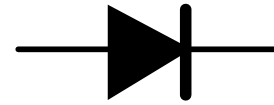


Elektriska och elektroniska fordonskomponenter



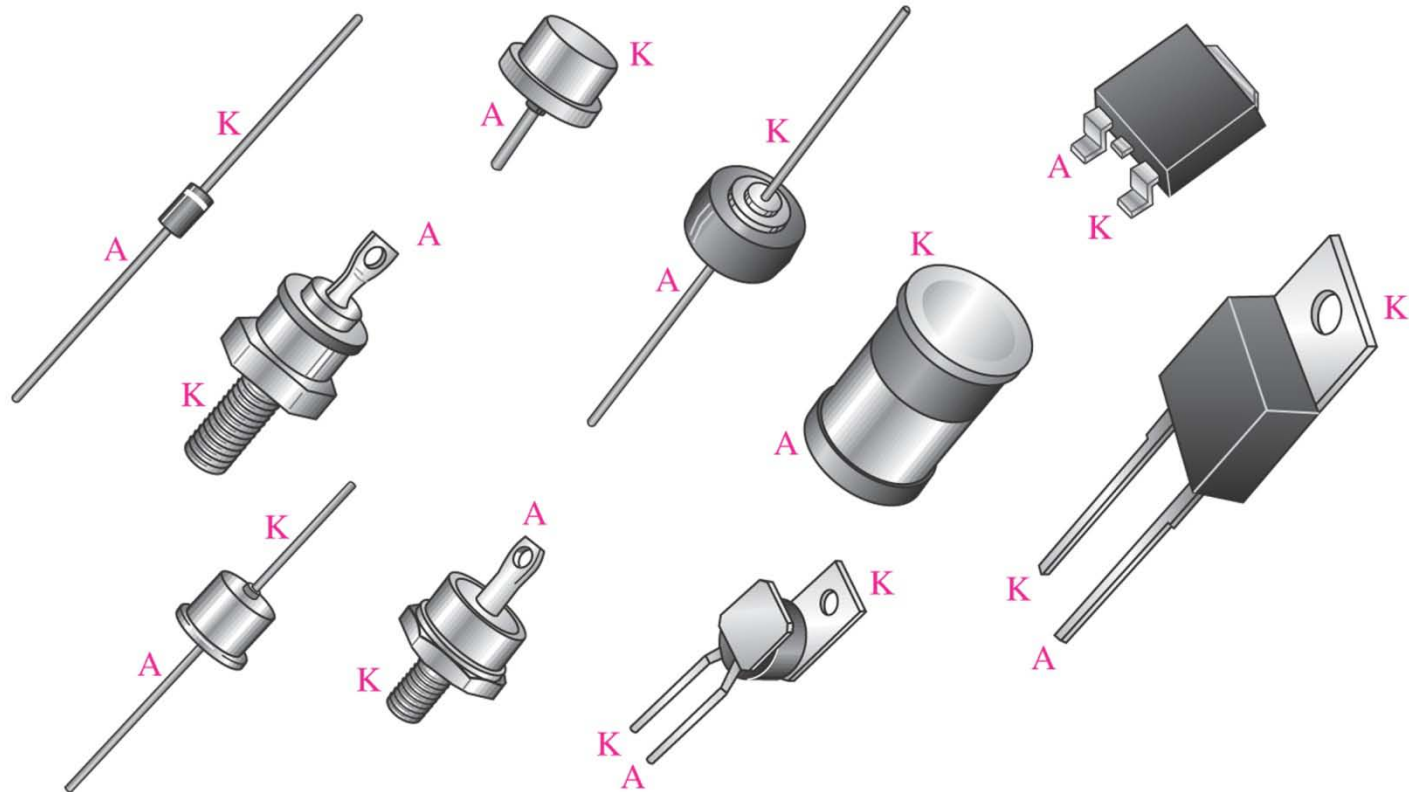
Dioden



- **Assymetrisk strömledning**
 - Karl Ferdinand Braun publicerar 1874 "Ueber die Stromleitung durch Schwefelmetalle (On current flow through metallic sulfides)"
- **Dioden leder ström bara i en riktning**
 - Möjliggjorde radio eftersom den "hyfsar svängningarna"
- **Lysdioder ersätter glödlampor för indikering**
 - Mindre strömförbrukning och mycket längre livslängd
- **Fotodiod, sensorer**
 - Grunden för bildsensorer

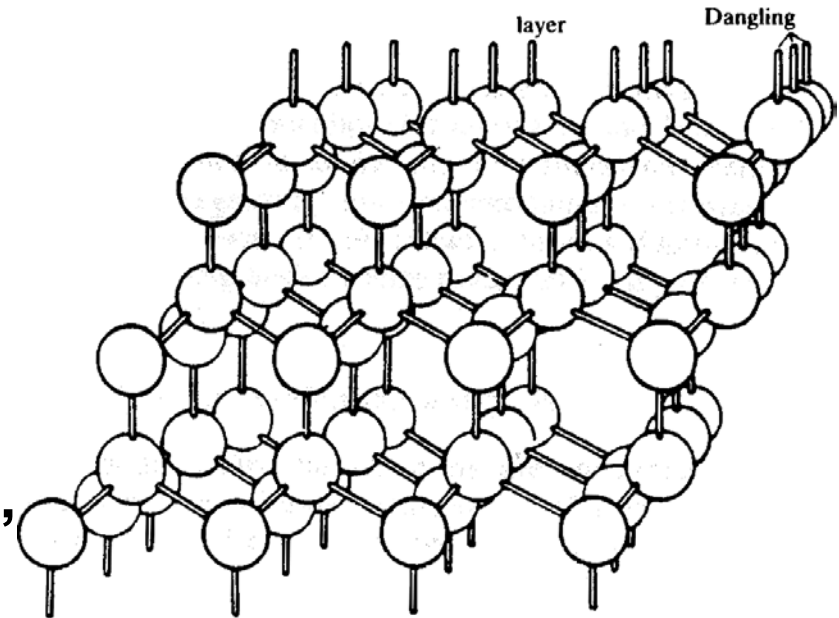


Dioder



Halvledare

- **Ledare leder ström bra**
 - Metaller, vatten
 - Elektronerna rör sig fritt
- **Isolatorer leder inte ström**
 - Plast, porslin, gummi
 - Elektronerna "sitter fast"
- **Halvledare leder "lite grann"**
 - Kisel (Si), Germanium (Ge), Kiselkarbid (SiC), Galliumarsenid (GaAs)
 - Elektronerna kan "shifta iväg", om det finns lediga "hål"



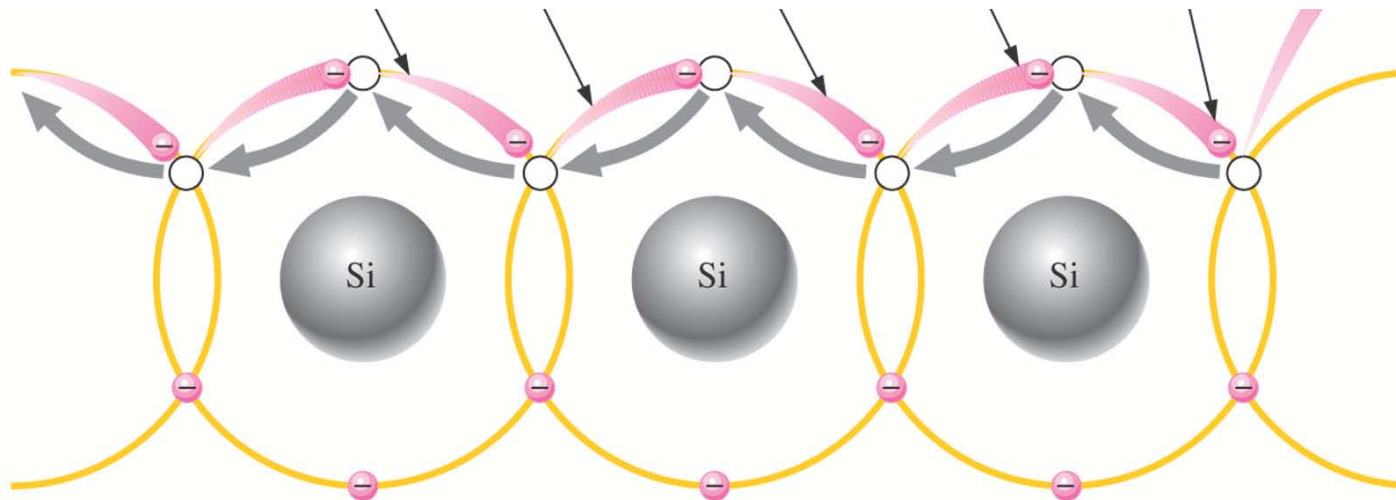
Halvledare

- Elektronerna i yttersta skalet på en atom kallas "valenselektroner"
- I isolatorer är yttersta skalet fullt, elektronerna sitter fast på sin atom
- I metaller blir elektroner över när Cu-atomerna fästs ihop till ett metall-stycke. De elektronerna kan flytta sig fritt i metall-stycket.
- I halvledare används de fyra lediga platserna i atomen för att "klista ihop" materialet. Atomerna "lånar" elektroner av varandra så att yttersta skalet ska vara fyllt.



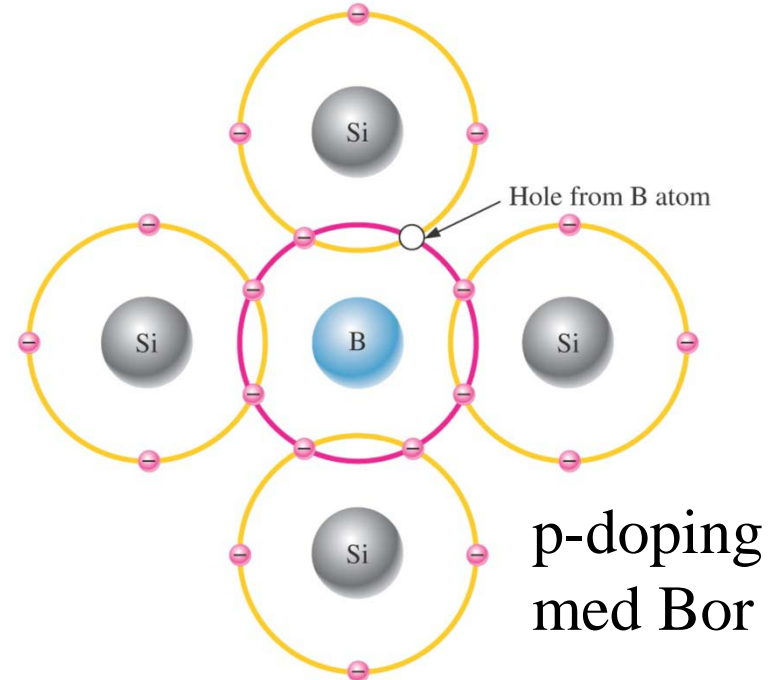
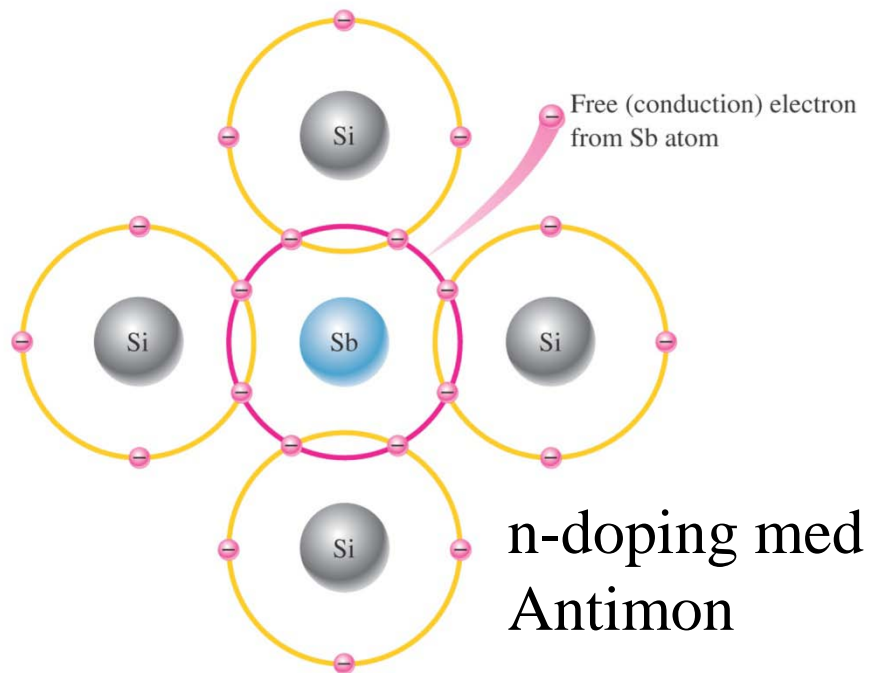
Strömledning i halvledare

- En valenselektron "lossnar" och lämnar ett hål
- En valenselektron lämnar sin plats och fyller hålet, ett nytt hål uppstår
- En 2:a valenselektron kan flytta till det nya hålet



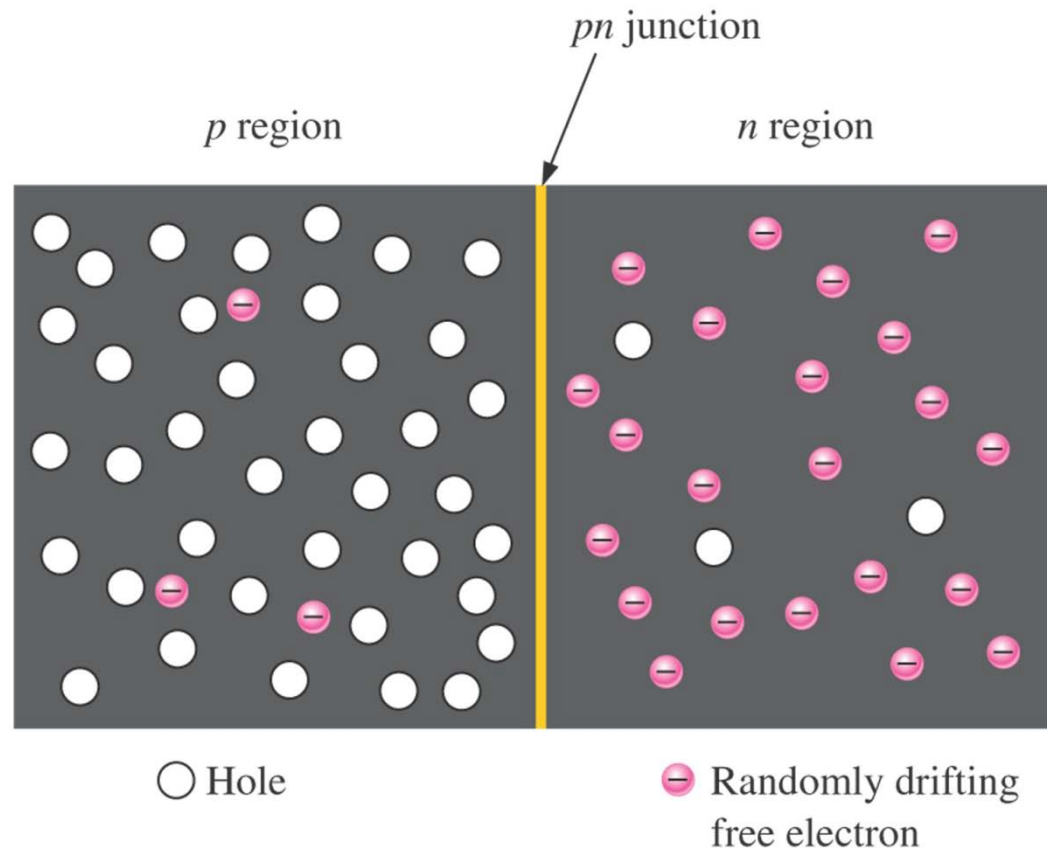
Vad är bra med halvledare?

