไปเป็นเซลล์ที่เติบโตเต็มที่ และหลุดจากไขกระดูกเข้าไปในกระแสโลหิต เพื่อทำหน้าที่ต่างๆกัน เม็ดโลหิตแดงทำหน้าที่ลำเลียงออกซิเจน เพื่อให้เซลล์ของอวัยวะต่างๆ ใช้สันดาปอาหารเป็นพลังงาน เม็ดโลหิตขาว ทำหน้าที่ปกป้องและทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย ส่วนเกล็ดโลหิต ทำหน้าที่ช่วยให้โลหิตแข็งตัวตรงจุดที่มีการฉีกขาดของเส้นโลหิต เม็ดโลหิตแดงจะมีอายุการใช้งานอยู่ในกระแสโลหิตประมาณ 120 วัน เม็ดโลหิตขาว และเกล็ดโลหิตอายุประมาณ 5 – 10 วัน เม็ดเลือดสร้างจากไขกระดูก มี 3 ชนิด คือ เม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือด

2.1.1 เม็ดเลือดแดง

เม็ดเลือดแดง มีหน้าที่หลักในการนำออกซิเจน และอาหารที่ย่อยแล้วส่งไปยังเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย และรับของเสีย รวมทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากเซลล์ **เม็ดเลือดขาว** มีหน้าที่ป้องกันร่างกายจากสิ่งแปลกปลอม มีส่วนสำคัญในระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย **เกล็ดเลือด** มีความจำเป็นต่อ

การแข็งตัวของเลือด เวลาที่ท่านมีบาดแผลส่วนพลาสมา คือส่วนที่เป็นของเหลวสีเหลืองทำให้เม็ดเลือดลอยตัวอยู่ได้ เม็ดเลือดแดง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7-8 ไมโครเมตร รูปร่างเหมือนจานแต่บุ๋มตรงกลางทั้งสองข้าง มีอยู่ทั้งหมดประมาณร้อยละ 40-50 ของปริมาตรเลือดทั้งหมดของร่างกาย หรือปริมาณ 4-5 ล้านเซลล์ ต่อเลือดหนึ่งมิลลิลิตร เม็ดเลือดแดงมีอายุในกระแสโลหิตได้นานประมาณ 120 วัน โดยทั่วไปในวันหนึ่ง ๆ มีการสร้างเม็ดเลือดออกมาใหม่ ประมาณร้อยละ 9 ของจำนวนทั้งหมดที่มีอยู่ในร่างกาย โครงสร้างของเม็ดเลือดแดงประกอบด้วยสารไลโปโปรตีน (โปรตีนและไขมัน) และมีสารโปรตีนที่จับกับเหล็กที่เรียกว่า ฮีโมโกลบิน ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในการจับนำเอาออกซิเจนจากปอดไปเลี้ยงเนื้อเยื่อ และอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายทางเส้นเลือดแดง และนำคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นของเสียจากเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ กลับไปยังปอดเพื่อถ่ายทอดออกทิ้งไปทางเส้นเลือดดำ ในคนปกติ ผู้ชายจะมีฮีโมโกลบินประมาณ 14-18 กรัมในเลือด 100 มิลลิลิตร ผู้หญิงจะมีฮีโมโกลบินประมาณ 12-14 กรัมในเลือด 100 มิลลิลิตร หน้าที่สำคัญอีกประการหนึ่งของฮีโมโกลบิน คือ รักษาดุลความเป็นกรดด่างของเลือดให้อยู่ในเกณฑ์พอดี

2.1.2 เม็ดเลือดขาว

เม็ดเลือดขาว มีอยู่ประมาณ 5,000-10,000 เซลล์ ในเลือดหนึ่งมิลลิลิตร ประกอบด้วยเซลล์เม็ดเลือดขาว 5 ชนิดต่าง ๆ กัน โดยอาศัยคุณลักษณะในการติดสีที่ใช้ย้อม และลักษณะของนิวเคลียสเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ นิวโตรฟิล มีหน้าที่กำจัดบัคเตรี หรือสิ่งแปลกปลอมที่เป็นเม็ดเล็ก ๆ เมื่อมีเชื้อจุลินทรีย์เข้าสู่ร่างกายจะถูกนิวโตรฟิลจับเข้าไปในไซโตพลาสซึม ซึ่งมีแกรนนูลของนิวโตรฟิลคือไลโซโซมส์อยู่ ไลโซโซมส์เป็นถุง ซึ่งภายในบรรจุน้ำย่อยจำพวกเหล่านี้ออกมาย่อยเชื้อจุลินทรีย์และสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดเล็ก ๆ เหล่านี้ ลิมโฟไซท์ที่กำเนิดมาจากต่อมไธมัส ซึ่งเป็นแหล่งกลางของปฏิกิริยาทางอิมมูน เป็นตัวส่งลิมโฟไซท์ออกไปให้กำเนิดแก่ลิมโฟไซท์ ในอวัยวะน้ำเหลืองอื่น ลิมโฟไซท์ชนิดนี้มีความจำ และจะทำลายสิ่งที่ไม่เหมือนตัวเอง ลิมโฟไซท์ที่กำเนิดมาจากต่อมน้ำเหลืองของระบบทางเดินอาหาร ทำหน้าที่สร้างแอนติบอดี และควบคุมภาวะไวเกินจากภูมิคุ้มกัน ส่วนเซลล์ โมโนไซท์ มีหน้าที่ป้องร่างกายเช่นเดียวกับนิวโตรฟิล สามารถกินเชื้อจุลินทรีย์ เช่น บัคเตรี เชื้อรา ยีสต์ หรือแม้แต่เม็ดเลือดแดง โดยที่โมโนไซท์สามารถกินของใหญ่ ๆ ได้ บางทีจึงเรียกกันว่า แมคโครเฟจ เทียบกับนิวโตรฟิล ซึ่งเรียกว่า ไมโครเฟจ โมโนไซท์มีชีวิตในกระแสโลหิตที่หมุนเวียนเพียงระยะสั้นเท่านั้น ก่อนที่จะเคลื่อนย้ายเข้าสู่เนื้อเยื่อ แล้วเปลี่ยนรูปร่างกลายเป็นฮิสติโอไซท์ เบโซฟิลหรือมาสท์เซลล์ ปัจจุบันเชื่อว่ามีบทบาทสำคัญยิ่งในปฏิกิริยาภูมิแพ้ จากปฏิกิริยาของแอนติเจนกับแอนติบอดี โดยไปทำให้เม็ดแกรนนูลของเบโซฟิลสลายตัวปล่อยสารฮิสตามีน ซึ่งเป็นสารที่ทำให้มีอาการแพ้ออกมาอาการที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกัน ไปตามลักษณะอวัยวะที่เกิด เช่น ถ้าเป็นที่ผิวหนัง ทำให้มีอาการคัน ถ้าเป็นที่หลอดลม ทำให้หลอดลมตีบ ทำให้มีอาการเป็นหืด หรือถ้าหากมีสารฮิสามีนจำนวนมากเข้าไปในกระแสโลหิต อาจทำให้เกิดอาการช็อคได้ เช่น

