

Kraftelektronik:

Beräkna: Diodlikriktare enfas/trefas, likspänningsomriktare, spänningars och strömmars tidsfunktioner.

Kunna: Grundprinciper, komponenter, övertoner, användningsområden, strömriktare, PWM.

Kraftelektronik

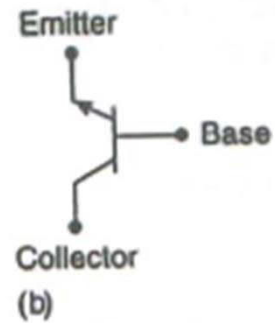
En **ventil** – en elektrisk komponent som för en viss strömriktning kan vara ledande, spärrande eller blockerande.

Några av de vanligaste ventilerna:

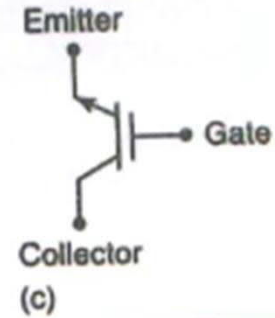
Diode



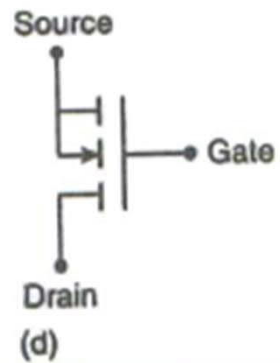
Bipolar transistor (BJT)



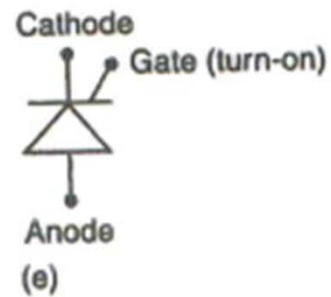
Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)