- Man kan "smutsa ner" halvledaren så leder den bättre
 - Man stoppar in 5- eller 3-värda atomer. Det kallas "doping".
 - Olika doping ger olika resistans



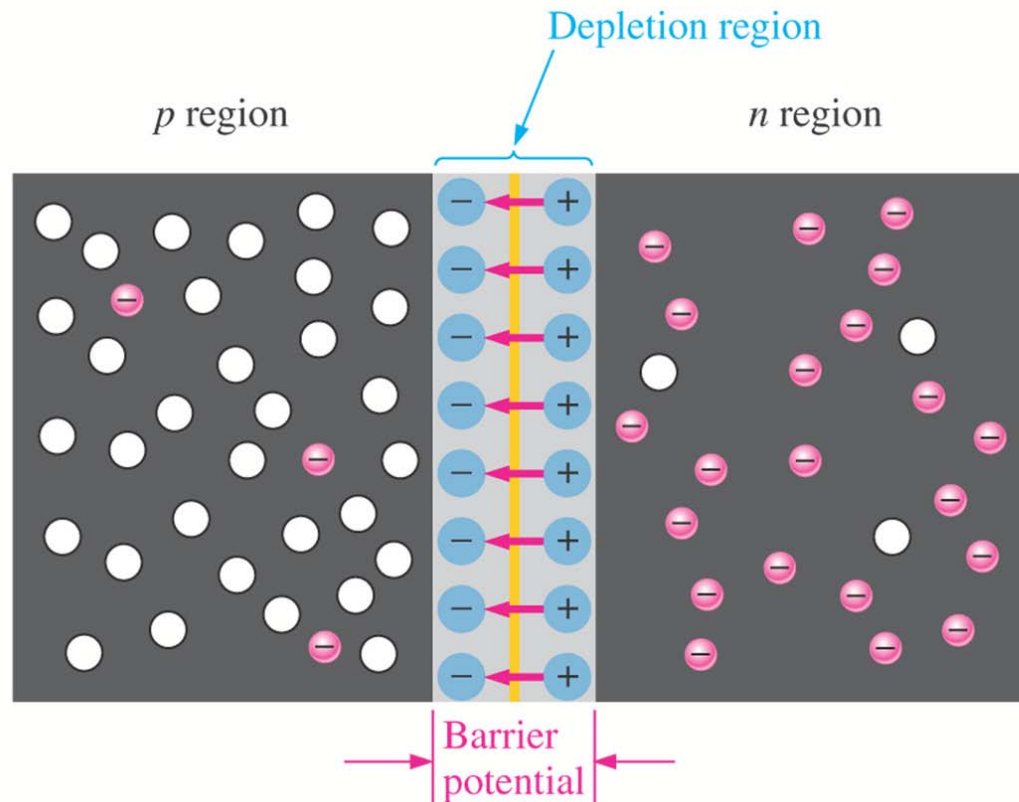
Bygga dioder

- Sätter man ihop två motsatt dopade kiselbitar blir det obalans.



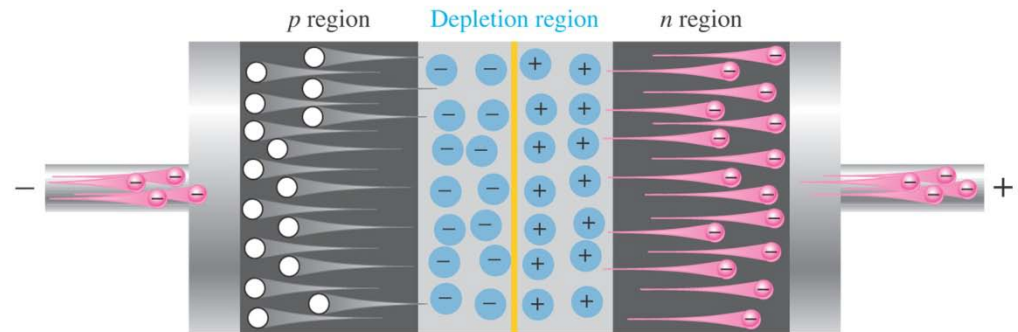
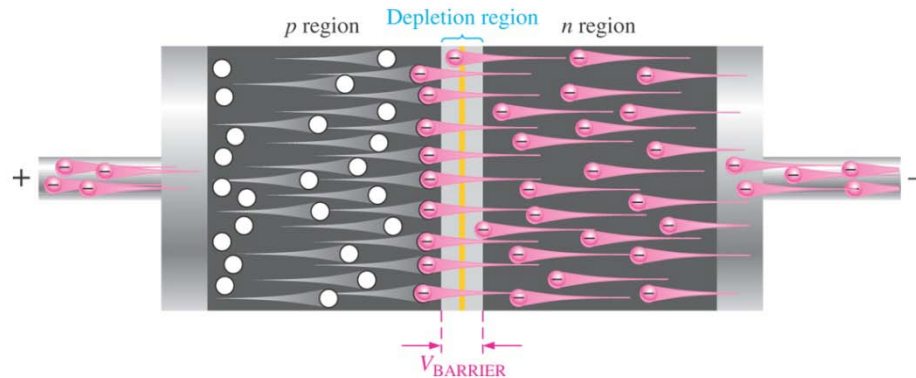
Bygga dioder

- Hålen smiter över till n-sidan och tvärt om. Det uppstår en barriär som spärrar strömmen.



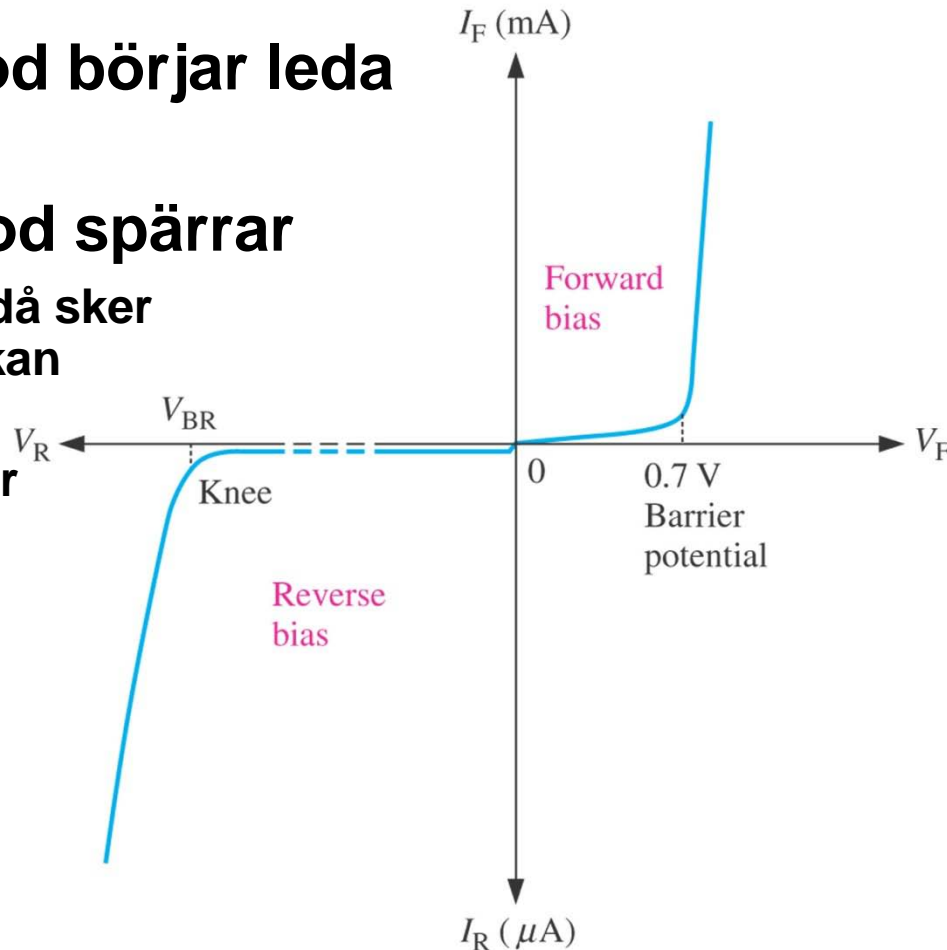
Spänning över dioden

- Kopplas plus till p-delen så minskar barriären, när den försvinner kan dioden leda ström bra (låg resistans)
- Kopplas plus till n-delen så ökar barriären. Dioden spärrar mer.



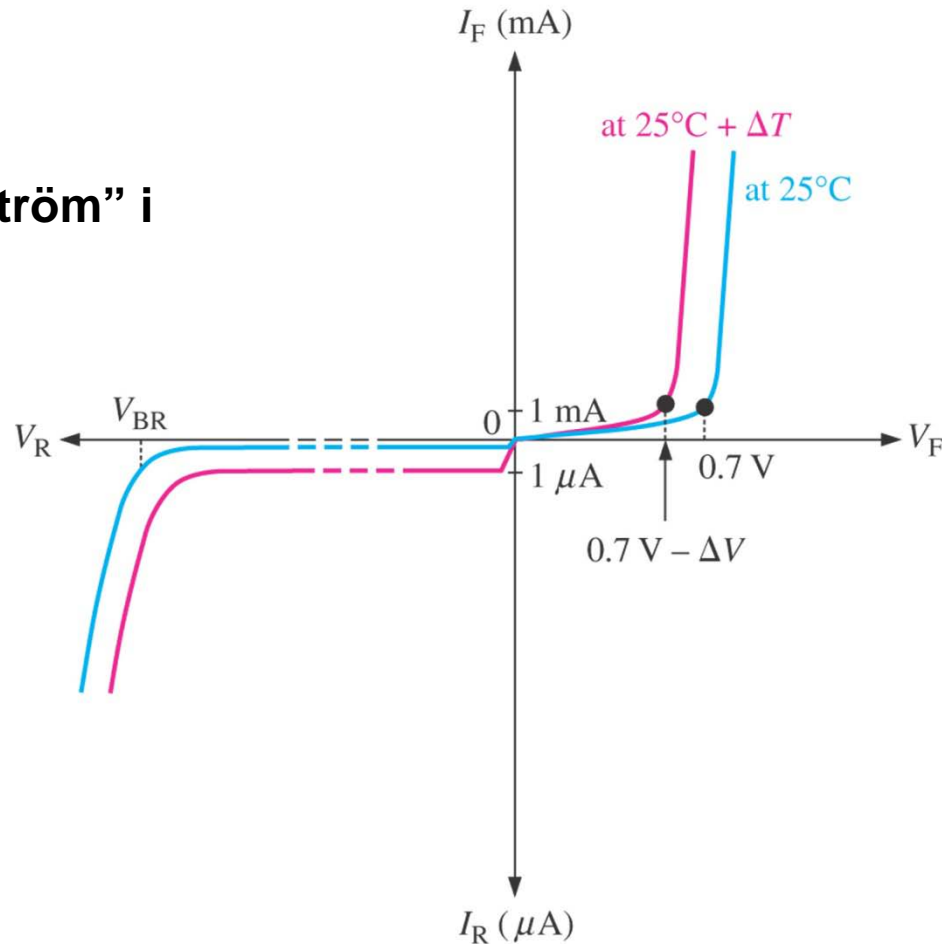
Dioden leder bara åt ett håll

- En framspännd diod börjar leda vid 0.7 V
- En backspännd diod spärrar
 - V_{BR} oftast ca -200 V, då sker genombrott, dioden kan gå sönder
 - Läckströmmen brukar vara ca 1 μA



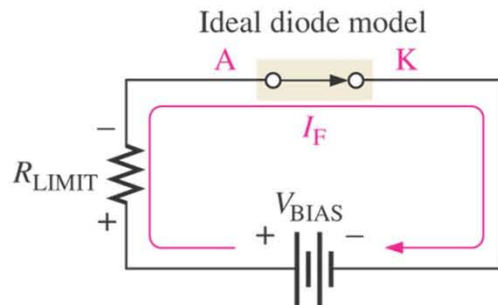
Temperaturpåverkan

- En uppvärmd diod
 - Börjar leda tidigare
 - Men har högre "läckström" i backriktningen

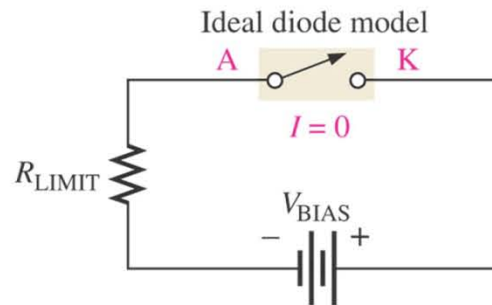


Ideal diod

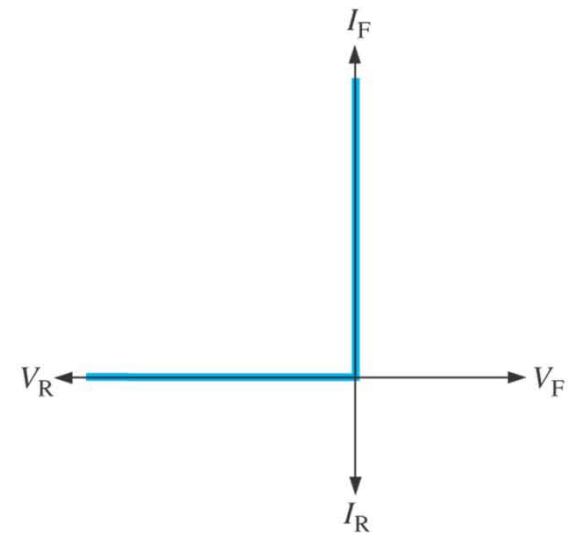
- Dioden kan ses som en brytare som känner av strömriktningen.
 - Men kom ihåg att 0.7 V försvinner över dioden, kan oftast försummas, men ibland kan det vara viktigt när man felsöker.



(a) Forward bias



(b) Reverse bias

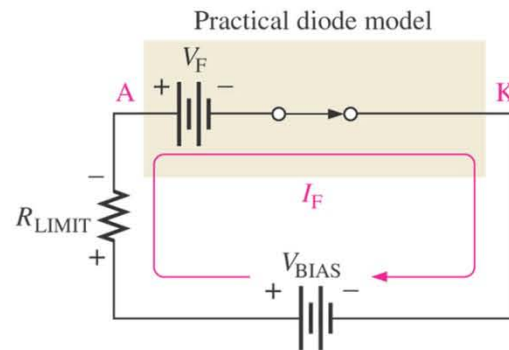


(c) Ideal characteristic curve (blue)

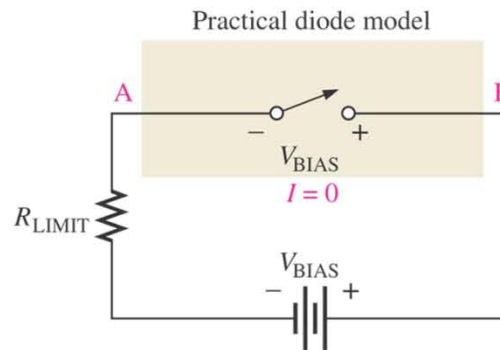


Utökad diodmodell

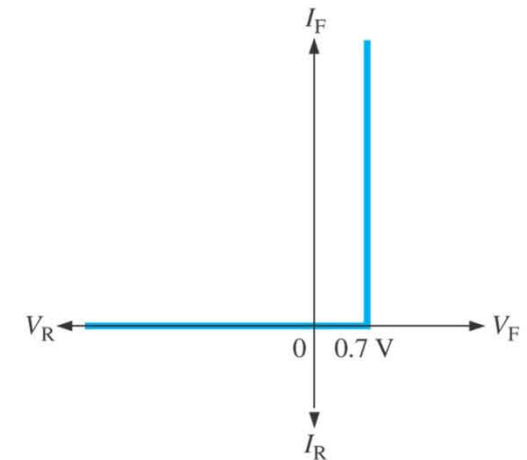
- Ibland lägger man till ett bakvänt batteri på 0.7 V för att komma ihåg att dioden stjäl spänning från andra komponenter



