



การแสดงค่าการวัดและส่งสัญญาณอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเบิลหลายแบบ
MULTITYPE THERMOCOUPLE TRANSMITTER



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไป 008441 านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2534

เรื่อง การแสดงค่าการวัดและส่งสัญญาณอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลหลายแบบ
MULTITYPE THERMOCOUPLE TRANSMITTER

ผู้จัดทำ

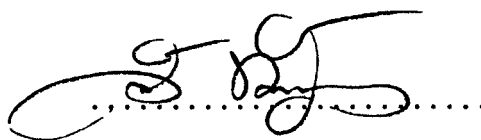
นาย จานวน ศรีเทพ รหัส 33.161203

นาย วุฒิ แก้วราม รหัส 33.161206

นาย นฤทธิ์ พุกกะพันธ์ รหัส 33.161213

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



(อาจารย์ วิทยา ทิพย์สุวรรณพร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงค่าการวัดและส่งสัญญาณอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลหลายแบบ

MULTITYPE THERMOCOUPLE TRANSMITTER

นาย จำนวน ศรีเทพ รหัส 33.161203

นาย ฐิติ แก้วราม รหัส 33.161206

นาย นฤทธิ์ พุกกะพันธ์ รหัส 33.161213

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ วิทยา พิพย์สุวรรณพร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงค่าการวัดและส่งสัญญาณอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลหลายแบบ

MULTITYPE THERMOCOUPLE TRANSMITTER

นาย จานวน ศรีเทพ รหัส 33.161203

นาย ฐิติ แก้วราม รหัส 33.161206

นาย นฤทธิ พุกกะพันธ์ รหัส 33.161213

อาจารย์ที่ปรึกษา :

อาจารย์ วิทยา ทิพย์สุวรรณพร

ปีการศึกษา 2534

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้แสดงถึงการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลหลายแบบและแสดงค่าของอุณหภูมิได้หลายย่าน ค่าอุณหภูมิที่วัดจะแสดงค่าให้เห็นที่จอภาพ LCD โดยการเขียนโปรแกรมสั่งให้แสดงค่า นอกจากนี้ยังสามารถส่งสัญญาณที่วัดอุณหภูมิที่แปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าค่ามาตรฐาน ออกไปใช้งานควบคุมขบวนการผลิตต่างๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่คุณภาพดีและลงทุนน้อยลงจะนั้นเพื่อความละเอียดและแม่นยำที่จะใช้แสดงค่าและนำไปควบคุมขบวนการผลิตในแต่ละขบวนการย่อมมีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องเลือกใช้เทอร์โมคัปเปิลตามแบบที่เหมาะสม และย่านการวัดก็ต้องถูกเลือกให้เหมาะสมกับขบวนการนั้น ๆ ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง	หน้า
- อุปกรณ์การวัดและการควบคุมอุณหภูมิ (MEASUREMENT AND CONTROL TEMPERATURE EQUIPMENT)	1
- กฎของการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเนื่องจากความร้อน THERMOELECTRIC LAWS	3-6
- เทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน	6-12
- อุปกรณ์ขยายสัญญาณและแปลงสัญญาณมาตรฐาน	13
- วงจรขยายแรงดันต่ำและรายละเอียด (LOW LEVEL AMP. & SPECIFICATION)	13-14
- TYPICAL THERMOCOUPLE CONNECTIONS	15
- BLOCK DIAGRAM AND CIRCUIT LOW LEVEL AMP DIAGRAM	16-17
- การทำงานของวงจรตาม BLOCK DIAGRAM	18-20
- การปรับแต่ง LOW LEVEL AMP.	21
- การเลือก TYPE ของ THERMOCOUPLE	22
- การเลือกย่านอุณหภูมิที่จะวัด (BURNOUT)	23
- TEST SIGNAL POINT OF CIRCUIT	24-28
- SCHEMATIC DIAGRAM AND HARDWORK	29-30
- FRONT PANEL	31-33
- MULTITYPE THERMOCOUPLE TRANSMITTER BLOCK DIA.	34
- HARDWARE OF CONTROL PACK	35-37
- การปรับแต่งเครื่องก่อนใช้งาน (CALIBRATION)	38-41
- ขั้นตอนการใช้เครื่อง	42
- ตัวอย่าง PROCESS	43-44
- ปัญหาที่พบระหว่างการทำงาน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารของกรมควบคุมการดำเนินงานของ LCD อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาได้

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม ผู้ใช้ต้องรับผิดชอบต่อเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์การวัดและการควบคุมอุณหภูมิ

(MEASUREMENT AND CONTROL TEMPERATURE EQUIPMENT)

การวัดอุณหภูมิ (TEMPERATURE MEASUREMENT)

ใน project นี้จะกล่าวถึงการวัดอุณหภูมิโดยอาศัย การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ ทางไฟฟ้าเท่านั้น คือ เทอร์โมคัปเปิล (THERMOCOUPLES)

- หลักการวัดอุณหภูมิโดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางไฟฟ้า

เทอร์โมมิเตอร์	หลักการวัด	วัสดุที่ใช้	ช่วงการวัด
เทอร์โมคัปเปิล	Δ อุณหภูมิ \rightarrow เทอร์โมคัปเปิล $\rightarrow \Delta$ แรงเคลื่อนไฟฟ้า	-type B	600 ~ + 1,700 $^{\circ}$ C
		- S	0 ~ + 1,600 $^{\circ}$ C
		- R	0 ~ + 1,600 $^{\circ}$ C
		- K	-200 ~ + 1,200 $^{\circ}$ C
		- E	-200 ~ + 800 $^{\circ}$ C
		- J	-200 ~ + 800 $^{\circ}$ C
		- T	-200 ~ + 350 $^{\circ}$ C
อาร์ทีดี	Δ อุณหภูมิ \rightarrow RTD $\rightarrow \Delta$ ความต้านทาน	แพลตินัม Pt	-258 ~ 900 $^{\circ}$ C
		นิกเกิล	-150 ~ 300 $^{\circ}$ C
		ทองแดง	-200 ~ 120 $^{\circ}$ C
เทอร์มิสเตอร์	Δ อุณหภูมิ \rightarrow เทอร์มิสเตอร์ $\rightarrow \Delta$ ความต้านทาน	เทอร์มิสเตอร์	- 30 ~ 300 $^{\circ}$ C

เทอร์โมคัปเปิล (THERMOCOUPLES)

ความเป็นมา ในปี ค.ศ 1821 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน THOMAS SEEBECK พบว่าเมื่อนำ ลวดโลหะ 2 เส้น ที่ทำด้วยโลหะต่างชนิดกันมา เชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ถ้าปลายทั้งสองมีอุณหภูมิ ต่างกัน จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเส้นลวดทั้งสองนี้ตามรูปที่ 1.2 (ก) ปริมาณการไหลของกระแส ไฟฟ้านี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสองและถ้าเปิดปลายจุดต่อด้านหนึ่งออกจะ ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นที่ปลายด้านเปิด แรงเคลื่อนไฟฟ้านี้ เรียกว่า "ซีบีคโวลเตจ"

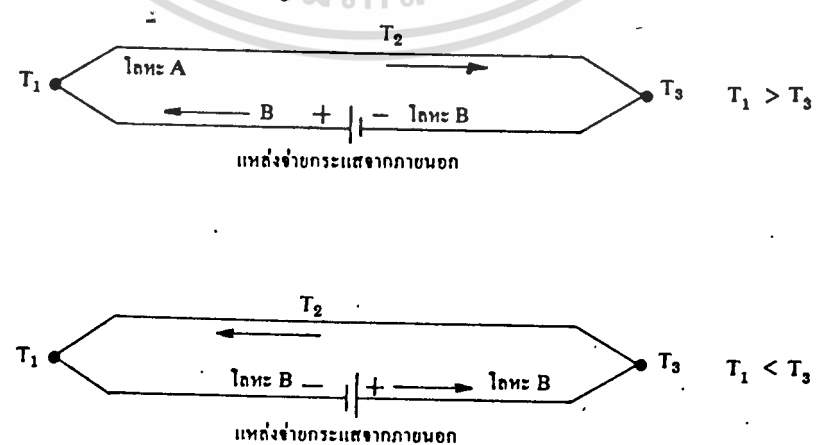
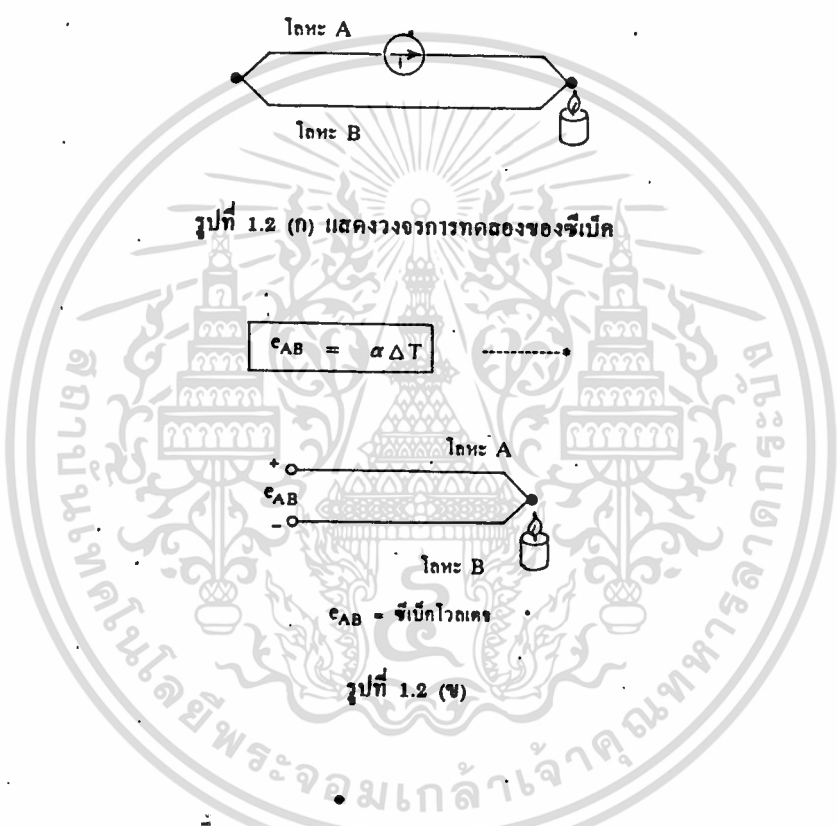
อุปกรณ์ขยายสัญญาณและแปลง เป็นสัญญาณมาตรฐาน

เทอร์โมคัปเปิลจะวัดค่าได้เป็น mV ซึ่งเป็นค่าแรงดันต่ำมาก จะต้องนำมาทำการขยายให้เป็นสัญญาณ ที่สูงขึ้น โดยต่อเข้ากับวงจรขยาย (AMPLIFIER CIRCUIT) ซึ่งภายในวงจรจะมีปุ่มให้ปรับค่า ZERO และ SPAN ได้ เพื่อให้สัญญาณ OUTPUT ออกมาได้ตามค่ามาตรฐาน เช่น 1-5V , 0-10V , 4-20mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อมีกระแสจากแหล่งจ่ายภายนอกไหลผ่านเข้าไปในวงจร จะทำให้ปลายข้างขวามีอุณหภูมิสูงขึ้น และปลายข้างซ้ายมีอุณหภูมิลดลง ในทางกลับกันเมื่อเปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสก็จะทำให้อุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสองกลับกันด้วย

จากการค้นพบของซี เบ็คและเพลเทียร์ การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเทอร์โมคัปเปิลได้ดำเนินต่อมา จนเป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิใช้อย่างกว้างขวาง ในวงการอุตสาหกรรม เช่นในปัจจุบัน



รูปที่ 1.3 แสดงวงจรการทดลองของเพลเทียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎของการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเนื่องจากความร้อน (THERMOELECTRIC LAWS) สำคัญที่ควรทราบ

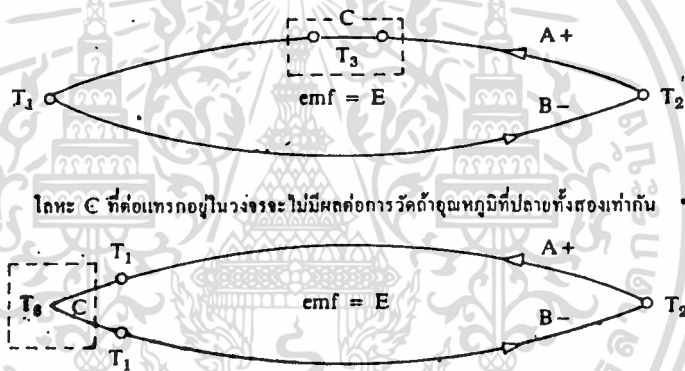
ก. กฎของวงจรโลหะชนิดเดียว (law of the Homogeneous Circuit)

ในวงจรที่ประกอบขึ้นด้วยโลหะชนิดเดียวกัน จะไม่เกิดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเมื่อเกิดความแตกต่างของอุณหภูมิ ณ ปลายจุดต่อทั้งสอง

กระแสไฟฟ้าจะเกิดขึ้นในกรณีที่มีทั้งสองเป็นโลหะต่างชนิดกัน แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนกับผลต่างของอุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสอง

ข. กฎของโลหะแทรก (LAW OF INTERMEDIATE METALS)

ในวงจรเทอร์โมคัปเปิล ถ้ามีโลหะแทรกอยู่ในส่วนหนึ่งส่วนใดของวงจร หากจุดต่อของปลายโลหะแทรกทั้งสองมีอุณหภูมิเท่ากันแล้ว โลหะแทรกนี้จะไม่มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ในทางปฏิบัติมีอยู่เสมอ เช่น ข้อต่อ (connectors) หรือสายทองแดงที่ใช้ต่อเข้ามิเตอร์

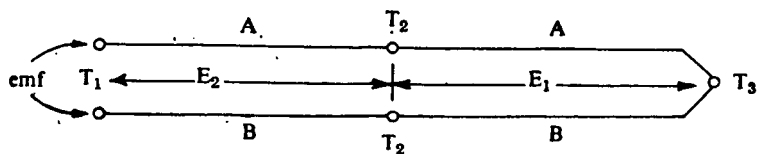


รูปที่ 1.4 แสดงโลหะแทรก

ค. กฎของอุณหภูมิแทรก (LAW OF INTERMEDIATE TEMPERATURE)

แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นโดยเทอร์โมคัปเปิลชุดใด ๆ ที่มีอุณหภูมิที่จุดต่อต่างกัน จะมีค่าเท่ากับผลบวกทางพีชคณิต ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิลชุดนั้น ตามรูปคือ ผลรวมของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากับผลรวมของเทอร์โมคัปเปิลทั้งสองจุด

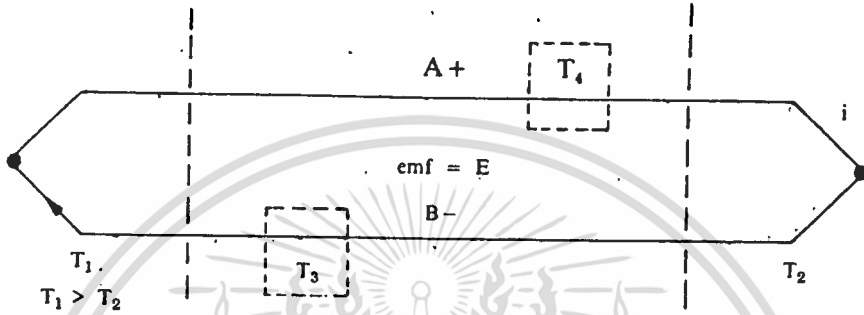
$$emf = E_1 + E_2$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **รูปที่ 1.5 แสดงกฎของอุณหภูมิแทรก** เท่านั้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

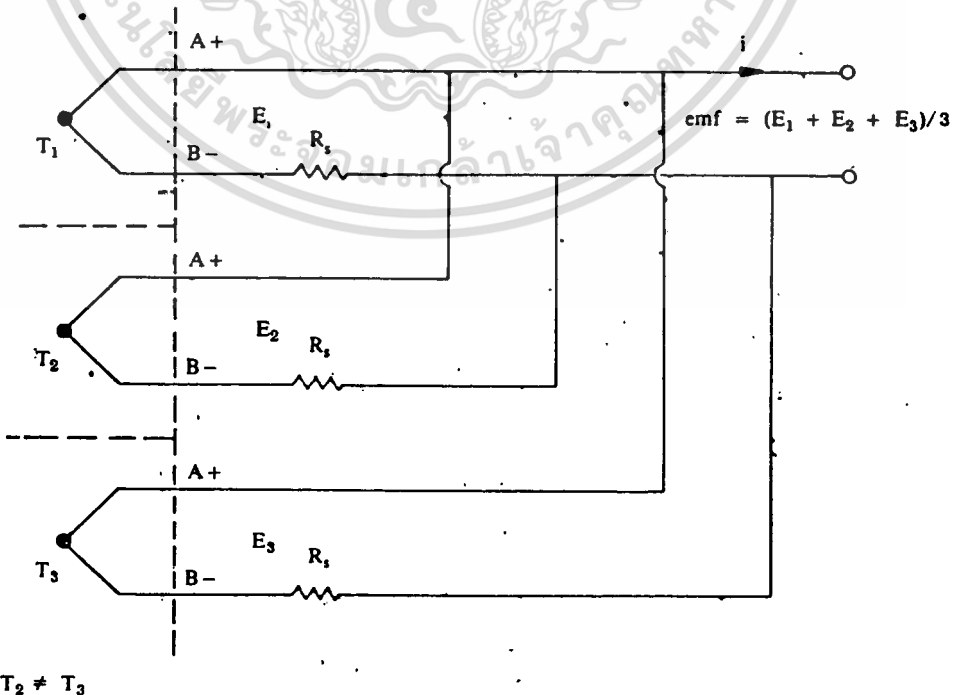
ง. ปรากฏการณ์ (PHENOMENA) ของเทอร์โมคัปเปิลที่ควรทราบ

1. ในเทอร์โมคัปเปิลคู่เดียวกันอุณหภูมิที่มีผล คือ อุณหภูมิที่ปลายจุดต่อทั้งสองเท่านั้น อุณหภูมิบนจุดต่าง ๆ ตามสายจะไม่มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้น



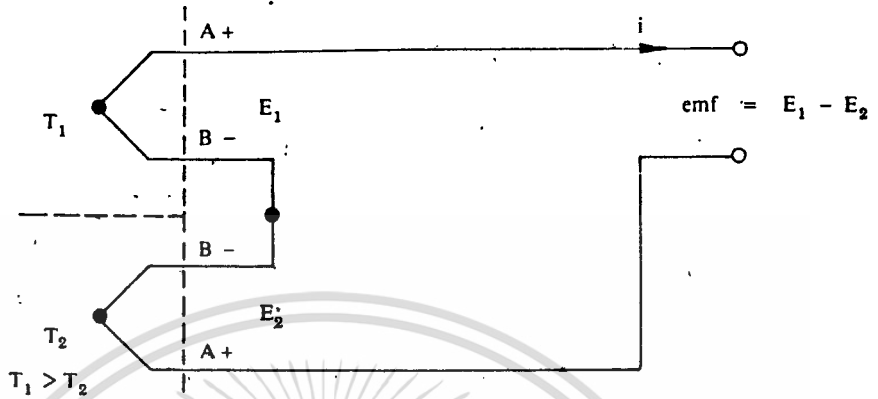
รูปที่ 1.6 อุณหภูมิช่วงกลางสายจะไม่มีผลต่อการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า
(Temperature gradients do not generate emf's in a homogeneous conductor)

2. การต่อขนาดเทอร์โมคัปเปิลเข้าด้วยกัน ผลที่ได้คืออุณหภูมิเฉลี่ย



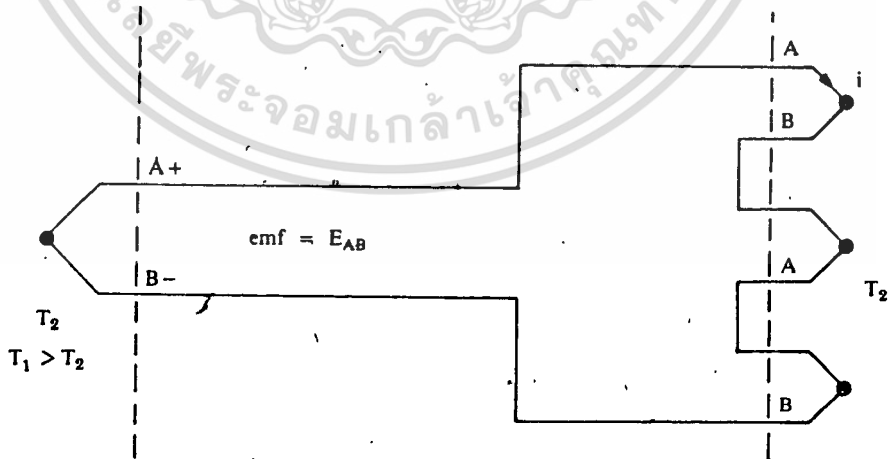
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรในหน่วยงานนี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 1.7 รูปแสดงการขนานเทอร์โมคัปเปิลเป็นการหาอุณหภูมิเฉลี่ย
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อี (Parallel thermocouples are used to measure temperature averages) ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การต่อเทอร์โมคัปเปิลสองชุดกลับหัวกันเป็นการวัดผลต่างของอุณหภูมิ