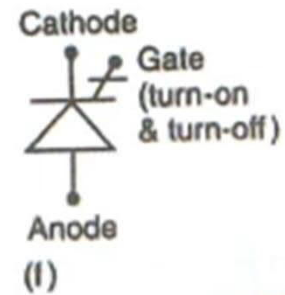
MOSFET



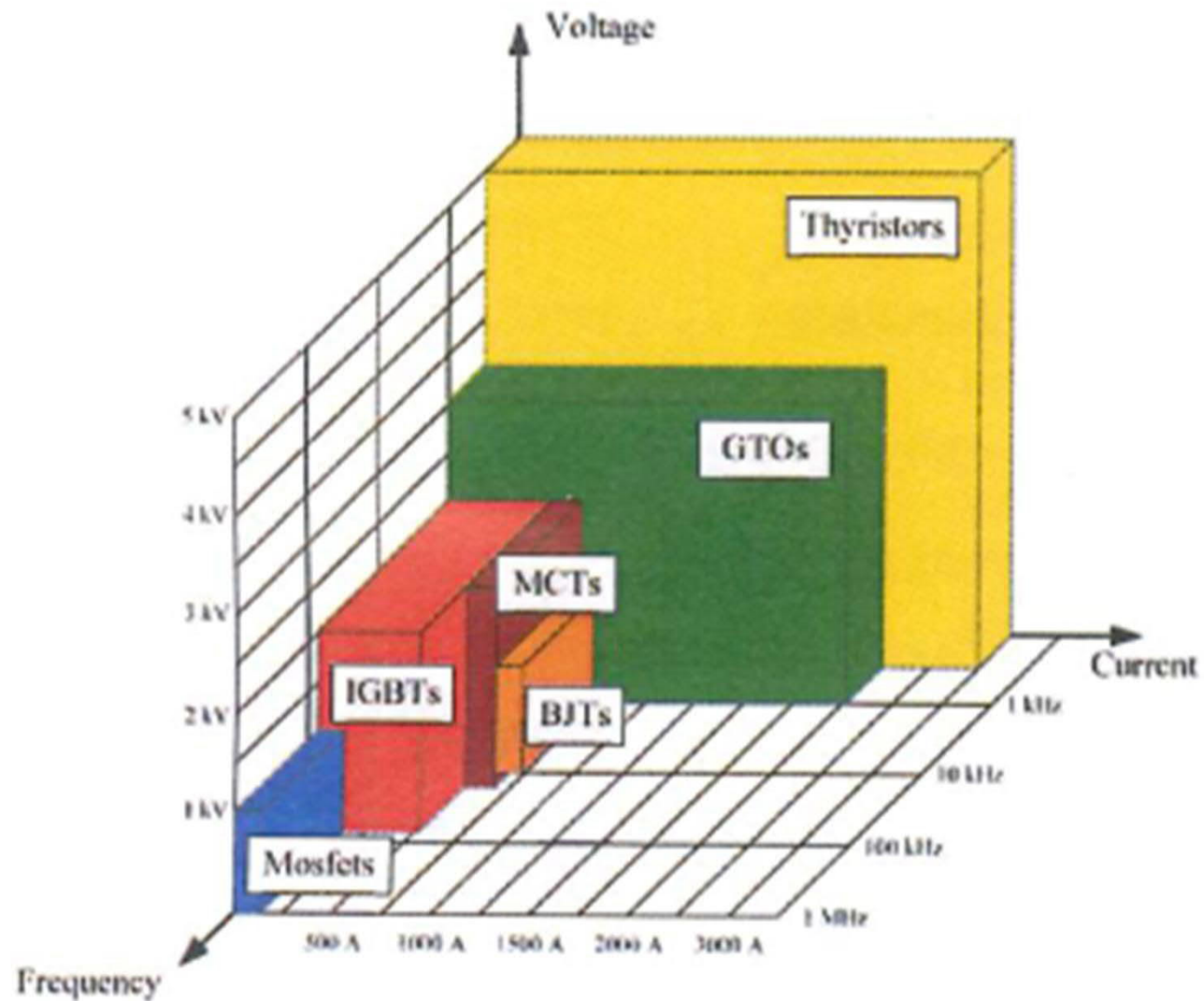
Thyristor



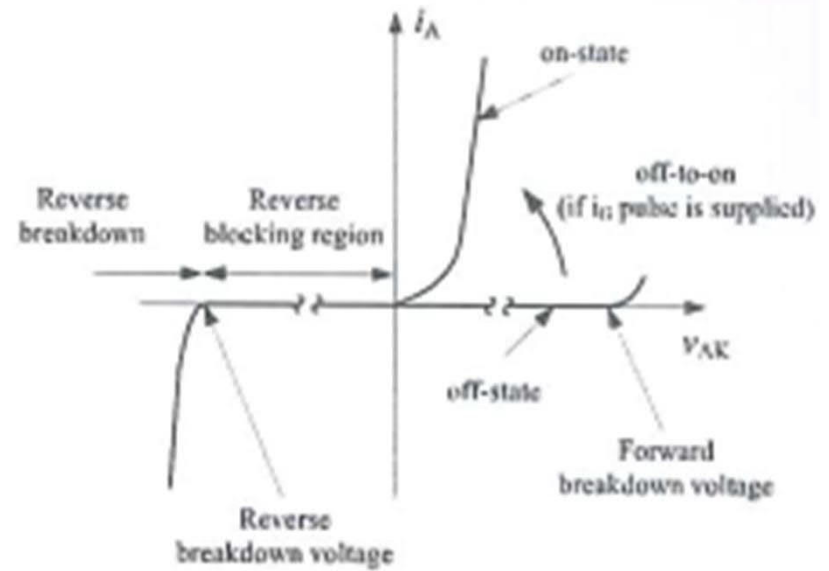
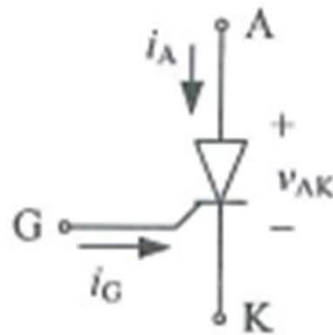
Gate Turn-off Thyristor (GTO)



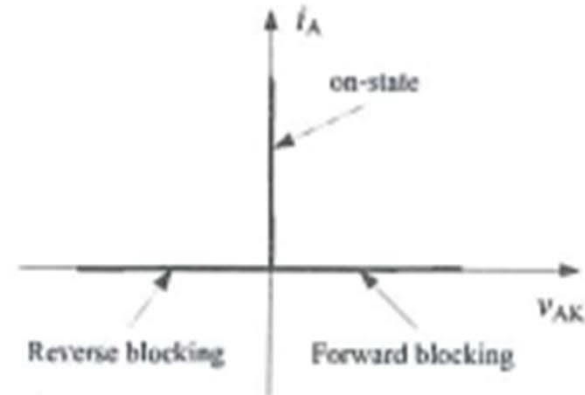
Komponentval beror på spänningsnivå, frekvens, ström
(och förstås applikation!)



Tyristor

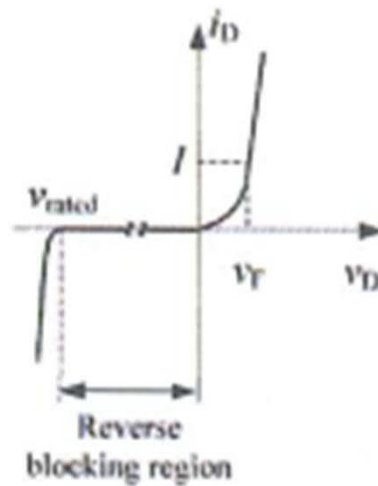
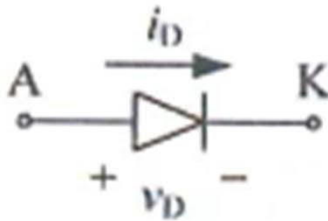


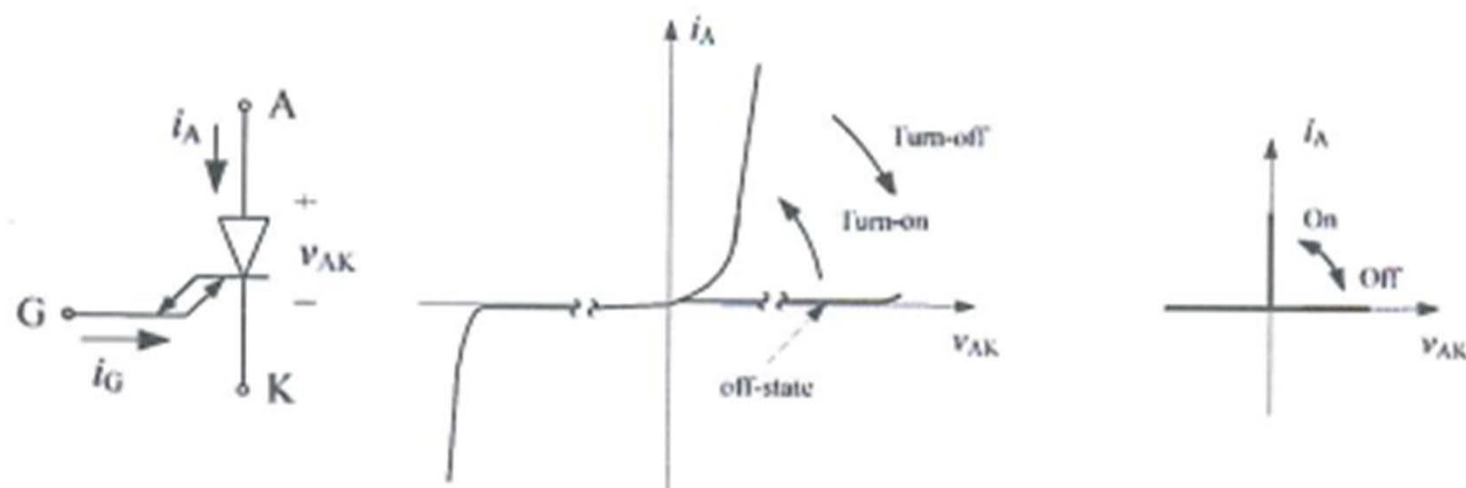
- Hög spänning/strömnivå
- Tänds med strömpuls
- Släcks när strömmen "byter riktning"



Diod

- Blockerar ström i en riktning
- Leder i den andra
- Stora spänningar/strömmar





- Like a thyristor but **with turn-off capability**
- High voltage and current ratings
- Very much used in FACTS devices for transmission-level VSC
- Forward voltage drop 50% higher than thyristor

