

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### รหัสวิชา 30127-2004 (2-3-3) ดิจิทัลและไมโครคอนโทรลเลอร์

Digital And Microcontroller

1

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
2. การควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
3. สเต็ปปีงมอเตอร์
4. การควบคุมการเคลื่อนที่ของ สเต็ปปีงมอเตอร์
5. อาร์ชีเซอร์โวมอเตอร์
6. การควบคุมการเคลื่อนที่ของอาร์ชีเซอร์โวมอเตอร์

Digital And Microcontroller

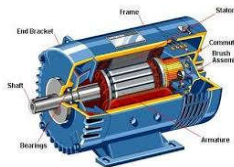
2

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### 1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

#### 1.1 ความหมายของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยการทำงานปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์ และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง



Digital And Microcontroller

3

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### 1.2 หลักการทำงานของมอเตอร์

เมื่อมีกระแสไหลในขดลวดตัวนำที่พันอยู่บนแกนอาร์เมเจอร์ จะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบ ๆ ตัวนำ และทำปฏิกิริยากับเส้นแรงแม่เหล็กที่เกิดจากขั้วแม่เหล็กของมอเตอร์ ทำให้เกิดแรงผลักดันบนตัวนำให้อาร์เมเจอร์หมุนไปได้ ขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าไหลและวางอยู่บนแกนของอาร์เมเจอร์ โดยวางห่างจากจุดศูนย์กลางเป็นระยะ  $r$  กำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดที่ปลาย A และไหลออกที่ปลาย B จากคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดผ่านซึ่งกันและกัน ดังนั้นปริมาณของเส้นแรงแม่เหล็กจะมีจำนวนมากกว่าด้านบนของปลาย A จึงทำให้เกิดแรง  $F_1$  กดตัวนำ A ลงด้านล่างและขณะเดียวกันที่ปลาย B นั้น เส้นแรงแม่เหล็กจะมีปริมาณมากกว่าที่ด้านหน้าทำให้เกิดแรง  $F_2$  ดันให้ตัวนำ B เคลื่อนที่ด้านบนของแรง  $F_1$  และ  $F_2$

Digital And Microcontroller

4

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### 1.3 ประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้า

#### มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน

1. ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญคือแกนเหล็กที่พันด้วยขดลวดทองแดงทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากภายนอก เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น อาจจะมี 2 ขั้ว 4 ขั้ว หรือหลายขั้วขึ้นอยู่กับการออกแบบมอเตอร์
2. ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุน หรือเรียกว่าโรเตอร์ ซึ่งตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงาน มีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์ โดยตัวโรเตอร์จะประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

Digital And Microcontroller

5

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

2.1 แกนเพลลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core)

2.2 แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)

2.3 คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่ แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์มาเจอร์ ซึ่งมีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายป้อนเข้าไปยังขดลวดอาร์มาเจอร์

2.4 ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอต (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของขดลวดจะเล็กหรือใหญ่และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้น ๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่าง ๆ ที่ต้องการ

Digital And Microcontroller

6

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### 1.4 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อมีแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะผ่านแรงดันผ่านคอมมิวเตเตอร์ เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์ สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้น จะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในเวลาเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก ทิศทางตรงข้ามกันจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวกันจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิดแรงบิดในดิวอาร์มาเจอร์ ซึ่งวางแกนเฟลาและแกนเฟลานี้สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ ขณะที่ดิวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุน การที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิริยาต่อกัน ทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์ หรือโรเตอร์หมุนไปนั้น เป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming's left hand rule)

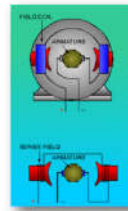
Digital And Microcontroller

7

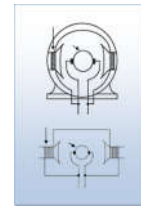
## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### 1.5 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

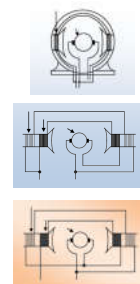
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดตามลักษณะการต่อวงจรของ Field Coil กับ Armature ได้แก่



1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม (Series Motor)



2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)



3. มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือคอมปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

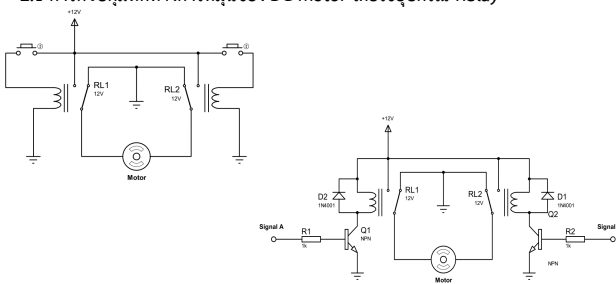
Digital And Microcontroller

8

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### 2. การควบคุมการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

