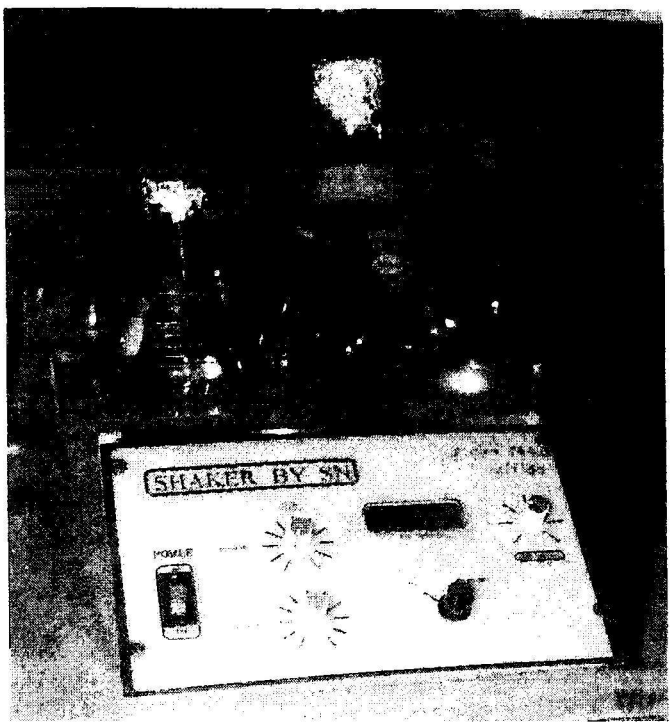
การออกแบบและสร้างเครื่องเขย่าสาร

Design and construction of shakers



เครื่องเขย่าสาร-การออกแบบ

โดย
สุเทพ เหนือคลอง
เตียร บัวแก้ว
หน่วยเครื่องมือกลาง
คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2536

สมด.
เลขหมู่ TJ1201.S52 ส๕๙ 2536
เลขทะเบียน 033840
- 7 ...

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง การออกแบบและสร้างเครื่องเขย่าสาร

ชื่อผู้เขียนรายงาน นายสุเทพ เหนือคลอง

นายเศียร บัวแก้ว

การออกแบบและสร้างเครื่องเขย่าสารเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้ในการผสมสารละลายให้รวมตัวกันหรือเป็นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับสารละลาย โดยทั่วไปผู้ใช้ไม่สามารถที่จะเลือกเครื่องเขย่าให้เหมาะสมกับลักษณะของงานที่ทำ ดังนั้นการออกแบบเครื่องมือให้เหมาะสมกับงานและความต้องการจึงเป็นวิธีที่ดีทางหนึ่ง เครื่องมือที่ออกแบบขึ้นสามารถใช้งานได้กว้างคือสามารถเขย่าแบบบกลับทิศทางหมุนหรือหมุนทิศทางเดียวโดยผู้ใช้สามารถกำหนดเองและสิ่งสำคัญอุปกรณ์ที่นำมาออกแบบและสร้างเครื่องเขย่ามีราคาค่อนข้างถูก

Abstract

Tittle Design and construction of shaker

Name Mr. Suthap Natkhlong

Mr. Sain Bourkaew

Design and construction of shaker are a machine to mix or add oxygen in a solution. Usual user can't to select from a shaker appropriate with a job. Therefore design and construction to direct appropriately a job will be completeness. It can be forward reveres and normal shaker by user to select it use. And in every respect materially to use design and construction of shaker it too cheap.

สารบัญ

หัวข้อเรื่อง	หน้าที่
1.บทนำ	1
2.วงจรภายใน,หลักการทำงาน,และตำแหน่งขาของ IC 556	1
3.หลักการทำงานของ IC 555	2
4.ชนิดของเครื่องเขย่า	4
5.ระบบเครื่องกลและหลักการทำงานของระบบควบคุม	5
6.หลักการทำงานของระบบควบคุมความเร็ว	6
7.การทดสอบเครื่องก่อนนำไปใช้งาน	8
8.ผลการทดลองและสรุปผลการทดลองเมื่อใช้งานจริง	9
ภาคผนวก รูปแสดงส่วนประกอบภายในและภายนอกของเครื่องเขย่า	10
วงจรควบคุมความเร็วและลายปริ้นท์	12
วิธีการใช้เครื่อง	XX

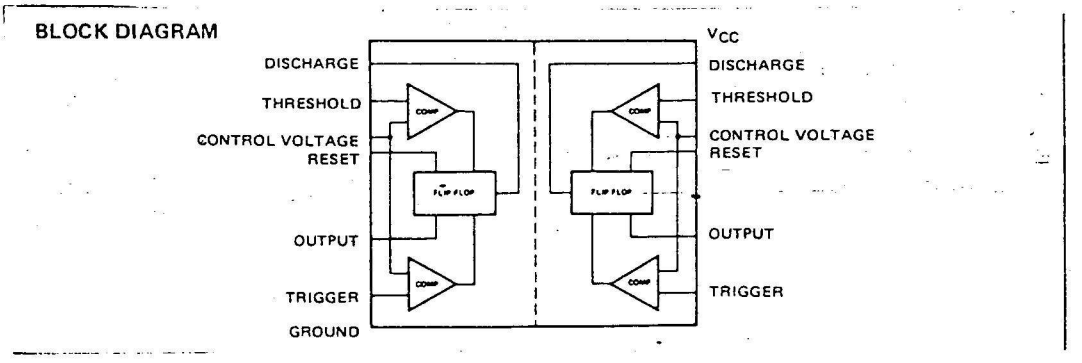
1

บทนำ

ปัจจุบันการเรียนการสอนและการวิจัย สิ่งหนึ่งที่เป็นปัจจัยหลักคือ เครื่องมืออิเล็กทรอนิคส์ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่ช่วยสนับสนุนให้งานดังกล่าวดำเนินไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะเครื่องมือขนาดเล็กที่สามารถออกแบบและสร้างขึ้นใช้งานได้เอง เครื่องเขย่าสารละลายเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ออกแบบและสร้างขึ้นสนับสนุนงานดังกล่าว

โดยทั่วไปเครื่องเข่ยาที่มีใช้อยู่จะหมุนได้ทิศทางเดียวทำให้การใช้งานถูกจำกัด ดังนั้นเครื่องเขย่าที่ออกแบบและสร้างขึ้น จึงมีความสามารถพิเศษที่มีวงจรส่วนที่ควบคุมการกลับทิศทางหมุนของถาดซึ่งจะหมุนตามทิศทางการหมุนของ Motor ที่ควบคุมด้วยระบบอิเล็กทรอนิคส์ การควบคุมให้ Motor กลับทิศทางการหมุนได้นั้น เวลาจะเป็นตัวกำหนดการทำงาน

IC เบอร์ 556 ซึ่งวงจรภายในประกอบด้วย Timer 2 ชุด ตามรูปที่ 1 จึงมีความเหมาะสมที่นำมาใช้ออกแบบและสร้างวงจรควบคุมได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 1 แสดงลักษณะภายในของ IC 556