MOSFET

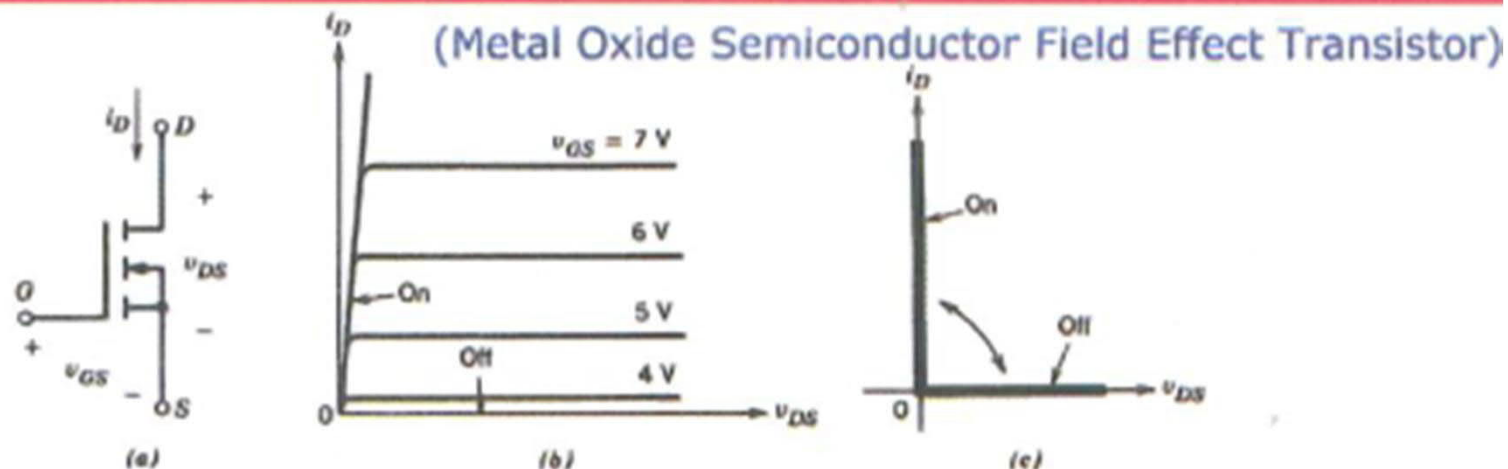


Figure 2-9 N-channel MOSFET: (a) symbol, (b) i - v characteristics, (c) idealized characteristics.

- Fast switching speed (hundreds of kHz).
- On-resistance increases rapidly with blocking voltage: not used for high-power applications
- Easy to drive.
- MOSFETs are useful in low-voltage high-current applications: the device of choice for blocking voltages less than 500 V.

IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)

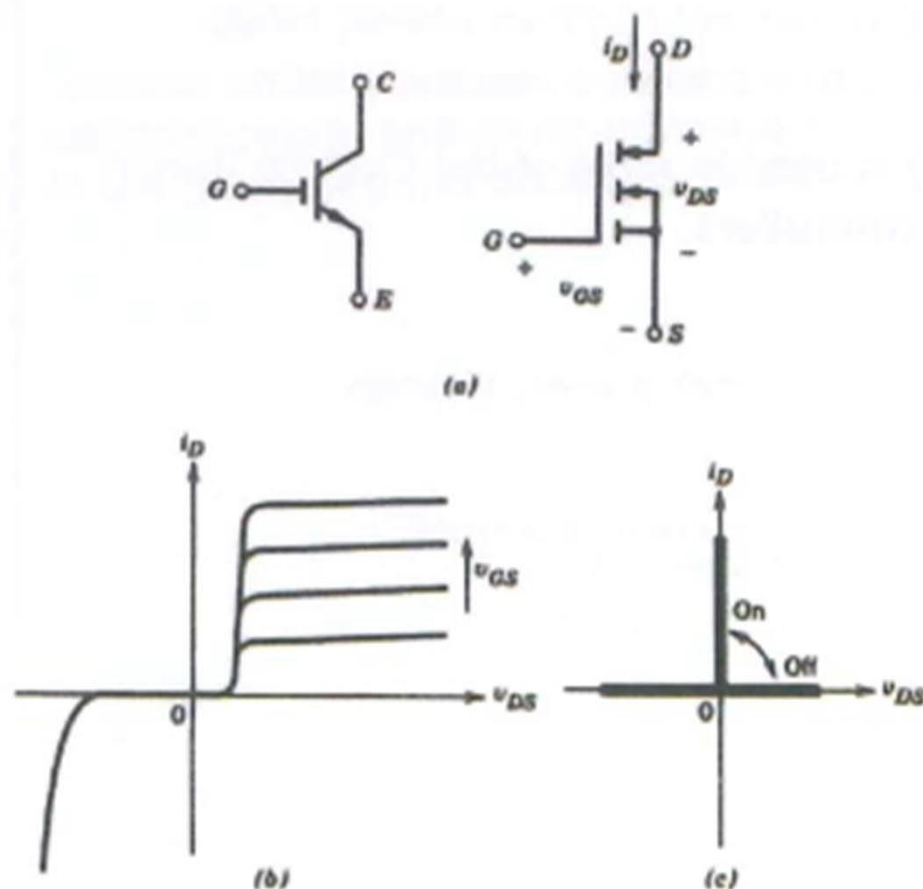
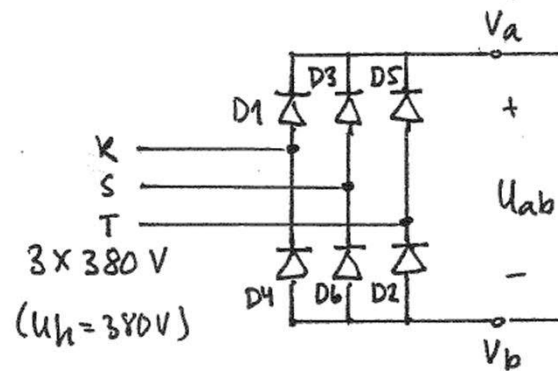


Figure 2-12 An IGBT: (a) symbol, (b) i - v characteristics, (c) idealized characteristics.