#### 2.1 การควบคุมทิศทางการหมุนของ DC Motor โดยใช้อุปกรณ์ Relay

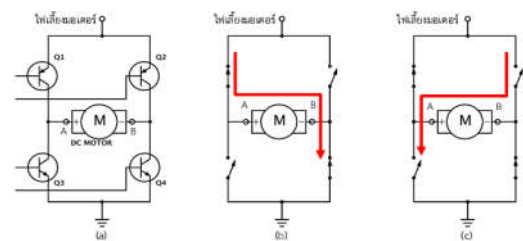


Digital And Microcontroller

9

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

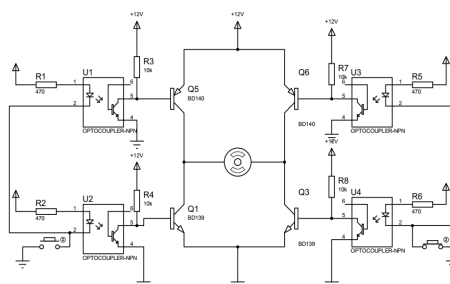
### 2.2 การควบคุมทิศทางการหมุนของ DC Motor โดยใช้วงจร H-bridge จากอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ



Digital And Microcontroller

10

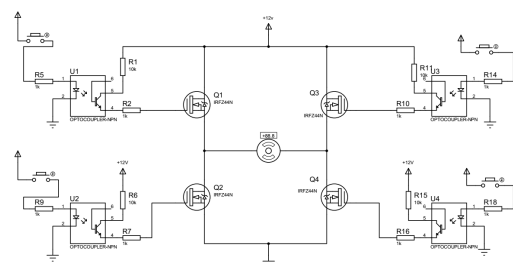
## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง



Digital And Microcontroller

11

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

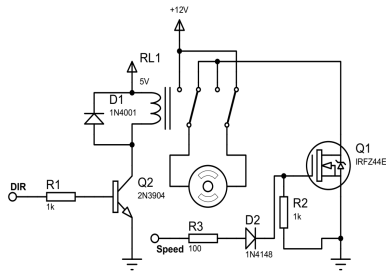


Digital And Microcontroller

12

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### 2.3 การควบคุมทิศทางการหมุนของ DC Motor โดยใช้อุปกรณ์ Relay ร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง

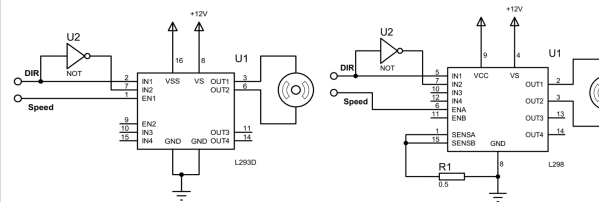


Digital And Microcontroller

13

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### 2.4 การควบคุมทิศทางการหมุนของ DC Motor โดยใช้ไอซีสำเร็จรูป



Digital And Microcontroller

14

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### 3. สเต็ปมอเตอร์



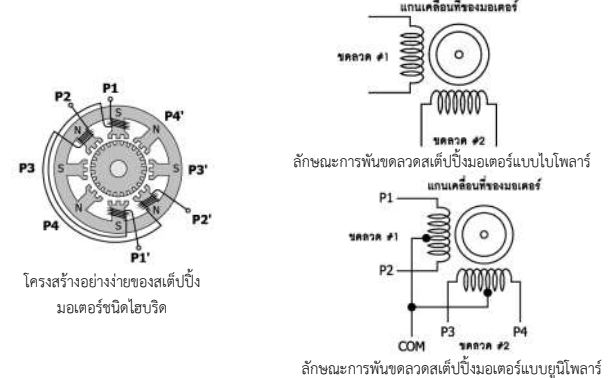
#### ชนิดของสเต็ปมอเตอร์

ในอดีตมีการแบ่งชนิดของสเต็ปมอเตอร์ตามลักษณะโครงสร้าง ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ชนิดคือ แบบแม่เหล็กถาวรหรือ PM (Permanent Magnet), แบบปรับค่าความต้านทานแม่เหล็กได้หรือ VR (Variable Reluctance) และแบบผสมหรือไฮบริด (Hybrid) ซึ่งเป็นการผสมกันระหว่างแบบ PM และ VR โดยในปัจจุบันนี้สเต็ปมอเตอร์ส่วนใหญ่เป็นแบบไฮบริด เนื่องจากสามารถทำให้มีความละเอียดในการเคลื่อนที่ของแกนได้ถึงถึง 0.9 องศาต่อสเต็ป (ซึ่งเป็นข้อดีของแบบ VR) และให้แรงบิดหรือทอร์กที่สูง โดยใช้พลังงานต่ำ (เป็นข้อดีของแบบ PM) ดังนั้นการกำหนดชนิดของสเต็ปมอเตอร์ในยุคต่อมาจนถึงปัจจุบันจึงพิจารณาที่ลักษณะของการพันขดลวด , การต่อสายออกมาใช้งาน และวงจรขับ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิดหลัก ๆ ชนิดไบโพลาร์ (bipolar) และชนิดยูนิโพลาร์ (uni-polar)

