

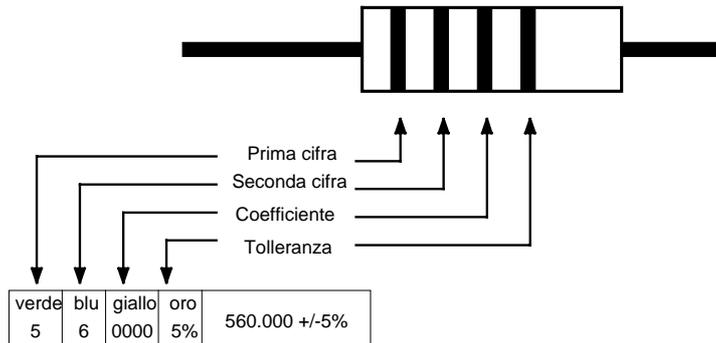
## Laboratorio di Elettronica A.A. 2001/2002

### Calendario delle Esperienze

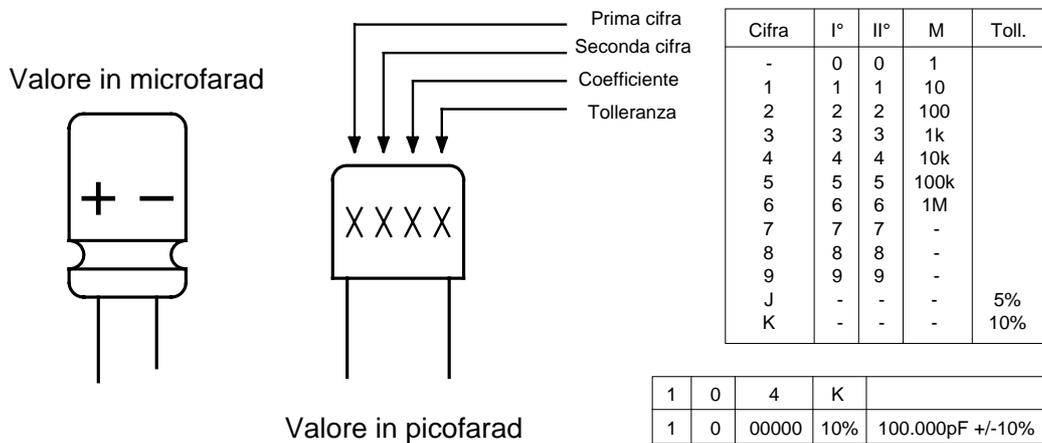
Data	Info	File
04/03	Inizio dei corsi – salta	-
11/03	Descrizione strumentazione – prova su breadboard	E_1
18/03	Amplificatore a opamp. Banda passante	E_2
25/03	Amplificatore a opamp. Risposta onda quadra	E_3
08/04	Comparatore ad isteresi (trigger di Schmitt)	E_4
15/04	Multivibratore Astabile	E_5
22/04	RECUPERO delle lezioni precedenti	-
29/04	Filtro Passa Tutto e circuito Derivatore (breadboard + spice)	E_6
06/05	Filtro Passa Tutto e circuito Derivatore (breadboard + spice)	E_6
13/05	Amplificatore a BJT in configurazione CE e CC (breadboard + spice)	E_7
20/05	Amplificatore a BJT in configurazione CE e CC (breadboard + spice)	E_7
27/05	Amplificatore a BJT a retroazione (CER)	E_8
03/06	RECUPERO delle lezioni precedenti	-

## Componenti elettronici utilizzati nelle esperienze di laboratorio

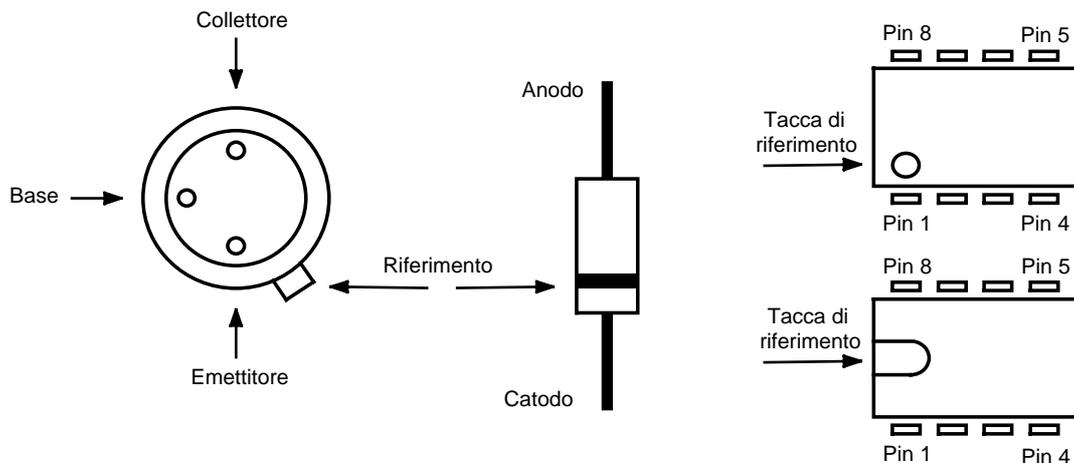
Colore	I°	II°	M	Toll.
Nero	0	0	1	
Marrone	1	1	10	1%
Rosso	2	2	100	2%
Arancio	3	3	1k	
Giallo	4	4	10k	
Verde	5	5	100k	
Blu	6	6	1M	
Viola	7	7	-	
Grigio	8	8	-	
Bianco	9	9	-	
Oro	-	-	0.1	5%
Argento	-	-	0.01	10%



