บทที่ 3

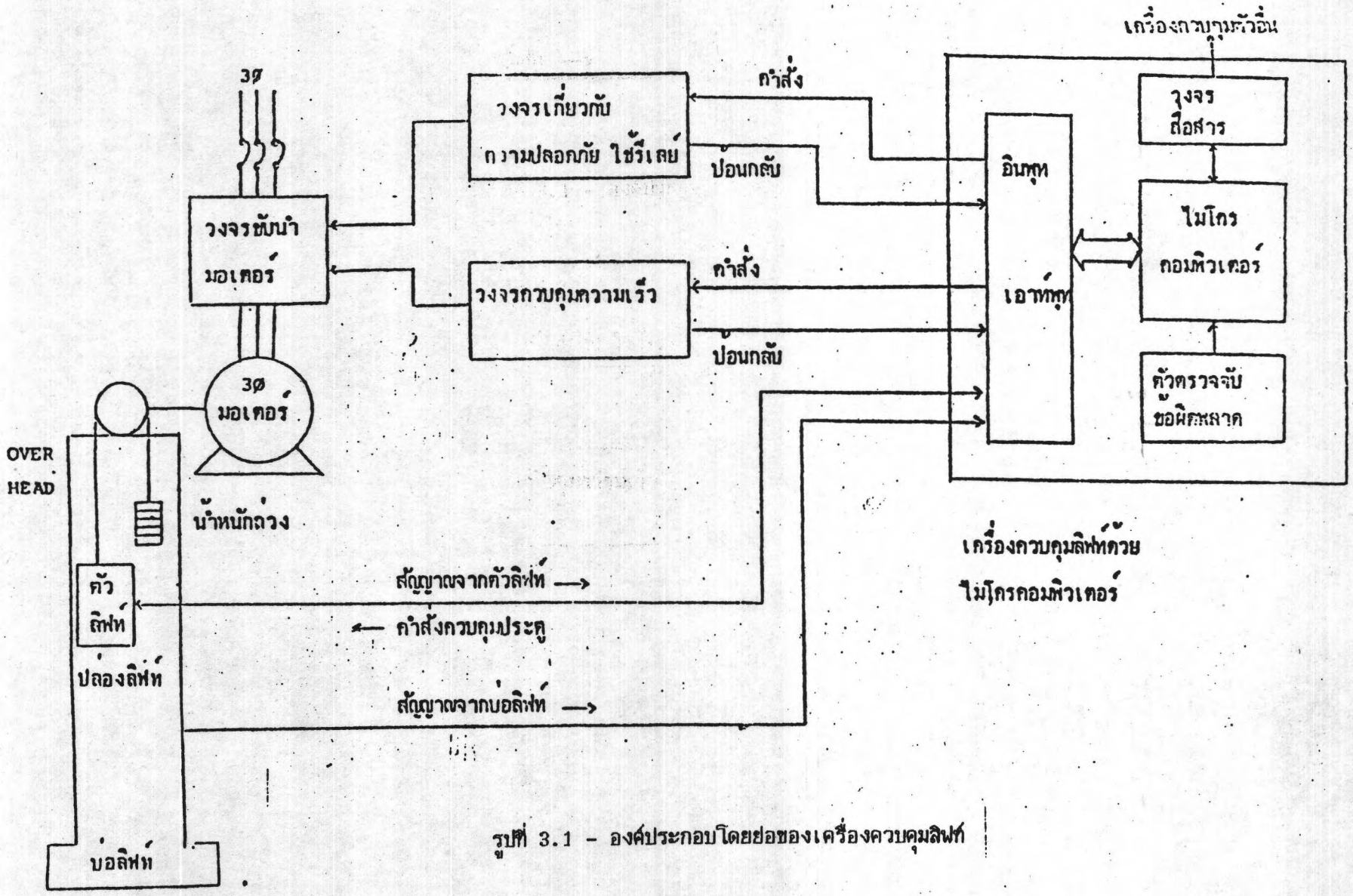
โครงสร้างของระบบควบคุมกลุ่มลิฟต์

3.1. เครื่องควบคุมลิฟต์ (Elevator Controller)