ในกรณีของการแพ้เพนิซีลลิน เป็นต้น อีโอซิโนฟิล เชื่อว่ามีหน้าที่เกี่ยวกับการขจัดฤทธิ์ของฮิสตามีน และเกี่ยวข้องกับการติดเชื้อปาราสิต

2.1.3 เกล็ดเลือด

เกล็ดเลือด มีกำเนิดมาจากไซโตพลาสซึมของเมกาคาริโอไซท์ ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุด อยู่ในไขกระดูกคือมีขนาดประมาณ 35-160 ไมโครเมตร ภายในไซโตพลาสซึมมีเม็ดแกรนนูล นอกจากนั้นแล้ว ไซโตพลาสม์ยังมีขาเทียมเล็ก ๆ ยื่นออกมาเป็นจำนวนมาก และต่อมาจะหลุดออกมาเป็นเกล็ดเลือด เกล็ดเลือดมีจำนวนประมาณ 150,000 - 450,000 เซลล์ ในจำนวนเลือดหนึ่งมิลลิลิตร เกล็ดเลือดมีชีวิตอยู่ในกระแสโลหิตได้นานประมาณ 8-11 วัน เกล็ดเลือดมีหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการห้ามเลือดโดยตรง

2.1.4 การบริจาคโลหิต

การบริจาคโลหิต คือการเก็บโลหิตจากผู้มีความประสงค์จะบริจาค แล้วนำโลหิตดังกล่าวผ่านขบวนการคัดกรอง หากมีคุณสมบัติที่ดีจะถูกนำไปเก็บใน ธนาคารโลหิต หรือส่งไปยังโรงพยาบาลต่างๆ เพื่อนำออกมาใช้ในยามฉุกเฉินการบริจาคโลหิต สามารถทำได้ทุกๆ 3 - 4 เดือน ตามความเหมาะสมของสภาพร่างกายของบุคคลที่จะบริจาค ซึ่งผู้บริจาคจะต้องมีคุณสมบัติ ประกอบกับสุขภาพร่างกายที่แข็งแรง ซึ่งมีหน่วยเคลื่อนที่บริการในการรับบริจาคโลหิต หรือสามารถบริจาคได้ที่ศูนย์รับบริจาคประจำจังหวัด ของสภากาชาดไทย

2.1.5 ขั้นตอนการบริจาคเลือด

2.1.5.1 คุณสมบัติของผู้บริจาคเลือด อายุ 17 - 60 ปี ผู้ที่มีอายุ16 ปีจะต้องมีหนังสือยินยอมจากผู้ปกครองก่อนล่วงหน้าทุกครั้ง น้ำหนักตัว ไม่ต่ำกว่า 45 กิโลกรัม สุขภาพแข็งแรง นอนหลับอย่างน้อย 4 ชั่วโมง ควรรับประทานอาหารก่อนการบริจาคเลือด ไม่อยู่ในระหว่างกินยาปฏิชีวนะ หรือยากันเลือดแข็ง ไม่ได้รับการถอนฟัน ภายใน 72 ชั่วโมงก่อนการบริจาคเลือด รวมทั้ง ไม่มีบาดแผลสดหรือแผลติดเชื้อตามร่างกาย ไม่มีประวัติเคยเป็นโรคติดเชื้อ โรคไวรัสตับอักเสบชนิดบี หรือชนิดซี ไม่มีประวัติเคยตรวจพบเชื้อโรคตับอักเสบชนิดบี หรือชนิด ซีในเลือด ไม่มีประวัติเคยติดเชื้อโรคเอดส์หรือมีพฤติกรรมเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคเอดส์ได้แก่มีความสัมพันธ์ทางเพศกับผู้ขายบริการทั้งหญิงและชายมีพฤติกรรม รักร่วมเพศหรือเคยใช้ยาเสพติดชนิดฉีดหรือเคยถูกต้องโทษคุมขัง ไม่มีประวัติเป็นโรคมาลาเรียในระยะ 3 ปี ไม่มีประวัติเป็นผู้เสพยาเสพติดชนิดฉีด ไม่เคยได้รับเลือดหรือส่วนประกอบของเลือดภายใน 1 ปี ไม่เคยได้รับการสักเจาะหูฝังเข็มภายใน 1 ปี ไม่มีประวัติ

ความเจ็บป่วยที่การบริจาคเลือดอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อตนเอง ได้แก่ โรคเลือดจาง โรคลมชัก โรคความดันโลหิตสูง เบาหวาน โรคเลือดออกง่าย โรคหัวใจ วัณโรค โรคตับ โรคไต มะเร็ง การฉีดวัคซีนก่อนการบริจาคเลือด Rabies (โรคพิษสุนัขบ้า),Encephalitis (โรคเยื่อหุ้มอักเสบ), Hepatites B Immunoglobulin (ฉีดยาภายหลังการสัมผัสเชื้อ) เว้นระยะ 1 ปี Rubella (หัดเยอรมัน), Chickenpox (อีสุกอีใส),Anti – Tetanus Ig G เว้นระยะเวลา 4 สัปดาห์ Horse serum เว้นระยะเวลา 3 สัปดาห์ Tetanus toxoid เว้นระยะเวลา 48 ชั่วโมง Hepatitis B vaccine บริจาคเลือดได้ถ้าไม่มีอาการผิดปกติ (สำหรับกรณีให้vaccine เพื่อป้องกันการติดเชื้อในผู้ที่ไม่เคยได้รับเชื้อมาก่อน) ความถี่ของการบริจาคเลือดผู้ชายบริจาคเลือดได้ทุก 3 เดือน ผู้หญิงบริจาคเลือดได้ทุก 6 เดือน แต่ต้องไม่อยู่ในระหว่างการตั้งครรภ์ให้นมบุตร หรือกำลังมีประจำเดือน

2.1.5.2 ขั้นตอนการบริจาคเลือด

- ชั่งน้ำหนักตัว

- กรอกข้อมูลในแบบฟอร์มการบรจิาคเลือด ได้แก่ ชื่อ นามสกลุ อายุ ที่อยู่ที่ติดต่อได้ หมายเลขโทรศัพท์ ฯลฯ

