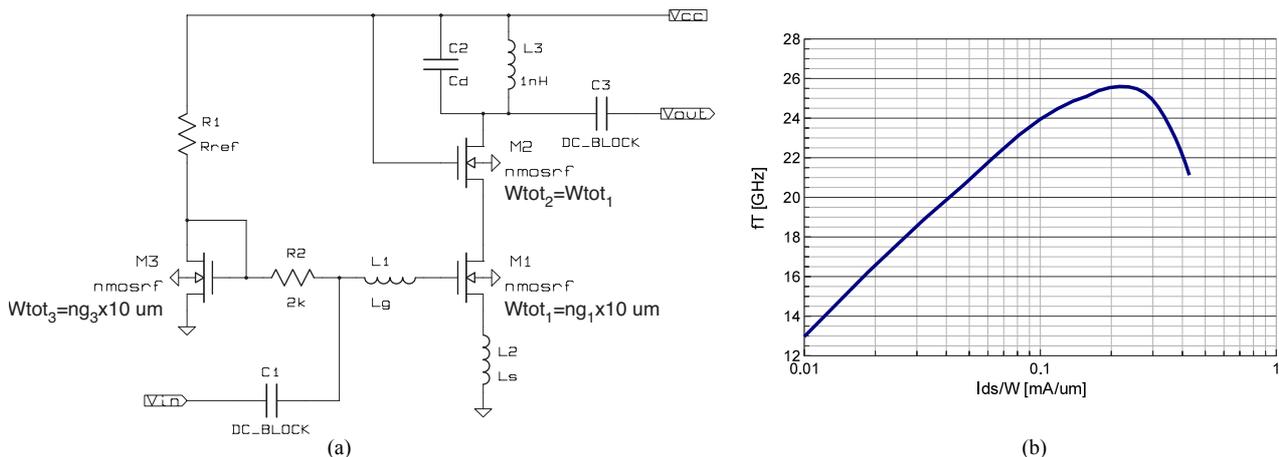


Prova pratica di Elettronica dei Sistemi Wireless del 30 gennaio 2014

Considerare lo schema dell'LNA riportato qui di seguito.



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 pari a 50Ω . Scegliere la larghezza totale di canale dei 3 transistori *nmosrf* (disponibili nella libreria PRIMLIBRF del design kit AMS S35), per ottimizzare le prestazioni in termini di rumore dell'amplificatore. Si assuma che la larghezza ottima di canale W_{ON} , in presenza di un vincolo sul consumo di potenza, soddisfi la seguente relazione $W_{ON} = 500 \mu\text{m GHz}$. Considerare inoltre che la massima potenza che l'LNA può assorbire in condizioni statiche è 27 mW.

Il dimensionamento del circuito e il calcolo dei parametri di merito dell'LNA devono essere eseguiti alla frequenza centrale $f_0 = 2,5 \text{ GHz}$ e alla temperatura di $25 \text{ }^\circ\text{C}$, se non specificato diversamente nel seguito.

Facendo riferimento ai punti sotto elencati completare la scheda riportata sul retro con i valori numerici e relativa unità di misura.

1. Matching integrato
 - a. Determinare $W_{tot1} = W_{tot2}$ (si considerino M1 e M2 identici) per ottimizzare le prestazioni in termini di rumore e W_{tot3} affinché il rapporto tra le correnti dello specchio sia prossimo a 10. Nel caso la larghezza totale di canale risulti maggiore di quella massima ammessa per un singolo transistor (pari a $200 \mu\text{m}$), si realizzi tale transistor connettendo più transistori in parallelo. Determinare R_{ref} in modo tale che la potenza dissipata dall'LNA in condizioni statiche ($V_{CC} I_{CC}$) sia quella massima disponibile.
 - b. Determinare analiticamente i valori di L_s e L_g che garantiscono il massimo trasferimento di potenza dalla sorgente all'amplificatore. Per un primo dimensionamento analitico, assumere per la tecnologia AMS S35 che la capacità gate-source per unità di lunghezza sia pari a $1,3 \text{ pF/mm}$ e che l'andamento della frequenza di taglio f_T in funzione di I_{DS}/W sia quello mostrato nella figura (b).
 - c. Dimensionare, mediante analisi parametrica a partire dai valori calcolabili analiticamente, L_s e L_g in modo tale sia soddisfatta la condizione per il massimo trasferimento di potenza dalla sorgente all'amplificatore.
2. Valutazione parametri lineari dell'LNA
 - a. Dimensionare, mediante analisi parametrica a partire dal valore calcolabile analiticamente, C_d in modo tale da massimizzare il guadagno di trasduttore alla frequenza centrale f_0 .
 - b. Sul circuito completamente dimensionato valutare, alla temperatura standard di $16,85 \text{ }^\circ\text{C}$, la cifra di rumore NF , la cifra di rumore minima NF_{min} e la corrispondente impedenza ottima di sorgente Z_{opt} .
 - c. Supponendo che l'LNA sia seguito da un mixer alimentato con un'oscillazione locale a $2,61 \text{ GHz}$, determinare il guadagno di trasduttore alla frequenza immagine f_M .
3. Analisi della linearità con la tecnica Harmonic Balance
 - a. Valutare il punto di compressione a 1 dB in ingresso $iCP1dB$ e in uscita $oCP1dB$.
 - b. Valutare il punto di intercetta del terzo ordine $iIP3$, utilizzando due toni f_1, f_2 centrati a f_0 e separati tra loro di 1 MHz. Riportare 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_{out21} alla frequenza $2f_1 - f_2$.
 - c. Considerando i due toni in ingresso specificati al punto precedente, valutare la potenza disponibile P_{AIN2} del tono in ingresso a frequenza f_2 , che desensibilizza di 1 dB, il guadagno di trasduttore valutato per l'ingresso a frequenza f_1 . Si fissi la potenza disponibile P_{AIN1} dell'ingresso a frequenza f_1 10 dB sotto il punto di compressione a 1 dB in ingresso.

