



FORDONSSYSTEM/ISY

LABORATION 3

Lik- och Växelriktning

*Tyristorlikriktare, step-up/down
och körning med frekvensriktare*

(Ifylles med kulspetspenna)

LABORANT:
PERSONNR:
DATUM:
GODKÄND: (Assistentsign)

2017-01-09

Innehåll

1 FÖRORD	3
2 TYRISTORLIKRIKTARE, ENPULS.....	3
2.1 UPPKOPPLING.....	4
2.2 MÄTNING	4
3 TYRISTORLIKRIKTARE, TREPULS 1-VÄGS STYRD LIKRIKTARE	6
3.1 UPPKOPPLING.....	6
3.2 MÄTNING	6
4 TYRISTORLIKRIKTARE – TREFAS, SXPULS, 2-VÄGS, STYRD LIKRIKTARE	7
4.1 UPPKOPPLING.....	8
4.2 MÄTNING	8
5 FREKVENSSOMRIKTAREN	9
5.1 LITE TEORI	10
5.2 UPPGIFTSVSKRIVNING	10
5.3 UPPKOPPLING.....	11
5.4 INPROGRAMMERING AV DRIFTPARAMETRAR	11
5.5 MÄTNINGAR.....	12
.....	13
6 STEP DOWN-OMVANDLAREN.....	14
7 STEP UP-OMVANDLAREN	17
8 FÖRBEREDELSEUPPGIFTER.....	20
9 BILAGOR.....	22

1 Förord

Laborationen omfattar undersökning av **tyristorlikriktare**, enpuls-trepuls-, -sexpuls, undersökning av en **frekvensomriktare** för motordrift, samt undersökning av **step-down** och **step-up** omvandlare.

Den grundläggande teoretiska behandlingen finns i kurslitteraturen. Som **förberedelse** ska du ha behandlat **alla** förberedelseuppgifter till labben. Frågor angående laborationen besvaras av ansvarig assistent eller examinator. Förberedelseuppgifterna visas för assistenten vid laborationens början.

2 Tyristorlikriktare, enpuls

En enpulslikriktare i enpulskoppling belastas resistivt av en lampa och likspänningens utseende och storlek undersöks vid olika storlek på tändvinkeln. För att studera likspänningen används *Scopemeter*, som kan visa spänningens utseende och spänningens likriktade medelvärde. Den teoretiska beräkningen ingår i förberedelseuppgiften.

Utrustning :

- Styrdon
- Tyristorenhet
- Lampa (L)
- Scope-meter (oscilloskop och voltmeter i samma instrument)

Kort handledning för mätinstrumentet Scope-meter:

1. Starta Scopemeter med ON/OFF knappen
2. Anslut en signal via den röda oscilloskopproben till kanal A.
3. Tryck på SCOPE och därefter på funktionen AUTOSET.
4. Bildskärmen visar nu en bild av signalen som är ansluten till kanal A. Upptill på skärmen visas data för amplitud, prob, tidbas och trigg.
5. Tryck på knappen METER.
6. Scopemeter antar automatiskt grundinställningen
Ingång: Kanal A
Funktion: Volt med separat växel- och likspänningskomponent.
7. Skulle bilden på skärmen "fladdra" förbi kan det bero på att triggsignalen måste justeras. Tryck TRIGGER och justera med pil upp eller pil ner till höger på panelen.

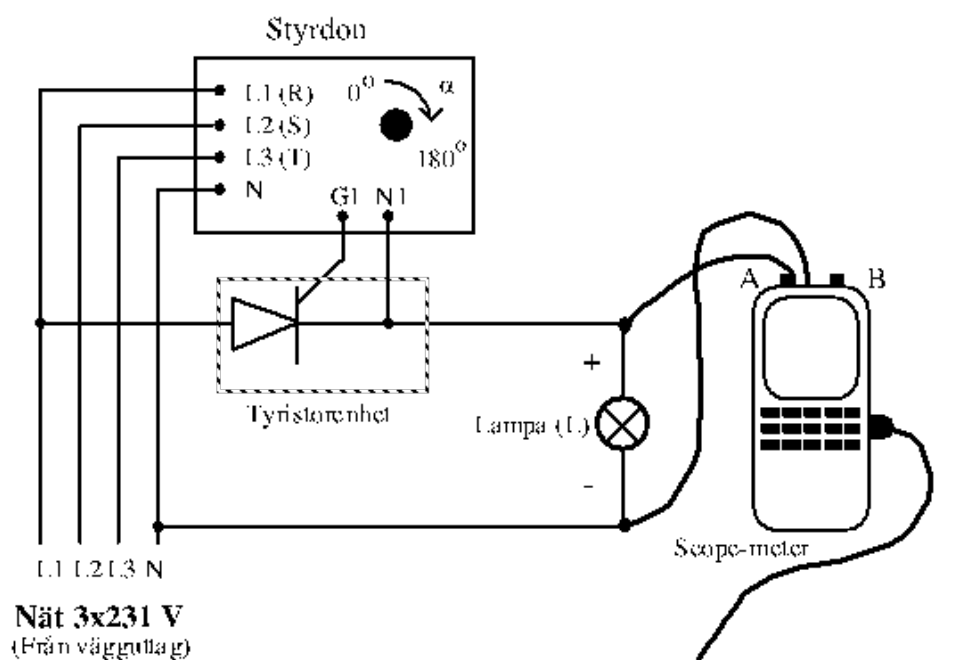
2.1 Uppkoppling

Se till att spänningen är avstängd från vägguttaget under kopplingsarbetet!

Låt assistenten kontrollera kopplingen när du är klar.

Koppla enligt Figur 1 nedan. Anslut matningsspänningen och koppla in tyristor, lampa, och scope-metern. Koppla på den **undre** raden på styrenheten.

