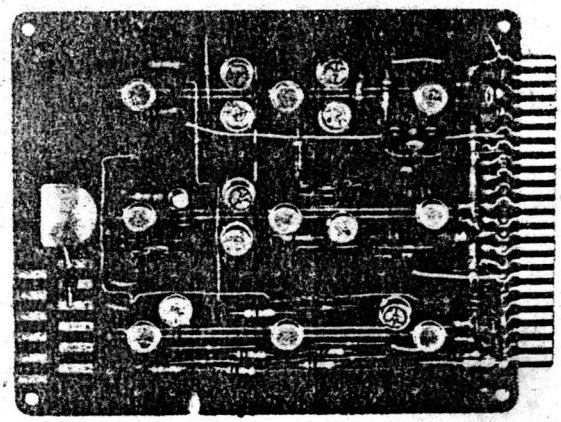
บทที่ ๔

การสร้าง และการทดลอง

๔.๑ การสร้างวงจรแอนาลอก

วงจรแอนาลอกที่แสดงในรูปที่ ๓.๕ นั้น สามารถทำการสร้างขึ้นดังแสดงในรูปที่ ๔.๑ อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้สร้างและประกอบวงจรส่วนนี้ จะต้องทำการตรวจสอบเสียก่อน เพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบและปรับแต่งวงจร จะยังไม่ประกอบ IC_6 เข้าในวงจร ต่อจากนั้นทำการทดสอบวงจรด้วยการปรับแต่งค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งต่างๆ



รูปที่ ๔.๑ ภาพแสดงวงจรแอนาลอกที่ได้สร้างขึ้น

ต่อแรงดันไฟฟ้า +5V. ให้ $\bar{C}$ และ HOLD ชั่วคราว และปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ Output ของ IC_1 และ IC_5 ให้ได้ +2V และ -2V ด้วย R_1 และ R_5 ตามลำดับเพื่อใช้เป็นแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าที่ Emitter ของ Tr.#1 ถึง Tr.# 4 จะต้องปรับให้มีค่าเป็น 0 ด้วย R_3 ในขณะที่ลัดวงจรของ Vin. R_6 และ R_7 ใช้ปรับค่าระดับอ้างอิงให้กับ IC_9 และ IC_8 ตามลำดับ ด้วยการป้อนแรงดันไฟฟ้าที่ Output ของ IC_6 ให้มีค่าต่ำกว่า - 3 mV และปรับค่า R_7 จนกระทั่ง Output จาก Collector ของ Tr.9 เปลี่ยนจาก 0 เป็น + 5V. ในทำนองเดียวกันการปรับค่า R6 ให้ปรับจนกระทั่ง Output จาก Collector ของ Tr.6 เปลี่ยนจาก 0 เป็น + 5V เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าที่ IC_6 ให้มีค่ามากกว่า +3 mV ผลของการทดลองวงจรแอนาลอกที่สร้างขึ้นนี้ได้ผลดี คือเมื่อให้ $\bar{C}$ เป็น 0V ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ Emitter ของ Tr.1 ถึง Tr.4 สามารถอ่านค่าได้ +2V และเมื่อต่อแรงดันไฟฟ้า + 5V. ให้กับ $\bar{C}$ ใหม่แล้วปรับแรงดันไฟฟ้าให้มีค่าเป็นลบต่ำกว่า - 3 mV จนกระทั่งที่ Collector ของ Tr.9 เป็น + 5V. แล้วค่าแรงดันไฟฟ้าที่ Emitter ของ Tr.1 ถึง Tr.4 จะอ่านได้มีค่าเปลี่ยนจาก 0 เป็น - 2V.

