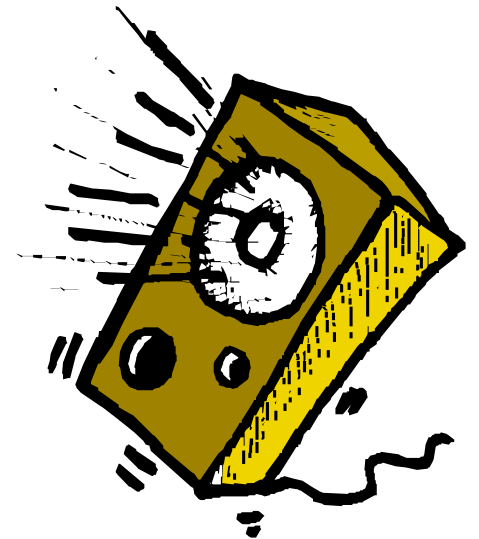
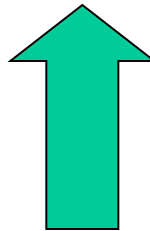
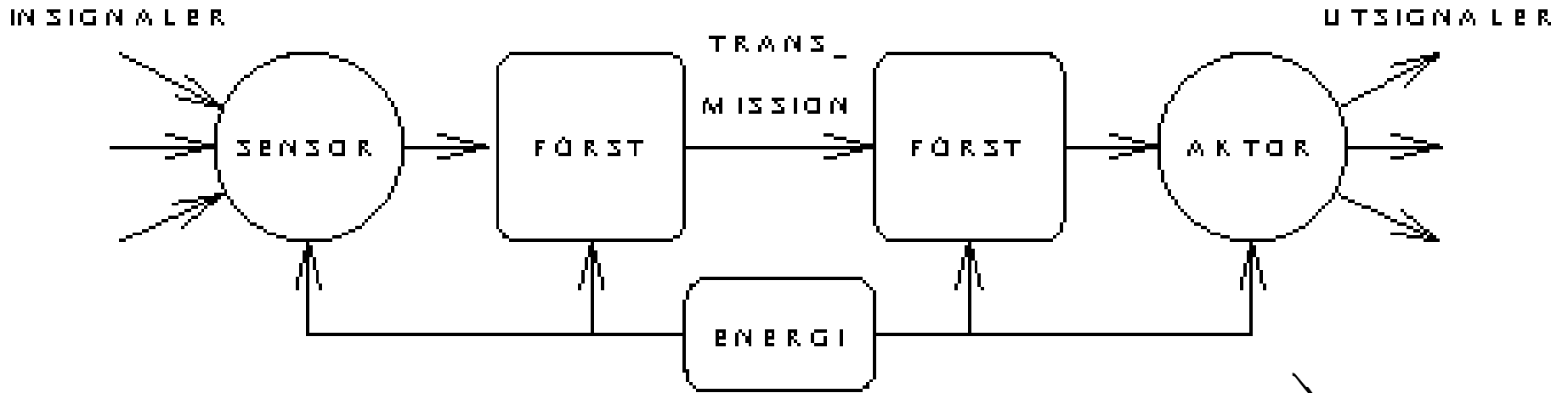


# Spänningsförsörjning



Olika typer av aggregat speciellt med  
switchteknik

# Varför spänningsaggregat?

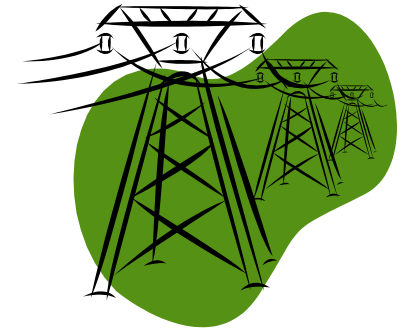


# Översikt

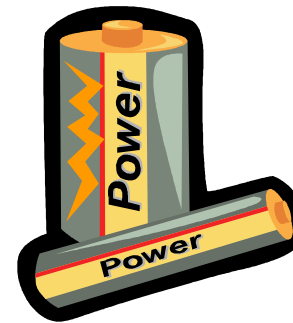
- AC-AC (Växelspänning till växelspänning)
  - Omvandlare mellan olika växelspänningar ofta med bivillkor som konstant utspänning, flera utspänningar, annan frekvens eller störbekämpning. T.ex. asynkkronmotordrivning
- DC-DC (Likspänning till likspänning)
  - Batteridrift samt strömförsörjning i apparater uppbyggda av flera delsystem (kretskort)
- AC-DC
  - Strömförsörjning av lågspänningsapparater från vägguttaget
- DC-AC
  - Batteribackup, mobil utrustning, motordrivning, effektförstärkare

# Exempel på kraftkällor

- Kraftnätet (vägguttaget)



- Batterier



- Solceller

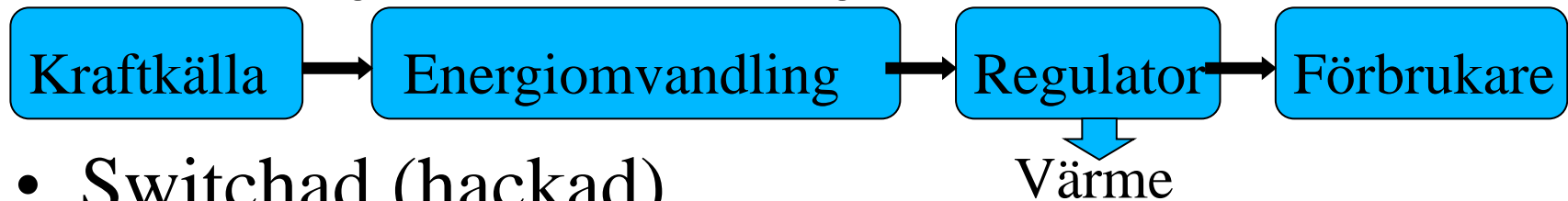


- ...

