

ระบบควบคุมการเข้าใช้รถแบบไร้สาย

ยุพิน สรรพคุณ*

1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันรถยนต์เปรียบเสมือนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ที่จำเป็นเพื่อความสะดวกสบายและความคล่องตัว แต่เนื่องจากรถยนต์มีราคาแพงมาก อีกทั้งราคาน้ำมัน และค่าครองชีพที่ปรับสูงขึ้นตลอดมา จึงทำให้คนส่วนใหญ่หันมาใช้บริการรถโดยสารหรือรถเช่า ผู้เขียนจึงเกิดแนวความคิดที่จะทำระบบกันขโมยรถหรือขออนุมัติการใช้รถ ในกรณีที่เป็นผู้รถยนต์ โดยในการเช่ารถยนต์ จะต้องมีการทำข้อมูลการเช่าก่อน จึงจะสามารถนำรถออกจากผู้รถยนต์ไปได้ ดังนั้น ระบบที่ทำเป็นต้นแบบขึ้นมานี้จะทำการส่งรหัสของรถคันนั้น ๆ ที่มาทำข้อมูลการเช่าเรียบร้อยแล้วไปยังรถยนต์คันที่เช่า เพื่อให้วงจรที่ซ่อนติดอยู่ในตัวรถทำการต่อระบบไฟฟ้ารถยนต์ แล้วจึงจะสามารถบิดกุญแจ สตาร์ทเครื่องยนต์ได้ หรือถ้ามีการบิดกุญแจโดยไม่ได้รับรหัสการต่อระบบไฟฟ้าหรือไม่ได้รับอนุญาต ก็ให้มีเสียงเตือนจากตัวรถ ซึ่งก็จะเป็นการป้องกันการขโมยรถยนต์ได้ในระดับหนึ่ง

โดยการทำงานของระบบเป็นการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมการเข้าใช้รถแบบไร้สาย โดยอาศัยการส่งผ่านคลื่นวิทยุโดยมีรัศมีในการควบคุมได้ไกลประมาณ 300-500 เมตร

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีหลัก ๆ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ ส่วนของซอฟต์แวร์ ซึ่งในส่วนของซอฟต์แวร์เป็นการใช้ความรู้ในส่วนของโปรแกรม Microsoft Visual Basic ร่วมกับฐานข้อมูล ในการเก็บข้อมูลประวัติรถยนต์เช่าและประวัติผู้เช่าร่วมกับโปรแกรมคำสั่งภาษาแอสเซมบลี ซึ่งเป็นภาษาที่เข้าใจง่าย นำมาเขียนคำสั่งควบคุมไมโคร ซึ่งใช้เป็นตัวประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU) ของระบบ เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ที่ใช้คือ AT 89S52 และในการนำไปใช้งานจำเป็นจะต้องมีไอซีประกอบภายนอกเพิ่มเติมเข้าไปให้ระบบที่สมบูรณ์ เช่น หน่วยความจำ,

พอร์ตควบคุม และคริสตอลเพื่อเป็นพื้นฐานเวลาและแหล่งจ่ายไฟ เพื่อให้เป็นระบบควบคุมที่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ร่วมกับชุดวิทยุรับ-ส่ง เพื่อใช้ในการส่งสัญญาณควบคุม (รหัสของรถยนต์แต่ละคัน) ระหว่างห้องควบคุมของอยู่กับรถยนต์เช่าแต่ละคันที่จอดอยู่ภายในบริเวณ

การติดต่อทางพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีโครงสร้างเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ ซึ่งรับและส่งข้อมูลในเวลาเดียวกันได้ โดยจะมีรีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer) เป็นบัฟเฟอร์สำหรับการรับส่งข้อมูลอนุกรม โดยเริ่มต้นเมื่อมีการเขียนข้อมูลเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ SBUF หลังจากนั้นข้อมูลจะถูกจัดการโดยวิธีทางฮาร์ดแวร์ในการเลื่อนบิต เพื่อส่งสัญญาณออกไปภายนอก หลังจากมีการส่งข้อมูลออกไปจนครบแล้ว จึงจะทำการเซตบิตโดยกำหนดค่าของแฟล็ก TI ในรีจิสเตอร์ SCON ให้เป็นสถานะ “1” เพื่อแจ้งว่ารีจิสเตอร์ SBUF ว่างแล้ว และพร้อมที่จะส่งข้อมูลไปต่อก็ได้

การรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม จะต้องเริ่มต้นโดยการกำหนดค่าของบิต REN ที่อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON ให้มีค่าเป็นสถานะ “1” หลังจากนั้นเมื่อมีการรับข้อมูลเข้ามาจากภายนอกก็จะทำการเลื่อนข้อมูลไปโดยอัตโนมัติ และเมื่อบิตสุดท้ายถูกเลื่อนบิตเข้ามาเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลจะถูกย้ายมาเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ SBUF และจะทำการเซตที่บิต RI ให้เป็นสถานะ “1” ซึ่งส่งผลให้เกิดการอินเตอร์รัปโปรแกรมขึ้น

การสื่อสารเพื่อเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์ในการรับและส่งข้อมูลทางอนุกรมมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ ได้แก่ แบบ Single Processor System เป็นระบบการสื่อสารโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 ตัวเชื่อมต่อหากันและแบบ Multiprocessors System เป็นระบบการสื่อสารแบบมัลติโปรเซสเซอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 ตัวเป็นตัวแม่ (Master) และสามารถที่จะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เป็นตัวลูก (Slave) ได้อีกเป็นจำนวนหลาย ๆ ตัว

การเขียนโปรแกรมติดต่ออุปกรณ์ภายนอกและควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านพอร์ตอนุกรม สามารถทำได้คือ

1. จัดการ การทำงานของ Timer TCON (Time Control Register) และ TMOD (Time Mode Register) นำเอาทั้งสองมาทำหน้าที่สำหรับควบคุมการทำงานของ Timer เพื่อจะนำมาใช้เป็นตัววนลูปจับเวลาของอัตราการรับส่งข้อมูล (Baud Rate) คือ จะกำหนดค่าใน TMOD เช่น TMOD=00100000B ในที่นี้ใช้รับส่งข้อมูล 11 บิต คือ จะมี 8 data bit, Start bit, Stop bit, Custom data bit ทั้งนี้จะกำหนดไม่ให้ Timer เกิด

* ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม สจพ.



Interrupt โดยจะไปกำหนดที่ IE (Interrupt Enable Register) ตั้งค่าให้เป็นศูนย์ทุก bit ส่วน Baud rate ของการรับส่งข้อมูลนั้นจะอาศัยอัตราการเกิด Timer Overflow ร่วมกับค่าของ SMOD(Serial Mode Register) สำหรับค่าที่จะกำหนดให้ Timer เพื่อสร้างอัตรารับส่งของ Serial Port ในไมโครคอนโทรลเลอร์

2. การเขียนโปรแกรมตั้งค่าทำงานของ Timer

การเขียนโปรแกรมตั้งค่าของ Timer เช่น Baud Rate ของ Serial port=9600 bit/sec

```
MOV TMOD,#00100000B ; ตั้งค่าใน TMOD Register
                        ; ให้เริ่มค่าใหม่อัตโนมัติ
MOV IE,#00000000B ; ตั้งค่าไม่ให้ Timer Interrupt
MOV TL1,#FDH ; ตั้งค่าอัตรารับส่งข้อมูล
                        ; 9600 bit/sec
```

```
MOV TH1,#FDH
```

```
SETB TR1 ; ตั้ง Timer 1 ทำงาน
```

3. เขียนโปรแกรมติดต่อกับ Serial Port

โดยใช้รีจิสเตอร์ CON ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมกระบวนการรับส่งข้อมูลของ Serial Port ในไมโครคอนโทรลเลอร์ว่าจะให้เป็นโหมดใดการกำหนดให้รับข้อมูล และส่งข้อมูลแล้วนำข้อมูลนั้นไปเก็บไว้ที่ Buffer โดยในการเขียนโปรแกรมรับข้อมูลก็ต้องไปเคลื่อนย้ายข้อมูลใน Buffer มาใช้ เช่น ใช้คำสั่ง MOV A, SBUF เป็นต้น

