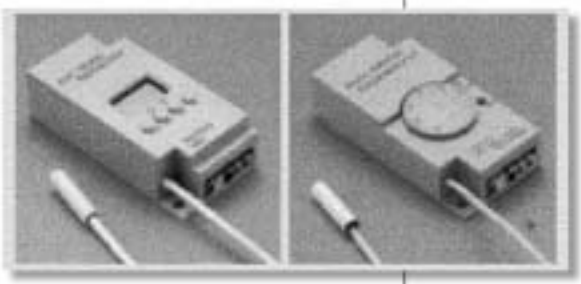
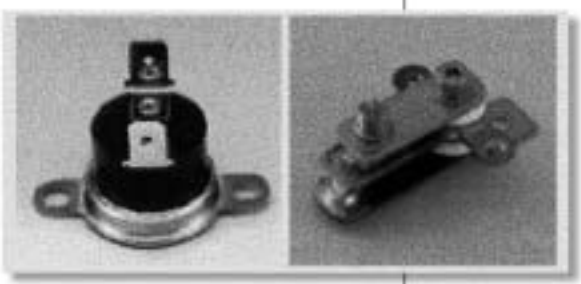
เทอร์โมสตัท
แบบอิเล็กทรอนิกส์

ชวน คล้ายปาน

การควบคุมอุณหภูมิในห้องปรับอากาศ ในเครื่องกำเนิดความร้อน หรือความเย็น โดยทั่วไปจะใช้เทอร์โมสตัส แบบ กลไก หรือ Bimetal ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิสูง และไม่สามารถเลือกย่านอุณหภูมิที่ต้องการได้หลายค่าในตัวเดียวกัน ทำให้มีข้อจำกัดในการใช้งาน และมีความแม่นยำต่ำกว่าเทอร์โมสตัสแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีความแม่นยำในการทำงานสูง สามารถใช้ควบคุมอุณหภูมิในห้องปรับอากาศ ห้องวิเคราะห์ทดสอบและในตู้ควบคุมอุณหภูมิได้อย่างสม่ำเสมอตามที่ต้องการ



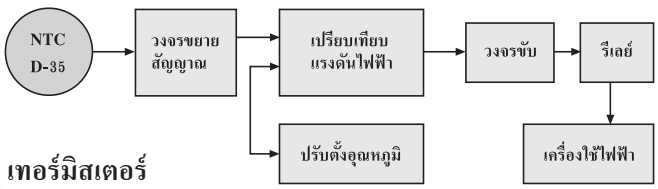
เทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์



เทอร์โมสตัทแบบกลไก (Bimetal)

รูปที่ 1 แสดงลักษณะเปรียบเทียบของเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์และแบบกลไก

การทำงานของเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์

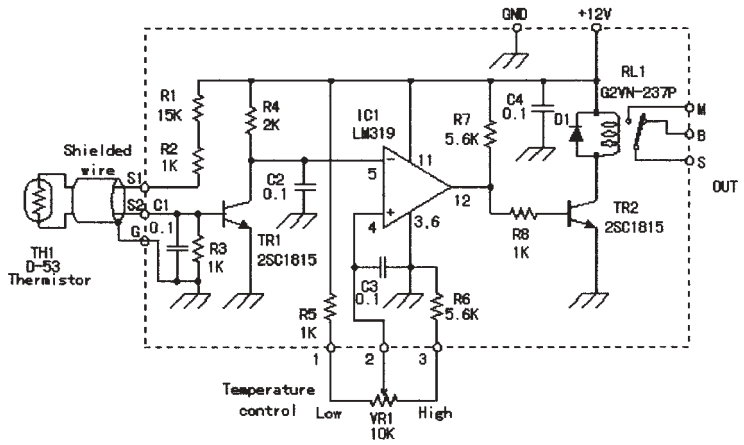


เทอร์มิสเตอร์

รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมแสดงขั้นตอนการทำงานของเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์

จากบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 2 ตัวเทอร์มิสเตอร์จะตรวจจับอุณหภูมิ ส่งเข้าวงจรขยายสัญญาณ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงตามค่าอุณหภูมิที่ปรับตั้งไว้ โดยวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า และส่งสัญญาณควบคุมไปยังวงจรขับเพื่อขับรีเลย์ให้ทำการตัด-ต่อ ขดลวดความร้อนหรือคอมเพรสเซอร์ของเครื่องทำความเย็น จะควบคุมและรักษาระดับอุณหภูมิให้คงที่

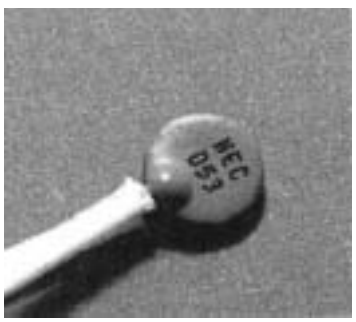
วงจรควบคุมของเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์