เครื่องควบคุมลิฟต์ทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบลิฟต์ให้ทำงานเป็นไปตามขั้นตอนวิธีบริการของระบบลิฟต์ และรวมถึงการตรวจสอบและควบคุมอุปกรณ์ความปลอดภัยต่างๆ ที่ติดตั้งอยู่ในระบบลิฟต์

รูปที่ 3.1 แสดงถึงองค์ประกอบโดยย่อของเครื่องควบคุมลิฟต์ [7,8] ปล่องลิฟต์ ส่วนขับนำมอเตอร์ และส่วนวงจรควบคุมความเร็วและความปลอดภัย เครื่องควบคุมจะรับสัญญาณต่างๆ จากปล่องลิฟต์ และจากตัวลิฟต์มาทำการประมวลผล จากนั้นก็จะออกคำสั่งไปยังวงจรควบคุมความเร็วและวงจรความปลอดภัย ซึ่งจะไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ต่อไป และเครื่องควบคุมจะรับสัญญาณป้อนกลับเพื่อดูว่าทำงานจริงตามที่สั่งหรือไม่ ตัวตรวจจับความผิดพลาดจะตรวจดูการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ว่าทำงานปกติหรือไม่ ส่วนวงจรสื่อสารทำหน้าที่รับส่งข้อมูลกับเครื่องควบคุมอื่นที่ต่ออยู่ในระบบ ข้อมูลที่ติดต่อสื่อสาร ได้แก่ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเลือกส่งลิฟต์ และการแจ้งสภาวะการทำงานของลิฟต์แต่ละตัว

โดยปรกติเครื่องควบคุมลิฟต์ และวงจรควบคุมต่างๆ จะได้รับการประกอบเป็นตู้ควบคุม และมอเตอร์ที่ใช้ฉุดลากตัวลิฟต์ ติดตั้งไว้บริเวณห้องควบคุมที่อยู่ในชั้นใต้หลังคาของตัวอาคาร ตู้ควบคุมหนึ่งตู้ใช้ควบคุมลิฟต์ตัวเดียว ในกรณีที่มีการติดตั้งลิฟต์เป็นกลุ่ม จะมีเครื่องควบคุมกลุ่มบรรจุโปรแกรมการควบคุมกลุ่มลิฟต์ติดตั้งไว้ต่างหาก หรือติดตั้งไว้ในตู้ควบคุมตู้ใดตู้หนึ่ง ในปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องควบคุมลิฟต์ให้มีความสามารถในการควบคุมกลุ่มด้วยโดยอาศัยข้อมูลจากการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องควบคุมลิฟต์ด้วยกัน ทำงานประสานควบคุม



