

A4 Basis elektronica

academiejaar 2017 -2018

Elektronische componenten

De diode

- halfgeleiding:
 - een beetje chemie / fysica
 - intrinsiek
 - extrinsiek
 - junctie
 - diode

Elektronische componenten

De diode

een beetje chemie / fysica:

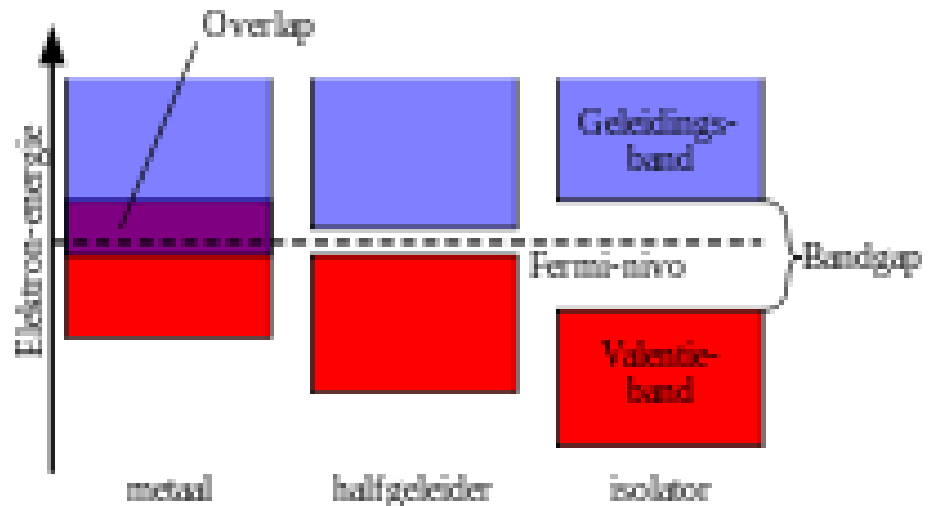
- valentie elektronen / band.
- conductie elektronen / band: elektronen met meer energie (losser van de kern)
- geleiders: conductieband c valentieband.
- edelgasconfiguratie: elke stof wil lijken op een edelgas (de rechter groep in het periodiek systeem). Edelgassen hebben een volle buitenste schil. Een stof kan dit bereiken door elektronen af te staan, op te nemen, of te delen

Elektronische componenten

De diode

een beetje chemie / fysica:

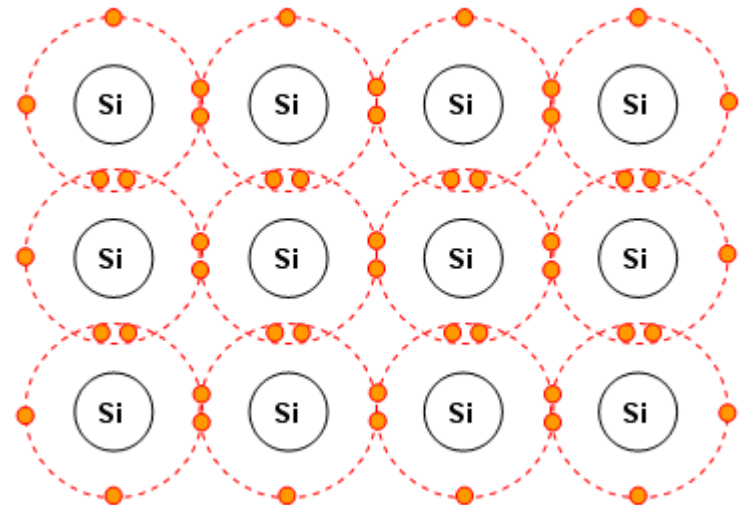
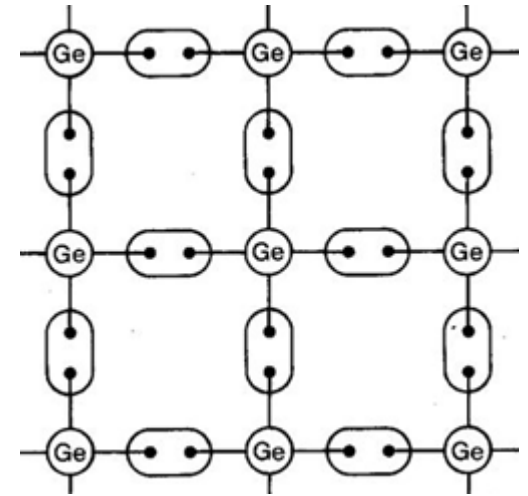
- geleider: conductieband c valentieband
- halfgeleider: valentieband $\rightarrow$ 1,12 eV conductieband (temperatuur)
- isolator: valentieband $\rightarrow$ 6eV conductieband



Elektronische componenten

De diode

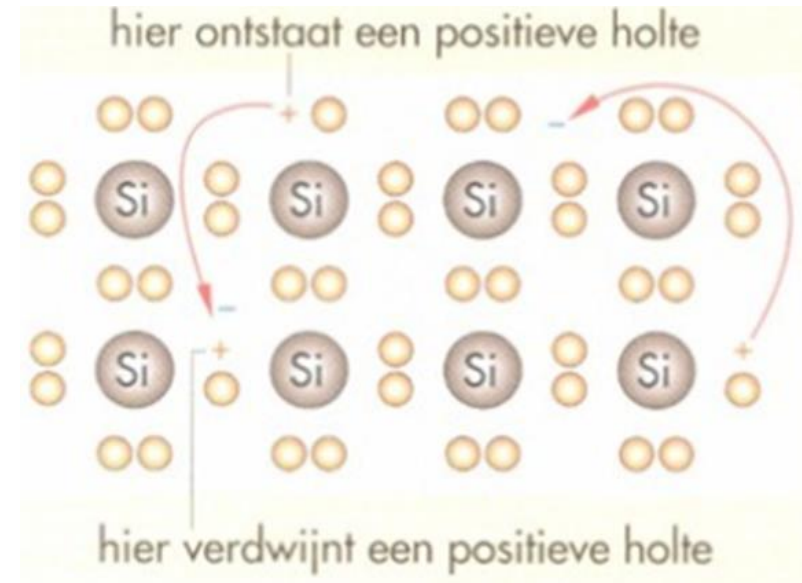
- intrinsieke halfgeleiding:
 - zuiver;
 - Silicium (Si), Germanium (Ge), ...;
 - kristalrooster:
 - edelgasconfiguratie door covalente binding;
 - valentie-elektronen zitten lekker vast:
 - 0° geen geleiding
 - kamertemperatuur zwakke geleiding
 - hogere temperatuur



Elektronische componenten

De diode

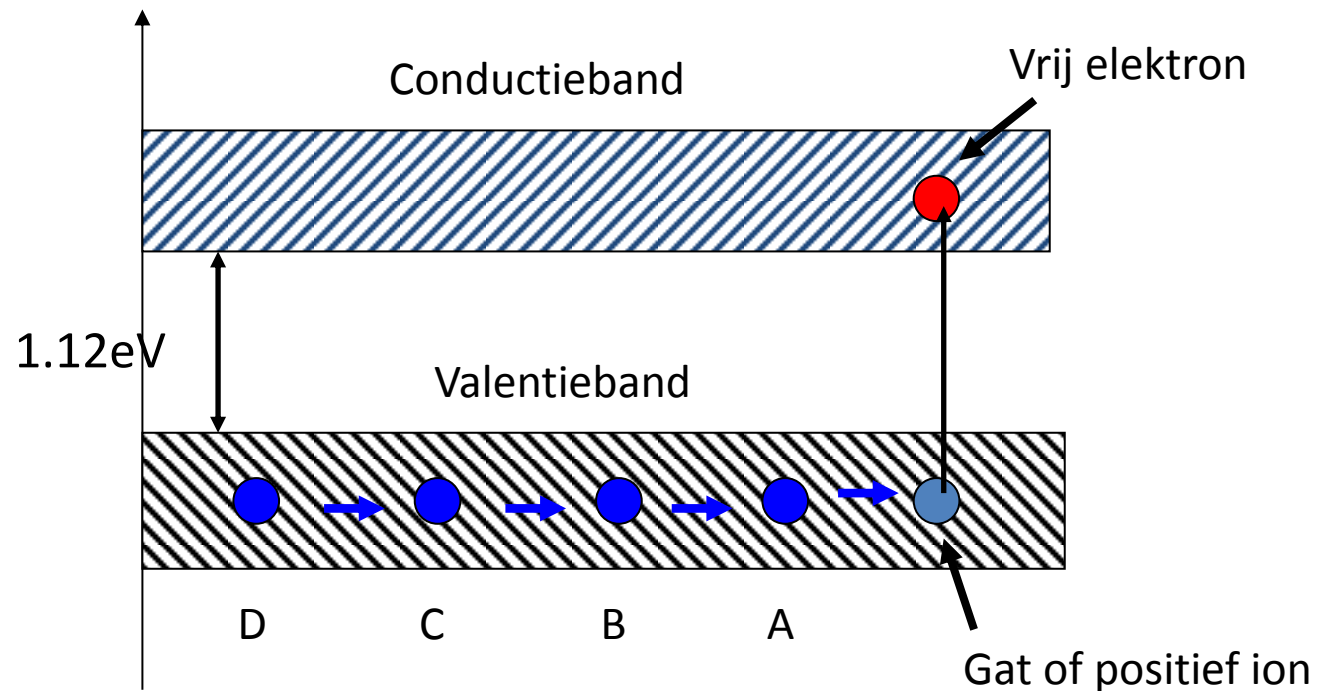
- intrinsieke halfgeleiding:
 - temperatuur;
 - generatie van 'vrije' ladingsdragers;
 - elektron in valentieband $\rightarrow$ conductieband
 - positief gat (ion) in kristalstructuur
 - gat instabiel (wil edelgasconfiguratie terug)
 - recombinatie;
 - elektron uit conductieband $\rightarrow$ valentieband
 - gat terug opgevuld
 - elektron uit naburige covalente verbinding opgenomen
 - gat 'verplaatst' zich.
 - evenveel gaten(+) als conductie-elektronen (-)



Elektronische componenten

De diode

- intrinsieke halfgeleiding:
 - temperatuur;
 - evenveel gaten(+) als conductie-elektronen (-)



Elektronische componenten

De diode

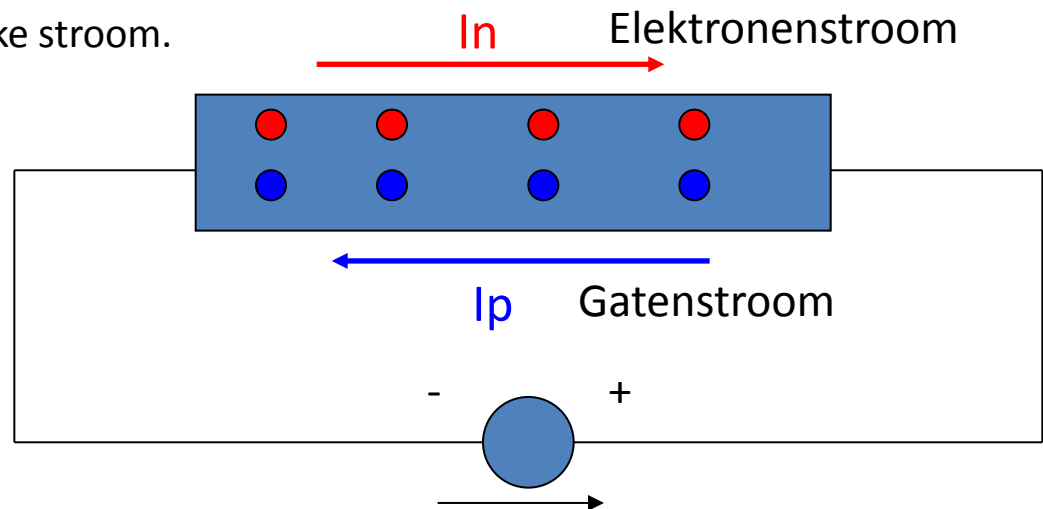
- intrinsieke halfgeleiding:
 - Elektrisch veld:
 - potentiaalverschil:
 - vrije elektronen → hoger potentiaal: elektronenstroom in conductieband
 - gaten → lager potentiaal: gatenstroom (e-stroom in valentieband)
 - beweeglijkheid:
 - elektronen beweeglijker dan gaten
 - drift = $b \cdot E$
 - $\text{m/s} / \text{V/m} = \text{m}^2 / \text{Vs}$

m/s / V/m	Si	Ge
b_n	14	40
b_p	5	19

Elektronische componenten

De diode

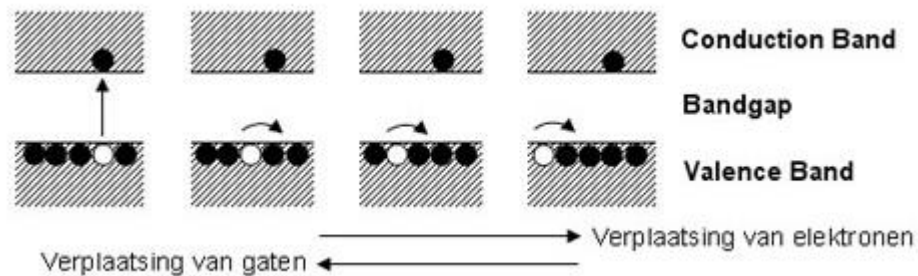
- intrinsieke halfgeleiding:
 - Er zijn **evenveel** vrije elektronen als positieve ionen of gaten in 'zuivere' halfgeleiders
 - In elektrisch veld: elektronenstroom en gatenstroom
 - In beide stromen gaat het om een verplaatsing van elektronen.
 - Dit noemt men een intrinsieke stroom.



Elektronische componenten

De diode

- intrinsieke halfgeleiding:
 - Er zijn **evenveel** vrije elektronen als positieve ionen of gaten in 'zuivere' halfgeleiders
 - In elektrisch veld: elektronenstroom en gatenstroom
 - In beide stromen gaat het om een verplaatsing van elektronen.
 - Dit noemt men een intrinsieke stroom.



Elektronische componenten

De diode

- extrinsieke halfgeleiding:
 - doping:
toevoegen van elementen met 1 valentie-elektron meer of minder;
‘onzuiverheid’.
 - N-type: 1 meer;
 - P-type: 1 minder.

Elektronische componenten

De diode

- extrinsieke halfgeleiding:

Boor	B	3
Aluminium	Al	3
Gallium	Ga	3
Indium	In	3
Silicium	Si	4
Germanium	Ge	4
Fosfor	P	5
Arseen	As	5
Antimoon	Sb	5

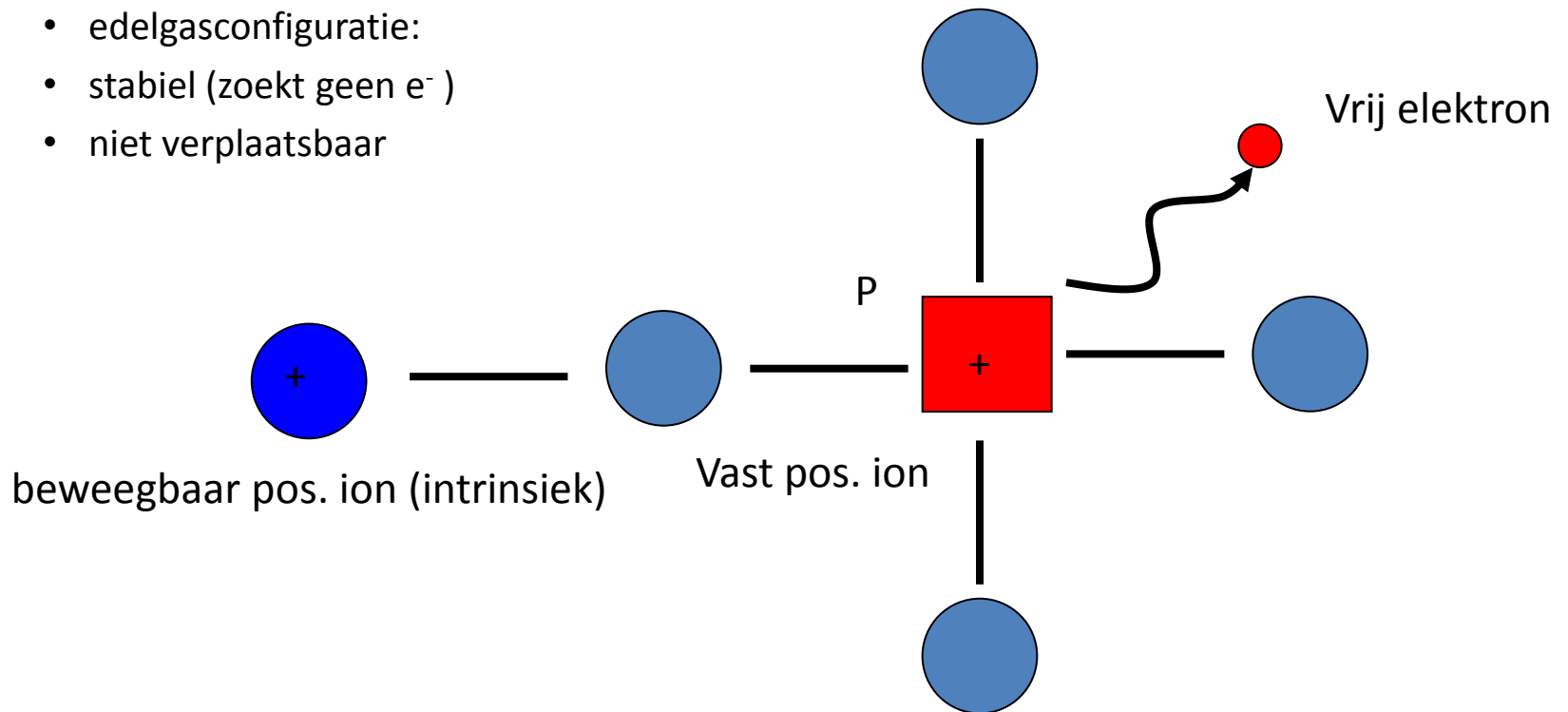
Elektronische componenten

De diode

- extrinsieke halfgeleiding:

- N-type:

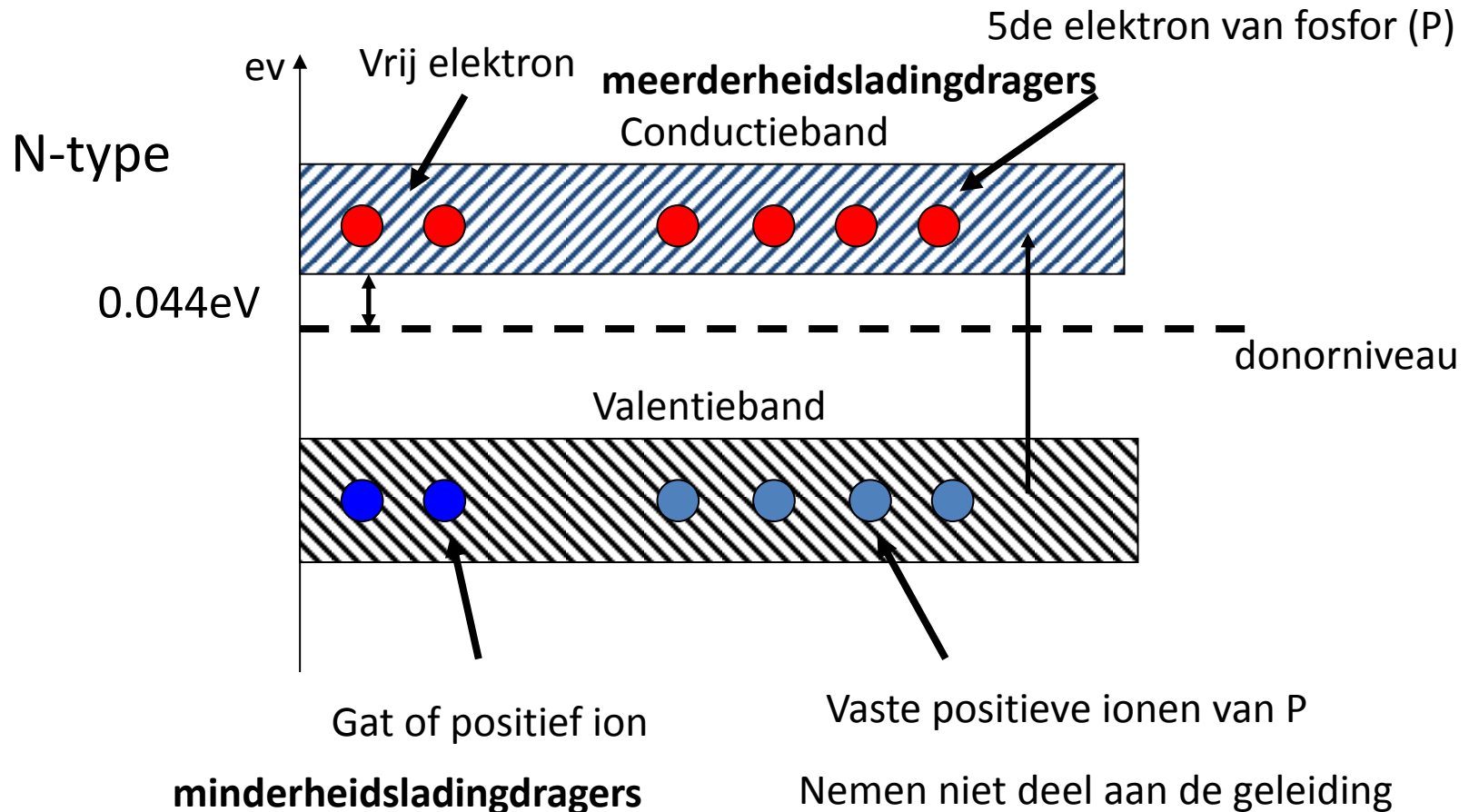
- bijv Fosfor (P)
- edelgasconfiguratie:
- stabiel (zoekt geen e^-)
- niet verplaatsbaar



Elektronische componenten

De diode

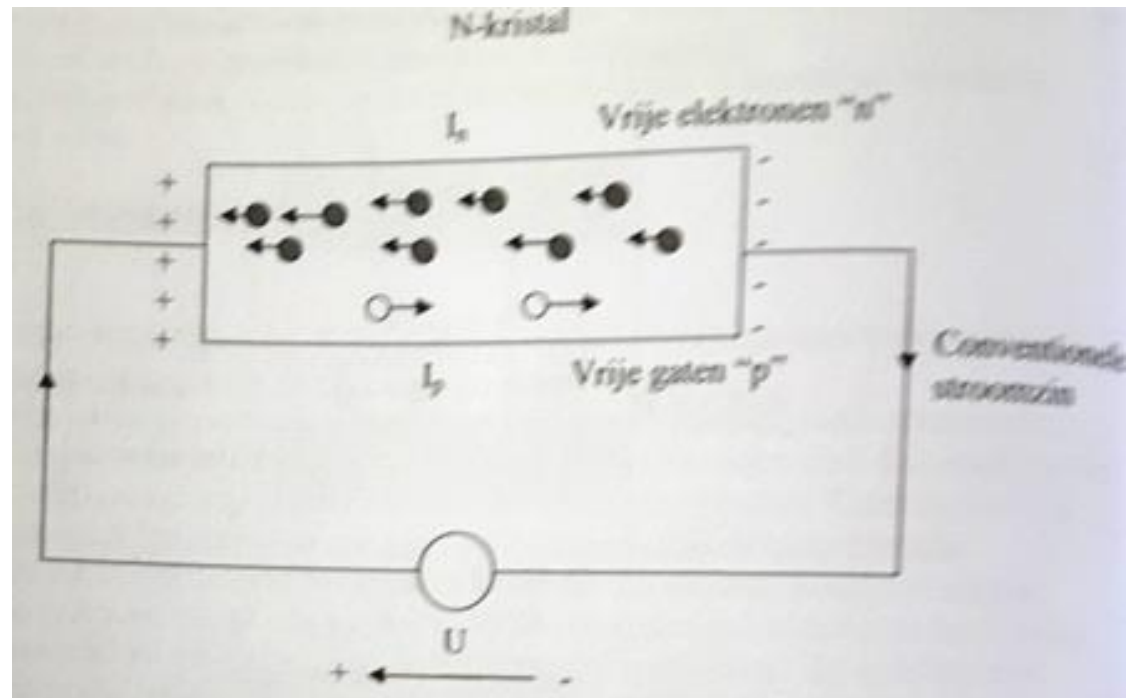
- extrinsieke halfgeleiding:



Elektronische componenten

De diode

- extrinsieke halfgeleiding:
 - N-type in E-veld:
- e^- in de meerderheid
- beweegbare gaten in de minderheid
- stroom:
 - vooral elektronen
 - minder gaten



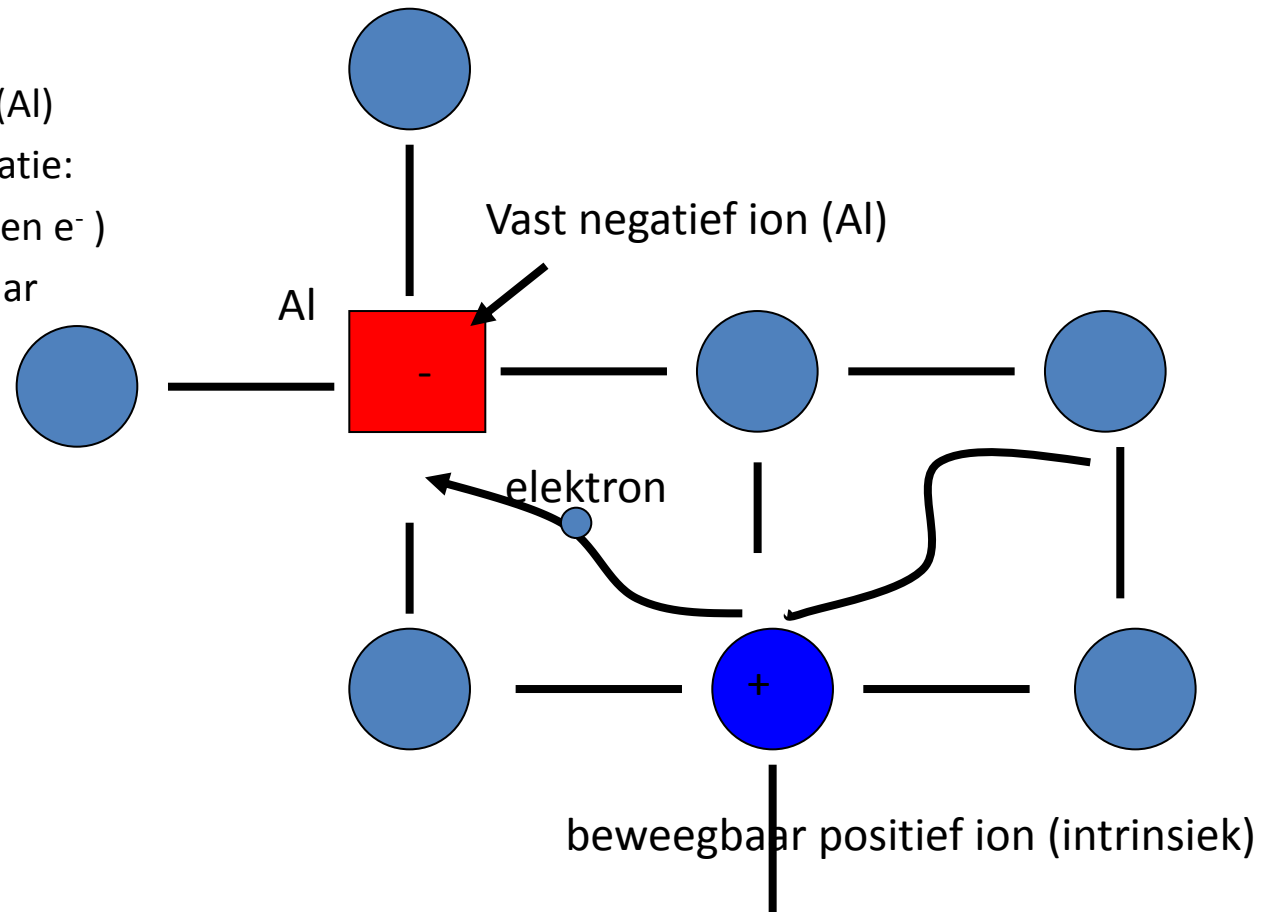
Elektronische componenten

De diode

- extrinsieke halfgeleiding:

- P-type:

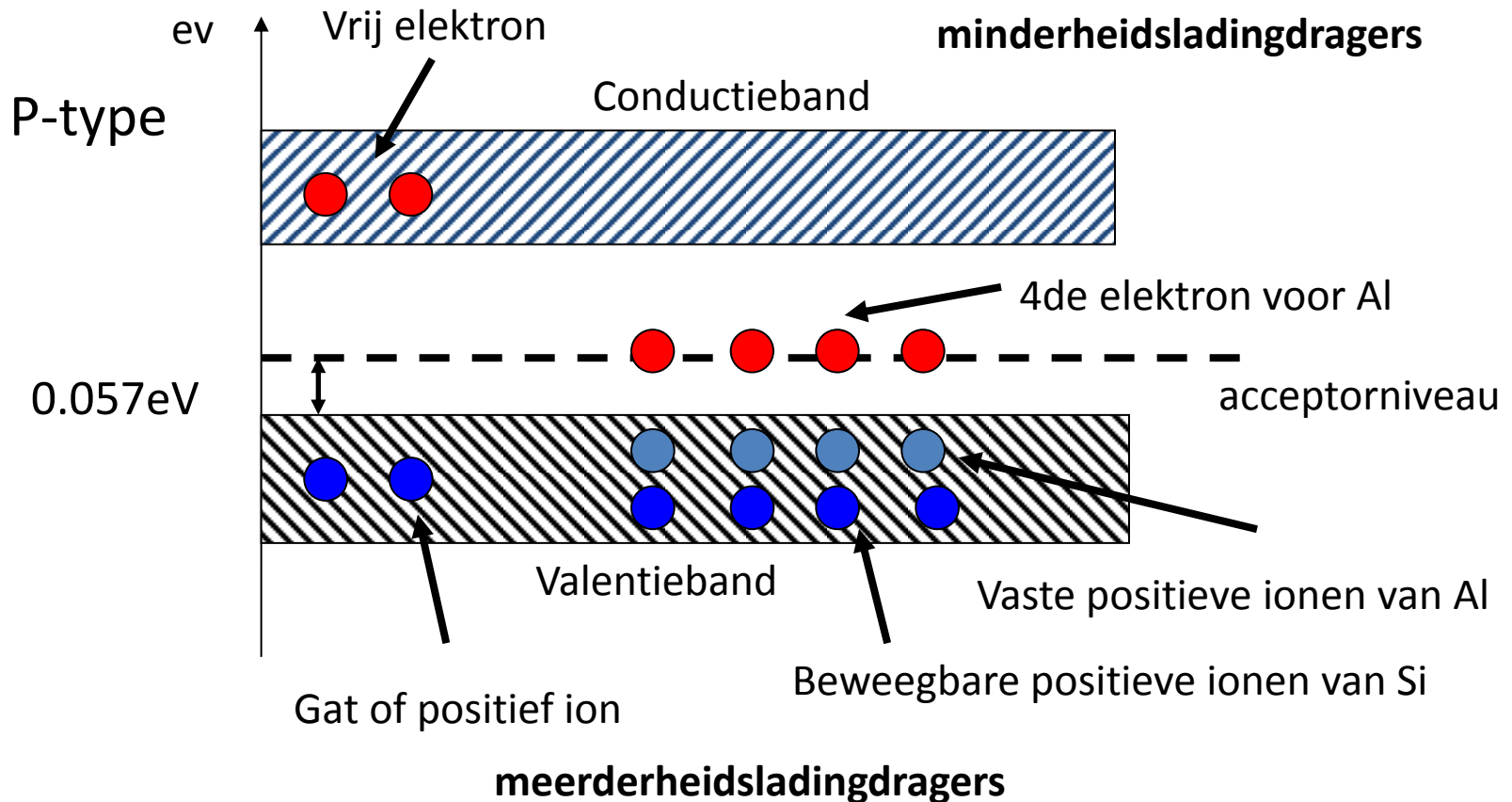
- bijv Aluminium (Al)
- edelgasconfiguratie:
- stabiel (geeft geen e^-)
- niet verplaatsbaar



Elektronische componenten

De diode

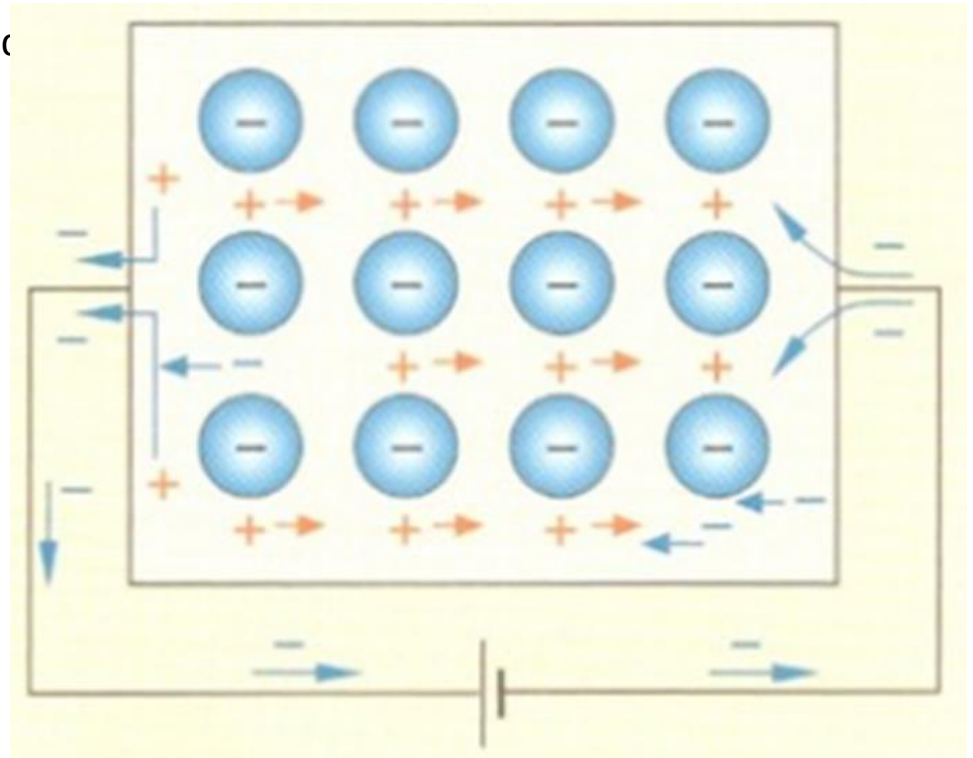
- extrinsieke halfgeleiding:



Elektronische componenten

De diode

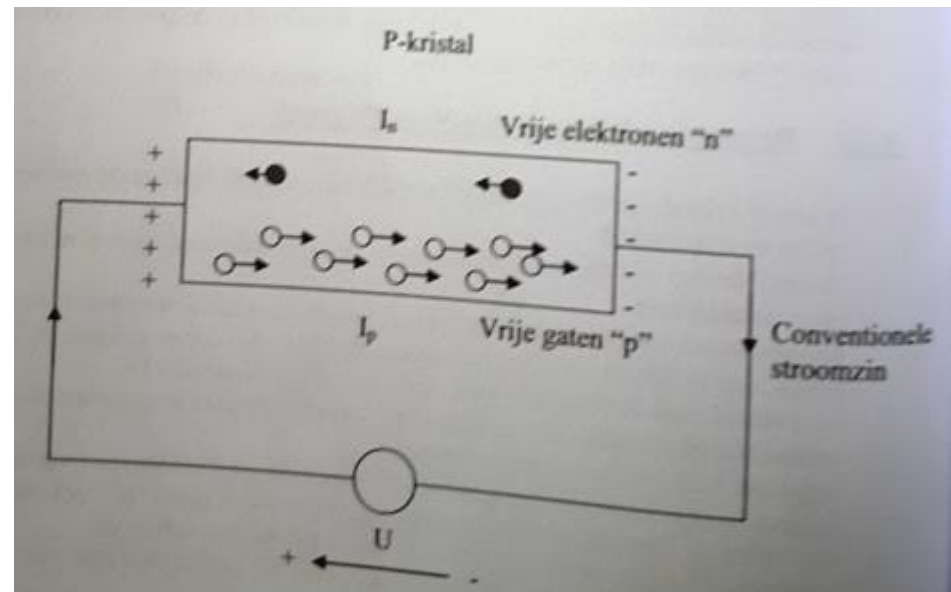
- extrinsieke halfgeleiding:
 - P-type in E-veld:
- e^- in de minderheid
- beweegbare gaten in de meerderheid
- stroom:
 - vooral gaten
 - minder elektronen



Elektronische componenten

De diode

- extrinsieke halfgeleiding:
 - P-type in E-veld:
- e^- in de minderheid
- beweegbare gaten in de meerderheid
- stroom:
 - vooral gaten
 - minder elektronen

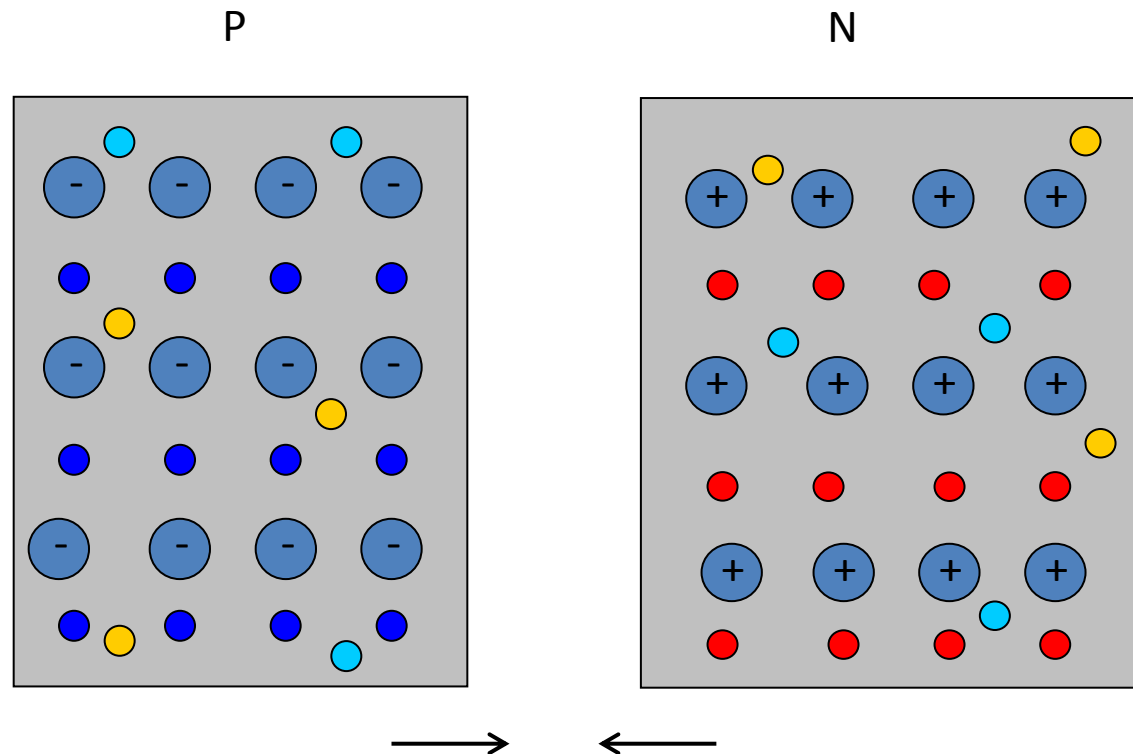


Elektronische componenten

De diode

- PN-junctie:

-  Vast ion van aluminium.
Heeft 1 extra elektron van Si
aangetrokken.
-  vast positief ion van fosfor.
Heeft 1 elektron afgegeven
-  gat gecreëerd door Al
-  Extra vrij elektron van P
-  intrinsiek beweegbaar gat
-  intrinsiek vrij elektron

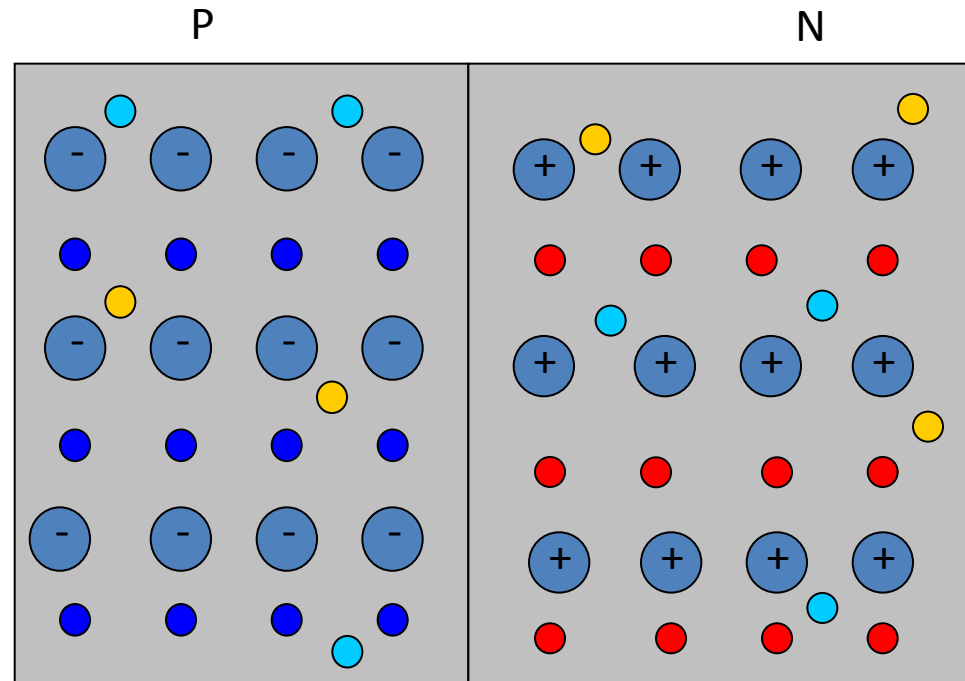


Elektronische componenten

De diode

- PN-junctie:

-  Vast ion van aluminium.
Heeft 1 extra elektron van Si
aangetrokken.
-  vast positief ion van fosfor.
Heeft 1 elektron afgegeven
-  gat gecreëerd door Al
-  Extra vrij elektron van P
-  intrinsiek beweegbaar gat
-  intrinsiek vrij elektron

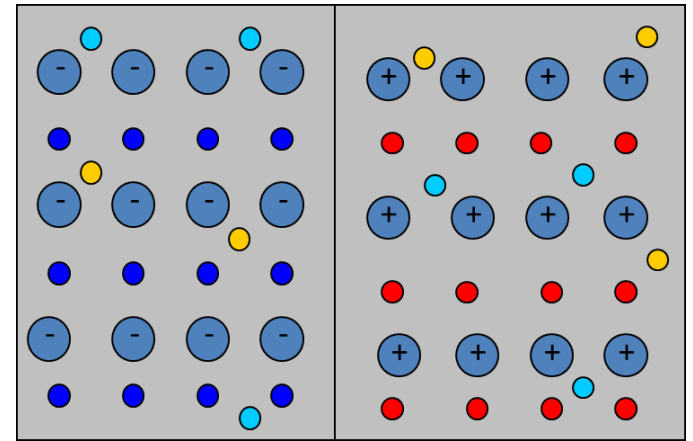
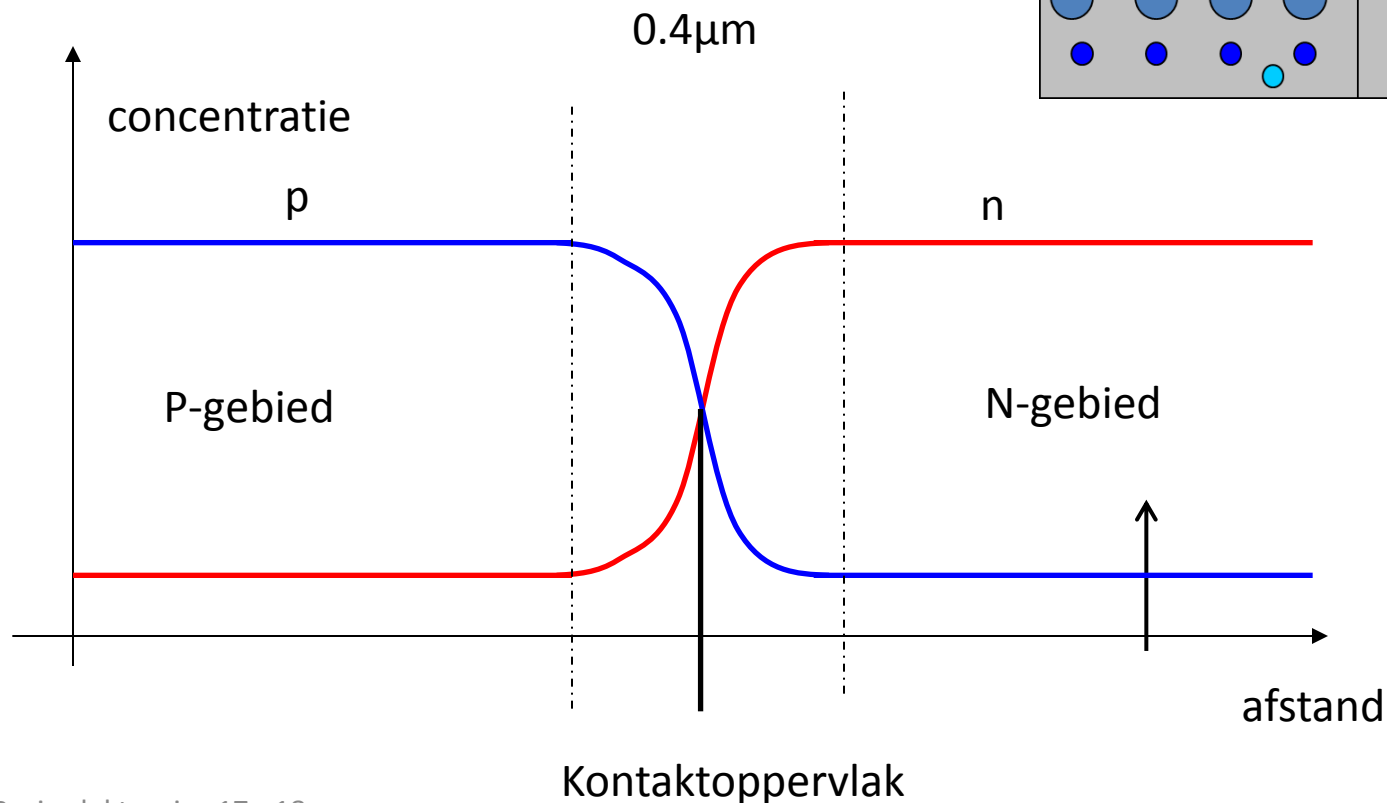


↑
concentratieverschil → diffusiestroom

Elektronische componenten

De diode

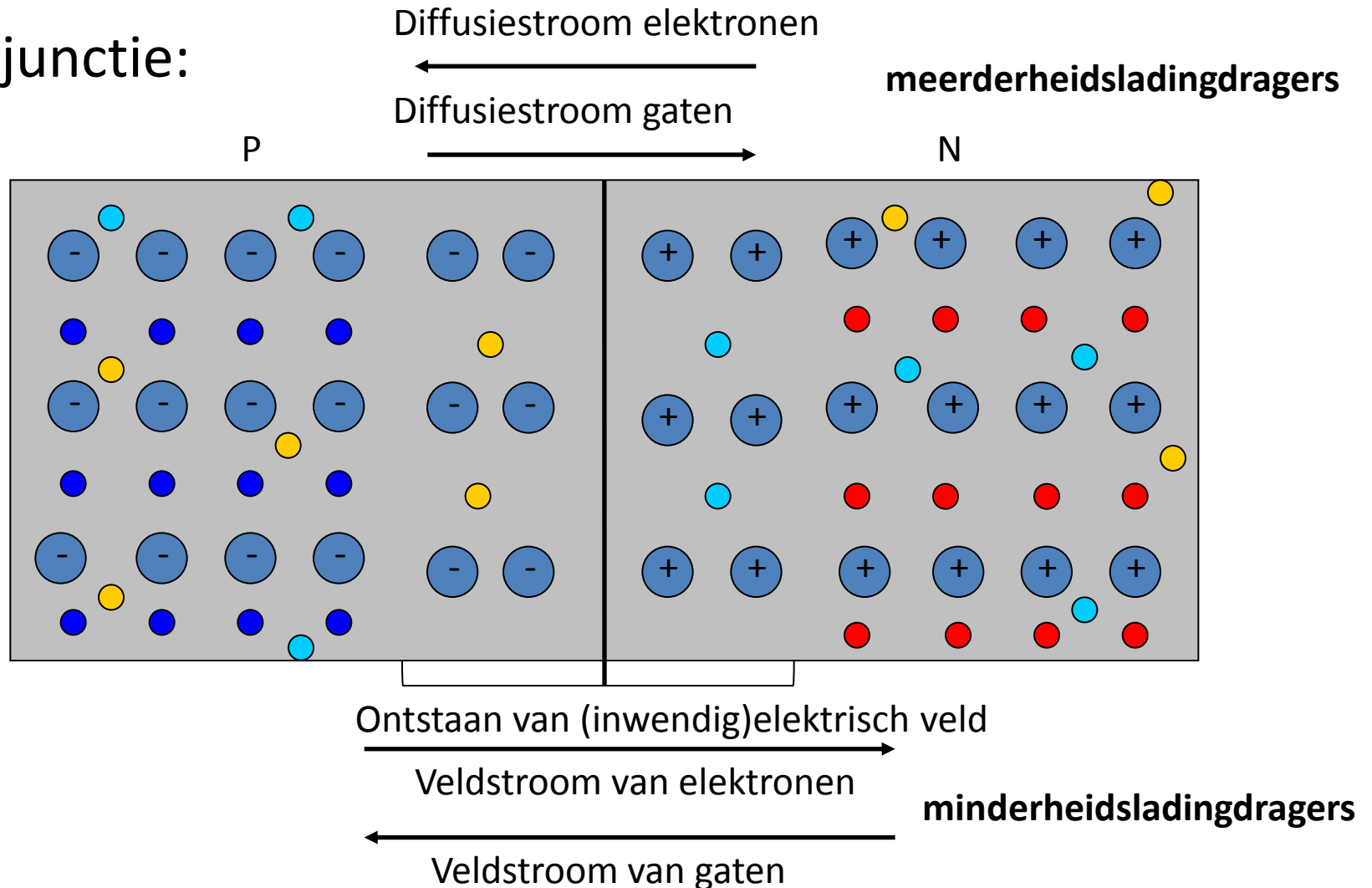
- PN-junctie:



Elektronische componenten

De diode

- PN-junctie:



Elektronische componenten

De diode

- PN-junctie:
 - Diffusieverschijnsel :
 - streven naar gelijkheid in concentratie voor “n” en “p”
 - ontstaan van diffusiestroom
 - vaste ionen (P+, Al-) blijven achter
 - Ontstaan van (inwendig) elektrisch veld:
 - vaste positieve ionen van fosfor (P) in het N-kristal
 - vaste negatieve ionen van aluminium (Al) in het P- kristal
 - elektrische veld remt de diffusie;
 - contactoppervlak: geen vrije ladingsdragers meer;
 - ruimtelading: twee dunne zones met tegengestelde ladingen.

Elektronische componenten

De diode

- PN-junctie:

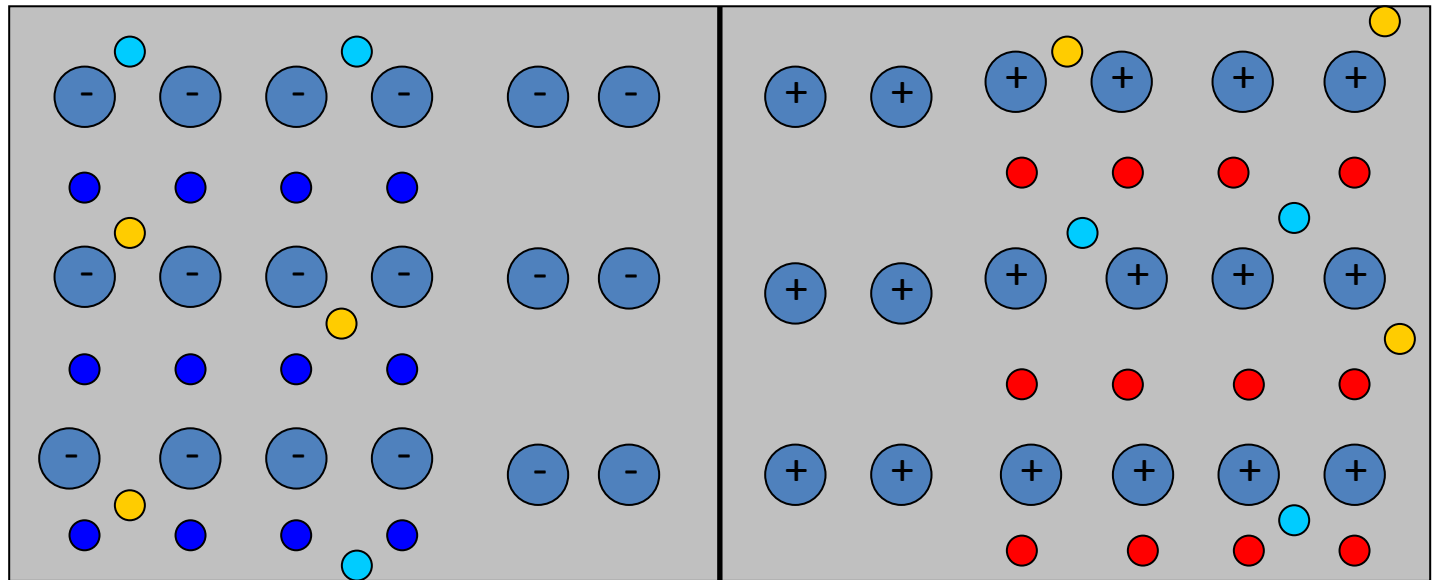
evenwicht tussen diffusiestroom en veldstroom:

gn. vrije ladingsdragers meer in contactvlak

inwendig elektrisch veld:

Si: 0,7 V

Ge: 0,3 V



elektrisch veld

Elektronische componenten

De diode

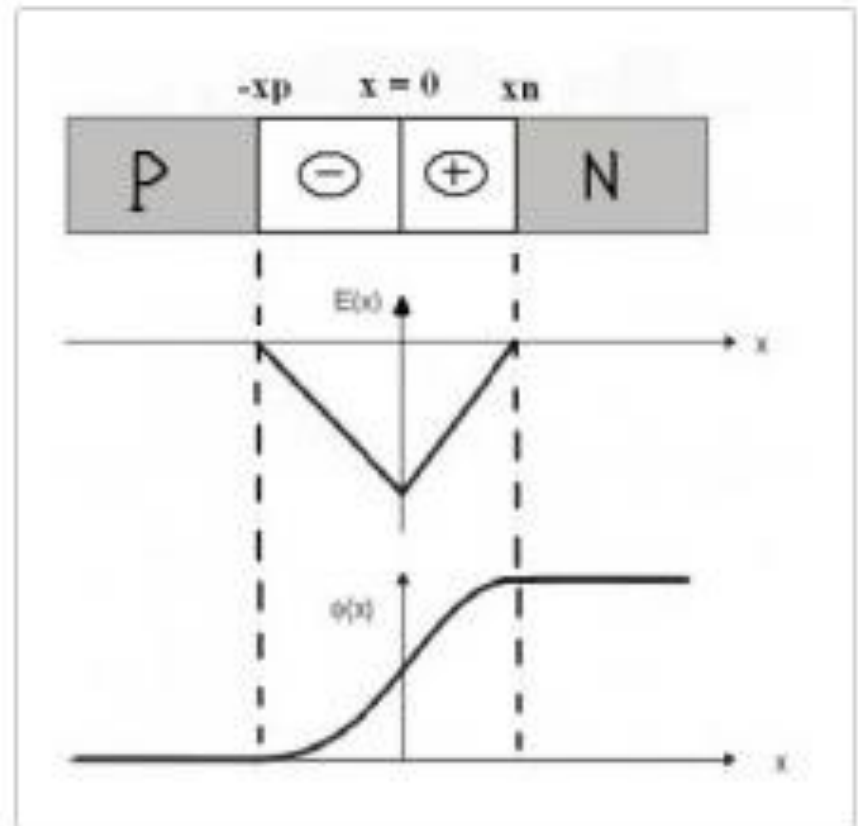
- PN-junctie:

evenwicht tussen diffusiestroom en veldstroom:

inwendig elektrisch veld:

Si: 0,7 V

Ge: 0,3 V



Elektronische componenten

De diode

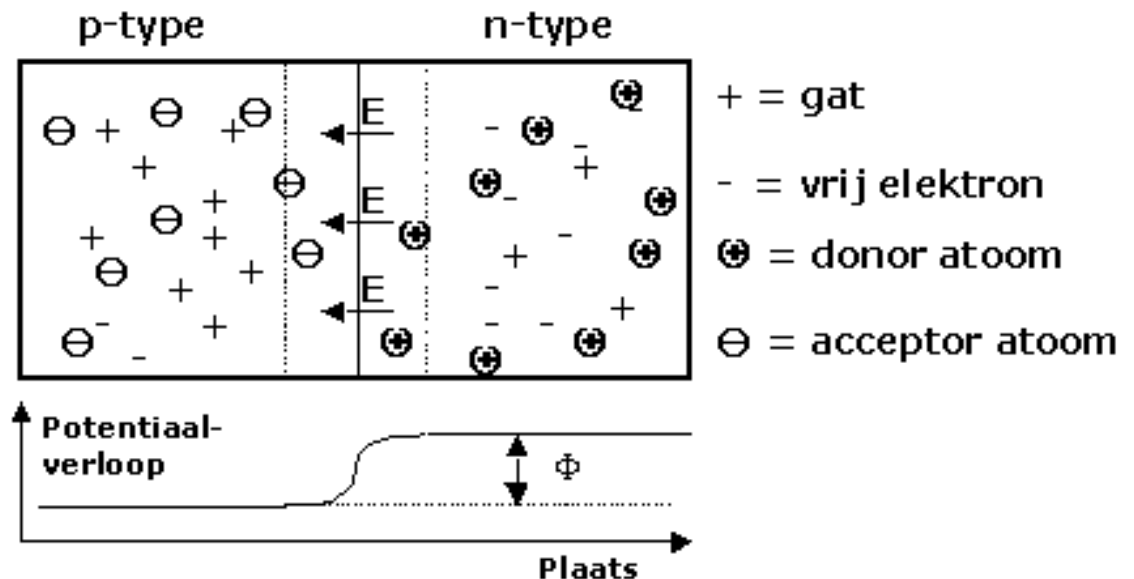
- PN-junctie:

evenwicht tussen diffusiestroom en veldstroom:

inwendig elektrisch veld:

Si: 0,7 V

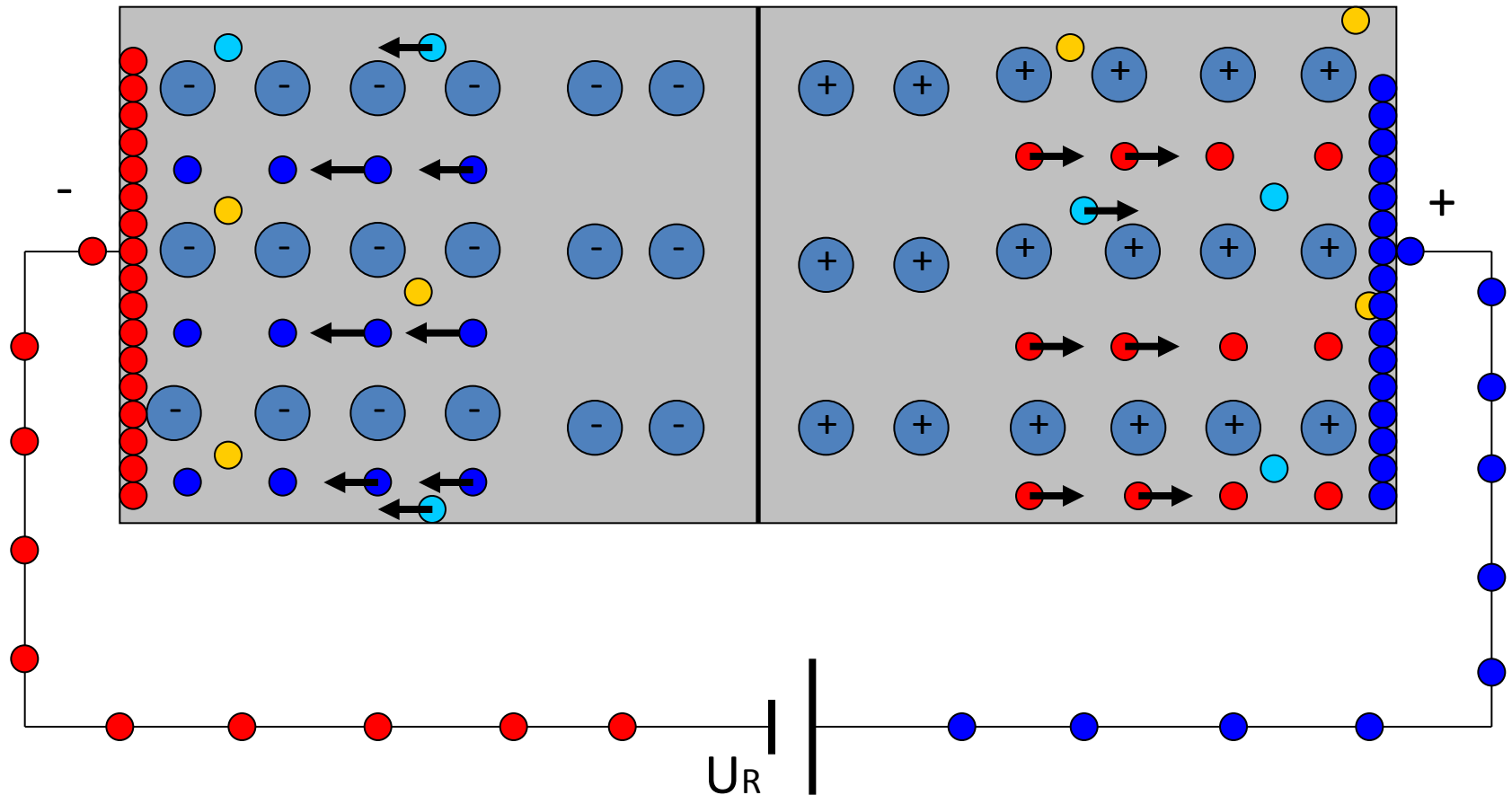
Ge: 0,3 V



Elektronische componenten

De diode

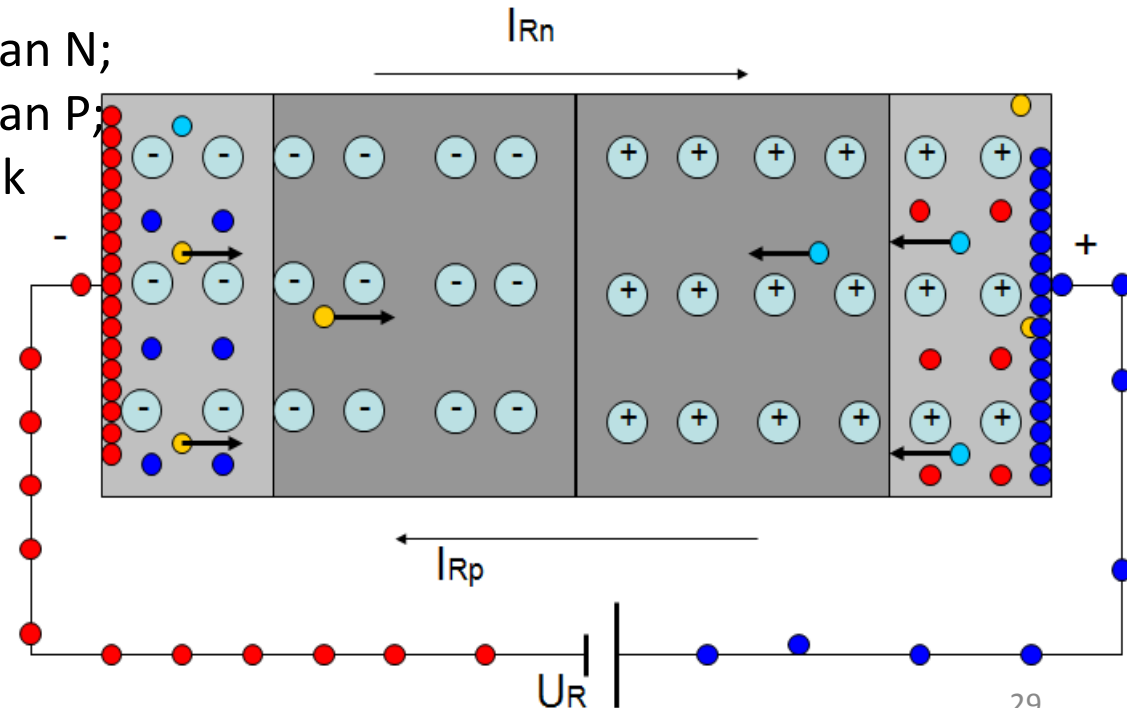
- PN-junctie in uitwendig elektrisch veld --++:



Elektronische componenten

De diode

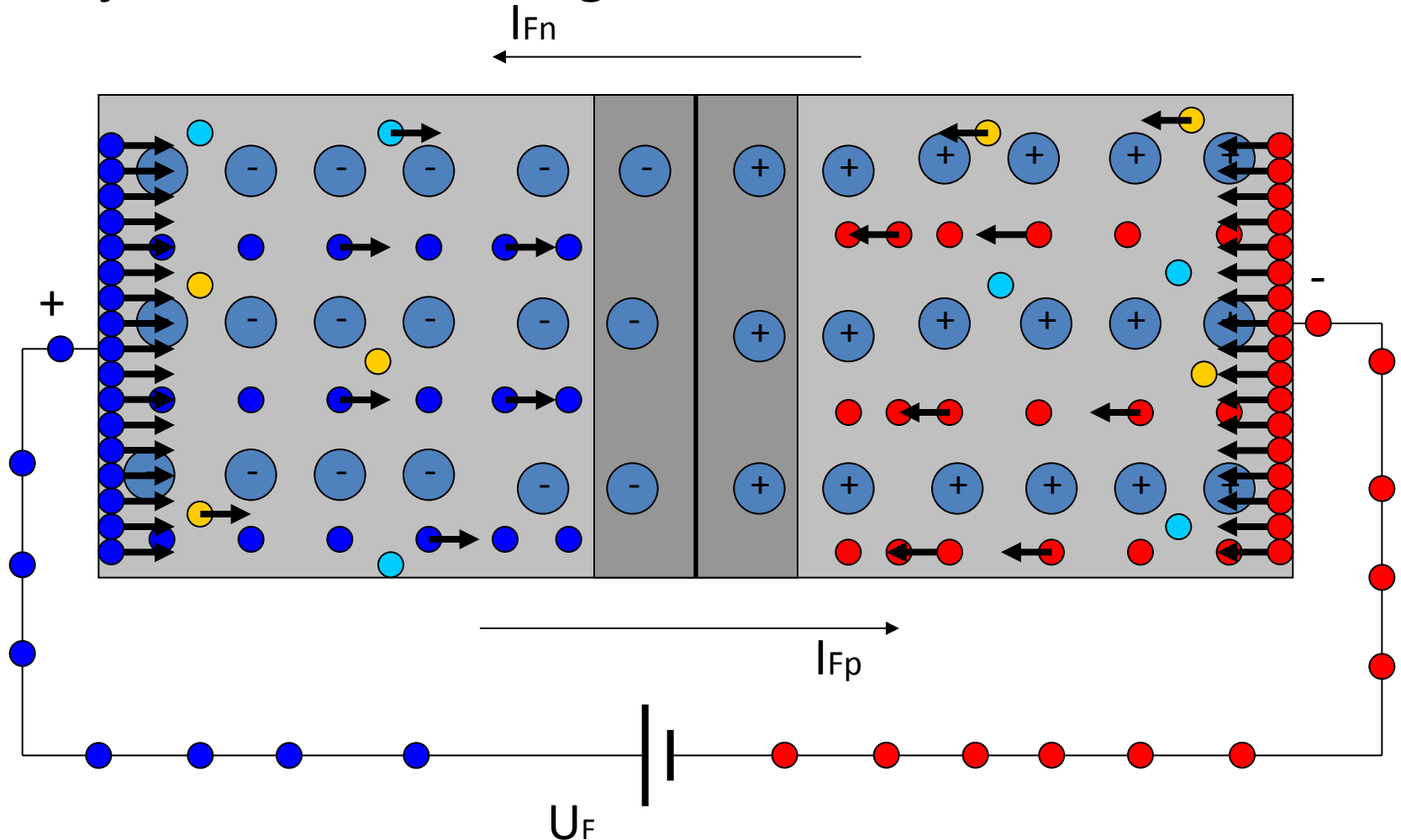
- PN-junctie in (uitwendig) elektrisch veld $--++$:
 - breder worden ruimteladingslaag;
 - geen stroom van meerderheidsLDrers;
 - spanning = extern E-veld (heel grote weerstand);
 - (lek)stroom μA ;
 - I_{rn} minderheidsLDrers van N;
 - I_{rp} minderheidsLDrers van P;
 - temperatuursafhankelijk
- **gesperd.**



Elektronische componenten

De diode

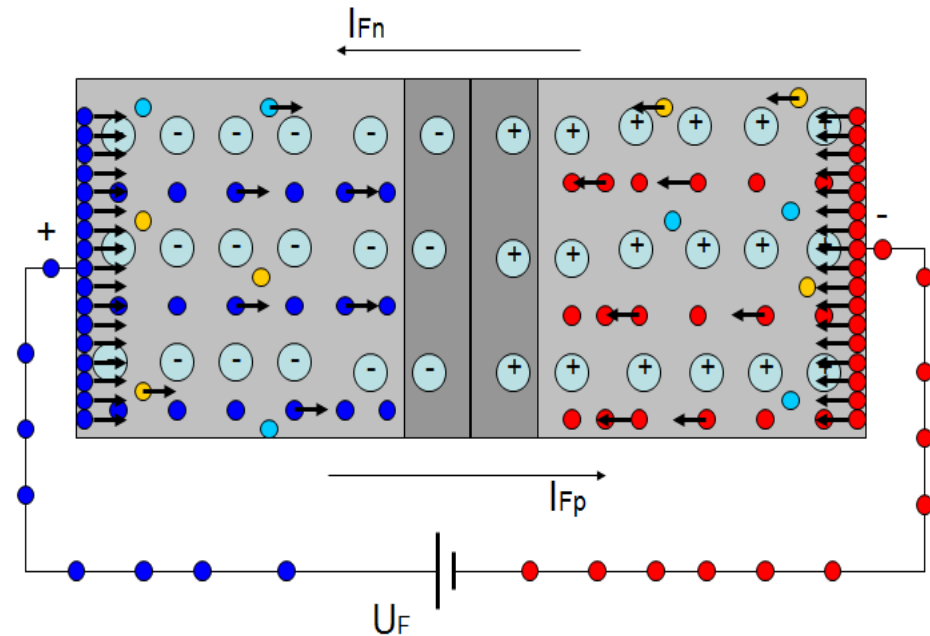
- PN-junctie in uitwendig elektrisch veld $-+ -+$:



Elektronische componenten

De diode

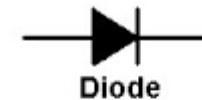
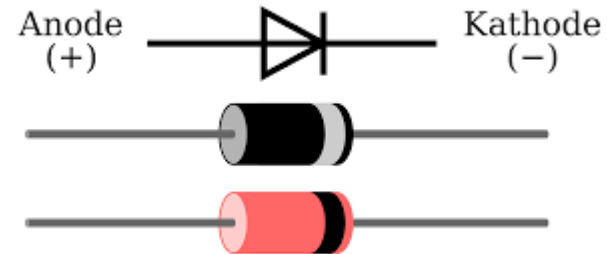
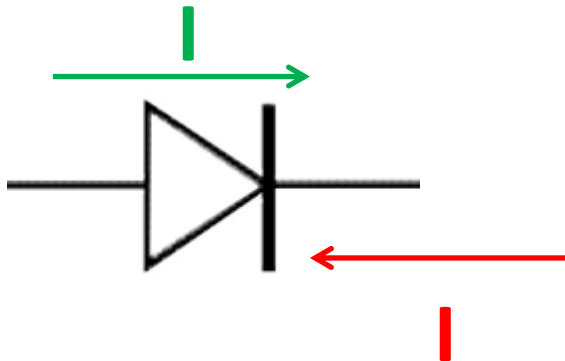
- PN-junctie in (uitwendig) elektrisch veld --++:
 - smaller worden ruimteladingslaag, terug diffusie;
 - Aanvoer meerderheidsladingsdragers (hoog energetische waarde);
 - spanning = intrinsieke spanning (kleine weerstand)
 - stroom mA;
 - I_{Fn} meerderheidsLDrers van N;
 - I_{Fp} meerderheidsLDrers van P;
- **doorlaat.**



Elektronische componenten

De diode

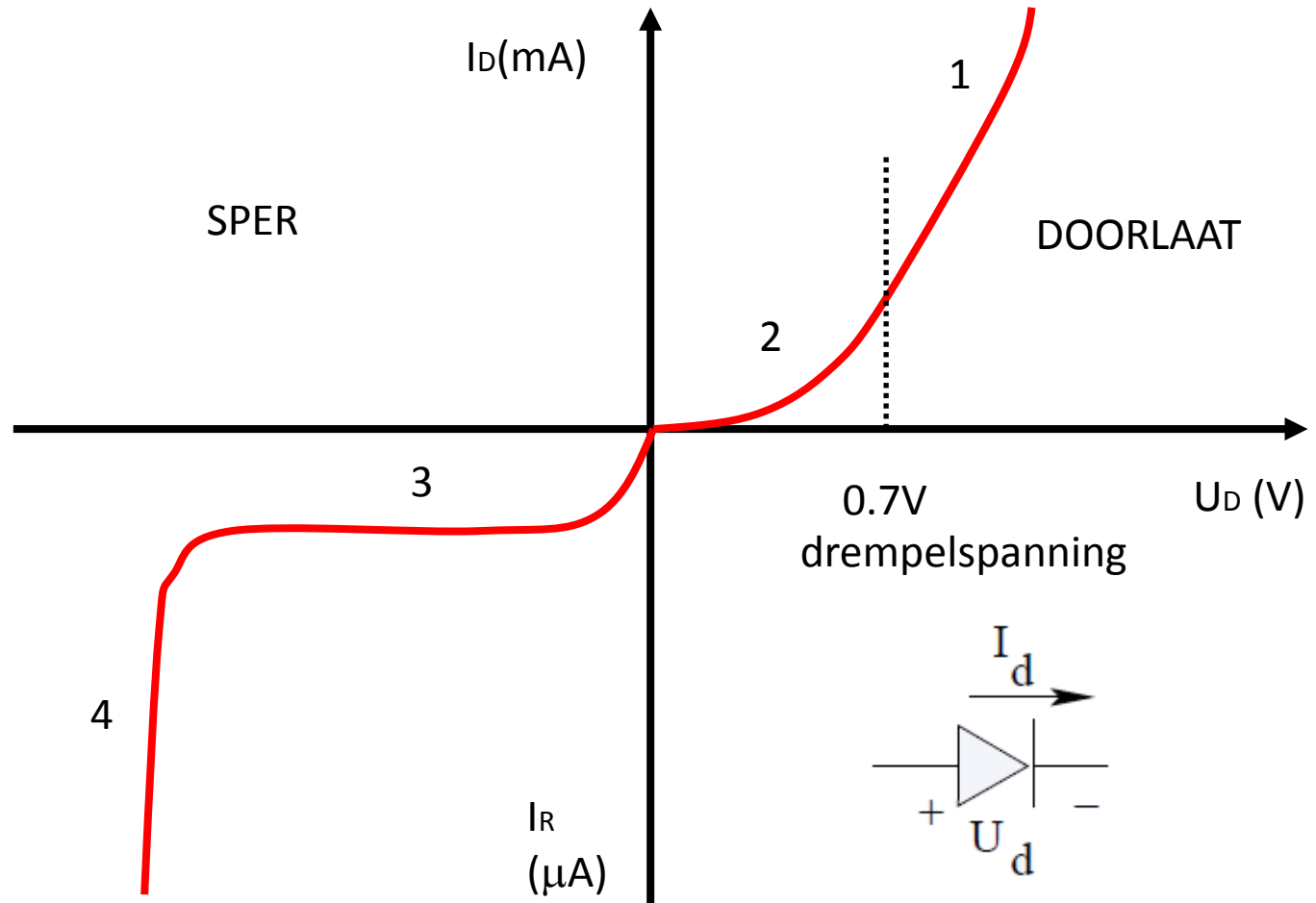
De component diode:



Elektronische componenten

De diode

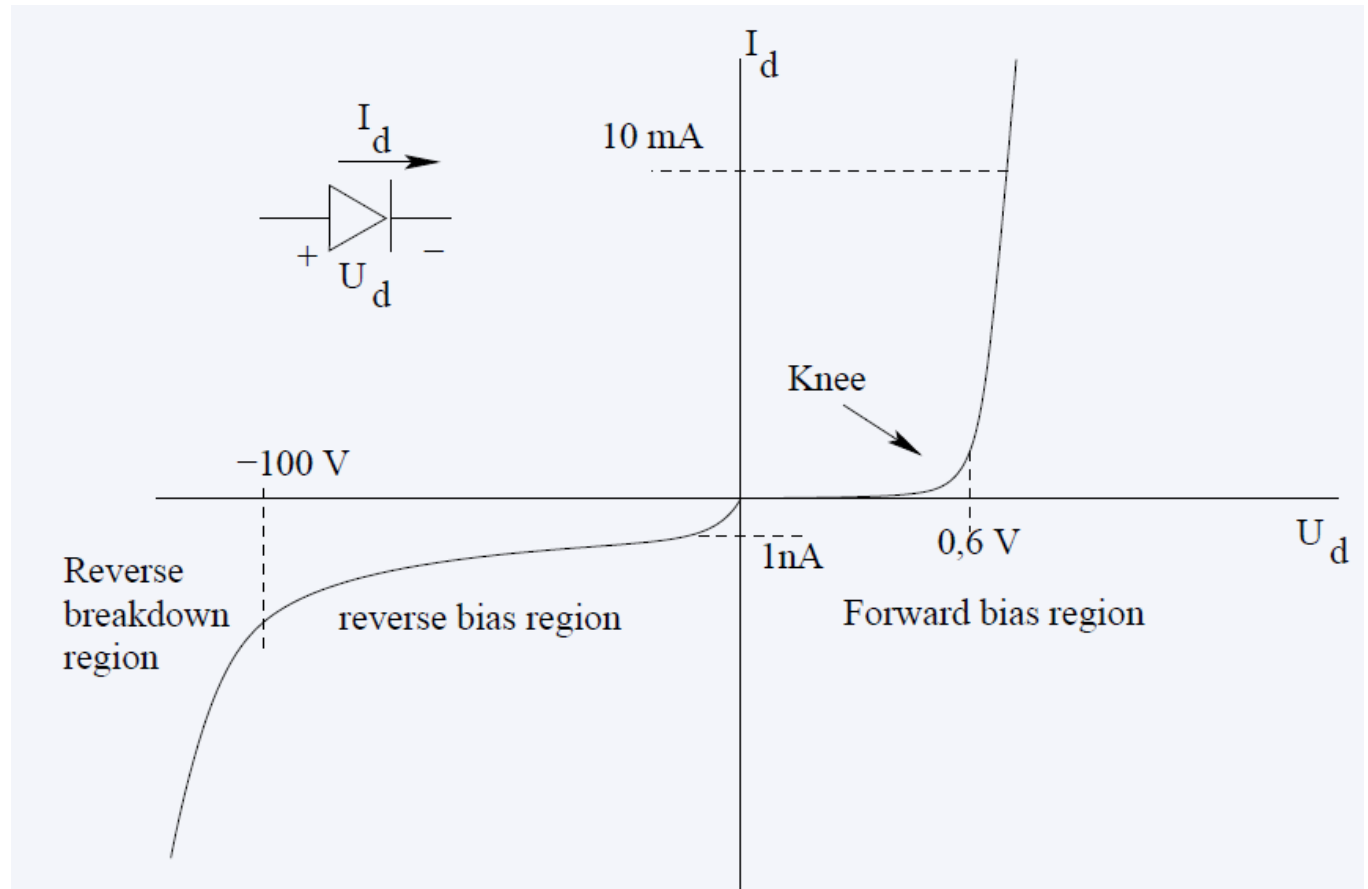
stroom-spanningskarakteristiek



Elektronische componenten

De diode

stroom-spanningskarakteristiek

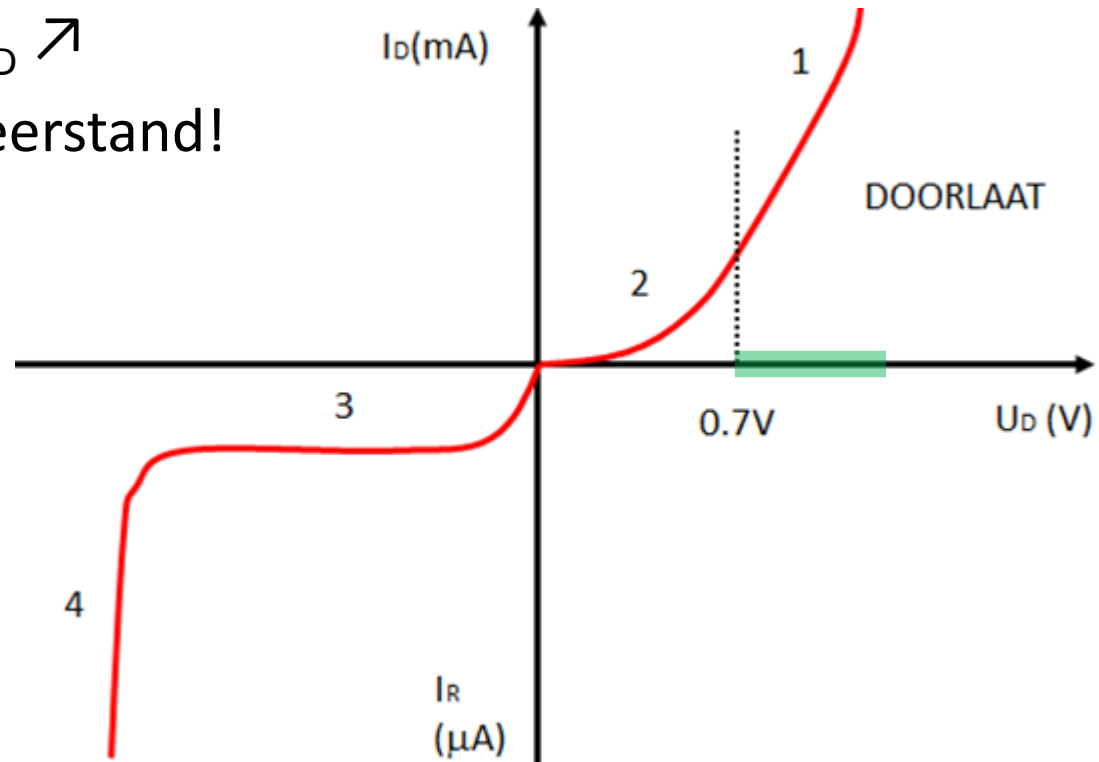


Elektronische componenten

De diode

stroom-spanningskarakteristiek:

- 'werkgebied' diode:
- diode in doorlaat gepolariseerd;
- U_D groot genoeg om $I_D \nearrow$
- stroombegrenzingsweerstand!

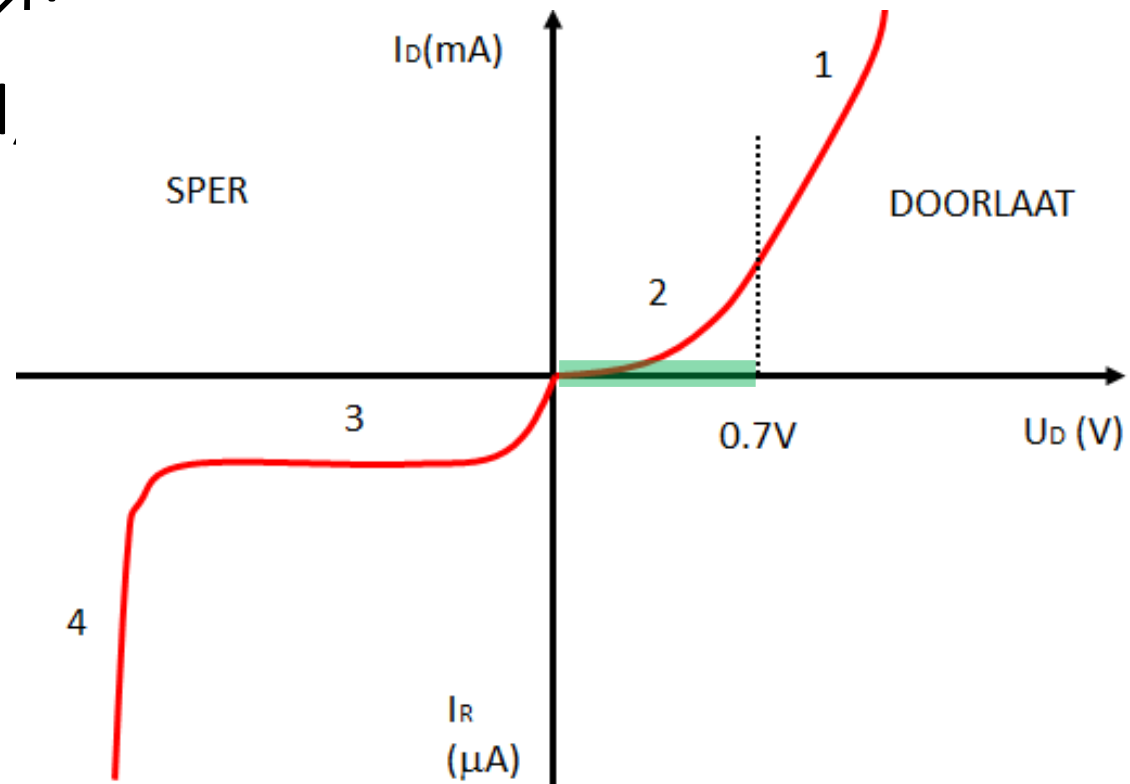


Elektronische componenten

De diode

stroom-spanningskarakteristiek:

- diode in doorlaat gepolariseerd;
- U_D te klein om $I_D \nearrow$.
- zuivere weerstand.