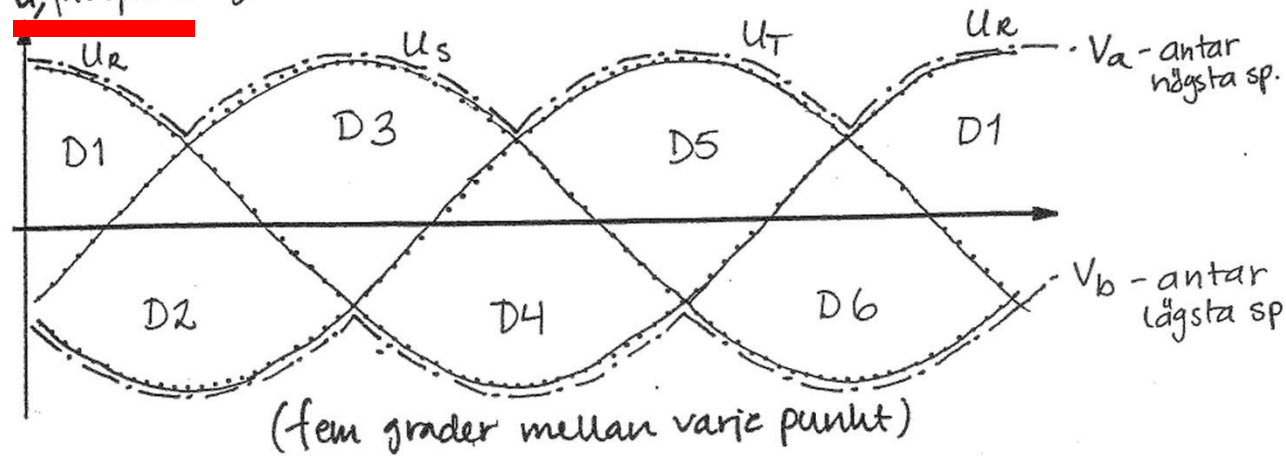
- Becoming the device of choice in 500-1700 V applications, at power levels of 1-1000 kW.
- Easy to parallel, build modules.
- Forward voltage drop: diode in series with on-resistance (2-4 V), lower than MOSFET, higher than thyristor/GTO
- Easy to drive
- Slower than MOSFET, but faster than GTO: typical switching frequencies 3-30 kHz
- Rapidly advancing technology (6 kV valves are now available)

