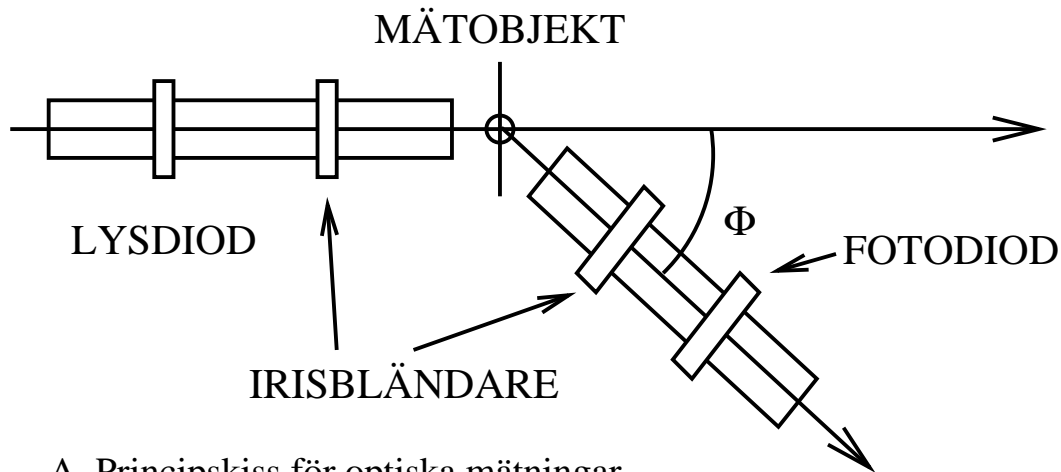


KURS	UPPGIFT	GRUNDUPPGIFT	EXTRAUPPGIFT	VERSION
ELMÄT B	<i>Brus och stör 3</i>	Ljusspridning	Resistorbrus	Januari 2016



A. Principskiss för optiska mätningar.

GRUNDUPPGIFT: Mätning av ljusspridning från matt vit yta.

Ni skall i denna uppgift mäta vinkelfördelningen i ett plan av ljus som transmitteras igenom och spritts från en matt vit yta. Ni skall även mäta känsligheten inom mätningssuppkopplingen.

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

- G1) Bygga upp både de optiska och elektriska uppkopplingar som tillåter robusta, noggranna mätningar (se detalj till skiss A). Förklara hur val av storleken på irishål påverkar den faktiska vinkelupplösningen?
- G2) Mäta ljusspridningen vid frekvens ca. 100Hz i labbet med belysning tänd m.h.a. en kommersiell lock-in förstärkare. Vinkelupplösningen skall vara bättre än 5° och vinkelområdet $180^\circ (\pm 90^\circ)$ i ett plan.
- G3) Modifiera den elektriska uppkopplingen så att ni på kontrollerat sätt kan lägga till en stark brus/störkälla under mätning. Förklara varför man måste addera stör på fotodiodsidan om det att det skall vara någon utmaning als för lockin teknikken.
- G4) Jämföra (för vinkeln $\Phi = 0^\circ$) känsligheten för stör vid 15 lämpliga val av störfrekvenser i intervallet 50 till 1000 Hz.

Mätobjekt, ett pappersark, objekthållare, lys- och fotodioder, optisk bänk (se skiss A), lock-in förstärkare och elektrisk uppkopplingsbord finns på labplatsen eller tillhandahållas av assistent.

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:

- Vilken vinkelfördelning förväntas? Ange en hypotes. Förklara teori för denna hypotes! Diskutera.
- Gör om och förbättra skiss A. Vilket krav finns det på hur eras papper placeras?
- Hur placerar ni eras papper just där det måste vara?
- Vilka störkällor finns att beakta? Förklara orsakar.
- Ange användbart val av mätfrekvens ($\neq 100\text{Hz}$; Varför?).
- Hur kan man använda den första bländare så att det inte blir någon diffraktionsringar på pappret?
- Vilken är optimal position av mätobjekt och irisbländare på detektorsidan?
- Vilka elektriska uppkopplingar behövs? Ange skiss, förstärkning, och förklara!
- Hur kan man till mätsignalen addera och kontrollera extra stör signaler? Hur testas känsligheten?

Tillgängliga laborations- och mätinstrument

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

Lock-In förstärkare SR 510/SR530,

Lys- och fotodioder, objekthållare, optisk bänk,

Samtliga instrument på labplatsen, uppkopplingsbord.

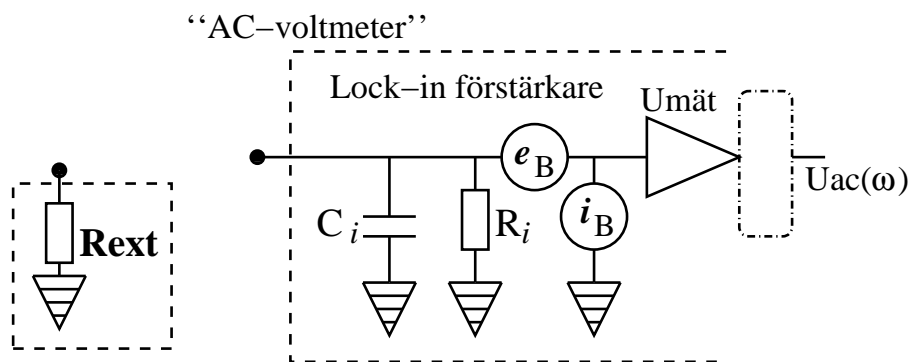
†**TEORINOTEN:** HANTERING AV BRUS OCH STÖR

Tv-stationerna, mobiltelefoner, datorer, sol/el-ljus, el-uttag/sladdar och mycket annat skickar ut en ordentlig mängd av elektrisk (elektromagnetisk) brus och stör som gör det besvärligt att företa annat än de mest enkla elektriska mätningar. Man får arbeta extra och tänka situationen igenom noggrant när man (t.ex. i ett ingenjörsjobb) skall utföra pålitliga (noggranna) mätningar i dag.

Vi kan inte be tv-stationerna eller Telia stänga av medan vi gör våra mätningar. Det är inte heller smidigt att stänga av strömmen (eller Chalmers datorer) och era kompisar blir frustrerade om ni släcker ljuset medan ni företar er ljusspridningsmätning.

Istället måste vi lära oss att hantera det brus och stör som vi inte kan eliminera. Lock-in tekniken tillåter att vi kan arbeta utan att frustrera andra.

Lock-in tekniken tillåter att vi gör mätningar inom ett mycket väldefinierat och smalt frekvensintervall. Det smala frekvensintervallet 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 de mycket kraftfulla störkällorna – vilka betyder mest för er mätning?.



Skiss B. Mätning av Johnson brus

EXTRAUPPGIFT (3): Mätning av Johnson brus i resistor och i brusgenerator.

En lock-in förstärkare av god kvalitet har flera bra egenskaper. Ni skall här använda lock-in teknikens möjlighet att fungera som en mycket känslig frekvensselektiv AC voltmeter (skiss B) både för att mäta upp Johnson resistorbrus (inom R_{ext} vid rumstemperatur) och för att testa en av våra färdigtbyggda brusgeneratorer. För mätningar av motståndsbuset anges såväl teoretiska som experimentella värden. Med ledning i förstudiefrågorna skall ni:

- E1) Utföra den uppkoppling, karakterisering och de beräkningar som behövs för korrekt att uppmäta egenbruset i en resistans anslutet till "AC-voltmetern" (lock-in förstärkare). Tag hänsyn till "AC-voltmeterns" ingångsimpedans och egenbrus (Identifiera!).
- E2) Mäta och diskutera det termiskt genererade elektriska bruset inom fyra resistanser ($R_{ext}=0.1M\Omega$, $0.33M\Omega$, $1M\Omega$, $10M\Omega$) vid den mest fördelaktiga frekvensen (mätas vid rumstemperatur). Vilken av mätningarna ger bäst resultat jämfört med teori? Varför?
- E3) Mäta frekvensberoendet av brusspänningen från en av våra färdigtbyggda brusgeneratorer. Mätvärden skall ange bruskillans styrka på utgången för 20 frekvenser från 50 Hz till 50 kHz. Går era mätningar ihop med antagen om vit brus?

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

- Hur skall ni mäta styrkan av "AC-voltmeterns" (lock-in förstärkarens) brusspänningskälla?
- Hur bestäms lock-in förstärkarens brusströmkälla? Varför skärmning? Ange manualvärde för ingångskapacitans/resistans, matematisk härledning, och ge nödvändig beräkningsformel.
- Vad är optimal mätfrekvens? Varför? (Ledning: manualuppgift för SR530).
- Vilka uppmätningar behövs för att bestämma egenbruset inom en resistans? Ange matematiska härledningar och beräkningsformler!
- Vad är de teoretiska värdena för (Johnson) egenbruset inom resistanserna?

Tillgängliga laborations- och mätinstrument

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

Lock-In förstärkare SR510/SR530, Samtliga instrument på labplatsen,

Motstånd ($R_{ext}=0.1M\Omega$, $0.33M\Omega$, $1M\Omega$, $10M\Omega$) i BNC kontakter, öppen/kortslutnings-BNC kontakter, färdigtbyggd brusgenerator från Brus och störskåpet.