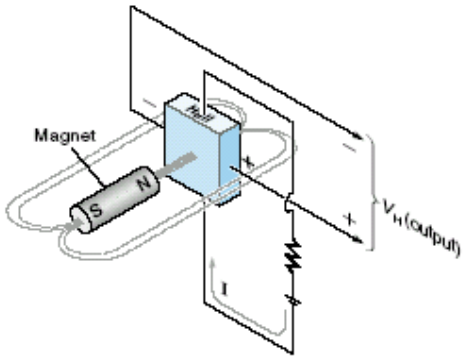
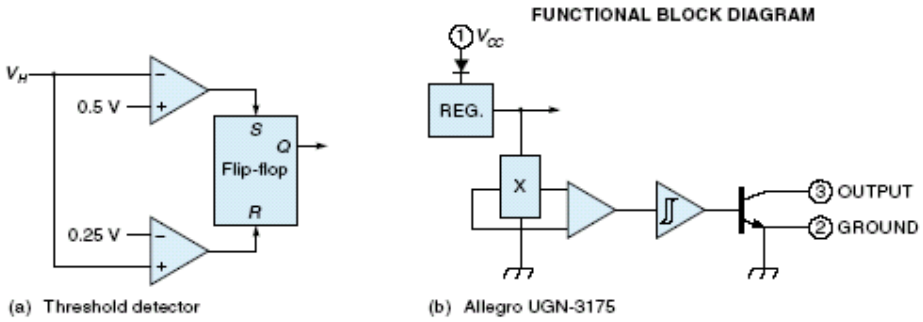
D = Konstanta ketebalan



Gambar 2.19 Cara kerja Hall-Effect Sensor



Gambar 2.20 Rangkaian antarmuka Hall-Effect

Dari persamaan terlihat V_H berbanding lurus dengan I dan B. Jika I dipertahankan konstan maka V_H berbanding lurus dengan B (kerapatan fluks magnetik). Sehingga keluarannya tidak benar-benar on/off (untuk jarak yang dekat) tetapi linier. Untuk memperoleh aksi penskalaran keluaran harus dilewatkan pada detector ambang (threshold) seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.20 (a). Rangkaian ini menggunakan dua amplifer komparator untuk menetapkan tegangan pensaklaran high dan low. Saat V_H diatas 0,5 V, amplifier atas mengeset R-S flip-flop. Saat V_H turun dibawah 0,25 V amplifier dasar me-reset flip-flop.Untuk membuat rangkaian ini bekerja kita perlu memastikan bahwa magnet cukup dengan terhadap sensor untuk membuat V_H naik di atas 0,5 V dan cukup jauh untuk membuat V_H turun di bawah 0,25 V.

Saklar Efek Hall secara lengkap didapati dalam bentuk IC. Salah satu contohny adalah Allegro 3175 (Gambar 3.20 (b)). Di dalam IC ini terdapat sensor (C), penggerak arus-melintang dan detektor ambang. Transistor menyala saat medan magnetik di atas + 100 gauss dan akan mati saat medan turun di bawah -100 gauss. Transistor dapat menghasilkan 15 mA yang mampu menggerakkan relay kecil secara langsung atau sebuah rangkaian digital TTL. Hall-effect sensor digunakan di banyak aplikasi contohnya pensaklaran keyboard computer, sensor jarak pada mesin. Disamping itu juga digunakan sebagai sensor pada tachometer rotor bergerigi (toothed-rotor tachometer) seperti yang telah dibahas pada bab sebelumnya.

2.5. Sensor Temperatur

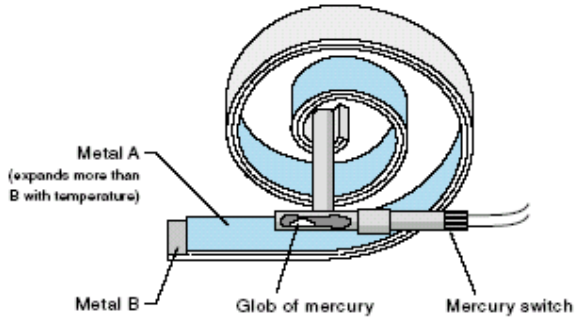
Sensor temperatur memberikan keluaran yang sebanding dengan temperatur. Kebanyakan sensor temperatur memiliki koefisien temperatur positif (yang diinginkan) artinya keluaran sensor naik saat temperatur yang diindera naik tetapi beberapa sensor memiliki koefisien temperatur negatif yaitu keluarannya akan turun saat temperatur naik.

