

Esercitazione di Laboratorio:

Misure su amplificatori

Coa Giulio

Licastro Dario

Montano Alessandra

23 dicembre 2019

# 1 Scopo dell'esperienza

Gli scopi di questa esercitazione sono:

- Analizzare il comportamento e misurare i parametri di moduli amplificatori (invertenti e non).
- Verificare alcune deviazioni rispetto al comportamento previsto con i modelli di prima approssimazione.

# 2 Strumentazione utilizzata

La strumentazione usata durante l'esercitazione è:

Strumento	Marca e Modello	Caratteristiche
Multimetro Oscilloscopio	Agilent 34401A Rigol DS1054Z	4 canali, $B = 50 \text{ MHz}$ , $f_c = 1 \text{ G}\frac{\text{Sa}}{\text{s}}$ , $R_i = 1 \text{ M}\Omega$ , $C_i = 13 \text{ pF}$ , 12 Mbps di profondità di memoria
Generatore di segnali	Rigol DG1022	2 canali, $f_{\text{uscita}} = 20 \text{ MHz}$ , $Z_{\text{uscita}} = 50 \Omega$
Cavi coassiali Connettori		Capacità dell'ordine dei $80 \div 100 \text{ p}\frac{\text{F}}{\text{m}}$

# 3 Premesse teoriche

## 3.1 Incertezza sulla misura dell'oscilloscopio

La misura del valore di un segnale tramite l'oscilloscopio (sia esso l'ampiezza, la frequenza, il periodo, etc.) presenta un'incertezza che dipende, principalmente, da due fattori:

- l'incertezza strumentale introdotta dall'oscilloscopio (ricavabile dal manuale).
- l'incertezza di lettura dovuta all'errore del posizionamento dei cursori.

Quest'ultima incertezza deriva dal fatto che il segnale visualizzato non ha uno spessore nullo sullo schermo.

## 3.2 Other

.

# 4 Esperienza in laboratorio

In questa esercitazione ci viene richiesta la misura del guadagno, il calcolo della resistenza in ingresso e in uscita dei due amplificatori, e per quello non-invertente anche la risposta in frequenza

con celle RC esterne (che vuol dire?) Per fare ciò abbiamo lavorato con una basetta premontata sulla quale, modificando i vari interruttori si aggiungevano/toglievano al circuito varie resistenze. S1 in particolare è l'interruttore che determina se stiamo lavorando con un amplificatore invertente o con uno non-invertente. Il generatore di segnali viene collegato alla basetta tramite il connettore J1. L'alimentatore duale ... connesso su J8 Abbiamo connesso all'oscilloscopio, tramite due BNC-coccodrillo, ingresso (J2 e J5 sulla basetta) e uscita (J6 e J7 sulla basetta) del circuito premontato sulla basetta. In seguito verranno riportate rappresentazioni dei vari circuiti analizzati e misurati.

## **4.1 Amplificatore non-invertente**

### **4.1.1 Misura del guadagno**

Abbiamo disposto gli interruttori come da istruzioni, ottenendo un segnale passante solo per l'amplificatore, e quindi gli elementi circuitali che gli appartengono. Impostando frequenza ed ampiezza picco-picco come richiesto abbiamo misurato tramite cursori l'ampiezza d'ingresso e di uscita rappresentate dall'oscilloscopio, per poi calcolare  $A_v = V_u/V_i$ . In seguito abbiamo eseguito i calcoli per diversi valori di frequenza.

### **4.1.2 Misura della resistenza equivalente in ingresso**

Per misurare  $R_i$ , la resistenza all'ingresso dell'amplificatore ci avvaliamo di una resistenza esterna, di valore noto, mettendola in serie al generatore. Frequenza e ampiezza picco-picco restano invariate rispetto al punto precedente. Nel concreto questo viene ottenuto modificando la posizione dello switch S5, che, se aperto, fa passare la corrente nella resistenza R9, se chiuso la cortocircuita. Abbiamo effettuato misurazioni sulla tensione in uscita sia con che senza R9, notando come la tensione in uscita sia quando la resistenza è connessa, usare  $V_u$  invece di  $V_i$  permette di evidenziare maggiormente quanto la resistenza influenzi il segnale. Le misurazioni sono state effettuate con l'oscilloscopio, quindi per mezzo dei cursori.

### **4.1.3 Misura della resistenza equivalente in uscita**

Per misurare  $R_u$ , la resistenza all'uscita dell'amplificatore ci avvaliamo di una resistenza esterna R10, di valore noto, mettendola in parallelo all'uscita. Frequenza e ampiezza picco-picco restano invariate rispetto al punto precedente. Nel concreto questo viene ottenuto modificando la posizione dello switch S6, che, se chiuso, collega R10, se aperto non vi permette il passaggio di corrente. Abbiamo effettuato misurazioni sulla tensione in uscita sia con che senza R10, notando come la tensione in uscita sia quando la resistenza è connessa. Le misurazioni sono state effettuate con l'oscilloscopio, quindi per mezzo dei cursori.

