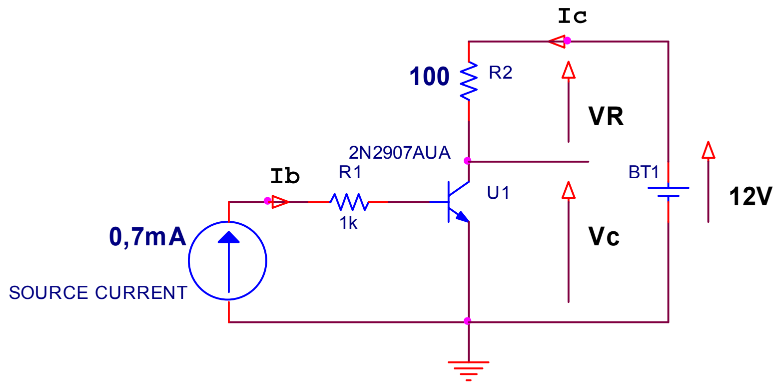
Un amplificatore a transistor ha lo schema presentato in figura.

Calcolare la tensione del collettore Vc, sapendo che il transistor ha un h_{FE} di 120.

Calcolare la potenza dissipata dal transistor.



Soluzione:

Il generatore di corrente fa passare 0,7 mA dentro la base, questa corrente provoca una corrente Ic di: $\mathbf{Ic = h_{FE} \cdot Ib = 120 \cdot 0{,}7 = 84mA}$

Questa corrente, passando dentro alla resistenza R2 da 100Ω provoca una caduta di tensione ai suoi capi di $\mathbf{V_R = 84 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 8{,}4V}$

Considerando la maglia di collettore si ha:

$$\mathbf{Vc + V_R = 12} \text{ da cui } \mathbf{Vc = 12 - 8{,}4 = 3{,}6V}$$

La potenza dissipata dal transistor è $\mathbf{P = Vc \cdot Ic = 3{,}6 \cdot 0{,}084 = 0{,}302W}$

Si è trascurata la dissipazione della giunzione base – emettitore che, per un transistor al silicio in conduzione ($V_{BE} = 0{,}65V$) vale:

$$\mathbf{P_{Base} = 0{,}65 \cdot 0{,}7 \cdot 10^{-3} = 0{,}455 \cdot 10^{-3}\,W}$$

Si vuole osservare il dettaglio di una stampa con una lente di ingrandimento di distanza focale pari a 10 cm. Se la distanza fra l'oggetto e la lente è tale che l'immagine si formi al punto prossimo normale (25 cm), quale è l'ingrandimento trasversale che ci si aspetta?

Soluzione:

Ricordiamo la formula della lente sottile $$\frac{1}{d_1}+\frac{1}{d_2}=\frac{1}{f}$$