Sätt **REF** knappen på styrdon i läge U_F



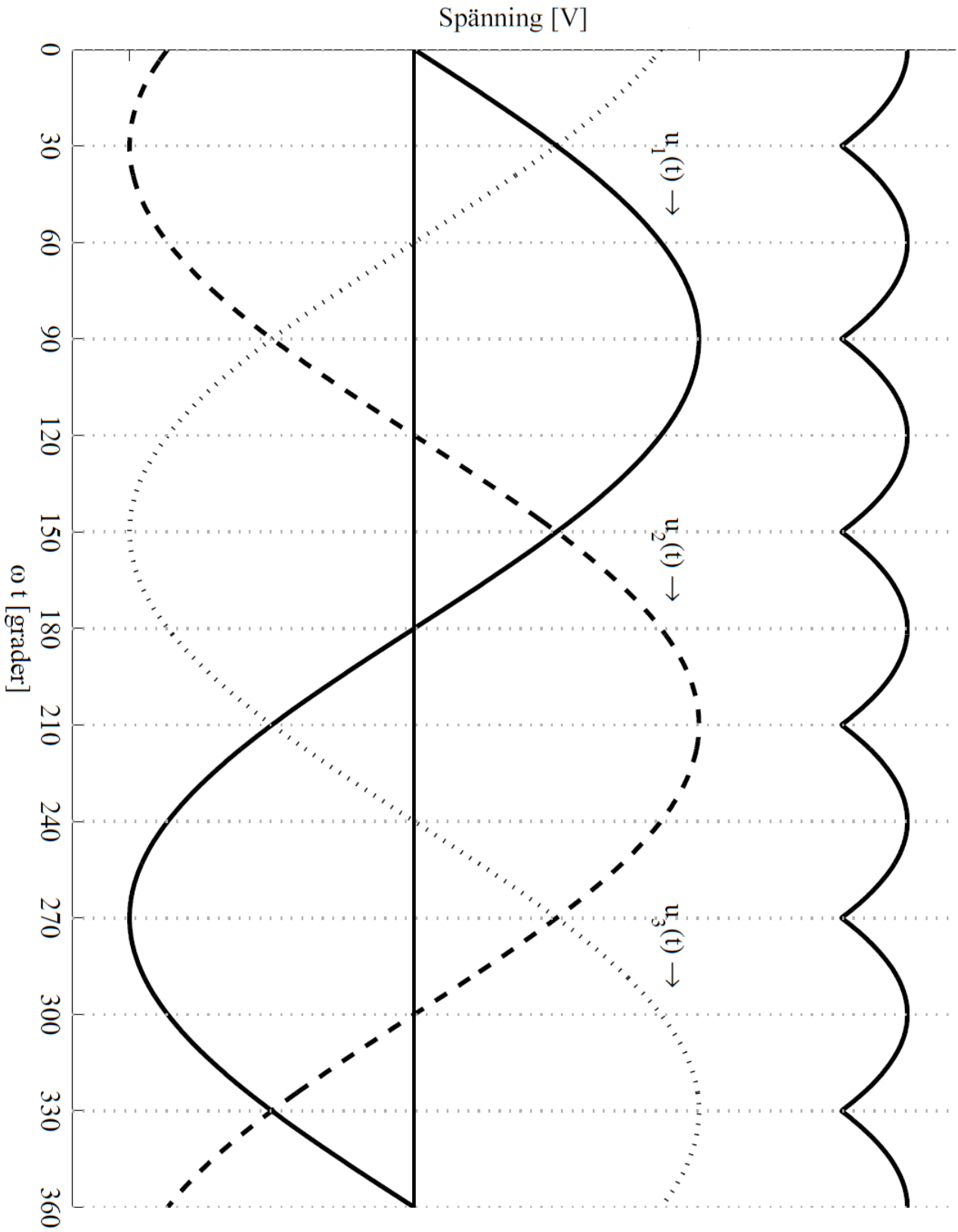
Figur 1. Enfas enpuls tyristorlikriktare

2.2 Mätning

- Studera spänningen över lasten (lampan) med scope-metern för olika tändvinklar. (Likriktat medelvärde och RMS)
- Ställ in vinkelratten så att oscilloskopsbilden stämmer med 90° tändvinkel. **Notera:** Vinkelratten på styrdonet är inte linjär, använd oscilloskopsbilden för att ställa in rätt tändvinkel.
- Avläs medelspänningen och jämför med förberedelseuppgiften
- Rita oscilloskopsbilden av likspänningens momentanvärde över lasten för på nästa sida. Gradera axlarna och markera den uppmätta medelvärdesnivån i grafen.

Oscilloskopbild vid enpuls likriktarbrygga och 90°-tändvinkel

Markera medelvärdesnivån i figuren och sätt ut spänningsnivåer för de olika kurvorna.

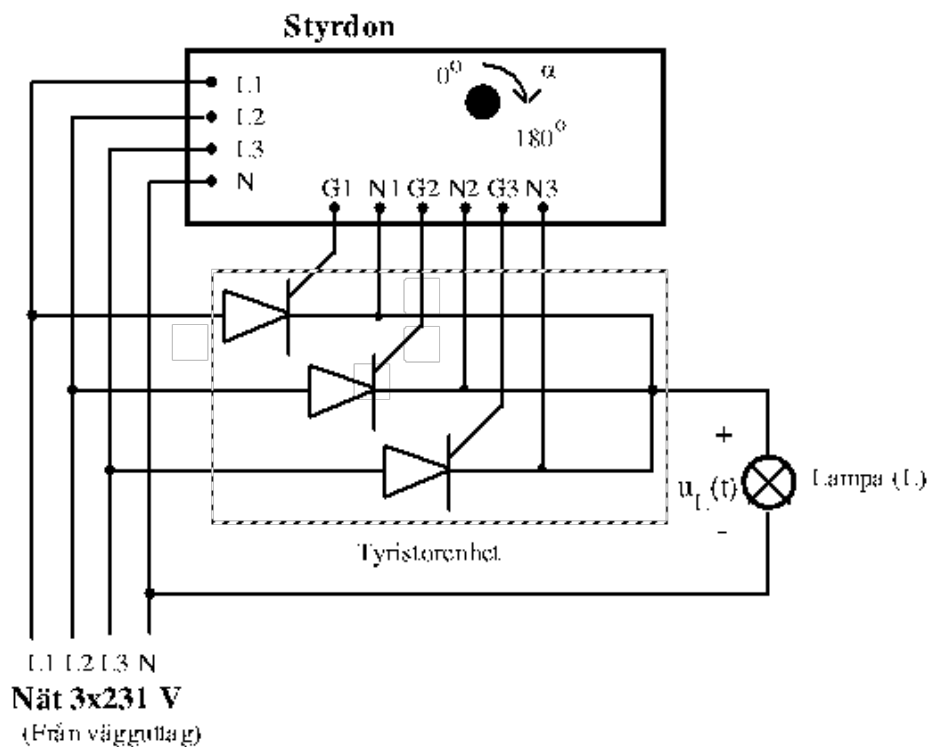


3 Tyristorlikriktare, trepuls 1-vägs styrd likriktare

En trepulsl rikriktare i trepulsskoppling belastas resistivt. Likspänningens utseende och storlek undersöks vid olika storlek på tändvinkeln. Även här ska ni studera spänningens utseende och spänningens likriktade medelvärde.