### Codice dei colori per le resistenze



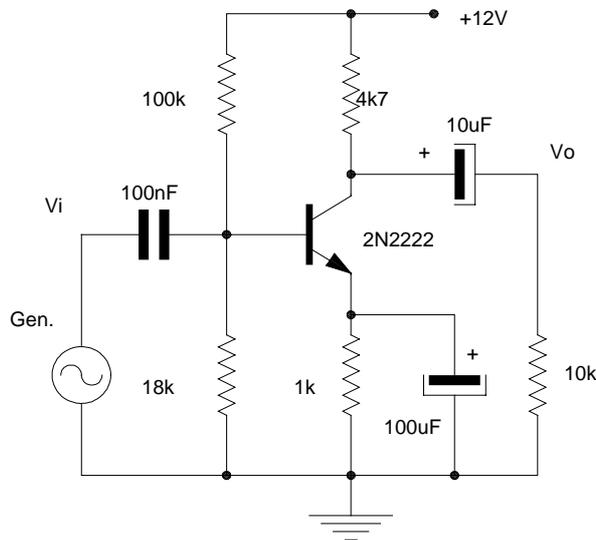
### Codice e piedinatura dei condensatori



Piedinatura di: Transistor (vista da sotto), Diodi e Circuiti Integrati (visti da sopra)

Laboratorio del Corso di Elettronica.

Esperienza n°1: Montaggio di un circuito amplificatore



Scopo dell'esperienza:

Acquisire dimestichezza con l'uso della bread-board e dei componenti elettronici.

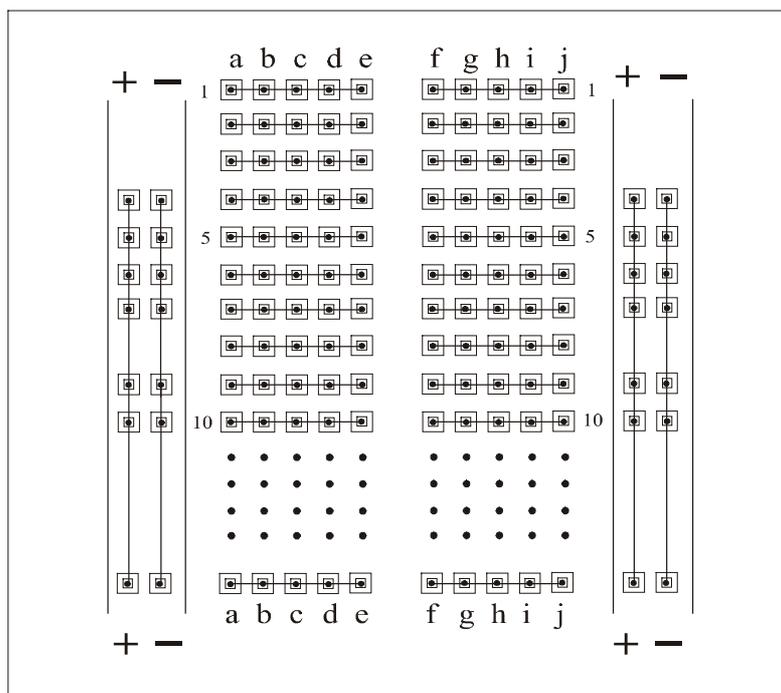
Procedimento:

Montare sulla bread-board il circuito mostrato in figura senza alimentarlo.

Note:

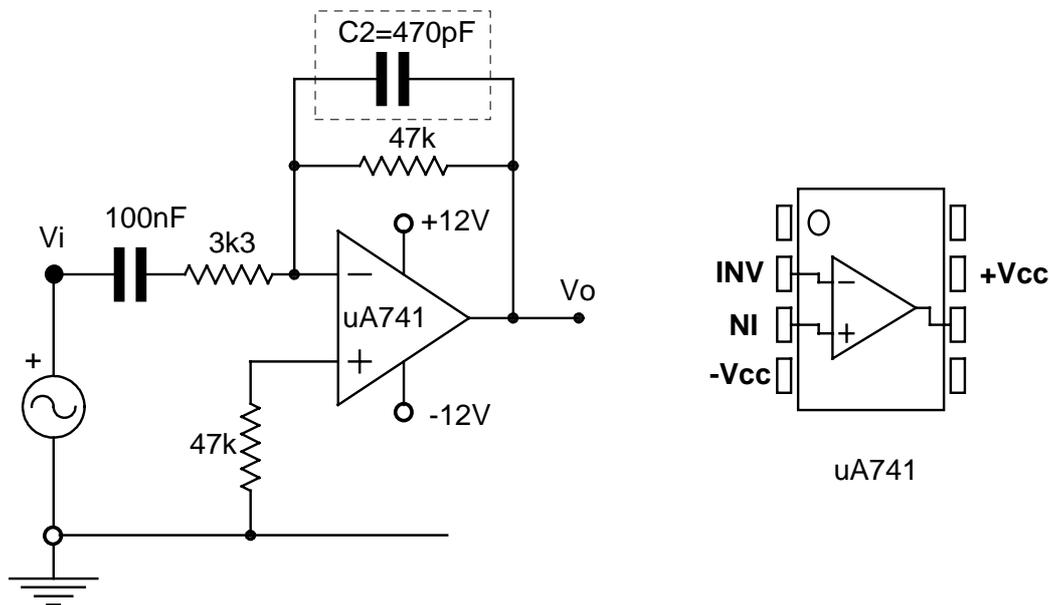
Utilizzare le linee di collegamento verticali per i collegamenti all'alimentazione.

Utilizzare le bocche per prese a banana per l'alimentazione ed il segnale di ingresso.



Connessioni della bread-board

**Esperienza n°2: Determinazione banda passante di un amplificatore**



**Scopo dell'esperienza:**

Tracciare per punti i diagrammi di Bode del modulo della funzione di trasferimento  $V_o/V_i$ , del circuito di figura nelle due configurazioni, con e senza il condensatore  $C_2$ .

**Procedimento:**

1. Effettuare la calibrazione delle sonde dell'oscilloscopio.
2. Montare sulla breadboard il circuito mostrato in figura, inclusa la capacità  $C_2$ .
3. Connettere l'alimentatore (+/-12V) e il generatore di segnale. Prelevare con una sonda dell'oscilloscopio la tensione  $V_i$  e con la seconda sonda la tensione  $V_o$ .
4. Applicare all'ingresso dell'amplificatore un segnale alla frequenza di circa 2 kHz. Variarne l'ampiezza fino ad ottenere la saturazione del segnale di uscita.
5. Ridurre leggermente l'ampiezza del segnale di ingresso per evitare la saturazione e, facendo variare la frequenza del segnale sinusoidale in ingresso, misurare, alle diverse frequenze, l'ampiezza del segnale di uscita e quella del segnale di ingresso.
6. Tracciare il diagramma di Bode del modulo dell'amplificazione trovata.
7. Ripetere i punti 4, 5 e 6 togliendo dal circuito la capacità  $C_2$ .
8. Determinare analiticamente la funzione di trasferimento  $V_o/V_i$  e sovrapporre al grafico tracciato al punto 6 i diagrammi di Bode asintotici calcolati con e senza  $C_2$ .

**Facoltativo:**

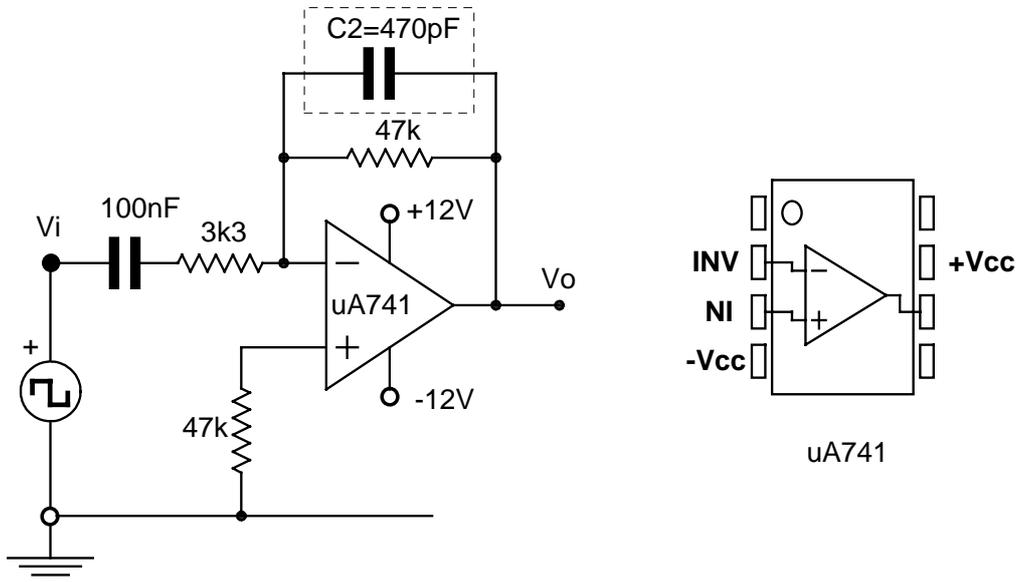
1. Ripetere il punto 4 togliendo il condensatore  $C_2$  e con una frequenza di ingresso di 25 kHz.