ถ้าจะส่งข้อมูลออกไปที่ Serial Port ในไมโครคอนโทรลเลอร์ก็ต้องเคลื่อนย้ายข้อมูลไปไว้ที่ Buffer ตัวนี้เหมือนกัน เช่น MOV SBUF, A หรือ MOV SBUF, # 31H เป็นต้น

4. การเขียนโปรแกรมรับข้อมูล

```
JNB RI,$ ; เปรียบเทียบเงื่อนไขจนกว่าเป็นจริงเมื่อ
                        ; Buffer Receive แล้ว
```

```
CLR RI ; เคลียร์ค่าของ RI (Receive Interrupt) bit ใน
                        ; SCON Register
```

```
MOV A, SBUF; นำค่าจาก Buffer ไปเก็บไว้ใน Register A
```

5. การเขียนโปรแกรมส่งข้อมูล

```
MOV SBUF, #43H ; เอาค่าแอสกี = 43H เก็บที่ Buffer
                        ; ในการส่งข้อมูลผ่าน Serial port
```

```
JNB TI,$ ; เปรียบเทียบเงื่อนไขเป็นจริงเมื่อ
                        ; Buffer Send แล้ว
```

```
CLR TI ; เคลียร์ค่าของ TI bit ใน SCON Register
```

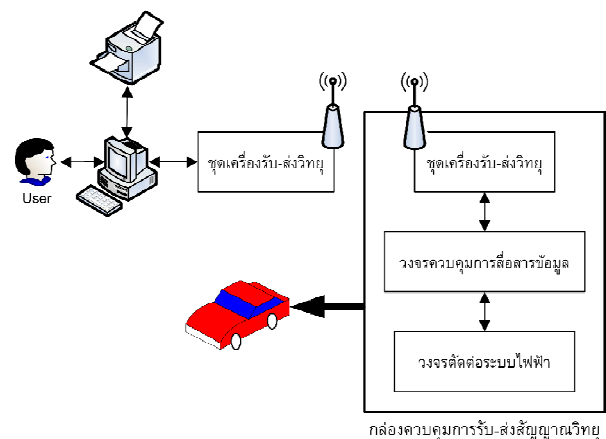
เครื่องรับ-ส่ง วิทยุ

เครื่องรับ-ส่งวิทยุ คลื่นความถี่ 2.4 GHz เป็นชุด Signal Converter สำหรับใช้แปลงสัญญาณระหว่าง RS232 และ RF-Wireless โดยในโหมดการทำงานของการส่งข้อมูล (Transmitter) จะทำหน้าที่ที่รับข้อมูลจากพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 จากขา RX แล้วแปลงเป็นสัญญาณความถี่ (GFSK) ส่งออกไปในอากาศ และในทางกลับกันโหมดการทำงานแบบรับ (Receiver) ชุดรับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz จะทำหน้าที่คอยตรวจจับข้อมูลที่อยู่ในรูปของสัญญาณความถี่ (GFSK) จากด้าน RF เพื่อแปลงกลับเป็นข้อมูลแบบ RS232 ส่งออกไปทางขา TX ได้ด้วย