5.8) Trefas diod likriktare C & L glättar U_{ab} resp. strömmen

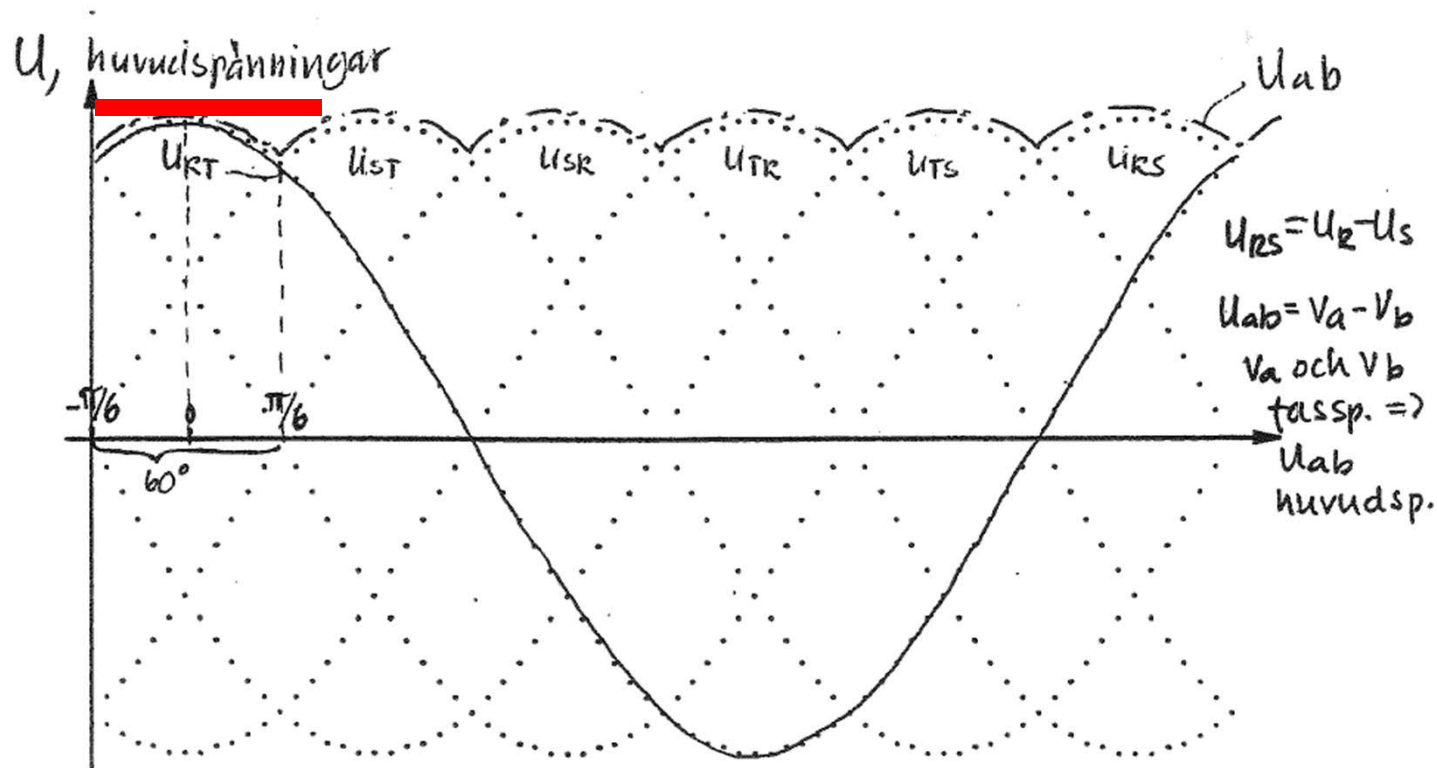


$$U_{ab} = V_a - V_b$$

$U_{fasspänningar}$

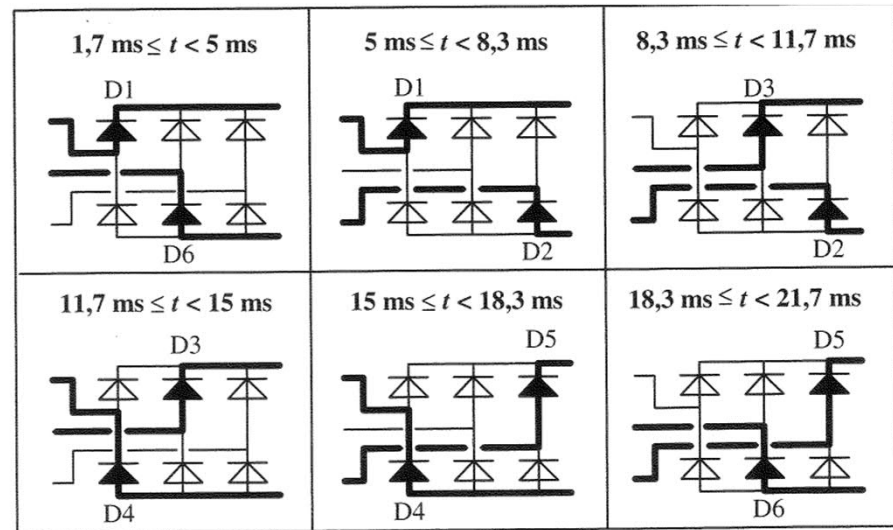
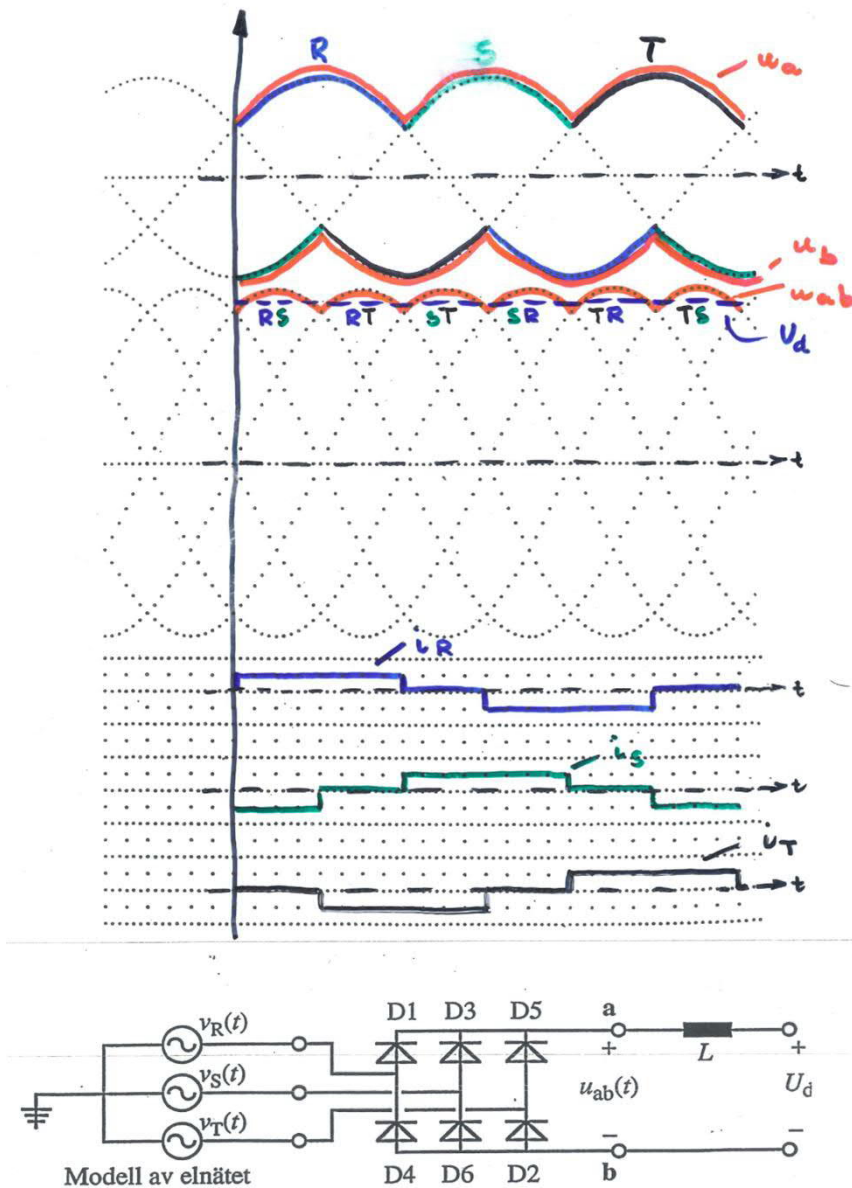


- a) den filtrerade lilspänningen = $\bar{U}_{ab}$
 Vi beräknar medelvärdet på en "puchel"



Vi får rippel med $6 \cdot$ frekvensen i den likriktade strömmen (60 grader)

Trefaslikriktare där vi glättat



Figur 5.5 Faspotentialerna på de tre faserna på ett 400 V/50 Hz elnät samt potentialerna i punkt a och b. Dessutom visas hur strömmen går i diodlikriktaren under olika delar av perioden.

Glättningsinduktans

Induktansen är en strömstyv komponent.
Strömmen genom L kan ej ändras
språngvis.

$$\frac{di_L(t)}{dt} = \frac{u_L(t)}{L}$$

$$U_d = \frac{3 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot U \approx 1.35 \cdot U$$

$$U_d = \frac{3 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot U \approx 1.35 \cdot U$$

$$U_d = \frac{2 \cdot \sqrt{2}}{\pi} U_f \approx 0.9 \cdot U_f$$

Glättningsinduktans

$$\frac{di_L(t)}{dt} = \frac{u_L(t)}{L}$$

Glättningskondensator

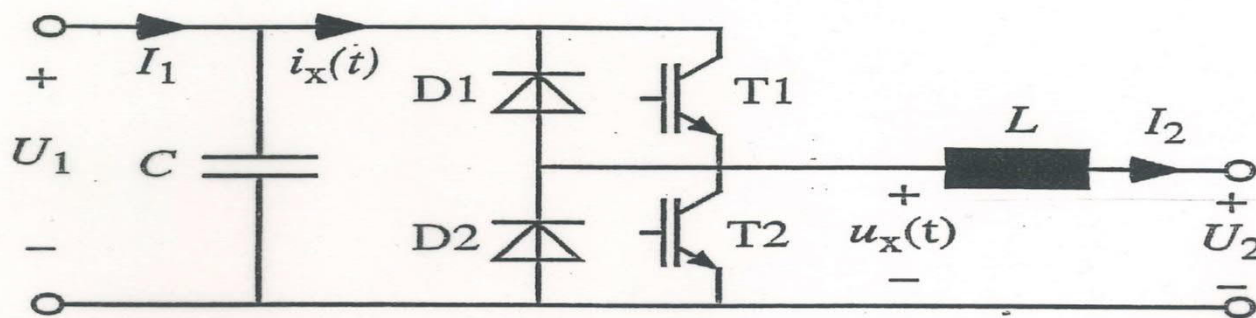
Kondensatorn är spänningsstyv komponent.
Spänningen över C kan ej ändras språngvis.