IC เบอร์ 556 นี้มีหลักการและวิธีการทำงานเหมือนกับการทำงานของ IC 555 ดังนั้นเพื่อความเข้าใจจึงอธิบายลักษณะและขัดกำหนดต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงานของ IC555 ซึ่งประกอบด้วยวงจรเปรียบเทียบแรงดันหรือเรียกว่าคอมพาเรเตอร์(Comparator)สองชุดคือ Upper copm และ Lower comp,วงจรควบคุม ฟลิปฟลอบ (Control-flip-plop)วงจร บัฟเฟอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลับสัญญาณ (Inverter buffer) รวมทั้งวงจรสวิทช์ซึ่งต่าง ๆจากลักษณะการทำงานของวงจรภายในตัว IC เพื่อความเข้าใจในการที่จะนำไปใช้งานจึงสรุปให้เห็นถึงหน้าที่และความสำคัญของขา IC แต่ละขาดังนี้

ขา 1 เป็นขากราวด์ (Ground)

ขา 2 เป็นขา ทริกเกอร์ (Trigger) เมื่อแรงดันที่ขาทริกเกอร์ลดลง ต่ำกว่า 1/3 ของแหล่งจ่ายแรงดัน ทำให้วงจร ฟลิปฟลอป ภายในตัว IC ทำงานขณะเดียวกัน เอ้าท์พุท (Output) ที่ขา 3 อยู่ในภาวะแรงดันสูง(Hlght)

ขา 3 เป็นขาเอ้าท์พุท (Output) แรงดันที่ขาเอ้าท์พุท จะเปลี่ยนแปลง อยู่ในภาวะแรงดันต่ำหรือสูงได้ขึ้นอยู่กับการทำงานของวงจรภายใน IC และสามารถจ่ายหรือดึงกระแสได้ประมาณ 200 mA

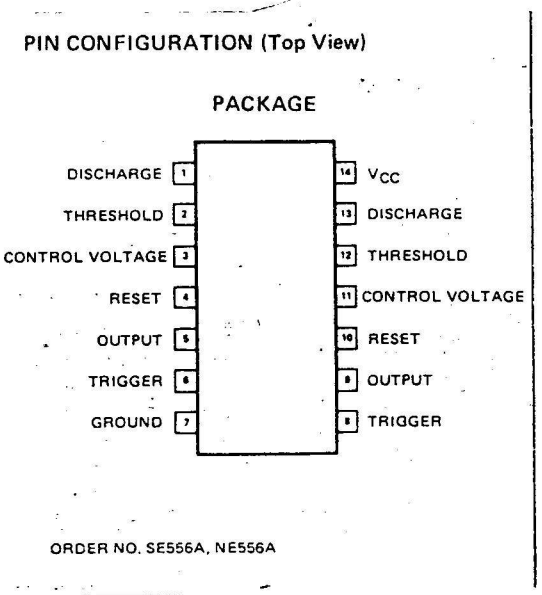
ขา 4 เป็นขา รีเซ็ท (Reset) ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ขา 4 ต่ำกว่า 0.4 โวลท์ หรือน้อยกว่า 1/3 ของแรงดัน Supply วงจรภายในจะไม่สามารถทำงานได้ไม่ว่าจะมีการ กระตุ้น อย่างไรก็ตาม

ขา 5 เป็นขาควบคุมแรงดัน (Control Voltage) เป็นขาที่ต่ออยู่กับจุดเปรียบเทียบเทียบ (วงจรคอมพาเรเตอร์) ภายในตัว IC จึงสามารถใช้ตัวต้านทานต่อที่ขานี้เพื่อให้แรงดันที่จุดเปรียบเทียบเปลี่ยนแปลงไป เมื่อไม่ใช้ขานี้ควรใช้คาปาซิเตอร์ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.1mf ต่อเทียบกับกราวด์เพื่อช่วยลดสัญญาณรบกวนความถี่สูงที่เข้ามาทางแหล่งจ่ายไฟ

ขา 6 เป็นขาเทรสโฮล (Threshold) ถ้าแรงดันที่ขานี้สูงกว่า 2/3 ของแหล่งจ่ายแรงดัน วงจร ฟลิปฟลอป ภายในก็จะถูก รีเซ็ท ทำให้เอ้าท์พุทของ IC อยู่ในภาวะแรงดันต่ำ(Low)

ขา 7 เป็นขา ดิสชาร์จ (Discharge) ใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์ภายในตัว IC ให้อยู่ในภาวะปิดหรือเปิด ซึ่งจะทำให้แรงดันไฟฟ้าที่เอ้าท์พุทเปลี่ยนแปลงอยู่ในภาวะแรงดันสูงหรือต่ำตามการทำงานของทรานซิสเตอร์ด้วย ปกติขานี้จะมีคาปาซิเตอร์ต่ออยู่เพื่อใช้ในการดิสชาร์ทของคาปาซิเตอร์ให้ควบคุมการทำงานของทรานซิสเตอร์

ขา 8 เป็นขาแหล่งจ่ายแรงดัน (Supply) ที่สามารถป้อนแรงดันผ่านขานี้ได้ตั้งแต่ 4.5 ถึง 16 โวลท์ วงจรภายในตัว IC จึงจะสามารถทำงานได้



รูปที่ 2 แสดงตำแหน่งขาต่าง ๆ ของ IC 556

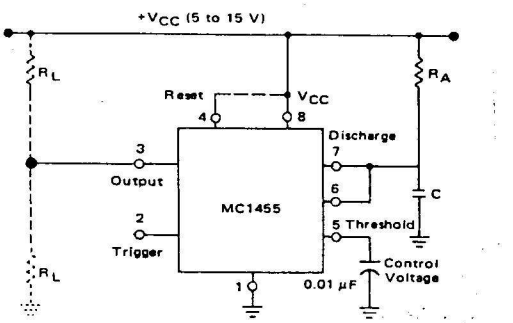
การทำงานของ IC 555

เมื่อนำ IC 555 มาใช้งานจะมีการต่อวงจรจรแบบ โมโนสเตเบิ้ล (Monostable)หรือ อสเตเบิ้ล (Astable) อย่างใดอย่างหนึ่ง วงจรทั้งสองต่างก็มีคุณสมบัติเฉพาะตัว ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน

วงจรโมโนสเตเบิ้ล เป็นวงจรที่ให้คลื่นสี่เหลี่ยมออกมาที่เอ้าท์พุท ในแต่ละครั้งที่มีการกระตุ้น

ด้วยสัญญาณจากภายนอก สัญญาณกระตุ้นนี้จะป้อนที่ขา 2 ซึ่งเป็นขา ทริกเกอร์ เมื่อแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณที่ขา 2 ลดลงต่ำกว่าหนึ่งในสามของแหล่งจ่ายแรงดัน (1/3 VCC) จะทำให้ขา 3 ซึ่งเป็นขาเอ้าท์พุทมีแรงดันไฟฟ้าสูง Hightเท่าแรงดัน Supply และช่วงความกว้างของคลื่นสี่เหลี่ยมที่ได้ทางเอ้าท์พุทจะขึ้นอยู่กับค่า R_t และ C_t ตามรูปที่ 2 โดยมีสูตรความสัมพันธ์ดังนี้

FIGURE 14 — MONOSTABLE CIRCUIT



รูปที่ 2 วงจรโมโนสเตเบิ้ล

$T = 1.1\ R_a \times C_t$

เมื่อ T คือช่วงความกว้างของคลื่นสี่เหลี่ยมที่ เอ้าท์พุท มีหน่วยเป็นวินาที

นอกจากสัญญาณที่นำมากระตุ้นแต่ละสัญญาณแล้ว จะต้องมีช่วงความกว้างของคลื่นห่างกันไม่น้อยกว่าช่วงความกว้างของคลื่นสี่เหลี่ยมที่ได้ทางเอ้าท์พุท กล่าวคือเวลาที่ใช้กระตุ้นครั้งต่อไปจะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่าเวลาที่สัญญาณเอ้าท์พุทมีภาวะสูง