3.1 Uppkoppling

Anslut de andra två tyristorerna på samma sätt som i föregående uppgift så att ni får en styrd trepulsl rikriktare, enligt *Figur 2*.



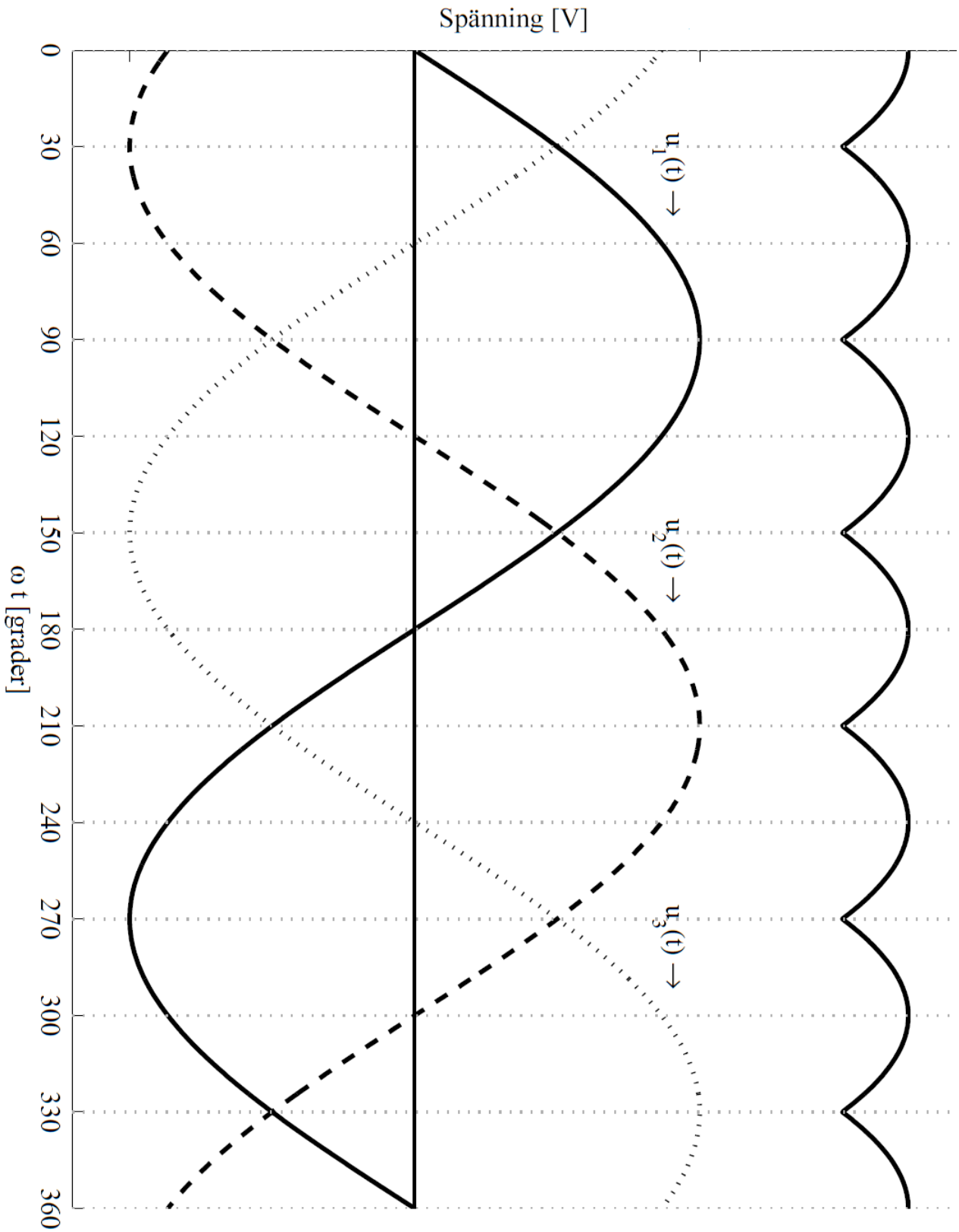
Figur 2. Trefas trepuls tyristorlikriktare

3.2 Mätning

- Studera spänningen över lasten (lampan) med scope-metern för olika tändvinklar. (Likriktat medelvärde och RMS)
- Ställ in vinkelratten så att oscilloskopsbilden stämmer med 60° tändvinkel. **Notera:** Vinkelratten på styrdonet är inte linjär, använd oscilloskopsbilden för att ställa in rätt tändvinkel.
- Avläs medelspänningen och jämför med förberedelseuppgiften
- Rita oscilloskopsbilden av likspänningens momentanvärde över lasten för på nästa sida. Gradera axlarna och markera den uppmätta medelvärdesnivån i grafen.

Oscilloskopbild vid trepuls likriktarbrygga och 60°-tändvinkel

Markera medelvärdesnivån i figuren och sätt ut spänningsnivåer för de olika kurvorna.

