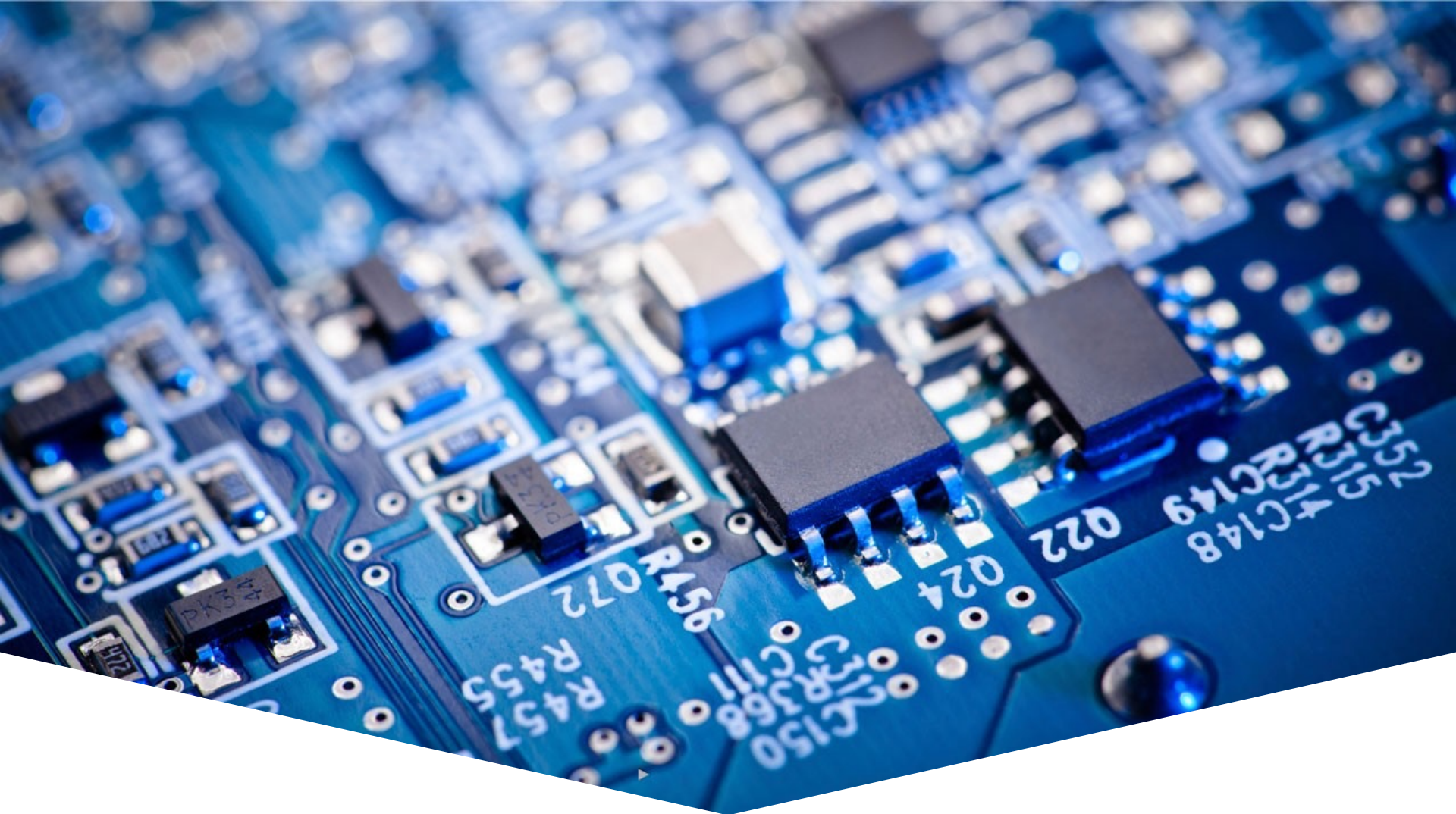




ANE21: ANALOGUE ELEKTRONICA 2

LAB1: SENSORS

overtref jezelf



Overzicht

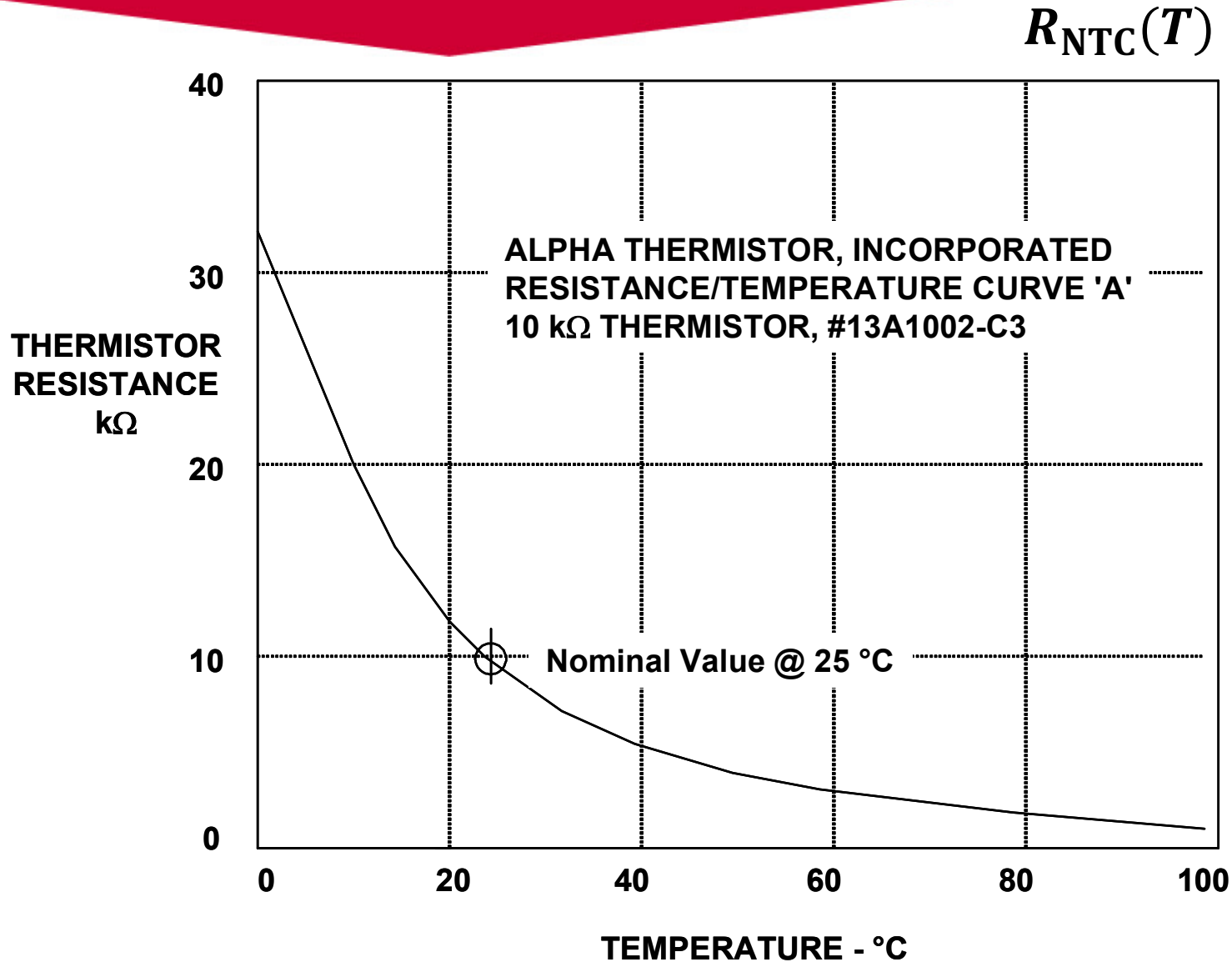
■ Temperatuursensoren

■ Bridge circuits

■ Positiesensoren

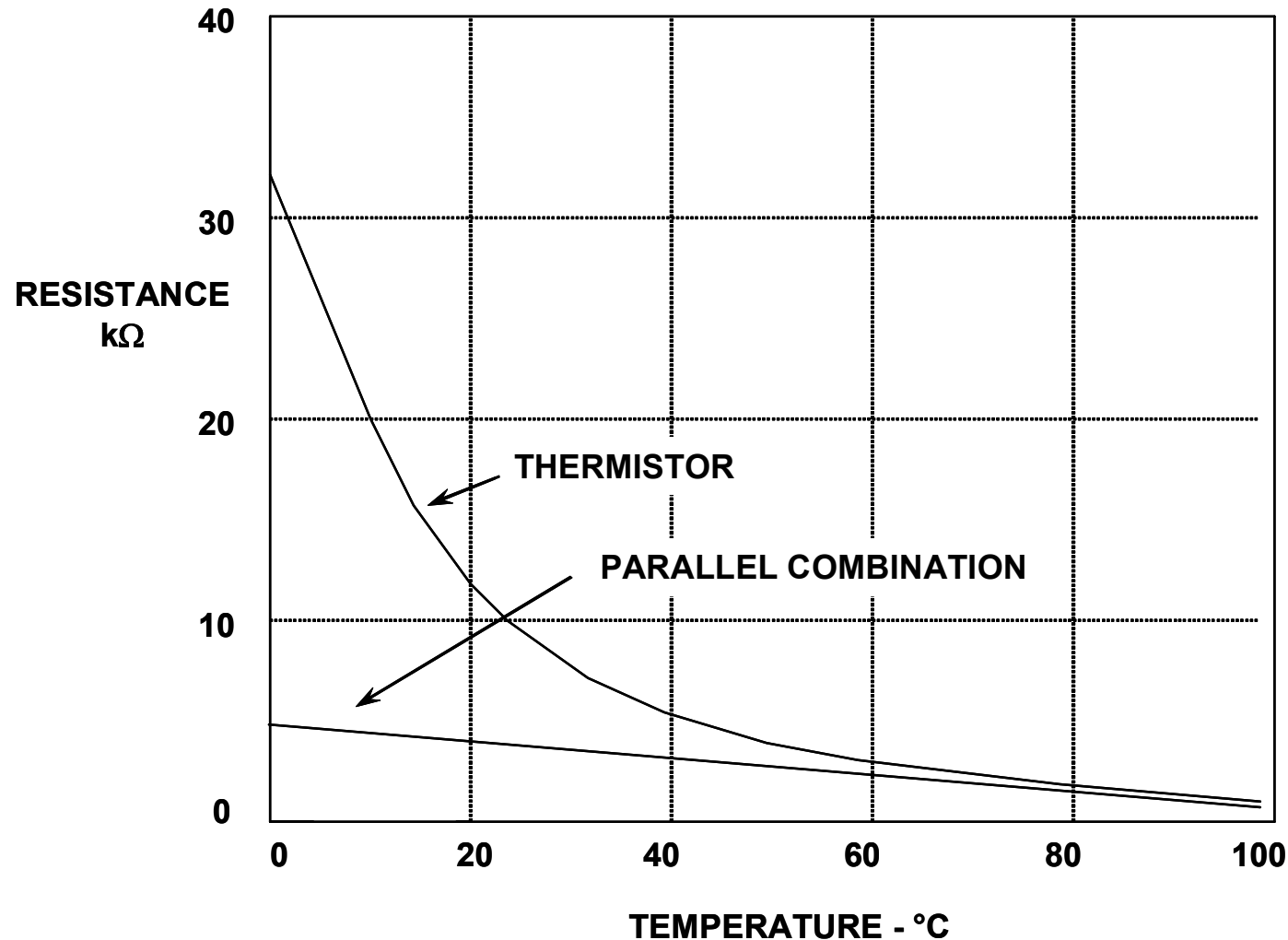
■ Bewegingssensoren

Thermistor NTC



Linearisatie van een NTC thermistor

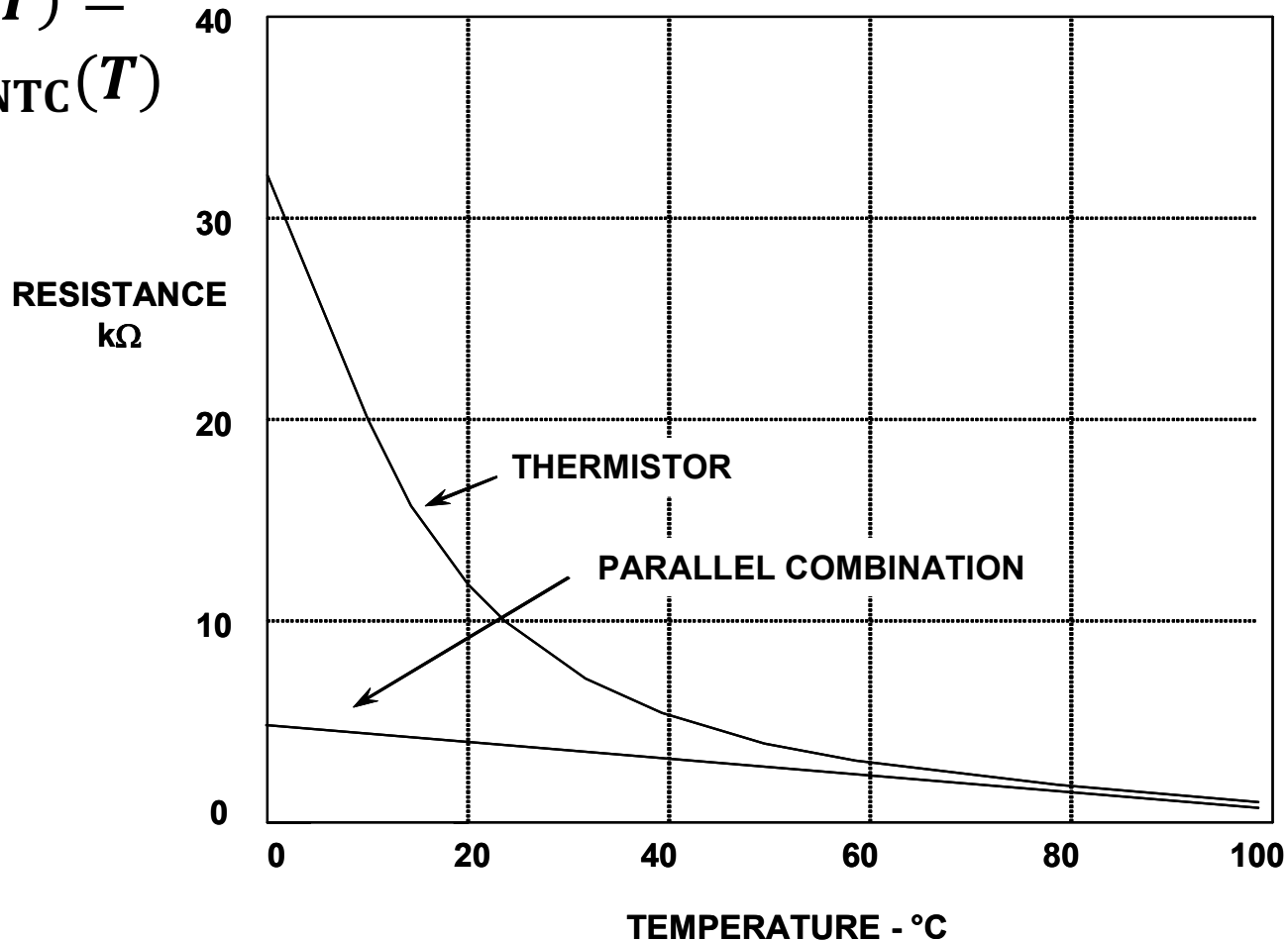