(a) Forward bias



(b) Reverse bias

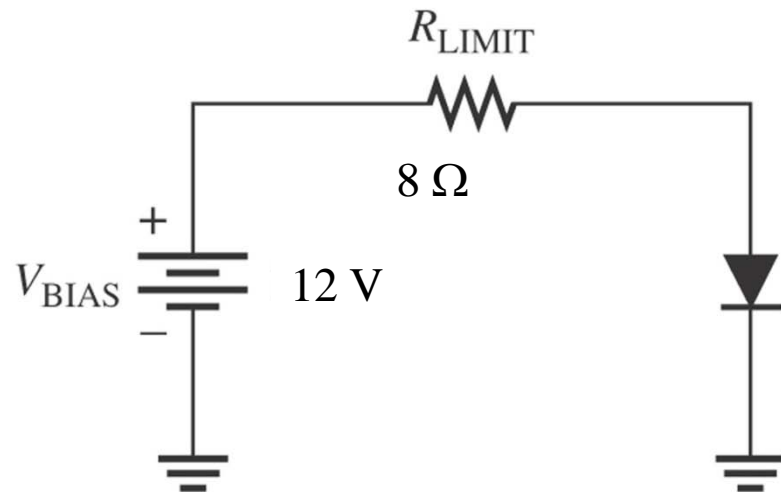


(c) Characteristic curve (silicon)



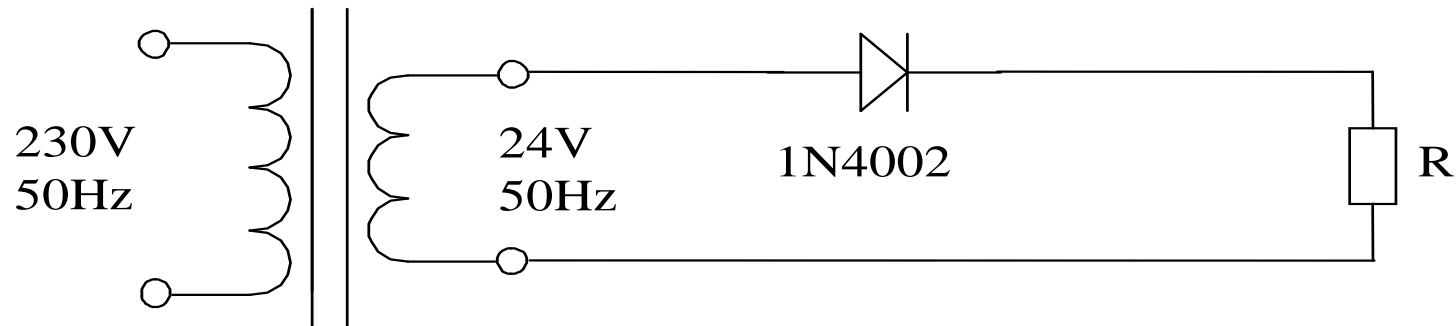
Skyddsresistans

- Vad händer om du kopplar in dioden över batteripolerna i "rätt" riktning?
 - Läs av strömmen för spänningen 12 V i diodkurvan.
- Om dioden klarar 1 W, så ges effekten av $P = U \cdot I = 0.7 \cdot I$
- En skyddsresistor kan "bestämma" strömmen
 - 11.3 V blir kvar över resistorn
Strömmen blir $I = U/R = 11.3/8$
 $= 1.41 \text{ A}$
 $P = 0.7 \cdot 1.41 = 0.99 \text{ W}$
 - Förenklat
Strömmen blir $I = U/R = 12/8$
 $= 1.50 \text{ A}$
 $P = 0.7 \cdot 1.5 = 1.05 \text{ W}$
(gick nästan)



Likriktning

- **Dioder används för likriktning i spänningsaggregat**

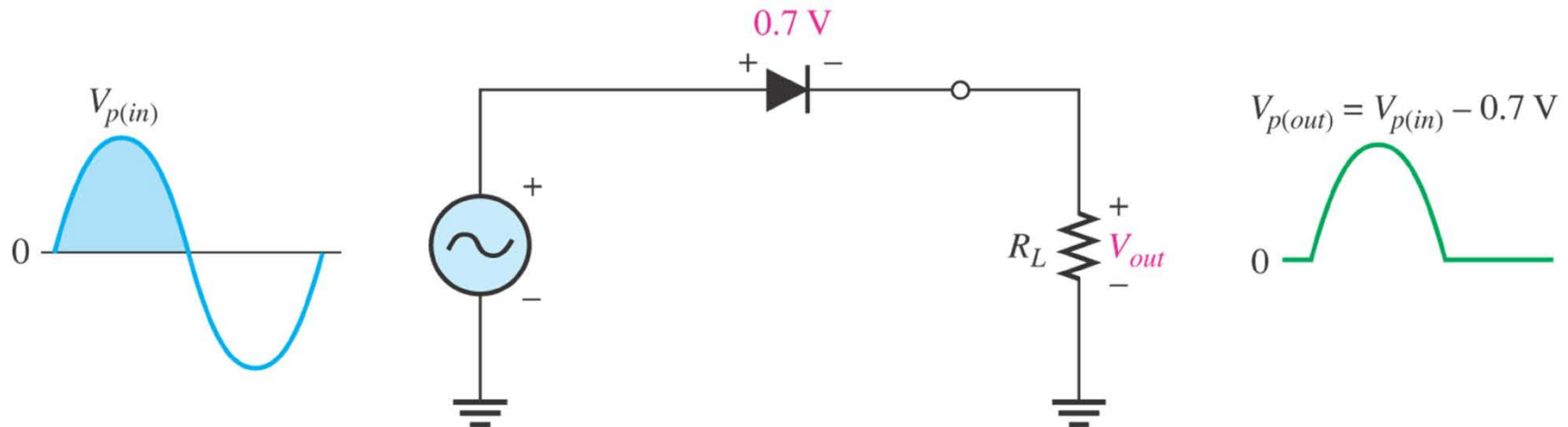


- **Dioden spärrar minus-halvorna av spänningen**



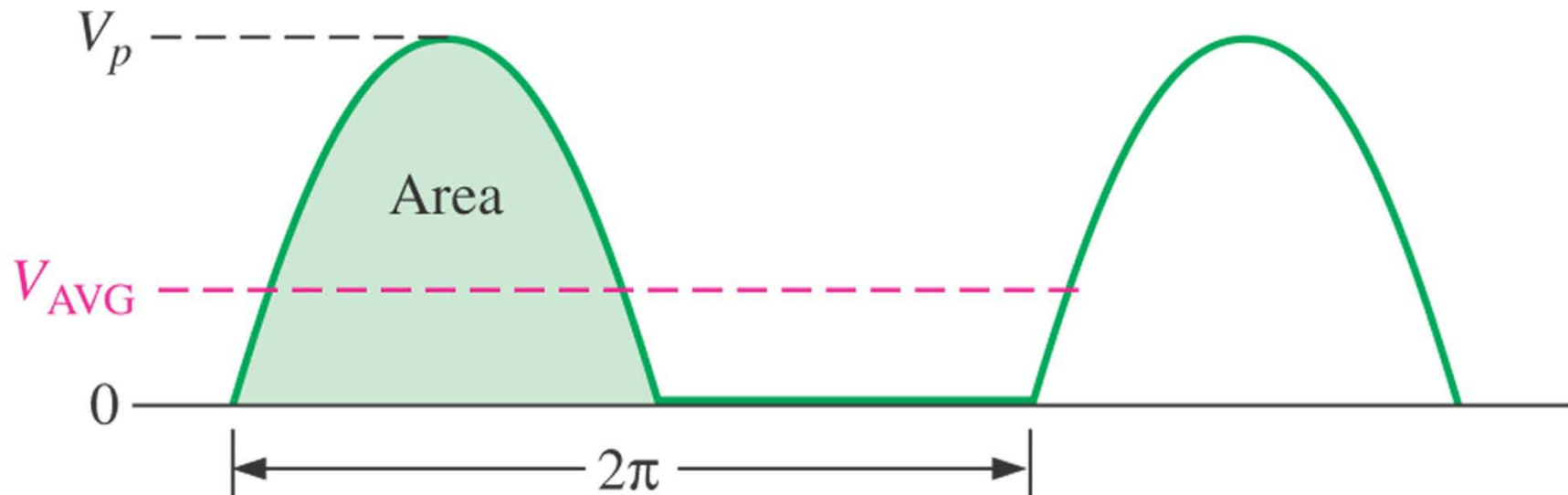
Halvvågslikriktning

- **Plus-delen av växelspänningen blir kvar**
 - Minus spänningsfallet över dioden



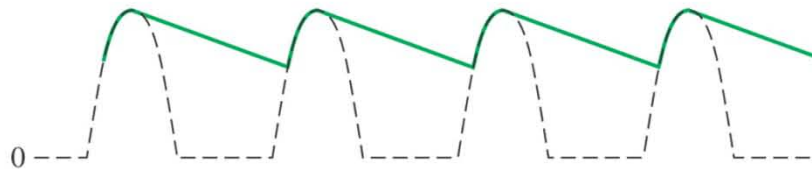
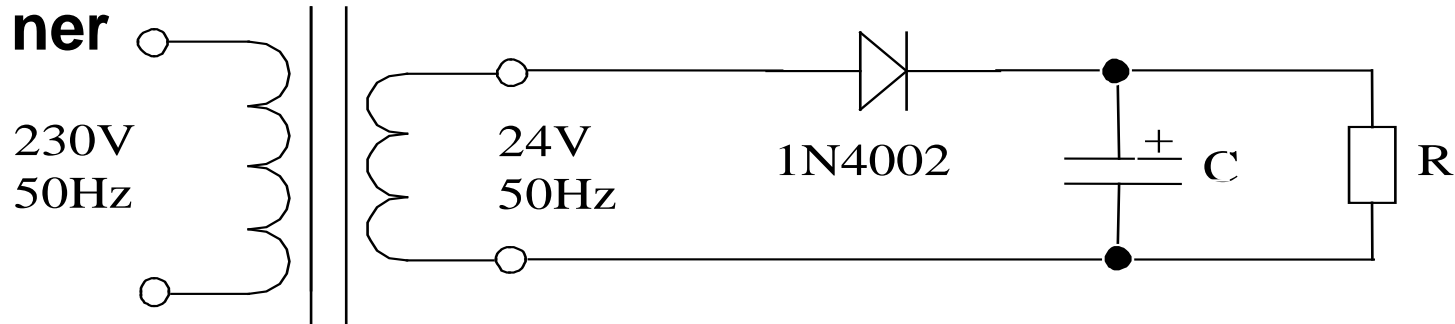
Halvvågslikriktning

- Medelvärdet blir ganska lågt

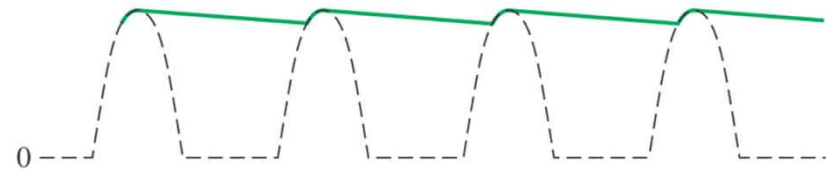


Halvvågslikriktning

- Om man låter en kondensator ladda upp sig så får man en urladdningskurva från kondensatorn när spänningen går ner



(a) Larger ripple means less effective filtering.



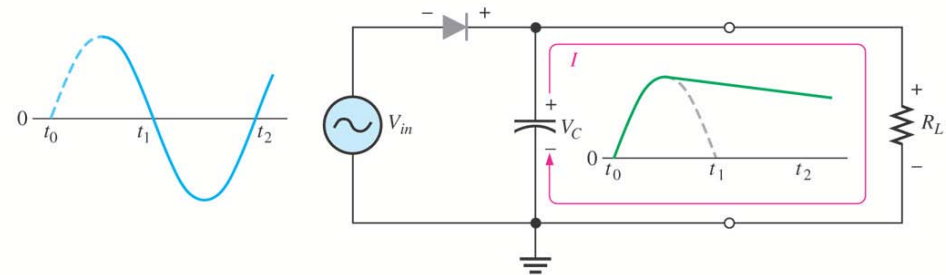
(b) Smaller ripple means more effective filtering. Generally, the larger the capacitor value, the smaller the ripple for the same input and load.

- Glättningskondensator brukar den kallas**

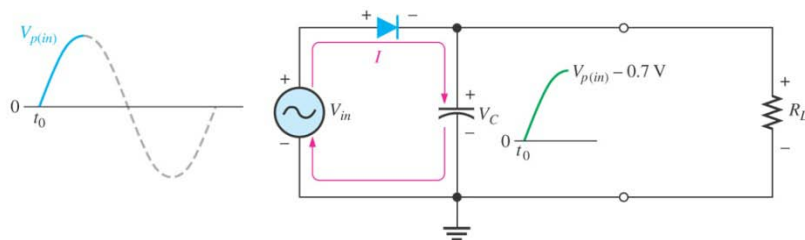


Halvvågslikriktning

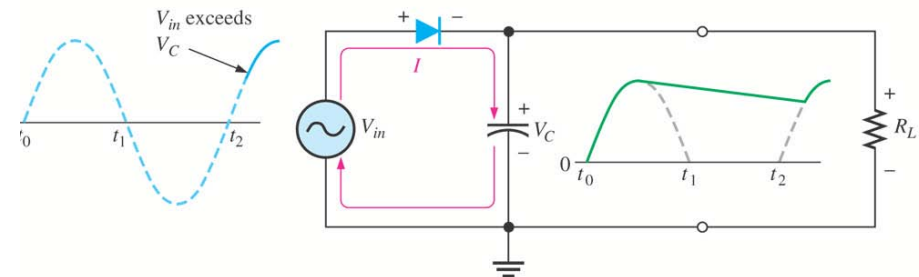
- Strömmens väg vid olika tider på vågformen



(b) The capacitor discharges through R_L after peak of positive alternation when the diode is reverse-biased. This discharging occurs during the portion of the input voltage indicated by the solid blue curve.



(a) Initial charging of the capacitor (diode is forward-biased) happens only once when power is turned on.

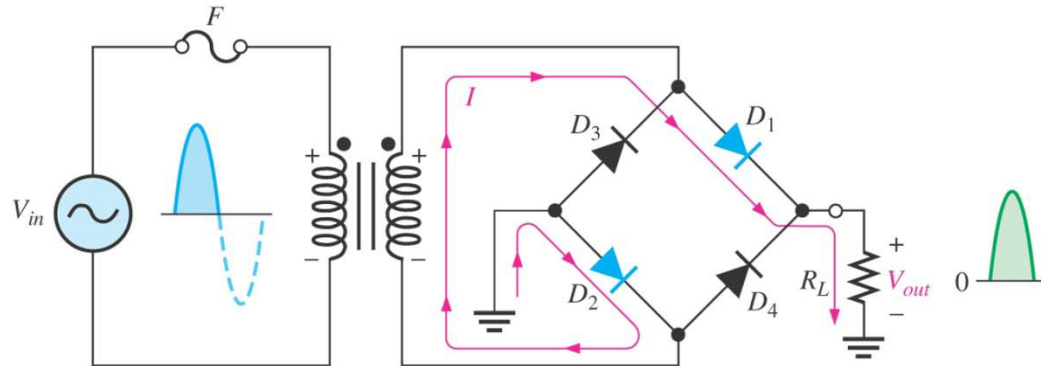
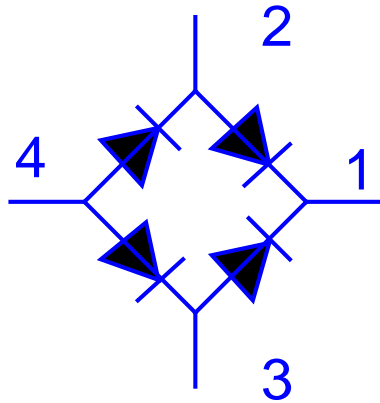


(c) The capacitor charges back to peak of input when the diode becomes forward-biased. This charging occurs during the portion of the input voltage indicated by the solid blue curve.

