



FORDONSSYSTEM/ISY

LABORATION 3

Lik- och Växelriktning

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

(Ifylles med kulspetspenna)

LABORANT:
PERSONNR:
DATUM:
GODKÄND: (Assistentsign)

Maj 2014

Innehåll

1 FÖRORD	4
2 TYRISTORLIKRIKTARE, ENPULS	4
2.1 UPPKOPPLING	5
2.2 MÄTNING	5
3 TYRISTORLIKRIKTARE, TREPULS 1-VÄGS STYRD LIKRIKTARE	7
3.1 UPPKOPPLING	7
3.2 MÄTNING	7
4 TYRISTORLIKRIKTARE – TREFAS, SEXPULS, 2-VÄGS, STYRD LIKRIKTARE	8
4.1 UPPKOPPLING	9
4.2 MÄTNING	9
5 FREKVENSSOMRIKTAREN	10
5.1 LITE TEORI	11
5.2 UPPGIFTSVESKRIVNING	11
5.3 UPPKOPPLING	12
5.4 INPROGRAMMERING AV DRIFTPARAMETRAR	12
5.5 MÄTNINGAR	13
6 STEP-UP OCH STEP-DOWN	15
6.1 STEP-DOWN-OMVANDLAREN.....	15
6.2 STEP-UP-OMVANDLAREN.....	17
7 FÖRBEREDELSEUPPGIFTER	19
BILAGA 1 – STEP-UP	21
BILAGA 2 – STEP DOWN	21

1 Förord

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

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.

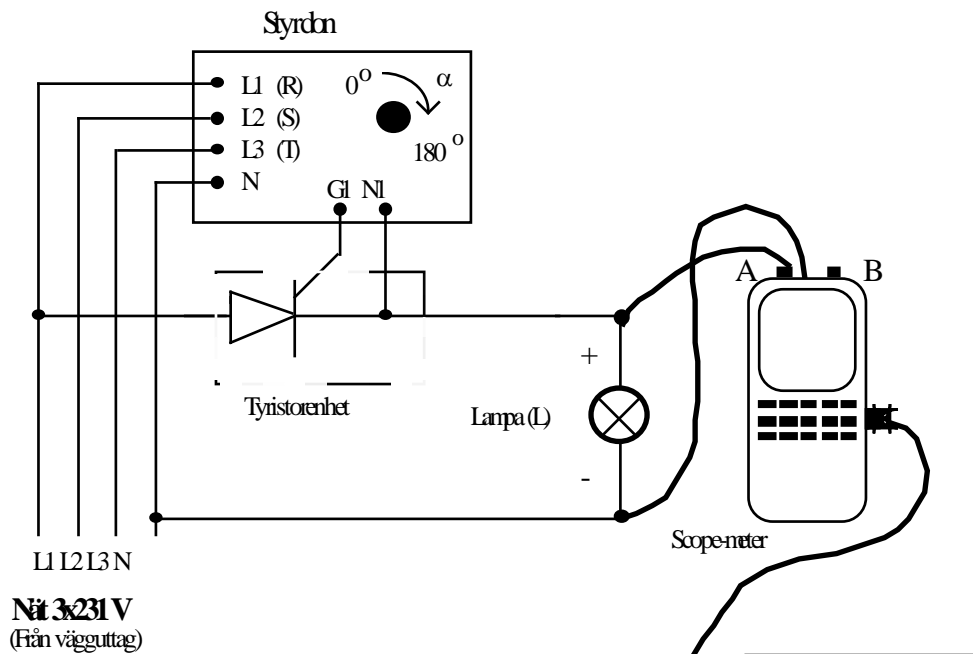
2.1 Uppkoppling

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



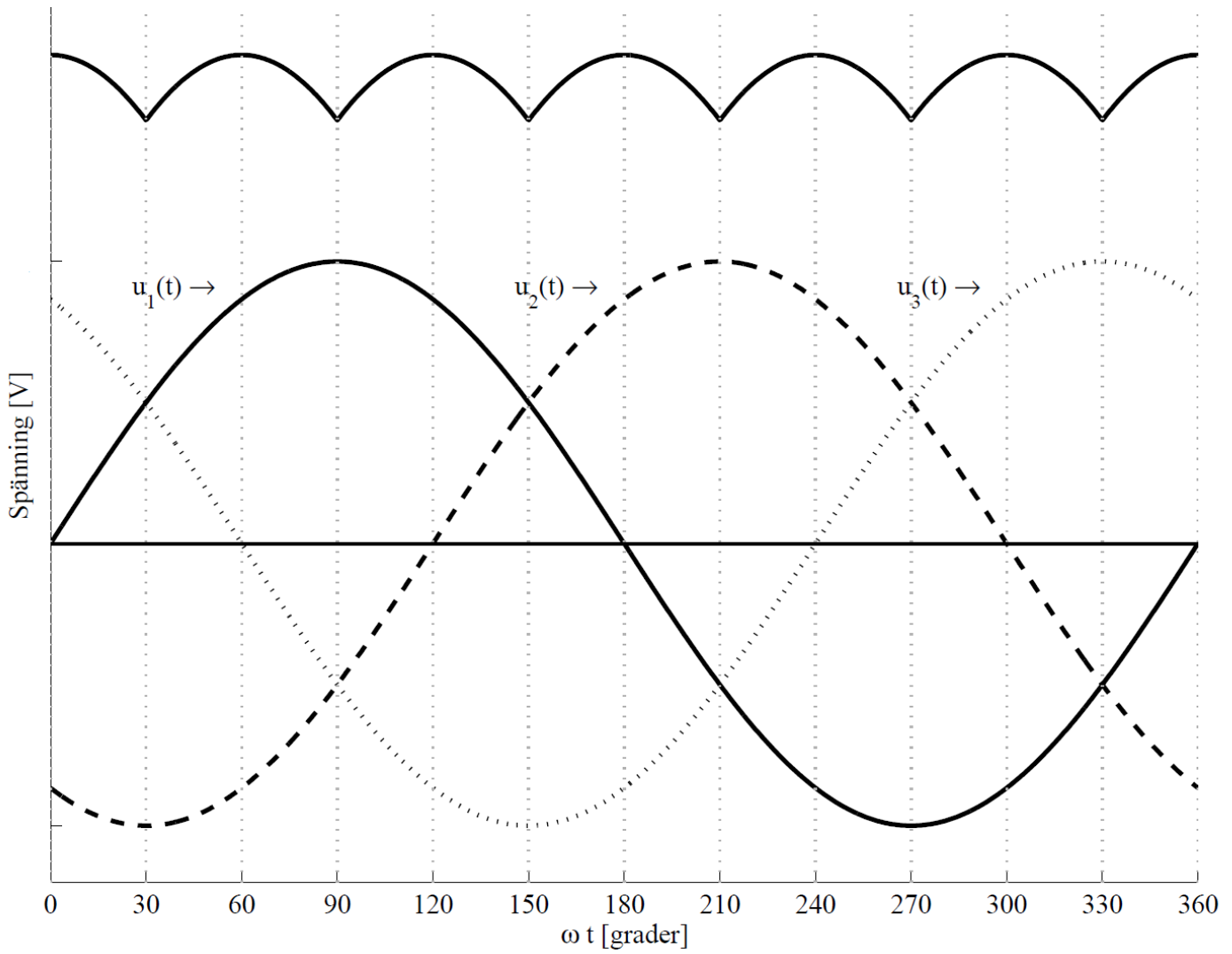
Figur 1. Enfas enpuls tyristorlikriktare

