

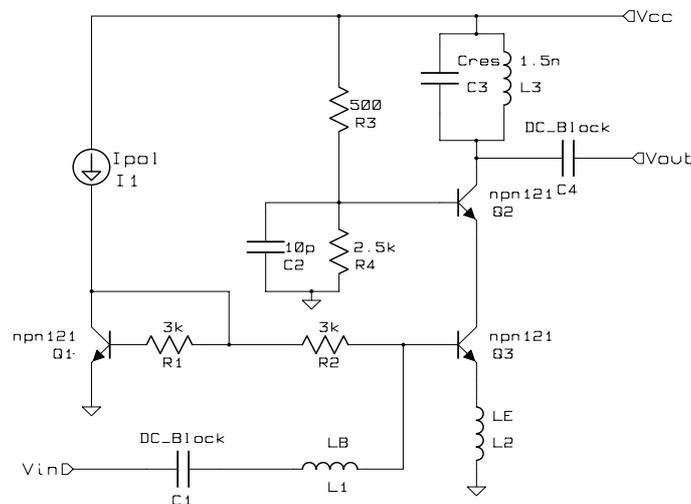
Lab. 3: LNA bipolare

L'obiettivo di questo laboratorio è progettare con l'ausilio del CAD ADS un Low Noise Amplifier (LNA) *single-ended*, utilizzando i transistori bipolari HBT disponibili nella tecnologia AMS S35. Il circuito dovrà essere dimensionato per soddisfare, alla frequenza di 2.44 GHz (frequenza centrale della banda ISM 2.4-2.4835 GHz), le seguenti specifiche di progetto:

- tensione di alimentazione pari a 3 V;
- resistenza di sorgente e di carico pari a 50 Ω ;
- cifra di rumore minore di 3 dB;
- guadagno di trasduttore compreso tra 15–20 dB;
- punto di compressione a 1 dB in ingresso maggiore di -20 dBm; punto di intercetta del terzo ordine maggiore di -10 dBm.

Guida al laboratorio

Consideriamo per realizzare l'LNA *single-ended*, lo stadio *cascode* riportato nella figura seguente, dove la molteplicità M dei transistori bipolari npn121 (si assumano identici e con lunghezza di emettitore fissata a 12 μm) e i parametri circuitali (I_{pol} , LE , LB , C_{res}) devono essere scelti per soddisfare le specifiche date.



1. Matching integrato

- Dimensionare la corrente di polarizzazione I_{pol} e la molteplicità M dei transistori, in modo tale da minimizzare la cifra di rumore e ottenere una resistenza di sorgente ottima di 50 Ω .
Suggerimento: utilizzando il circuito del precedente lab, valutare alla frequenza di 2.44 GHz la densità di corrente ottima per il singolo transistor e la corrispondente resistenza di sorgente ottima; si scelga poi la molteplicità del transistor affinché la resistenza ottima sia prossima a 50 Ω .
- Estrarre nel punto di lavoro “ottimo”, i parametri g_m , c_π , c_μ (r_b può essere trascurata) del circuito per piccoli segnali del transistor, che permettono di calcolare analiticamente il valore degli induttori LE e LB .
Suggerimento: i parametri cercati possono essere approssimati con i seguenti parametri del modello VBIC: $g_m = dI_{cc_dV_{be}}$, $c_\pi = C_{be}$ e $c_\mu = (C_{bc} + C_{bp})$.

- c. Dimensionare LE e LB in modo tale da avere il massimo trasferimento di potenza dalla sorgente all'amplificatore, ossia affinché l'impedenza di ingresso dell'LNA sia $Z_{in} = R_S = 50 \Omega$.
Suggerimento: si realizzi il circuito dell'LNA come sottocircuito con parametri LE , LB e $Cres$. Si scelgano inizialmente per LE e LB i valori calcolati analiticamente e si affini poi il dimensionamento mediante un'analisi parametrica. Si può far variare per prima cosa LE per ottenere che la reale di Z_{in} sia 50Ω e successivamente LB per annullare la parte immaginaria di Z_{in} .

2. Guadagno di trasduttore

- a. Dimensionare $Cres$ in modo tale da massimizzare il guadagno di potenza.
Suggerimento: si scelga inizialmente per $Cres$, il valore che fa risuonare il gruppo L-C in uscita alla frequenza di 2.44 GHz e si affini poi il dimensionamento eseguendo un'analisi parametrica con parametro $Cres$. Per valutare il guadagno di potenza si può usare la funzione predefinita $pwr_gain(\cdot)$.
- b. Sul circuito dimensionato, verificare che Z_{in} , la cifra di rumore NF e il guadagno di trasduttore G_T siano in linea con le specifiche richieste.

3. Analisi della linearità con la tecnica Harmonic Balance

- a. Graficare il guadagno di trasduttore in funzione della potenza disponibile in ingresso PA_{in} tra -30 e 10 dBm con passo 1 dBm.
Suggerimento: inserire in ingresso all'LNA, il generatore P_1Tone facendone variare la potenza $P = dBm_{tow}(PA_{in})$, mediante un'analisi parametrica con parametro PA_{in} . Utilizzare il controllore di simulazione HARMONIC BALANCE impostando come frequenza della fondamentale 2.44 GHz. Si può usare la funzione predefinita $dBm(\cdot)$ per calcolare il guadagno di potenza.
- b. Valutare il punto di compressione a 1 dB in ingresso ($iCP1dB$) e in uscita ($oCP1dB$) utilizzando il controllore di simulazione GAIN COMPRESSION, che li genera tra i dati di uscita $inpwr$ e $outpwr$.
- c. Valutare il punto di intercetta del terzo ordine ($iIP3$).
Suggerimento: inserire in ingresso all'LNA il generatore P_nTone configurandolo con due toni a frequenza vicina: 2.44 GHz e 2.4405 GHz; impostare, nel controllore di simulazione HARMONIC BALANCE, quelle due frequenze come le frequenze fondamentali. Utilizzare le funzioni predefinite $IP3in$ e $IP3out$ per valutare il punto di intercetta del 3 ordine in ingresso $iIP3$ e uscita $oIP3$.