การเขียนโปรแกรม Visual Basic ติดต่อกับ Serial Port

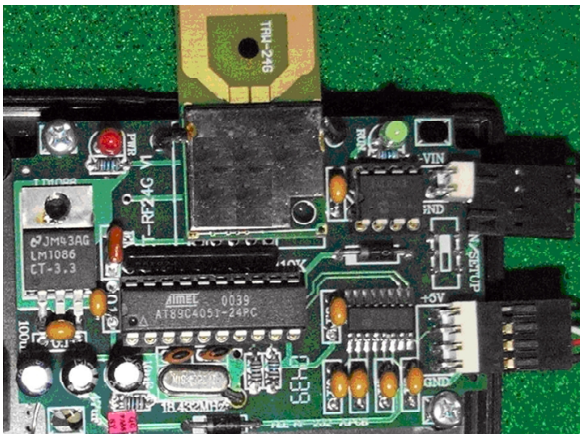
เนื่องจากการสั่งงานจากเครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องควบคุมของอยู่เซาเรด จึงต้องมีการเขียนโปรแกรม Visual Basic ติดต่อกับ Serial Port โดยใช้วิธีการติดต่อแบบอินเตอร์รัปต์ ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์นั้นอุปกรณ์รอบข้างเกือบทุกชิ้นจะต้องปฏิบัติงานอยู่เพื่อส่งสัญญาณไปให้แก่ซีพียูเสมอ ถ้าอุปกรณ์นั้นพร้อมที่จะรับส่ง อุปกรณ์จะส่งเป็นรหัสแอสกี มาเราจะเขียนโปรแกรมอินเตอร์รัปต์ โดยเมื่อที่ข้อมูลเข้ามาก็จะทำให้มี CommEvent กับ On Comm Event เกิดขึ้น

3. ผลการดำเนินงาน



ภาพที่ 1 แสดงภาพรวมในส่วนฮาร์ดแวร์

ส่วนของฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วยวงจรหลักๆ 3 วงจร คือ วงจรชุดรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ คลื่นความถี่ขนาด 2.4 GHz



ภาพที่ 2 วงจรชุดรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ คลื่นความถี่ขนาด 2.4 GHz

สำหรับการทำงานของเครื่องรับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz นั้นจะกระทำผ่าน Switch เลือกโหมด เนื่องจากการทำงานของเครื่องรับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz นั้นจะทำการตรวจสอบโหมดการทำงานของเครื่องจาก Switch เลือกโหมด เฉพาะในช่วงของการจ่ายไฟเลี้ยงให้เครื่องเริ่มต้นทำงานครั้งแรก (Power-ON) เท่านั้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการทำงานของ Switch เลือกโหมด หลังจากทำการจ่ายไฟให้กับเครื่องรับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz ไปแล้ว จะไม่มีผลต่อการทำงานของเครื่องแต่อย่างใด โดยการทำงานของเครื่องรับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz นั้นจะมี LED แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจำนวน 2 หลอด คือ LED POWER ซึ่งเป็น LED สีแดง โดยที่ LED POWER นี้จะติดสว่างให้เห็นตลอดเวลาที่มีการจ่ายไฟเลี้ยงให้เครื่องทำงาน ส่วน LED อีกดวงหนึ่งนั้นจะเป็น LED สีเขียว ใช้แสดงสถานะการทำงานของเครื่องซึ่งเรียกว่า LED STATUS โดยจะเกิดการกะพริบตามจังหวะของการรับส่งข้อมูลกันในแต่ละครั้งโดยในสภาวะปกติ

ในโครงงานนี้วงจรเครื่องรับ-ส่งสัญญาณความถี่สัญญาณวิทยุมีการทำงานแบบ RF Auto Direction เป็นการทำงานชนิด 2 ทิศทาง แบบ Half Duplex หรือผลัดกันรับผลัดกันส่ง ซึ่งสามารถใช้รับส่งข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทางได้ โดยใช้เครื่องรับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz ด้านละ 1 ชุด เท่านั้น เพียงแต่การรับส่งข้อมูลแบบนี้จะไม่สามารถส่งข้อมูลสวนทางกันได้เหมือนกับแบบ Full Duplex แต่จะต้องใช้วิธีการผลัดกันรับข้อมูลและส่งข้อมูลแทน โดยเมื่อฝ่ายรับทำการรับข้อมูลได้จนครบแล้วจึงจะสลับหน้าที่เป็นฝ่ายส่งเพื่อ

