

Kortlaboration ACT

Växelström och transienta förlopp.

Laborationen består av två delar. Målet med den första delen av laborationen är att öka förståelsen för kopplingen mellan teoretiska samband och praktiska mätningar då det gäller växelström och transienta förlopp. Vi riktar in oss på sådana begrepp som toppvärde, effektivvärde, fasvridning. Visare då det gäller växelström, och tidkonstant när det gäller transienta förlopp. Laborationen ska även ge träning i att ansluta mätinstrument och mätkort för insamling av mätdata på ett korrekt sätt till en utrustning.

I den andra delen är målsättningen att skapa en känsla för sambanden mellan olika trefasstorheter.

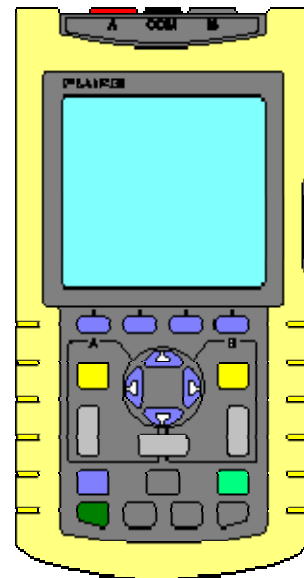
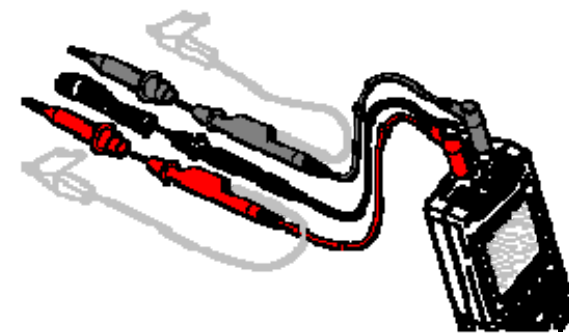
Ett LabVIEW programs uppbyggnad ska studeras. De instrument som används är dels ett insticksmätkort i en PC (NI 6229 från National Instrument), en Fluke Scopemeter och ett analogt visarinstrument (analog multimeter).

1 Utrustningen

Scopemetern är ett digitalt oscilloskop med multimeterfunktion. Oscilloskopet har två separata kanaler **A** och **B** med gemensam referenspunkt **COM**.

Man kan därför mäta och se, två olika signaler samtidigt. För varje kanal *visa* två olika mätstorheter. Mätstorheterna kan vara spänningar, strömmar (med shunt eller prob), frekvens, fas, dutycycle, crestfactor, resistans, (diodspänningsfall), kontakt (med inbyggd summer, kapacitans mm).

Kort sagt de flesta storheter man kan behöva mäta.



Man sätter på Scopemetern med den mörkgröna knappen i nedre vänstra hörnet.

För att genomföra en mätning och få en bild på skärmen räcker det oftast med att trycka på den ljusgröna AUTO-knappen nere till höger.



Scopemetersns inställningar är menystyrda. Säkert känner du igen de fyra piltangenterna från någon video eller tv hemma. Man ställer in Scopemeteren med hjälp av fem olika menyer. Mätvärde A, Mätvärde B och Scopemenyn är de tre viktigaste.

Mätvärde A Scopemeny (UserOptions) (Save/Print) Mätvärde B

Med piltangenterna gör man sina val inom menyerna. När man är nöjd med menyinställningarna bekräftar man sina val med F4 (Enter). (F1 F2 och F3 kan ge ytterligare menyval). Tryck på menyknappen en gång till om du vill lämna menyn *utan* att göra några val.

**Mätvärdesinställningar**

För Mätvärde A och Mätvärde B kan man ställa in följande alternativ:

VAC, VDC, VAC+VDC, dB..., OHM, (CONT), (DIODE), (CAP), Hz, AMP..., TEMP..., PEAK..., DUTY..., PULSE..., CREST, PHASE.

Inställningsalternativen förklaras mer utförligt i manualen.