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.

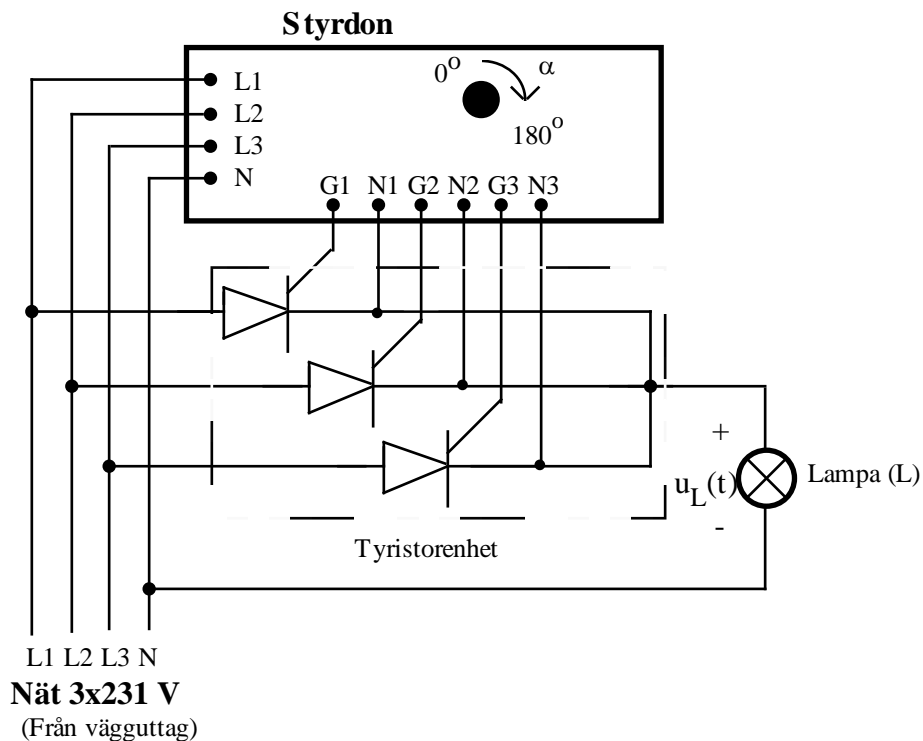


3 Tyristorlikriktare, trepuls 1-vägs styrd likriktare

En trepulslukriktare 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 trepulslukriktare, enligt *Figur 2*.