รูปที่ 1.8 แสดงการหาผลต่างของอุณหภูมิที่จุด T_1 และ T_2
(Temperature differences are measured using thermocouples with reversed polarities)

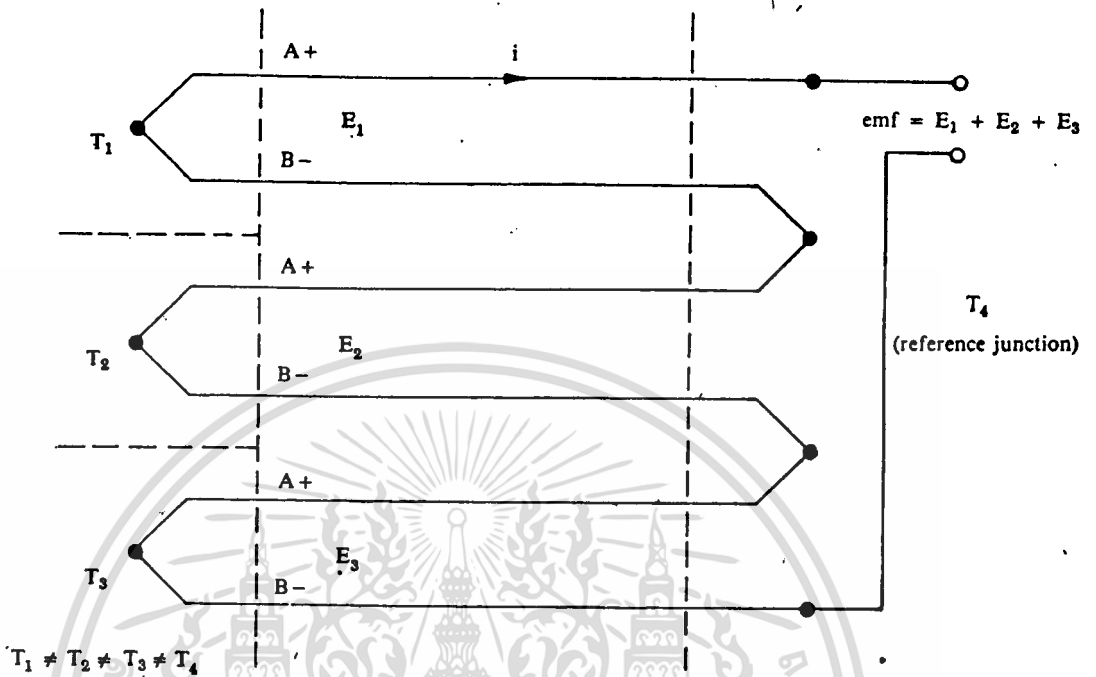
4. การเพิ่มเติมเทอร์โมคัปเปิล ที่ T_1 หรือ T_2 ตามรูปจะ ไม่มีผลต่อแรงเคลื่อนที่เกิดขึ้น



รูปที่ 1.9 การต่อเทอร์โมคัปเปิลเพิ่มไม่มีผลต่อแรงเคลื่อนที่เกิดขึ้น
(additional thermocouples at T_1 or T_2 do not affect the overall emf.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การต่ออนุกรมเทอร์โมคัปเปิล แรงเคลื่อนที่เกิดขึ้นจะเป็นผลรวมของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชุด



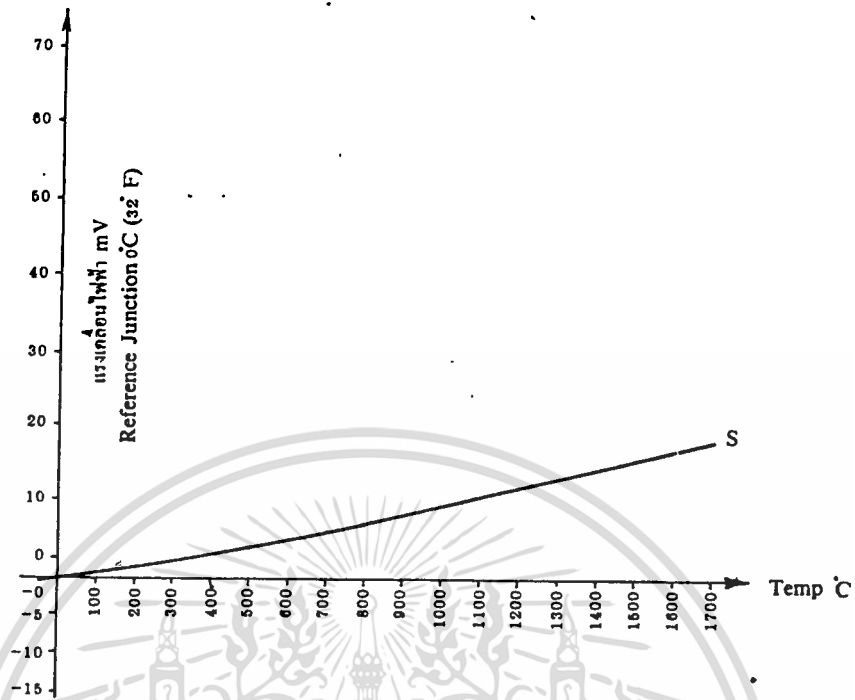
รูปที่ 1.10 การต่ออนุกรมเทอร์โมคัปเปิล emf ที่เกิดขึ้นเป็นผลรวมของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชุด
(series thermocouples can also be used to measure temperature averages, providing a special reference junction source and calibration is used)

เทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน

นับตั้งแต่ซีเบ็ค ได้ค้นพบหลักการวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิลในปี 1821 เป็นต้นมา รายละเอียดในหลักการ ได้ถูกพัฒนาให้ก้าวหน้าเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมมาโดยตลอด และได้เกิดเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐานขึ้นหลายชนิด เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ

เทอร์โมคัปเปิลแบบ S (TYPE S PLATINUM 10% RHODIUM V.S PLATINUM)

ในปี 1886 LE CHATELIER ได้ประดิษฐ์เทอร์โมคัปเปิล โดยสายลวดทำจาก พลาตินัมและสายลวดทำจากโลหะผสม 90% ของพลาตินัม + 10% ของโรเดียม สามารถวัดอุณหภูมิได้สูงถึง 1400°C ซึ่งต่อมาเทอร์โมคัปเปิลแบบนี้ได้กลายเป็นแบบ S มาตรฐานสากล ตาม IPTS 68 ระบุว่าสามารถใช้ในการสอบเทียบค่า และเปรียบเทียบเป็นค่ามาตรฐาน (CALIBRATION AND COMPARISON) ตั้งแต่จุดแข็งตัวของแอนติโมนี (630.74°C) จนถึงจุดแข็งตัวของทอง (1064.43°C) ตามกราฟแสดงรูปที่ 1.11 คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบ S

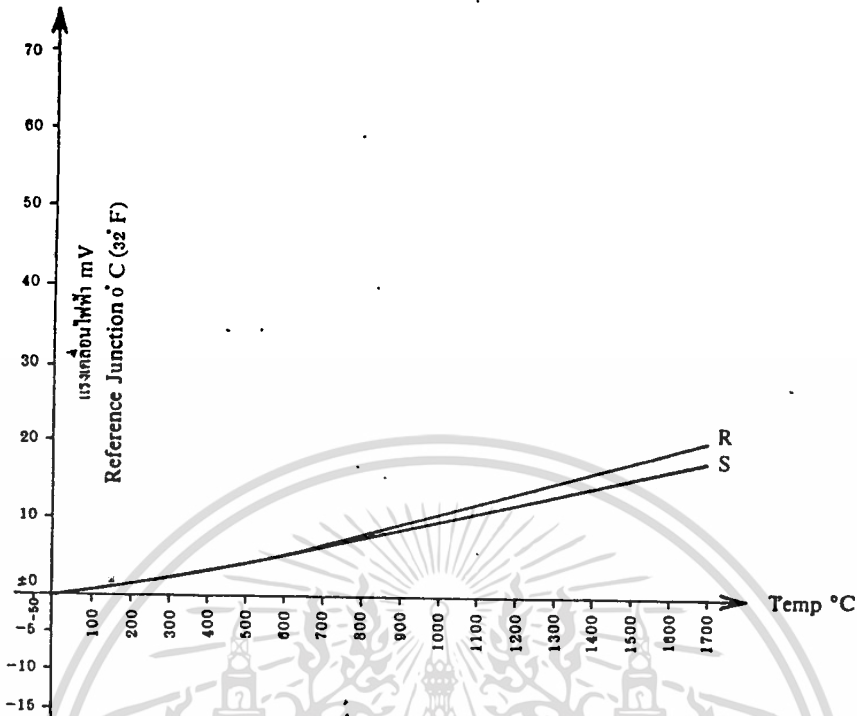


รูปที่ 1.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ S

เทอร์โมคัปเปิลแบบ S นี้สามารถใช้งานในสภาวะที่เป็น oxidizing และ inert ได้ดีโดยสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 1400°C หรือกับการใช้งานในระยะเวลายาว ๆ สามารถทนได้ถึง 1482°C แต่ไม่เหมาะสำหรับสภาวะงานที่เป็นแบบ reducing, vacuum หรือสภาพงานที่มีไอของโลหะ เช่น ตะกั่ว สังกะสี และไอของโลหะ เช่น อาเซนิก ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส ซึ่งจะให้มีอายุการใช้งานสั้นลง ถ้าจำเป็นต้องใช้จะต้องป้องกันด้วย protecting tube ที่เป็นเบอโรโลหะ เช่น อลูมินาบริสซิท ที่อุณหภูมิสูง ๆ เม็ดเกรนของพลาสติกัมจะพองตัวและพลาสติกัมก็จะเกิดสกปรก (contamination) ได้ง่ายที่อุณหภูมิสูง ๆ ทำให้แรงเคลื่อนไฟฟ้ามีค่าต่ำลง จากการวิเคราะห์ส่วนผสม (composition) ภายหลังจากการใช้งาน 20 ปี ส่วนผสมของ โรเดียมจะเปลี่ยนสภาพเป็น พาลาเดียม ทำให้มีคุณสมบัติผิดไป การเปลี่ยนสภาพเช่นนี้จะเกิดกับเทอร์โมคัปเปิลทุกแบบที่มีส่วนผสมของโรเดียม

เทอร์โมคัปเปิลแบบ R (Type R platinum 13% Rhodium V.S. Platinum)

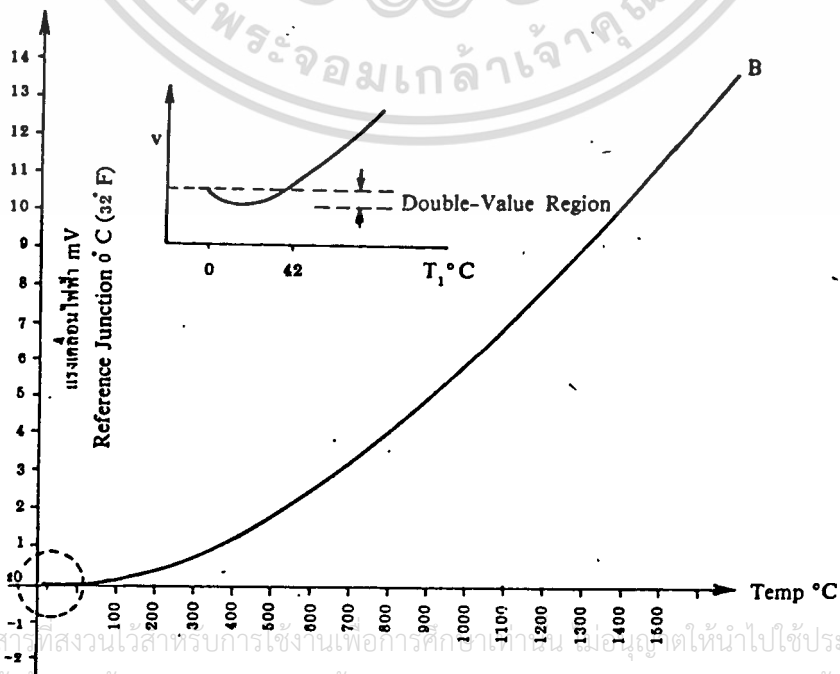
เทอร์โมคัปเปิลแบบ R สายบวกทำจาก พลาสติกัม สายลบทำจาก พลาสติกัม 87% + โรเดียม 13% ผลที่ได้จะทำให้แบบ R ให้เอาท์พุทสูงกว่าแบบ S ตามกราฟแสดงคุณสมบัติเปรียบเทียบกับแบบ S



รูปที่ 1.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ R คุณสมบัติเหมือนกับแบบ S ทนอุณหภูมิสูงสุดได้ 1400°C

เทอร์โมคัปเปิลแบบ B (Type B Platinum 30% Rhodium/Platinum 6% Rhodium)

ผลิตขึ้นครั้งแรกเมื่อปี 1954 ในประเทศเยอรมัน สายบวกทำจากแพลตินัม 70% + โรเดียม 30% สายลบทำจากแพลตินัม 94% + โรเดียม 6% คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบ B ตามกราฟที่แสดง



รูปที่ 1.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ B



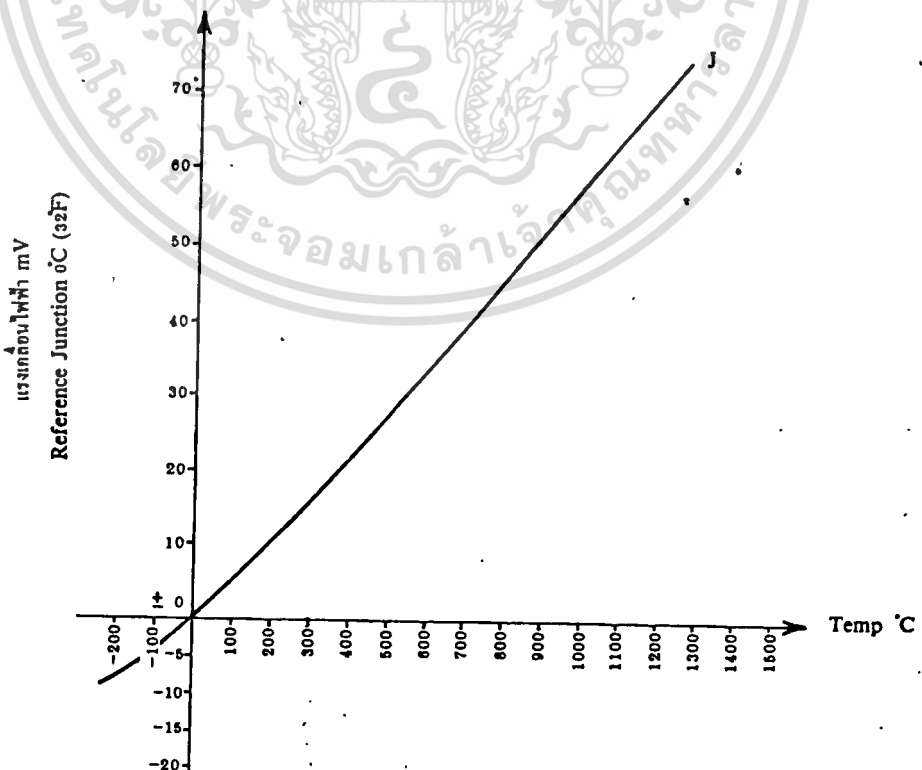
เทอร์โมคัปเปิลแบบ B จะให้แรงเคลื่อนต่ำกว่าแบบ S แต่คุณสมบัติที่เด่นกว่าคือ แข็งแรงและทนทานกว่า สามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงสุดได้ถึง 1704°C (3100°F) ในสภาวะที่เป็น oxidizing หรือ inert แต่ไม่เหมาะกับการใช้งานในสภาวะ reducing หรือ vacuum และในงานที่มีไอของโลหะเช่นเดียวกับ แบบ R และแบบ S

* เทอร์โมคัปเปิลที่ทำจากธาตุบริสุทธิ์จะให้ลิเนียร์ที่ดี แต่ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ *

เทอร์โมคัปเปิลแบบ J (Type J Iron V.S. Constantan)

เนื่องจากพลาทินัมเป็นธาตุที่มีราคาแพง เพื่อที่จะทำให้เทอร์โมคัปเปิลมีราคาถูกลงได้มีการค้นคว้าหาวัสดุที่มีราคาถูกกว่าเพื่อใช้แทนพลาทินัม วัสดุที่เริ่มทดลองใช้ เช่น เหล็ก นิกเกิล นิกเกิลบริสุทธิ์ เพราะมากในสภานงานที่เป็น oxidizing การทดลองต่อมาพบว่าโลหะผสมระหว่าง 60% ของทองแดง + 40% ของนิกเกิล ที่ต่อมาเรียกว่า constantan สามารถแก้ปัญหานี้ได้ เทอร์โมคัปเปิลที่ใช้สายบวกทำด้วยเหล็ก และสายลบทำด้วย constantan จึงถือกำเนิดขึ้น และต่อมากลายเป็นแบบมาตรฐาน แบบ J

คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบ J เหมาะสำหรับสภาพงานที่เป็น vacuum, oxidizing, reducing หรือ inert ที่อุณหภูมิไม่เกิน 760°C ไม่เหมาะสำหรับงานที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0°C และที่อุณหภูมิสูงกว่า 538°C (1000°F) สายที่เป็นเหล็กจะเกิด oxidization ด้วยอัตราสูงกว่าปกติมาก สำหรับอุณหภูมิที่สูงกว่า 538°C จะต้องใช้สายเทอร์โมคัปเปิลขนาดใหญ่จะช่วยให้อายุการใช้งานยืนยาว จากการทดลองใช้งานภายใน 20 ปี พบว่าส่วนผสมของโลหะเทอร์โมคัปเปิลจะเปลี่ยนไป 0.5% (แมงกานีสเพิ่มขึ้นในเนื้อเหล็ก)



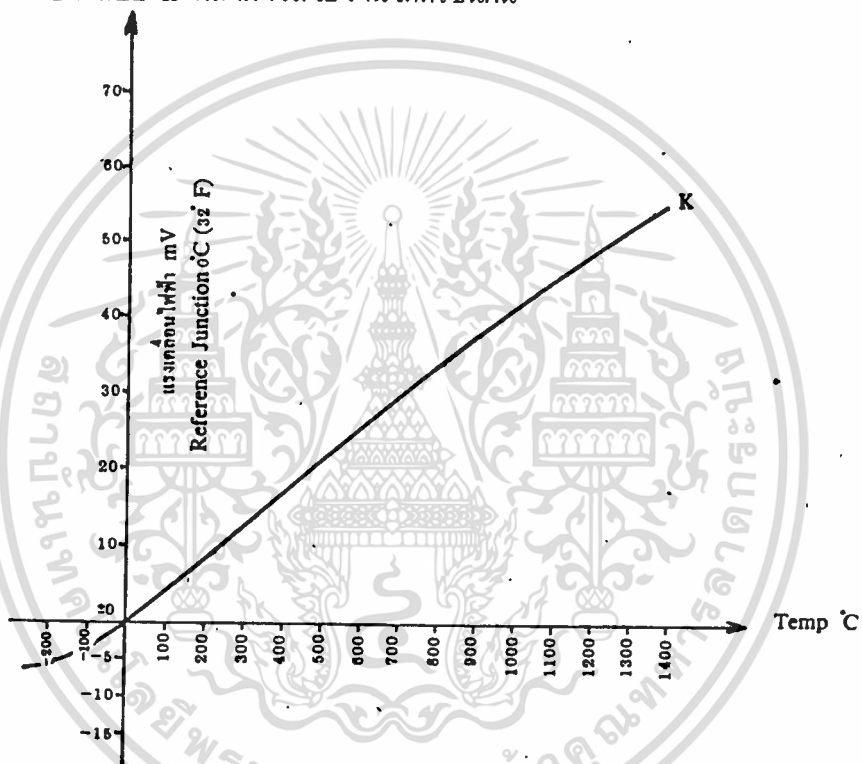
รูปที่ 1.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ J