Oscilloscopinställningar

Med AUTO-knappen (AUTO) får man automatisk justering av position, mätområde, tidbas och trigg. Detta ger en stabil visning av så gott som alla kurvor.

Med HOLD/RUN tangenten kan man "frysa" kurvorna.

Trycker man ytterligare en gång på AUTO-knappen (MANUAL) kan man Zooma skärmbilden med de ljusgrå vippomkopplarna manuellt.



KanalA	Tidbas	KanalB
mV förstora V förminska	s fler perioder ns färre perioder	mV förstora V förminska

Analog Multimeter

Den analoga multimetern beskrivs inte här.

Mätkortet

En analog signal är *tidskontinuerlig* det vill säga den har ett värde i varje tidpunkt. När den mäts, "samplas", så blir mätvärdet *tidsdiskret* eftersom den enbart mäts vid vissa tidpunkter. Vill man följa signalens variation så måste man mäta tillräckligt ofta.

Mätkortet innehåller bland annat analoga utgångar och analoga ingångar. En analog ingång används för att mäta en spänning som funktion av tiden. Man säger att spänningen "samplas" vilket innebär att stickprov tas och att tidpunkten då de tas registreras (tidpunkten är ofta lokal datortid från en lokal klocka). Analog utgång är på motsatt sätt, en godtycklig spänning kan läggas ut vid en viss tidpunkt.

I denna laboration kommer vi att lägga ut sinusformade och fyrkantformade spänningar med användning av en analog utgång, och mäta olika spänningars tidsförlopp med analoga ingångar.

Ett varningens finger måste utsträckas som gäller de analoga utgångarna. Två utgångar får inte kopplas ihop! Om man lägger ut olika spänningar på dessa så kan för stora strömmar flyta som kan förstöra utgångarna med driftavbrott och kostnader som följd. Samma gäller att matningsspänning inte får kopplas till en utgång, även då kan det bli ”krock”. Det kan lite liknas med att koppla ihop ett 1,5 V och ett 9 V batteri + mot + och – mot –, eller ännu värre, + mot – och – mot + !

OBSERVERA! Visa därför uppkopplingen innan Ni slår på.

Mätkortet är generellt och kan användas för många olika mätuppgifter. Dess funktionalitet kan skraddarsys med ett LabVIEW-program. Ett sådant program kallas för ett VI (Virtuellt Instrument).

Om man dubbelklickar på en fil med ändelsen *.vi startar programmet LabVIEW ett ”virtuellt instrument”. Det som först visas på skärmen kallas **Front Panel**. Det ser ut som ett slags mätinstrument med knappar, rattar, instrument, ”lampor” och diagramfönster.

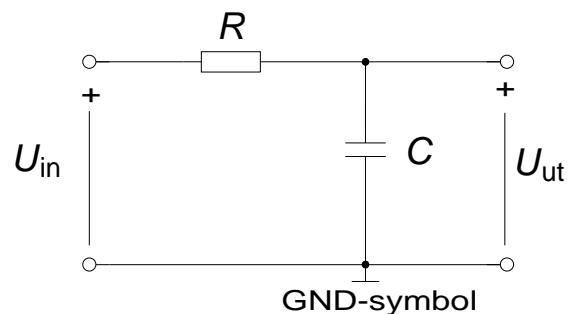
Ett VI har två vyer, förutom frontpanel, finns det även en vy som kallas **Block Diagram**. Den som har programmerat det virtuella instrumentet har gjort det genom att sammanbinda färdiga block till önskad funktion i block diagram. Den som enbart använder ett färdigt VI behöver bara använda Front Panel.

2 Växelspänning

Du ska nu använda ett LabVIEW program för att generera en växelspänning vars frekvens kan varieras. Denna växelspänning ska vara insignalen till kretsen till höger, U_{IN} .

Koppla upp en RC-krets på den 10-plinten enligt schemat.

Välj $R = 30 \text{ k}\Omega$, $C = 470 \text{ nF}$.