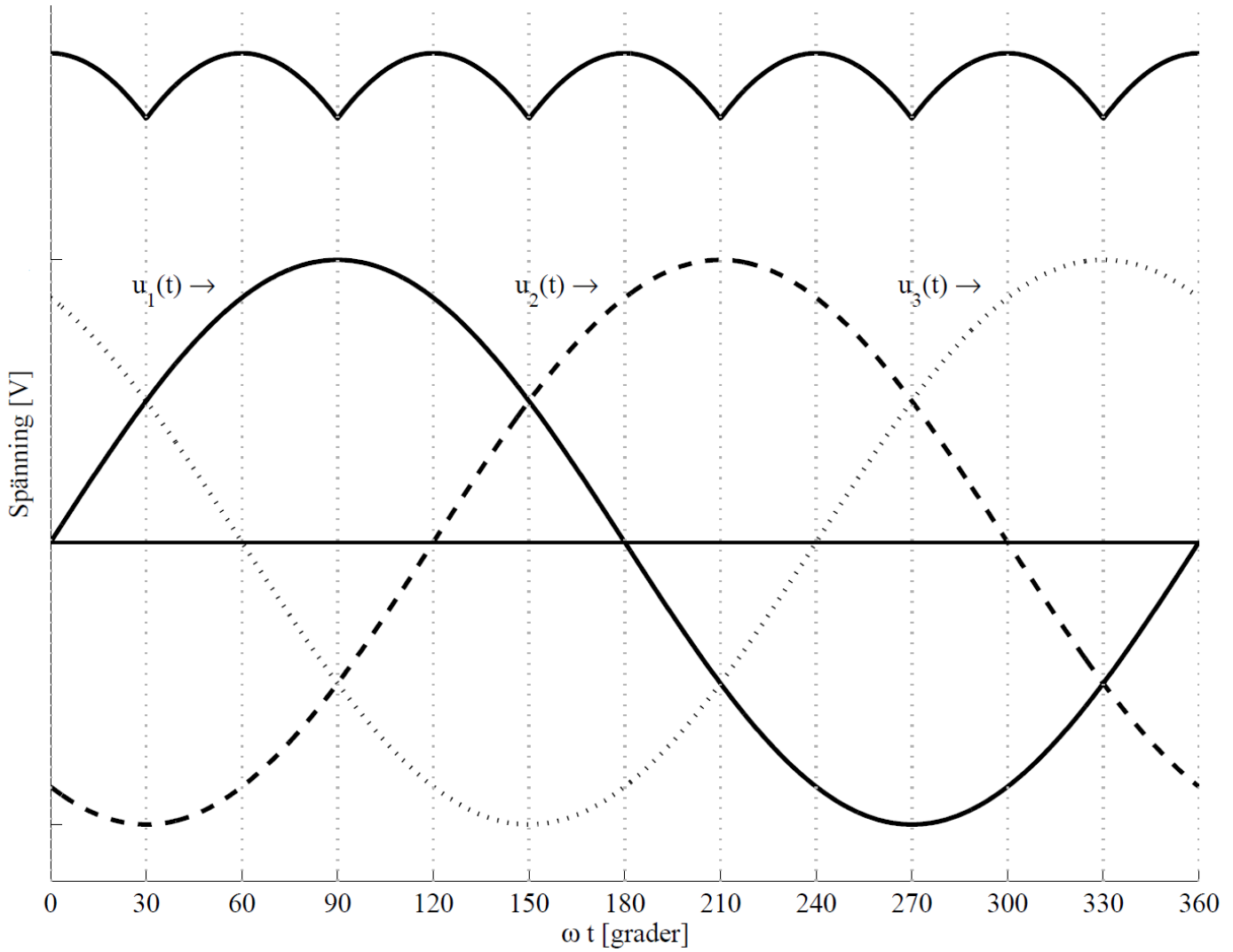
Figur 2. Trefas trepuls tyristorlikriktare

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 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 trepuls likriktarbrygga och 60°-tändvinkel

