

Laurea in Ingegneria dell'Informazione
Corso di Fondamenti di Elettronica
(a.a. 2007-2008)

Laboratorio PSpice

Rosa Paola Venturini

Laboratorio PSpice

Argomenti della lezione:

- Simulazione di circuiti contenenti OpAmp
- Macromodelli
- Esempi di simulazione

Amplificatori Operazionali

Simulazione di amplificatori operazionali

Primo approccio: simulazione "transistor-level"

- L'operazionale viene modellato a livello del singolo transistor
- Approccio dipendente dalla tecnologia (modelli SPICE dei dispositivi)
- Modello complesso
- Risultati di simulazione estremamente accurati
- Approccio necessario in fase di progettazione dell'opamp

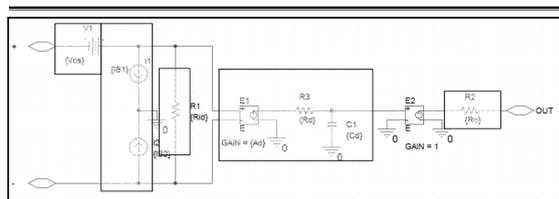
Amplificatori Operazionali

Simulazione di amplificatori operazionali

Secondo approccio: uso di macromodelli

- L'operazionale è modellato da un circuito equivalente, o macromodello, che ne descrive il comportamento ai morsetti
- Approccio relativamente indipendente dalla tecnologia
- Modello semplice → tempi di simulazione ridotti
- Utile nella simulazione di circuiti contenenti uno o più operazionali

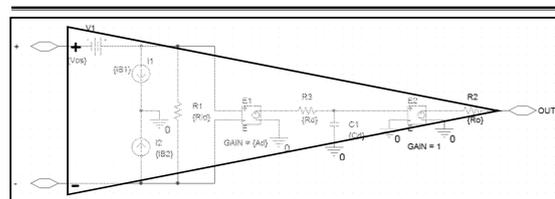
Esempio di macromodello lineare



Caratteristiche modellate:

- Guadagno differenziale finito
- Polo dominante
- Resistenza differenziale di ingresso e resistenza di uscita
- Tensione di offset e correnti di bias e offset

Esempio di macromodello lineare



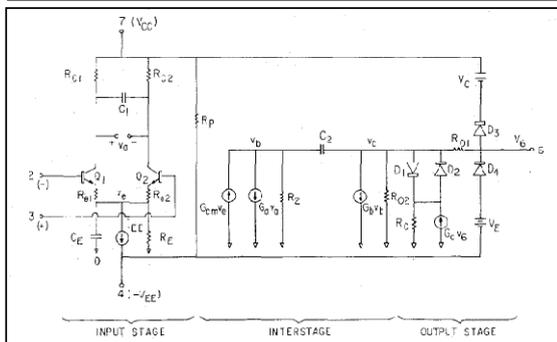
Caratteristiche modellate:

- Guadagno differenziale finito
- Polo dominante
- Resistenza differenziale di ingresso e resistenza di uscita
- Tensione di offset e correnti di bias e offset

Caratteristiche non modellate:

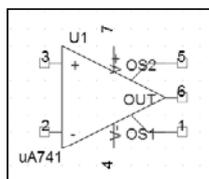
- Tensioni di alimentazione
- Resistenza di ingresso di modo comune
- Amplificazione di modo comune e CMRR
- Poli/zeri in alta frequenza
- Effetti di non linearità

Macromodello di Boyle



G. Boyle, B. Cohn, D. Pederson, J. Solomon, "Modeling of Integrated Circuit Operational Amplifiers", IEEE Journal of Solid State Circuits, Vol. 9 no. 6, 1974

Macromodello del uA741



Basato sul modello di Boyle

Caratteristiche modellate:

- Guadagno differenziale finito
- Risposta in frequenza
- Impedenze di ingresso e uscita
- Tensione di offset
- Saturazione della tensione di uscita
- Correnti di bias e di offset
- Limitazione della corrente di uscita
- Amplificazione di modo comune
- CMRR
- Slew rate

Esempi di simulazione

1. Costruzione di tre macromodelli
2. Studio di alcuni effetti di non idealità