$$R_{\text{PAR}}(T) = R_p \parallel R_{\text{NTC}}(T)$$



Linearisatie van een NTC thermistor

Optimale keuze voor R_P is:
$$R_P = \frac{R_M(R_L + R_H) - 2 R_L R_H}{R_L + R_H - 2 R_M}$$

$$R_{\text{PAR}}(T) = R_p \parallel R_{\text{NTC}}(T)$$



Bridge circuits

■ Bridge circuits maken gebruik van variabele weerstanden:

■ Sensoren voor:

➤ Stress	120Ω, 350Ω, 3500Ω
➤ Gewicht	350Ω - 3500Ω
➤ Druk	350Ω - 3500Ω
➤ Relatieve vochtigheid	100kΩ - 10MΩ
➤ Temperatuur	100Ω, 1000Ω
➤ Thermistors	100Ω - 100MΩ

■ Er zijn dus vele toepassingen van bridge circuits

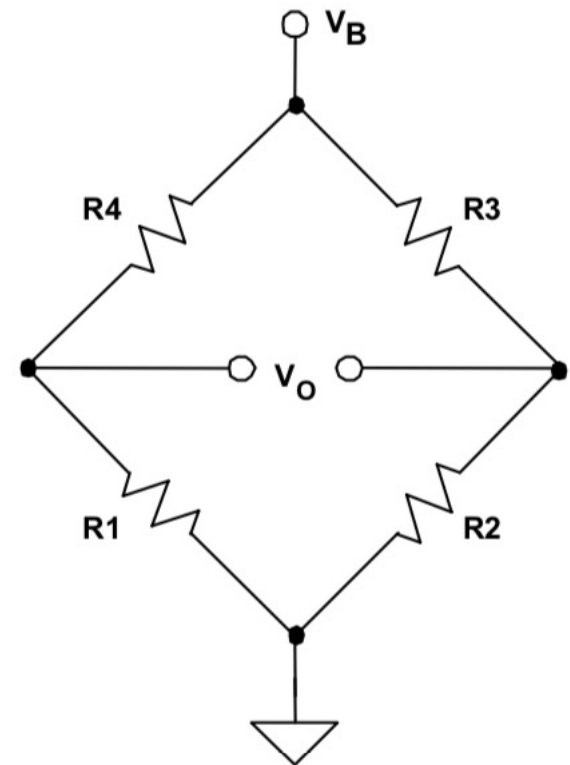
Wheatstone Bridge

- Het basis principe van een bridge circuit is de Wheatstone bridge:

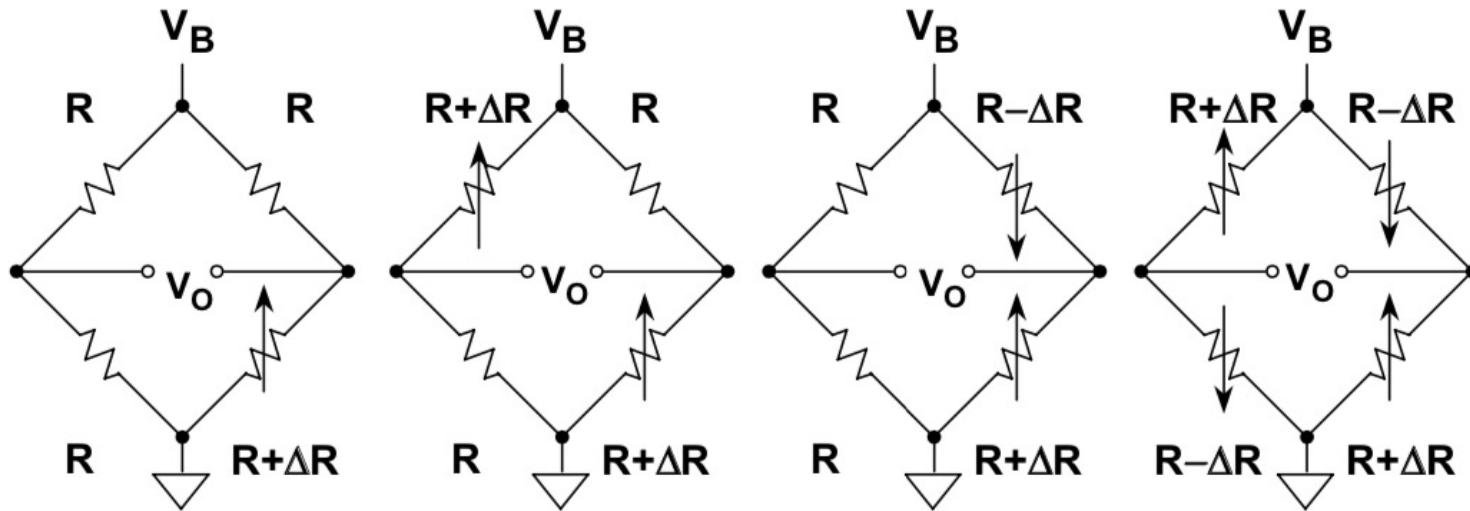
$$V_o = V_B \left(\frac{R_1}{R_1 + R_4} - \frac{R_2}{R_2 + R_3} \right)$$