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

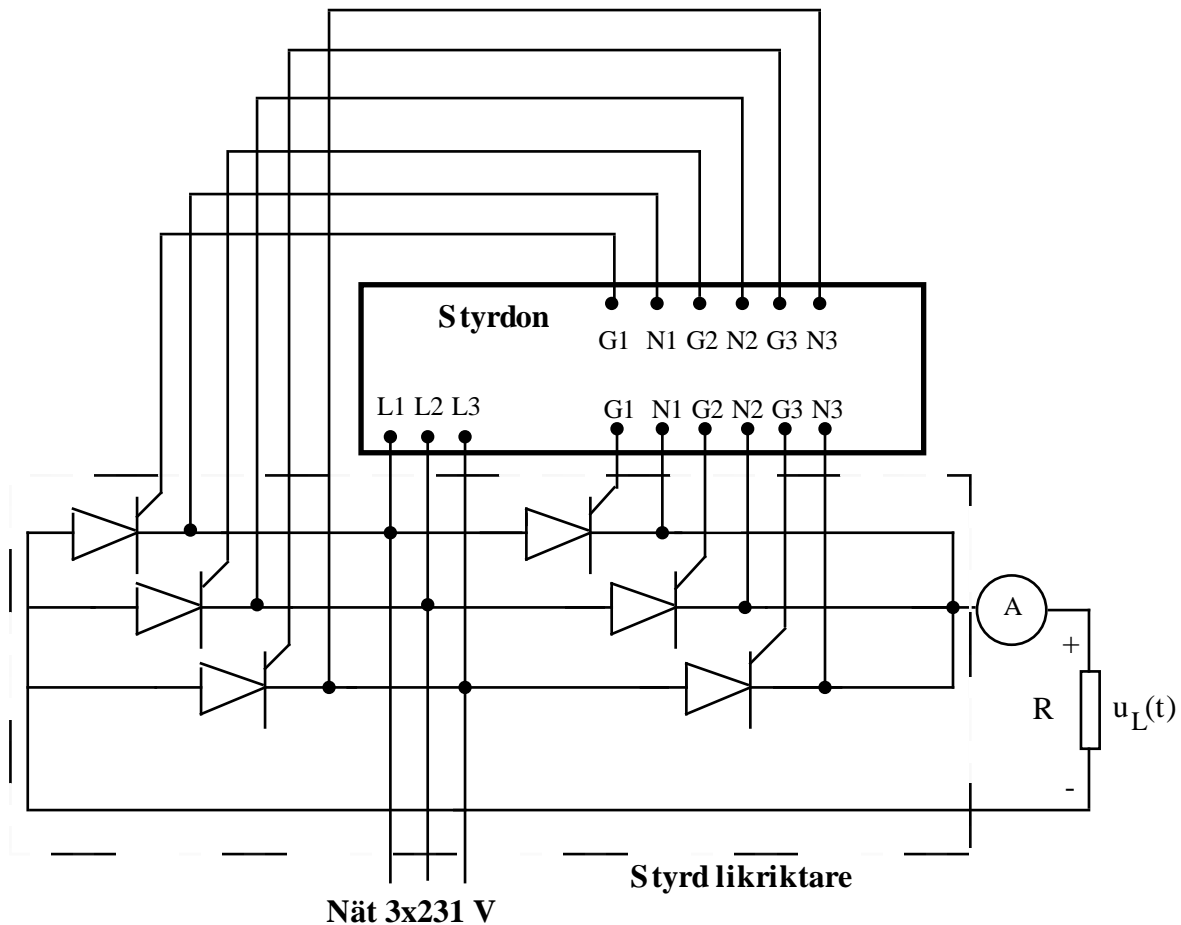


4 Tyristorlikriktare – trefas, sexpuls, 2-vägs, styrd likriktare

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

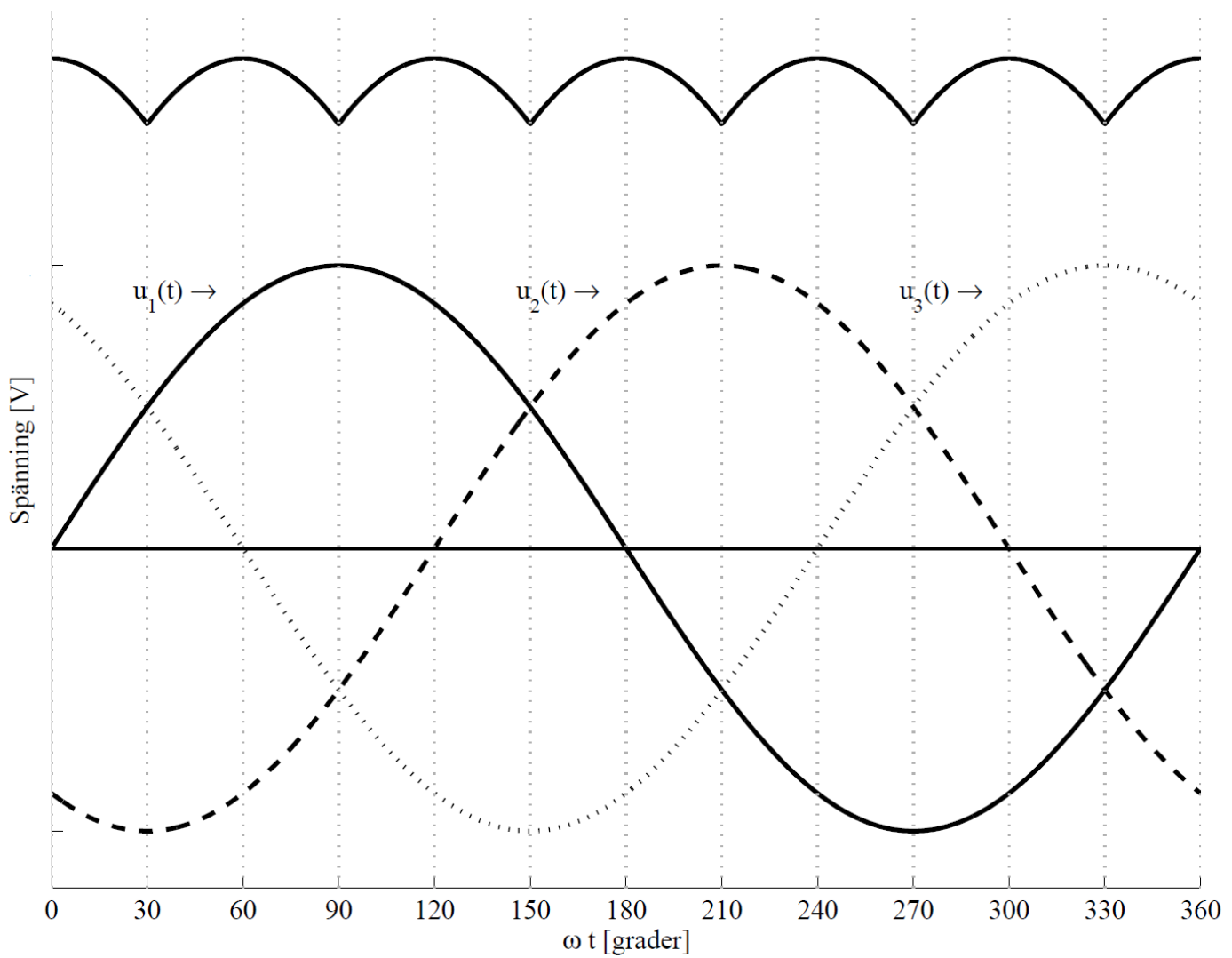
Rita en graf av likspänningens momentanvärde över lasten för 0° tändvinkel. Använd figuren nedan och gradera axlarna i grafen.

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)

$$U_L = \underline{\hspace{2cm}}$$



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.

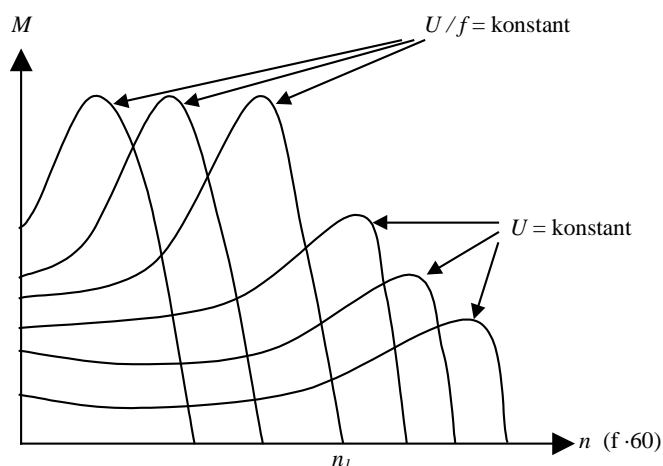
Vid ändring av frekvens behövs en elektronisk frekvensomriktare. På labbet finns en frekvensomriktare av märket Danfoss. Denna finns utförligt beskriven i detta kapitel.

