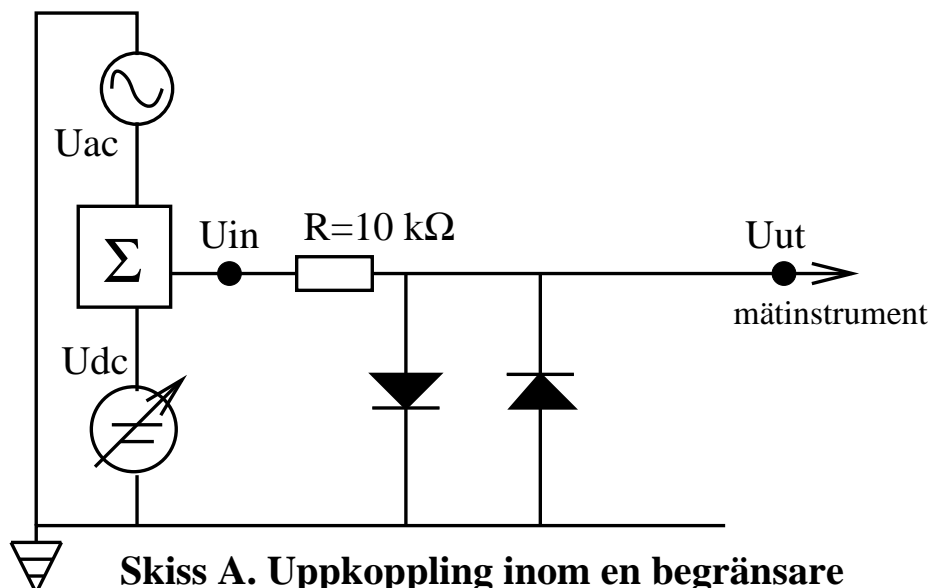


KURS	UPPGIFT	GRUNDUPPGIFT	EXTRAUPPGIFT	VERSION
ELMÄT B	Brus och stör 6	Lock-in derivering	Brusgenerator	Januari 2016



GRUNDUPPGIFT: Derivering med lock-in förstärkare.

Ni skall i denna grunduppgift låta Lock-In förstärkaren derivera signal inom en så-kallad begränsare (Skiss A.) Här är utgångssignalen en olinjär funktion av U_{in} och sådana begränsare finns typiskt på mätgångar på känsliga instrument, t.ex. på våra oscilloskop.

Ni skall (med hjälp av teorinoten[†] och förstudieledningen nedan):

- G1) Bygga upp de elektriska uppkopplingarna (ge detalj till skiss A) och identifiera metod som ger kontrollerad svep av dU_{dc} och som tillåter robusta, noggranna mätningar. Notera att Ni inte bara skall få till mätvärden men att Ni måste få eras analog XY skrivare till att skriva ut resultaten samtidigt med att Ni får till dessa mätningar.
- G2) Mäta (plotta på analog skrivare) första derivaten dU_{ut}/dU_{in} som funktion av U_{in} .
- G3) Redovisa resultaten med utskrifter från X-Y skrivare och argumentera att dessa utskrifter dokumenterar en robust, noggrann mätning. Dokumentera att det inte finns hysteresis i eras plots.
- G4) Kommentera och testa hur moduleringsamplituden påverkar mätningen av första-derivaten.

Förstudie: Lämna in en genomarbetat förstudierapport (enligt schema, typisk två veckor före labövningen) som beskriver hur ni tänker lösa labövningen och utföra laborationen. Diskutera bland annat dessa frågor:

- Vilken relation ger diod-ekvationen för U_{ut} och U_{in} ? Härled från skiss A att $U_{\text{in}} = U_{\text{ut}} + RI_0[\exp(U_{\text{ut}}/\eta V_T a) - \exp(-U_{\text{ut}}/\eta V_T a)]$. Här är I_0 diod-strömmen — vad är η och V_T ?
- Vilket beteende ger diod-ekvationen för $dU_{\text{ut}}/dU_{\text{in}}$ och $d^2U_{\text{ut}}/dU_{\text{in}}^2$ som funktion av U_{ut} ? Gör en matlab beräkning av U_{in} , $dU_{\text{ut}}/dU_{\text{in}}$ och $d^2U_{\text{ut}}/dU_{\text{in}}^2$ som funktion av U_{ut} (OBS: U_{ut}) och U_{in} .
- Hur ser ett matlab plot av första och andra-derivaten ut som funktion av U_{in} (OBS U_{in})?
- Hur kan Lock-in förstärkaren (LI) mäta derivater? Vilket krav finns på LI's tidskonstant?
- Hur kopplar ni summatorn ' Σ ' (Skiss A)? Hur har ni tänkt er att ändra U_{dc} tillräckligt långsamt?
- Hur konverteras en spänningmätning på lock-in förstärkaren till X- och Y-utgången?

Tillgängliga laborations- och mätinstrument

(Studera manual/datablad i labdokumentationsboken "BRUS och STÖRNING"):

Philip X-Y skrivare PM 8041, Lock-In förstärkare SR530/SR510,

Olinjär begränsa-krets (skiss A) byggs på kopplingsbord, instrument på labplatsen.

†**TEORINOTEN: VIKTIGA DERIVATER FÅS AV ROBUSTA MÄTNINGAR**

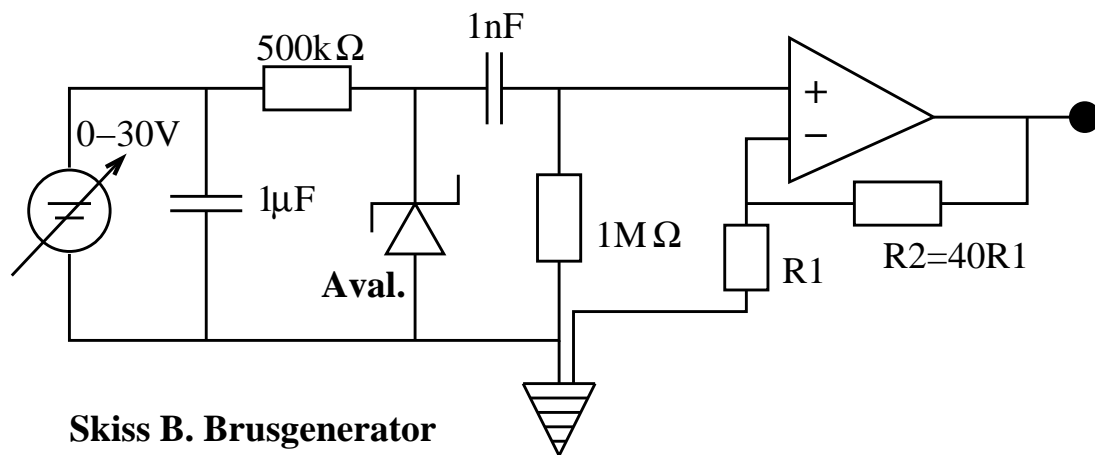
I de flesta moderna undersökningar mäts signaldervaters variation som funktion av påtryckningar utifån. Man ser t.ex. mycket ofta mätningar av hur konduktivitet av ett prov eller en komponent varierar med den påtryckta spänningen (bias). Däremot ser man sällan mätningar av hur själva strömmen varierar med bias.

Detta har två orsaker. Den första orsaken är att det tekniskt sett är mycket komplicerat att mäta t.ex. en likspänningsström — i alla fall om det inte rör sig om ett konstruerat demonstrationsförsök. Det finns (så vida jag vet) inga riktigt bra och robusta metoder till uppmätning av de små likspännings signaler som är relevanta för modern forskning och elektronik.

Den andra orsaken är att det alltid finns mycket mer intressant information i mätningar av första- och andra-derivaten av strömmen än vad som finns i själva likspänningsströmmen. Dessa derivatmätningar ger nämligen information om både komponentens karakteristik och/eller provets materialuppbyggnad samt om de elementära kvantfysikaliska processer som definierar materialets beteende och de elektriska transportprocesserna. Som tur är kan sådana derivatmätningar genomföras inom den mycket noggranna och robusta metod som erbjuds av lock-in tekniken.

Lock-in tekniken tillåter att vi gör mätningar inom ett mycket väldefinierat och smalt frekvens-intervall. Det smala frekvens-intervallet betyder att vi eliminerar effekten av brus (dvs den diffusa bakgrunden av stör). Om vi också företar smidiga val av faktiska mätfrekvenser kan vi undvika även mycket kraftfulla störkällor.

Derivat-mätning med lock-in teknik uppnås genom att addera till en likspänningsbias (det som definierar vilket mätpunkt vi är intresserade av) en liten ac-spänningsperturbation. Vi mäter då (inom den mycket robusta lock-in tekniken) vad denna ac-perturbationen åstadkommer av response. Ge förklaring på att detta response just är komponentens signaldervater.



EXTRAUPPGIFT (7): Deriverings- och brus känslighet.

Ni skall i extrauppgiften testa känsligheten av er lock-in deriveringsmätning både för moduleringsamplituden (dvs. växelspänningskomponenten U_{ac} i signalen U_{in}) och för addition av brus. Extrauppgiften innehåller således tre steg:

- E1) Ni skall bygga en enkel Brusgenerator (Skiss B) vid användning av en lämplig Zener diod.
OBS: När er hemmagjord brusgenerator fungerar, och när den har blivit godkänd av assistent, får ni byta till en färdig brusälla som finns i brus- och stör-skåpet.
- E2) Ni skall mäta brusens effektiva spänning V_{eff}/\sqrt{Hz} m.h.a. lock-in teknik för 20 lämpligt valda frekvenser från c:a 100Hz till 100 kHz.
- E3) Gör om mätningarna av förstaderivatet — som i grunduppgiften fast nu med addition av brus. Brusets peak-to-peak värde U_{Bpp} skall vara minst tio gånger moduleringsamplituden, $|U_{Bpp}| > U_{ac}$ (som uppskattat med oscilloskop).

Förstudie: Lämna in en förstudierapport som bland annat diskuterar dessa frågor:

- Vad är ett lämpligt val av Zener diod?
- Hur fungerar brusgenerator (Skiss B)? Ge kvalitativ bild av avalanche-effekten.
- Hur skall ni koppla upp för att addera utsignalerna från begränsaren och brus generatoren?
- Vad blir effekten av en mycket stor moduleringsamplitud? Studera noten om lock-in derivering i labdokumentationsboken och ge matematisk resonemang.
- Vad händer med en mycket liten modulerings amplitud?
- Hur kan lock-in förstärkaren derivata även med $|U_{Bpp}| > U_{ac}$?
- Vilket krav finns nu p LI's tisdkonstant och behöver ni ändra U_{dc} sveptiden när bruset blir stort?

Tillgängliga laborations- och mätinstrument

Som i grunduppgiften, hemmagjord plus färdigbyggd brusgenerator.