รูปที่ 3.1 - องค์ประกอบโดยย่อของเครื่องควบคุมลิฟท์

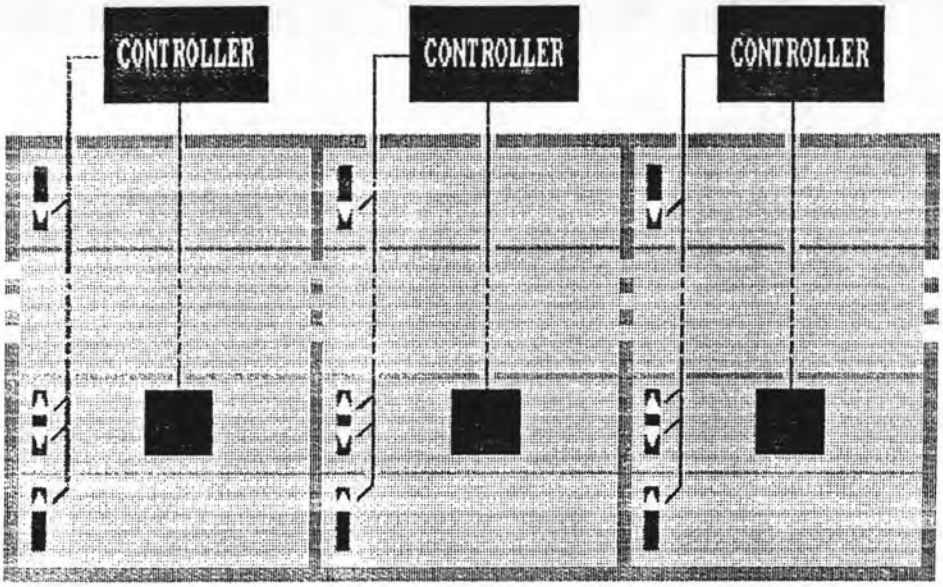
ร่วมกัน

การทำงานของโปรแกรมควบคุมลิฟต์เดี่ยวในเครื่องควบคุมลิฟต์เป็นแบบ Simplex Full Collective Control [1] ซึ่งเป็นการควบคุมแบบมาตรฐานที่ใช้ในระบบลิฟต์ทั่วไป ลักษณะการควบคุมแบบนี้ คือ ลิฟต์จะเคลื่อนที่รับ car call และ hall call ที่ถูกกำหนดให้ไปรับ ตลอดเส้นทางการเคลื่อนที่จนหมด จึงจะหยุด และการเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อไม่มี hall call หรือ car call ในทิศทางการเคลื่อนที่ปัจจุบัน และ มี hall call หรือ car call ในทิศตรงกันข้าม

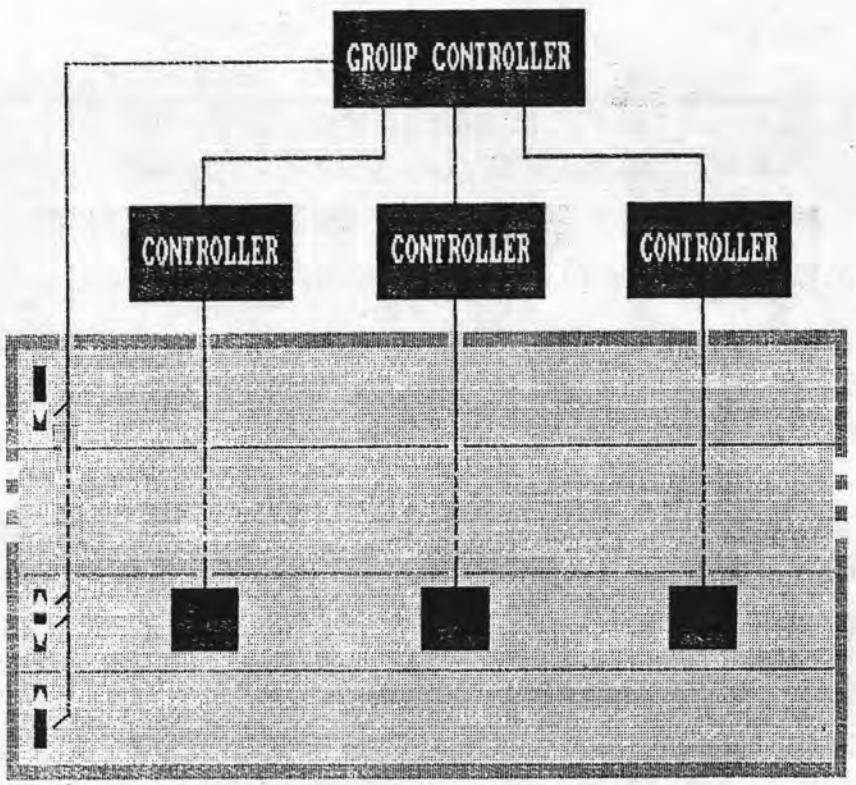
3.2. โครงสร้างของระบบ

พิจารณาการติดตั้งลิฟต์หลายตัวในรูปที่ 3.2 ลิฟต์แต่ละตัว จะมีเครื่องควบคุมลิฟต์เดี่ยว ซึ่งจะควบคุมการทำงานของลิฟต์ที่ต่ออยู่เท่านั้น โดยไม่มีเครื่องควบคุมกลุ่ม ดังนั้นลิฟต์ทุกตัวจะทำงานเป็นอิสระต่อกัน ที่บริเวณหน้าลิฟต์ของแต่ละชั้นจะมีปุ่มกดเรียกประจำชั้น (hall call push button switch) เป็นจำนวนเท่ากับจำนวนลิฟต์ ดังนั้นผู้ที่จะใช้ลิฟต์จะต้องเป็นผู้เลือกว่าจะกดเรียกลิฟต์ตัวใด ซึ่งปรกติผู้โดยสารจะเรียกลิฟต์ตัวที่อยู่ใกล้และมีทิศทางเดียวกับทิศทางที่ตนจะโดยสารไป โดยสังเกตจากแผงบอกตำแหน่งและทิศทางของลิฟต์ทุกตัว ในบางครั้งผู้โดยสารอาจกดเรียกลิฟต์ทุกตัว ในกรณีนี้จะทำให้ลิฟต์ทุกตัวต่างใช้พลังงานขับเคลื่อนมาที่ชั้นที่มีการกดเรียกเพื่อบริการผู้โดยสาร ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนลิฟต์ทุกตัวโดยไม่จำเป็น