### **4.1.4 Calcolo poli e zero**

## **4.2 Amplificatore invertente**

Abbiamo commutato S1 ed S2 in modo che fosse connesso l'amplificatore invertente ed abbiamo effettuato le stesse misurazioni del punto precedente.

### **4.2.1 Misura del guadagno**

Abbiamo disposto gli interruttori come da istruzioni, ottenendo un segnale passante solo per l'amplificatore, e quindi gli elementi circuitali che gli appartengono. Impostando frequenza ed

ampiezza picco-picco come richiesto abbiamo misurato tramite cursori l'ampiezza d'ingresso e di uscita rappresentate dall'oscilloscopio, per poi calcolare  $A_v = V_u/V_i$ . Abbiamo poi effettuato il guadagno per una frequenza di 1 KHz.

#### **4.2.2 Misura della resistenza equivalente in ingresso**

Per misurare  $R_i$ , la resistenza all'ingresso dell'amplificatore ci avvaliamo di una resistenza esterna, di valore noto, mettendola in serie al generatore. Nel concreto questo viene ottenuto modificando la posizione dello switch S5, che, se aperto, fa passare la corrente nella resistenza R9, se chiuso la cortocircuita. Abbiamo effettuato misurazioni sulla tensione in uscita sia con che senza R9, notando come la tensione in uscita ali quando la resisteza è connessa, usare  $V_u$  invece di  $V_i$  permette di evidenziare maggiormente quanto la resistenza influenzi il segnale. Le misurazioni sono state effettuate con l'oscilloscopio, quindi per mezzo dei cursori.

#### **4.2.3 Misura della resistenza equivalente in uscita**

Per misurare  $R_u$ , la resistenza all'uscita dell'amplificatore ci avvaliamo di una resistenza esterna R10, di valore noto, mettendola in parallelo all'uscita. Nel concreto questo viene ottenuto modificando la posizione dello switch S6, che, se chiuso, collega R10, se aperto non vi permette il passaggio di corrente. Abbiamo effettuato misurazioni sulla tensione in uscita sia con che senza R10, questa volta la connessione della resistenza non infuenza la tensione in uscita, deduciamo che è trascurabile. Le misurazioni sono state effettuate con l'oscilloscopio, quindi per mezzo dei cursori.

## **5 Risultati**

### **5.1 Amplificatore non-invertente**

#### **5.1.1 Misura del guadagno**

Alla frequenza 0.8 kHz e  $V_{pp} = 1V$  abbiamo misurato  $V_i = 1.12 V$  e  $V_u = 8.72 V$ , di conseguenza  $A_v = 7.78$ ,  $A_v = 17.82 dB$ . Evidenziamo come l'amplificatore abbia amplificato il segnale ricevuto come input.

#### **5.1.2 Misura della resistenza equivalente in ingresso**

$R_9 = 10 k\Omega$ . Con R9 connessa  $V_u = 4.64 V$ , con R9 disconnessa  $V_u = 8.72 V$

#### **5.1.3 Misura della resistenza equivalente in uscita**

$R_{10} = 1k\Omega$ . Con R10 connessa  $V_u = 4.40 V$ , con R10 disconnessa  $V_u = 8.72 V$

### **5.2 Amplificatore invertente**

Rispetto al non-invertente possiamo notare come  $V_s$  e  $V_u$  risultino invertite.

#### **5.2.1 Misura del guadagno**

Alla frequenza 0.8 kHz e  $V_{pp} = 1V$  abbiamo misurato  $V_i = 1.12 V$  e  $V_u = 10.30 V$ , di conseguenza  $A_v = 9.20$ ,  $A_v = 19.27 dB$ . Abbiamo effettuato la misurazione anche per  $f = 1kHz$ :  $V_i = 1.08 V$  e  $V_u = 10.3 V$ , quindi  $A_v = 9.53$ ,  $A_v = 19.59 dB$

### **5.2.2 Misura della resistenza equivalente in ingresso**

$R_9 = 10 \text{ k}\Omega$ . Con  $R_9$  connessa  $V_u = 6.24 \text{ V}$ , con  $R_9$  disconnessa  $V_u = 10.3 \text{ V}$

### **5.2.3 Misura della resistenza equivalente in uscita**

$R_{10} = 1 \text{ k}\Omega$ . Con  $R_{10}$  connessa  $V_u = 10.3 \text{ V}$ , con  $R_{10}$  disconnessa  $V_u = 10.3 \text{ V}$ . Notiamo, quindi, che la resistenza non influenza la tensione in uscita.

## **5.3 Other**

.