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เผยแพร่ให้ประชาชนโดยเสรี

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทอร์โมคัปเปิลแบบ K (Type K Chromel V.S. Alumel)

เพื่อที่จะทำให้เทอร์โมคัปเปิลสามารถวัดอุณหภูมิได้สูงกว่าแบบ J และมีราคาถูกกว่าจึงได้มีผู้ประดิษฐ์เทอร์โมคัปเปิลแบบใหม่ที่สายบวกทำจากโลหะผสมระหว่าง นิกเกิล 10 % + โครเมียม 90% และสายลบทำจากโลหะผสมระหว่าง นิกเกิล 95% +5% ของส่วนผสมระหว่าง อลูมิเนียม, แมงกานีส และซิลิกอน ซึ่งต่อมาได้กลายเป็นแบบมาตรฐานแบบ K เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด สามารถใช้กับสภาวะงานที่เป็น oxidizing หรือ inert ได้ดีกว่าแบบอื่น สามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 1260° C (2300° F) และที่อุณหภูมิต่ำถึง - 250° C (-420° F) ในสภาวะงานที่ต้องรับการแผ่รังสีโดยตรงจากแหล่งกำเนิดความร้อน แบบ K ก็สามารถใช้งานได้ดีเช่นกัน



รูปที่ 1.15 แบบ K

คุณสมบัติที่เด่นมากของเทอร์โมคัปเปิลแบบ K คือให้แรงเคลื่อนเอาต์พุตสูงกว่าแบบอื่น ๆ

ข้อควรระวัง ไม่ควรใช้เทอร์โมคัปเปิลแบบ K สัมผัสโดยตรงกับ

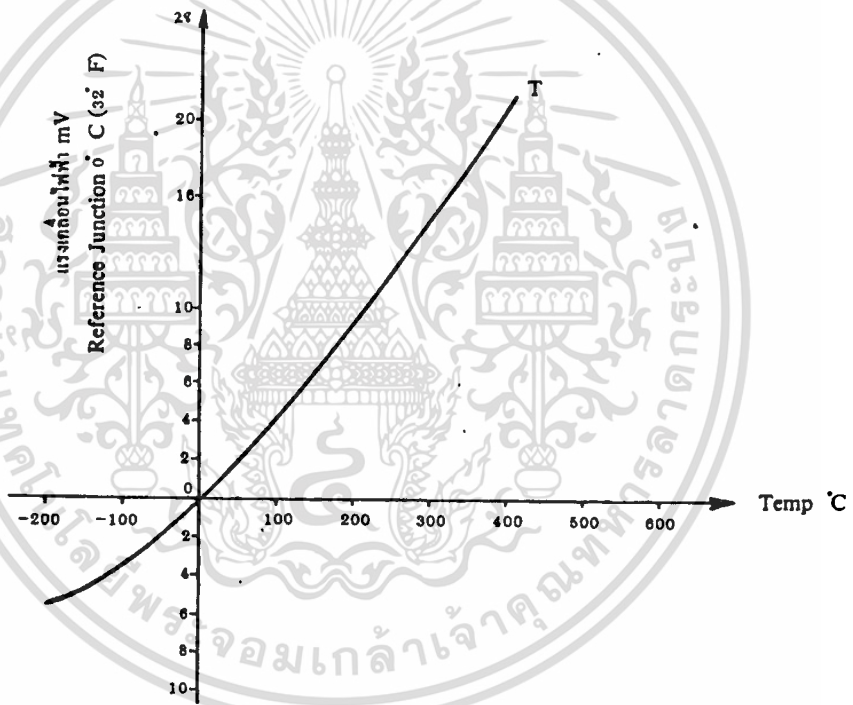
1. ในสภาวะงานที่เป็น reducing หรือเป็นการใช้งานสลับกันระหว่าง oxidizing และ reducing
2. สภาวะงานที่มีไอของซิลเฟออร์ เพราะซิลเฟออร์จะทำลายโลหะทั้งคู่ของเทอร์โมคัปเปิล โดยเฉพาะสายลบจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
3. สภาวะงานที่เป็น vacuum ยกเว้นในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าจำเป็นต้องใช้งานเทอร์โมคัปเปิลกับสภาพดังกล่าวนี้จะต้องใช้ protecting tube ป้องกันเสียก่อนอายุการใช้งานของเทอร์โมคัปเปิลแบบ K นี้ประมาณ 20 ปี เพราะหลังจากนั้นส่วนผสมจะเปลี่ยนไปโดยจะมีเหล็กเพิ่มขึ้นประมาณ 2% และส่วนผสมบางอย่างเช่น แมงกานีส จะลดปริมาณลง

เทอร์โมคัปเปิลแบบ T (Type T Copper V.S. Constantan)

เป็นเทอร์โมคัปเปิลแบบที่เหมาะสมสำหรับการวัดอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งของน้ำ สายบวกของเทอร์โมคัปเปิลแบบ T ทำจากทองแดง และสายลบทำจาก constantan ในสภาพการใช้งานปกติสามารถวัดอุณหภูมิได้ต่ำถึง -184°C แต่อุณหภูมิทางบวกวัดได้ต่ำกว่าแบบอื่น ๆ คือ ประมาณ 370°C เท่านั้นเพราะที่อุณหภูมิสูงกว่า 370°C อัตราการเกิด oxide ของโลหะเทอร์โมคัปเปิลจะเพิ่มมากขึ้น เป็นแบบที่ทนการกัดกร่อนในบรรยากาศที่มีความชื้นได้ดีเป็นพิเศษ และสามารถใช้งานในสภาวะที่เป็น vacuum, oxidizing, reducing หรือ inert ได้ดี

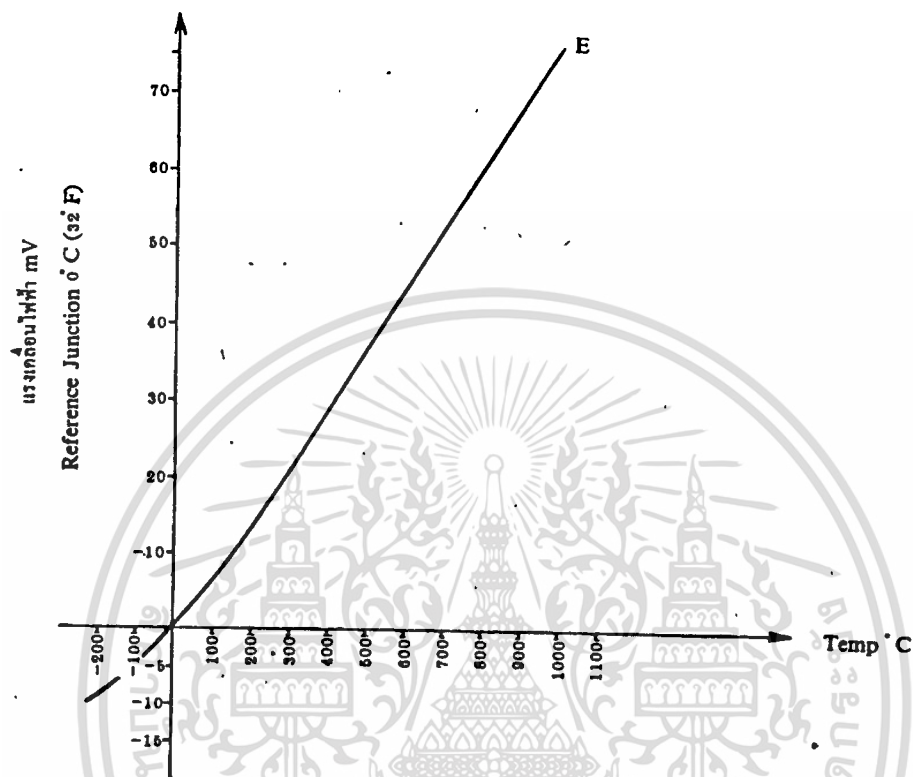


รูปที่ 1.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ T

การใช้งานที่ต้องสัมผัสกับการแผ่รังสีโดยตรงจะทำให้ส่วนผสมของเทอร์โมคัปเปิลเปลี่ยนไปได้ จึงไม่เหมาะกับงานลักษณะนี้ จากการทดลองใช้งานใน 20 ปี ส่วนผสมของนิเกิล และ สังกะสี จะเพิ่มประมาณ 10%

เทอร์โมคัปเปิลแบบ E (Type E Chromel V.S. Constantan)

สายบวกทำจากส่วนผสมระหว่าง 10% ของโครเมียม + 90% ของนิเกิล และสายลบทำจาก constantan อุณหภูมิใช้งานปกติอยู่ระหว่าง -250°C ถึง 871°C เหมาะกับสภาพงานที่เป็น oxidizing คุณสมบัติด้านอื่น ๆ คล้ายกับเทอร์โมคัปเปิลแบบ K



รูปที่ 1.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิของเทอร์โมคัปเปิลแบบ E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ขยายสัญญาณและแปลงเป็นสัญญาณมาตรฐาน

เทอร์โมคัปเปิลจะวัดค่าได้เป็น mV ซึ่งเป็นค่าแรงดันต่ำมากจะต้องนำมาทำการขยายให้เป็นสัญญาณที่สูงขึ้น โดยต่อเข้ากับวงจรขยาย (AMPLIFIER CIRCUIT) ซึ่งภายในวงจรจะมีปุ่มให้ปรับค่า ZERO และ SPAN ได้ เพื่อให้สัญญาณ OUTPUT ออกมาได้ตามค่ามาตรฐาน เช่น 1-5V , 0-10V , 4-20mA

วงจรขยายแรงดันต่ำ (LOW LEVEL AMPLIFIER)

รายละเอียด (SPECIFICATIONS)

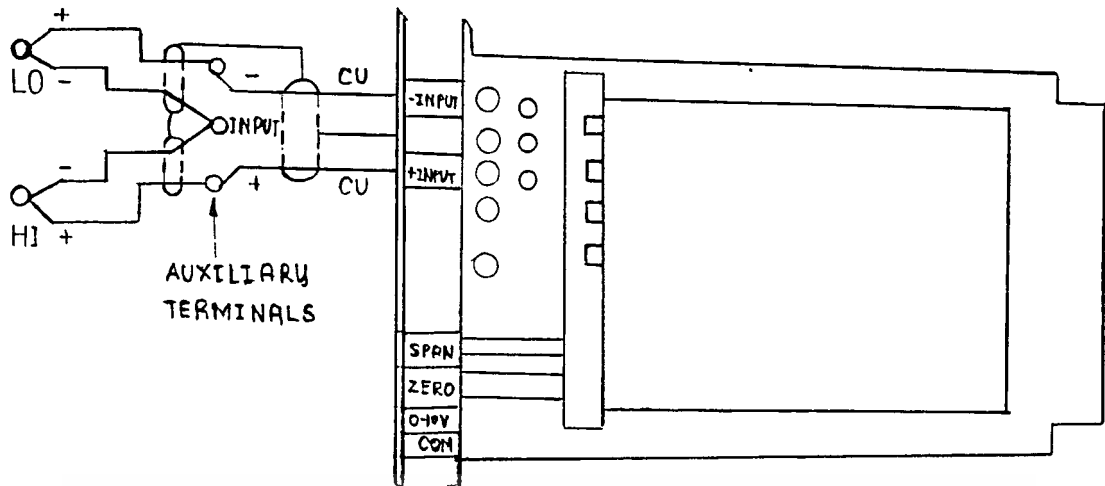
INPUT	VOLTAGE RANGE : 0-2mV/0-100mV
	SPAN : 2 TO 100 IN mV
	IMPEDANCE : 1 MEG OHM AT 10 mVDC INPUT SPAN
OUTPUT	VOLTAGE : 0-10 VDC LOAD IMPEDANCE
	LOAD IMPEDANCE : 2 kilo OHM MINIMUM
ISOLATION	INPUT IS COMPLETELY DC ISOLATED FROM OUTPUT SIGNAL AND POWER SUPPLY BY TRANSFORMER COUPLING
DEADBAND	PROGRAMMABLE TO A NOMINAL VALUE ($\pm 15\%$ OF DESIRED DEADBAND). 0.5 OR 5 PERCENT OF INPUT SPAN , SWITCH SELECTABLE.
ACCURACY	$\pm 0.5\%$
REPEATABILITY	$\pm 0.1\%$
RESPONSE	CONTACT OUTPUT CHANGES STATE WITHIN 10 MILLISECONDS FOR A 0.1 % INPUT CHANGE AT ALARM POINT
BURNOUT PROTECTION	OUTPUT WILL DRIVE FULL UPSCALE OR DOWNSCALE ON OPEN CIRCUIT INPUT ; ACTION IS PROGRAMMABLE AS REQUIRED.
THERMOCOUPLE TYPE	REFERENCE JUNCTION COMPENSATION IS AVAILABLE FOR ANSI TYPE E, J, K, R, S, T THERMOCOUPLE WHEN REQUIRED.
POWER FAILURE ALARM (optional)	LIGHT EMITTING DIODE ON THE FRONT EDGE OF CARD INDICATES LOSS OF POWER WHILE NORMALLY OPEN RELAY CONTACTS PROVIDE AN ALARM OUTPUT.
ACCURACY	$\pm 0.1\%$ AT 5 mVdc INPUT SPAN
INPUT NOISE REJECTION	TRANSVERSE : 45 dB AT 60 Hz COMMON MODE : GREATER THAN 100dB AT 60 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

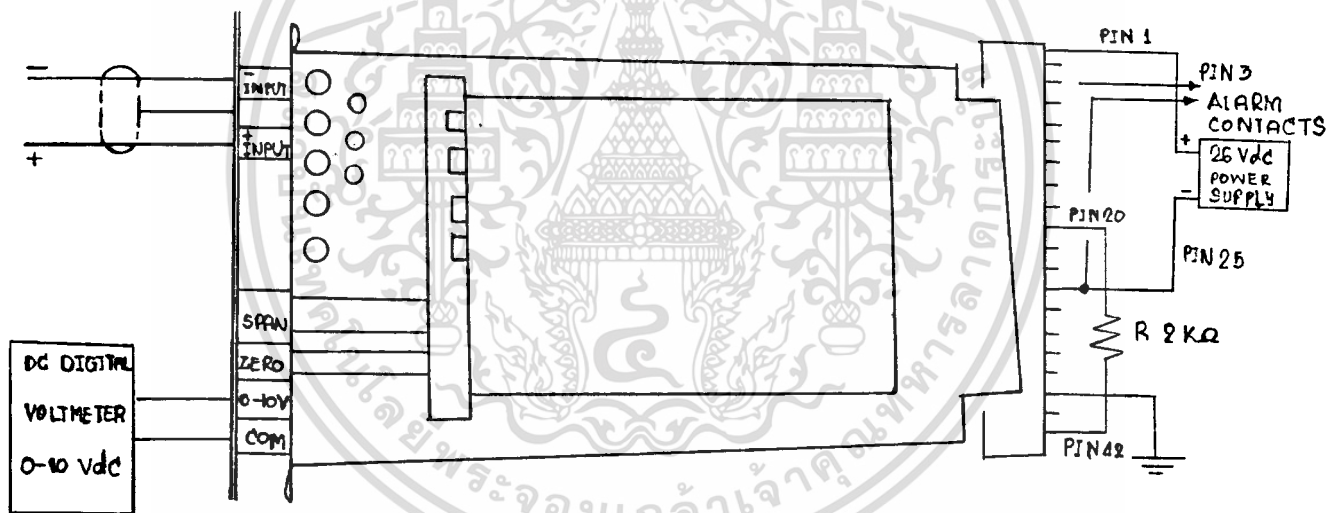
OUTPUT PARD	20mV (p-p) MAXIMUM
FREQUENCY RESPONSE	6dB at 1.0 Hz
AMBIENT TEMPERATURE	
LIMITS	0 TO 60° C (32° TO 140° F)
AMBIENT TEMPERATURE	
EFFECT	±0.02%/°C AT 10mVdc SPAN
HUMIDITY	OPERABLE TO 90% RH
POWER REQUIREMENT	70 mAdc AT 27 VDC (OPERABLE FROM 22 TO 30 Vdc)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

