

Nome e Cognome:

☐ MAR ☐ MER ☐ GIO

Data:

11

Amplificatore a emettitore comune con feedback e auto-oscillatore

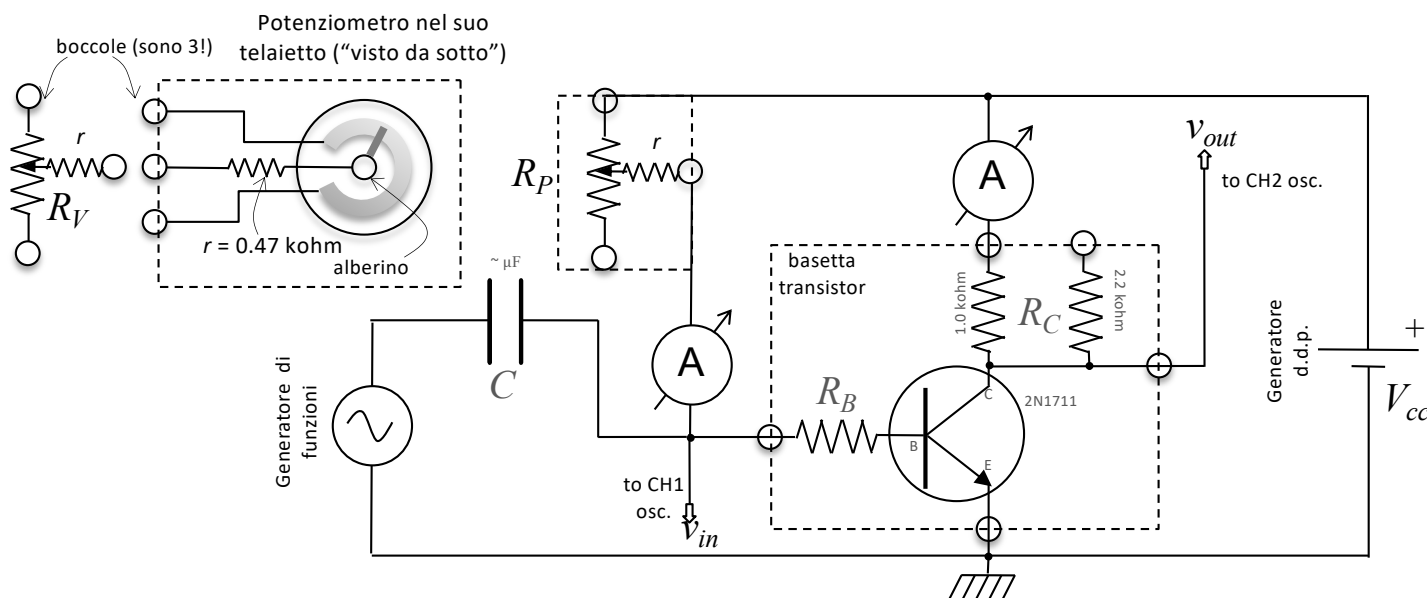
L'esercitazione prevede di costruire e analizzare due configurazioni principali, entrambi basate sull'uso di un transistor *npn* (modello 2N1711 o equivalente) in configurazione a emettitore comune.

Tanto per cambiare, punto di partenza è la corretta polarizzazione del transistor, che deve risultare in regime pienamente attivo. Si ricorda qui quanto già ben conoscete, cioè che per la polarizzazione della giunzione BE si usa una singola resistenza R_P realizzata con un potenziometro di valore nominale $R_V = 0.47$ Mohm: tra elettrodo centrale del potenziometro e boccia corrispondente è interposta una resistenza $r = 0.47$ kohm (nominali) la cui presenza è praticamente irrilevante per gli scopi dell'esercitazione. Qualora la resistenza del potenziometro non fosse sufficiente per operare in pieno regime attivo, potrete montare un'ulteriore resistenza in serie. Nella basetta del transistor sono predisposte due distinte resistenze di collettore R_C ($R_C = 1.0$ kohm e $R_C = 2.2$ kohm nominali) selezionabili collegando opportunamente le rispettive boccole.

