บทที่ 2

เครื่องมือ

การศึกษาความสัมพันธ์ของสนามไฟฟ้ากับการแพร่ไอออนในสารละลาย ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือรับสัญญาณศักย์ไฟฟ้าเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ในการรับค่าศักย์ไฟฟ้า โดยนำวัสดุที่สามารถเป็นสื่อนำไฟฟ้าได้มาเป็นหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้า เพื่อหาศักย์ไฟฟ้าบนตำแหน่งขอบเขต โดยอาศัยหลักวิธีการเชิงตัวเลขจากสมการลาปลาซ และออกแบบและพัฒนาฮาร์ดแวร์เพื่อรับ-ส่ง และแปลงสัญญาณศักย์ไฟฟ้าจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล โดยมีวิธีขั้นตอนการทำดังนี้

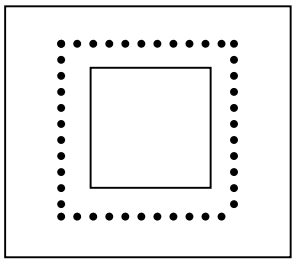
ตอนที่ 1 ออกแบบและสร้างหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้า

1. นำวัสดุที่สามารถเป็นสื่อนำไฟฟ้าได้ ในที่นี้ใช้ขาของตัวต้านทาน ตัดออกให้มีขนาดความยาว 2 เซนติเมตร จำนวน 80 ชิ้น

2. นำแผ่นพลาสติกขนาด 12 x 12 เซนติเมตร และตัดส่วนตรงกลางของแผ่นขนาด 8 x 8 เซนติเมตร ส่วนด้านล่างของแผ่นพลาสติกเจาะรูด้วยขนาด 1.2 มิลลิเมตร จำนวน 80 รู เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสโดยมีระยะห่างระหว่างกัน 0.5 เซนติเมตร เพื่อให้สอดคล้องกับเงื่อนไขขอบเขตของสมการลาปลาซ

3. นำขาตัวต้านทานที่ตัดเตรียม นำไปใส่ในรูของแผ่นพลาสติกด้านล่างที่เจาะรูไว้ โดยให้ส่วนของขาตัวต้านทาน ที่ใช้เป็นหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้าพ้นออกมานอกแผ่นพลาสติกมีความยาวขนาด 1 เซนติเมตร นำกาวแบบซิลิโคนมาเชื่อมต่อระหว่างขาตัวต้านทานกับแผ่นพลาสติก

4. นำสายไฟฟ้าชนิดสายแพมาพันกับขาตัวต้านทานที่เชื่อมต่อกับส่วนล่างของแผ่นพลาสติก จะได้ส่วนด้านล่างของกล่องเครื่องมือเป็นหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้าดังแสดงตามภาพที่ 16



ภาพที่ 16 หัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้าจำนวน 80 หัว ที่ด้านล่างของชุดทดลองสนามไฟฟ้า

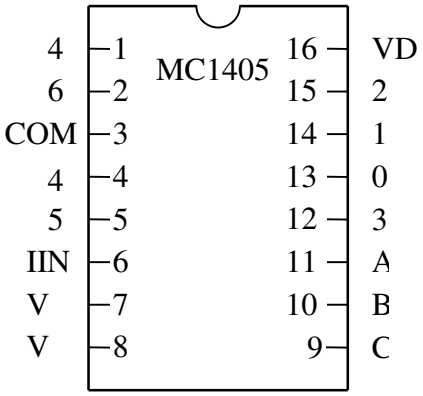
ตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาฮาร์ดแวร์เพื่อรับ-ส่ง และแปลงสัญญาณศักย์ไฟฟ้าจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