# Två viktiga principer för reglering

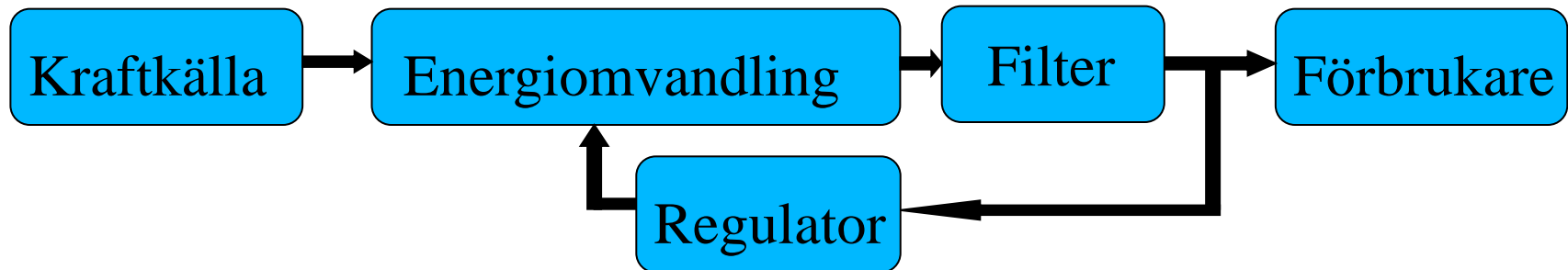
- Linjär (kontinuerlig)

- Energi fördelas mellan regulatorn och lasten



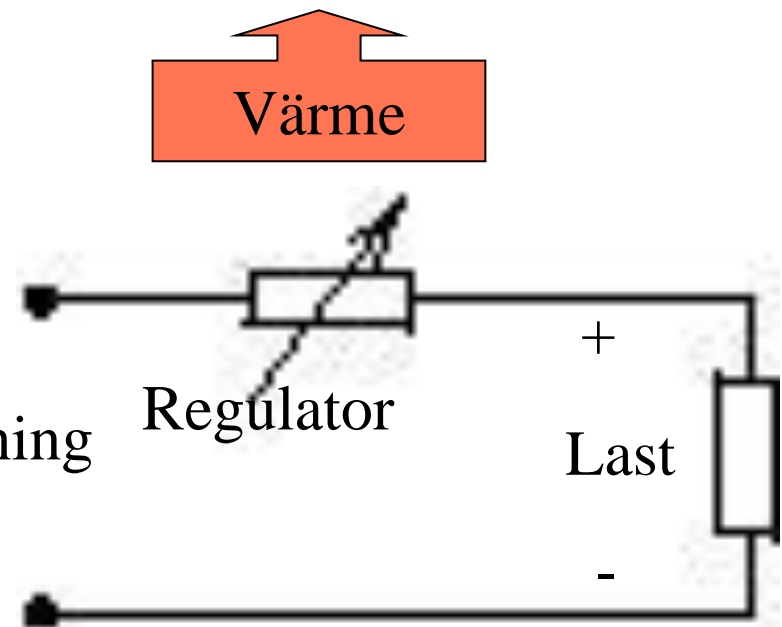
- Switchad (hackad)

- Energi flyttas nästan förlustfritt från källan till lasten i små paket. Regulatorn styr i vilken takt.



# Princip för linjär effektstyrning

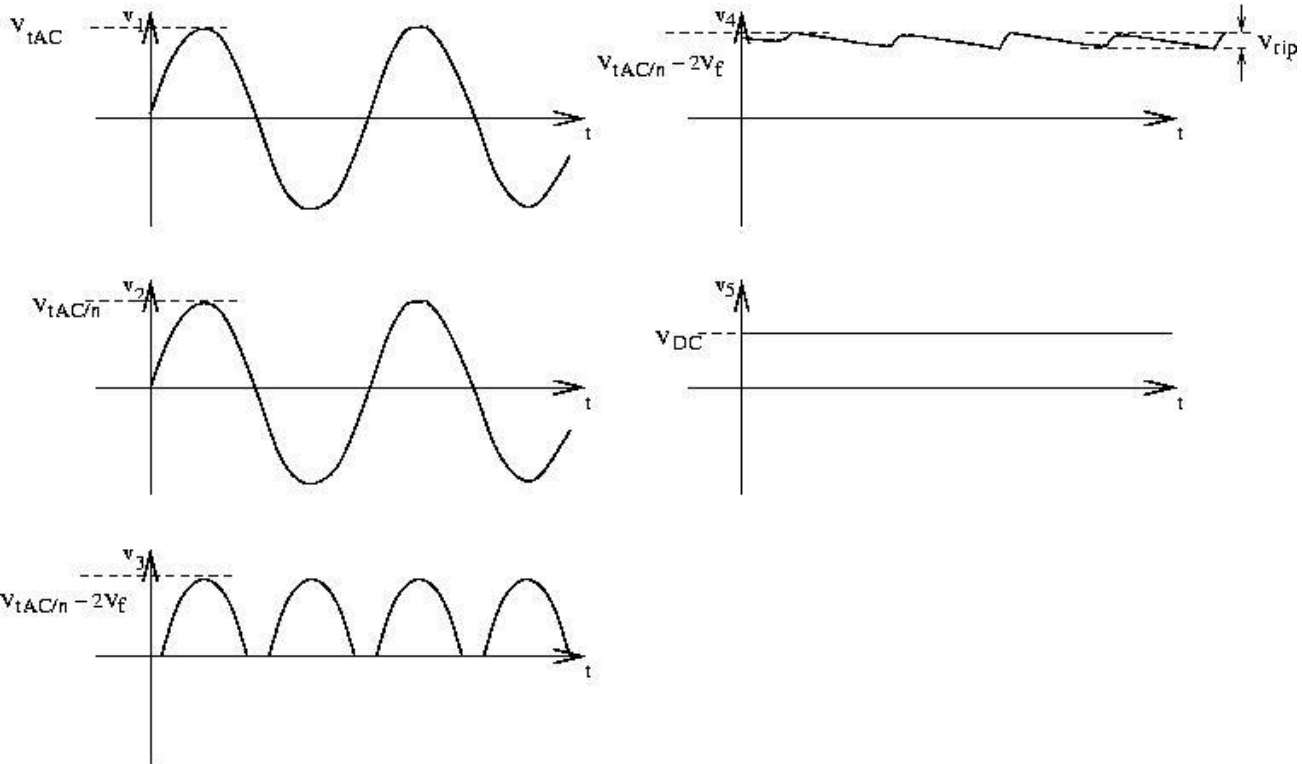
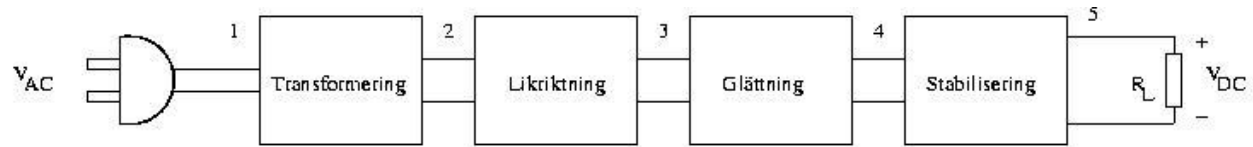
- Variabel spänningsdelning
- Förlusteffekt i regulatorn
  - Förlusteffekten i regulatorn beror av uttagen ström och in/utspänningsskillnad