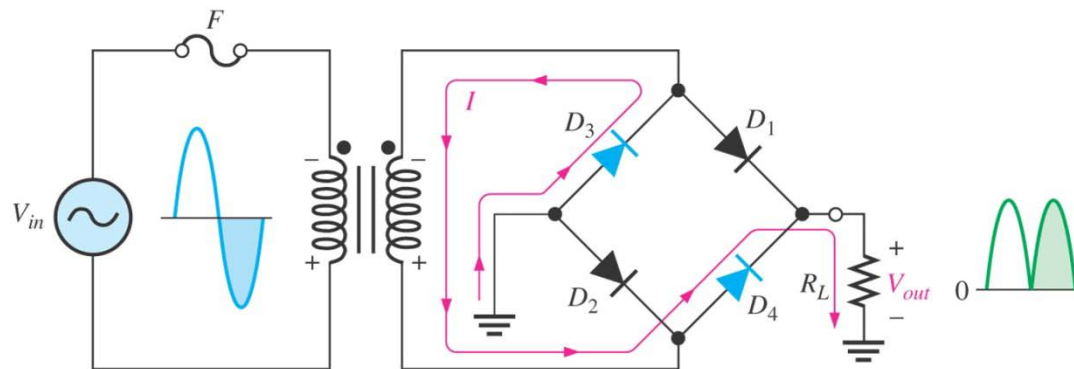


Helvågslikriktning

- Både plus- och minusdelen av vågen bidrar
- Diodbrygga



(a) During the positive half-cycle of the input, D_1 and D_2 are forward-biased and conduct current. D_3 and D_4 are reverse-biased.

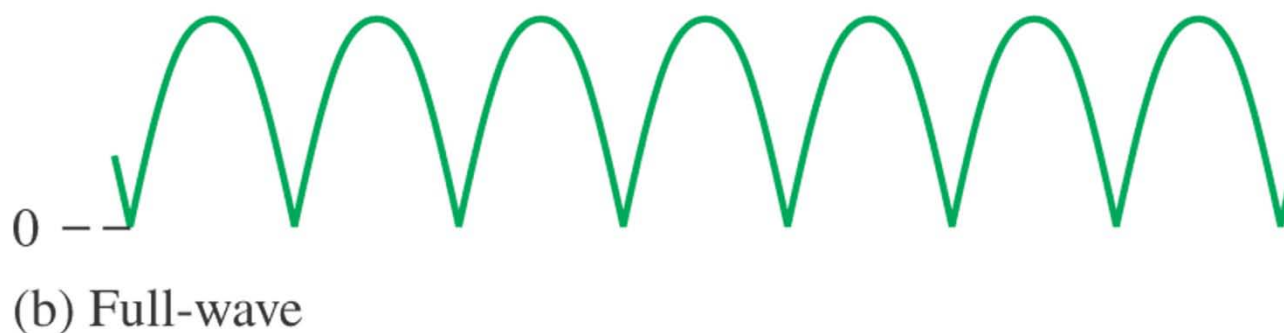
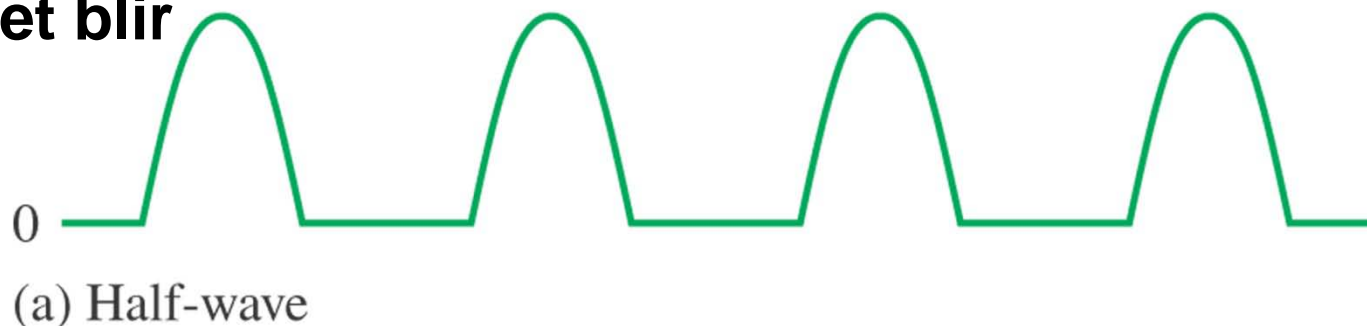


(b) During the negative half-cycle of the input, D_3 and D_4 are forward-biased and conduct current. D_1 and D_2 are reverse-biased.

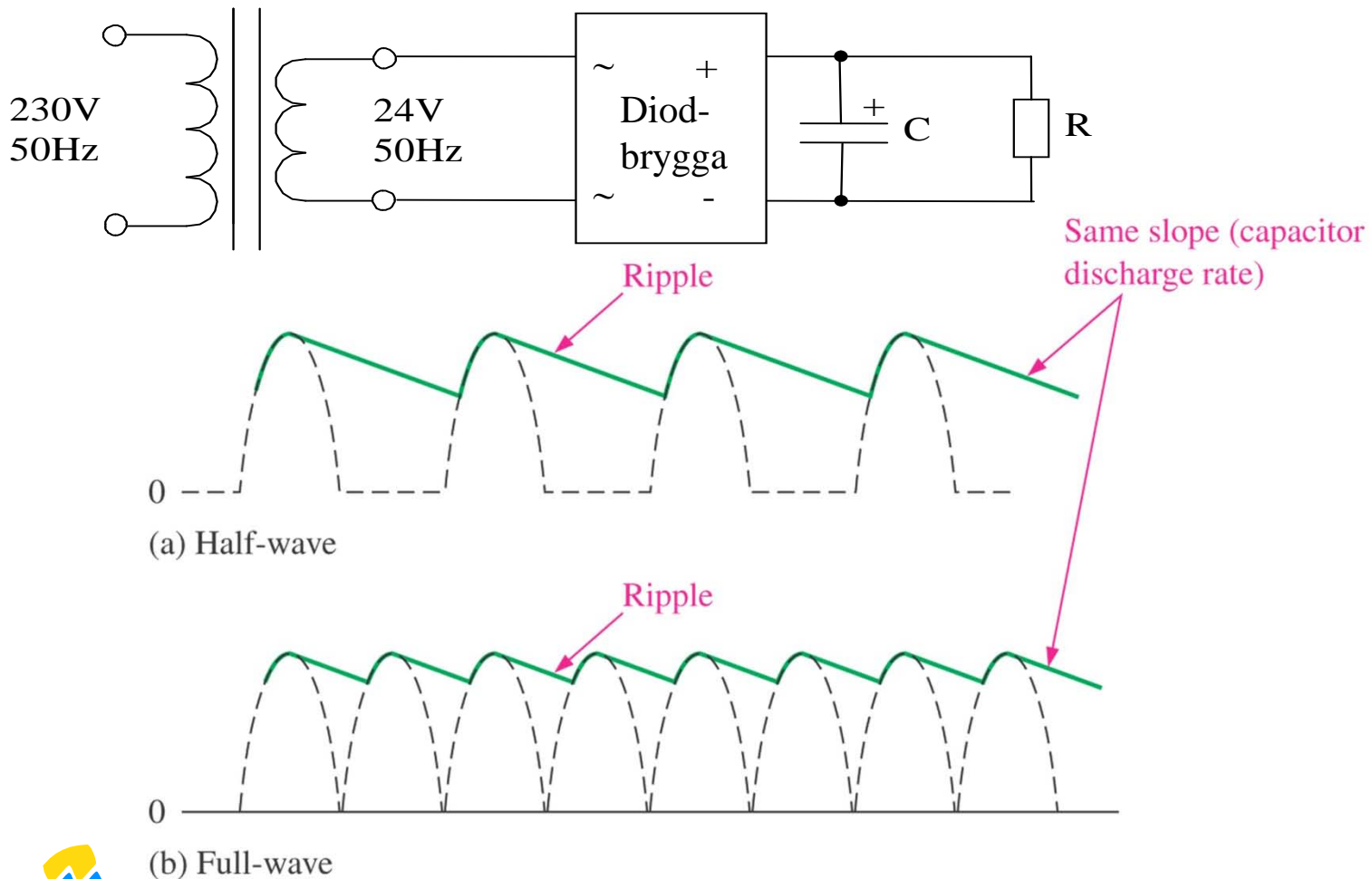


Helvågslikriktning

- Medelvärdet blir högre än för halv-vågslikriktning

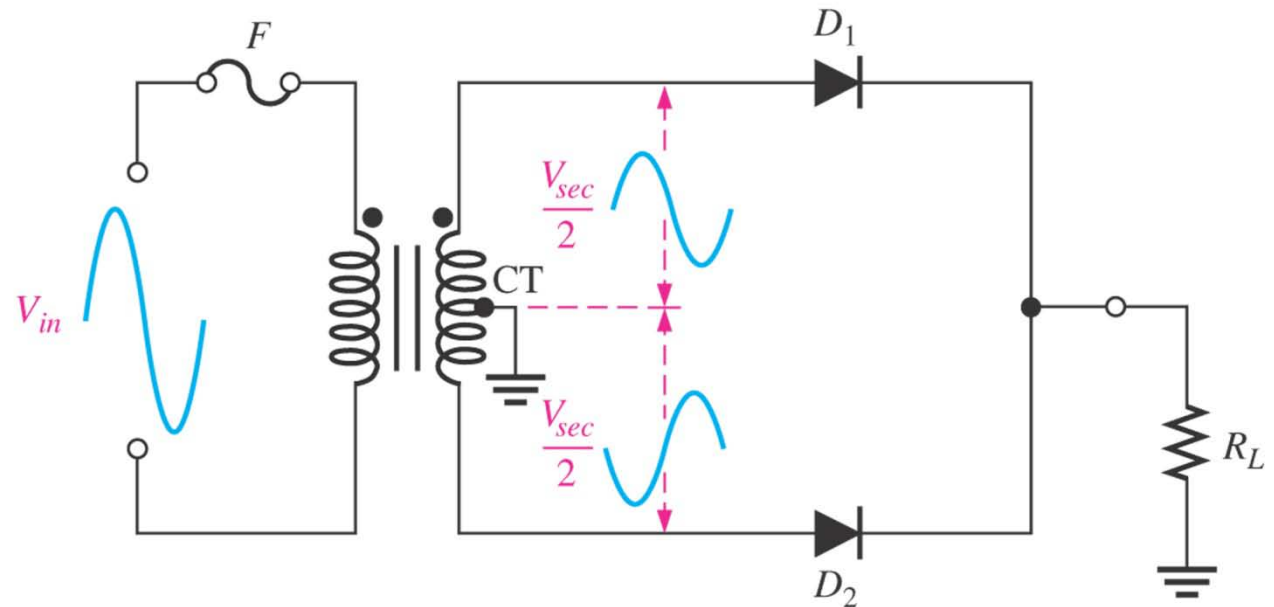


Helvågslikriktning

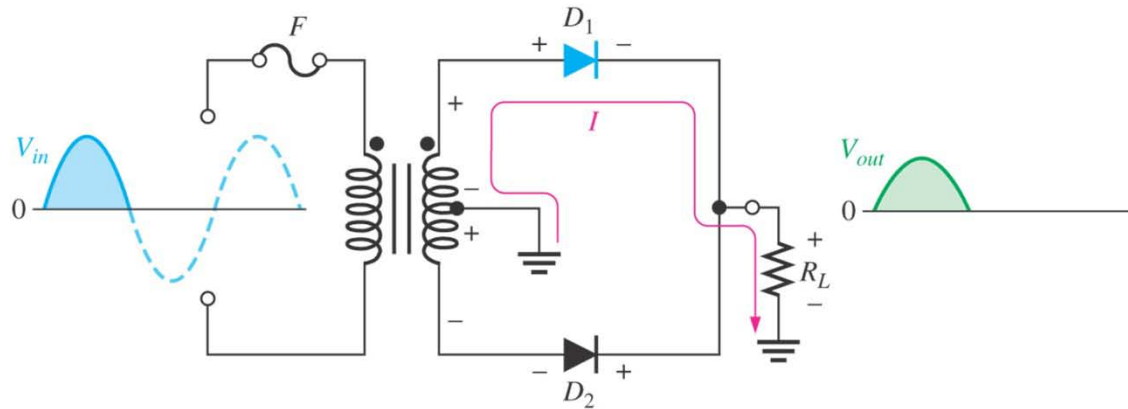


Alternativ halvåvågslikriktning

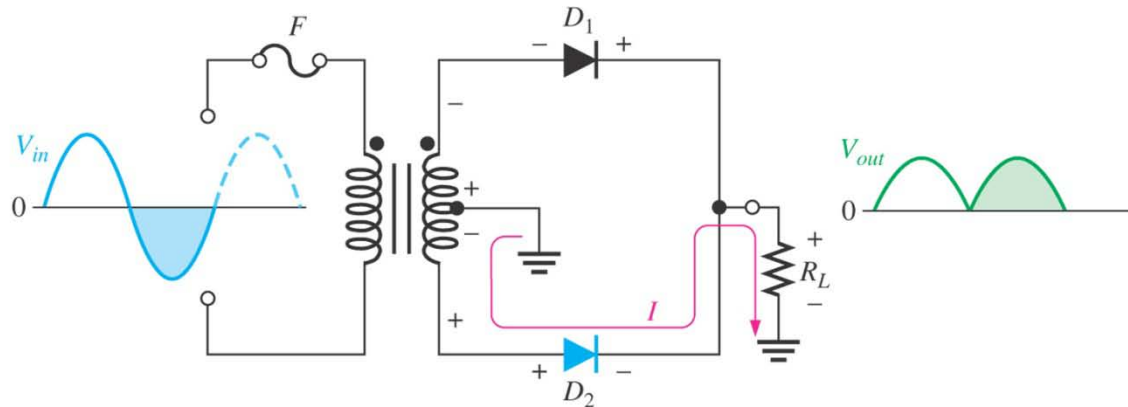
- Transformator med mittutgång för jord på sekundärsidan
- Det går att koppla glättningskondensator också
- Endast halva spänningen används



Alternativ halvåvågslikriktning



(a) During positive half-cycles, D_1 is forward-biased and D_2 is reverse-biased.

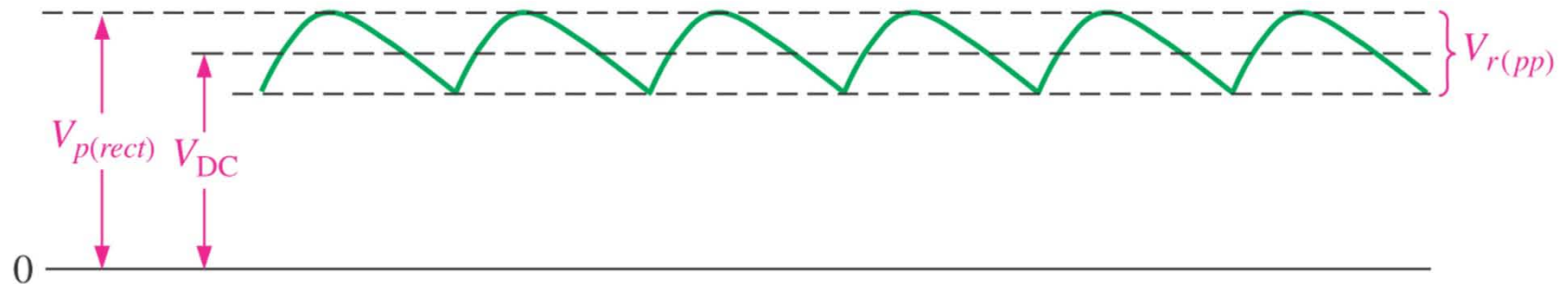


(b) During negative half-cycles, D_2 is forward-biased and D_1 is reverse-biased.