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 märkskytt.....
104	se motorns märkskytt.....
105	se motorns märkskytt.....
107	se motorns märkskytt: D:.....
109	5 volt
200	120 Hz
201	0 Hz
202	50 Hz
214	linjär
215	20 sekunder
216	10 sekunder
310	1 sekund

5.5 Mätningar

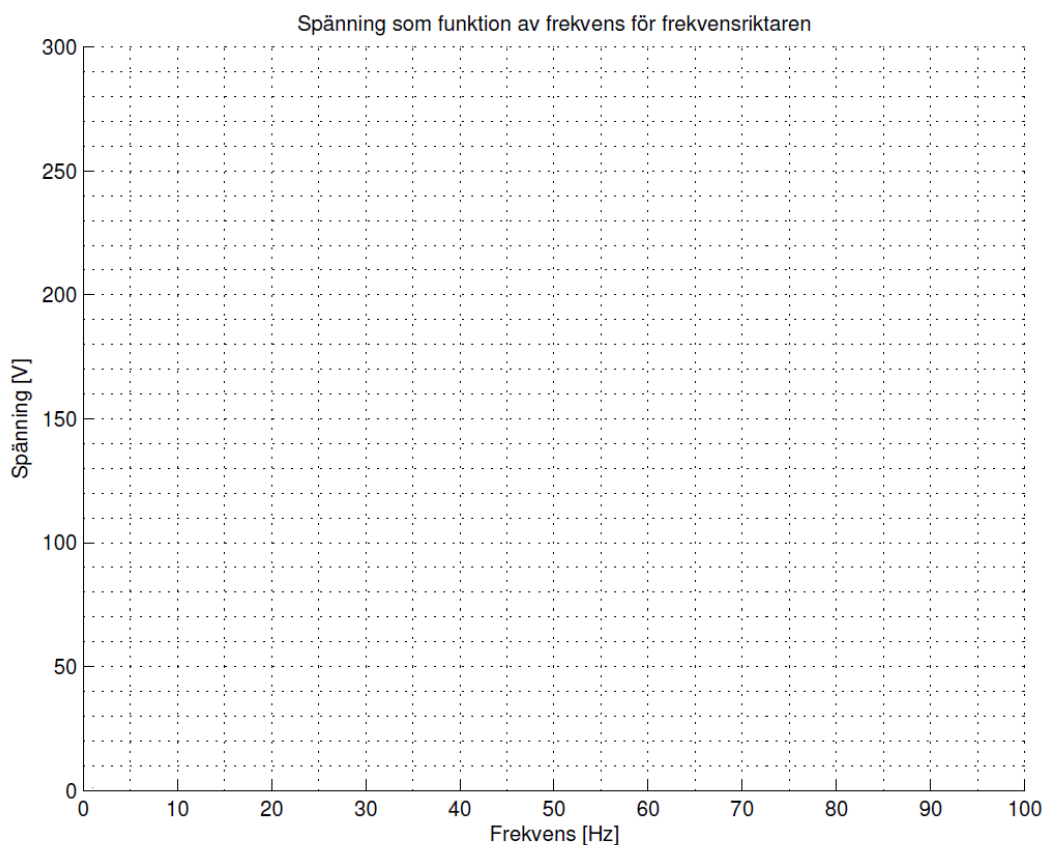
Experiment 1

Provkör frekvensomriktaren genom att trycka på START. Kontrollera under körning exempevis 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:

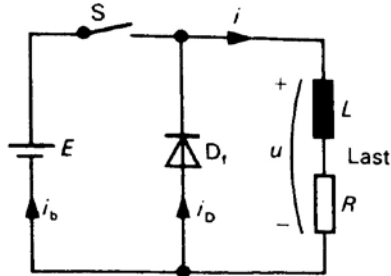
Vad borde likspänningsnivån vara:

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

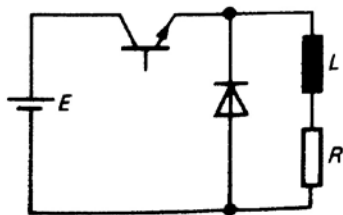
6 Step-up och Step-Down

6.1 Step-Down-omvandlaren

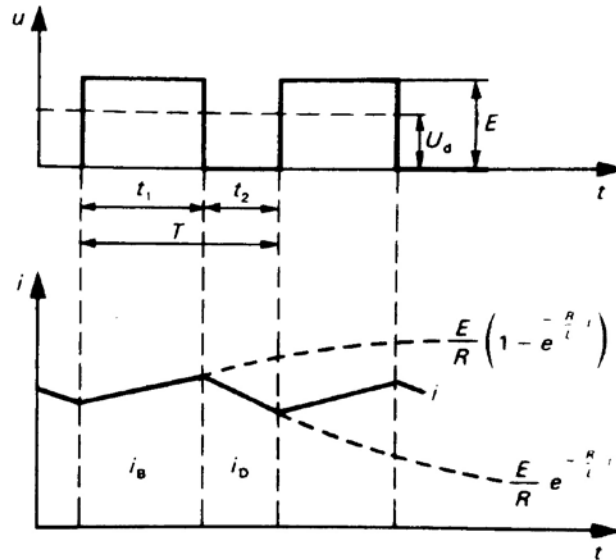
Step-Down innebär att $U_{ut} < U_{in}$. Funktionsprincipen beskrivs av schemat nedan



Figur 5.71 a. Principen för en likspänningskopplare (nedspänningsomvandlare).



b. Principschema för transistoruppbyggd step-down-converter.



E är en likspänning som hackats sönder av switchen S med en viss pulskvot $\delta = T_{\text{till}} / T$ där $T = T_{\text{till}} + T_{\text{från}}$, (i figuren t_1 och t_2).

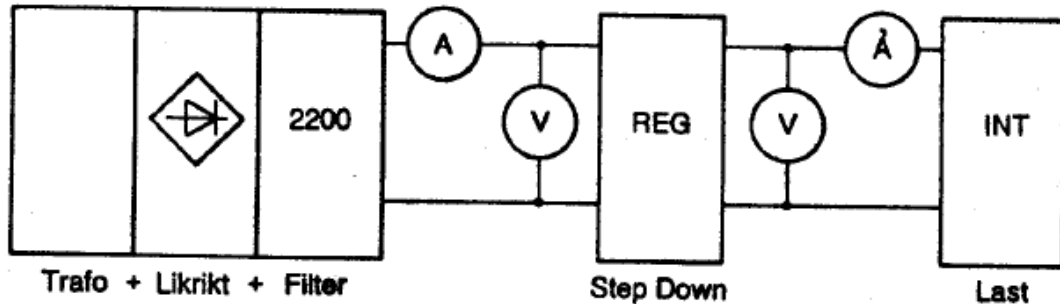
Switchen S är i själva verken en transistor som styrs av en styrkrets. Styrkretsen känner av utspänningen och ökar pulskvoten om spänningen p.g.a. belastningen vill sjunka. Därmed hålls spänningen i princip konstant oavsett belastningsgrad.