# Linjära AC-DC aggregat

- Princip:
  - Minska amplituden på växelspänningen (transformator)
  - Likrikta (diod, tex. bara positiv spänning)
  - Jämna ut spänningen vid nollgenomgången (kondensator)
  - Reglera utspänningen

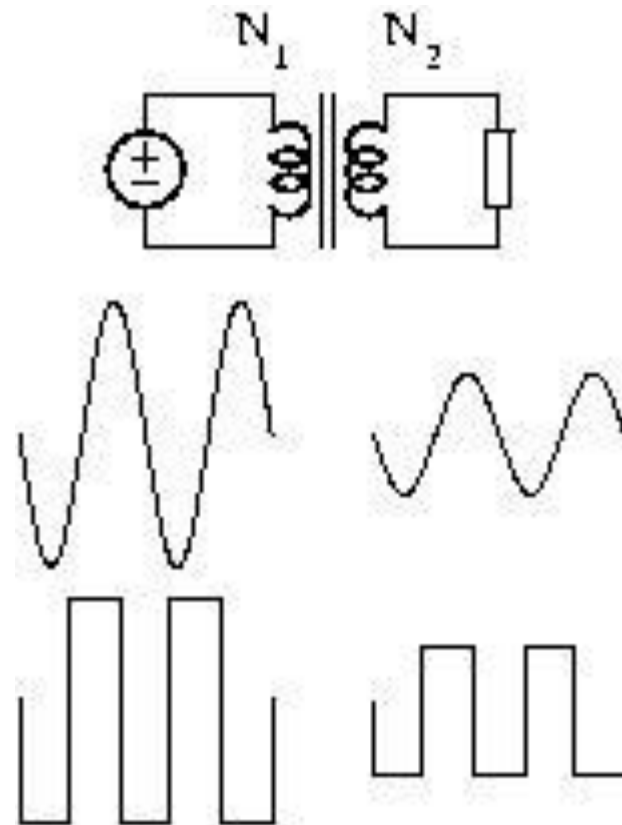
# Linjärt aggregat





# Transformatorn

- Två induktorer omsluter samma flöde
- Ström i den ena lindningen inducerar ström i den andra
- Lastspänning förhåller sig till inspänningen som lindningsvarven,  $N_2/N_1$
- Strömmarna förhåller sig omvänt,  $N_1/N_2$  dvs energin konstant



# Transformatorer

- Nätspänningstransformatorer
  - Laminerad plåt, EI
  - Järnpulverkärna, Toroid

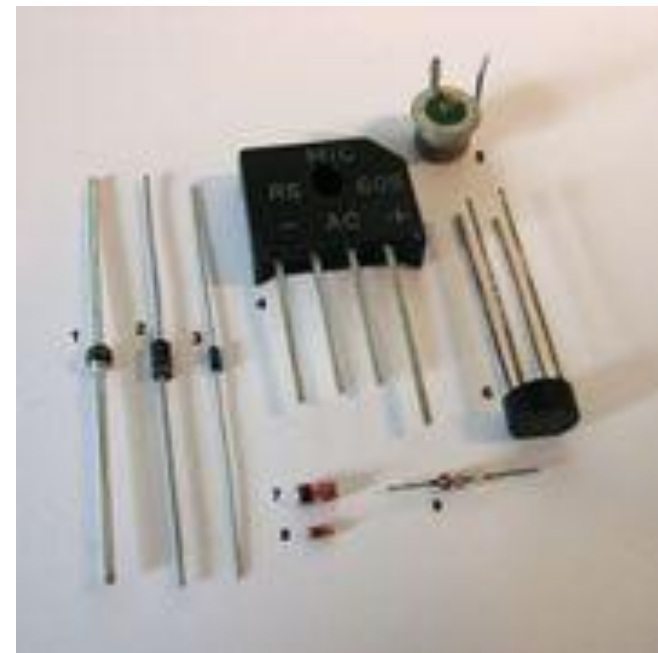
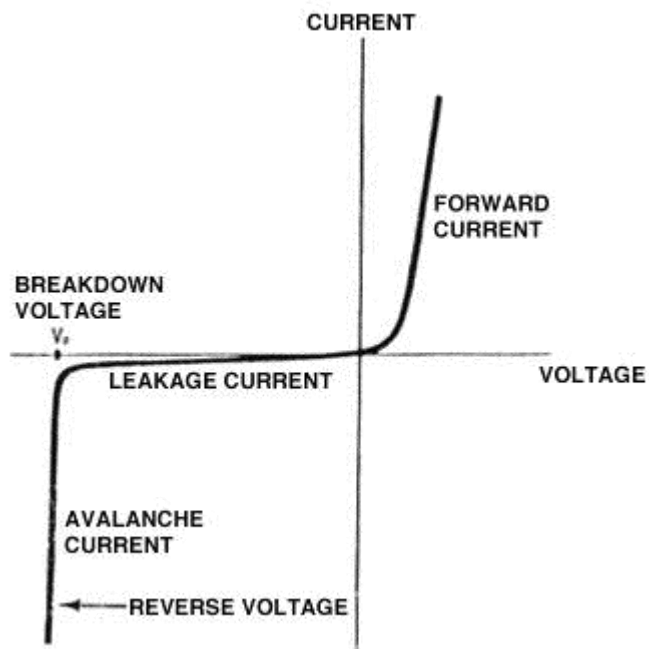


