

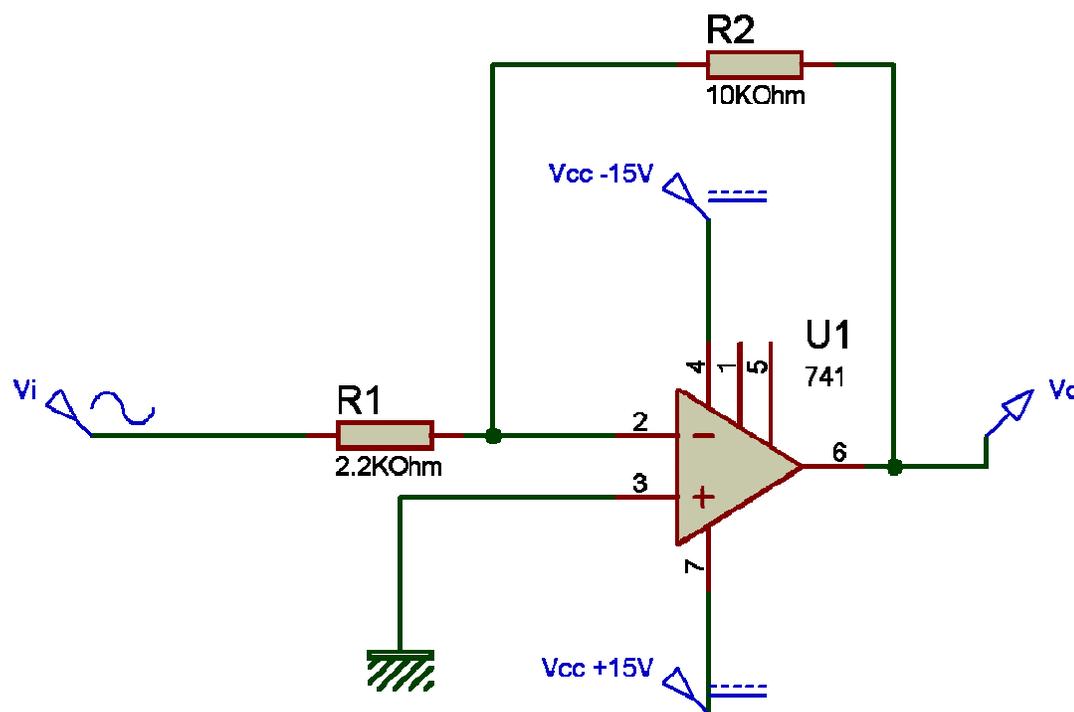
# ISTITUTO PROFESSIONALE “ETTORE MAJORANA” – BARI

	<h2>Laboratorio di Elettronica</h2>	Relazione  n° 2
Data <b><u>04/11/2005</u></b>	<b>Giovanni RANIERI</b> <small>Cognome e Nome</small>	Classe <b>III serale</b>

**Oggetto:** Amplificatore invertente con amplificatore operazionale

**Scopo:** Verificare la risposta in frequenza

### SCHEMA ELETTRICO



#### Elenco componenti, apparecchi generatori e misuratori utilizzati:

##### Componenti

- nr. 1 resistenza da 2.2K $\Omega$  ¼ di W (R1)
- nr. 1 resistenza da 10K $\Omega$  ¼ di W (R2)
- nr. 1 amplificatore operazionale LM741(U1)
- nr. 1 basetta di laboratorio Bread Board
- cavetteria varia

##### Generatori e misuratori

- Generatore KandH IDL 600
- Generatore di funzioni Hung Chang p 205 C
- Tester digitale Protek 506
- Oscilloscopio Top Ward a doppia traccia

Tabella

F (Khz)	Vopp (V)	[AV] = Vopp/Vipp	V(dB)=20Log[A]	Ritardo t	Sfasamento
1	1,8	- 4,50	13,06	500 $\mu$ s	180 (0)
3	1,8	- 4,50	13,06	166 $\mu$ s	180 (0)
10	1,8	- 4,50	13,06	50 $\mu$ s	180 (0)
30	1,8	- 4,50	13,06		>180
100	1,5	- 3,75	11,48		
150	1,2	- 3,00	9,54		
200	0,96	- 2,40	7,60		
220	0,86	-2,15	6,64		
250	0,78	- 1,95	5,80		
300	0,66	- 1,65	4,34	2,4 $\mu$ s	259,2 (79,2)
1000	0,19	- 0,475	-6,48		
1500	0,12	- 0,30	-10,46		