ส่งข้อมูลย้อนกลับไป

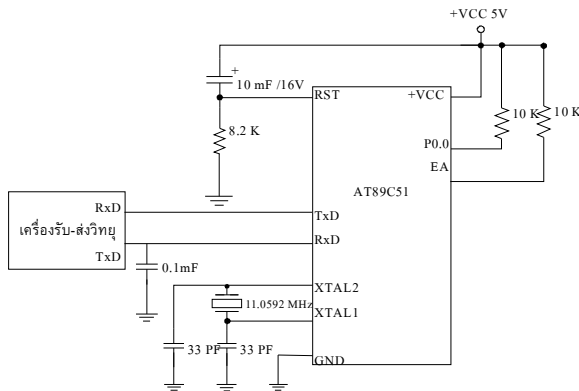
โดยเครื่องรับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz จะทำหน้าที่เป็นทั้งฝ่ายรับและฝ่ายส่งข้อมูลแบบอัตโนมัติ โดยในสภาวะปกติจะอยู่ในสภาวะของการรอรับข้อมูล ทั้งด้าน RF และ RS232 ซึ่งถ้าพบว่าไม่มีข้อมูลส่งเข้ามาทางด้านของ RF ก็จะนำข้อมูลนั้นส่งออกไปทางด้านขา TX ของ RS232 ทันที และในทำนองเดียวกัน ถ้าพบว่าไม่มีข้อมูลส่งเข้ามาทางด้าน RX ของ RS232 มันก็จะทำการรับข้อมูลนั้นจาก RS232 พร้อมกับเปลี่ยนทิศทางการของอุปกรณ์ RF จากการรอรับข้อมูลให้ทำหน้าที่เป็นตัวส่งข้อมูลแทน เพื่อทำการส่งข้อมูลที่รับได้จาก RS232 ออกไปทาง RF ในทันที ซึ่งหลังจากที่เครื่องรับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz ทำการสลับโหมดการทำงานของอุปกรณ์ด้าน RF จากการรอรับเป็นการส่งและทำการเริ่มต้นส่งข้อมูลออกไปทางด้าน RF เรียบร้อยแล้ว มันจะวนกลับไปตรวจสอบการรับข้อมูลจากด้าน RS232 อีกว่ายังมีข้อมูลส่งเข้ามาอีกหรือไม่ ถ้าพบว่ามีข้อมูลส่งเข้ามาอีกก็จะทำการแปลงข้อมูลนั้นเพื่อส่งออกไปยังด้าน RF ต่อไปอีกจนกว่าการส่งข้อมูลด้าน RS232 จะสิ้นสุดลง ซึ่งข้อมูลด้าน RS232 ที่ส่งเข้ามานั้น ควรส่งอย่างต่อเนื่องโดยเมื่อเครื่อง รับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz ทำการส่งข้อมูลแต่ละไบต์ออกไปทางด้าน RF เรียบร้อยแล้วมันจะวนรอรับข้อมูลไบต์ถัดไปจาก RS232 ภายในเวลา 2.5 mS ถ้าไม่พบข้อมูลส่งเข้ามาอีกภายในระยะเวลาดังกล่าวมันจึงจะทำการเปลี่ยนหน้าที่ของอุปกรณ์ด้าน RF ให้กลับมาทำหน้าที่เป็นการรอรับข้อมูลตามเดิม โดยในขณะที่อุปกรณ์ด้าน RF ถูกกำหนดให้เป็นฝ่ายส่งข้อมูลอยู่นั้น จะไม่สามารถทำการรับข้อมูลจาก RF ได้ ซึ่งถ้ามีการส่งข้อมูลเข้ามาในขณะนั้นก็จะไม่สามารถรับได้ โดยค่าเวลาที่จะใช้ในการสลับโหมดการทำงานของ RF จากฝ่ายส่งข้อมูลให้เป็นฝ่ายรับข้อมูลนั้น จะมีค่าเป็น 2.5 mS ดังนั้นเมื่อฝ่ายรับสามารถรับข้อมูลได้ครบหมดแล้วก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลเพื่อตอบกลับไปยังฝ่ายตรงข้ามนั้นควรทำการหน่วงเวลาไว้ไม่น้อยกว่า 3 mS นับจากรับข้อมูลไบต์สุดท้ายได้เรียบร้อยแล้ว จึงเริ่มต้นส่งข้อมูลไบต์แรกย้อนกลับไป ซึ่งถ้าฝ่ายรับทำการส่งข้อมูลตอบกลับไปยังฝ่ายตรงข้ามเร็วกว่านี้อาจทำให้ฝ่ายตรงข้ามไม่สามารถรับข้อมูลไบต์แรกได้ทัน