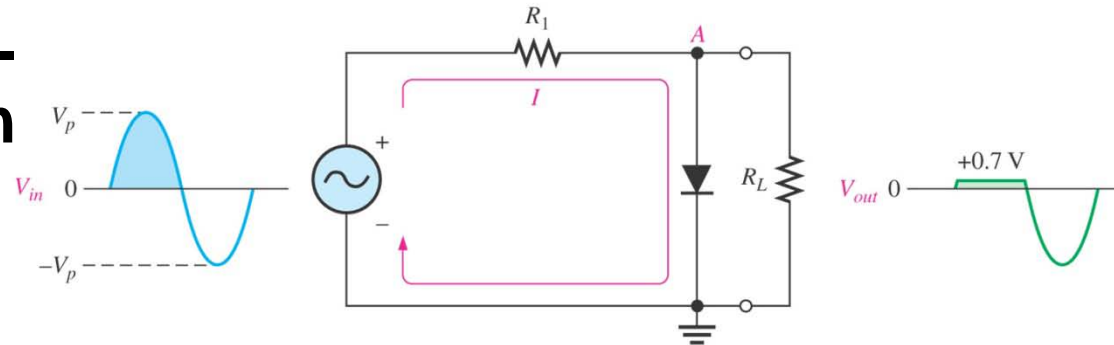
Utsignal från likriktare

- Rippelspänningen är en överlagrad AC-signal över medelvärdet som är den egentliga DC-spänningen

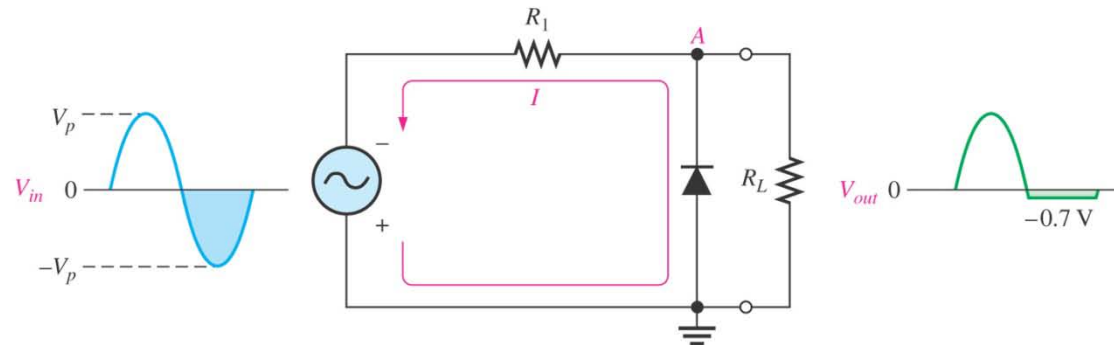


Klippkretsar

- Dioden kortsluter lasten
- R1 är en skyddsresistor



(a) Limiting of the positive alternation. The diode is forward-biased during the positive alternation (above 0.7 V) and reverse-biased during the negative alternation.

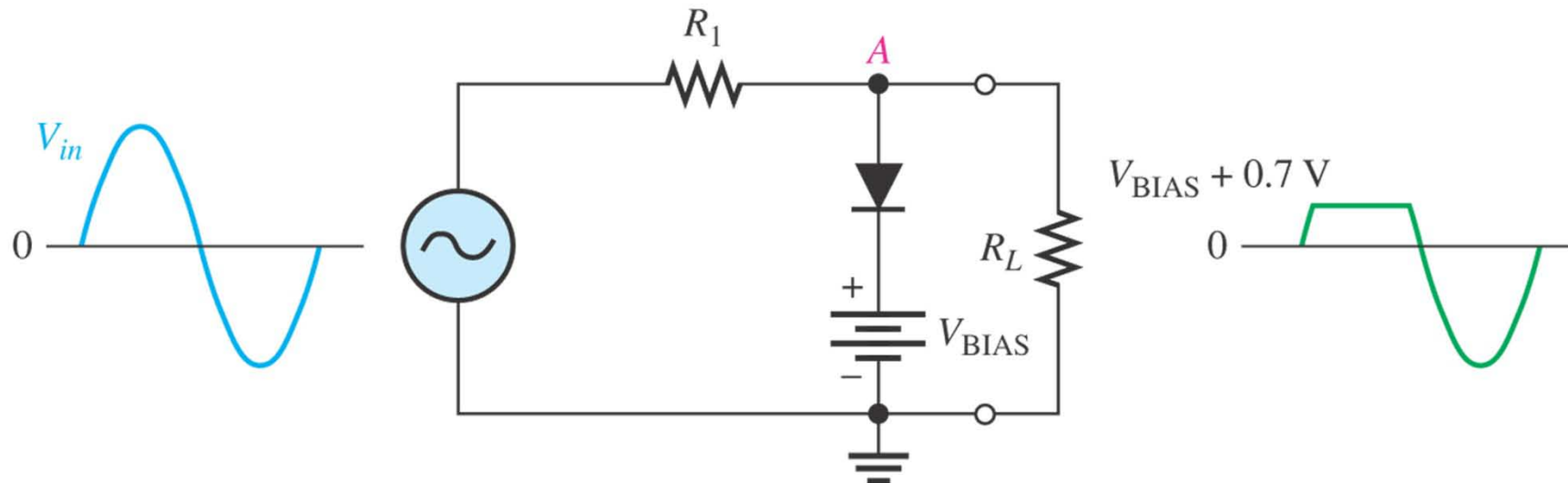


(b) Limiting of the negative alternation. The diode is forward-biased during the negative alternation (below -0.7 V) and reverse-biased during the positive alternation.



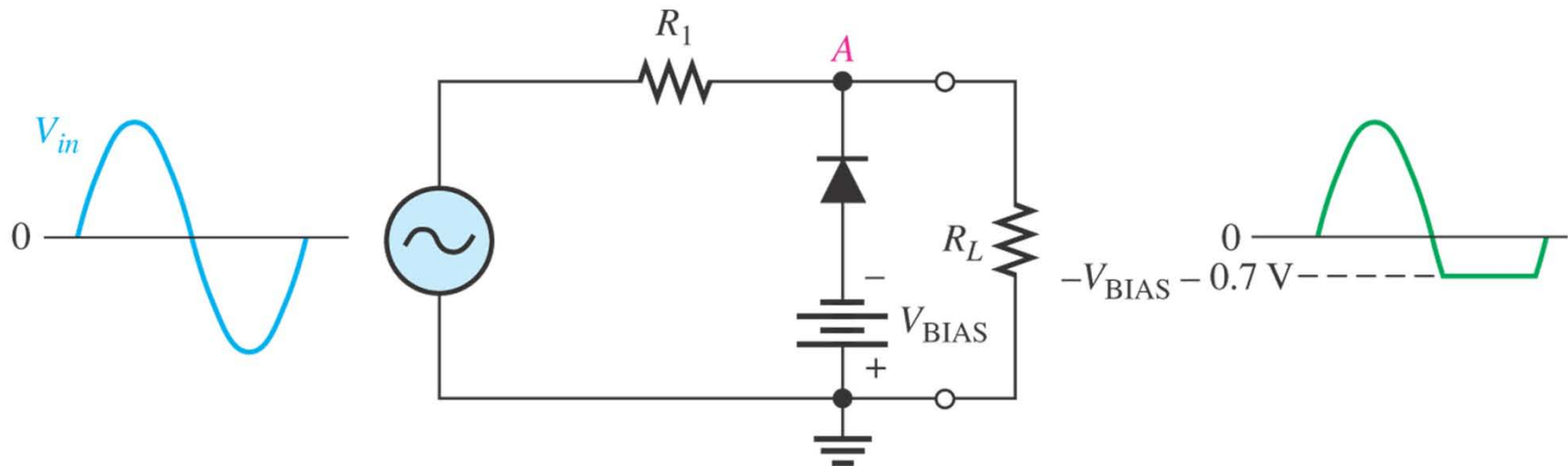
Klippkretsar

- **Ett extra batteri kan förskjuta klippningen**
 - Ju högre batterispänning ju mer av plus-delen av vågen får komma med



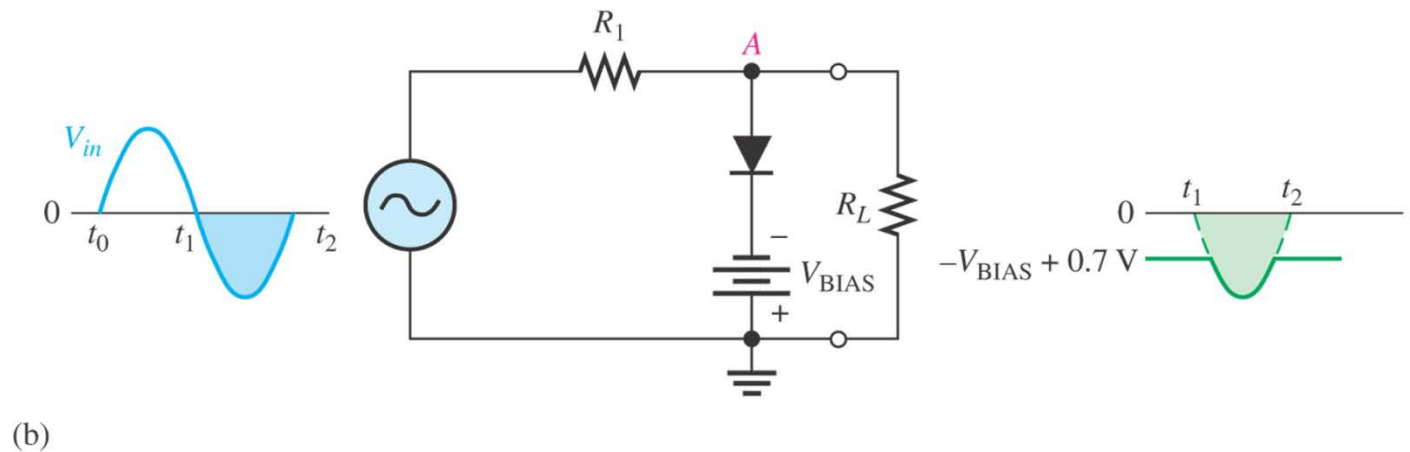
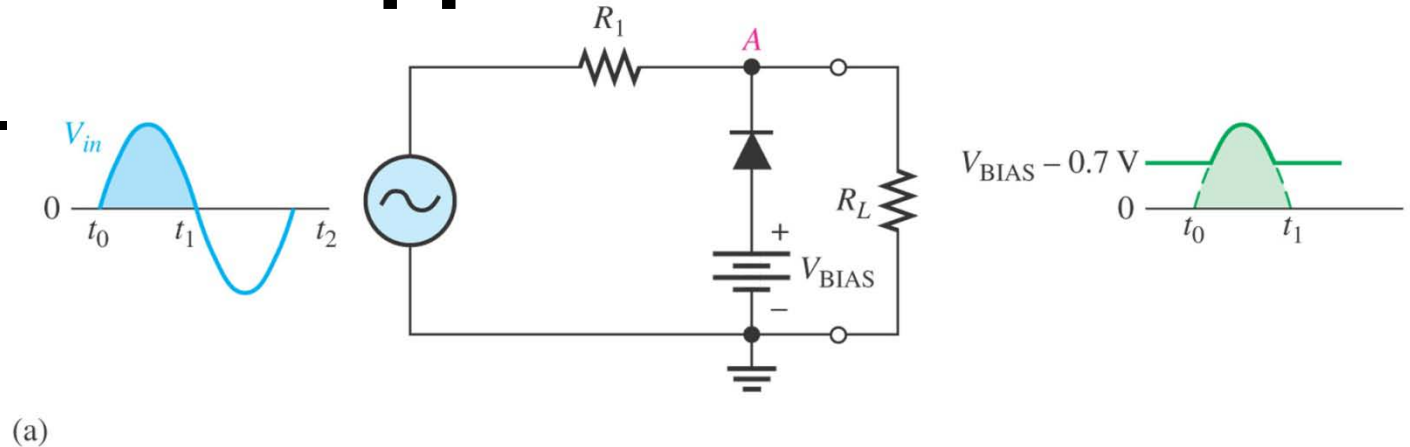
Klippkretsar

- Bakvänt batteri och diod klipper minus-delen istället



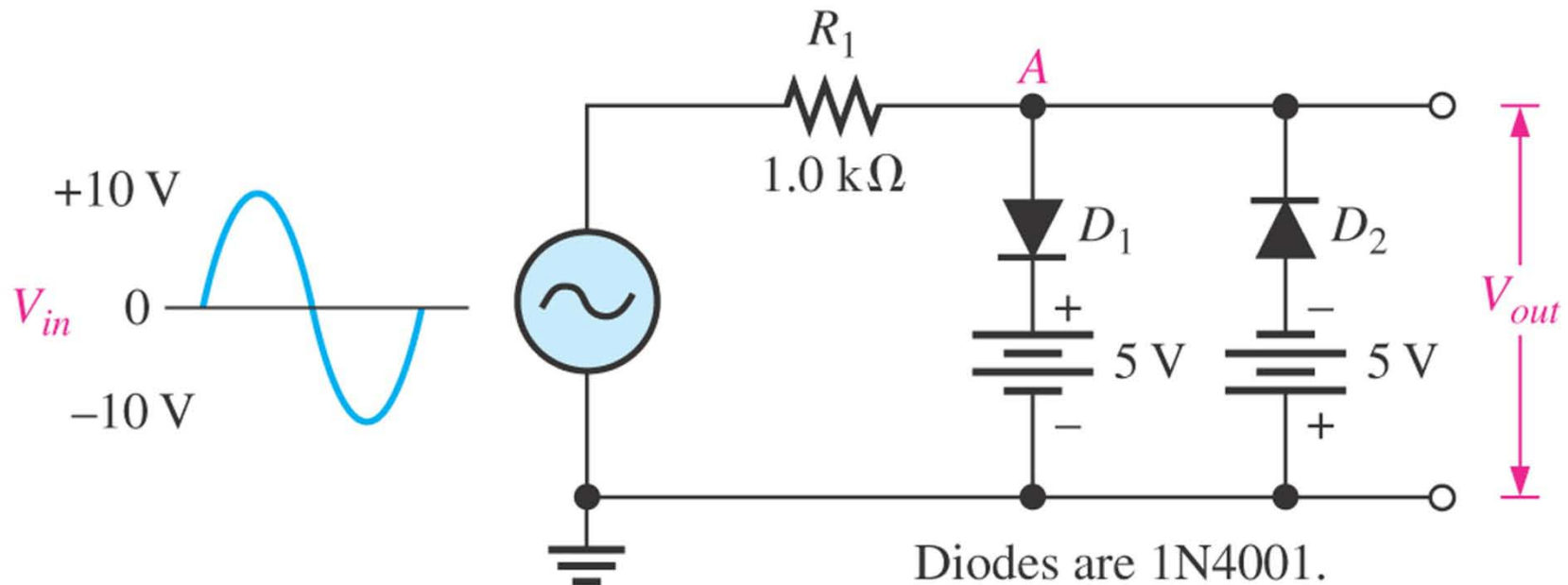
Klippkretsar

- Olika riktning på diod och batteri



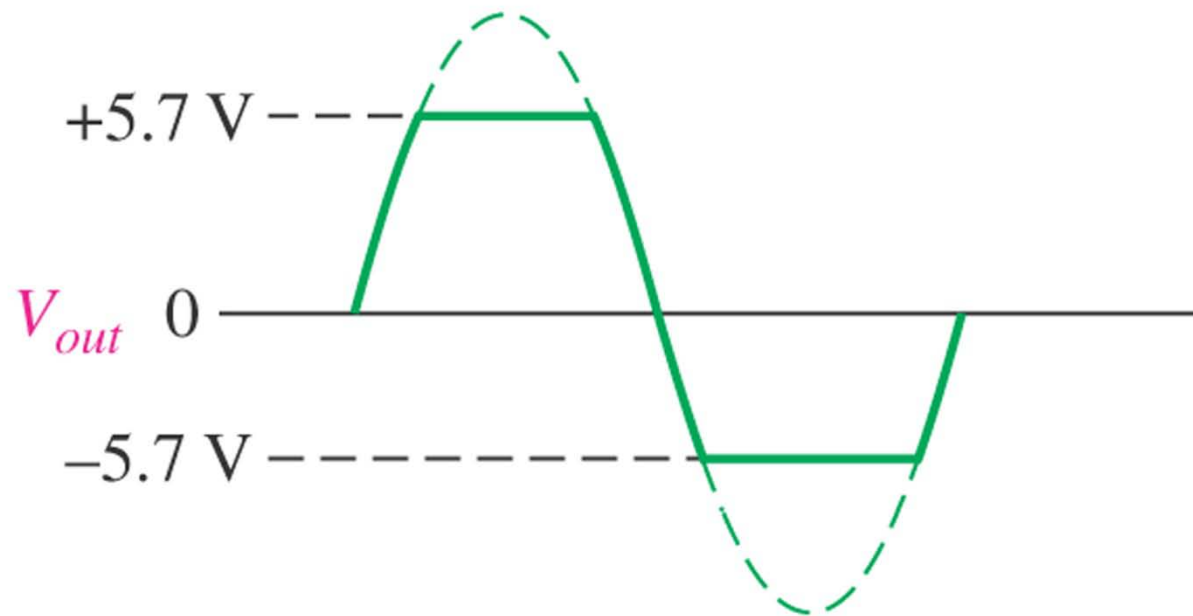
Dubbla klippkretsar

- Vad händer här?