- Transformator för högre frekvens
  - Ferritkärna



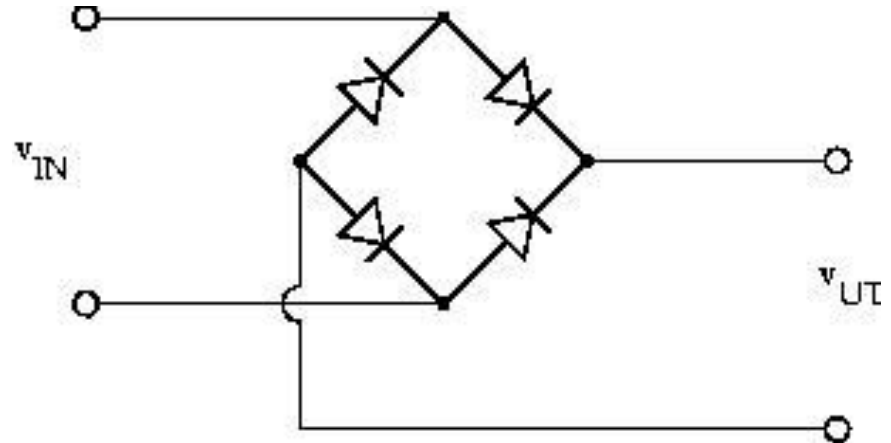
# Diod, en likriktare

- Leder ström endast i en riktning



# Likriktning

- Halvvågslikriktare
  - En diod
  - Endast en halvperiod, lång tid utan energitillskott
- Helvågslikriktare
  - Fyra dioder
  - Två dioder leder under ena halvperioden och de två andra under den andra halvperioden



# Kondensatorn, egenskaper

- Energi lagras som laddningar
- Spänningen över en kondensator är ett mått på mängden lagrad energi
- Kondensatorspänningen kan därför inte ändra sig momentant

# Varför regulator?

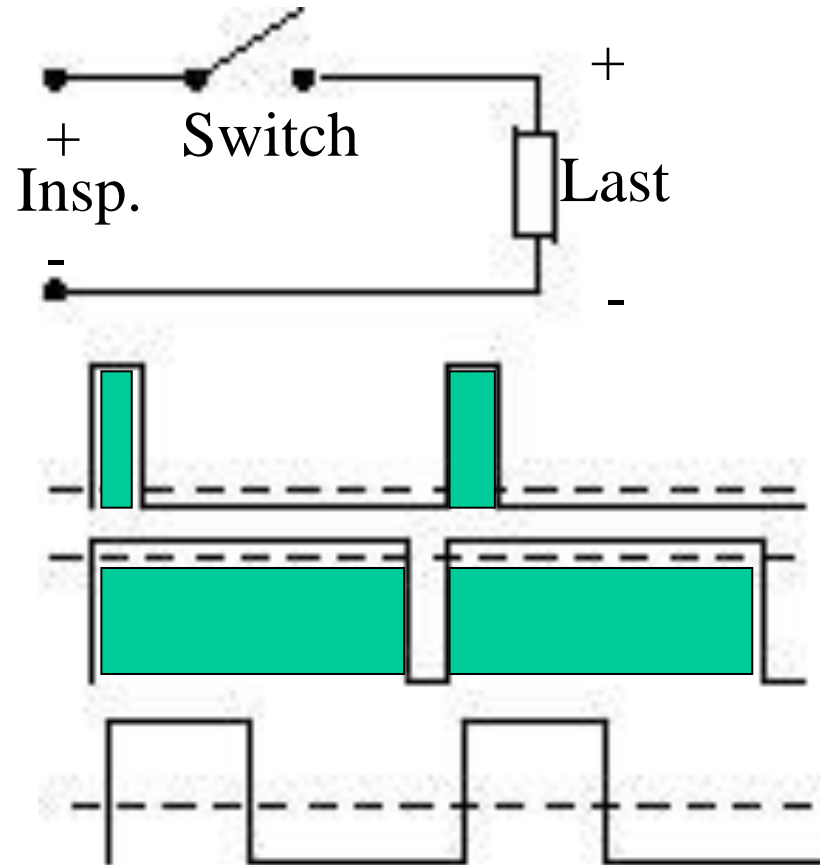
- För konstant utspänning krävs en regulator
  - Inspänningen är ofta varierande och ibland med störningar
  - Håller konstant utspänning oberoende av inspänning och av lastvariationer (= uttagen ström)
  - Möjlighet att variera utspänningen

# Linjär spänningsregulator

- Finns som IC-krets för positiva 78XX, och negativa 79XX spänningar 3, 5, 6, 9, 12 och 15 Volt och fungerar för belastningsströmmar upp till 1.5 A.
- Det finns även varianter där utspänningen kan ställas in steglöst.
- Enda kravet är att inspänningen är högre än utspänningen.

