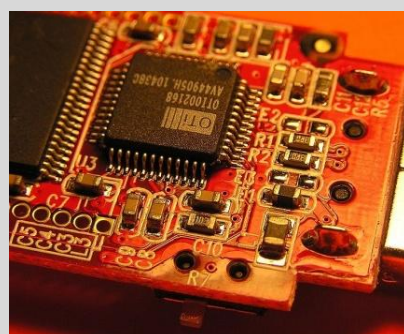


5.0 Automaten en robots

- 5.1 Ontwikkeling
- 5.2 Automaat
- 5.3 Hersenen
- 5.4 Zintuigen



*Van mens naar robot
Van schakelaar naar microprocessor
[youtube/hugo speelfilmtrailer](https://www.youtube.com/watch?v=hugo_speelfilmtrailer)*



Vroeger lieten we het zware werk over aan *dieren* als paarden, ezels, ossen, kamelen en olifanten. Wij trokken aan de teugels.

Na de uitvinding van de stoommachine schakelden we over op *machines* en *motoren*. Wij kropen achter het stuur.

Onze spieren waren niet meer nodig, maar onze zintuigen en hersenen des te meer.

Tegenwoordig nemen sensors en processors ook hun taken over. Ze sturen *automaten* aan die ons verder uit het arbeidsproces verdringen. Deze automaten missen nog wel één ding: creativiteit.

In de toekomst zullen steeds ‘slimmere’ automaten ontwikkeld worden.

Gaan deze *robots* met hun A.I. (artificial intelligence) de wereld uiteindelijk van ons overnemen?

[wikipedia.org/HAL 9000](http://wikipedia.org/HAL_9000)

[youtube/2001: a space odyssey/HAL 9000](https://www.youtube.com/watch?v=2001_a_space_odyssey_HAL_9000)

[youtube/2001: a space odyssey/HAL reads lips](https://www.youtube.com/watch?v=2001_a_space_odyssey_HAL_reads_lips)

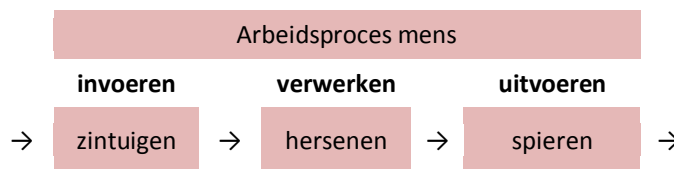


Arbeidsproces

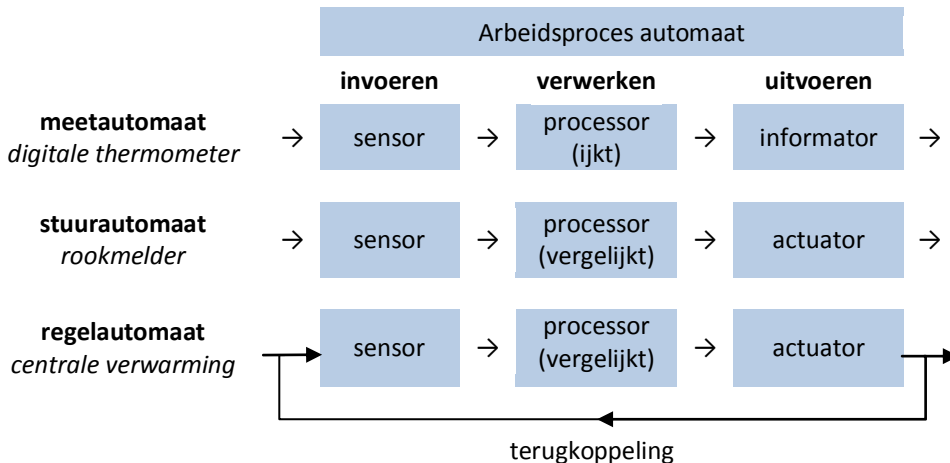
Elk arbeidsproces kent drie stappen:

- Invoeren: informatie *inwinnen*.
- Verwerken: deze informatie tot een plan *verwerken*.
- Uitvoeren: dat plan *uitvoeren*.