Grafici

Fig. 1

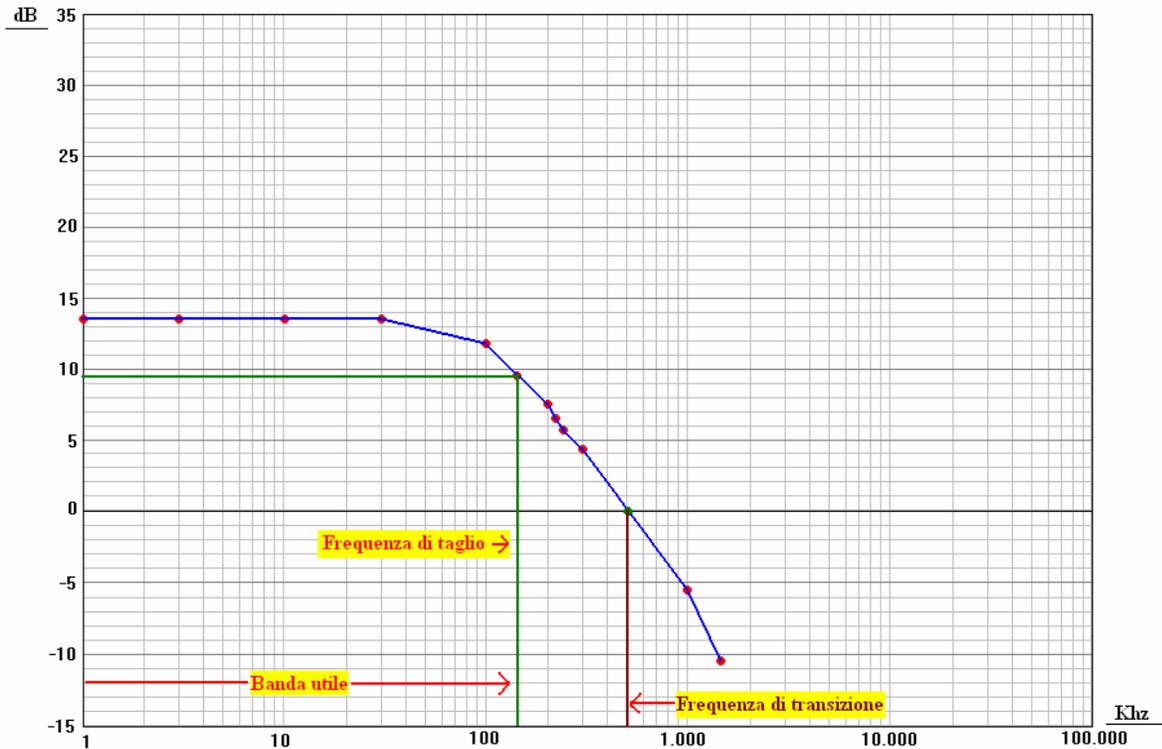


Fig. 2

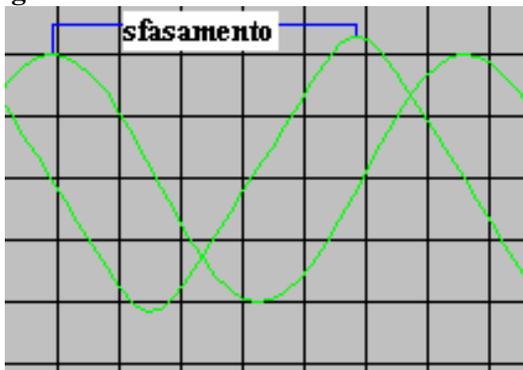
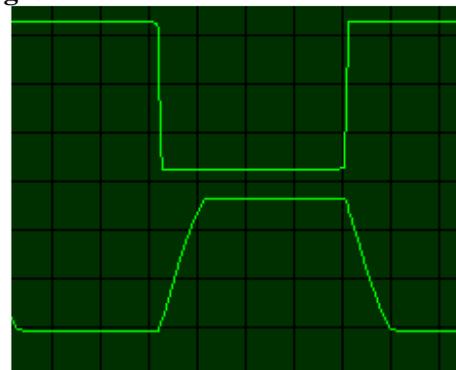


Fig. 3



### Cenni teorici

Gli amplificatori operazionali sono fortemente condizionati dalla frequenza del segnale applicato. Infatti ad alte frequenze si manifestano diversi fenomeni.