1. Prima di montare il circuito, per l'ennesima volta misurate le resistenze R_C (tutte e due) e anche R_B (ingegnatevi per farlo al meglio). Inoltre misurate V_{cc} (a circuito aperto).

| R_C [] 1.0 kohm nominale | R_C [] 2.2 kohm nominale | R_B [] | V_{cc} [] a circuito aperto |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| | | | |

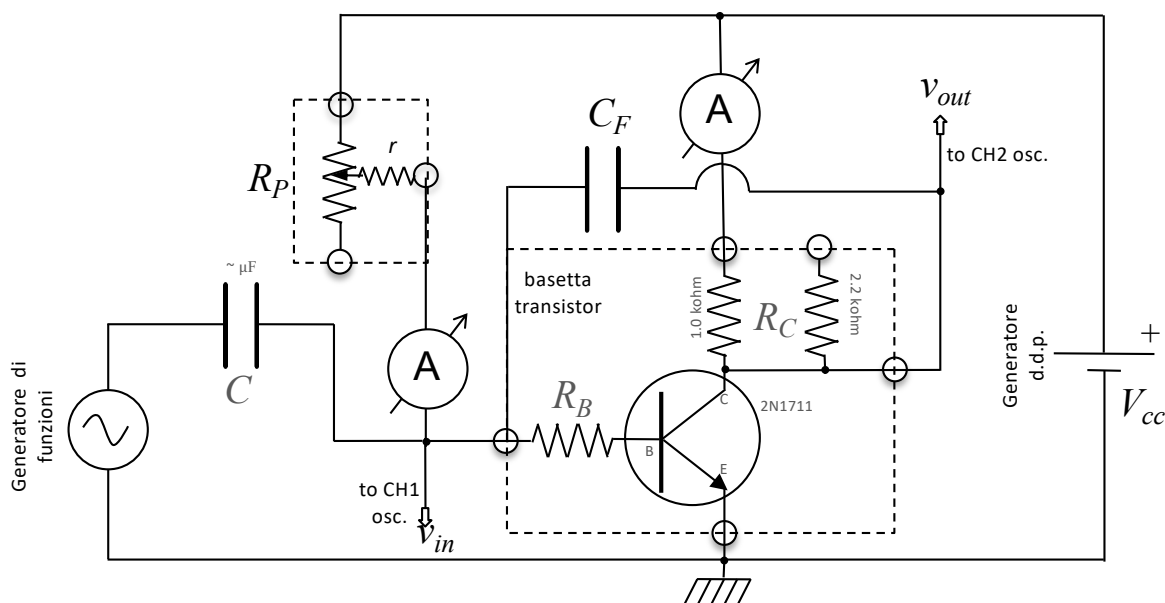
2. Cominciate con il montare l'amplificatore a emettitore comune senza rami di feedback. Lo schema è riportato qui sotto: come variante (e semplificazione!) rispetto all'esperimento precedente, nello schema è stato soppresso il partitore di tensione, ma, ovviamente, mantenuto il condensatore C di disaccoppiamento. Data la penuria di condensatori, siete invitati a usare quello inserito nel telaio del partitore e, se volete, potete ovviamente usare anche tutto il telaio, partitore compreso. Se non lo usate, l'ampiezza della forma d'onda prodotta dal generatore (si consiglia sinusoidale e frequenza $f \sim 1$ kHz) va aggiustata, anche attivando gli attenuatori di cui è dotato lo strumento, per avere v_{in} "sufficientemente" piccolo da evitare distorsioni evidenti nel segnale in uscita. Potete usare il solito filtro passa-basso (condensatore) montato su TEE-BNC per ridurre il rumore ad alta frequenza nella visualizzazione di v_{in} all'oscilloscopio. Dovete operare in "pieno" regime attivo: misurate le grandezze in tabella, determinate il guadagno $G_V = v_{out}/v_{in}$ e confrontatelo, per controllo, con il valore atteso $G_{V,att}$. A questo scopo scrivete l'espressione corrispondente e approssimate β_F con $\beta_F = I_C/I_B$. Ponete inoltre (arbitrariamente) $\eta V_T = 30$ mV e fidatevi dell'espressione della resistenza dinamica della giunzione BE.

Espressione di $G_{V,att}$,

| R_C (nominale) | I_B [] | I_C [] | $\beta_F = I_C/I_B$ | v_{in} [] | v_{out} [] | $G_V = v_{out}/v_{in}$ | $G_{V,att}$ (senza incertezza!) |
|---------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1.0 kohm | | | | | | | |
| 2.2 kohm | | | | | | | |

3. Aggiungete un condensatore “di feedback” C_F tra collettore e boccia di base, come nello schema (si consiglia $C_F = 0.22\text{--}1.0\ \mu\text{F}$ nominali). Tenete conto che l’aggiunta di questo condensatore può portare a una sensibile riduzione del modulo dell’impedenza di ingresso, con conseguente abbassamento dell’ampiezza del segnale v_{in} . Potrete compensare questo abbassamento aumentando opportunamente l’ampiezza del segnale prodotto dal generatore di funzioni.