Ett komplett kretsschema för Step Down-omvandlaren som används i den här laborationen finns i Bilaga 2.

Experiment – Pulskvot som funktion av belastning

Koppla upp step-down omvandlaren enligt figuren nedan. Använd lämpliga ingångar på mätinstrumenten. **Full-last-ström är 0.8 A och utspänning är 12 V.**

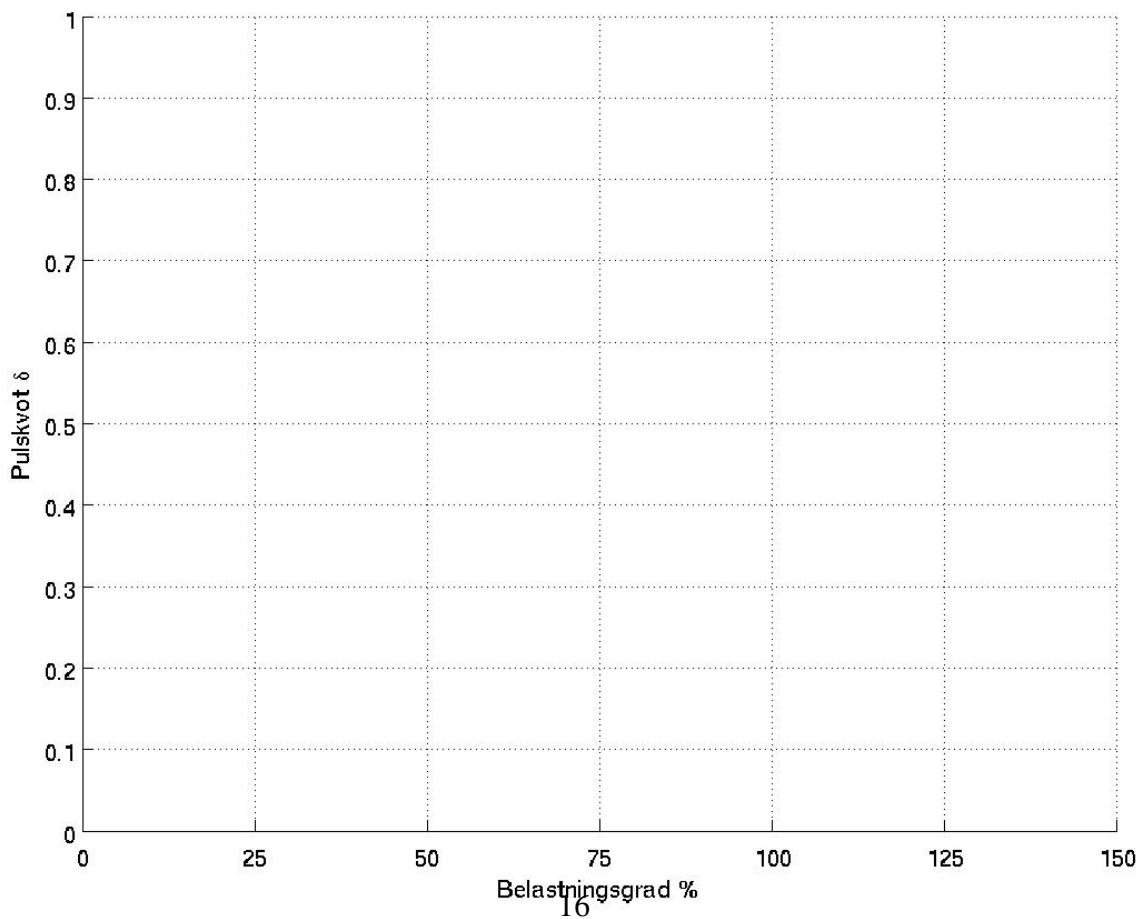
Vid full-last är det lämpligt att parallellkoppla sekundärlindningarna från matningstransformatorn eftersom säkringen lätt går annars. (Skulle säkringen gå så återställs den enkelt med en knapptryckning)



Mät med Scope-metern i punkt M4. Kontrollera gärna i kretsschemat i Bilaga 2 att M4 är rätt ställe att mäta i. Mät upp pulskvoten för belastningsfallen 25%, 50%, 75% 100% och 125%.

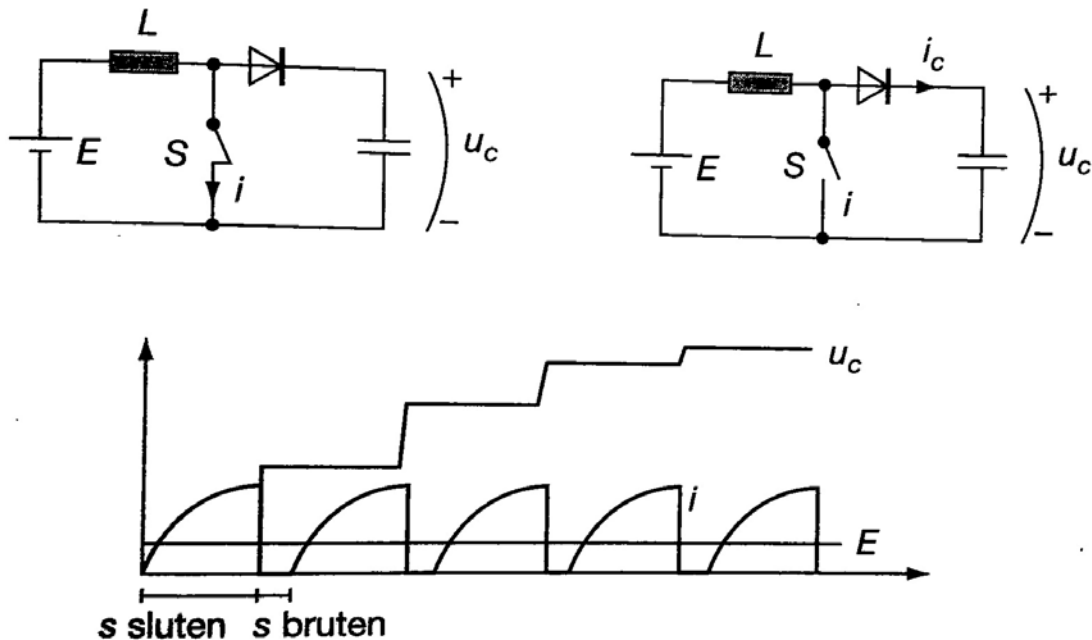
$\delta_{25} = \dots\dots\dots$, $\delta_{50} = \dots\dots\dots$, $\delta_{75} = \dots\dots\dots$,
 $\delta_{100} = \dots\dots\dots$, $\delta_{125} = \dots\dots\dots$