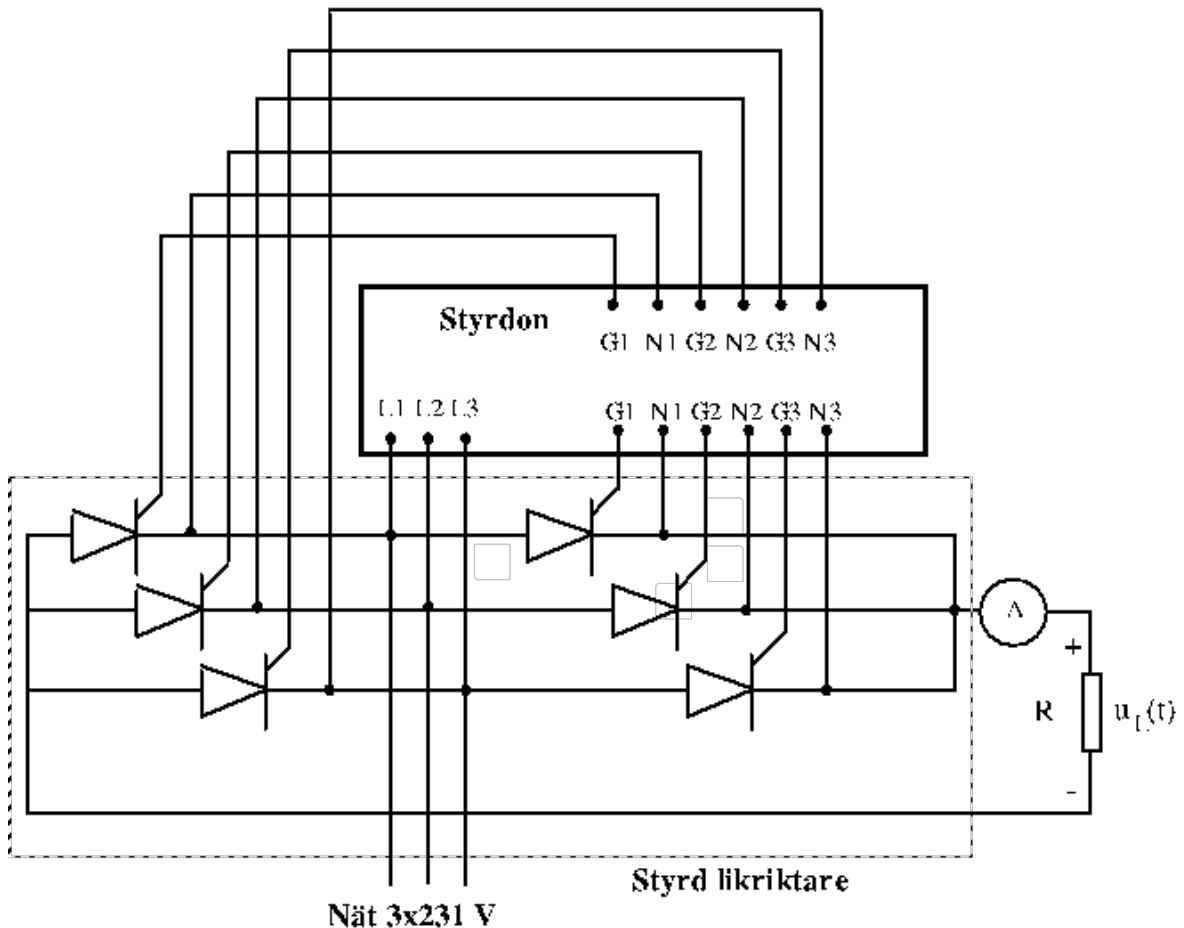


4 Tyristorlikriktare – trefas, sexpuls, 2-vägs, styrd likriktare

4.1 Uppkoppling

I denna koppling är ytterligare tre tyristorer inkopplade till styrdonet. Koppla som förut och använd Figur 3 nedan som hjälp.

Lampan är utbytt mot en stor resistans R. Använd en av ingångarna på en 3-fas-resistans och justera denna till läge 1.



Figur 3 Sexpulskoppling eller trefas, sexpuls, 2-vägs, styrd likriktare.

4.2 Mätning

Starta alltid med tändvinkeln $\alpha = 180^\circ$, dvs fullt medurs på panelen. Studera spänningen över lasten med scope-metern för olika styrvinklar. Vilken maximal likspänningsnivå kan erhållas?

Vad blir maximala medelvärdet av likspänningen?

Beräknat:

$U_{LMAXber} = \dots\dots\dots V$

Uppmätt:

$U_{LMAXmätt} = \dots\dots\dots V$

Oscilloskopbild vid sexpuls likriktarbrygga och 0° -tändvinkel

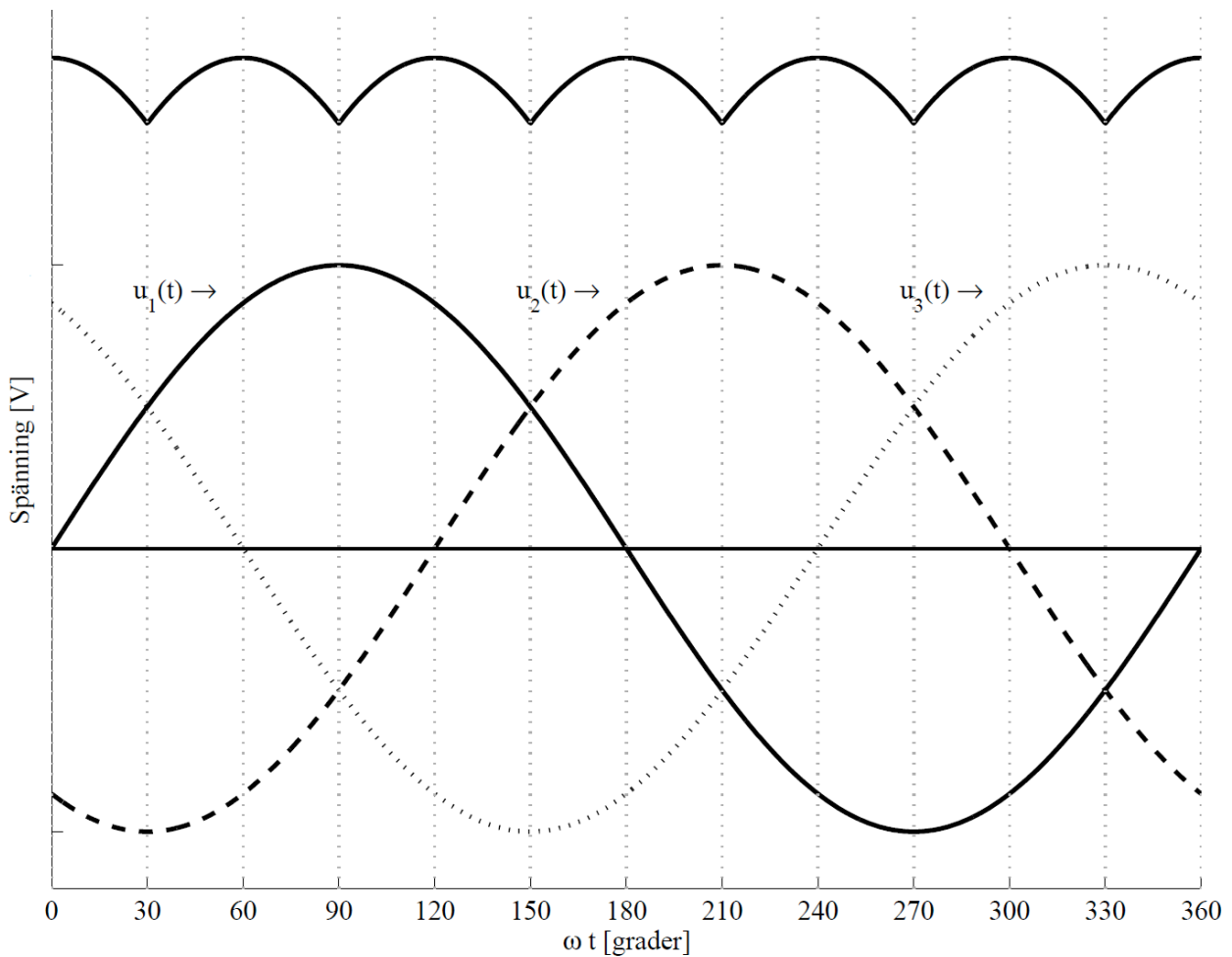
Rita en graf av likspänningens momentanvärde över lasten för 0° tändvinkel. Använd figuren nedan och gradera axlarna i grafen.

