

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอมพิวเตอร์คืออะไร เมื่อเราเริ่มต้นเรียนรู้เรื่องคอมพิวเตอร์พิจารณาได้อย่างไรว่าชิ้นงานที่เห็นอยู่นั้นเป็นไมโครคอมพิวเตอร์ได้หรือไม่ให้เราพิจารณาได้จากองค์ประกอบของชิ้นงาน ซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit)

มีคุณสมบัติหลัก คือการประมวลผลข้อมูลการคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก เรารู้จักกันดีในชื่อของไอซีไมโครโพรเซสเซอร์ เช่น 8080, 80286, 80486 Pentium ฯลฯ ซึ่งเป็นของบริษัท Intel หรืออาจเป็น CPU รุ่นเก่าที่มีขนาด 8 บิต เช่นเบอร์ Z80 ที่เป็นCPUของบริษัทZILOG เป็นต้น



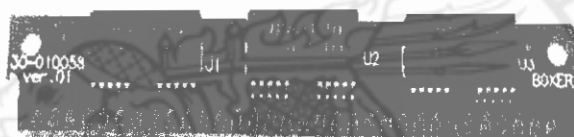
รูปที่ 2.1 แสดงไอซีไมโครโพรเซสเซอร์

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำรอม (ROM: Read Only Memory) เป็นหน่วยความจำแบบถาวรที่มีการบันทึกข้อมูลไว้ล่วงหน้าก่อนแล้วไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือคำสั่งใดๆได้อีก ตัวอย่างเช่น ไอซีที่เป็นไบออส*(BIOS)ของคอมพิวเตอร์ในขณะที่เราเริ่มเปิดเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ครั้งแรกสังเกตได้ว่าจะมีการแสดงชื่อผู้ผลิตของบริษัทหรือคุณสมบัติของเครื่องบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ถ้าหากเป็นเครื่องเล่นวีดีโอ จะเป็นตัวอักษรที่ทำหน้าที่แสดงผลเพื่อ บอกให้ตั้งค่าข้อมูลต่างๆ ซึ่งไม่ว่าจะปิดแล้วเปิดก็ครั้งตัวอักษรเดิมนั้นจะยังคงอยู่

หน่วยความจำแรม (RAM: Random Access Memory)

คือหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลไว้เพียงชั่วคราวอาจเป็นข้อมูลที่ CPU ต้องการประมวลผลในขณะนั้นและเมื่อ CPU ประมวลผลเรียบร้อยแล้วอาจลบหรือเปลี่ยนข้อมูลได้ บางครั้งเมื่อหยุดการจ่ายไฟให้กับวงจรจะทำให้ข้อมูลสูญหายไปได้ในทันที ตัวอย่างเช่น ขณะที่เรากำลังพิมพ์งานแต่ยังไม่ได้บันทึกข้อมูลไว้ในส่วนใดข้อมูลนี้จะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำแรมก่อนหากเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับจะทำให้ข้อมูลสูญหายไปได้ หรือการเก็บค่าของเวลาและอุณหภูมิของเครื่องไมโครเวฟ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ตลอด หน่วยความจำแบบแรมนี้จะแตกต่างกับหน่วยความจำแบบรอม โดยหน่วยความจำแบบรอมจะไม่สามารถแก้ไข ข้อมูลได้ในขณะนั้น ในขณะที่หน่วยความจำแบบแรมไม่สามารถเก็บค่าข้อมูลไว้ได้ตลอดคั้งนั้นหากต้องการให้ข้อมูลคงอยู่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรองไฟฟ้าไว้



รูปที่ 2.2 แสดงหน่วยความจำแรม

3. หน่วยอินพุต (Input Unit)

เป็นหน่วยที่ใช้สำหรับการรับสัญญาณข้อมูลจากภายนอกเช่น คีย์บอร์ด สแกนเนอร์ หรือที่รับสัญญาณมาจากอุปกรณ์เซนเซอร์ *(Sensor) ซึ่งอาจเป็นค่าแรงเสียดทานของล้อรถยนต์ขณะเบรก การกดปุ่มสวิทช์ตั้งเวลาของวีดีโอเทป ฯลฯ กล่าวได้ว่าส่วนที่เป็นอินพุต คือส่วนที่ทำหน้าที่ป้อนข้อมูล



รูปที่ 2.3 แสดงคีย์บอร์ด ปุ่มสวิทช์

4. หน่วยเอาต์พุต (Output Unit)

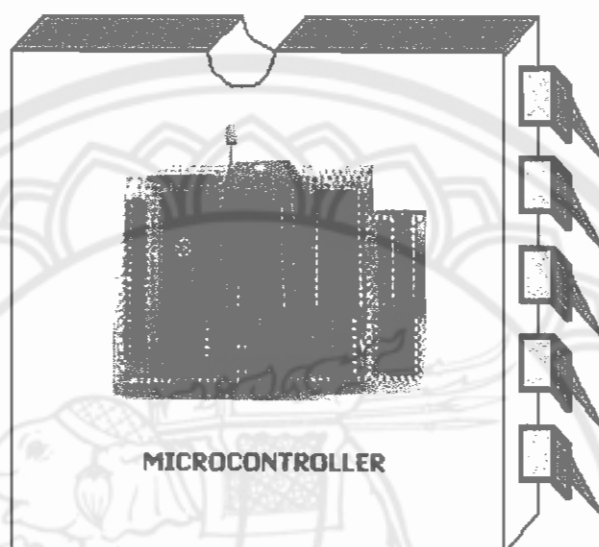
เป็นหน่วยที่ใช้สำหรับการแสดงผลของข้อมูลเช่นจอมอนิเตอร์ พริ้นเตอร์ เครื่องคิดเลข เครื่องหรืออุปกรณ์ประเภทแอลอีดี(LED) ลำโพง มอเตอร์ รีเลย์ หลอดไฟ ฯลฯ



รูปที่ 2.4 แสดงหน่วยเอาต์พุต

ไมโครคอนโทรลเลอร์คืออะไร ปัจจุบันการพัฒนาและการแข่งขันทางด้านเทคโนโลยีผลิตชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำ ที่นำไปสร้างเป็นไอซีมี ประสิทธิภาพสูงมากขึ้นและมีเทคโนโลยีที่เกิดจากการผลิตของบริษัทต่างๆซึ่ง ส่งผลให้การผลิตชิพไอซีมีขนาดที่เล็กลง แต่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติต่าง ๆ มากขึ้น ไอซีที่ถูกสร้างเป็นแบบ LSI (Large Scale Integrate Circuit) เป็นเทคโนโลยีการสร้างโดยการนำเอาทรานซิสเตอร์จำนวนมากมาสร้างเป็นไอซีดิจิทัลที่ซับซ้อน โดยทำขึ้นเพื่อหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลข้อมูลหรือ เรียกว่าไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) ที่มีคุณสมบัติหลัก คือการประมวลผลข้อมูลการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และลอจิก ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำที่เป็นแบบแรมแบบรอม หรืออุปกรณ์ภายนอกที่เป็นอินพุต-เอาต์พุตต้องมีการต่ออุปกรณ์อื่น ๆ ร่วมด้วย เพื่อทำหน้าที่เลือกอุปกรณ์ในการติดต่อหรือวงจรถอดรหัส (Decoder) ซึ่งสามารถทำงานได้ภายใต้การควบคุมของโปรแกรม และ ในการที่เรา นำไมโครโพรเซสเซอร์มาเป็นตัวประมวลผลกลางมีหน่วยความจำแบบแรมพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตเราเรียกว่าไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นสิ่งไม่คุ้มกับการลงทุนหากนำมาใช้ในงานควบคุมขนาดเล็ก และอาจต้องใช้เนื้อที่มาก ในการออกแบบ ดังนั้นการพัฒนาด้านเทคโนโลยีในการสร้างชิพ จึงมีการรวบรวมคุณสมบัติที่ต้องการใช้งานมาอยู่ในตัวเดียวกันคือมีองค์ประกอบเกือบทุกอย่างของคอมพิวเตอร์อยู่ในตัวไอซี ที่เราเรียกว่า ไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดี่ยวประกอบด้วยอุปกรณ์พื้นฐานเหมือนไมโครคอมพิวเตอร์ เช่นหน่วยประมวลผลกลางขนาดเล็ก (8บิต -16 บิต) และหน่วยประมวลผล ที่สามารถเข้าข้อมูลแบบบิตหน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานแบบแรมขนาด 128 ไบต์ และบรรจุหน่วยความจำโปรแกรมประเภทรอม (บางเบอร์) สามารถใช้งานให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตมีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบพลูตเพ็กต์ช่วงจร Counter/Timer ที่อยู่ภายใน สามารถต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาเช่น คริสตัล* (Crystal)และตัวเก็บประจุก็สามารถใช้งานได้เป็นต้น เราเรียกกัน