ตัวอย่าง กำหนดให้ R_a = 50K , C_t = 1mf

จะได้ค่า T = 1.1 x 50 x 1

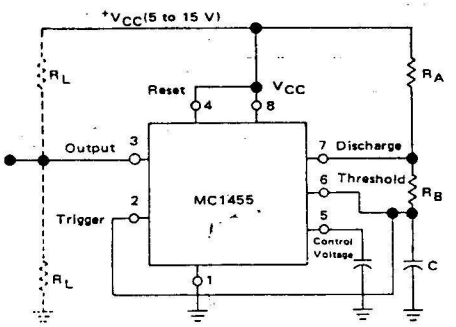
T = 55 วินาที

เพราะฉะนั้นสัญญาณที่เข้ามากระตุ้นใหม่จะต้องใช้เวลามากกว่า 55 วินาที ซึ่งหากใช้เวลากระตุ้นน้อยกว่า 55 วินาทีก็จะไม่มีผลต่อแรงดันที่เอ้าท์พุท เนื่องจากเอ้าท์พุทก็มีภาวะแรงดันสูงอยู่แล้ว

วงจรอะสเตเบิ้ล เป็นอีกวงจรหนึ่งที่สร้างวงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้การกระตุ้นจากการชาร์จของคาปาซิเตอร์ของขา 2 ดังนั้นวงจรนี้จึงไม่ต้องใช้สัญญาณจากภายนอกมากระตุ้น การกระตุ้นจะเกิดจากการชาร์จของคาปาซิเตอร์ C_t ผ่าน R_a R_b เมื่อแรงดันที่ตกคร่อมคาปาซิเตอร์มีค่าถึง 2 ใน 3 ของแหล่งจ่ายแรงดัน (2/3 vcc) จะทำให้วงจรเปรียบเทียบแรงดันชุดบน (Upper comp) ทำงานไปกระตุ้นให้วงจร ฟลิปฟลอป ทำงานอีกต่อหนึ่ง เป็นผลให้คาปาซิเตอร์คายประจุผ่าน R_b และ ขา 7 ลงกราวด์ ช่วงนี้เอ้าท์พุทที่ขา 3 จะมีแรงดันไฟต่ำ เมื่อ แรงดันที่ตกคร่อมคาปาซิเตอร์ลดลงถึง 1 ใน 3 ของแหล่งจ่ายแรงดัน (1/3 vcc) ก็จะไปกระตุ้นให้วงจรเปรียบเทียบแรงดันชุดล่าง(Lower comp)ทำงานไปกระตุ้นวงจรควบคุมฟลิ

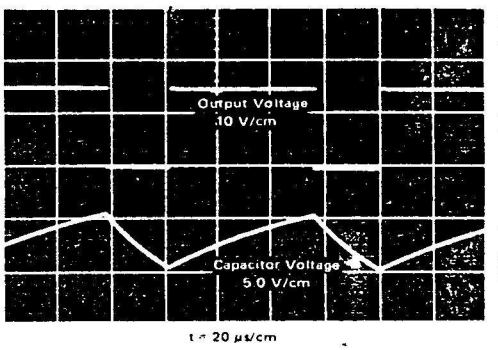
ปฟลอปอีก ทำให้แรงดันไฟฟ้าที่เอ้าท์พุทมีค่าสูง และคาปาซิเตอร์จะไม่สามารถคายประจุได้อีก เพราะทรานซิสเตอร์ ภายในตัว IC ซึ่งทำหน้าที่อยู่ในภาวะ OFF ดังนั้นคาปาซิเตอร์จึงเริ่มชาร์จใหม่อีกครั้งจนแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวมันเองมีค่า 2/3 ของ VCC ก็จะเริ่มทำงานแบบเดิมอีก ช่วงที่คาปาซิเตอร์ชาร์จนี้แรงดันไฟฟ้าที่เอาท์พุทยังคงมีค่าสูงอยู่ จนกว่าคาปาซิเตอร์จะคายประจุแรงดันที่เอาท์พุทจึงจะมีค่าต่ำลงซึ่งพิจรณาตามได้จากไดอะแกรมในรูปที่ 3

FIGURE 17 — ASTABLE CIRCUIT



Astable Mode

FIGURE 18 — ASTABLE WAVEFORMS



(R_A = 5.1 kΩ, C = 0.01 μF, R_L = 1.0 kΩ;
R_B = 3.9 kΩ, V_{CC} = 15 V)

รูปที่ 3 วงจร อะสเตเบิ้ล

จากลักษณะการทำงานของวงจร อะสเตเบิ้ลนี้ จะเห็นได้ว่าช่วงความกว้างของคลื่นลนสี่เหลี่ยมที่ได้ทางเอ้าท์พุทจะขึ้นอยู่กับการชาร์จ (การเก็บประจุ) และดิสชาร์จ (การคายประจุ) ของคาปาซิเตอร์ C_t ต้องชาร์จผ่าน R_a และ R_b แต่จะดิสชาร์จผ่าน R_b เพียงอย่างเดียว จึงได้สูตรความ

สัมพันธ์ของ T_1 (ช่วงชาร์จ) และ T_2 ตามสมการการดังนี้

$$T_1 = 0.693 (R_a + R_b) C_f$$

$$T_2 = 0.693 R_b C_t$$

$$f = 1/T_1 + T_2$$

จากสมการสามารถที่จะกำหนดช่วงเวลา T_1 และ T_2 โดยกำหนดค่า R_a ,R_b และ C_t ได้ตามความต้องการ ดังนั้นจากหลักการและเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงสามารถนำ IC556 มาใช้งานตามรูปวงจรที่ 4 เครื่องเขย่าสารละลายเป็นเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางด้านการเรียนการสอนและการวิจัยเพื่อใช้ประโยชน์ในการผสมสารให้รวมตัวหรือช่วยเพิ่มออกซิเจนให้กับสารละลาย เช่นการเพาะเลี้ยงจุลินซี หรือการเจริญเติบโตของเซลล์บางชนิด

เครื่องเขย่าแต่ละแบบแต่ละชนิด การใช้งานจะคำนึงถึงลักษณะการเขย่า ซึ่งแยกออกตามความต้องการของผู้ใช้เช่น

เครื่องเขย่า ตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา แบบวงกลม (กลับทิศทางการหมุน)

เครื่องเขย่าแบบวงกลม

เครื่องเขย่าแบบเดินหน้าถอยหลัง

จากเหตุผลดังกล่าวการเข่ยาสารละลายแต่ละเครื่องจะมีข้อแตกต่างกันตามการสร้างและการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะของงานนั้น ๆ อนึ่งเครื่องต้นแบบ ที่ออกแบบและสร้างขึ้นใช้งานมีลักษณะการเข่ยาแบบวงกลมและกลับทิศทางการหมุนทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการใช้งานให้มีทางเลือกได้มากกว่า หลักการทำงานของเครื่องเขย่าที่ออกแบบและสร้างขึ้นแบ่งออกเป็นสองส่วนตามลักษณะการทำงานคือ

