

Amplificatore differenziale

Matteo Zortea, Elena Acinapura

Settembre 2020

Valori dei componenti usati per alcune stime

- $R_C = (9.830 \pm 0.002) \text{ k}\Omega$
- $R_E = (119.25 \pm 0.02) \Omega$
- $R_1 = (9.924 \pm 0.003) \text{ k}\Omega$

Configurazione con resistenza

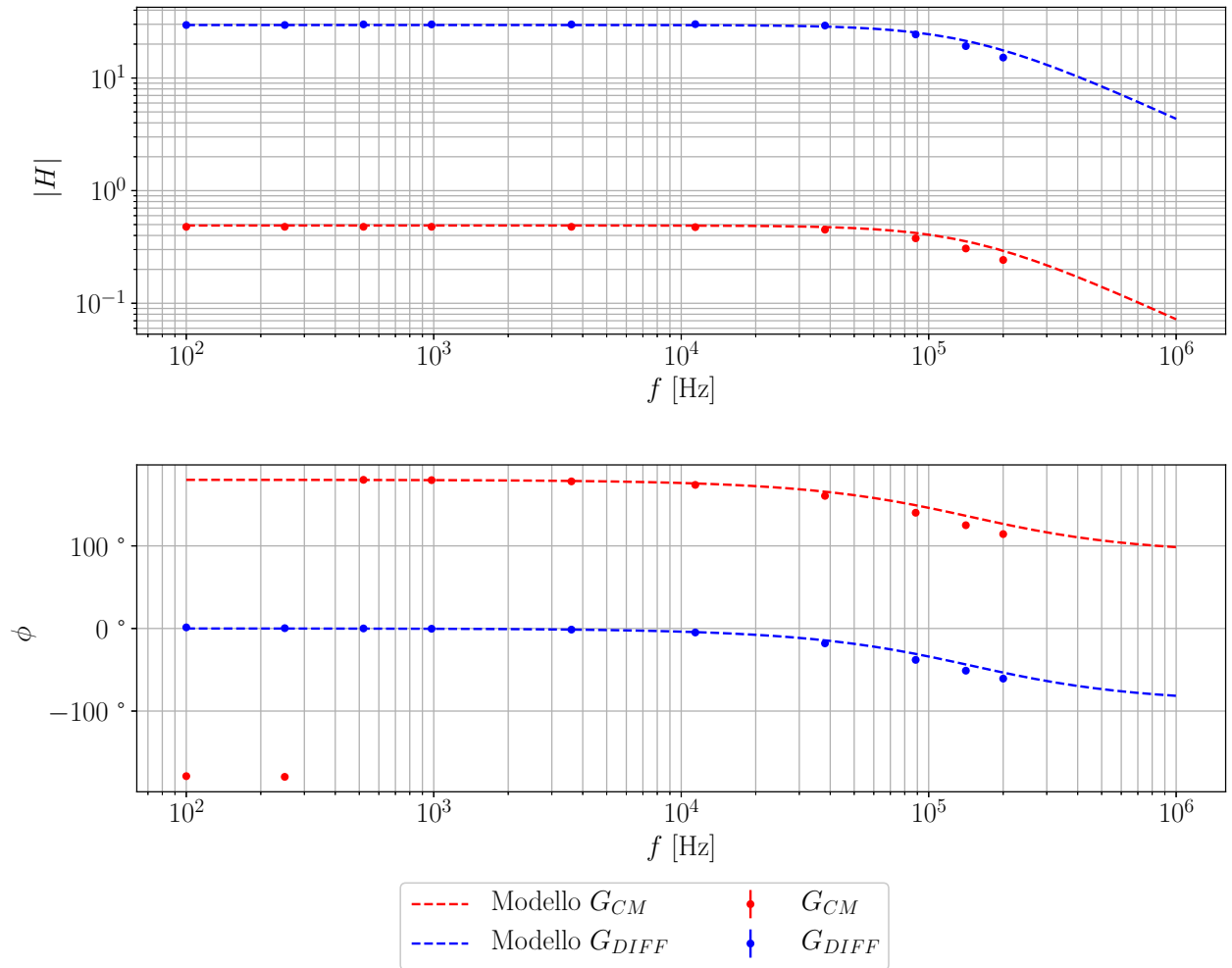


Figura 1: Funzione di trasferimento.

Il modello teorico è ottenuto aggiungendo un carico di impedenza Z_{OSC} in uscita dal circuito, composto da un parallelo di

$$R_{OSC} = 1 \text{ M}\Omega \quad \text{e} \quad C_{OSC} = 110 \text{ pF}$$

Si è usato il circuito equivalente di Thevenin, usando come V_{eq} il valore di guadagno medio a basse frequenze (prime 5 frequenze) e come resistenza in uscita

$$R_{out} = R_C$$

Stime di parametri incogniti

r_e e CMRR ottenuti per media su sulle prime 5 frequenze basse:

$$r_e = (45 \pm 1 \Omega)$$

$$CMRR = (63 \pm 1)$$

Una possibile stima teorica per r_e se nel transistor passa una corrente quiescente di 0.7 mA è di circa 37Ω alla temperatura di $27^\circ C$.

