

# 1 Introduzione

In questa esercitazione sperimentale di sistemi elettronici abbiamo misurato il comportamento di due amplificatori reali, uno non invertente e uno invertente. Abbiamo quindi poi confrontare i risultati ottenuti dalle misure con quelli ottenuti dai calcoli teorici, osservando i limiti che le semplificazioni teoriche inducono.

## 2 Strumenti

Per effettuare questa esercitazione abbiamo dovuto utilizzare quindi:

- **Generatore da banco**
- **Generatore di segnali**
- **Oscilloscopio digitale**
- **Scheda con amplificatori "A2"**

### 2.1 Generatore banco

Il generatore da banco è stato configurato in modo che erogasse 12V sia sull'uscita 1 che sull'uscita 2.

Si è quindi collegato un cavo con entrambi i connettori a banana in modo che cortocircuitasse il GND della prima uscita e il +12V della seconda uscita, così da poterlo utilizzare come **generatore duale**.

Su questo cavo banana-banana si è poi anche inserito il connettore a banana verde (potenziale a 0V) che usciva dal connettore collegato alla porta J8 presente sulla scheda con gli amplificatori.

I connettori a banana rosso e nero che uscivano dal connettore connesso a J8 sono poi stati collegati alle uscite 1 - +12V e 2 - GND del generatore da banco, rispettivamente.

Abbiamo così ottenuto una differenza di potenziale pari a +24V tra i cavi rosso e nero del connettore di alimentazione della scheda "A2", +12V tra il rosso e il verde e -12V tra il verde e il nero.

### 2.2 Generatore di segnali

Il generatore di segnali è stato collegato attraverso un connettore coassiale sia all'uscita 50ohm (del generatore di segnali) sia all'ingresso J1 della scheda "A2".

### 2.3 Oscilloscopio digitale

#### 2.3.1 Canale 1

Il canale 1 dell'oscilloscopio è stato collegato attraverso un connettore da coassiale (ingresso verso oscilloscopio) a morsetti rosso e nero, collegati a J4 e J5

(della scheda "A2") rispettivamente.

### 2.3.2 Canale 2

Il canale 2 dell'oscilloscopio è stato collegato sempre attraverso un connettore da coassiale (ingresso verso oscilloscopio) a morsetti rosso e nero, collegati a J6 e J7 rispettivamente.

## 3 Amplificatore non invertente senza elementi reattivi

Per la prima parte dell'esercitazione siamo andati ad analizzare l'amplificatore non invertente presente sulla scheda.

### 3.1 Calcoli teorici

...

### 3.2 Predisposizione scheda

Per poter utilizzare l'amplificatore non invertente bisognava predisporre la scheda andando a commutare degli **interruttori** presenti su di essa, nello specifico abbiamo settato gli interruttori nel seguente modo:

- **S1:** Posizione 2  
*Mettendo S1 in **posizione 2** si collega l'ingresso (l'uscita del generatore di segnale) all'ingresso dell'amplificatore non invertente.*  
*Viceversa se posto in **posizione 1** si collegherebbe J1 all'ingresso dell'amplificatore invertente.*
- **S2:** Posizione 2  
*Mettendo S2 in **posizione 2** si collega l'uscita dell'amplificatore non invertente al "circuito di uscita", viceversa se si mette S2 in **posizione 1** si collega l'uscita dell'amplificatore invertente al circuito di uscita*
- **S3:** Posizione 2  
*Commutando S3 in **posizione 1** insieme a S4 in posizione 1 si va ad inserire il condensatore **C10** in "serie alla resistenza di ingresso" (e in parallelo a C5) dell'amplificatore*
- **S4:** Posizione 2  
*Commutando S4 in **posizione 1** si andrebbe a inserire **C5** in "serie alla resistenza di ingresso" (e in parallelo a C10 se S3 = 1)*
- **S5:** Posizione 2  
*Mettendo S5 in **posizione 1** si va ad inserire la resistenza **R9** in serie al circuito di ingresso*

- **S6:** Posizione 1  
*Mettendo S6 in **posizione 2** si dovrebbe ad inserire **R10** in serie al circuito di uscita*
- **S7:** Posizione 1  
*Mettendo S7 in **posizione 2** si dovrebbe ad inserire **R11** in serie al circuito di uscita*
- **S8:** Posizione 1  
*Mettendo S8 in **posizione 2** si dovrebbe ad inserire **C6** in serie al circuito di uscita*
- **S9:** Posizione 1  
*Mettendo S9 in **posizione 2** si dovrebbe ad inserire **C9** in serie al circuito di uscita*

### 3.3 Misura guadagno

#### 3.3.1 Impostazione segnale generatore segnale

Per effettuare la misura di guadagno è richiesto di impostare il generatore di segnale in modo che generi un **segnale** di uscita **sinusoidale** di **frequenza** pari a **800Hz** e **valore di picco-picco** di **1V**.