# Princip för switchad effektstyrning

- Strömbrytaren slår till och från med en frekvens som är hög i förhållande till lastens tröghet
- Liten förlusteffekt i regulatorn
  - Förlusteffekten i regulatorn beror av strömbrytarens tillresistans och omslagstid





# DC-DC omvandlare

## Funktion

- Konstant, ofta reglerad, likspänning från källa med högre eller lägre oreglerad likspänning

## Exempel

Bilradio, laptop, mobil ...



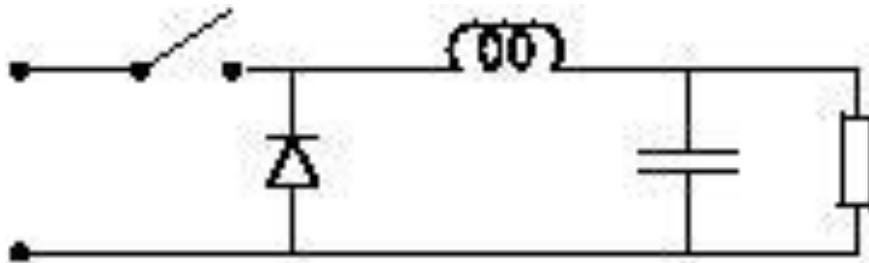
# Switchad spänningsregulator

- Linjär spänningsregulator:
  - Fördel:
    - Enkel konstruktion
  - Nackdel:
    - Spänningsskillnaden,  $V_{in} - V_{ut}$  omvandlas till värme
    - effektivitet på 40-60 %
    - Skrymmande pga. nödvändig kylning
    - Utspänningen måste vara lägre än inspänningen
- Spänningsregulator med switchteknik
  - Fördel:
    - Effektivitet på 75-98 %
    - Mindre i storlek
    - Utspänningen kan vara högre än inspänningen
  - Nackdel:
    - Avger högfrekvent brus och störning på matningsspänningen. Filtrering är nödvändigt
    - Kan avge irriterande högfrekvent ljud

# Komponenter i DC-DC omvandlare

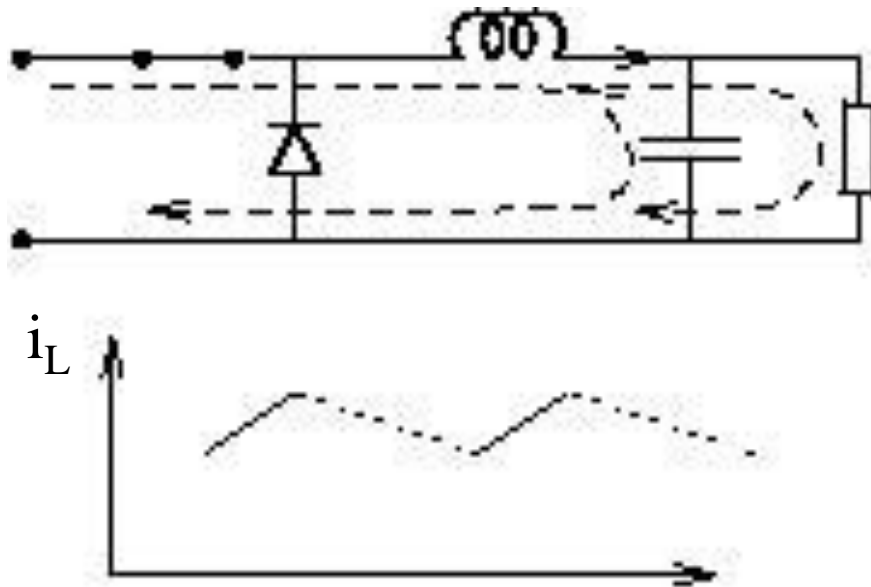
- Induktor, L
- Kondensator, C
- Strömbrytare (switch, transistor)
- Diod
- Regulator

# Step down - omvandlaren, DC-DC



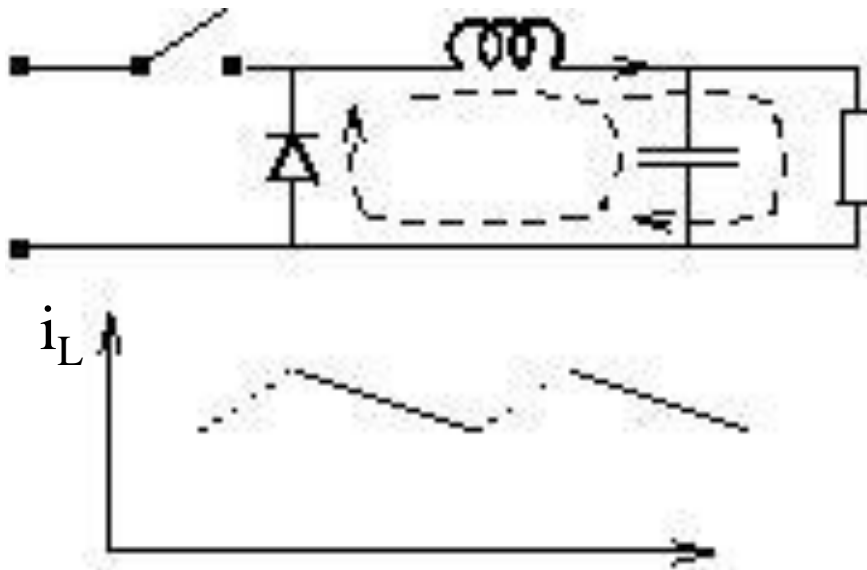
- Oreglerad likspänning matas från vänster
- Strömbrytaren slår om med hög frekvens
- Induktorn lagrar energi när strömbrytaren är tillslagen
- Energin i induktorn minskar när strömbrytaren är frånslagen

# Switch tillslagen



- Strömbrytaren tillslagen
- Strömmen i induktorn ökar (energi lagras i L och C)
- Spänningen över last och kondensator stiger något