Banyak sistem pengaturan memerlukan sensor temperatur hanya untuk mengkompensasi pengaruh temperatur pada suatu sensor lain yang keluarannya terganggu dengan adanya temperatur.

Sensor Temperatur Bimetal

Sensor ini terdiri dari lempeng bimetal yang dipuntir menjadi spiral (Gambar 2.21). Lempeng bimetal adalah gabungan dua logam tipis dengan koefisien muai yang berbeda. Saat temperatur naik logam di sisi dalam akan memuai lebih dari logam di sisi luar dan spiral cenderung untuk meregang. Sensor ini biasanya digunakan untuk pengaturan on-off misalnya termostat.

Switch mercury bergerak dari on dan off, saat temperatur meningkat tabung yang berisi cairan merkuri berotasi searah jaruh jam. Saat tabung berputar melewati horisontal, mercuri bergerak ke bawah dan membuat koneksi elektrik antar elektroda. Salah satu keuntungan dari sistem ini adalah keluaran dari switch dapat digunakan langsung tanpa perlu pengkondisi sinyal. Saat ini switch (saklar) mercury sudah tidak digunakan karena alasan keamanan lingkungan dan digantikan dengan tipe swith kontak yang lain.



Gambar 2.21 Sensor Bimetal mengatur switch mercury (gambar ini pada keadaan dingin)

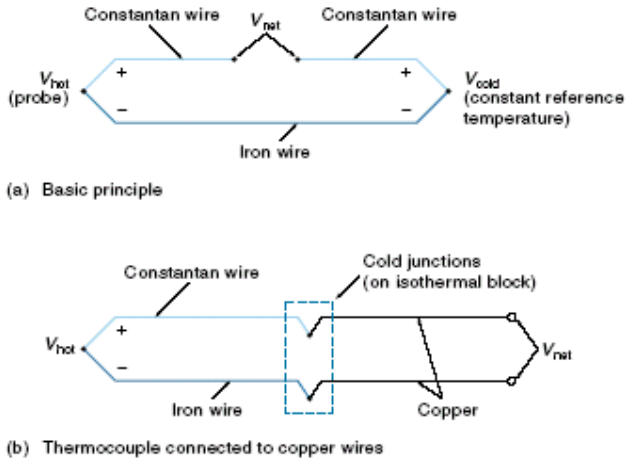
Termokopel (thermocouples)

Termokopel telah dikembangkan lebih dari 100 tahun yang lalu dan masih banyak dipergunakan sampai sekarang, khususnya pada pengukuran temperatur tinggi. Termokopel didasari pada efek Seebeck, yaitu suatu fenomena sebuah tegangan listrik yang sebanding dengan temperatur. Tegangan listrik ini dihasilkan dari rangkaian yang terdiri dari dua kawat logam berbeda. Sebagai contoh termokopel terbuat dari besi dan constantan (sejenis paduan logam) menghasilkan tegangan listrik kira-kira 35 μV/°F. Gambar 2.22 memperlihatkan kondisi ini. Sambungan (*junction*) pada setiap ujung dari kedua logam berbeda ini menghasilkan tegangan listrik, Jadi tegangan bersih (V_{net}) dapat dihitung dengan menyelisihkan antara tegangan sambungan. Sambungan pada probe disebut sambungan panas. Sedangkan sambungan yang lain disebut sambungan dingin atau sambungan referensi. Tegangan keluaran dari sistem ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

$V_{net} = V_{panas} - V_{dingin}$

Secara praktis kabel termokopel dikoneksikan dengan kabel tembaga seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.22 (b). sehingga sekarang terdiri dari tiga sambungan. Meskipun demikian, tegangan total dari kedua sambungan tembaga akan tetap sama dengan sebuah sambungan dingin (V_{dingin}) seperti pada gambar 2.22 (a). (Asumsikan bahwa sambungan tembaga sama pada temperatur yang sama) sehingga analisisnya tidak berubah.