ดังนั้น การใช้ระบบควบคุมในลักษณะนี้กับกลุ่มลิฟต์ ถึงแม้ว่าจะเป็นระบบควบคุมที่สร้างและติดตั้งได้ง่าย แต่มีข้อจำกัดซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำมาควบคุมกลุ่มลิฟต์ ข้อจำกัดประการแรกคือ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อนลิฟต์ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว ข้อจำกัดประการถัดมา คือ ผู้โดยสารจะต้องเป็นผู้เลือกลิฟต์ ซึ่งผู้โดยสารอาจเรียกลิฟต์ที่ไม่เหมาะสมมารับ โดยลิฟต์ที่ไม่เหมาะสมอาจเป็นลิฟต์ที่ทำให้ผู้เรียกลิฟต์ต้องคอยลิฟต์นาน หรืออาจมีลิฟต์อื่นที่จำเป็นจะต้องผ่านมาที่ชั้นที่มีการกดเรียก ซึ่งถือเป็นลิฟต์ที่เหมาะสมกว่า เพราะจะเป็นการประหยัดพลังงานการขับเคลื่อนของลิฟต์อื่นที่ไม่มีความจำเป็นต้องผ่านชั้นที่มีการกดเรียก



รูปที่ 3.2 - เครื่องควบคุมลิฟต์เดี่ยวที่เป็นอิสระต่อกัน



รูปที่ 3.3 - ระบบควบคุมแบบรวมศูนย์การควบคุม

การใช้ระบบควบคุมกับกลุ่มลิฟต์ดังในรูปที่ 3.2 นี้ ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนลิฟต์เพียงพอต่อการบริการผู้โดยสาร หากแต่การทำงานของเครื่องควบคุมไม่ได้มีความสัมพันธ์กันเลย จึงได้ประสิทธิภาพการทำงานต่ำ ระบบลิฟต์หลายตัวที่ใช้กันอยู่ในอาคารปัจจุบัน จึงจำเป็นต้องมีส่วนควบคุมกลุ่ม ทำให้เกิดการทำงานที่ประสานงานกันของลิฟต์ทุกตัว ซึ่งจากการศึกษาระบบลิฟต์ที่มีอยู่ มีแนวทางการกำหนดโครงสร้างของเครื่องควบคุมกลุ่ม และเครื่องควบคุมลิฟต์ ดังนี้

3.2.1. <u>โครงสร้างแบบรวมศูนย์การควบคุม</u> [6]

(Centralized Control System)

รูปที่ 3.3 แสดงถึงระบบควบคุมกลุ่มลิฟต์แบบรวมศูนย์ ในระบบนี้ จะใช้เครื่องควบคุมกลุ่ม (group control) ควบคุมการทำงานของเครื่องควบคุมลิฟต์โดยสารเดี่ยวอีกชั้นหนึ่ง ปุ่มเรียกลิฟต์ประจำชั้นในแต่ละชั้นจะมีเพียงชุดเดียว และต่อสายเข้ากับส่วนควบคุมกลุ่ม

ส่วนควบคุมกลุ่มทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับส่วนควบคุมลิฟต์เดี่ยวทุกตัวที่อยู่ในระบบ เพื่อทราบสถานะของลิฟต์ทุกตัวอยู่ตลอดเวลา สถานะของลิฟต์ได้แก่ ตำแหน่งของลิฟต์ ทิศทางการเคลื่อนที่ สภาพของประตูลิฟต์ เป็นต้น เมื่อมีการกดเรียกลิฟต์ส่วนควบคุมกลุ่มจะทำการวิเคราะห์และประมวลผล เพื่อเลือกลิฟต์ที่เหมาะสมบริการผู้โดยสารที่ชั้นที่มีการกดเรียก การเลือกลิฟต์ที่เหมาะสมเป็นหัวใจสำคัญของการทำงานของส่วนควบคุมกลุ่ม ซึ่งจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของลิฟต์ทั้งระบบ ส่วนควบคุมที่ดีจะต้องเลือกลิฟต์ที่มารับผู้โดยสารที่กดเรียกโดยผู้กดเรียกใช้เวลารอคอยลิฟต์น้อย และใช้พลังงานการขับเคลื่อนของทั้งระบบน้อยที่สุดด้วย