Markera medelvärdesnivån i figuren och sätt ut spänningsnivåer för de olika kurvorna.

Rita in princip-utseende för spänningen från en likriktare med en glättningskondensator.

Vad blir det likriktade medelvärdet för en spänningsstyv koppling? (Dvs en likriktare med oändligt stor glättningskondensator)

$U_L =$ _____



5 Frekvensomriktaren

5.1 Lite teori

Varvtalsändring av asynkronmaskinen kan i princip ske på tre olika sätt, nämligen ändring av eftersläpningen, ändring av poltalet och ändring av frekvensen. I denna laboration får du bekanta dig med varvtalsändring med rotorpådrag och frekvensreglering.

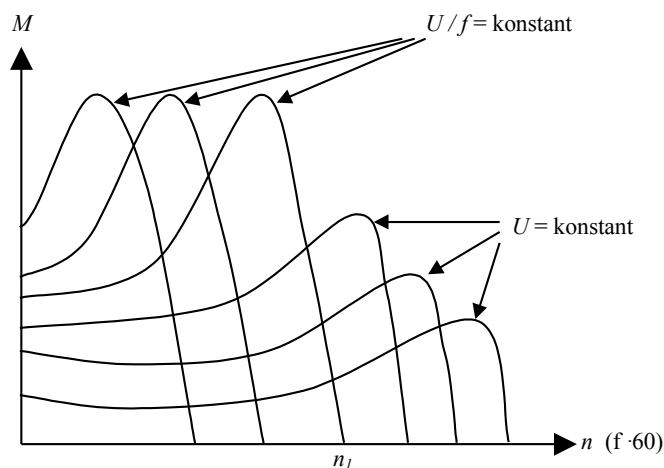
Vid ändring av frekvens behövs en elektronisk frekvensomriktare. På labbet finns en frekvensomriktare av märket Danfoss. Denna finns utförligt beskriven i detta kapitel.

Enligt teorin så är spänningen U proportionell mot frekvensen f , vilket ger konstant flöde. (Se kompendiet.) Därför måste också spänningen minskas om frekvensen minskas så att:

$$U = k \cdot f \quad (k = \text{konstant})$$

Frekvensomriktaren begränsar på elektronisk väg strömstyrkan så att inställd strömgräns aldrig överskrids. Därmed får man också en automatisk startströmbegränsning.

Omriktaren är så konstruerad att U/f är konstant upp till nätfrekvensen. Detta innebär att konstant moment kan tas ut över hela frekvensområdet, se *Figur 4*. Vid frekvenser högre än nätfrekvensen är U konstant, dvs uttagbart moment minskar med ökande frekvens (konstant effekt). Varje frekvensvärde ger då en momentkurva enligt *Figur 4*.



Figur 4: Asynkronmaskinens moment-varvtalskaraktäristik vid frekvensreglering

5.2 Uppgiftsbeskrivning

Inställning av driftparametrar hos en frekvensomriktare, samt mätningar på omriktaren vid drift av en kortsluten asynkronmotor. Omriktaren beskrivs i detalj i en komplett bruksanvisning som finns tillgänglig på laborationsplatsen. För att ge möjlighet att förbereda laborationen finns ett utdrag ur denna bifogad att ladda ned från kurs-hemsidan.

5.3 Uppkoppling

Frekvensomriktaren ansluts till 3-fasnätet via kopplingsladdar från plintuttaget. Se till att spänningen är avslagen! Anslut frekvensomriktaren till asynkronmotorn (D-kopplad stator och kortsluten rotor).

5.4 Inprogrammering av driftparametrar

Frekvensomformaren har menyer med flera parametrar som kan användas för styrning av motorn. Parametrarna är indelade i 7 grupper (grupperna 0 till 6). Grupperna 4–6 används inte här. Använd manualen för att luska ut hur meny-systemet fungerar.

Vid laborationen ska ett urval driftparametrar inställas enligt nedanstående sammanställning. (Ifyllt från förberedelseuppgift)

Grupp	Driftparameter	Inställning
000	eget val.....
003	lokal
004	50 Hz
005	100
006	ENABLE (medges)
007	ENABLE (medges)
008	ENABLE (medges)
009	ENABLE (medges)
010	ENABLE (medges)
103	se motorns märkskylt.....
104	se motorns märkskylt.....
105	se motorns märkskylt.....
107	se motorns märkskylt: D:.....
109	5 volt
200	120 Hz
201	0 Hz
202	100 Hz
214	linjär
215	5 sekunder
216	10 sekunder
310	1 sekund

