

## Föreläsning 13

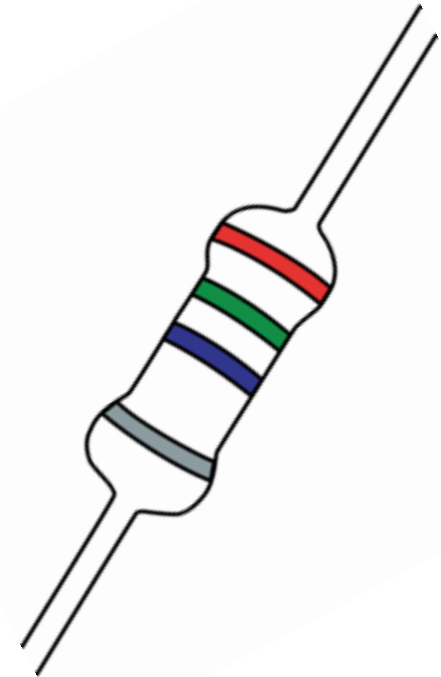
### Speciella dioder

- Lysdiod
- Solcell/Fotodiod

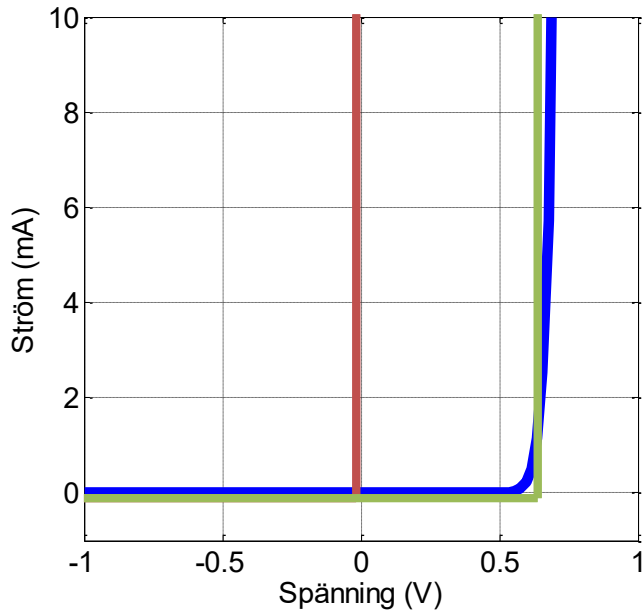
### Diodapplikationer:

- Termometer
- Likriktare
- Peak-detektor
- Charge Pump
- AM-radiomottagare

Hambley 479-500

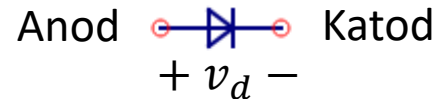


# Diod



$$I = I_0 \left( e^{\frac{v_d}{\eta V_T}} - 1 \right)$$

$$I_0 \approx 10^{-14} A \quad V_T \approx 25 mV \quad \eta \approx 1 - 2$$



Mekanisk Analog - Backventil



**Ideal Diod:**

$v_d = 0^+$  : kortslutning

$v_d < 0$ : avbrott



**Bra diodmodell:**

**Ideal diod i serie med spänningskälla**



0.6V

# Lysdiod

En lysdiod omvandlar ström till ljus

$$i_d = I_0 \left( e^{\frac{V}{2V_T}} - 1 \right)$$

$$P_{optical} \propto i_d$$

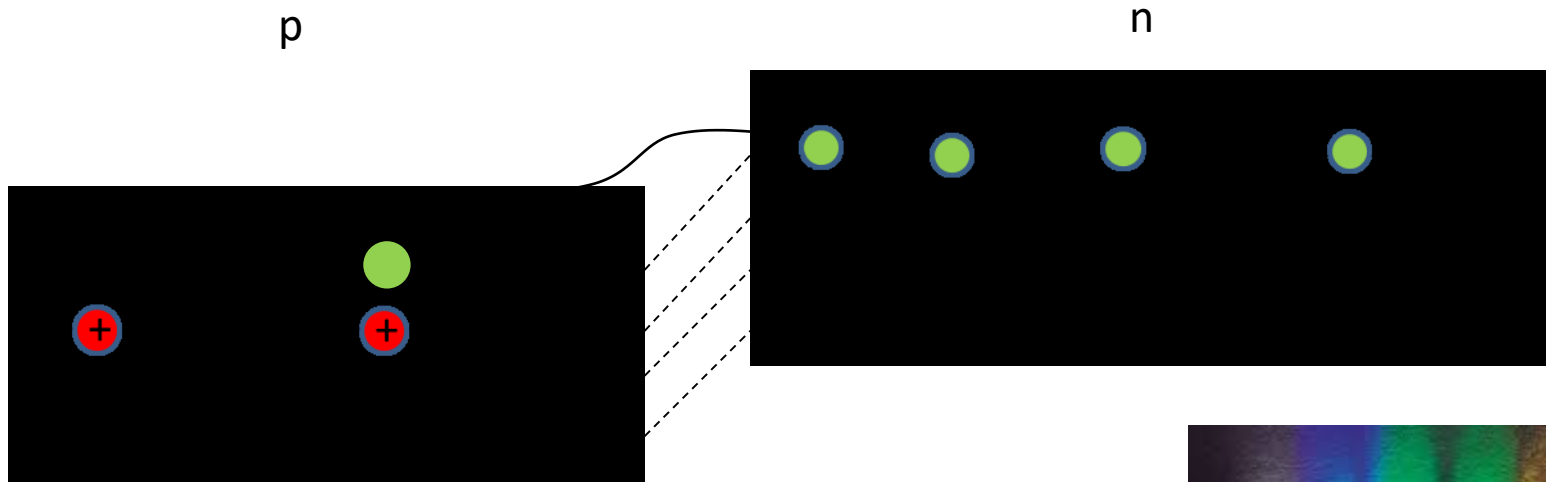
Ljusstyrkan är **proportionell** mot **strömmen** genom dioden.

Knäspänning: **1.5V** – **3V**

Blåare ljus – högre knäspänning



# Lysdiod

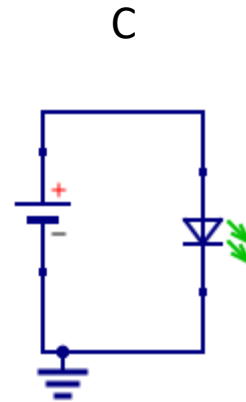
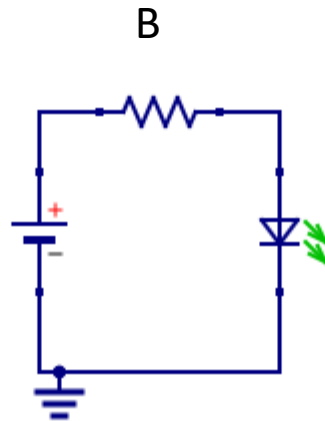
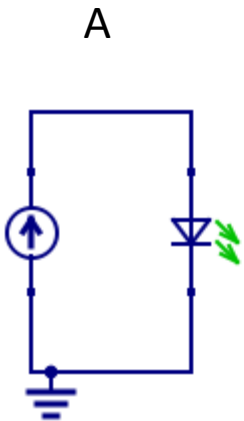


- Elektroner injeceras från n till p sidan
- En elektron rekombinerar med ett hål
- (Exciterad atom – oexciterad atom)
- För vissa material (GaAs, GaN...) energin kommer ut i form av ljus!
- Val av material sätter våglängden!

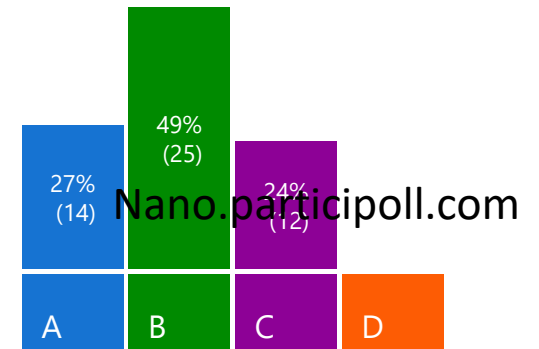


# Lysdiod - Biasering

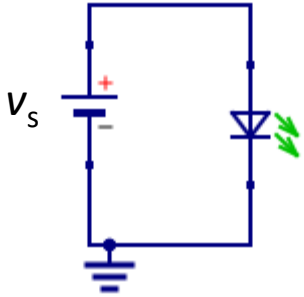
En lysdiod ska ge en konstant ljusstyrka.  
Vilken koppling nedan borde fungera bäst?



D  
????



# Lysdiod - Biasering



Biasera **aldrig** en diod så här!

120 *mV* ändring av  $v_s \sim 10x$  ökning av strömmen

Förmodligen går dioden sönder av för stor effektutveckling.

