# การศึกษาการควบคุมระบบที่จอดรถแบบอัตโนมัติ โดยโปรแกรมแลปวิวร่วมกับโมดูลจัดการข้อมูล

# STUDY OF LABVIEW APPLICATION TO CONTROL AUTOMATIC CAR PARK WITH DATA ACQUISITION

ภาสุร แก้วนิมิตร
ธนทัศ ทัศนไตรลักษณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# การศึกษาการควบคุมระบบที่จอดรถแบบอัตโนมัติ โดยโปรแกรมแลปวิวร่วมกับโมดูลจัดการข้อมูล

# STUDY OF LABVIEW APPLICATION TO CONTROL AUTOMATIC CAR PARK WITH DATA ACQUISITION

T143901

ภาสุร แก้วนิมิตร

ธนทัศ ทัศนไตรลักษณ์

วิทย.
ส515ก
2558
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....143901
วัน,เดือน,ปี.....04 มิ.ย. 2559

b.00266807
.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# STUDY OF LABVIEW APPLICATION TO CONTROL AUTOMATIC CAR PARK WITH DATA ACQUISITION

Pasura Kaewnimit

Thanathat Thatsanatrilak

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุมและระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์

| | | | |
|---|---|---|---|
| นักศึกษาผู้จัดทำ | นายภาสุร แก้วนิมิตร | รหัสนักศึกษา | 55010956 |
| | นายธนทัศ ทัศนไตรลักษณ์ | รหัสนักศึกษา | 55010487 |

| | |
|---|---|
| ปริญญานิพนธ์ | วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมการวัดคุม |
| ปีการศึกษา | 2558 |

| อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ | ลายมือชื่อ |
|---|---|
| รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณ กุลพาณิชย์ | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | |
|---|---|---|---|
| **หัวข้อปริญญานิพนธ์** | การศึกษาการควบคุมระบบที่จอดรถแบบอัตโนมัติโดยโปรแกรมแลปวิว ร่วมกับโมดูลจัดการข้อมูล | | |
| **นักศึกษาผู้จัดทำ** | นายภาสุร | แก้วนิมิตร | รหัสนักศึกษา 55010956 |
| | นายธนทัศ | ทัศนไตรลักษณ์ | รหัสนักศึกษา 55010487 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | รองศาสตราจารย์ ดร.สุพรรณ | กุลพาณิชย์ | |
| **ปีการศึกษา** | 2558 | | |


## บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการควบคุมแบบจำลองที่จอดรถจำนวน 7 กระเช้าที่อาศัยคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องควบคุมหลักทำงานร่วมกับโปรแกรม Lab View โดยมีชุด Hardware Interface เป็น Advantech USB-4750 ทำหน้าที่เป็น I/O Module เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทที่ติดตั้งบนแบบจำลองที่จอดรถ เช่น สวิทช์กำหนดเลขกระเช้ารถเป็นค่าเป้าหมายที่ต้องการเรียก Sensor ตรวจจับเพื่อการนับจำนวนกระเช้า ชุดขับรีเลย์ บัสเซอร์ และชุดขับมอเตอร์หลักสำหรับการหมุนของกระเช้าทั้งหมดเหล่านี้เป็นต้น การควบคุมจะประยุกต์ใช้โปรแกรม Lab View สร้างเงื่อนไขทางด้านลอจิกให้มีฟังค์ชั่นต่างๆ ที่สอดคล้องกับการทำงานของระบบตามที่ได้ออกแบบไว้ และสามารถติดตามผลการเคลื่อนที่ของกระเช้ารถในรูปแบบกราฟฟิคที่สอดคล้องกับค่าปัจจุบันได้อย่างสมบูรณ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | STUDY OF LABVIEW APPLICATION TO CONTROL AUTOMATIC CAR PARK WITH DATA ACQUISITION |
| **Authors** | Mr. Pasura Kaewnimit |
| | Mr. Thanathat Thatsanatrilak |
| **Thesis Advisor** | Assoc.Dr. Suphan Gulpanich |
| **Year** | 2015 |


## ABSTRACT

The purposes of this project are control 7 units car park simulator by using a computer as main controller operated on Labview program. A hardware interface, Advantech USB 4750 type, is used as an I/O module connects with input and output devices installed on the simulator. Such as, puzzle identification switches that receive signal from input sensors to count the number of puzzles as point value, relay drivers, buzzers and main motor drivers to rotate the puzzles. Controlling will apply with Labview program by creating logical functions for designed operation. Also have the ability to track puzzle motion in graphic display according to real time value.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม ทุกท่านที่ได้มอบคาแนะนำและกำลังใจในการทำวิจัยตลอดมา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ท่าน รศ.สุพรรณ กุลพาณิชย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำรวมถึงอุปกรณ์ต่างๆแก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้การทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

รวมไปถึงเพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยช่วยให้กาลังใจในการทำวิจัยและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ แก่คณะผู้จัดทำ

ที่ลืมเสียมิได้คือ ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ ที่สนับสนุนและเป็นกำลังใจเสมอมาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มอบสิ่งดีๆตลอดที่คณะผู้จัดทำได้เล่าเรียนมาโดยตลอด คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทาขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| **บทคัดย่อภาษาไทย** | I |
| **บทคัดย่อภาษาอังกฤษ** | II |
| **กิตติกรรมประกาศ** | III |
| **สารบัญ** | IV |
| **สารบัญตาราง** | VI |
| **สารบัญรูป** | VII |
| **บทที่ 1 บทนำ** | 1 |
| 1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ | 2 |
| 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ | 2 |
| 1.4 ขั้นตอนการศึกษา | 3 |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| **บทที่ 2 ทฤษฎีที่ใช้ในการออกแบบ** | 4 |
| 2.1 หลักการควบคุมแบบจำลองที่จอดรถ | 4 |
| 2.2 ส่วนประกอบของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ | 5 |
| 2.3 Advantech USB-4750 | 6 |
| 2.3.1 การเชื่อมต่ออินพุตและเอาท์พุต | 7 |
| 2.3.2 สัญญาณอินพุต-เอาท์พุตและคำอธิบาย | 8 |
| 2.3.3 คำอธิบายสัญญาณแอลอีดี | 8 |
| 2.3.4 การเชื่อมต่ออินพุต | 9 |
| 2.3.5 การเชื่อมต่อเอาท์พุต | 9 |
| 2.4 LabVIEW | 10 |
| 2.5 พาวเวอร์ซัพพลาย | 12 |
| 2.6 รีเลย์ | 14 |
| 2.7 ไดโอด | 16 |
| 2.8 ทรานซิสเตอร์ | 16 |
| 2.9 การต่อทรานซิสเตอร์กับเอาท์พุตจากไอซี | 18 |
| 2.10 Optocoupler | 20 |
| 2.11 USB 2.0 | 23 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)


| เรื่อง | | หน้า |
|---|---|---|
| บทที่ 3 | การออกแบบและวิธีดำเนินการ | 25 |
| | 3.1 วัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการวิจัย | 26 |
| | 3.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ | 28 |
| | 3.2.1 การเชื่อมต่อหน้าจอมอนิเตอร์กับ Data Acquisition | 28 |
| | 3.2.2 การเชื่อมต่อData Acquisitionกับชุดขับอินพุตเอาท์พุต | 29 |
| | 3.2.3 การเชื่อมต่อชุดขับอินพุตเอาท์พุตกับAutomatic car park | 30 |
| | 3.2.4 การเชื่อมต่อทางด้านซอฟต์แวร์ | 31 |
| บทที่ 4 | ผลการดำเนินงาน | 32 |
| | 4.1 ด้านฮาร์ดแวร์ | 32 |
| | 4.1.1 ชุดขับอินพุตเอาท์พุตหรือบอร์ด Optocoupler | 32 |
| | 4.1.2 อธิบายการเชื่อมต่อ Advantech USB-4750 | 33 |
| | 4.1.3 Car Park Panel | 34 |
| | 4.2 ด้านซอฟแวร์ | 35 |
| | 4.2.1 โปรแกรมทดสอบการรับส่งข้อมูลจาก Advantech USB-4750 | 35 |
| | 4.2.2 โปรแกรมควบคุมระบบ Automatic Car Park | 36 |
| บทที่ 5 | สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ | 42 |
| | 5.1 สรุปผลการทดลอง | 42 |
| | 5.2 ข้อเสนอแนะ | 43 |
| | 5.3 อุปสรรคและปัญหา | 43 |
| บรรณานุกรม | | 44 |
| ภาคผนวก | | 45 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง


**ตารางที่** หน้า

2.1 สัญญาณ I/O และคำอธิบาย..... 8

2.2 คำอธิบายสัญญาณ LED ..... 8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 2.1 การเชื่อมต่อและการสื่อสารระหว่าง Device | 4 |
| 2.2 ส่วนประกอบของแบบจำลองที่จอดรถ | 5 |
| 2.3 Advantech USB 4750 | 6 |
| 2.4 ช่องเชื่อมต่อโมดูล Advantech USB 4750 | 7 |
| 2.5 การเชื่อมต่ออินพุต | 9 |
| 2.6 การเชื่อมต่อเอาท์พุต | 10 |
| 2.7 แสดงหน้าจอการเขียนโปรแกรมและหน้าจอแสดงผล LabVIEW | 11 |
| 2.8 การต่อวงจรรีเลย์อย่างง่ายเพื่อใช้งาน | 14 |
| 2.9 การเคลื่อนที่ของประจุในไดโอต | 15 |
| 2.10 โครงสร้างของทรานซิสเตอร์และสัญลักษณ์ที่ใช้ในวงจร | 16 |
| 2.11 อธิบายทิศทางการไหลกระแสของทรานซิสเตอร์ 2 ชนิด | 17 |
| 2.12 รูปร่างของทรานซิสเตอร์กับตำแหน่งขา | 18 |
| 2.13 NPN ทรานซิสเตอร์สวิทช์ | 19 |
| 2.14 PNP ทรานซิสเตอร์สวิทช์ | 20 |
| 2.15 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง | 21 |
| 2.16 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและตัวถังของ 4N35 แบบ 6 ขา | 22 |
| 2.17 ตัวอย่างอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่ใช้ตัวถังแบบต่างๆ | 22 |
| 3.1 การเชื่อมต่อทั้งหมด | 25 |
| 3.2 Advantech USB 4750 | 26 |
| 3.3 USB 2.0 Cable | 26 |
| 3.4 DC. Power Supply | 26 |
| 3.5 ชุดขับเอาท์พุตและอินพุต | 27 |
| 3.6 Multimeter | 27 |
| 3.7 LabVIEW | 27 |
| 3.8 การเชื่อมต่อหน้าจอมอนิเตอร์ กับ Data Acquisition | 28 |
| 3.9 การเชื่อมต่อ Data Acquisition กับ บอร์ด Opto-coupler | 29 |
| 3.10 การเชื่อมต่อบอร์ด Opto-coupler กับ Automatic car park | 30 |
| 3.11 การเชื่อมต่อทางด้านซอฟต์แวร์ | 31 |
| 4.1 ชุดขับอุปกรณ์ของ Automatic Car Park | 32 |
| 4.2 การต่อบอร์ด Opto-couple | 32 |
| 4.3 การต่อ Advantech USB-4750 | 33 |
| 4.4 การต่อ Car Park Panel | 34 |
| 4.5 แสดงโปรแกรมทดสอบด้าน Front Panel ของ LabVIEW | 35 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูปภาพ (ต่อ)


| รูปที่ | หน้า |
|---|---|
| 4.6 แสดงโปรแกรมทดสอบด้าน Block Diagram | 35 |
| 4.7 แสดงโปรแกรมควบคุม Car Park ในด้าน Interface | 36 |
| 4.8 แสดง Block Diagram ส่วนหนึ่งของโปรแกรมควบคุม Car Park | 37 |
| 4.9 แสดงโปรแกรมส่วนของการทางานของมอเตอร์ | 38 |
| 4.10 แสดงโปรแกรมส่วนของการแสดงค่ากระเช้าปัจจุบัน | 38 |
| 4.11 แสดงโปรแกรมส่วนของการแสดงค่าตำแหน่งกระเช้าเป้าหมายที่ต้องการนาลงมา | 39 |
| 4.12 แสดงโปรแกรมส่วนของการเลือกโหมดควบคุม | 40 |
| 4.13 แสดงโปรแกรมส่วนของการส่งข้อมูล Output ไปยัง Advantech | 40 |
| 4.14 แสดงโปรแกรมส่วนของการรับข้อมูลจาก Advantech | 41 |


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว มีความสะดวกสบาย และตอบสนอง ต่อความต้องการของมนุษย์มากยิ่งขึ้นไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น อุปกรณ์เครื่องใช้ฟ้าต่างๆ โทรศัพท์มือถือ หรือ อุปกรณ์เครื่องจักรกลในงานอุตสาหกรรม ล้วนแต่เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในภาคอุตสาหกรรมให้สูงขึ้นสามารถ ลดต้นทุนและระยะเวลาการผลิตลง ดังนั้นจำเป็นต้องมีการบริหารจัดการที่ดีในทุกภาคส่วน โดยเฉพะอย่างยิ่งส่วนของงานการผลิต เครื่องจักรกลจะต้องสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติ มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูง มีผลตอบสนองที่รวดเร็ว ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ และลดปริมาณชิ้นงานที่เสีย ไม่ว่าจะเป็นการป้อนชิ้นงาน การพับชิ้นงาน หรือเจาะชิ้นงาน ล้วนแต่ต้องใช้การทำงานของเครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำสูงทั้งสิ้น จึงกล่าวได้ว่าเครื่องจักรอัตโนมัติสามารถทำงานทดแทนและมีข้อได้เปรียบกว่าแรงงานของมนุษย์ในหลายๆด้าน

งานวิจัยฉบับนี้ ขอนำเสนอ แบบจำลองระบบจอดรถอัตโนมัติ จำนวน 7 กระเช้า ซึ่งแต่เดิมสามารถทำงานได้แบบ Manual เท่านั้นจึงเกิดแนวคิด ที่จะนำเอาคอมพิวเตอร์มาทำการประยุกต์การควบคุมให้ทำงานเป็นแบบอัตโนมัติ โดยมีโปรแกรม LabVIEW เป็นหลักในการประมวลผลตามเงื่อนไขของฟังค์ชั่นต่างๆที่ได้ออกแบบไว้ในรูปแบบลอจิกเพื่อรับและส่งสัญญาณ หรือ สถานการณ์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านทางพอร์ทอนุกรมแบบ USB มาสู่ฮาร์ดแวร์ Data Acquisition Advantech USB-4750 ที่มีอุปกรณ์อินพุท เอาท์พุท ของระบบจอดรถอัตโนมัติเชื่อมต่ออยู่ และขณะที่เครื่องกำลังทำงานตามโปรแกรมอยู่ ระบบยังได้ออกแบบให้รองรับการเฝ้ามองติดตามผลของการทำงานของกระเช้าว่าค่าปัจจุบันเป็นอย่างไร ในรูปแบบกราฟฟิคบนจอแสดงผลของคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็น HMI (Human Machine Interface) แบบ Online ที่สอดคล้องกับการทำงานของเครื่องจอดรถอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้ผู้ปฏิบัติงาน เข้าใจได้ง่าย มีความสะดวก สบาย และ ปฏิบัติงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ที่สำคัญสามารถตรวจสอบสถานะตำแหน่งของกระเช้าจอดรถที่อยู่บนแบบจำลองได้ตรงกับภาพที่แสดงผลบนจอแสดงผล HMI

## 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เข้าใจการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุท
2. เข้าใจหลักการ การรับสัญญาณอินพุต และ จ่ายสัญญาณเอาท์พุตของโมดูล Advantech USB 4750
3. สามารถออกแบบและสร้างโปรแกรมควบคุมอาคารจอดรถบน LabVIEW เพื่อควบคุมระบบให้เป็นไปตามเงื่อนไขและฟังค์ชั่นที่ออกแบบไว้
4. สามารถสั่งงานการเคลื่อนที่ของอาคารจอดรถด้วยหน้าจอ HMI เพื่อ สังเกตการณ์การเคลื่อนที่ของมอเตอร์ ทั้งแบบ Auto และ Manual
5. สามารถประยุกต์การใช้งานโปรแกรม LabVIEW ในรูปแบบต่างๆ ได้

## 1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อประยุกต์การควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยโปรแกรม LabVIEW ร่วมกับชุด Data Acquisition Advantech USB-4750 โดยมีแบบจำลองที่จอดรถเป็นแบบจำลองในการควบคุม ศึกษาระบบการติดต่อสื่อสารระหว่าง Driver และ Device ต่างๆ อย่างเป็นระบบ และรวมถึงการเชื่อมต่อ Device ต่างๆภายนอกไม่ว่าจะเป็นปุ่มกดสวิทช์ ส่วนแสดงผล LED และ7-Segment และรวมถึงการเคลื่อนที่ของกระเช้าเป้าหมาย ให้สัมพันธ์กับการแสดงผลแบบกราฟฟิคบนจอแสดงผลคอมพิวเตอร์ได้อย่างลงตัวของแบบจำลองที่จอดรถอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาการทำงานของระบบควบคุมที่จอดรถแบบจำลอง อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และหลักการทำงานของอุปกรณ์
2. ศึกษาการทำงานของ Data Acquisition Advantech USB-4750
3. ศึกษาออกแบบการเชื่อมต่อระหว่าง Interface Data Acquisition กับแบบจำลองที่จอดรถ
4. ศึกษาการออกแบบ HMI ด้วยโปรแกรม LabVIEW เพื่อควบคุมการทำงานของแบบจำลองที่จอดรถ

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

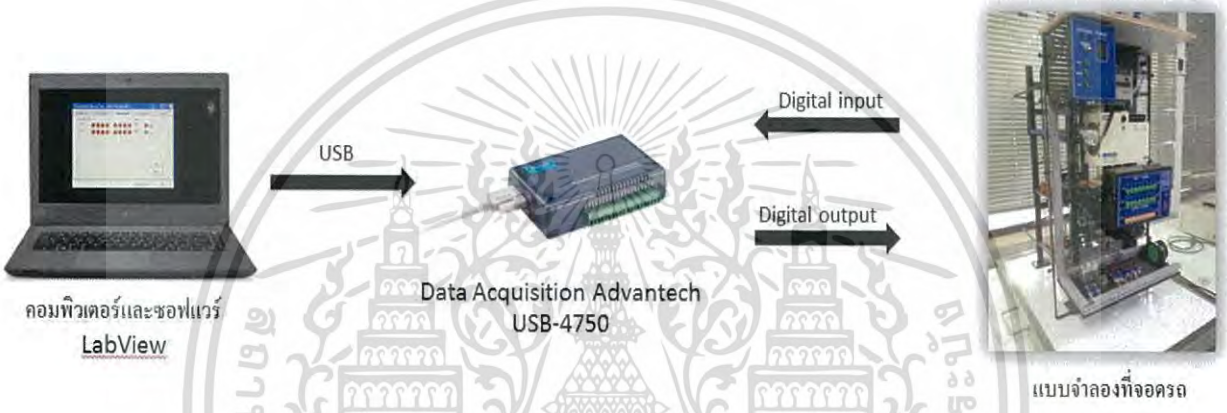
ในปริญญานิพนธ์นี้เป็นการควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ โดยการเขียนโปรแกรม LabVIEW มาควบคุมบนคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ระบบอาคารจอดรถทำงานตามต้องการและแสดงผลการทำงานผ่านหน้าจอ HMI และหน้าจอมอนิเตอร์แบบเวลาจริง

ซึ่งสามารถนำปริญญานิพนธ์นี้มาอ้างอิง เพื่อจะได้เข้าใจถึงหลักการสื่อสารของระบบควบคุมระยะใกล้, Logic Control, หน้าจอ HMI และเห็นภาพมากขึ้นสำหรับการทำงานในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 หลักการควบคุมแบบจำลองที่จอดรถ