Rita δ som funktion av belastningsgrad i diagrammet nedan



6.2 Step-Up-omvandlaren

För Step-Up-omvandlaren är istället utspänningen större än inspänningen, dvs $U_{in} > U_{ut}$. Funktionsprincipen beskrivs av schemat nedan



Figur 5.72. Principen för en uppspanningsomvandlare.

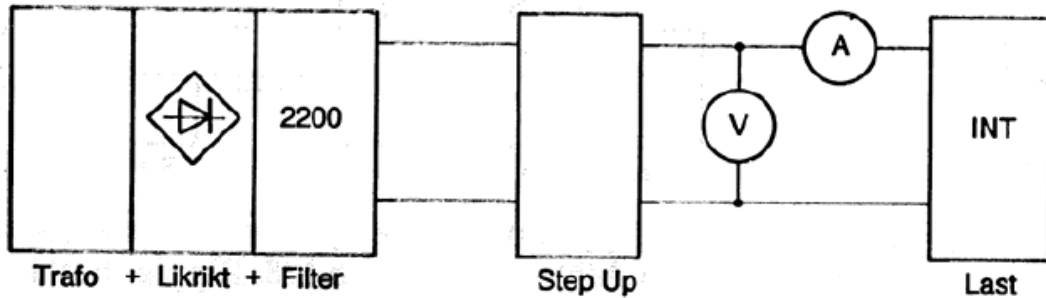
Varje gång switchen S slår till lagras energi i spole/drosseln L . När switchen öppnar blir $U_{ut} = U_{in} +$ den spänning som induceras i drosseln. Inom vissa gränser gäller $U_{ut} = U_{in} / (1 - \delta)$ där δ är pulskvoten. Precis som i Step Down-omvandlaren utgörs switchen av en transistor som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

I Bilaga 1 finns schemat för Step Up-omvandlaren som skall användas i laborationen.

Experiment – Pulskvot som funktion av belastning

Koppla upp step-up-omvandlaren enligt figuren nedan. Använd lämpliga ingångar på mätinstrumenten. **Full-last-ström är 0.2 A och utspänning är 36V.**

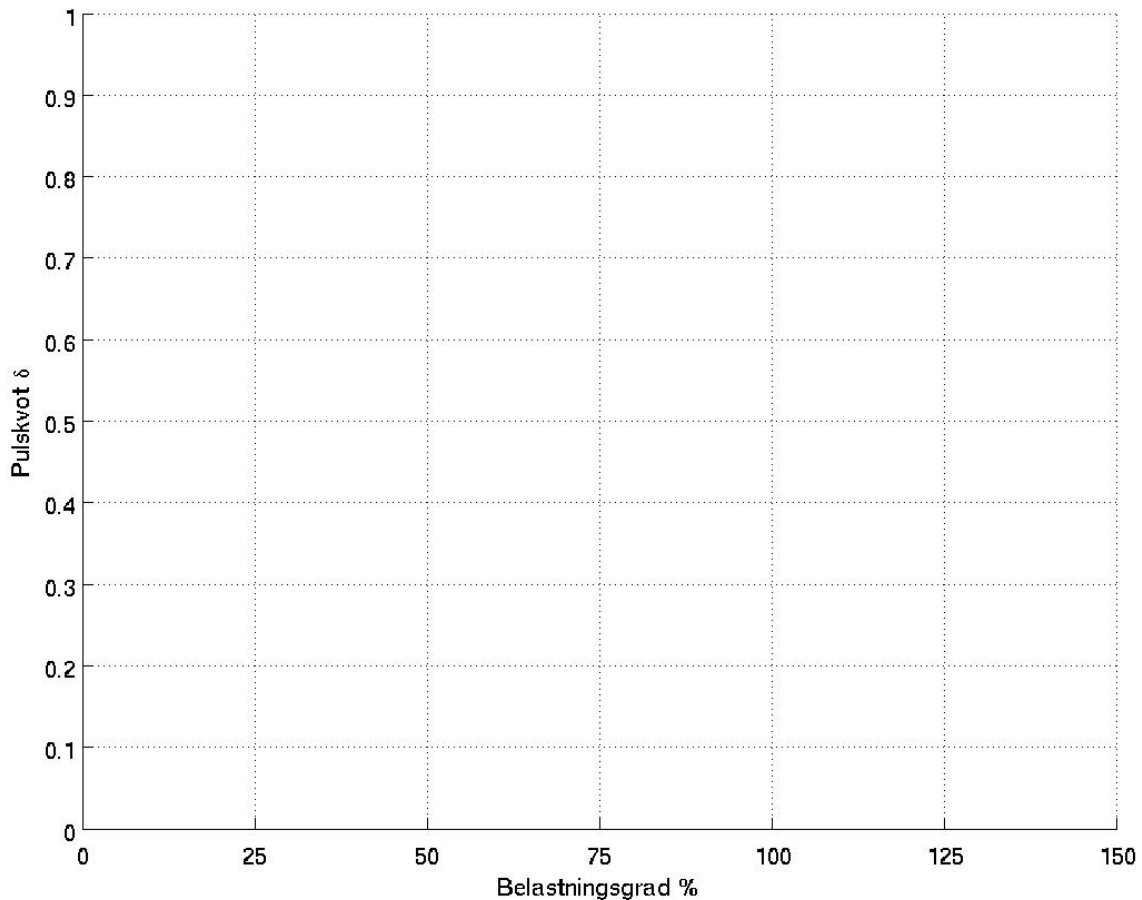
Parallellkoppla sekundärlindningarna från matningstransformatorn.