5.5 Mätningar

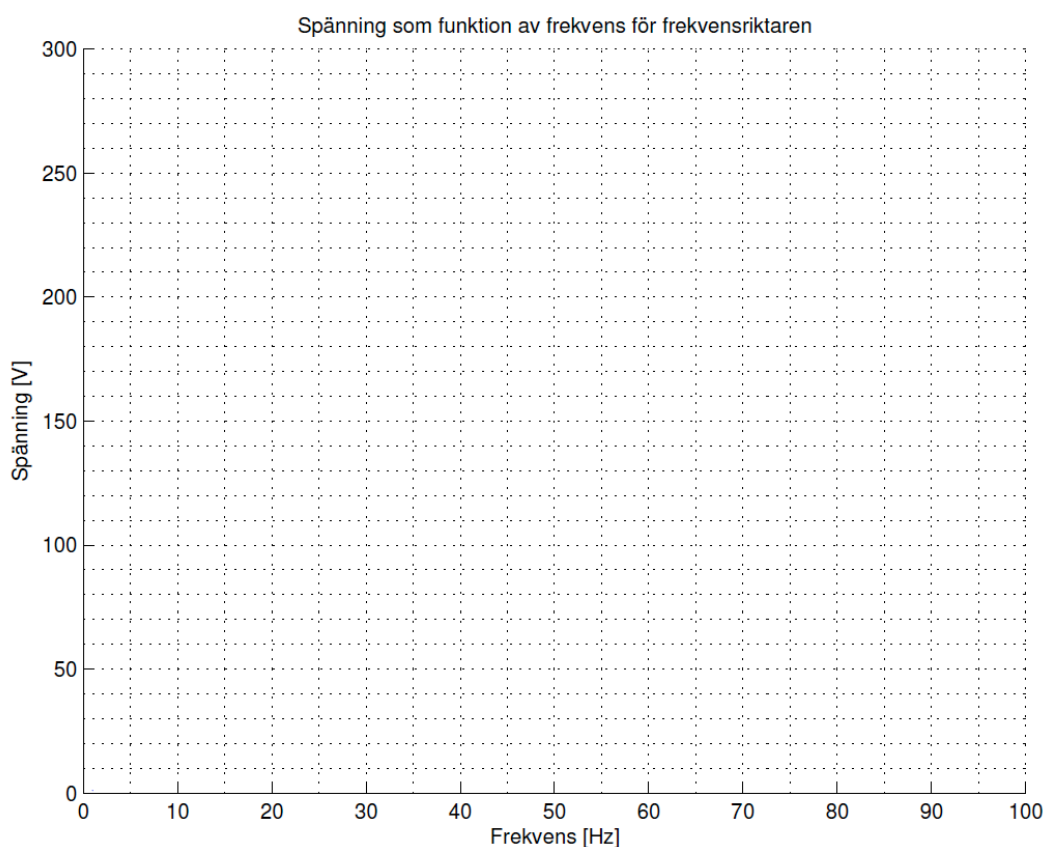
Experiment 1

Provkör frekvensomriktaren genom att trycka på START. Kontrollera under körning exempelvis att parameter 112 står på 0 och prova byt håll på motorn.

Vad gör parameter 112 ? (Kontrollera manualen)

Tag upp sambandet mellan inställd frekvens och utspänning för omriktaren i frekvensområdet 0–80 Hz. Ställ frekvensomriktarens displayvisning på V (Volt) och ändra på parameter 004. Frekvensomriktaren körs här ”lokalt” med parameter 004 och stegas i intervall om t ex. 10 Hz.

Anteckna sambandet och rita grafen. Avläs spänning och frekvens på displayen.



Figur 9 Frekvenskaraktäristik för frekvensomriktaren.

Frekvens	Spänning
0	
10	
20	
30	
40	
50	
60	
70	
80	

Experiment 2 – Funktionskontroll driftparameter 213 och 310

I den här uppgiften ska in pröva en typisk funktion som man i princip får *på köpet* när man använder en frekvensriktare.

Kontrollera i manualen vad parameter 209 och 310 betyder. Se sedan till så att parameter 209 är inställd på märkström och ändra eventuellt paramter 310 till 3 sekunder.

Starta motorn och belasta den till över märkström. Vad händer?

.....

Experiment 3 – Mätning av ström och spänning

Anslut Scopementern till en av faserna hos frekvensriktaren. Starta motorn och kör den i tomgång. Försök ställa in Scopemetern så att ni ser en hel period, använd **Hold**-knappen för att pausa bilden så att ni ser ordentligt.

Notera: Det är osannolikt att oscilloscopets Auto-set gör ett bra jobb för just denna mätning så lek med trig-nivå, x-skala, y-skala och AC/DC-läget.

Ser spännings-signalen sinus-formad ut?

Stäng av motorn och koppla in den lilla resistans-boxen. Boxen innehåller 3 resistaser på 0.1Ω och som skall **seriekopplas** med de tre fasledarna. På detta sätt så kan linjeströmmarna mätas med hjälp av av Scope-metern.

Ser ström-signalen sinus-formad ut?

Pröva gärna olika skalor och olika lägen på oscilloskopet för att försöka se hur frevensriktaren arbetar.

OBS:

Resistanslådorna tål endast begränsad effekt så säkerställ att motorn körs i tomgång och kör endast under begränsad tid. Var observant på lukt som indikerar att något håller på att bli för varmt.

Uppgift 4 – Kontroll av likspänningsnivå

Kontrollera det förenklade kretsschemat för frekvensriktaren i manualen. Betrakta likspänningssteget och svara på följande:

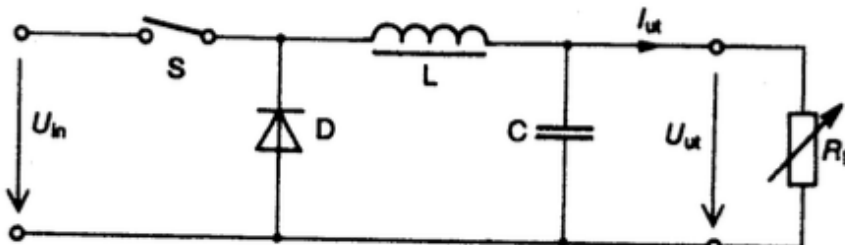
Vad borde likspänningsnivån vara:

Ställ om visning på displayen till att visa likspänningsnivån och kontrollera detta vid tomgångsdrift och märkfrekvens.

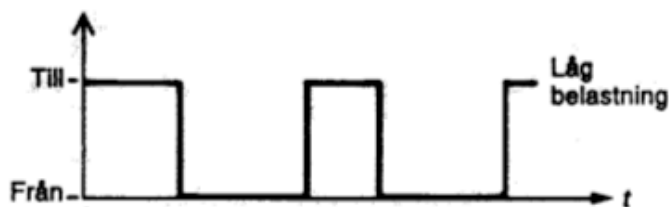
6 Step Down-omvandlaren

Step Down innebär att $U_{ut} < U_{in}$. Funktionsprincipen framgår av schemat nedan.

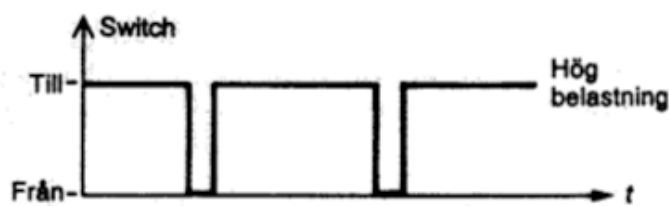
Step Down-omvandlare i princip



U_{in} är en likspänning som hackas sönder av switchen S med en viss pulskvot $\delta = T_{till} / T$ där $T = T_{till} + T_{från}$.