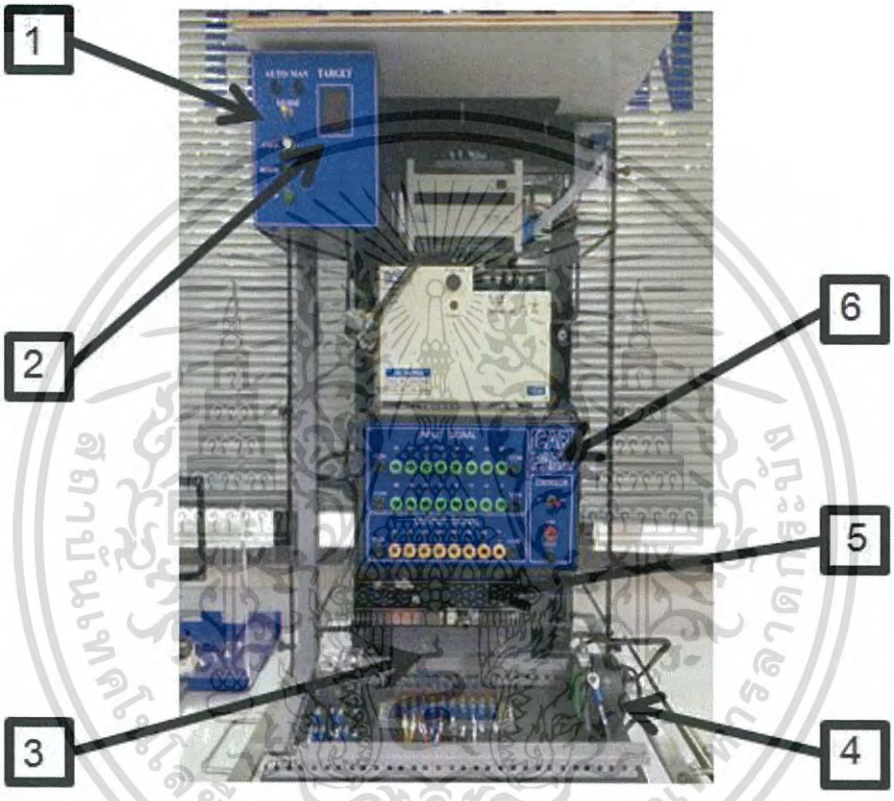



**รูปที่ 2.1** การเชื่อมต่อและการสื่อสารระหว่าง Device

ในการควบคุมแบบจำลองที่จอดรถนั้น ขั้นแรกโมดูล Advantech จะรับข้อมูลอินพุตจากแบบจำลองในรูปแบบของข้อมูลระดับบิต ผ่านทางพอร์ท USB มายังคอมพิวเตอร์ ที่มีโปรแกรมประมวลผลอย่าง LabVIEW เป็นโปรแกรมควบคุมและกำหนดเงื่อนไขการทำงานของแบบจำลองแปรผันตามข้อมูลอินพุตที่รับเข้ามาประมวลผล เมื่อประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว จะส่งข้อมูลกลับมาให้โมดูล Advantech เป็นการกำหนดเอาท์พุตในรูปแบบข้อมูลของบิตเช่นกัน ซึ่งในแต่ละบิตเอาท์พุตของโมดูล Advantech ก็จะนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ขับเคลื่อนแบบจำลอง เช่น มอเตอร์ ออดไฟฟ้า หน้าจอ 7-segment เป็นต้น ลักษณะการทำงานแบบนี้จะเรียกว่าการทำงานแบบ ไซคลิก (Cyclic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ส่วนประกอบของชุดโมเดลแบบจำลองที่จอดรถ




**รูปที่ 2.2** ส่วนประกอบของแบบจำลองที่จอดรถ

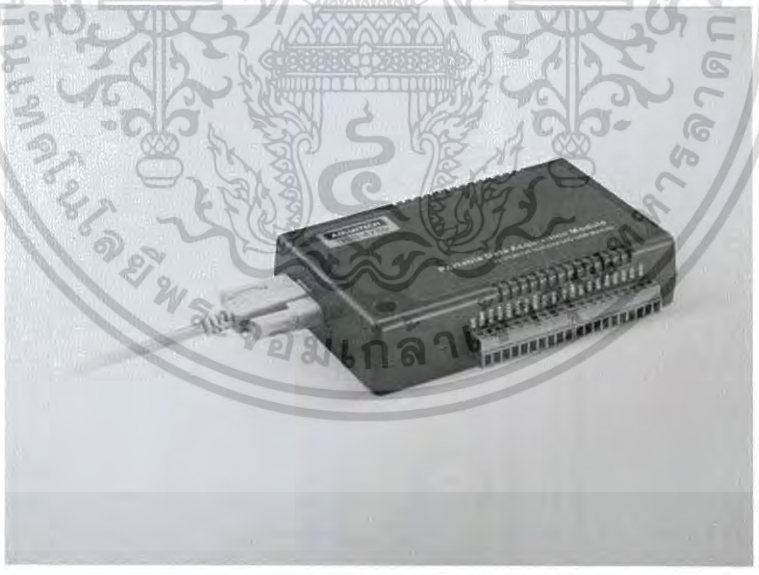
1. สวิทช์ควบคุมการทำงานที่ต่อร่วมกับคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย AUTO,MAN,HOME,CALL,RUN
2. 7-segment แสดงตำแหน่งเป้าหมายหรือตำแหน่งขณะมอเตอร์ทำงาน
3. เซ็นเซอร์ระบุตำแหน่งขณะที่กระเช้าเคลื่อนที่
4. บัสเซอร์ไว้แสดงสถานะกระเช้าถึงเป้าหมาย
5. มอเตอร์กระแสตรงขับชุดกระเช้า
6. เทอร์มินอลเพื่อต่อร่วมร่วมกับชุดควบคุมภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 Advantech USB-4750

พอร์ต USB-4750 รุ่นนี้ประกอบด้วยการเข้าถึงข้อมูล การจัดการข้อมูล โดยการต่อสายตรงกับคอมพิวเตอร์ ไม่ต้องถอดตัวเครื่องคอมเพื่อติดตั้งบอร์ด เพียงแค่เสียบสายเข้ากับโมดูลก็สามารถเข้าถึงข้อมูลได้เลย การใช้งานง่ายและมีประสิทธิภาพ USB-4750 มี I/O ทั้งหมด 32 ช่อง แบ่งเป็น Input 16 ช่อง และ Output อีก 16 ช่อง แต่ละช่องป้องกันไฟได้สูงถึง 2500 VDC รองรับการใช้หน้าคอนแทคเปล่าได้ ซึ่งเป็นที่นิยมมากในวงการอุตสาหกรรมที่ใช้กำลังโวลต์สูงๆ แต่ช่อง I/O เปรียบเสมือนบิต I/O ของพอร์ต ด้วยเหตุนี้ USB-4750 จึงง่ายต่อการโปรแกรม และโมดูลนี้ยังมีช่องต่อสำหรับ Counter หรือ Timer และการ Interrupt เพื่อให้ง่ายต่อการใช้ของผู้ใช้มากขึ้น

ความน่าเชื่อถืออยู่ที่ระดับหนึ่ง โมดูลนี้ราคาไม่แพงสำหรับโปรเจคเล็กๆ ก็ใช้ได้ ถือว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ดีสำหรับการวัดและควบคุมแบบง่ายๆ โมดูลตัวนี้ใช้ไฟจากช่อง USB เป็นแหล่งจ่าย ไม่จำเป็นต้องมีแหล่งจ่ายจากภายนอกมาเชื่อมต่อ



**รูปที่ 2.3** Advantech USB 4750

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Specifications

### Isolated Digital Input

- **Channels** 16
- **Input Voltage** Logic 0: 5 V max.
  Logic 1: 5 V min. (60 V max.) or dry contact
- **Interrupt Capable Ch.** 2
- **Isolation Protection** 2,500 $V_{DC}$

### Isolated Digital Output

- **Channels** 16
- **Output Type** Sink (NPN)
- **Isolation Protection** 2,500 $V_{DC}$
- **Output Voltage** 5 ~ 40 $V_{DC}$
- **Sink Current** 100 mA max. per channel
  Total 1.1 A max.

### Isolated Counter

- **Channels** 2
- **Resolution** 32-bit
- **Max. Input Frequency** 8 MHz
- **Isolation Protection** 2,500 $V_{DC}$

### General

- **Bus Type** USB 1.1/2.0
- **I/O Connector** Onboard screw terminal
- **Dimensions (L x W x H)** 132 x 80 x 32 mm (5.2" x 3.15" x 1.26")
- **Power Consumption** Typical: 5 V @ 200 mA
  Max.: 5 V @ 350 mA
- **Operating Temperature** 0 ~ 60°C (32 ~ 140°F)
- **Storage Temperature** -20 ~ 70°C (-4 ~ 158°F)
- **Storage Humidity** 5 ~ 95% RH, non-condensing

## Ordering Information

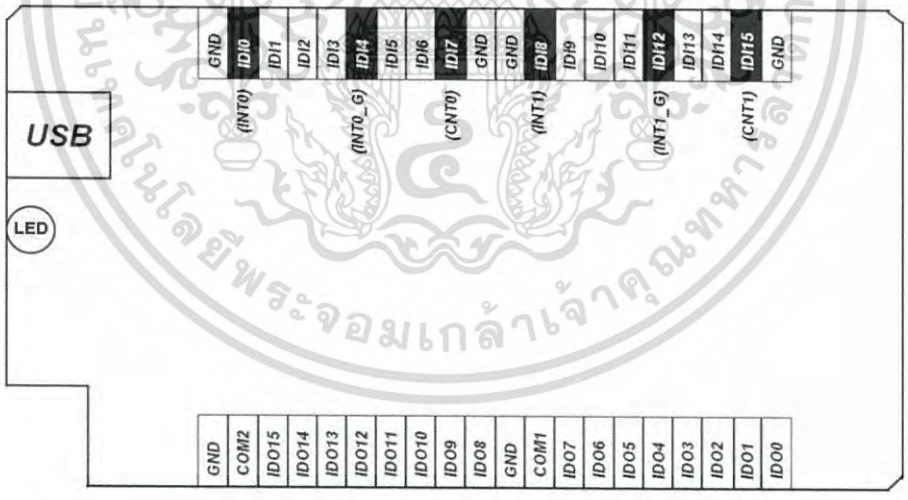
- **USB-4750-AE** 32-ch Isolated Digital I/O USB Module

### Accessories

- **1960004544** Wallmount Bracket
- **1960005788** VESA Mount Bracket

2.3.1 การเชื่อมต่อ I/O

ช่องต่อแต่ละช่องเป็นแบบสกรูเพื่ออำนวยความสะดวกในการเชื่อมต่อ




**รูปที่ 2.4** ช่องเชื่อมต่อโมดูล Advantech USB 4750

Note : INT0 อยู่ที่ช่อง IDI0

INT1 อยู่ที่ช่อง IDI8

INT0_G อยู่ที่ช่อง IDI4

INT1_G อยู่ที่ช่อง IDI12

CNT0 อยู่ที่ช่อง IDI7

CNT1 อยู่ที่ช่อง IDI15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 สัญญาณ I/O และคำอธิบาย

**ตารางที่ 2.1** สัญญาณ I/O และคำอธิบาย

| Signal | Reference | Direction | Description |
|---|---|---|---|
| IDI0-15 | GND | Input | ช่องรับอินพุตแบบดิจิตอลแยกแต่ละบิต |
| INT0,1 | INT_G | Input | ช่องรับสัญญาณทริกของการ Interrupt |
| INT0,1_G | - | - | กราวด์ของการ Interrupt |
| CNT0,1 | GND | Input | ช่องรับอินพุตของ Counter แต่ละตัว |
| IDO0-15 | GND | Output | ช่องจ่ายสัญญาณเอาท์พุตของแต่ละบิต |
| COM0,1 | - | - | ขาร่วมสำหรับการต่อโหลดชนิดเหนี่ยวนำ |
| GND | - | - | กราวด์ |

### 2.3.3 คำอธิบายสัญญาณ LED

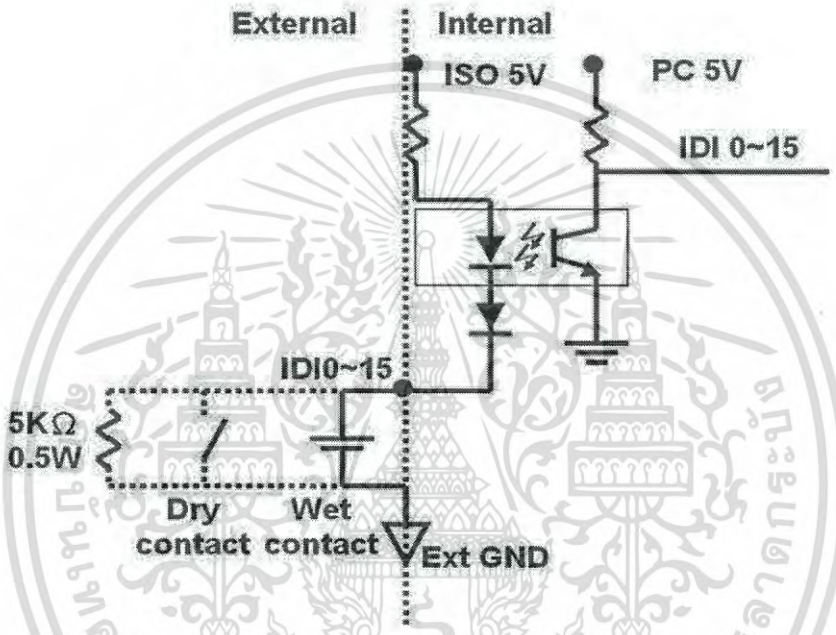
**ตารางที่ 2.2** คำอธิบายสัญญาณ LED

| LED Status | Description |
|---|---|
| ติด | โมดูลพร้อมทำงาน |
| ดับ | โมดูลไม่พร้อมทำงาน |
| กระพริบช้าๆ (5ครั้ง) | โมดูลกำลังเริ่มที่จะพร้อมทำงาน |
| กระพริบอย่างรวดเร็ว<br>(ขึ้นอยู่กับความเร็วการรับส่งข้อมูล) | โมดูลกำลังทำงาน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.4 การเชื่อมต่ออินพุต

โมดูลสามารถรองรับ Dry Contact หรือ Wet Contact ได้ 0-5 VDC Dry Contact สามารถไปต่อกับวงจรภายนอกที่ไม่มีแหล่งจ่ายได้ การเชื่อมต่อแสดงดังรูปด้านล่าง

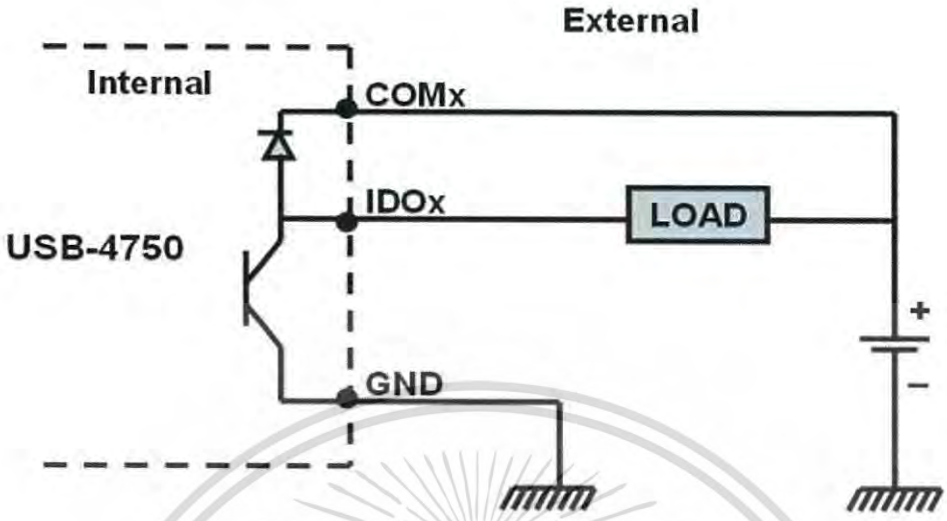



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่ออินพุต

### 2.3.5 การเชื่อมต่อเอาท์พุต

ทุกช่องของเอาท์พุต จะประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ และไดโอตต่อเข้ากับขาร่วม สำหรับโหลดที่มีการเหนี่ยวนำ ขาร่วมจะแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดละ 8 ช่องเอาท์พุต หากถ้ามีแหล่งจ่ายจากภายนอก ก็สามารถต่อร่วมได้ แต่ควรระวังไม่ให้กระแสไหลผ่านกราวด์เกิน 100 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



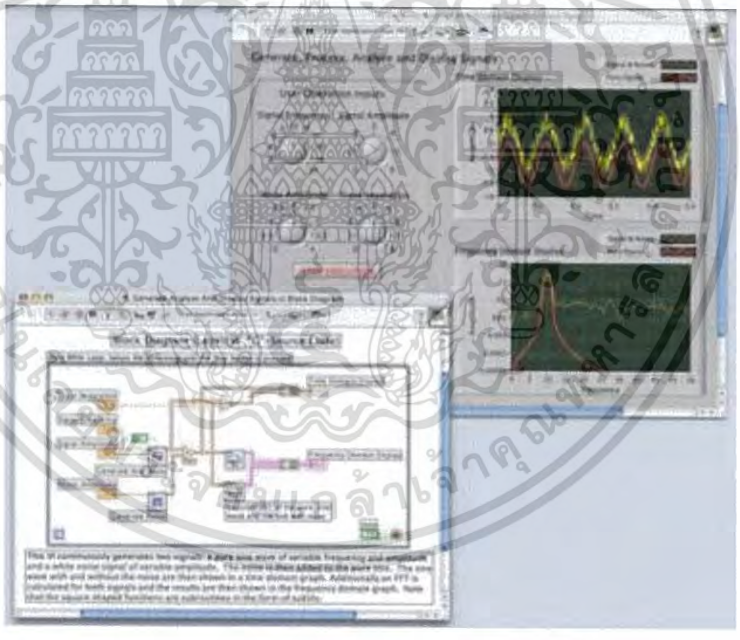

**รูปที่ 2.6** การเชื่อมต่อเอาท์พุต

## 2.4 LabVIEW

LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ LABVIEW จะเรียกว่า Virtual Instrument หรือจะเรียกอีกอย่างว่า VI ซึ่งหมายถึงเครื่องมือวัดเสมือน ดังนั้นจุดประสงค์หลักของการทำงานของโปรแกรมนี้ก็คือการจัดการในด้านการวัดและเครื่องมือวัดอย่างมีประสิทธิภาพและในตัวของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นที่ใช้ช่วยในการวัดมากมายและแน่นอนที่สุด โปรแกรมนี้จะมีประโยชน์อย่างสูงเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดทางวิศวกรรมต่างๆ สิ่งที่ LabVIEW แตกต่างจากโปรแกรมอื่นอย่างเห็นได้ชัดที่สุดก็คือ LabVIEW นี้เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface)โดยสมบูรณ์นั่นคือไม่จำเป็นต้องเขียนcode หรือคำสั่งใดๆทั้งสิ้น และที่สำคัญลักษณะภาษาที่ใช้ในโปรแกรมนี้เราจะเรียกว่าเป็นภาษารูปภาพหรือเรียกอีกอย่างว่าภาษา G (Graphical Language) ซึ่งจะแทนการเขียนโปรแกรมเป็นบรรทัดอย่างที่เราคุ้นเคยกับภาษาพื้นฐาน เช่น C, BASIC หรือ FORTRAN ด้วยรูปภาพหรือสัญลักษณ์ทั้งหมดซึ่งแม้ว่าในเบื้องต้นอาจจะสับสนอยู่บ้างแต่เมื่อคุ้นเคยกับการใช้โปรแกรมนี้แล้วเราจะพบว่าLabVIEW นี้มีความสะดวกและสามารถลดเวลาในการเขียนโปรแกรมลงไปได้มากโดยเฉพาะในงานเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆเพื่อใช้ในการวัดและการควบคุม โดยจุดประสงค์หลักแล้วบริษัท National Instrument ได้เริ่มพัฒนาโปรแกรมที่จะนำมาใช้กับระบบเครื่องมือวัดที่มีความง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเขียนโปรแกรมและมีฟังก์ชั่น เพื่อจะช่วยในการวัดทางวิศวกรรมให้มากที่สุดการการวิเคราะห์ข้อมูล ประมวลค่า แสดงผลและในหลายกรณีใช้ในระบบควบคุมอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์ ข้อได้เปรียบสูงสุดของ LabVIEW คือการพยายามทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ของเราเมื่อรวมกับ LabVIEW และ อุปกรณ์เชื่อมต่อเพื่อการเก็บข้อมูล (Data Acquisition Card) แล้วสามารถเปลี่ยนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของเราให้กลายเป็นเครื่องมือวัดในหลายรูปแบบไม่ว่า จะเป็น Oscilloscope, Multi-meter, Function, Generator, Strain meter Thermometer หรือเครื่องมือวัดอื่นๆ ตามที่เราต้องการทำให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ในการทำการวัดและเครื่องมือวัดได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งจุดนี้เองที่เป็นที่มาของชื่อเครื่องมือวัดเสมือนจริง (Virtual Instrument) และข้อได้เปรียบเหนือการใช้อุปกรณ์จริงเหล่านี้คือVirtual Instrument สามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้แต่ละกลุ่มได้โดยการเปลี่ยน VI ให้เป็นไปตามต้องการเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากนัก



**รูปที่ 2.7** แสดงหน้าจอการเขียนโปรแกรมและหน้าจอแสดงผล LabVIEW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 Power Supply

แหล่งจ่ายไฟสำหรับคอมพิวเตอร์ หรือ พาวเวอร์ซัพพลาย (Power Supply) เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างมากต่ออุปกรณ์เกือบทุกตัวในระบบคอมพิวเตอร์ ซัพพลายของคอมพิวเตอร์นั้นมีลักษณะการทำงาน คือทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็น 3.3 โวลต์, 5 โวลต์ และ 12 โวลต์ ตามแต่ความต้องการของอุปกรณ์นั้นๆ โดยชนิดของพาวเวอร์ซัพพลาย ในคอมพิวเตอร์จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิดตามเคส คือแบบ AT และแบบ ATX

ประเภทของ Power Supply แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่คือ

- AT เป็นแหล่งจ่ายไฟที่นิยมใช้กันในประมาณ พ.ศ. 2539 โดยปุ่มเปิด - ปิด การทำงานเป็นการต่อตรงกับแหล่งจ่ายไฟ ทำให้เกิดปัญหากับอุปกรณ์บางตัว เช่น ฮาร์ดดิสก์ หรือซีพียู ที่ต้องอาศัยไฟในชั่วขณะหนึ่ง ก่อนที่จะเปิดเครื่อง (วิธีดูง่ายๆ จะมีสวิตซ์ปิดเปิด จากพาวเวอร์ซัพพลายติดมาด้วย)
- ATX เป็นแหล่งจ่ายไฟที่นิยมใช้ในปัจจุบัน โดยมีการพัฒนาจาก AT โดยเปลี่ยนปุ่มปิด - เปิด ต่อตรงกับส่วนเมนบอร์ดก่อน เพื่อให้ยังคงมีกระแสไฟหล่อเลี้ยงอุปกรณ์ก่อนที่จะปิดเครื่อง ทำให้ลดอัตราเสียของอุปกรณ์ลง โดยมีรุ่นต่างๆ ดังนี้

    1. ATX 2.01 แบบ PS/2 ใช้กับคอมพิวเตอร์ทั่วๆไปที่ใช้ตัวถังแบบ ATX สามารถใช้ได้กับเมนบอร์ดแบบ ATX และ Micro ATX
    2. ATX 2.03 แบบ PS/2 ใช้กับคอมพิวเตอร์แบบ Server หรือ Workstation ที่ใช้ตัวถังแบบ ATX (สังเกตว่าจะมีสายไฟเพิ่มอีกหนึ่งเส้น ที่เรียกว่า AUX connector)
    3. ATX 2.01 แบบ PS/3 ใช้กับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ตัวถังแบบ Micro ATX และเมนบอร์ดแบบ Micro ATX เท่านั้น

พาวเวอร์ซัพพลาย ทั้งแบบ AT และ ATX นั้นมีลักษณะการทำงานที่เหมือนกัน คือรับแรงดันไฟจาก 220-240 โวลต์ โดยผ่านการควบคุมด้วยสวิตช์ สำหรับ AT และเมนบอร์ด แล้วส่งแรงดันไฟส่วนหนึ่งกลับไปที่ช่อง AC output เพื่อเลี้ยงตัวมอนิเตอร์ และจะส่งแรงดันไฟ 220 โวลต์ อีกส่วนหนึ่งเข้าสู่หน่วยการทำงานที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟกระแสตรง 300 โวลต์ โดยไม่ผ่านหม้อแปลงไฟ ระบบนี้เรียกว่า (Switching power supply ) และผ่านหม้อแปลงที่ทำหน้าที่แปลงไฟตรงสูงให้เป็นไฟตรงต่ำ โดยจะผ่านชุดอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำหนดแรงดันไฟฟ้าอีกชุดหนึ่งแบ่งให้เป็น 5 และ 12 ก่อนที่จะส่งไปยังสายไฟและตัวจ่ายต่างๆ โดยความสามารถพิเศษของ Switching power supply ก็คือ มีชุด Switching ที่จะทำการตัดไฟเลี้ยงออกทันทีเมื่อมีอุปกรณ์ที่โหลดไฟตัวใดตัว หนึ่งชำรุดเสียหาย หรือช็อตนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 Relay

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย

รีเลย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระทุ้งให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระทุ้งให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการนั่นเอง

จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติติดปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา

จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นโคมไฟสนามหญ้าหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมากจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

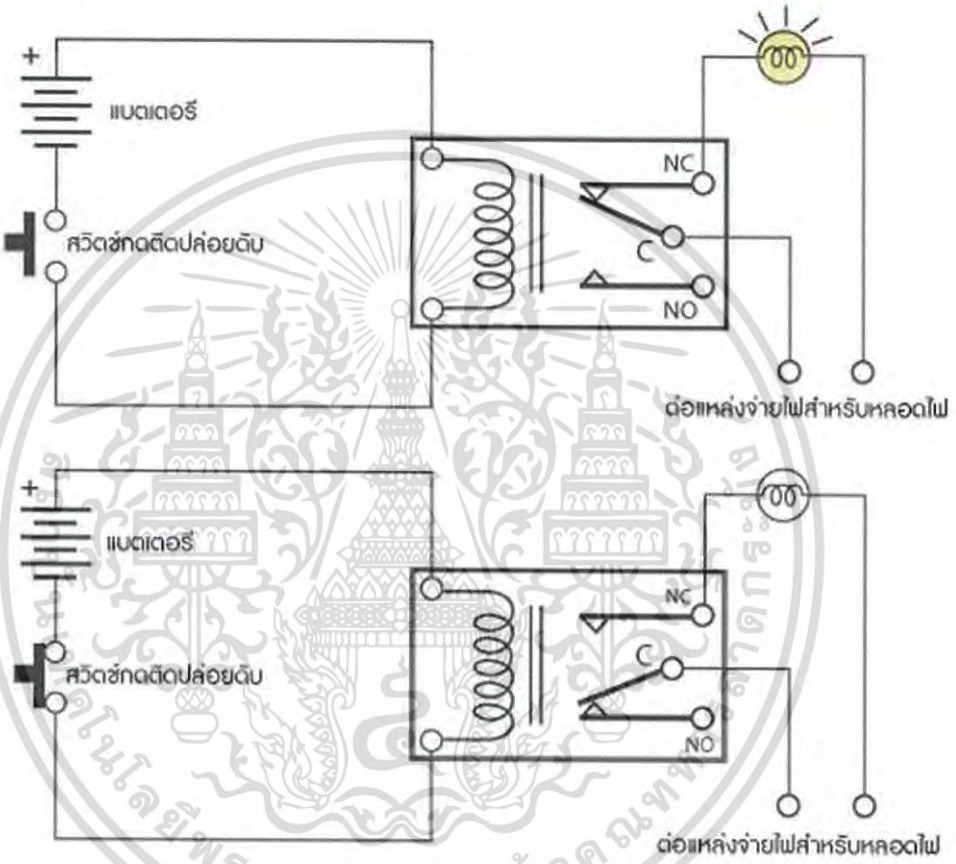
ข้อคำนึงถึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

1. แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่า แรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12VDC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายใน ตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ครับ เพราะตัวรีเลย์ จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)
2. การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือหน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามาถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC ครับ แต่การใช้ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่าครับ เพราะถ้ากระแสมาก หน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได

3. จำนานหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่




**รูปที่ 2.8** การต่อวงจรรีเลย์อย่างง่ายเพื่อใช้งาน

## 2.7 Diode

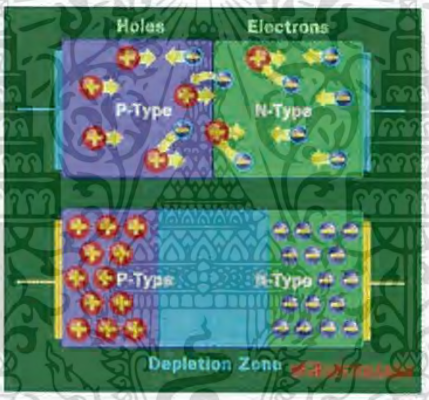
ไดโอดเป็นวัสดุสารกึ่งตัวนำ ที่เราสามารถเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติการนำไฟฟ้าของมันได้ ปกติวัสดุสารกึ่งตัวนำเป็นตัวนำไฟฟ้าที่เหลว ถ้าเราใส่สารเจือปนเข้าไป เราสามารถควบคุมการนำไฟฟ้าให้มากหรือน้อยได้ เราเรียกวิธีนี้ว่า การโดปปิ้ง (doping)

ส่วนใหญ่หลอด LED ใช้สาร อลูมิเนียมกัลเลียม อาร์เซไนล์ (alumnium-gallium-arsenide) ย่อเป็น AlGaAs เป็นสารกึ่งตัวนำ ถ้ายังไม่ได้ใส่สารเจือปน พันธะในอะตอมจะเกาะกันอย่างแข็งแรง ไม่มีอิเล็กตรอนอิสระ (ประจุไฟฟ้าลบ) หรือมีอยู่น้อย ดังนั้นมันจึงไม่ค่อยจะนำกระแส แต่เมื่อทำการโดป โดยการเติมสารเจือปน ทำให้ความสมดุลของวัสดุเปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราใส่สารเจือปนแล้วทำให้อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำเพิ่มขึ้น เรียกว่าสารประกอบชนิด N ส่วนสารกึ่งตัวนำที่ใส่สารเจือปนแล้ว มีประจุไฟฟ้าบวกหรือมีหลุมและ โฮล เพิ่มขึ้น เรียกว่าสารประกอบชนิด P โฮล (hole) ในภาษาอังกฤษมีความหมายว่าหลุม โดยเปรียบอิเล็กตรอนอิสระได้กับลูกหิน และประจุบวกเป็นหลุมหรือโฮล ที่ลูกหินจะไหลมาตกนั่นเอง

ไดโอดเกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิด N ติดเข้ากับสารกึ่งตัวนำชนิด P เชื่อมสายไฟเข้ากับขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อยังไม่มีการให้แรงดันไฟฟ้า อิเล็กตรอนอิสระจาก N จะเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปที่ P เกิดโซนดีพลีชั่น (depletion) ขึ้น โซนนี้เปรียบเทียบได้กับกำแพงป้องกันการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน ถ้าโซนนี้มีขนาดใหญ่ขึ้น การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจะยากขึ้น และอาจทำให้อิเล็กตรอนหยุดการเคลื่อนที่ได้ อย่างไรก็ตามถ้าควบคุมให้โซนนี้เล็กลง การเคลื่อนที่ก็จะง่ายขึ้น




**รูปที่ 2.9** การเคลื่อนที่ของประจุในไดโอด

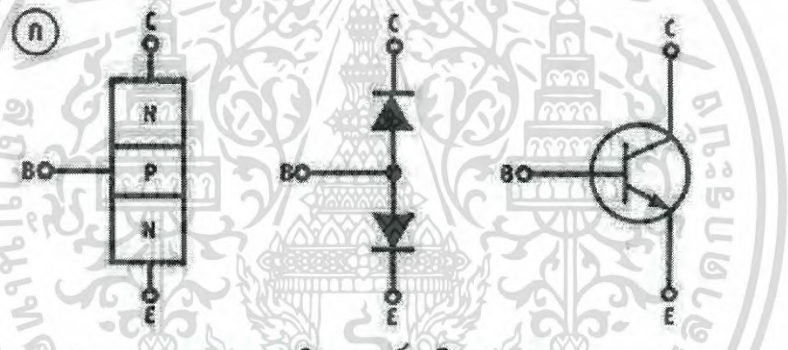
เพื่อจะทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ผ่านโซนนี้ได้ง่ายขึ้น เราต้องทำให้โซนนี้แคบลง โดยการต่อขั้ว N ของไดโอดเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ และขั้วบวกเข้ากับขั้ว P ทำให้อิเล็กตรอนอิสระใน N ถูกดันด้วยแรงดันทางไฟฟ้า ส่วนโฮลขั้ว P จะถูกดันด้วยแรงทางไฟฟ้าเช่นเดียวกัน ถ้าเราให้แรงดันทางไฟฟ้ามากพอ โซนนี้จะแคบจนหายไป และอิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อได้อย่างง่ายดาย เหมือนกับไม่มีแรงเสียดทาน หรือความต้านทาน

ในทางกลับกัน ถ้าคุณต่อขั้วลบเข้ากับ P และขั้วบวกเข้ากับ N การไหลของอิเล็กตรอนจะเป็นไปได้ยาก เพราะการเคลื่อนที่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม โซนดีพลีชั่นจะหนาขึ้น เป็นกำแพงกั้นการไหลของกระแสไฟฟ้า

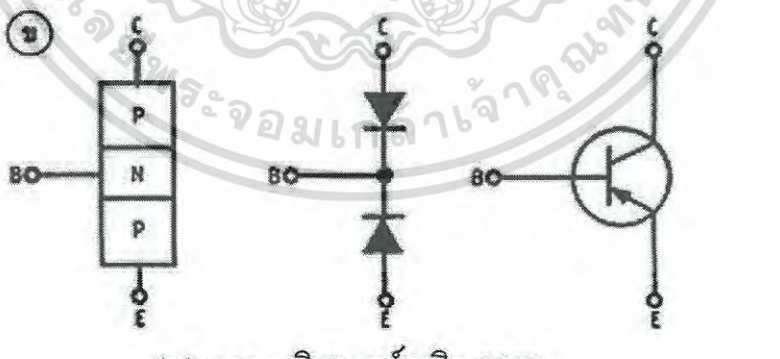
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.8 Transistor

ทรานซิสเตอร์ (transistor) เป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) แบบเดียวกับไดโอด สามารถนำไปใช้ขยายสัญญาณให้มีความแรงมากขึ้น ทรานซิสเตอร์แบ่งได้2 ชนิด ตามโครงสร้าง คือ แบบ NPN และแบบ PNP ซึ่งเกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิดคือสาร P (P-type) และสาร N (N-type) ประกบกัน 3 ชั้นวางสลับกัน ขาโลหะจะถูกต่อออกมาจากสารกึ่งตัวนำทั้งสามชั้นเพื่อใช้งาน ขาที่ต่อจากชั้นสารที่อยู่ตรงกลางเรียกว่า ขาเบส (Base หรือ B) ส่วนขาริมทั้งสอง คือ ขาคอลเล็กเตอร์ (Collector หรือ C) และขาอีมิตเตอร์ (Emitter หรือ E) การวางตัวของสาร P และ N ทั้งสามชั้นทำให้ทรานซิสเตอร์มีลักษณะเหมือนกับการนำไดโอดสองตัวมาต่อกัน รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ทั้งสองแบบ




(ก) ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN




(ข) ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

**รูปที่ 2.10** โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ และสัญลักษณ์ที่ใช้ในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ถึงแม้สารที่ถูกต่อขาเป็นขา C และ E เป็นชนิดเดียวกันก็ตาม แต่ที่จริงแล้วคุณสมบัติทางไฟฟ้าต่างกัน เพราะฉะนั้นจึงต้องใช้ความระมัดระวังในการประกอบทรานซิสเตอร์ลงในแผงวงจร โดยต้องดูตำแหน่งขาให้ถูกต้อง ถ้าประกอบผิดก็อาจทำให้ตัวทรานซิสเตอร์และอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่ในวงจรเสียหายได้ การทำงานของทรานซิสเตอร์เป็นดังนี้ ขา B เป็นขาควบคุมการจ่ายกระแสที่เข้ามาที่ขา C (ขาเข้า) และ ขา E (ขาออก) ตามต้องการ กระแสควบคุมเป็นสัญญาณขนาดเล็กซึ่งสามารถควบคุมการจ่ายกระแสที่สูงกว่า รูปที่ 2.11 แสดงทิศทางของกระแสที่ไหลเข้าออกจากตัวทรานซิสเตอร์ สังเกตได้ว่า กระแสไหลจากทิศทางของหัวลูกศรของทรานซิสเตอร์ (กระแสในที่นี้หมายถึง กระแสที่ไหลจากขั้วบวกไปขั้วลบ) ทรานซิสเตอร์ทั้งสองชนิดมีทิศทางการไหลของกระแสกลับกัน จากรูปอธิบายได้ว่า กระแสที่ไหลผ่านขา E จะมีค่าเท่ากับกระแสที่ขา C รวมกับที่ขา B เป็นกระแสที่ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ แต่กระแสที่ขา C เท่ากับกระแสที่ขา B คูณด้วยอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ (hfe)

ดังสมการในรูปที่ 2.11 เพราะฉะนั้นกระแสที่ไหลผ่านทรานซิสเตอร์จึงถูกควบคุมโดยกระแสที่ไหลผ่านขา B นั่นเอง

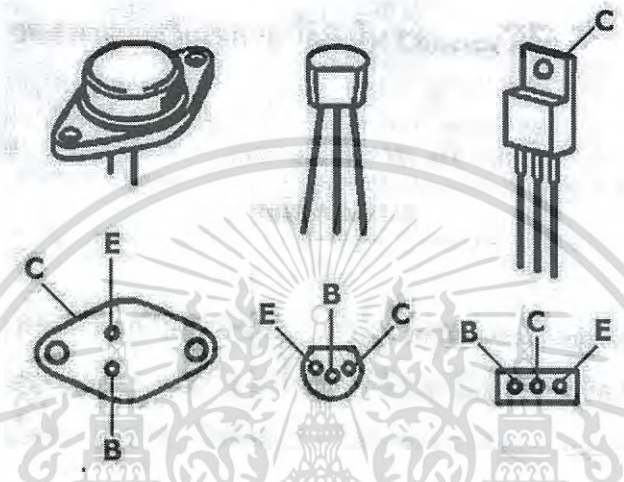
**รูปที่ 2.11** อธิบายทิศทางการไหลกระแสของทรานซิสเตอร์ 2 ชนิด

ทรานซิสเตอร์ถูกนำไปใช้ในวงจรต่างๆ อย่างมากมาย ด้วยหลักการให้กระแสที่ขา B เป็นตัวควบคุมกระแสที่ไหลผ่านทางขา C และ E เพราะฉะนั้นการที่จะให้ทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่อย่างไรก็ขึ้นอยู่กับการจัดไบแอส (การไบแอส : การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับขาต่างๆ ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จนมีช่วงทำงานที่เหมาะสม) ซึ่งกำหนดให้มันทำหน้าที่เป็นสวิตช์หรือตัวขยายก็ได้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