Mät med Scope-metern mellan punkt M4-M5. Kontrollera gärna i kretsschemat i Bilaga 1 att M4-M5 är rätt ställe att mäta i. Mät upp pulskvoten för belastningsfallen 25%, 50%, 75% 100% och 125%.

$\delta_{25} = \dots\dots\dots$, $\delta_{50} = \dots\dots\dots$, $\delta_{75} = \dots\dots\dots$,
 $\delta_{100} = \dots\dots\dots$, $\delta_{125} = \dots\dots\dots$

Rita δ som funktion av belastningsgrad i diagrammet nedan



7 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.

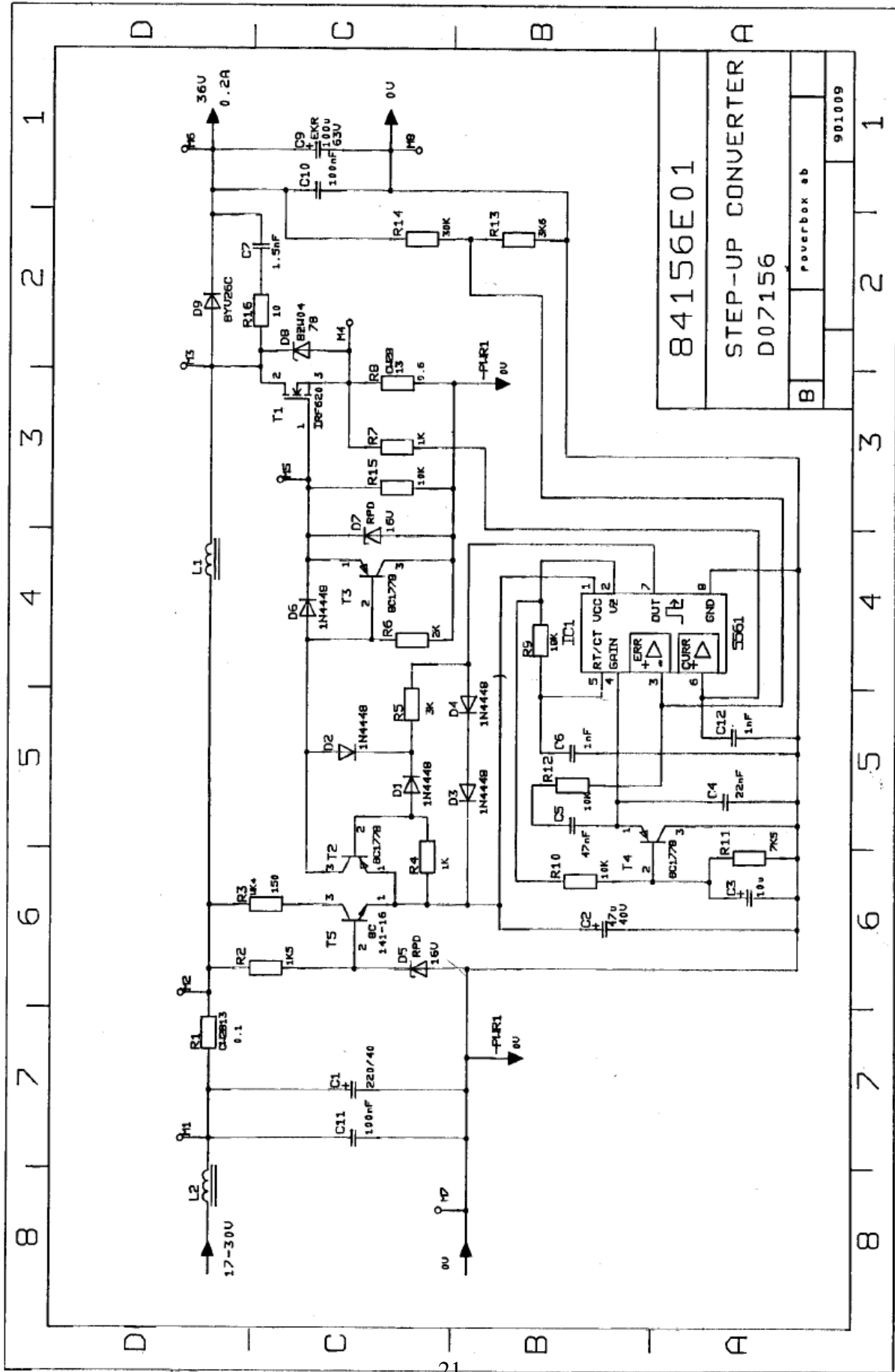
-
- II. Rita ett schema för en envägs trepuls tyristorlikriktare, samt skissa utspänningens utseende vid resistiv last och vid tändvinkel 60° när likriktaren är ansluten till fasspänningen 133 V, 50 Hz.

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 12 fylla i alla driftparametrars namn, som ska användas i laborationen och eventuellt göra ett eget val till några parametrar.

Bilaga 1 – Step-Up



84156E01
 STEP-UP CONVERTER A
 D07156
 B
 Poverbox ab
 901009

Bilaga 2 – Step Down