d_1 = distanza oggetto - lente

d_2 = distanza immagine – lente

si ha $$\frac{1}{d_1}-\frac{1}{25}=\frac{1}{10}$$

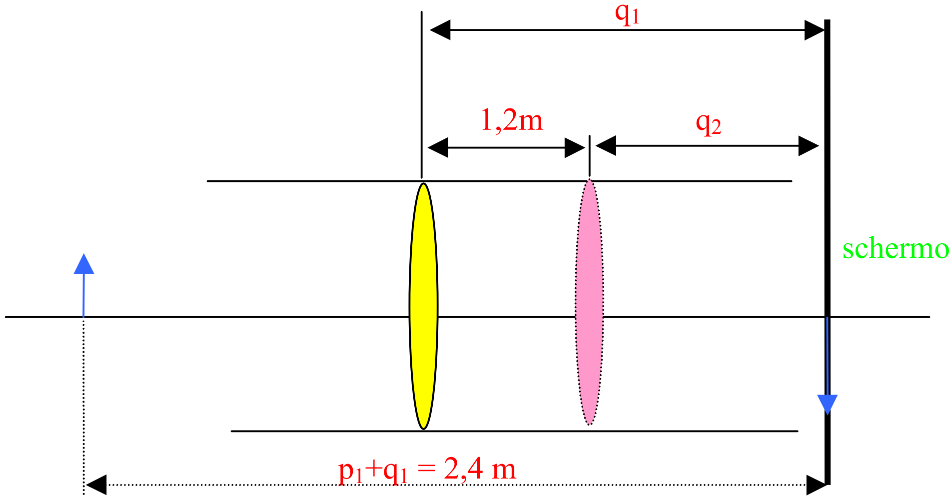
da cui $$d_1=\frac{25}{3{,}5}$$

l'ingrandimento è: $$I=\frac{d_2}{d_1}=3{,}5$$

Un oggetto è posto ad una distanza di 2,4 m da uno schermo di osservazione ed una lente di distanza focale f è posta fra l'oggetto e lo schermo in modo che sullo schermo si formi un'immagine reale dell'oggetto. Se la lente è avvicinata di 1,2 m allo schermo, su questa si forma un'altra immagine reale dell'oggetto.

a) Quale era la posizione della lente prima che venisse spostata?

b) Quanto vale la distanza focale della lente?



$$\frac{1}{p_1}+\frac{1}{q_1}=\frac{1}{f}$$
$$p_1+q_1=2,4$$

$$q_2=q_1-1,2$$
$$p_2=p_1+1,2$$

si può scrivere di nuovo la formula della lente per la lente spostata

$$\frac{1}{p_2}+\frac{1}{q_2}=\frac{1}{f}$$ e sostituendo si ha il sistema:

$$\begin{cases}\dfrac{1}{p_1+1,2}+\dfrac{1}{q_1-1,2}=\dfrac{1}{f}\\[2ex] p_1+q_1=2,4\end{cases}$$

risolvendo il sistema:

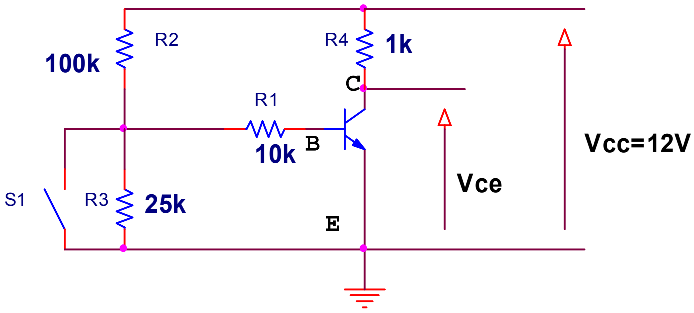
$$p_1=0,6\mathrm{m} \quad \text{e} \quad q_1=1,8\mathrm{m}$$

ricordando ancora la formula della lente sottile:

$$\frac{1}{1,8}+\frac{1}{0,6}=\frac{1}{f}$$

si ricava il fuoco della lente $f=0,45\mathrm{m}$

Dato il circuito in figura calcolare la VCE prima e dopo la chiusura dell' interruttore sapendo che l' h_{FE} (o β_F) del transistor è di 100.



Considerazioni:

La tensione Vcc è la tensione di alimentazione del circuito sia della maglia che comprende la R_4, collettore ed emittore del transistor, sia del circuito di base che comprende R_3, R_2, R_1. Il circuito può quindi essere disegnato nel seguente modo:

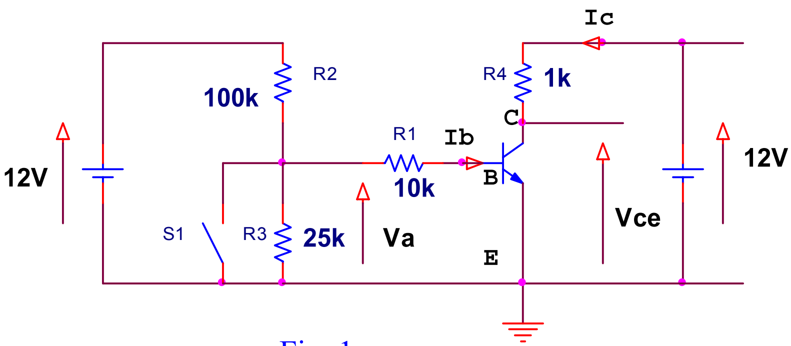


Fig. 1

Se l'interruttore è chiuso si ha il cortocircuito della resistenza R_3 e la tensione Va risulta essere zero, non passa corrente dentro la base Ib = 0 e di conseguenza non passa corrente fra collettore ed emittore del transistor perché Ic =Ibh_{FE} . Non passa corrente nella resistenza R_4. La caduta di tensione ai capi di R_4 è zero. La tensione Vce è uguale a 12 V.