143901

ทรานซิสเตอร์กำลังหรือทรานซิสเตอร์ที่ทนกำลังได้สูงๆ (สังเกตได้จากตัวถังที่เป็นโลหะ) ต้องมีการระบายความร้อนที่ดี เพราะทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ไวต่ออุณหภูมิสูง ทรานซิสเตอร์ประเภทนี้จึงจำเป็นจะต้องติดแผ่นระบายความร้อน (heatsink) ไว้เสมอเมื่อใช้งาน เช่น ทรานซิสเตอร์ในภาคสุดท้ายของเครื่องขยายเสียง




**รูปที่ 2.12** รูปร่างของทรานซิสเตอร์กับตำแหน่งขา

ทรานซิสเตอร์มีรูปร่างหน้าตาแตกต่างกัน การที่ทราบว่าขาใดเป็นขา B , C และ E นั้นอาจเปิดดูตำแหน่งขาได้จากคู่มือของตัวทรานซิสเตอร์ แต่ควรจะตรวจสอบอีกทีด้วยการวัดด้วยโอห์มมิเตอร์

## 2.9 การต่อทรานซิสเตอร์กับเอาท์พุทจากไอซี

เอาท์พุทของไอซีส่วนใหญ่ไม่สามารถจ่ายกระแสได้มาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์เพื่อสวิทช์กระแสที่สูงพอสำหรับอุปกรณ์เอาท์พุท เช่น หลอด มอเตอร์ และรีเลย์ แต่ไอซีไทเมอร์เบอร์ 555 ปกติสามารถจ่ายกระแสได้สูงถึง 200mA ซึ่งสูงพอสำหรับอุปกรณ์เอาท์พุทที่ต้องการกระแสไม่สูงนัก เช่น หลอด ออด หรือรีเลย์ โดยไม่ต้องใช้ทรานซิสเตอร์ช่วย

ตัวต้านทาน $R_B$ มีไว้เพื่อจำกัดกระแสที่ไหลเข้าเบสของทรานซิสเตอร์ และป้องกันไม่ให้เสียหาย อย่างไรก็ตาม $R_B$ ต้องต่ำพอเพื่อให้มั่นใจว่าทรานซิสเตอร์จะอิ่มตัวป้องกันไม่ให้ร้อนมาก นี่เป็น สิ่งสำคัญหากทรานซิสเตอร์สวิทช์ที่กระแสสูง(> 100mA) ปลอดภัยที่สุดกระแสเบส $I_B$ ต้องสูงกว่าห้าเท่าของกระแสที่ทำให้ทรานซิสเตอร์อิ่มตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การเลือกทรานซิสเตอร์ที่เหมาะสม**

แผนภาพวงจรแสดงการต่อทรานซิสเตอร์ NPN วงจรนี้จะสวิทช์ให้โหลดต่อเมื่อเอาท์พุทจากไอซีสูง (+Vs) ในทางกลับกันหากต้องการให้โหลดต่อเมื่อเอาท์พุทจากไอซีต่ำ (0V) ให้ดูที่วงจร สำหรับทรานซิสเตอร์ PNP ทรานซิสเตอร์ รูปที่ 2.14

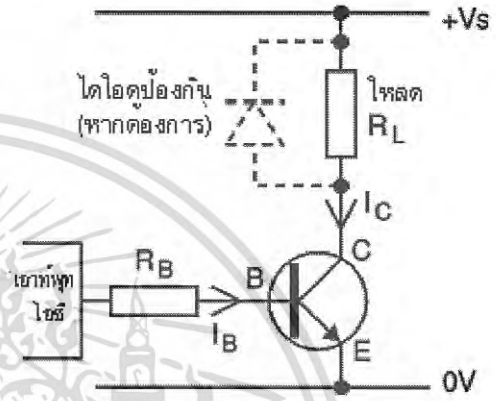
ขั้นตอนด้านล่างจะอธิบายวิธีเลือกสวิทชิ่งทรานซิสเตอร์ที่เหมาะสม

1. กระแสคอลเล็คเตอร์สูงสุด $I_C$(max) ของทรานซิสเตอร์ต้องมากกว่ากระแสโหลด $I_C$

$$\text{กระแสโหลด } I_C = \frac{\text{แรงดันแหล่งจ่าย Vs}}{\text{ความต้านทานโหลด} R_L}$$

2. เกนกระแสต่ำสุด $h_{FE}$ (min) ของทรานซิสเตอร์อย่างน้อยต้องเป็นห้าเท่าของกระแสโหลด $I_C$ หารด้วยกระแสเอาท์พุทสูงสุดของไอซี (chip)

$$h_{FE}(\text{min}) > 5 \times \frac{\text{กระแสโหลด } I_C}{\text{กระแสไอซีสูงสุด}}$$




**รูปที่ 2.13** NPN ทรานซิสเตอร์สวิทช์ (โหลดต่อเมื่อเอาท์พุทจากไอซีสูง)

3. เลือกทรานซิสเตอร์ ซึ่งตรงกับความต้องการเหล่านี้และบันทึกคุณสมบัติ: $I_C$(max) และ $h_{FE}$(min)
4. คำนวณค่าโดยประมาณสำหรับตัวต้านทานที่เบส:

$$R_B = 0.2 \times R_L \times h_{FE} \quad \text{หรือ} \quad R_B = \frac{V_s \times h_{FE}}{5 \times I_C}$$

และเลือกค่ามาตรฐานที่ใกล้เคียงที่สุด

5. สุดท้ายต้องจำว่าหากโหลดเป็นมอเตอร์หรือขดลวดรีเลย์ ต้องต่อไดโอดป้องกันด้วย

หมายเหตุ: หากโหลดเป็น มอเตอร์, รีเลย์ หรือ โซลินอยด์ (หรืออุปกรณ์อื่นๆที่เป็นขดลวด) จะต้องต่อไดโอด คร่อมโหลดเพื่อป้องกันทรานซิสเตอร์ (และไอซี) เสียหายตอนตัด (off) โหลดในแผนภาพแสดงการต่อกลับขั้วไดโอดซึ่งตอนปกติจะไม่นำกระแส การนำกระแสเกิดขึ้นเฉพาะเมื่อโหลดถูกตัด (off) ซึ่งในตอนนั้นกระแสที่เกิดการสะสมพลังงานในขดลวดพยายามที่จะไหลผ่านขดลวด และเนื่องจากทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะตัด (off) กระแสจึงไหลผ่านไปทางไดโอด หากไม่มีไดโอดกระแสก็ไม่สามารถไหลได้ ขดลวดจะผลิตแรงดันสูง (spike) ที่เป็นอันตรายและพยายามที่จะไหลให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

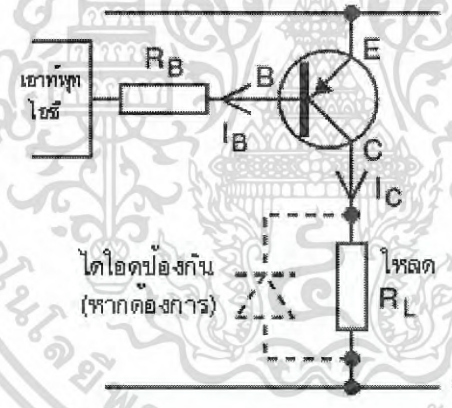
**ตัวอย่าง**

เอาท์พุทจากไอซี CMOS อนุกรม 4000 ต้องการขับรีเลย์คอยล์ 100

แรงดันแหล่งจ่าย 6V และไอซีสามารถจ่ายกระแสสูงสุด 5mA

1. กระแสโหลด = $V_s/R_L$ = 6/100 = 0.06A = 60mA, ดังนั้นทรานซิสเตอร์ต้องจ่ายกระแส $I_C$(max) > 60mA
2. กระแสสูงสุดจากไอซีคือ 5mA, ดังนั้นทรานซิสเตอร์จะต้องมี $h_{FE}$(min) > 60 (5 × 60mA/5mA).
3. เลือกทรานซิสเตอร์กำลังต่ำเอนกประสงค์
   เบอร์ BC182 มี $I_C$(max) = 100mA และ $h_{FE}$(min) = 100
4. $R_B = 0.2 \times R_L \times h_{FE} = 0.2 \times 100 \times 100 = 2000$ ดังนั้นเลือก $R_B$ = 1k8 or 2k2
5. คอยล์รีเลย์ต้องการไดโอดป้องกัน

แผนภาพวงจรแสดงการต่อทรานซิสเตอร์ PNP วงจรนี้จะสวิทช์ต่อโหลดเมื่อเอาท์พุทไอซีต่ำ (0V)




รูปที่ 2.14 PNP ทรานซิสเตอร์สวิทช์ (โหลดต่อเมื่อเอาท์พุทจากไอซีต่ำ)

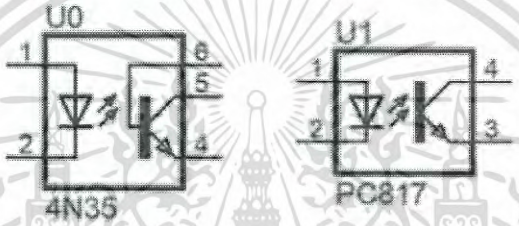
## 2.10 Optocoupler

อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง หรือที่เรียกว่า “ออปโต้คัปเปลอร์” (Opto-Coupler) หรือบางทีก็เรียกว่า อุปกรณ์แยกสัญญาณทางแสง (Opto-Isolator) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการเชื่อมต่อทางแสง โดยการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นแสงแล้วเปลี่ยนกลับเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามเดิม นิยมใช้สำหรับการ เชื่อมต่อสัญญาณระหว่างสองวงจร และต้องการแยกกันทางไฟฟ้าโดยเด็ดขาด เพื่อป้องกันการรบกวนกันทางไฟฟ้าระหว่างสองวงจร ภายในของอุปกรณ์ประเภทนี้ ประกอบด้วย ไดโอดเปล่งแสง (LED) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวส่งแสง (Optical Transmitter) เช่น แสงอินฟาเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Infrared) และสำหรับตัวรับแสง (Optical Receiver) ซึ่งมักนิยมใช้โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Phototransistor) เป็นตัวรับโดยจะถูกผลิตรวมอยู่ในตัวถังเดียวกัน

โฟโต้ทรานซิสเตอร์ ทำงานได้ในลักษณะเดียวกับทรานซิสเตอร์รอยต่อคู่แบบ NPN แต่ไม่มีขาเบส (B) และถูกแทนที่ด้วยส่วนรับแสง เมื่อได้รับแสงหรืออนุภาคของแสง หรือที่เรียกว่า โฟตอน (Photons) ในปริมาณมากพอ จะทำให้เกิดอนุภาคอิสระที่มีประจุในบริเวณรอยต่อระหว่างเบสและคอลเลคเตอร์ (Base-Collector Region)และให้ผลเหมือนมีกระแสไหลเข้าที่ขาเบสรูปที่ 2.15 แสดงสัญลักษณ์ของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง แบบ 4 ขา (เบอร์ PC817) และ 6 ขา (เบอร์ 4N35)




**รูปที่ 2.15** สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง

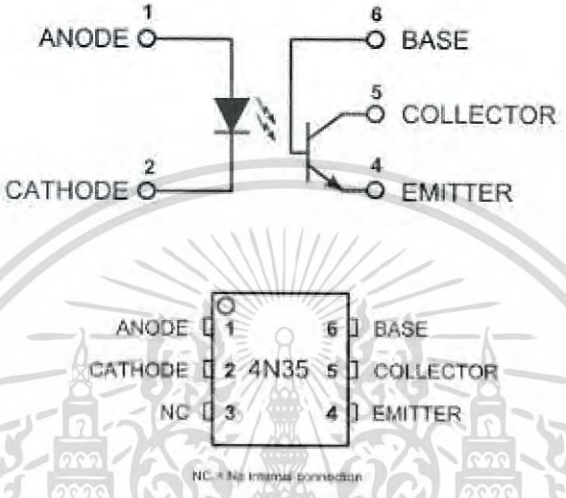
อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงสามารถรับสัญญาณอินพุต (ดิจิทัล) เช่น จากไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ เปิด-ปิด ไดโอดเปล่งแสงที่อยู่ภายในตัวอุปกรณ์ (ทำให้มีกระแสไหลผ่านไดโอดเปล่งแสง) และทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ด้วยแสง ดังนั้นจึงนำไปใช้ในลักษณะเป็นอุปกรณ์สวิตซ์เปิด-ปิด หรือนำไปต่อกับวงจรทรานซิสเตอร์ภายนอกเพื่อให้สามารถขับกระแสได้ในปริมาณที่สูงขึ้น

เมื่อแรงดันอินพุตอยู่ในระดับที่สูงกว่าแรงดันไบอัสตรงของไดโอดเปล่งแสง (VF) จะทำให้เกิดกระแสไหล หรือที่เรียกว่า กระแสอินพุต หรือ กระแสไบอัสตรง (IF) ทำให้ไดโอตเปล่งแสงตามปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหล ในการต่อวงจรจะต้องมีตัวต้านทานต่ออนุกรมอยู่ด้วย เพื่อจำกัดปริมาณของกระแสฟ้ไหลไม่ให้สูงเกิน ซึ่งขึ้นอยู่กับอุปกรณ์แต่ละตัวที่ใช้ แต่โดยทั่วไปแล้ว ควรจะให้อยู่ในช่วง 5-50 มิลลิแอมป์ (mA) เมื่อโฟโต้ทรานซิสเตอร์ได้รับแสงจะทำให้สามารถนำไฟฟ้าได้ระหว่างขาCและEซึ่งให้ผลเหมือนในกรณีที่จ่ายกระแส เข้าที่ขาเบส (B) ของทรานซิสเตอร์รอยต่อคู่แบบ NPN และถ้ามีแรงดันตกคร่อมที่ขา C และขา E (VCE > 0V) ก็จะทำให้มีกระแสเอาต์พุตไหล

ตัวถังของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่พบเห็นได้บ่อย คือ ตัวถังแบบ 4 ขา และตัวถังแบบ 6 ขา แต่มีไดโอดเปล่งแสงและโฟโต้ทรานซิสเตอร์เพียงหนึ่งคู่ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงในตัวถังแบบ 6 ขา ตามตัวอย่าง ในรูปที่ 2.16 จะมีขาเบส (Base Connection Pin) ที่เชื่อมต่อมาจากบริเวณเบสของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ที่อยู่ภายใน และใช้ในการปรับความไวในการตอบสนองเชิงเวลาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณไฟฟ้า (หรือกล่าวได้ว่า สามารถเปิด – ปิดสวิตช์ไฟฟ้าได้เร็วขึ้น) โดยการนำขาเบสไปต่อกับตัวต้านทานที่มีค่าอยู่ในช่วง 200kΩ ถึง 1MΩ ไปยัง GND ของวงจรเอาต์พุต แต่ถ้าไม่สนใจเรื่องความไวในการตอบสนองก็ไม่จำเป็นต้องต่อขอเบส




**รูปที่ 2.16** สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าและตัวถังของ 4N35 แบบ 6 ขา

รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างของอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่นิยมใช้ (เฉพาะตัวถังแบบ Through-Hole Mount) ได้แก่เบอร์ PC817 CNY13-7 4N25 4N33 4N35 เป็นต้น อุปกรณ์บางตัว เช่น เบอร์ TLP250 (ตัวถังแบบ PDIP-8) เหมาะสำหรับควบคุมการเปิด-ปิดที่ขาเกตของมอสเฟตกำลัง (Power MOSFET) อุปกรณ์ เชื่อมต่อทางแสงบางตัว มีไดโอดเปล่งแสงและโฟโต้ทรานซิสเตอร์มากกว่าหนึ่งคู่ อยู่ภายในตัวถังเดียวกัน เช่น 2 หรือ 4 คู่ สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณได้ 2 หรือ 4 ช่อง ตามลำดับ อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงบางชนิด มีการต่อวงจรโฟโต้ทรานซิสเตอร์กับทรานซิสเตอร์ NPN อีกหนึ่งตัวเป็นคู่ในลักษณะที่เรียกว่า ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน (Darlington Transistor) ทำให้มีอัตราส่วนการขยายกระแสได้มากขึ้น

**รูปที่ 2.17** ตัวอย่างอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสงที่ใช้ตัวถังแบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.11 USB 2.0

USB หรือ Universal Serial Bus ถูกวางโดยบริษัทยักษ์ใหญ่ ผู้นำทางด้านอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็คทรอนิคส์ และคอมพิวเตอร์ ช่วยกันวางมาตรฐาน โดยในยุคเริ่มแรกนั้น ก็มี COMPAQ, IBM, DEC, Intel, Microsoft, NEC และ Northern Telecom มาตรฐานของ USB นั้น ออกสู่สาธารณะชนเป็นครั้งแรก เมื่อวันที่ 11 พฤศจิกายน ปี พ.ศ.2537ด้วย Revision 0.7 และได้ปรับปรุงแก้ไขเรื่อยมา จนกระทั่ง เมื่อ วันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2539 ออกมาเป็น Revision 1.0 (USB1.0)ได้สำเร็จ และยังได้ปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ จนเมื่อวันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2541 ได้เป็น Revision 1.1 (USB1.1)

เมื่อความเร็วที่ได้ ยังไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นทางกลุ่มผู้พัฒนา หรือ USB-IF ( USB Implementers Forum, Inc. ) ได้ร่างมาตรฐาน USB รุ่นใหม่ และได้ข้อสรุป เป็นมาตรฐานที่แน่นอน คือ USB 2.0 ในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2543 สำหรับความเร็วในการ รับ-ส่ง ข้อมูลนั้น USB1.1 จะมีความเร็วอยู่ที่ 12Mbps ส่วน USB 2.0 นั้น รองรับระดับการรับส่งข้อมูลได้สามระดับคือความเร็ว 1.5 Mbps ( Low Speed ) สำหรับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นต้องส่งข้อมูลคราวละมากๆ ความเร็ว 12 Mbps ( Full Speed ) สำหรับการเชื่อมต่อกับ USB 1.1 ความเร็ว 480 Mbps ( Hi-Speed ) สำหรับการเชื่อมต่อกับ USB 2.0 ด้วยกัน

หลักการทำงานของระบบ USB จะทำการตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงทาง Port USB แล้วจะกำหนด Address ให้แต่ละอุปกรณ์ เรียกว่า กระบวนการ "Enumeration" หรือเมื่อเราทำการ Plug อุปกรณ์เข้าไปยัง Port USB ระบบก็จะทำการตรวจสอบด้วยกระบวนการ "Enumeration" ทันทีเพื่อตรวจสอบชนิดของข้อมูลที่จะทำการรับ หรือจัดส่งให้กับอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงเข้ามา ซึ่งแบ่งชนิดของข้อมูลได้เป็น 3 แบบ คือ

1. Interrupt - เสมือนเป็นการตอดรบกวน โดยส่งข้อมูลทีละน้อยๆ เช่น อุปกรณ์จำพวก Mouse หรือ Keyboard หรือ GamePad ต่างๆ จะทำการส่งข้อมูลให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์คราวละเล็กน้อยเท่านั้น และจะส่งแบบไม่ต่อเนื่อง ตามแต่ลักษณะการใช้งาน
2. Bulk - หรือการส่งข้อมูลคราวละมากๆ เป็นก้อนๆ เช่นการพิมพ์งาน ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ จะส่งข้อมูลให้กับเครื่องพิมพ์คราวละมากๆ เป็นต้น ซึ่งระบบจะทำการตรวจสอบข้อมูลทั้งความถูกต้อง และความครบถ้วนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Isochronous - หรือการส่งข้อมูลแบบต่อเนื่อง เป็น Stream เช่น พวก Speaker หรือ WebCam ที่จะมาการส่งข้อมูลอย่างต่อเนื่องแบบ Real-Time ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ Host กับอุปกรณ์ต่อพ่วง ซึ่งใน Mode นี้จะไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ว่าได้รับครบถ้วนถูกต้องหรือไม่ เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ Host นั้นจะส่งคำสั่ง หรือ query (ซักคำถาม) ไปยังอุปกรณ์ ผ่านทาง "Control Packet" โดยเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น จะทำการกันเนื้อที่ 90% ของ Bandwidth ทั้งหมด (speed USB 1.1 ที่ 12 Mbps และ USB 2.0 ที่ 480 Mbps )