Secara tradisional sambungan dingin dipertahankan pada temperatur 32°F dalam sebuah wadah air es (ice water bath) yang berisi air dan es. Air es digunakan karena menghasilkan temperatur yang diketahui juga V_{dingin} menjadi konstal pada persamaan di atas sehingga persamaan itu hanya ditentukan oleh V_{panas} dan V_{net} saja.



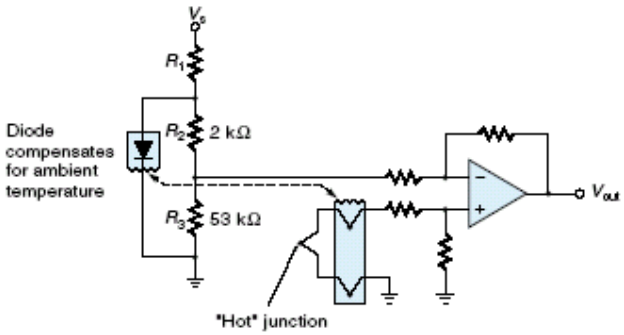
Gambar 2.22 Rangkaian Termokopel (tipe Iron-Constantan)

Pada sistem modern air es dihilangkan dan digantikan dengan semikonduktor sebagai temperatur referensi. Sambungan dingin memerlukan temperatur yang konstan sebagai temperatur referensi terutama pada sistem yang menggunakan banyak termokopel dan mengacu pada temperatur referensi yang sama.

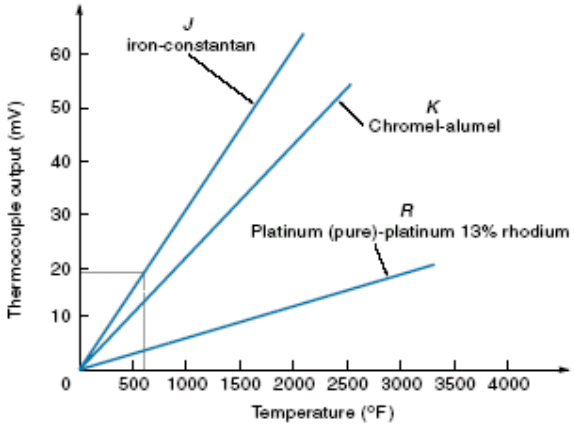
Metoda yang lain adalah dengan menggunakan cara mencocokan tabel nilai dari Vdingin untuk setiap temperatur ambien (temperatur ruang) dan menambahkan nilai ini pada Vnet untuk menghasilkan Vpanas. Cara ini biasanya menggunakan komputer.

Cara lain untuk menghilangkan bak air es adalah dengan menggunakan dioda yang sensitif terhadap panas. Rangkaian dioda ini membuat keluaran termokopel berperilaku seolah-olah sambungan dingin tetap beku meskipun sebenarnya tidak. Gambar 2.23. memperlihatkan rangkaian untuk termokopel iron-constantan. Sambungan dingin dibuat bertemperatur yang sama dengan temperatur dioda dengan memasangkan sambungan dingin ini pada kotak isothermal. Saat temperatur ambien naik tegangan maju (forward voltage) turun (sekitar 0,6 V) dengan laju 1,1 mV/°F. Tegangan ini diskalakan dengan R2 dan R3 menjadi 28μV/°F sama dengan laju dari tengangan asli sambungan dingin saat naik karena temperatur ambien.

