

**TENTAMEN I SENSORER OCH BRUS – FY 0350**

Lärare: Per Delsing (tel. 772 3317, 070-3088317) och Dag Winkler (tel. 750 1808)

Hjälpmedel: Ett A4 blad med egna, handskrivna anteckningar och formler, Physics Handbook, TEFYMA, ”Standard Math Tables”, el. liknande, valfri kalkylator.

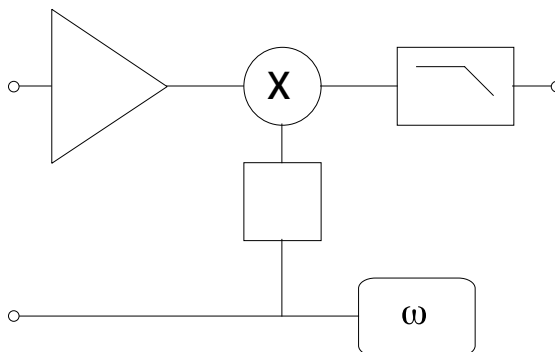
För godkänt prov fordras minst 8.5 poäng. Väl godkänt fordrar 13.5 poäng. Max 18 poäng

Rättningsprotokollet anslås i entréhallen origobyggnaden senast 2000-06-09.

Granskning sker efter överenskommelse.

---

1 Figuren nedan är ett förenklat blockdiagram för en lockin-förstärkare. Beskriv de fem olika blocken och deras funktion, samt vilka in- och ut- signalerna är. (3p)



2. En spole används som en magnetfältssensor för att hitta störande magnetfältskällor med olika frekvens. Spolen har arean  $5\text{cm}^2$ , induktansen  $1\text{mH}$  och resistansen  $100\ \Omega$ . Mätningarna sker vid rumstemperatur.

- a) Vilka energidomäner arbetar sensorn i, är sensorn självgenererande eller modulerande ? (1p)
- b) Beskriv utspänningen från sensorn, om magnetfältet kan beskrivas som:  $B=B_0\sin t$  (1p)
- c) Eftersom man är mest intresserad av 50Hz-signaler så begränsas bandbredden till 100Hz. Hur stort är spänningsbruset från spolen, och hur litet magnet fält motsvarar detta ? (1p)

3. Diodekvationen för en kiseldiod kan skrivas

$$I = I_0 e^{\frac{V}{2kT}}$$

$e$  är elektronladdningen,  $k$  är Boltzmanns konstant,  $I_0=1\text{pA}$  och temperaturen  $T=300\text{K}$ .

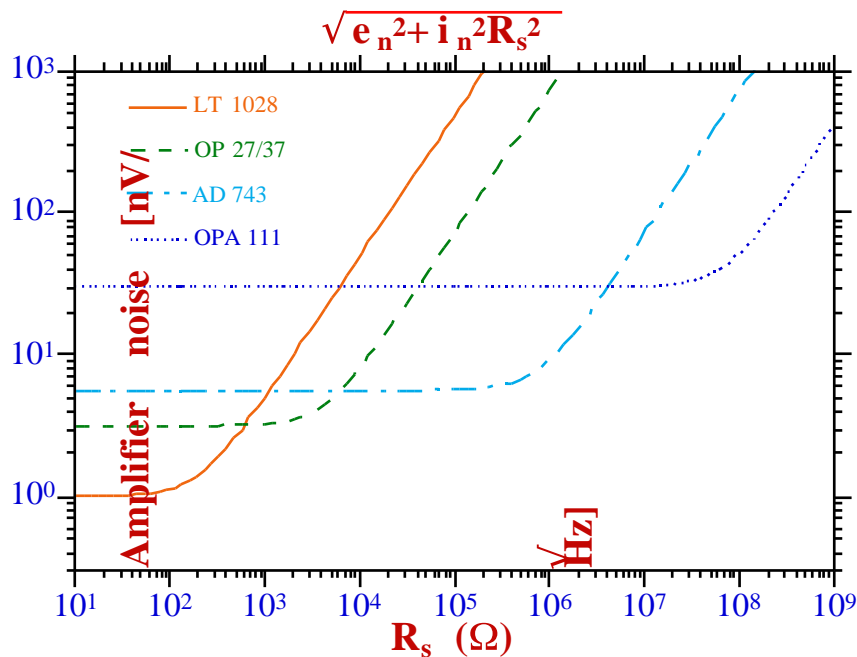
- a) Beräkna den spektrala brusdensiteten för hagel bruset som funktion av strömmen (1p)
- b) Antag att vi får ett termiskt brus från dioden som ges av den differentiella resistansen  $V/I$ , hur stort skulle den spektrala brusdensiteten i så fall vara för det termiska bruset som funktion av strömmen (2p)

4. En Wheatstonebrygga biaseras med en växelspänning med amplituden 1V och frekvensen 1kHz och mätes med en differentia förstärkare med förstärkningen 100 gånger och, en CMRR (Common Mode Rejection Ratio) på 60dB. Resistorerna i bryggan är samliga 100 och har en onoggrannhet på 0.1%.

- Hur stor blir "common-mode" signalen från bryggan som värst, och hur stor blir den differentiella signalen som beror på onoggrannhet i resistorerna ? (1p)
- Båda dessa signaler ger upphov till signaler på utgången. Hur stora blir signalerna på utgången ? (1p)
- Hur stor blir den termiska brusspänningen från bryggan om man antar rumstemperatur och en bandbredd på 100Hz ? (1p)

5. Operationsförstärkaren AD743 är för vissa källresistanser den bästa av de fyra förstärkarna i figuren nedan. Figuren visar den spektrala brusdensiteten hos förstärkarna vid 10Hz relaterat till ingången, om källresistansen  $R_s$  befinner sig vid  $T=0K$ .

- För vilka källresistanser är AD 743 bättre än dom andra förstärkarna ? (0.5p)
- Beräkna NF (Noise Figure) och brustemperatur  $T^*$  för förstärkaren vid 10Hz relaterat till en sensor på 10k vid rumstemperatur.(1p)
- Beräkna den totala spektrala brus densiteten för AD743 och sensorn vid 10Hz enligt b-uppgiften. Hur mycket sämre eller bättre hade det blivit om vi valt OP27 ? (1.5p)



6. En enelektron-transistor kan mäta laddning extremt noga, en mycket liten laddningsändring  $Q$  på "gate"-elektroden ger en avsevärd strömändring  $I$  genom transistorn. Känsligheten hos transistorn anges som strömändring per laddningsändring. Hos en särskild transistor är känsligheten  $\frac{\partial I}{\partial Q} = 10nA/e$  (där  $e$  är elektron laddningen), och resistansen hos transistor är  $R=100k$ . Den optimala biasspänningen för transistorn är  $e/2C$ , där  $C$  är kapacitansen hos tunnelövergångarna. Här antar vi att båda tunnelövergångarna har samma kapacitans  $C=0.3fF$ . Idealt sett begränsas noggrannheten av hagelbrus. Beräkna den spektrala brusdensiteten för transistorns laddningsbrus i enheten  $e/\sqrt{Hz}$ . (3p)