Elektronische componenten

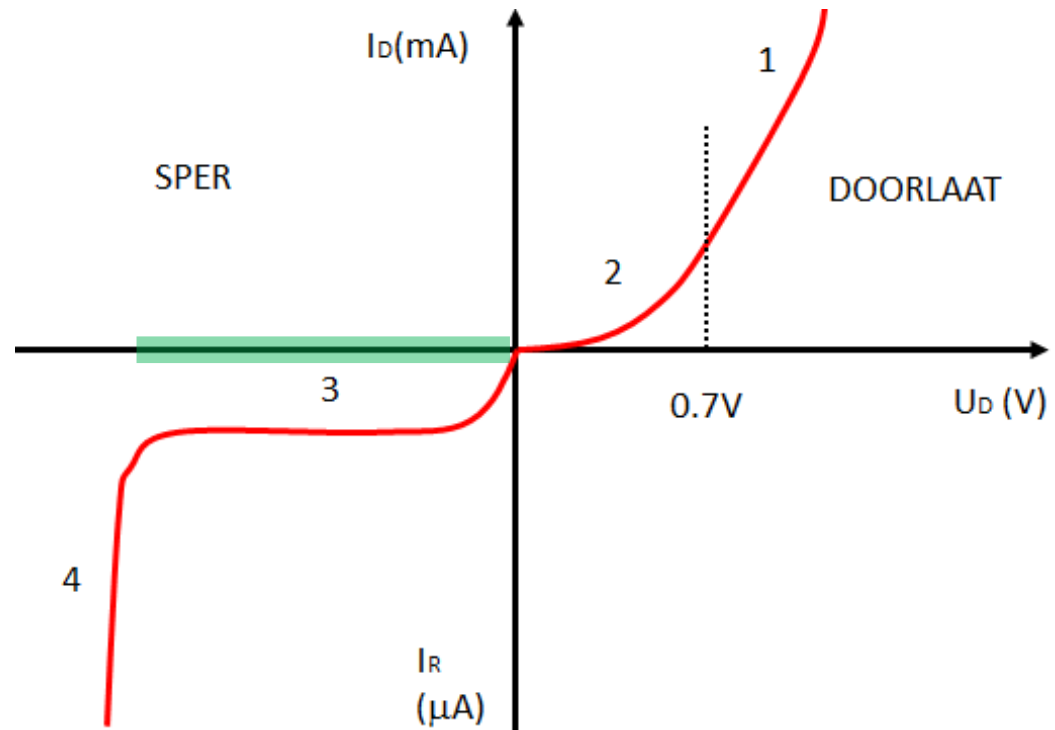
De diode

stroom-spanningskarakteristiek:

diode in sper gepolariseerd;

I niet $\sim U$;

lekstroom.



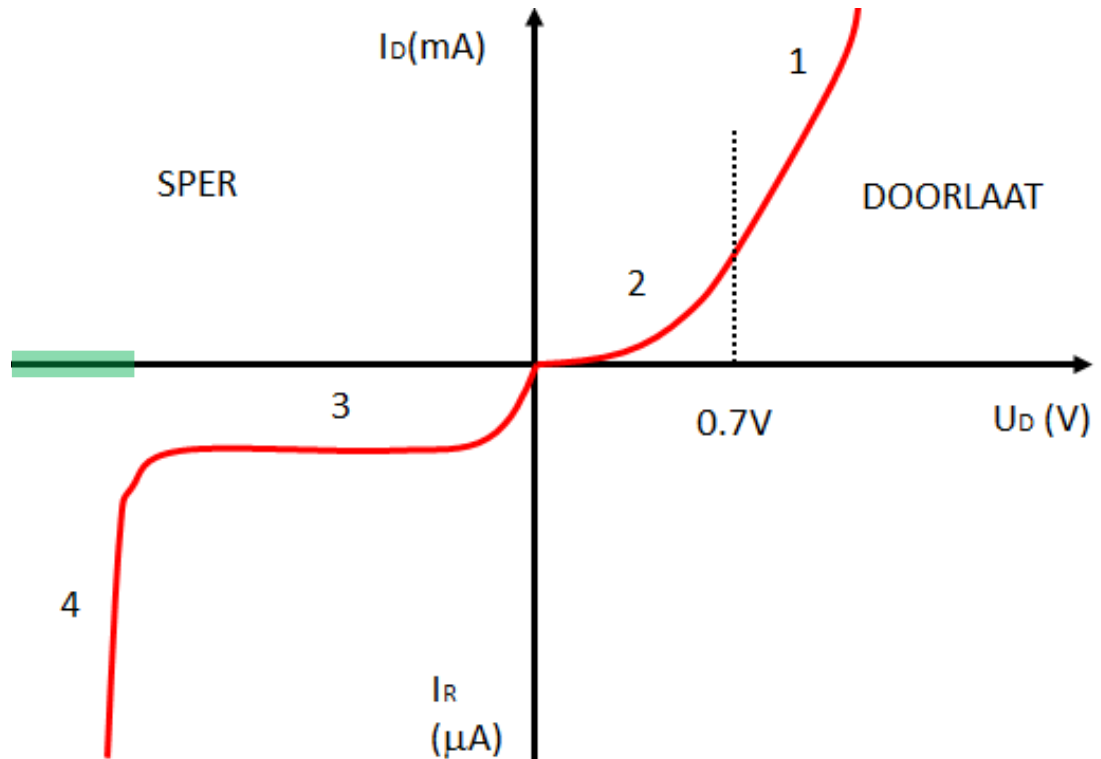
Elektronische componenten

De diode

stroom-spanningskarakteristiek:

diode in sper gepolariseerd;

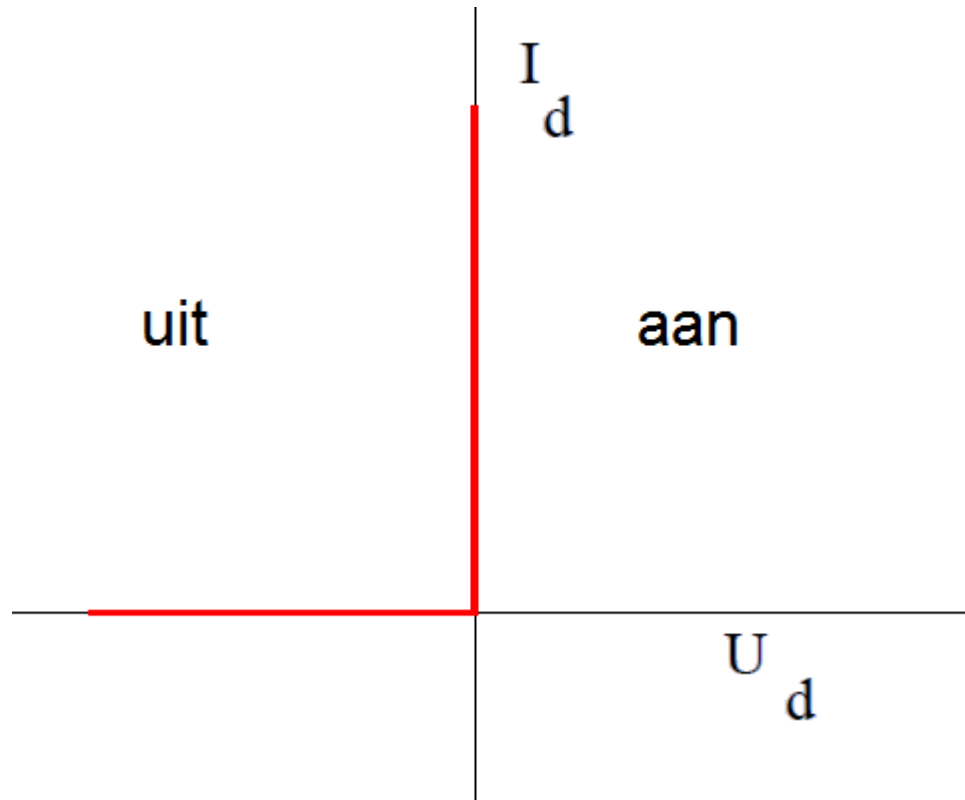
doorslag -> diode stuk



Elektronische componenten

De diode

stroom-spanningskarakteristiek ideale diode:



Elektronische componenten

De diode

datasheet:

maximale voorwaartse stroom;

maximale repeterende voorwaartse piekstroom;

maximale inverse spanning;

.....

Elektronische componenten

De diode

Statische weerstand in doorlaatzin:

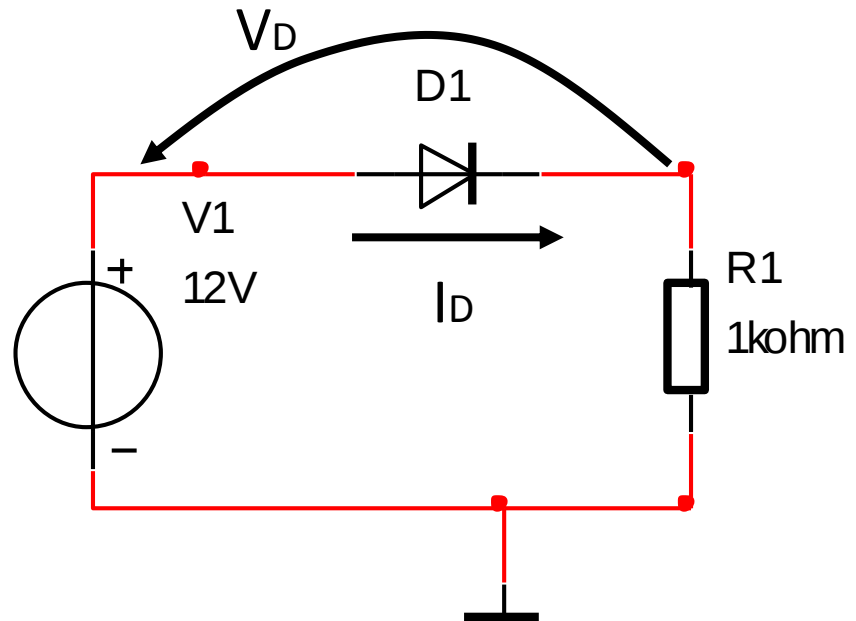
‘gelijkstroomweerstand’

bijvoorbeeld:

- $V_D = 0,7V$ (silicium)
- $I_D = 30mA$

$$R_S = \frac{V_D}{I_D} (\Omega)$$

- $R_S = 0,7/30 = 0,023 \Omega$

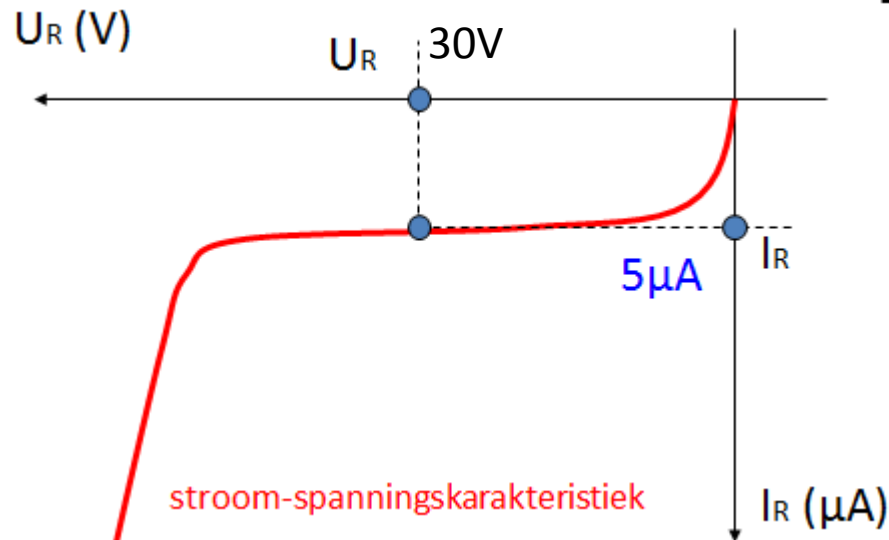
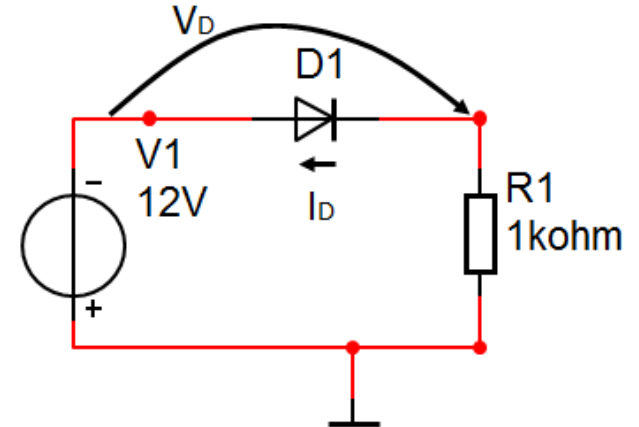


Elektronische componenten

De diode

Statische weerstand in sperzin:

- I_R lekstroom
- $R_S = U_R / I_R$
 $= 30V / 5 \mu A$
 $= 6 M\Omega$
 $\approx \infty \Omega$ (ideaal)

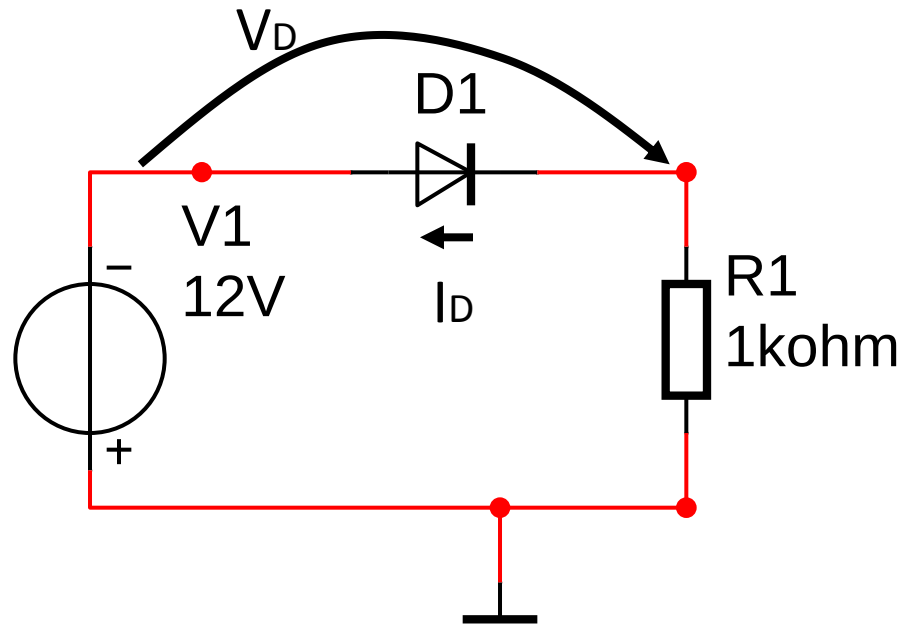


Elektronische componenten

De diode

Statische weerstand bij doorslag:

- $R_S \approx 0 \Omega$

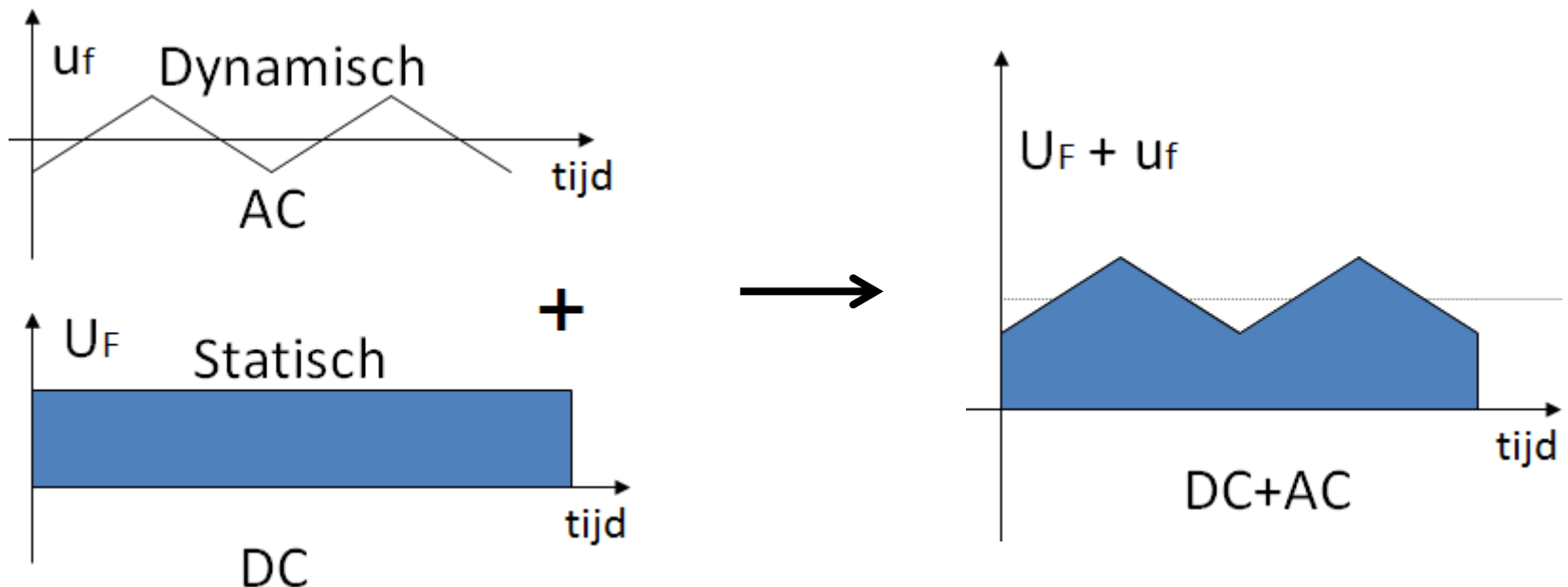


Elektronische componenten

De diode

Dynamische weerstand in doorlaatzin:

- 'wisselstroomweerstand'
- strikt positieve 'wisselspanning'



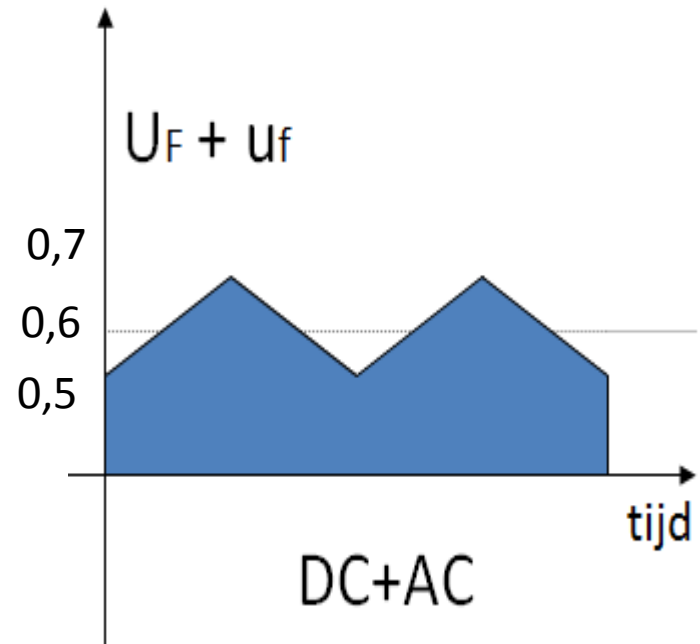
Elektronische componenten

De diode

Dynamische weerstand in doorlaatzin:

bijvoorbeeld:

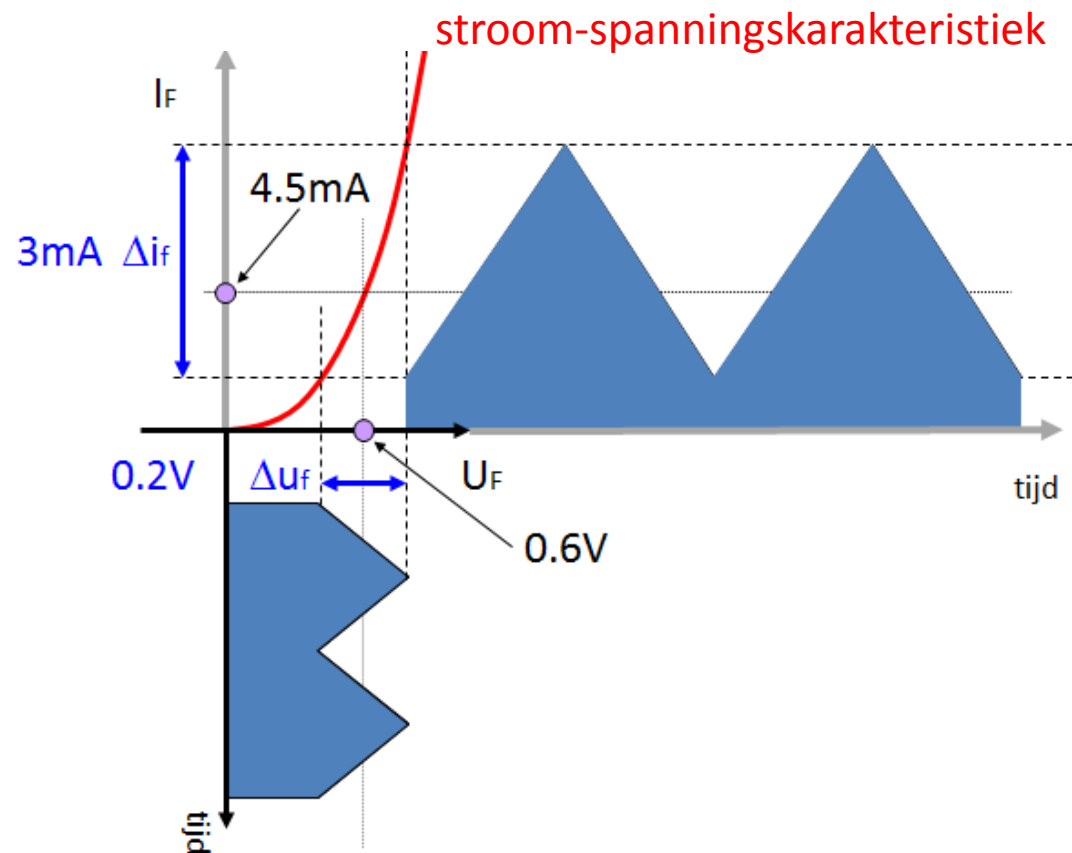
- $\Delta u = 0,2 \text{ V}$
- $U_F = 0,6 \text{ V}$



Elektronische componenten

De diode

Dynamische weerstand in doorlaatzin:



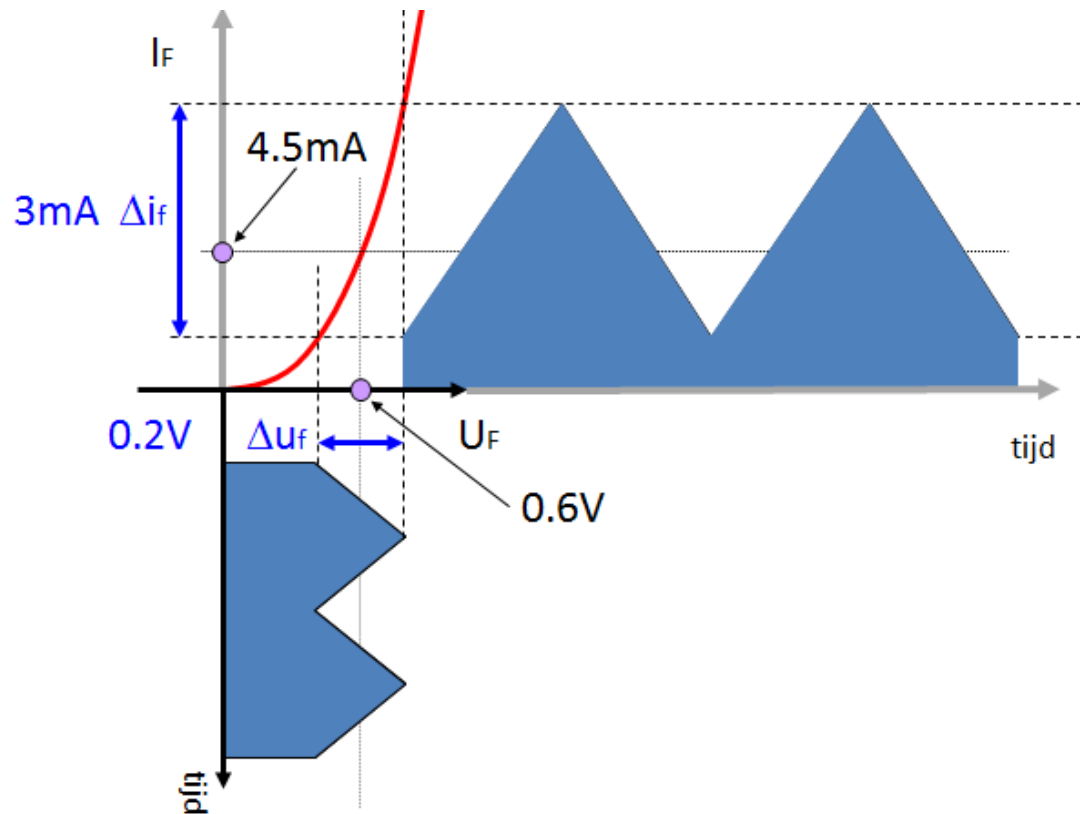
Elektronische componenten

De diode

Dynamische weerstand in doorlaatzin:

$$\begin{aligned} R_S &= U_F / I_F \\ &= 0,6 \text{ V} / 4,5 \text{ mA} \\ &= 133,33 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} r_d &= \Delta u_f / \Delta i_f \quad \Delta! \\ &= 0,2 \text{ V} / 3 \text{ mA} \\ &= 66,7 \, \Omega \end{aligned}$$

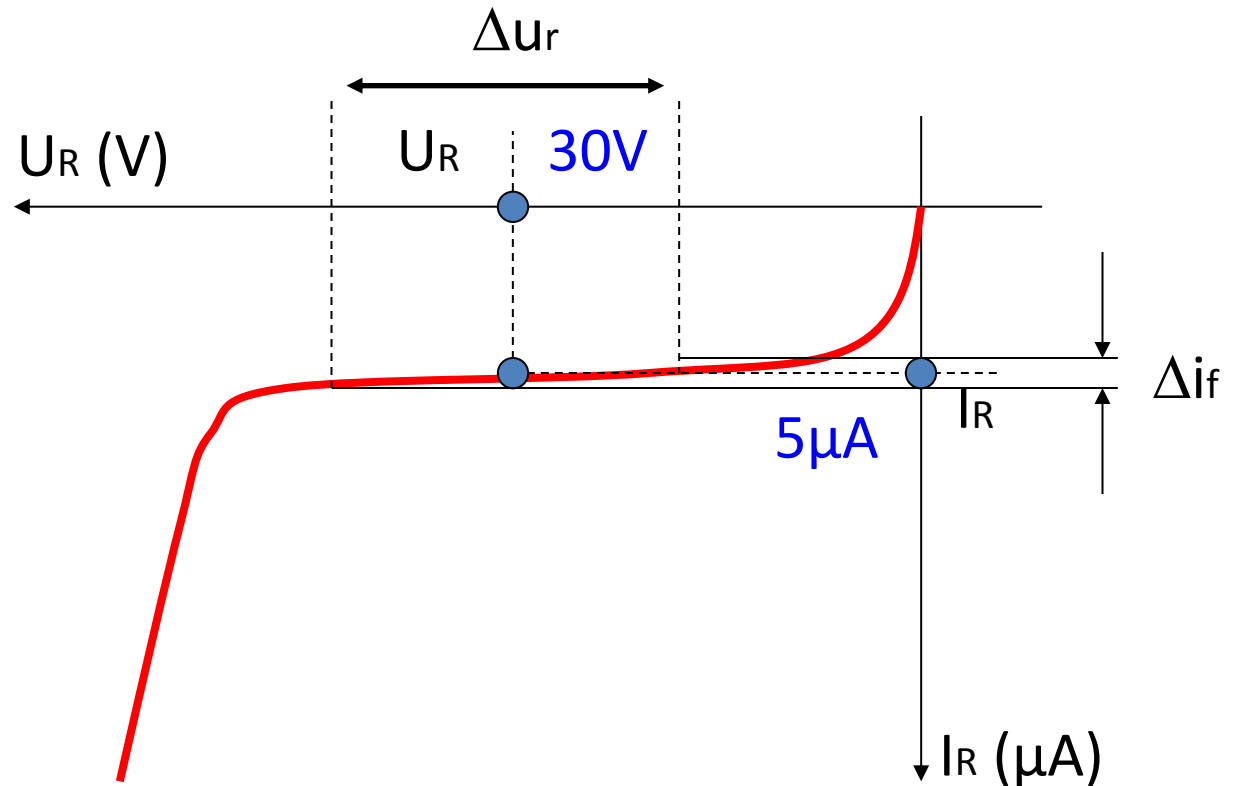


Elektronische componenten

De diode

Dynamische weerstand in sperzin:

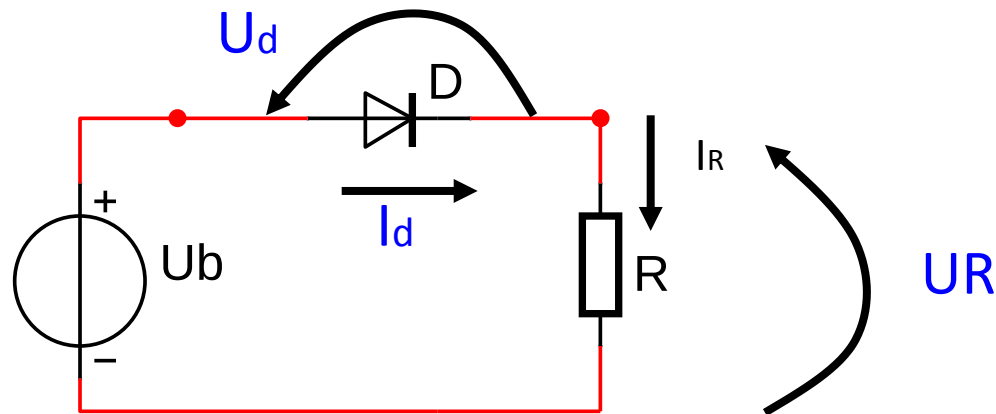
- $r_d \approx \infty \Omega$ ($\Delta i_f \ll \ll$)



Elektronische componenten

De diode in circuit

Belastinglijn en instelpunt:

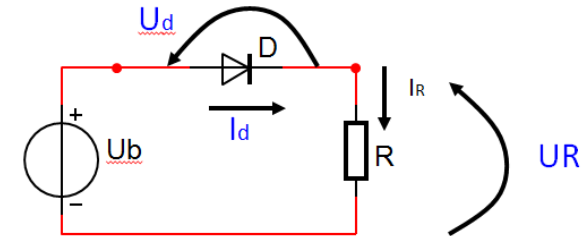


U_d en I_d ?