Menggunakan Op-Amp untuk mengurangi pengaruh temperatur ambien pada perubahan sambungan dingin kita dapat sebuah tegangan termokopel yang berbanding lurus dengan temperatur. Termokopel komersial tersedia dengan berbagai rentang temperatur dan sensitivitas (sensitivitas diukur dalam volts/derajat). Gambar 2.24 memperlihatkan kurva tegangan terhadap temperatur dari kelas-kelas besar termokopel. Seperti yang anda lihat tipe J (iron-constantan) memiliki sensitivitas yang tinggi tetapi memiliki rentang temperatur yang rendah, tipe K (chromel-alumel) memiliki rentang temperatur yang lebih tinggi tetapi sensitivitasnya rendah, dan tipe R (platinum-rhodium) memiliki sensitivitas yang jauh lebih rendah tetapi dapat bekerja pada temperatur yang sangat tinggi.



Gambar 2.23 Sebuah dioda yang digunakan untuk mengkompensasi tegangan sambungan dingin (cold-junction)



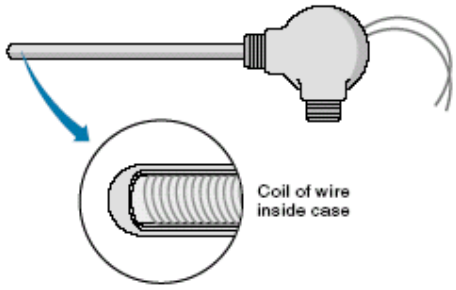
Gambar 2.24 Keluaran Termokopel untuk berbagai tipe kawat yang berbeda. Temperatur referensi pada 32°F

Termokopel sangat sederhana dan mudah dipasang tetapi memerlukan peralatan elektronika tambahan yang memiliki sensitivitas rendah dan tidak bermasalah dengan sambungan dingin. Tapi kelebihannya termokopel linier (pada batasan tertentu), handal, stabil dan dapat digunakan pada temperatur tinggi seperti pada tungku dan oven.

RTD (Resistance Temperatur Detector)

RTD adalah sensor temperatur yang didasari pada kenyataan bahwa logam akan meningkat tahanannya saat temperatur naik. Gambar 2.25 memperlhatkan tipe dari RTD. Sebuah kawat terbuat dari platinum dibungkus oleh keramik atau batang gelas. (kadang-kadang lilitan kawat dipasang diantara kedua batang keramik). Kawat platinum memiliki koefisien temperatur 0,0039 Ω/°C yang artinya tahanannya akan naik 0,0039 Ω untuk

setiap kenaikan satu derajat celcius. RTD tersedia pada beberapa tahanan yang berbeda tapi biasanya 100 Ω. Sehingga 100 Ω RTD platinum memiliki tahanan 100 Ω pada 0°C



Gambar 2.25 Resistance Temperature Detector

Thermistor

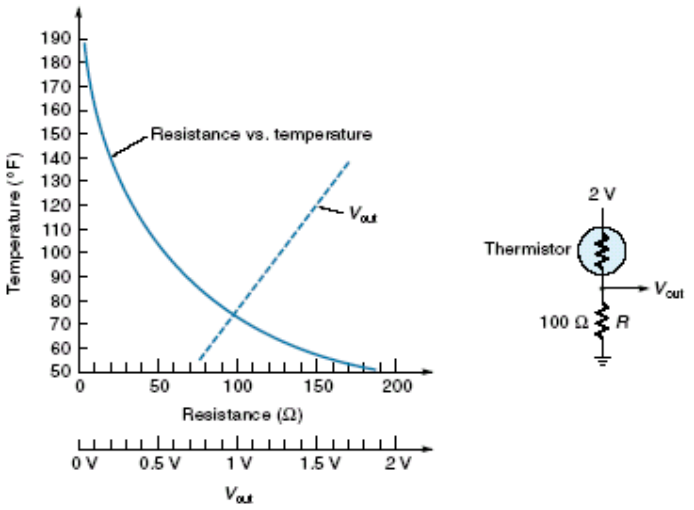
Termistor adalah peralatan dengan dua terminal yang tahanannya akan berubah terhadap perubahan temperatur. Termistor terbuat dari bahan semikonduktor dan memiliki banyak variasi ukuran dan bentuk. Termistor bersifat non linier sehingga jarang digunakan untuk memperoleh pembacaraan termparatur yang akurat tetapi hanya digunakan untuk mengindikasikan perubahan temperatur misalnya saat ada pemanasan berlebih (overheating). Selain itu semua termistor memiliki koefisien temperatur negatif yang berarti tahanannya akan turun saat temperatur meningkat seperti yang diperlihatkan sebagai garis tebal pada gambar 2.26 (a). Salah satu sifat yang diinginkan dari termistor adalah sensitivitasnya tinggi. Perubahan temperatur yang relatif kecil dapat menghasilkan perubahan tahanan termistor yang besar.