- อ่านคำถามสำหรับผ้บูริจาคเลือดและตอบตามความเป็นจริง พร้อมทั้งลงชื่อ

- เจ้าหน้าที่ซักถามเกี่ยวกับคณุสมบัติประวัติสุขภาพในอดีต และปัจจุบัน วัดความดันโลหิต

- ตรวจความเข้มข้นของเลือด โดยเจ้าหน้าที่จะเจาะเลือดที่ปลายนิ้ว ซึ่งถ้าต่ำกว่ามาตรฐานห้ามบริจาคเลือด

-. บริจาคเลือด โดยเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญจะเจาะเลือดจากบริเวณข้อพับแขน (ผู้ที่ต้องการยาชาควรแจ้งให้เจ้าหน้าที่ทราบก่อนเจาะ) การบริจาคเลือดกินเวลาประมาณ 5 – 6 นาที อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเจาะเลือดเป็นของใหม่ที่ผ่านการฆ่าเชื้อเรียบร้อยและใช้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นเมื่อบริจาคเลือดเสร็จแล้ว เจ้าหน้าที่จะปิดแผลให้ด้วยสำลีและพลาสเตอร์ ควรใช้นิ้วมือกดทับตรงตำแหน่งที่เจาะและเหยียดแขนตรงไม่งอพับแขน จนกว่าเลือดจะหยุดไหล

2.1.5.3 ระยะเวลาในการเจาะเลือดรวมระยะเวลาทั้งสิ้นประมาณ 30 - 45 นาที

2.1.5.4 การปฏิบัติตัวภายหลังการบริจาค

- นอนพักสักครู่หลังการบริจาคเลือดห้ามลุกจากเตียงทันทีเพราะอาจเวียนศีรษะเป็นลมได้

- ควรรับประทานขนมหวานและน้ำหวานที่จัดเตรียมไว้ให้

- เปลี่ยนสำลีปิดแผลด้วยพลาสเตอร์ปิดแผล ซึ่งควรดึงออกทิ้งในตอนเย็นของวันนั้น

- หากมีอาการผิดปกติทั้งก่อน ขณะหรือหลังการบริจาคเลือด เช่น หน้ามืด เวียนศีรษะ ควรรีบแจ้งเจ้าหน้าที่ให้ทราบทันที

- หากท่านมีข้อสงสัย เกี่ยวกับคุณสมบัติหรือประวัติที่ทำให้ไม่สามารถบริจาคเลือดได้ กรุณาสอบถามจากเจ้าหน้าที่และขอคำปรึกษาแนะนำจากแพทย์

- หากมีความผิดปกติใดๆ เกิดขึ้นหลังการบรจิาคเลือดควรติดต่อภาควชิาเวชศาสตร์การธนาคารเลือดโรงพยาบาลศิริราช ตึก 72 ปีชั้น 3 หรือโทรศัพท์แจ้งที่หมายเลข 0 – 2412 – 2424

2.1.5.5 ผลการตรวจเลือด

เลือดของท่านจะได้รับการตรวจต่างๆ ดังต่อไปนี้

- หมู่เลือด ABO (A,B,AB,O) และ Rh (บวกหรือลบ)
- ตรวจกรองหาแอนติบอดีต่อ แอนติเจนของหมู่เลือดระบบต่างๆ
- ตรวจหาร่องรอยการติด เชื้อต่างๆ ที่ถ่ายทอดได้ทางเลือด
  - โรคเอดส์ (anti-HIV,HIV antigen)
  - โรคตับอักเสบชนิดบี (HBsAg)
  - โรคตับอักเสบชนิด ซี (anti – HCV)
  - โรคซิฟิลิส (VDRL)

การส่งผลการตรวจเลือด ภาควิชาเวชศาสตร์การธนาคารเลือดจะส่งผลดังกล่าวไปให้ท่านที่แจ้งความประสงค์ไว้พร้อมกับบัตรประจำตัวผู้บริจาคเลือด ภายในเวลาประมาณ 2 สัปดาห์สำหรับท่านที่ไม่ต้องการทราบผลการตรวจหาร่องรอยการติดเชื้อ จะแจ้งเฉพาะผลหมู่ตรวจเลือด ABO และ Rh พร้อมกับแจ้งกำหนดนัดวันเจาะเลือด ครั้งต่อไป

2.2 โหลดเซลล์ [4]

ปัจจุบันเครื่องมือวัดน้ำหนักที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมคือโหลดเซลล์ (Load Cell) แบบสเตรนเกจ (Strain Gage) อย่างไรก็ดี ก่อนที่โหลดเซลล์จะเป็นที่นิยม เราใช้ตาชั่งแบบคานเป็นเครื่องมือวัดน้ำหนักในงานอุตสาหกรรม โดยใช้ชั่งวัดตั้งแต่ยาเม็ดเล็ก ๆ จนกระทั่งในงานอุตสาหกรรมรถยนต์ ตาชั่งแบบคานเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำและเชื่อถือได้ หากได้รับการสอบเทียบและบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันได้มีการใช้ระบบชั่งวัดที่มีความทันสมัยมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งโหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ ซึ่งวิวัฒนาการของโหลดเซลล์ได้เริ่มขึ้นจากการคิดค้นวงจรสะพานไฟฟ้าของ เซอร์ชาลส์วีทสโตน นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ วงจรที่เขาได้คิดค้นขึ้นเหมาะสำหรับใช้วัดการเปลี่ยนแปลงความต้านทานที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์วัดความเครียดหรือสเตรนเกจ ซึ่งได้รับการพัฒนาต่อมาในคริสต์ศตวรรษ 1940 แม้ในยุคเริ่มต้นการใช้สเตรนเกจมีความยุ่งยาก แต่ต่อมาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้สเตรนเกจกลายเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานได้ง่ายขึ้นในขณะที่มีราคาถูกลง ปัจจุบันนี้แม้ในระดับห้องปฏิบัติการที่ต้องการวัดด้วยความแม่นยำสูง ยังคงมี