Elektronische componenten

De diode in circuit

Belastinglijn en instelpunt:



$$I_R = I_d$$

en

$$U_b = U_d + U_R$$

en

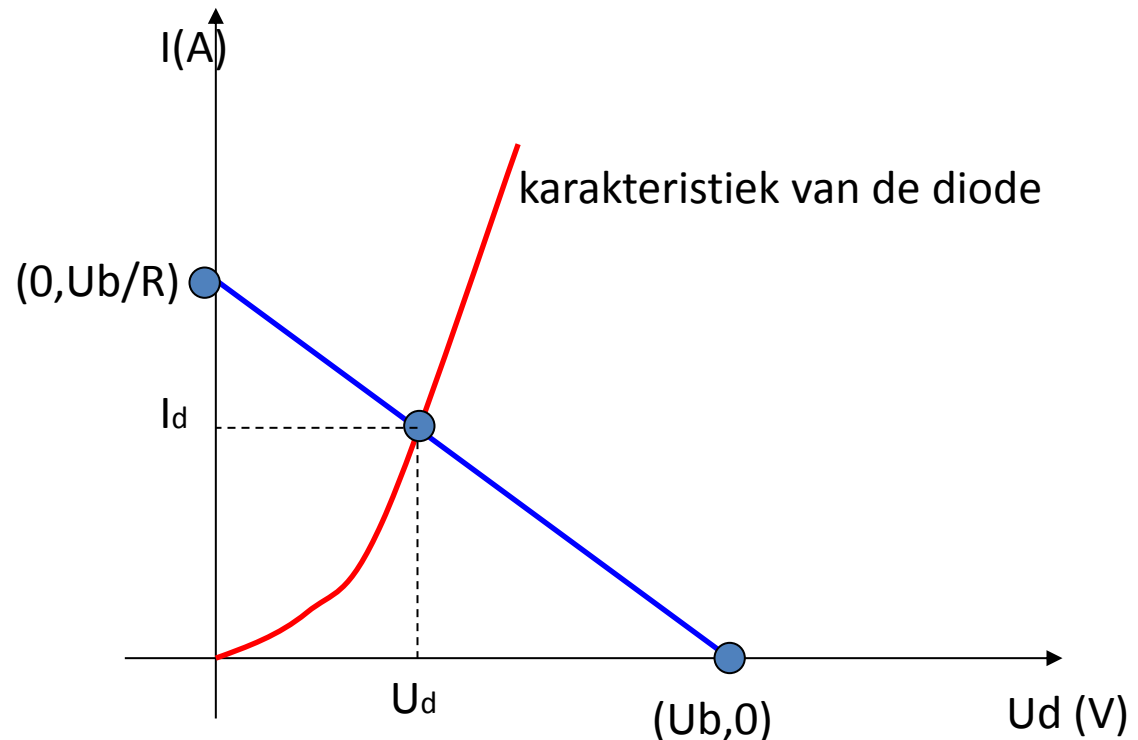
$$U_R = I_d \cdot R$$

dus

$$U_b = U_d + I_d \cdot R$$

(belastinglijn)

$$U_b = U(U_d, I_d)$$

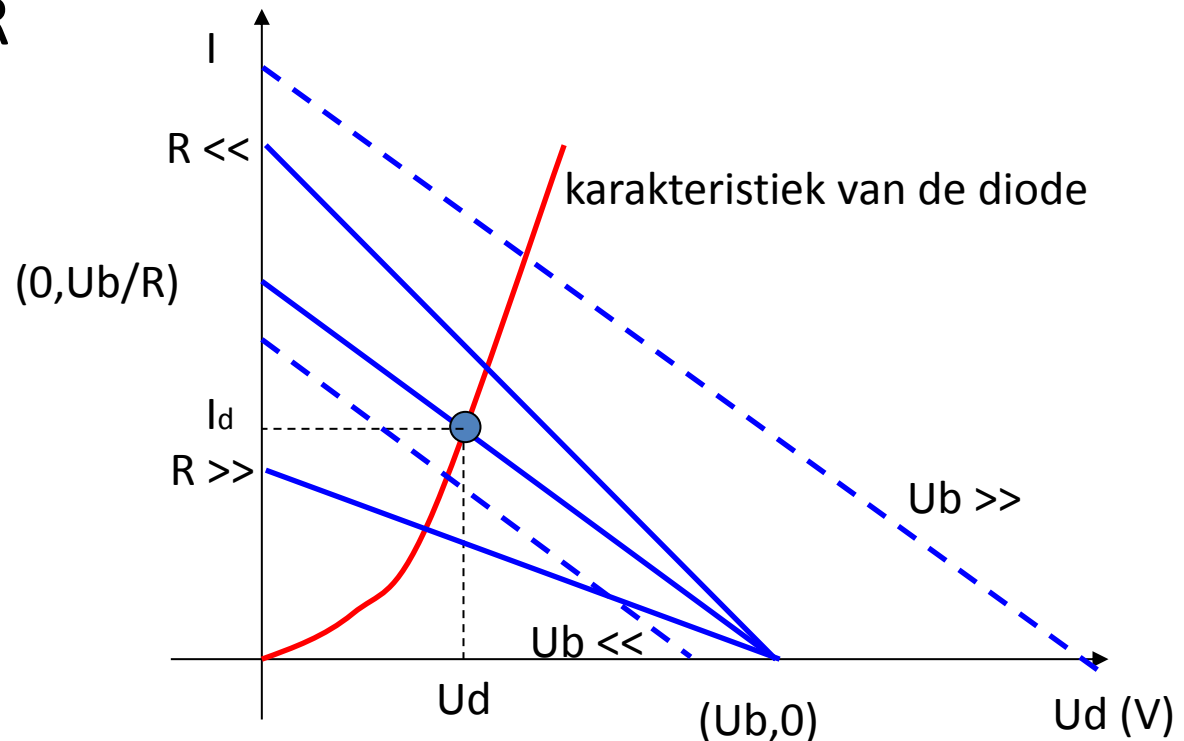


Elektronische componenten

De diode in circuit

Belastinglijn en instelpunt:

$$U_b = U_d + I_d \cdot R$$

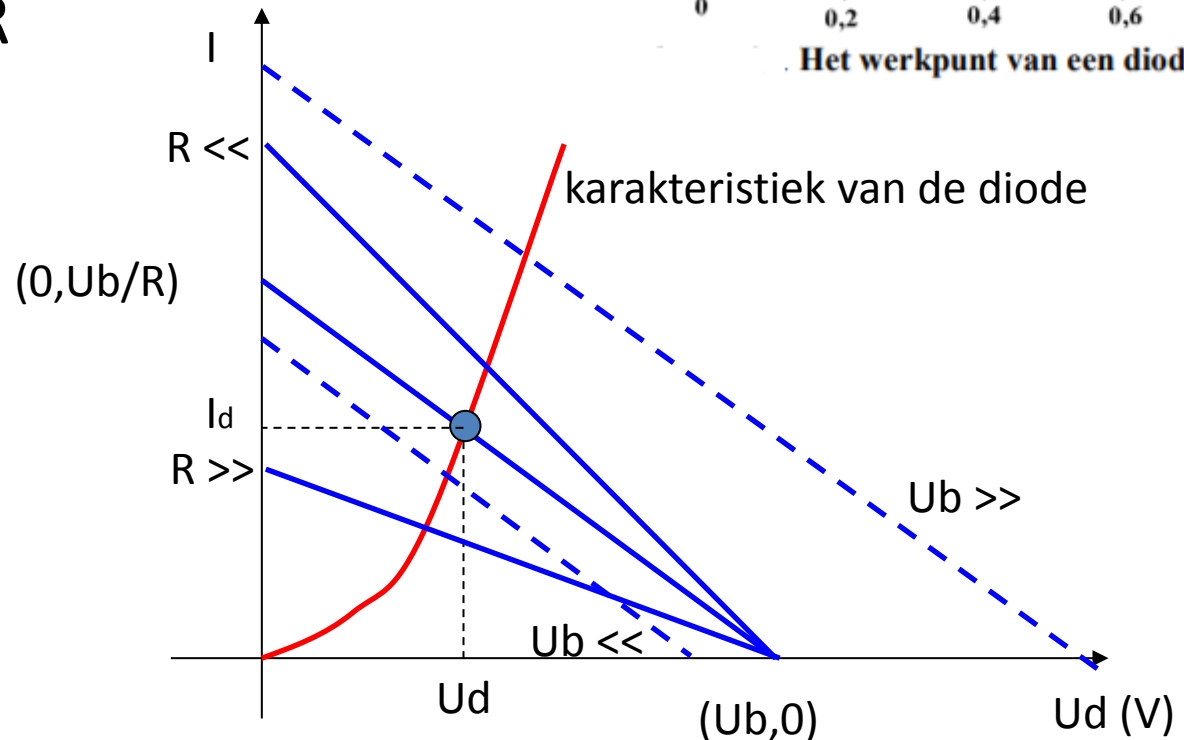
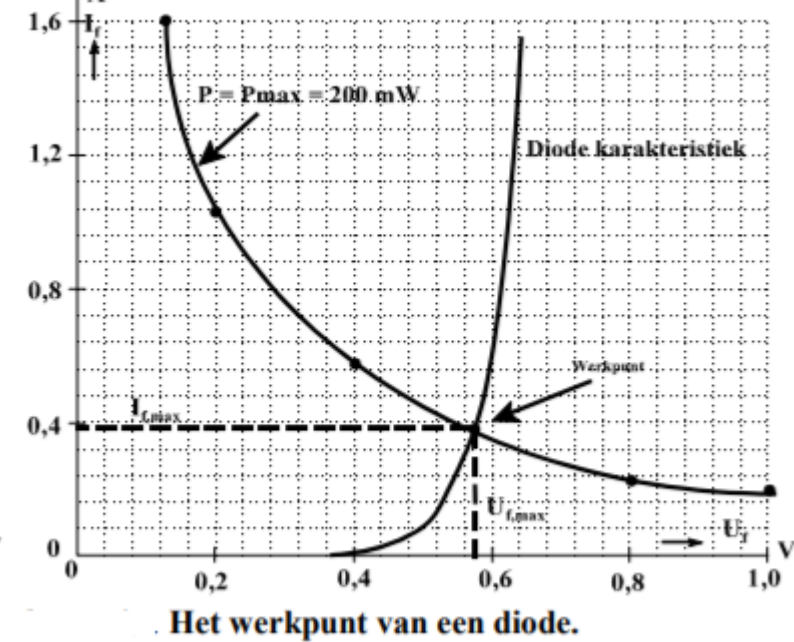


Elektronische componen

De diode in circuit

Belastinglijn en instelpunt:

$$U_b = U_d + I_d \cdot R$$



Elektronische componenten

De diode in circuit

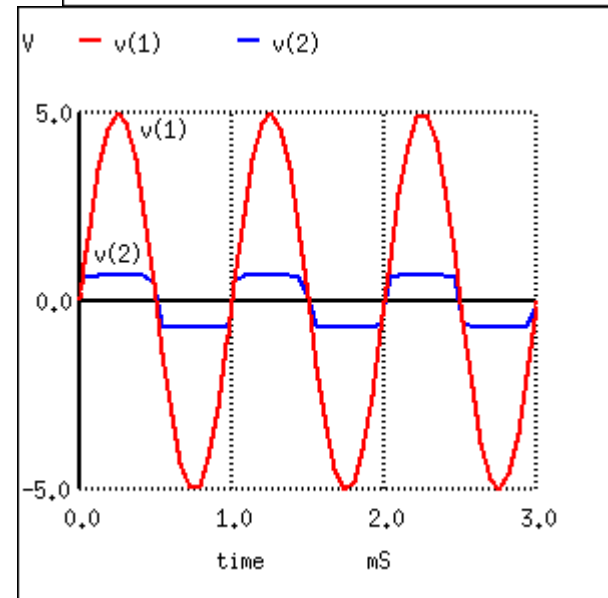
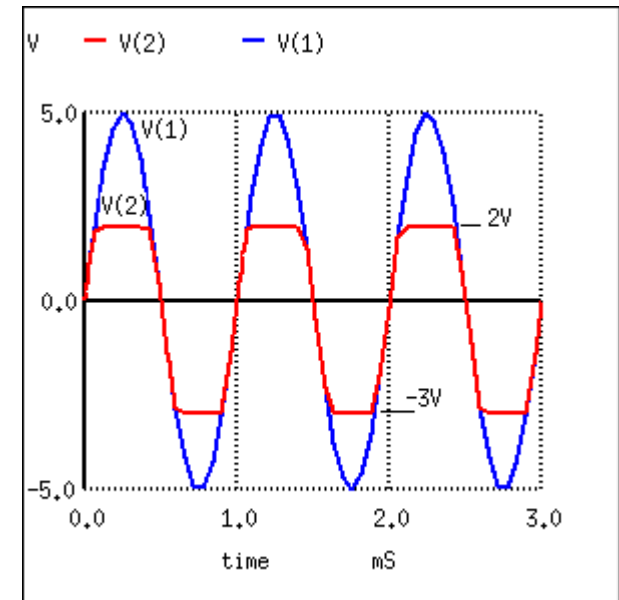
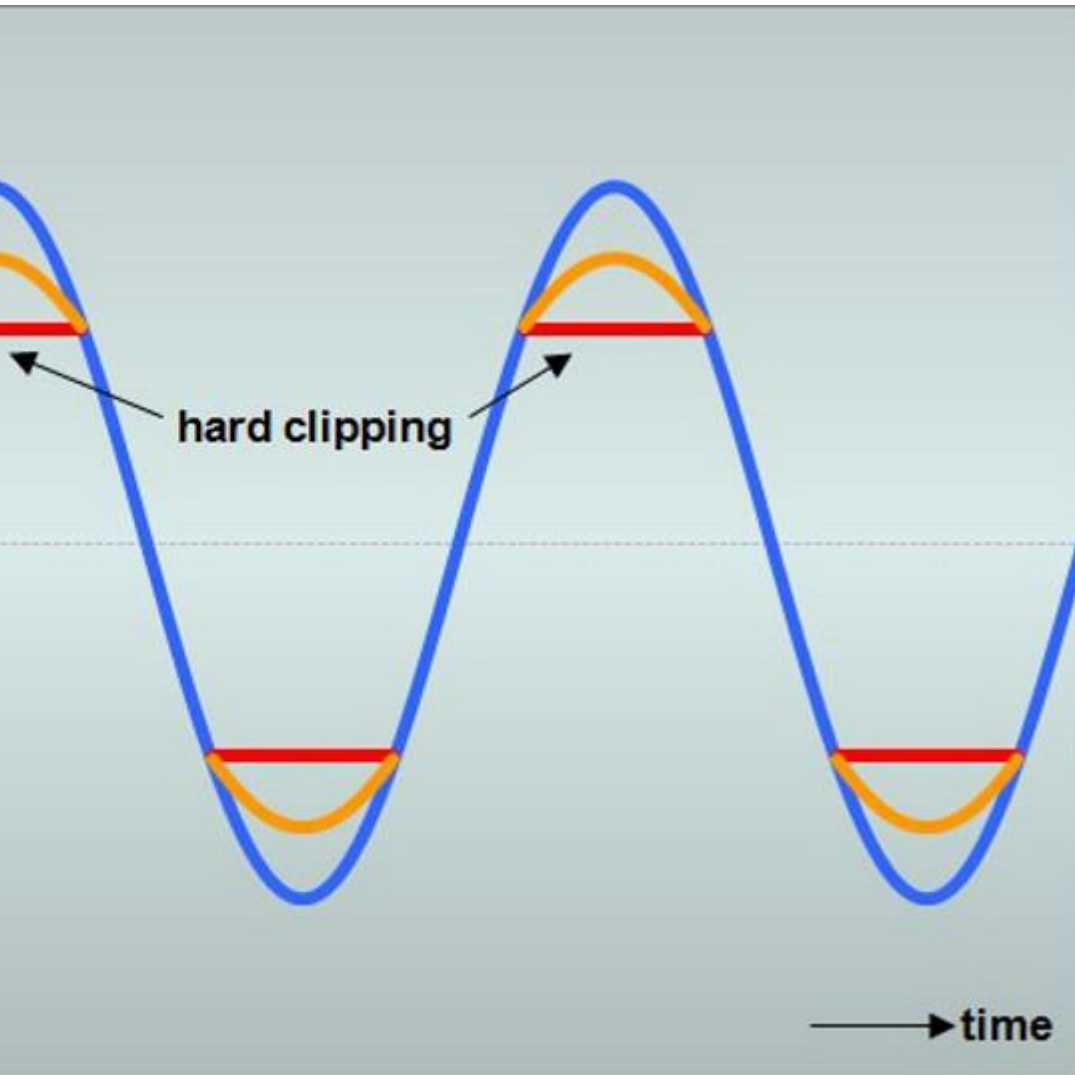
Clipping:

- U_{in} wisselspanning;
- U_{uit} begrenzen;
- overdrachtsvergelijking: $U_{uit} = f(U_{in})$
- tijdsdiagram: grafiek van $U_{uit}(t)$

Zie ook zenerdiode

Elektronische componenten

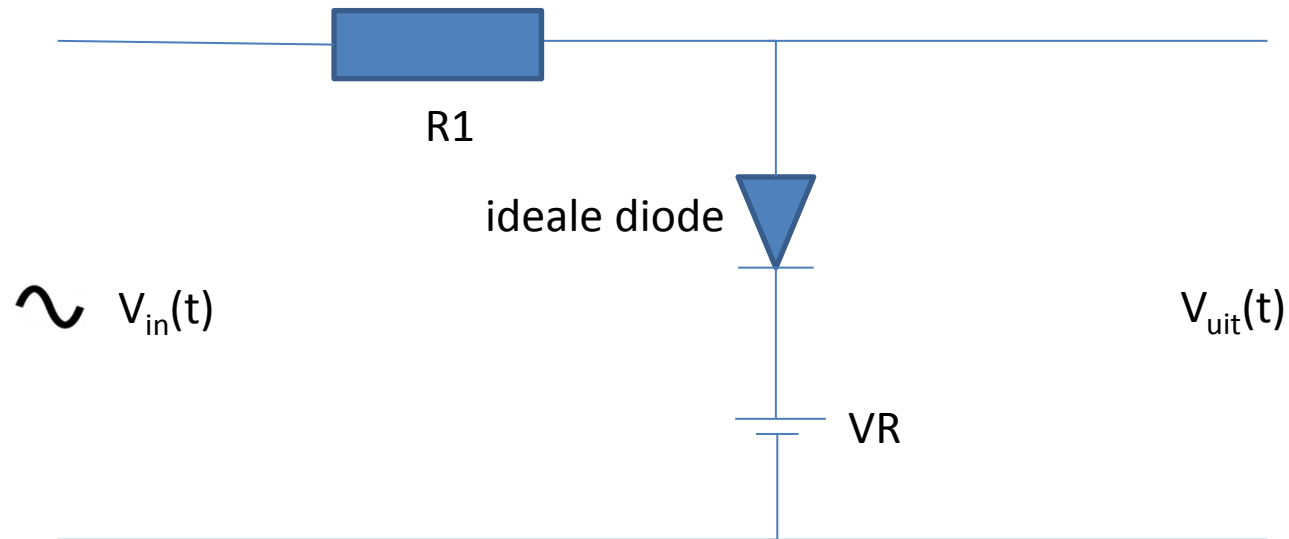
De diode in circuit



Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping (voorbeeld1):



overdrachtsvergelijking:

- doorlaat: $V_{uit}(t) = VR$
- sper: $V_{uit}(t) = V_{in}(t)$ (eigenlijk $V_{in}(t) - I \cdot R1$ maar $I = 0 \text{ A}$)

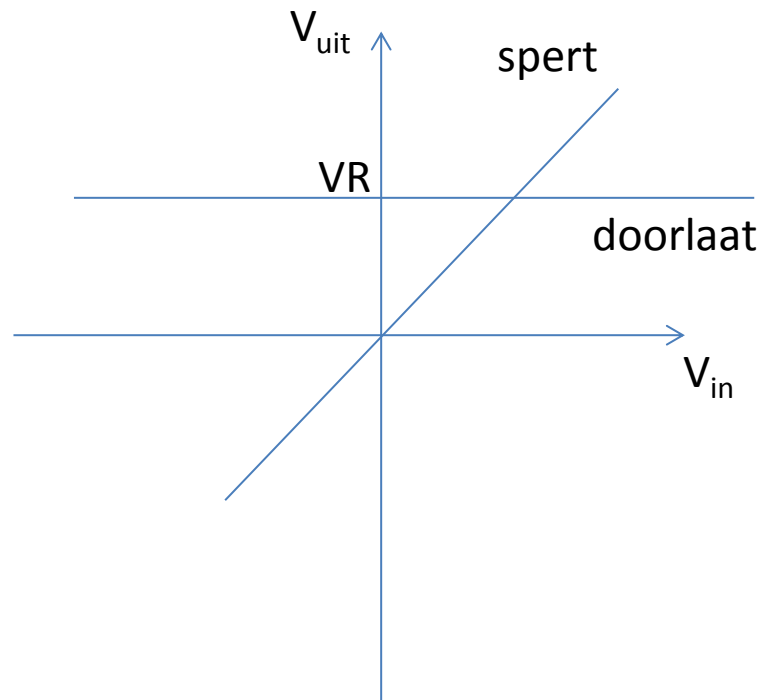
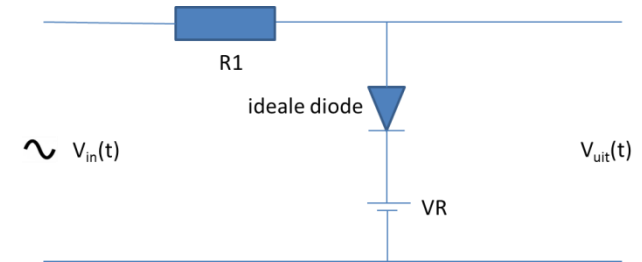
Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping:

doorlaat: $V_{uit}(t) = VR$

sper: $V_{uit}(t) = V_{in}(t)$



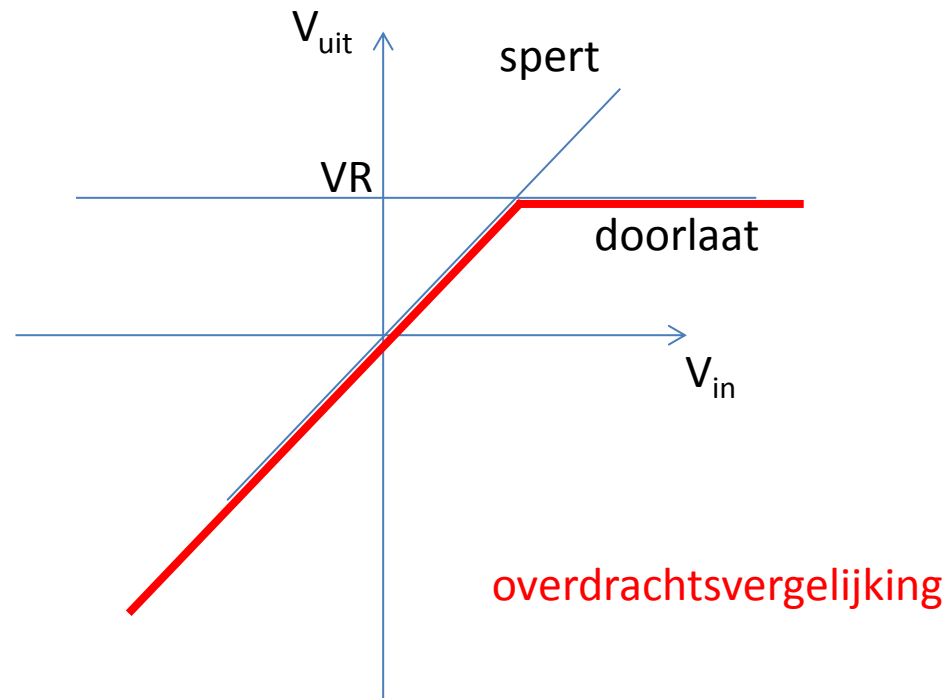
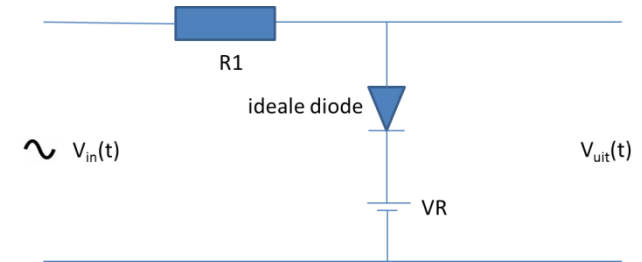
Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping:

doorlaat: $V_{uit}(t) = V_R$

sper: $V_{uit}(t) = V_{in}(t)$



Elektronische componenten

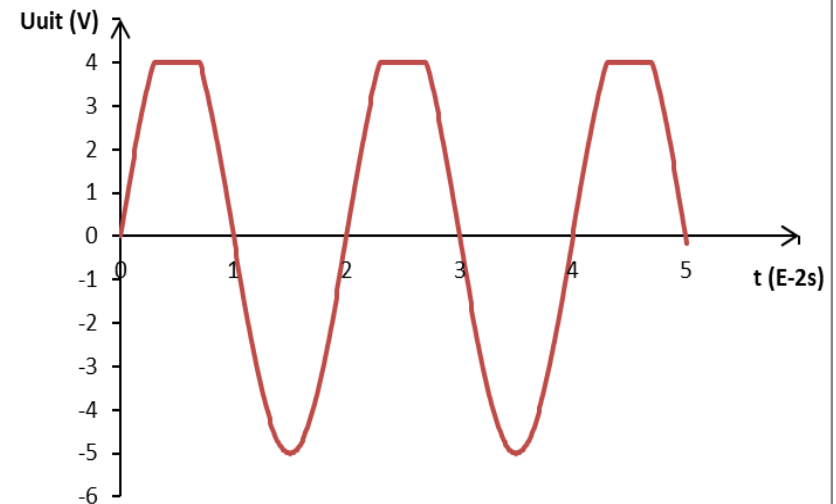
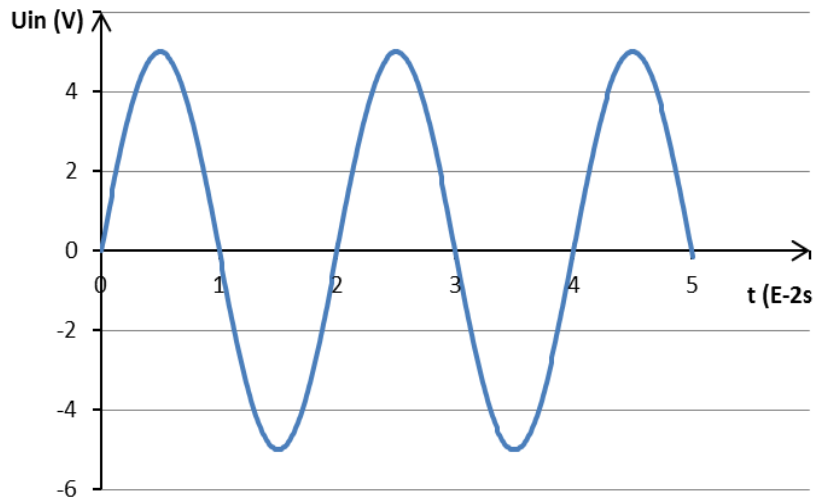
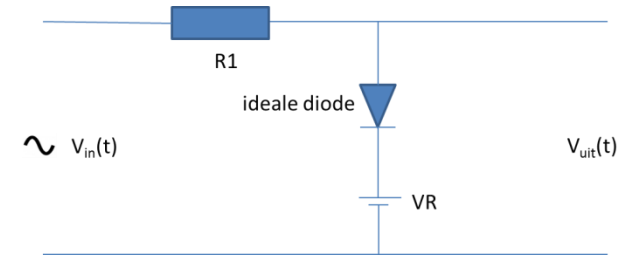
De diode in circuit