- De **mens** zet deze stappen met behulp van zijn **zintuigen**, **hersenen** en **spieren**:



- Een **automaat** zet ze met behulp van **sensoren**, **processors** en **actuatoren (informatoren)**. We onderscheiden drie typen:



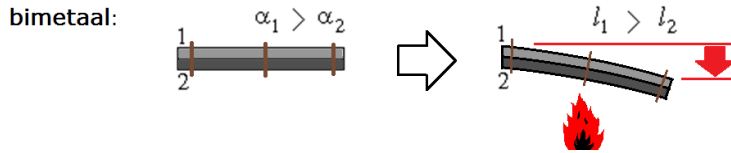
- Een **robot** is een automaat die zulke complexe taken kan uitvoeren dat hij menselijke trekken krijgt.

De volgende paragraaf bespreken we een automaat. Bij practicum 5.3 en 5.4 zullen we er enkele bouwen.

Een automaat die we allemaal goed kennen is de *centrale verwarming (cv)*. De **sensor** en **processor** vind je in de woonkamer en wel binnen de *thermostaat*, de **actuator** in de opbergkast of op zolder.



- De **sensor** is een **bimetaal** in de vorm van twee op elkaar geklonken metalen strips. Omdat die metalen verschillende uitzettingscoëfficiënten hebben, zet hij kleine temperatuursveranderingen om in flinke krommingen.



De uitzetting van een metalen strip of staaf bereken je met de volgende formule:

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot \Delta t$$

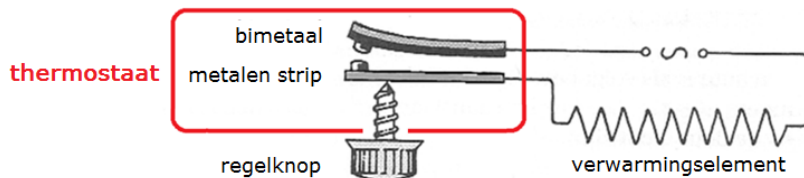
met: $\Delta l = \text{uitzetting}$
 $\alpha = \text{uitzettingscoëfficiënt}$
 $l = \text{(oorspronkelijke) lengte}$
 $\Delta t = \text{temperatuurstijging}$

uitzettingscoëfficiënt (α) $\stackrel{\text{def}}{=}$ uitzetting in mm van een staaf met een lengte van 1 m bij een temperatuurstijging van 1 °C

Uitzettingscoëfficiënten	
Stof	$\alpha \left(\frac{mm}{m \cdot ^\circ C} \right)$
Aluminium	0,024
Beton	0,010 – 0,012
Constantaan	0,015
Glas	0,008
IJzer/staal	0,012
Koper	0,017
Messing	0,021
Plexiglas	0,080
Zink	0,030

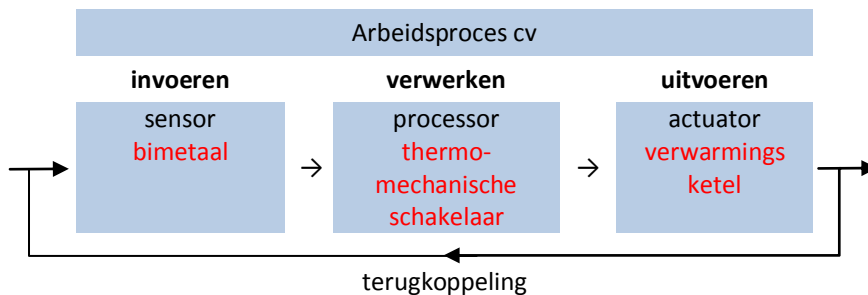
- De **processor** is een **thermomechanische schakelaar** die bestaat uit het genoemde **bimetaal** en een **metalen strip met regelknop**. Als de kromming van het bimetaal door afkoeling vermindert, maakt het op enig moment contact met de metalen strip: de thermomechanische schakelaar ‘besluit’ van **open** naar **dicht** te schakelen. Met de regelknop ‘programmeer’ je de processor.

Centrale verwarming



- De **actuator** is een **verwarmingketel** (in de afbeelding hierboven een *verwarmingselement*).

Ga aan de hand van het blokschema hieronder na tot welk type automaat de centrale verwarming behoort.



De hersenen van een moderne automaat worden gevormd door de **digitale elektronische processor**.

- *Digitaal* want de hersencellen zijn schakelaars die slechts open of dicht kunnen.
- *Elektronisch* want deze schakelaars zijn transistors.