ระบบเครื่องกลไฟฟ้า

ระบบอิเล็กทรอนิคส์ควบคุม

ระบบเครื่องกลไฟฟ้า เป็นส่วนของกลไกทั้งหมด ในการทำหน้าที่หมุนเหวี่ยงถาดวางสารละลายซึ่งประกอบด้วย

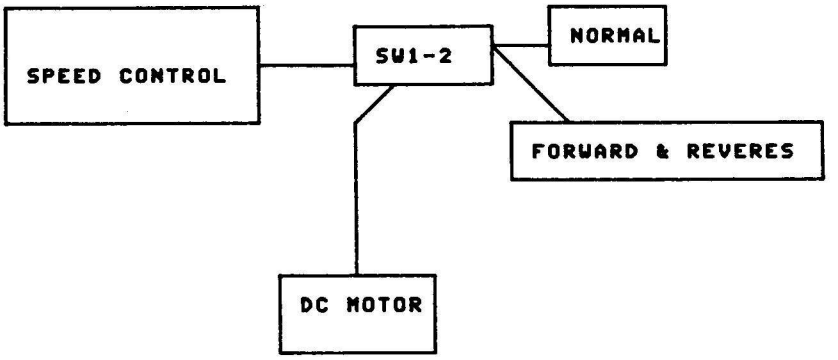
- มอเตอร์ ที่มีแรงบิดขณะเริ่มหมุนมาก และสามารถปรับความเร็วรอบให้หมุนช้าหรือเร็วได้ตามต้องการ ดังนั้น DC Motor จึงมีความเหมาะสมที่นำมาใช้ในงานนี้ ข้อดีของมอเตอร์แบบนี้คือ สามารถควบคุมความเร็วรอบได้ตามต้องการ และที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ ขณะกระแสไฟฟ้าลดลง 5% หรือ 10% จะไม่มีผลต่อแรงบิดของมอเตอร์จนทำให้ถาดวางสารละลายซึ่งยึดติดอยู่กับมอเตอร์หยุดหมุนหรือหมุนช้าลงมากเกินไป

ระบบอิเล็กทรอนิคส์ควบคุม การออกแบบวงจรควบคุม ทิศทางการหมุนของมอเตอร์จะเป็นระบบอิเล็กทรอนิคส์ จากรูปวงจรที่ 4 IC556 ภายในประกอบด้วย Timer สองชุดอยู่ใน IC ตัวเดียวกัน โดย SW1 จะเป็นตัวเลือกว่าจะให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางหรือหมุนทิศทางเดียว ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้

หลักการทำงาน IC1 และ IC2 ภายในประกอบด้วย Timer 2 ตัว และวงจรถูกออกแบบให้ทำงานแบบ Monostable Multivibater ในขณะที่ปิดวงจร SW1 จะทำให้กระแสไหลในวงจร ขา 5 ของ IC1 จะมีสัญญาณเป็น Hight ส่วนหนึ่งจะไปกระตุ้น Q2 ทำให้ขา 4 ของ IC2 Reset อีกส่วนหนึ่งจะไปกระตุ้น Q3 ทำให้ RY1 ทำงาน Motor จะเริ่มหมุนตามเข็มนาฬิกาถาดส่วนบนก็จะเริ่มหมุนด้วยเช่นกัน เมื่อ C1 เริ่มคายประจุจนกระทั่งแรงดันตกคล่อมตัวมันเองลดลงถึงค่าหนึ่งซึ่งต่ำกว่า 1/3 ของ VCC ขา 5 ของ IC1 ก็จะมีสัญญาณเป็น Low ทำให้มอเตอร์จะหยุดทำงาน ในเวลาเดียวกัน Q2 ก็จะหยุดนำกระแสทำให้ขา 4 ของ IC2 มีแรงดันเท่ากับ VCC เป็นผลให้ Timer อีกตัวหนึ่งซึ่งอยู่ภายใน IC1 ที่ขา 8 ก็จะถูกกระตุ้นทำให้ขา 9 ของ IC 1 มีสัญญาณเป็น Hight Q1 ก็จะนำกระแสทำให้ขา 4 ของ IC1 Reset ตัวเอง ในเวลาพร้อม ๆ กัน C2 ก็จะเริ่มคายประจุผ่าน VR2 และ R4 จนกระทั่งแรงดันตกคร่อมตัวมันเองลดลงต่ำกว่า 1/3 ของ VCC ก็จะทำให้ขา 9 ของ IC1 มีสัญญาณเป็น LOW ไปกระตุ้นให้ขา 6 ของ IC2 เริ่มทำงาน ทำให้ขา 5 ของ IC2 มีสัญญาณ OUTPUT เป็น Hgiht ไปกระตุ้น Q4 ทำให้ RY2 ทำงาน มอเตอร์ก็จะเริ่มหมุนทวนเข็มนาฬิกาถาดส่วนบนก็จะเริ่มหมุนด้วยเช่นกันจนกระทั่ง C9 คายประจุจนแรงดันตกคร่อมตัวมันเอง ลดลงต่ำกว่า 1/3 ของ VCC ขา 5 ของ IC2 จะเป็น LOW มอเตอร์ก็จะหยุดการทำงานขณะเดียวกัน Timer อีกตัวใน IC2 ขา 8 ก็จะถูกกระตุ้น ทำให้ขา 9

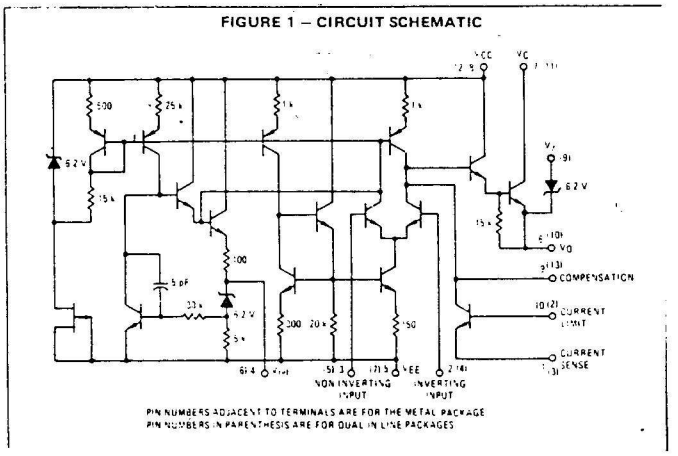
ของ IC2 มีสัญญาณเป็น Hlght จนกระทั่ง C10 คายประจุ ทำให้ขา 9 ของ IC2 เป็น LOW กระตุ้นให้ขา 6 ของ IC1 ทำงานมอเตอร์ก็จะเริ่มหมุนตามเข็มนาฬิกาอีกครั้งซึ่งการทำงานจะเป็นลักษณะนี้ไปตลอด หากผู้ใช้ต้องการให้การทำงานของเครื่องเขย่า อยู่ในลักษณะกับทิศทางการหมุน

จากวงจรการออกแบบ RY1 และ RY2 หน้าสัมผัสของ Realy ทั้งสองตัวจะต่ออยู่กับขั้ว บวกและขั้วลบจากชุดควบคุมความเร็ว Motor และเนื่องจาก Motor ที่ใช้เป็น DC Motor วิธีการควบคุมความเร็วจึงใช้หลักการควบคุมแรงดันที่จ่ายให้กับ Motor ตามรูปที่5