สำหรับใช้งานการส่งข้อมูลแบบ Isochronous หากมีการใช้งานถึง 90% เมื่อไร ระบบก็จะทำการปฏิเสธการร้องขอในแบบ Interrupt และ Isochronous ที่เข้ามาใหม่ทันที โดย 10% ที่กันไว้นั้น จะไว้ใช้สำหรับการส่งข้อมูลแบบ Bulk และสำหรับ Control Packet ของ Host นั่นเอง

สาย USB เมื่อทำการผ่าดูข้างในจะประกอบไปด้วยฝอยเหล็กที่ทำการกันการรบกวนของสนามแม่เหล็ก ชั้นต่อมาจะมีสายไฟจำนวน 4 เส้นดังนี้

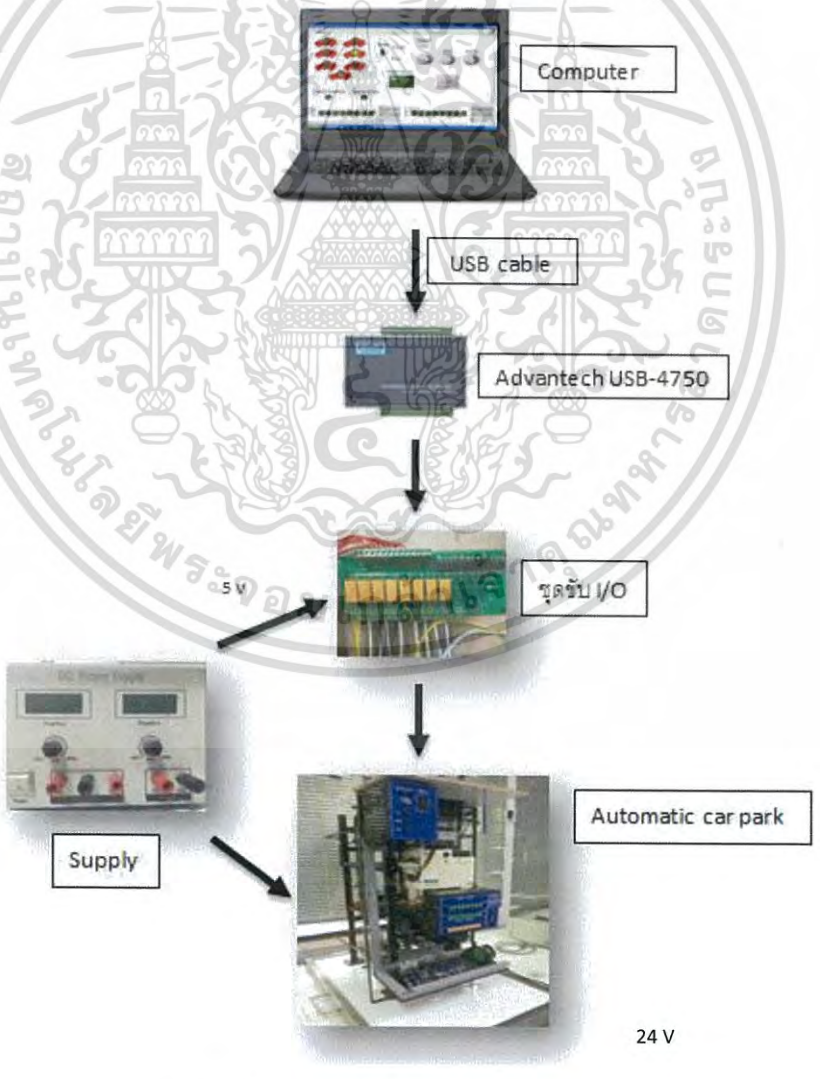
1. สายใช้ในการจ่ายไฟ VCC (+5V)
2. สายใช้เป็นสายดิน (GND)
3. สายใช้เป็นสายข้อมูลขั้วบวก (D+)
4. สายใช้เป็นสายข้อมูลขั้วลบ (D-)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

# การออกแบบและการดำเนินการ

ในการเริ่มต้นการออกแบบการจำลองการควบคุมระบบที่จอดรถอัตโนมัติแบบจำลองด้วยโปรแกรม LabVIEW ผ่านเครื่อง Data acquisition (Advantech USB-4750) เป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลนั้นต้องกำหนดการทำงานทั้งหมดและส่วนประกอบย่อย ซึ่งส่วนประกอบย่อยแบ่งเป็นสองส่วนหลักๆ คือ ส่วนแบบโครงสร้างการเชื่อมต่อของฮาร์ดแวร์ และ อีกส่วนหนึ่งคือ การ Configuration โปรแกรมและกราฟฟิค




**รูปที่ 3.1** การเชื่อมต่อทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.1 วัสดุและอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการวิจัย

1. บอร์ดการควบคุมข้อมูล Advantech USB-4750

**รูปที่ 3.2** Advantech USB-4750

2.สายเชื่อมต่อ USB 2.0 Cable

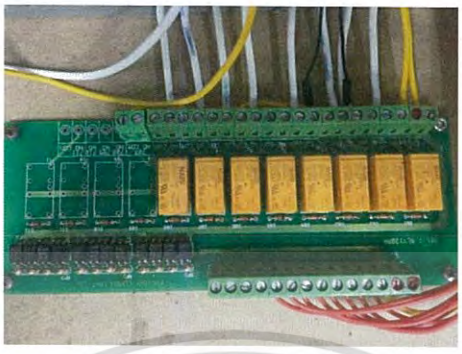
**รูปที่ 3.3** USB 2.0 Cable

3. POWER SUPPLY

**รูปที่ 3.4** DC. Power supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ชุดขับเอาท์พุตและอินพุต



**รูปที่ 3.5** ชุดขับเอาท์พุตและอินพุต

5. Multimeter

**รูปที่ 3.6** Multimeter (KYORITSU DIGITAL CLAMP METER)

6.โปรแกรม LabVIEW

**รูปที่ 3.7** โปรแกรม LabVIEW

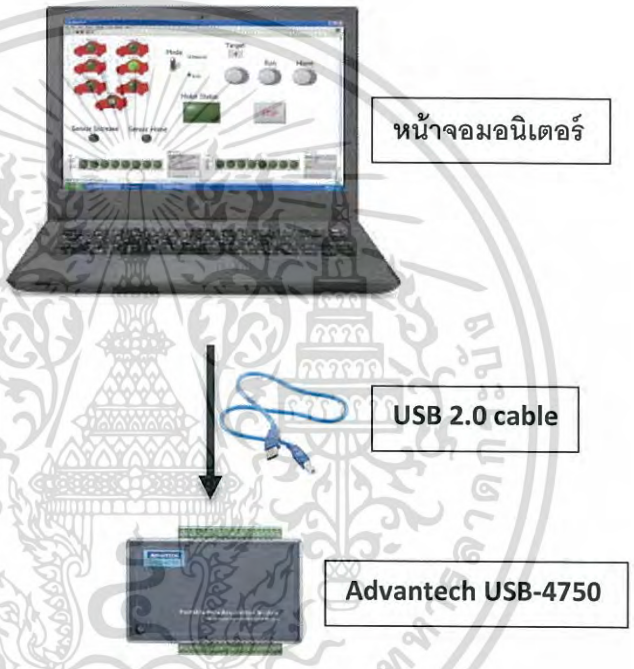
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ สามารถอธิบายได้ดังนี้

### 3.2.1 การเชื่อมต่อหน้าจอมอนิเตอร์ กับ Data Acquisition (Advantech USB-4750)

สำหรับสายควบคุมที่ใช้ในการต่อระหว่างตัว Data Acquisition จะใช้สาย USB 2.0 cable ในการรับส่งข้อมูลและแปลงสัญญาณของอินพุตและเอาท์พุต

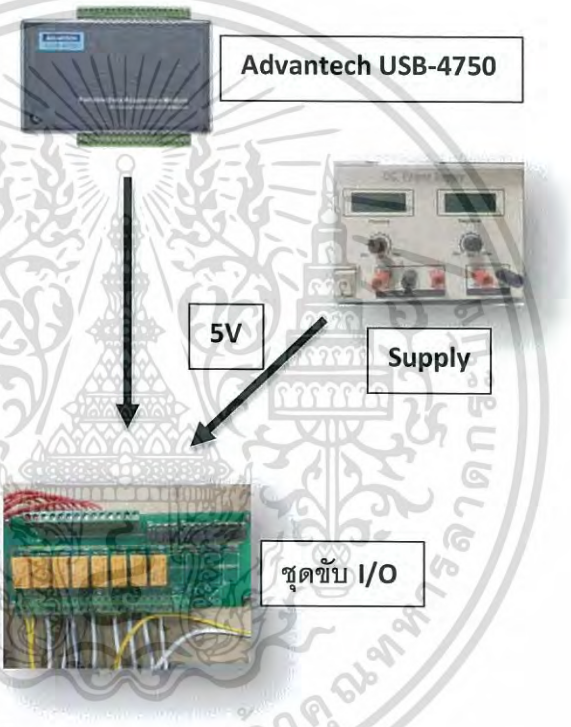



**รูปที่ 3.8** การเชื่อมต่อหน้าจอมอนิเตอร์ กับ Data Acquisition (Advantech USB-4750)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 การเชื่อมต่อ Data Acquisition กับชุดขับอินพุตเอาท์พุต (บอร์ด Opto-Coupler)

ในการเชื่อมกันระหว่าง Advantech USB-4750 กับ บอร์ด Opto-coupler นั้นจะเชื่อมต่อกันด้วยสายไฟหรือสายสัญญาณจากฝั่งเอาท์พุตของ Advantech USB-4750 ไปที่บอร์ดของ Opto-coupler เป็นการแปลงสัญญาณไฟจาก 5V ไปขับรีเลย์ 24 V เพื่อไปขับอุปกรณ์ต่างๆที่ระบบจอดรถอัตโนมัติแบบจำลอง โดยไฟจาก supply ภายนอก 5 V จ่ายไปที่บอร์ด Opto-coupler ด้วย

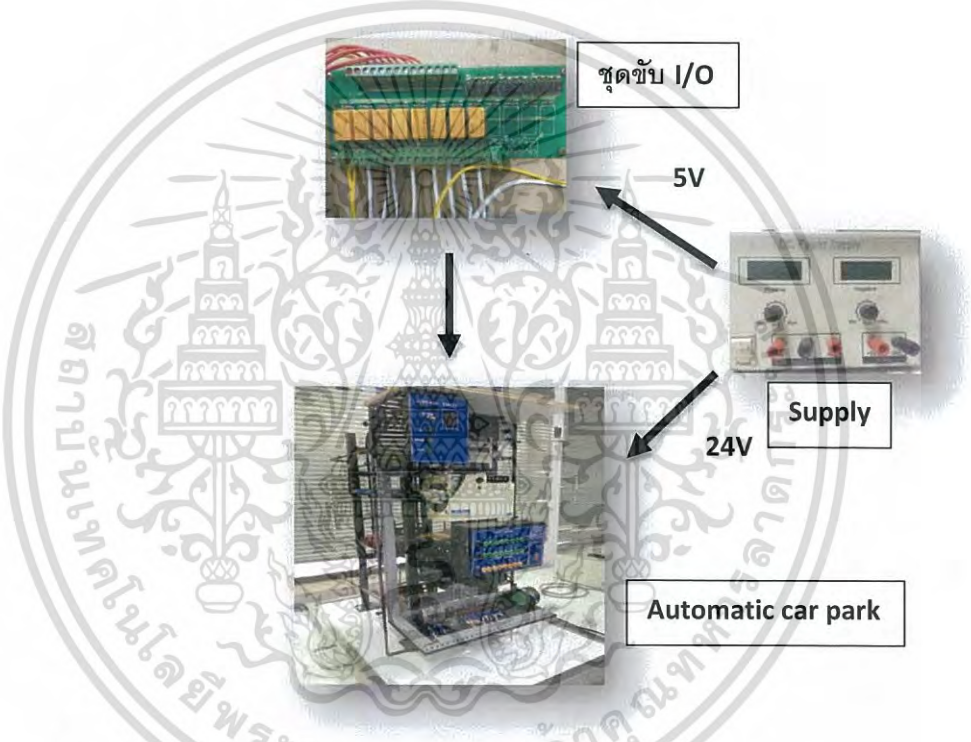



**รูปที่ 3.9** การเชื่อมต่อ Data Acquisition กับ บอร์ด Opto-coupler

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.3 การเชื่อมต่อชุดขับอินพุตเอาท์พุต (บอร์ด Opto-Coupler) กับ Automatic car park

ในการเชื่อมต่อกันระหว่างบอร์ด Opto-coupler กับ Automatic car park นั้นจะเชื่อมต่อกันด้วยสายไฟที่ออกจากรีเลย์ของบอร์ด Opto-coupler ที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า 24 V ไปอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอนแทครีเลย์ มอเตอร์ Buzzer ในระบบ Automatic car park โดยจะมีไฟจาก Supply ภายนอก24 V จ่ายให้กับ Automatic car park ด้วย

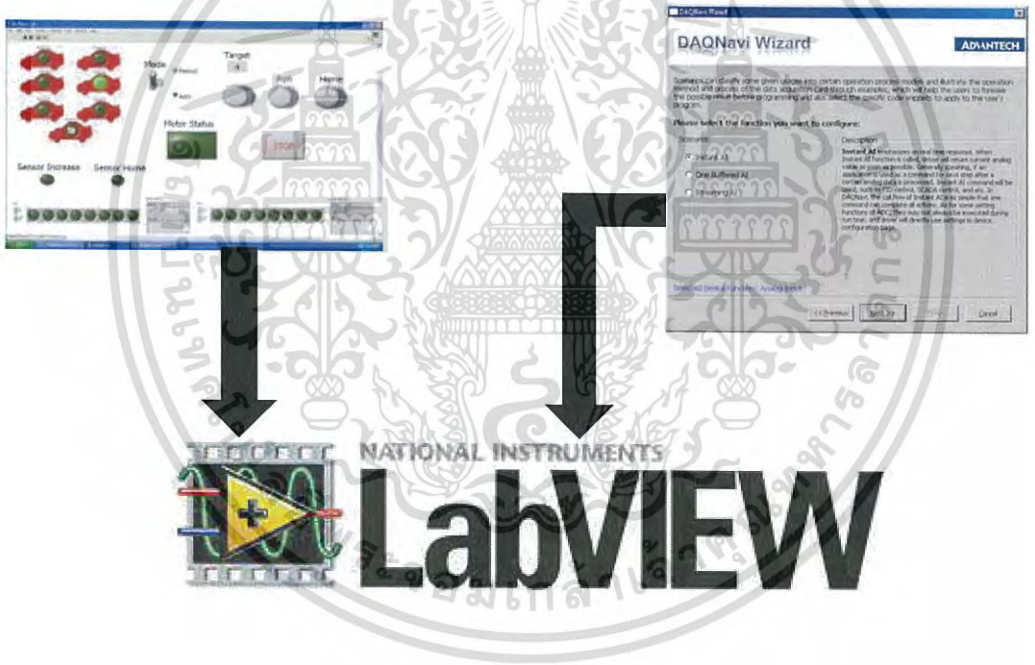



**รูปที่ 3.10** การเชื่อมต่อบอร์ด Opto-coupler กับ Automatic car park

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.4 การเชื่อมต่อทางด้านซอฟต์แวร์

ในงานวิจัยนี้เราเลือกใช้โปรแกรม LabVIEW ใช้ในการออกแบบและแสดงผลข้อมูลแบบกราฟฟิคบนจอมอนิเตอร์ โดยจะต้องทำงานร่วมกับ Hardware interface เป็น Data Acquisition (Advantech USB-4750) ทำหน้าที่เป็น I/O Module เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาท์พุตที่ติดตั้งบนระบบที่จอดรถอัตโนมัติแบบจำลอง โดยจะต้องทำการติดตั้งไดเวอร์ของAdvantech USB-4750 และทำการคอนฟิกูเรชั่นในโปรแกรม LabVIEW แล้วจึงทำการออกแบบเขียนโปรแกรมควบคุม

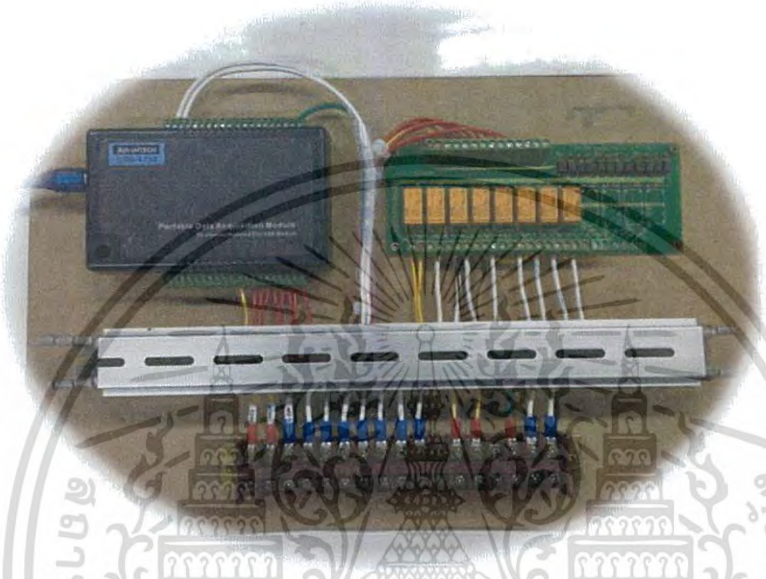



**รูปที่ 3.11** การเชื่อมต่อทางด้านซอฟต์แวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการดำเนินงาน

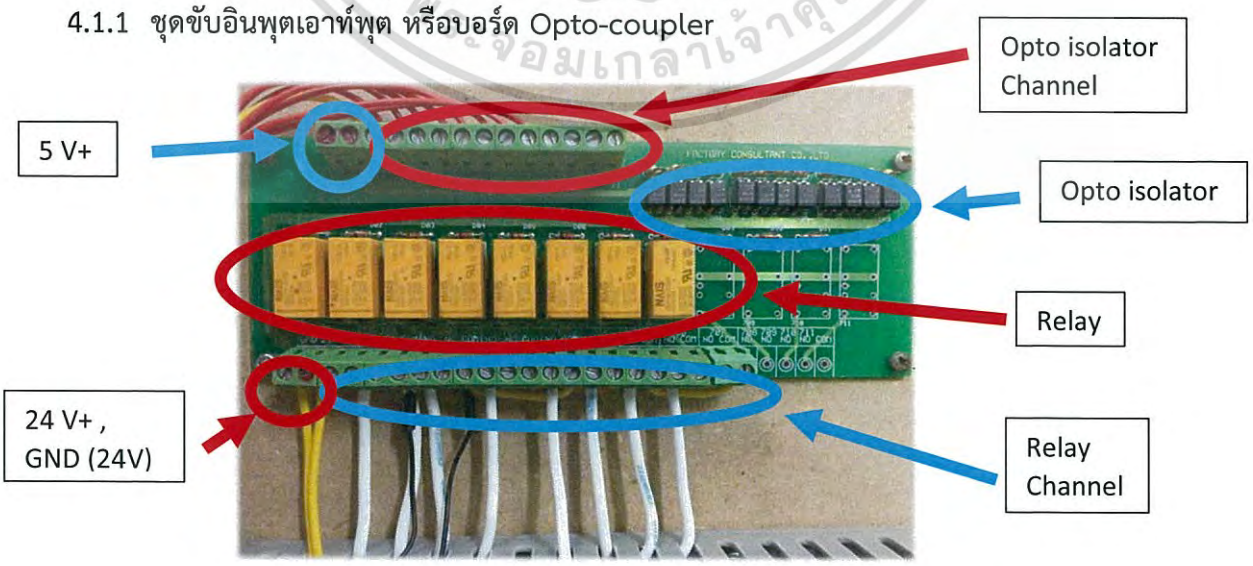
## 4.1 ด้านฮาร์ดแวร์



**รูปที่ 4.1** ชุดขับอุปกรณ์ของ Automatic Car Park

ในการขับอุปกรณ์ทั้งหมดให้ทำงานสัมพันธ์กันนั้น จะต้องเข้าใจและศึกษาวงจรทางไฟฟ้าเป็นอย่างดี เพื่อให้อุปกรณ์แต่ละตัวสามารถที่จะทำงานร่วมกันได้ ในการต่ออุปกรณ์แต่ละตัวมีดังนี้