Digital And Microcontroller

15

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง



Digital And Microcontroller

16

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### ขนาดของสเต็ปมอเตอร์มาตรฐาน

#### รูปลูกบาศก์ (Cube)

รูปร่าง	NEMA	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (นิ้ว)	ระยะห่างขั้วต่อ (นิ้ว)
14	1.38	1.20	1.04
16	1.67	1.20	1.20
18	1.67	1.20	1.20
20	1.68	1.20	1.20

ข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญ :  
- เส้นผ่านศูนย์กลางของแกนหมุน 0.197 นิ้ว  
- เส้นผ่านศูนย์กลางของขั้วต่อ 0.386 นิ้ว  
- จำนวนขั้วต่อได้ระหว่าง 200 ถึง 400 (1.8 องศา/สเต็ป หรือ 0.9 องศา/สเต็ป)

#### ทรงกระบอก (Cylinder)

รูปร่าง	ข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญ
1	- เส้นผ่านศูนย์กลางของแกนหมุน 0.38 นิ้ว - เส้นผ่านศูนย์กลางของขั้วต่อ 0.38 นิ้ว - จำนวนขั้วต่อได้ระหว่าง 200 ถึง 400 (1.8 องศา/สเต็ป หรือ 0.9 องศา/สเต็ป) - ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขั้วต่อ 0.38 นิ้ว

#### ทรงกระบอกซ้อน (Stack can)



ข้อมูลทางเทคนิคที่สำคัญ :  
- เส้นผ่านศูนย์กลางของแกนหมุน 0.38 นิ้ว  
- เส้นผ่านศูนย์กลางของขั้วต่อ 0.38 นิ้ว  
- จำนวนขั้วต่อได้ระหว่าง 200 ถึง 400 (1.8 องศา/สเต็ป หรือ 0.9 องศา/สเต็ป)  
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขั้วต่อ 0.38 นิ้ว  
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของขั้วต่อ 0.38 นิ้ว

Digital And Microcontroller

17

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

### การควบคุมการเคลื่อนที่ของสเต็ปมอเตอร์

ตารางที่ 1.1 แสดงรูปแบบการขับของสเต็ปมอเตอร์แบบไบโพลาร์เฟสเต็ม 1 เฟส

สเต็ปที่	ขดลวดที่ 1	ขดลวดที่ 2	ขดลวดที่ 3	ขดลวดที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	-	ทำงาน	-	-
3	-	-	ทำงาน	-
4	-	-	-	ทำงาน

ตารางที่ 1.2 แสดงรูปแบบการขับของสเต็ปมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์เฟสเต็ม 2 เฟส

สเต็ปที่	ขดลวดที่ 1	ขดลวดที่ 2	ขดลวดที่ 3	ขดลวดที่ 4
1	ทำงาน	ทำงาน	-	-
2	-	ทำงาน	ทำงาน	-
3	-	-	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	-	-	ทำงาน

ตารางที่ 1.3 แสดงรูปแบบการขับของสเต็ปมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์เฟสเต็ม 1 เฟส

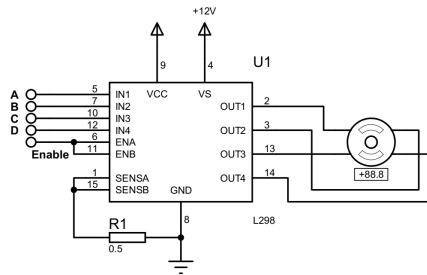
สเต็ปที่	ขดลวดที่ 1	ขดลวดที่ 2	ขดลวดที่ 3	ขดลวดที่ 4
1	ทำงาน	-	-	-
2	ทำงาน	ทำงาน	-	-
3	-	ทำงาน	-	-
4	-	ทำงาน	ทำงาน	-
5	-	-	ทำงาน	-
6	-	-	ทำงาน	ทำงาน
7	-	-	-	ทำงาน
8	ทำงาน	-	-	ทำงาน

Digital And Microcontroller

18

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

วงจรควบคุมการสับปีงมอเตอร์

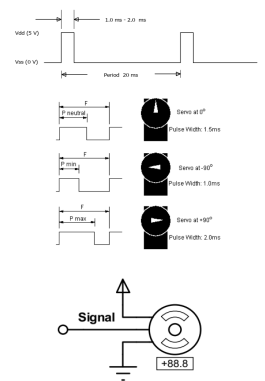
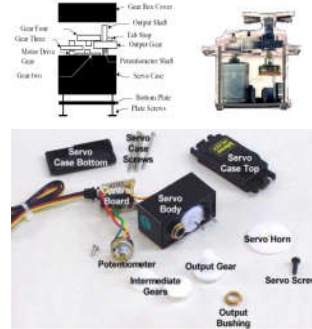


Digital And Microcontroller

19

## การควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์กำลัง

5. อาร์ชีเซอร์โวมอเตอร์



Digital And Microcontroller

20