ระบบควบคุมลิฟต์ในลักษณะนี้ นอกจากมีคุณสมบัติที่ว่า ช่วยลดพลังงานการขับเคลื่อนของลิฟต์ที่ไม่จำเป็นแล้ว (ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับว่าส่วนควบคุมกลุ่มมีความสามารถหรือประสิทธิภาพในการทำงานดีเพียงไร) ยังช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้โดยสารไม่ต้องพิจารณาเลือกลิฟต์เอง เพราะมีปุ่มกดเรียกประจำชั้นอยู่เพียงชุดเดียว

ข้อจำกัดของระบบควบคุมในลักษณะนี้ คือ เนื่องจากเครื่องควบคุมลิฟต์เดี่ยวทุกตัวอยู่ภายใต้การควบคุมของส่วนควบคุมกลุ่ม ดังนั้นถ้าเมื่อไรที่ส่วนควบคุมกลุ่มเกิดการ

ทำงานที่ผิดพลาดหรือใช้งานไม่ได้ ลิฟต์ทุกตัวในระบบจะทำงานผิดพลาดหรือใช้งานไม่ได้ตามไปด้วย การแก้ไขข้อจำกัดนี้ อาจกระทำได้โดยเพิ่มส่วนควบคุมกลุ่มสำรองไว้อีกชุดหนึ่ง คอยตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมกลุ่มตัวที่ทำงานอยู่ เมื่อเครื่องควบคุมกลุ่มเกิดการทำงานที่ผิดพลาดหรือใช้งานไม่ได้ ส่วนควบคุมกลุ่มสำรองจะรับหน้าที่ทำงานแทน ทำให้ระบบสามารถทำงานได้ตามปรกติ

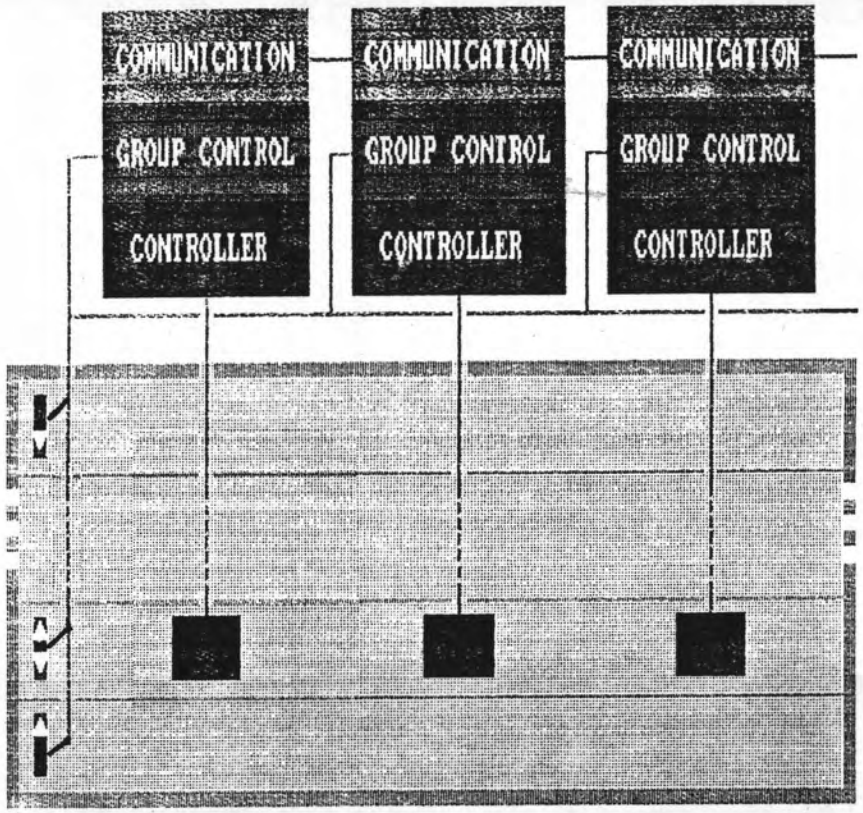
3.2.2. โครงสร้างแบบการกระจายศูนย์การควบคุม [6]