Se l'interruttore è aperto si deve, per conoscere la corrente Ic, calcolare prima la corrente Ib. Per il calcolo di questa corrente è utile applicare il teorema di Thevenin fra i punti B E. Taglio fra B E, il circuito che rimane è in fig. 2 ed esso potrà essere sostituito da un generatore Veq ed Req in serie.

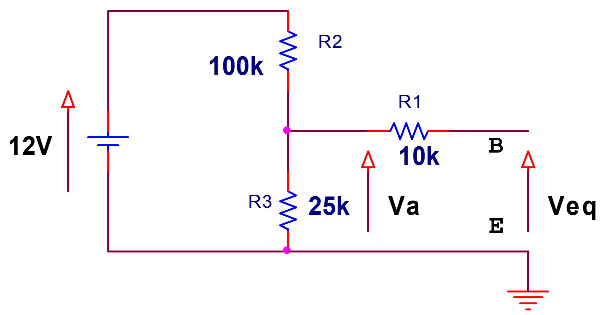


Fig. 2

La Veq è uguale a Va perché ho effettuato il taglio B E e dentro alla resistenza R_1 non passa corrente.

$$Veq = \frac{12}{100+25} \cdot 25 = 2{,}4V \qquad Req = \frac{100 \cdot 25}{100+25} + 10 = 30k\Omega$$

Si sostituisce al circuito di fig. 2 il suo equivalente di Thevenin e lo si collega alla restante parte. Si ottiene il circuito di fig. 3

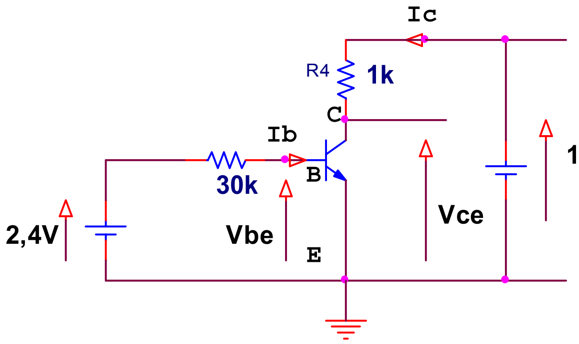


Fig. 3

Calcolo la Ib ricordando che dalle caratteristiche del transistor la tensione Vbe del transistor in cui la base conduce vale sempre 0,6 – 0,7V:

$$Ib = \frac{2{,}4 - 0{,}7}{30} = 0{,}056mA$$

Avendo il transistor $h_{FE} = \beta_F = 100$ si ricava la Ic

$$Ic = 0{,}0566 \cdot 100 = 5{,}66mA$$

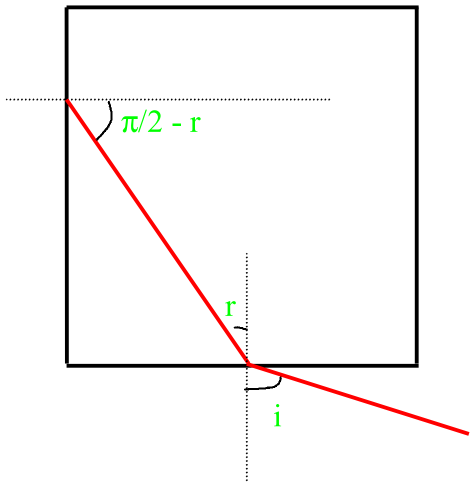
La caduta di tensione ai capi della resistenza R_4 è

$$V_{R_4} = 5{,}66 \cdot 1 = 5{,}66V$$

La Vce risulta:

$$Vce = 12 - 5{,}66 = 6{,}34V$$

Le basi di un cilindro di vetro (n= 1,54) sono perpendicolari alla superficie laterale. Mostrare che un raggio luminoso, entrante da una base secondo un angolo qualunque, subisce sempre riflessione totale quando incide sulla superficie interna del cilindro. Assumere che il cilindro si trovi in aria. Cosa succede se il cilindro è immerso nell'acqua?