**Note:**

La calibrazione delle sonde dell'oscilloscopio si effettua misurando il segnale ad onda quadra disponibile sull'oscilloscopio stesso (sul terminale **Comp**) e variando con il cacciavite in dotazione la posizione del compensatore capacitivo presente nelle sonde, fino ad ottimizzarne la risposta. Questa deve risultare con i due **tratti orizzontali il più possibile rettilinei**.

Cercare di utilizzare tutto lo schermo dell'oscilloscopio per la visualizzazione di OGNI segnale

**Esperienza n°3: Risposta all'onda quadra di un amplificatore**



**Scopo dell'esperienza:**

Valutare i tempi di salita e di decadimento dell'amplificatore di figura e calcolare le frequenze di taglio superiore e inferiore, con e senza il condensatore  $C_2$  confrontando i valori ottenuti con quelli teorici e con quelli ottenuti nell'esperienza precedente. Valutare lo slew rate dell'amplificatore.

**Procedimento:**

1. Effettuare la calibrazione delle sonde dell'oscilloscopio.
2. Montare sulla breadboard il circuito mostrato in figura, incluso il condensatore  $C_2$ .
3. Connettere l'alimentatore (+/- 12V) e il generatore di segnale e prelevare con una sonda dell'oscilloscopio la tensione  $V_i$  e con la seconda sonda la tensione  $V_o$ .
4. Applicando in ingresso una tensione ad onda quadra, misurare i tempi di salita e di decadimento della tensione di uscita  $V_o$  e calcolare le corrispondenti frequenze di taglio superiore ed inferiore.
5. Valutare lo slew rate dell'amplificatore operazionale aumentando l'ampiezza dell'onda quadra di ingresso.
6. Ripetere i punti 4), e 5) togliendo dal circuito il condensatore  $C_2$ .

**Facoltativo:**

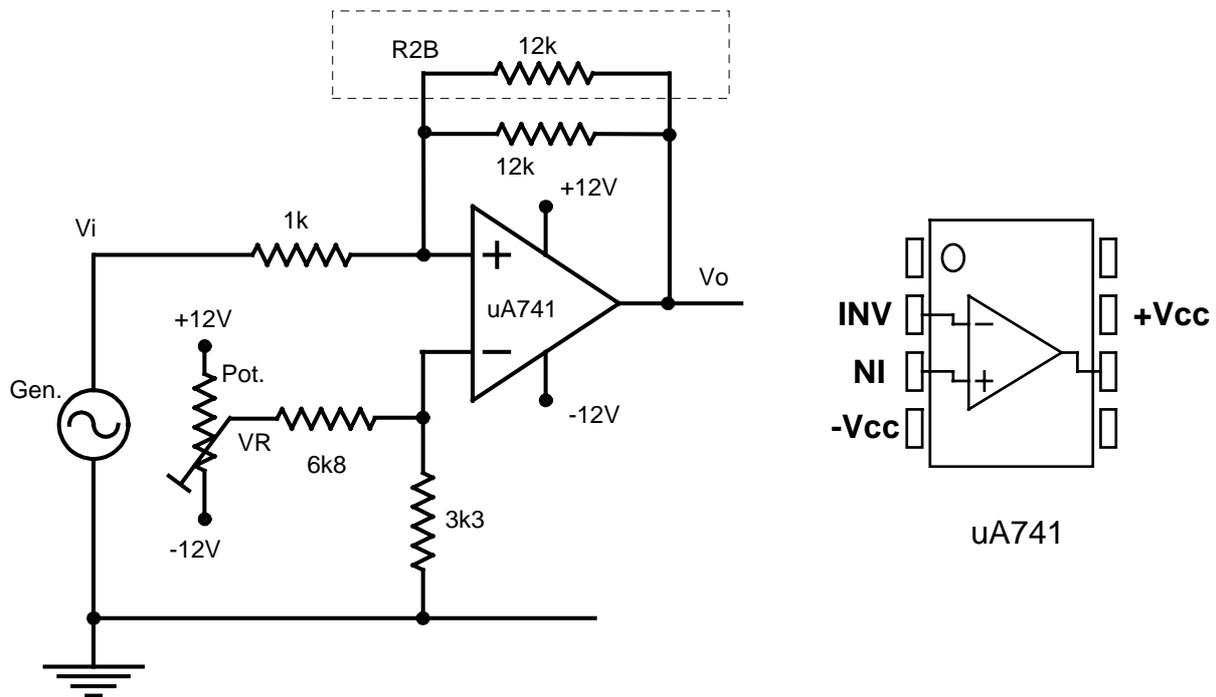
2. Applicando all'amplificatore (con inserito  $C_2$ ) un segnale sinusoidale a 2kHz di ampiezza massima (senza provocare la saturazione dell'operazionale), aumentarne la frequenza cercando l'eventuale comparsa dello slew rate.
3. Ripetere il punto precedente togliendo il condensatore  $C_2$ .