Een dergelijke processor programmeer je niet zo eenvoudig als de thermostaat van de centrale verwarming. Maar je kunt je voorstellen dat je het

open/dicht van een schakelaar

kunt gebruiken voor het

ja/nee van een logische redenering

1/0 van een binaire berekening.

Schakelaars

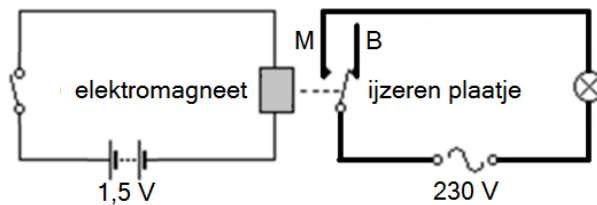
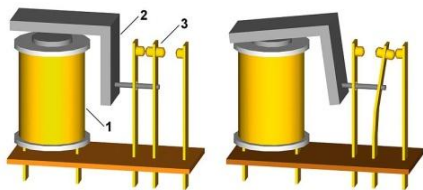
De processor van de centrale verwarming bestaat uit een *thermomechanische schakelaar*.

De processor van de eerste computer bestond uit *elektromechanische schakelaars*. Vanwege hun traagheid werden deze relais al snel van het verwerkingsblok naar het uitvoerblok verwezen.

De processor van de huidige computer bestaat uit zeer snelle *elektronische schakelaars*. Deze transistors zijn in steeds **grotere aantallen** het hoofdingrediënt bij het bakken van **microprocessors** of chips.

- Relais

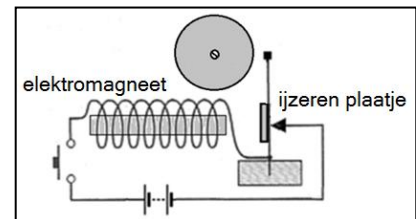
Schakelaar gebaseerd op de elektromagneet. Als het stroompje door een draadspool groot genoeg is, verandert een stuk weekijzer binnen die draadspool in een magneet die sterk genoeg is om een ijzeren plaatje naar zich toe te trekken: het relais ‘besluit’ van *open* naar *dicht* te schakelen.



Het relais heeft **5 aansluitpunten**. Het bevindt zich **tussen 2 stroomkringen** (aangedreven door 2 spanningsbronnen). Een klein stroompje (door de elektromagneet in kring 1) kan een grote stroom (in kring 2) veroorzaken.

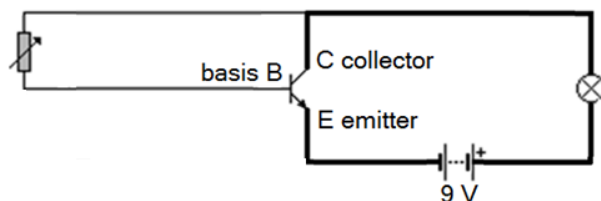
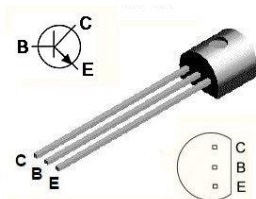
Een elektrische bel is ook gebaseerd op de elektromagneet.

wikimedia/electric bell animation



- Transistor

Schakelaar gebaseerd op halfgeleidermateriaal. Als het stroompje door een deel van dit materiaal groot genoeg is, verandert het geheel van een isolator in een geleider: de transistor ‘besluit’ van *open* naar *dicht* te schakelen.



De transistor heeft **3 aansluitpunten**. Hij bevindt zich **binnen 1 stroomkring** (aangedreven door 1 spanningsbron). Een klein stroompje (door de basis van B naar E) kan een grote stroom (van C naar E) veroorzaken.

Practicum 5.3 a, b, c, d en e

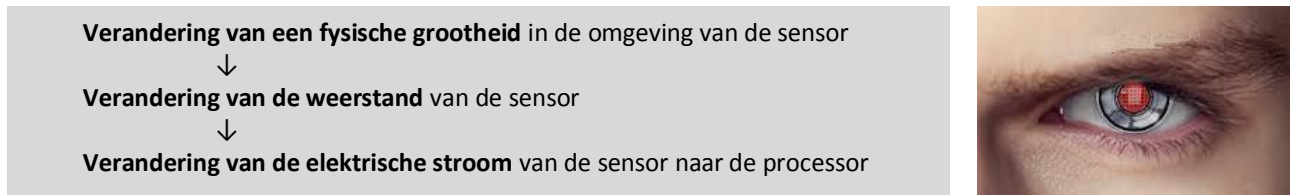
De ogen en oren van een moderne automaat worden gevormd door **elektronische sensoren**.