Förberedelseuppgift 1:

Beräkna $\tau = R \cdot C$, $\omega_0 = 1/\tau$ och $f_0 = \omega_0 / 2\pi$ (har Du inte stött på dessa begrepp i kursen än, så kommer de senare, men beräkna storheterna nu).

$$\tau = \quad \quad \quad \omega_0 = \quad \quad \quad f_0 =$$

Anslut nu Scopemeterens kanal **A** så att den mäter spänningen U_{IN} , och kanal **B** så att den mäter U_{UT} . GND är en förkortning för jord och är en gemensam referenspunkt för insignal och utsignal. På scopemeteren finns de tre anslutningspunkter A, B och COM där COM är scopemeterens gemensamma referenspunkt för de två kanalerna A och B.

Anslut mätkortets analoga utgång **AO0** till RC-kretsens ingångsklämma, U_{IN+} .

Anslut mätkortets analoga ingångar **AI0** till RC-kretsens ingångsklämma, U_{IN+} och **AI1** till RC-kretsens utgångsklämma, U_{UT+} . Även mätkortet har en gemensam jordpunkt **AOGND**. Anslut alltså **AOGND** till GND.

OBSERVERA! Visa uppkopplingen innan LabVIEW-programmet startas.

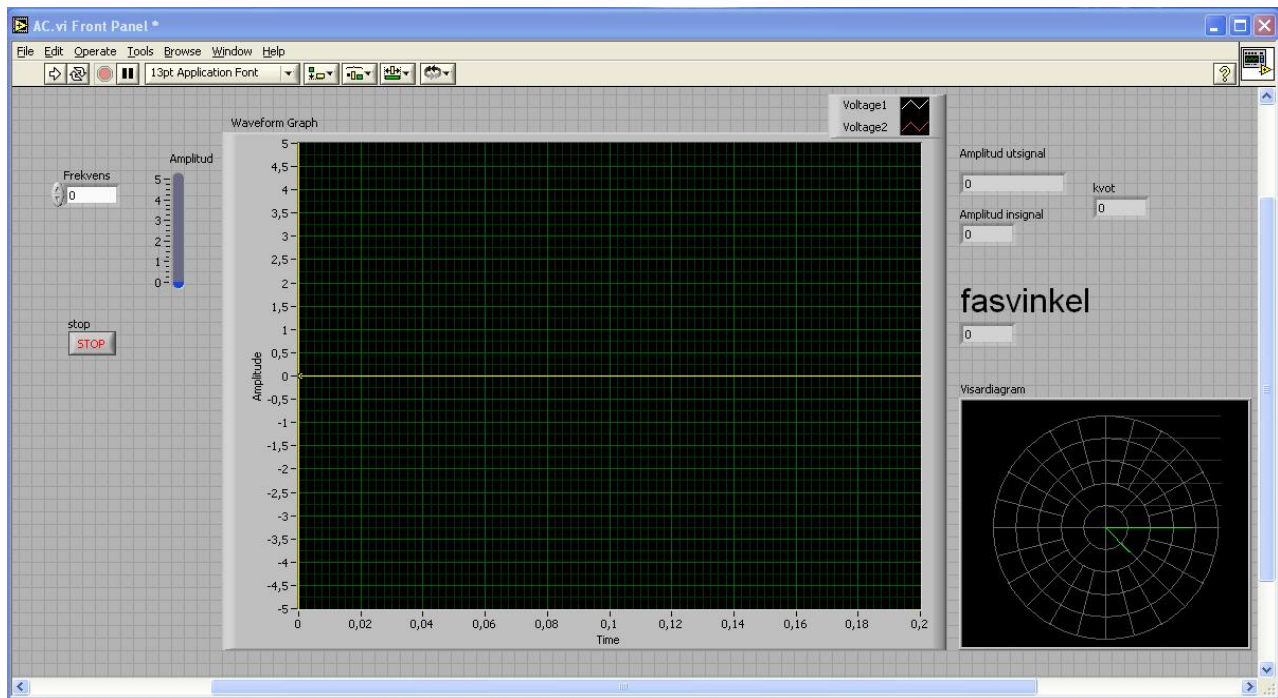
Starta LabVIEW programmet med filnamnet `ac.vi`. Filen finns att ladda ner från kurshemsidan. Placera tex filen på "Skrivbordet".