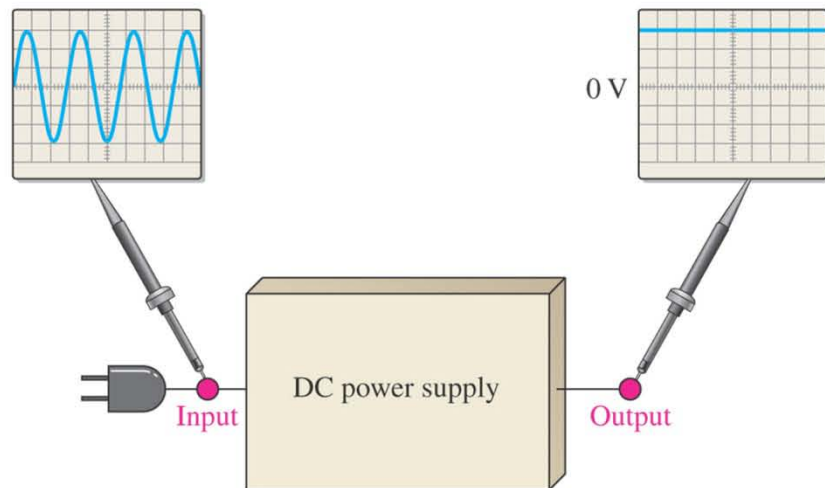
Dubbla klippkretsar

- Båda kretsarna klipper vid för hög respektive för låg spänning

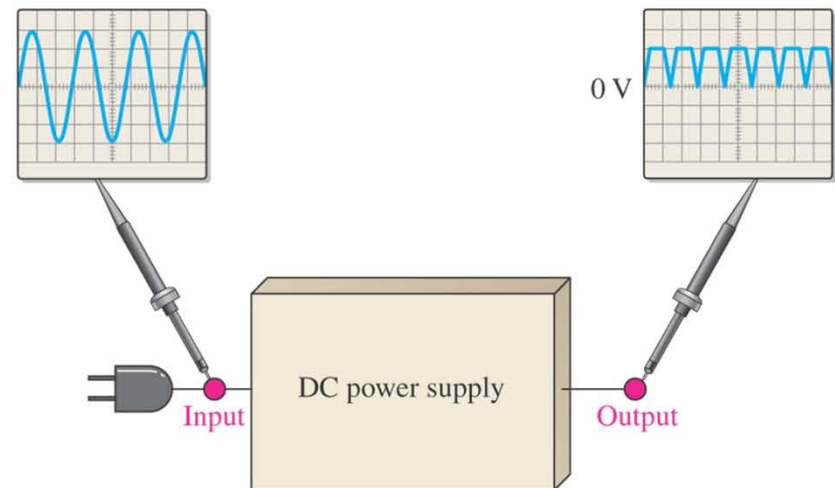


Exempel felsökning

- Kolla rippelspänningen efter likriktaren



(a) The correct dc output voltage is measured.

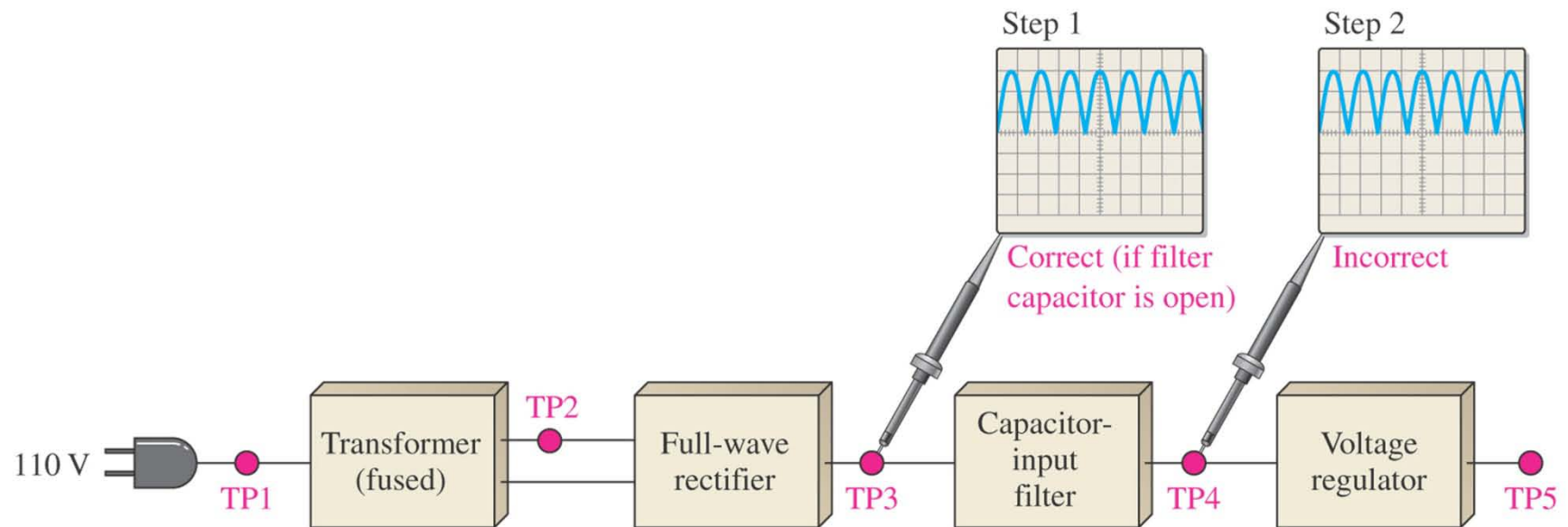


(b) An incorrect voltage is measured at the output. The input voltage is correct.



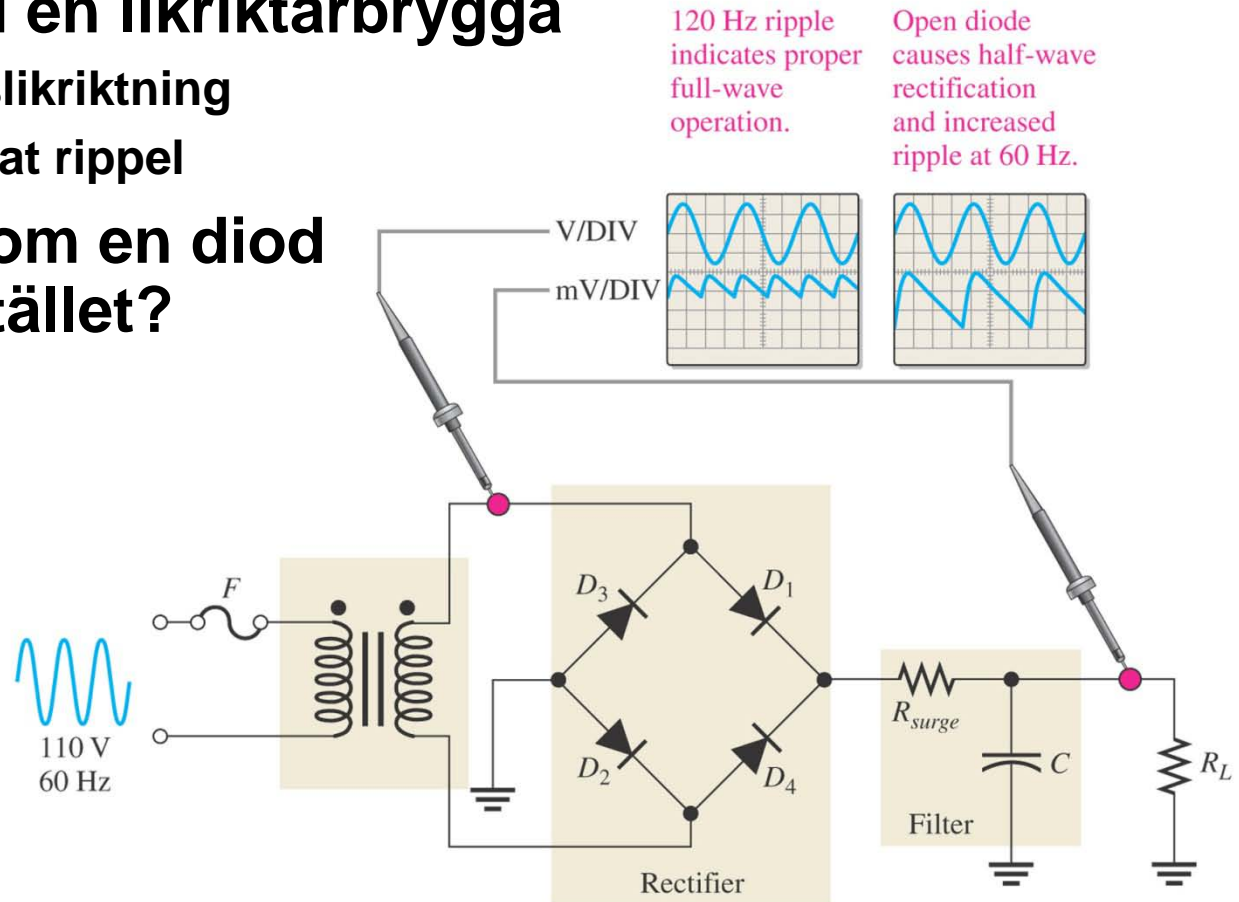
Exempel felsökning

- Fel på glättningskondensatorn



Exempel felsökning

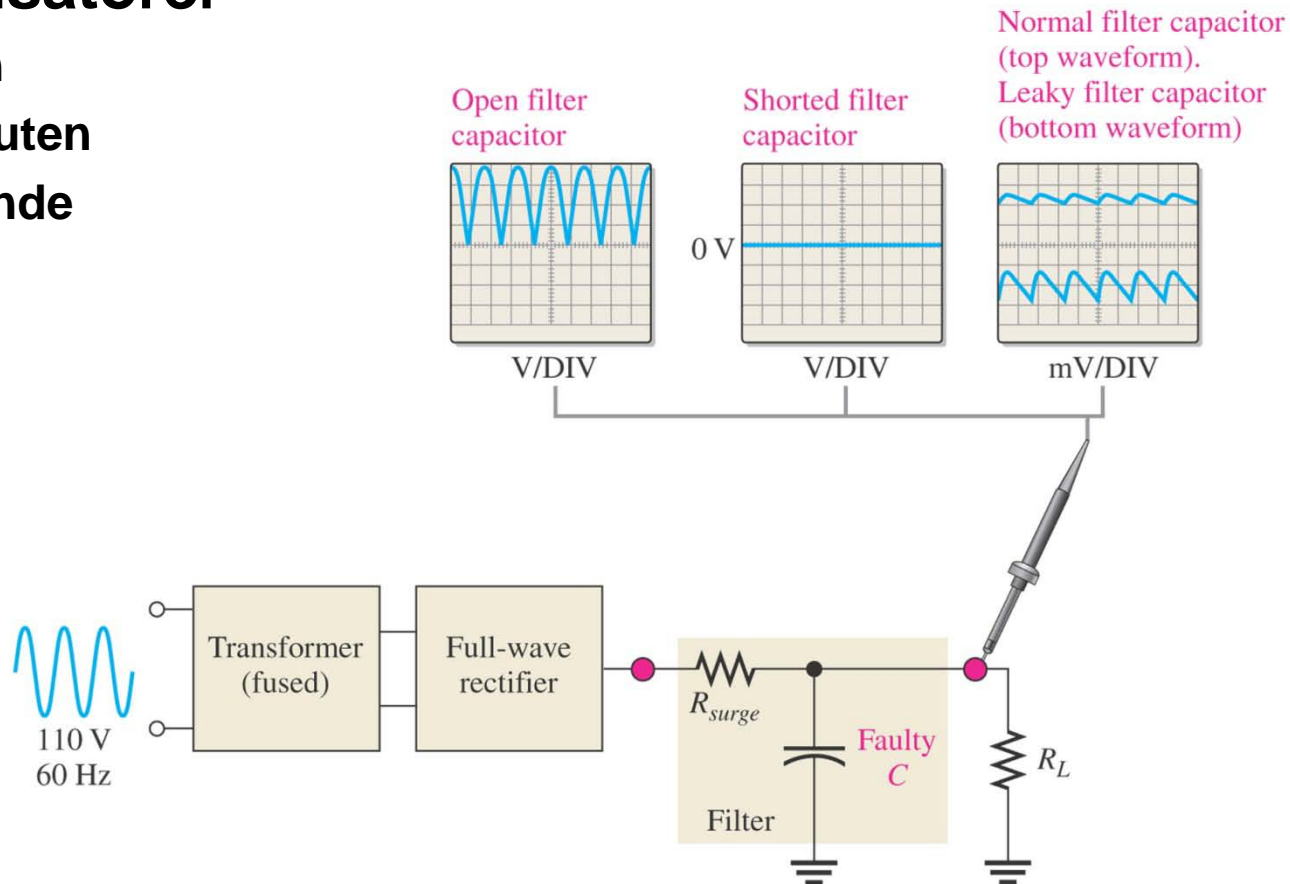
- Öppen diod i en likriktarbrygga
 - Ger halvvågslikriktning
 - Syns som ökat rippel
- Vad händer om en diod kortsluter istället?



Exempel felsökning

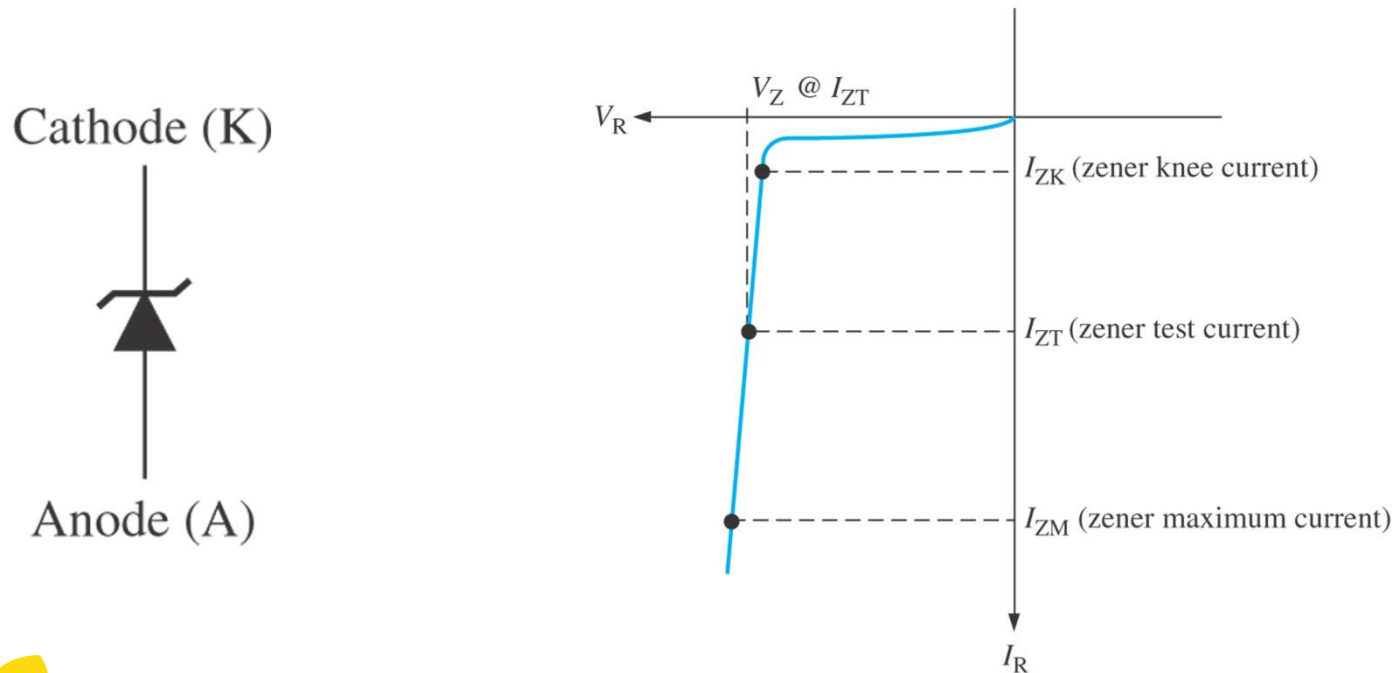
- **Kondensatorer**

- Öppen
- Kortsluten
- Läckande



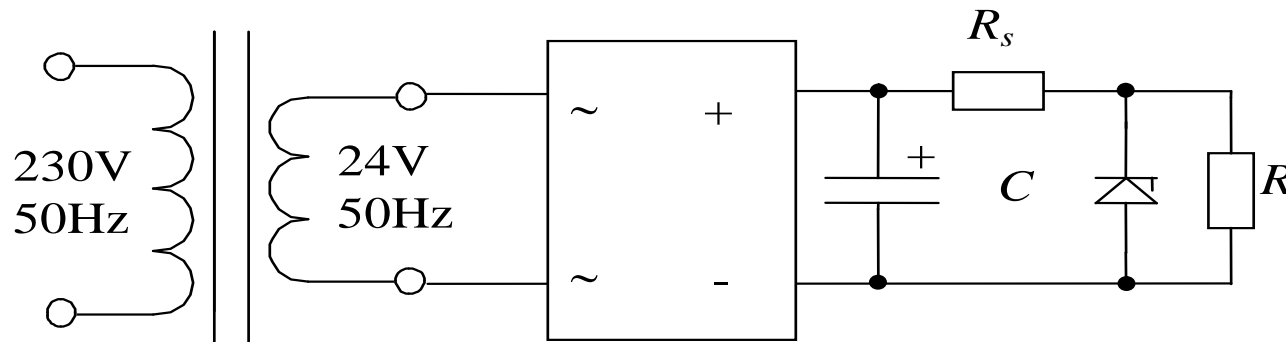
Zenerdioder

- Zenerdioder byggs för att användas i backriktningen
- De tillverkas med olika genombrottsspänningar
 - BZX55C4V10 får genombrott vid 10 V backspänning