ความจำเป็นต้องใช้ตาชั่งแบบคานในการชั่งวัดอยู่ แต่ในงานอุตสาหกรรม ได้มีการใช้โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจอย่างแพร่หลาย โหลดเซลล์แบบนิวแมติกมักจะใช้ในกรณีที่ต้องการความปลอดภัยและความสะอาดของสภาพการทำงาน ส่วนโหลดเซลล์แบบไฮดรอลิกมักจะมีการใช้ในที่ที่เข้าถึงได้ยากเนื่องจากโหลดเซลล์แบบนี้ไม่ต้องการแหล่งจ่ายพลังงานแต่อย่างใด อุปกรณ์ตรวจวัดแบบโหลดเซลล์ที่มีสเตรนเกจนี้มีความแม่นยำอยู่ในช่วง 0.03-0.25 % ของช่วงการวัดแบบเต็มสเกล (Full Scale) และเหมาะสมที่จะใช้ในงานอุตสาหกรรมเกือบทุกรูปแบบ ในการใช้งานที่ไม่ต้องการความแม่นยำมากนัก เช่น ในการขนถ่ายวัสดุที่เป็นก้อน ๆ หรือการตรึงหรือดึงน้ำหนักรถบรรทุก แท่นชั่งน้ำหนักแบบที่มีขีดสเกลยังคงมีใช้อยู่อย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามในการใช้งานแบบนี้ แรงที่กระทำต่อคานกลไกมักจะถูกวัดโดยโหลดเซลล์ ทั้งนี้เป็นเพราะโหลดเซลล์มีความเหมาะสมกับการใช้งานในระบบดิจิตอลซึ่งอาจถูกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์อีกทีหนึ่ง ข้อดีและสมรรถนะของโหลดเซลล์แบบต่าง ๆ แสดงอย่างย่อใน

2.2.1 หลักการทำงานของโหลดเซลล์

การออกแบบโหลดเซลล์จะขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณที่จะออกจากตัวโหลดเซลล์เป็นสำคัญ เช่น สัญญาณออกที่ต่อเข้ากับระบบนิวแมติก ไฮดรอลิก หรือไฟฟ้า นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงชนิดของแรงที่ต้องการวัด แรงบิด แรงเฉือน แรงกด แรงดัด เป็นต้น

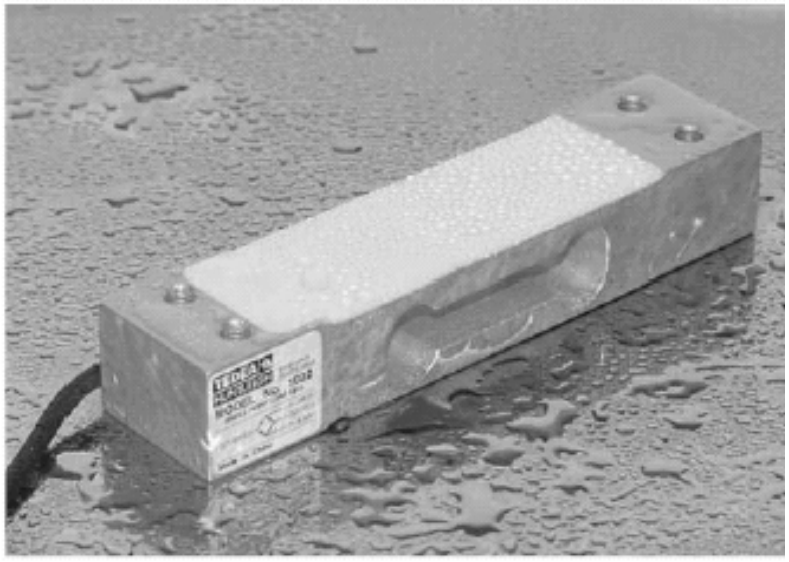
โหลดเซลล์แบบไฮดรอลิก วัดน้ำหนักจากการเปลี่ยนแปลงความดันของของเหลวภายในระบบเมื่อมีแรงมากระทำที่แท่นรับน้ำหนักในโหลดเซลล์แบบไฮดรอลิกที่มีแผ่นไดอะแฟรมม้วน แรงจะถูกส่งผ่านลูกสูบเป็นผลให้ของเหลวภายในช่องแผ่นไดอะแฟรมถูกกดอัด การวัดแรงที่เกิดขึ้นสามารถวัดได้จากความดันของของเหลว ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับแรงดันของของเหลวนี้ มีลักษณะเป็นแบบเชิงเส้น โดยไม่ขึ้นกับอุณหภูมิและปริมาณของของเหลวในกระบอกสูบ ถ้าโหลดเซลล์แบบนี้ได้รับการติดตั้งหรือสอบเทียบที่เหมาะสม ความแม่นยำในการวัดควรจะอยู่ที่ 0.25% ของช่วงการวัดเต็มสเกลหรือดีกว่านั้น ระดับความแม่นยำนี้เป็นที่ยอมรับได้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป เนื่องจากเครื่องมือวัดแบบนี้ไม่ต้องใช้ไฟฟ้า จึงเหมาะที่จะใช้ในพื้นที่ที่อันตราย ข้อเสียของโหลดเซลล์แบบไดอะแฟรมนี้ คือสามารถรับแรงสูงสุดได้ไม่เกิน 1000 psig ในงานที่ต้องการวัดแรงดันสูงจะต้องใช้โหลดเซลล์แบบที่มีไดอะแฟรมทำด้วยโลหะซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้ถึง 10,000,000 ปอนด์โดยทั่วไปแล้วโหลดเซลล์แบบไฮดรอลิกมักจะใช้ในการวัดน้ำหนักถังเก็บวัสดุหรือแทงก์ สำหรับกรณีที่ต้องการความแม่นยำสูงสุด การวัดควรจะใช้โหลดเซลล์หลายตัวมาวัดที่จุดรองรับแต่ละตำแหน่ง เนื่องจากการกำหนดระนาบจะต้องใช้จุด 3 จุด ดังนั้นการวัดน้ำหนักวัตถุที่มีขนาดใหญ่จึงควรจะใช้โหลดเซลล์ 3 ตัวเพื่อวัดน้ำหนัก ณ จุดรองรับวัตถุทั้ง 3 จุด น้ำหนักของวัตถุจะหาได้จากผลรวมของค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากโหลดเซลล์ทั้งสามนั่นเอง

ความแม่นยำกว่าแบบไฮดรอลิก เพราะมีการใช้ช่องว่างหลายช่องในการหน่วงความดันของของเหลว และลดการสั่นสะเทือน โหลดเซลล์แบบนิวแมติกนี้มักจะใช้วัดสิ่งของที่มีน้ำหนักไม่มากนักในงานอุตสาหกรรมที่ต้องการความสะอาดและความปลอดภัยสูง จุดเด่นของโหลดเซลล์แบบนี้คือสามารถทนแรงกระแทกได้สูงและไม่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ นอกจากนี้ระบบนิวเมติกไม่ใช้ของเหลวในเครื่องมือวัดเหมือนระบบไฮดรอลิกทำให้มั่นใจได้ว่าจะไม่มีของเหลวมาปนเปื้อนสิ่งที่ต้องการจะวัดถ้าไดอะแฟรมมีการแตกร้าว อย่างไรก็ตาม โหลดเซลล์แบบนี้มีข้อเสียคือความเร็วในการตอบสนองต่ำและต้องใช้งานในสภาวะแวดล้อมที่สะอาดปลอดความชื้นและจะต้องมีการควบคุมอากาศหรือไนโตรเจนภายในเครื่องให้เหมาะสม