Starta programmet genom att klicka på den vita pilen uppe till höger på frontpanelen.



Det går att variera frekvens och amplitud.

(Programmet kan stoppas med stop-knappen på "Front Panel")



Studera programmets två "vyer" dels det man först ser som kallas "Front Panel" och dels det som kallas "Block Diagram". (Du kan växla mellan vyerna med val under Window-menyn). Tanken är inte att ni ska förstå allt i "block diagram" utan bara att nu ska veta att det finns två vyer, en för användningen och en där funktionaliteten kan skräddarsys.

I "Front panel" finns tre block vars motsvarigheter du ska lokalisera i "Block Diagram" och svara på följande frågor.

Indikatorn Waveform Graph finns på "Front Panel" Leta upp den i "Block Diagram".

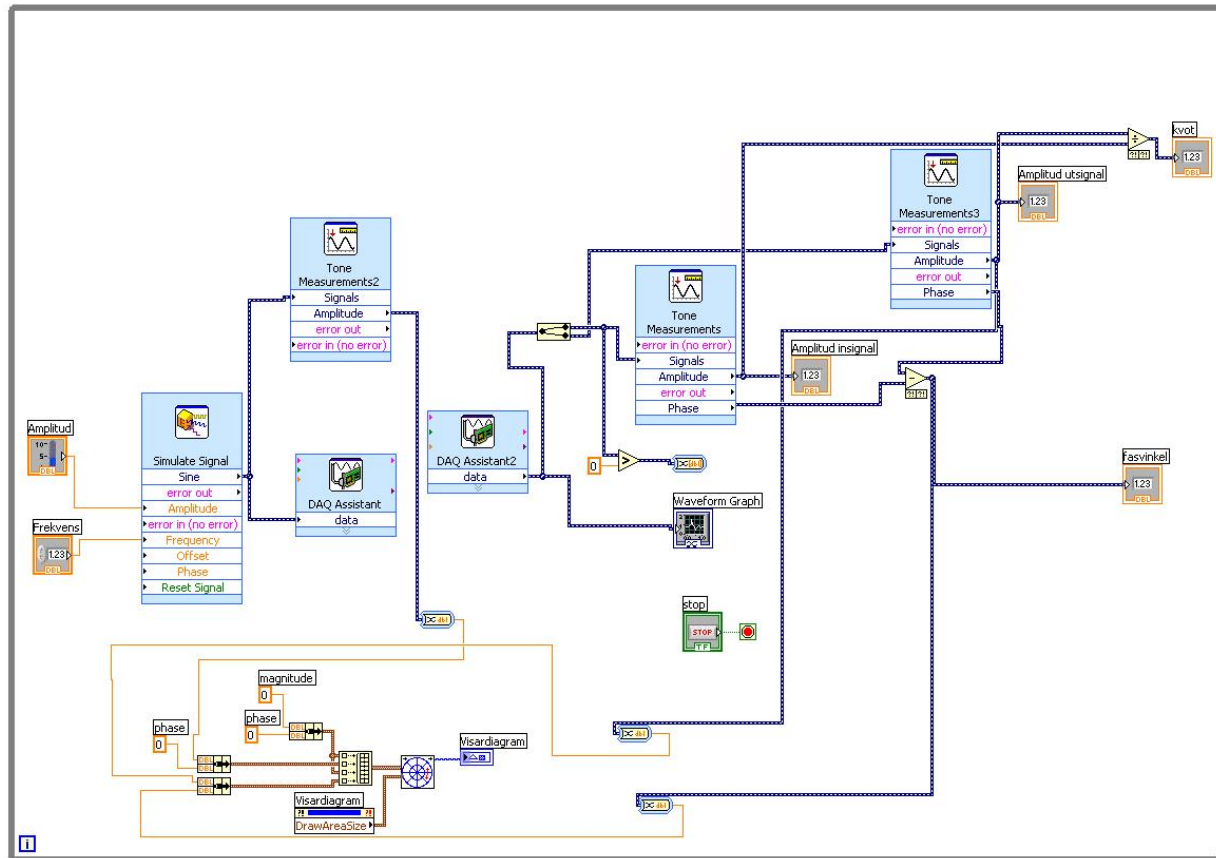
Vad heter blocket som den får sin signal ifrån?