### 4.1.1 ชุดขับอินพุตเอาท์พุต หรือบอร์ด Opto-coupler




**รูปที่ 4.2** การต่อบอร์ด Opto-couple

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ต่อไฟ 5 V+ จากแหล่งจ่ายไฟภายนอกเข้าทางด้าน opto-isolator

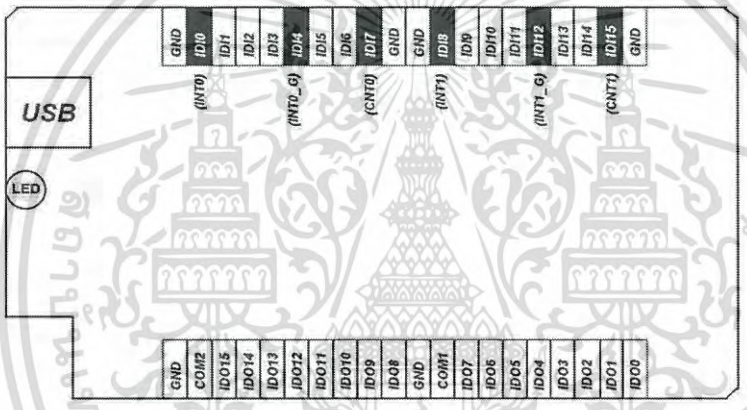
- ช่อง Channel ของ Opto-isolator แต่ละช่อง จะใช้เป็นสัญญาณทริคของรีเลย์แต่ละตัว นำ Channel ของ Opto-isolator แต่ละช่องต่อเข้ากับ IDO ของ Advantech USB-4750 แต่ละช่องตามลำดับ

- ต่อไฟ 24 V+ และกราวด์ของ 24 V ให้กับ Coil ของรีเลย์ ทางฝั่งของรีเลย์

- ช่อง COM ทางฝั่งรีเลย์ทุกช่องต่อเข้าด้วยกัน ให้ช่อง COM เชื่อมหากัน และต่อ Channal COM เข้ากับ COM ฝั่ง Output Signal ของ Car Park Panel

- Channel NO (Normally Open) ของ Relay แต่ละตัวต่อเข้ากับ Output Signal ของ Car Park Panel

### 4.1.2 Advantech USB-4750




รูปที่ 4.3 การต่อ Advantech USB-4750

- ต่อ IDO แต่ละช่องเข้ากับ Channel ของ Opto isolator แต่ละช่อง

- ต่อ GND ของฝั่ง IDO เข้ากับ GND ของ 5 V

- ต่อ IDI แต่ละช่องเข้ากับ Input Signal ของ Car Park Panel

- ต่อ GND ของฝั่ง IDI เข้ากับ COM Input signal ของ Car Park Panel

- ช่องต่อ USB ต่อกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.1.3 Car Park Panel

**รูปที่ 4.4** การต่อ Car Park Panel

- ต่อ COM ของ Input Signal กับ GND ฝั่ง IDI ของ Advantech USB-4750
- ต่อ COM ของ Output Signal กับ COM ของรีเลย์ของบอร์ด Opto-Coupler
- ต่อ Input Signal เข้ากับ IDI ของ Advantech USB-4750
- ต่อ Output Signal เข้ากับ NO (Normally Open) ของรีเลย์ในบอร์ด Opto-Coupler
- ต่อไฟ 24 V+ และ GND จากแหล่งจ่ายภายนอกให้ Panel

หมายเหตุ โดย Output 1 ต่อกับ LED Manual

Output 2 ต่อกับ LED Auto

Output 3 ต่อกับ Motor

Output 3 ต่อกับ Buzzer

Output 4 ต่อกับ 7-Segment แสดงบิตต่ำสุด

Output 5 ต่อกับ 7-Segment แสดงบิตกลางสุด

Output 6 ต่อกับ 7-Segment แสดงบิตสูงสุด

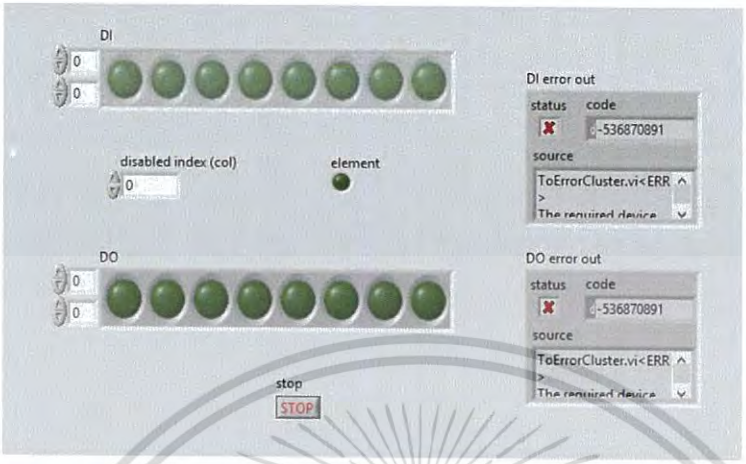
Input 1 ต่อกับ Increase Sensor

Input 2 ต่อกับ Home Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

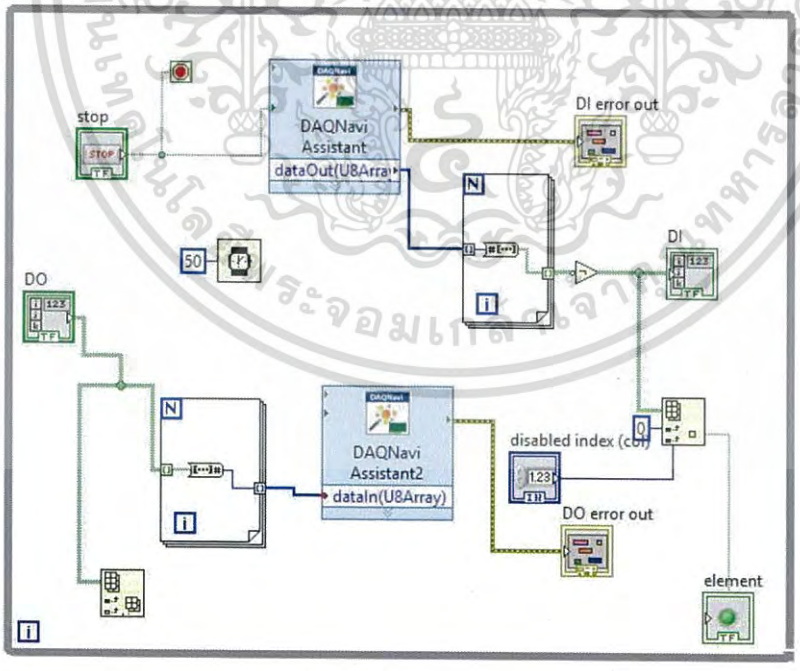
## 4.2 ด้านซอฟแวร์

### 4.2.1 โปรแกรมทดสอบการรับส่งข้อมูลจาก Advantech USB-4750




**รูปที่ 4.5** แสดงโปรแกรมทดสอบด้าน Front Panel ของ LabVIEW

แสดงค่า DI และ DO อยู่ในรูปแบบของ Array โดยไฟทางด้านข้างแสดง I/O Channel ของ Advantech ตำแหน่งที่ 0 (IDI0/IDO0) ไล่ไปทางด้านขวาเรื่อยๆ จนถึง ตำแหน่งที่ 7 (IDI7/IDO7) ส่วนบล็อคด้านขวาแสดง Error ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Advantech

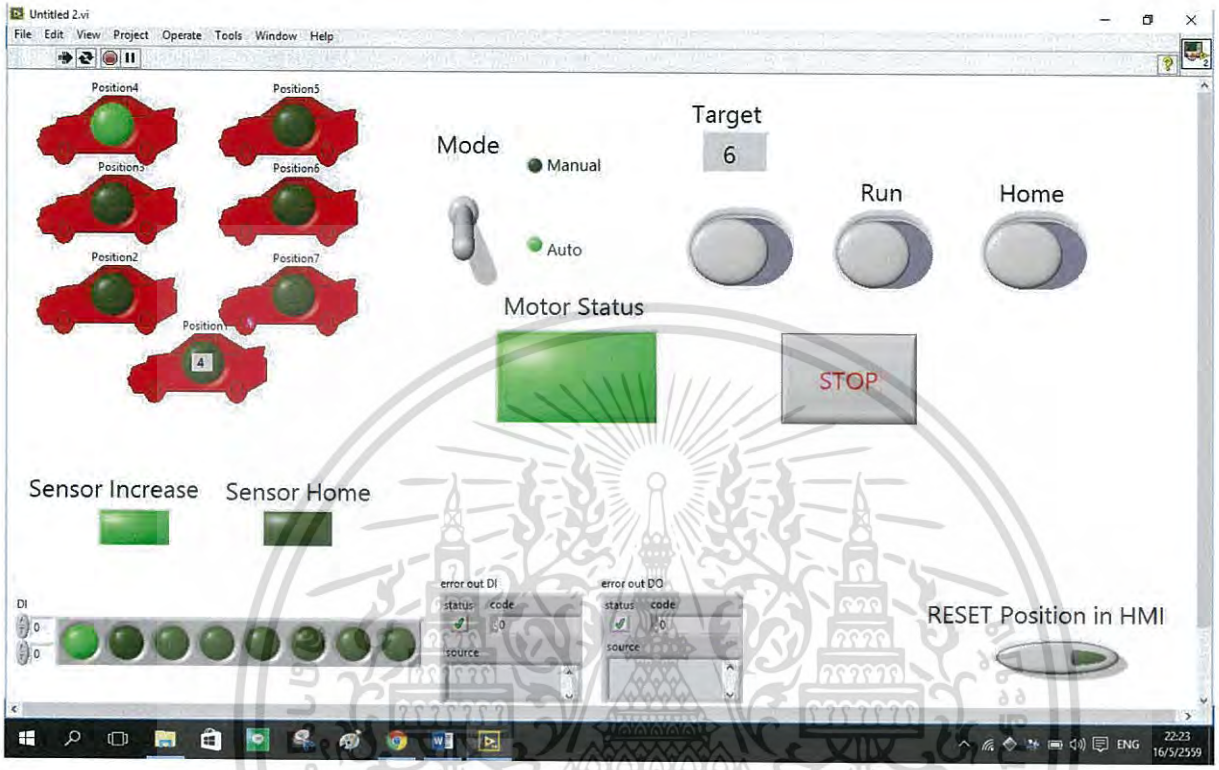



**รูปที่ 4.6** แสดงโปรแกรมทดสอบด้าน Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงบล็อคการรับ/ส่งค่าใน Block Diagram บล็อค DAQNavi จะต้องทำการตั้งค่าให้ตรงกับรุ่นของ Advantech USB-4750 อีกทั้งกำหนดให้เป็น Port Input หรือ Output อีกด้วย

### 4.2.2 โปรแกรมควบคุมระบบ Automatic Car Park



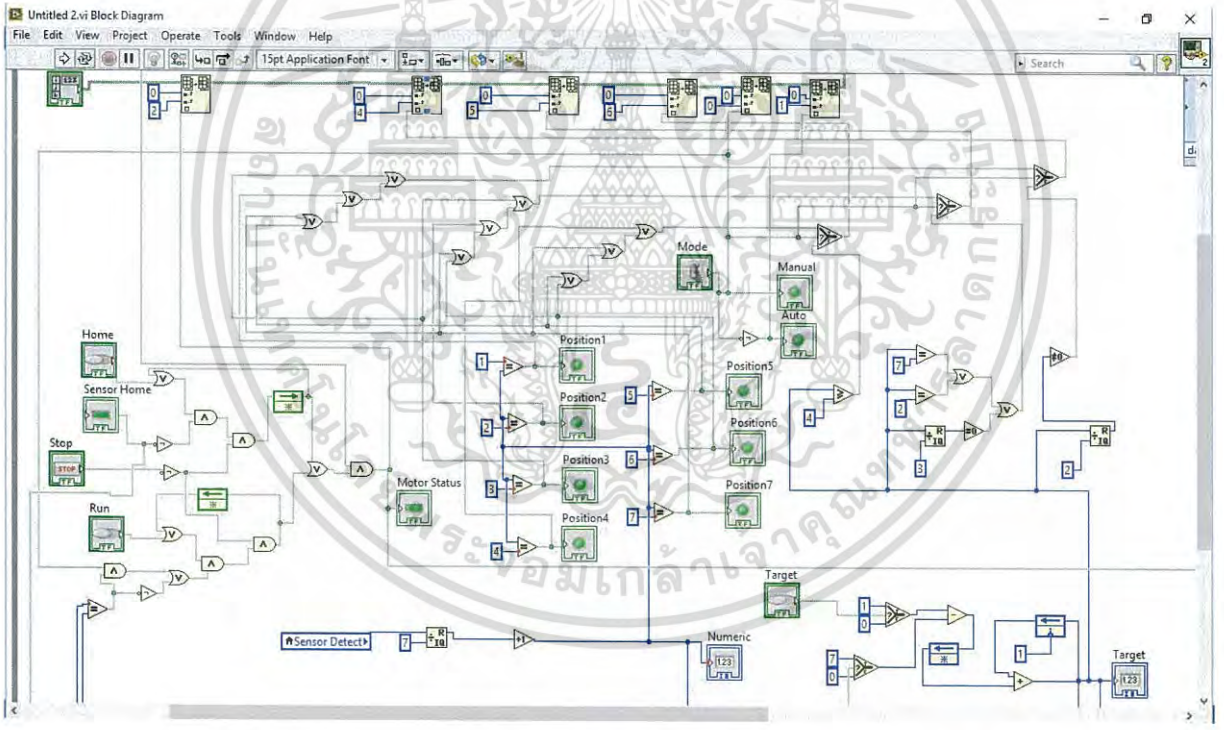

**รูปที่** 4.7 แสดงโปรแกรมควบคุม Car Park ในด้าน Interface

เงื่อนไขการทำงานของโปรแกรมมีดังนี้

- รูปรถด้านขวามือ จะแสดงตำแหน่งของกระเช้าที่ 1 หรือ Home Position โดยไฟสีเขียว ไฟสีเขียวอยู่ที่ตำแหน่งใด แสดงว่ากระเช้าที่ 1 อยู่ที่ตำแหน่งนั้น
- รถจะสามารถเข้าออกจากกระเช้าได้ กระเช้าต้องอยู่ตำแหน่งล่างสุด
- ตัวเลขที่โชว์ ณ รถตำแหน่งล่างสุด แสดงถึงกระเช้าตำแหน่งล่างสุดตอนนี้เป็นกระเช้าที่เท่าไร
- Sensor Increase แสดงสถานะของ Sensor ตรวจจับการเคลื่อนที่ของกระเช้า จะทำหน้าที่ในการนับจำนวนกระเช้าที่เคลื่อนที่ผ่าน
- Sensor Home จะแสดงสถานะของ Sensor ที่ตรวจจับเฉพาะกระเช้าที่ 1 เท่านั้น
- Motor Status แสดงสถานะการทำงานของมอเตอร์
- Target Button กดเพื่อเลือกค่าเป้าหมายของกระเช้าที่จะต้องการนำลงมาไว้ตำแหน่งล่างสุด
- Run Button กดเพื่อสั่งให้มอเตอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

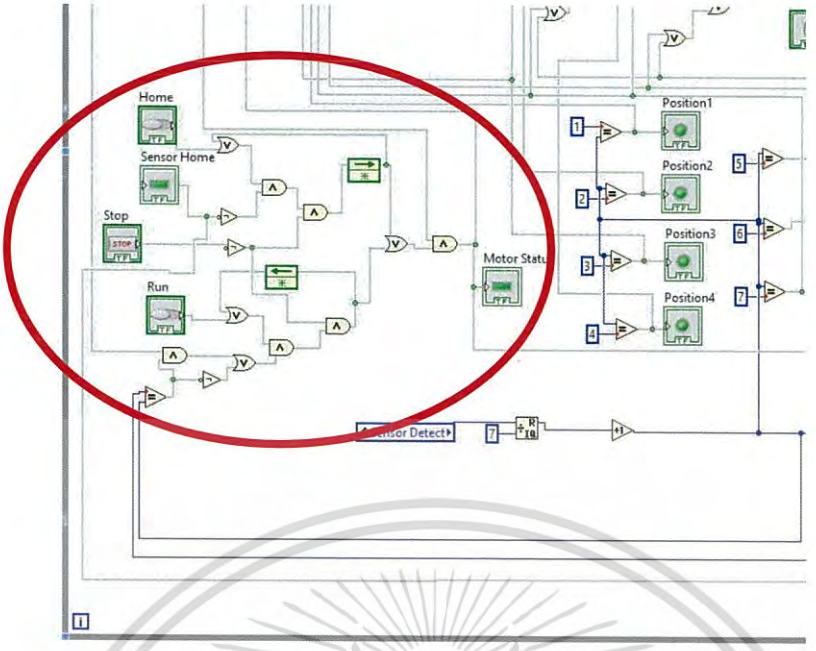
- Home Button กดเพื่อเลื่อนกระเช้าที่ 1 มาไว้ตำแหน่งล่างสุด
- Mode มีอยู่ 2 สถานะ คือ Auto และ Manual
- STOP Button หยุดการทำงานของมอเตอร์ หรือหยุดการเลื่อนกระเช้า
- Mode Auto: จะให้เพื่อตำแหน่งเป้าหมายโดยปุ่ม Target จากนั้นกดปุ่ม Run ระบบจะทำการเลื่อนกระเช้าเป้าหมายมาไว้ตำแหน่งล่างสุด
- Mode Manual: กด Run เพื่อสั่งให้มอเตอร์ทำงาน และเมื่อได้กระเช้าที่ต้องการที่ตำแหน่งล่างสุดแล้ว ให้กด STOP ด้วยตนเอง
- ในกรณีที่มีการเปิดเครื่องใหม่ อาจจะทำให้กระเช้าจริงในปัจจุบัน ไม่ตรงกับกระเช้าที่ระบบแสดงไว้ ให้ทำการกดปุ่ม Home ระบบจะทำการเลื่อนกระเช้าที่ 1 มาไว้ตำแหน่งล่างสุด จากนั้นให้กดปุ่ม Reset Position in HMI ระบบจะทำการ Reset กระเช้าที่แสดงผลให้ตรงกับกระเช้าจริง
- ที่ตำแหน่งซ้ายล่าง จะแสดงสถานะของ IDI ของ Advantech USB-4750