2.2.2 โหลดเซลล์แบบวัดความเค้นโดยตรง ใช้คานแบบที่วัดแรงดัดนั่นเอง แต่ติดตั้งอยู่ภายในแนวของเสาหรือสิ่งที่ต้องรับแรง คานจะจับยึดในแนวตั้งพร้อมด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดความเครียด 2 ตัวที่ติดอยู่ในแนวเดียวกับเสา และอีก 2 ตัวจะติดอยู่ในแนวขวางของเสา เสาอาจจะเป็นสี่เหลี่ยม วงกลมหรือวงกลมที่มีการแต่งผิวให้เรียบเพื่อให้เหมาะกับการติดอุปกรณ์วัดความเครียดก็ได้ นอกจากนี้ตัวกล่องยังป้องกันอุปกรณ์ตรวจวัดความเครียดไม่ให้เกิดความเสียหายจาสภาพแวดล้อม กล่องของเซลล์จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1–1/2 นิ้ว ซึ่งรับแรงได้ 100-500 ปอนด์ สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-1/2 นิ้วซึ่งเหมาะสำหรับการชั่งรถบรรทุก ถังและถังเก็บที่รับน้ำหนักได้ถึง 500,000 ปอนด์

2.2.3 โหลดเซลล์แบบเกลียว เหมาะสำหรับรับแรงอัดนอกแนวแกน การทำงานของโหลดเซลล์แบบเกลียวมีพื้นฐานมาจากการใช้สปริง โดยสปริงจะเป็นตัวสมดุลแรงโมเมนต์ความตึงในตัวของมันเอง แรงปฏิกิริยาของความตึงจะเคลื่อนที่จากด้านบนของเกลียวไปสู่ด้านล่าง ซึ่งการวัดโมเมนต์ของความตึงจะใช้สเตรนเกจติดเข้ากับตัวสปริง โหลดเซลล์แบบเกลียวจะให้ความเที่ยงตรงในการวัดที่เชื่อถือได้มาก โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายมากในการทำโครงสร้างยึดติด แรงที่กระทำแบบไม่สมมาตรหรือเป็นแรงนอกแนวแกนให้ผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อสปริงและเซนเซอร์สเตรนเกจสามารถวัดได้ทั้งแรงตึงและแรงอัด โหลดเซลล์แบบเกลียวสามารถติดตั้งได้แม้พื้นผิวจะขรุขระหรือพื้นผิวด้านบนและล่างที่ไม่ขนานกัน ซึ่งความผิดพลาดทั้งหมดไม่เกิน 0.5% ของความต้านทานแรงสั่นสะเทือนหรือแรงที่เกิน (รับแรงได้ถึงพันเท่าที่กำหนด) จึงทำให้เหมาะที่จะนำมาใช้วัดแรงในแนวแกน ยานพาหนะที่นั่งหรือในงานรถยกได้ดี

โหลดเซลล์ที่ใช้ในการทำเครื่องชั่งน้ำหนักของโครงการนี้เป็น Single Point Load Cell ชนิด Beam–Type Load Cell มีลักษณะดังในรูปที่ 2.1 และมีคุณสมบัติต่าง ๆ ตามที่แสดงใน Data sheet



รูปที่ 2.1 แสดงโหลดเซลล์ที่ใช้ในการทำเครื่องชั่งน้ำหนัก

การใช้เพื่อวัดแรงโดยปกติแล้วต้องการความเชื่อถือได้ (Reliability) แต่ในการออกแบบใช้งานจำเป็นต้องรู้คุณลักษณะทางฟิสิกส์ของแท่งโลหะที่นำมาใช้ รวมทั้งรูปแบบของแท่งโลหะและตำแหน่งการติดตั้ง ซึ่งจึงว่ายุ่งยากพอสมควร อย่างไรก็ตามในปัจจุบันได้มีการผลิตชุดวัดแรงที่ใช้สเตรนเกจออกมาเป็นอุปกรณ์ค่อนข้างสำเร็จรูปเรียกว่า โหลดเซลล์(Load cell) ซึ่งโหลดเซลล์จะประกอบขึ้นจากแท่งโลหะที่มีการติดตั้งสเตรนเกจ แล้วทำหน้าที่เป็นตัวตรวจรู้แรง (Force Sensor) โดยเฉพาะ ทำให้สะดวกต่อการนำไปใช้งานในทางปฏิบัติเมื่อต้องการใช้งานโหลดเซลล์ เพียงแค่จ่ายแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงตามที่กำหนดให้กับโหลดเซลล์ ก็จะได้เอาท์พุตที่เป็นแรงดันที่แปรผันโดยตรงกับแรงที่มากระทำ จากนั้นก็นำสัญญาณที่ได้ผ่านวงจรขยายเพื่อนำไปใช้งานต่อไป โดยสามารถส่งไปยังหน่วยประมวลผลหรือหน่วยทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้เลยทันที โหลดเซลล์ที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบันมีหลายชนิดหลายแบบ

2.2.4 โหลดเซลล์ เซนเซอร์ที่สามารถแปลงค่าแรงกด หรือแรงดึง เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าได้ เหมาะสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกลของชิ้นงาน (Mechanical Properties of Parts) โหลดเซลล์ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก การทดสอบแรงกดของชิ้นงาน การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน การทดสอบการเข้ารูปชิ้นงาน (Press fit) ใช้สำหรับงานทางด้านวัสดุ โลหะ ทดสอบโลหะ ชิ้นส่วนรถยนต์ วิศวกรรมโยธา ทดสอบคอนกรีต ทดสอบไม้ ฯลฯ