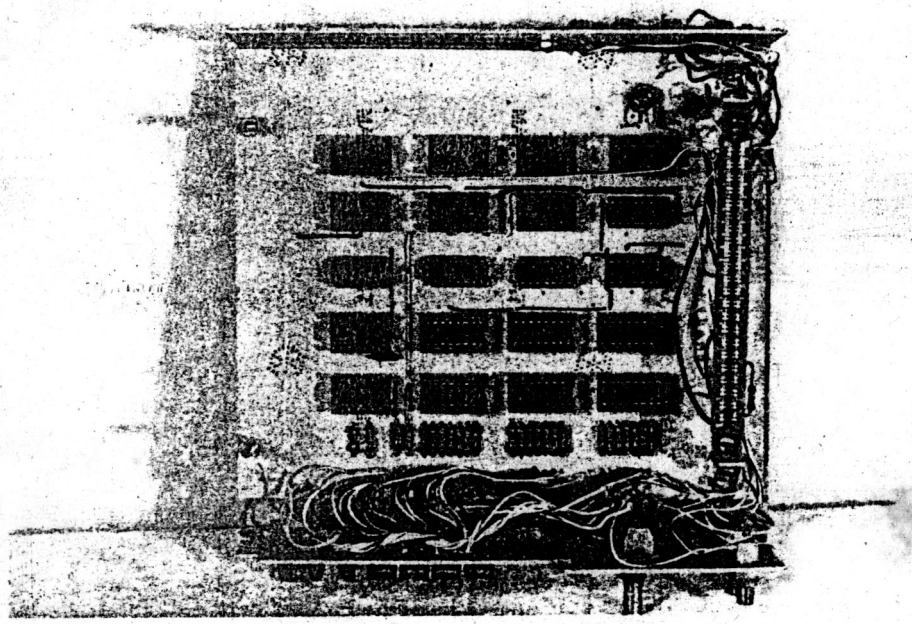
หลังจากทำการทดลองได้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ได้ประกอบ IC_6 ซึ่งทำหน้าที่เป็น Integrator เข้าในวงจร และพร้อมที่จะนำไปต่อร่วมกับส่วนควบคุมวงจรและ Display logic ต่อไป

๔.๒ <u>การสร้างวงจรควบคุมและวงจรลอจิก</u>

จากวงจรในรูปที่ ๓.๖ ได้ทำการสร้างและประกอบขึ้นดังแสดงในรูปที่ ๔.๒ เป็นส่วนควบคุมวงจรและแสดงผลของดิจิทอลโวลท์มิเตอร์ ก่อนนำเอาวงจรที่สร้างขึ้นส่วนนี้รวมกับส่วนแรกจะต้องทำการทดสอบก่อนว่าวงจรส่วนนี้ทำงานได้ถูกต้องและมีผลการทดลองดังนี้

เมื่อต่อแรงดันไฟฟ้า + 5V. ให้แก่วงจรพร้อมกับต่อ + 5V. ให้แก่ Vo และ "Auto-Manual Switch" ที่แสดงในรูปที่ ๓.๖ ให้เป็น 0 ชั่วคราว วงจร Clock วงจร Counter - 10 ทั้ง ๔ และ Counter - 2 จะทำงานเป็นปกติคือ Output ที่ $\bar{C}$ จะมีค่าคงที่ที่สภาวะลอจิกเป็น "1" (มีค่าประมาณ +5V.) หลอดแสดงผลจะเป็น 0 หมด และหลอดเกินสเกลก็จะไม่ติด

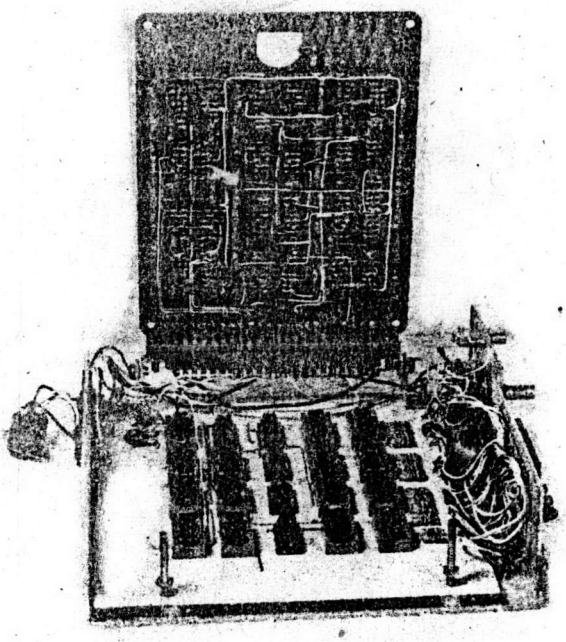
ถ้าปลด Auto - Manual Switch จาก oV. แล้ว Counter จะ Set ให้เป็น o หมด และหยุดนับ และ Output ที่ HOLD จะมีค่าลอจิกเป็น "O" และเมื่อต่อ Switch ให้เป็น OV ใหม่ Main Counter ก็จะเริ่มทำการนับและ Output ที่ HOLD จะมีสภาวะลอจิกเป็น "๑" อีก