การใช้งานเครื่องรับส่งวิทยุคลื่นความถี่ 2.4 GHz ในแบบ RF Auto Direction นี้ เมื่อมันสามารถรับข้อมูลจาก RF ได้ ก็จะทำการส่งข้อมูลนั้นออกไปทางขา TX (Transmit) ของ



RS232 ในทันที โดยไม่สนใจว่าอุปกรณ์ที่ต่อไว้ด้าน RS232 จะพร้อมรับข้อมูลหรือไม่ ซึ่งถ้าด้าน RS232 ไม่พร้อมรับข้อมูลก็จะทำให้ข้อมูล Byte นั้นสูญหายไปทันที

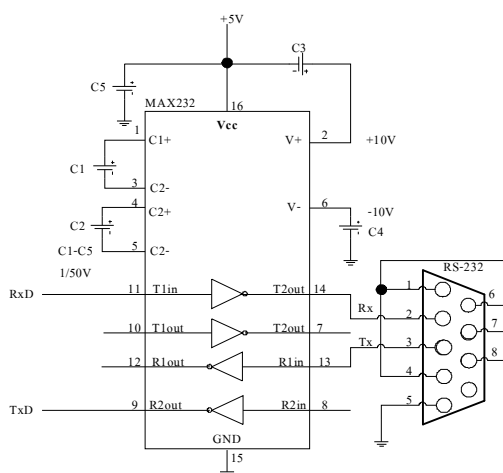
วงจรควบคุมการรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ



ภาพที่ 3 วงจรควบคุมการรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ

สำหรับการทำงานของวงจรควบคุมการรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ จะทำงานเมื่อเกิดการสื่อสารข้อมูลระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับเครื่องรับ-ส่งวิทยุ โดยผ่านทางขา TxD และ RxD ในลักษณะการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม นำค่าที่ได้จากเครื่องรับ-ส่งวิทยุมาทำการถอดรหัสว่ามีค่าตรงกับ “On” หรือ “Off” ถ้ารหัสที่ส่งมามีค่าตรงกับ “On” ก็ให้วงจรทำการ On Relay และถ้า Off Relay ซึ่ง ถ้ารหัสที่ส่งมามีค่าตรงกับ “Off” ก็ให้วงจรทำการ “Off Relay”

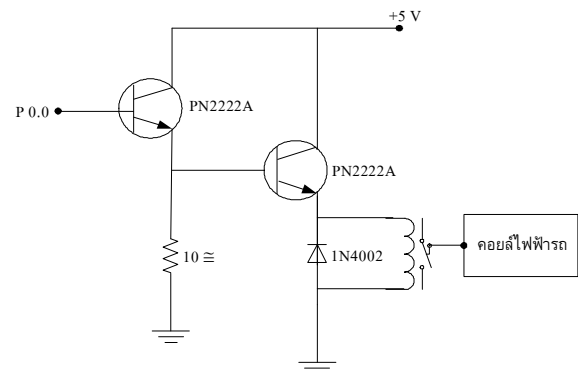
วงจรสื่อสารข้อมูล RS232



ภาพที่ 4 วงจรสื่อสารข้อมูล RS232

เนื่องจากระดับสัญญาณแรงดันของพอร์ตอนุกรม มีได้ตั้งแต่ 3 โวลต์ถึง 12 โวลต์ ซึ่งระดับแรงดันของไมโครคอนโทรลเลอร์ อยู่ในระดับของทีทีแอล ไอซี MAX232 จะทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณแรงดัน ให้สามารถใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำไปใช้ในการสื่อสารข้อมูลกับ RS-232 ภายในคอมพิวเตอร์ได้