**Note:**

Nel calcolo della frequenza di taglio inferiore tramite la misura del tempo di decadimento, considerare come valore di ampiezza di  $V_o$  la media dei valori ai due estremi dell'intervallo preso.

La comparsa dello slew rate si può osservare bene guardando la tensione presente all'ingresso invertente dell'amplificatore operazionale.

**Esperienza n°4: Comparatore ad isteresi (trigger di Schmitt)**



**Scopo dell'esperienza:**

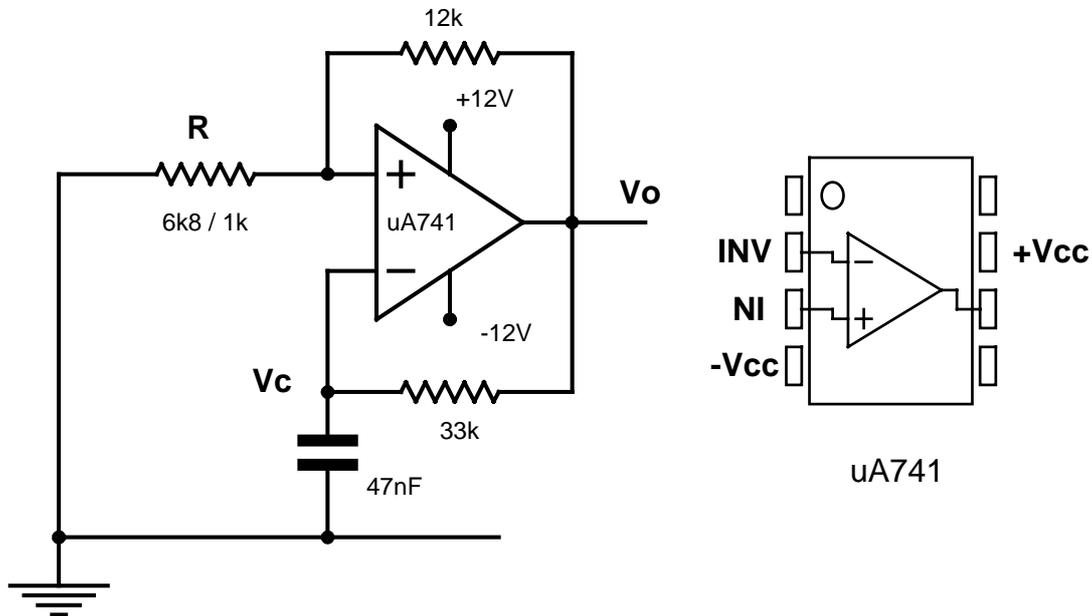
Valutare l'ampiezza ed il valore medio della banda di isteresi del comparatore non invertente mostrato in figura. Inoltre, valutare la variazione dell'ampiezza e del valore medio della banda di isteresi causate dall'inserzione di  $R_{2B}$  e dalla variazione della tensione di riferimento  $V_R$ .

**Procedimento:**

1. Effettuare la calibrazione delle sonde dell'oscilloscopio.
2. Montare sulla breadboard il circuito mostrato in figura senza inserire la resistenza  $R_{2B}$  e portare il cursore del potenziometro ad uno dei suoi estremi.
3. Connettere l'alimentatore (+/- 12V) e il generatore di segnale e prelevare con una sonda dell'oscilloscopio la tensione  $V_i$  e con la seconda sonda la tensione  $V_o$ .
4. Applicando in ingresso un'onda sinusoidale di ampiezza e frequenza opportune, misurare il valore della tensione  $V_R$  (spostando temporaneamente una delle due sonde) ed i valori della tensione  $V_i$  per cui l'uscita  $V_o$  commuta.
5. Determinare la posizione centrale e l'ampiezza della banda di isteresi.
6. Ripetere i punti 4 e 5 per diverse posizioni del cursore del potenziometro (posizione centrale ed estremo opposto).
7. Ripetere i punti 4, 5 e 6 dopo aver inserito  $R_{2B}$ .

**Facoltativo:**

1. Utilizzando la modalità XY dell'oscilloscopio, visualizzare le tensioni  $V_i$  e  $V_o$  nelle stesse condizioni dei punti 4), 5) e 6). Verificare i valori dell'ampiezza e della posizione centrale della banda di isteresi ottenuti precedentemente.



**Scopo dell'esperienza:**

Valutare l'ampiezza ed il periodo dell'onda quadra  $V_O$  e dell'onda triangolare  $V_C$  generate dal multivibratore astabile mostrato in figura. Stimare la linearità dell'onda triangolare.