รูปที่ ๔.๒ ภาพแสดงวงจรควบคุม และแสดงผลที่สร้างขึ้น

ถ้าให้ Vo มีค่าเป็น Oโวลท์แทนที่จะเป็น +5 โวลท์ Flip-Flop A จะทำงานคือทำการหาร ๒ และค่า Output ที่ $\bar{C}$ จะมีสภาวะลอจิกเป็น "๐" คงที่ การทดสอบวงจรส่วนนี้สามารถทำงานได้ดี

เมื่อการทดลองวงจรแต่ละส่วนเรียบร้อยแล้ว ได้นำเอามาประกอบกัน ขึ้นเป็นดิจิทอลโวลท์มิเตอร์ที่มีสเกลปกติคือสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ไม่เกิน ๒ โวลท์ ดังแสดงในรูปที่ ๔.๓ นี้



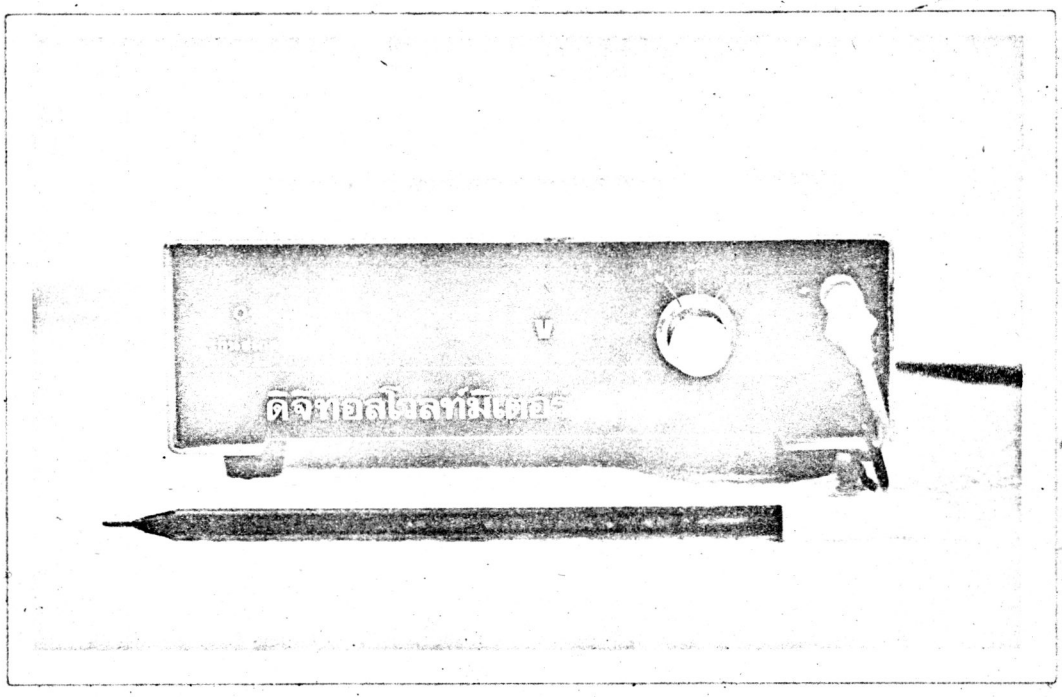
รูปที่ ๔.๓ ภาพแสดงดิจิทอลโวลท์มิเตอร์ที่สร้าง