$$\frac{du_c(t)}{dt} = \frac{i_c(t)}{C}$$

LS - omriktare (likspänningsomriktare)

Pulsbreddsmodulation (PWM)

Pulse Width Modulation



$$U_2 = \frac{1}{T} \int_0^T u_x(t) dt = \frac{t_p}{T} U_1 \quad \frac{t_p}{T} - \text{pulskvot}$$

$$I_1 = \frac{1}{T} \int_0^T i_x(t) dt = \frac{t_p}{T} I_2$$

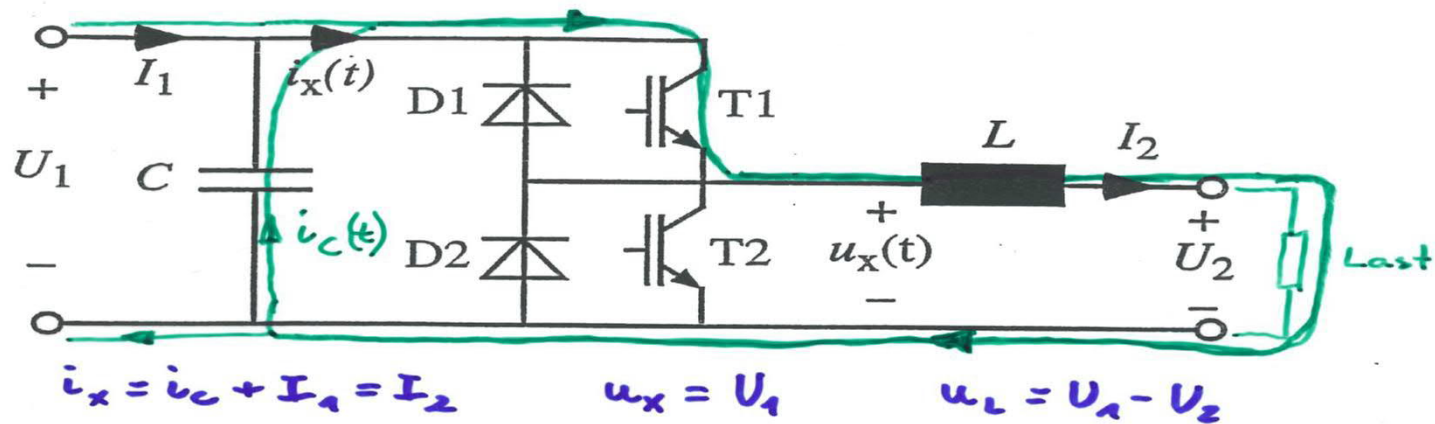
$$U_1 I_1 = U_1 \overline{u_x} = \overline{u_x} I_2 = U_2 I_2$$

En likspänningsomriktare skall användas för att driva en $2 \times 100\text{W}$ audioförstärkare från ett bilbatteri på 12 V . För att förstärkaren skall kunna driva normala $8\ \Omega$ högtalare behöver den en matningsspänning på 48 V . Modulationsperiodtiden är $0,1\text{ ms}$. I hela talet är strömmen till förstärkaren 1 A likström, på 48 V -sidan.

- a) Rita upp en en-kvadrant LS-omriktare för denna uppgift. Omriktaren skall ha glättning på både batterisidan och lastsidan, så att strömmarna och spänningarna in och ut kan vara likströmmar och likspänningar.
- b) Ange hur omriktarens transistor skall styras i stationärtillstånd. (När är transistorn är på eller av?)
- c) Hur ser spänningen över induktansen i LS-omriktaren ut?
- d) Hur ser strömmen genom dioden ut och hur hög ström dras från 12 V batteriet?
- e) Hur ser spänningen över dioden ut?
- f) Hur ser strömmen i LS-omriktarens kondensator ut?

