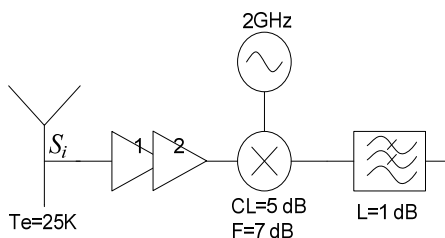


TENTAMEN I ANALOG KONSTRUKTION KURS LET563

- Datum:** Tisdag 13e december, 2011, förmiddag
- Hjälpmedel:** Kursbok, valfri miniräknare eller laptop, slides från föreläsningar samt allt annat material som har delats ut under kursen via kurshemsidan, egna minnesanteckningar är också okej.
- 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.*

Du befinner dig, av olika anledningar, tillsammans med en partner i Långtbortistan, och behöver sätta upp en kommunikationslänk. För tillfället jobbar ni med mottagaren som har en arkitektur i enlighet med Fig. 1. Din partner har designat antenn och blandare. För antennen har han lyckats uppnå en brustemperatur av $T_A=25\text{K}$, ett väldigt bra värde. Blandaren är en resistiv blandare med brusfaktor $F_M=7\text{dB}$ och konverteringsförluster på $L_M=5\text{dB}$. Du ansvarar för förstärkare, oscillator och filter samt en övergripande systemanalys. Systemet ska implementeras på PCB med ytmonterade komponenter. Substratet har en tjocklek på $t=1\text{mm}$ och relativ permittivitet $\epsilon_r=2.4$. Vidare information följer i uppgifter 1-5 nedan. LYCKA TILL!



1. Ni har tillsammans valt att lägga systemet vid frekvensen 2GHz.
 - a) Argumentera med utgångspunkt från teknologival lämpligheten att lägga förstärkaren vid just denna frekvens
 - b) Av erfarenhet känner du till vikten av att beakta layout tidigt i designflödet. Gör en skiss över hur en förstärkare kan se ut. Inkludera biasnät, avkopplingskondensatorer, matchningsnät, och andra eventuellt nödvändigheter. Uppskatta kretsens storlek i centimeter. Markera tydligt!

(4p)

2. Efter att ha skaffat en uppfattning av förstärkarnas layout ger du dig i kast med lågbrusförstärkaren. Den baseras på en transistor som vid 2GHz har följande S-parametrar och brusparametrar

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.94 \angle 155^\circ & 0.003 \angle 30^\circ \\ 1.7 \angle 30^\circ & 0.62 \angle -90^\circ \end{bmatrix}$$

$$F_{\min} = 0.9 \text{ dB}, \Gamma_{\text{opt}} = 0.7 \angle 70^\circ \text{ och } R_N = 40 \Omega.$$

- a) Välj en källreflektion Γ_s som ger bra avvägning mellan gain och brus, motivera svaret.
- b) Beräkna lågbrusförstärkarens totala förstärkning, med matchningsnät, och uttryck svaret i dB.
- c) Designa enkelstubbsmatchningsnät. Ange ledningslängd, och bredd i millimeter
- d) Något mer att beakta vid designen?

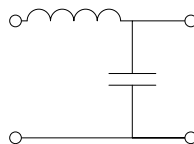
(4p)

3. Efter lågbrusförstärkaren designar du gain-steget som baseras på samma transistor.

- a) Optimera förstärkaren med avseende på gain, beräkna förstärkning samt brusfaktor
- b) Designa diskreta matchningsnät för ingång och utgång
- c) Beräkna värden på L och C
- d) Något mer att beakta vid designen?

(4p)

4. Du är nöjd med dina diskreta matchningsnät som spar mycket plats, men misstänker att dess prestanda kan påverkas av komponenternas fysiska utbredning. Vidare tar lödpaddar viss plats, och komponenterna behöver separeras. Totala utbredningen för ditt matchningsnät är ca 3mm. Du kan anta att detta motsvarar en transmissionsledning med karakteristiska impedansen $Z_c=50\Omega$. Om ledningen är kort vet du att den kan approximeras med ett LC-nät, se figur nedan



- Ställ upp kaskadmatrixen för LC nätet ovan, jämför med en transmissionsledning av längden 3mm och impedansen $Z_c=50\Omega$ på substrat enligt ovan, vilka L och C approximerar den 3mm långa transmissionsledningen vid 2GHz?
- Du bekymras också av att viahållet till baksidan av substratet har väsentlig betydelse. Hur kommer detta inverka, uppskatta t.ex hur en ideal kondensator på 10pF förändras pga viahållet?

(4p)

5. Efter att ha lagt mycket kraft på förstärkarna bestämmer du dig för att göra oscillatoren "quick-and-dirty", systemets modulation ställer inga höga krav på fasbrus. Du lägger till en induktans på gaten och får sedan vid 2 GHz följande S-parametrar i common-gate configuration

$$[S] = \begin{bmatrix} 0.73 \angle -91^\circ & 0.05 \angle 55^\circ \\ 3.6 \angle 30^\circ & 0.73 \angle -87^\circ \end{bmatrix}$$

- Går det att designa en oscillator baserat på denna transistor
- Designa termineringsnät
- Designa lastnät så att oscillation uppstår vid 2GHz
- Hur höga förluster kan tolereras i lastnätet förutsatt att termineringsnätet är förlustfritt?

(4p)