



Laboratorio 4

Michele Ferrero 268542, Emanuele Falci 268617,
Gabriele Ferro 268510, Riccardo Drago 269663

A.A. 2021-2022

1 Strumentazione

Sono stati utilizzati i seguenti strumenti di laboratorio:

- Oscilloscopio digitale - *Rigol DS1054 Z*
 - Multimetro - *Hewlett Packard 34401A*
 - Generatore d'onda - *Hantek HDG2032B*
 - Cavo coassiale BNC-BNC
 - Connettore BNC a T
 - Sonda
 - Modulo A2 - Massimo Ruo Roch v1.0 Nov2001 - Politecnico di Torino

2 Descrizione sintetica degli obiettivi

Si effettuano delle misure di segnale in ingresso e in uscita da degli amplificatori, uno invertente e uno non invertente.

Dopo aver misurato l'amplificazione del segnale si cerca di stimare la resistenza di ingresso e quella di uscita inserendo delle resistenze in serie e facendo un partitore di tensione. I risultati ottenuti saranno confrontati con quelli teorici.

Non invertente: effettuando misurazioni con segnali sinusoidali a diverse frequenze in ingresso si valuta il guadagno dell'amplificatore e si stima il diagramma di Bode della transcaratteristica.

Invertente: in aggiunta si traccia un grafico (V_{uscita}, t) dello sfasamento del segnale.

3 Parametri di un amplificatore

Inizialmente si analizza il comportamento dell'amplificatore non invertente.

Per effettuare le varie misurazioni, il generatore di segnali, l'oscilloscopio e l'alimentatore doppio sono stati collegati alla basetta tramite l'utilizzo di connettori BNC come nello schema seguente.

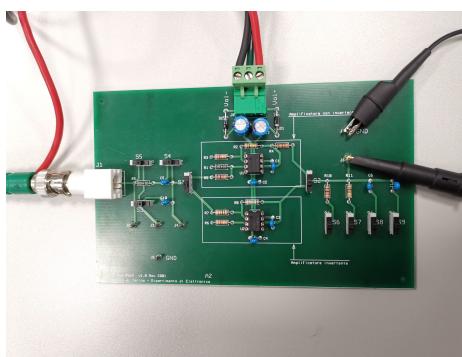


Figure 1

Per poter avere un riscontro con le misure sono stati calcolati i valori previsti tramite l'utilizzo dei seguenti dati nominali:

$$A_v = 9.33 + 10\%$$

$$R_i = 10k\Omega + 5\%$$

$$R_u = 1k\Omega + 5\%$$

I dati sono riportati nella colonna di destra della Tabella^[1].

Inizialmente il segnale sinusoidale viene applicato direttamente all'ingresso dell'amplificatore. Esso è caratterizzato da:

$$f = 0.8Hz$$

$$V_{pp} = 1V$$

Si collegano all'oscilloscopio il segnale in ingresso e in uscita al circuito. Viene poi misurato il rapporto $A_v = \frac{V_u}{V_i}$.

Di seguito, i risultati e il confronto con i dati ricavati con il valore nominale.

	Misura	Calcolo da valore nominale
Av	8,90625	8,397-10,263
Av (in dB)	18,99389	18,482-20,225

Figure 2: Tabella 1

Per calcolare la resistenza d'ingresso viene inserita una resistenza nota R9 in serie ad essa. Si può ottenere la misura di R_i facendo un partitore di tensione fra le due tensioni in ingresso (con e senza $R9 = 10k\Omega$) In questo caso viene utilizzato un ingresso sinusoidale con:

$$V_{pp} = 1V$$

$$f = 800Hz$$

$$R_i = R9 * \frac{V_{i,R9}}{V_{i,corto} - V_{i,R9}}$$

	Misura	Calcolo da valore nominale
Vu (R9 in corto)	9,12	-----
Vu (R9 inserita)	4,96	-----
R9	9952	10000
Ri	11923,08	9500-10500

Figure 3

La resistenza equivalente d'uscita R_{out} viene calcolata similmente.

Questa volta viene utilizzata la resistenza $R_{10} = 1k\Omega$ in serie a R_{out} e lo stesso segnale d'ingresso utilizzato per il calcolo di R_i

$$R_{out} = R_{10} * \frac{V_{u,Corto} - V_{u,R10}}{V_{u,R10}}$$

	Misura	Calcolo da valore nominale
Vu (R10 in corto)	9,12	-----
Vu (R10 inserita)	4,64	-----
R10	1006	1000
Ro	971,31	950-1050

Figure 4

4 Risposta in frequenza di amplificatore con celle RC esterne

Vengono inseriti dei condensatori in ingresso e in uscita, rispettivamente $C_{10} = 3.3nF$ con $C_5 = 10nF$ in parallelo e $C_6 = 10nF$.

Successivamente si effettuano misurazioni di diversi segnali sinusoidali in ingresso la cui frequenza varia da 300Hz fino a 1MHz.