Configurazione con sorgente BJT

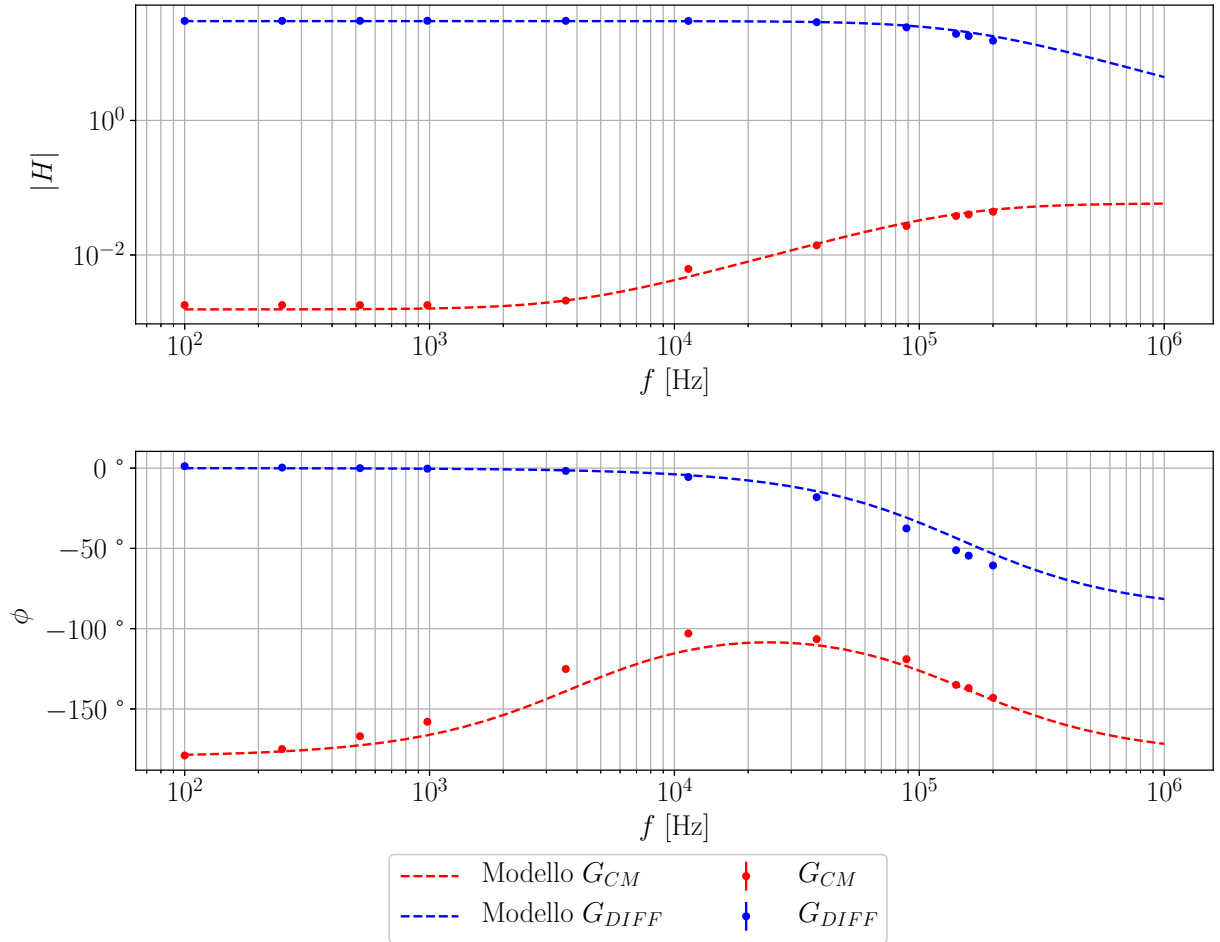


Figura 2: Funzione di trasferimento

Il modello teorico per il guadagno differenziale è ottenuto come nella configurazione senza sorgente, mentre per il guadagno modo comune si è utilizzata, per stimare V_{eq} , la stima di Z_s , spiegata sotto. R_{out} è rimasta sempre R_C .

Stime di parametri incogniti

r_e e CMRR ottenuti per media su sulle prime 5 frequenze basse:

$$r_e = (43.2 \pm 0.2) \Omega$$

$$CMRR = (16 \pm 7) \cdot 10^3$$

Stimo Z_s dalla relazione

$$G_{CM} = \frac{R_C}{2Z_s}$$

Scrivo Z_s come un parallelo di R_s e C_s , stimo R_s da una media sulle 4 frequenze più basse e C_s da una media sulle 5 frequenze più alte.

$$R_s = (3.1 \pm 0.5) \text{ M}\Omega$$

$$C_s = (13 \pm 7) \text{ pF}$$

Valutazione incertezze

Per i guadagni modo comune con resistenza, differenziale con resistenza e differenziale con sorgente è stata presa una sola acquisizione temporale per frequenza. In quel caso:

- si è stimata l'incertezza su V_{in} e V_{out} come 2% dell'ampiezza misurata
- si sono calcolate le ampiezze complesse C per il segnale in entrata e in uscita con un fit sinusoidale $V = C_0 + A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$
- Essendo $C = A - iB$ si è stimata l'incertezza su $|C|$ e $\arg C$ propagando l'errore su A e B ottenuto per regressione nelle definizioni $|C| = \sqrt{A^2 + B^2}$ e $\arg C = \arctan \frac{-B}{A}$

Per il guadagno modo comune con sorgente sono state acquisite 5 serie temporali per frequenza e all'incertezza sulla funzione di trasferimento è stato aggiunto l'errore di deviazione standard dei valori su misure ripetute.