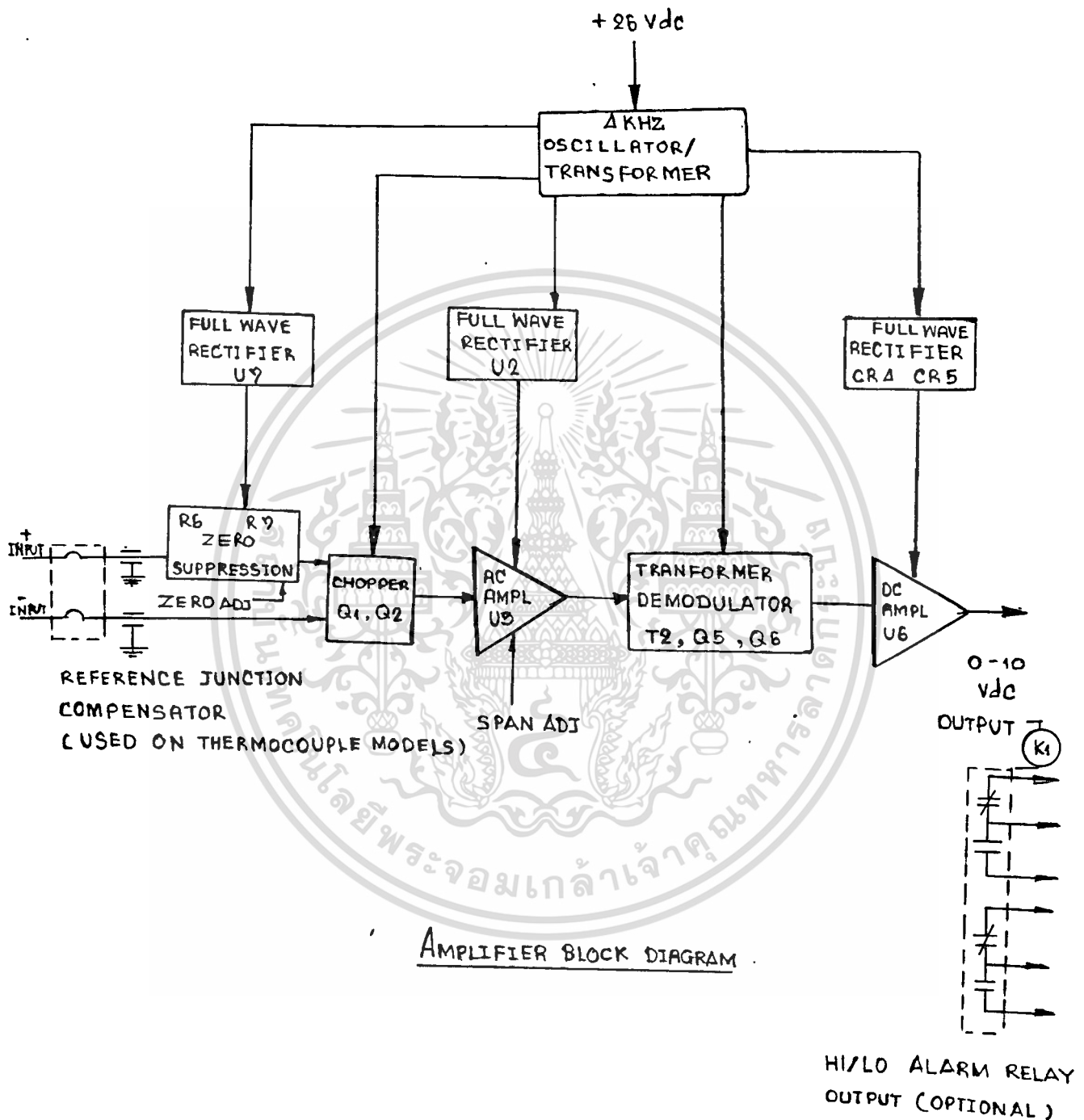


การต่อ THERMOCOUPLE



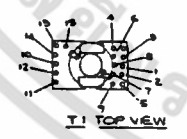
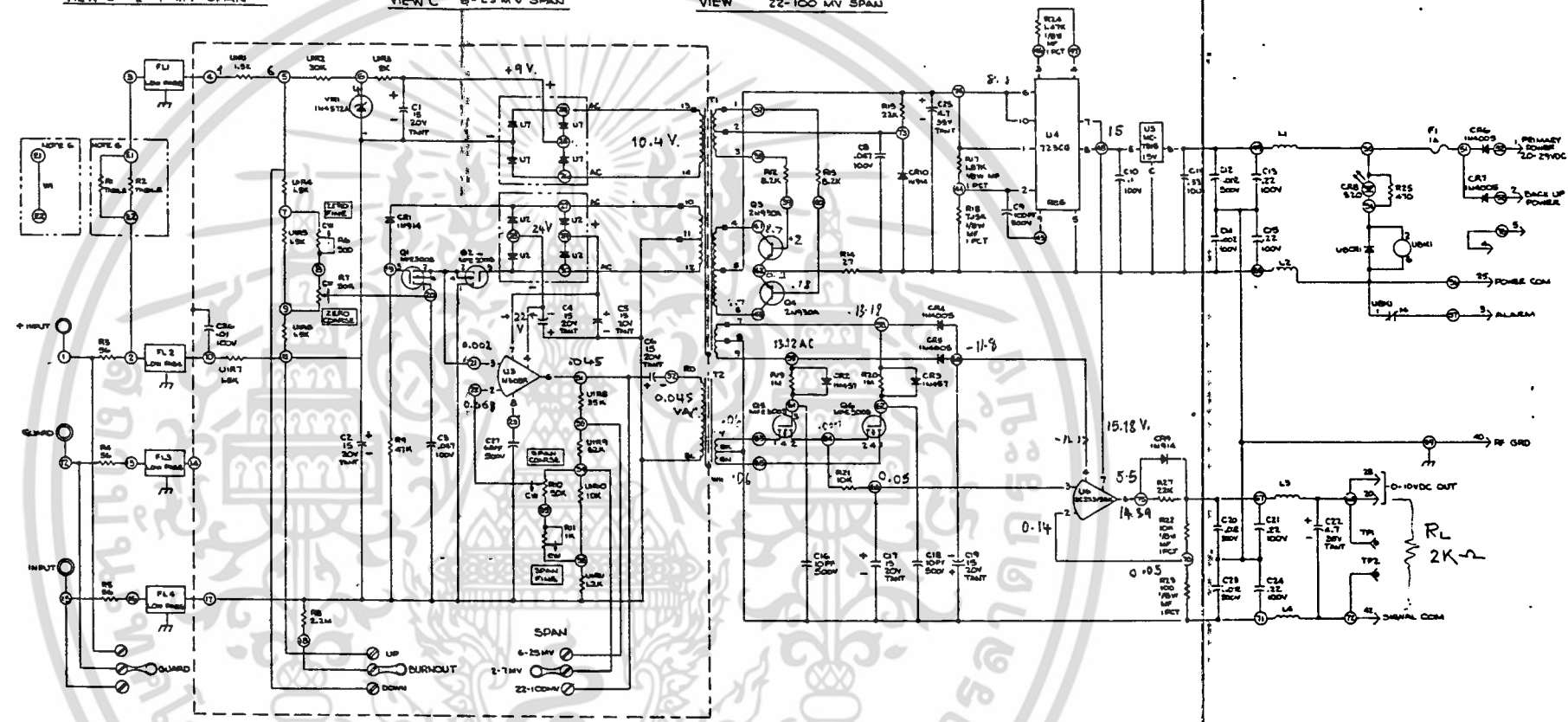
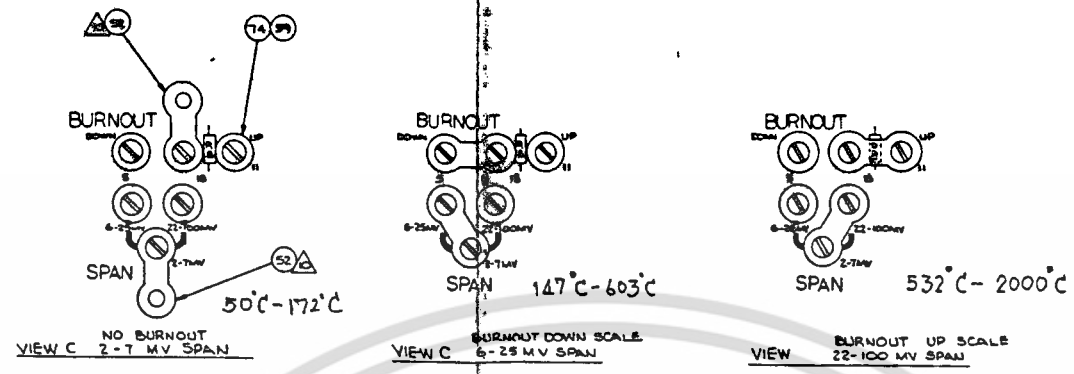
1. CARD มี 42 PIN จากบนคือ 1 และล่างสุดคือ 42
2. ค.ต.ท. คร่อม LOAD ควรใช้ ค่าสุด 2KΩ
3. 0-10 VDC จากขั้ว + เทียบกับกราวด์สัญญาณ เป็น OUT PUT
4. 26 VDC จากขั้ว + เทียบกับกราวด์ของแหล่งจ่ายเป็น POWER SUPPLY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



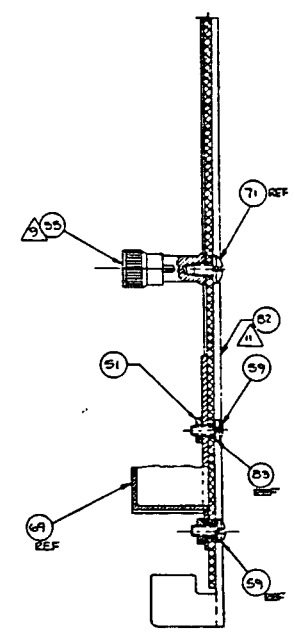
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TITLE		AMPLIFIER ASSEMBLY - LOW LEVEL		DATE	REV.	BY	CHKD.	APP'D.	QTY.	UNIT	PRICE	REMARKS
REV.	DESCRIPTION	DATE	BY	CHKD.	APP'D.	QTY.	UNIT	PRICE	REMARKS			
1	ISSUED	10/15/50	W.P. MINTO									
SEE SHEET #1												

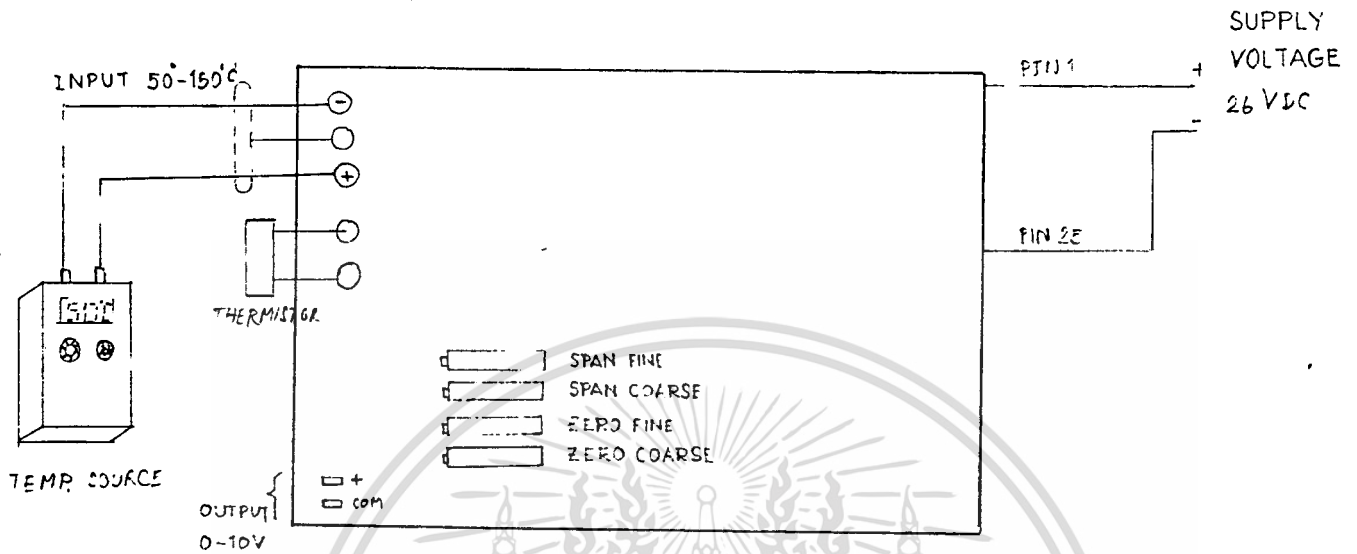


NO.	DESCRIPTION	QTY.
	HOLE LET.	

HIGHEST OCCURRENCE DESIGNATIONS USED													
C17	CA10	R2	F1	PLA	14	LAMP	10	OK	R27	T2	UB	VR1	VR1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การปรับและอุปกรณ์ขยายแรงดันต่ำ (CALIBRATION)

การทำงานของวงจรตาม AMPLIFIER BLOCK DIAGRAM

วงจรมหาสัญญาณแรงดันต่ำจะแปลงสัญญาณ DC ต่ำ คือ -45 ถึง +145 mV เป็นสัดส่วนกับ 0-10 V ของ OUTPUT จาก BLOCK DIAGRAM เมื่อสัญญาณ INPUT ถูกส่งเข้ามาที่ REFERENCE JUNCTION COMPENSATOR แล้วผ่านวงจรกรองให้สัญญาณความถี่ต่ำผ่าน, เข้าวงจร ZERO SUPPRESSION จนถึงวงจร CHOPPER วงจร CHOPPER จะแปลงให้เป็นสัญญาณ 4 KHz ซึ่งถูกขยายให้เป็นสัญญาณ AC การเลือกใช้ย่านของ SPAN ใช้ได้ 3 ย่าน โดยการต่อ LINK ตามกำหนด (NO BURNOUT, BURNOUT DOWN AND BURNOUT UP SCALE) SPAN ถูกปรับได้จาก 2 ถึง 100 mV สัญญาณที่เป็น AC แล้วถูกแปลงเป็นกระแสโดยตรงด้วย TRANSFORMER/DEMULATOR และส่งไปขยายเป็น DC ที่ U6

OUTPUT ของ U6 คือ 0-10 Vdc

เมื่อ POWER INPUT FAIL แสงที่ DIODE CR8 ที่ข้างหน้า CARD จะดับ จะแสดงผลของ POWER FAILURE ถ้า CR8 เสียที่ตัวมันเอง วงจรก็จะทำงานปกติ
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่แปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจร CHOPPER ซึ่งประกอบด้วย Q1, Q2 โดยมีผลจากภาค POWER SUPPLY 4KHz ป้อนเข้าที่ขาเกตเพื่อบังคับให้ MOSFET ทำหน้าที่ SWITCH ที่ความถี่ 4KHz วงจรส่วนนี้ จัดวงจรเป็นวงจร Mod แบบ AM. โดยมีอินพุตซึ่งเป็นอินพุตที่มาจาก TC. ป้อนเข้าที่จุด 20 ซึ่งเป็นขาซีด ของ MOSFET เมื่อทำการ mod กันแล้วเอาพุตที่ได้ที่จุด 20 จะมีความถี่เท่าเดิมแต่ Amplitude เปลี่ยนไปตามอินพุต AC AMPL. วงจรขยายสัญญาณ ซึ่งรับสัญญาณอินพุตมาจาก ขา DRAIN ของ G1, Q2 ซึ่งเป็นลักษณะสัญญาณ AC. U3 จัดวงจรเป็นวงจรแบบ NON-INVERTING ซึ่งวงจรสามารถที่จะปรับเกณฑ์การขยายได้ ซึ่งการปรับเกณฑ์ก็คือการปรับ SPAN นั้นเอง U3 จะทำการยกระดับสัญญาณซึ่งสัญญาณที่ได้ที่จุด 31 ยังคงเป็น AC อยู่

TRANSFORMER/DEMODULATOR T2, Q5, Q6

สัญญาณที่ได้ จาก U3 จะถูกส่งเข้าขด Primary ของ T2 แล้ว ถูกอินคิวไปยังขด SECONDARY เพื่อทำการ DEMOD โดยมี Q5, Q6 ซึ่งถูกจัดวงจรให้ทำงานในลักษณะ SWITCH ที่ความถี่ 4KHz จุดประสงค์ของการ DEMOD ก็คือต้องการดึงเอาสัญญาณอินพุต ซึ่งถูก MOD รวมเข้ากับสัญญาณกลับคืนมา ซึ่งสัญญาณที่ได้จะถูกส่งออกที่จุด 64 ซึ่งเป็นขา.....ของ MOSFET

FULL WAVE RECTIFIER U7

รับอินพุตเป็นไฟ 10 VAC ที่ขั้ว 13, 14 ซึ่งมีขด DIODE BRIDGE เป็นตัว RECTIFIER ให้ OUT PUT ออกมาเป็นไฟ DC 15 V และมี C1 เป็นตัว FILTER

FULL WAVE RECTIFIER U2

รับอินพุตเป็นไฟ 10 VAC ที่ขั้ว 10, 12 เป็น BRIDGE RECTIFIER OUT PUT ออกมาเป็นไฟ DC 15 V จะมี C4, C5 เป็น FILTER

FULL WAVE RECTIFIER CR4, CR5

รับอินพุตเป็นไฟ AC 13 V ผ่าน CR4, CR5 เป็นไฟ DC - 11.8 V และจะมี C19 เป็นตัว FILTER

4 KHz OSCILATOR/TRANSFORMER T1, Q3, Q4

ไฟจาก POWER SUPPLY + 26 VOLT ป้อนเข้าที่จุด 52 และจุด 56 ต่อ 0V POWER SUPPLY จากภายนอก และผ่านส่วนฟิลเตอร์ในวงจร แล้วป้อนเข้า U5 MC 7815 ซึ่งเป็น IC REEGLATOR ไปบวกได้ O/P ที่ขา E เป็นไฟบวก 15 V และป้อนเข้า U4 ซึ่งเป็น IC REEGLATOR เช่นกัน ได้ OUT PUT 9.2 VDC. ที่จุด 74 แล้วป้อนเข้า T1 ที่ขดที่ 5 ด้าน PRIMARY แล้วไปออกที่ขดที่ 4 ของ T1 เพื่อไปเลี้ยง Q3 ที่ขา C และอีกขดหนึ่งคือ ขา 6 ไปเลี้ยงขา C ของ Q4 ซึ่ง Q3 และ Q4 ทำหน้าที่ในการสวิทซ์ เพื่อกำเนิดไฟ AC โดยใช้ความถี่ในการสวิทซ์ 4KHz แล้วอินคิวผ่านไปยัง SECONDARY

ภาค DC AMP

ซึ่งมี U6 ถูกจัดวงจรในลักษณะ NON - INVERTING ซึ่งเกณฑ์การขยายขึ้นไปด้วยกับ R22 และ R23 ซึ่งเกณฑ์การขยาย ($1 + R22$) ซึ่งเอาพุทที่ได้จะมีค่าตั้งแต่ (0-10 V.DC) หรือ (0-5 VDC)

ZERO SUPPRESSION

วงจรประกอบด้วย R6, R7 ซึ่งวงจรถูกจัดในลักษณะ DEVIDER ที่สามารถปรับค่าได้ การปรับค่า R6 และ R7 เป็นการปรับเพื่อลดค่า VOLTAGE อินพุทที่ส่งไปเป็นอินพุท ของวงจร CHOPPER



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับแต่ง (CALIBRATION)

การปรับแต่งที่อุปกรณ์ขยายแรงดันต่ำ ซึ่งสามารถใช้ได้หลาย TYPE ของสายวัด แต่สมมติให้ใช้ TYPE K ในการปรับแต่ง ซึ่งมี RANGE INPUT ตามตารางข้างล่าง ตามตาราง INPUT ซึ่งแสดงเป็น °C ได้ใช้ เครื่องป้อนสัญญาณแปลงเป็น MILLI VOLT แบบ TYPE K ภายในเครื่องเรียบร้อยแล้ว ซึ่งค่า MILLI VOLT จะเข้าไปในอุปกรณ์ขยายแรงดันต่ำแทนค่าอุณหภูมิแต่ละค่า เพื่อให้ได้ OUTPUT ตามตารางข้างล่าง

INPUT	OUTPUT	
	V	V
50	0	0
75	2.5	4.25
100	5	2.5
125	7.5	3.75
150	10	5.0

ตารางที่ 1.

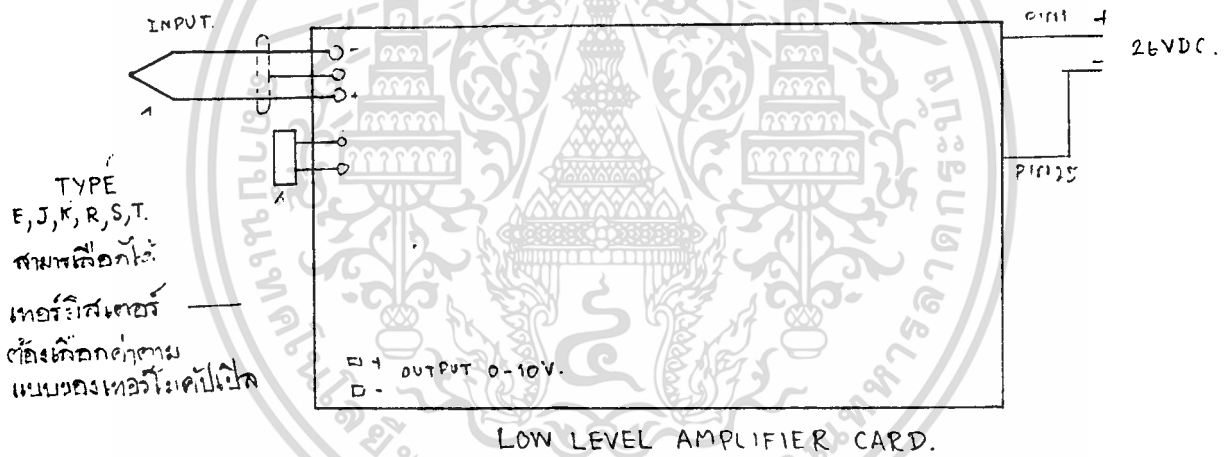
ขั้นตอนการปรับแต่ง (CALIBRATION PROCEDURE)

1. เมื่อป้อน INPUT 50°C ให้ปรับ ZERO ให้ได้ OUTPUT 0 VOLT
2. ป้อน INPUT 150°C ให้ปรับ SPAN ให้ได้ OUTPUT 10 VOLT หรือ 5 VOLT
3. ทดลองข้อ 1 และ 2 จนกระทั่งได้ค่า INPUT ตรงกับ OUTPUT ตามตารางที่ 1

หมายเหตุ : อุปกรณ์ขยายแรงดันต่ำนี้จะมีการปรับ ZERO และ SPAN ด้วยพืดปรับเทียบและละเอียดทั้งคู่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา จึงทำให้สามารถปรับค่า INPUT และ OUTPUT ถัดออกมายิ่งขึ้น
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือก TYPE ของ THERMOCOUPLE

อุปกรณ์ขยายแรงดันต่ำที่ใช้วัดอุณหภูมิ ซึ่งเราสามารถต่อสาย THERMOCOUPLE ได้หลาย TYPE เช่น TYPE E, J, K, R, S, T ซึ่งแต่ละ TYPE ที่ใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ขยายแรงดันต่ำนั้นจะต้องมีตัวชดเชยอุณหภูมิของอุณหภูมิรอบ ๆ ตัวอุปกรณ์ (AMBIENT TEMP) ในการวัดนี้เราใช้เทอร์มิสเตอร์มาเป็นตัวชดเชยการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของ AMBIENT TEMP ซึ่งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเป็นเชิงเส้นกับ TYPE ของ THERMOCOUPLE ที่ใช้ในช่วง AMBIENT TEMP ซึ่งค่าของเทอร์มิสเตอร์ที่ใช้กับ THERMOCOUPLE แต่ละ TYPE จะมีค่าไม่เท่ากัน ฉะนั้นจะต้องกำหนดค่าของเทอร์มิสเตอร์ตาม TYPE เช่น THERMOCOUPLE TYPE K ที่ใช้กับอุปกรณ์วัดนี้ต้องใช้เทอร์มิสเตอร์ค่า 135.6 OHM ที่ 25°C การต่อเข้าอุปกรณ์ขยายแรงดันต่ำ (CARD) ผลที่จุด E1, E2 ตามรูปข้างล่าง