(Distributed Control System)

รูปที่ 3.4 แสดงถึงระบบควบคุมกลุ่มลิฟต์อีกลักษณะหนึ่ง คือระบบควบคุมกลุ่มลิฟต์แบบกระจายการควบคุม ในระบบนี้จะใช้เครื่องควบคุมที่ภายในมีส่วนควบคุมกลุ่มเป็นของตนเอง ส่วนควบคุมกลุ่มนี้จะทำหน้าที่ประสานงานกับส่วนควบคุมกลุ่มของลิฟต์ตัวอื่นที่อยู่ในระบบอยู่ตลอดเวลา โดยแจ้งสถานะทั้งหมดของลิฟต์ที่ควบคุมอยู่ให้เครื่องควบคุมของลิฟต์ตัวอื่นทราบ และรับข้อมูลของสถานะจากเครื่องควบคุมของลิฟต์ตัวอื่นผ่านทางส่วนสื่อสาร เมื่อทราบสถานะของลิฟต์ทุกตัวแล้ว จะทำการวิเคราะห์ว่า ลิฟต์ที่ควบคุมอยู่เหมาะสมที่จะไปรับชั้นที่มีการกดเรียกหรือไม่เมื่อเปรียบเทียบกับลิฟต์ตัวอื่น ส่วนควบคุมกลุ่มของลิฟต์ทุกตัวในระบบ จะทำหน้าที่เช่นเดียวกัน ดังนั้นในที่สุดจึงได้ลิฟต์ที่เหมาะสมไปบริการชั้นที่มีการกดเรียก

3.2.3. โครงสร้างแบบอื่น

โครงสร้างระบบควบคุมที่กล่าวมาแล้วเป็นโครงสร้างแบบพื้นฐาน ระบบควบคุมกลุ่มลิฟต์ในปัจจุบัน มีการพัฒนาโครงสร้างเป็นลักษณะพิเศษเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มขีดความสามารถ ตาราง ก.2 (ภาคผนวก ก) แสดงลักษณะโครงสร้างระบบลิฟต์แบบต่างๆ ซึ่งได้รวบรวมจากเอกสารโฆษณาของบริษัทผู้ผลิตลิฟต์บางราย [15,16,17,18]



รูปที่ 3.4 - ระบบควบคุมแบบกระจายการควบคุม

3.3. การพิจารณาเลือกโครงสร้างระบบควบคุมที่เหมาะสม

การใช้โครงสร้างระบบควบคุมทั้งแบบรวมศูนย์และกระจายศูนย์การควบคุม ตามรูปที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ ในกรณีที่ใช้วิธีการควบคุมกลุ่มลิฟต์ที่เหมาะสมวิธีเดียวกัน จะให้ผลการทำงานเหมือนกัน ต่างกันแต่โครงสร้างของระบบเท่านั้น โครงสร้างระบบแบบกระจายการควบคุม มีข้อดีที่ว่า เครื่องควบคุมใดเกิดใช้งานไม่ได้ เครื่องควบคุมอื่นที่อยู่ในระบบก็ยังคงทำงานได้ตามปรกติ เพราะมีส่วนควบคุมกลุ่มอยู่ภายใน ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบเมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างระบบแบบรวมศูนย์การควบคุมตามที่ได้กล่าวมาแล้ว และเนื่องจากเครื่องควบคุมแต่ละเครื่องมีส่วนควบคุมกลุ่มอยู่ภายใน การต่อขยายระบบให้มีจำนวนลิฟต์มากขึ้นก็กระทำได้โดยสะดวก นอกจากนี้สำหรับโครงสร้างระบบแบบกระจายการควบคุม ยังสามารถพัฒนาโดยดัดแปลงจากเครื่องควบคุมลิฟต์เดี่ยวที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ โดยการเพิ่มส่วนโปรแกรมควบคุมกลุ่มและโปรแกรมส่วนสื่อสาร ส่วนโปรแกรมควบคุมลิฟต์เดี่ยวจะมีการแก้ไขเพียงเล็กน้อย การพัฒนาระบบควบคุมกลุ่มลิฟต์โดยใช้โครงสร้างแบบกระจายศูนย์การควบคุมจึงเป็นการเหมาะสมกว่า