๔.๓ การสร้างวงจรปรับสัญญาณทางเข้า

วงจรส่วนนี้ได้สร้างขึ้นและประกอบอยู่ในวงจรแยนาลอกที่แสดงในรูปที่ ๔.๓ นั้น สามารถขยายสเกลในการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นเป็น ๒๐ และ๒๐๐ โวลท์ได้ โดยมีปุ่มเลือกสเกลประกอบอยู่ด้านหน้าของตัวเครื่อง สำหรับผลการทดลองนั้นได้กล่าวในหัวข้อ ๔.๔

๔.๔ การทดลองเครื่องต้นแบบ

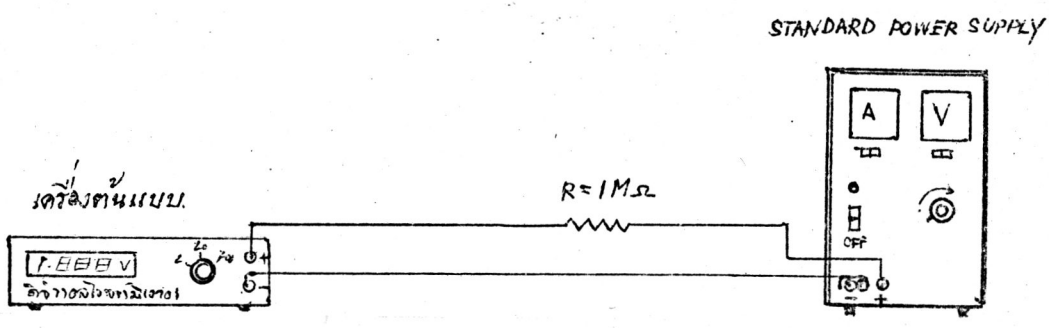
เครื่องต้นแบบของดิจิทอลโวลท์มิเตอร์ ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนั้นมีรูปร่าง และลักษณะดังแสดงในรูปที่ ๔.๔



รูปที่ ๔.๔ ภาพแสดงเครื่องต้นแบบของดิจิทอลโวลท์มิเตอร์

๔.๔.๑ INPUT RESISTANCE

ค่า Input Resistance ของเครื่องต้นแบบสามารถหาได้โดยการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ ๔.๕ แสดงการทดลองหาค่า INPUT RESISTANCE

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.5 นั้น ประกอบด้วย ความต้านทาน(R) 1 MΩ เครื่องต้นแบบของดิจิทอลโวลท์มิเตอร์ที่สร้างขึ้น และ Standard Power Supply เชื่อมโยงสายของการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.5 กำหนดให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าเป็น 2 โวลท์ (V_1) และอ่านค่าที่เครื่องต้นแบบ 1.6 โวลท์ (V_2) สามารถหาค่า Input Resistance ได้ ดังนี้.

$$\text{Input Resistane} = \frac{V_2}{V_1 - V_2} \cdot R$$

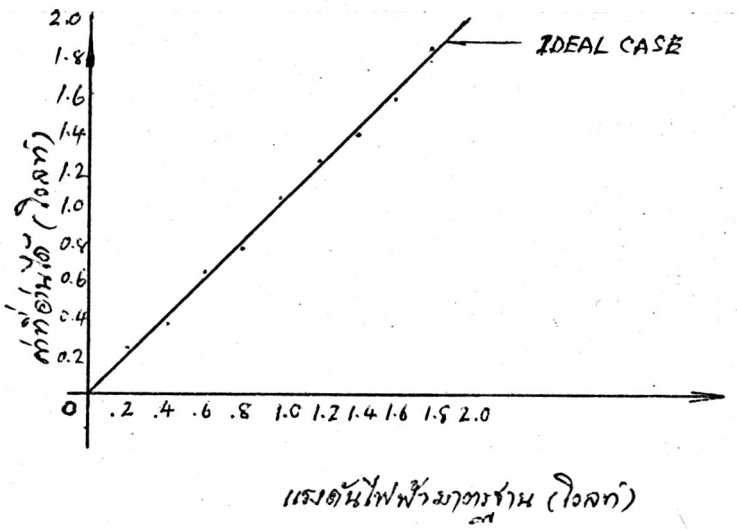
$$= \frac{1.6}{.4} \times 1M\Omega$$

$$= 4 \quad M\Omega$$

นั่นคือค่า INPUT RESISTANCE ของเครื่องต้นแบบมีค่า 4 MΩ

๔.๔.๒ ความเที่ยงตรงที่สเกลปกติ (สเกล 2 โวลท์)