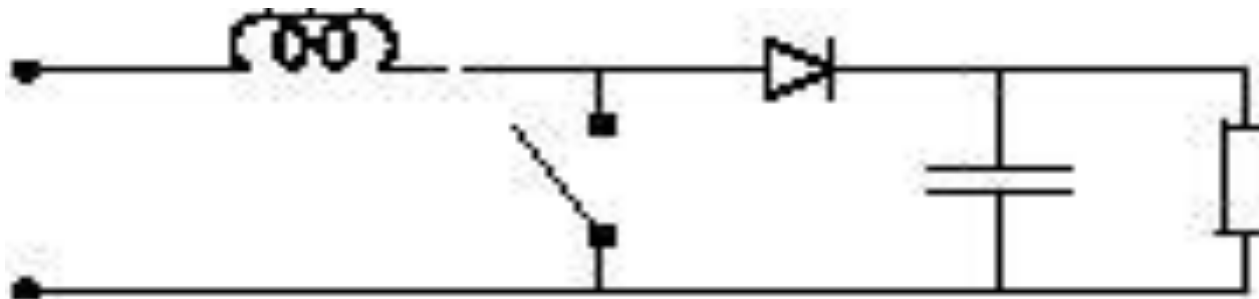
# Switch frånslagen



- Strömbrytaren frånslagen
- Strömmen i induktorn minskar (energi förbrukas) och laddning (ström) tas ur kondensatorn.
- Ström flyter i dioden
- Spänningen över last och kondensator minskar något

# Step up - omvandlaren , DC-DC

- Oreglerad likspänning matas in från vänster
- Strömbrytaren slår om med hög frekvens
- Induktorn lagrar energi när strömbrytaren är tillslagen
- Energin i induktorn förbrukas när strömbrytaren är frånslagen
- Inspänningen och spänningen över induktorn adderas och utspänningen blir därför högre än inspänningen



# Interna AC-DC

- Strömförsörjning av lågspänningsapparater från vägguttaget är vanligast
- Linjära aggregat är billiga och finns i begränsad omfattning för priskänsliga apparater som drar lite ström
- Switchade aggregat för övrigt





# Externa AC-DC

- Världsmarknaden ökar kraftig
  - 40 miljarder enheter per år för några år sen
  - Viss standardisering har åstadkommit på senare år
- Finns i många konsumentprodukter som telefoner, bärbara datorer, verktyg, kameror etc.
- Fördelar:
  - Mindre och lättare
  - Inga farliga spänningar i apparaten
  - Mer utrymme i apparaten för extra finesser
  - Snabbare från produkt till marknad



# Två typer av switchade AC-DC

- Primärswitchade
  - Likriktar nätspänningen direkt (325V)
  - Kräver galvanisk isolation in-ut och även för återkopplingen till regulatorn från utsignalen
- Sekundärswitchade
  - Använder en nedtransformerad växelspanning.
  - Galvanisk isolation finns i transformatorn

# DC-AC

- DC-AC
  - Batteribackup av växelspänningsapparater
    - UPS Uninterruptible Power Supply
  - Mobila växelspänningsapparater
  - Frekvensstyrning av asynkron- och borstlösa motorer

# Batterier

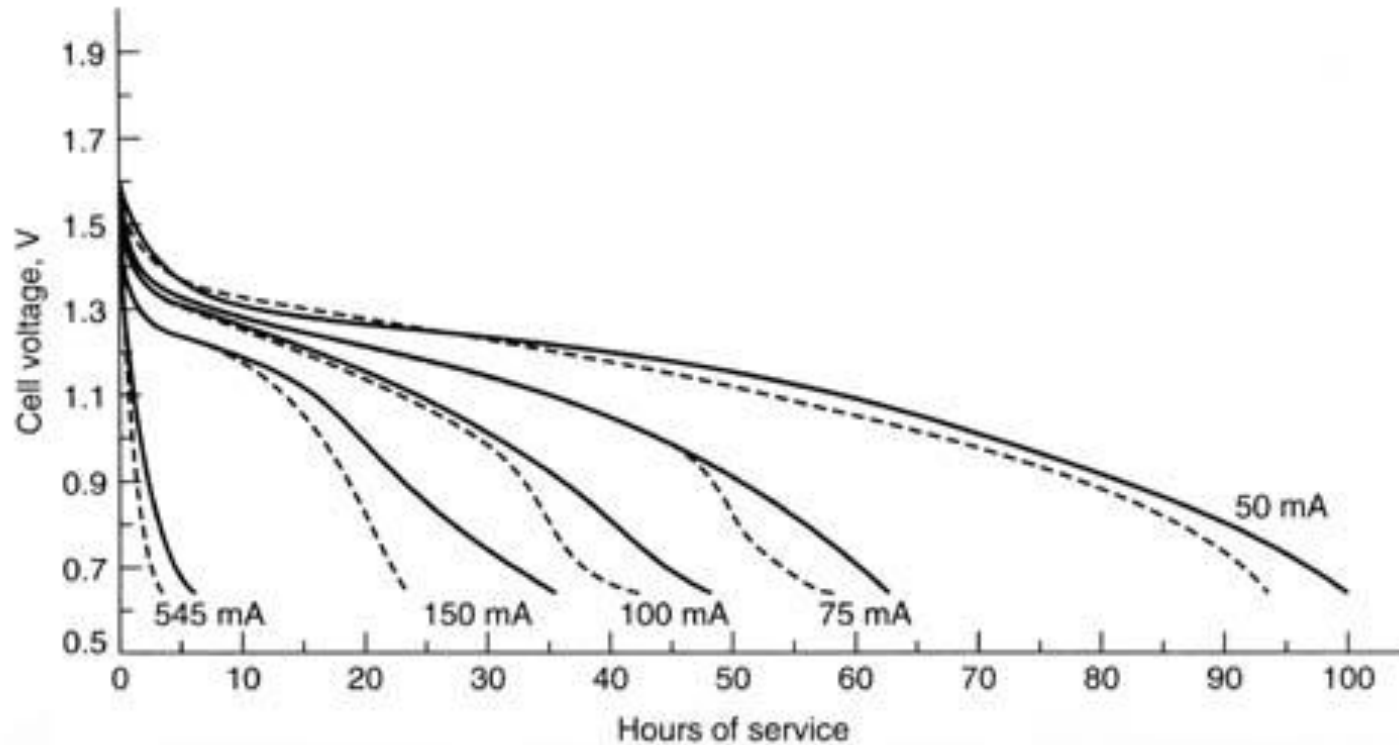
- Allt handlar om vikt, volym och energi.
  - Man vill ha något litet som inte väger någonting och har oändlig mängd lagrad energi !!!
- Uppladdningsbara batterier
- Engångsbatterier