#### 3.3.2 Segnale misurato

Passiamo ora all'analisi dei valori misurati attraverso l'oscilloscopio. Dall'analisi dell'uscita visualizzata sul display dell'oscilloscopio possiamo calcolare una **tensione di ingresso** pari a  $V_s = (980 \pm 39)\text{mV}$  (in quanto possiamo leggere il risultato come 4.9 divisioni con una scala di 200mV a divisione).

Per quanto riguarda la **tensione di uscita** invece leggiamo un valore di  $V_u = (8.40 \pm 0.36)\text{V}$  (ottenuto da 4.2 divisione con una scala di 2.00V per divisione).

#### 3.3.3 Calcolo guadagno

Ottemiamo quindi un **guadagno** pari a:

$$A_v = \frac{V_s}{V_u} = (8.57 \pm 0.71)$$

Che, espresso in **decibel** diventa:

$$|A_v|_{dB} = (18.7 \pm 1.7)\text{dB}$$

### 3.4 Misura della resistenza di ingresso

#### 3.4.1 Metodo di misura per le resistenze

Per poter effettuare le misure di resistenza si è scelto di sfruttare l'inserimento di una **resistenza in serie** al circuito di ingresso, R9 ("inseribile" tramite l'interruttore S5 ???).

Calcolando quindi la tensione di uscita senza resistenza R9 in serie si ottiene:

$$V_u = A_v * V_{in}$$

Invece se si inserisce R9 in serie commutando la posizione di S5???? si ottiene:

$$V'_u = A_v * V_{in} * \frac{R_{in}}{R_{in} + R_9}$$

Facendo il rapporto  $\frac{V'_u}{V_u}$  si ottiene quindi:

$$R_{in} = \frac{R_9 * V'_u}{V_u - V'_u}$$

### 3.4.2 Calcolo resistenza ingresso

I valori numerici misurati sono i seguenti:

- $R_9 = 10k\Omega \pm 1\%$
- $V_u = (8.40 \pm 0.36)V$
- $V'_u = (4.40 \pm 0.18)V$

Inserendoli nella formula precedente otteniamo quindi un valore di:

$$R_{in} = (11.0 \pm 2.0)k\Omega$$

## 3.5 Misura della resistenza di uscita

### 3.5.1 Metodo di misura per le resistenze

Per poter effettuare le misure di resistenza si è scelto di sfruttare l'inserimento di una **resistenza in serie** al circuito di uscita, R10 ("inseribile" tramite l'interruttore S6 ???).

Calcolando quindi la tensione di uscita senza resistenza R10 in serie si ottiene:

$$V_u = A_v * V_{in}$$

Invece se si inserisce R10 in serie commutando la posizione di S6???? si ottiene:

$$V'_u = A_v * V_{in} * \frac{R_{10}}{R_{10} + R_u}$$

Facendo il rapporto  $\frac{V'_u}{V_u}$  si ottiene quindi:

$$R_{in} = R_{10} * \left( \frac{V_u - V'_u}{V'_u} \right)$$

### 3.5.2 Calcolo resistenza uscita

I valori numerici misurati sono i seguenti:

- $R_{10} = 1k\Omega \pm 5\%$
- $V_u = (8.40 \pm 0.36)V$
- $V'_u = (4.20 \pm 0.18)V$

Inserendoli nella formula precedente otteniamo quindi un valore di:

$$R_u = (1.0 \pm 0.23)k\Omega$$

### **3.6 Confronto valori teorici e valori ottenuti dalle misure**

...

## **4 Amplificatore non invertente con elementi reattivi**

### **4.1 Calcoli teorici**

...