- Het circuit is gebalanceerd ($V_o = 0$) als:

$$\frac{R_1}{R_4} = \frac{R_2}{R_3}$$



Varying Elements in Bridges



$$V_O: \frac{V_B}{4} \left[\frac{\Delta R}{R + \frac{\Delta R}{2}} \right]$$

$$\frac{V_B}{2} \left[\frac{\Delta R}{R + \frac{\Delta R}{2}} \right]$$

$$\frac{V_B}{2} \left[\frac{\Delta R}{R} \right]$$

$$V_B \left[\frac{\Delta R}{R} \right]$$

Linearity
Error:

0.5%/%

0.5%/%

0

0

(A) Single-Element
Varying

(B) Two-Element
Varying (1)

(C) Two-Element
Varying (2)

(D) All-Element
Varying

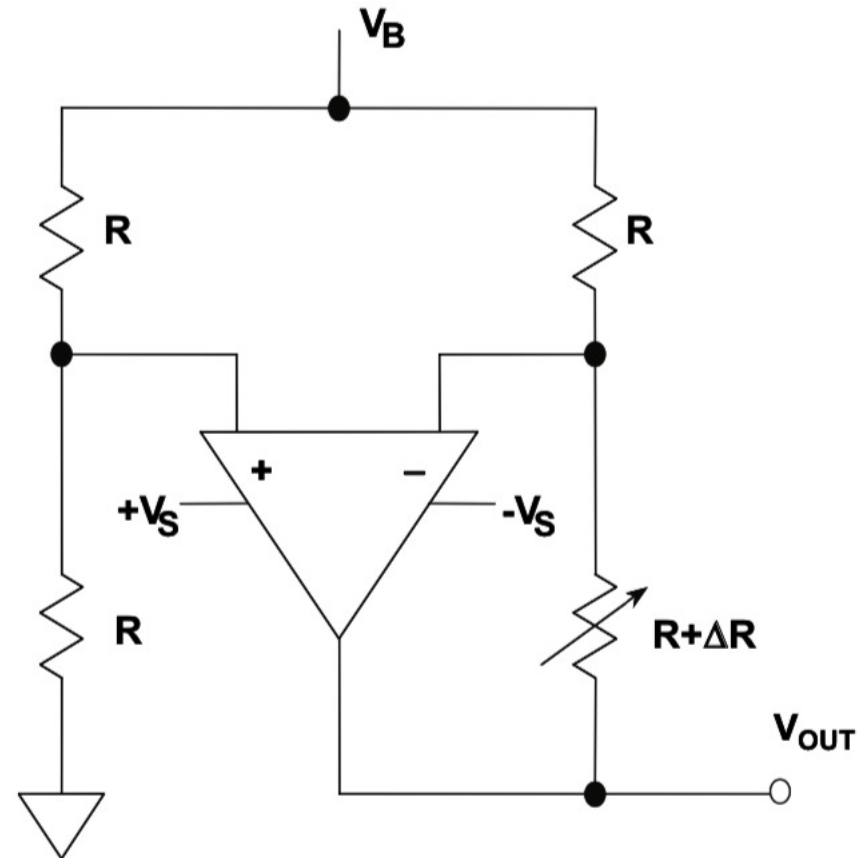
- Leid de formules voor V_O voor de vier topologieën af
- Noem voor- en nadelen van deze circuits

Linearisatie van de Single-Element Varying Bridge

- Een single-element varying bridge is vaak de simpelste en soms zelfs de enige oplossing
- Maar de afhankelijkheid van ΔR is niet-lineair
- Het op-amp circuit hiernaast is lineair:

$$V_o = -V_B \frac{\Delta R}{2R}$$

- Leid dit resultaat af



Extra informatie

De volgende slides geven extra informatie over sensoren die voor het lab niet essentieel zijn maar wel nuttige achtergrondinformatie bevatten

BJT als temperatuursensor

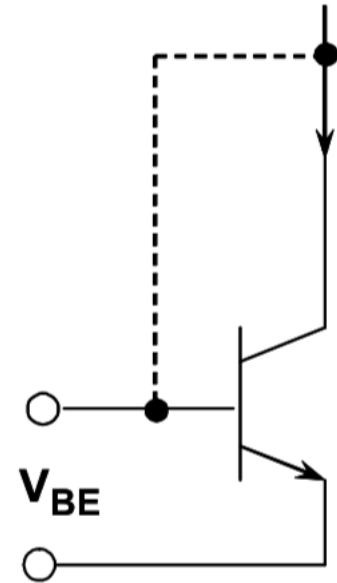
- Een BJT-transistor kan gebruikt worden als temperatuursensor:

$$v_{BE} = \frac{kT}{q} \ln \frac{I_C}{I_S}$$

- k constant van Boltzmann
- q lading elektron
- T temperatuur

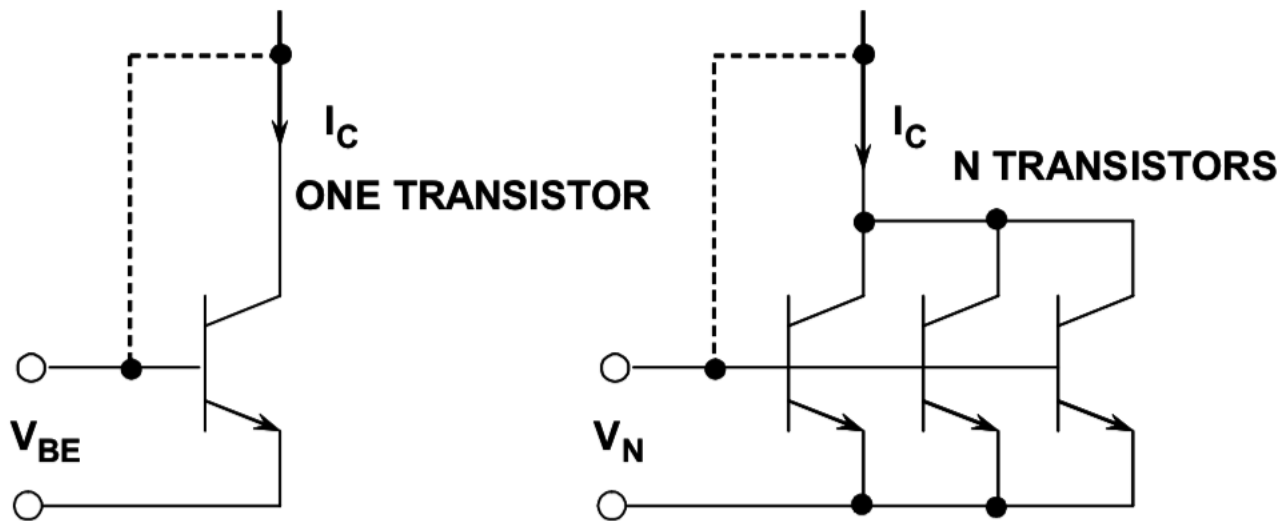
Maar ook afhankelijk van:

- I_C collectorstroom
- I_S sperstroom



Halfgeleider temperatuursensor

■ Combineer $N + 1$ BJT-transistoren:



$$\Delta v_{BE} = v_{BE} - v_N = \frac{kT}{q} \ln N$$

■ Dus de afhankelijkheid van I_C en I_S valt weg

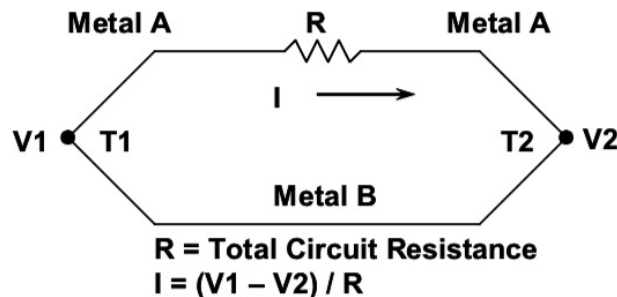
Thermocouples

- Tussen twee metalen ontstaat een potentiaal die afhankelijk is van de temperatuur
- Door twee van deze juncties te gebruiken bij verschillende temperaturen ontstaat er een klein potentiaalverschil

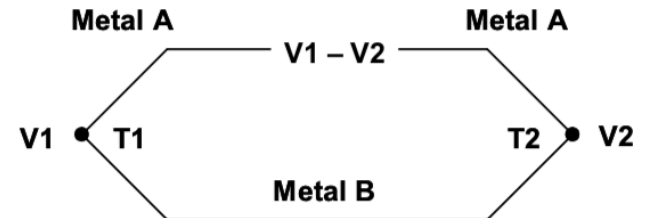
A. THERMOELECTRIC VOLTAGE



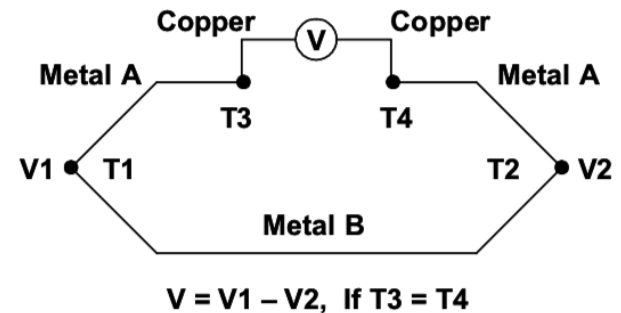
B. THERMOCOUPLE



C. THERMOCOUPLE MEASUREMENT



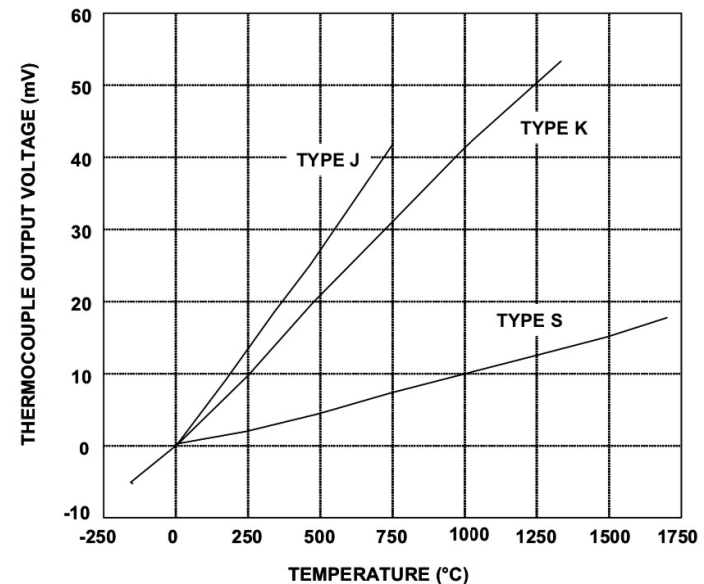
D. THERMOCOUPLE MEASUREMENT



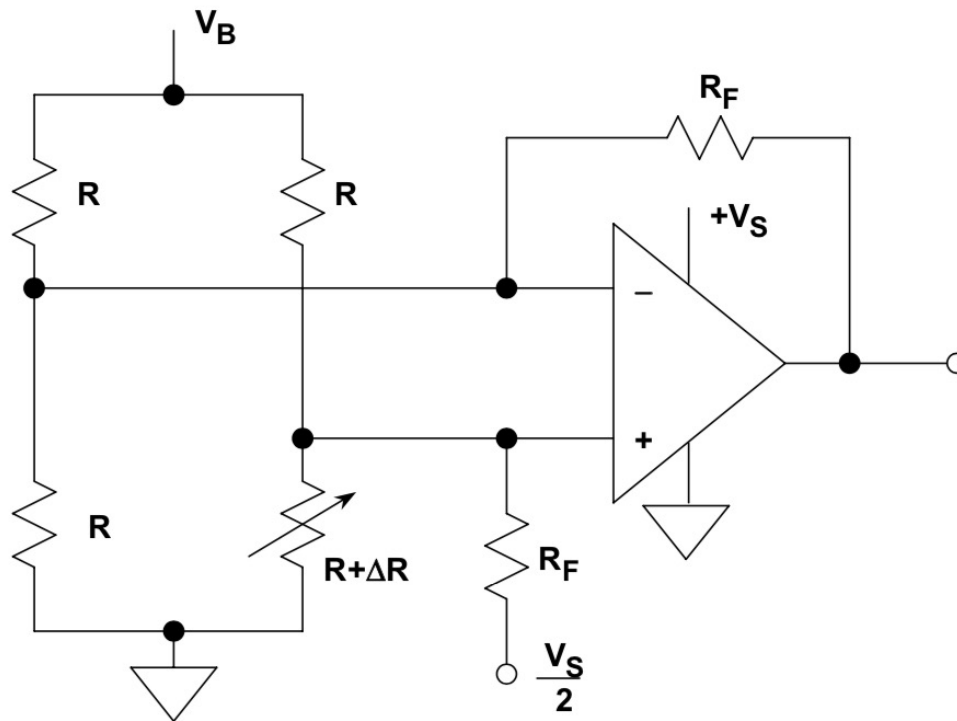
Thermocouples

- Thermocouples zijn afhankelijk van de gebruikte materialen
- De temperatuursgevoeligheid hangt daar ook van af