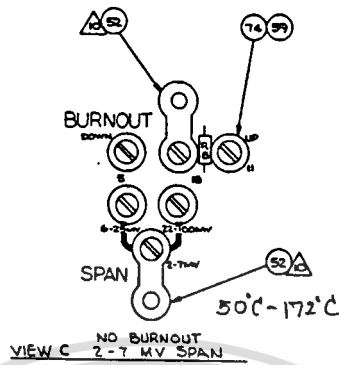


ผลที่จุดเลือก TYPE ของ THERMOCOUPLE และ เทอร์มิสเตอร์

การต่อเลือกย่านอุณหภูมิที่จะวัด (BURNOUT)

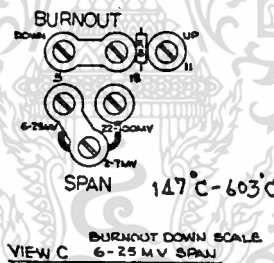
การเลือกย่านการวัดอุณหภูมิในกรณีที่เราต้องการวัดอุณหภูมิในย่านที่เราต้องการตัดเลือก การต่อ BURNOUT ที่เหมาะสมกับย่านการวัดดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. NO BURNOUT ใช้วัดอุณหภูมิในย่าน $50 - 172^{\circ}\text{C}$ (2-7 mV. SPAN)
ตามรูปจะปล่อย JUMP ให้ล้อยาว



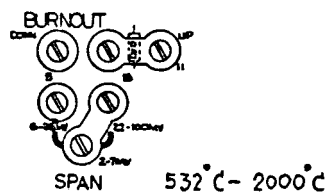
2. BURNOUT DOWN SCALE ใช้วัดอุณหภูมิในย่าน $147 - 603^{\circ}\text{C}$ (6-25 mV. SPAN)

ต่อตามรูป



3. BURNOUT UP SCALE ใช้วัดอุณหภูมิในย่าน $532 - 2000^{\circ}\text{C}$ (22-100 mV. SPAN)

ต่อวงจรตามรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ VIEW BURNOUT UP SCALE 22-100 MV SPAN นี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST SIGNAL AT POINT 9 LC CIRCUIT

POINT

43

23.15 V_{p-p}

48

15.25 V_{p-p}

46, 47

7.6 V_{p-p}

44

9.55 V_{p-p}

44

7.6 V_{p-p}

45

11 V_{p-p}

43

1.5 V_{p-p}

POINT

ทรานซิสเตอร์ 17 kHz

(37), (38)



(39)



(40)



(41)



(43)



(42)

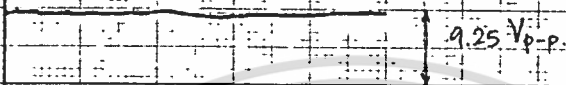


POINT

24, 26



25

9.25 V_{p-p} 

27, 30

25.7 V_{p-p} 

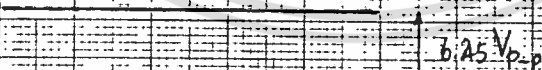
28

-12.5 V_{p-p} 

29

+12.5 V_{p-p} 

6

6.25 V_{p-p} 

POINT

7

-140 mV_{p-p}

8

$+80 \text{ mV}_{p-p}$

20, 19

20 $\approx 20 \text{ V}_{p-p}$
19 $\approx 0 \text{ V}_{p-p}$

20 $\approx 20 \text{ mV}_{p-p}$
19 $\approx 0 \text{ V}_{p-p}$

19, 30

-12.5 V_{p-p}

21

5 mV_{p-p}

22

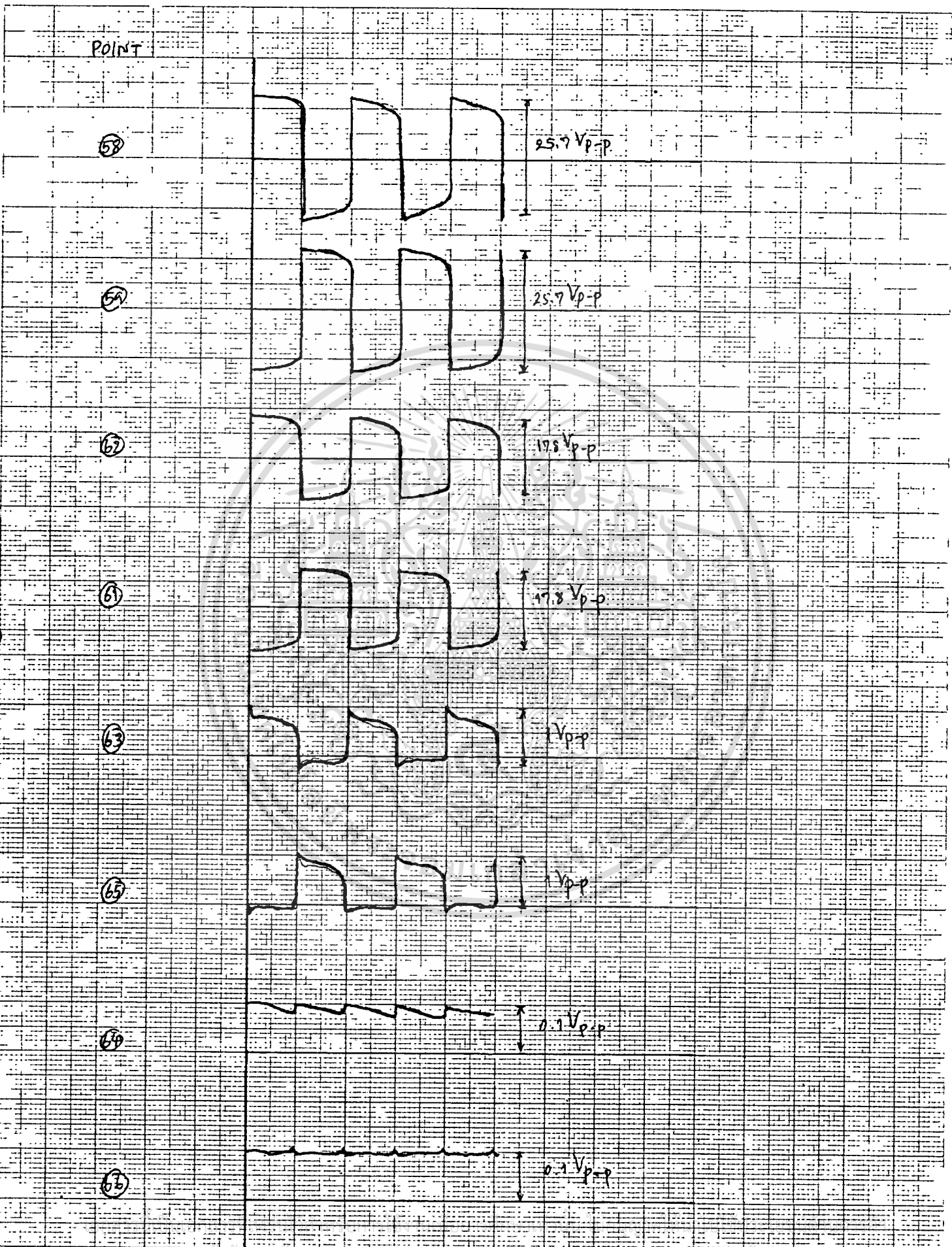
12 mV_{p-p}

31

0.48 V_{p-p}

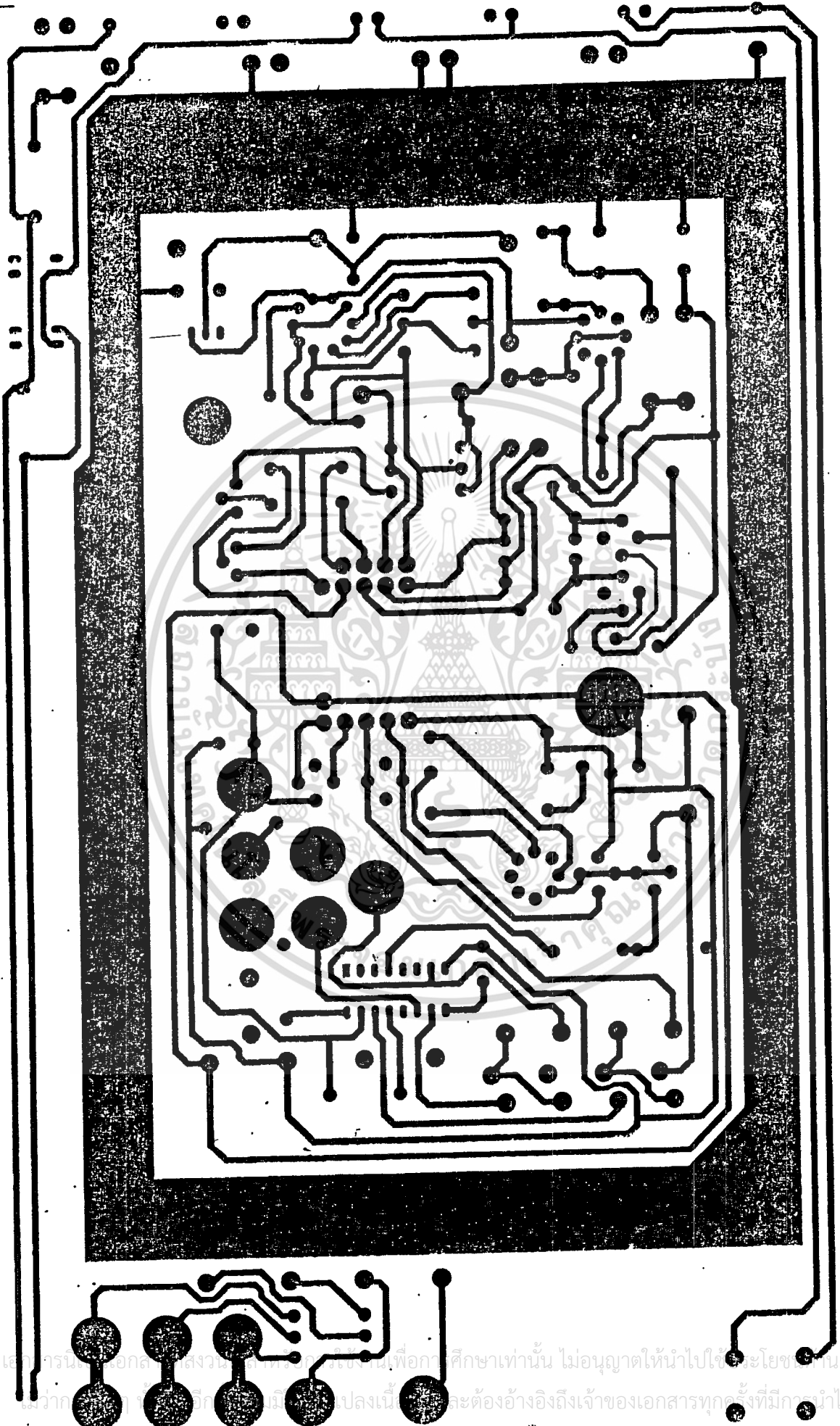
32

0.48 V_{p-p}



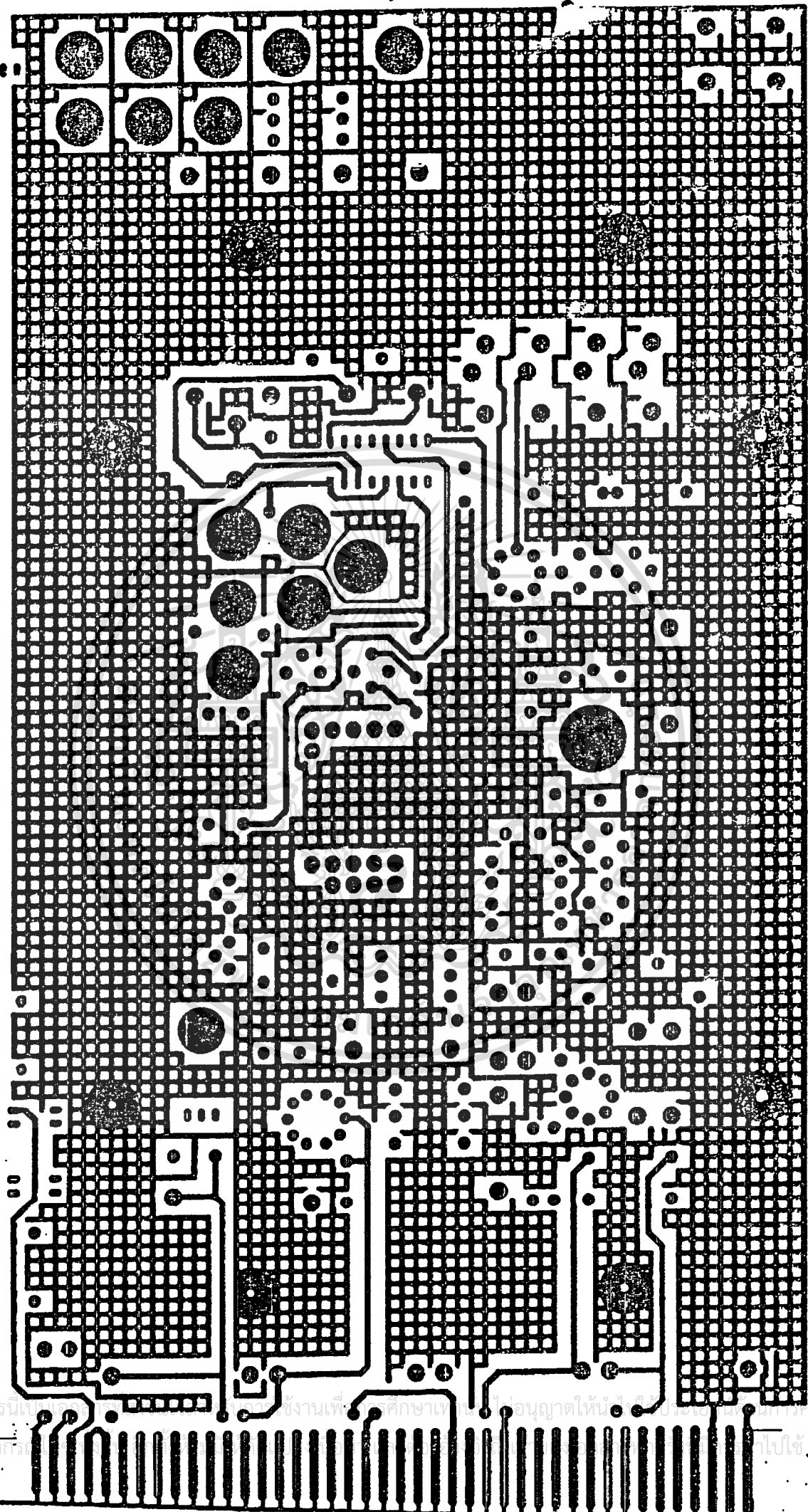
ไม่วารณใดๆ ทงสน อักทงทนมเห็ดแบลงเนือหา และตองอององงเจาของเอกสารทวคกรทนาการนาไปไซ

นิพนธ์

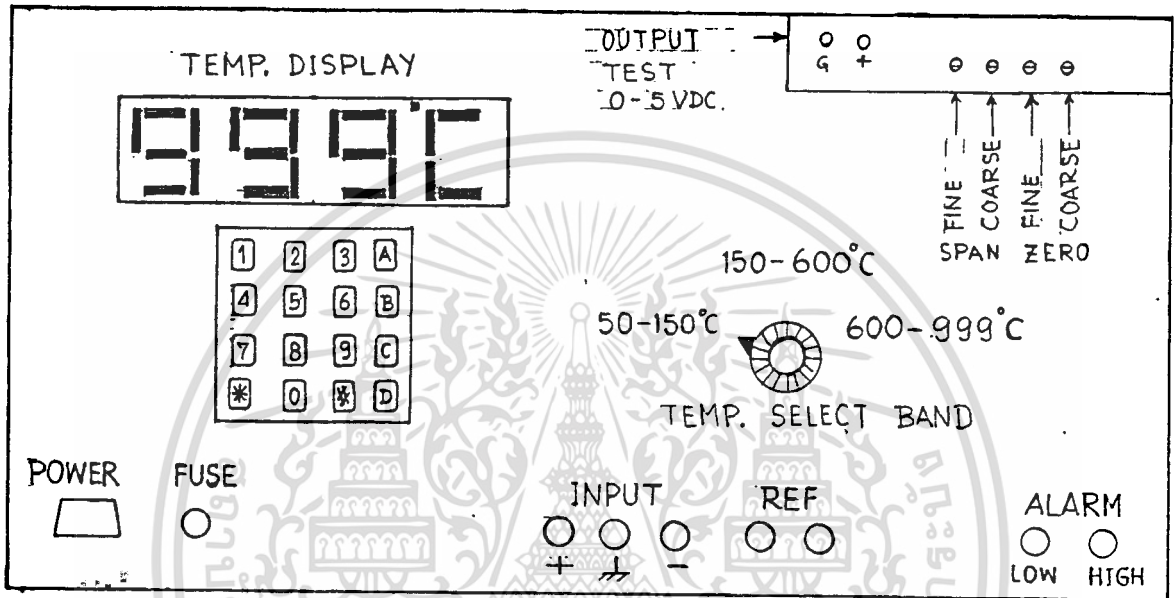


3281/

๓๗๐๐

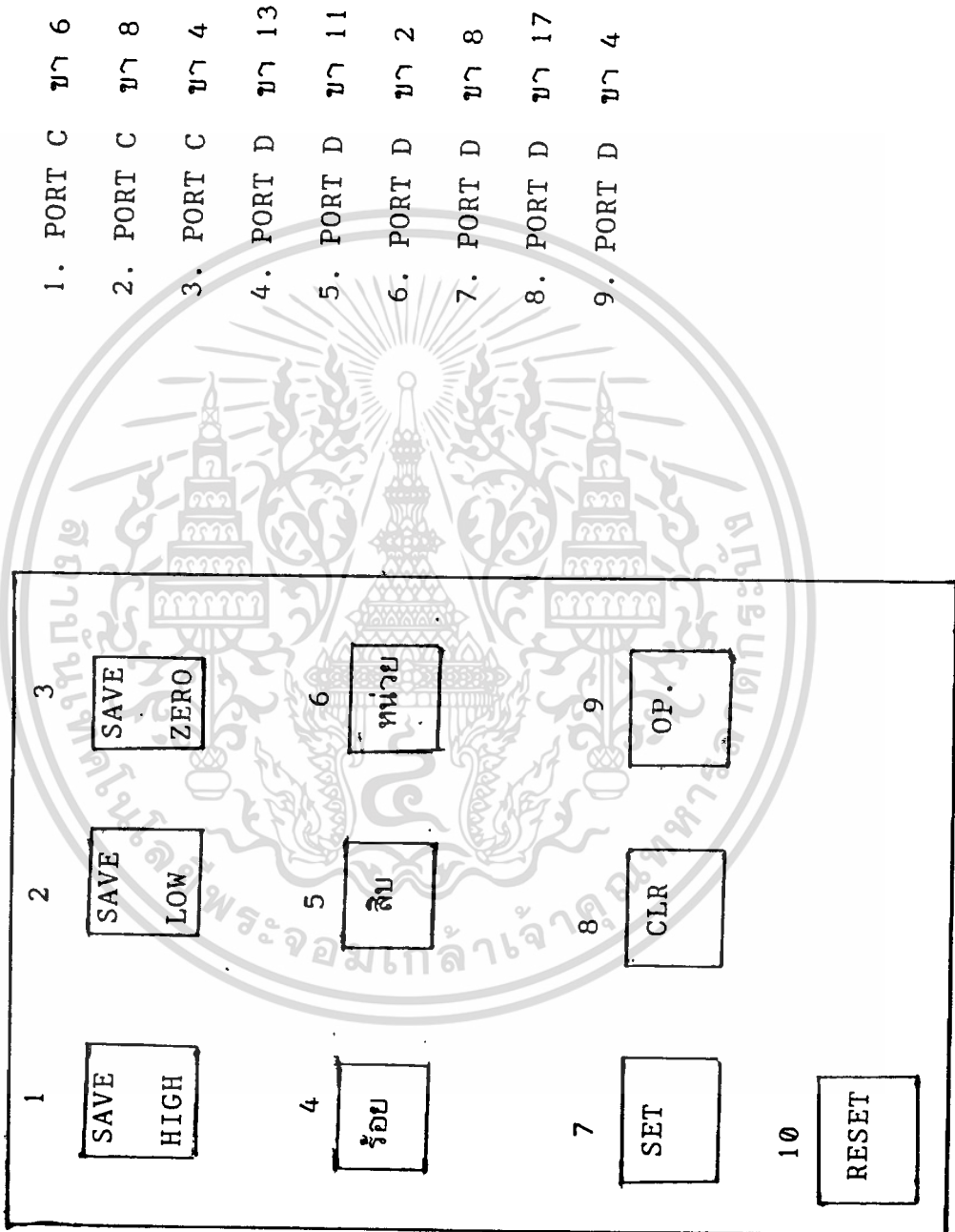


#3281/



FRONT PANEL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FRONT PANEL DESCRIPTION