Pada gambar 2.26 (b) diperlhatkan sebuah rangkaian antarmuka termistor sederhana. Dengan menempatkan termistor pada bagian atas dari pembagi tegangan (voltage divider), menghasilkan tegangan keluaran yang relatif linier dan memiliki kemiringan positif (diperlihatkan sebagai garis putus-putus pada gambar 2.26 (b). Nilai resistor (R) dipilih dekat dengan nilai nominal dari termistor.

Termistor memiliki rentang tahanan yang luas mulai dari beberapa ohm sampai 1 MΩ, pemilihannya tergantung dari rentang temperatur yang diinginkan. Model dengan tahanan tinggi digunakan untuk temperatur tinggi, untuk meningkatkan sensitivitas dan untuk menjaga sensor mengambil arus terlalu besar.

Integrated Circuit Temperatur Sensors

IC sensor memiliki beberapa konfigurasi. Contoh yang paling sering adalah seri LM34 dan LM35. LM34 menghasilkan tegangan keluaran sebanding dengan temperatur Fahrenhet sedangkan LM35 menghasilkan keluaran yang sebanding dengan temperatur celcius. Gambar 2.27 memperlihatkan lembar spesifikasi (spec) untuk LM35. IC ini terdiri dari tiga terminal aktif yaitu tegangan suplai (V_S), ground dan Vout. Tegangan keluaran LM35 berbanding lurus dengan derajat celcius yaitu V_{out} = 10 mV/°C



(a) Thermistor temperature vs. resistance curve (b) Interface circuit

Gambar 2.26 Thermistor

National Semiconductor

LM35/LM35A/LM35C/LM35CA/LM35D Precision Centigrade Temperature Sensors

General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of ±¼°C at room temperature and ±¾°C over a full −55 to +150°C temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only 60 µA from its supply, it has very low self-heating, less than 0.1°C in still air. The LM35 is rated to operate over a −55° to +150°C temperature range, while the LM35C is rated for a −40° to +110°C range (−10° with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-202 package.

Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear + 10.0 mV/°C scale factor
- 0.5°C accuracy guaranteeable (at +25°C)
- Rated for full −55° to +150°C range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than 60 µA current drain
- Low self-heating, 0.08°C in still air
- Nonlinearity only ±¼°C typical
- Low impedance output, 0.1 Ω for 1 mA load

Connection Diagrams

TO-46
Metal Can Package*



TL/H/5516–1

*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH
See NS Package Number H03H

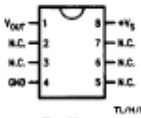
TO-92
Plastic Package



TL/H/5516–2

Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ
See NS Package Number Z03A

SO-8
Small Outline Molded Package

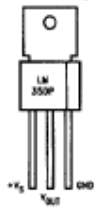


TL/H/5516–21

Top View
N.C. = No Connection

Order Number LM35DM
See NS Package Number M08A

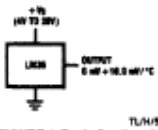
TO-202
Plastic Package



TL/H/5516–24

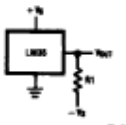
Order Number LM35DP
See NS Package Number P03A

Typical Applications



TL/H/5516–3

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (+2°C to +150°C)



TL/H/5516–4

Choose $R_1 = -V_S/50$ µA

V_{OUT} = +1,500 mV at +150°C
= +250 mV at +25°C
= −550 mV at −55°C

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

Gambar 2.27 Sensor temperatur LM35