2.2.5 โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ

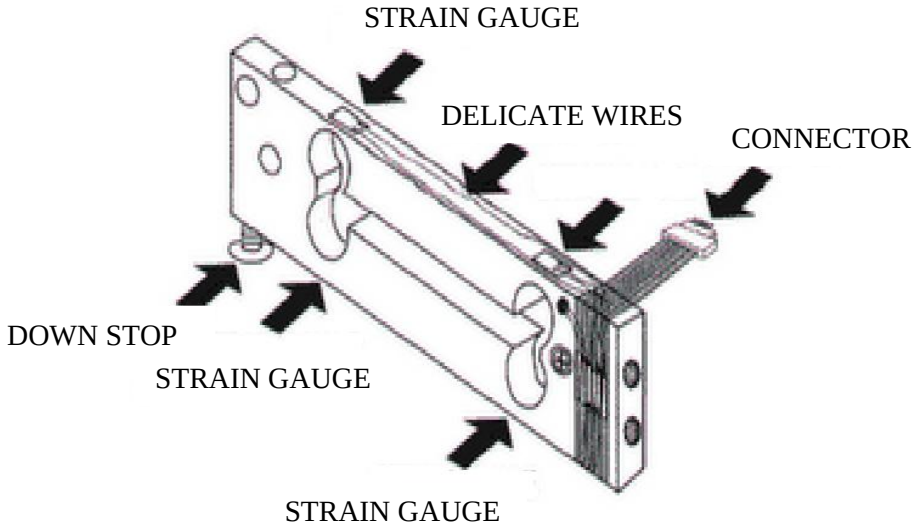
หลักการของโหลดเซลล์ ประเภทนี้ก็คือ เมื่อมีน้ำหนักมากระทำความเครียด (Strain) จะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำปกติแล้วมักจะใช้เกจวัดความเครียด 4 ตัว (วงจร Wheatstone Bridge Circuit) ในการวัดโดยเกจตัวต้านทานทั้งสี่จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้แปลงแรงที่กระทำกับตัวของมันไม่ว่าจะเป็นแรงกดหรือแรงดึงส่ง สัญญาณออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า โดยที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะมีหน่วยเป็น mV/V หมายความว่า ถ้าจ่ายแรงดัน 10 V ให้กับ Load cell ที่มี Spec.2 mV/V ที่ Full load สมมุติว่าน้ำหนักเป็น 2,000 กิโลกรัม

ดังนั้นเมื่อมีแรงกระทำต่อ Load cell ที่น้ำหนัก Full load สัญญาณที่จะได้ก็จะได้เท่ากับ 20 mVซึ่งก็พอจะแจงคร่าวๆ คือ

0 Kg = 0 mV

1000 Kg = 10 mV

2000 Kg = 20 mV



รูปที่ 2.2 โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ

2.2.6 โหลดเซลล์แบบไฮดรอลิก

ลักษณะของการทำงานก็คือจะวัดน้ำหนักจากการเปลี่ยนแปลงความดันของของเหลวภายในระบบเมื่อมีแรงมากระทำที่แท่นรับน้ำหนักในโหลดเซลล์แบบไฮดรอลิกที่มีแผ่นไดอะแฟรม โดยแรงจะถูกส่งผ่านลูกสูบเป็นผลให้ของเหลวภายในช่องแผ่นไดอะแฟรมถูกกดอัด ซึ่งการวัดแรงที่เกิดขึ้นสามารถวัดได้จากความดันของของเหลวความสัมพันธ์ระหว่างแรงกระทำกับแรงดันของของเหลวนี้ มีลักษณะ

เป็นแบบเชิงเส้นและไม่ขึ้นกับอุณหภูมิและปริมาณของของเหลวในกระบอกสูบโดยปกติโหลดเซลล์แบบนี้จะความแม่นยำ (Accuracy) ในการวัดอยู่ที่ประมาณ 0.3 % ที่ Full Scale ซึ่ง ระดับความแม่นยำนี้ก็เป็นที่ยอมรับได้ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป ข้อดีของโหลดเซลล์แบบนี้คือ สามารถที่จะใช้ในพื้นที่ที่อันตราย(Hazardous Area) เช่น พวกโรงงานที่มีวัตถุไวไฟต่างๆ เนื่องจาก Load cell แบบนี้ไม่ต้องใช้ไฟฟ้าในการวัด สำหรับข้อเสียของโหลดเซลล์แบบไดอะแฟรมนี้ คือสามารถรับแรงสูงสุดได้ไม่เกิน 1000 psig เท่านั้นครับซึ่งจะไม่เหมาะกับการใช้ในงานที่ต้องการวัดแรงดันสูง

2.2.7 โหลดเซลล์แบบนิวแมติก

จะทำงานโดย ใช้หลักการสมดุลแรงเช่นเดียวกับแบบไฮดรอลิก แต่ต่างกันที่ โหลดเซลล์แบบนี้จะมีความแม่นยำกว่าแบบไฮดรอลิก เพราะว่ามีการใช้ช่องว่างหลายช่อง ในการหน่วงความดันของเหลวเพื่อลดแรงสั่นสะเทือน โหลดเซลล์แบบนี้ มักจะใช้วัดสิ่งของที่มีน้ำหนักไม่มากนักในงานอุตสาหกรรมที่ต้องการความสะอาดและความปลอดภัยสูง สำหรับจุดเด่นของโหลดเซลล์แบบนี้ คือสามารถทนแรงกระแทกได้สูงและไม่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมินอกจากนี้ ในระบบนิวเมติกจะไม่ใช้ของเหลวในเครื่องมือวัด เหมือนกับระบบไฮดรอลิก ทำให้ไม่มีของเหลวมาปนเปื้อนโดนสิ่งที่ต้องการจะวัดในกรณีที่ไดอะแฟรมมีการแตกร้าว สำหรับข้อเสีย ของ Load cell แบบนี้มีคือความเร็วในการตอบสนองต่ำและต้องใช้งานในสภาวะแวดล้อมที่สะอาดปลอดความชื้น อีกทั้งยังจะต้องมีการควบคุมอากาศหรือไนโตรเจนภายในเครื่องให้เหมาะสม

2.2.8 การเสียหายของ Load cell

เราได้รู้กันมาแล้วว่า Load cell คืออุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าแรง หรือน้ำหนักที่กระทำกับ Load cell โดยที่ Load cell จะเปลี่ยนแรงหรือน้ำหนักให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า (mV/V) ซึ่งจะมีทั้งแบบ 1, 2, 3 mV/V แต่ในบ้านเราที่มีใช้กันอยู่ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ 2mV/V หรือ 3mV/V การเสียหายของ Load cell คือการที่ Load cell ไม่สามารถวัดค่าได้ หรือวัดค่าไม่ได้ไม่ตรงโดยสัญญาณเอาท์พุทที่ส่งออกมาสูงเกินไป Overload หรือสัญญาณเอาท์พุทที่จ่ายออกมาไม่นิ่ง

2.2.9 สาเหตุที่ทำให้ Load Cell เสีย

- Over Weighing (Overload) การใช้น้ำหนัก หรือแรงกด เกินพิกัดของ Load cell และการที่มีแรงกระแทกลงบน Load cell เกินพิกัดของ Load cell