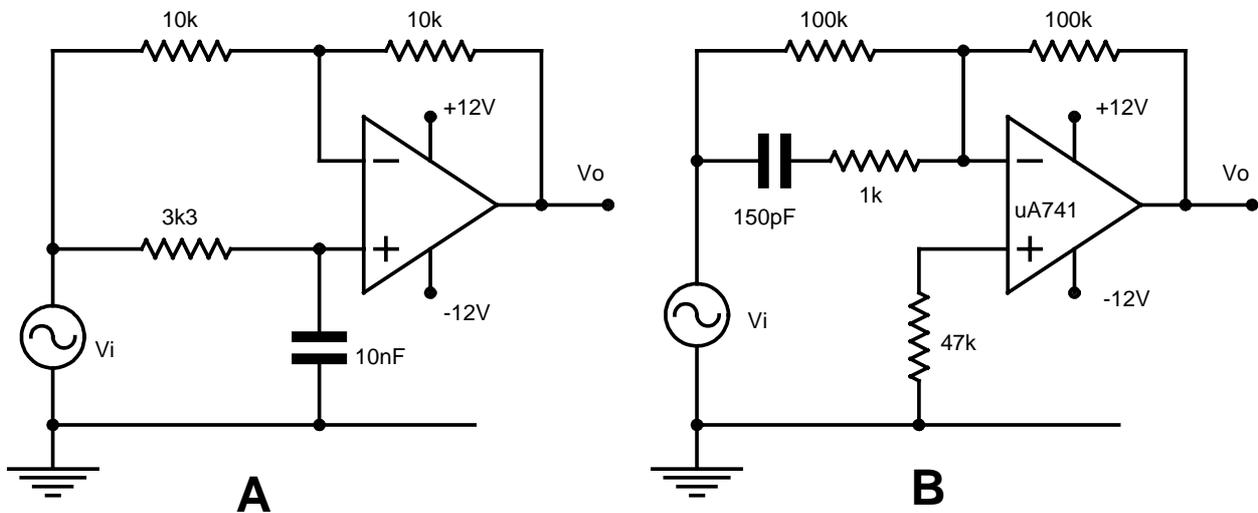
**Procedimento:**

8. Effettuare la calibrazione delle sonde dell'oscilloscopio.
9. Montare sulla breadboard il circuito mostrato in figura inserendo la resistenza  $R=6.8k\Omega$ .
10. Connettere l'alimentatore (+/- 12V) e prelevare con una sonda dell'oscilloscopio la tensione  $V_O$  e con la seconda sonda la tensione  $V_C$ .
11. Misurare ampiezza e periodo delle tensioni  $V_O$  e  $V_C$ .
12. Stimare la linearità dell'onda triangolare  $V_C$  valutando lo scostamento massimo rispetto ad un'onda triangolare ideale di pari ampiezza e periodo.
13. Ripetere i punti 4. e 5. con  $R=1k\Omega$ .

**Facoltativo:**

1. Valutare la tensione  $V_i = V^+ - V^-$  dell'amplificatore operazionale utilizzando la funzione differenza dei canali disponibile sull'oscilloscopio.

**Esperienza n°6: Filtro Passa Tutto e circuito Derivatore**



**Scopo dell'esperienza:**

Valutare i diagrammi di Bode (modulo e fase) della  $FdT V_o/V_i$  del circuito **A**. Simulare con SPICE i due circuiti **A** e **B** e determinarne i diagrammi di Bode del modulo e della fase delle  $FdT V_o/V_i$  risultanti.

**Procedimento:**

14. Effettuare la calibrazione delle sonde dell'oscilloscopio.
15. Montare sulla breadboard il circuito mostrato in figura **A**.
16. Connettere l'alimentatore (+/- 12V) e prelevare con una sonda dell'oscilloscopio la tensione  $V_o$  e con la seconda sonda la tensione  $V_i$ .
17. Misurare l'ampiezza delle due tensioni ed il loro sfasamento.
18. Tracciare i diagrammi di Bode del modulo e della fase e confrontarli con quelli asintotici calcolati teoricamente.

**Facoltativo:**

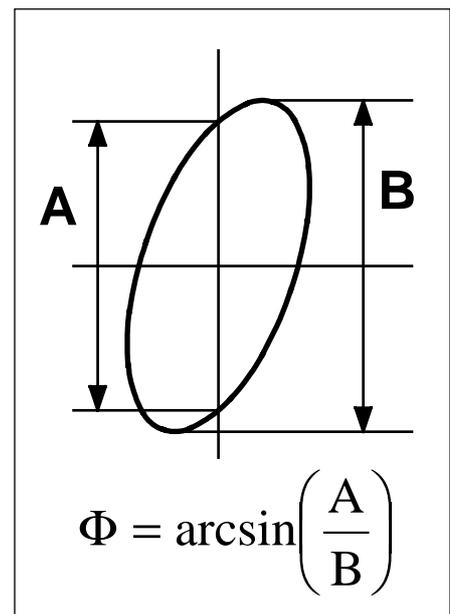
Valutare la risposta del circuito **A** ad un'onda triangolare di ingresso alla frequenza di 5kHz ed ampiezza opportuna.

