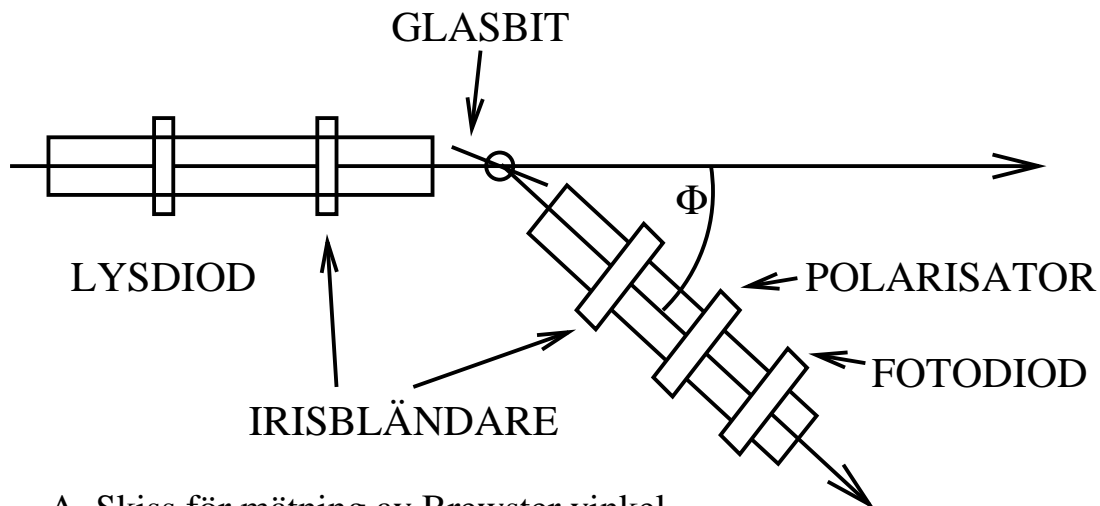


KURS	UPPGIFT	GRUNDUPPGIFT	EXTRAUPPGIFT	VERSION
ELMÄT B	<i>Brus och stör 4</i>	Brewster Vinkel	Resistor Brus	Januari 2016



A. Skiss för mätning av Brewster vinkel.

GRUNDUPPGIFT: Brewster vinkel för reflektion från glas.

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

- G1) Identifiera hur bra vinkelupplösning som krävs för att ni kan bestämma glasets brytningsindex n med två siffrors (en decimal) noggrannhet. Ni kan antaga att $n = 1.5$.
- G2) Bygga upp både den optiska uppbyggnad och de elektriska uppkopplingar som tillåter robusta, noggranna mätningar (ge detalj till skiss A) av Brewstervinklen m.h.a. polarisationsfilter.
- G3) Definiera en algoritm som säkrar en mekanisk robust mätning som ser till att strålgången alltid är under kontroll. Detta kan ni göra genom att (a) kombinera mätningar av båda polarisationsriktningarna och (b) bestämma irishål som ser till att ni får fram den nödvändiga vinkelupplösningen.
- G4) Mäta Brewster vinkeln vid frekvens ca. 100Hz i labbet med belysning tänd m.h.a. en kommersiell lock-in förstärkare. Identifiera lämpligt val av mätfrekvens ($\neq 100\text{Hz}$.)

Mätobjekt, en glasplatta, objekthållare, lys- och fotodioder, optisk bänk, se skiss A, 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:

- Vilka eventuella störkällor finns att beakta? Förklara, och ange användbar mätfrekvens.
- Hur är reflektionsvinkeln relaterad till Φ ?
- Vilken är optimal position av glasbiten (mätobjektet) och irisbländare? Gör om och förbättra skiss A. Ange hur ni vill bestämma optimal inställning av polarisationsfilterna.
- Vilken vinkelfördelning förväntas för de två polarisationerna? Förklara teori och ange vilken vinkelnoggrannhet som behövs för att bestämma glasets brytningsindex med två siffrors noggrannhet.
- Vilken vinkel skall glasbiten ha? Hur ser man att den är rätt?
- Vilka elektriska uppkopplingar behövs? Ange skiss och förklara!

Tillgängliga laborations- och mätinstrument

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

Lock-In förstärkare SR510/SR530,

Lys- och fotodioder, objekthållare, optisk bänk,

Samtliga instrument på labplatsen.

†**TEORINOTEN:** BRUS/STÖRHANTERING VID MÄTNING AV BREWSTERVINKEL

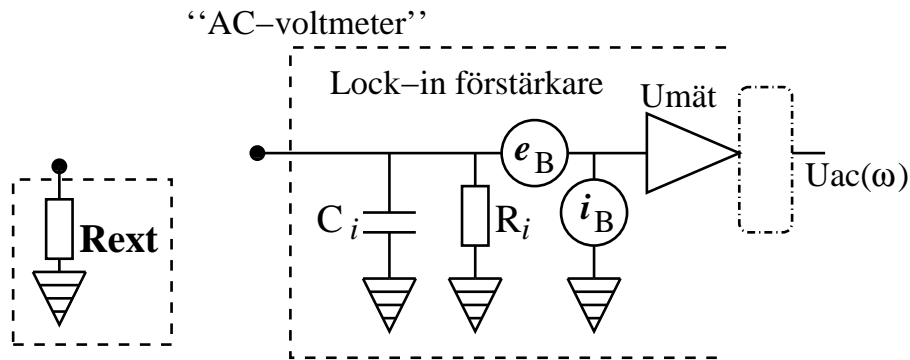
För mätningar som skall bestämma Brewstervinkeln — och därför brytningsindexet av en glasbit — är noggranna och robusta mätningar mycket nödvändiga. Det är viktigt att mätningarna är robusta både gentemot mekanisk stör (som påverkar ljusgången) och elektrisk brus och stör (som påverkar mätvärdena även om man har fått den optiska uppbyggnad att fungera).

Ni skall ju bestämma den vinkel som ger minimum reflektion och arbetar alltså med signaler som går mot noll (för den ena polarisationen). Då blir brus och störkällor speciellt viktiga relativt sett och ni skall här göra mätningar med ett mycket lågt signal-to-noise ratio.

Samtidigt skall ni ju se till att signalmätningen också är mekanisk robusta (att vinkelvariationen i signalen verkligen motsvarar effekten av Brewstereffekten) — att få signalen att gå mot noll av fel orsaker händer tyvärr allt för lätt. Hur kan ni kombinera samtidiga mätningar av reflektionen av båda polarisationsriktningarna för att säkra er en mekanisk robust mätning?

Lock-in tekniken används för att kompensera för det låga signal-to-noise ratio och säkra en elektrisk robusthet inom era mätningar. Lock-in tekniken gör det möjligt att ni kan arbeta utan att frustrera andra (vi kan inte be era kompisar jobba utan ljus) och fortsatt få fram noggranna, elektrisk robusta mätningar.

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 (4): Mätning av Johnson brus i resistor.

Ni skall här använda lock-in teknikens möjlighet att fungera som en mycket känslig frekvensselektiv AC voltmeter (skiss B) för att mäta upp Johnson resistorbrus och verifiera Nyqvist lag (inom R_{ext} vid olika frekvenser och temperaturer). I mätuppgifterna anges såväl teoretiska som experimentella värden för att åstadkomma denna jämförelse. Med ledning i förstudiefrågorna skall ni:

- E1) Utföra den uppkoppling, karakterisering och de beräkningar som behövs för att korrekt uppmäta egenbruset i en resistans ansluten till "AC-voltmetern" (lock-in förstärkar). Tag hänsyn till den kabel som ni måste använda (vid nedkylning) och "AC-voltmeterens" egenbrus (identifiera!) och ingångsimpedans.
- E2) Mäta det termiskt genererade elektriska bruset inom två resistanser ($R_{\text{ext}}=1\text{M}\Omega, 10\text{M}\Omega$) vid den mest fördelaktiga frekvensen i rumstemperatur.
- E3) Mäta och diskutera egenbrusspänningen för en $1\text{M}\Omega$ resistans vid kokpunkten för flytande kväve.

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

- Hur skall ni mäta styrkan av "AC-voltmeterens" (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? Gör en tabell för alla de mätsituationer i vilka ni kommer att mäta Johnsonbrus och jämföra vs. Nyqvist teori.

Tillgängliga laborations- och mätinstrument

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

Lock-In förstärkare SR510/SR530, Samtliga instrument på labplatsen,
 Motstånd ($R_{\text{ext}} = 0.1\text{M}\Omega, 1\text{M}\Omega, 10\text{M}\Omega$ i BNC kontakter, öppen/kortslutnings-BNC kontakter,
 Termos för flytande N_2 , kabell för mätning vid nedkylning.