# Engångsbatteri

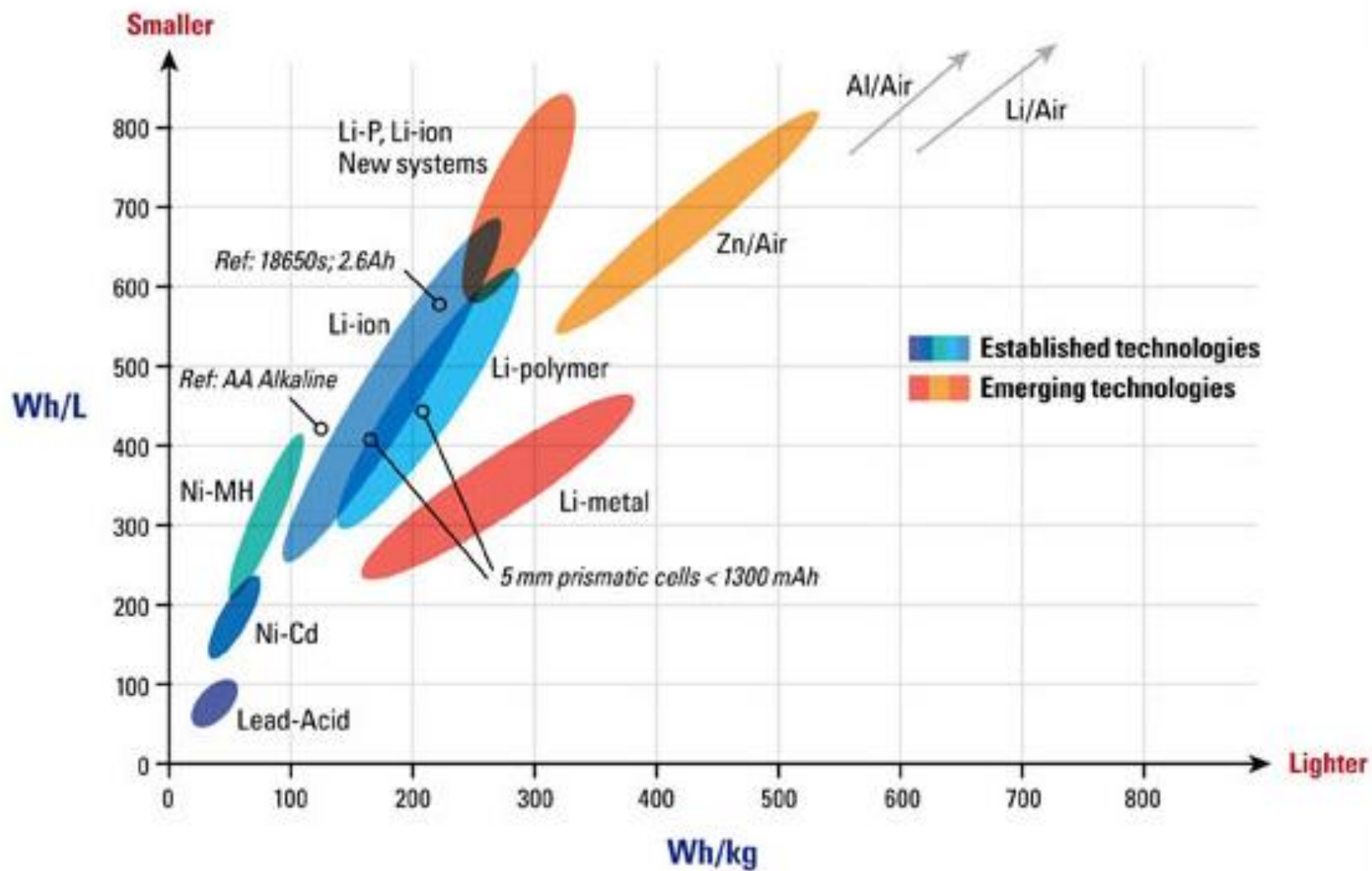


# Urladdningskurvor, brunsten



# Uppladdningsbara batterier

- Blybatterier (t.ex., bilbatterier)
- NickeCadmium (NiCd)
  - På väg ut, Kadmium är en giftigt tungmetall
- Nickel-Metallhydrid (NiMih) (vanliga uppladdningsbara batterier)
  - Mer miljövänlig än NiCd
- Lithium-Jon (Li-ion) (mobiltelefon, klockor)
  - Snabb upp-/urladdning kan få batteriet att explodera
- Lithium-jon polymer (Li-ion pol.) (mobiltelefon)
  - Billigare och mer formbar.