- Humidity, Noise (Drifting output) การที่มีความชื้นในสาย Load cell หรือ Summing box และการที่มีสัญญาณรบกวนเข้ามาในสาย Load cell เกิดจากการเดินสาย Load cell ใกล้สาย Power

- Mechanical error (Non-repeatability problem) การติดตั้ง Load cell ไม่สมดุล การที่มีโครงสร้างค้ำยัน หรือท่อที่มาต่อกับถัง แข็งเกินไปไม่สามารถให้ตัวได้

- Mistake installation or mistake wiring (Negative voltage output) การติดตั้ง Load cell ในทิศทางกลับกันและการต่อสายสัญญาณสลับกัน

- Electric welding and Lightning (No output) การเชื่อมโครงสร้างด้วยการเชื่อมไฟฟ้าโดยที่มี Load cell ติดตั้งอยู่ การเกิดฟ้าผ่า

2.3 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันทีตัวตรวจวัดหรือสวิทตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

2.3.1 หลักการทำงานของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (solid state) ที่ทำงานแบบลอจิก(Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC คล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ทั่วไป จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid State Digital Elements จะทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก การใช้ PLC สำหรับการควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในงานควบคุมและในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบ รีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้ายุ่งยาก ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือ ลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ เปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูงรวมทั้งยุงยากในการแก้ไข แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ PLC แล้วการเปลี่ยนลำดับการทำงานหรือการเปลี่ยนแปลงแก้ไขกระบวนการผลิตใหม่นั้นสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้นและสะดวกกว่าเมื่อต้องการแก้ไขและปรับปรุงขั้นตอนการทำงานของวงจร

2.3.2 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้ หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

- **RAM** (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับ การใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

- **EPROM** (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

- **EEPROM** (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ดังนี้

1. ภาคอินพุต (Input Section)
2. ตัวประมวลผล (CPU)
3. หน่วยความจำ (Memory)
4. ภาคเอาต์พุต (Output Section)
5. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

1. ภาคอินพุต (Input Section)

ทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามา จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลต่อไปยังตัวประมวลผล (CPU) เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป โดยข้อมูลที่รับเข้ามา เป็นสัญญาณอินพุทมาจากเซนเซอร์(Sensor) ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) และ เอนโคดเดอร์ (Encoder) เป็นต้นรับค่าสภาวะสั่งงาน จากอุปกรณ์ที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งค่าต่างๆเหล่านี้ ไปยัง CPU เพื่อประมวลผลตามคำสั่งของผู้ใช้ต่อไป

การติดตั้งอินพุทโดยต่อร่วม จุดร่วมอ้างอิงด้วยขนาดแรงดัน +12 VDC ผ่านเข้ามาโดยรับค่าสภาวะสั่งงาน จากอุปกรณ์ที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งค่าต่างๆเหล่านี้ ไปยัง CPU เพื่อประมวลผลแล้วส่งออก Output ต่อไป

2. ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based)ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุทต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุท

3. หน่วยความจำ (Memory)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึ่งเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

4. ภาคเอาท์พุต (Output Section)

ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลรับค่าสัญญาณ ที่ได้จากการประมวลผลแล้วขยายออกให้มีขนาดใหญ่พอที่จะขับอุปกรณ์ภายนอก เช่นคอนแทคเตอร์ หลอดไฟ ฯลฯ นอกจากนี้แล้วหน่วยเอาท์พุทยังทำหน้าที่แยกสัญญาณภายในและภายนอกออกจากกัน เพื่อป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ และมีจุดร่วมอ้างอิงขนาดแรงดัน +12 VDC ใช้ต่อร่วมกัน

5. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุท / เอาท์พุท เพื่อให้สามารถทำงานได้มีแรงดันขนาด 24 VDC และ 12 VDC

ส่วนประกอบของ PLC

PLC แบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)
2. ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output : I/O)
3. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้ CPU จะยอมรับ (Read) อินพุต เดต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอ โมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุทและเอาท์พุท และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยั แหล่งจ่ายไฟ ท เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec. (0.001-0.1วินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุท/เอาท์พุท หรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุทมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปที่หน่วยเอาท์พุท ซึ่งการสแกนของ PLC ประกอบด้วย

1. I/O Scan คือ การบันทึกสภาวะข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นอินพุท และให้อุปกรณ์เอาท์พุททำงาน
2. Program Scan คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง

2.3.3 ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้ สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้นสัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้า ได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC

2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร

3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering) ในส่วนของเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุท ได้แก่ พรอกซิมิตี้สวิตช์ (Proximility Switch) ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ไทเมอร์(Timer) โฟโตอิเล็กทริกสวิตช์ (Photoelectric Switch) เอนโค้ดเดอร์ (Encoder) เคาน์เตอร์(Counter) เป็นต้น

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณเอาท์พุท ได้แก่ รีเลย์ (Relay) มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) โซลินอยด์ (Solenoid) ขดลวดความร้อน (Heat Coil) หลอดไฟ (Lamp) เป็นต้น

2.3.4 ภาษาที่ใช้สำหรับ PLC ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 1131-3 กำหนดไว้ 5 ภาษา คือ LD (Ladder diagram), FBD (Function block diagram),IL(Instruction list), ST(Structure text) และ SFC(Sequential function chart) ถึงแม้ว่าลักษณะโครงสร้างของ แต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกัน แต่ในแต่ละภาษาจะมีส่วนประกอบต่างๆ ในโปรแกรมมีลักษณะเดียวกันตามมาตรฐาน IEC 1131-3 เช่น ลักษณะการประกาศตัวแปร ฟังก์ชั่น และฟังก์ชันบล็อก เป็นต้น แต่

อย่างไรก็ตาม เราสามารถที่จะเขียนโปรแกรมโดยนำรูปแบบการเขียนในภาษาต่างๆ มารวมกันได้ ได้แก่ ภาษาแลดเดอร์ ภาษาบูลลีน ภาษาสเตจ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤษณะ สง่าแสง [8] ได้ทำการการศึกษาวิจัยและออกแบบสร้างเครื่องปั่นแยกเม็ดโลหิต ซึ่งเป็นการพัฒนาจากการปั่นจากเครื่องปั่นแยกเม็ดโลหิต 2 ซึ่งสามารถทำการแยกปั่นส่วนต่าง ๆ ของโลหิตเพื่อจะให้แก่ผู้ป่วย การแยกนั้นสามารถทำโดยใช้เครื่องปั่นแยกเม็ดโลหิต ให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมและสามารถกำหนดขนาดให้เหมาะสมกับความต้องการของโรงพยาบาลขนาดกลาง