รูปที่ 5 แสดงไดอะแกรมวงจรควบคุม

วงจรควบคุมความเร็วประกอบด้วย IC 1 :เบอร์ LM723 ทำหน้าที่เป็น IC Regulator จากวงจรภายในประกอบด้วยออปแอมป์ แรงดันอ้างอิง ทรานซิสเตอร์ (series pass transister) และวงจรขยายความแตกต่าง ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันการดึงกระแสมากเกินพิกัด



รูปที่ 6 แสดงลักษณะและส่วนประกอบภายในของ IC732

ในการนำ IC732 มาใช้งานจะคำนึงถึงคุณสมบัติต่าง ๆ จากคู่มือผู้ผลิต

แรงดันอินพุท 9.5-40 โวลท์

แรงดันเอ้าท์พุท 2-37 โวลท์

กระแสเอ้าท์พุทสูงสุด 150 มิลลิแอมป์ เมื่อไม่ได้ต่อร่วมกับทรานซิสเตอร์ภายนอก

แรงดันอินพุท-แรงดันเอ้าท์พุท = 3 โวลท์

แรงดันอ้างอิง = 7.15 โวลท์

Pd = 800 มิลลิวัตต์ (ตัวกระป๋องโลหะ)

ในการออกแบบใช้สูตรสมการสมการและวิธีออกแบบที่เหมือนกับใช้ออปแอมป์ จากรูปที่ 6 เมื่อ

Vout = (1+ R1/R2) 7.35 โวลท์

Vout (min) ของ 723 = 7.35 โวลท์

กระแสสูงสุด (max) = 150mA

ดังนั้นหากต้องการให้จ่ายกระแสได้มากกว่า 150mA จะต้องใช้อุปกรณ์ภายนอกต่อร่วม และ Vref ที่ขา 4 ของ IC มีค่าไม่สูงกว่าค่าที่กำหนดโดยการใช้วงจรแบ่งแรงดัน จากวงจร กำหนดให้ R1 = 10K และ R2 = 100K ทำให้ Vref ที่ ขา 6 มีค่าประมาณ 7.22 โวลท์ และ Vout ที่ขา 10 มีค่าประมาณ 6.56 โวลท์

โดยคำนวณค่าได้จากสมการคือ Vout = Vref (R2/R1+R2)

แทนค่าสมการ Vout = 7.22 (100/10+100)

Vout = 6.56

แต่การออกแบบวงจร ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q2 เป็นชนิด PNP จึงใช้สัญญาณเอ้าท์พุท ที่ขา 11 ไปกระตุ้น Q2

หลักการทำงาน ไฟ AC ออกจากหม้อแปลง T1 ผ่านชุด ไดโอดบริดจ์เร็คติไฟร์ (bridge diode rectifier) ทำหน้าที่เปลี่ยน ไฟกระแสสลับ (Alternating current) ให้เป็นไฟกระแสตรง (Direct current) โดยมี C1 2200mf กรองกระแสไฟให้เรียบยิ่งขึ้น

วงจรถูกออกแบบให้ Vref ที่ขา 6 มีค่า 7.22 โวลท์ ต่ออยู่กับ VR 1 ค่า 10K เป็นตัวทำหน้าที่ปรับแรงดันเอ้าท์พุท ขณะที่ปรับ VR1 ให้มีค่าเพิ่มขึ้น ขา 4 ซึ่งเป็นขา non-inverting จะได้รับศักดาไฟฟ้าบวกทำให้ Vc ที่ขา 11 มีศักดาไฟฟ้าเป็นบวกสูงสุด Q2 และ Q3 ไม่สามารถนำกระแสได้แรงดันเอ้าท์พุทจึงเป็น 0 โวลท์ ขณะเดียวกันเมื่อปรับ VR1 ให้มีค่าลดลงช้า ๆ Vc ที่ขา 11 ก็จะลดลงทำให้ Q2 และ Q3 นำกระแสได้แรงดันที่เอ้าท์พุทจึงมีค่าเพิ่มขึ้น ๆ จนกระทั่งสุงสุดโดยมีความต้านทาน R1-R4 ค่า 1 โอหม์ และ Q1 หน้าที่เป็นตัวป้องกันกระแสเกิน เมื่อเอ้าท์พุทจ่ายกระแสมากกว่า 3 A (หากต้องการให้จ่ายกระแสได้มากกว่า 3 A จะต้องคำนวณค่า R1-R4)

จากสมการ Rsc = 0.66V/Isc

แต่วงจรที่ออกแบบใช้กระแสเพียง 3 A แทนค่าได้

แทนค่า Rsc = 0.66/3

Rsc = 0.25 โอห์ม

จากค่าที่คำนวณได้หากแรงดันตกคร่อม ตัวต้านทาน R1-R4 เกินกว่า.7โวลท์ทำให้ Q1 นำกระแสเป็นผลให้ที่ขา เบส ของ Q2 มีศักดาไฟฟ้าบวกสุงสุด Q2-Q3 ไม่สามารถนำกระแสได้แรงดันเอ้าท์พุทก็จะลดลง

จากคุณสมบัติของ IC จ่ายกระแสได้สุงสุด 150 mA วิธีจะทำให้ได้กระแสมากในการออกแบบสามารถใช้ทรานซิสเตอร์ต่อ แบบดาร์ลิงตันกับทรานซิสเตอร์ภายใน IC ที่ขา 11 เมื่อคำนวณค่าอุปกรณ์เสร็จแล้วควรตรวจดูกำลังสูญเสีย (Pd) ของ IC เกิน 800 m

R1-R4 ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจจับกระแสเกิน ซึ่งวงจรจะออกแบบให้แรงดันที่ตกคร่อม R1-R4 ไม่เกิน .7 โวลท์ ที่มอเตอร์สามารถดึงกระแสได้สูงสุดประมาณ 3 แอมป์ เพื่อป้องกันไม่ให้ชุด Regulator เสียหายซึ่ง บางกรณีมอเตอร์จะดึงกระแสมาก เนื่องจากสิ่งผิดปกติบางอย่างเช่น ถาดวางสารระลายหรือชุดเครื่องกลไฟฟ้าติดขัด

จากาการอกกแบบและสร้างเครื่องมือก่อนนำไปใช้งานจริง ได้ทดสอบการทำงานของเครื่องก่อนนำไปใช้งาน ปรากฏผลทดสอบออกมาดังนี้

การทดสอบเครื่องก่อนนำไปใช้งาน

ผลการทดสอบ	ทำงานแบบกลับทิศทางการหมุน	ทำงานแบบหมุนทิศทางเดียวตามเข็มนาฬิกา	อัตราการหมุนขณะกระแสไฟลดลง 5%	อัตราการหมุนขณะกระแสไฟลดลง 10%
ความร้อนของ Motor ขณะหมุน	ปกติ	ปกติ	----------	---------
การทำงานของระบบควบคุม	ทำงานได้ถูกต้อง	ทำงานได้ถูกต้อง	----------	----------
ความเร็วรอบของ Motor	หมุนได้คงที่	หมุนได้คงที่	ไม่ลดลง	ไม่ลดลง
ความดังของเสียงขณะเครื่องทำงาน	มีเสียงดังเล็กน้อย	มีเสียงดังเล็กน้อย	----------	-------