- Använd  $v_s$  i serie med en resistor – slösar bort energi i resistorn.
- **Använd en strömkälla!**

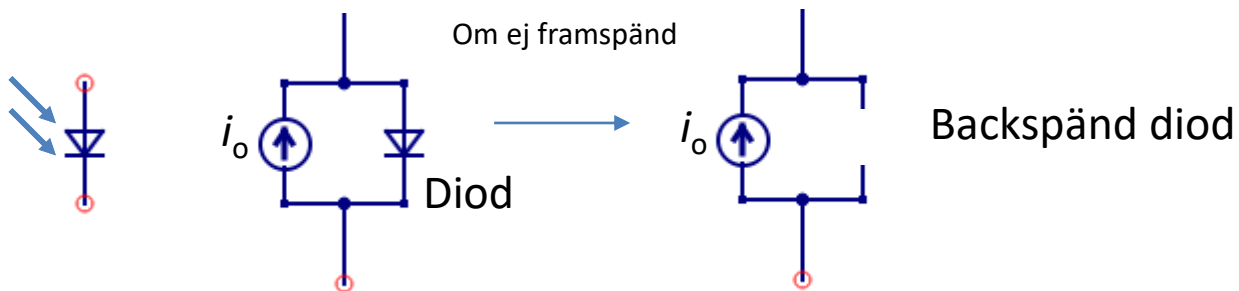
# Solcell / Fotodiod

- En solcell/fotodiod omvandlar ljus till elektrisk energi
- Strömmen är proportionell mot ljusstyrkan.
- Den optiskt genererade strömmen flyter från n till p!

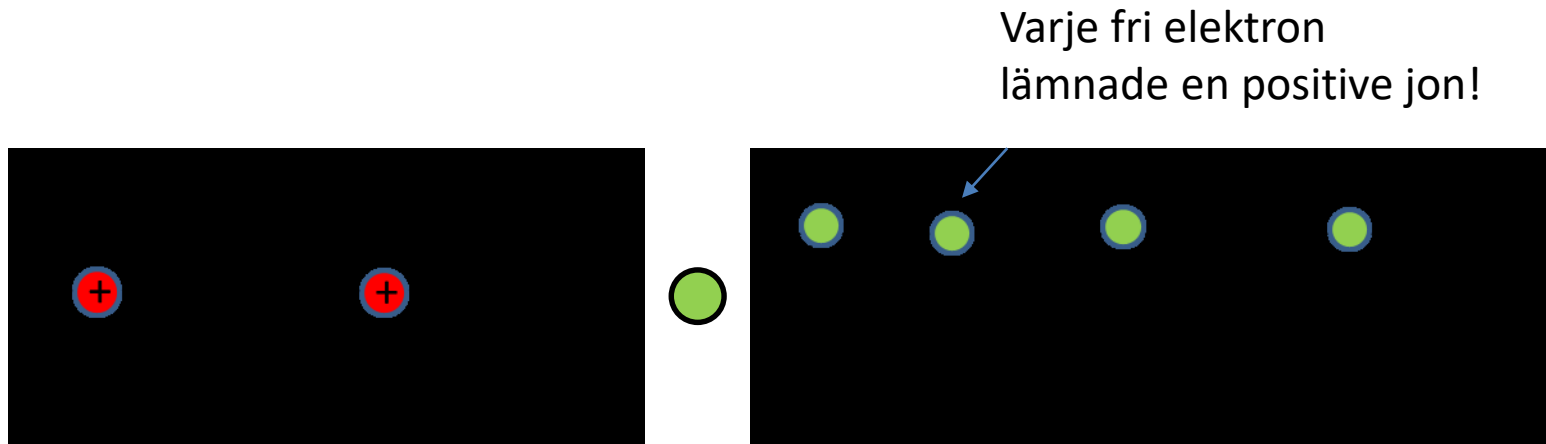


$$i_{optical} \propto P_{optical}$$

Om  $v_d \ll$  knäspänningen : strömkälla där  $i_o$  proportionell mot infallande ljus



# Solcell / Fotodiod



- Ljus in kan excitera en elektron från valensbandet
- Skapar "extra" rörlig laddning
- Dras åt de joniserade (+)-laddningen på n-sidan
- Genererar en ström!