ทุกๆ ไปว่า ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ดังนั้นเมื่อเราต้องการใช้งานควบคุมขนาดเล็ก เช่น เตาไมโครเวฟ เครื่องซักผ้า เครื่องเล่นวีดีโอเทปและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เราจึงนิยมนำไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งาน เพราะมีทุกอย่างพร้อมในตัวเดียวกัน ประกอบกับมีขนาดเล็กอุปกรณ์ที่จะนำมาต่อรวมมีน้อยและเหมาะสำหรับใช้งานในการคำนวณที่ไม่ซับซ้อนมากนัก



รูปที่ 2.5 แสดงไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีจึงพบว่าอุปกรณ์บางส่วนที่นำมาควบคุมในเครื่องใช้ไฟฟ้าระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือ โครงงานในวารสารต่าง ๆ จะนำเสนอในรูปแบบของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวมีบริษัทต่างๆ ที่ผลิตออกมาแข่งขันด้านคุณสมบัติและการใช้งานกันในตลาด อาทิเช่น Intel, Atmel, Microchip, Motorola ส่วนทางด้านการศึกษาและการเรียนรู้ นั้น มีการพัฒนาทางการเรียนการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยบริษัทต่างๆ แข่งขันกันเพื่อสร้างชุดฝึกตอบสนองต่อความต้องการเรียนรู้ ความสะดวกในการสร้างชุดทดลองของนักศึกษาและผู้สนใจ ในขณะเดียวกันกันเรา ซึ่งเป็นผู้ตามเพื่อศึกษาเทคโนโลยีที่ทั้งห่างไกลและจำเป็นต้องใช้ชุดทดลองที่ถูกกำหนดรูปแบบและราคาทั้งที่อุปกรณ์ที่เป็นอุปกรณ์ร่วมกับเทคโนโลยีบางอย่าง เรากลับทิ้งไปและไม่ได้นำมาใช้งาน ยกตัวอย่าง เช่น Main Board ,CD-ROM หรือ Hard disk ที่ใช้งานไม่ได้แล้ว เรานำอุปกรณ์ภายในมาใช้งานได้ก็ขึ้นบ้าง คลอดจนตัวด้านทานและตัวเก็บประจุ ที่เป็นอุปกรณ์ติดบนผิวหน้าแบบ SMD* (Surface mounted device) หน่วยความจำชนิดแรม และรอม แผ่นระบายความร้อนสเตปปิงมอเตอร์ *(Stepping Motor) คอนเนคเตอร์ (connector) ฯลฯ ซึ่งพร้อมที่จะให้เราใช้งาน มากกว่าที่จะได้เพิ่มมาจากการซื้อชุดทดลองใหม่

ดังนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์จึงถูกเลือกใช้ในการทดลองด้วยเหตุผลในการใช้อุปกรณ์ที่ค่อนข้างในวงจรมีน้อยชิ้น ราคาถูก หาแหล่งข้อมูลได้ง่ายมีการพัฒนาประสิทธิภาพ ในการประมวลผลเทียบเท่าไมโครโพรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต -16บิต และ ใช้ในการพัฒนากับงานที่ไม่ต้องการความซับซ้อนซึ่งจะทำให้มีความสะดวกมากขึ้นปัจจุบันมีไอซีของสองบริษัทที่เรานิยมใช้ในงานออกแบบ และสำหรับในการเรียนการสอนในสถาบันหลายแห่ง คือ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ของบริษัท Microchip ตระกูล 16FXXX และไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 จากหลายบริษัทที่ผลิตออกมามากมายหลายเบอร์ แต่คำสั่งจะใกล้เคียงกัน ดังนั้น การทดลองในหนังสือเล่มนี้จึงเลือกใช้งานไอซี ไมโครคอนโทรลเลอร์ของตระกูล MCS-51 ด้วยเหตุผลเพราะมีข้อมูล และตัวอย่างที่หลากหลายหามาใช้งานได้ง่าย แต่ก็ไม่ได้ตัดสินว่าดีกว่าไอซีในตระกูลอื่นๆ ดังนั้น ในการออกแบบชุดทดลองที่ใช้งานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ของ MCS-51 ที่จะแนะนำให้สร้างชิ้นนี้ สามารถที่จะนำมาใช้งานร่วมกับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทุกเบอร์ และทุกตระกูล

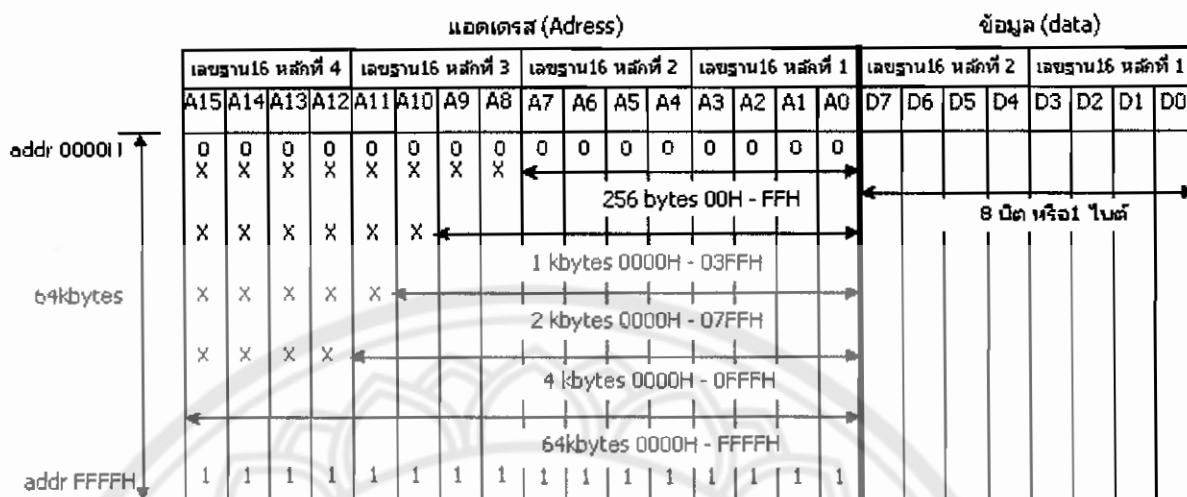
2.3 การจัดหน่วยความจำของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์

หน้าที่การทำงานของหน่วยความจำจะทำหน้าที่เก็บโปรแกรมคำสั่งและข้อมูลที่จะใช้ในการกำหนดค่าต่างๆให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์หรือใช้เก็บค่าต่างๆที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้กระทำตามคำสั่งการจัดหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม(ProgramMemory)หรือ(CodeMemory)
2. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล(DataMemory)
3. รีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เฉพาะ (Special Function)

การจัดหน่วยความจำของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์

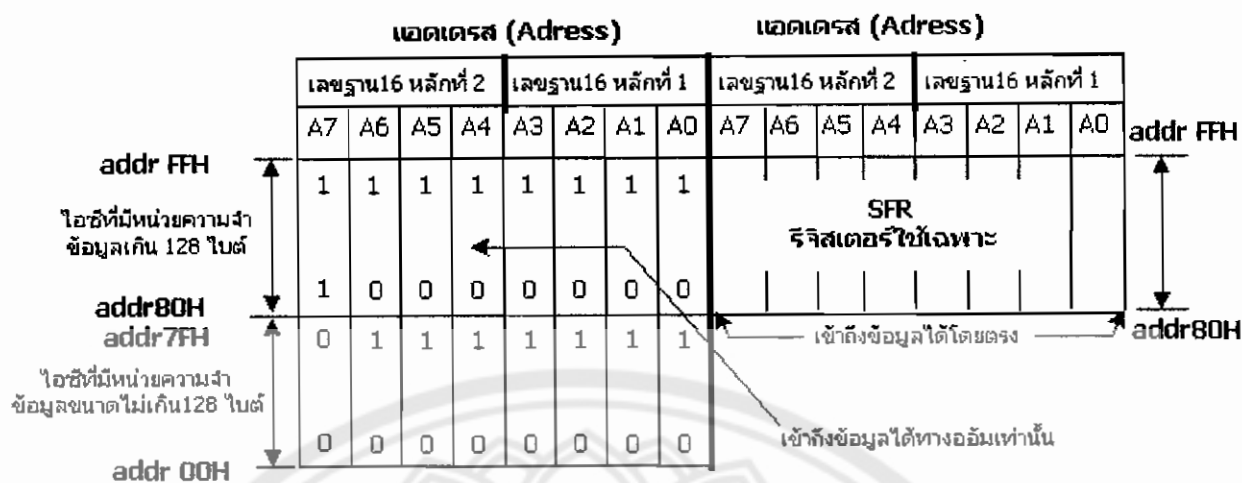
1. หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม (Program Memory) หรือหน่วยความจำรหัสคำสั่ง (Code Memory) หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม(ทำหน้าที่เช่นเดียวกับรอม)หรือหน่วยความจำรหัสคำสั่ง (Code Memory) จะทำหน้าที่เก็บชุดคำสั่งเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ ยกตัวอย่าง เช่นในเวลาที่เรเปิดเครื่องไมโครเวฟ จะมีการแสดงผลรายการหลักที่หน้าจอ LCD เพื่อคอยให้เราป้อนค่าเวลาที่ต้องการจะอุ่นอาหาร คำสั่งที่จอ LCD เพื่อให้เราป้อนข้อมูลนั้นจะเขียนคำสั่งอยู่ในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมนั่นเอง ถึงเราจะเปิดเครื่องไมโครเวฟกี่ครั้ง ก็จะมีการแสดงผลที่ LCD ให้เราป้อนค่าเวลาที่ต้องการเหมือนเดิม ภายในตัวไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C1051,AT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บโปรแกรมได้ 1 Kbytes, 2 Kbytes และ 4 Kbytes ตามลำดับ หน่วยความจำจะเป็นลักษณะแบบแฟลช ที่มีคุณสมบัติในการใช้งานโดยสามารถจะทำการลบข้อมูลด้วยไฟฟ้า และเก็บข้อมูลเข้าเก็บไว้ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้กว่า 1000 ครั้ง โดยใช้เครื่องโปรแกรมที่ไม่ยุ่งยากและราคาไม่แพง (สามารถรักษาข้อมูลไว้ได้นานหลายปี) ข้อสังเกต ส่วนของแอดเดรส(ADRRES)ไม่สามารถที่จะใช้ตำแหน่งเดียวกันได้แต่ข้อมูล(DATA)สามารถที่จะมีข้อมูลเหมือนกันได้จากตารางอุปมาเหมือนกับมีกระดาดจำนวนเท่ากับ 2^n บรรทัดมาให้ ดังนั้นหากต้องการเขียนข้อมูลใดๆลงในแต่ละบรรทัด จะต้องมิตำแหน่งของบรรทัดที่ไม่ซ้ำกัน และการที่จะเลือกจำนวนของบรรทัด ขึ้นอยู่กับปริมาณของข้อมูลที่ต้องการจะเขียน ยกตัวอย่างเช่นหากต้องการขนาดของข้อมูลในการเขียนโปรแกรมเพียง 2000 บรรทัด อาจจะเลือกใช้หน่วยความจำขนาด 2Kbytes โดยมีแอดเดรสตั้งแต่ 0000H - 07FFH