**Simulazione:**

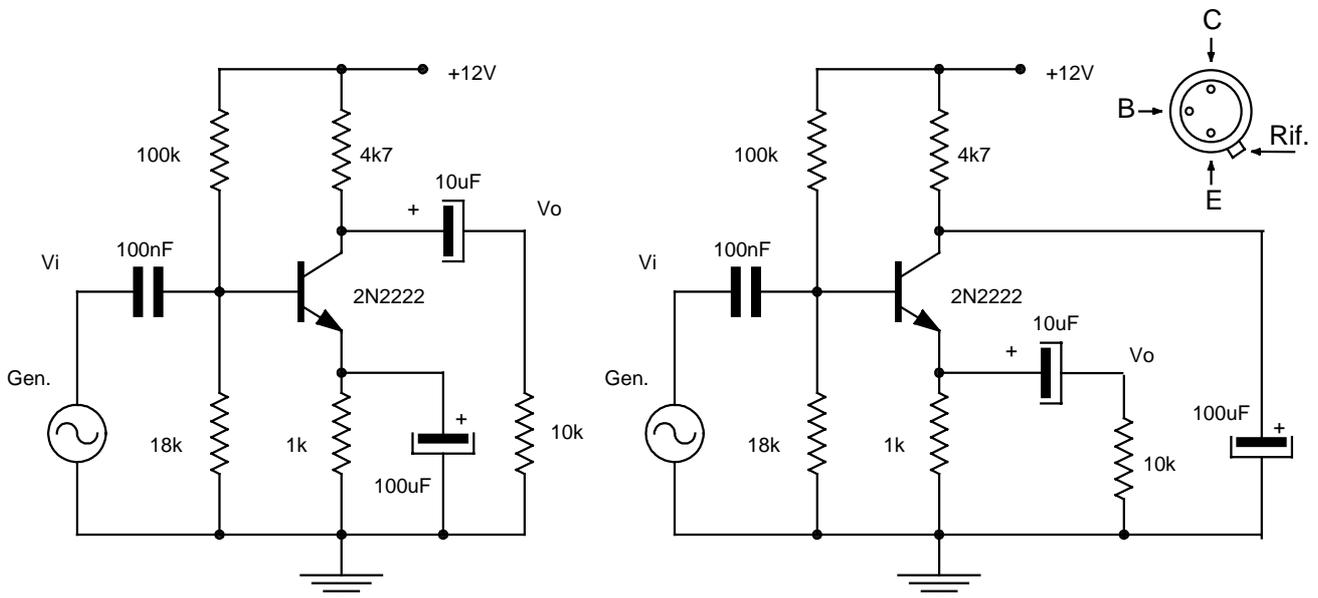
1. Simulare con SPICE i due circuiti di figura e determinarne i diagrammi di Bode del modulo e della fase.
2. Confrontare i risultati con quelli calcolati teoricamente.
3. Valutare le risposte dei due circuiti ad un'onda triangolare di frequenza pari a 5kHz.

**Note:**

La misura della fase si può fare convenientemente con la visualizzazione XY dell'oscilloscopio (curve di Lissajoux) come mostrato in figura.



**Esperienza n°7: Amplificatore a BJT in configurazione CE e CC**



**Scopo dell'esperienza:**

Misurare la polarizzazione degli stadi ad emettitore comune e a collettore comune mostrati in figura. Tracciare per punti i diagrammi di Bode del modulo delle due funzioni di trasferimento  $V_o/V_i$ .

Simulare i due circuiti.