JUNCTION MATERIALS	TYPICAL USEFUL RANGE (°C)	NOMINAL SENSITIVITY ($\mu\text{V}/^\circ\text{C}$)	ANSI DESIGNATION
Platinum (6%)/ Rhodium- Platinum (30%)/Rhodium	38 to 1800	7.7	B
Tungsten (5%)/Rhenium - Tungsten (26%)/Rhenium	0 to 2300	16	C
Chromel - Constantan	0 to 982	76	E
Iron - Constantan	0 to 760	55	J
Chromel - Alumel	-184 to 1260	39	K
Platinum (13%)/Rhodium- Platinum	0 to 1593	11.7	R
Platinum (10%)/Rhodium- Platinum	0 to 1538	10.4	S
Copper-Constantan	-184 to 400	45	T

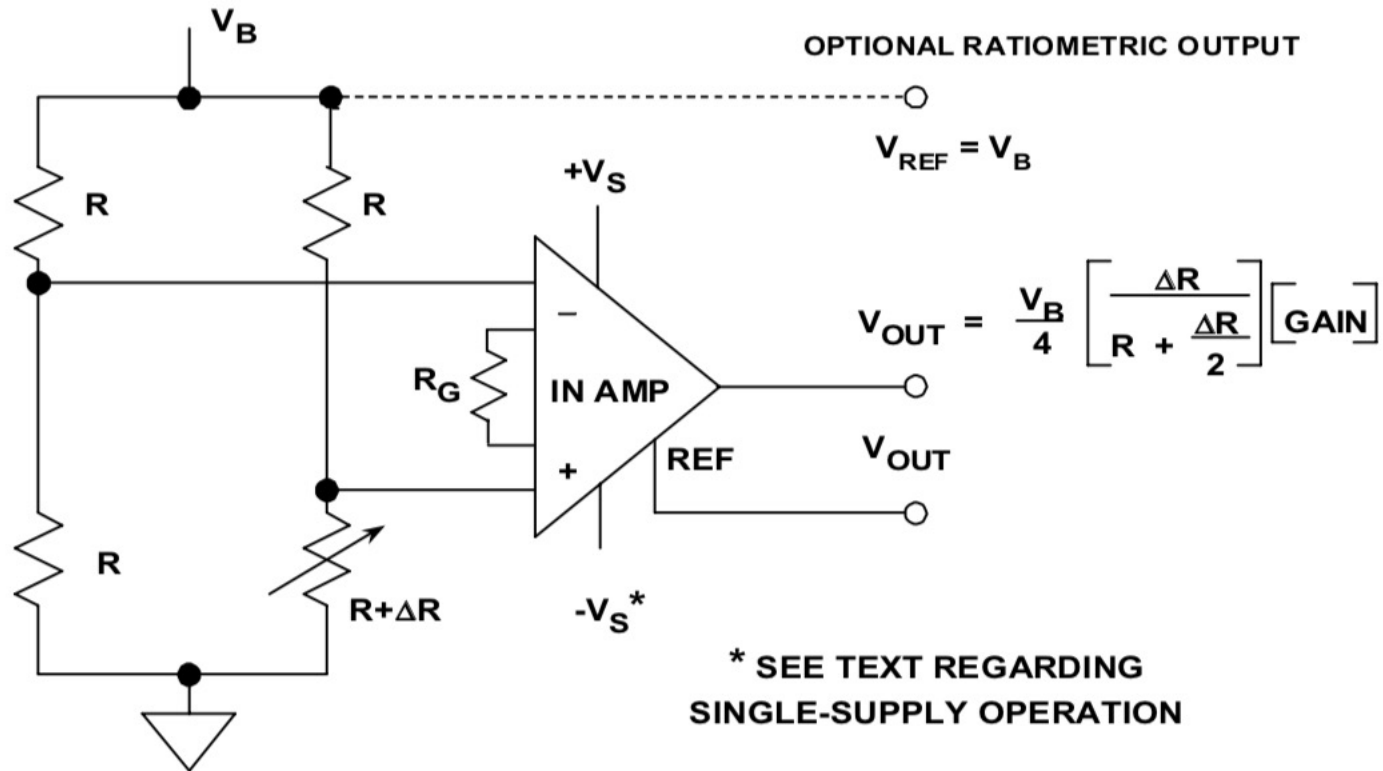


Bridge Versterker



■ Leid een formule voor V_O af

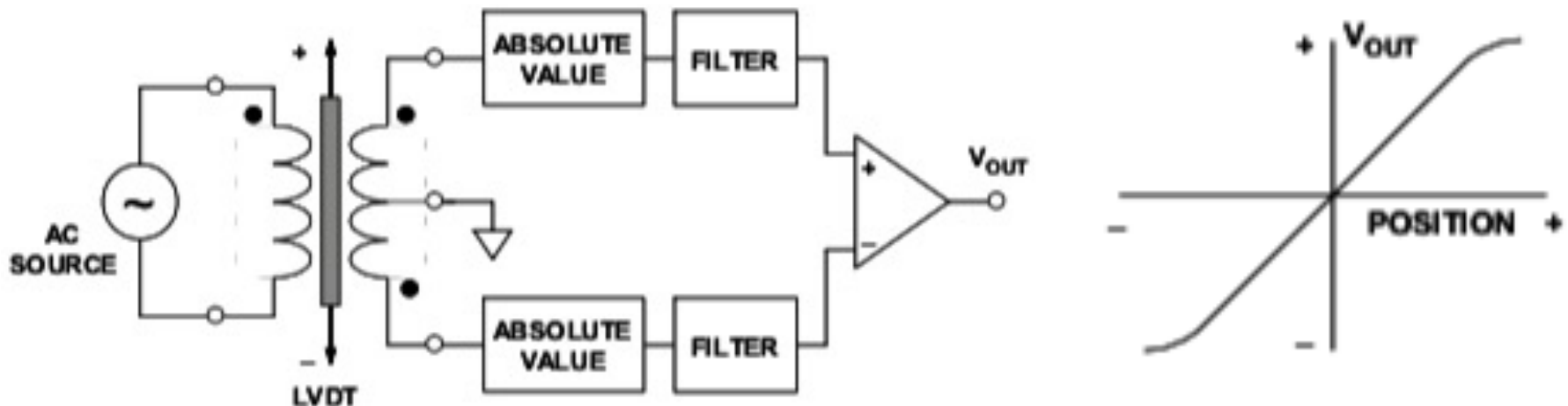
Bridge met Instrumentele Versterker



- Hoe ziet een all-element varying bridge versterker eruit?