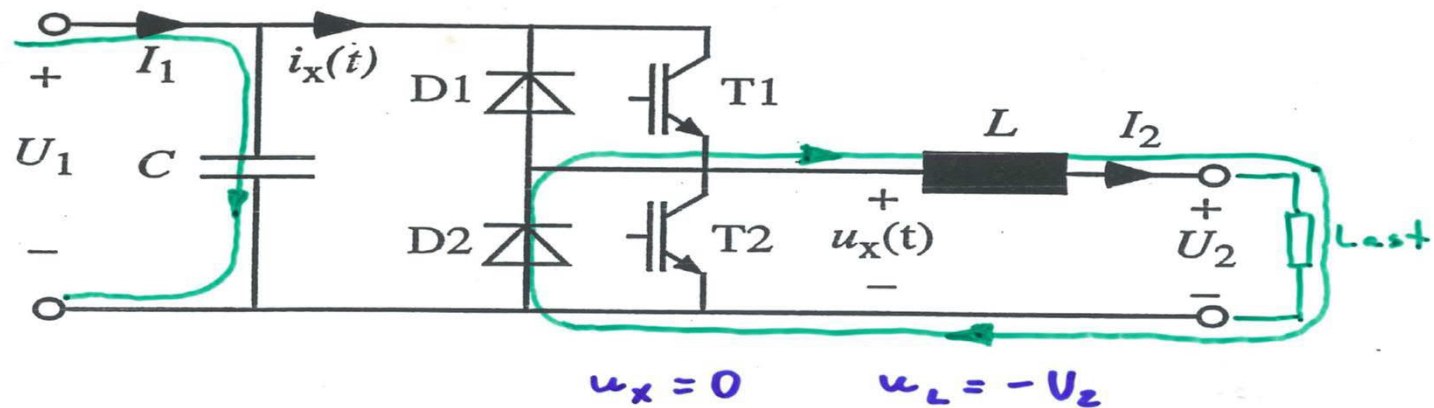
Nedspänningsomriktare

$$0 < t \leq t_p$$

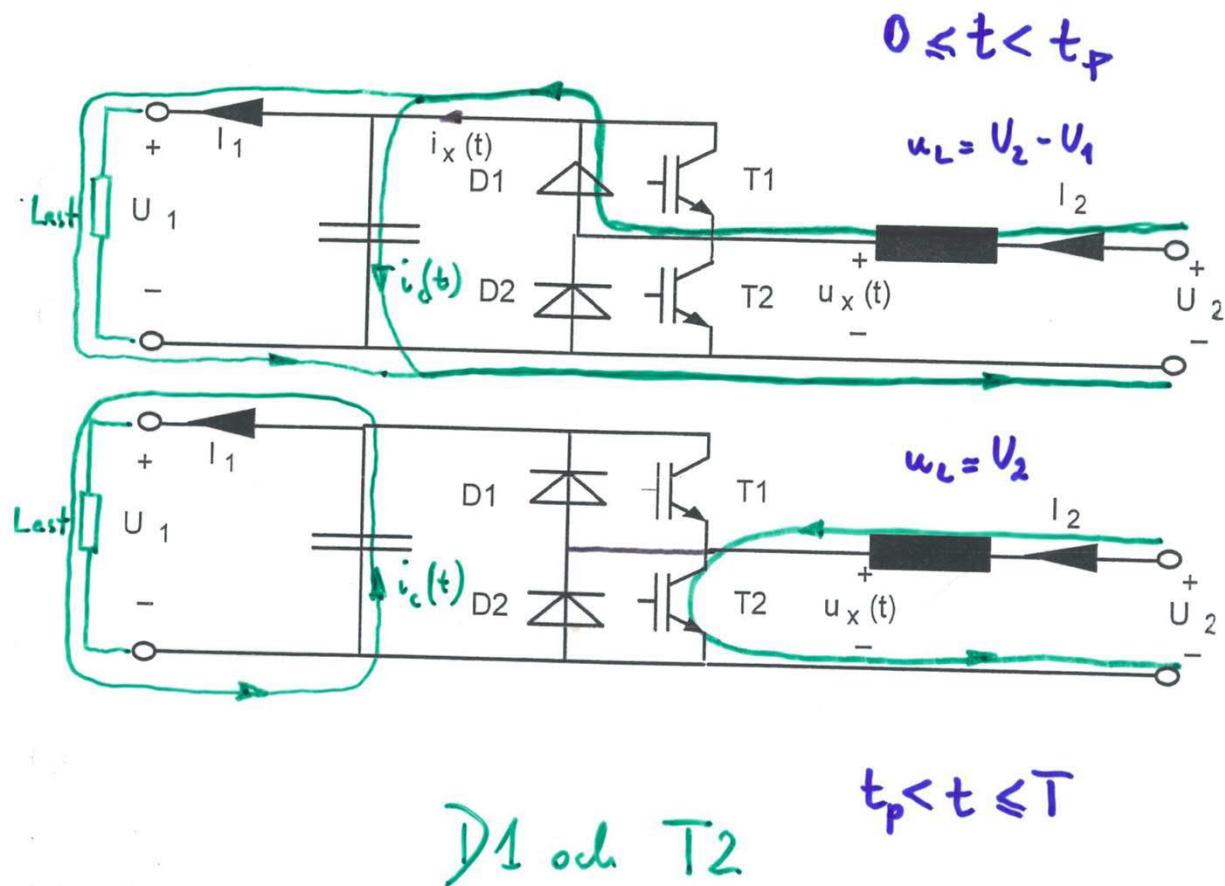


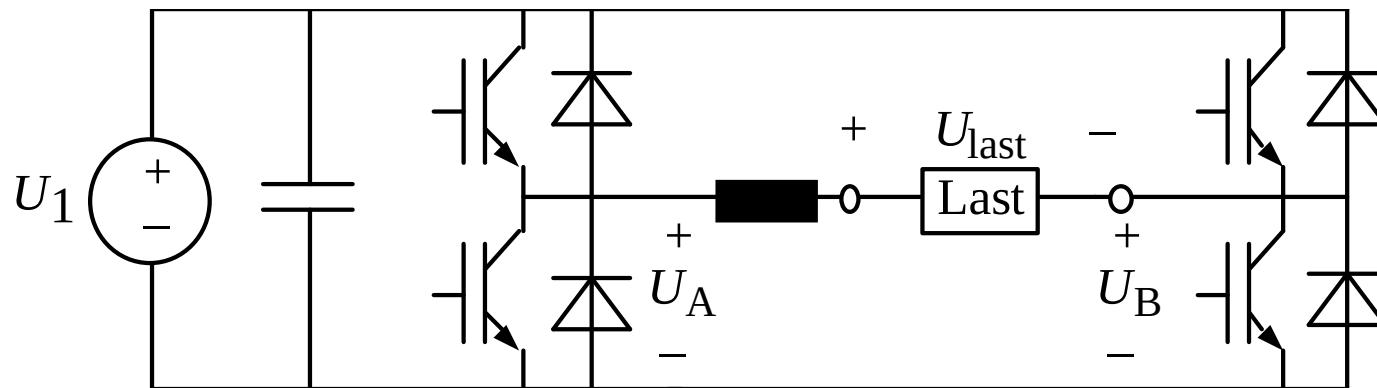
T1 och D2

$$t_p < t \leq T$$



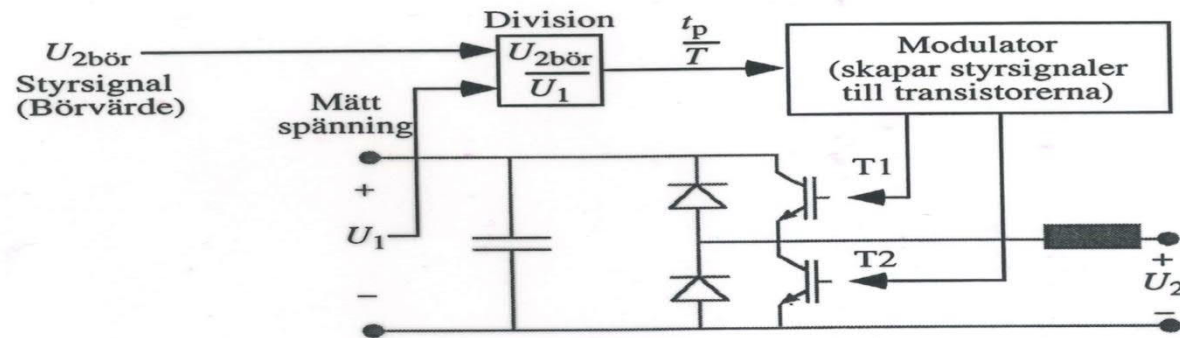
Uppspänningsomriktare





En fyrkvadrant LS-omriktare.