**รูปที่ 4.8** แสดง Block Diagram ส่วนหนึ่งของโปรแกรมควบคุม Car Park

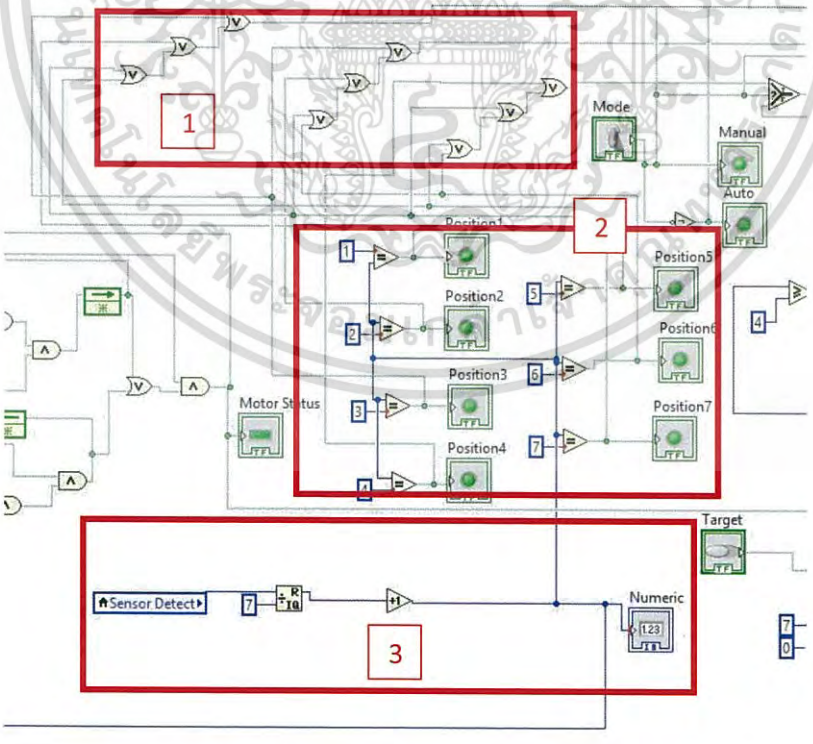
ในการทำงานของโปรแกรมนั้นจะแบ่งออกเป็นหลายๆ ส่วนด้วยกัน แต่ทุกๆ ส่วนจะมีส่วนเชื่อมโยงกันเพื่อการทำงานร่วมกันเป็นระบบ โดยจะอธิบายแต่ส่วนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.9** แสดงโปรแกรมส่วนของการทำงานของมอเตอร์

ในส่วนนี้จะควบคุมการทำงานของมอเตอร์ว่าจะทำงานเมื่อใด และหยุดการทำงานเมื่อใด ตามเงื่อนไขต่างๆ บนพื้นฐานของ Set และ Reset




**รูปที่ 4.10** แสดงโปรแกรมส่วนของการแสดงค่ากระเช้าปัจจุบัน

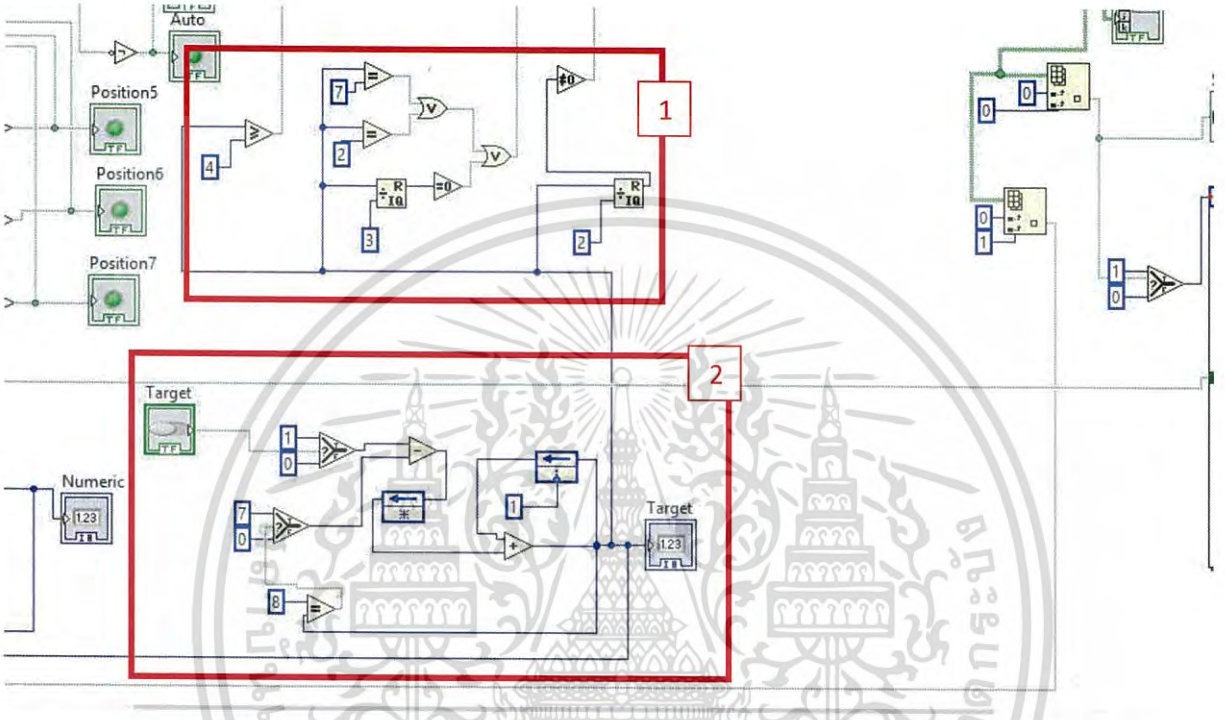
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมการแสดงผลของแสดงค่ากระเช้าตำแหน่งปัจจุบันที่ Interface ดังนี้

ส่วนที่ 1 ควบคุมการแสดงผลตำแหน่งของกระเช้าบน 7-Segment

ส่วนที่ 2 ควบคุมการแสดงผลของไฟสีเขียวบน Interface

ส่วนที่ 3 ควบคุมการแสดงของตัวเลขที่แสดงบนรถ ตำแหน่งกระเช้าล่างสุด

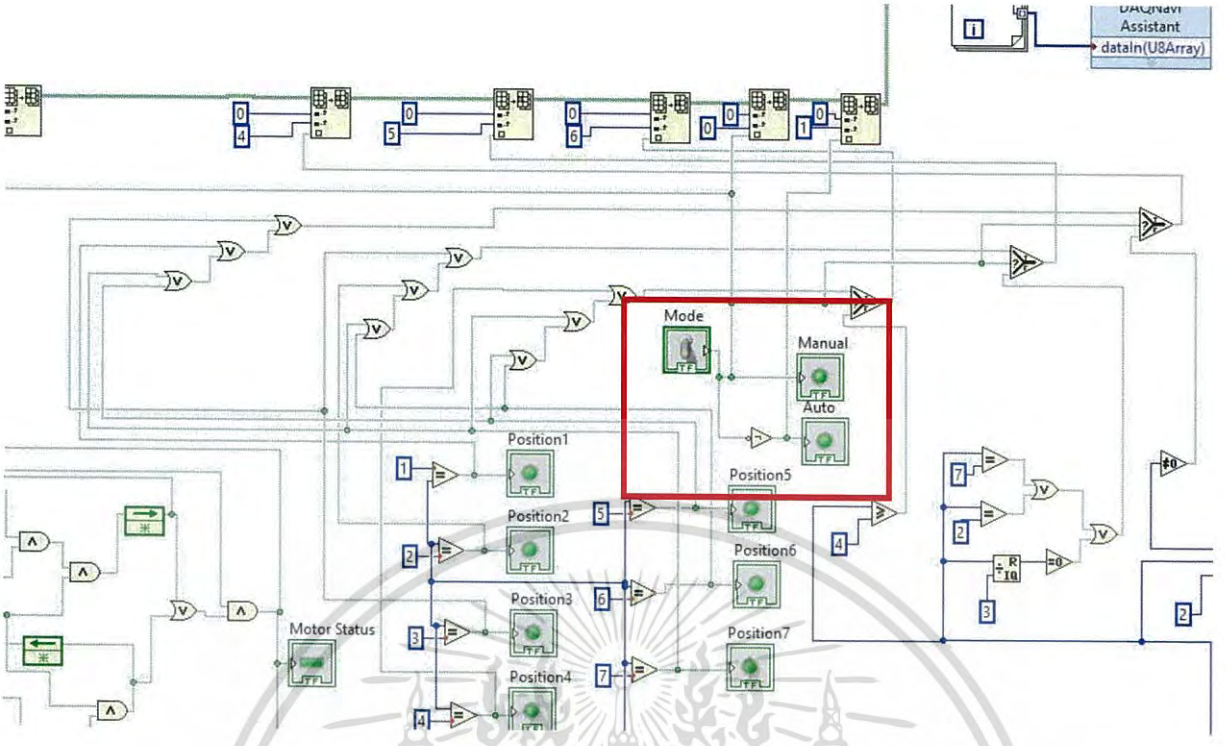



**รูปที่ 4.11** แสดงโปรแกรมส่วนของการแสดงค่าตำแหน่งกระเช้าเป้าหมายที่ต้องการนำลงมา

ส่วนที่ 1 ควบคุมการแสดงผลค่าตำแหน่งกระเช้าหมายเป้าที่ 7-Segment

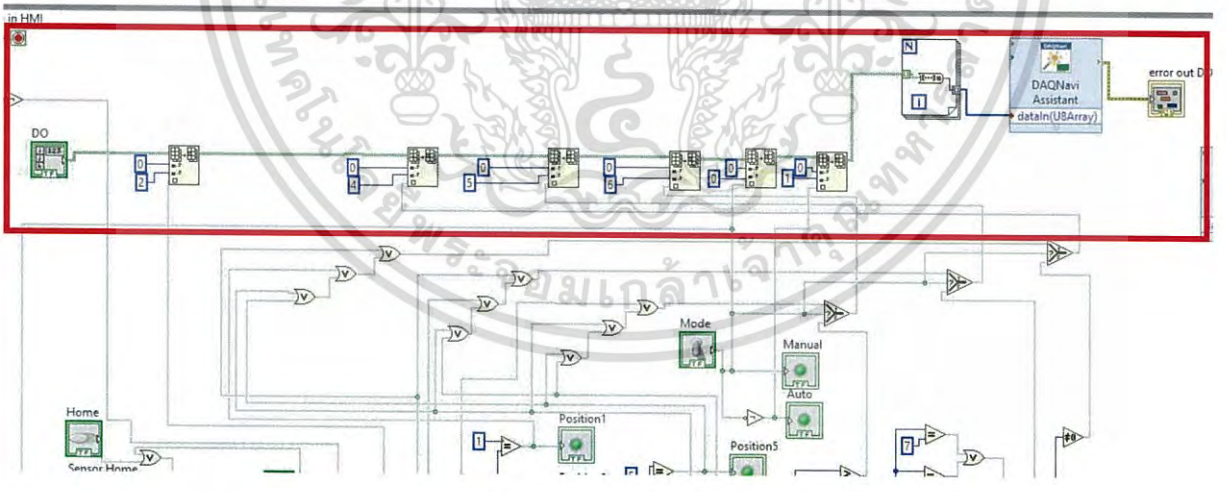
ส่วนที่ 2 ควบคุมการแสดงค่า Target บน Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.12** แสดงโปรแกรมส่วนของการเลือกโหมดควบคุม

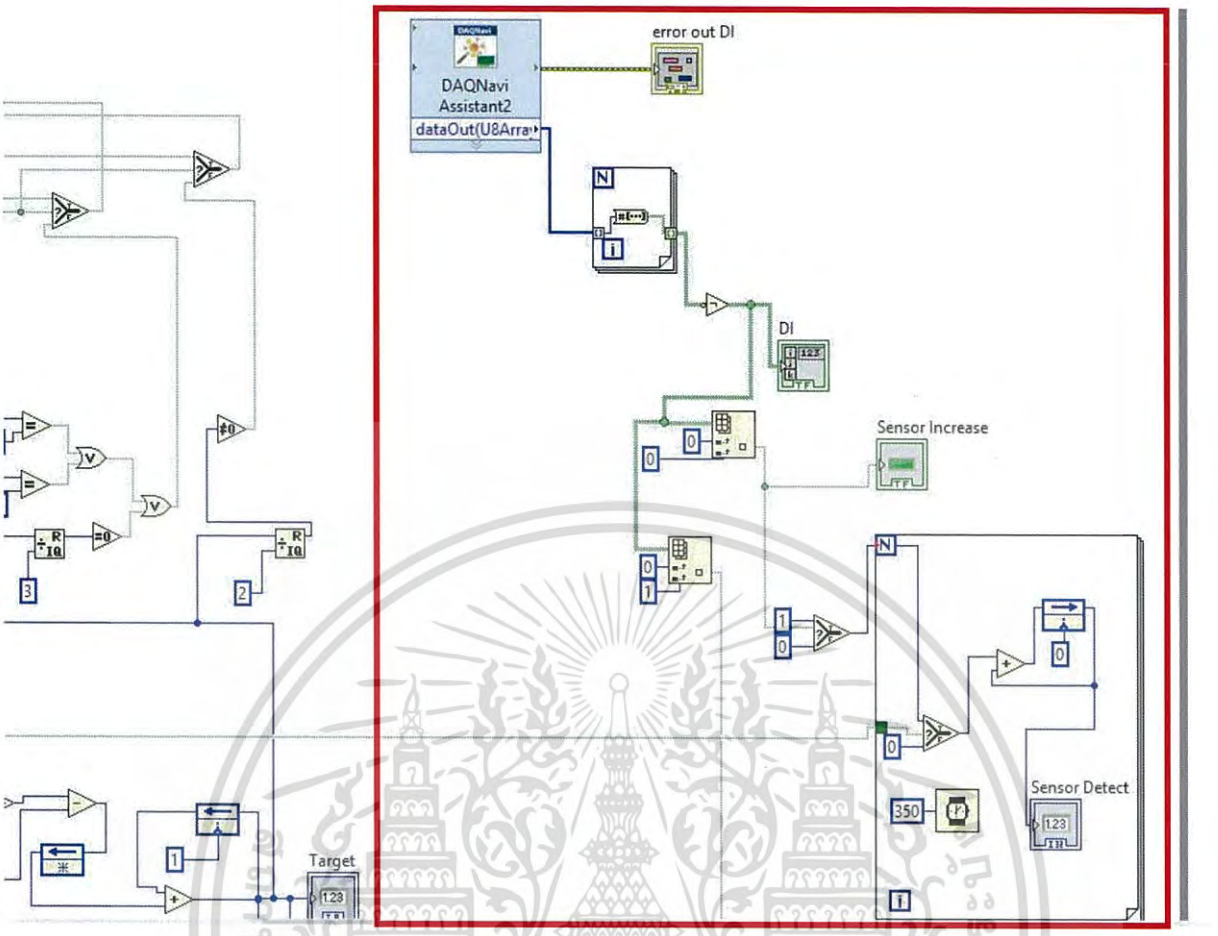
ควบคุมการเลือกโหมดควบคุม รวมถึงการควบคุมการแสดงสถานะว่าอยู่ในโหมดใด




**รูปที่ 4.13** แสดงโปรแกรมส่วนของการส่งข้อมูล Output ไปยัง Advantech

โปรแกรมจัดเรียงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ Array ก่อนที่จะส่งข้อมูล Output ไปยัง Advantech เพื่อไปใช้ขับโหลดต่างๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูปที่ 4.14** แสดงโปรแกรมส่วนของการรับข้อมูลจาก Advantech

ควบคุมการรับข้อมูลจาก Advantech และปรับ Pulse ของ Input ให้ตรงตามความต้องการของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการทดลอง

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอการควบคุมการทำงานของระบบที่จอดรถอัตโนมัติแบบจำลอง ด้วยโปรแกรม LabVIEW ในการเขียนชุดคำสั่งโดยมีชุด Hardware Interface เป็น Advantech USB-4750 ทำหน้าที่เป็น I/O module ต่อร่วมกับรีเลย์บอร์ดที่มีตัวแยกสัญญาณทางไฟฟ้า Opto Isolator จาก 5 V ให้ใช้ขับอุปกรณ์รีเลย์ที่ Coil รับแรงดันไฟตรง DC 24 V เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของระบบที่จอดรถอัตโนมัติแบบจำลอง ทางด้านการสั่งการให้เครื่องควบคุมการทำงานของระบบที่จอดรถอัตโนมัติจำลองและด้านการแสดงผลของของระบบนั้น ได้ใช้หน้าจอมอนิเตอร์ของคอมพิวเตอร์เข้ามาเป็น HMI ให้เข้าถึงข้อมูลเพื่อสั่งการหรือควบคุมการทำงานของระบบที่จอดรถอัตโนมัติโดยตรงผ่านทางพอร์ทอนุกรม USB โดยมีโปรแกรมหลักคือโปรแกรม LabVIEW และอีกส่วนหนึ่งในการสร้างกราฟฟิคจะทำการเรียก Library รูปภาพที่สอดคล้องกับอุปกรณ์มาประกอบให้เหมือนจริง รวมถึงการแสดงสถานะขณะทำงานให้เห็นสีที่แตกต่างบนจอมอนิเตอร์ แบบ On-Line และ Off-Line ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จึงเป็นการประยุกต์เอาอุปกรณ์ที่หลากหลายที่หาได้ไม่ยากมา ประกอบให้เป็นระบบจอดรถอัตโนมัติถือว่าเป็นการประยุกต์แบบหนึ่ง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการประยุกต์ในแบบอื่นๆ ที่ผู้สนใจประสงค์จะนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต

การดำเนินงานในภาคเรียนที่ 1 นั้นได้ทำการศึกษาในส่วนของการควบคุมการทำงานของระบบที่จอดรถอัตโนมัติแบบจำลองทั้งในด้านอุปกรณ์ต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของการควบคุม และออกแบบวงจรการแปลงสัญญาณไฟจาก 5V ไปขับเอาท์พุต 24V เพื่อขับรีเลย์ของระบบที่จอดรถอัตโนมัติแบบจำลอง ส่วนในภาคเรียนที่ 2 นั้นได้ทำการศึกษาโปรแกรม LabVIEW เพื่อการออกแบบและควบคุมการทำงานของระบบ รวมทั้งศึกษาออกแบบ การอ่าน และ เขียนแสดงผลแบบกราฟิกบนหน้าจอมอนิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลอง สามารถควบคุมการทำงานของระบบที่จอดรถอัตโนมัติแบบจำลองด้วยโปรแกรม LabVIEW ร่วมกับหน้ามอนิเตอร์ผ่านระบบได้จริง ทั้งแสดงผลและควบคุม การสามารถนำโปรแกรมและระบบนี้ไปพัฒนาต่อ และประยุกต์ในการควบคุมอุปกรณ์ในลักษณะอื่นได้หลากหลาย ส่วนอุปกรณ์ Data Acquisition สำหรับ Hardware Interface รุ่นนี้ระบบยังไม่ยืดหยุ่น เนื่องจากมีข้อกำหนดการใช้งานที่รองรับกับระบบปฏิบัติการบนเครื่องคอมพิวเตอร์เช่น Driver ของ Advantech USB-4750 สามารถใช้ได้เฉพาะกับระบบปฏิบัติการเอ็กซ์พีเท่านั้นจึงต้องทำการหา Driver ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่เพื่อให้สามารถรองรับกับระบบปฏิบัติการที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และยังขาดความมีเสถียรภาพในการควบคุมการทำงานเมื่อเทียบกับการควบคุมด้วยเครื่องควบคุม PLC

## 5.3 อุปสรรคและปัญหา

ในการออกแบบระบบความคุม นั้นมีความซับซ้อนและมีจุดเชื่อมต่อสายเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นอุปสรรคในการทำงาน ต้องอาศัยความชำนาญและความรอบคอบในการทำและการตรวจสอบ ระบบจึงจะสามารถทำการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง อีกกรณีหนึ่งในการสั่งให้มอเตอร์ระบบจอดรถอัตโนมัติหยุด ให้ผลถูกต้องไม่สม่ำเสมอเพราะในการอ่านเพื่อรับค่าสภานะอินพุทจำเป็นต้องหน่วงเวลาเพื่อลดสัญญาณการเกิดบร้าว (Brow) ที่จะทำให้การนับผิดพลาดได้ ดังนั้นเมื่อสั่งให้มอเตอร์หยุดและจะไม่หยุดในทันที่จึงทำให้การหยุดนั้นคาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่ต้องการซึ่งตำแหน่งนี้จะต้องตรงกับเซ็นเซอร์ นับกระเช้าพอดี แต่ในบางกรณีจะไม่ตรงจำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


Advantech Co., Ltd. **Advantech USB 4750 User Manual**. [Online]
Available: http://www.bb-elec.com/Products/Manuals/USB-4750.pdf

Wikipedia.org **แหล่งจ่ายไฟ**. [Online]
Available: https://th.wikipedia.org/wiki/แหล่งจ่ายไฟ

KERBY (นามแฝง) 2550. **Electronics 4: Transistor**. [Online]
Available: http://www.oknation.net/blog/kerby/2007/12/14/entry-2

นาธาร จันทรสุริ. แนะนำเอาท์พุตแบบ Optocoupler (อุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง) [Online]
Available: http://www.tic.co.th/index.php?op=tips-detail&id=91

Artchula66 (นามแฝง) 2552. **หลักการทำงานของ USB** [Online]
Available: http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=artchula&month=04-07-2009&group=2&gblog=4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Chapter 1 Introduction

Thank you for buying the Advantech's USB-4750 data acquisition module. The Advantech USB-4750 is a powerful data acquisition (DAS) module for the USB port. It features a unique circuit design and complete functions for data acquisition and control.