รูปที่ 2.6 แสดงหน่วยความจำสำหรับโปรแกรม

2. หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory)

หน่วยความจำข้อมูล(RAM)จะทำหน้าที่เก็บรักษาข้อมูลโดยข้อมูลอาจจะเป็นค่าหลังจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการการประมวลผล หรือเก็บค่าข้อมูลที่จะให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลในขณะนั้น และจะทำหน้าที่เป็น สแตก (Stack) บางส่วน (ส่วนของสแตกจะอธิบายในลำดับต่อไป) ยกตัวอย่าง เช่น ถ้าเป็นเครื่อง ไมโครเวฟที่ใช้สำหรับอุ่นอาหาร ก็คือส่วนที่เราป้อนข้อมูลเช่นเวลา หรืออุณหภูมิที่เป็นปัจจุบัน หลังจากหน่วยความจำโปรแกรมแสดงรายการ หลักที่ LCD นั้นเอง สังเกตว่าหากเราปิดเครื่อง แล้วเปิดเครื่องใหม่อีกครั้งหนึ่ง ค่าข้อมูลที่เป็นเวลา และอุณหภูมิเดิมที่เรากำหนดไว้ในครั้งแรกก็จะหายไป และจะให้เราป้อนค่าข้อมูลใหม่อีกครั้ง ดังนั้น การที่จะรักษาข้อมูลเดิมไว้ได้ จะต้องมีส่วนจ่ายไฟสำรองไว้สำหรับเพื่อเลี้ยงให้กับตัวไอซีตลอดเวลา หรือที่ เรียกว่า Battery backup* สำหรับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C1051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 64 bytes ส่วน AT89C2051 และ AT89C4051 จะมีหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลได้ 128 bytes



รูปที่ 2.7 ตำแหน่งแอดเดรสของหน่วยความจำข้อมูลภายใน (Internal data memory)

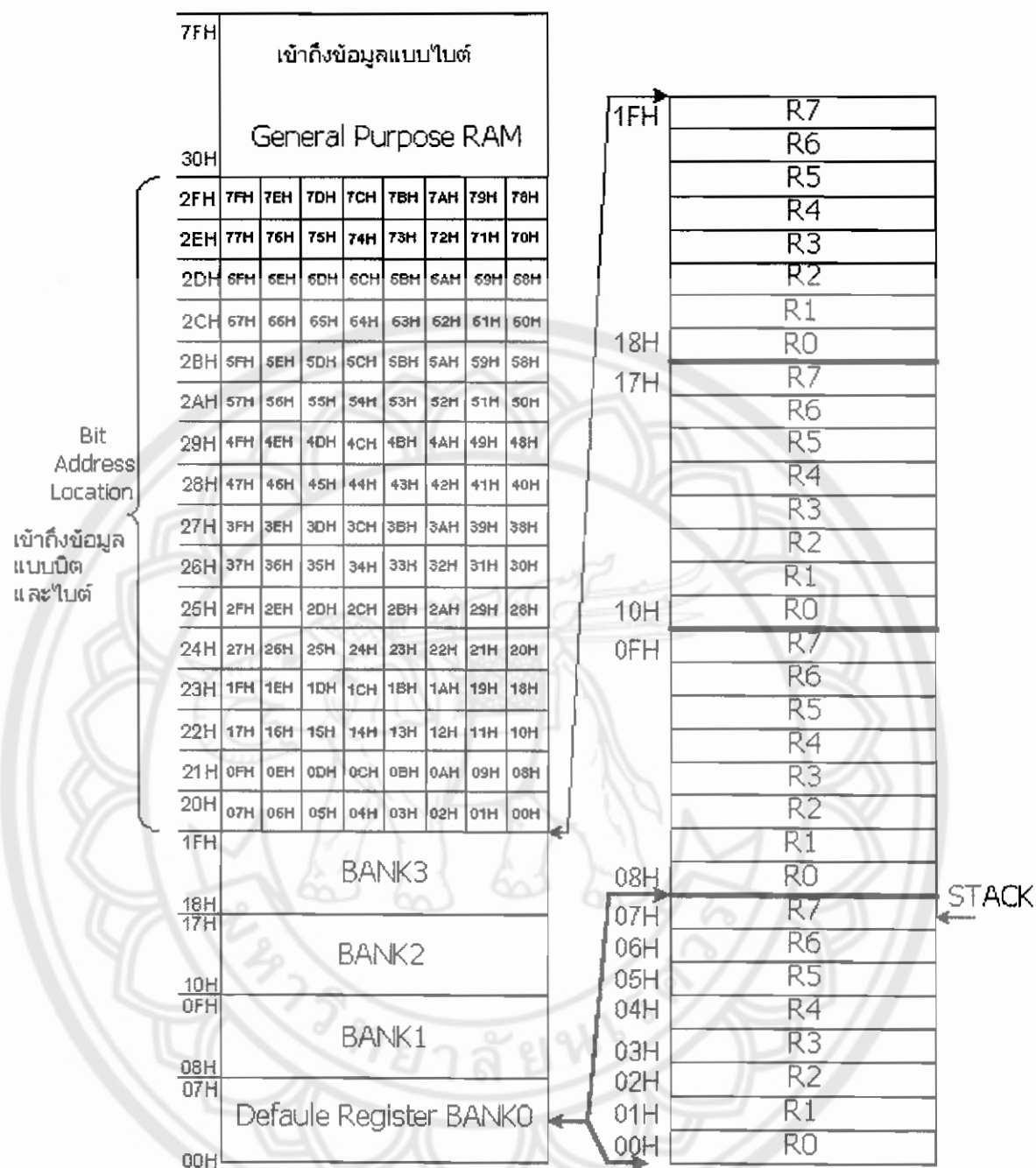
หน่วยความจำข้อมูลภายในยังแบ่งส่วนของการใช้งานได้อีกเป็นสองส่วนคือหน่วยความจำข้อมูลภายใน 128 ไบต์จะเป็นหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไปอยู่ที่ตำแหน่งแอดเดรส 00H-7FH และหน่วยความจำในตำแหน่งแอดเดรสที่ 80H-FFH ซึ่งจะเป็นส่วนของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register) ในส่วนของหน่วยความจำที่ใช้งานทั่วไป จะแสดงได้ดังรูป 2.7 โดยพื้นที่ของหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ตำแหน่งแอดเดรส 00H-7FH ก็ยังสามารถที่จะแบ่งออกเป็นส่วนย่อยได้ดังนี้