POWER	POWER SUPPLY 220 VAC SWICHT (ON-OFF)
FUSE	2 AMP.
TEMP SELECT BAND	MEASURE TEMP SELECT BAND 50-150 ° C 150-600 ° C 600-999 ° C
INPUT	THERMOCOPLE TYPE E, J, K, R, S, T (VOLTAGE INPUT RANG 0-100 mV
REF	REFERENCE JUNCTION (TERMISTER)
OUTPUT TEST	0-5 VDC
TEMP DISPLAY	SHOW HIGH LEVEL = ??? ° C LOW LEVEL = ??? ° C ZERO LEVEL = ??? ° C READ IN = ??? ° C
	ENTER WRONG DATA
	ENTER WRONG ZERO
KEY BOARD	1 = SAVE HIGH 2 = SAVE LOW 3 = SAVE ZERO 4 = หลักร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 = หลักหน่วย
 7 = SET
 8 = CLEAR
 9 = OPERATOR
 0 = RESET

A = -

B = -

C = -

D = -

* = -

= -

ALARM

LAMP ALARM SHOW

LOW ALARM = GREEN

HIGH ALARM = RED

SPAN

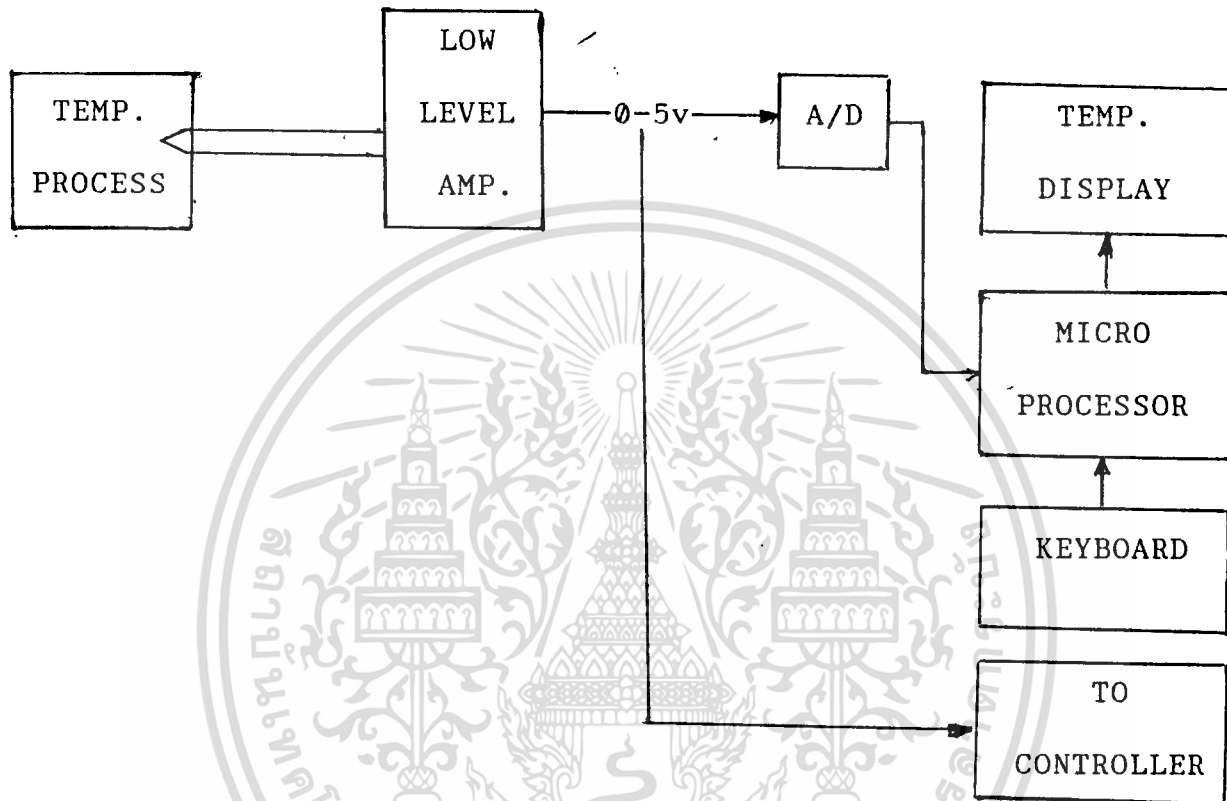
FINE SPAN ADJUST

COARSE SPAN ADJUST

ZERO

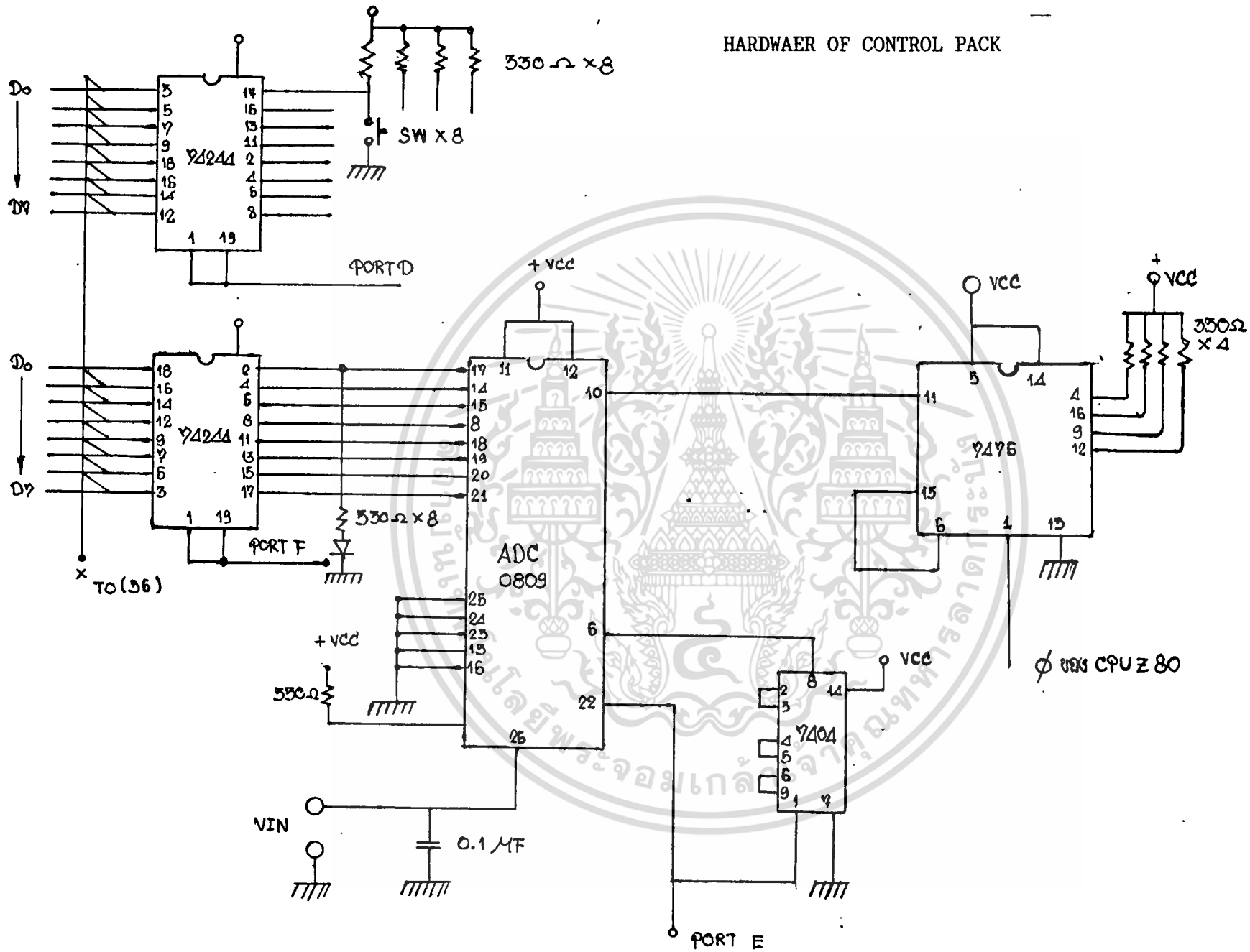
FINE ZERO ADJUST

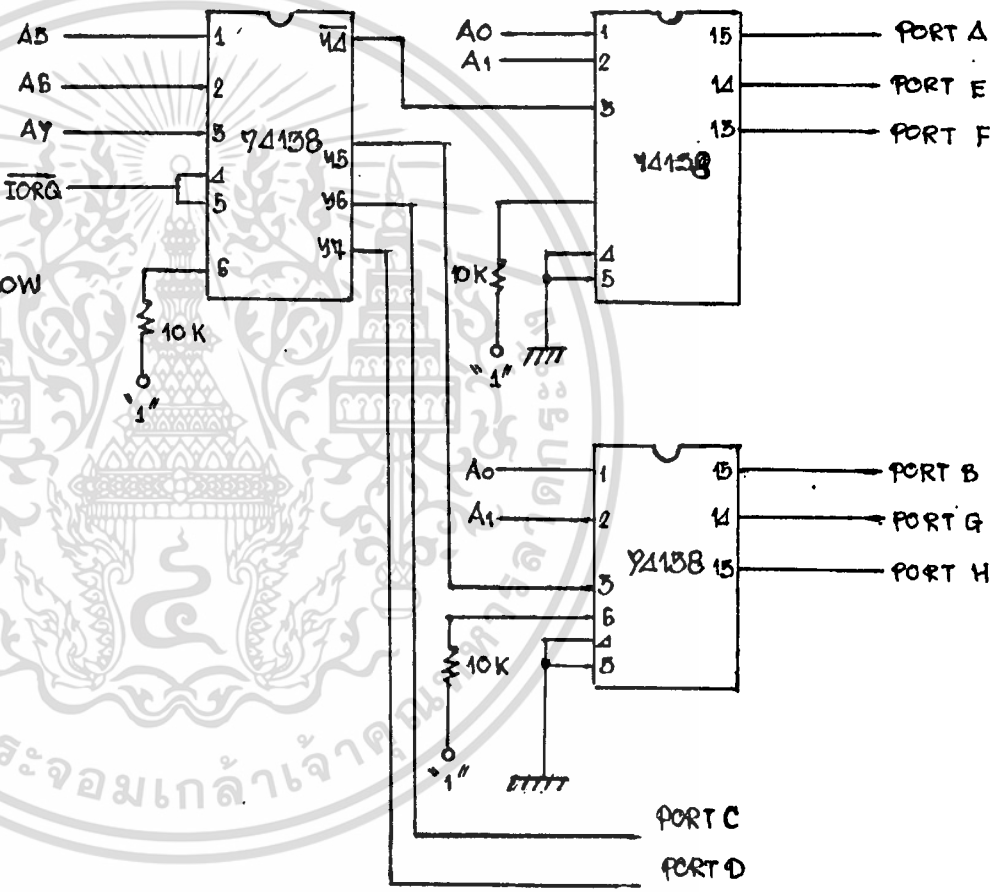
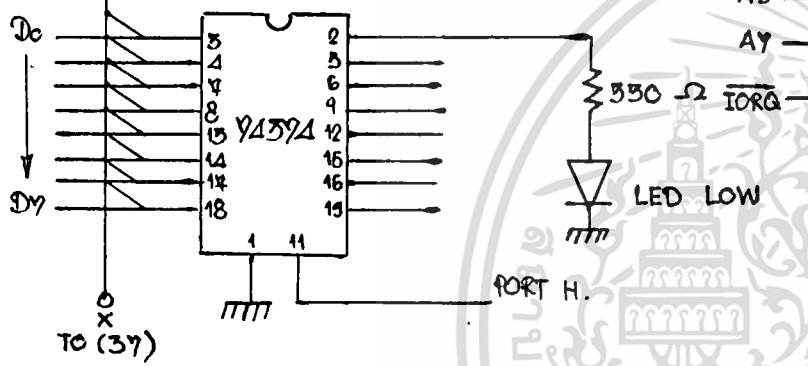
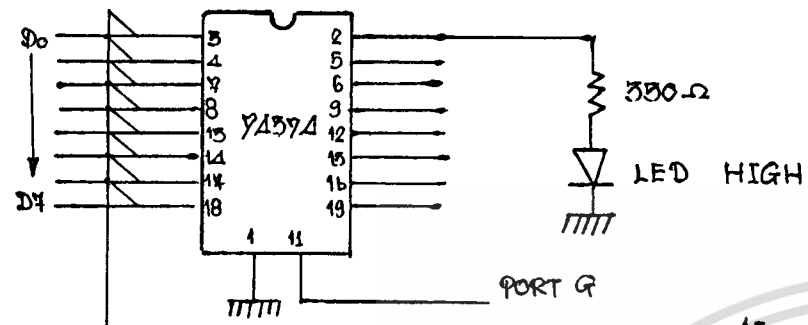
COARSE ZERO ADJUST

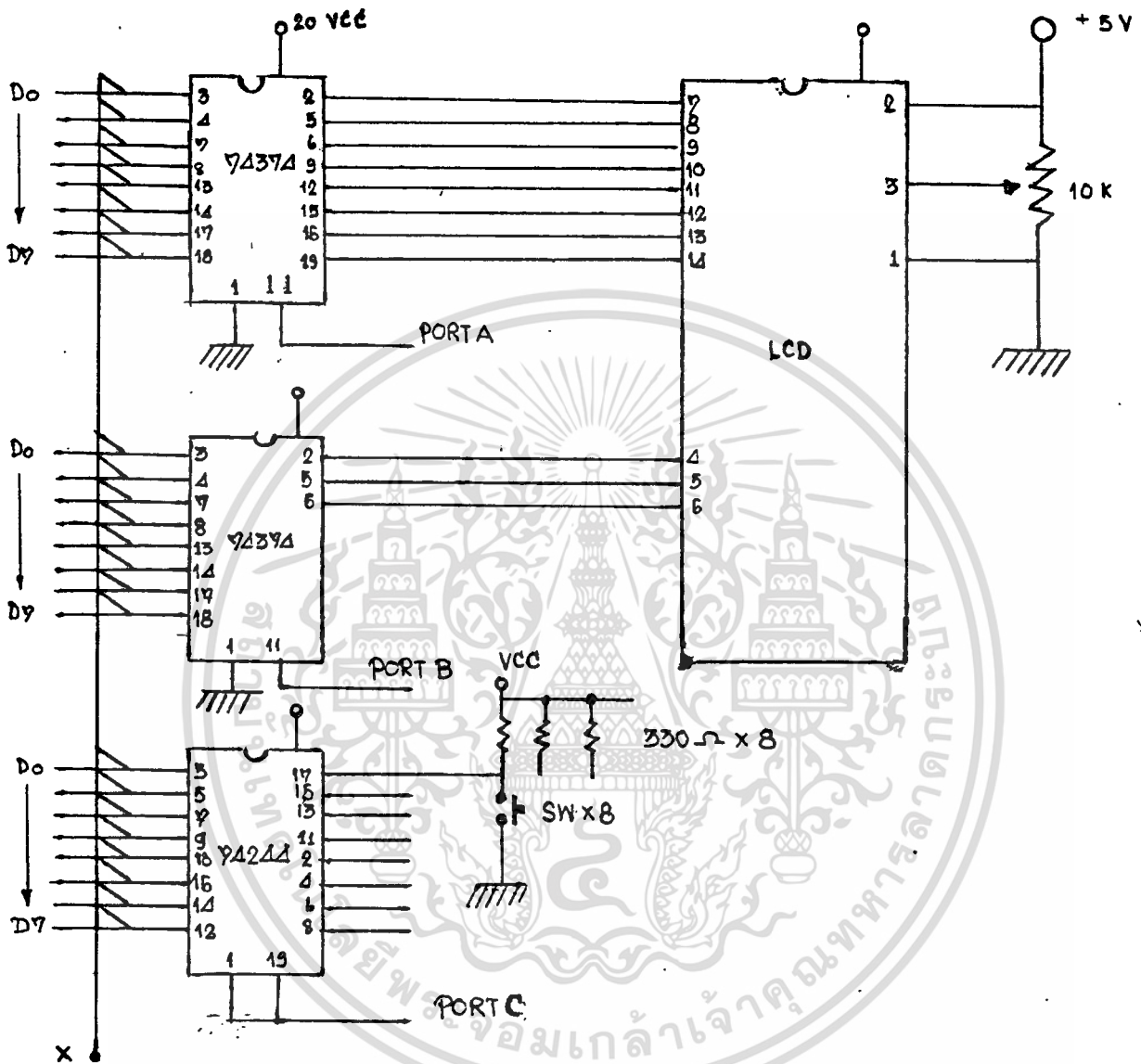


MULTITYPE THERMOCOUPLE TRANSMITER BLOCK DIAGRAM

HARDWARE OF CONTROL PACK







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับแต่งเครื่องก่อนใช้งาน (CALIBRATION)

เช่น ถ้าเราต้องการวัดอุณหภูมิด้วย THERMOCOUPLE TYPE K ที่ PROCESS ที่มีอุณหภูมิประมาณไม่เกิน 600°C เราจะต้องปรับแต่งเครื่องวัดก่อน ตามขั้นตอนดังนี้

1. ต่อ TEMP. SOURCE SIMULATOR เข้าที่ INPUT ของเครื่องก่อน สายเหลืองเข้าบวกและสายแดงเข้าลบ ถ้ามีสายชิลซ์ก็ต่อที่กราวด์ (ดูรูปหน้า 31)
2. ต่อ THERMISTER ที่ใช้กับ TYPE K เข้าที่ขั้ว REF เพื่อชั่งชดเชยอุณหภูมิรอบ ๆ เครื่อง
3. POWER SUPPLY "ON"
4. เลือก TEMPERATURE SELECT BAND ไว้ที่ $150-600^{\circ}\text{C}$
5. เนื่องจาก TEMPERATURE DISPLAY แสดงค่าอุณหภูมิช่วง SPAN ได้ $0-255$ ค่า ฉะนั้นการปรับแต่งแต่ละเครื่องต้องใช้ช่วง SPAN ได้ 255 ค่าเสมอ แต่จะเริ่ม ZERO ที่ค่าเท่าไรก็ได้แต่ต้องไม่เกิน 744°C เพราะค่าสูงสุดในการวัดคือ 999°C
6. เมื่อเราต้องการปรับอ่านการวัดตั้งแต่ $345-600^{\circ}\text{C}$ เราก็เริ่มป้อน TEMP SOURCE เข้าไปที่ INPUT ที่ 345°C (ซึ่งจะมีสัญญาณ mv เข้า INPUT) แล้วปรับ ZERO เพื่อให้ OUTPUT TEST ได้ 0 VOLT โดยใช้ METER วัดที่ OUTPUT TEST ปรับ ZERO ได้ทั้งหยาบ (COARSE) และละเอียด (FINE)
7. เพิ่ม TEMP SOURCE ให้อ่านเข้า INPUT ได้ 600°C แล้วเราก็ปรับที่ SPAN ให้อ่าน OUTPUT TEST ได้ 5 VOLT โดยใช้ METER วัด VOLT ปรับ SPAN ได้ทั้งหยาบ (COARSE) และละเอียด (FINE)
8. ทำข้อ 6 และ 7 ซ้ำเมื่อได้ค่าตรงตามความต้องการแล้วทั้งค่า ZERO และ SPAN ทำข้อ 9 ต่อ
9. ตั้งค่า อุณหภูมิ เพื่อแสดงที่ INDICATOR ให้อ่านได้ตามความต้องการคือ ZERO = 345°C และค่าสูงสุด 600°C พร้อมทั้งตั้งค่า LOW ALARM = 400°C และ HIGH ALARM = 550°C โดยการตั้งค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.1 หลังจาก POWER SUPPLY ON ที่ LCD จะแสดงดังนี้

SET POINT		
HIGH LEVEL	=	??? °C
LOW LEVEL	=	??? °C
ZERO LEVEL	=	??? °C

9.2 กดปุ่ม SET (7) จอ LCD จะแสดง

HIGH LEVEL	=	000 °C
------------	---	--------

9.3 กดปุ่มหลักร้อย (4) ให้แสดงเลข 5
 กดปุ่มหลักสิบ (5) ให้แสดงเลข 5
 กดปุ่มหลักหน่วย (6) ให้แสดงเลข 0