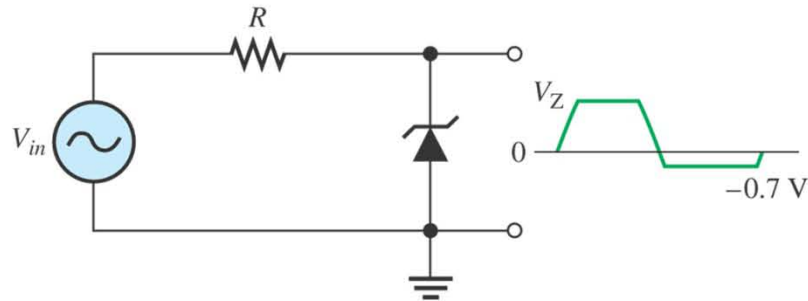


Zenerdiod

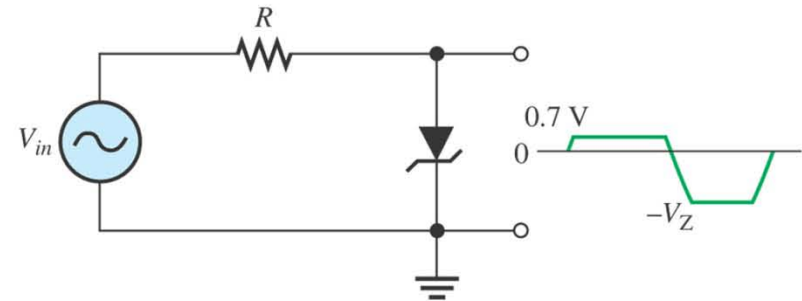
- Zenerdioder kan ytterligare hjälpa till att stabilisera en spänningsregulator
- Zenerdioden behöver då en skyddsresistor



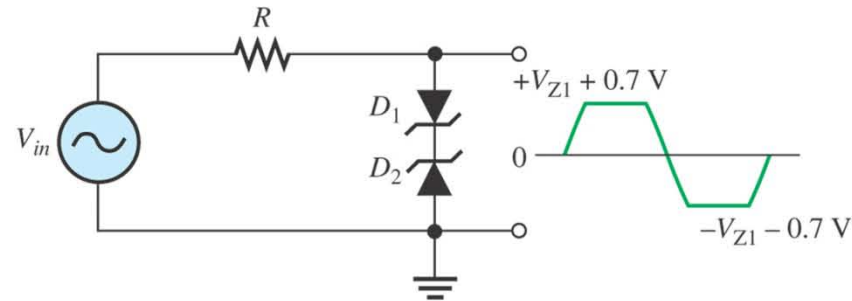
Klippkretsar med zenerdioder



(a)



(b)

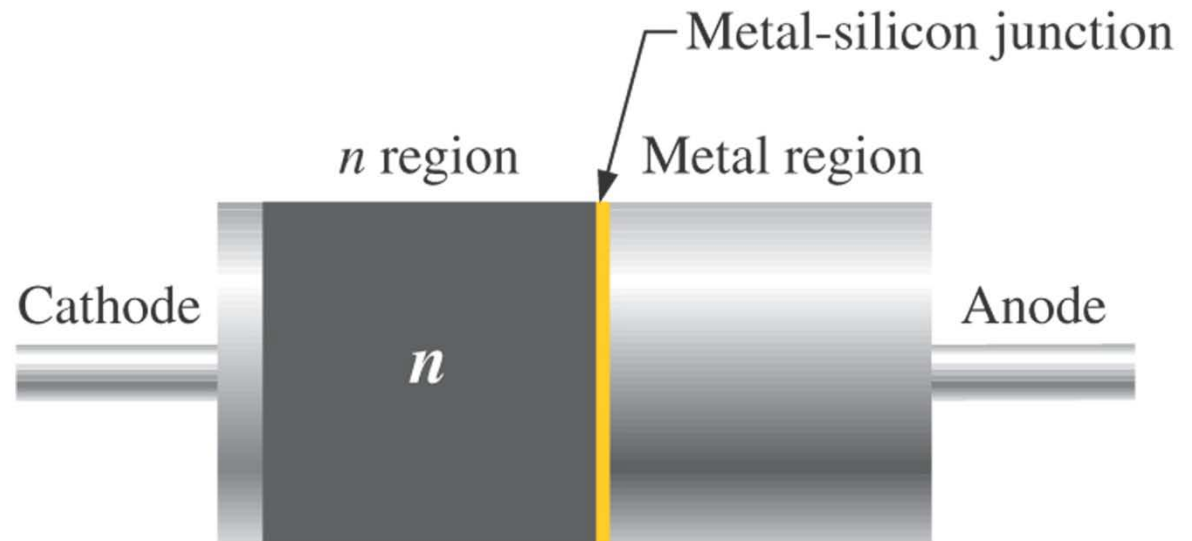


(c)

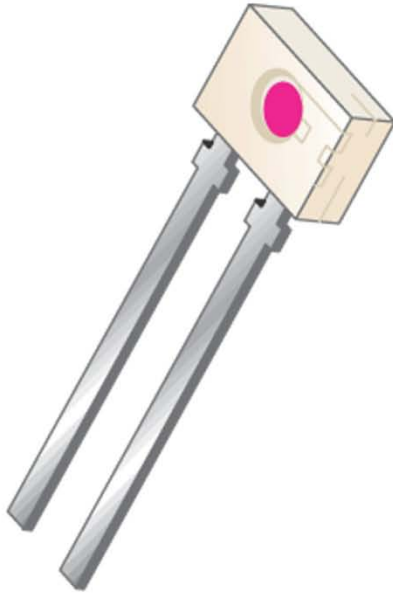


Schottkydiod

- Bra för snabba förlopp, fungerar som en vanlig diod
- Kristallmotagaren var i princip en schottkydiod



Lysdioder



Cathode
(lead on right
looking from front)



Anode
(longer lead)

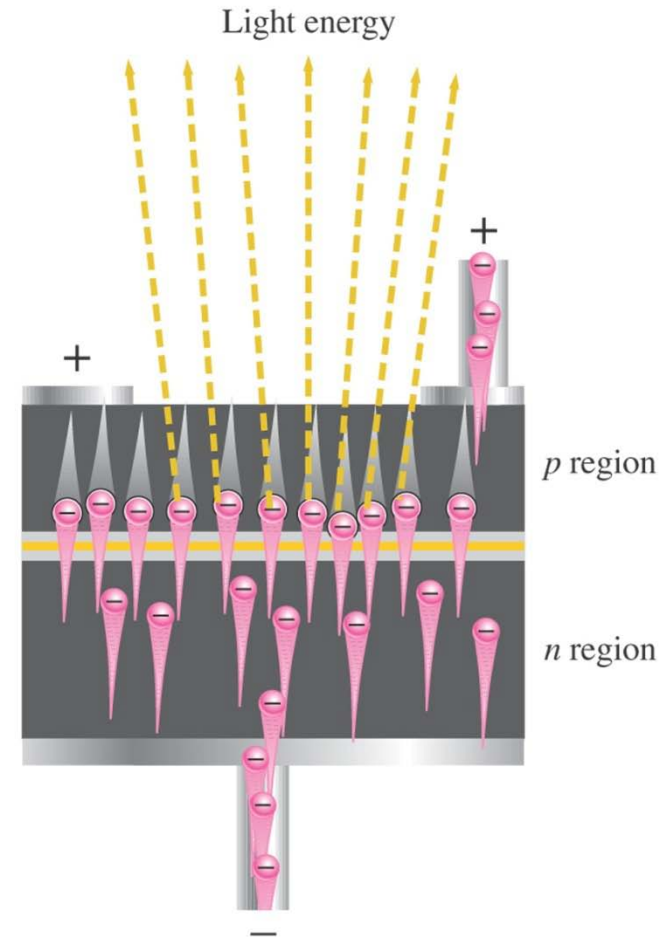


Anode
(lead near tab)



Lysdioder

- Övergångar mellan atomskal från högre till lägre energi släpper ifrån sig ljus

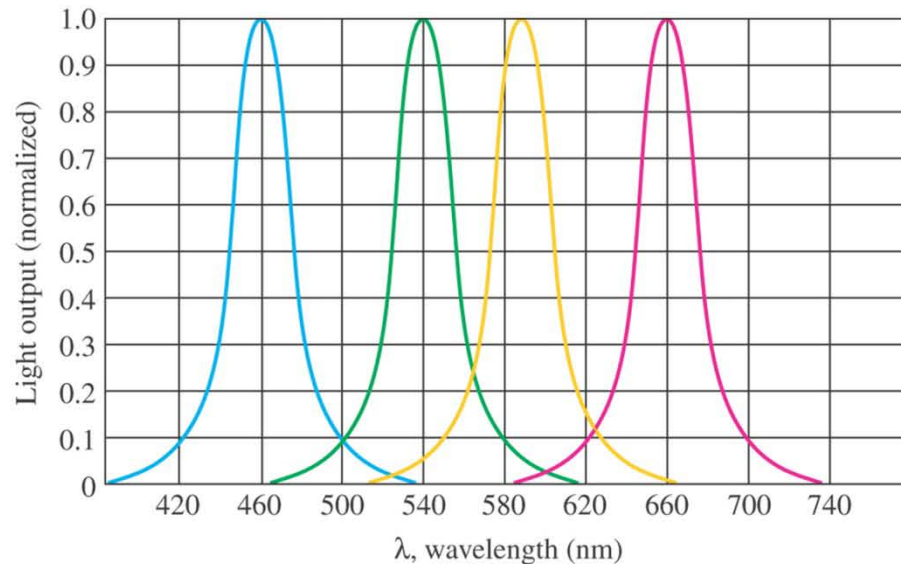


Material för lysdioder

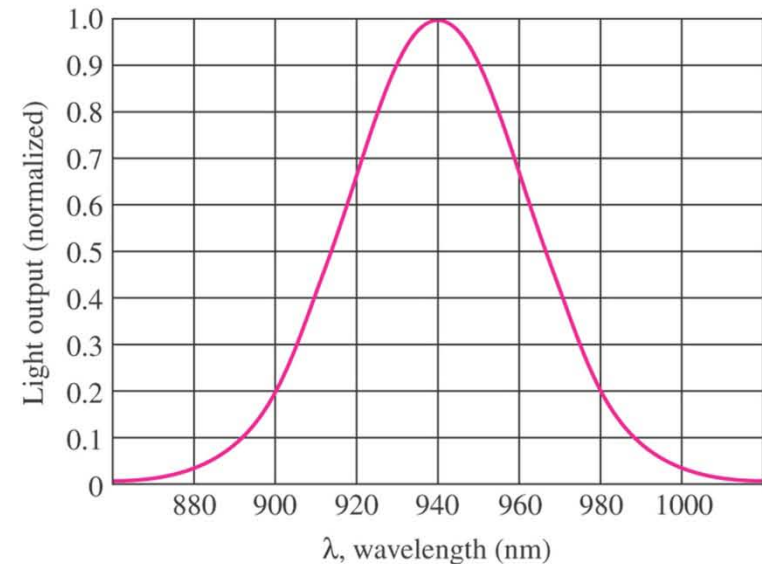
Aluminium Gallium Arsenide	red & IR
Aluminium Gallium phosphide	Green
AlGaInP	Orange, Red, Yellow, Green
GaAsP	red, orange-red, yellow
GaN	Green, blue
GaP	red, yellow , green
InGaN	near UV,bluish green
SiC as substrate	blue
Si as substrate	blue
Sapphire as Substrate	blue
ZnSe	blue
Diamond	UV
AlN/ AlGaN	far UV

Lysdioder

- Ljusstyrkan beror på strömmen
- Det behövs alltid en skyddsresistor för lysdioden



(a) Visible light

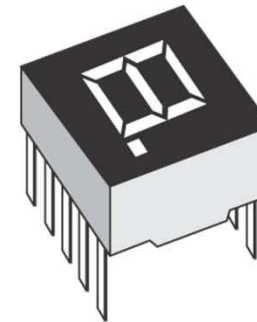
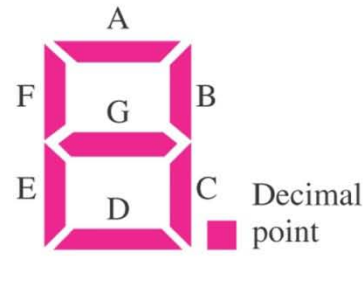


(b) Infrared (IR)