ผลการทดลอง เมื่อวางสารละลายบนถาด

การทำงานของระบบควบคุม	ไม่ปรากฏผลใด ๆ ที่ผิดปกติ
ความเร็วรอบ	ไม่ลดลง
ความร้อนของ Motor	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย
ระดับความดังของเสียง	ค่อนข้างดังขึ้นเล็กน้อย

จากผลการทดลอง นำเครื่องไปทดสอบการใช้งานจริงอีกครั้งได้ผลการใช้งานดังนี้

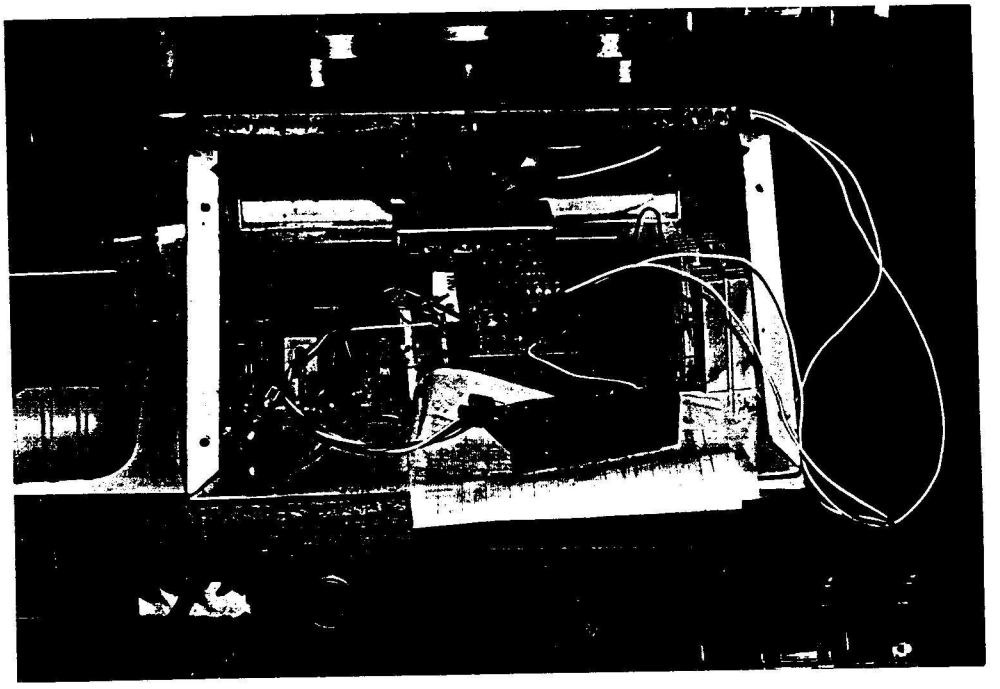
การทำงานของระบบควบคุม ความเร็วรอบ,ความร้อนของ Motor ระดับความดังของเสียง	ไม่ปรากฏผลใด ๆ ที่ผิดปกติ

สรุปผลจากการทดลอง เครื่องเขย่าที่ออกแบบและสร้างขึ้น สามารถไปใช้งานได้เป็นอย่างดีทั้งยังสะดวกและรวดเร็ว ในการที่นำไปใช้งานโดยไม่จำเป็น ต้องรอการสั่งซื้อ อย่างไรก็ตามเครื่องที่ออกแบบและสร้างขึ้นยังมีข้อกำหนดที่มีความจำเป็นต้องคำนึงถึงก่อนที่จะสร้างคือ

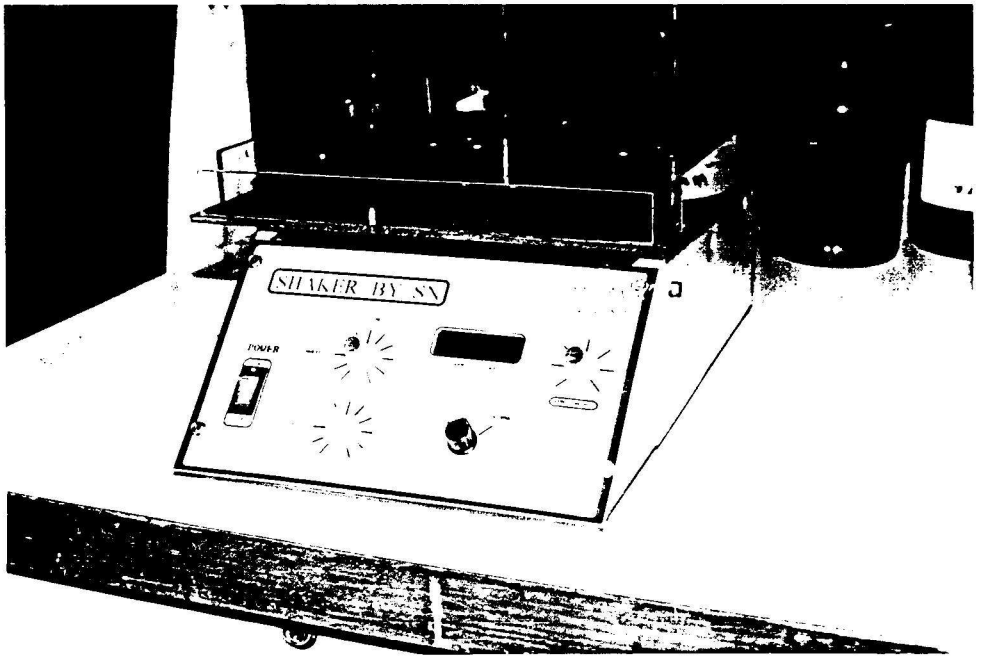
1. Motor ที่นำมาใช้งาน มีราคาแพง ประมาณตัวละ 5,000-6,000 บาท/ตัว

2. ลักษณะเครื่องที่ออกแบบ ใช้เกียทำหน้าที่ขับเคลื่อนถาดวางสารละลาย ขณะหมุนมีเสียงดังเล็กน้อย ดังนั้น ลักษณะขับเคลื่อนควรเป็นการ ทดรอบ โดย ใช้สายพานเป็นตัวทำหน้าที่เชื่อมโยงกับ Motor จะทำให้เสียงดังลงมาก

3. ถาดวางสารละลาย จัดหาวัสดุที่ทำเป็นตัวจับยึด หลอดแก้วหรือ Flasks ชนิดต่าง ๆ ค่อนข้างยาก