11



4. Il circuito montato dovrebbe comportarsi come una sorta di filtro passa-basso “attivo”. Eseguite allora alcune misure del guadagno $G_V(f)$ in funzione della frequenza f , scegliendo opportunamente il range di frequenze esplorato e senza superare le decine di kHz. Come al solito, prima di partire meccanicamente con le misure dovete controllare che il dimensionamento, in particolare il valore di C_F , sia tale da consentirvi un’agevole ricostruzione sperimentale dell’andamento atteso. Per queste misure è sufficiente usare un solo valore di R_C (si consiglia $1.0\ \text{kohm}$ nominali), ma se avete tempo potete sicuramente usare anche l’altra resistenza. Scopo delle misure è ricostruire un grafico $G_V(f)$ vs f : dovrete essere in grado di sovrapporre ai dati sperimentali una curva modello e magari anche fare un best-fit secondo tale modello (potete anche farlo a casa, ma all’esame dovete usare il modello, per cui esercitatevi!).

| nominale | | se la misurate | se la misurate |
|---------------|---------------|----------------|----------------|
| R_C [] | C_F [] | I_B [] | I_C [] |
| | | | |

| j . | f_j [] | v_{inj} [] | v_{outj} [] |
|-------|---------------|-------------------|--------------------|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |

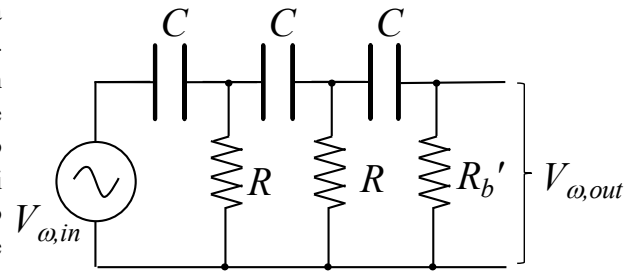
Nome e Cognome:

☐ MAR ☐ MER ☐ GIO

Data:

11'

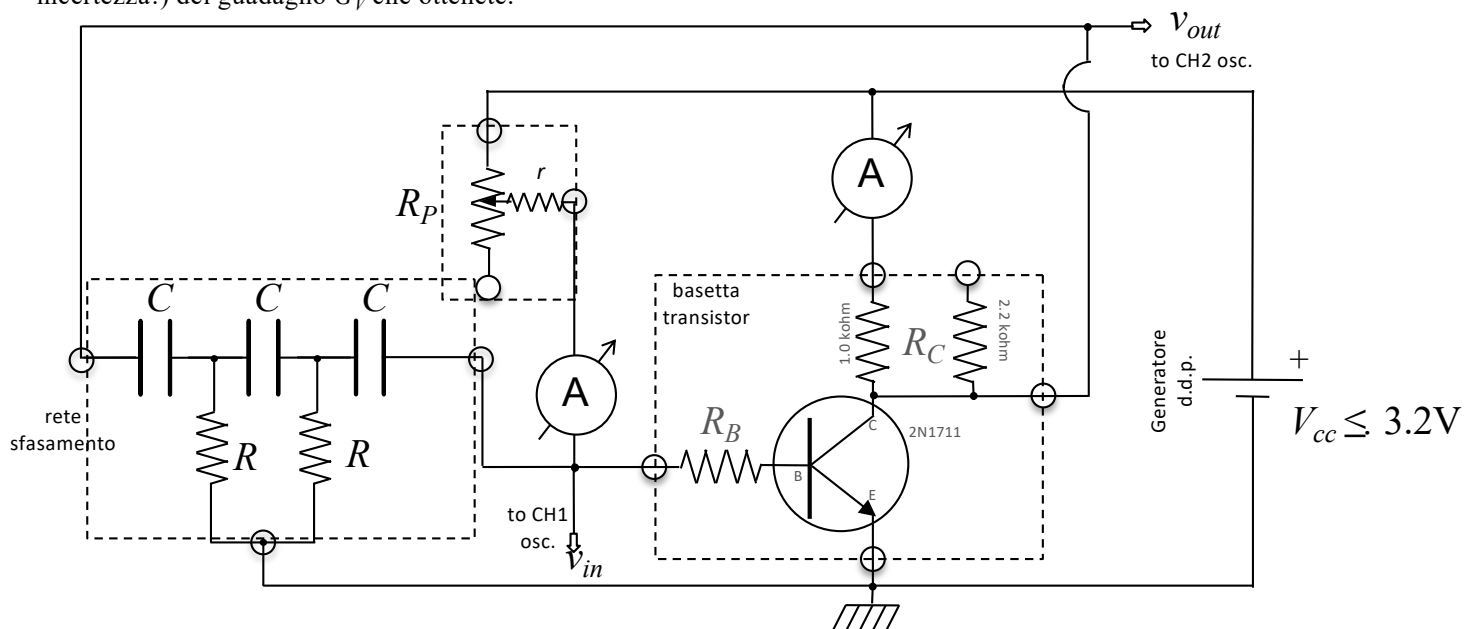
5. I prossimi punti riguardano la realizzazione dell'auto-oscillatore a reazione a transistor e l'acquisizione del segnale di auto-oscillazione. Elemento chiave per ottenere auto-oscillazioni da un amplificatore è la presenza di una "rete di sfasamento" da usare come ramo di feedback, cioè da collegare tra uscita e ingresso dell'amplificatore. Nell'implementazione pratica la rete di sfasamento è pre-assemblata in un telaio con tre boccole, essendo costituita da tre condensatori di capacità $C = 0.1 \mu\text{F}$ e due resistenze $R = 3.0 \text{ kohm}$ nominali (credo).