การทดสอบความเที่ยงตรงที่สเกลปกติหรือสเกล 2 โวลท์ นั้นดูได้จากรูปที่ ๔.๖ และผลการทดลองที่แสดงในตารางที่ 4.1



รูปที่ ๔.๖ แสดงความเที่ยงตรงของค่าที่อ่านได้สำหรับสเกลปกติ

แรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน (โวลท์)	เครื่องต้นแบบที่สร้าง	
	อ่านได้(โวลท์)	ค่าผิดพลาด(%)
0.0	.000	0.0
0.2	.201	0.5
0.4	.397	0.75
0.6	.603	0.05
0.8	.794	0.75
1.0	1.006	0.6
1.2	1.213	0.25
1.4	1.389	0.785
1.6	1.598	0.125
1.8	1.805	0.277
2.0	เกินสเกล	–

ตารางที่ ๔.๑ผลการทดลองอ่านค่าที่สเกลปกติ

จากผลการทดลองดังกล่าวได้ผลเป็นที่น่าพอใจคือ เครื่องต้นแบบที่สร้างจะมีความเที่ยงตรง(หรือความสามารถของเครื่องวัดในการบอกค่าที่ต้องการจะวัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่เป็นจริง) ในการวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงมีค่าผิดพลาด 0.4 % ของค่าที่อ่านได้.

๔.๔.๓ <u>ทดสอบความเที่ยงตรงที่สเกลต่าง ๆ</u>

ดิจิทอลโวลท์มิเตอร์ที่สร้างขึ้น ได้ออกแบบให้ใช้ในการวัดค่าแรงดันตั้งแต่ 0 ถึง 199.9 โวลท์ โดยแบ่งออกเป็น 3 สเกลคือ 0 ถึง 2 , 20 และ 200 โวลท์ ตามลำดับ ผลการทดสอบได้แสดงไว้ในตารางที่ ๔.๒

สเกล	แรงดันไฟฟ้าที่วัด	ค่าที่อ่านได้	ค่าที่ผิดพลาด
2V.	1.000 V.	.996V.-1.004V.	±.4 %
20V.	10.00 V.	9.96V.-10.04V.	±.4 %
200V.	100.0 V.	99.6V.-100.4V.	±.4 %

ตารางที่ ๔.๒ ผลการทดสอบความเที่ยงตรงที่อ่านได้

สรุปผลการทดสอบความเที่ยงตรงในการอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ของแต่ละสเกลนั้นให้ผลเป็นที่พอใจ คือค่าที่อ่านได้จะผิดพลาดประมาณ ±.4%

๔.๔.๔. <u>ทดสอบการแสดงเครื่องหมาย+, − และเกินสเกล</u>

ส่วนที่ทำหน้าที่แสดงเครื่องหมายบวกหรือลบโดยอัตโนมัตินั้นทำการทดสอบได้โดยการป้อนแรงดันไฟฟ้าที่มีขั้วต่าง ๆกัน ถ้าป้อนขั้วบวก เครื่องหมาย+ จะแสดง และถ้าป้อนแรงดันไฟฟ้าที่มีขั้วลบเข้าที่จุด+ของเครื่อง เครื่องหมาย − จะแสดงการทดลองส่วนนี้ได้ผลถูกต้องตามต้องการ

สำหรับสัญญาณเตือน "เกินสเกล" นั้นจะทำงานโดยอัตโนมัติเช่นเดียวกัน เมื่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการจะวัดมีค่าเกินสเกล หลอดไฟที่หน้าเครื่องจะสว่างพร้อมกัน การแสดงเครื่องหมาย + และ − สลับกันอยู่ตลอดเวลา สัญญาณเตือนเกินสเกลนี้จะแสดงให้ทราบก่อนถึงค่าในแต่ละสเกลด้วยค่าแรงดันไฟฟ้า 0.2, 2, และ 20 โวลท์ ของสเกล 2, 20 และ 200 โวลท์ ตามลำดับ .