Linear Variable Differential Transformer

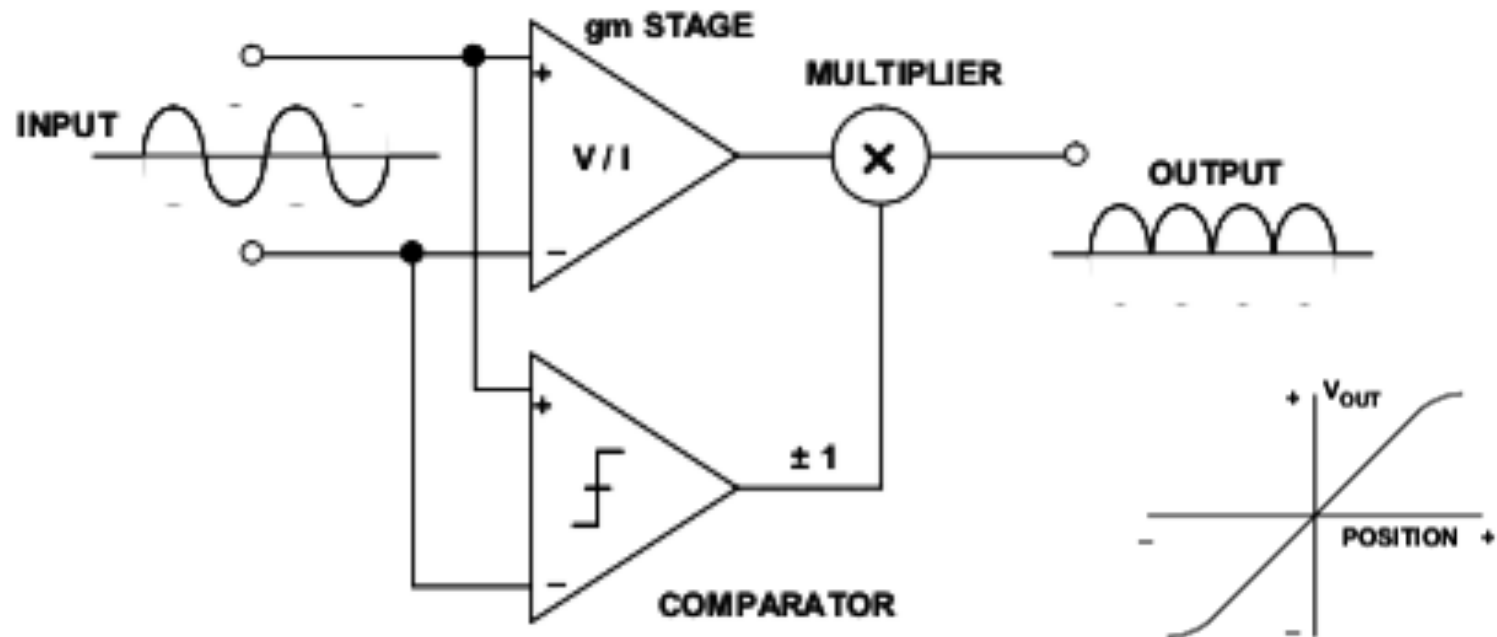
- De volgende schakeling wordt vaak gebruikt om de positie te bepalen.



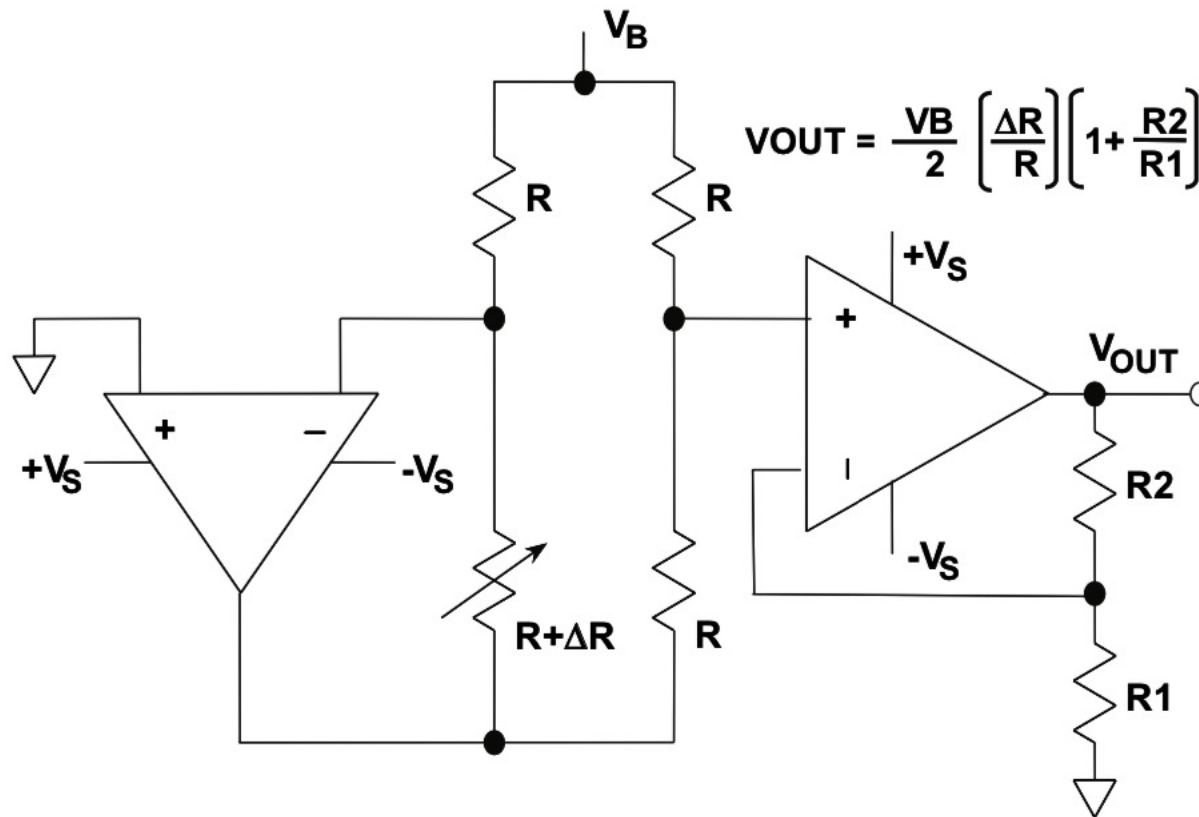
- De positie van de staaf tussen de spoelen geeft een verandering inductie