Clipping:

doorlaat: $V_{uit}(t) = V_R$

sper: $V_{uit}(t) = V_{in}(t)$

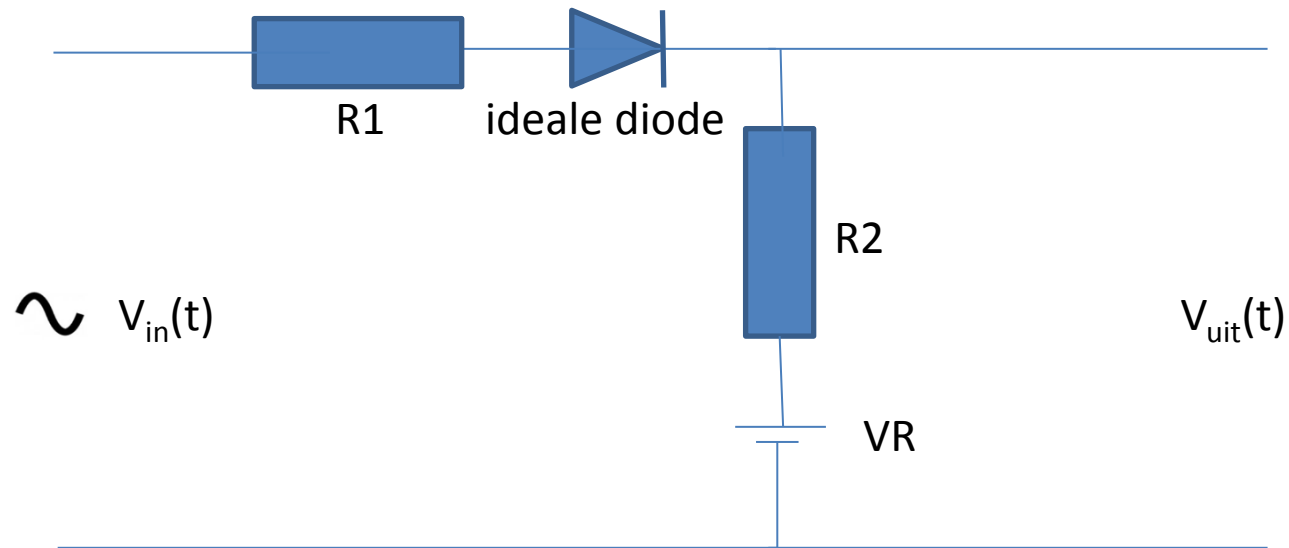
tijdsdiagram:



Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping (voorbeeld2):



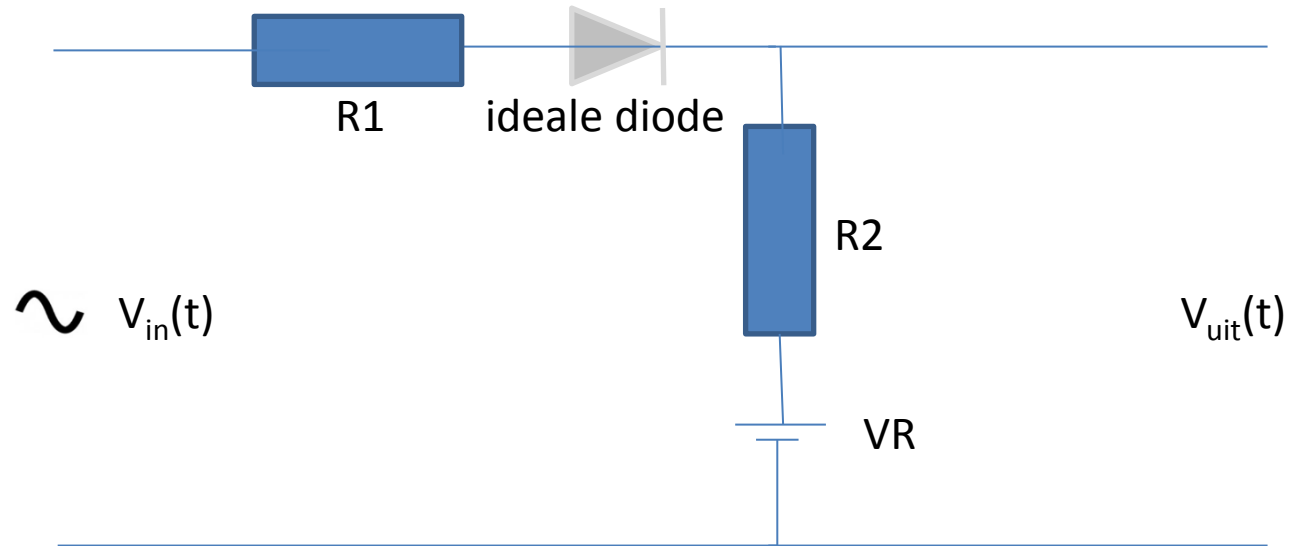
overdrachtsvergelijking:

- sper: $V_{uit}(t) = VR$ (eigenlijk $VR - I \cdot R2$ maar $I = 0 \text{ A}$)

Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping:



overdrachtsvergelijking:

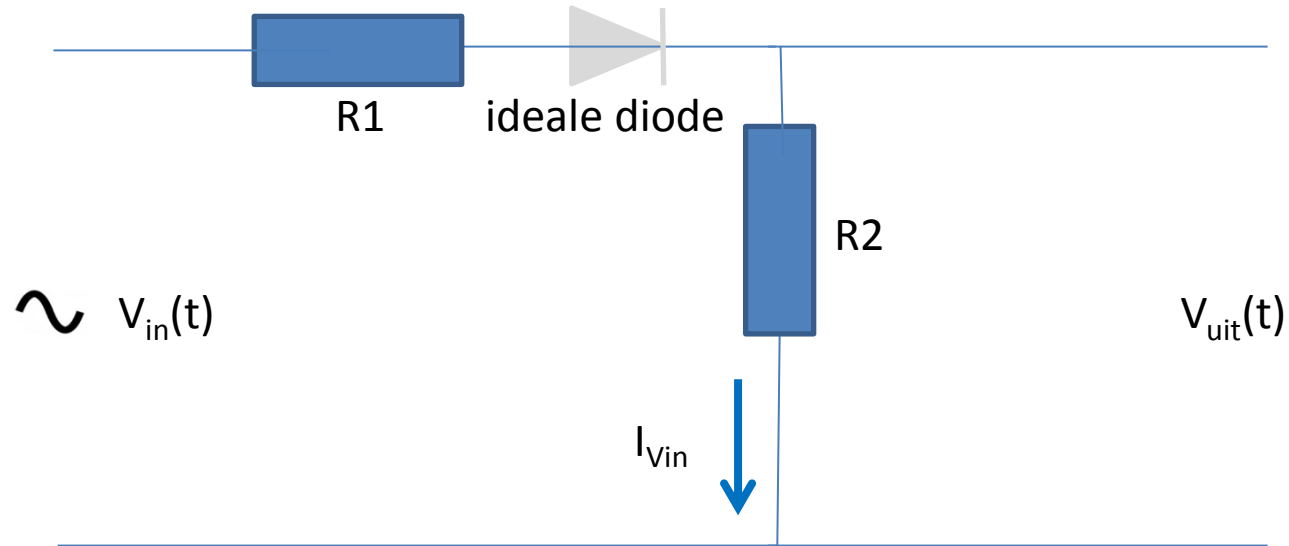
- doorlaat: $V_{uit}(t) = \dots$

Beide spanningsbronnen dragen bij → superpositie

Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping:



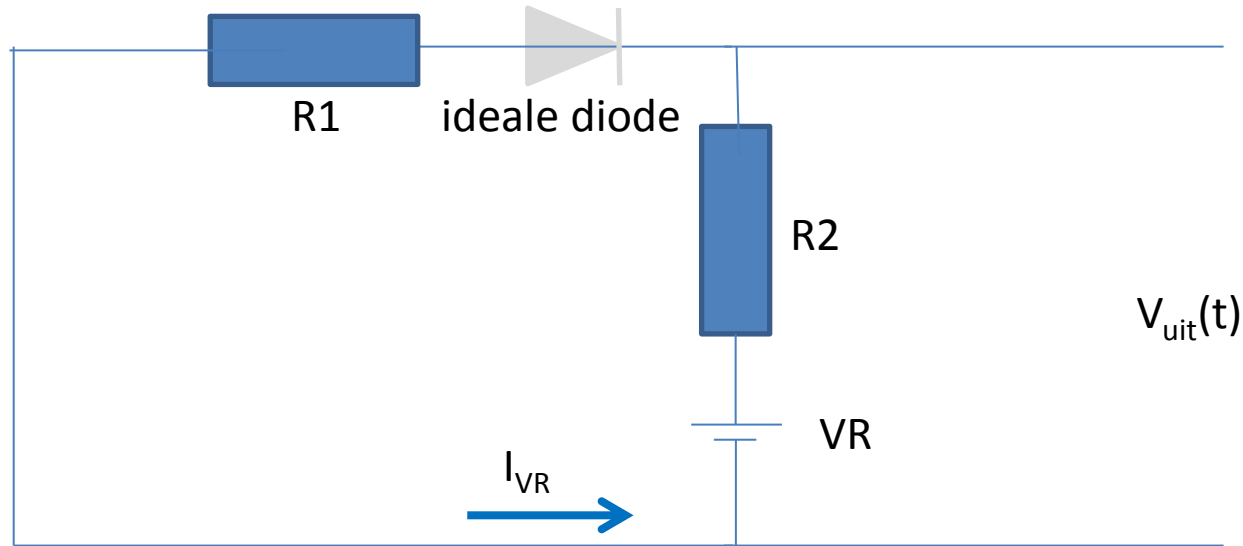
overdrachtsvergelijking (V_{in} weerhouden):

- doorlaat: $V_{uit}(t) = I_{Vin}(t) \cdot R2$
 $= V_{in}(t) / (R1 + R2) \cdot R2$

Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping:



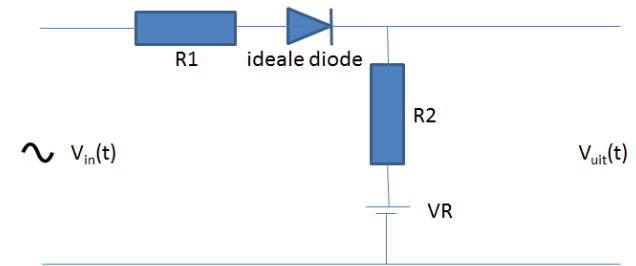
overdrachtsvergelijking (VR weerhouden):

- doorlaat: $V_{uit}(t) = VR - I_{VR} \cdot R2$
 $= VR - VR/(R1+R2) \cdot R2$

Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping (voorbeeld2):



overdrachtsvergelijking (superpositie):

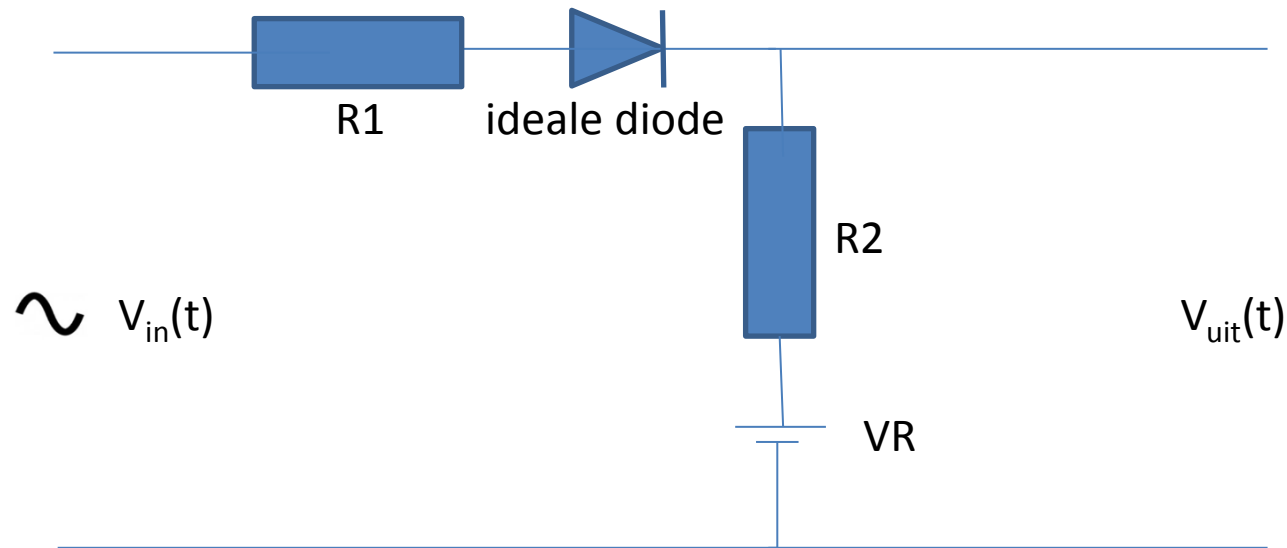
- doorlaat (V_{in} weerhouden): $V_{uit}(t) = I_{V_{in}}(t) \cdot R2$
 $= V_{in}(t) / (R1 + R2) \cdot R2$
- doorlaat(VR weerhouden): $V_{uit}(t) = VR - I_{VR} \cdot R2$
 $= VR - VR / (R1 + R2) \cdot R2$

doorlaat(beide bronnen weerhouden): $V_{uit} = VR - VR / (R1 + R2) \cdot R2 + V_{in} / (R1 + R2) \cdot R2$
 $= VR + (V_{in} - VR) \cdot R2 / (R1 + R2)$

Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping (voorbeeld2):



overdrachtsvergelijking:

- sper: $V_{uit}(V_{in}) = VR$
- doorlaat: $V_{uit}(V_{in}) = (V_{in} - VR) \cdot R2 / (R1 + R2) + VR$
 $= V_{in} \cdot R2 / (R1 + R2) + VR \cdot R1 / (R1 + R2)$

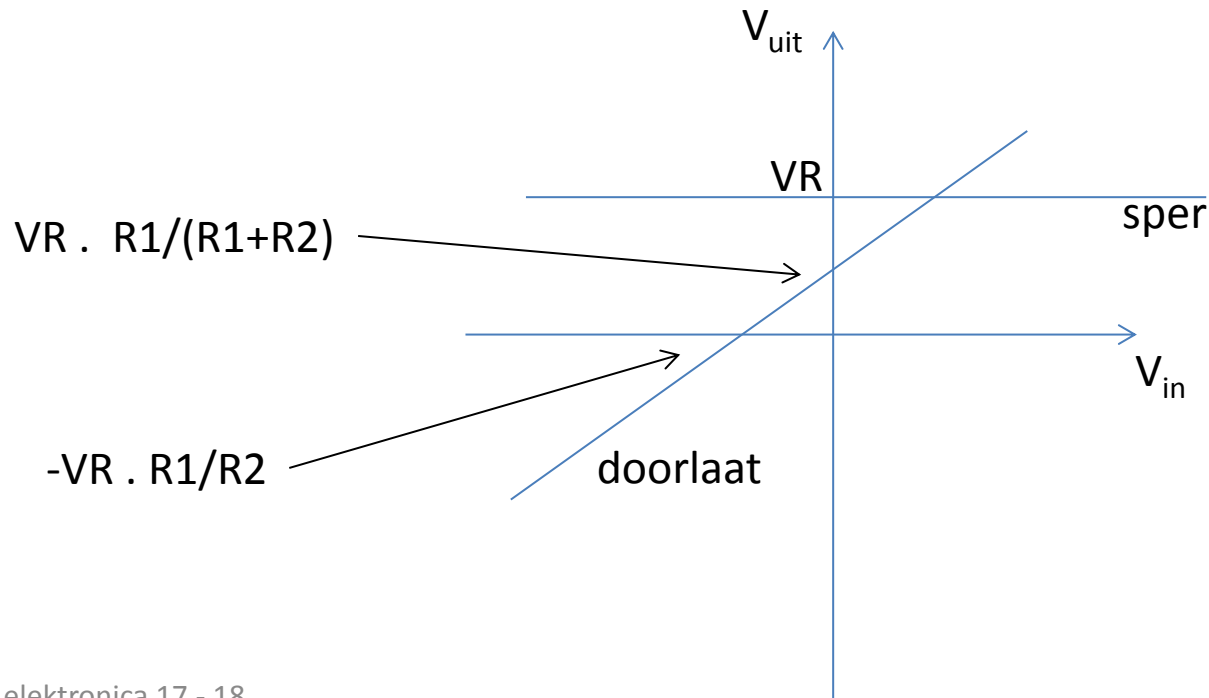
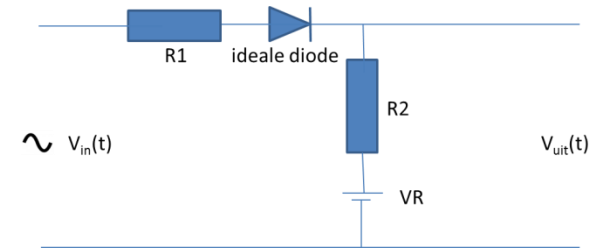
Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping:

overdrachtsvergelijking:

- sper: $V_{uit}(t) = V_R$
- doorlaat: $V_{uit}(t) = (V_{in}(t) \cdot R_2 / (R_1 + R_2) + V_R \cdot R_1 / (R_1 + R_2))$



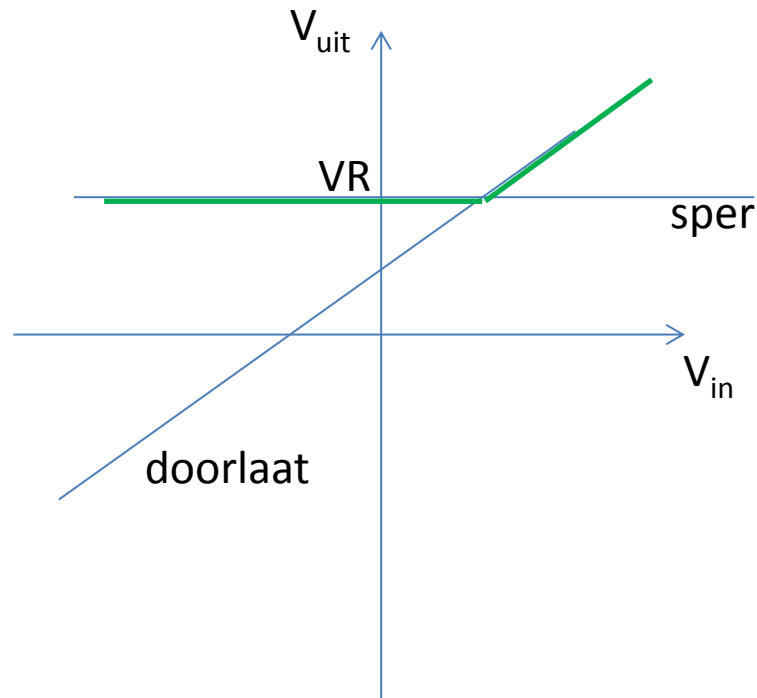
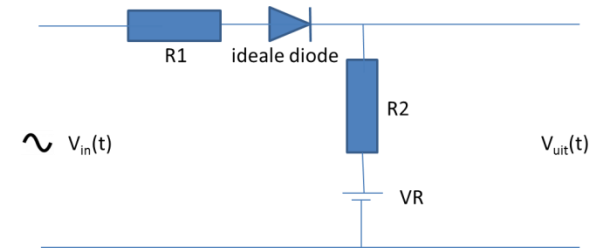
Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping:

overdrachtsvergelijking:

- sper: $V_{uit}(t) = V_R$
- doorlaat: $V_{uit}(t) = (V_{in}(t) \cdot R_2 / (R_1 + R_2) + V_R \cdot R_1 / (R_1 + R_2))$



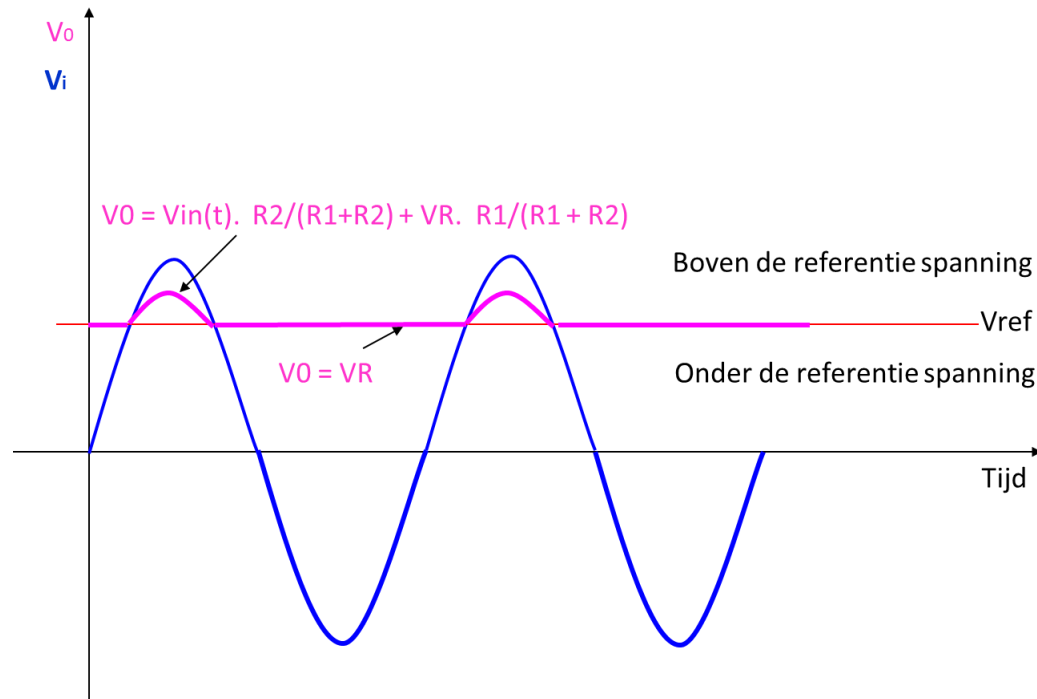
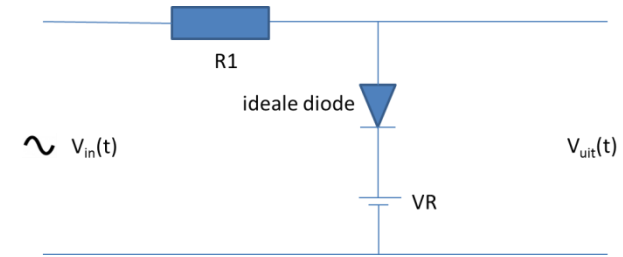
Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping:

overdrachtsvergelijking:

- sper: $V_{uit}(t) = V_R$
- doorlaat: $V_{uit}(t) = V_{in}(t) \cdot \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} + V_R \cdot \frac{R_1}{(R_1 + R_2)}$



Elektronische componenten

De diode in circuit

Clipping:

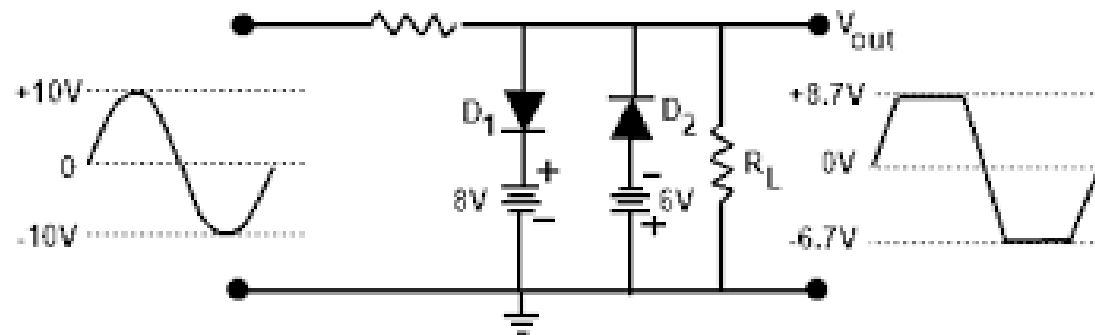


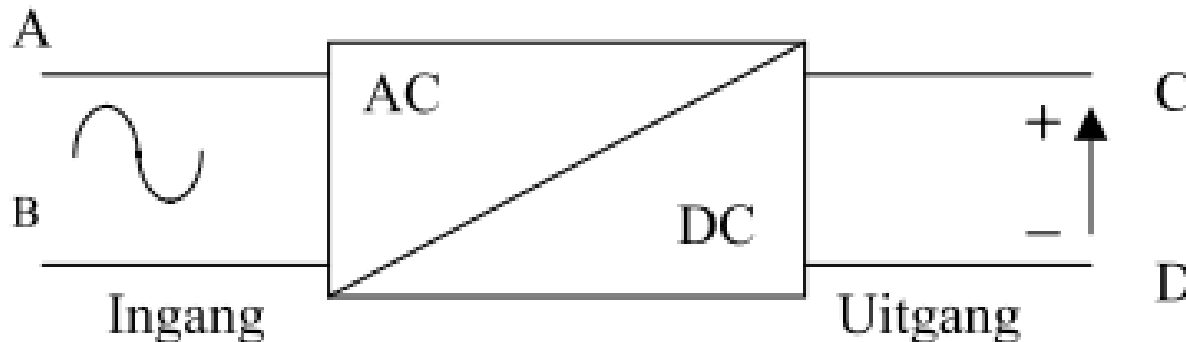
Figure (d): Double diode clipper

Elektronische componenten

De diode in circuit

Gelijkrichting:

- wisselstroom -> gelijkstroom;
- enkelfasig – dubbelfasig;
- onderdeel van gelijkspanningsvoeding.

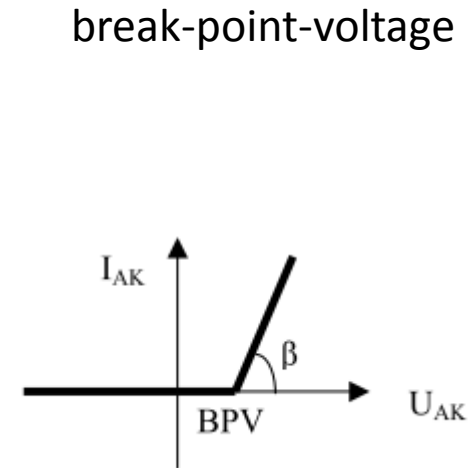


Elektronische componenten

De diode in circuit

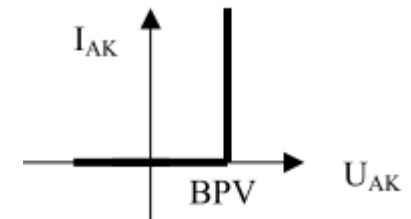
vereenvoudigde diodekarakteristiek:

- eerste vereenvoudiging:



stroomtoename lineair als functie van de spanning ($R_d = 1/\tan \beta$).

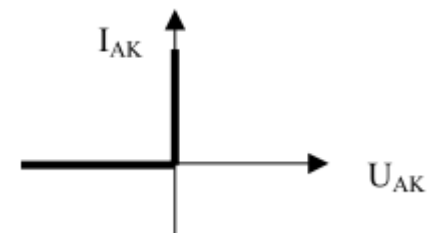
- tweede vereenvoudiging:



- derde vereenvoudiging:

in doorlaatrichting gepolariseerd ($U_{AK} > 0$) is, gesloten schakelaar.

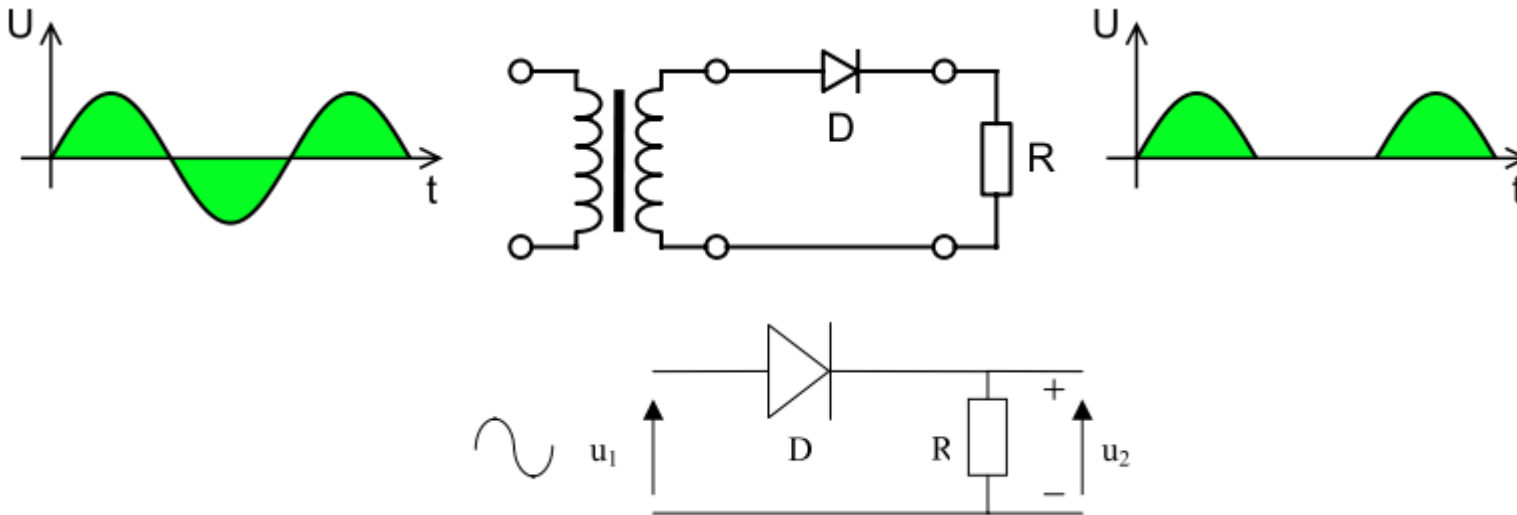
in sper gepolariseerd ($U_{AK} < 0$) is, open schakelaar.



Elektronische componenten

De diode in circuit

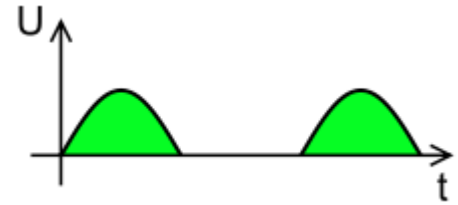
Enkelfasige gelijkrichting:



Spanningsval over de diode in doorlaatrichting.
Sperstroom door de diode in sperzin.