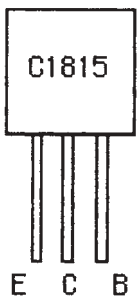
รูปที่ 3 แสดงวงจรของเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์

จากรูปที่ 3 เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์เข้ากับวงจร ตัวตรวจจับอุณหภูมิ ซึ่งใช้เทอร์มิสเตอร์ เบอร์ D-35 มีคุณสมบัติ ค่าความต้านทานลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ระดับแรงดันที่ตกคร่อมเทอร์มิเตอร์ ซึ่งมีระดับของสัญญาณต่ำจะถูกส่งไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ TR1 เบอร์ 2SC1815 เพื่อขยายสัญญาณให้สูงขึ้น แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าแรงดันของตัวปรับตั้งอุณหภูมิ (Temperature control VR1) โดยใช้ไอซีควบคุมการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า เบอร์ LM 319 ซึ่งรับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากขาคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ TR1 ที่เปลี่ยนแปลงค่าตามอุณหภูมิจากเทอร์มิสเตอร์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าของแรงดันอ้างอิงที่ได้จากตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR1) ซึ่งใช้ปรับตั้งอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสตามที่ต้องการได้ การตั้งค่าแรงดันอ้างอิงก็คือการตั้งค่าจุดตัด-ต่อ ของอุณหภูมินั่นเอง ผลการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าโดยไอซี LM319 จะส่งสัญญาณควบคุมไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ TR2 เพื่อทำหน้าที่ขับรีเลย์ต่อไป

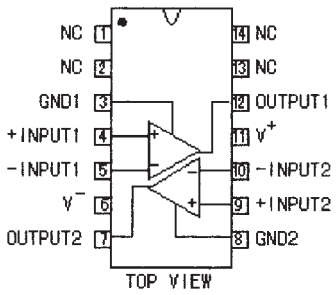
อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบวงจร



เทอร์มิสเตอร์



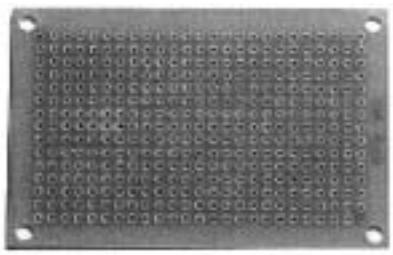
ทรานซิสเตอร์



ไอซี

ความต้านทานปรับค่า

รีเลย์



แผ่นปริ้นอเนกประสงค์

รูปที่ 4 แสดงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ประกอบเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์

ทรานสดิวเซอร์ (Transducer)

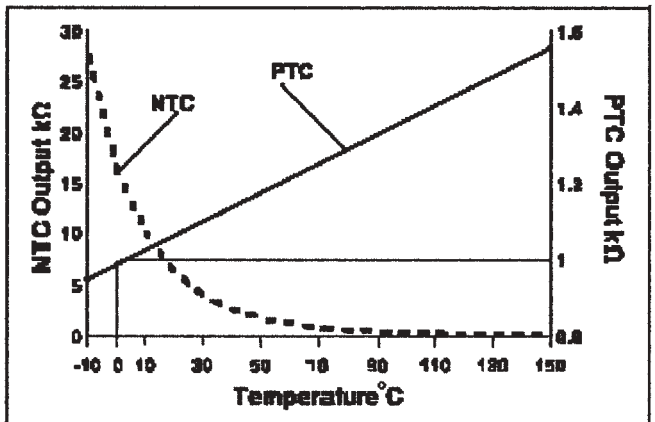
ทรานสดิวเซอร์ หรือตัวตรวจจับสัญญาณความร้อน ทำหน้าที่แปลงค่าปรากฏการณ์ทางฟิสิกส์ เช่น อุณหภูมิ ความดัน และอัตราไหล ฯลฯ ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าได้อย่างเป็นสัดส่วน หรือบางชนิดก็จะเปลี่ยนค่าความต้านทานในตัวเองตามค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ทรานสดิวเซอร์ชนิดที่ใช้กันอยู่ในวงการวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม ได้แก่ เทอร์โมคัปเปิล RTDs เทอร์มิสเตอร์ สเตรนเกจ ทรานสดิวเซอร์วัดค่าความดัน และไอซีเซนเซอร์ เป็นต้น ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบอิเล็กทรอนิกส์นี้ใช้เทอร์มิสเตอร์ เป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญของวงจร จะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

เทอร์มิสเตอร์ (Thermister : thermally sensitive resistors) คืออุปกรณ์สารกึ่งตัวนำโดยการเผาสารประกอบเหล็กออกไซด์หลายชนิด เช่น ออกไซด์ของสารแมงกานีส นิเกิล โคบอลต์ ทองแดงและยูเรเนียม เทอร์มิสเตอร์นิยมนำมาใช้ในเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เนื่องจากมีคุณสมบัติของค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์ที่เปลี่ยนไปเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง มี 2 แบบ คือ