งานวิจัยชิ้นนี้ได้พัฒนาแผงวงจรขึ้นมาจากนางสาวจินดา ดวงแป้น เพื่อในการคัดเลือกสัญญาณ ซึ่งมีมากอยู่ถึง 80 สัญญาณ โดยใช้ชิปวงจรควบสัญญาณ ซึ่งเหมาะสมเป็นอย่างยิ่งสำหรับงานที่ต้องรับสัญญาณเป็นจำนวนมาก ชิปวงจรควบสัญญาณมีหลักการทำงานดังนี้ คือ เลือกรับสัญญาณจาก 1 ใน N ของช่องรับสัญญาณขาเข้า และส่งต่อสัญญาณไปยังช่องส่งสัญญาณขาออก

ส่วนของการออกแบบและพัฒนาฮาร์ดแวร์ หรือวงจรมัลติเพลกเซอร์ เพื่อเลือกรับสัญญาณศักย์ไฟฟ้าโดยอัตโนมัติทีเดียวพร้อมกัน และส่งต่อสัญญาณศักย์ไฟฟ้าไปสู่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11 เพื่อแปลงสัญญาณศักย์ไฟฟ้า จากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล ส่งข้อมูลต่อไปยังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลการทดลอง มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

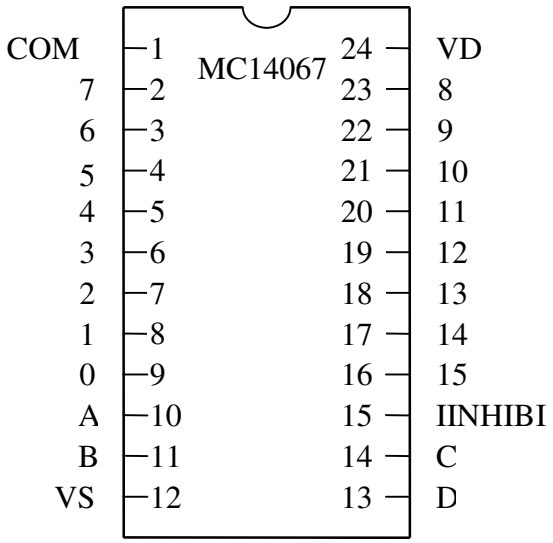
1. ได้พิจารณาใช้ชิปวงจรเลือกข้อมูล (data selector) หรือวงจรควบสัญญาณ

เบอร์ 4051 ซึ่งมีช่องรับสัญญาณ 8 ช่อง จำนวน 10 ตัว และเบอร์ 4067 ซึ่งมีช่องรับสัญญาณ 16 ช่อง จำนวน 1 ตัว



หลักการทำงานของชิปวงจรควบคุมสัญญาณ จะเลือกรับข้อมูลจาก 1 ใน N ของช่องสัญญาณขาเข้า และส่งข้อมูลไปต่อยังช่องรับสัญญาณขาออกซึ่งมีเพียงช่องเดียว การเลือกสัญญาณนั้นขึ้นอยู่กับรหัสการเลือก (2^N) ของชิปวงจรเบอร์นั้นซึ่งแต่ละขามีหน้าที่การทำงาน ต่างกันไป ดังภาพที่ 17 และภาพที่ 18 ดังนี้

ภาพที่ 17 การทำงานของขาวงจรชิปควบสัญญาณเบอร์ 4051



ภาพที่ 18 การทำงานของขาวงจรชิปควบสัญญาณเบอร์ 4067

2. นำเอาชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4051 จำนวน 10 ตัว ซึ่งมีช่องรับสัญญาณ 8 ช่อง และใช้ชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4067 ซึ่งมีช่องรับสัญญาณ 16 ช่อง ส่วนขาที่ทำหน้าที่เหมือนกันเชื่อมเป็นเส้นเดียวกันคือ ขา INH , VEE , VSS เชื่อมต่อลงกราวด์ คือ ขาที่ 6,7,8 ของชิปวงจรเลือกสัญญาณแต่ละตัวของ4051 บัดกรีเชื่อมเป็นสายเดียวกันและเชื่อมขาที่ 12 ต่อเข้ากับขาที่15 ของชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4067 เชื่อมลงดิน
หรือเป็นกราวด์ของแผงวงจรซึ่งมีค่าความต่างศักย์เป็น 0 โวลต์

