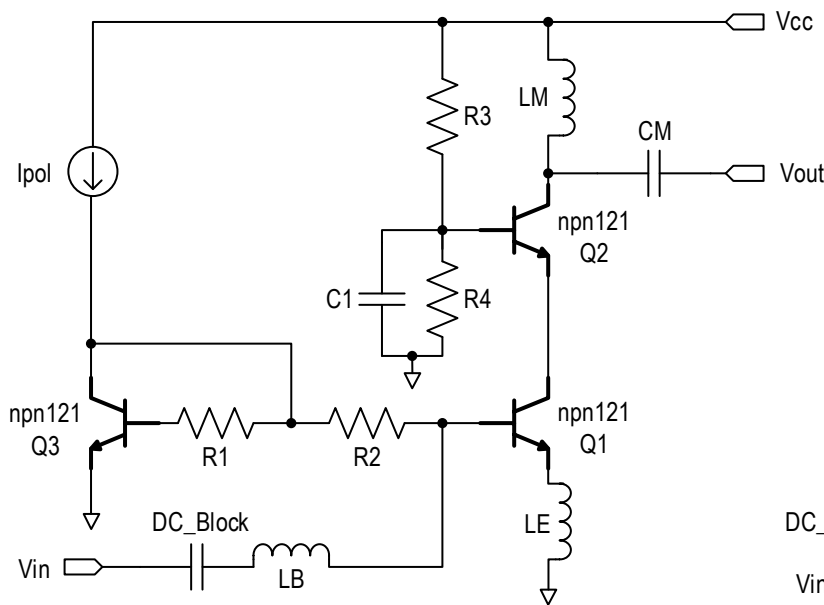


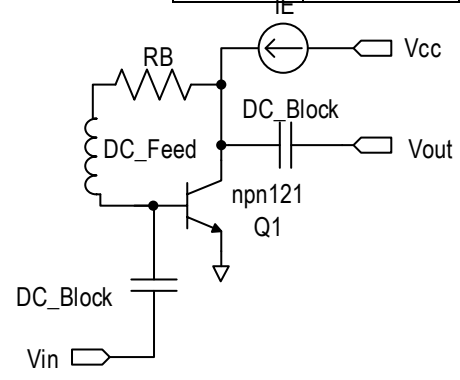
Elettronica dei Sistemi Wireless - Prova pratica del 16 dicembre 2014

Considerare lo schema dell'LNA riportato nella figura seguente (a).



(a)

$R1 = R2$	3 k Ω
$R3$	500 Ω
$R4$	2,5 k Ω
$C1$	10 pF
LM	13,5 nH
CM	10 pF



(b)

La tensione di alimentazione V_{CC} del circuito è pari a 3 V e le resistenze di sorgente e di carico, non mostrate in figura, sono uguali tra loro e pari a 50 Ω . I transistori bipolari HBT npn121 (disponibili nella libreria PRIMLIB del design kit AMS S35) sono tra loro identici e la loro **lunghezza di emettitore è fissata a 10 μm** . Il dimensionamento del circuito e il calcolo dei parametri di merito dell'LNA devono essere eseguiti alla **frequenza centrale $f_0 = 2,44$ GHz** e alla temperatura di 25 $^\circ\text{C}$, se non specificato diversamente nel seguito.

Facendo riferimento ai punti sotto elencati completare la scheda riportata sul retro del foglio.

1. Matching integrato e valutazione parametri di merito lineari (18,5 punti)

- Dimensionare la corrente di polarizzazione I_{pol} e la molteplicità M dei transistori, al fine di ottimizzare le prestazioni in termini di rumore dell'LNA. Si proceda valutando la densità di corrente ottima di collettore J_{Copt} di un singolo transistore ($M = 1$) nella configurazione a emettitore comune, mediante il circuito mostrato in figura (b). Il valore della resistenza R_B è dato dall'espressione $R_B = 140/IE$, dove IE è il valore in amperes del generatore indipendente di corrente IE .
- Estrarre nel punto di lavoro "ottimo", i parametri g_m , c_π , c_μ , f_T (r_b può essere trascurata) del circuito per piccoli segnali relativo a un singolo transistore ($M = 1$). Riportate per f_T il valore calcolato analiticamente a partire dagli altri parametri forniti nel punto di riposo dettagliato.
- Dimensionare con analisi parametrica, a partire dai valori calcolabili analiticamente, LE e LB in modo tale da avere il massimo trasferimento di potenza dalla sorgente all'amplificatore.
- Sul circuito dimensionato valutare: l'impedenza di ingresso Z_{in} , quella di uscita Z_{out} il guadagno di trasduttore G_T e, alla temperatura standard di 16,85 $^\circ\text{C}$, la cifra di rumore NF , la cifra di rumore minima NF_{min} e la corrispondente impedenza ottima di sorgente Z_{opt} .
- Supponendo che l'LNA sia seguito da un mixer alimentato con un'oscillazione locale a 2,55 GHz, determinare il guadagno di trasduttore alla frequenza immagine f_{IM} .