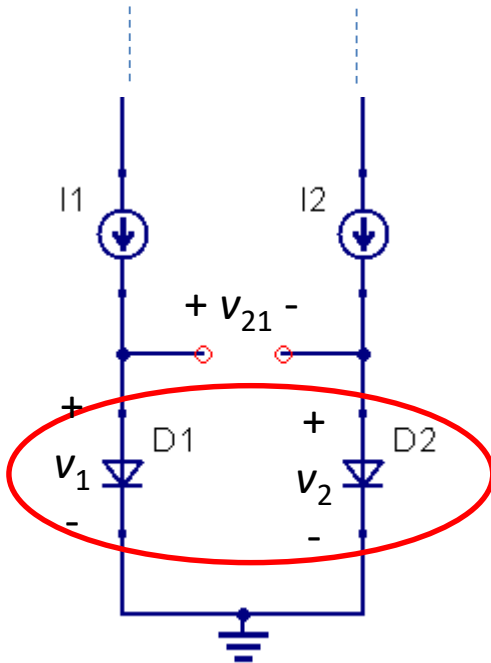
# Solcell

---



- En kiselcell lämnar ut en DC-ström spänning på ungefär 0.6V
- Seriekoppling – högre utspänning
- Behöver omvandlas till AC (Inverter DC-AC)

# Absolut Elektrisk Temperatursensor



Dioderna har en temperatur  $T$

$$i_1 \approx I_0(T) e^{\frac{v_1}{V_T}} \quad v_1 = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{i_1}{I_0}\right) \quad V_T = \frac{kT}{q}$$

$$i_2 \approx I_0(T) e^{\frac{v_2}{V_T}} \quad v_2 = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{i_2}{I_0}\right)$$

$$v_2 - v_1 = \frac{kT}{q} \left( \ln\left(\frac{i_1}{I_0}\right) - \ln\left(\frac{i_2}{I_0}\right) \right) = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{i_1}{i_2}\right) \propto T$$

- Spänningen  $v_{21}$  är direkt proportionell mot temperaturen.
- Temperatur  $\rightarrow$  elektrisk signal.
- Behöver bygga strömkällor



$$\ln(a) - \ln(b) = \ln\left(\frac{a}{b}\right)$$

# AC-DC omvandlare : diodbryggor & Charge Pumps

Vägguttag:

$$v_{ac}(t) = 325\cos(\omega t)$$

$$\omega = 2\pi 50$$

Laddare/Elektronik:

$$v_{in} = 5V$$



Hur omvandlar vi en AC-spänning till DC?

- 1) Likrikta AC-spänningen till DC – diodbryggor + RC**
- 2) Kan vi ut en \_högre\_ spänning än inspänningen?**