- *Elektronisch*, want het zijn halfgeleiders.

Halfgeleiders

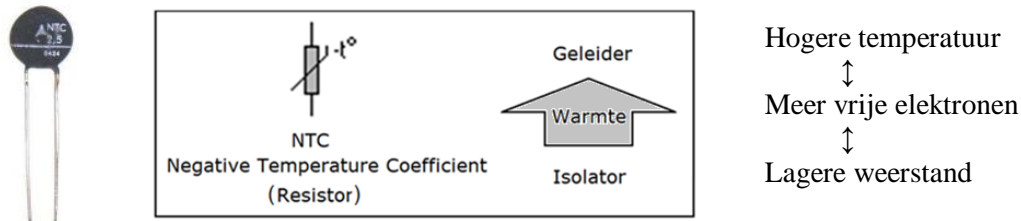
- Geleider: beschikt over voldoende vrije elektronen om een elektrische stroom te verzorgen.
- Isolator: beschikt niet over voldoende vrije elektronen om een elektrische stroom te verzorgen.
- Halfgeleider: verandert geleidelijk van een isolator in een geleider als door meer energie van buiten (licht, warmte) meer vaste elektronen vrijgemaakt worden.

Elektronische sensoren zoals de NTC en de LDR doen hetzelfde als ons oog en oor, namelijk fysieke signalen uit de omgeving omzetten in elektrische signalen:



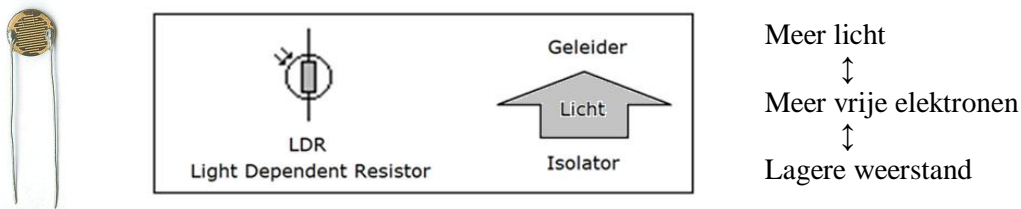
- **NTC** (Negative Temperature Coefficient resistor)

Weerstandswaarde hangt af van de **temperatuur** in de omgeving.

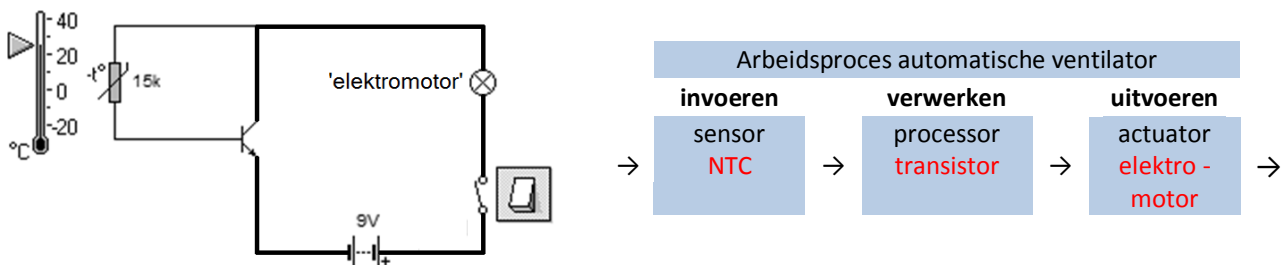


- **LDR** (Light Dependant Resistor)

Weerstandswaarde hangt af van de hoeveelheid **licht** in de omgeving.



Bij de **automatische ventilator** zorgt een NTC voor de nodige informatie. De ventilator gaat *aan/uit* als de temperatuur *boven/onder* een bepaalde waarde komt.



Practicum 5.4 a, b en c

