

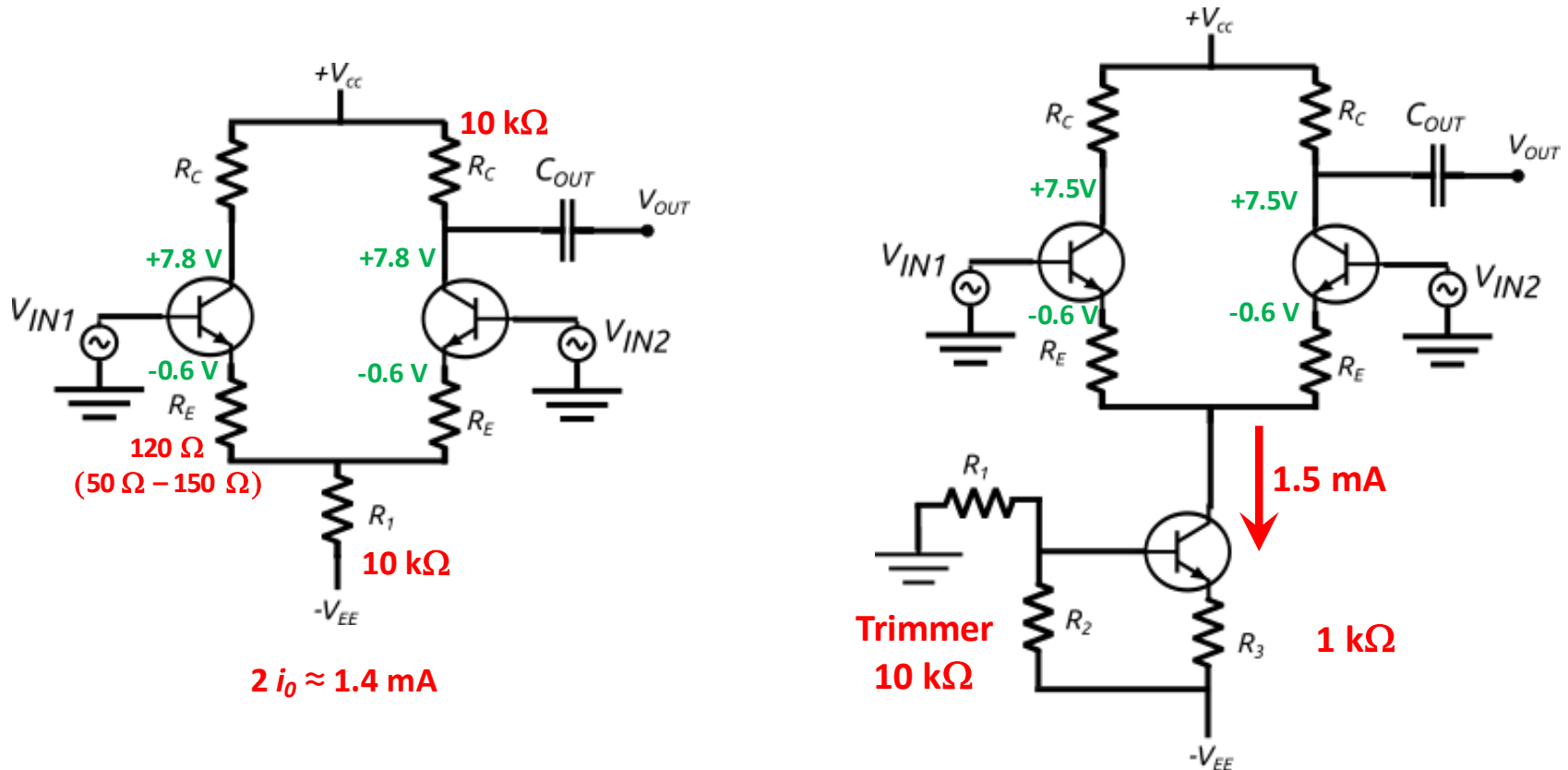
Appunti amplificatore differenziale

Lab II

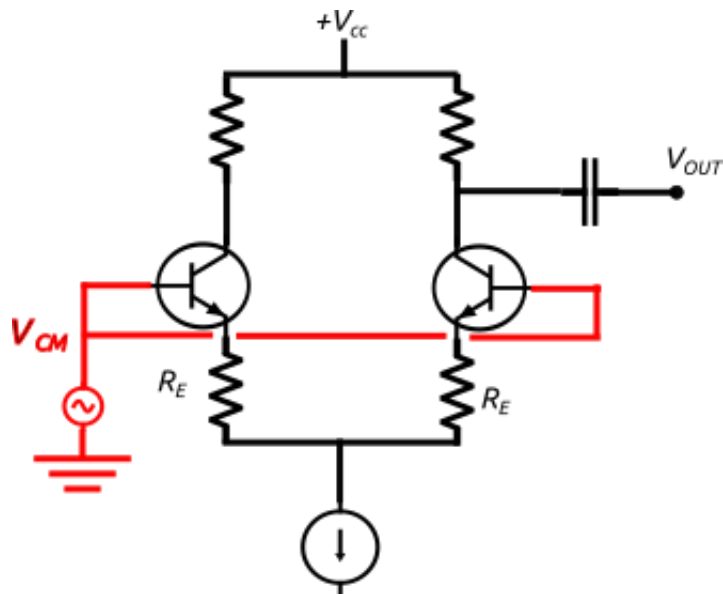
Bill Weber

11 marzo 2019

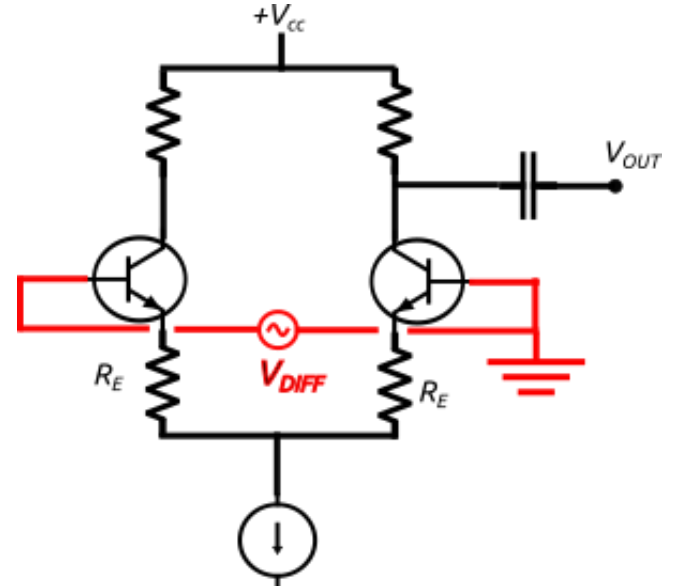
Implementazione in laboratorio



- Punto di lavoro in DC: controllare tensioni con DMM
- Per sorgente di corrente, controllare corrente con amperometro ICE
- Per controlli DC, collegare entrambi ingressi a massa (con ingresso floating non abbiamo un punto di lavoro ben definito alla base)
- **NB valori punti di lavoro approssimativi (dipendono valori esatti componenti, V_{BE})**



Configurazione misura G_{CM}
(segnale identico per V_{IN1} e V_{IN2})