1. พื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูล (แรม) ตำแหน่งที่ 00H-1FH จำนวน 32 ไบต์ จะถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม เรียกว่า แบงค์ (Bank) และในแต่ละแบงค์ จะมี 8 ไบต์ ดังแสดงในรูป 10 พื้นที่ในแต่ละแบงค์จะถูกใช้งานเป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้งานทั่วไป (รีจิสเตอร์ R0-R7 เป็นรีจิสเตอร์ที่มีขนาด 8 บิตหรือ 1 ไบต์) โดยที่รีจิสเตอร์ R0 จะอยู่ในตำแหน่งแรกของแต่ละแบงค์ และรีจิสเตอร์ R7 จะอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายของแต่ละแบงค์ ในการนำไปใช้งาน จะเลือกใช้รีจิสเตอร์ R0-R7 ได้เพียงแบงค์เดียว และเลือกใช้พื้นที่ของรีจิสเตอร์ R0-R7 ในแบงค์ใดๆก็ได้ โดยการกำหนดค่าข้อมูลที่รีจิสเตอร์ PSW ในส่วนของรีจิสเตอร์เฉพาะ (Special Function Register) หากไม่ได้กำหนดค่าใดๆเลย เมื่อทำการรีเซ็ตให้กับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกกำหนดให้เริ่มต้นใช้งานที่รีจิสเตอร์ R0-R7 ในหน่วยความจำตำแหน่งแบงค์ 0 ให้เอง ดังนั้นในการทดลองเริ่มต้นในส่วนแรกๆ เราจะยังไม่กำหนดค่าใดๆในการเลือกใช้งานรีจิสเตอร์แบงค์อื่นๆ (จะใช้เพียงรีจิสเตอร์ R0-R7 ในหน่วยความจำตำแหน่งแบงค์ 0 ที่ถูกกำหนดมาให้เท่านั้นก่อน)

2. พื้นที่ในหน่วยความจำข้อมูลภายใน (แรม) ตำแหน่งแอดเดรสที่ 20H-2FH จำนวน 16 ไบต์ เป็นส่วนที่สามารถใช้งานในลักษณะการเข้าข้อมูลแบบไบต์หรือแบบบิตได้และสามารถอ้างตำแหน่งแบบบิตได้โดยตรง เพียงแค่ระบุตำแหน่งหรือชื่อของบิตนั้นๆ ได้ ซึ่งจะมีด้วยกันอยู่จำนวนทั้งหมด 128 บิต แต่ละบิตจะมีหมายเลขตำแหน่งของบิตคือ 00H-7FH โดยตำแหน่งบิตที่ 00H ก็คือข้อมูลของบิตต่ำสุดในตำแหน่งแอดเดรสที่ 20H หรือ เราอาจเรียกว่า(20H.1) และตำแหน่งของบิตที่ 7FH คือข้อมูลบิตสูงสุดในตำแหน่งแอดเดรสที่ 2FH หรือเราอาจเรียกว่า (20H.7) การอ้าง ตำแหน่งแบบบิตจะทำให้โปรแกรมทำงานได้รวดเร็วขึ้น

3. พื้นที่บริเวณหน่วยความจำข้อมูลในตำแหน่งที่ 30H-7FH จะเป็นพื้นที่หน่วยความจำใช้งานทั่วไป และการติดต่อกับข้อมูลในตำแหน่งต่างๆ ของหน่วยความจำส่วนนี้จะอ้างตำแหน่งข้อมูลได้ในลักษณะของแบบ ไบต์เท่านั้น และพื้นที่ส่วนนี้เราอาจจะใช้เป็นสแต็กได้ (รายละเอียดของสแต็ก อยู่ในเรื่องหน่วยความจำแบบ SFR)





รูปที่ 2.8 แสดงการเข้าถึงข้อมูลแบบบิตและไบต์

2.4 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51(เบอร์ AT89C4051)

VCC ต่อไฟเลี้ยง (supply voltage)

GND ต่อกราวด์ (ground)

พอร์ต1 (P1.0-P1.7)มีจำนวน 8 ขา แต่ละขาเรียกได้เป็น 1 บิต สามารถที่จะกำหนดให้เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและ พอร์ตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุตก็สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล ลอจิก "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อ

พอร์ต3 (P3.0-P3.7) มีจำนวน 7 ขา แต่ละขาเรียกได้เป็น 1 บิต แต่ในส่วนของวงจรภายใน ไอซีจะมีขาของ พอร์ต 3 อยู่ทั้งหมด 8 ขา เพียงแต่ขา P3.6 จะไม่ได้ต่อออกมาใช้งานภายนอกของตัว ไอซี แต่ใช้เป็นขาจับสถานะ ของผลการเปรียบเทียบสัญญาณ Analog Comparator Input ระหว่าง พอร์ต P1.0 และ P1.1 จากภายนอก ดังนั้นขาทั้ง 7 ขาที่ต่อใช้งานภายนอกของไอซี สามารถที่จะกำหนดให้เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถที่จะทำได้โดยการเขียนข้อมูลให้เป็น ลอจิก "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการจะติดต่อด้วย (รายละเอียดอยู่บทที่ 5 เรื่องพอร์ต) นอกจากนั้นขาของ พอร์ต 3 จะยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับส่งข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา INTO

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา INT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทมเมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.7 ใช้เป็นขาอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป *** P3.6อยู่ภายในไอซีไม่ได้ต่อ

ออกมาภายนอก แต่ใช้เป็นขาจับสถานะของการเปรียบเทียบสัญญาณ Analog

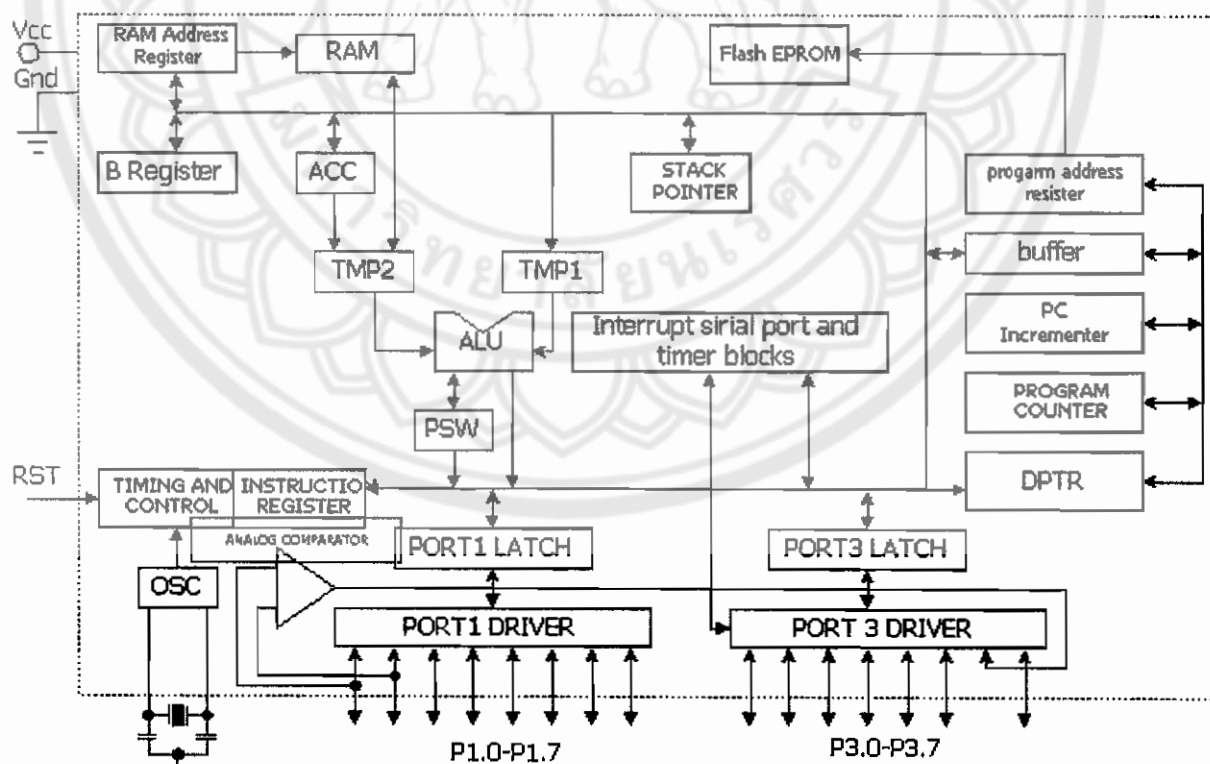
Comparator Input ระหว่างพอร์ต P1.0 และ P1.1 จากภายนอก

รีเซต(Reset) เป็นขาที่ใช้รับสัญญาณในการรีเซต โดยจะรีเซตระบบการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการป้อนสัญญาณนั้นจะต้องทำให้สถานะ ที่ขานี้อยู่ในระดับลอจิก"1" (high) อย่างน้อย 2 แมกซ์ซีแซเคิล * โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ

XTAL 1 และ XTAL 2 เป็นขาที่ใช้สำหรับต่อกับตัวคริสตอล เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะ การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

VPP	1	20	Vcc
RXD/P3.0	2	19	P1.7
TXD/P3.1	3	18	P1.6
XTAL2	4	17	P1.5
XTAL1	5	16	P1.4
INT0/P3.2	6	15	P1.3
INT1/P3.3	7	14	P1.2
T0/P3.4	8	13	P1.1/AIN1
T1/P3.5	9	12	P1.0/AIN0
GND	10	11	P3.7

รูปที่ 2.9 การจัดขาของMCS-51



รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างภายในของไอซีไมโคร AT89C4051