1' Il guadagno dell'amplificatore dipende dalla frequenza applicata. Infatti all'aumentare della frequenza, raggiunto un certo valore definito dalle caratteristiche dello stesso amplificatore, si avrà una diminuzione del guadagno. La frequenza che determina la  $A_v = 1$  è definita frequenza di transizione. E' indispensabile definire la banda utile di lavoro al fine di evitare tagli sul segnale d'uscita. Per definire la banda utile di lavoro bisogna trovare la frequenza di taglio, ovvero la frequenza oltre la quale il rapporto di amplificazione ( $A_v$ ) diminuisce. Detta frequenza, ricavabile dal Datasheet, è calcolata con la formula:

$$f_t = \frac{A_v}{\sqrt{2}}$$

avendo, così, un rapporto di amplificazione efficace. Il punto di giunzione tra  $A_v/\sqrt{2}$  e la curva di risposta dell'amplificatore indica la frequenza di taglio (fig. 1).

2' Come visto nella relazione nr. 1, il segnale d'uscita dell'amplificatore risulta perfettamente in fase, o sfasato di  $180^\circ$ , rispetto al segnale di ingresso a seconda che si stia impiegando la modalità non invertente o invertente.

Con l'aumentare della frequenza del segnale applicato, si avrà un aumento dello sfasamento sul segnale di uscita; ovvero uno sfasamento (fig. 2). Per calcolare lo sfasamento bisogna conoscere il periodo tra il picco maggiore del segnale di ingresso ed il picco maggiore del segnale d'uscita (vanno bene anche il picco inferiore di entrambi) ed applicare la formula:

$$T : 360 = t : \varphi \qquad \varphi = \frac{360 * t}{T} \qquad \varphi = 360 * t * f$$

Nel circuiti operazionali invertenti bisogna sottrarre  $180^\circ$  allo sfasamento calcolato in quanto il segnale d'uscita è invertito rispetto al segnale d'ingresso.

3' Gli amplificatori operazionali presentano un ritardo nella risposta al segnale di ingresso; ovvero quando viene applicato un segnale sinusoidale, l'amplificatore segue detto segnale con un certo ritardo (Fig. 3) causato dal condensatore interno e prende il nome di Slew Rate (SR – Rapidità di risposta) e si misura in Volts nel tempo (Vs). A frequenze elevate questo ritardo causa una deformazione del segnale amplificato in quanto non riesce a seguire correttamente il segnale d'ingresso. Andando ad aumentare la frequenza del segnale d'ingresso, in uscita avremo un segnale tendente alla forma triangolare ed aumentando ulteriormente la frequenza si avrà un abbassamento della Vupp d'uscita fino ad appiattirla.

Lo SR è riportato nei datasheet e ci consente di calcolare la tensione e/o la frequenza max applicabile senza che il segnale d'uscita venga alterato.

$$A_v = \frac{V_u}{V_i} \qquad V_{u_{max}} < \frac{SR}{2\pi f}$$

### Conduzione della prova

La prova di laboratorio è stata realizzata montando sulla bread board il circuito come dallo schema elettrico. Al circuito è stata fornita una alimentazione duale  $\pm 15V_{cc}$  prelevata dal generatore KandH, controllata tramite tester digitale. Il generatore di funzioni è stato impiegato per prelevare il segnale sinusoidale.

L'esercizio prevedeva che si doveva fornire un segnale di  $40mV_{pp}$  in ingresso all'OP, durante la taratura del segnale è emerso che il generatore di funzioni può fornire un segnale con ampiezza minima di  $140mV$  e pertanto si è proceduto a prelevare il segnale con ampiezza di  $400mV_{pp}$ .