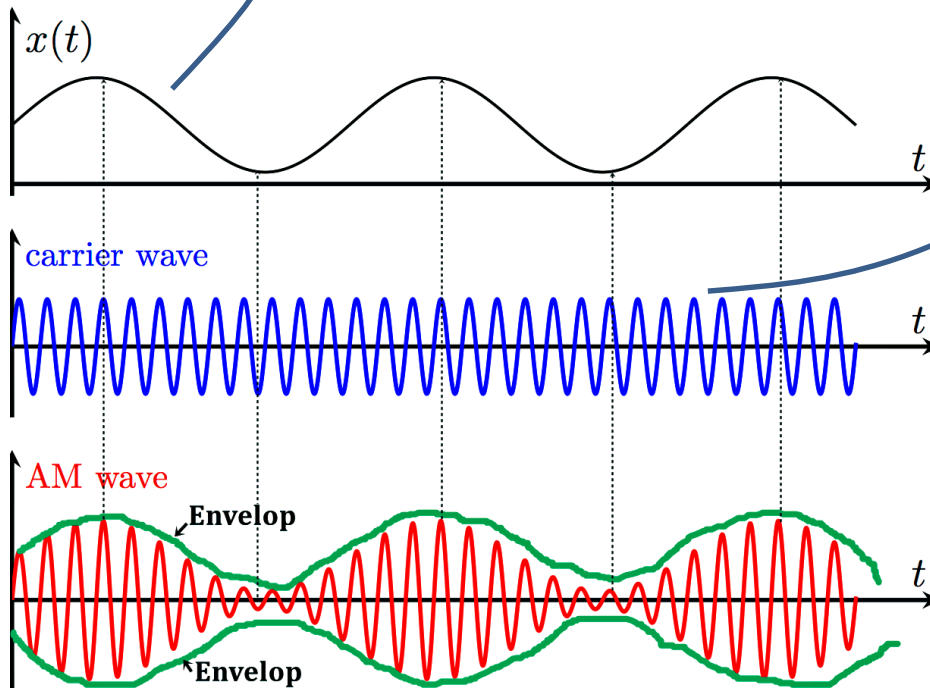


# AM-radiomottagare

Amplitudmodulering är den enklaste modulationsformen

$$\text{Signal: } v_s(t) \cdot v_o \sin(\omega t)$$

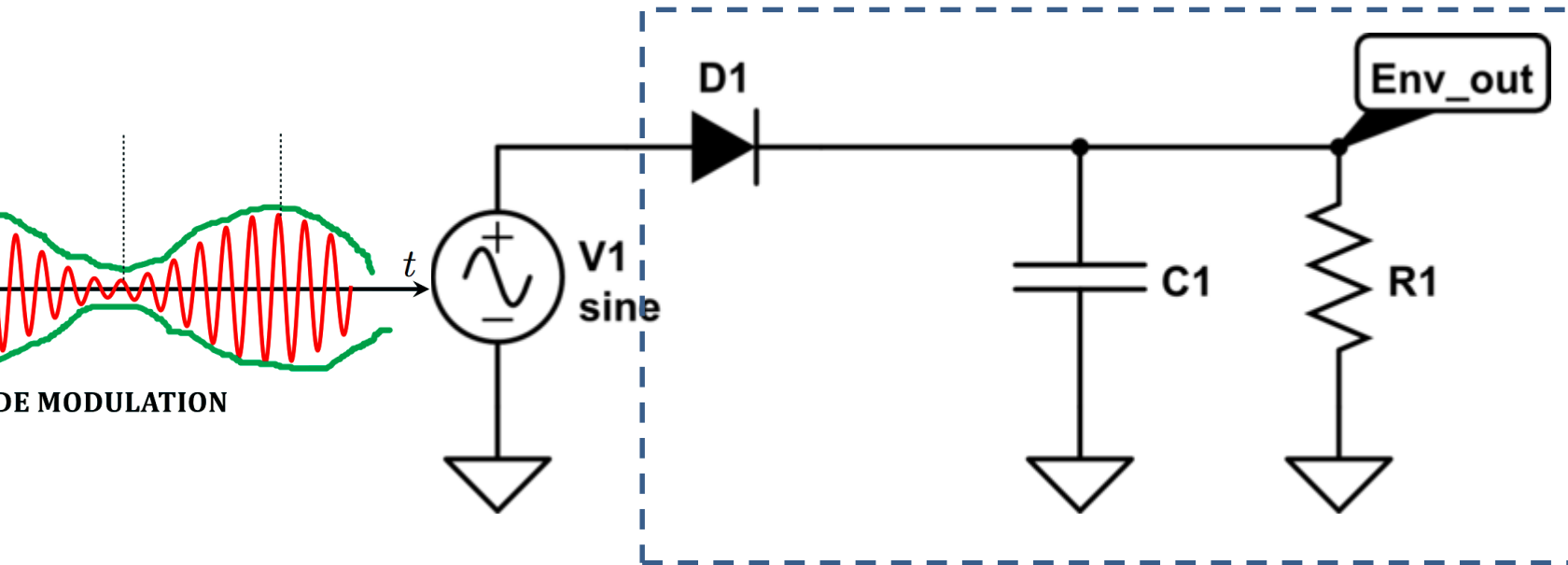
Bärvåg:  $\omega$  är 1-100 MHz för att passa för en antenn



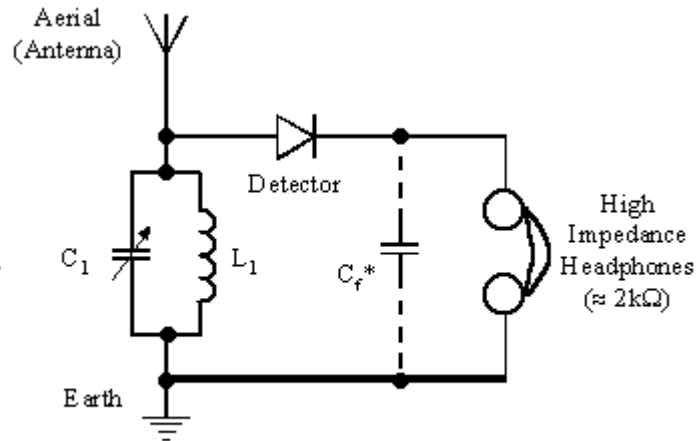
EXAMPLE OF AMPLITUDE MODULATION

Vi vill bara detektera Envelop:en av signalen!

# AM-radiomottagare



Resonanskrets  
bandpassfilter



\*Self-capacitance of headphones may be sufficient



Väldigt tidig radiomottagare!