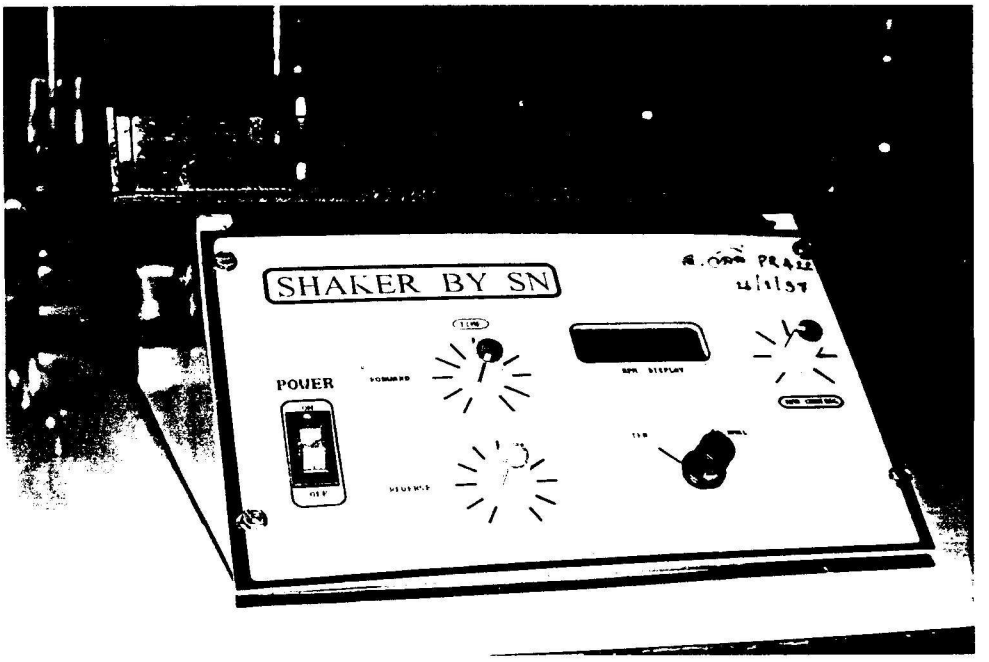


รูปแสดงส่วนประกอบภายในของเครื่องเขย่า



รูปแสดงเครื่องเขย่าที่ประกอบเสร็จพร้อมที่นำไปใช้งาน

รูปแสดงเครื่องเขย่าเมื่อวางสารละลายบนถาด

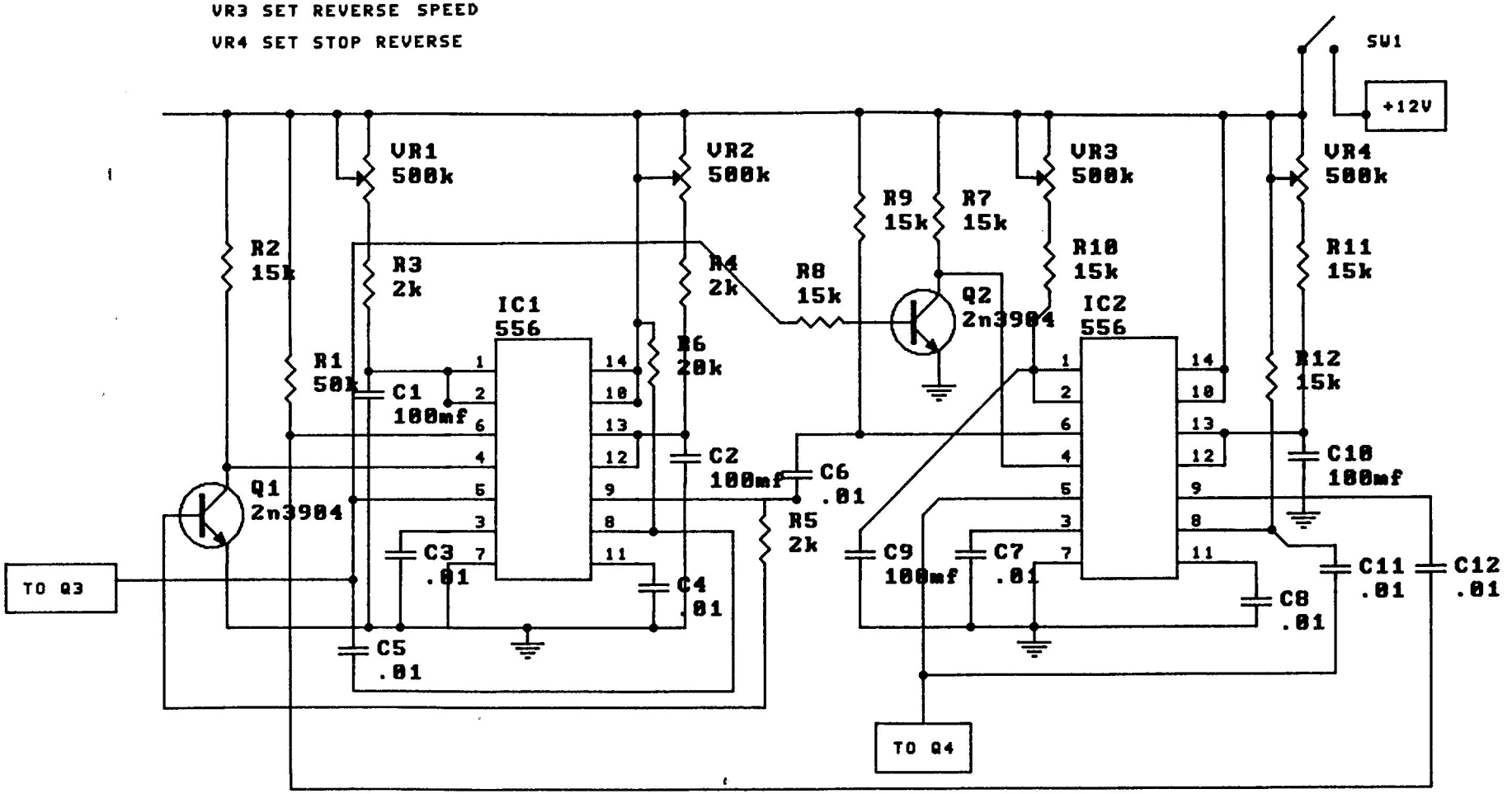


VR1 SET FORWARD SPEED

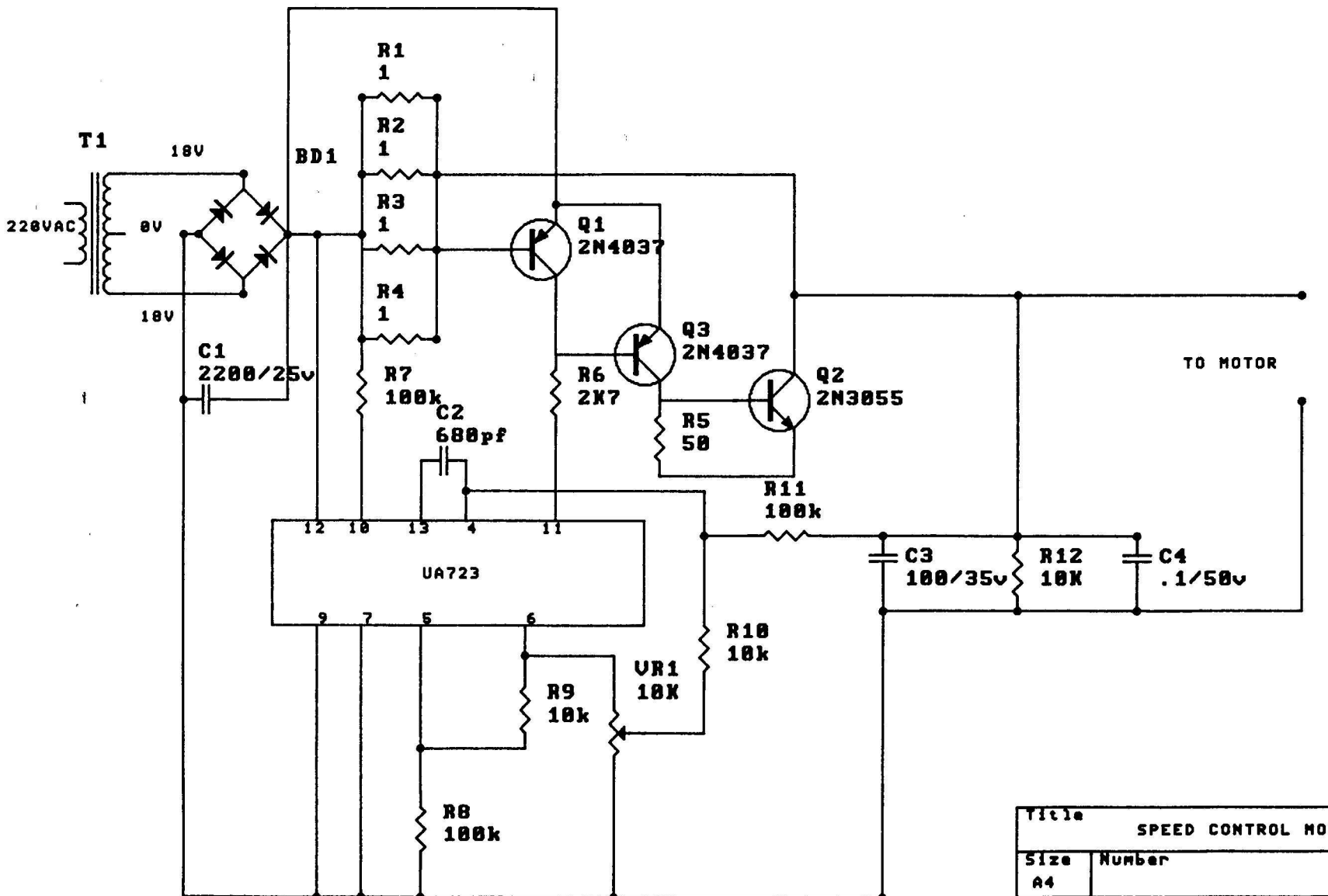
VR2 SET STOP FORWARD

VR3 SET REVERSE SPEED

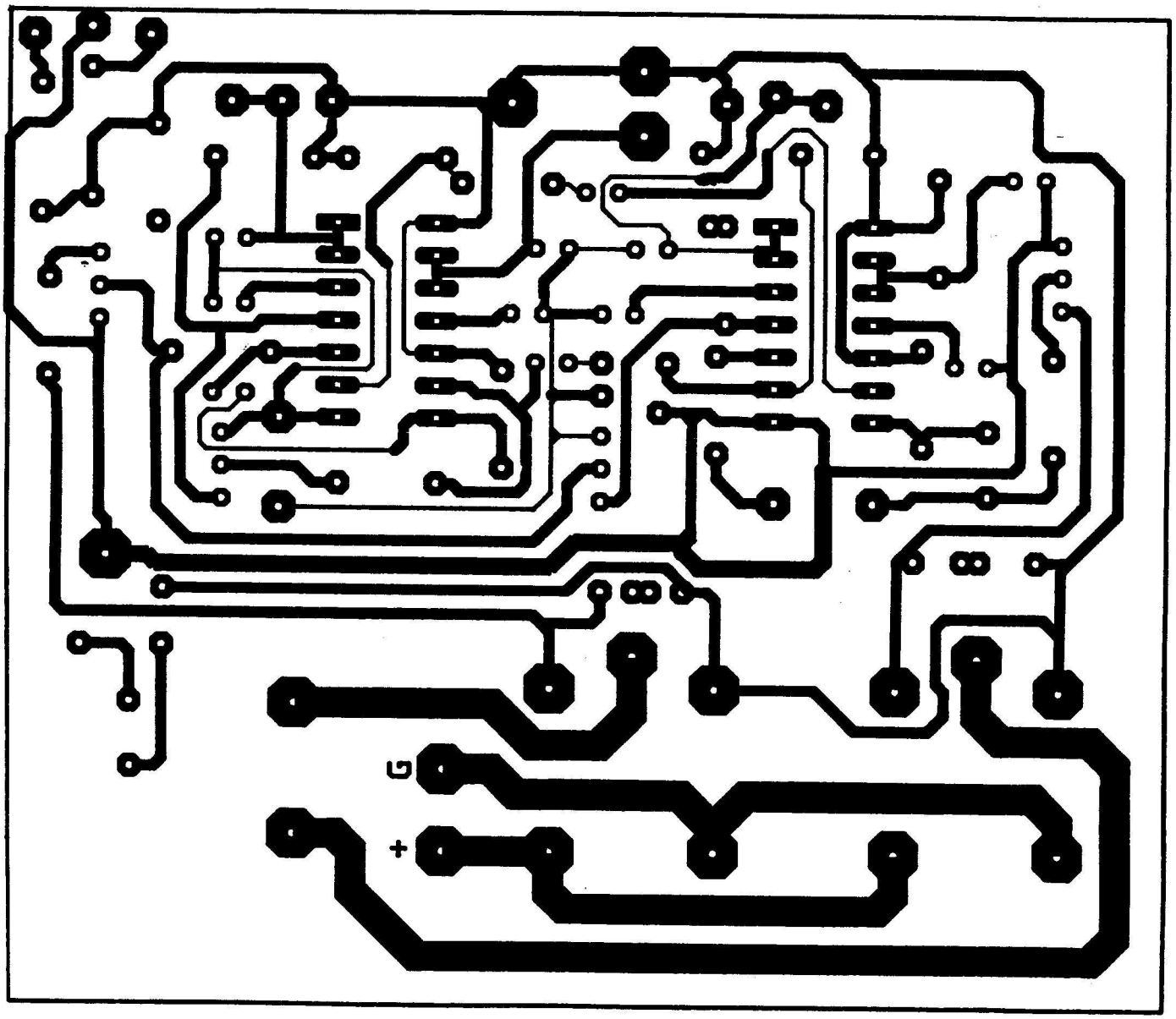
VR4 SET STOP REVERSE



Title: FORWARD AND REVERSE CONTROL CIRCUIT		
Size: A4	Number: 1	Revision:
Date: 21-APR 1994	Sheet of	
File: SHAKER/1	Drawn By:	



Title: SPEED CONTROL MOTOR		
Size: A4	Number:	Revision:
Date: 21-APR 1994		Sheet of
File: CONTROL/1		Drawn By:



8:23 4-NOV-1993 Holes : 146 Solder Side Plot SIZE

วิธีการใช้เครื่อง

1. เลือกตำแหน่งการทำงาน โดยหมุนปุ่มปรับ TFR หรือ Normal
2. ปรับปุ่ม Speed อยู่ที่ตำแหน่งต่ำสุดที่ความเร็วรอบ 0
3. กด Switch power on
4. ปรับปุ่ม Speed ตามความเร็วรอบที่ต้องการโดยดูตัวเลขที่แสดงผลความเร็วรอบ/นาที
5. การปรับความเร็วรอบควรปรับจากความเร็วรอบน้อยไปหาความเร็วรอบมากเสมอ

เอกสารอ้างอิง

LINEAR AND INTERFACE INTEGRATED CIRCUIT MOTOROLA .USA ,1990.

LINER / SEITSHMODE VOLTAGE REGULATOR HANDBOOK .USA .1989.

INTERSIL Componrnt Data Catalog. USA.,1987.

ยืน ภู่วรรณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เทคนิคการประยุกต์และใช้งาน ลิเนียร์ไอซี เล่ม 1 2523.