1. NTC (Negative Temperature Coefficient) เป็นเทอร์มิสเตอร์แบบค่าความต้านทานลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2. PTC (Positive Temperature Coefficient) เป็นเทอร์มิเตอร์แบบค่าความต้านทานเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

โดยค่าความเปลี่ยนแปลงของเทอร์มิสเตอร์ทั้งสองแบบเป็นไปตาม เส้นกราฟแสดงสมบัติ ดังนี้



Output of NTC & Pt1000 Thermistors

Temp (°C)	Resistance (Ohm)		Temp (°C)	Resistance (Ohm)	
	NTC	Pt1000		NTC	Pt1000
-10	27665	960.9	80	629	1308.9
0	16325	1000.0	90	468.8	1347.0
10	9850	1039.0	100	340.0	1385.0
20	6245	1077.9	110	255.6	1422.9
30	4029	1116.7	120	194.7	1460.6
40	2663	1155.4	130	150.4	1498.2
50	1802	1194.0	140	117.4	1535.8
60	1244	1232.4	150	92.65	1573.1
70	876	1270.7			

รูปที่ 5 แสดงคุณสมบัติของเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC และ PTC (Pt1000)

ในเครื่องควบคุมอุณหภูมิต้นแบบนี้ใช้เทอร์มิเตอร์แบบ NTC ซึ่งเป็นสาร Electro-Ceramics ชนิดหนึ่ง จึงมีขนาดเล็ก คงทน และสามารถตอบสนองให้ผลลัพธ์ที่รวดเร็ว โดยจะมีค่าความต้านทาน 5 กิโลโอห์มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จากการตอบสนองที่รวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เทอร์มิสเตอร์ชนิดนี้จึงไม่เหมาะสำหรับการควบคุมอุณหภูมิสูง และค่าความต้านทานที่อุณหภูมิสูงอาจทำให้ตัวเทอร์มิเตอร์ชนิดนี้เสียหายได้ การนำเทอร์มิสเตอร์ไปใช้งานต้องคำนึงถึงช่วงอุณหภูมิใช้งาน และชนิดของเทอร์มิเตอร์เป็นสำคัญ โดย

ทั่วไปจะผลิตขึ้นใช้งานอยู่ในช่วงอุณหภูมิ -50 ถึง 250 องศาเซลเซียสและได้มีการพัฒนาขึ้นมาเป็นลำดับ

ประโยชน์และการนำเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้งาน สามารถนำไปใช้ควบคุมอุณหภูมิของตู้อบไฟฟ้า เตาเผาไฟฟ้า อ่างควบคุมอุณหภูมิทั้งความร้อนและความเย็น ห้องทดลองทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนห้องปรับอากาศตามสำนักงานและตามบ้านเรือนทั่วไป ซึ่งเทอร์โมสตัทอิเล็กทรอนิกส์นี้สามารถใช้ควบคุมอุณหภูมิได้อย่างละเอียดสม่ำเสมอ ทำให้ผลการวิเคราะห์ทดสอบถูกต้องตามมาตรฐานสากล

ถ้านำเทอร์โมสตัทชนิดนี้ไปติดตั้งในเครื่องปรับอากาศแทนเทอร์โมสตัทแบบ Bimetal จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้มาก (จากผลการวิจัยของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ร้อยละ 30-40) ในการนำไปติดตั้งแทนเทอร์โมสตัทแบบกลไก โดยย้ายสายไฟจากจุดต่อของเทอร์โมสตัทแบบกลไกต่อเข้ากับจุดต่อหน้าสัมผัสรีเลย์ของเทอร์โมสตัทแบบอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศให้คงที่ตามที่ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

Gopel, W; Hesse, J, and Zemel, JN, edits. **Sensors : a comprehensive survey**, vol.4, New York : VCH Pub, 1990. p. 69-118.

Hunter, Lloyd. P. **Handbook of semiconductor electronics : a practical manual covering the physics, technology, and circuit applications of transistors, diodes, and photocells**. 2 nd ed. New York : McGraw Hill, 1962.

Thermostat : Electronic circuit beans collection. Available.
http://www.interq.or.jp/japan/se-inoue/e_ckt25.htm 13, มกราคม, 2546.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กองเศรษฐกิจการพลังงาน. **เอกสารเผยแพร่ คู่มือผู้ซื้อเครื่องปรับอากาศ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2536. หน้า 6-11.

ไพโรจน์ ไววานิชกิจ. เรื่องน่ารู้ของทรานสดิวเซอร์. **เซมิคอนดักเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์**, กรกฎาคม, 2540, ฉบับที่ 173, หน้า 263-268.