

# PROGETTO OTTIMIZZATO DI UN AMPLIFICATORE IN CLASSE A

C.A. Borghi, M. Fabbri, F. Mastri

Dipartimento di Ingegneria Elettrica - Università di Bologna  
Viale Risorgimento, 2 - 40 136 Bologna

La determinazione dei parametri di progetto di un circuito non lineare può essere effettuata determinando la soluzione di un problema di ottimizzazione multiobiettivo in cui gli obiettivi sono alcune funzioni di rete del circuito. Tale problema viene solitamente ridotto al problema della minimizzazione di una funzione “prestazione globale” che tiene conto sia degli obiettivi, soggetti a specifica, sia dei vincoli fisici e tecnologici. La prestazione può essere una funzione discontinua e dipendere da variabili reali, intere, accoppiate o non-numeriche. In tal caso, i metodi di minimizzazione deterministici basati sul gradiente non sono utilizzabili, in quanto essi operano soltanto su funzioni, continue e derivabili, di variabili reali. Diviene pertanto necessario utilizzare i metodi stocastici basati solo sulla valutazione della funzione obiettivo. Tali metodi richiedono tuttavia, durante il processo di ottimizzazione, un numero di chiamate della funzione prestazione solitamente superiore a quello necessario ad un algoritmo deterministico. Nella seguente applicazione si è impiegato il metodo di ottimizzazione stocastico delle Strategie Evolutive (1+1) al fine di mostrare come tale metodo possa gestire una funzione dipendente da variabili reali, intere e accoppiate. Inoltre, per confrontarne le prestazioni con un metodo deterministico basato sul gradiente (Quasi Newton), si è scelto come punto di partenza dell’ottimizzazione la soluzione ottenuta dal metodo QN (considerando solo le variabili reali). Per risolvere il problema di analisi circuitale si è utilizzato il metodo del Bilanciamento Armonico [1].

Il metodo di ottimizzazione ES(1+1) è stato utilizzato per progettare un amplificatore a larga banda in classe A (cioè con un solo FET). Lo schema circuitale, illustrato in Fig. 1, contiene sette induttori a spirale piatti (L1, ... , L7) e sei condensatori C-MIM (Metal Insulator Metal Capacitor), oltre ad alcune linee di trasmissione (microstrip) che modellano le metallizzazioni di collegamento fra i vari componenti.

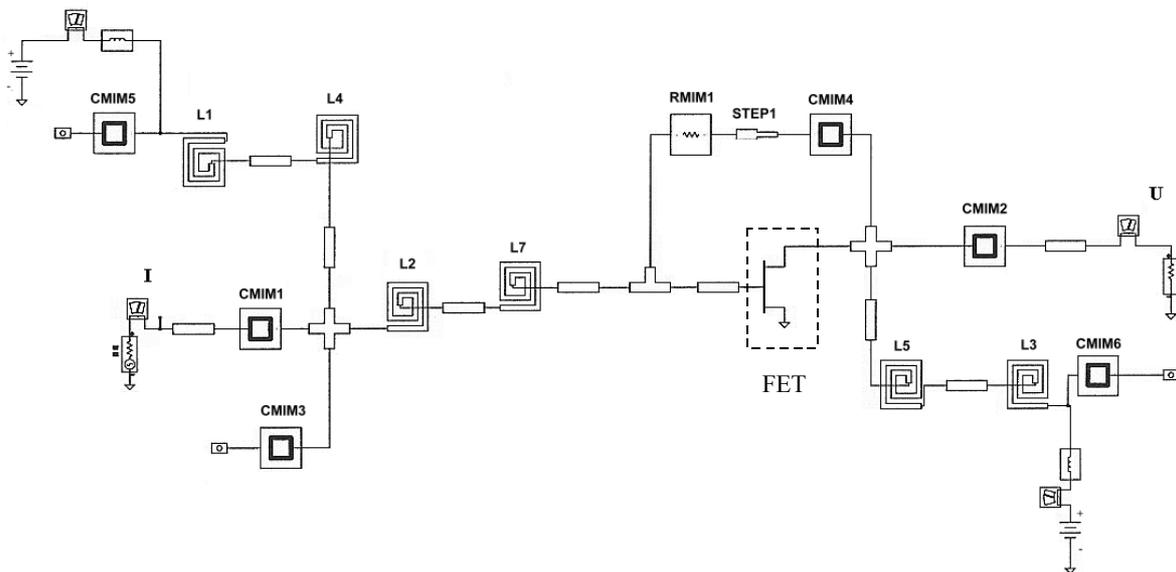


Fig. 1 – Schema di un amplificatore a due stadi a banda larga.