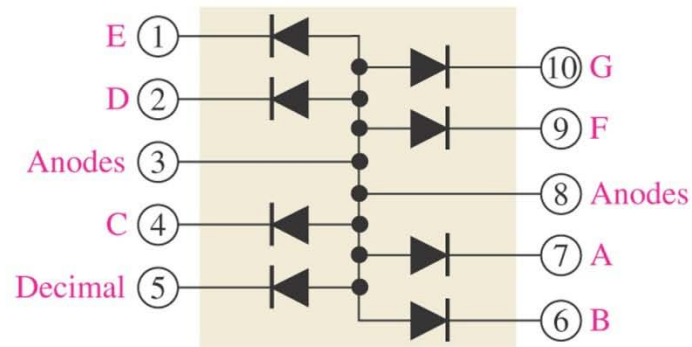


Lysdioder

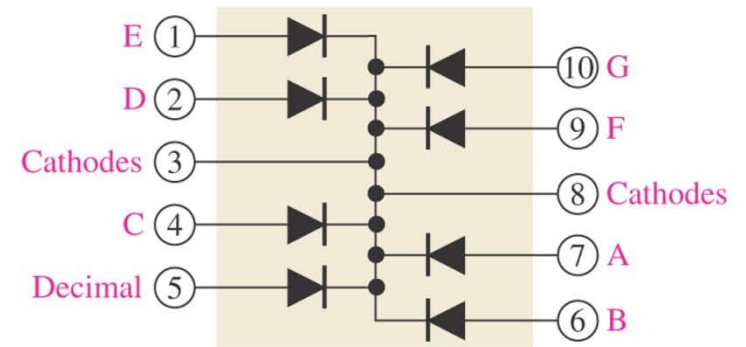
- LED-display



(a) LED segment arrangement and typical device



(b) Common anode

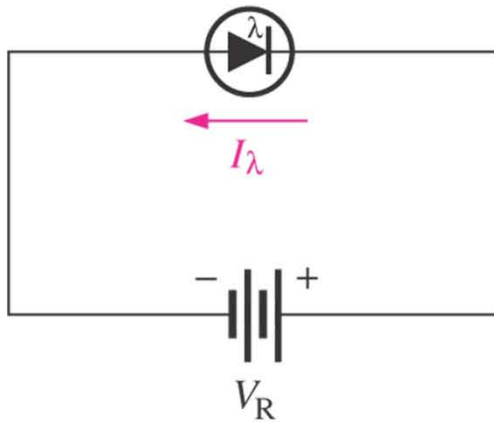


(c) Common cathode

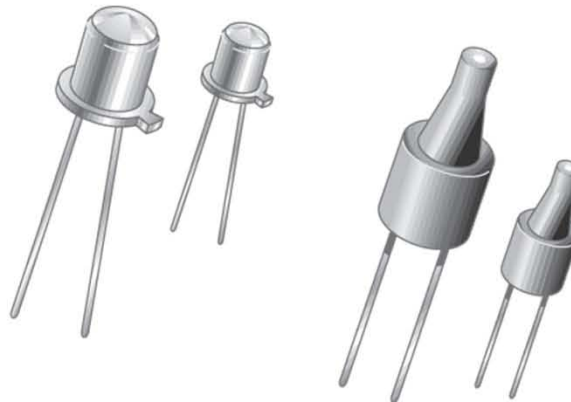


Fotodioder

- Backströmmen beror på ljuset



(a) Reverse-bias operation



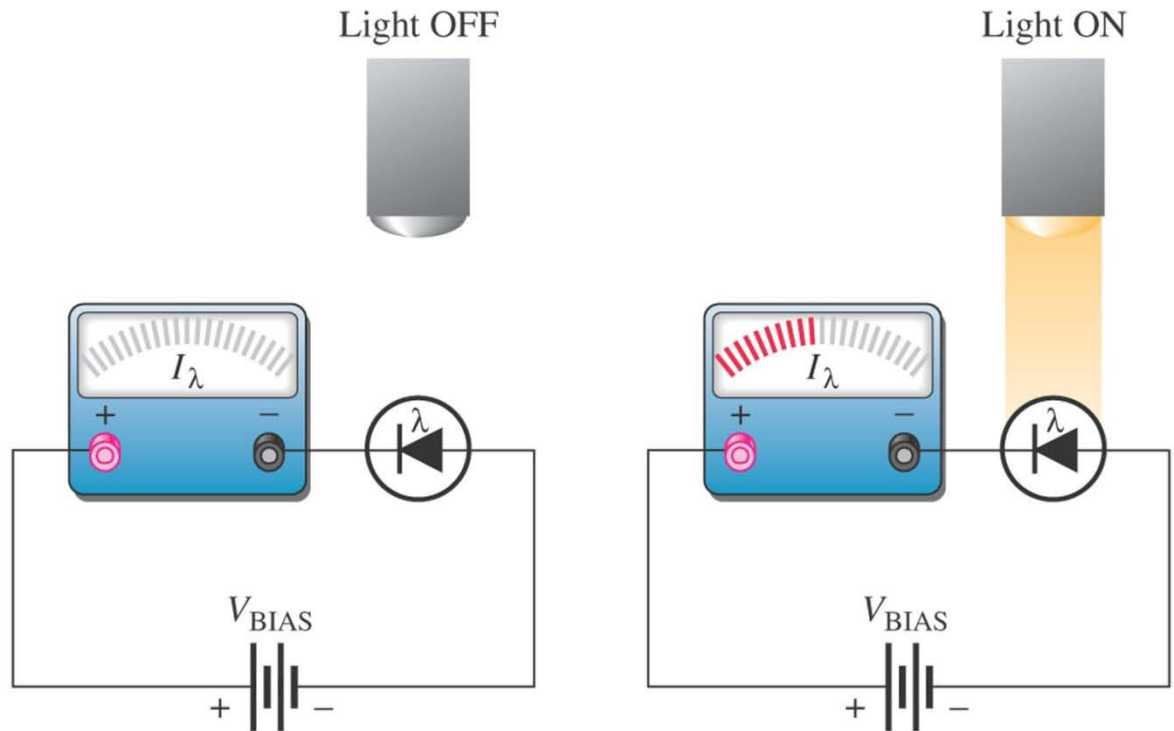
(b) Typical devices



(c) Alternate symbol



Fotodioder



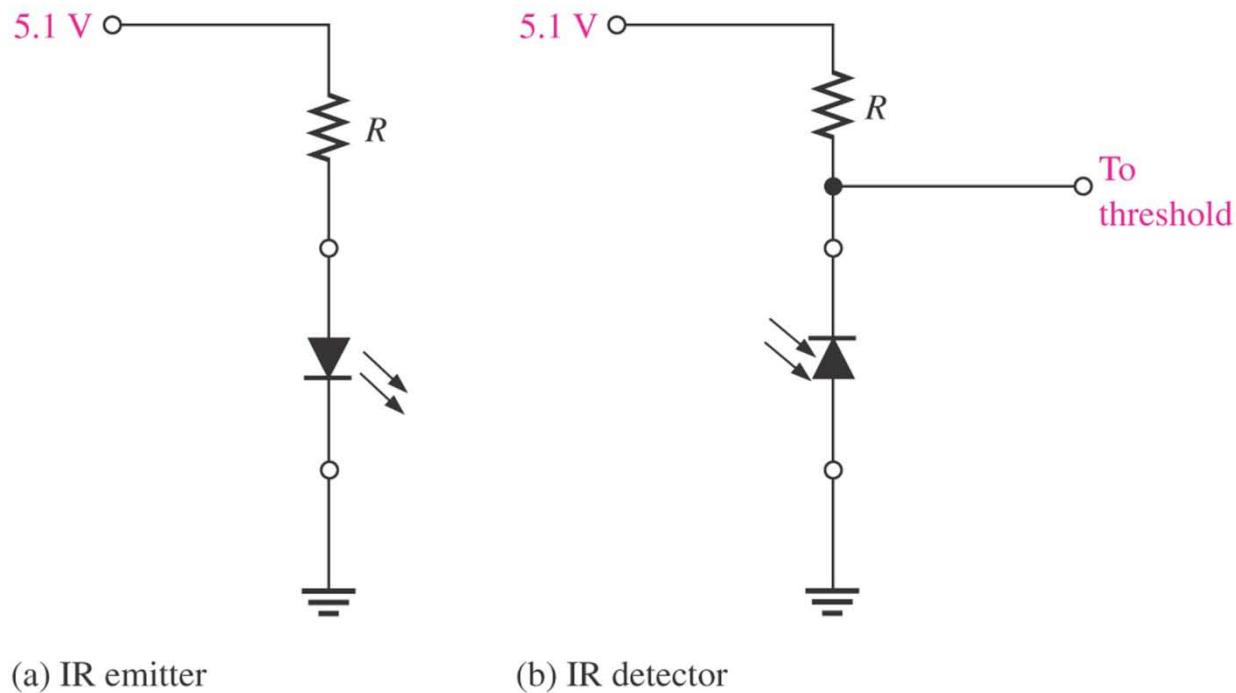
(a) No light, no current except negligible dark current

(b) Where there is incident light, resistance decreases and there is reverse current.



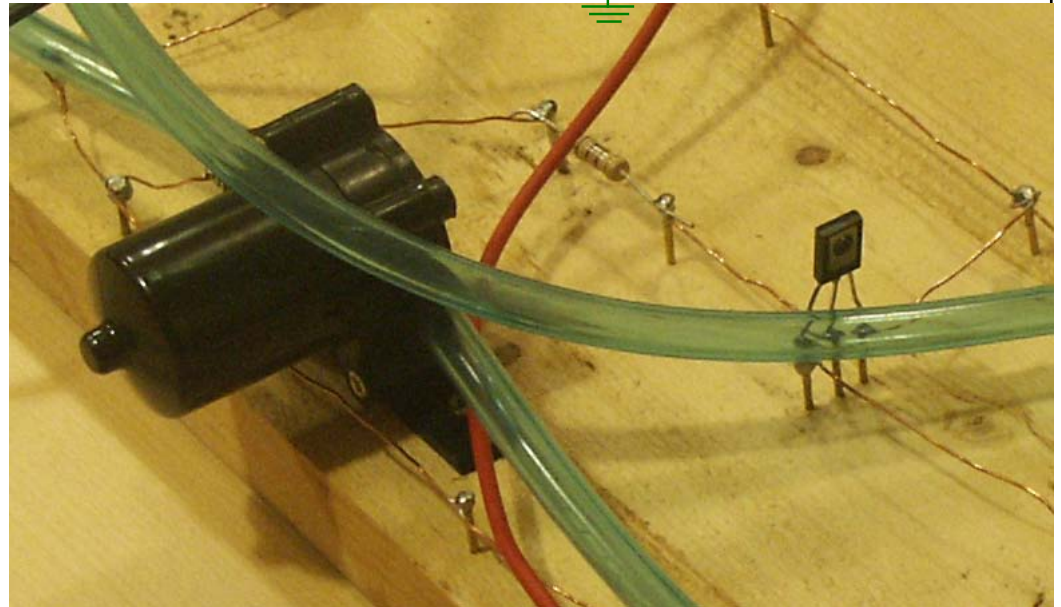
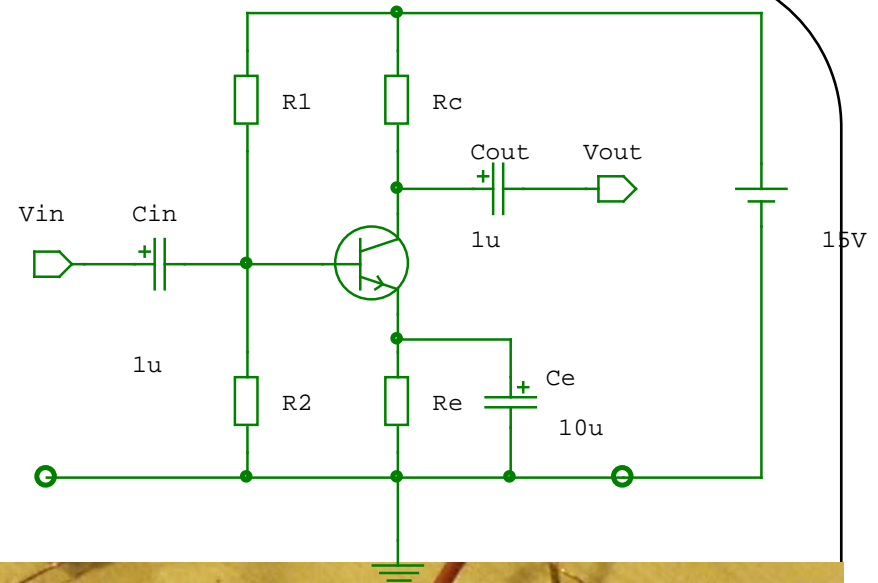
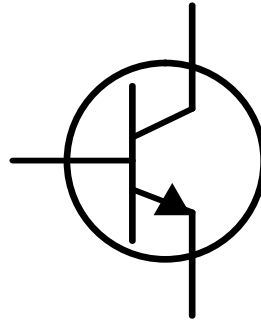
Fjärrkontroller

- TV'ns fjärrkontroll baseras på en sändare och en mottagare av infrarött ljus



Transistorn

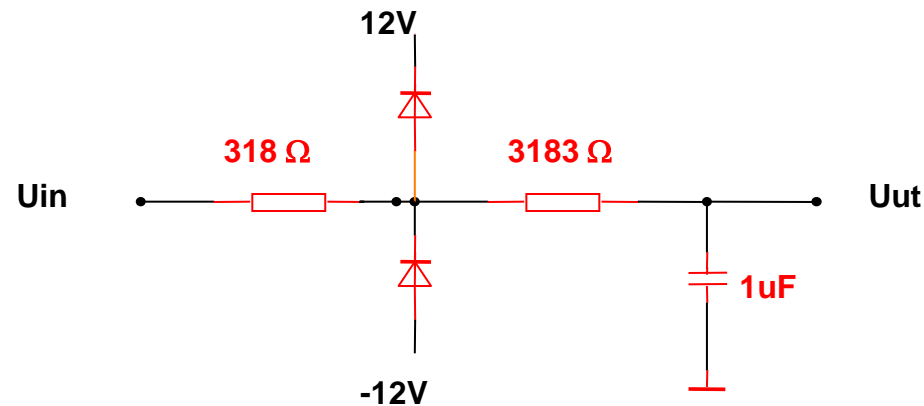
- **Transistorn uppfanns 1948**
 - Ersatte de mindre pålitliga elektronrören
 - Nobelpriset i fysik 1956 till John Bradeen, Walter Brattain och William Shockley för bipolartransistorn
- **Transistorn kan styra en stark ström med en svag**
 - Förstärkare av svaga signaler



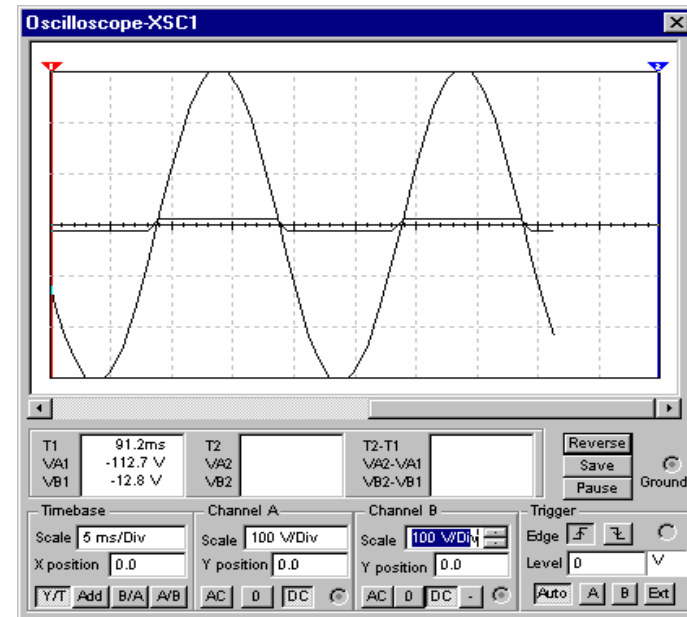
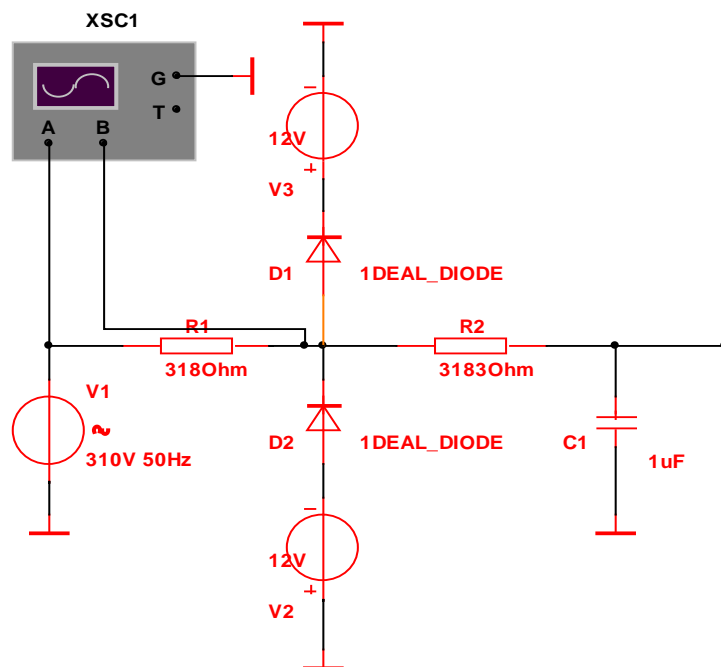
Lösning tentauppg. 990613

- Uppgift 6

- Skissa spänningen $U_{ut}(t)$ (tidsdiagram) i följande krets, då $U_{in}=310.0\sin(100\pi t)$?



Tenta 990613 uppgift 6



Tenta 990613 uppgift 6