วงจรตัดต่อระบบไฟฟ้าของรถ



ภาพที่ 5 วงจรตัดต่อระบบไฟฟ้าของรถ

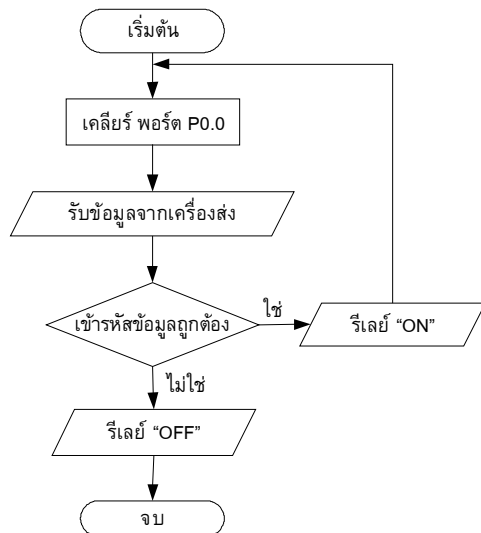
สำหรับการทำงานของวงจรตัดต่อระบบไฟฟ้าของรถ วงจรจะทำงานเมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าจากพอร์ต 0.0 ของ MCS-51 มาที่ขา Base และสัญญาณไฟฟ้า + 5 โวลต์ไหลผ่านขา Collector ของทรานซิสเตอร์ Q1 ทำให้ Q1 ทำงาน แล้ว Q2 ทำงาน โดยได้รับสัญญาณจากขา Emitter มาที่ขา Base และสัญญาณไฟฟ้า + 5 โวลต์ไหลผ่านขา Collector ของทรานซิสเตอร์ Q2 ทำให้ Q2 ทำงาน เนื่องจาก Q1 และ Q2 ต่อวงจรแบบไดร์ฟกระแสหรือแบบดาร์ลิ่งตัน เมื่อ Q1 และ Q2 ทำงานแล้ว จึงทำให้รีเลย์ทำงานได้

4. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสามารถทำการสั่งควบคุมการใช้รถ หรืออนุมัติการเช่ารถในกรณีที่เป็นการยืนยันที่ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ส่วนกลาง ภายในรัศมีประมาณ 300-500 เมตร มีรัศมีควบคุมรถยนต์ได้ประมาณ 100 ถึง 150 เมตร ในพื้นที่โล่งแจ้ง และเมื่อมีการปิดกุญแจ สตาร์ทเครื่องยนต์โดยไม่ได้รับอนุญาต และระบบสามารถทำการเก็บบันทึกข้อมูลประวัติประจำตัวของผู้ใช้และข้อมูลประวัติรถยนต์แต่ละคันภายในอยู่เช่ารถยนต์ได้ โดยได้ทดลองกับรถยนต์เป็นต้นแบบจำนวน 2 คัน ซึ่งโดยทฤษฎีของเครื่องรับส่งวิทยุแบบ



GFSK นี้จะมี 125 ช่องสัญญาณ แต่ละช่องสัญญาณสามารถตั้ง ID Code ได้ถึง 256 ตำแหน่ง เพราะฉะนั้นในการใช้งานจริงจึงสามารถใช้รถได้ถึง 32,000 คัน แต่ในทางปฏิบัติเพื่อให้เกิดความแม่นยำสูงสุดจะใช้รถ 1 คันต่อ 1 ช่องสัญญาณ จึงมีรถได้ 125 คัน



ภาพที่ 6 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

ดังนั้น หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดความสะดวกกับการใช้รถยนต์ส่วนตัว ก็สามารถพัฒนาไปประยุกต์ใช้กับโทรศัพท์มือถือ ซึ่งในปัจจุบันผู้ใช้รถมีเกือบทุกคนและราคามือถือก็มีราคาที่ถูกลงอย่างมาก ร่วมกับระบบ GPRS ซึ่งจะช่วยให้ช่วยในเรื่องของการเข้ารหัสรถยนต์เพื่อความปลอดภัยแล้ว ยังสามารถติดตามตำแหน่งได้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชีรวัฒน์ ประกอบผล. “การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์.” สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
- [2] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. “เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟลช.” บ. อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.
- [3] ศุภชัย สมพานิช. “สร้างระบบงานฐานข้อมูลด้วย Microsoft Visual Basic ฉบับปรับปรุง” กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส, 2545.