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในระบบควบคุม [7,19] จะเป็นดังรูปที่ 3.5 โดยลิฟต์แต่ละตัวจะมีเครื่องควบคุมแต่ละชุด ประกอบด้วย

CPU BOARD — เป็นบอร์ดประมวลผลกลาง ใช้ CPU Z80 มีหน่วยความจำ ROM และ RAM

I/O BOARD — เป็นบอร์ดของอินพุทและเอาท์พุทที่ใช้ในการอ่านสัญญาณและควบคุมอุปกรณ์ที่สำคัญของลิฟต์ เช่น ส่วนขับนำประตู ตัวตรวจจับสัญญาณความปลอดภัยต่างๆ จำนวนสัญญาณเข้าออกในบอร์ดนี้ มีจำนวนแน่นอนไม่ขึ้นกับจำนวนชั้นของลิฟต์

FLOOR BOARD — เป็นบอร์ดของอินพุทและเอาท์พุทซึ่งใช้ในการอ่านสัญญาณปุ่มกดทั้ง hall call และ car call และควบคุมไฟแสดงที่ปุ่มกดด้วย

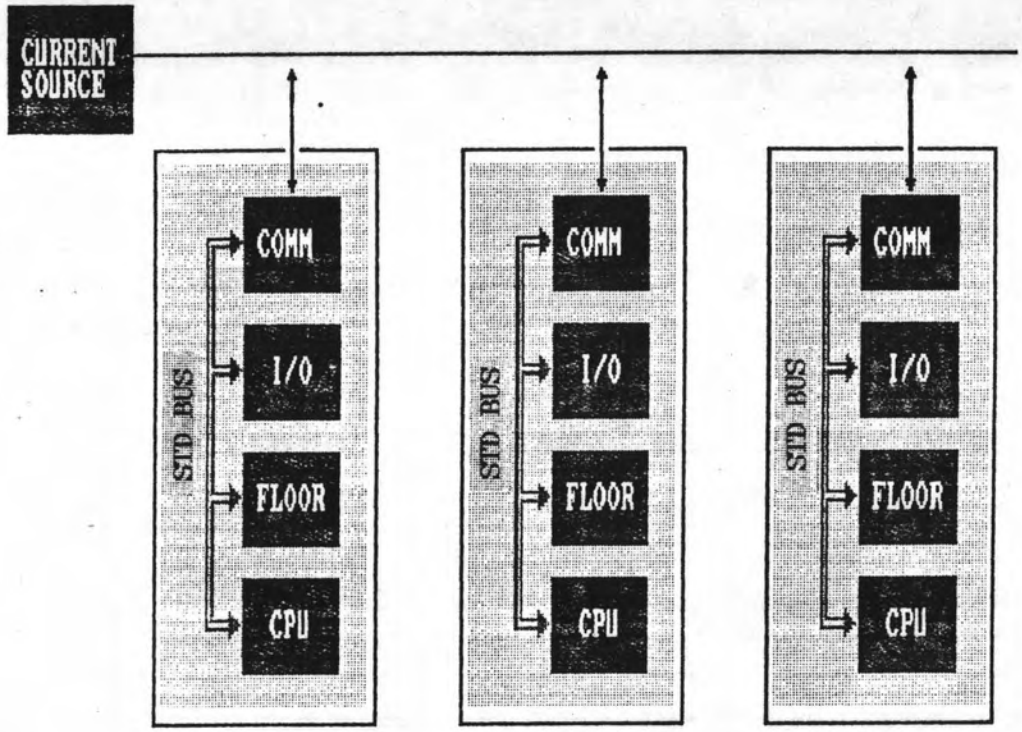
COMMUNICATION BOARD เป็นบอร์ดที่ใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องควบคุมของลิฟต์ทุกตัวในระบบ ทำหน้าที่รับส่งข้อมูลของการคำนวนเพื่อเลือกส่งลิฟต์เมื่อมีการกดเรียก และข้อมูลเพื่อแจ้งการเลือกลิฟต์ระหว่างเครื่องควบคุมด้วยกัน รวมถึงข้อมูลสถานะของลิฟต์ที่จำเป็นต้องสื่อสารถึงกันด้วย