Il circuito si comporta come una cascata di tre derivatori, l'ultimo dei quali vede una resistenza R_b' (che nel circuito definitivo sarà la serie $R_B + r_b$, dove i simboli spero vi siano noti). Il circuito è riportato in figura: come prima cosa dovete trovare la funzione di trasferimento T_{rete} tale che $V_{\omega, out} = T_{rete} V_{\omega, in}$ e determinare il valore ω_π tale che lo sfasamento tra uscita e ingresso è π rad, confrontandolo con il valore naïf che si ottiene supponendo le tre maglie indipendenti. Notate che questo significa risolvere un esercizio (che avete già avuto assegnato), ma sicuramente lo sapete fare! Inoltre inventatevi (non è tanto difficile!) un metodo sperimentale per verificare la validità della soluzione per ω_π : descrivete metodo e risultati nei commenti.

Soluzione dell'esercizio (con passaggi e tutto il resto) e commenti sulle osservazioni sperimentali:

6. Realizzate il circuito dell'auto-oscillatore a reazione descritto in figura: notate che il generatore di funzioni non c'è più (potete spegnerlo!). Fate anche attenzione a scegliere per questa fase $V_{cc} \leq 3.2$ V nominali, in previsione dell'impiego di Arduino Due. Normalmente l'auto-oscillazione si innesca spontaneamente, ma in qualche caso è necessario spippolare sul potenziometro R_P per creare un disturbo in grado di farla partire. Misurate ampiezza picco-picco v_{pp} e frequenza f del segnale periodico che si osserva in v_{out} per alcuni valori di I_B e riportatele in tabella: scrivete anche qualcosa sulla "forma" del segnale, quanto appare distorto rispetto a una sinusoide o cosinusoide. Dovete anche dare un'occhiata al segnale che rientra nella base, indicato come v_{in} nello schema, almeno per una scelta di I_B , e fare una rapida valutazione (senza incertezza!) del guadagno G_V che ottenete.



| I_B [] | f [Hz] | v_{pp} [] | G_V | distorsione? (tanta, poca, nulla) |
|-----------|----------|--------------|-------|-----------------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |

7. L'ultima parte dell'esercitazione richiede di acquisire il segnale dell'auto-oscillatore con Arduino Due, impiegando la solita combinazione di sketch e script ardp2 che avete già utilizzato in altre occasioni. In questa occasione non avete alcuna possibilità di sincronizzare l'acquisizione, per cui non dovete collegare nulla alla boccia verde di Arduino e non potete fare medie. Le uniche connessioni sono quindi:

- Il segnale indicato come v_{out} alla boccia BLU (naturalmente continuate a monitorare il segnale con l'oscilloscopio: usando $V_{cc} \leq 3.2$ V la condizione sulla d.d.p. accettabile da Arduino Due è automaticamente soddisfatta);
- La massa/terra del circuito alla boccia NERA di Arduino Due.

Consiglio di acquisire segnali corrispondenti a diversi valori di I_B . In linea di principio potreste scegliere combinazioni di numero di punti e intervallo temporale di campionamento tali da consentirvi di registrare un buon numero di periodi (oltre 10) con un buon numero di punti (almeno 2048). A parte, magari, preparare un grafico esempio, e stamparlo, questi file vi serviranno per una prossima relazione/esercizio obbligatorio: ormai avete capito che dovete essere diligenti nel prendere e conservare i dati!