Prova pratica ESW del 30/1/2014	Nome:
Valutazione (max 31 punti)	
Tempo a disposizione: <u>2 ore</u>	

1. Matching integrato (14 punti)

Dimensionamento W_{tot1}, W_{tot2} e R_{ref}					
W_{tot1}	W_{tot3}	I_{CC}	R_{ref}	I_{DS1}	I_{DS3}

Parametri piccolo segnale			Dimensionamento con analisi analitica		
C_{gs1}	I_{DS1}/W_{tot1}	f_{T1}	L_s	L_g	C_d

Simulazione $Z_{in}^{(*)}$	Dimensionamento con analisi parametrica		
Z_{in}	L_s	L_g	Z_{in}

2. Valutazione parametri lineari (7.5 punti)

Simulazione $G_T^{(**)}$	Dimensionamento con analisi parametrica	
$G_T^{(**)}$	C_d	G_{Tmax}

Prestazioni in termini di rumore		
NF	N_{fmin}	Z_{opt}

Guadagno di trasduttore alla frequenza immagine	
f_{IM}	$G_T @ f_{IM}$

3. Analisi della linearità (9.5 punti)

Punto di compressione a 1 dB	
$iCP1dB$	$oCP1dB$

Punto di intercetta del terzo ordine						
f_1	f_2	P_{AIN}	P_{out1}	P_{out21}	$iIP3$	$oIP3$

P_{AIN1}	P_{AIN2}

(*) risultato ottenuto dalla simulazione del circuito, utilizzando per i parametri circuitali L_s , L_g e C_d i valori calcolati analiticamente.

(**) risultato ottenuto dalla simulazione del circuito, utilizzando per i parametri circuitali L_s e L_g i valori dimensionati precedentemente e per C_d il valore calcolato analiticamente.

Prova pratica ESW del 30/1/2014	Nome: SOLUZIONE
Valutazione (max 31 punti)	
Tempo a disposizione: <u>2 ore</u>	

4. Matching integrato (14 punti)

Dimensionamento W_{tot1}, W_{tot2} e R_{ref}					
W_{tot1}	W_{tot3}	I_{CC}	R_{ref}	I_{DS1}	I_{DS3}
200 μm	20 μm	9 mA	2670 Ω	8,2 mA	0,8 mA

Parametri piccolo segnale			Dimensionamento con analisi analitica		
C_{gs1}	I_{DS1}/W_{tot1}	f_{T1}	L_s	L_g	C_d
0,26 pF	0,041 mA/μm	20 GHz	0,4 nH	15,35 nH	4,1 pF

Simulazione $Z_{in}^{(*)}$	Dimensionamento con analisi parametrica		
Z_{in}	L_s	L_g	Z_{in}
52,8 + j 16,1 Ω	366 pH	14,26 nH	49,8 Ω

5. Valutazione parametri lineari (7.5 punti)

Simulazione $G_T^{(**)}$	Dimensionamento con analisi parametrica	
$G_T^{(**)}$	C_d	G_{Tmax}
15,8 dB	3,86 pF	15,96 dB

Prestazioni in termini di rumore		
NF	N_{fmin}	Z_{opt}
1,415 dB	1,043 dB	128,2 + j 9,8 Ω

Guadagno di trasduttore alla frequenza immagine	
f_{IM}	$G_T @ f_{IM}$
2,72 GHz	13,6 dB

6. Analisi della linearità (9.5 punti)

Punto di compressione a 1 dB	
$iCP1dB$	$oCP1dB$
-8,72 dBm	6,24 dBm

Punto di intercetta del terzo ordine						
f_1	f_2	P_{AIN}	P_{out1}	P_{out21}	$iIP3$	$oIP3$
2,4495 GHz	2,5005 GHz	-18,72 dBm	-3 dBm	-41,7 dBm	0,65 dBm	16,36 dBm

P_{AIN1}	P_{AIN2}
-18,72 dBm	-11 dBm

(*) risultato ottenuto dalla simulazione del circuito, utilizzando per i parametri circuitali L_s , L_g e C_d i valori calcolati analiticamente.

(**) risultato ottenuto dalla simulazione del circuito, utilizzando per i parametri circuitali L_s e L_g i valori dimensionati precedentemente e per C_d il valore calcolato analiticamente.