Växelriktare



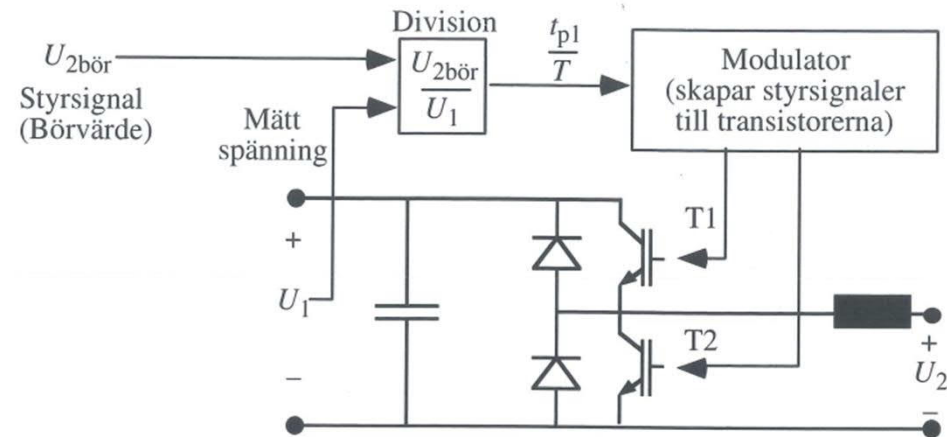
För att få en sinusformig utspänning skall styrsignalen variera sinusformigt med tiden.

Amplituden på styrsignalen bestämmer amplituden på den skapade spänningen

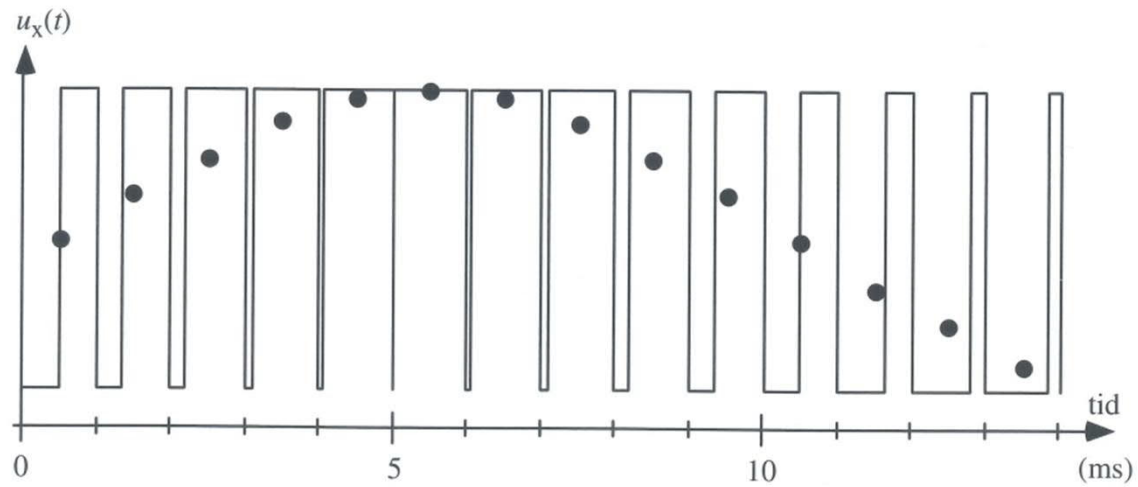
Ändring av frekvensen på styrsignalen
ändrar frekvensen på U_2

$$f_{mod} \gg f_{acut}$$

→ övertoner



Figur 5.24 Principen för hur en omriktare kan styras med en styrsignal som påverkar hur modulaton styr transistorerna.



Övertoner

Sinusformade strömmar och spänningar som med en heltalsmultipel av grundfrekvensen finns överlagrade på grundtonen → leder till deformation av sinuskurvan

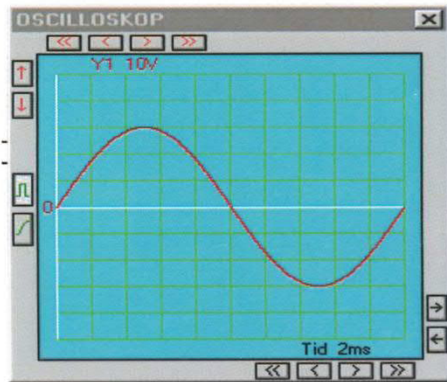
Oftast udda → $n = 3$ (150 Hz), 5 (250 Hz), 7 , 9 ...

Orsakar bland annat: ökade förluster i maskiner, transformatorer, kondensatorer, resonansproblem mellan nätets induktiva och kapacitiva delar, störningar i elektronik (tex reläfunktioner), en sammanlagd returström i nolledaren...

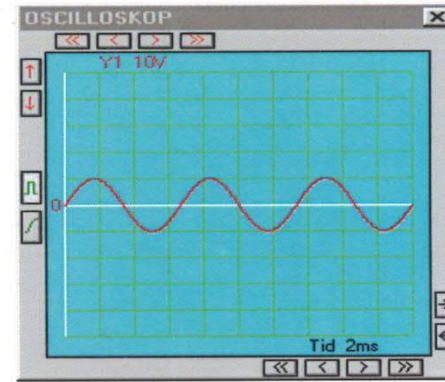
Största källan till övertoner: utrustningar med diod-kondensatoringång (datorer, bildskärmar, skrivare), motorstyrning, UPS...

Övertoner

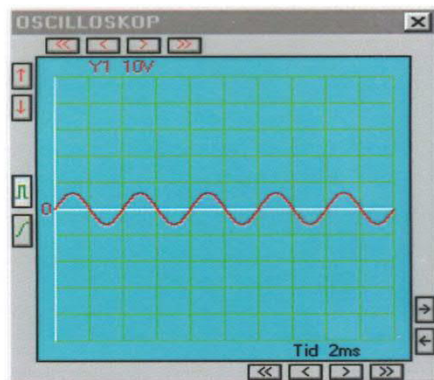
Sinusformad ström , 50 Hz



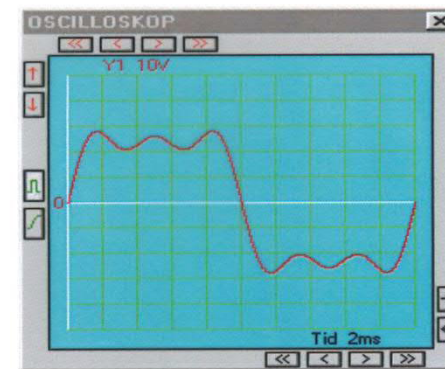
Sinusformad ström, 150 Hz



Sinusformad ström, 250 Hz



Summan av ovanstående strömmar



➔
fyrkantvåg