## 1.1 Hardware Features

USB-4750 features excellent measurement & control functions:

- 32 isolated digital input/output channels
- High-voltage isolation up to 2,500 VDC on all channels
- Dry/wet contact support
- Interrupt handling capability
- High-sink current for isolated output channels (100mA max./Channel)
- Digital output value retained after hot system reset
- Programmable Power-Up States for output channels
- Wiring ternimals on module

*Note: You can install up to sixteen USB-4750's to a system because of the restriction of device BoardID*

*Note: The power output of an USB port is 500 mA, while the USB-4750 requires 350 mA (Max.). This means that if an USB hub is used, it will need an external power supply to support more than one USB-4750 device.*

*Note: For detailed specifications of USB-4750, please refer to Appendix A, Specifications.*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 Software Overview

Advantech offers a rich set of DLL drivers, third-party driver support and application software on the companion CD-ROM to help fully exploit the functions of your device. Advantech's Device Drivers feature a complete I/O function library to help boost your application performance and work seamlessly with development tools such as Visual C++, Visual Basic, Inprise C++ Builder, and Inprise Delphi.

### 1.2.1 More on the CD

For instructions on how to begin programming in each development tool, Advantech offers some tutorial chapters in the Device Drivers Manual for your reference. Please refer to the corresponding sections in these chapters on the Device Drivers Manual to begin your programming efforts. You can also look at the example source code provided for each programming tool, since they can get you very well oriented.

The Device Drivers Manual can be found on the companion CD-ROM. Alternatively, if you have already installed the Device Drivers on your system, The Device Drivers Manual can be readily accessed through the Start button:

**Start/Programs/Advantech Automation/Advantech Device Manager / Device Driver's Manual**

The example source code can be found under the corresponding installation folder such as the default installation path:

**\Program Files\Advantech\ADSAPI\Examples**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHAPTER 2

# Installation

Sections include:

- Unpacking
- Driver Installation
- Hardware Installation
- Hardware Uninstallation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Chapter 2 Installation

## 2.1 Unpacking

After receiving your USB-4750 package, please inspect its contents first. The package should contain the following items:

- USB-4750 Module
- Shielded USB 2.0 Cable (1.8 m)
- Companion CD-ROM (DLL driver included)
- User Manual

The USB-4750 Module harbors certain electronic components vulnerable to *electrostatic discharge* (ESD). ESD could easily damage the integrated circuits and certain components if preventive measures are not carefully paid attention to. ***Before removing the module from the antistatic plastic bag, you should take following precautions to ward off possible ESD damage:***

- Touch the metal part of your computer chassis with your hand to discharge static electricity accumulated on your body. One can also use a grounding strap.
- Make contact between the antistatic bag and ground before opening.

**After taking out the module, you should first:**

Inspect the module for any possible signs of external damage (loose or damaged components, etc.). If the module is visibly damaged, please notify our service department or our local sales representative immediately. Avoid using a damaged module with your system.

- Avoid physical contact with materials that could hold static electricity such as plastic, vinyl and Styrofoam.



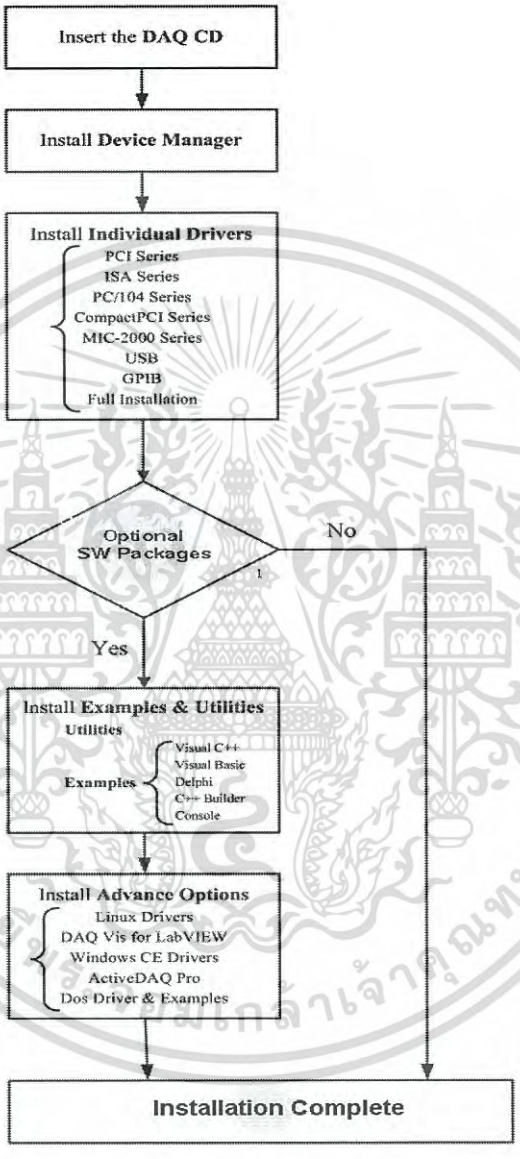
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 Driver Installation

We recommend you install the software driver before you install the USB-4750 module into your system, since this will guarantee a smooth installation process.

The 32-bit DLL driver Setup program for the USB-4750 module is included on the companion CD-ROM that is shipped with your module package. Please follow the steps on the following page to install the driver software:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




For further information on driver-related issues, an online version of the Device Drivers Manual is available by accessing the following path:

**Start\Programs\Advantech Automation**

**\Device Manager\Device Driver's Manual**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 Hardware Installation

*Note: Make sure you have installed the software driver before you install the module (please refer to Section 2.2 Driver Installation)*

After the DLL driver installation is completed, you can now go on to install the USB-4750 module in any USB port that supports the USB 1.1/2.0 standard, on your computer. It is suggested that you refer to the computer's user manual if you have any doubts. Please follow the steps below to install the module on your system.

**Step 1:** Touch the metal part on the surface of your computer to neutralize the static electricity that might be in your body.

**Step 2:** Plug your USB module into the selected USB port. Use of excessive force must be avoided; otherwise the module might get damaged.

*Note: In case you installed the module without installing the DLL driver first, Windows 2000/XP will recognize your module as an "unknown device" after reboot, and will prompt you to provide necessary driver. You should ignore the prompting messages (just click the Cancel button) and set up the driver according to the steps described in Section 2.2 Driver Installation.*

After your module is installed, you can configure it using the Advantech Device Manager. The Device Driver's Manual can be found at:

*Start\Programs\Advantech Automation\Advantech Device Manager\Device Driver's Manual*

## 2.4 Hardware Uninstallation

Though the Advantech USB modules are hot swappable, we still recommend you to follow the hardware un-installation procedure to avoid any unpredictable damages to your device or your system.

**Step1:** Close the applications of the USB module.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Step2:** Right click the "Unplug or Eject Hardware" icon on your task bar.

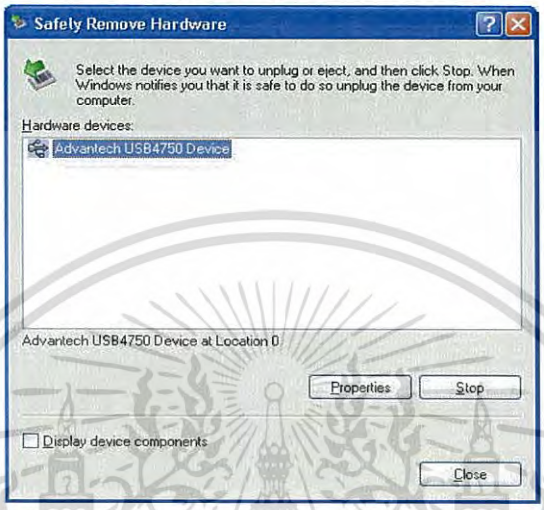



***Figure 2.1: Unplug or Eject Hardware Dialog***

**Step3:** Select "Advantech USB-4750 Device" and press "Stop" Button.

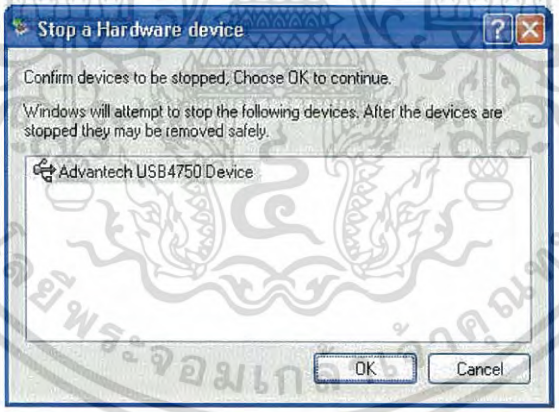



***Figure 2.2: Stop a Hardware device dialog box***

**Step4:** Unplug your USB device from the USB port.

*Note: Please make sure that you have closed the application before unplugging the USB device, otherwise unexpected system error or damage may occur.*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CHAPTER 3

# Signal Connections

Sections include:

- Overview
- Isolated Digital I/O Connections
- Field Wiring Considerations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Chapter 3 Signal Connections

## 3.1 Overview

Maintaining good signal connections is one of the most important factors in ensuring that your application system is sending and receiving data correctly. A good signal connection can avoid unnecessary and costly damage to your PC and other hardware devices.

## 3.2 I/O Connectors

USB-4750 is equipped with plug-in screw-terminal connectors that facilitate connection to the module without terminal boards or cables.

### 3.2.1 Pin Assignments

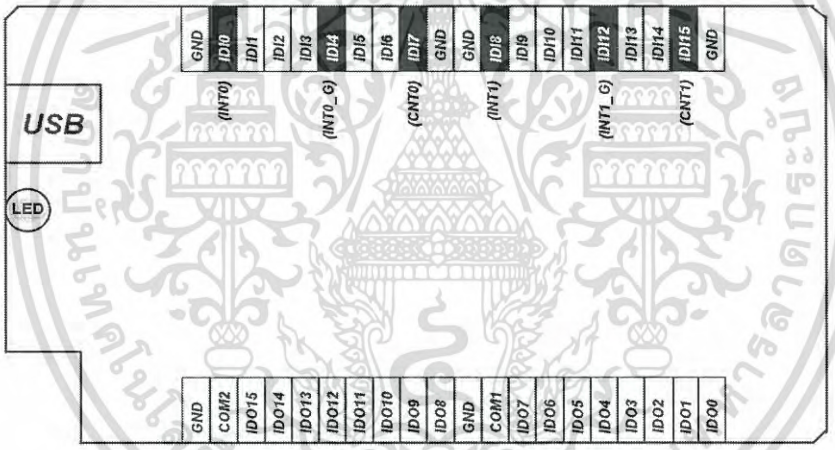



*Figure 3.1: I/O Connector Pin Assignment*

*Note:* *IDI0 shares the same pin with INT0*
*IDI4 shares the same pin with INT0_G*
*IDI7 shares the same pin with CNT0*
*IDI8 shares the same pin with INT1*
*IDI12 shares the same pin with INT1_G*
*IDI15 shares the same pin with CNT1*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.2 I/O Connector Signal Description

*Table 3.1: I/O Connector Signal Descriptions*

| Signal | Reference | Direction | Description |
|---|---|---|---|
| IDI<0~15> | GND | Input | Isolated digital input channels |
| INT<0,1> | INT_G | Input | Interrupt trigger sources. |
| INT<0,1>_G | - | - | Ground for interrupt pins. |
| CNT<0,1> | GND | Input | Isolated input counters |
| IDO<0~15> | GND | Output | Isolated digital output channels |
| COM<0,1> | - | - | Common pins for connecting inductive loads of isolated output channels |
| GND | - | - | Ground |

### 3.2.3 LED Indicator Status Description

The USB Module is equipped with a LED indicator to show the current status of the device. When you plug the USB device into the USB port, the LED indicator will blink five times and then stay lit to indicate that it is on. Please refer to the following table for detailed LED indicator status information.

*Table 3.2: LED Indicator Status Description*

| LED Status | Description |
|---|---|
| On | Device ready for work |
| Off | Device not ready to work |
| Slow Blinking (5 times) | Device initialization |
| Fast Blinking (Depends on data transfer speed). | Device working |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.3 Isolated Digital I/O Connections

### 3.3.1 Dry/Wet Contact Support for Digital Input

Each digital input channel accepts either dry contact or 0 ~ 5 VDC wet contact inputs. Dry contact capability allows the channel to respond to changes in external circuitry (e.g., the closing of a switch in the external circuitry) when no voltage is present in the external circuit. Figure 3-1 shows external circuitry with both wet and dry contact components, connected as an input source to one of the card's digital input channels.

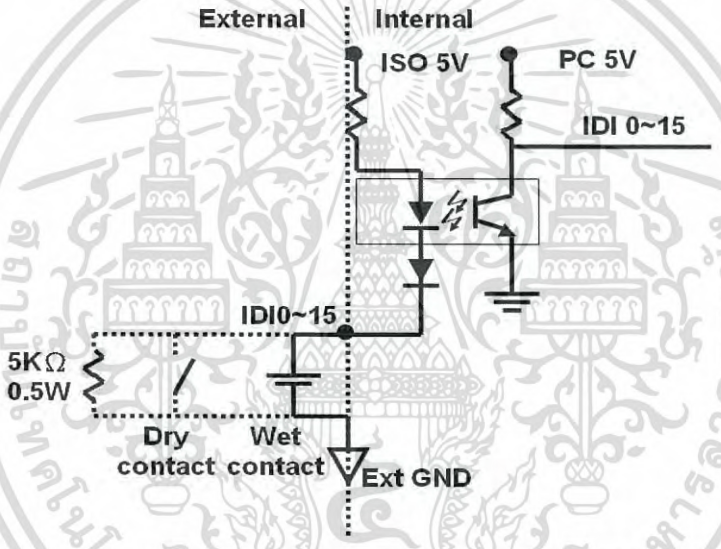



*Figure 3.2: Isolated Digital Input Connections*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 Isolated Digital Output Connections

Each of 8 isolated digital output channels comes equipped with a Darlington transistor. Every 8 output channels share common collectors and integral suppression diodes for inductive loads. Channels 0 ~ 7 use COM0, and channels 8 ~ 15 use COM1 as a common pin. If an external voltage (5 ~ 40 V) is applied to an isolated output channel (IDO 0 ~ IDO 15) while it is being used as an output channel, the current will flow from the external voltage source to the card. Please take care that the current through each GND pin not exceed 100 mA.

Figure 3.3 shows how to connect an external output load to the card's isolated outputs.

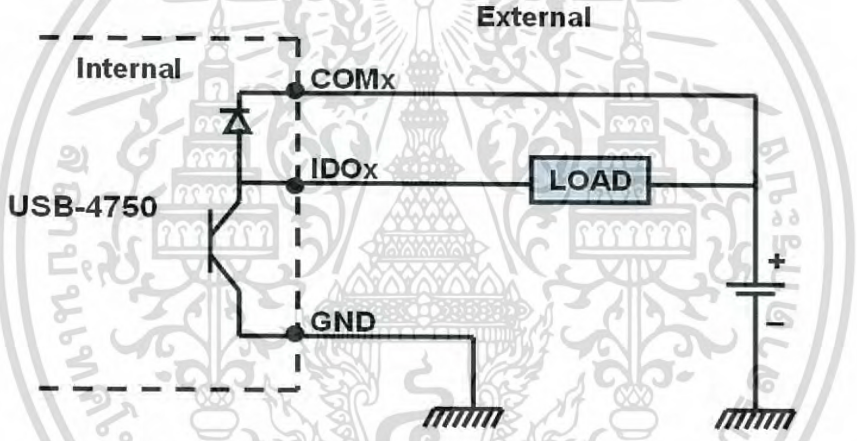



*Figure 3.3: Isolated Digital Output Connections*



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.4 Field Wiring Considerations

- When you use USB-4750 to acquire data from outside, noises in the environment might significantly affect the accuracy of your measurements if due cautions are not taken. The following measures will be helpful to reduce possible interference running signal wires between signal sources and the USB-4750.
- The signal cables must be kept away from strong electromagnetic sources such as power lines, large electric motors, circuit breakers or welding machines, since they may cause strong electromagnetic interference. Keep the analog signal cables away from any video monitor, since it can significantly affect a data acquisition system.
- If the cable travels through an area with significant electromagnetic interference, you should adopt individually shielded, twisted-pair wires as the analog input cable. This type of cable has its signal wires twisted together and shielded with a metal mesh. The metal mesh should only be connected to one point at the signal source ground.
- Avoid running the signal cables through any conduit that might have power lines in it.
- If you have to place your signal cable parallel to a power line that has a high voltage or high current running through it, try to keep a safe distance between them. Or place the signal cable in a right angle to the power line to minimize the undesirable effect.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Appendix A Specifications

## A.1 Isolated Digital Input

| | |
|---|---|
| **Channels** | 16 |
| **Interrupt Inputs** | DI0, DI8 |
| **Optical Isolation** | 2500 VDC |
| **Opto-isolator ResponseTime** | 25 μs |
| **Input Voltage** | 5~50VDC, or dry contact |

## A.2 Isolated Digital Output

| | |
|---|---|
| **Channels** | 16 |
| **Optical Isolation** | 2500 VDC |
| **Opto-isolatorResponse Time** | 25μs |
| **Output Voltage** | 5 ~ 40 VDC |
| **Sink Current** | 100mA/ch. Max. 1.1A/total Max. |

## A.3 Isolated Counter

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Channels** | 2 independent | | |
| **Resolution** | 32-bit counters (low 16bit by hardware and high 16bit by firmware) | | |
| **Base Clock** | External | 8MHz max. | 2 independent program-mable clock sources |
| | Internal | 20MHz max. | |
| **Frequency Measurement** | Input frequency from 0.1Hz to 1Mhz | | |
| **External Input Divide** | 2 to 65535 | | |

## A.4 General

| | | |
|---|---|---|
| **I/O Connector Type** | 10-pin screw terminal *4 | |
| **Dimensions** | 132 X 80 X 32 mm (5.2" X 3.2" X 1.3") | |
| **Power Consumption** | 5 V @ 350 mA max. | |
| **Temperature** | Operation | 0~60° C (32~140° F) (refer to IEC 68-2-1, 2) |
| | Storage | -20~70° C (-4~158° F) |
| **Relative Humidity** | 5%~95% RH non-condensing (refer to IEC 68-2-1, 2) | |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้