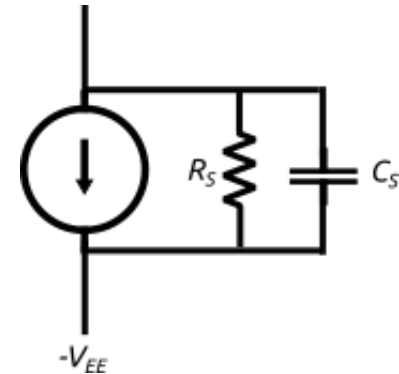
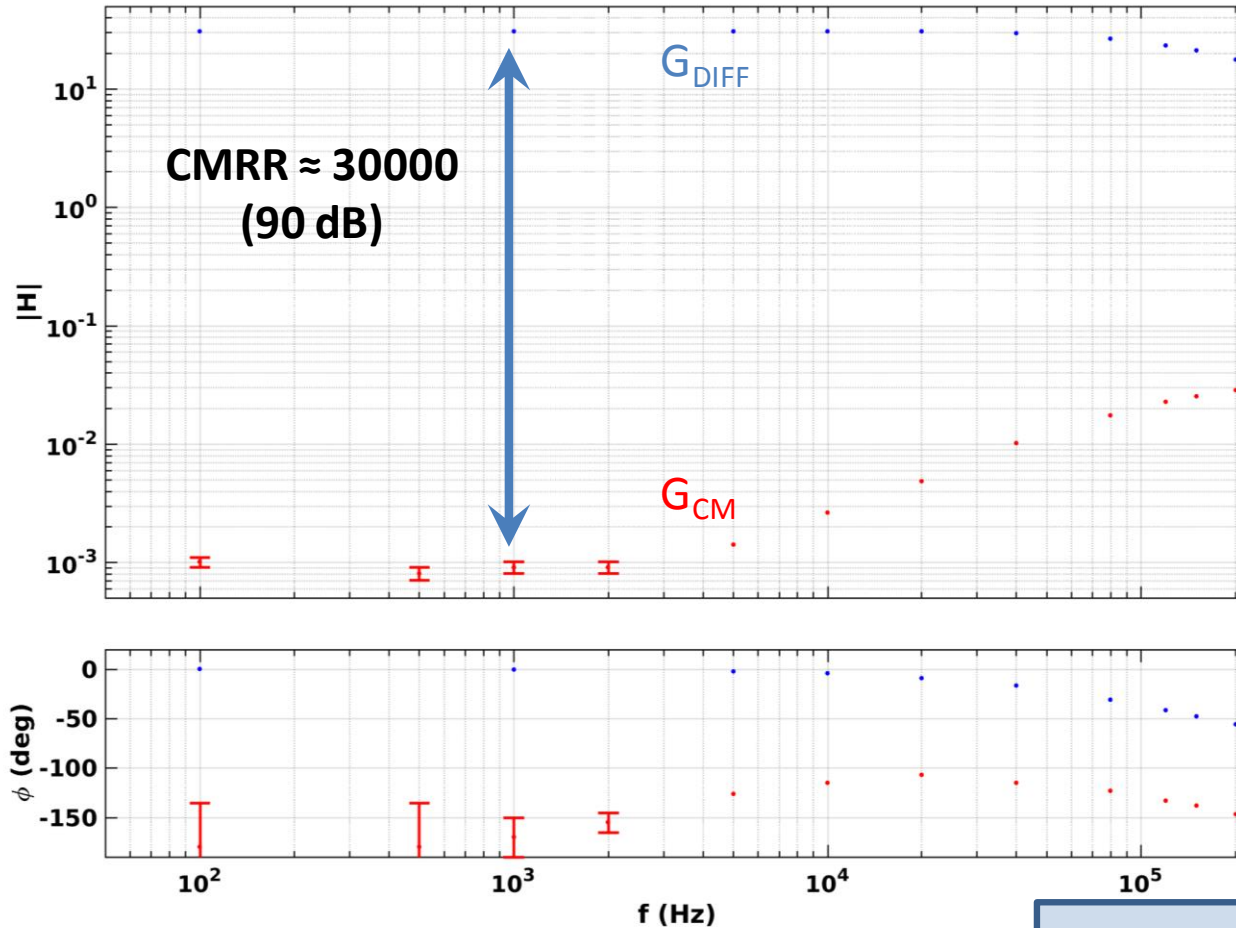


Configurazione misura G_{DIFF}
(ddp del segnale applicato fra V_{IN1} e V_{IN2})
NB: $\Delta V = V_{DIFF}$, $V_{CM} = V_{DIFF}/2$

NB: con connessione all'oscilloscopio, è necessario collegare solo un contatto «freddo» alla connessione «massa» del circuito (i conduttori esterni dell'oscilloscopio sono già connessi a Terra)

→ può essere utile evitare rumore dovuto a «giro di massa»