Absolute Waarde Circuit

- Leg de werking van het onderstaande circuit uit:



Variatie Single-Element Varying Bridge Linearisatie



■ Leid de formule voor V_{out} af

Hall-Effect

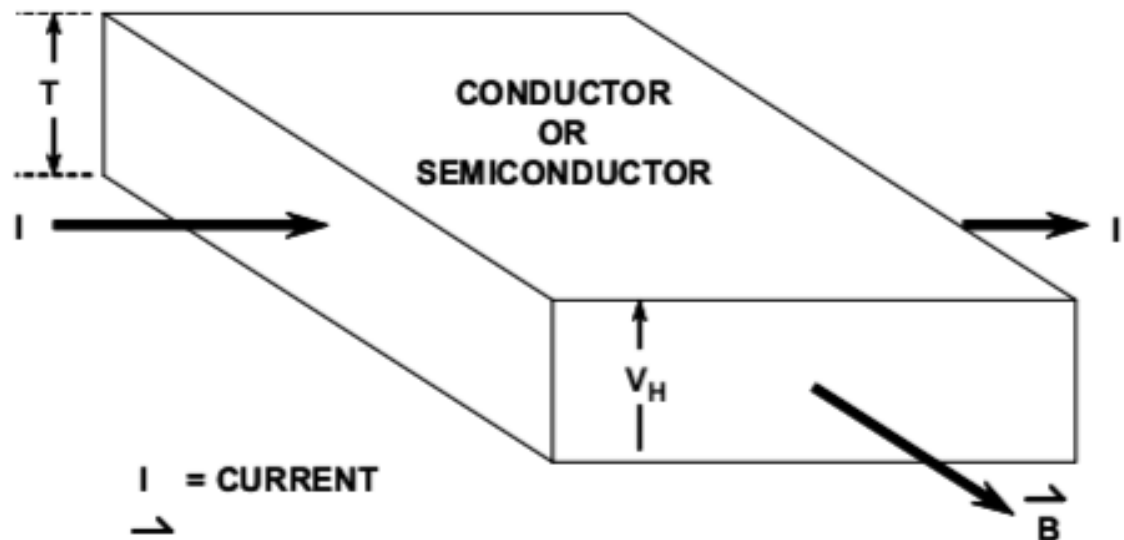
- Het Hall-effect is dat een spanning V_H ontstaat over een (half-)geleider als er een stroom I door heen loopt en daarop een magneetveld $\vec{B}$ wordt aangelegd

$$V_H = \frac{IB}{e \rho T}$$

e Elektrische lading
van een elektron

ρ Elektronendichtheid

T Dikte



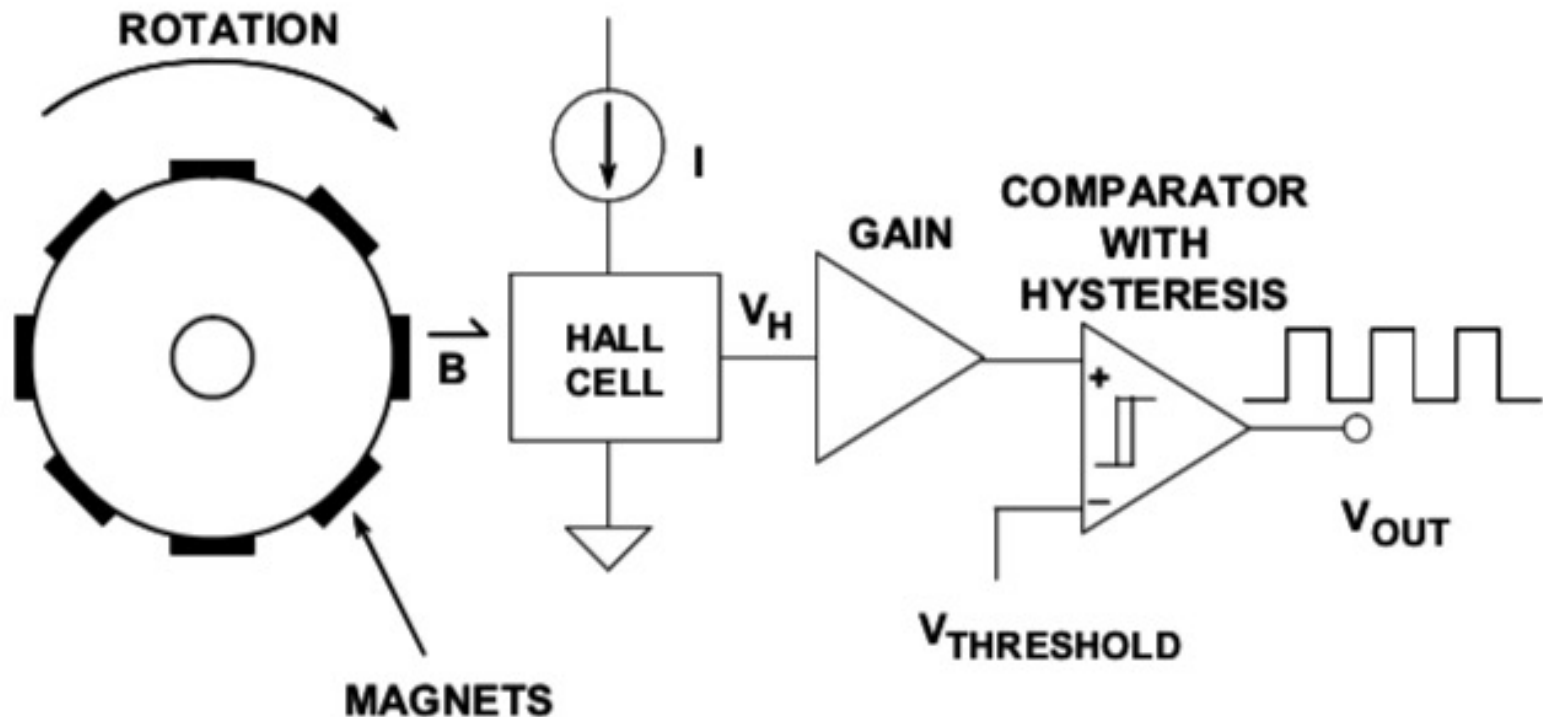
I = CURRENT

$\vec{B}$ = MAGNETIC FIELD

T = THICKNESS

V_H = HALL VOLTAGE

Hall Rotatiesensor



- De comparator heeft hysteresis door de threshold om oscillaties tegen te gaan

Besproken is:

Sensorcircuits