I valori misurati sono confrontati con quelli teorici.

$$C_p = C_{10} || C_5 = 13.3nF$$

$$H(f) = A_v * C_p * R_{in} * \frac{s}{1+s*C_p*R_{in}} * \frac{1}{1+s*C_6*R_{out}}$$

Frequenza	Pulsazione	Av (calcolo)	Av (misura)	Vin	Vout	Av (in dB)	Av(dB)calcolo
300,00	1885	2,26	2,46	0,52	1,28	7,82413252	7,082168783
1.000,00	6283	5,9	4,08	0,52	2,12	12,20665035	15,41704023
3.000,00	18850	8,51	8,15	0,52	4,24	18,22725026	18,5985912
10.000,00	62832	7,84	7,38	0,52	3,84	17,36655761	17,88632125
30.000,00	188496	4,36	4,31	0,52	2,24	12,68489349	12,78972979
100.000,00	628319	1,46	1,73	0,104	0,18	4,764783316	3,287057116
300.000,00	1884956	0,49	0,38	0,104	0,04	-8,299466959	-6,196078399
1.000.000,0	6283185	0,15	0,15	0,104	0,016	-16,25826713	-16,47817482

Figure 5

Si rappresenta -in arancione- il diagramma di Bode qualitativo del modulo della funzione di trasferimento ottenuto dai dati misurati.

Esso è messo a confronto con -in blu- la curva di risposta teorica.

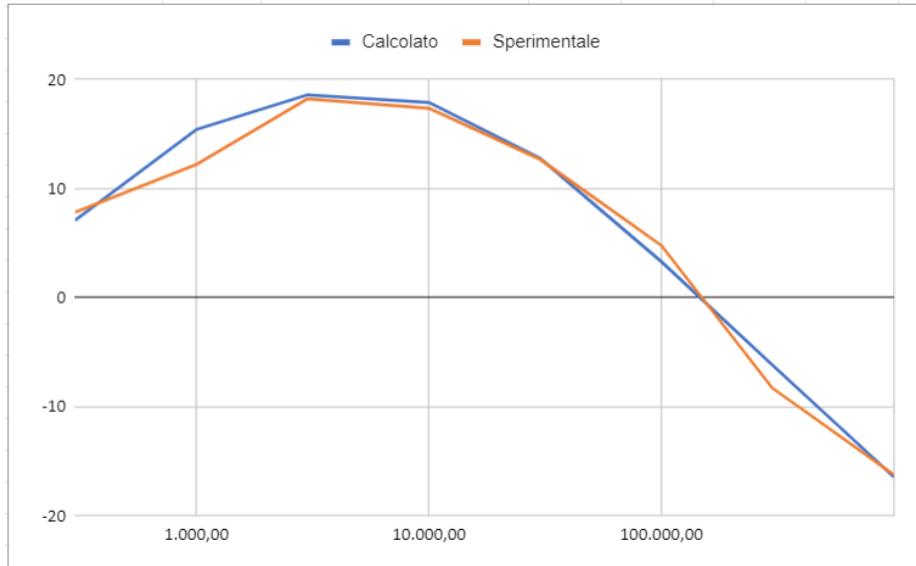


Figure 6

5 Amplificatore invertente

Infine è stato analizzato il funzionamento di un amplificatore invertente.

Come per lo stadio precedente viene misurato il guadagno per una frequenza di $1KHz$, R_{in} e R_{out} . Si può notare che la resistenza d'uscita R_u ha un valore trascurabile.

	Misura
V_{in}	1,04
V_{out}	10,88
A_v	10,46

Figure 7

	Misura	Calcolo
R_{in}	15185,19	14250-15750

Figure 8

È interessante notare che inserendo in ingresso un segnale sinusoidale si ottiene l'inversione di fase.

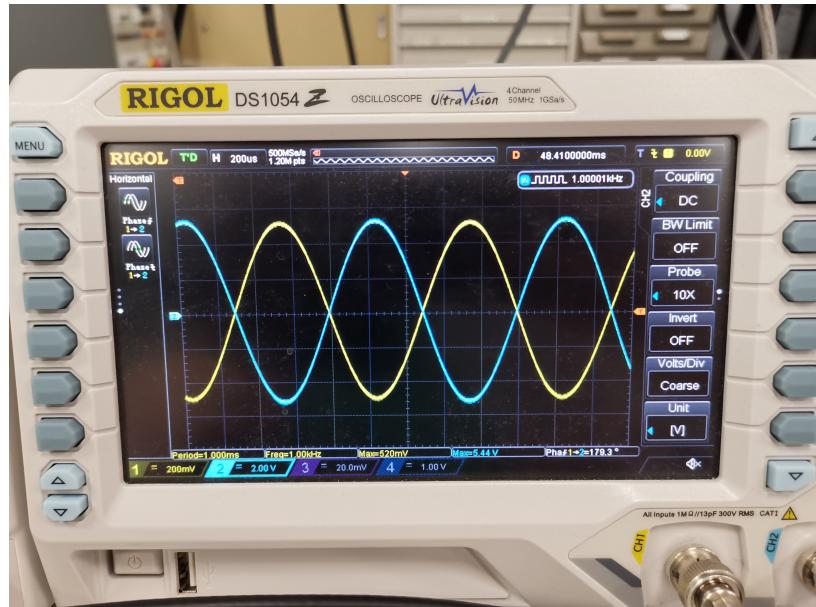


Figure 9