Dati sperimentali (con sorgente di corrente)



$$G_{DIFF} \approx \frac{R_C}{2(R_E + r_e)}$$

Per $G_{DIFF} = 31 \pm 0.5$, $R_E = 120 \Omega$
 $\rightarrow r_e \approx 40 \Omega$ (0.75 mA)

$$G_{CM} \approx \frac{-R_C}{2Z_S}$$

Per $G_{CM} \approx 10^{-3}$, $R_C = 10 \text{ k}\Omega \rightarrow R_S \approx 5 \text{ M}\Omega$
 Peggiora a frequenze alte: $C_S \approx 10 \text{ pF}$
 (capacità giunzioni)

Esperienza9
TRANSISTOR BIPOLARE:
amplificatore differenziale

OBIETTIVO:

costruire e misurare le prestazioni di un amplificatore differenziale

PREPARAZIONE:

analisi amplificatore differenziale con BJT, compreso calcolo dei guadagni (differenziale e modo comune) e dei punti di lavoro (tensione e corrente) a corrente continua, nelle configurazioni con resistenza (R_1 nella figura 1) e con sorgente di corrente (figura 2)

SVOLGIMENTO:

- progettare e costruire un amplificatore differenziale con una corrente di quiescenza tra 0.5 mA e 1.0 mA per ciascun transistor, un guadagno differenziale tra 20-50 ed un guadagno modo comune inferiore a 1;
 - misurare il guadagno del circuito in funzione della frequenza per segnali differenziali e modo comune e misurare il fattore di reiezione a modo comune (*common mode rejection ratio*, CMRR, $= \left| \frac{G_{DIFF}}{G_{CM}} \right|$).
- Misurare la frequenza (alta) f3dB del circuito in differenziale.
- Usare la misura del guadagno differenziale per stimare la resistenza intrinseca dell'emettitore (r_e) per il valore di corrente collettore usato
 - Aggiungere poi una sorgente di corrente come circuito di polarizzazione dell'amplificatore differenziale;
 - determinare le nuove caratteristiche di guadagno differenziale, guadagno in modo comune e il fattore di reiezione a modo comune;

Confrontare i guadagni (modo comune e differenziale) di entrambi i circuiti con modelli (ampiezza e fase guadagno, comportamento in frequenza). Stimare il valore di r_e e il valore di impedenza della sorgente di corrente (per il secondo circuito).

Una possibile implementazione usa $V_{CC} = +15$ V, $V_{EE} = -15$ V, $R_C = 10$ k Ω e una corrente quiescente di circa 0.75 mA in ciascun transistor BC107 (scegliendo opportunamente R_1 nel primo circuito). Nella seconda versione del circuito si può utilizzare una sorgente che mantiene 1.5 mA, con R_3 4.7 k Ω e R_1 / R_2 fissati con un trimmer 10 k Ω .

Le misure che caratterizzano
l'amplificatore differenziale
saranno utili nelle sedute
successive

Relazione relativa ad Esperienza 9

- Unica relazione per esperienza 9 (amp differenziale), esperienza 10 (ponte di Wheatstone), esperienza 11 (induzione Faraday)