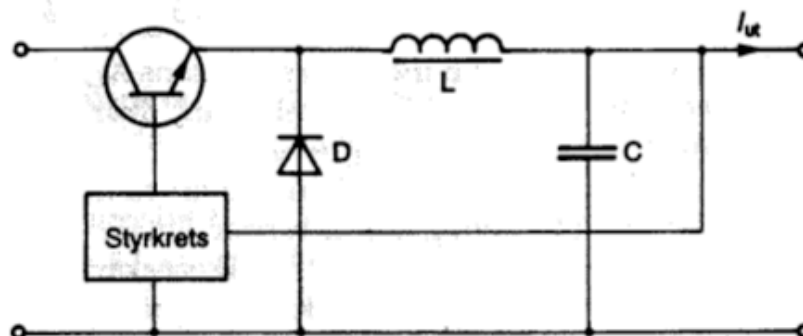


Exempel på pulskvoter vid olika belastningar



Ett kompletterat schema över Step Down-omvandlaren visas här:

Step Down-omvandlare med switchtransistor och styrning

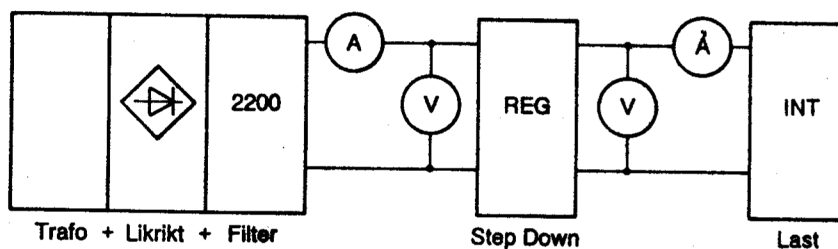


Switchen S är i själva verket en transistor som styrs av en styrkrets. Styrkretsen känner av utspänningen och ökar pulskvoten om spänningen pga belastning vill sjunka. Därmed hålls utspänningen konstant oavsett belastningsgraden.

Step Down-omvandlaren som skall användas i den här laborationen ser du i bilaga 1.

Funktionskontroll och verkningsgrad

Step Down-modulen skall ge $U_{ut} = 12\text{ V}$. Fullast är $0,8\text{ A}$ (Obs!). Koppla in lämpliga mätinstrument enligt figuren:



Mätning av verkningsgrad

Vid fullast kommer kretsarna att dra så mycket ström ur transformatorn att det är lämpligt att parallellkoppla sekundärlindningarna. Se transformatorkapitlet! Annars är risken stor att automatsäkringarna på transformatorn löser ut.

Mät vid belastningsgraderna 10 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % och 125 %, och fyll i tabellen. Beräkna η .

Belastning	U_{in} / V	I_{in} / A	P_{in} / W	U_{ut} / V	I_{ut} / A	P_{ut} / W	$\eta / \%$
10 %							
25 %							
50 %							
75 %							
100 %							
125 %							

Är η beroende av belastningen?

.....

Kommentera denna regulators verkningsgrad jämfört med en serie-regulators!

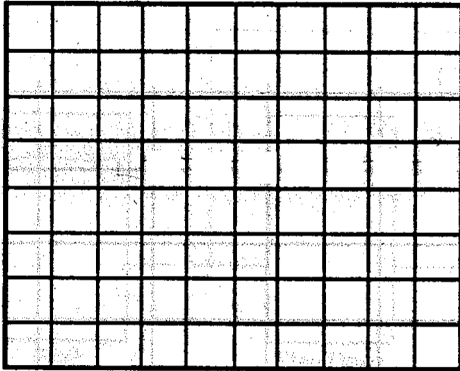
.....

Med hur många procent varierar U_{ut} då belastningen varierar mellan 0 och 100 %?

.....

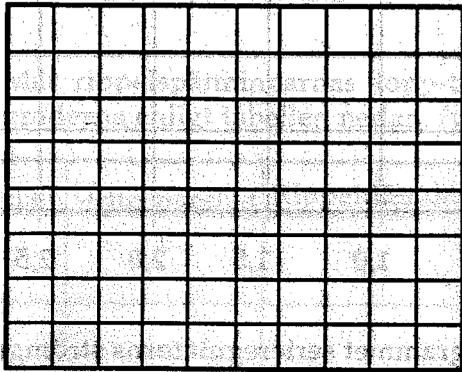
Pulskvotens beroende av belastningen

Mät med oscilloskop i punkt M4. Kontrollera i schemat att M4 är rätt punkt att mäta i! Rita av oscilloskopbilderna vid 25 %, 75 % och 125 % belastning.



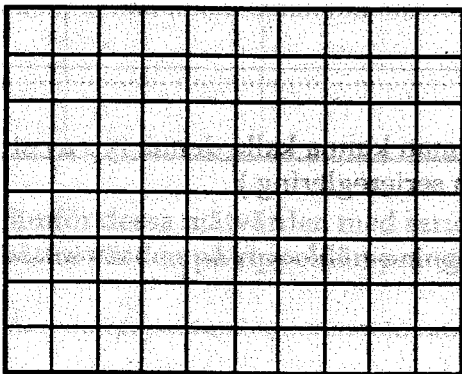
X: ms/div

Y: V/div



X: ms/div

Y: V/div



X: ms/div

Y: V/div

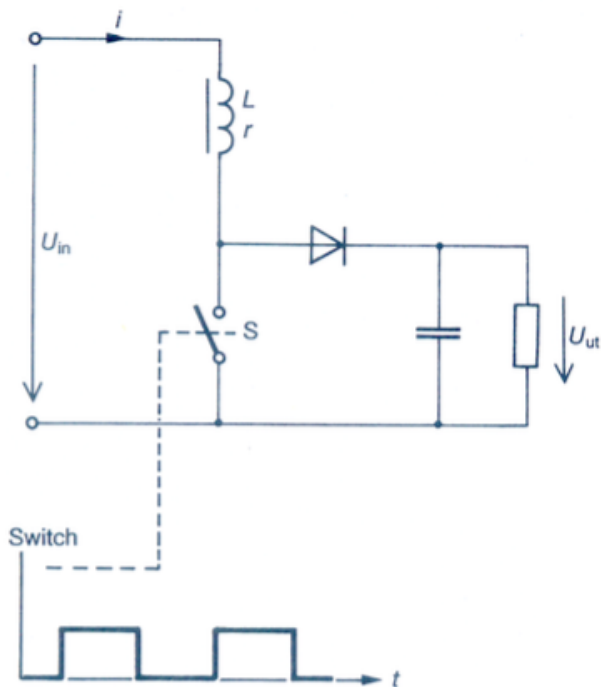
Rita δ som funktion av belastningsgraden x . Kommentera!