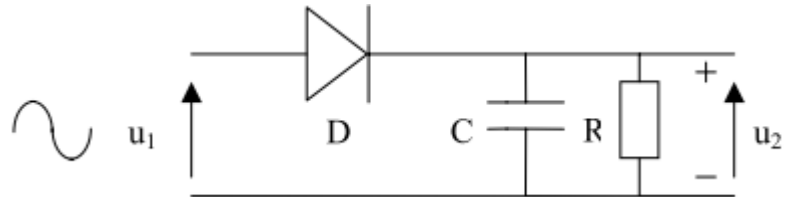
Elektronische componenten

De diode in circuit



Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:

opladen vrij snel, grote diodestroom $i_D(t)$.
opladen stopt als $u_1(t)$ en $u_2(t)$ maximale
waarde .

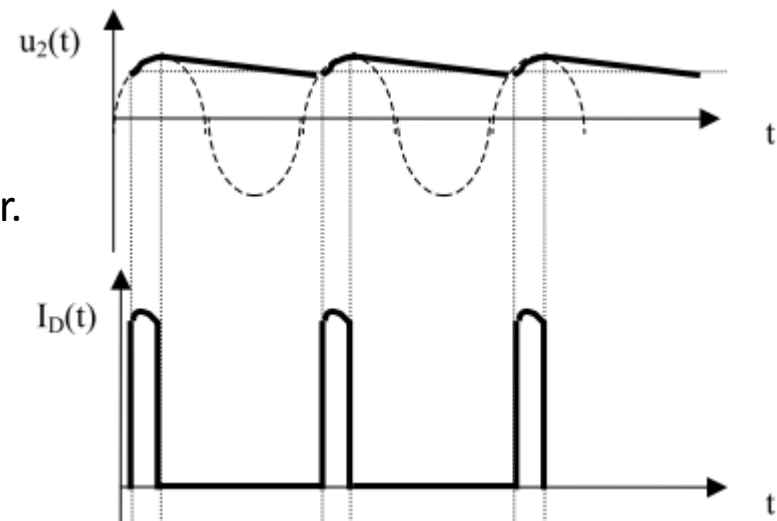


diodestroom pulserend

ontlaadt C exponentieel belastingsweerstand R .
 $\tau = RC$.

ontladen stopt als $u_1(t) >$ spanning over condensator.

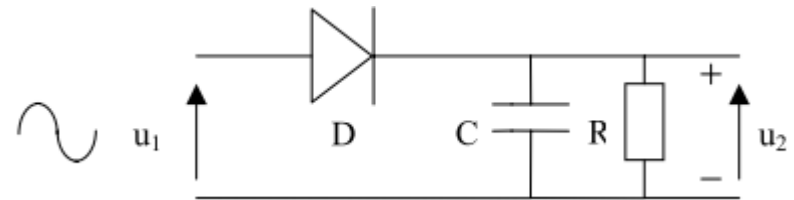
rimpelspanning



Elektronische componenten

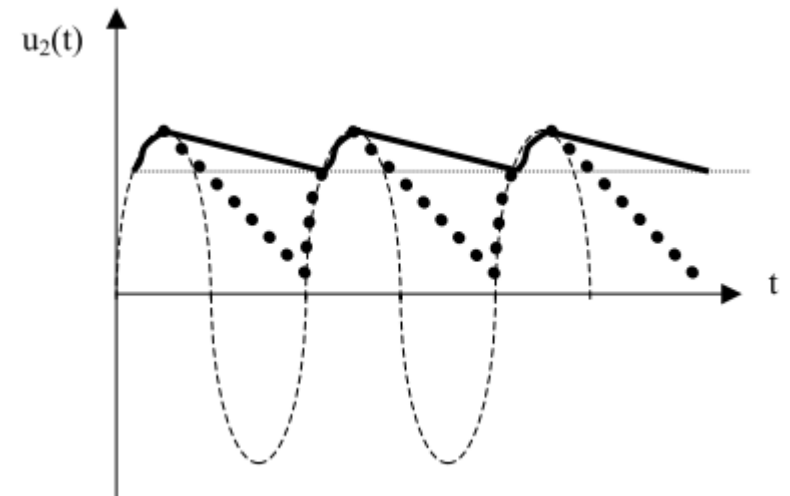
De diode in circuit

Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



C1 volle lijn, C2 stippellijn: $C1 > C2$

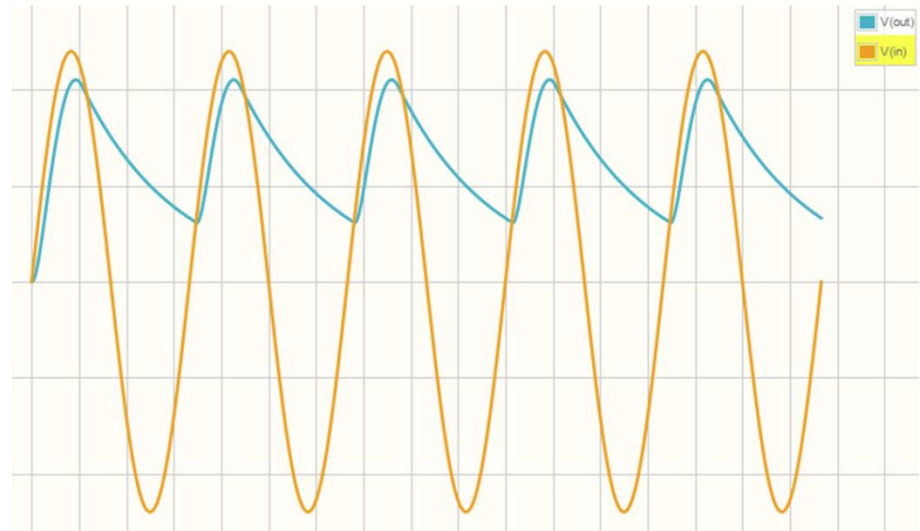
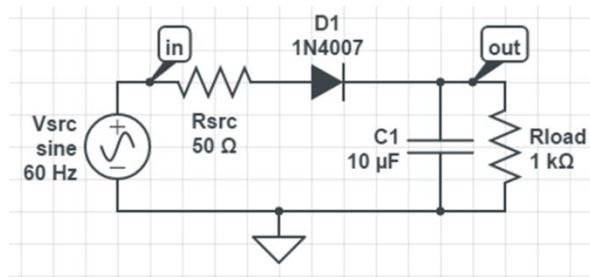
grote oplaadstroom vs grote rimpel



Elektronische componenten

De diode in circuit

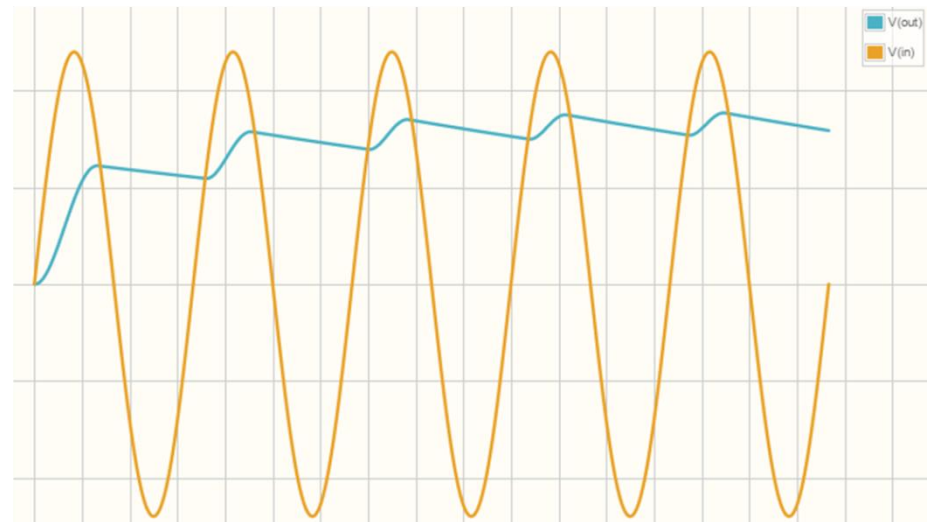
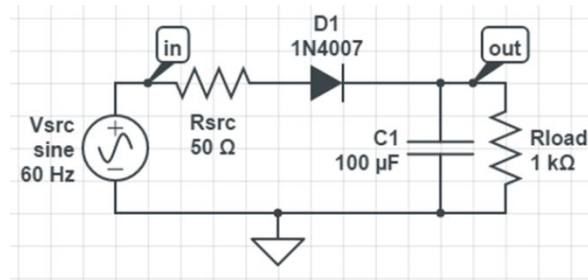
Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



Elektronische componenten

De diode in circuit

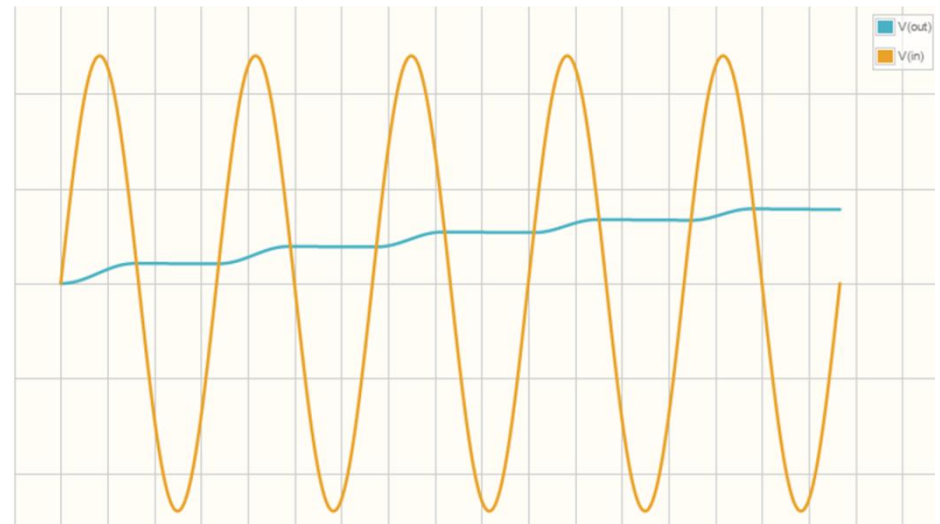
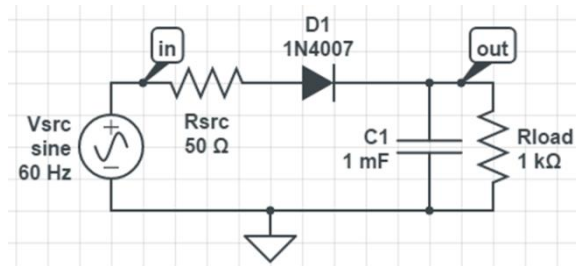
Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



Elektronische componenten

De diode in circuit

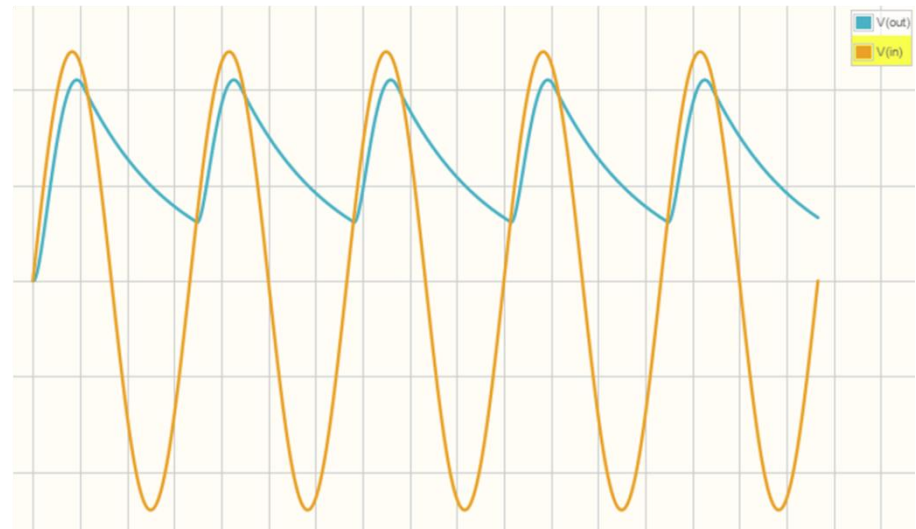
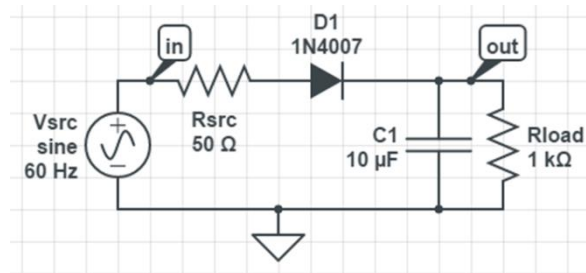
Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



Elektronische componenten

De diode in circuit

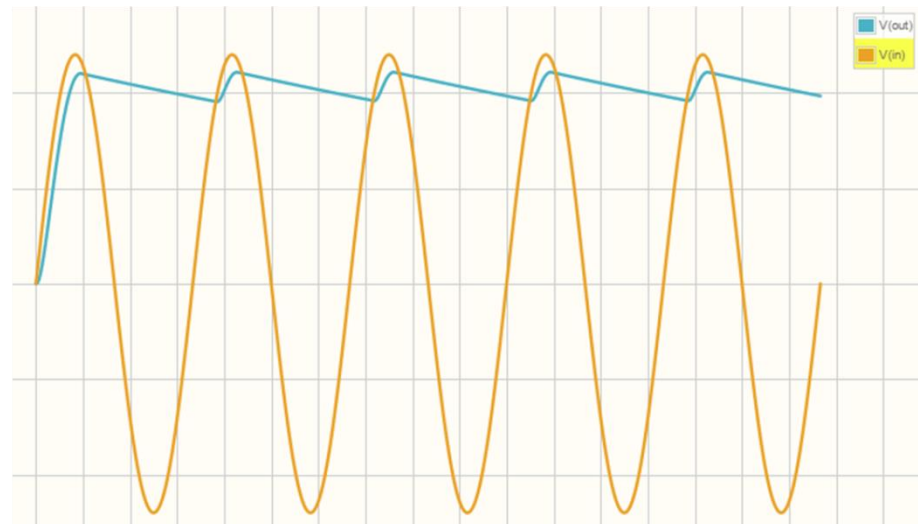
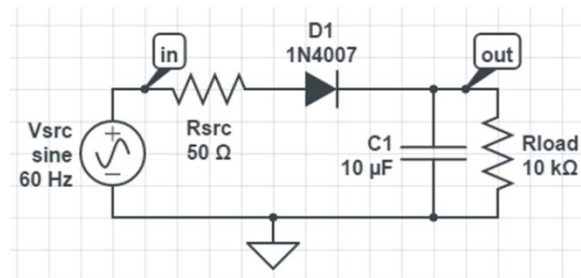
Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



Elektronische componenten

De diode in circuit

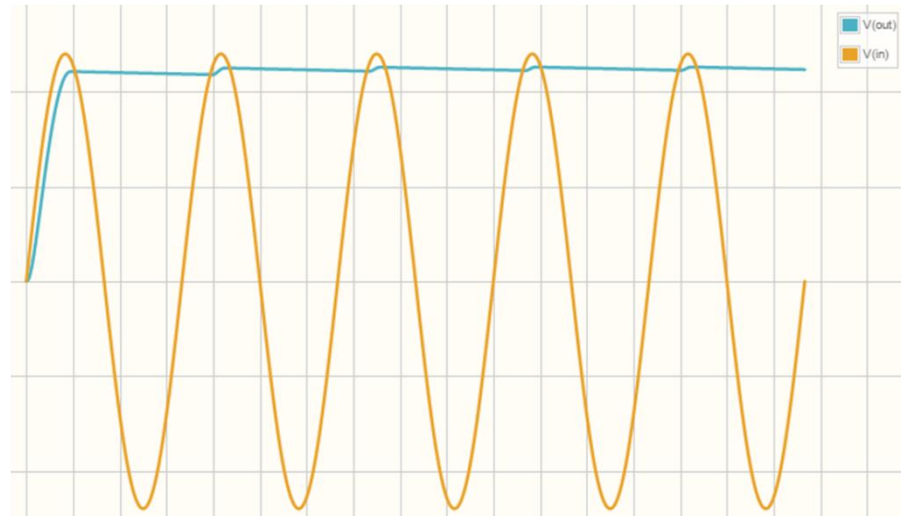
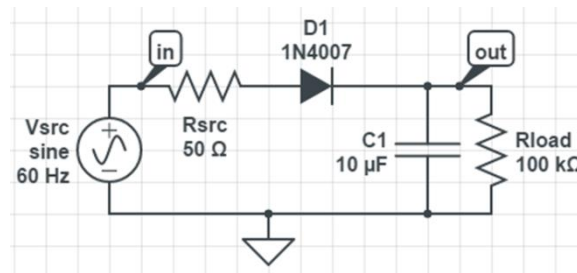
Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



Elektronische componenten

De diode in circuit

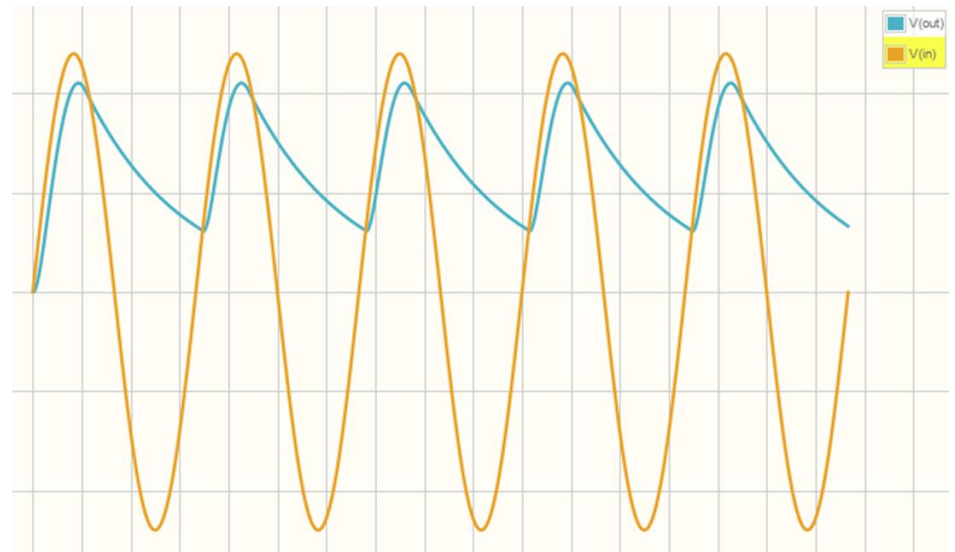
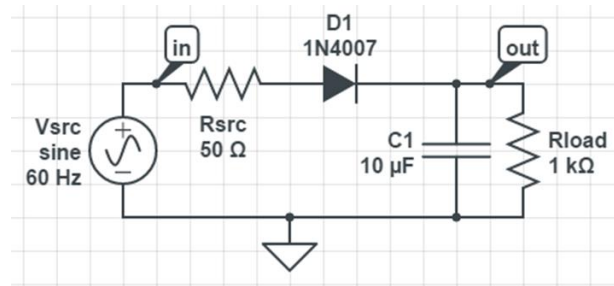
Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



Elektronische componenten

De diode in circuit

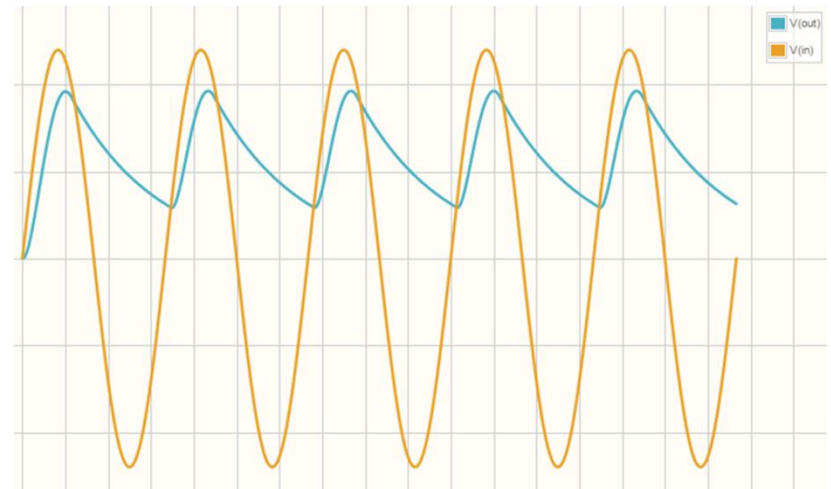
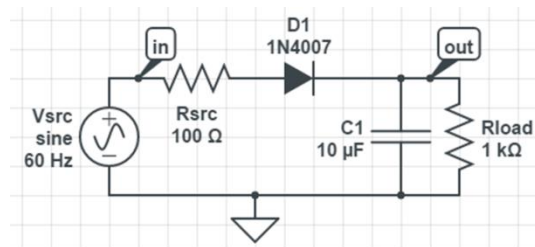
Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



Elektronische componenten

De diode in circuit

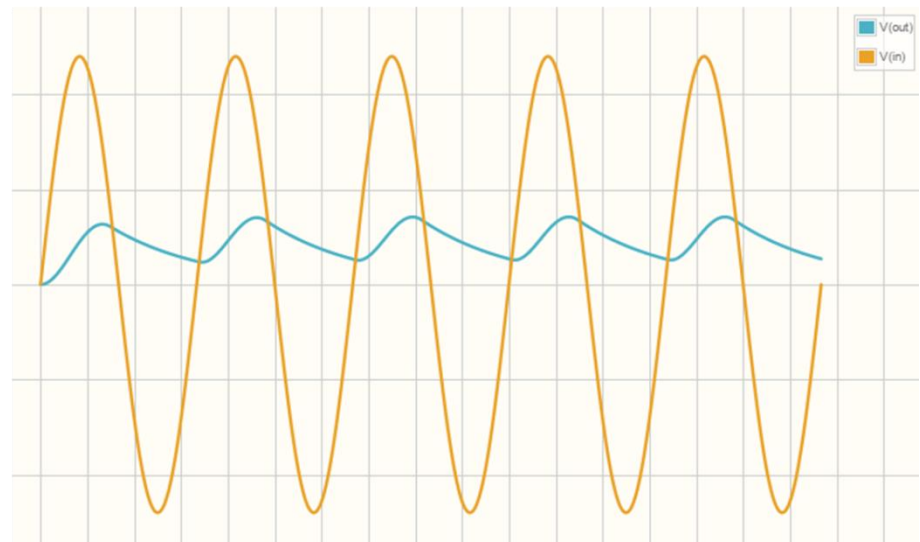
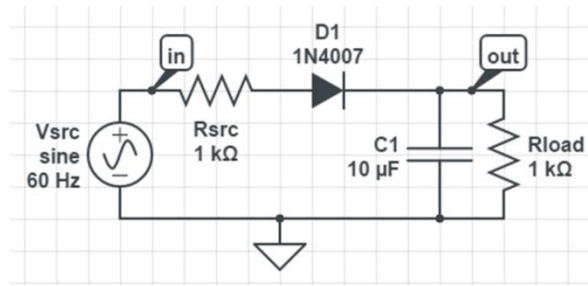
Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



Elektronische componenten

De diode in circuit

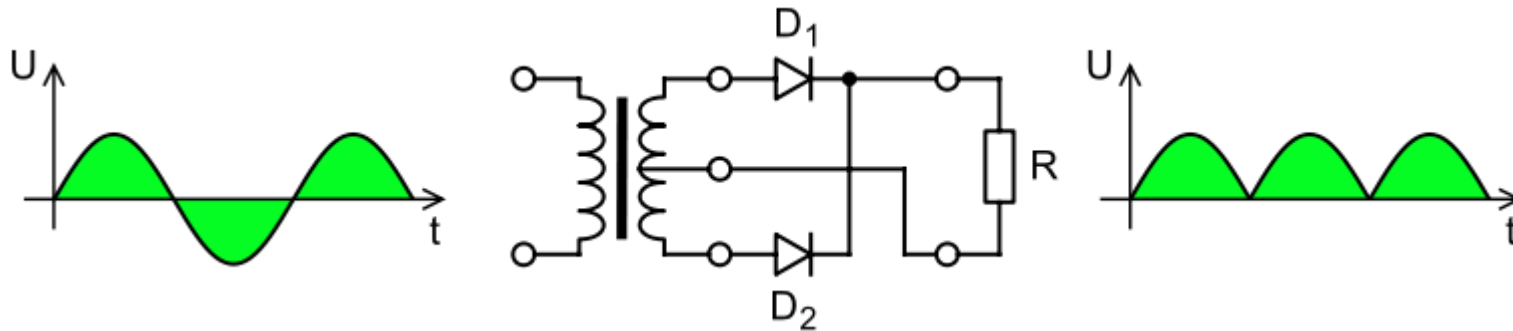
Enkelfasige gelijkrichting, afvlakking:



Elektronische componenten

De diode in circuit

Dubbelfasige gelijkrichting:



Elektronische componenten

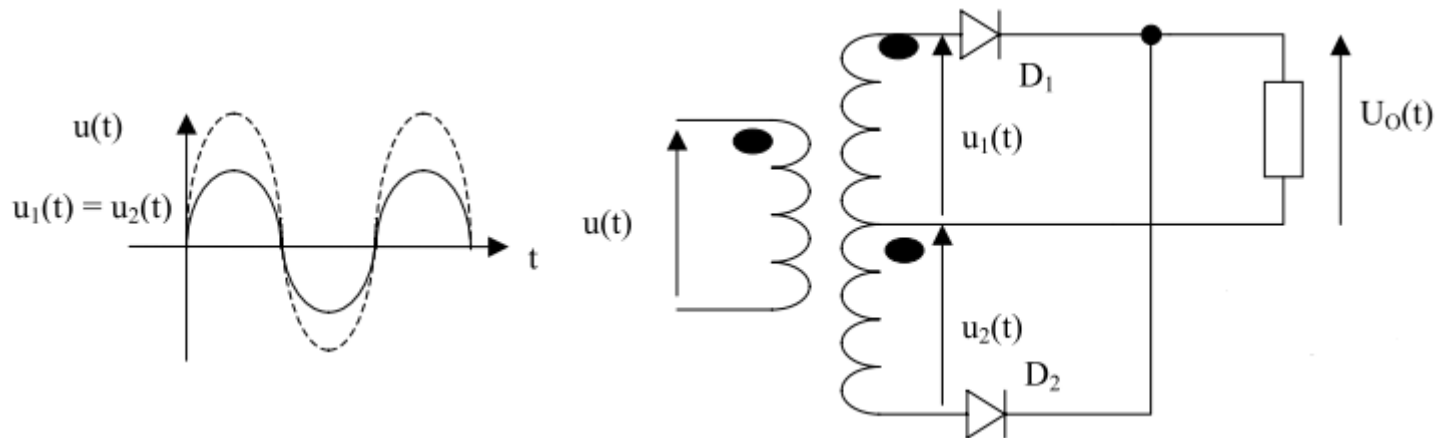
De diode in circuit

Dubbelfasige gelijkrichting:

Tijdens positieve alternantie netspanning: $u_1(t) > 0$ en $u_2(t) > 0$: D1 geleidt en D2 spert.

Tijdens negatieve alternantie netspanning: $u_1(t) < 0$ en $u_2(t) < 0$: D1 spert en D2 geleidt.

stroom door belastingsweerstand R ook door de geleidende diode.



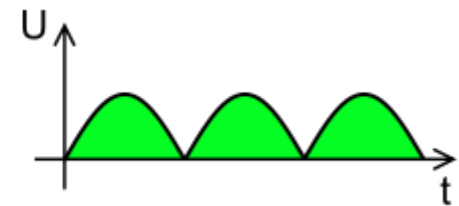
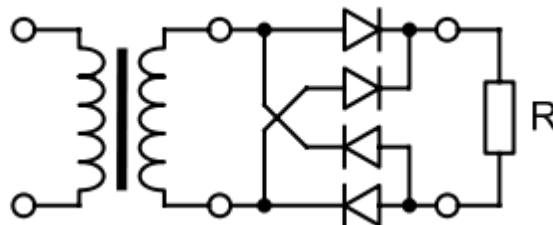
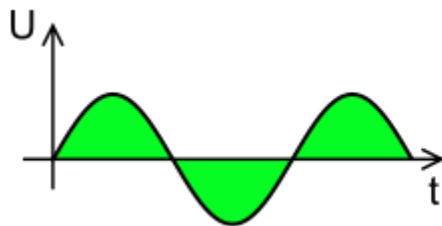
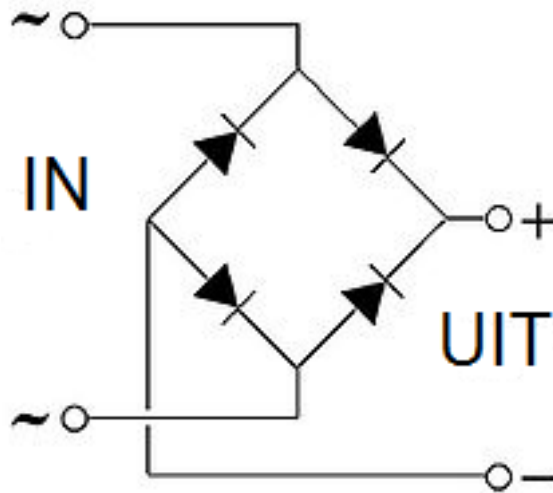
Zowel tijdens de positieve alternantie als tijdens de negatieve alternantie van de netspanning is de uitgangsspanning $U_o(t)$ positief.