L'amplificatore è progettato in modo da fornire potenza al segnale in ingresso (porta I) prelevandola dai generatori di polarizzazione del FET (non mostrati in Fig. 1), dando luogo ad un guadagno sul segnale in uscita (porta U). Le incognite sono i parametri degli induttori a spirale piatti e dei condensatori. Per ragioni costruttive, alcune delle variabili che descrivono gli induttori sono intere (il numero di giri delle induttanze) o accoppiate (larghezza e spaziatura delle spire). Gli obiettivi sono alcune funzioni di rete che descrivono le prestazioni di un amplificatore di potenza: la potenza a radiofrequenza in uscita ( $f_1$ ), il guadagno di potenza ( $f_2$ ), la PAE (Power Added Efficiency,  $f_3$ ) e la perdita di ritorno ( $f_4$ ). Le specifiche, assegnate sul guadagno di potenza, sulla PAE e sulla perdita di ritorno, sono mostrate in Tab. 1. Il metodo QN, considerando solo le variabili reali ed una frequenza di riferimento di 2.5 GHz, non riesce a soddisfare la specifica sulla perdita di ritorno, come mostrato in Tab. 1. Utilizzando tale configurazione come punto di partenza dell'ottimizzazione con il metodo ES (1+1) si sono ottenute numerose soluzioni. Gli andamenti delle funzioni di rete per la migliore delle soluzioni trovate sono illustrati in Fig. 2. Si noti che tutte le specifiche sono rispettate nella banda 2.2 – 2.7 GHz.

Tab. 1 – Confronto fra le soluzioni (a 2.5 GHz) determinate con i metodi QN ed ES(1+1).

	$f_1$ [dBmW]	$f_2$ [dB]	$f_3$ [%]	$f_4$ [dB]
QN	20.8	10.8	33.2	16.5
ES (1+1)	20.4	10.4	30.3	37.1
Specifica	-	> 10	> 25	> 20

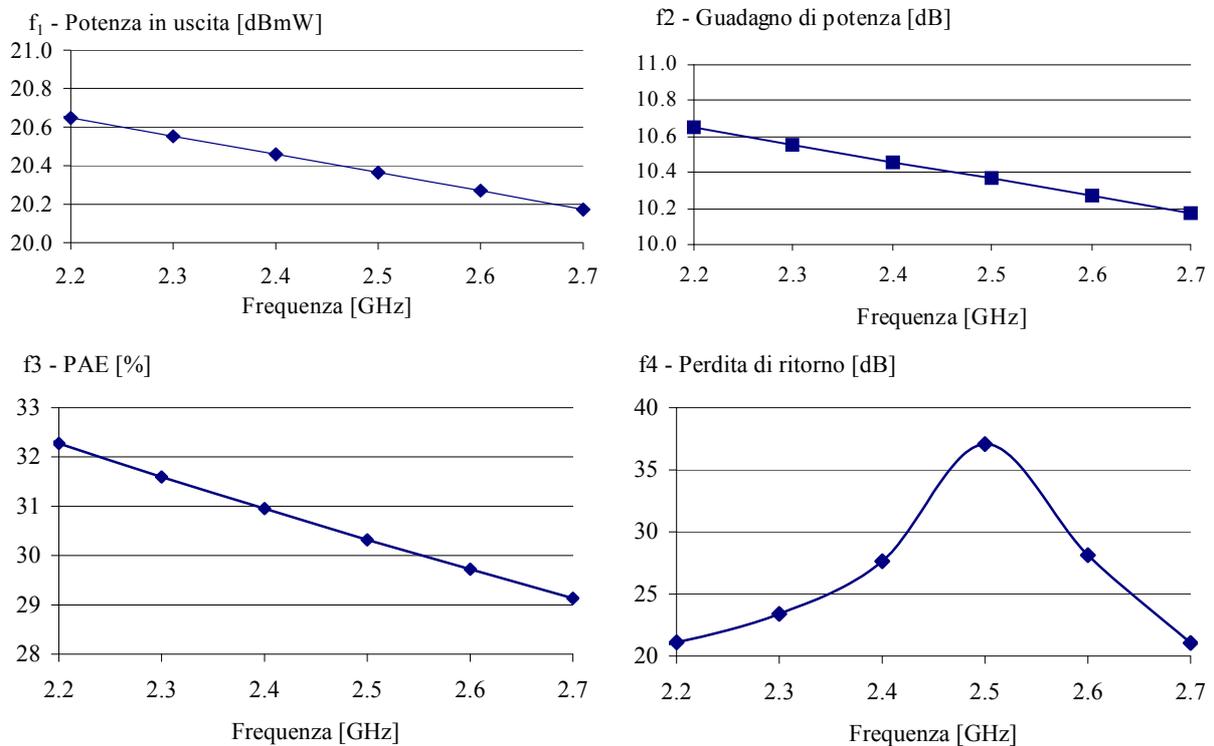


Fig. 2 - Andamento gli obiettivi al variare della frequenza.

- [1] C.A. Borghi, M. Fabbri, F. Mastri, V. Rizzoli, "Deterministic and Stochastic Optimization of RF Nonlinear Circuits", *Non-Linear Electromagnetic Systems*, P. Di Barba and A. Savini (Eds.), IOS Press, Amsterdam (NL), pp. 439-442, 2000.