Tips:

Välj 5 μ s/ruta och 0,5 V/ruta på oscilloskopet.

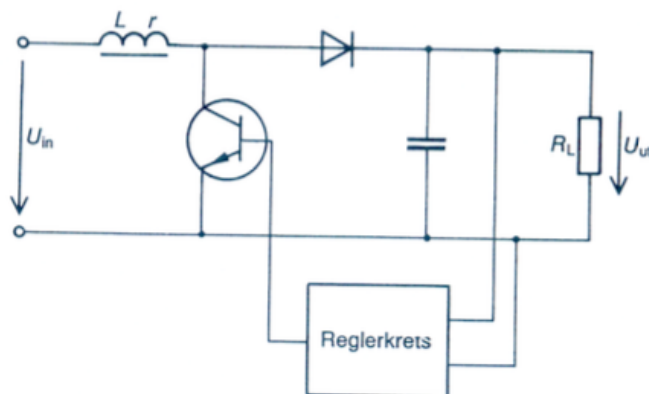
7 Step Up-omvandlaren

Step Up-omvandlarens utspänning är större än dess inspänning. Därav namnet.



*Principschema för
Step Up-omvandlare*

Varje gång switchen S slår till, lagras energi i drosseln L . När switchen öppnar blir $U_{ut} = U_{in} +$ den spänning som induceras i drosseln. Inom vissa gränser gäller sambandet $U_{ut} = U_{in} / (1 - \delta)$ där δ är pulskvoten (jfr. med sid. 16). Precis som i Step Down-omvandlaren utgörs switchen av en transistor som styrs av en reglerkrets som känner av utspänningen. Vid ökat strömuttag ökas pulskvoten för att utspänningen skall kunna hållas konstant.



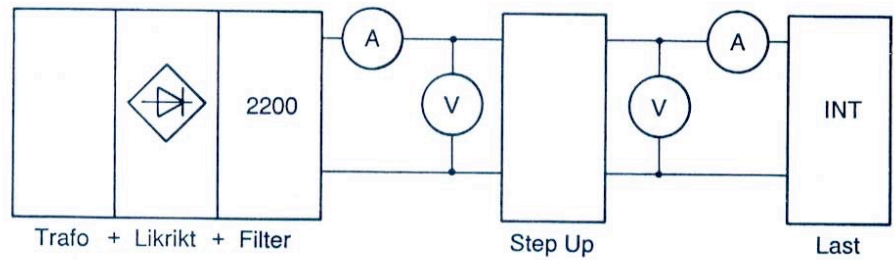
*Blockschema,
Step Up-omvandlare*

I bilaga 2 ser du schemat på den Step Up-omvandlare som vi skall använda i den här laborationen.

Funktionskontroll och verkningsgrad

Step Up-modulen skall ge utspänningen 36 V. Observera att fullast ($x = 100\%$) motsvarar 0,2 A för denna modul!

- Koppla enligt nedanstående schema.
- Använd lämpliga instrument.
- Transformatorns sekundärlindningar skall vara parallellkopplade.



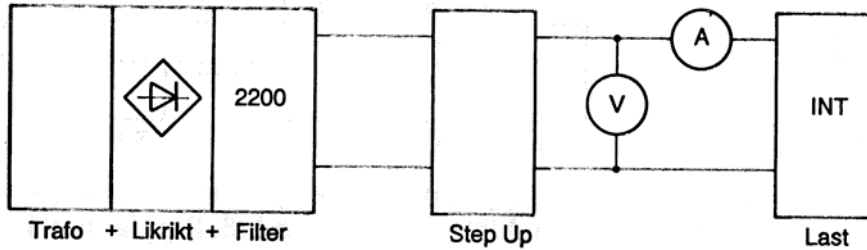
- a Mät strömmarna och spänningarna vid varierande belastningsgrad.

Belastning	U_{in} / V	I_{in} / A	P_{in} / W	U_{ut} / V	I_{ut} / A	P_{ut} / W	$\eta / \%$
10 %							
25 %							
50 %							
75 %							
100 %							
125 %							

- b Beräkna och komplettera tabellen med omvandlarens ineffekt, uteffekt samt verkningsgrad.
- c Beskriv verkningsgradens beroende av belastningens storlek!
-
-
-
- d Med hur många procent varierar U_{ut} då belastningsgraden ökar från 25 % till 100 %?
-

Pulskvoten

Genom att studera switchtransistorns styrspänning skall Du nu mäta pulskvoten vid några olika belastningsgrader.



a Koppla oscilloskopet till M5-M4 för att mäta u_{GS} .

Mät switchperiodtiden. $T = \dots\dots\dots$

b Mät tiden för switchen i till-läge, T_{till} , vid varierande last.

Belastning	T_{till}	δ
50 %		
75 %		
100 %		
125 %		

c Beräkna pulskvoten och skriv in värdena i tabellen.

d Rita δ som funktion av belastningsgraden x . Kommentera!

Tips:

Välj 5 μ s/ruta och 5 V/ruta på oscilloskopet.

8 Förberedelseuppgifter

(Uppvisas för assistenten vid laborationens början)

- I. Rita en envägs, enpuls likriktare med tyristorer samt spänningens utseende över en resistiv last för tändvinkel 90° . Beräkna också medelvärdet av spänningen över lasten om likriktaren ansluten till fasspänningen 133 V, 50 Hz.

-
- II. Rita ett schema för en envägs trepuls tyristorlikriktare, samt skissa utspänningens utseende vid resistiv last och vid tändvinkel 60° när likriktaren är ansluten till fasspänningen 133 V, 50 Hz.

Beräkna också medelvärdet av utspänningen, om likriktaren ansluten till fasspänningen 133 V, 50 Hz.

III. Beräkna medelvärdet U_L för en sexpulskoppling med tyristorer och $\alpha = 0^\circ$ och huvudspänningen 231 V, 50 Hz. (För in värdet på sid 8)

VI. Med ledning av bilagan till frekvensomriktaren ska du på sidan 11 fylla i alla driftparametrars namn, som ska användas i laborationen och eventuellt göra ett eget val till några parametrar.

9 Bilagor

Bilaga 1