Dato un angolo di incidenza sulla base = i, l'angolo di rifrazione r sara' dato dalla legge di Snell. L'angolo massimo di rifrazione (r_{max}) corrisponde a un angolo di incidenza i = π/2. A r_{max} corrisponde il minimo angolo di incidenza sulla parete laterale (dalla figura risulta infatti = π/2 - r)

$$\mathbf{r_{max} = arcsen\ (1/1.54) = 40{,}54°}$$

$$\mathbf{\pi/2 - r_{max} = 49{,}5° > \theta_{lim} \rightarrow \text{riflessione totale}}$$

Per angoli di incidenza sulla base minori di π/2 l'angolo di incidenza sulla parete laterale sara' ancora piu' grande e quindi a maggior ragione il raggio non uscira' dal cilindro.

Con il cilindro immerso in acqua (n = 1,33):

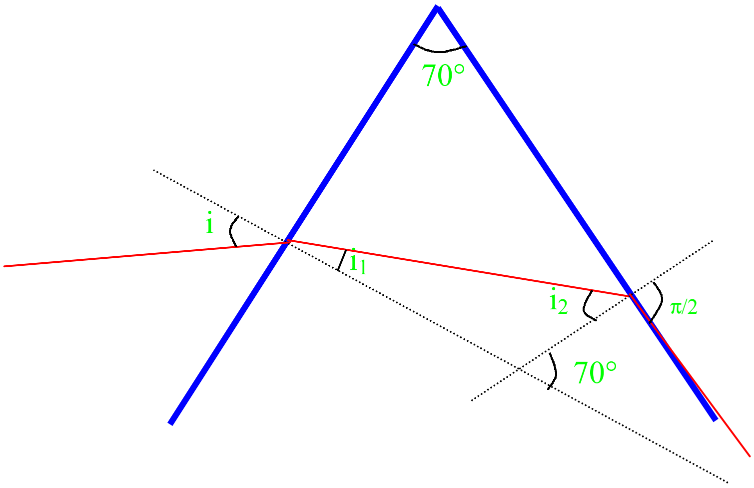
$$\mathbf{1{,}33\ sen\ \pi/2 = 1{,}54\ sen\ r_{max}}$$

$$\mathbf{sen\ r_{max} = 0{,}86 \qquad r_{max} = 59{,}39°}$$

la minima incidenza sulla superficie laterale del cilindro è

$$\mathbf{\pi/2 - r = 30{,}68° < \theta_{lim} \rightarrow \text{il raggio esce dal cilindro}}$$

Se l'angolo al vertice di un prisma è di 70°, quale è l'angolo minimo di incidenza che un raggio deve avere per poter emergere dall'altra faccia se n = 1,58?



$$\mathbf{sen\ i = 1{,}58\ sen\ i_1}$$

$$\mathbf{1{,}58\ sen\ i_2 = 1}$$

$$\mathbf{i_2 = arcsen\frac{1}{1{,}58} = 39{,}3°}$$

$$\mathbf{i_1 + i_2 = 70° \qquad i_1 = 70° - i_2}$$

$$\mathbf{i_1 = 70° - 39{,}3° = 30{,}7°}$$

$$\mathbf{sen i_1 = 0{,}51}$$

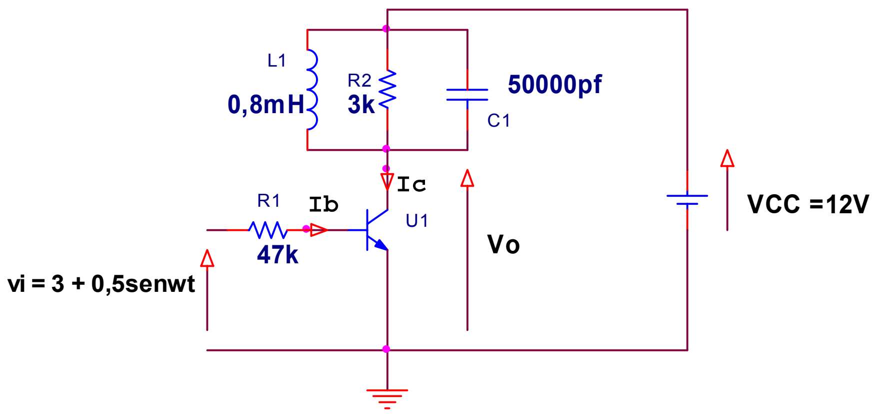
$$\mathbf{sen i = 0{,}81}$$

$$\mathbf{i = 53{,}8°}$$

L'amplificatore ad emittore comune ha una tensione di ingresso composta da una tensione continua di 3V con sovrapposta una tensione sinusoidale di 0,5V (valore massimo) ed una frequenza di 25kHz.

