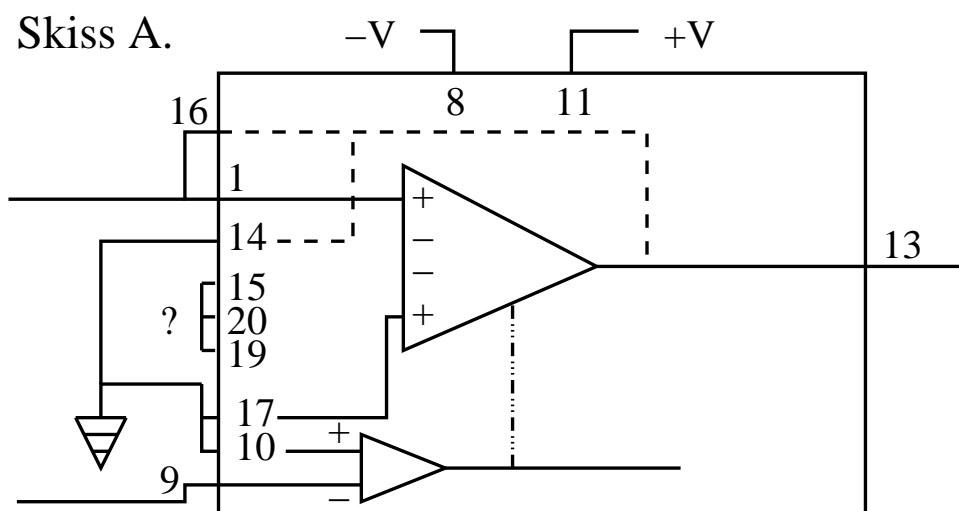


KURS	UPPGIFT	GRUNDUPPGIFT	EXTRAUPPGIFT	VERSION
ELMÄT B	Brus och stör 1	Lock-In Bygg	Lock-In Test	Januari 2016



GRUNDUPPGIFT: Byggnad av egen lock-in förstärkare.

Byggnaden av en (billig) hemmagjord lock-in förstärkare är möjlig enligt den princip (multiplikation med fyrkantsvåg) jag diskuterade i min Brus-och-Stör introduktionsföreläsning och som beskrivs i teorinoten[†]. Det amerikanska elektronikföretaget Analog Devices tillverkar en IC-krets AD630 som tillåter funktion som en så-kallad komperator (om ni ger detalj till skiss A). Detta är fyrkantsmultiplikation (förklara!) och kan användas som nyckel-funktionen i en hemmagjord lock-in förstärkare.

Ni skall i denna uppgift bygga upp en Lock-In förstärkare och göra elementära mätningar som redovisar att den fungerar. Dock får Ni lov att se bort från fasvridning mellan mätsignal och referenssignal. Er hemmagjorda lock-in förstärkare skall byggas enligt specifikationen:

- Förstärkningen skall vara 8 ggr.
- Tidskonstanten skall motsvara Equivalent Noise Bandwidth $B = 16\text{Hz}$, frekvensberoendet -12dB/oktav ,

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

- Förklara sambandet mellan komperatorfunktionen och fyrkantsvågmultiplikation; identifiera nyttan för lock-in tekniken.
- Studera och fullfölj skiss A för korrekt uppkoppling av själva AD630-komponenten i funktionen som nyckelkomponent i en lock-in förstärkare.
- Ge skiss för ett komplett lockinförstärkar design, studera överförselsfunktionen, och välj komponenter till er uppkoppling så att ni har lock-in teknik enligt specifikationen A) + B).
- Testa och redovisa i detalj att er uppkoppling fungerar som nyckelkomponenten i en lock-in förstärkare, åter enligt specifikationen A) + B).

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:

- Hur fungerar heterodynblandning och hur kan denna princip ge Lock-In förstärkning?
- Hur kan komperatorfunktionen ge fyrkantsvågmultiplikation och hur kan denna princip ge möjlighet för byggnaden av en hemmagjord Lock-In förstärkare?
- Vad gör AD630-komponenten vid uppkoppling som i skiss A? Ange de inre resistanserna och ange uppkoppling för ben 15,19,20. Identifiera både referens- och mätgången.
- Vad är (inom skiss A) signalgången, signalmodifikationen och signalförstärkning av en sinusvåg?
- Varför går det inte att använda TTL (fyrkantsvåg $V_{TTL} \geq 0V$) signal på referensgången?
- Varför föreslår jag ett 2-pol filter på AD630 utgången? Ange skiss för uppkopplingen av hela lock-in förstärkaren; bestäm värden för (externa) resistorer och kapacitorer.
- Hur testar Ni förstärkningen (egenskap A)?
- Hur skall Ni testa filter bandbredden och detektorns tidskonstant (egenskap B)? Beskriv också hur Ni testar att er lock-in förstärkare tar bort en extra störsignal.

Tillgängliga laborations- och mätinstrument

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

Datablad för AD630, komponenter, uppkopplingsbord, och instrument på labplatsen.

†**TEORINOTEN:** LOCK-IN TEKNIK FÖR 300 SPÄNN !?