STD BUS เป็น BUS มาตรฐานสำหรับเชื่อมโยงบอร์ดต่างๆ เข้าด้วยกัน

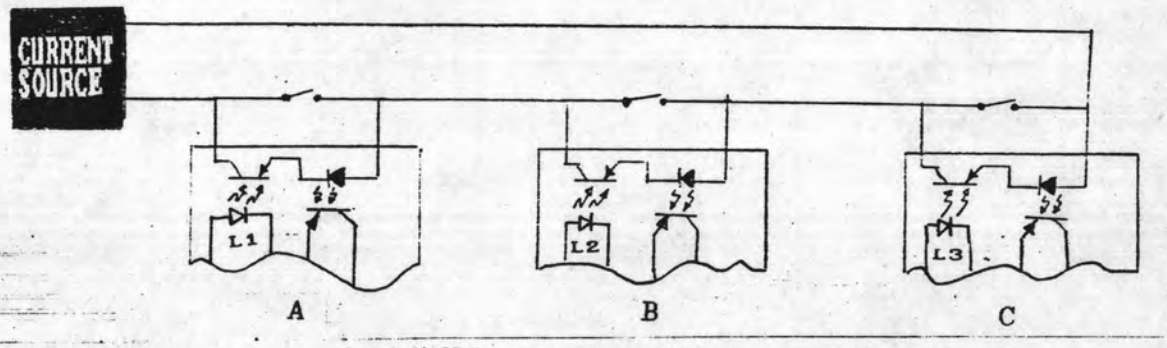
CURRENT SOURCE เป็นส่วนกำเนิดกระแสไฟฟ้าคงที่ สำหรับการสื่อสารแบบ current loop

รูปที่ 3.6 แสดงการทำงานของวงจรส่วนสื่อสาร ซึ่งเป็นแบบ current loop transmission [20] สภาวะปรกติที่ไม่มีการรับส่งข้อมูลในสายสื่อสาร LED L1, L2 และ L3 จะติด ทำให้มีกระแสไหลในสายสื่อสาร เมื่อมีการติดต่อสื่อสารกัน เช่น เครื่องควบคุมของลิฟต์ A ต้องการส่งข้อมูลไปยังเครื่องควบคุมอื่น ก็จะทำให้ LED L1 ติดและดับเป็นสัญญาณข้อมูล ซึ่งจะทำให้ LED ภาครับของลิฟต์ตัวอื่นที่ต่ออยู่ในระบบติดและดับเช่นกัน จึงเป็นการส่งข้อมูลถึงกันได้

การใช้โครงสร้างของสื่อสารเช่นนี้ เป็นการส่งสัญญาณดิจิตอลด้วยกระแส มีข้อดีกว่าการส่งด้วยแรงดันตรงที่สามารถส่งสัญญาณได้ไกลกว่า และรับอิทธิพลจาก noise ได้น้อยกว่า เพราะส่งด้วยสัญญาณกระแส ไม่ต้องคำนึงถึงความต้านทานของสายไฟ นอกจากนี้ยังเหมาะสำหรับการส่งแบบ multipoint transmission อีกด้วย ถ้านำโหลดมาต่อเข้ากับ loop หลายโหลด ก็ไม่ทำให้มีผลต่อกระแสสัญญาณใน loop กระแสยังไหลได้คงที่ ข้อดีอีกข้อหนึ่ง คือ คุณสมบัติเรื่อง isolation จะดีมาก เพราะใช้ photo couple ในการ isolate อุปกรณ์ทั้งรับและส่ง ที่จุดขั้วต่อสายยังติดตั้งสวิทช์ by pass สัญญาณ เพื่อในกรณีที่ต้องการตัดเครื่องควบคุมออกจากระบบ ก็สับสวิทช์นี้เพื่อลัดวงจรที่ขั้วต่อสายสัญญาณของเครื่องควบคุมนั้น



รูปที่ 3.5 - ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในระบบควบคุม



รูปที่ 3.6 - วงจรส่วนสื่อสาร