3. เชื่อมต่อขาที่ 16 ของชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4051 แต่ละตัว ทั้ง 10 ตัวและเชื่อมต่อขาที่ 24 ของชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4067 คือ ขา VDD เชื่อมต่อไปที่ ไฟเลี้ยง เป็นสายเดียวกันมีค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าเป็น 5 โวลต์ ซึ่งเป็นไฟเลี้ยงบนแผงวงจร

4. เชื่อมขาที่ 1,2,4,5,12,13,14 และขาที่ 15 ของชิปเบอร์ 4051 ซึ่งเป็นขาของช่องรับสัญญาณเข้า (input signal) คือ ขา Y0-Y7 ทำหน้าที่รับสัญญาณศักย์ไฟฟ้าของชิปวงจรเลือกสัญญาณแต่ละตัวมาบัดกรีเชื่อมเข้ากับขาตัวต้านทานที่ทำหน้าที่เป็นหัววัดความต่างศักย์ที่สร้างไว้ในส่วนแรก โดยเรียงตามลำดับตามหัววัดความต่างศักย์ไฟฟ้าขนาดกว้าง 21 เซนติเมตร และยาว 21 เซนติเมตร จนครบ 80 ตำแหน่ง เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตามภาพที่ 16

5. เชื่อมขาที่ 9,10,11(A,B,C) ของชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4051 แต่ละตัวเป็นสายเดียวกัน ซึ่งเป็นขาที่มีหน้าที่คัดเลือกช่องส่งสัญญาณออก

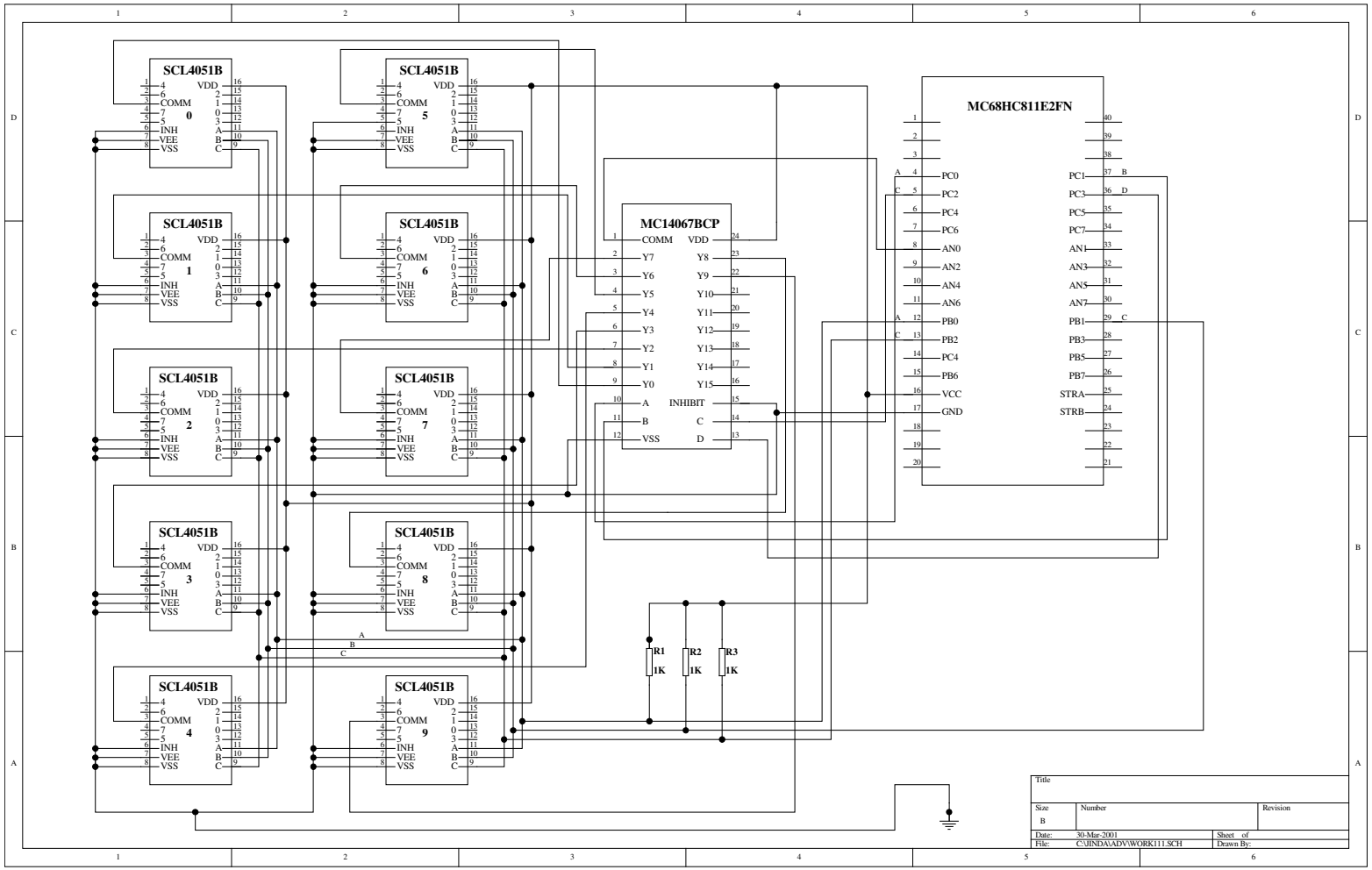
6. นำตัวต้านทานขนาด 1 กิโลโอห์ม เชื่อมต่อเข้ากับขาที่ 9,10,11 เพื่อป้องกันการกระเพื่อมของกระแสไฟฟ้า และเชื่อมต่อไปยัง port B ของไมโครคอนโทรเลอร์ เบอร์ 68HC11 ตามลำดับดังนี้ PB0,PB1,PB2