HIGH LEVEL	=	550 °C
------------	---	--------

หมายเหตุ ข้อ 9.3 เป็นการตั้งค่า HIGH ALARM ที่ 550 °C

9.4 กดปุ่ม SAVE HIGH (1) เพื่อเก็บค่า HIGH LEVEL = 550 °C ไว้

และจอ LCD แสดง

HIGH LEVEL	=	550 °C
LOW LEVEL	=	000 °C

- 9.5 กดปุ่มหลักร้อย (4) ให้หลักร้อยของ LOW LEVEL แสดงค่า = 4
 กดปุ่มหลักสิบ (5) ให้หลักสิบของ LOW LEVEL แสดงค่า = 0
 กดปุ่มหลักหน่วย (6) ให้หลักหน่วย LOW LEVEL แสดงค่า = 0

HIGH LEVEL = 550 °C
 LOW LEVEL = 400 °C

หมายเหตุ ข้อ 9.5 เป็นการตั้งค่า LOW ALARM ที่ 400°C
 กรณีใส่ค่าผิด เช่นค่า LOW > HIGH ที่ LCD จะแสดง

ENTER
 WRONG
 DATA

จะแสดง ENTER WRONG DATA อยู่ 2 วินาที ที่จอ LCD จะกลับไปแสดงค่าตาม
 หัวข้อ 9.2 ใหม่

9.6 กดปุ่ม SAVE LOW (2) เพื่อเก็บค่า LOW LEVEL= 400°Cไว้และจอ LCDจะแสดง

HIGH LEVEL = 550 °C
 LOW LEVEL = 400 °C
 ZERO LEVEL = 000 °C

9.7 กดปุ่มหลักร้อย (4) ให้หลักร้อยที่ ZERO แสดงค่า = 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กดปุ่มหลักสิบ (5) ให้หลักสิบที่ ZERO แสดงค่า = 4
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กดปุ่มหลักหน่วย (6) ให้หลักหน่วยที่ ZERO แสดงค่า = 5

HIGH LEVEL	=	550 °C
LOW LEVEL	=	400 °C
ZERO LEVEL	=	345 °C

หมายเหตุ ข้อ 9.7 เป็นการตั้งค่า ZERO ที่ต้องการเริ่มวัดค่าที่อุณหภูมิ 345 °C ซึ่งเครื่องวัดจะแสดงค่าสูงสุดได้ที่ 345+255 = 600 °C เพราะค่า 255 °C เป็นค่า SPAN ของการวัดทุกครั้งไม่ว่าจะตั้ง ZERO ไว้เท่าไรค่าสูงจะได้ ZERO LEVEL + 255 = ค่าอุณหภูมิสูงสุด กรณีที่ตั้งค่าผิด เช่น ZERO > LOW ที่จอ LCD จะแสดง

ENTER WRONG
ZERO

จะแสดง ENTER WRONG ZERO อยู่ 2 วินาที จอ LCD จะกลับไปแสดงตามหัวข้อที่ 9.6 ใหม่

9.8 ถ้าใส่ค่าถูกต้องแล้วกดปุ่ม SAVE ZERO (3) เพื่อเก็บค่า ZERO LEVEL = 345 C

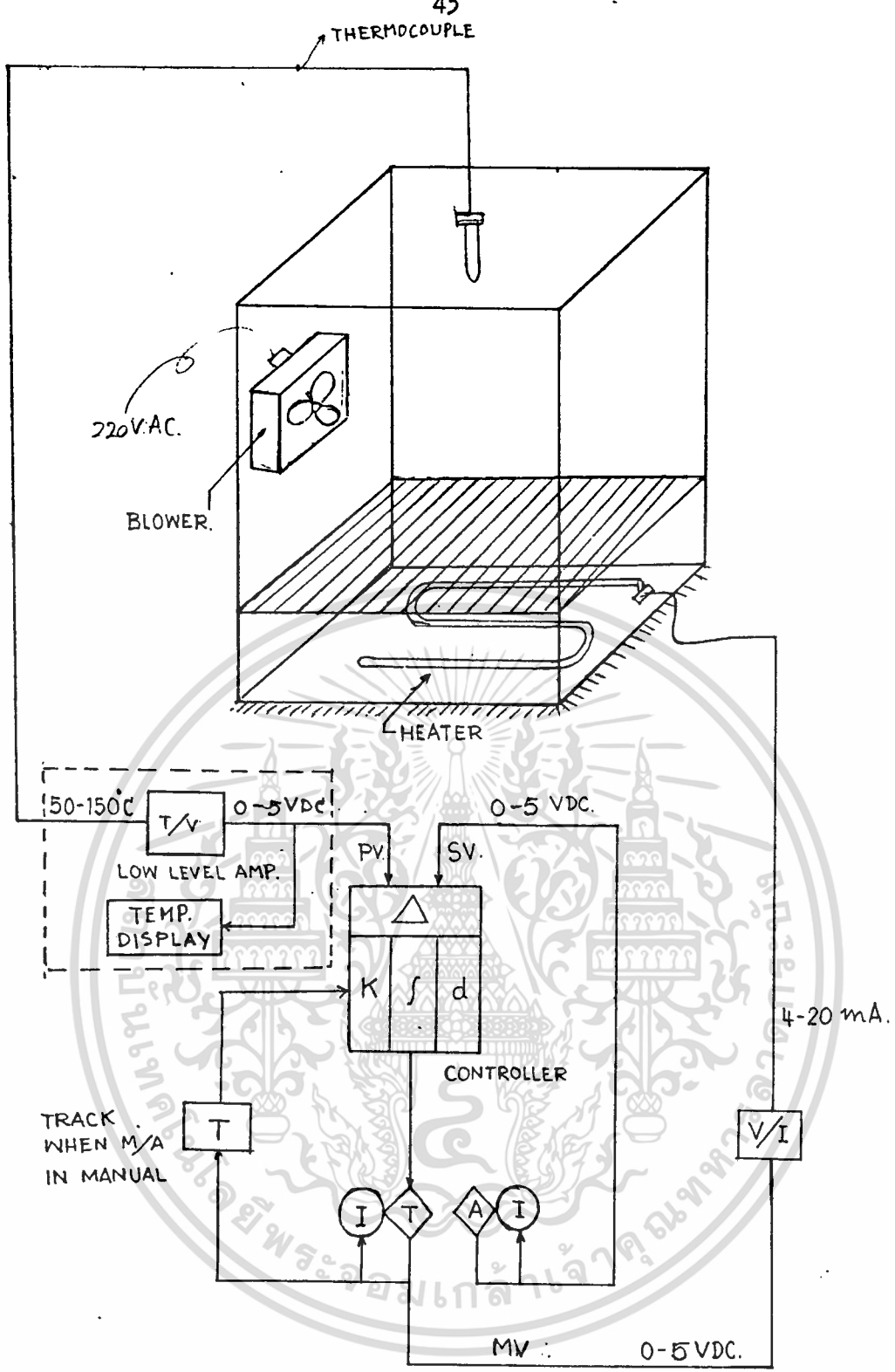
10. ทดลองบ่อน TEMP SOURCE SIMULATOR ตั้งแต่ค่า 345 °C เข้าที่ INPUT จนถึง 600 °C ค่าที่แสดงที่จอ LCD ก็แสดงค่าที่ READ IN ตั้งแต่ 345-600 °C และระหว่างที่อุณหภูมิน้อยกว่า 400 °C หลอดไฟ LOW ALARM จะติด เมื่ออุณหภูมิระหว่าง 400-500 °C หลอดไฟทั้ง LOW และ HIGH ALARM จะดับ แต่เมื่ออุณหภูมิเกินกว่า 550 °C ที่ HIGH ALARM หลอดไฟจะติด

HIGH LEVEL	=	550 °C
LOW LEVEL	=	400 °C
ZERO LEVEL	=	345 °C
READ LEVEL	=	500 °C

ขั้นตอนการใช้เครื่อง

ก่อนใช้ต่อสาย THERMOCOUPLE เช่น TYPE K เข้าที่ INPUT เพื่อวัดอุณหภูมิ และต่อ THERMISTER ของ TYPE K เข้าที่ REFERENCE JUNCTION (REF) เพื่อใช้ชดเชย อุณหภูมิบริเวณรอบๆตัว (AMBIENT TEMP)

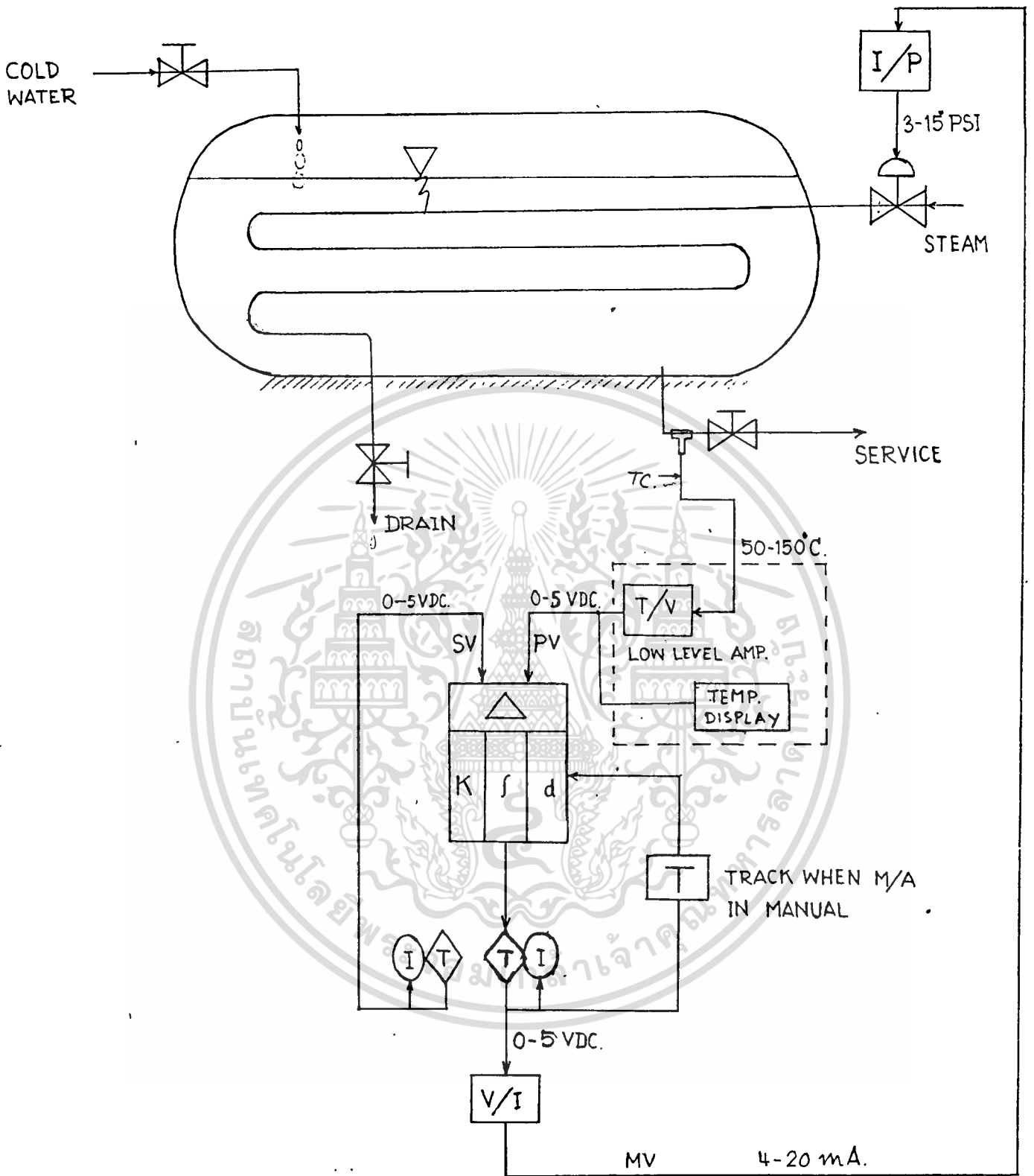
1. POWER SUPPLY SW "ON"
2. เลือก TEMPERATURE SELECT BAND ไว้ที่ $50-150^{\circ}\text{C}$ หรือ $150-600^{\circ}\text{C}$ หรือ $600-999^{\circ}\text{C}$ ตามความต้องการ เช่น เลือกไว้ที่ $150-600^{\circ}\text{C}$ ตามอุณหภูมิที่จะวัดใน PROCESS
3. ปรับแต่งเครื่อง (CALIBRTION) ตามขั้นตอนได้อธิบายไว้แล้ว (ดูหน้า 34)
4. เมื่อวัดค่าอุณหภูมิใน PROCESS แล้ว ค่าของอุณหภูมิจะแสดงค่าที่ TEMP. DISPLAY
5. ถ้าอุณหภูมิใน PROCESS สูงหรือต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้จะแสดงที่ LAMP ของ LOW และ HIGH ALARM
6. สามารถต่อที่ OUTPUT TEST 0-5 VDC. ไปใช้ควบคุม PROCESS ได้ เช่นต่อเข้า CONTROLLER ดูตัวอย่างการนำไปใช้งานใน PROCESS ต่าง ๆ หน้า 42 และ 43



ขบวนการควบคุมอุณหภูมิของเตาอบ

ตัวอย่างการนำ MULTITYPE THERMOCOUPLE TRANSMITTER ใช้งาน ..

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แบบแผนการควบคุมอุณหภูมิในถังต้มน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่พบในระหว่างทำโครงการ

1. อุปกรณ์บางตัวหายาก อุปกรณ์บางตัวในประเทศไม่มีขาย จึงต้องอาศัยอุปกรณ์บางส่วนของโรงงานที่ผู้ทำโครงการทำงานอยู่
2. สัญญาณรบกวน เป็นเหตุให้เกิดค่า OUTPUT แกว่งขึ้นลง ได้แก้ไขด้วยการจับคู่ต่ออุปกรณ์เข้าเกือบทุกจุด
3. FET เสียง่าย ซึ่งต้องใช้เวลาในการตรวจหาจุดเสียกว่าจะพบว่า FET เสียก็ใช้เวลาากพอสมควร
4. ช่วงวัดอุณหภูมิสูง ค่าวัดจะผิดพลาดประมาณ 36°C หรือ 0.9% (RANG $150-550^{\circ}\text{C}$) เนื่องจากบางช่วงของ RANGE ของ TYPE K ไม่เป็นเชิงเส้นกับ mV ซึ่งผิดพลาดน้อยมาก ซึ่งเป็นปัญหาปกติสำหรับคุณสมบัติของ TYPE อุปกรณ์วัดเอง

สรุปโครงการ

จากการปฏิบัติงานที่ผ่านมาของการทำโครงการครั้งนี้ จะเห็นว่า การวัดและการควบคุมอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิล โดยทั่ว ๆ ไปที่มีใช้ควบคุมอุณหภูมิตามโรงงานอุตสาหกรรม จะมีหลาย TYPE ให้เลือกใช้ ขึ้นอยู่กับย่านวัดอุณหภูมิ และขบวนการทาง PROCESS ที่ต้องเลือก TYPE มาใช้ให้ถูกต้อง

ดังนั้นในการทำโครงการครั้งนี้ ผู้จัดทำได้ค้นคว้าจากวิชาการ คำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษา และประสบการณ์ที่ผ่านมา จัดทำโครงการนี้ขึ้น เพื่อสร้างแนวความคิดประกอบการศึกษา ซึ่งการทำโครงการครั้งนี้เป็นการฝึกการทำงาน การร่วมงานเป็นกลุ่ม และการแก้ปัญหาของงาน จะเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
CPU "Z80.TBL"
```

```
CPU "Z80.TBL"
```

```
HOF "INT8"
```

```
;*****;
```

```
; MAIN ;
```

```
;*****;
```

```
ORG 1000H
```

```
PORTA: EQU 80H
```

```
PORTB: EQU 0A0H
```

```
PORTC: EQU 0C0H
```

```
PORTD: EQU 0E0H
```

```
PORTE: EQU 81H
```

```
PORTF: EQU 82H
```

```
PORTG: EQU 0A1H
```

```
PORTH: EQU 0A2H
```

```
CALL CLEAR
```

```
CALL INITLCD
```

```
LD HL,1800H
```

```
LD A,00H
```

```
CALL GOTO
```

```
CALL WRITE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **CALL** **INITLCD** นี้ ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD HL,1810H

LD A,40H

CALL GOTO

CALL WRITE

CALL INITLCD

LD HL,1820H

LD A,10H

CALL GOTO

CALL WRITE

CALL INITLCD

LD HL,1890H

LD A,50H

CALL GOTO

CALL WRITE

CHEAK: IN A, (PORTD)

CP 07FH

JP Z,SET

CP 0DFH

JP Z,BOY

JP CHEAK

SET: CALL CLEAR

CALL INITLCD

LD HL,1830H

LD A,10H

CALL GOTO

CALL WRITE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INPUT1:  IN  A, (PORTD)

          CP  0FEH

          JP  Z, SUBSET1

          CP  0FBH

          JP  Z, L1

          CP  0F7H

          JP  Z, L2

          CP  0EFH

          JP  Z, L3

          IN  A, (PORTC)

          CP  0BFH

          JP  Z, MEMORY1

          JP  INPUT1

L1:      LD  DE, 1870H

          LD  BC, 0A0AH

LOOP7:   LD  HL, 183BH

          LD  A, (DE)

          LD  (HL), A

          PUSH DE

          PUSH BC

          CALL INITLCD

          LD  HL, 183BH

          LD  A, 1BH

          CALL GOTO

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **CALL** การ **WRITEI** นี้ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ **CALL** อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

POP BC
POP DE
CHEAKIN1: IN A,(PORTD)
CP 0FBH
JP Z,INCREAT1
JP INPUT1
INCREAT1: INC DE
DEC B
JP NZ,LOOP7
JP L1
L2: LD DE,1870H
LD BC,0A0AH
LOOP8: LD HL,183CH
LD A,(DE)
LD (HL),A
PUSH DE
PUSH BC
CALL INITLCD
LD HL,183CH
LD A,1CH
CALL GOTO
CALL WRITE1
CALL TIME

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน POP BC เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไข POP และ DE อย่างอึ่งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CHEAKIN2:  IN  A,(PORTD)

            CP   0F7H

            JP  Z,INCREAT2

            JP  INPUT1

INCREAT2:  INC  DE

            DEC  B

            JP  NZ,LOOP8

            JP  L2

L3:        LD  DE,1870H

            LD  BC,0A0AH

LOOP9:     LD  HL,183DH

            LD  A,(DE)

            LD  (HL),A

            PUSH DE

            PUSH BC

            CALL INITLCD

            LD  HL,183DH

            LD  A,1DH

            CALL GOTO

            CALL WRITE1

            CALL TIME

            POP  BC

            POP  DE

CHEAKIN3:  IN  A,(PORTD)

            CP   0EFH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JP INPUT1

INCREAT3: INC DE

DEC B

JP NZ,LOOP9

JP L3

MEMORY1: LD DE,18A0H

LD HL,183BH

LD A,(HL)

LD (DE),A

INC HL

INC DE

LD A,(HL)

LD (DE),A

INC HL

INC DE

LD A,(HL)

LD (DE),A

LD DE,181BH

LD HL,183BH

LD A,(HL)

LD (DE),A

INC HL

INC DE

LD A,(HL)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ออกมามากกว่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LD (DE),A
INC HL
```

```

INC DE

LD A, (HL)

LD (DE), A

;*****;

CALL CLEAR

CALL INITLCD

LD HL, 1830H

LD A, 00H

CALL GOTO

CALL WRITE

DIN: CALL CLEAR

CALL INITLCD

LD HL, 1830H

LD A, 00H

CALL GOTO

CALL WRITE

CALL INITLCD

LD HL, 1840H

LD A, 10H

CALL GOTO

CALL WRITE

INPUT2: IN A, (PORTD)

CP 0FEH

JP Z, SUBSET2

CP 0FBH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CP 0F7H
JP Z,L5
CP 0EFH
JP Z,L6
IN A,(PORTC)
CP 7FH
JP Z,MEMORY2
JP INPUT2
L4: LD DE,1870H
LD BC,0A0AH
LOOP10: LD HL,184BH
LD A,(DE)
LD (HL),A
PUSH DE
PUSH BC
CALL INITLCD
LD HL,184BH
LD A,1BH
CALL GOTO
CALL WRITE1
CALL TIME
POP BC
POP DE
CHEAKIN4: IN A,(PORTD)
CP 0FBH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 JP Z,INCREAT4
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