Svar:

Kontrollerna Amplitud och Frekvens finns på "Front Panel". Leta upp dessa i "Block Diagram".

Vad heter blocket som dessa kontroller "styr"?

Svar:



Förberedelseuppgift 2: Vad är kvoten mellan toppvärde och effektivvärde för en sinusformad spänning? Vad blir kvoten i kvadrat?

$$\left(\frac{\hat{U}}{U}\right) = \quad \left(\frac{\hat{U}}{U}\right)^2 =$$

Välj en frekvens, till exempel 7 Hz, i LabVIEW-programmet, och amplituden tillexempel 5 V.

Scopemeter

Med knappen [s TIME ns] kan tidbasen (ms/d) ändras så att ett önskat antal perioder syns. Prova det. Syns två sinusformade förlopp på scopemeteren?

Svar:

Mät spänningarnas effektivvärden (VAC) och toppvärden (PEAK MAX pk). Mät toppvärdena och effektivvärdena och beräkna:

$$\left(\frac{\hat{U}_{IN}}{U_{IN}}\right)^2 = \quad \left(\frac{\hat{U}_{UT}}{U_{UT}}\right)^2 =$$

Stämmer det med förberedelseuppgiften ovan? Svar:

Beräkna kvoten mellan effektivvärdena U_{UT} / U_{IN} och jämför med indikatorn **kvot** på "Front Panel" i LabVIEW

$$U_{UT} / U_{IN} = \quad \text{kvot} =$$

LabVIEW

Nu ska Du även mäta signalen med det virtuella instrumentet i LabVIEW.

Vad syns på Waveform graph på Front Panel i LabVIEW?

Svar:

Variera frekvens och amplitud hos U_{IN} och studera kopplingen mellan de sinusformade tidsförloppen för U_{IN} och U_{UT} och visardiagrammet.

De sinusformade tidsförloppen och visardiagrammet innehåller delvis samma information.

Vilken information är gemensam? (Vilka storheter är gemensamma?)

Svar:

Vilken information syns enbart i tidsdiagrammet? (vilken storhet?)

Svar:

Hur ändras tidsförloppen och visardiagrammet då enbart amplituden på U_{IN} varieras?

Svar:

Vilken spänning ligger före i fas U_{UT} eller U_{IN} ?

Svar:

Varför?

Låt U_{IN} vara konstant = 5 V . Hur ändras tidsförloppen och visardiagrammet då enbart frekvensen på U_{IN} ökas? Ökar eller minskar fasvridningen mellan U_{UT} och U_{IN} då frekvensen ökas? Hur ändras amplituden på U_{UT} ?

Svar:

Varför?

Mellan vilka gränser kan fasvinkeln variera?

Svar:

Ställ in frekvensen på *den* så kallade gränsfrekvens f_0 (avrundat till heltal) som Du beräknat i förberedelseuppgiften. Hur stor är fasvridningen, fasvinkeln φ , mellan U_{UT} och U_{IN} vid denna frekvens?

Läs av det virtuella instrumentets **fasvinkel** =

Läs av det virtuella instrumentets **kvot** =

Kontrollera hur nära $1/\sqrt{2}$ ovanstående värden är genom att multiplicera dem med $\sqrt{2}$.

Beräkna: $\sqrt{2} \cdot \text{kvot} =$ $\sqrt{2} \cdot \sin\varphi =$ $\sqrt{2} \cdot \cos\varphi =$

Programmet kan stoppas med stop-knappen på "Front Panel" innan AC.vi klickas bort.

Redovisa era resultat fram till hit, sign_____

Extrauppgift 1

Kretsen kan ses som, och används ofta, som ett filter. Filtret släpper igenom vissa frekvenser och ”dämpar” andra. Kvoten som funktion av frekvensen förekommer i många olika ingenjörsmässiga sammanhang. Inom signalbehandling och reglerteknik kallas kvot för ”överföringsfunktionens belopp”. Om denna plottas i loglog-skala kallas det för ett *Bodediagram*.

Ett ofta använt logaritmiskt mått på kvoten av U_{UT} / U_{IN} är det sk. dB-måttet (DeciBel) som definierats i tabellen nedan. När vi har -3 dB brukar man säga att signalen *dämpas* 3 dB. (Signalens effekt är då halverad).

Mät beloppet av överföringsfunktionen och fyll i tabellen nedan:

frekvens	$0,1 \cdot f_0$	f_0	$10 \cdot f_0$
kvot [ggr]			
$20 \cdot \log(\text{kvot})$ [dB]			

Extrauppgift 2

Vad skulle hända om de två komponenterna R och C bytte plats? Prova vid frekvenserna $0,1 \cdot f_0$, f_0 , och $10 \cdot f_0$ som tidigare. Blev resultatet det Du väntade dig?
(Glöm ej att byta tillbaka R och C till de ursprungliga platserna till nästa mätning).

3 Transienta förlopp

Uppladdning och urladdning av en kondensator är ett fenomen som är nödvändigt att beröra när man studerar grundläggande elektroteknik. Analoga fenomen är uppvärmningen av till exempel en spiskplatta eller strömändringen i en spole. Alla dessa förlopp karaktäriseras av tre storheter, begynnelsevärde, slutvärde och tidkonstant. Matematiskt kan tidsförloppet skrivas:

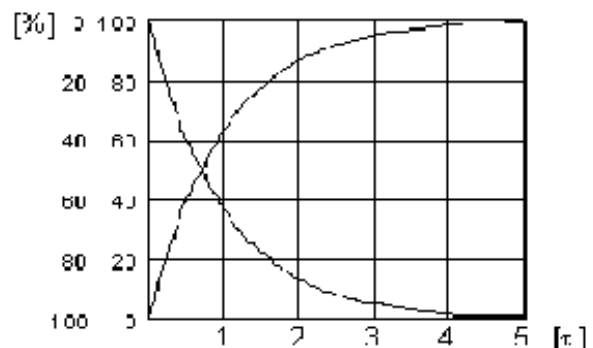
$$x(t) = x_{\infty} - (x_{\infty} - x_0) e^{-\frac{t}{\tau}}$$

x_0 = storhetens begynnelsevärde

x_{∞} = storhetens slutvärde

τ = förloppets tidkonstant

$\tau = R \cdot C$ för RC-krets $\tau = L/R$ för LR-krets



I det föregående var inspänningen sinusformad, nu ersätter vi den med en fyrkantformad spänning. Öppna programmet `transient.vi` och starta det. Ställ in amplituden till 2 V och periodtiden 400 ms. Studera inspänningen U_{IN} och utspänningen U_{UT} . Försök fånga de transienta förloppen på Scopemetern. Det blir ett nytt transient förlopp för varje flank (varje gång fyrkantvågen ”hoppas”). Träna på att justera skärmbilden.

(Trigga på insignalen U_{IN} , kanal A. Om scopemetern har svårt att visa en stillastående bild bör du ändra typ av trigging. Detta gör du under Scope Menu/Trigger/Screen Update Välj On Trig

istället för Free Run.)

Vad har uppladdningsförloppet för begynnelse och slutvärde i förhållande till fyrkantvågens två nivåer?

Svar:

Beskriv hur uppladdningsförloppets begynnelse och slutvärde påverkas då amplituden på fyrkantvågen ändras.

Svar:

Tidkonstanten τ är den tid det tar för förloppet att gå 63 % av vägen från begynnelsevärdet till slutvärdet. Ändras tidkonstanten då amplituden ändras.

Svar:

Extrauppgift 3

Gör en så noggrann mätning som möjligt av tidkonstanten med hjälp av scopemeters rutnät. Välj den bästa amplitud Du kan och justera skärmbilden ”optimalt”.

Vilken tidbas [ms/d] (ms per division, per ruta) valde ni med knappen **s Time ns** och vilken skalning valde ni i Y-led [V/d] (volt per division, per ruta) med knappen **mV V**?

Svar:

Vad uppmättes tidkonstanten till?

Svar:

Är tidkonstanten lika stor för det fallande urladdningsförloppet som för det stigande uppladdningsförloppet?

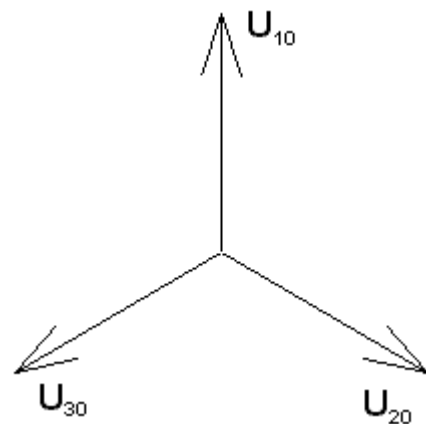
Svar:

Språngartade förändringar, fyrkantvåg, är en vanlig testsignal inom reglertekniken. En komponents reaktion på fyrkantvågspulser brukar där kallas för *språngsvaret*.

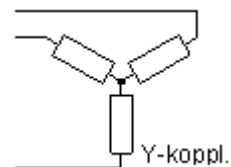
4 Trefas växelspänning

Som Du säkert känner till är vårt växelspänningsnät egentligen ett trefasnät. Det består således av tre växelspanningar som är sinsemellan fasförskjutna med 120° . I kontakten till ett vanligt bostadsrum har Du en av dessa spänningar.

Trefas-systemet erbjuder olika inkopplingsmöjligheter för elektriska utrustningar. Du ska här få prova på Y och D-koppling.



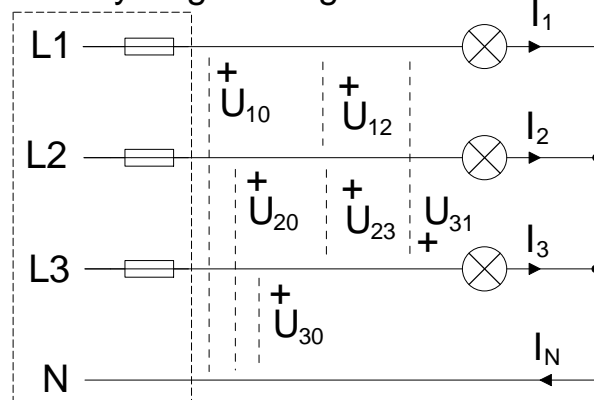
4.1 Tre glödlampor i Y-koppling



Sätt in 200 mA säkringar i en av säkringsraderna i centralen. Koppla in lamporna som en Y-kopplad trefasbelastning enligt schemat. Låt först samtliga lampor vara urskruvade. Mät spänningarna och fyll i nedanstående tabell.

Förberedelse: Spänningarna $\underline{U}_{12} + \underline{U}_{23} + \underline{U}_{31}$ bildar en sluten slinga och deras summa måste då enligt Kirchoffs spänningslag bli $= 0$. I växelspänningsläran måste dock spänningarna betraktas som vektorer (visare).

Godtycklig säkringsrad



	\underline{U}_{10} [V]	\underline{U}_{20} [V]	\underline{U}_{30} [V]	\underline{U}_{12} [V]	\underline{U}_{23} [V]	\underline{U}_{31} [V]
mätvärde						

Beräkna kvoten $\left(\frac{U_{12}}{U_{10}}\right)^2 = \dots$ är $\frac{U_{12}}{U_{10}}$ möjligtvis nära $\sqrt{3}$?

Summan av spänningsvisarna \underline{U}_{12} , \underline{U}_{23} och \underline{U}_{31} ska enligt förberedelseuppgiften bli "0". Åskådliggör denna summa som en geometrisk figur.

Tror Du att de tre lamphållarna är anslutna till en *symmetrisk* trefassspänning?

Svar:

Vilka spänningar är huvudspänningar?

Svar:

Vilka spänningar är fasspänningar?

Svar:

Fyll i nedanstående tabell genom att skruva i en lampa i taget och mäta strömmarna.

För att bestämma strömmen som flyter genom lampan, anslut en **mätmotstånd** på **1 Ω** i serie med lampan. Mät spänningen över motståndet och beräkna strömmen med hjälp av Ohms lag.

Iskruvade lampor	I_1 [mA]	I_2 [mA]	I_3 [mA]	I_N [mA]
lampa 1				
lampa 1 och 2				
lampa 1,2 och 3				

Rita ett visardiagram med strömmarna I_1 , I_2 och I_N (lampa 1 och 2 är iskruvade).

Rita ett visardiagram med strömmarna I_1 , I_2 och I_3 (lampa 1, 2 och 3 är iskruvade).

Påverkas lampornas ljusstyrka om nollledaren tas bort då alla tre lampor är iskruvade?

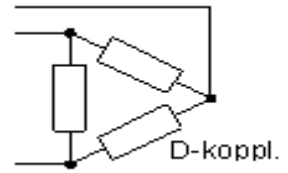
Svar:

Hur stor blir spänningen mellan centralens nollpunkt och lastens nollpunkt (där de tre lamporna är hopkopplade) om nollledaren är borttagen?

Svar:

4.2 Tre glödlampor i D-koppling

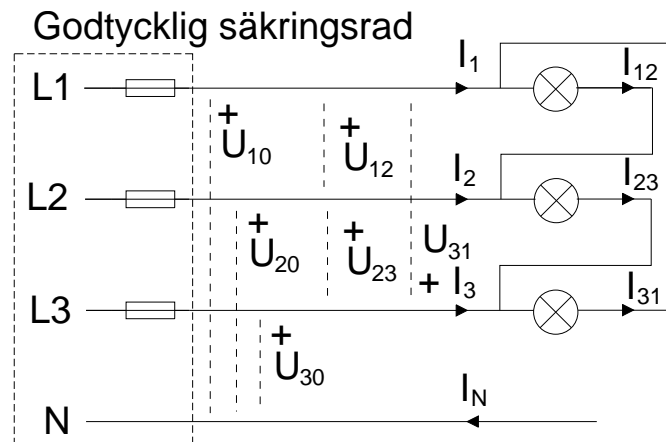
Koppla lamporna som en D-kopplad trefasbelastning. Låt samtliga lampor vara iskruvade.



Vilken spänning är det som ligger över lamporna
(U_{10} U_{20} U_{30} eller U_{12} U_{23} U_{31})?
)?

(Det finns goda skäl att skynda på
med mätningen ... varför?)
Vilken ström är det som går genom lamporna
(I_1 I_2 I_3 eller I_{12} I_{23} I_{31})?
)?

Det finns ingenstans att ansluta
”nollan”, N, och därför är $I_N = 0$.



Mät spänningen U över *en* av lamporna och strömmen I genom den. Jämför ljusstyrkan med den som rådde vid Y-kopplingen. Vid mätning av strömmen används återigen mätmotståndet.

$U =$

$I =$

Ljusstyrka (enligt din uppfattning):

Hur förhåller sig glödlampseffekterna mellan Y och D-koppling?

Dukningslista Klab Act

Växelström och transienta förlopp

Antal	Utrustning	
1	Multispanningsaggregat	Står framme
1	ScopeMeter	Står framme
1	Kopplingsbox (ansluten till mätkort)	Står framme
1	Trefascentral	Står framme
1	10-plint	
1	Kondensator 470 nF	
1	Motstånd 30 k Ω	
1	Mätmotstånd 1 Ω	
3	Lampor	
3	Säkringar 200 mA	
6	Röd laboratoriesladd	
4	Svart laboratoriesladd	
4	Gul laboratoriesladd	