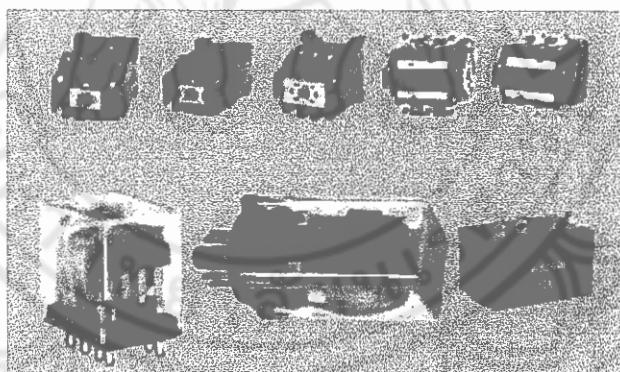
2.5 รีเลย์

รีเลย์คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ คัด-ต่อวงจร คล้ายกับสวิตช์ โดยใช้หลักการ หน้าสัมผัส และการที่จะให้มันทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้มันตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์ มันจะทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิดและตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้มัน มันก็จะกลายเป็นวงจรเปิดไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจาก เพาเวอร์ๆ ของเครื่องเรานั้นันทันทีที่เปิดเครื่อง ก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน

รีเลย์ (Relay)

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์(solenoid)รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้าได้อย่างหลากหลายรีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง(Power relay)หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์(Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา
2. รีเลย์ควบคุม(Control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนักหรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่รีเลย์ควบคุมบางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"



รูปที่ 2.11 ลักษณะของรีเลย์แบบต่าง ๆ

ชนิดของรีเลย์

การแบ่งชนิดของรีเลย์สามารถแบ่งได้ 3 แบบ คือ

2.5.1 ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่รีเลย์ดังต่อไปนี้

1. รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under-voltage) และกระแสเกิน (Over current)
2. รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)
3. รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่น จึงจะทำงานได้
4. รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน
5. รีเลย์เวลา (Time relay) คือรีเลย์ที่ทำงาน โดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ
 - รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส
 - รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้
 - รีเลย์แบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น
 - รีเลย์แบบอินเวอร์สดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ที่ทำงาน โดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และแบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน
6. รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส
7. รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศ (Directional power relay)และรีเลย์กระแสมีทิศ (Directional current relay)
8. รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้
 - รีแอคแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)
 - อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)
 - โมห์รีเลย์ (Mho relay)
 - โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)
 - โพลารไรซ์โมห์รีเลย์ (Polarized mho relay)

- ออฟเซตโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

9. รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10. รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

11. บุคโฮลซ์รีเลย์ (Buchholz 's relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัส ให้รีเลย์ทำงาน

2.5.2 รีเลย์ไฟตรงหรือไฟสลัป

รีเลย์ตามแบบที่อธิบายมาแล้วเป็นรีเลย์ไฟตรง แต่ในหลายๆกรณีก็อาจจะหาไฟตรงมาป้อนให้กับขดลวดไม่ได้ จำเป็นต้องใช้ไฟสลัป ข้อเสียจากการใช้ไฟสลัปมีอยู่ 2 ประการใหญ่ๆ ประการแรกต้องใช้กำลังไฟฟ้าป้อนให้ขดลวดมากกว่ารีเลย์ไฟตรงที่มีขนาดและรูปร่างเท่าๆกัน อาจจะมากกว่าถึง 4 เท่า ทั้งนี้ก็เพื่อให้มีแรงเคลื่อนที่ดึงอาร์เมเจอร์ได้เท่าเดิมตลอดรูปคลื่นไฟสลัป ประการที่สองคือ มีเสียงรบกวนออกมาจากรีเลย์แต่ละครั้งที่กระแสไฟสลัปผ่านศูนย์ สนามแม่เหล็กจะลดลงเป็นศูนย์ เป็นเหตุให้อาร์เมเจอร์มีจังหวะที่กลับคืนสภาพเดิมผลก็คือ อาร์เมเจอร์สั่นด้วยความถี่เป็น 2 เท่าของไฟสลัปการสั่นนี้ ทำให้น้ำสัมผัสแต่ละอันไม่คงที่ เกิดเป็นเสียงรบกวนออกมา เกิดการอาร์กที่น้ำสัมผัส และก็ทำให้ผิวหน้าสัมผัสสึกกร่อนอีกด้วย ดังนั้นในการใช้งานส่วนใหญ่แล้วจึงนิยมใช้รีเลย์ไฟตรงมากกว่า

วิธีหนึ่งที่จะลดเสียงรบกวนในรีเลย์ไฟสลัปก็คือ เพิ่มวงแหวนทองแดงรูปตัวDเข้าไปที่ผิวหน้าของแกนเหล็กวงแหวนนี้ทำหน้าที่เป็นทางลัดวงจรให้กับพื้นที่ผิวหน้าครึ่งหนึ่งขั้ว(pole)แบบนี้เรียกว่า shaded pole วงแหวนจะทำงานคล้ายๆกับขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลง กระแสไหลผ่านในวงแหวน ซึ่งเกิดจากการเหนี่ยวนำแรงดันจะสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมาเอง เฟสของกระแสที่เกิดขึ้นในวงแหวนอยู่ในลักษณะที่ทำให้สนามแม่เหล็กเกิดขึ้นเกือบจะมากที่สุด เมื่อสนามแม่เหล็กจากขดลวดลงมาเป็นศูนย์ ดังนั้นอาร์เมเจอร์ก็จะถูกดูดตลอดเวลาแม้ขณะที่กระแสในขดลวดจะเป็นศูนย์ก็ตาม ตามปกติเรามักจะไม่ใช้รีเลย์ไฟสลัปในวงจรสวิทช์ที่ซับซ้อนหรือในการใช้งานใดๆที่ต้องการเวลาที่อาร์เมเจอร์ถูกดูดหรือปล่อยค่อนข้างแน่นอน

ถ้าต้องการใช้รีเลย์ไฟตรงกับ ไฟสลัปก็ทำได้เพียงแต่เพิ่มเติมวงจรเรกติไฟเออร์แบบเดิมคลื่นเข้ามาเท่านั้น ที่จะต้องระวังอยู่บ้างก็ตรงทรานเซียนต์ไฟตรง ซึ่งอาจจะสอดแทรกเข้ามา ดังนั้นควรมีวงจรกรองไฟเข้ามาอีก รีเลย์ไฟสลัปที่มีขายบางแบบจะใช้โครงสร้างภายในเป็นรีเลย์ไฟตรงแล้วมีเรกติไฟเออร์ต่ออยู่ภายในเรียบร้อย

2.5.3 การจำแนกโหลด

หน้าที่หลักของหน้าสัมผัสของรีเลย์ก็คือ ต่อวงจรเข้าด้วยกัน แยกวงจรออกจากกัน และก็รับกระแสที่ไหลผ่านตัวมัน หน้าสัมผัสจะสึกเร็ว จะเสียเร็ว หรือไม่ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับลักษณะทางไฟฟ้าของโหลด ขึ้นกับโครงสร้างภายในตัวรีเลย์และขึ้นกับสารที่ใช้ทำหน้าสัมผัส คำว่าโหลดในที่นี้หมายถึงโหลดของหน้าสัมผัส ซึ่งเราแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

วงจรแห้ง (dry circuit) เราเรียกหน้าสัมผัสว่าแห้ง ถ้าการทำงานของมันไม่ได้ไปเริ่มต้นหรือหยุดการไหลของกระแส นั่น แต่กระแสนั้นจะไหลหรือหยุดไหลหลังจากที่หน้าสัมผัสแต่ละอันหรือแยกจากกันแล้วก็ได้ ดังรูปที่ 7 ตามปกติหน้าสัมผัสที่เป็นสารโลหะผสมทองกับ สารพาลเลเดียมจะเหมาะกับโหลดจำพวกนี้

โหลดระดับต่ำ (low-level load) โหลดในระดับนี้ดึงกระแสอยู่ในช่วงไมโครแอมแปร์ถึง 50 mA ซึ่งระดับแรงดัน และกระแสไม่มากพอที่จะทำให้เกิดอาร์กขึ้นที่หน้าสัมผัส หน้าสัมผัสที่เป็นสารโลหะผสมทองกับพาลเลเดียมเหมาะสมกับโหลดระดับต่ำไม่ควรใช้หน้าสัมผัสทองหรือโลหะผสมทองปริมาณมากๆ เป็นหน้าสัมผัสทั้งคู่ เพราะอาจจะหลอมยึดติดกันได้ขณะกระแสไฟไหลผ่าน

โหลดระดับกลาง (intermediate load) โหลดระดับ 50 ถึง 300 mA จะทำให้เกิดอาร์กที่หน้าสัมผัสชนิดหนึ่งขณะแตะหรือจากกัน ถ้าบนผิวหน้าสัมผัสมีสารอินทรีย์เกาะอยู่การอาร์กจะก่อให้เกิดคาร์บอนขึ้น หลังจากทำงานไปหลายพันครั้ง ทำให้ความต้านทานของหน้าสัมผัสสูงขึ้น โดยปกติความต้านทานที่สูงขึ้นนี้ไม่สร้างความยุ่งยากแก่วงจรนัก ถ้าไม่ต่อหน้าสัมผัสอนุกรมกันหลายชุดเกินไป