                JP  INPUT2

INCREAT4:  INC  DE

                DEC  B

                JP  NZ,LOOP10

                JP  INPUT2

L5:         LD  DE,1870H

                LD  BC,0A0AH

LOOP11:    LD  HL,184CH

                LD  A,(DE)

                LD  (HL),A

                PUSH DE

                PUSH BC

                CALL INITLCD

                LD  HL,184CH

                LD  A,1CH

                CALL GOTO

                CALL WRITE1

                CALL TIME

                POP  BC

                POP  DE

CHEAKIN5:  IN  A,(PORTD)

                CP  0F7H

                JP  Z,INCREAT5

                JP  INPUT2

INCREAT5:  INC  DE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JP NZ,LOOP11

JP INPUT2

L6: LD DE,1870H

LD BC,0A0AH

LOOP12: LD HL,184DH

LD A,(DE)

LD (HL),A

PUSH DE
PUSH BC
CALL INITLCD
LD HL,184DH
LD A,1DH
CALL GOTO
CALL WRITE1
CALL TIME
POP BC
POP DE

CHECKIN6: IN A,(PORTD)

CP 0EFH

JP Z,INCREAT6

JP INPUT2

INCREAT6: INC DE

DEC B

JP NZ,LOOP12

JP INPUT2

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMORY2: LD DE,18A3H

LD HL,184BH

LD A,(HL)

LD (DE),A

INC DE

INC HL

LD A,(HL)

LD (DE),A

INC DE

INC HL

LD A,(HL)

LD (DE),A

LD DE,182BH

LD HL,184BH

LD A,(HL)

LD (DE),A

INC DE

INC HL

LD A,(HL)

LD (DE),A

INC DE

INC HL

LD A,(HL)

LD (DE),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;*****;

;*****;

CALL CLEAR

CALL INITLCD

LD HL,1830H

LD A,00H

CALL GOTO

CALL WRITE

CALL INITLCD

LD HL,1840H

LD A,40H

CALL GOTO

CALL WRITE

;*****;

COMP: LD HL,18A0H

LD DE,18A3H

CALL COMP1

CALL CPL1

STATE2: INC HL

INC DE

CALL COMP2

CALL CPL1

STATE3: INC HL

INC DE

CALL COMP3

CALL CPL1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;*****;

```

ZERO:      CALL CLEAR

            CALL INITLCD

            LD HL,1830H

            LD A,00H

            CALL GOTO

            CALL WRITE

            CALL INITLCD

            LD HL,1840H

            LD A,40H

            CALL GOTO

            CALL WRITE

            CALL INITLCD

            LD HL,1880H

            LD A,10H

            CALL GOTO

            CALL WRITE

INPUT3:    IN A,(PORTD)

            CP 0FEH

            JP Z,SUBSET3

            CP 0FBH

            JP Z,L7

            CP 0F7H

            JP Z,L8

            CP 0EFH

            JP Z,L9

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

IN  A, (PORTC)

CP  0DFH

JP  Z, MEMORY3

JP  INPUT3

L7:  LD  DE, 1870H

      LD  BC, 0A0AH

LOOP13: LD  HL, 188BH

        LD  A, (DE)
        LD  (HL), A
        PUSH DE
        PUSH BC
        CALL INITLCD
        LD  HL, 188BH
        LD  A, 1BH
        CALL GOTO
        CALL WRITE1
        CALL TIME

        POP BC

        POP DE

CHEAKIN7: IN  A, (PORTD)

        CP  0FBH

        JP  Z, INCREAT7

        JP  INPUT3

INCREAT7: INC  DE

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP NZ, LOOP13

```

                                JP  INPUT3
L8:                                LD  DE,1870H
                                    LD  BC,0A0AH
LOOP14:                            LD  HL,188CH
                                    LD  A,(DE)
                                    LD  (HL),A
                                    PUSH DE
                                    PUSH BC
                                    CALL INITLCD
                                    LD  HL,188CH
                                    LD  A,1CH
                                    CALL GOTO
                                    CALL WRITE1
                                    CALL TIME
                                    POP  BC
                                    POP  DE
CHECKIN8:                          IN  A,(PORTD)
                                    CP   0F7H
                                    JP  Z,INCREAT8
                                    JP  INPUT3
INCREAT8:                          INC  DE
                                    DEC  B
                                    JP  NZ,LOOP14
                                    JP  INPUT3
L9:                                LD  DE,1870H
                                    LD  BC,0A0AH

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LOOP15:  LD  HL,188DH

          LD  A,(DE)

          LD  (HL),A

          PUSH DE

          PUSH BC

          CALL INITLCD

          LD  HL,188DH

          LD  A,1DH

          CALL GOTO

          CALL WRITE1

          CALL TIME

          POP  BC

          POP  DE

CHECKIN9: IN  A,(PORTD)

          CP  0EFH

          JP  Z,INCREAT9

          JP  INPUT3

INCREAT9: INC  DE

          DEC  B

          JP  NZ,LOOP15

          JP  INPUT3

MEMORY3: LD  DE,18A6H

          LD  HL,188BH

          LD  A,(HL)

          LD  (DE),A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD (DE),A

INC HL

LD A, (HL)

LD (DE), A

INC DE

INC HL

LD A, (HL)

LD (DE), A

LD DE, 189BH

LD HL, 188BH

LD A, (HL)

LD (DE), A

INC DE

INC HL

LD A, (HL)

LD (DE), A

INC DE

INC HL

LD A, (HL)

LD (DE), A

;*****;

BOY: CALL CLEAR

CALL INITLCD

LD HL, 1830H

LD A, 00H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CALL WRITE

LD HL,1840H

LD A,40H

CALL GOTO

CALL WRITE

CALL INITLCD

LD HL,1880H

LD A,10H

CALL GOTO

CALL WRITE

;*****;

LD DE,18A6H

LD HL,18A3H

JP G004

G00: INC DE

LD A,(DE)

AND 0FH

CP 04H

JP Z,DANGER2

LD A,(DE)

AND 0FH

SUB 04H

JP NC,DANGER2

JP G001

G002: INC DE

INC HL

LD A,(DE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

AND 0FH
LD B,A
LD A,(HL)
AND 0FH
CP B
JP Z,G003
SUB B

```

```

JP C,DANGER2
JP ZERO1
G003: INC DE
INC HL
LD A,(DE)
AND 0FH
LD B,A
LD A,(HL)
AND 0FH
CP B
JP Z,DANGER2

```

```

SUB B
JP C,DANGER2
JP ZERO1

```

```

G004: LD A,(DE)
AND 0FH
CP 07H

```

```

JP Z,G00

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

AND 0FH
SUB 07H
JP NC,DANGER2
G001: LD DE,18A6H
LD HL,18A3H
LD A,(DE)
AND 0FH
LD B,A
LD A,(HL)
AND 0FH
CP B
JP Z,G002
SUB B
JP C,DANGER2
;*****;
; READ PORT INPUT ;
;*****;
ZERO1: LD A,0FFH
OUT (PORTE),A
LD A,00H
OUT (PORTE),A
CALL TIME
JP POP
P1: INC C
LD A,C

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP Z,P2

JP TOO

P2: LD C,00H

INC E

LD A,E

CP 0AH

JP Z,P3

JP TOO

P3: LD C,00H

LD E,00H

INC D

JP TOO

P4: INC C

LD A,C

CP 0AH

JP Z,P5

JP WORK

P5: LD C,00H

INC E

LD A,E

CP 0AH

JP Z,P6

JP WORK

P6: LD C,00H

LD E,00H

INC D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JP WORK
P7: LD C,00H
LD E,00H
LD D,00H
JP WORK
POP: IN A,(PORTF)

```

```

LD B,A
LD A,00H

```

```

CP B
JP Z,P7
PUSH AF

```

```

LD C,00H
LD E,00H
LD D,00H

```

```

TOO: POP AF
INC A
CP B

```

```

JP Z,P4
PUSH AF
JP P1

```

```

;*****;
; READ ADD WITH ZERO ;
;*****;

```

```

WORK: LD HL,18A6H
LD B,03H

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สง KONG: รับการ ใช้ LD เพื่อ A, (HL) เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AND 0FH

LD (HL),A

INC HL

DEC B

JP NZ,KONG

;*****;

LD HL,18A8H

LD A,(HL)

ADD A,C

CP 0AH

JP Z,SMA

SUB 0AH

JP C,SMA1

INC E

LD C,A

OPA:

DEC HL

LD A,(HL)

ADD A,E

CP 0AH

JP Z,MID

SUB 0AH

JP C,MID1

INC D

LD E,A

OPB:

DEC HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และเผยแพร่อย่างอ้อมถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD A,(HL)

ADD A,D

LD D,A

;*****;

; COMPARE LOW AND HIGH ;

;*****;

JP DUG

KING: LD A,0FFH

OUT (PORTG),A

LD A,00

OUT (PORTH),A

JP TONG

KING1: LD A,0FFH

OUT (PORTG),A

OUT (PORTH),A

LD A,00H

OUT (PORTG),A

OUT (PORTH),A

JP TONG

QUEEN: LD A,0FFH

OUT (PORTH),A

LD A,00H

OUT (PORTG),A

JP TONG

;*****PORTG SHOW LOW*****;

DUG: LD HL,18A3H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา LD A,(HL) จนถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AND 0FH

CP D

JP Z, DUG1

SUB D

JP NC, KING

DUG1: INC HL

LD A, (HL)

AND 0FH

CP E

JP Z, DUG2

SUB E

JP NC, KING

DUG2: INC HL

LD A, (HL)

AND 0FH

CP C

JP Z, KING1

SUB C

JP NC, KING

;*****CHEAK***HIGH*****;

BAM: LD HL, 18A0H

LD A, (HL)

AND 0FH

CP D

JP Z, BAM1

SUB D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JP C,QUEEN
BAM1: INC HL
LD A,(HL)
AND 0FH
CP E
JP Z,BAM2
SUB E
JP C,QUEEN
BAM2: INC HL
LD A,(HL)
AND 0FH
CP C
JP Z,KING1
SUB C
JP C,QUEEN
JP KING1

```

```

;*****;

```

```

TONG: LD A,30H
ADD A,D
LD D,A
LD A,30H
ADD A,E
LD E,A
LD A,30H
ADD A,C
LD C,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LD HL,18EBH
```

```
LD (HL),D
```

```
INC HL
```

```
LD (HL),E
```

```
INC HL
```

```
LD (HL),C
```

```
CALL INITLCD
```

```
LD HL,18E0H
```

```
LD A,50H
```

```
CALL GOTO
```

```
CALL WRITE
```

```
CALL TIME
```

```
CALL TIME
```

```
CALL TIME
```

```
CALL TIME
```

```
CALL TIME
```

```
JP ZERO1
```

```
;*****;
```

```
ORG 1600H
```

```
;*****;
```

```
INITLCD: LD A,00H
          OUT (PORTB),A
          LD A,38H
          OUT (PORTA),A
```

```
CALL EPLUSE1
```

```
CALL DELAY1
```

```
LD A,0CH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

OUT (PORTA),A
CALL EPLUSE1
LD A,06H
OUT (PORTA),A
CALL EPLUSE1
CALL DELAY1
RET
;*****;
ORG 1620H
GOTO: OR 080H
OUT (PORTA),A
XOR A
OUT (PORTB),A
CALL EPLUSE1
RET
;*****;
ORG 1630H

WRBYTE: LD A,01H
OUT (PORTB),A
LD A,D
OUT (PORTA),A
CALL EPLUSE2
RET
;*****;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORG 1640H

EPLUSE2: LD A,05H
OUT (PORTB),A

LD B,00H

LOOP1: DJNZ LOOP1

RES 2,A

OUT (PORTB),A

RET

;*****;

ORG 1650H

WRITE: LD B,10H

LOOP2: LD D,(HL)

PUSH BC

CALL WRBYTE

POP BC

INC HL

DJNZ LOOP2

RET

;*****;

ORG 1660H

DELAY1: LD B,00H

LOOP3: NOP

NOP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DJNZ LOOP3

RET

;*****;

ORG 1670H

EPLUSE1: LD A,04H
          OUT (PORTB),A
          LD B,00H
LOOP4:   DJNZ LOOP4
          RES 2,A
          OUT (PORTB),A
          RET
;*****;
          ORG 1680H

WRITE1:  LD D,(HL)
          PUSH BC
          CALL WRBYTE
          POP BC
          RET
;*****;

          ORG 1690H
;****CLEAR REGISTER****;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 SUBSET1: LD HL,183BH
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 LD A,30H

LD (HL),A

INC HL

LD (HL),A

INC HL

LD (HL),A

LD DE ,18A0H

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

LD DE ,181BH

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

JP SET

;*****;

ORG 16B0H

SUBSET2: LD HL,184BH

LD A,30H

LD (HL),A

INC HL

LD (HL),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INC HL
 LD (HL),A
 LD DE,18A3H
 LD (DE),A
 INC DE
 LD (DE),A
 INC DE
 LD (DE),A
 LD DE,182BH
 LD (DE),A
 INC DE
 LD (DE),A
 INC DE
 LD (DE),A
 JP DIN
 ;*****;
 ORG 16D0H

SUBSET3: LD HL,188BH
 LD A,30H
 LD (HL),A
 INC HL
 LD (HL),A

INC HL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD (HL),A

LD DE,18A6H

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

LD DE,189BH

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

JP ZERO

;*****;

ORG 16F0H

CLEAR: LD A,01H

OUT (PORTA),A

CALL EPLUSE1

CALL DELAY1

RET

;*****;

ORG 1700H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIME: LD DE,0FFFFH

LOOP5: LD HL,0FFFFH

LOOP6: DEC HL

LD A,L

XOR H

JP NZ,LOOP6

DEC DE

LD A,E

XOR D

JP NZ,LOOP5

RET

*****;

ORG 1720H

COMP1: LD A,(DE)

LD B,A

LD A,(HL)

CP B

JP Z,STATE2

RET

*****;

ORG 1730H

COMP2: LD A,(DE)

LD B,A

LD A,(HL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา หรือเผยแพร่ไปยังผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CP B
JP Z, STATE3
RET

;*****;

ORG 1740H

COMP3: LD A, (DE)
LD B, A
LD A, (HL)
CP B
JP Z, DANGER
RET

;*****;

ORG 1750H

CPL1: LD C, A
LD A, B
CPL
LD B, A
LD A, C
ADD A, B
JP C, JUM
JP DANGER

JUM: JP ZERO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*****;
```

```
ORG 1770H
```

```
;*****PLEASE *****;
```

```
;*****ENTER NEW DATA*****;
```

```
DANGER: CALL CLEAR
          CALL INITLCD
          LD HL,1850H
          LD A,00H
          CALL GOTO
          CALL WRITE
          LD A,40H
          CALL GOTO
          CALL WRITE
          CALL TIME
          CALL TIME
          CALL TIME
          JP SUBSET
```

```
;*****;
```

```
ORG 17A0H
```

```
SUBSET: LD HL,183BH
```

```
LD A,30H
```

```
LD (HL),A
```

```
INC HL
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ออกการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD (HL),A

INC HL

LD (HL),A

LD DE ,18A0H

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

LD HL,184BH

LD (HL),A

INC HL

LD (HL),A

INC HL

LD (HL),A

LD DE,18A3H

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

LD HL,181BH

LD A,30H

LD (HL),A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

INC HL

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD (HL),A

INC HL

LD (HL),A

LD DE ,182BH

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

LD HL,189BH

LD (HL),A

INC HL

LD (HL),A

INC HL

LD (HL),A

LD DE,18A3H

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

INC DE

LD (DE),A

JP SET

;*****;

ORG 1930H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
DANGER2: CALL CLEAR
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
CALL INITLCD

```

LD HL,18B0H

LD A,00H

CALL GOTO

CALL WRITE

CALL INITLCD

LD A,40H

CALL GOTO

CALL WRITE

CALL TIME

CALL TIME

CALL TIME

JP SUBSET3

;*****;

ORG 1970H

SMA1: ADD A,0AH

LD C,A

JP OPA

MID1: ADD A,0AH

LD E,A

JP OPB

SMA: LD C,00H

INC E

JP OPA

MID: LD E,00H

INC D

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JP OPB

;*****;

ORG 1800H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 53H

DFB 45H

DFB 54H

DFB 20H

DFB 50H

DFB 4FH

DFB 49H

DFB 4EH

DFB 54H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

;*****SET POINT*****;

ORG 1810H

DFB 48H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

DFB 49H

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB 47H

DFB 48H

DFB 20H

DFB 4CH

DFB 45H

DFB 56H

DFB 45H

DFB 4CH

DFB 3DH

DFB 3FH

DFB 3FH

DFB 3FH

DFB 0DFH

DFB 63H

;*****HIGH LEVEL*****;

ORG 1820H

DFB 4CH

DFB 4FH

DFB 57H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 4CH

DFB 45H

DFB 56H

DFB 45H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ**DFB 4CH**การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเผยแพร่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB 3DH

DFB 53H

DFB 45H

DFB 54H

DFB 20H

DFB 4CH

DFB 4FH

DFB 57H

DFB 20H

DFB 3DH

DFB 20H

DFB 30H

DFB 30H

DFB 30H

DFB 0DFH

DFB 63H

;*****SET LOW=000 C*****;

ORG 1850H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 50H

DFB 4CH

DFB 45H

DFB 53H

DFB 45H

DFB 20H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB 45H

DFB 4EH

DFB 54H

DFB 45H

DFB 52H

DFB 20H

DFB 20H

;*****PLEASE ENTER*****;

ORG 1860H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 4EH

DFB 45H

DFB 57H

DFB 20H

DFB 44H

DFB 41H

DFB 54H

DFB 41H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ**DFB 20H** การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;*****NEW DATA*****;

ORG 1870H

DFB 30H

DFB 31H

DFB 32H

DFB 33H

DFB 34H

DFB 35H

DFB 36H

DFB 37H

DFB 38H

DFB 39H

;*****123456789*****;

ORG 1880H

DFB 20H

DFB 53H

DFB 45H

DFB 54H

DFB 20H

DFB 5AH

DFB 45H

DFB 52H

DFB 4FH

DFB 3DH

DFB 20H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB 30H

DFB 30H

DFB 30H

DFB 0DFH

DFB 63H

;*****ZERO LEVEL *****;

ORG 1890H

DFB 5AH

DFB 45H

DFB 52H

DFB 4FH

DFB 20H

DFB 4CH

DFB 45H

DFB 56H

DFB 45H

DFB 4CH

DFB 3DH

DFB 3FH

DFB 3FH

DFB 3FH

DFB 0DFH

DFB 63H

;****ZERO LEVEL=??? C****;



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **ORG 18B0H** เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกไปเผยแพร่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 45H

DFB 4EH

DFB 54H

DFB 45H

DFB 52H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

;***** ENTER *****;

ORG 18C0H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

DFB 57H

DFB 52H

DFB 4FH

DFB 4EH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

DFB 47H

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB 20H

DFB 5AH

DFB 45H

DFB 52H

DFB 4FH

DFB 20H

DFB 20H

DFB 20H

;*****WRONG ZERO*****;

ORG 18E0H

DFB 20H

DFB 52H

DFB 45H

DFB 41H

DFB 44H

DFB 20H

DFB 49H

DFB 4EH

DFB 20H

DFB 3DH

DFB 20H

DFB 3DH

DFB 3FH

DFB 3FH

DFB 0DFH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **DFB 63H** การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานออกแบบเครื่องวัดอุณหภูมิ เพื่อแสดงค่าและส่งสัญญาณนี้ ทางคณะผู้จัดทำ
ขอขอบคุณ อาจารย์ วิทยา ทิพย์สุวรรณพร อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านกรุณาแนะนำและให้
ความรู้สิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการทำงาน พร้อมทั้งอำนวยความสะดวกในสิ่งต่างๆ เพื่อให้งาน
นี้สำเร็จด้วยดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

สมศักดิ์ กิริตวิมลเศรษฐ์ "หลักการและการทำงานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม" สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพมหานคร: บริษัท ศูนย์หนังสือกรุงเทพ จำกัด

เสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) กรุงเทพมหานคร: บริษัท ศูนย์หนังสือกรุงเทพ จำกัด

BC Nakra KK Chaudhry "Instrumentation Measurement Analysis"

Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Limited Thirud

Reprint: 1989

JP Holman "Experimental Methods for Engineers" Mcgraw-Hill Book

Company: 1989

จเร เลิศสุตวิสัย "ภาษาแอสเซมบลี" ไมโครคอมพิวเตอร์ 4 (สิงหาคม 2532)

: 336-342

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้