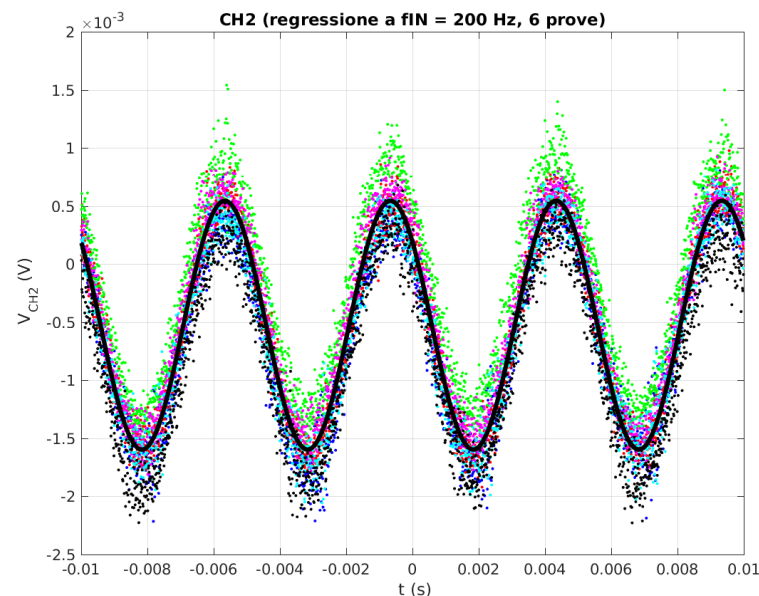
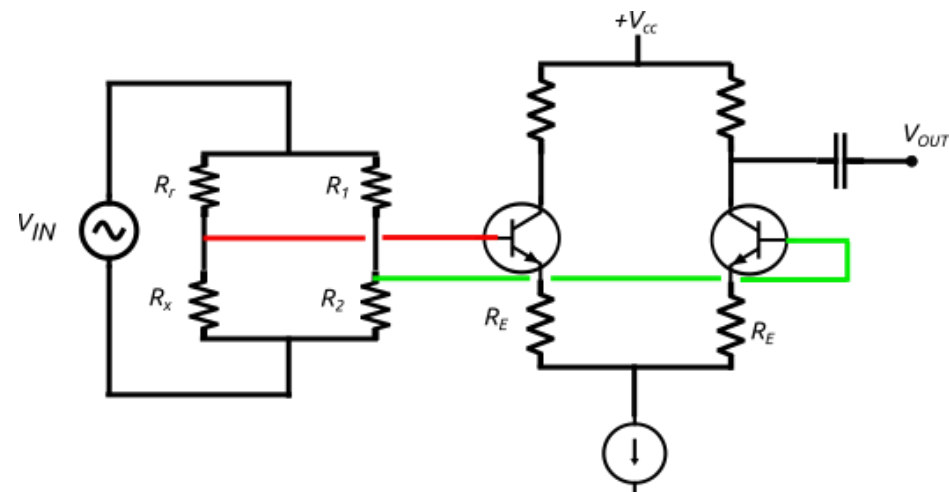
Scadenza: ore 9, 12 aprile

Per l'amplificatore differenziale, la relazione – leggera – dovrebbe comprendere:

- Implementazione circuito amplificatore differenziale (diagramma circuito)
- Procedura / impostazione misura di guadagno differenziale / modo comune
- Curva guadagno amplificatore differenziale, $G_{Diff}(f)$ e $G_{CM}(f)$ ampiezza e fase (diagramma Bode)
- Veloce confronto con modello / valori stimati per $r_e(i_0)$, R_s , C_s
 - **NB: più della conferma della teoria del circuito, $G_{Diff}(f)$ e $G_{CM}(f)$ fondamentali come calibrazione per le esperienze successive**

Esempio risoluzione segnale

- Amp differenziale connesso al ponte di Wheatstone (bilanciato)
 - Oppure con ingresso «common mode» con $G_{CM} \ll 1$
- Scala 1 mV / div (medie 64)
- Modo comune circa 400 mV ampiezza
 - Amp differenziale consente di abbassare molto il «fondo scala»
- Segnale a 200 Hz



Ogni colora rappresenta un'acquisizione diversa

NB: risoluzione ampiezza differenziale (amplificato fattore 30) con 5 μ V risoluzione (segnale modo comune 200 mV)

NB: risolviamo ampiezza sinusoide molto meglio delle fluttuazioni «picco-picco»

NB: per estrarre ampiezza e fase di un segnale – soprattutto un segnale piccolo in presenza di rumore – utile registrare i dati e fare una regressione ai componenti sine / cosine

→ Utile (Esp. 9) per misurare GCM

→ Utile (Esp. 10) per calibrare il ponte di Wheatstone per piccoli cambiamenti di Rx

→ Utile (Esp. 11) per estrarre ampiezza e fase della FEM indotta per effetto Faraday

Code disponibile:

`fit_sine_poly.m`

`media_segnaled.m`

(un esempio) calcolare media delle ampiezze sine / cos, con incertezze, per N registrazioni (prove ripetute) del segnale