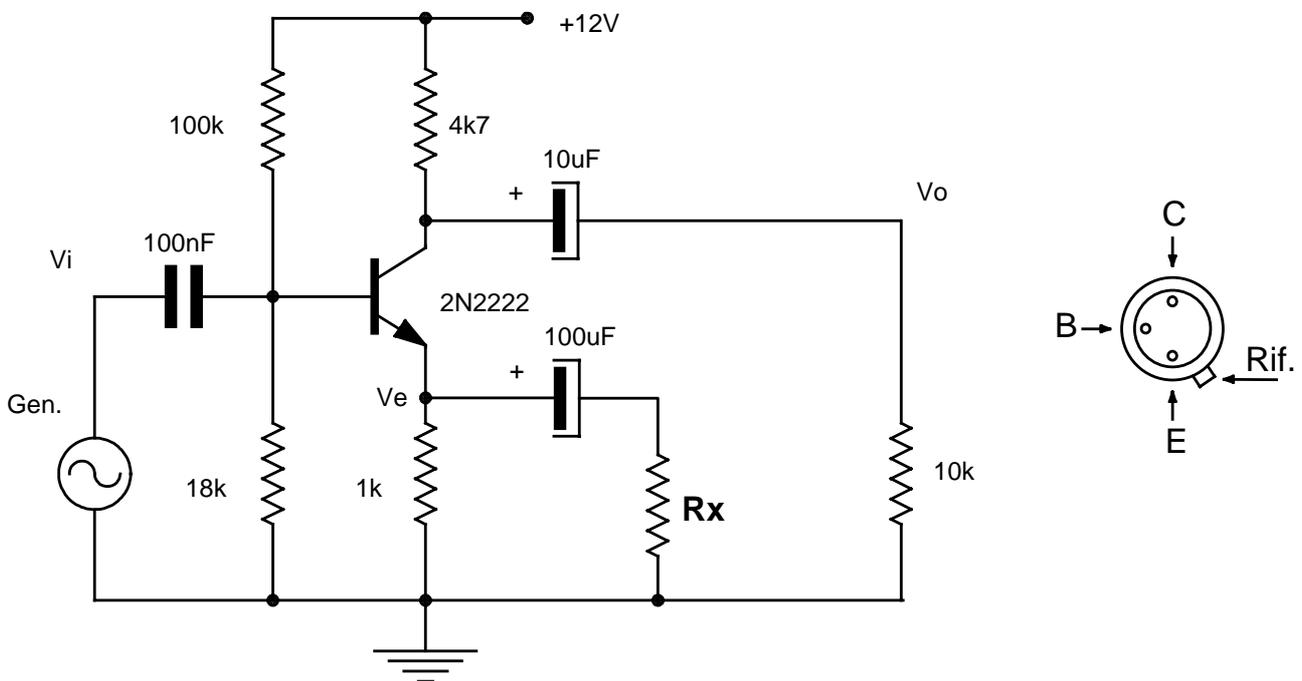
**Procedimento:**

1. Effettuare la calibrazione delle sonde dell'oscilloscopio.
2. Montare sulla breadboard il circuito dell'amplificatore ad emettitore comune.
3. Connettere l'alimentatore (+12V)
4. Misurare con la sonda dell'oscilloscopio le tensioni nei vari punti del circuito (rispetto al riferimento)
5. Calcolare il valore delle correnti nei vari rami ed in particolare il valore della corrente di collettore e della tensione collettore-emittore del transistor nel punto di lavoro.
6. Connettere il generatore di segnale e prelevare con una sonda dell'oscilloscopio la tensione  $V_i$  e con la seconda sonda la tensione  $V_o$ .
7. Facendo variare la frequenza del segnale sinusoidale in ingresso, misurare, alle diverse frequenze, l'ampiezza del segnale di uscita rispetto al segnale di ingresso (verificare che l'ampiezza del segnale di ingresso resti costante).
8. Valutare la massima ampiezza del segnale di uscita prima della saturazione.
9. Montare sulla breadboard il circuito dell'amplificatore a collettore comune.
10. Ripetere i punti 6, 7 e 8.

**Simulazione:**

4. Simulare con SPICE i due circuiti di figura e determinarne i diagrammi di Bode del modulo e della fase dei due guadagni  $V_o/V_i$ .
5. Determinare i valori di tensione corrispondenti alla saturazione della tensione di uscita.
6. Confrontare i risultati con quelli calcolati teoricamente.

**Esperienza n°8: Amplificatore a BJT a retroazione (CER)**



**Scopo dell'esperienza:**

Tracciare per punti i diagrammi di Bode del modulo delle funzioni di trasferimento  $V_O/V_i$  al variare del guadagno dell'anello di retroazione variando la resistenza  $R_x$ .

**Procedimento:**

11. Effettuare la calibrazione delle sonde dell'oscilloscopio.
12. Montare sulla breadboard il circuito dell'amplificatore con  $R_x=0$ .
13. Connettere l'alimentatore (+12V).
14. Connettere il generatore di segnale e prelevare con una sonda dell'oscilloscopio la tensione  $V_i$  e con la seconda sonda la tensione  $V_O$ .
15. Facendo variare la frequenza del segnale sinusoidale in ingresso, misurare, alle diverse frequenze, l'ampiezza del segnale di uscita e del segnale di ingresso (verificare l'amplificatore non saturi).
16. Ripetere i punti 5 e 6 con  $R_x=1k$ .
17. Ripetere i punti 5 e 6 con  $R_x=\infty$  (circuito aperto).
18. Riportare i tre diagrammi di Bode sullo stesso grafico.

**Nota:**

Il circuito con  $R_x=0$  è lo stesso della esperienza precedente.

**Facoltativo:**

Tracciare il diagramma di Bode del modulo della funzione di trasferimento  $V_e/V_i$  nel caso  $R_x=0$ .

Trovare il valore massimo della tensione di ingresso prima della saturazione dell'uscita  $V_O$  nei tre casi (effettuare la misura al centro della banda passante).