ณรงค์ อภยานุกูล และ วินัย สุขแก้ว [9] ได้ทำการการศึกษาเครื่องเขย่าเลือดพร้อมชั่งน้ำหนักอัตโนมัติขึ้นซึ่ง ผู้บริจาคเลือดที่รู้สึกผิดปกติสามารถกดปุ่มเรียกฉุกเฉินได้จากตัวเครื่อง กรณีที่เจ้าหน้าที่ไม่ได้เฝ้าดูแลอย่างใกล้ชิด จะมีเสียงเตือนเมื่อเลือดไหลช้ากว่าปกติ ค่าของการนับเวลาตั้งเอาไว้ให้มีการนับจาก 0-15 นาที การแสดงผลของหน้าจอมี 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร บรรทัดแรกแสดงค่าน้ำหนักของถุงเลือดที่ได้จากการชั่งน้ำหนัก ต่อด้วยขนาดของถุงเลือดที่ทำการเลือกเอาไว้ บรรทัดที่ 2 แสดงเวลาที่ใช้ในการชั่งวัดน้ำหนักของถุงเลือด เพื่อความสะดวกและรวดเร็วต่อบุคลากรที่รับบริจาคโลหิตและตัวผู้บริจาคโลหิตเองในส่วนของการทำงานนั้น จะนำเอาเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์มาเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องชังน้ำหนัก เป็นตัวประมวลผลและสั่งการควบคุม โดยการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในการขับเคลื่อน เพื่อให้ถุงโลหิตสามารถเขย่าไปมาได้ และตัวยาที่อยู่ในถุงผสมกับเลือดที่ได้รับบริจาคเพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด ขณะที่วิธีใช้งานนั้นเครื่องจะทำการเลือกขนาดของถุงเลือดก่อนโดยการชั่งน้ำหนัก ซึ่งมี 2 ขนาด คือ ขนาด 350 มิลลิลิตร และขนาด 450 มิลลิลิตร

วิบูลย์ ศิริวงศ์ความ [7] ได้ทำการศึกษาวิจัยและออกแบบสร้างเครื่องปั่นแยกเม็ดโลหิต ซึ่งสามารถทำการแยกปั่นส่วนต่าง ๆ ของโลหิตเพื่อจะให้แก่ผู้ป่วย การแยกนั้นสามารถทำโดยใช้เครื่องปั่นแยกเม็ดโลหิต และต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความเร็วของมดเตอร์ที่ใช้ในการปั่น จากหลักการดังกล่าวแล้วเครื่องสามารถใช้งานอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ซึ่งนำไปทดลองที่โรงพยาบาลศิริราช

สุทธิภาคย์ สุขสนิท และ ชัชวาล ทองทำมา [10] ได้ศึกษาเครื่องเขย่าเลือกที่มีต้นทุนการผลิตต่ำ อีกทั้งยังสามารถหาอุปกรณ์ในการสร้างได้ง่ายและเพื่อศึกษาการทำงานและประสิทธิภาพของเครื่องเขย่าเลือดที่สร้างขึ้น โดยแบ่งการทดลองเป็น 6 ตอน คือ ตอนที่ 1 ออกแบบเครื่องเขย่าเลือดและการประกอบเครื่อง ตอนที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องฯสามารถทำให้เลือดผสมเป็นเนื้อสารเดียวกันได้ ตอนที่ 3 ศึกษาปริมาตรของถุงเลือดพบว่า ถุงเลือดขนาด 350 cc จะสามารถรวมตัวเป็นสารเนื้อเดียวกันได้ไวกว่า ตอนที่ 5 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธภาพของเครื่องที่สร้างขึ้นกับ

เครื่องที่มีใช้ในโรงพยาบาล พบว่า มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกัน ตอนที่ 6 ศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและคุณลักษณะของเครื่อง พบว่า ต้นทุนการผลิตเครื่องที่สร้างขึ้นจะถูกกว่าที่ขายตามท้องตลาด

จันทภูมิ วงศ์เกษม [11] ได้ศึกษาเรื่องเครื่องเขย่าน้ำแผ่นปริ้นซึ่งเป็นการ ช่วยให้สะดวกสบายขึ้นในการเขย่าเคลือบและอบ ช่วยให้ไม่เสียเวลาในการทำขั้นตอนต่างๆและได้ดำเนินการทดสอบและทดลองคือ ได้นำเครื่องเขย่าแผ่นปริ้นนี้ไปทดสอบใช้กับแผ่นปริ้นของจริง โดยได้นำไปทำการเขย่าโดยใช้เครื่องนี้เป็นตัวเขย่า และนำมาเคลือบแล้วอบ โดยทำติดต่อกันเป็นเวลา 2ชั่วโมงผลปรากฏว่าได้แผ่นปริ้นที่ผ่านการเขย่าและเคลือบจำนวน 6 แผ่น และแผ่นปริ้นทุกแผ่นไม่มีการเสียหาย นำมาใส่ใช้งานได้ ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงานนี้ ได้ความรู้เรื่องกลไกของมอเตอร์และการนำมาประยุกต์ใช้งาน ได้ความรู้เรื่องเดินสายไฟ ได้ความรู้เรื่องวงจรตั้งเวลา

ประทีป อนุกูลประเสริฐ และสมชาย มนตรีศรี [14] ได้ทำการการศึกษาวิจัยเรื่องเครื่องชั่งนำหนักดิจิตอล เครื่องชั่งดิจิตอลใช้หลักการของการวัดความยืดของเหล็กหรือวัสดุ จึงเลือกอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ชนิดสเตรนเกจ ซึ่งเป็นทรานสดิวเซอร์ที่เหมาะสมที่สุด ที่จะนำมาติดที่เหล็กหรือวัสดุที่ทดลองแล้วนำมาต่อวงจรเป็นวงจรบริดจ์สมดุล จากหลักการของวงจรบริดจ์สมดุลเมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลแรงดันเอาท์พุตจะเป็นศูนย์ แต่เมื่อมีน้ำหนักกดลงมาบนเหล็กหรือวัสดุที่ทดลองตัวสเตรนเกจจะยืดออกทำให้ค่าความต้านทานในตัวสเตรนเกจลดลงเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่งต่องานทางด้านวิศวกรรมด้านวิทยาศาสตร์ ด้านการแพทย์ เทคโนโลยีและด้านอื่น ๆ อีกมากมาย