# Energidensitet

	<b>MJ/L</b>	<b>MJ/kg</b>
<b>Blybatteri</b>	<b>0,14</b>	<b>0,36</b>
<b>Li-ion</b>	<b>0,7 (*5)</b>	<b>0,9 (*3)</b>
<b>Dynamit (TNT)</b>	<b>4,6</b>	<b>6,9</b>
<b>Nitroglycerin</b>	<b>6,4</b>	<b>10,2</b>

# Superkondensatorer

<b>Device</b>	<b>Volumetric energy density [Wh/L]</b>	<b>power density [W/kg]</b>	<b>number of charge/discharge [cycles]</b>	<b>Discharge time [s]</b>
Batteries	50-250	150	$1 - 10^3$	$> 1000$
Super Capacitor	0.05 - 5	$10^5 - 10^8$	$10^5 - 10^6$	$< 1$



# Switch capacitor/charge pump

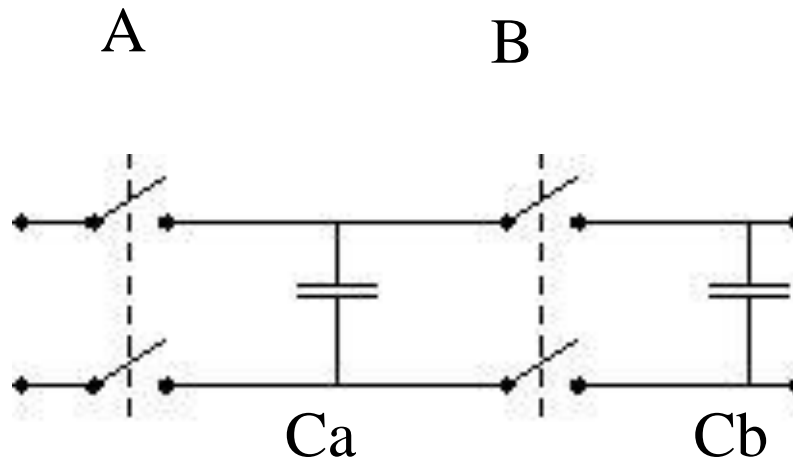
Switch A sluten och B öppen –  $C_a$  laddas

Switch B sluten och A öppen –  $C_b$  laddas från  $C_a$

Exempel

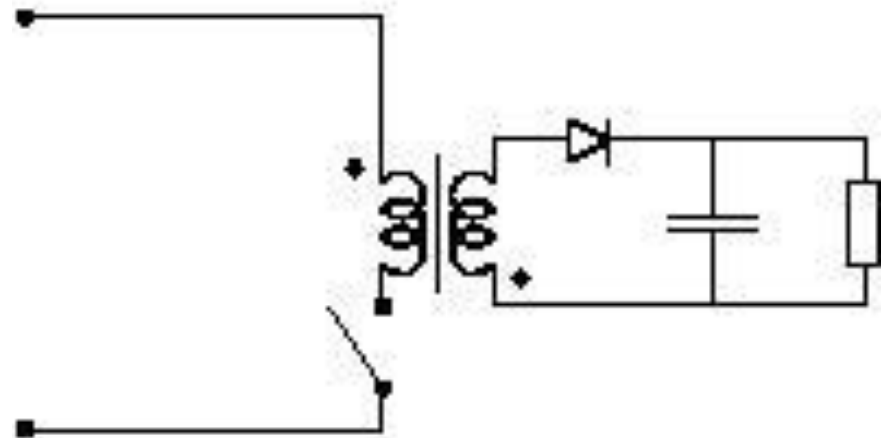
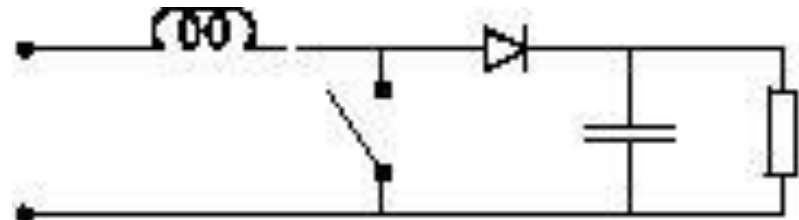
+V till -V

+V till +2V



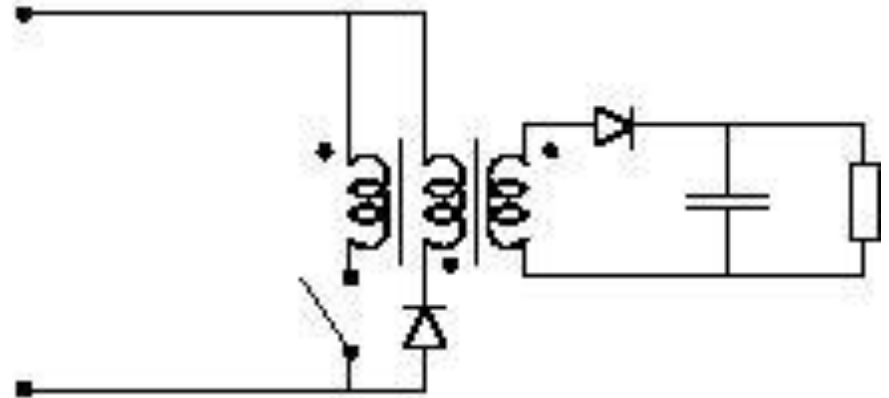
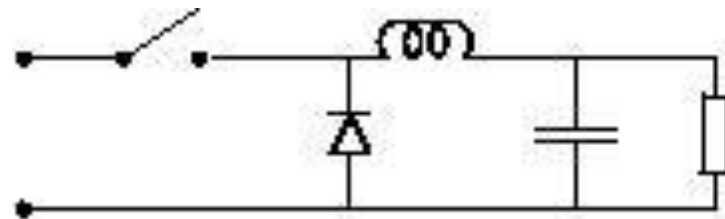
# Flybackconvertern

- Samma princip som step-upkonvertern
- Energi lagras i induktorn vid sluten strömbrytare
- Energi från induktorn överförs vid öppen strömbrytare



# Forwardkonvertern

- Samma princip som step-downkonvertern
- Energi lagras i induktorn och överförs vid slutet strömbrytare
- Energi från induktorn återförs till källan vid öppen strömbrytare



# Push-pull

- Strömbrytarna leder växelvis
- Energi överförs hela tiden
- En variant för högre effekt (500+ W) har bara en induktor på primärsidan kopplad i brygga med fyra strömbrytare