โหลดขนาดใหญ่ (heavy load) ณ ระดับพลังงานสูงๆ เช่นนี้มักจะอาร์กที่หน้าสัมผัสทุกครั้งที่ทำงานสารคาร์บอนที่เกิดจากการอาร์กนี้แม้ว่าจะมากแค่แรงดันและกระแสที่สูงพอที่จะทำให้ล้างความต้านทานของสารคาร์บอนที่ผิวหน้าสัมผัสได้สำหรับการสวิตช์โหลดขนาดใหญ่ หน้าสัมผัสควรจะเป็นสารพวกเงิน หรือโลหะผสมเงินและพาลเลเดียม ถ้ากระแสมากกว่า 500 mA ขึ้นมาแล้วละก็ ไม่ควรใช้สารทอง หรือโลหะผสมทองเด็ดขาด

2.5.4 ดูดวัวร์รีเลย์สวิตช์โหลดอะไร

รีเลย์จะเสียหายถ้าผู้ใช้ไม่ดูให้ดีว่าโหลดเป็นอะไรหน้าสัมผัสจะต้องทำงานอย่างไรและต้องทนกระแสสูงสุดเท่าไร ต่อไปนี้เป็นตัวอย่างโหลดที่คุณอาจจะได้พบบ่อยๆ

โหลดเป็นควัด้านทานถ้าคุณเจอโหลดแบบนี้เห็นจะสบายใจได้เพราะสิ่งที่คุณจำเป็นต้องทราบก็มีแค่แรงดันและกระแสของโหลด แล้วก็เลือกहारิเลย์ได้เลย

โหลดเป็นควัดึงประจุโหลดชนิดนี้ต้องมีการป้องกันวงจรชนิดหน้อย ลองถามคำถามตัวเองสัก 2-3 คำถาม เช่น “หน้าสัมผัสที่จะใช้นั้น ทำหน้าที่ต่อแหล่งจ่ายแรงดันเข้ากับตัวเก็บประจุค่า

มากๆ หรือเปล่า” หรือว่า “เราใช้น้ำสัมผัสเป็นทางให้ตัวเก็บประจุคายประจุหรือเปล่า” ถ้าคำตอบออกมาว่าใช่ ก็หมายความว่าเมื่อทางจะเกิดกระแสค่าสูงๆ ในบางขณะได้ (ตอนเริ่มเก็บและคายประจุ) น้ำสัมผัสอาจจะร้อนจนหลอมติดกันไปเลยก็ได้ ดังนั้นอาจจะต้องต่ออนุกรมด้วยตัวต้านทานเพื่อจำกัดกระแสผ่านน้ำสัมผัสไม่ให้สูงมากเกินไป

โพลดเป็นตัวเหนี่ยวนำค่อนข้างจะยุ่งยากสักหน่อยเพราะในช่วงสร้างหรือคายสนามแม่เหล็กของขดลวด (ที่เป็นโพลดตัวเหนี่ยวนำ) จะเกิดแรงดันคร่อมตัวมันขณะนั้นสูงมาก ถ้ามีแรงดันสูงๆเช่นนี้เกิดขึ้นคร่อมน้ำสัมผัส คุณก็รู้อยู่แล้วว่ามันอาจจะเกิดอาร์กขึ้น ถ้าอาร์กแรงพอ น้ำสัมผัสอาจจะร้อนจนเชื่อมติดกัน หรือแหวกกระจุยไปเลย หรือไม่ก็สารที่ผิวหน้าสัมผัสถึงชั้นระเหยไปเลย ดังนั้นถ้าโพลดเป็นตัวเหนี่ยวนำ (พวกขดลวด หรือโซลินอยด์ หรือคอนแทกเตอร์ หรือมอเตอร์) ก็จะต้องมีวงจรลดอาร์กเข้าไปด้วยทุกครั้ง เช่น อาจจะต่อไดโอดคร่อมขดลวดเข้าไป เป็นต้น

โพลดเป็นหลอดเผาไส้ หลอดไฟแบบไส้พวกนี้เวลาเย็นความต้านทานไส้หลอดจะต่ำกว่าเวลาใช้งานมาก ตัวอย่างเช่น ไส้หลอดทั้งสแตนดาร์ดจะมีความต้านทานขณะเย็นต่ำกว่าขณะใช้งาน (ที่คุณคาดเอาไว้) มากถึง 12 ถึง 16 เท่า ดังนั้นเมื่อเริ่มใช้งานกระแสจะพรวดพราดขึ้นสูงกว่าที่คำนวณปกติ และจะค่อยๆ ลดลงมากำปกติ ฉะนั้นทุกครั้งที่เลือกกริเลย์ไปใช้กับหลอดเผาไส้ จะต้องให้หน้าสัมผัสทนกระแสกระชากสูงสุดของหลอดนั้นๆ ได้ด้วย

โพลดใช้กับไฟตรงหรือไฟสลับสำหรับโพลดชนิดไฟตรงควรจะมีวงจรลดอาร์กที่หน้าสัมผัส แต่สำหรับโพลดชนิดไฟสลับ อาร์กจะแรงน้อยลงเพราะการที่หน้าสัมผัสเคลื่อนที่ช้าทำให้กว่าอาร์กเต็มที่แรงดันคร่อมน้ำสัมผัสก็ลดลงจนผ่านศูนย์ไปแล้ว ปกติกริเลย์ที่ต้องใช้กับกำลังงานสูงๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับโพลดไฟตรง และโพลดเป็นตัวเหนี่ยวนำ ผู้ผลิตมักจะแนะนำว่าสารที่ใช้ทำหน้าสัมผัสควรจะเป็นสารอะไร จึงจะช่วยลดการสึกหรอลงไปได้ นอกจากนั้นถ้าเป็นไฟสลับก็ต้องรู้ว่าใช้งานกับความถี่เท่าใดถ้าเป็นการอาร์กในพื้นที่เล็กๆ และกระแสผ่านน้ำสัมผัสได้มาก อุณหภูมิที่หน้าสัมผัสจะเพิ่มสูงขึ้นมาก จนอาจจะเกิดการหลอมเหลวละลายที่จุดนั้น ถ้าระบายความร้อนไปไม่ทันสารที่ใช้ทำหน้าสัมผัสก็อาจจะถึงชั้นระเหยไป เป็นสาเหตุที่ทำให้หน้าสัมผัสสึกกร่อน ขณะที่หน้าสัมผัสแยกตัวห่างกันมากขึ้น อาร์กก็จะยืดยาวออกและหายไปในช่วงที่สุด ระยะที่อาร์กเริ่มหายไปขึ้นกับปริมาณกระแสโพลดและแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ บางครั้งน้ำสัมผัสอาจจะเย็นและติดกันไปเลย

อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอาร์กได้ก็คือ โพลดที่เป็นตัวเหนี่ยวนำ เช่น ขดฟิลล์ของมอเตอร์ไฟฟ้าโซลินอยด์และหม้อแปลงไฟฟ้า เมื่อหน้าสัมผัสกำลังแยกจากกัน สนามแม่เหล็กในโพลดจะตกลงอย่างรวดเร็ว จึงเหนี่ยวนำให้เกิดแรงดันสูงมากคร่อมโพลดที่เป็นตัวเหนี่ยวนำนั้น แรงดันสูงนี้จะคร่อมน้ำสัมผัสที่กำลังแยกจากกันนี้ด้วย เป็นเหตุให้เกิดอาร์กขึ้นแม้ว่าในบางครั้งแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ และกระแสที่โพลดดึงจะไม่พอที่จะทำให้เกิดอาร์กก็ตามยังมีเด็งมาเพิ่มอาร์ก

การเดินของหน้าสัมผัสก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งของการอาร์กเมื่อรีเลย์ซึ่งปกติหน้าสัมผัสเปิดวงจร (NO) ได้รับกำลังงานไฟฟ้าที่รวดเร็ว ขั้ว (หน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้) ก็จะถูบบังคับให้เคลื่อนเข้าหาหน้าสัมผัสที่ถูกยึดอยู่กับที่ การเคลื่อนที่จะหยุดทันทีเมื่อหน้าสัมผัสทั้งสองชนกัน ความเฉื่อยเนื่องจากน้ำหนักของขั้วประกอบกับแรงคืนตัวของสปริงที่ถูกยึด จึงทำให้ขั้วเดินไปมาหลายครั้งกว่าที่จะแตะกับหน้าสัมผัสอื่นๆ แต่ครั้งที่หน้าสัมผัสแตะก็จะเกิดอาร์กขึ้น ถ้ากระแสขณะอาร์กสูงพอ หน้าสัมผัสทั้งสองก็อาจจะละลาย ยิ่งแรงดูดมากขึ้น (คือจ่ายไฟให้รวดเร็วมากขึ้น) และยิ่งสปริงแข็งขึ้น การแตะก็จะนานขึ้น เหตุการณ์ทำนองนี้จะเกิดทั้งตอนที่กำลังจะแตะกัน และกำลังจะแยกจากกัน ทั้งรีเลย์แบบ NO และ NC