2. Analisi della linearità con la tecnica Harmonic Balance (9 punti)

- Valutare il punto di compressione a 1 dB in ingresso $iCP1dB$ e in uscita $oCP1dB$.
- Valutare il punto di intercetta del terzo ordine $iIP3$, utilizzando due toni f_1, f_2 centrati a f_0 e separati tra loro 1 MHz ($f_1 < f_2$). Indicare la potenza disponibile P_{AIN} utilizzata per i due toni in ingresso, la potenza sul carico P_{out1} alla frequenza f_1 e quella P_{out2} alla frequenza $2f_1 - f_2$.
- Considerando i due toni in ingresso specificati al punto precedente, valutare la potenza sul carico P_{out1} alla frequenza f_1 , nel seguente caso: $P_{AIN1} = -30$ dBm e $P_{AIN2} = 0$ dBm.

3. Adattamento dell'impedenza di uscita (3,5 punti)

- Dimensionare, se possibile, LM e CM affinché si abbia il massimo trasferimento di potenza in uscita sul carico $Z_L = 500 - j 600 \Omega$. Riportare il valore dell'impedenza di uscita Z_{out} ottenuto e valutare il guadagno di trasduttore G_T in questa condizione.

Prova pratica ESW del 16/12/2014	Nome:
Valutazione (max 31 punti)	
Tempo a disposizione: <u>2 ore</u>	

1. Matching integrato e valutazione parametri di merito lineari (18,5 punti)

Singolo transistoro ($M = 1$)				LNA	
I_{Copt}	J_{Copt}	NF_{opt}	Z_{opt}	I_{pol}	M

Parametri piccolo segnale del singolo transistoro ($M = 1$)			
g_m	c_π	c_μ	f_T (analitico)

Dimensionamento analitico			Dimensionamento con analisi parametrica	
LE	LB	$Z_{in}^{(a)}$	LE	LB

Z_{in}	Z_{out}	G_T	$NF @ 16,85^\circ C$	$NF_{min} @ 16,85^\circ C$	$Z_{opt} @ 16,85^\circ C$

f_{IM}	$G_T @ f_{IM}$

2. Analisi della linearità (9 punti)

$iCP1dB$	$oCP1dB$

f_1	f_2	P_{AIN}	P_{out1}	P_{out21}	$iIP3$	$oIP3$

$P_{out1} @ P_{AIN1} = -30 \text{ dBm}$ e $P_{AIN2} = 0 \text{ dBm}$

3. Adattamento dell'impedenza di uscita (3,5 punti)

LM	CM	Z_{out}	$G_T @ Z_L = 500 - j600 \Omega$

^(a)Risultato ottenuto dalla simulazione del circuito, utilizzando per i parametri circuitali LE e LB i valori calcolati analiticamente.

Prova pratica ESW del 16/12/2014	Nome: SOLUZIONE
Valutazione (max 31 punti)	
Tempo a disposizione: <u>2 ore</u>	

1. Matching integrato e valutazione parametri di merito lineari (18,5 punti)

Singolo transistoro (M = 1)				LNA	
I_{Copt}	J_{Copt}	NF_{opt}	Z_{opt}	I_{pol}	M
459 μ A	114,75 μ A/ μ m ²	0,809 dB	505 + j389 Ω	4,59 mA	10

Parametri piccolo segnale del singolo transistoro (M = 1)			
g_m	c_π	c_μ	f_T (analitico)
16,7 mS	109 fF	17 fF	21,1 GHz

Dimensionamento analitico			Dimensionamento con analisi parametrica	
LE	LB	$Z_{in}^{(a)}$	LE	LB
377 pH	3,523 nH	42,5 + j12,4 Ω	456 pH	2,738 nH

Z_{in}	Z_{out}	G_T	$NF @ 16,85^\circ C$	$NF_{min} @ 16,85^\circ C$	$Z_{opt} @ 16,85^\circ C$
50 - j0,1 Ω	2083 - j11 Ω	16,8 dB	0,976 dB	0,933 dB	48,3 - j16,6 Ω

f_{IM}	$G_T @ f_{IM}$
2,66 GHz	16,0 dB

2. Analisi della linearità (9 punti)

$iCP1dB$	$oCP1dB$
-15,6 dBm	0,2 dBm

f_1	f_2	P_{AIN}	P_{out1}	P_{out21}	$iIP3$	$oIP3$
2,4395 GHz	2,4405 GHz	-30 dBm	-13,2 dBm	-71,4 dBm	-1 dBm	15,8 dBm

$P_{out1} @ P_{AIN1} = -30 \text{ dBm e } P_{AIN2} = 0 \text{ dBm}$
-15,6 dBm

3. Adattamento dell'impedenza di uscita (3,5 punti)

LM	CM	Z_{out}	$G_T @ Z_L = 500 - j600 \Omega$
11,469 nH	0,225 pF	500 + j600 Ω	27,2 dB

^(a)Risultato ottenuto dalla simulazione del circuito, utilizzando per i parametri circuitali LE e LB i valori calcolati analiticamente.