De piekwaarde uitgangsspanning = piekwaarde secundaire spanningen (ideale diodes)

Elektronische componenten

De diode in circuit

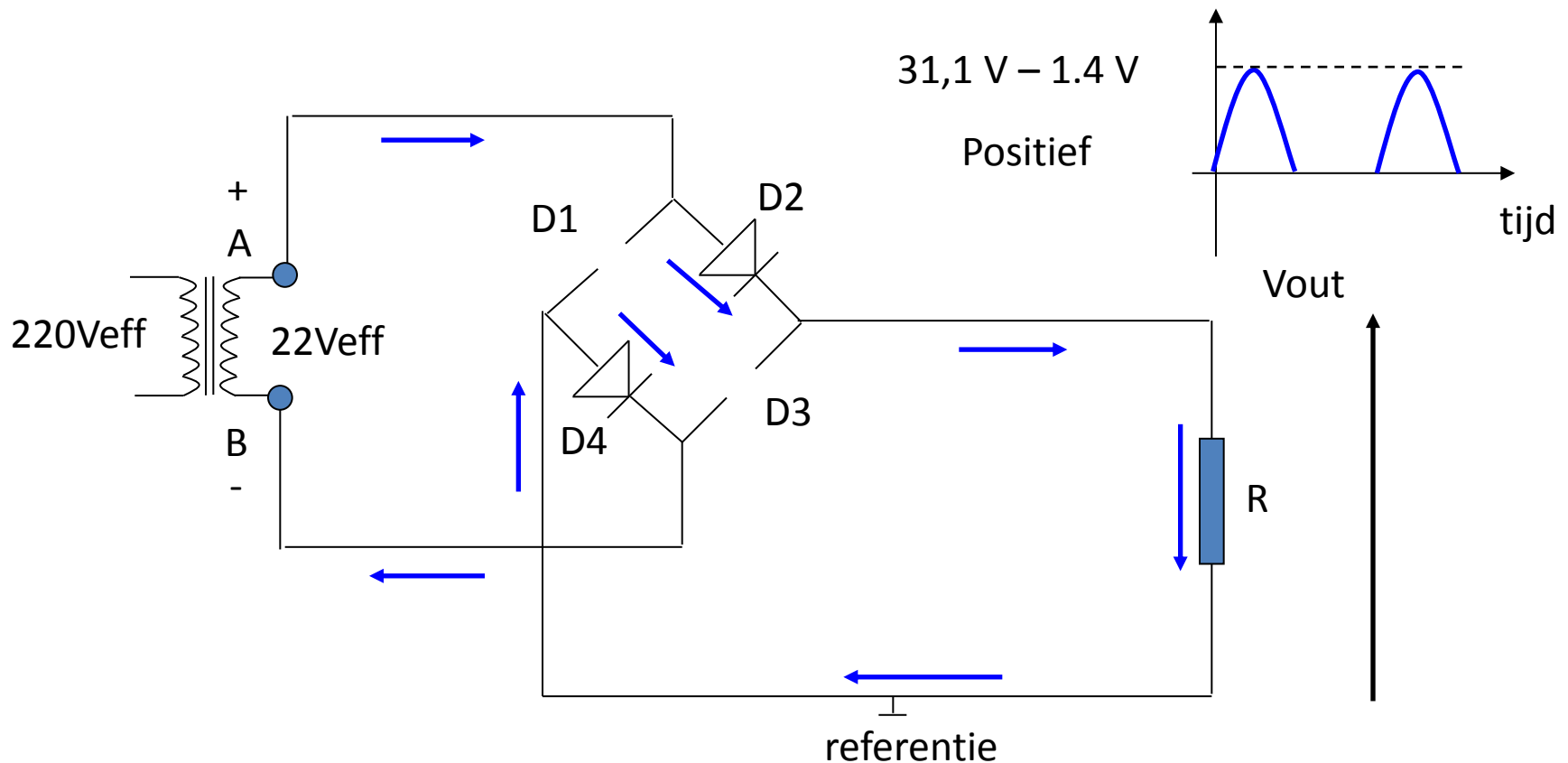
Dubbelfasige gelijkrichting (Graetzschakeling):



Elektronische componenten

De diode in circuit

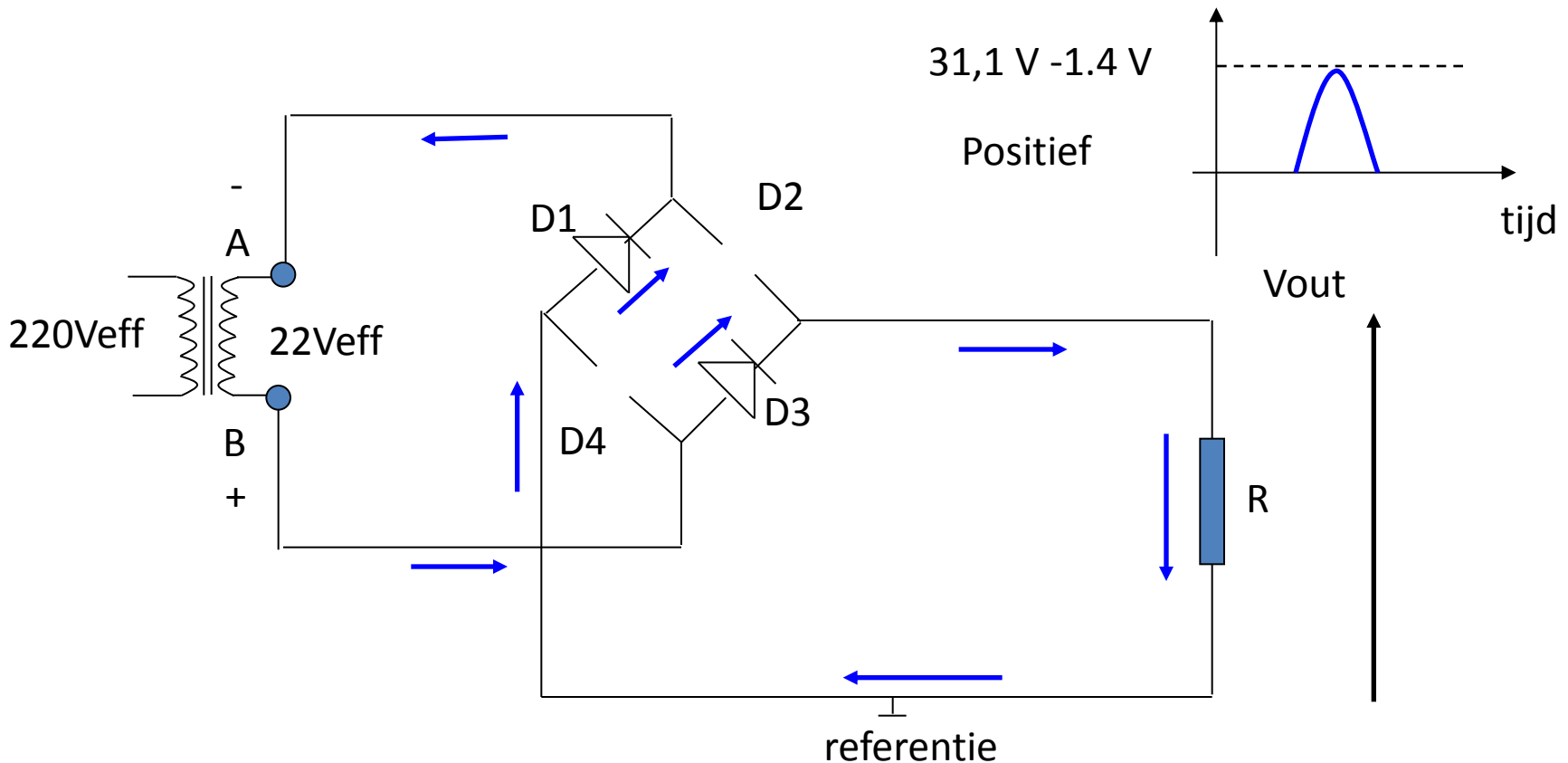
Dubbelfasige gelijkrichting (Graetzschakeling):



Elektronische componenten

De diode in circuit

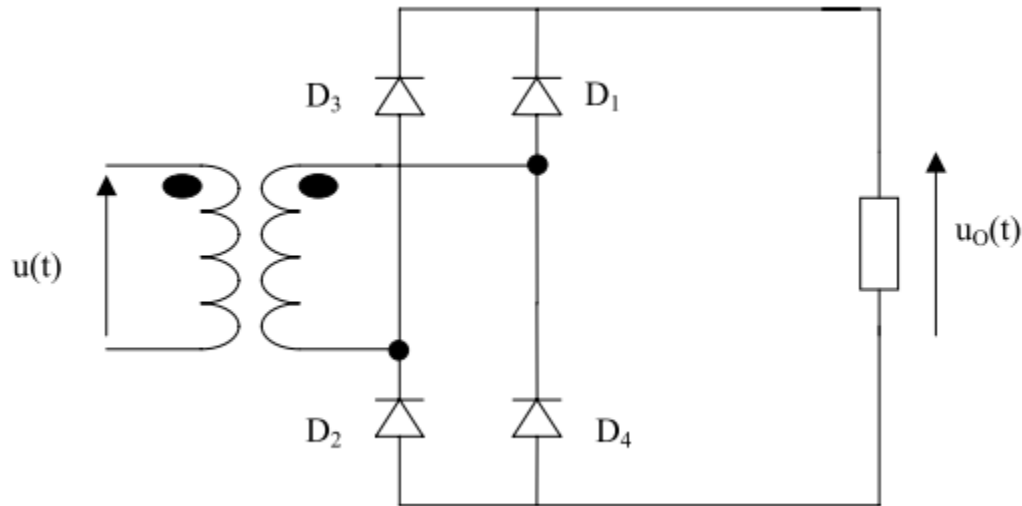
Dubbelfasige gelijkrichting (Graetzschakeling):



Elektronische componenten

De diode in circuit

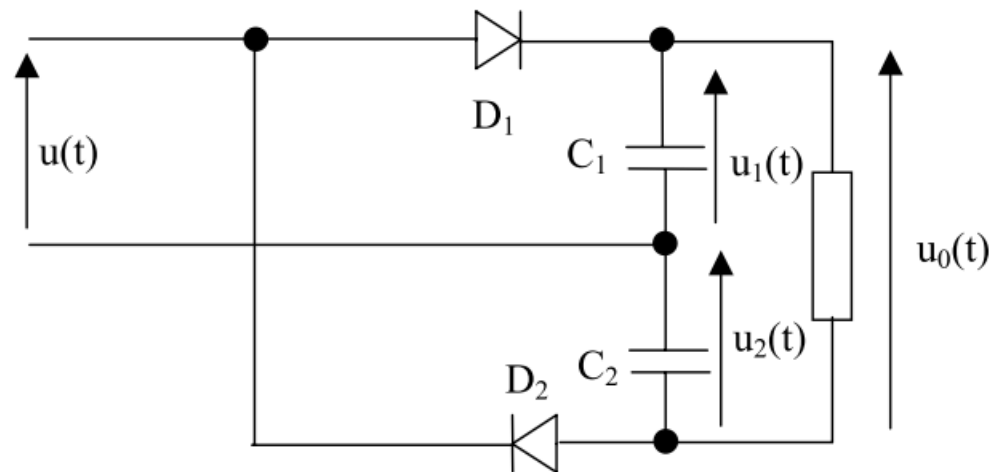
Dubbelfasige gelijkrichting (Graetzschakeling):



Elektronische componenten

De diode in circuit

Spanningsverdubbeling:



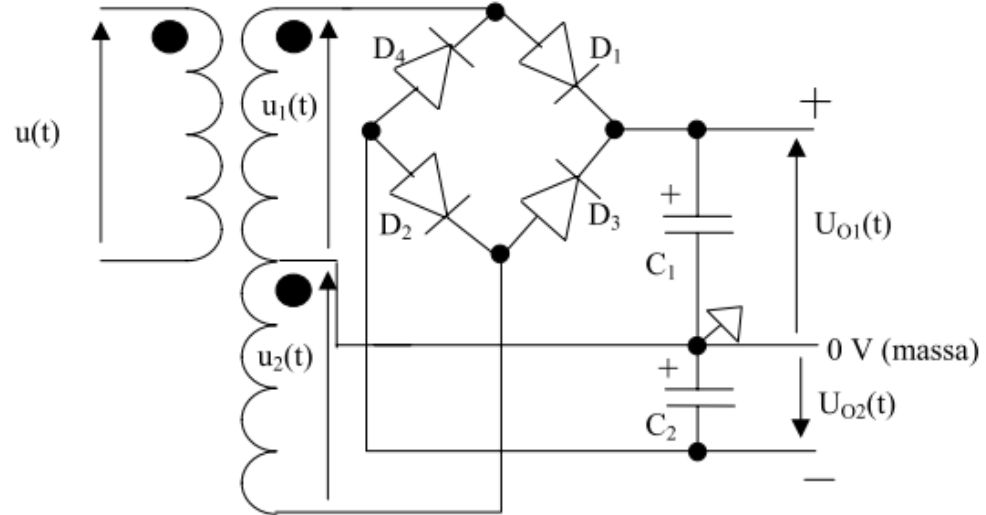
voldoende grote C_1 en C_2 (elektrolytische condensatoren): $U_o(t) \approx 2(U_p - 0,7 \text{ V})$
 U_p piekwaarde sinusspanning aan de ingang.

Elektronische componenten

opstart
in regime

De diode in circuit

Spanningsverdubbeling:



voldoende grote C_1 en C_2 :

$u_{O1}(t)$ en $u_{O2}(t)$ respectievelijk $U_p - 0,7 \text{ V}$ en $-(U_p - 0,7 \text{ V})$ (in regime)

U_p piekwaarde $u_1(t)$ en $u_2(t)$.

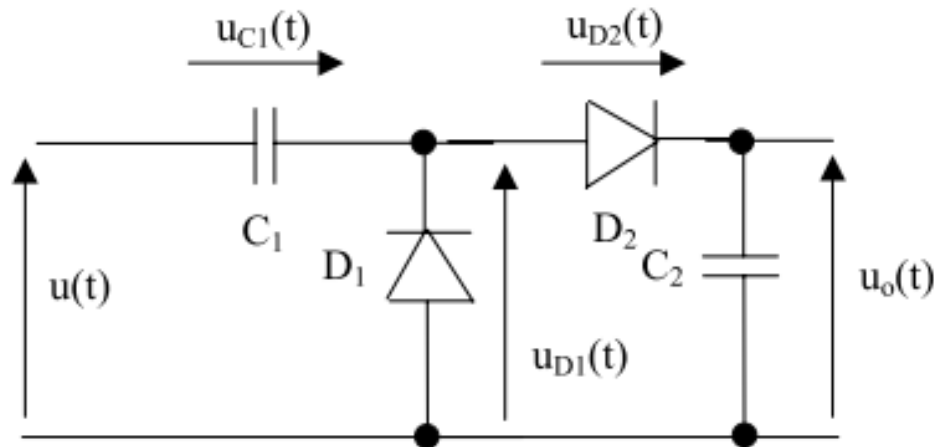
Bijvoorbeeld: $u_1(t), u_2(t)$ 10 V (effectief): $u_{O1}(t)$ en $u_{O2}(t)$ respectievelijk +13,4 v en -13,4 V tov massa

verdubbeling? wel 2 spanningen

Elektronische componenten

De diode in circuit

Spanningsverdubbeling:



sinusvormige spanning $u(t)$, piekwaarde U_p

Ga na dat er in regime over C_1 een spanning $U_p - 0,7 \text{ V}$ komt te staan.

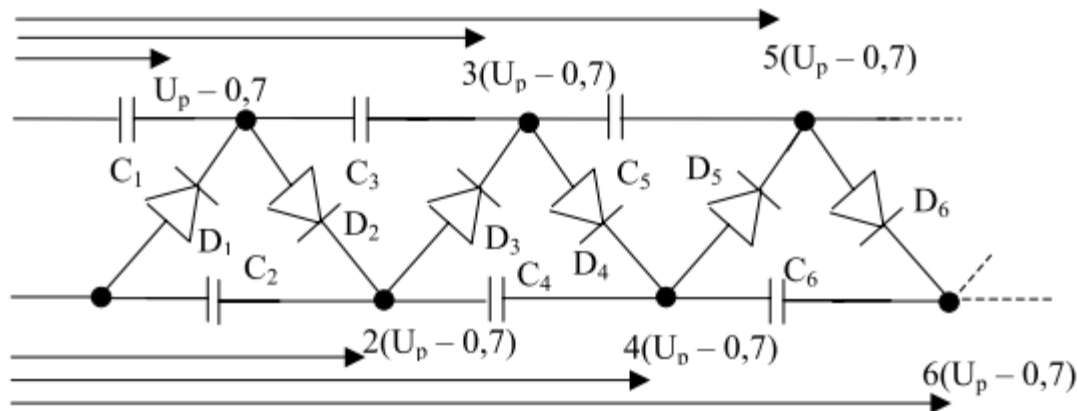
Ga na dat er in regime de uitgangsspanning $u_o(t) \approx U_O = 2(U_p - 0,7 \text{ V})$

Wanneer de ingangsspanning $u(t)$ een effectieve waarde van 10 V heeft, dan is de regimewaarde van $u_o(t)$ gelijk aan $U_O \approx 26,8 \text{ V}$ gelijkspanning

Elektronische componenten

De diode in circuit

Spanningsvermenigvuldiging:

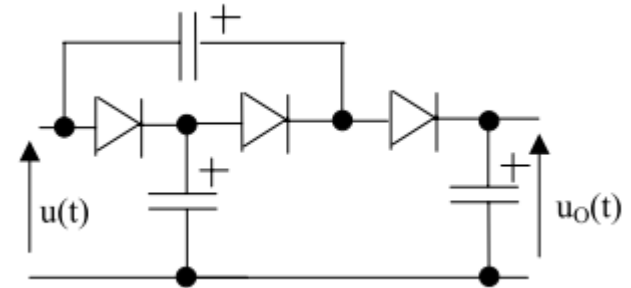
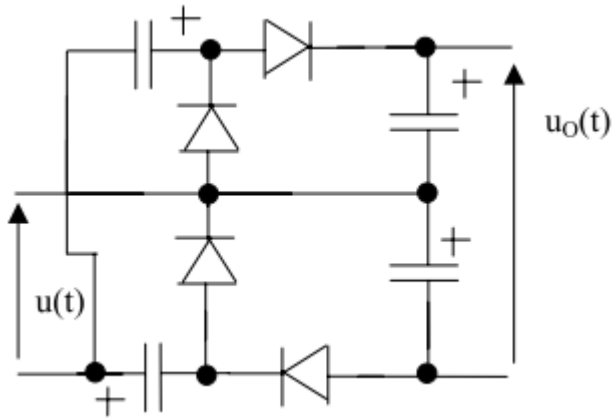


<https://www.youtube.com/watch?v=ve6XGKZxYxA>

Elektronische componenten

De diode in circuit

Spanningsvermenigvuldiging oefeningen:



Ga na wat de respectievelijke uitgangsspanningen zijn.

Ga na dat de aangeduide polariteit van de condensatoren correct is.

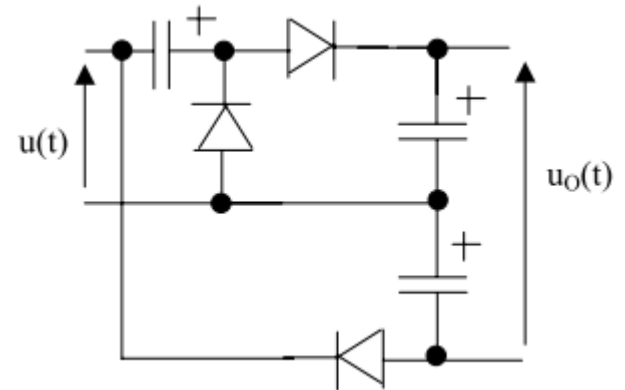
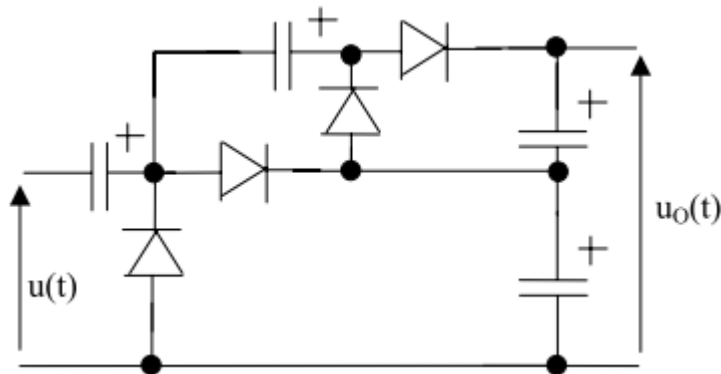
Ga na welke spanning er maximaal over de condensatoren komt te staan.

Ga na welke maximale sperspanning er over de diodes komt te staan indien de aangelegde spanning $u(t)$ een piekwaarde U_p heeft.

Elektronische componenten

De diode in circuit

Spanningsvermenigvuldiging oefeningen:



Ga na wat de respectievelijke uitgangsspanningen zijn.

Ga na dat de aangeduide polariteit van de condensatoren correct is.

Ga na welke spanning er maximaal over de condensatoren komt te staan.

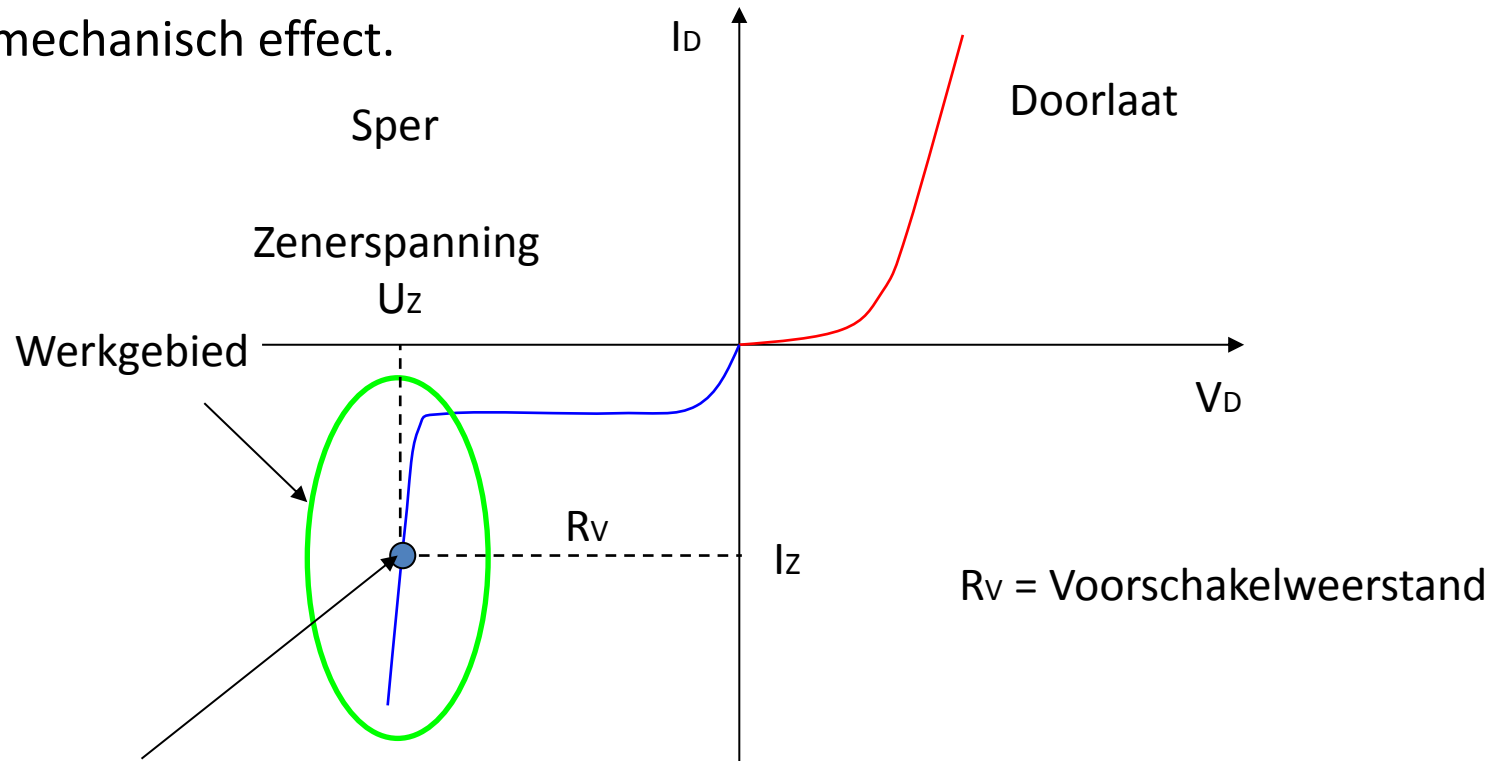
Ga na welke maximale sperspanning er over de diodes komt te staan indien de aangelegde spanning $u(t)$ een piekwaarde U_p heeft.

Elektronische componenten

De diode in circuit

Zenerdiode:

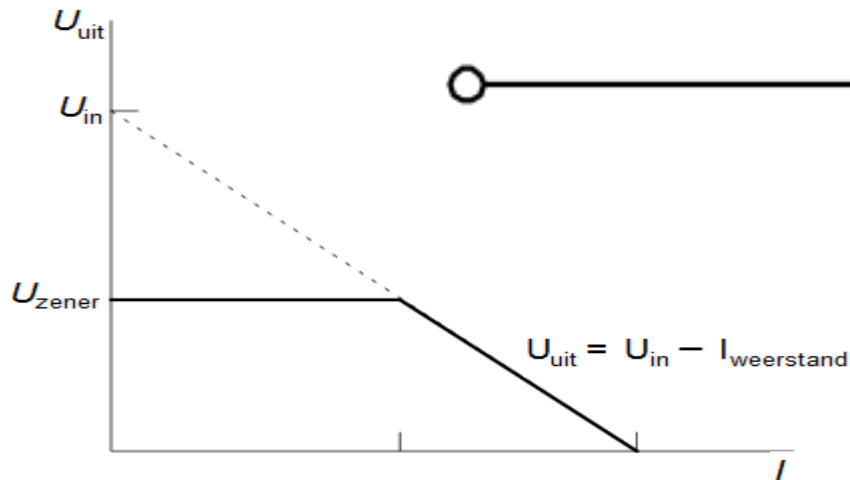
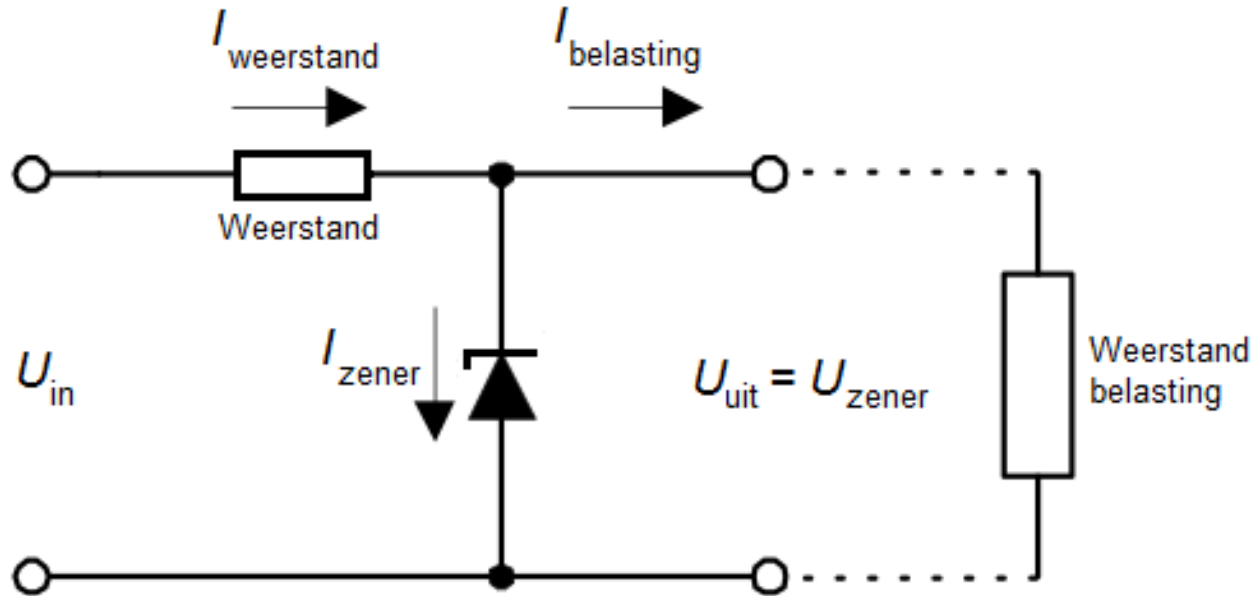
- altijd in sperrichting aangesloten;
- werkgebied is doorslaggebied;
- kwantummechanisch effect.



Elektronische componenten

De diode in circuit

Stabilisatie:



Elektronische componenten

De diode in circuit

Gestabiliseerde voeding:

