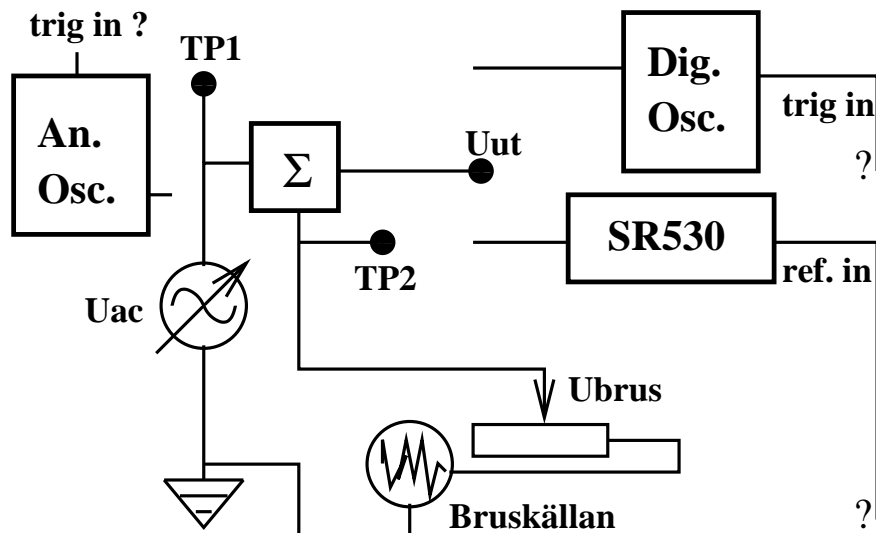


KURS	UPPGIFT	GRUNDUPPGIFT	EXTRAUPPGIFT	VERSION
ELMÄT B	Brus och stör 2	Störreduktion/brusmätning	Medelvärdsproblem	Januari 2016



Skiss A. Jämföring vid störreduktion/brusmätning

**GRUNDUPPGIFT:** Jämföring av digital och analog teknik.

Ni skall i denna uppgift studera och jämföra typiska metoder för brusmätning och störreducering: lock-in (LI) teknik respektive signalmedelvärdesbildning på det digitala oscilloskopet (DSO). LI är ett exempel på styrkan i analog teknik men kan nu också göras digitalt. Vi använder fortsatt analog LI.

Ni skall (med hjälp av teorinoten<sup>†</sup> och förstudieledningen nedan):

- G1) Bygga och testa ett summeringsnät 'Σ' (i Skiss A) för överläggning av brus  $U_{brus}$  på en sinussignal ' $U_{ac}$ .' Nivån av de två signalerna skall ni kunna variera oberoende av varandra.
- G2) Ansluta ArbetsPlats (AP) oscilloskop för mätning vid 'TP1' och 'TP2.'
- G3) Brusmätning. Ansluta både digitalt oscilloskop<sup>†</sup> och Lock-in förstärkaren för brusmätning vid ' $U_{ut}$ '; studera och jämföra peak-detektion<sup>†</sup> (på DSO) och direkt analog (heterodyn-type root-mean-square) brusmätning (på lock-in förstärkaren) i de två fallen (redovisa i tydligt schema):  
(3i)  $U_{ac} = 10U_{brus}$  och (3ii)  $U_{ac} = U_{brus}/10$ . Håll  $U_{brus}$  konstant i (3i) och i (3ii).
- G4) Signalmätning. Ansluta både digitalt oscilloskop och Lock-in förstärkaren för signalmätning; kan vara ny uppkobling. Studera och jämföra medelvärdesbildningen (digitala oscilloskopet) och heterodyn störreduktion (lock-in förstärkaren) vid signalmätningen i de två fallen (redovisa i tydligt schema):  
(4i)  $U_{brus} = 10U_{ac}$  och (4ii)  $U_{brus} = U_{ac}/10$ . Håll  $U_{ac}$  konstant i (4i) och i (4ii).
- G5) Studera hur valet av tidskonstanter påverkar de avlästa 'G4'-värdena för lock-in förstärkaren.

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

- Hur bygger och testar ni summeringsnätet? Ange skiss, t.ex. enligt Elmät A bok (avsnitt om operationsförstärkare.) Välj resistorer och bestäm eventuell förstärkning.
- Vad är det maximala värdet ni kan tolerera för  $U_{\text{brus}} + U_{\text{ac}}$ ? Beror detta maxvärde på förstärkningen inom ' $\Sigma$ '? Förklara att det finns andra begränsningar.
- Vad är det lämpliga val av signal/brusamplitud? – ni vill ju utmana mätteknikerna!
- Hur skall ni ansluta lock-in förstärkaren och det digitala oscilloskopet? Vad är korrekt uppkoppling av trigger- respektive referens-ingången? Svara på denna fråga både för G3 och för G4 deluppgiften.
- Hur fungerar signalmedelvärdesbildningen? Förklara teorin och ange också problem som finns när brusstyrkan är större än signalstyrkan. Finns det skillnader på det digitala oscilloskopet DSO=HP54xxx och det som ni har på era arbetsplatser?
- Hur kan ni med AP (eller även ett analogt) oscilloskop<sup>†</sup> och mätning på punkt 'TP2' testa brusmätningarna (punkt G3).
- Vilken mätning på 'TP1' kan ni göra för att testa båda signalmätningarna (punkt G4)?
- Hur ger samme mätning en kontroll av summeringsnätet?
- Varför skall man välja tidskonstant vid mätning med lock-in förstärkaren?
- Vilken störreduceringsmetod tror Ni är mest noggrann/effektiv?
- Vilken brusmätningmetod tror Ni är mest noggrann/effektiv?

#### Tillgängliga laborations- och mätinstrument

(Studera manual/datablad i labdokumentationsböckerna)

Lock-In förstärkare SR530/SR510

Digitalt minnesoscilloskop HP54600B eller HP 54645A (DSO)

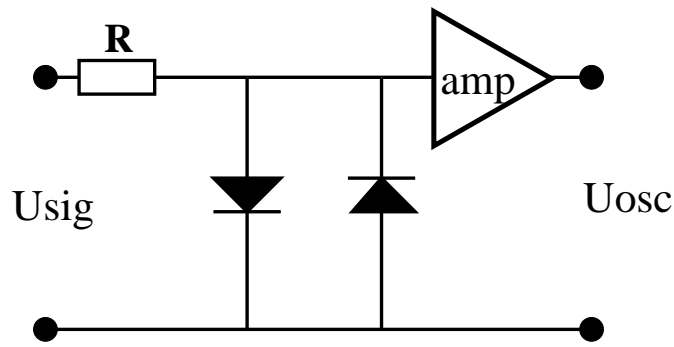
ArbetsPlats (AP) oscilloskop, uppkopplingsbord, Bruskälla.

#### **†TEORINOTEN: BRUSUPPSKATTNING MED OSCILLOSKOP.**

En enkel uppskattning av styrkan hos en brussignal kan göras med hjälp av både ett digitalt (AP) och även ett analogt oscilloskop.

Ungefär 90% av höjden på "brusmattan" (t.ex. som mätt vid peak-detect mode), som avbildas på skärmen ( $U_{\text{pp}}$ ), motsvarar c:a 6 gånger rms-värdet (effektivvärdet  $U_{\text{rms}}$ ),  $U_{\text{pp}} \approx 6U_{\text{rms}}$ . Observera här att ' $U_{\text{rms}}$ ' är bruset inom hela bandbredden som oscilloskopet kan mäta — Förklara varför  $B \approx (\pi/2)100$  kHz är bestämd av störkällan.

Brusmätning ( $V_{\text{rms}}$ ) med lock-in förstärkaren har typisk bandbredden 1 Hz. Därför skall ni betrakta  $V_{\text{rms}}/\sqrt{1\text{Hz}}$  och  $U_{\text{rms}}/\sqrt{B}$  när ni jämförar brusmätning med lock-in-metod och med oscilloskop-metod.



**Skiss B. Begränsare vid oscilloskopینگång**

**EXTRAUPPGIFT (2):** Begränsning vid medelvärds metod.

Ni har i grunduppgiften studerat verkan av "signal averaging" funktionen hos DSO och val av tidskonstanter vid lock-in mätning. Nu skall ni dels titta på en möjlig extra störreduktion hos lock-in tekniken och dels på viktiga begränsningar i den digitala störreduktionen. Extrauppgiften innehåller tre steg:

- E1) Ni skall ta reda på och diskutera funktionen "monitor output" på lock-in förstärkarens baksida. Ni skall förklara funktionen och testa signalens beteende vid olika frekvenser, med och utan bandpassfilter inkopplat. Ni skall verifiera filtrets data.
- E2) Ni skall, med samme uppställning som i grunduppgiften, överstyra DSO=HP54xxx och det digitala arbetsplats (AP) oscilloskopet med brus och studera hur den medelvärdsbildade DSO mätsignalen påverkas av brussignalens styrka. Redovisa i graf, som funktion av  $U_{brus}/U_{ac}$ . Vilka skillnader finns? OBS: lock-in förstärkaren kan bara ta försiktig överstyring.
- E3) Ni skall, med ledning i förstudiefrågorna, ge en kvalitativ förklaring till observationerna under punkt E2). Ni skall ge ett resonemang med matematisk härledning.

LEDNING till DSO mätningarna: Oscilloskopینگångarna antas att vara skyddade med en så-kallad begränsare (skissen ovanför). Dioderna ger ett olinjärt samband mellan  $U_{sig}$  och  $U_{osc}$  som, när " $U_{sig}$ " överstyrs (och signalen visar stort utslag på oscilloskopet) begränsar värden på " $U_{osc}$ ." Lämpligt nivå på mätsignalen är c:a 50 mVpp (topp-topp) sinus; brussignalen ökas successivt tills oscilloskopet kraftigt överstyrs och ni ser en tydlig ändring i den medelvärdsbildade signalen.

Förstudie: Lämna in förstudierapport (enligt schema, typisk en vecka före labövningen) och diskutera bland annat dessa frågor:

- Hur skall ni koppla upp systemet för att testa funktionen monitor output (punkt E1)? Ge förklaring av funktionen och uppkopplingskiss och princip för mätningar.
- Hur fungerar bandpassfiltret? Ange manualuppgift för filtrets data.
- Hur påverkas DSO mätsignalen av en begränsare (Skiss B)?
- Vad är sambandet  $U_{osc} \longleftrightarrow U_{sig}$ ? Använd diod-ekvationen, ge härledning och resonemang.
- Hur påverkas medelvärdesbildningen av denna begränsning?

Tillgängliga laborations- och mätinstrument

Som i grunduppgiften.