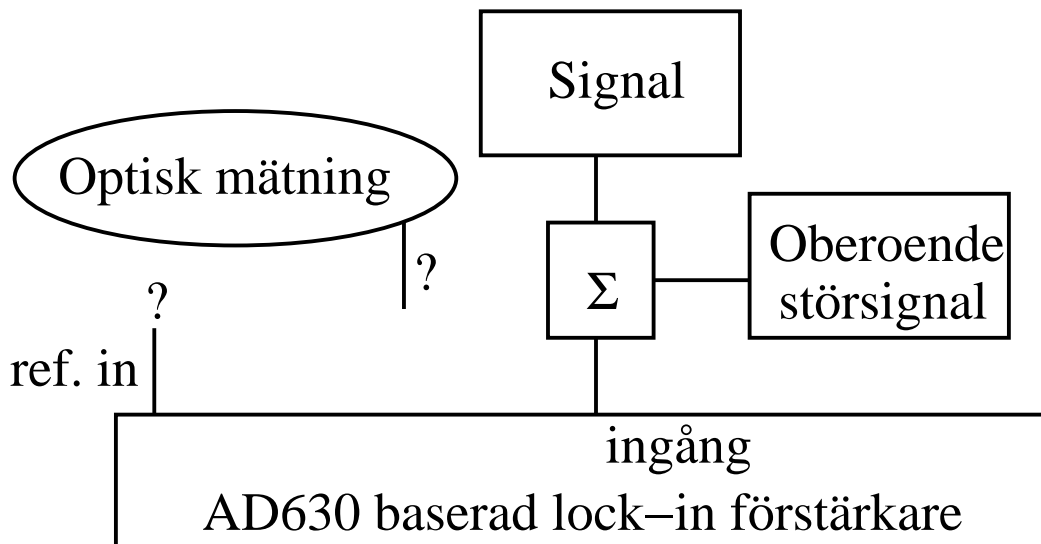
Komperatorfunktionen i den mest enkla formen: Man skapar m.h.a. op-ams både en positiv och en negativ kopia av mätsignalen som förs fram till ingångarna på två transistorer med motsatt baskarakteristik. Samtidigt skickar man in referenssignalen (t.ex. en sinusvåg) i basen på dessa två transistorer och öppnar sålunda för antingen en positiv eller negativ kopia av mätsignalen.

Förklara vad som då händer med en mätsignal som har samma frekvens som referenssignalen, och vad som händer med en mätsignal med annorlunda frekvens än referenssignalen! Förklara vad som är lite annorlunda än — fast mycket nära — den heterodynblandnings-princip som används i våra kommersiella lock-in förstärkare (Se beskrivningen i Brus och Stör häftet).

För att få fram nyckel-funktionen inom lock-in tekniken lägger Ni till ett low-pass filter i denna labövning. Förklara varför de två funktioner (komperator och low-pass filter) tillsammans kan ge mycket noggranna mätningar!

Vad är begränsningen av den lock-in teknik som ni uppnår med en sådan uppbyggnad? (Vad skulle hända om ni hade en kapacitans eller induktor inom er krets?)

Jämför med diagrammet för en kommersiell lock-in förstärkare (Brus och Stör häftet sida 33) och identifiera vilken annan nyckelkomponent som man också skulle behöva bygga för att ha en mer allmännyttig hemmagjord lock-in teknik. Vad fattas för att slutföra byggnaden av en allmän hemmagjord lock-in förstärkare för ungefär 300 kr (vilket är kostnaden för en AD630-komponent)?



Skiss B. Test av lock-in förstärkare

EXTRAUPPGIFT (1): Test av styrkan hos lock-in förstärkare.

I denna extrauppgift skall Ni testa prestationen hos er hemmagjorda lock-in förstärkare och mäta upp viktiga egenskaper så som den dynamiska reserv. Med ledning i förstudiefrågorna skall Ni:

- E1) Modulera en ljuskälla (lysdiod) och detektera denna med en fotodiod (BPW 34): Testa hur bra er förstärkare fungerar genom att jämföra mätningar med och utan skärmning (Tips: fasthåll optiken).
- E2) Bygga en summatorkrets (Skiss B) vid ingången på er lock-in förstärkare så att Ni adderar en störsignal till den "riktiga" mätsignalen (optisk mätning enligt "E1") och med ett fast litet signal. Störsignalen skall Ni simulera med ytterligare en (oberoende) signalkälla.
- E3) Studera hur mätvärden på er hemmagjorda Lock-In förstärkare påverkas vid olika störfrekvenser och störnivå. Mätningarna skall Ni jämföra i en tabell. Uppskatta känsligheten för övertoner ($\times 1$ – $\times 4$).
- E4) Diskutera och mät den dynamiska reserv av er hemmagjorda lock-in förstärkare.

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

- Hur skall Ni göra de optiska mätningarna? Ange skiss av de elektriska uppkopplingarna (fotodioden kan Ni antaga fungerar som en ideal strömkälla).
- Vad menas med dynamisk reserv?
- Hur definierar Ni dynamisk reserv? Ange metod för mätning.
- Varför är er lock-in förstärkare känslig för övertonerna $2f_0, 3f_0, 4f_0$?
- Vad är den dynamiska reserven och känsligheten på den kommersiella lock-in förstärkare SR530?

Tillgängliga laborations- och mätinstrument

som i grunduppgiften; optisk bänk, ljus-/foto-diod, etc.