### **4.2 Predisposizione scheda**

Per effettuare queste nuove misure è necessario ricostituire la posizione degli interruttori sulla scheda secondo la seguente configurazione:

- S1: Posizione 2
- S2: Posizione 2
- S3: Posizione 2
- S4: Posizione 2
- S5: Posizione 2
- S6: Posizione 2
- S7: Posizione 2
- S8: Posizione 2
- S9: Posizione 2

### **4.3 Misure in frequenza**

#### **4.3.1 Tabella delle misure**

Tabella:

$f$	$\Delta_\phi$	$ A_v _{calcolato}$	$ A_v _{misurato}$
$300Hz$	$(1.21 \pm 0.06) * 10^{-3}rad$	$(7.1 \pm 3.2)$	$(7.00 \pm 0.70)$
$1kHz$	$(7.54 \pm 0.46) * 10^{-4}rad$	$(15.52 \pm 3.9)$	$(15.30 \pm 0.67)$
$3kHz$	$(1.70 \pm 0.22) * 10^{-4}rad$	$(18.6 \pm 5.0)$	$(18.02 \pm 0.62)$
$10kHz$	$(5.03 \pm 0.22) * 10^{-1}rad$	$(17.9 \pm 5.8)$	$(17.20 \pm 0.63)$
$30kHz$	$(1.13 \pm 0.06)rad$	$(12.8 \pm 6.9)$	$(12.21 \pm 0.74)$
$100kHz$	$(1.89 \pm 0.10)rad$	$(3.32 \pm 7.3)$	$(2.92 \pm 0.69)$
$300kHz$	$(3.77 \pm 0.17)rad$	$(-6.12 \pm 7.38)$	$(-8.87 \pm 0.79)$
$1MHz$	$(3.14 \pm 0.19)rad$	$(-16.57 \pm 7.38)$	$(-26.9 \pm 1.0)$

#### 4.3.2 Note

Abbiamo riscontrato un elevato livello di rumore con le misure prese ad una frequenza di 1MHz, già a 300KHz si riscontravano alcuni disturbi.

#### 4.4 Confronto valori teorici e valori ottenuti dalle misure

...

### 5 Amplificatore invertente

#### 5.1 Calcoli teorici

...

#### 5.2 Predisposizione scheda

Per effettuare queste nuove misure è necessario ricostituire la posizione degli interruttori sulla scheda secondo la seguente configurazione:

- S1: Posizione 2
- S2: Posizione 2
- S3: Posizione 2
- S4: Posizione 2

- S5: Posizione 2
- S6: Posizione 2
- S7: Posizione 2
- S8: Posizione 2
- S9: Posizione 2

### 5.3 Misura guadagno

#### 5.3.1 Impostazione segnale generatore segnale

Per effettuare la misura di guadagno è richiesto di impostare il generatore di segnale in modo che generi un **segnale** di uscita **sinusoidale** di **frequenza** pari a **1KHz** e **valore di picco-picco** di **1V**.

#### 5.3.2 Segnale misurato

Passiamo ora all'analisi dei valori misurati attraverso l'oscilloscopio. Dall'analisi dell'uscita visualizzata sul display dell'oscilloscopio possiamo calcolare una **tensione di ingresso** pari a  $V_s = (980 \pm 39)\text{mV}$  (in quanto possiamo leggere il risultato come 4.9 divisioni con una scala di 200mV a divisione).

Per quanto riguarda la **tensione di uscita** invece leggiamo un valore di  $V_u = (10.0 \pm 0.39)\text{V}$  (ottenuto da 5 divisione con una scala di 2.00V per divisione).

#### 5.3.3 Calcolo guadagno

Ottemiamo quindi un **guadagno** pari a:

$$A_v = \frac{V_s}{V_u} = (10.20 \pm 0.80)$$

Che, espresso **in decibel** diventa:

$$|A_v|_{dB} = (20.2 \pm 1.6)\text{dB}$$

### 5.4 Misura resistenza di ingresso

Per la misura della resistenza di ingresso procediamo come per l'amplificatore non invertente.

#### 5.4.1 Misure ottenute

I valori numerici misurati sono i seguenti:

- $R_g = 10k\Omega \pm 1\%$

- $V_u = (10.0 \pm 0.39)V$
- $V'_u = (6.00 \pm 0.31)V$

Inserendoli nella formula precedente otteniamo quindi un valore di:  
 $R_{in} = (15.0 \pm 3.5)k\Omega$

## 5.5 Misura resistenza di uscita

Anche per la misura della resistenza di uscita procediamo come per l'amplificatore non invertente.

### 5.5.1 Misure ottenute

I valori numerici misurati sono i seguenti:

- $R_{10} = 1k\Omega \pm 5\%$
- $V_u = (10.0 \pm 0.39)V$
- $V'_u = (10.0 \pm 0.39)V$

### 5.5.2 Note

Si denota vedendo le misure che l'inserimento della resistenza  $R_{10}$  è completamente ininfluenza per quanto riguarda la tensione di uscita. Questo implica che il valore di  $R_{10}$  sia completamente trascurabile rispetto a  $R_u$ .

## 5.6 Confronto valori teorici e valori ottenuti dalle misure

## 6 Conclusioni

...