7. เชื่อมต่อขาที่ 3 ของชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4051ของแต่ละตัวซึ่งเป็นขาส่งสัญญาณออก (output signal) เชื่อมต่อกับขาที่ 9,8,7,6,5,1,4,3,2,23,22 ตามลำดับของชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์4067 ซึ่งเป็นขาของช่องรับสัญญาณเข้าเพื่อคัดเลือกสัญญาณต่ออีกครั้ง

8. เชื่อมขาที่ 1 ของชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ MC14067BCP ซึ่งเป็นขาของช่องส่งสัญญาณดิจิตอล ที่ได้รับคัดเลือกเข้ามาออกไปยังช่อง AN0 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11

9. เชื่อมขาที่ 10,11,14,15 (A,B,C,D) ของชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4067 ซึ่งเป็นขาที่กำหนดการเลือกส่งสัญญาณออก และต่อเชื่อมเข้า port C ของบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ 68HC11 ตามลำดับดังนี้ PC0,PC1,PC2,PC3

เมื่อเชื่อมต่อขาของชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4067 และขาชิปวงจรเลือกสัญญาณเบอร์ 4051 เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 68HC11 จะได้แผงวงจรมัลติเพลกเซอร์ สำหรับรับสัญญาณศักย์ไฟฟ้า นำไปเขียนแบบแผงวงจรควบสัญญาณได้ดังภาพที่ 19 ได้ดังนี้


SCL4051B
VDD
COMM
INH
VEE
VSS
A
B
C
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
MC14067BCP
COMM
VDD
Y7
Y8
Y6
Y9
Y5
Y10
Y4
Y11
Y3
Y12
Y2
Y13
Y1
Y14
Y0
Y15
A
INHIBIT
B
C
VSS
D
MC68HC811E2FN
PC0
PC1
PC2
PC3
PC4
PC5
PC6
PC7
AN0
AN1
AN2
AN3
AN4
AN5
AN6
AN7
PB0
PB1
PB2
PB3
PC4
PB5
PB6
PB7
VCC
STRA
GND
STRB
R1
1K
R2
1K
R3
1K
Title
Size
B
Number
Revision
Date:
30-Mar-2001
Sheet of
File:
C:\JINDA\ADV\WORK111.SCH
Drawn By: