

TENTAMEN I ANALOG KONSTRUKTION KURS LET563

- Datum:** Tisdag 14e december, 2010, förmiddag
- Hjälpmedel:** Kursbok, slides från föreläsningar, valfri miniräknare, samt tabeller och diagram som delas ut vid tentan
- Betygsgränser:** För godkänt krävs 8p
Betyg på kursen baseras på poäng från både tenta och projekt enligt modell i kurs-pm
- Allmän info:** *Tentan utgörs av fem uppgifter om vardera fyra poäng. Uppgifterna består av deluppgifter (a, b, c, ...). Om föregående deluppgift ej har lösts så godtas antagna värden nödvändiga för att lösa nästkommande uppgift under förutsättning att dessa värden är fysikaliskt rimliga.*

Efter avslutad examen har du fått anställning på ett mindre företag som designar och tillverkar skräddarsydda analogmottagare och sändare för ISM bandet mellan 2.4 och 2.5 GHz, dvs $B=100\text{MHz}$. Din första uppgift är att ta fram en mer kostnadseffektiv och flexibel mottagare. Företaget är litet så du blir tvungen att designa det mesta själv, samt göra en enkel uppskattning av systemets prestanda. En enkel systemskiss visas i Fig. 1. I första läget avstår du från att byta ut antenn, blandare, och filter. Istället fokuserar du på förstärkaren och oscillatoren. Oscillatoren kan göras billigare genom att designa den själv och förstärkaren kan förbättras med avseende på gain och brusfaktor genom att använda en tvåstegsförstärkare enligt Fig. 1.

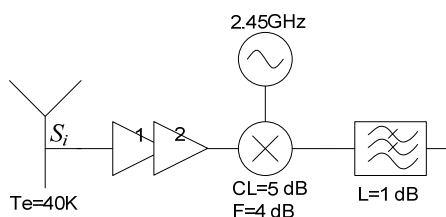


Fig. 1. Systemarkitektur

1. Förstärkare nummer 2 i Fig. 1 ovan skall optimeras för gain. Du använder en transistor vars S-parameterar vid 2.45 GHz i ett 50Ω ledningssystem är

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.83 \angle -155^\circ & 0.005 \angle 65^\circ \\ 3.1 \angle 135^\circ & 0.72 \angle -90^\circ \end{bmatrix}$$

- Kontrollera stabilitet och beräkna förstärkningen utan anpassningsnät
- Beräkna Förstärkningen om ingång och utgång konjugatmatchas?
- Designa stubbmatchningsnät för ingång och utgång
- Stubbmatchningsnätet för ingången tar för stor plats så designa istället ett diskret matchningsnät för ingången, ta fram värden på L och C

Unilateral räkning godtas och alla ledningslängder kan anges i våglängd

(4p)

2. För systemsimulering behöver du modellera en bit ledning mellan antenn och förstärkare. Du har mätt upp ledningen som en tvåport och konstaterat att S-parametrarna kan approximeras av det förlustfria T-nätet i (a)



- Ställ upp kaskadparametrarna (ABCD matrisen) för T-nätet i (a)
- För lämpligt valda L och C är T-nätet ekvivalent med transmissionsledningen i (b). Visa detta och ange symboliskt (i termer av Z_0 och ω_0) hur L och C skall väljas för ekvivalens vid den frekvens (ω_0) där ledningen är en kvarts våglängd lång.

(4p)

3. Vid en annan biaspunkt så har transistorn från uppgift 1 nedanstående S-parametrar vid 2.45GHz.

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.85 \angle -131^\circ & 0.05 \angle 35^\circ \\ 3.6 \angle 70^\circ & 0.82 \angle -127^\circ \end{bmatrix}$$

- Är det möjligt att designa en oscillator vid denna biaspunkt?
- Föreslå terminering/lastnät för transistorns utgång/ingång så att oscillation uppnås vid 2.45GHz.
- Hur stora sammanlagda förluster kan tillåtas i lastnätet?

(4p)

4. Förstärkaren designad i uppgift 1 ovan har ett gain på 18dB, men brusfaktorn är relativt hög ($F=7\text{dB}$) brusfaktor. Den behöver föregås av en lågbrusförstärkare (nummer 1 i Fig. 1) med måttligt gain och bra brusfaktor. Du använder samma transistor som i uppgift 1, men väljer en biasering optimerad för brus, vid 2.45GHz får du följande S-parametrar och brusparametrar

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.7 \angle 155^\circ & 0.001 \angle 30^\circ \\ 2.3 \angle 30^\circ & 0.8 \angle -90^\circ \end{bmatrix}$$

$$F_{\min} = 1.2 \text{ dB}, \quad \Gamma_{\text{opt}} = 0.5 \angle 115^\circ \text{ och } R_N = 40 \Omega.$$

- a) Designa förstärkaren med lämpliga matchningsnät så att du uppnår 2 dB brusfaktor med maximalt gain.
- b) Beräkna lågbrusförstärkarens totala förstärkning, med matchningsnät, och uttryck svaret i dB.

(4p)

5. Efter en månad på jobbet är du mycket nöjd. Du har sänkt produktionskostnaden för mottagaren, samt förbättrat brusfaktorn i LNAn som nu har 12dB gain och $F=2\text{dB}$ (förstärkare 1 i Fig. 1). Du är nyfiken på vad förbättringen innebär för systemets datatakt.

- a) Vad blir det nya systemets signal-brus (S/N) förhållande?
- b) Mottagaren skall kunna hantera en datatakt av 10MB/s. Hur hög bandbredd krävs?

Kanalkapaciteten C [bitar/sekund] kan approximeras med Shannon-Hartley's teorem

$$C = B \log_2(1 + S/N),$$

där B [Hz] är kommunikationsbandbredden och S/N är signal-brusförhållandet.

(4p)