เทคนิคการลดอาร์กขึ้นอยู่กับเป้าหมายและราคาที่จะยอมเสียให้กับมัน เป้าหมายการลดอาร์กมีอยู่ 3 ประเด็น คือ

- ป้องกันอุปกรณ์อื่นจากอันตรายอันอาจเกิดจากแรงดันทรานเซียนต์พร้อมขดลวดของรีเลย์
 - ลดการสึกหรอของหน้าสัมผัสอันเนื่องจากโหดเป็นตัวแทนเหี่ยวหน้า (กลับกับข้อแรก)
 - ลดสัญญาณรบกวนความถี่สูง (RFI) เนื่องจากการทำงานของหน้าสัมผัส
- ทุกครั้งที่เราเพิ่มเติมวงจรลดอาร์กขึ้นมานั้นเพื่อป้องกันดังกล่าว ท่านอาจจะต้องสูญเสียสิ่งต่อไปนี้ : เสียเงินเพิ่มขึ้น อาจจะดึงกำลังงานจากวงจรมากขึ้น กินเนื้อที่มากขึ้นหรือรีเลย์ต้องใช้เวลาเดินออกนานขึ้น ดังนั้นก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะใช้เทคนิคการลดอาร์กอย่างไรนั้น ประการแรกจุดมุ่งหมาย ประการที่สอง วงจรที่จะเพิ่มเข้ามานั้นสามารถบรรลุเป้าหมายนั้นหรือไม่ และประการที่สามเพิ่มวงจรเข้ามาสร้างปัญหาอื่นอีกหรือไม่

2.5.5 หน้าสัมผัสเชื่อมได้

ถ้าบอกว่าหน้าสัมผัสเหมือนกับอวัยวะส่วนหนึ่งก็คงไม่ผิดนักเพราะใช้มันมากๆ หรือใช้ผิดๆ มันก็เสื่อมสมรรถภาพได้

สารที่ใช้ทำหน้าสัมผัสและรวมทั้งรูปร่างของหน้าสัมผัสแรงกดที่ให้น้ำสัมผัสแตะกันนั้นเป็นตัวกำหนดว่ารีเลย์จะใช้กับโหดได้สูงสุดเพียงใด ตารางที่ 3 แสดงคุณสมบัติของสารที่ใช้ทำหน้าสัมผัส

เมื่อใช้กับโหดที่มีช่วงแรงดันเป็นมิลลิโวลต์หรือช่วงกระแสเป็นไมโครแอมแปร์ ผู้ผลิตก็มักจะใช้รีเลย์ที่หน้าสัมผัสเป็นทอง แต่ถ้าโหดเพิ่มขึ้นมากกว่า 0.5 แอมแปร์ ก็จะเปลี่ยนไปใช้สารอื่น ซึ่งทนการสึกหรอได้ดีกว่า

แต่ละสารก็มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ความแตกต่างนี้เองที่อาจจะสร้างเรื่องปวดหัวให้ถ้าคุณไปใช้หน้าสัมผัสเกินกว่าขนาดของมันมากขึ้น ตัวอย่างเช่นรีเลย์ซึ่งหน้าสัมผัสเคลือบทอง ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้กันในรีเลย์อเนกประสงค์ขนาดเล็ก ผู้ผลิตอาจจะบ่งว่า “ low level to 2A” ซึ่งถ้าตีความแล้วมักจะสับสนกันว่าเป็นอย่างไรกันแน่ หน้าสัมผัสใช้ได้กับโหดตั้งแต่วงจรแห้งจนถึง

ขนาด 2 แอมแปร์ ได้หรือหือ? สเปกแบบนี้แหละผู้ผลิตเขียนไว้หลอก ถ้าเป็นวงจรแห้งหน้าสัมผัสเคลือบทองจะทนการสึกกร่อนได้ดีมาก แต่ถ้าขึ้นไปใช้สวิตช์โหลด 2 แอมป์ชื่อๆ ส่วนที่เคลือบทองก็จะร้อนจัด และระเหยกลายเป็นไอไป

ความหมายนี้คือใช้กับวงจรแห้งได้ เมื่อหน้าสัมผัสแตะกันเรียบร้อยแล้ว ก็จะรับโหลดขนาด 2 แอมแปร์ได้ โปรดสังเกตว่ากระแสผ่านหน้าสัมผัส 2 แอมแปร์นั้นไม่เหมือนกับการที่หน้าสัมผัสตัดหรือต่อ โหลด 2 แอมแปร์ทันที กรณีแรกง่ายกว่ามาก ส่วนกรณีหลังต้องใช้หน้าสัมผัสที่ทนทานมากกว่า

2.5.6 โซลิดสเตทรีเลย์

โซลิดสเตทรีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในงานด้านสวิตชิงโดยข้อดีคือแรงดันด้านอินพุตที่ใช้เป็นตัวควบคุมจะถูกแยกออกจากสายสัญญาณของอุปกรณ์ที่รีเลย์ควบคุม โดยโซลิดสเตทรีเลย์สามารถนำมาใช้ในการควบคุมทั้งโหลดที่เป็นแรงดันไฟตรงและไฟสลับ ถ้ารีเลย์ถูกออกแบบให้ควบคุมโหลดที่เป็นไฟตรง จะต่อทรานซิสเตอร์กำลังกับโหลด

LED ในรีเลย์

รีเลย์จะมี LED คู่กับด้านอินพุต เมื่อแรงดันด้านอินพุตทำให้ LED สว่างโฟโตดีเทกเตอร์ (photodetector) จะนำกระแสผ่านมายังขาเบสของทรานซิสเตอร์ ทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแสและมีกระแสไหลผ่านมายังโหลด ซึ่งรีเลย์เหล่านี้จะแยกโหลดจากด้านอินพุตของรีเลย์ โดยจะใช้แสงเป็นตัวควบคุมการทำงาน (optoisolated) ดังนั้นจึงไม่มีแรงดันสไปก์หรือสัญญาณรบกวนทางด้านโหลด

ไทรแอกในรีเลย์

เมื่อใช้โซลิดสเตทรีเลย์ควบคุมวงจรไฟสลับจะต่อไทรแอกกับโหลดของวงจรแทนที่จะใช้ทรานซิสเตอร์ ใช้ LED เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ดังได้กล่าวมาในตัวอย่างก่อนหน้านี้ เมื่อตัวตรวจจับสัญญาณได้รับแสงจาก LED จะทริกเกอร์ขาเกตของไทรแอก ทำให้กระแสไหลผ่านมายังโหลด

อุปกรณ์อื่นๆในรีเลย์

นอกจากหลักการของออปโตโซเลชัน (optoisolation) คือการต่ออินพุตแยกกับโหลดโดยใช้แสงเป็นตัวเชื่อมต่อ) แล้ว รีเลย์บางตัวจะใช้รีดรีเลย์ (reed relay) ขนาดเล็ก ในการควบคุมเอาต์พุตโดยชุดของหน้าสัมผัสรีดจะต่อกับขาเกตของไทรแอก วงจรควบคุมจะต่อกับคอยล์ของรีดรีเลย์ เมื่อแรงดันที่ใช้ควบคุมทำให้เกิดกระแสไหลในคอยล์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กโดยรอบคอยล์ของรีเลย์ ซึ่งสนามแม่เหล็กนี้ทำให้หน้าสัมผัสของรีดปิด ไทรแอกจะทำงานโดยการทำงานของรีเลย์แบบนี้จะใช้สนามแม่เหล็กในการแยกวงจรควบคุมออกจากโหลด

แรงดันควบคุม

แรงดันควบคุมสำหรับโซลิดสเตรทจะอยู่ในช่วง 3-32V และสามารถใช้ได้ทั้งไฟกระแสตรงและไฟกระแสสลับ ถ้าใช้ไฟแรกในการควบคุมอุปกรณ์ แรงดันของโหลดจะอยู่ในย่าน 120 ถึง 240Vac โดยอัตราของกระแสจะอยู่ในช่วง 5-25A อุปกรณ์โซลิดสเตรทรีเลย์หลายๆตัวจะมีคุณสมบัติของซีโรสวิตชิง (Zero switching) โดยสมมติว่าแรงดันไฟสลับมีค่าแรงดันเท่ากับแรงดันพิกด้านบวก ไฟแรกจะนำกระแสจนกระทั่งแรงดันตกกลับมาเป็นศูนย์โวลต์จึงหยุดนำกระแส

โซลิดสเตรทรีเลย์นั้นมีหลายรูปแบบและมีอัตราทนกำลังต่างๆ กันไปซึ่งโซลิดสเตรทรีเลย์บางชนิดถูกออกแบบให้เป็นรีเลย์หน่วงเวลา (time – delay relay)

โซลิดสเตรทรีเลย์ถูกใช้งานทั่วไปใน I/O แท้จริงของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ โดยตัวคอนโทรลเลอร์นี้จะเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ถูกโปรแกรมให้ทำงานเช่นเดียวกับวงจรควบคุมที่ใช้รีเลย์ลอจิกที่ใช้ในการควบคุมจะมาจากรีเลย์ที่ต่ออยู่ภายในเมื่อโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์รับอินพุตมาจากอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น ตรวจจับระดับของเหลว ตรวจจับความดัน คอมพิวเตอร์จะส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้มอเตอร์หยุดหรือเริ่มทำงานหรือเปิดและปิดวาล์ว เป็นต้น

โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์นี้จะทำงานโดยใช้แรงดันไฟตรงย่าน 5-15 V ซึ่งขึ้นกับชนิดของคอนโทรลเลอร์นั้น โดยแหล่งจ่ายแรงดันนี้จะต้องถูกปิดฟิวเตอร์และเรกติไฟ ไม่มีแรงดันสไปก์และสัญญาณรบกวนจากอิเล็กทรอนิกส์ เพราะหากมีแรงดันสไปก์เข้ามายังคอมพิวเตอร์แล้ว มันจะถูกนำไปตีความหมายโดยลอจิกภายใน ด้วยเหตุผลนี้จึงต้องต่อคอมพิวเตอร์แยกกับวงจรภายนอก

หน้าที่ของ I/O แท้จริง คือจัดเตรียมการติดต่อสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์และวงจรภายนอกและแยกสองส่วนนี้ออกจากกันด้วย โดยโซลิดสเตรทรีเลย์จะถูกนำมาใช้ในการทำหน้าที่นี้ ส่วนของ I/O แท้จริงจะประกอบด้วยอินพุตและเอาต์พุตมอดูล

ไทม์มิงรีเลย์

ระบบควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่ไม่ต้องมีการควบคุมเวลา การใช้เครื่องจักรกลที่ควบคุมการเริ่มต้นของดีเลย์ (delay) เหตุการณ์ควบคุมเวลาอย่างหนึ่ง ตัวอย่างเช่น เครื่องผสม (mixing machine) อาจจะทำงานต่อเมื่อต้องรอให้ของเหลวร้อนขึ้นก่อน หรือพัดลมจะหยุดหมุนต่อเมื่อขดลวดความร้อนปรับอุณหภูมิห้องสูงได้ที่

ไทม์มิงรีเลย์ (timing relay) เป็นอุปกรณ์รีเลย์ที่ประกอบด้วยกลไกฮาร์ดแวร์ (hardware mechanism) หรือวงจรที่ตีเรย์ การเปิดหรือปิดคอนแทกของโหลด ไทม์มิงรีเลย์จะมีลักษณะการทำงานคล้ายกับรีเลย์ควบคุมอื่นๆ ที่ใช้ขดลวดเพื่อควบคุมการทำงานของคอนแทกหลายๆ คอนแทก ความแตกต่างระหว่างรีเลย์ควบคุมกับไทม์มิงรีเลย์คือคอนแทกของไทม์มิงรีเลย์จะดีเลย์การเปลี่ยนตำแหน่งในขณะที่ขดลวดถูกกระตุ้นหรือไม่ถูกกระตุ้น

5000103

ไทม์มิ่งรีเลย์แบบอากาศ (pneumatic timing relay) ใช้กลไกการเชื่อมและระบบแอร์-เบลโลว์ (air-bellow system) เพื่อกำหนดไทม์มิ่งไซเคิล (timing cycle) การออกแบบเบลโลว์ ทำให้อากาศผ่านเข้าวาล์วในอัตราที่กำหนดเพื่อให้เกิดการดีเลย์เวลาน้อยๆ และไปเปิดสวิตช์คอนแทคเข้าที่ชุด ไทม์มิ่งรีเลย์แบบอากาศนี้เป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่เชื่อถือได้ สามารถปรับคาบเวลาได้ในพิสัยที่กว้างและกลไกการทำงานเป็นที่น่าเชื่อถือได้แม้ว่าอุณหภูมิหรือแรงดันเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังสามารถทำงานซ้ำๆ ได้โดยมีประสิทธิภาพคงที่

มีวงจรบางประเภทต้องใช้ไทม์มิ่งคอนแทคและคอนแทคขณะใดขณะหนึ่ง (instantaneous contac) ที่ทำงานได้จากการกระตุ้นขดลวดรีเลย์ คอนแทคขณะหนึ่งขณะใด ๆ จะทำงานได้เมื่อขดลวดได้รับการกระตุ้นหรือไม่ได้รับการกระตุ้น ซึ่งเป็นกลไกที่ไม่ขึ้นกับเวลาไทม์มิ่งคอนแทคจะจัดไว้เพื่อดีเลย์หลังจากขดลวดได้รับการกระตุ้นหรือไม่ได้รับการกระตุ้น โครงสร้างของออน-ดีเลย์ (on delay) ไทม์มิ่งรีเลย์อากาศที่มีไทม์มิ่งคอนแทคและคอนแทคขณะหนึ่งขณะใดอย่างละ 2 คอนแทค เมื่อขดลวดได้รับการกระตุ้น คอนแทคจะไม่ให้เกิดการเปิดหรือปิดอย่างใดก็ได้เมื่อขดลวดไม่ได้รับการกระตุ้นคอนแทคจะกลับไปอยู่ในสถานะเดิมทันทีเช่นเดียวกันเมื่อขดลวดไม่ได้รับการกระตุ้นโซลิดสเตทไทม์มิ่งรีเลย์ซึ่งใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อได้ไทม์มิ่งไซเคิล ไทม์มิ่งรีเลย์บางตัวเป็นวงจร RC ที่มีค่าคงที่เวลาเป็นพื้นฐาน (base) และบางตัวจะใช้นาฬิกาควอตซ์เป็นพื้นฐาน วงจรโครงข่าย RC ออสซิลเลเตอร์จะผลิตพัลส์ที่แม่นยำและเสถียรภาพ ซึ่งใช้ในการแบ่งเวลาดีเลย์น้อยๆ และใช้เป็นคอนแทคสวิตช์สำหรับเข้าที่ชุดความยาวของเวลาดีเลย์สามารถปรับได้โดยปรับปุ่มควบคุมหรือโพเทนชิโอเมเตอร์ที่ติดตั้งไว้บนหน้าปัดของไทม์มิ่งรีเลย์ บนหน้าปัดจะมี LED ปรากฏแสงในช่วงที่ในการตรวจนับเวลาและจะสว่างจ้าครั้งที่หลังจากการตรวจนับเวลาเรียบร้อยแล้ว LED จะปิดเมื่อไม่มีการกระตุ้นที่ไทม์มิ่ง

เมื่อรีเลย์ดีเลย์เวลาอาจจะแบ่งออกเป็นสองแบบคือ ออน-ดีเลย์ รีเลย์ (on delay relay) และออฟ-ดีเลย์ รีเลย์ (off-delay relay) แสดงหลักการทำงานของออน-ดีเลย์ รีเลย์ซึ่งเขียนย่อเป็น DOE ซึ่งแทนสำหรับ “delay on energize” ต่อเมื่อกำลังเข้ากับขดลวดของออน-ดีเลย์ไทม์มิ่งรีเลย์คอนแทครีเลย์จะเปลี่ยนตำแหน่งในช่วงใดช่วงหนึ่งของคาบเวลา สมมติดีเลย์เวลาเป็น 10 s เมื่อหยุดป้อนแรงดัน และขดลวดไม่ได้รับการกระตุ้น คอนแทคจะคืนกลับยังตำแหน่งปกติทันที

ลอจิกรีเลย์

หลักการทำงานของรีเลย์โดยธรรมชาติแล้วเป็นดิจิทัล เพราะทำงานเป็นแบบ ON/OFF เรียกรีเลย์ (magnetic relay) เป็นอุปกรณ์สองสถานะ ขดลวดจะทำหน้าที่เป็นอินพุตในขณะที่วงจรโซลิด สเตทลอจิกเกทเป็นอุปกรณ์หลายอินพุต แต่มิเข้าที่ชุดเดียว

วงจรควบคุมที่ต้องการฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชันหรือมากกว่า เพื่อใช้ครบกระบวนการของเงื่อนไข เพื่อให้เหตุการณ์เกิดขึ้นโดยวงจรเกท AND แสดงรีเลย์ที่สมนัยกับวงจรลอจิก AND เกท ซึ่งเป็นตัวอย่างของอินเตอร์ล็อกเพื่อความปลอดภัย ซึ่งมีใช้กันมากกระบวนการกวดเจาะรู สวิตช์แบบทด PB1 และ PB2 จะถูกกดพร้อมกันเมื่อขดลวดโซลินอยด์ได้รับการกระตุ้นให้ทำการกวดเจาะในลักษณะเหมือนมีมือสองข้างพร้อมกับโอเปอเรเตอร์เครื่องจักรกล ในการจัดสวิตช์เช่นนี้จะกำจัดโอกาสของการบาดเจ็บได้

วงจรควบคุมที่มีเงื่อนไขหรือมีเงื่อนไขอื่นๆ ที่แยกออกมาจากเงื่อนไขแรก จะทำให้เกิดเหตุการณ์หนึ่งเกิดขึ้นได้จะอธิบายได้ด้วยวงจรลอจิก OR เกท ซึ่งเป็นวงจรที่ควบคุมการเปิด/ปิดหลอดไฟด้วยเงื่อนไขที่โฟโตเซ็นเซอร์ (photo sensor)