Sapendo che l'h_{FE} (β_F) = I_C / I_B = 100 e che h_{fe} (β_0) = i_C /i_B = 120, calcolare:

- la corrente del punto di funzionamento (corrente continua a riposo senza segnale),
- il guadagno A_V = Vo /Vi per il segnale sinusoidale
- la fase fra la tensione sinusoidale di ingresso e quella di uscita.



Soluzione:

Sul collettore del transistor è collegato un circuito risonante parallelo che risuona su una frequenza: $\omega^2 LC = 1$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0{,}8\cdot 10^{-3}\cdot 5\cdot 10^{-8}}} = 25\text{kHz}$$

cioè l'effetto del condensatore ed induttanza si annullano per le tensioni alternate sinusoidali di 25kHz, mentre per le tensioni continue l'induttanza si comporta come un corto circuito.

Ricaviamo la corrente continua Ic che passa nel collettore del transistor dovuta alla tensione continua applicata all'ingresso del circuito che genera nella base una corrente I_B $$I_B = \frac{3-0{,}7}{47\cdot 10^3} = 4{,}89\cdot 10^{-5}\,\text{A}$$

Avendo considerato 0,7V la caduta di tensione fra base ed emittore del transistor.

La corrente continua Ic è data da:

$$I_C = I_B \cdot h_{FE} = 4{,}89\cdot 10^{-5}\cdot 100 = 4{,}89\text{mA}$$

La corrente i_b dovuta alla componente sinusoidale sovrapposta alla continua vale:

$$i_b = \frac{0{,}5}{47\cdot 10^3} = 1{,}06\cdot 10^{-5}\,\text{A}$$

e la corrente i_c $$i_c = 1{,}06 \cdot 10^{-5} \cdot 120 = 1{,}27mA$$

La tensione Vo in assenza del segnale è di 12V come il generatore Vcc.

La tensione alternata v_c sarà data da:

$$v_0 = 1{,}27 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{3} = 3{,}82V$$

perché la caduta di tensione Vo è uguale alla caduta di tensione ai capi della resistenza R_2 essendo la batteria Vcc una tensione continua ed una variazione Δ di tensione comporta una stessa variazione Δ sul collettore.

L'amplificazione del segnale da amplificare, che è il rapporto fra la tensione sinusoidale di uscita v_0 e la tensione sinusoidale di ingresso è dato:

$$A_V = \frac{v_C}{v_i} = \frac{3{,}82}{0{,}5} = 7{,}64$$

L'amplificazione di corrente è data (ma non richiesta dal problema):

$$A_I = \frac{i_c}{i_b} = \frac{1{,}06 \cdot 10^{-5}}{1{,}27 \cdot 10^{-3}} = 120$$

La fase, fra tensione di ingresso ed uscita, (non essendo nel circuito inseriti componenti reattivi, perché a 25 kHz si annullano) è:

$$\varphi = 180°$$

Una lente convergente simmetrica $|R_1| = |R_2| = 50cm$ è fatta di vetro con indice di rifrazione 1,5. Essa è immersa in acqua $(n_2 = 1{,}33)$ o in aria $(n_1 = 1)$. Calcolare nei due casi la distanza focale.

Soluzione:

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = 0{,}5\left(\frac{1}{0{,}5} + \frac{1}{0{,}5}\right) = 2$$

da cui $f = 0{,}5m$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_1}\right)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) = 0{,}13\left(\frac{1}{0{,}5} + \frac{1}{0{,}5}\right) = 0{,}52$$

da cui $f = 1{,}92m$

Voglio fotografare una persona alta 1,75m su una pellicola 24 x 36mm^2, con una macchina fotografica il cui obiettivo ha distanza focale 50mm. In un primo tempo tengo la macchina fotografica verticale e riesco a far stare nella fotografia tutta la persona. Poi però voglio tenere la macchina orizzontale:
Di quanto devo far allontanare la persona perché l'immagine sia di nuovo completa?

Soluzione:
Il rapporto di dimensioni fra l'immagine e la persona è

$$\frac{g_2}{g_1} = \frac{0,036}{1,75}$$

Con g_2 dimensione pellicola e g_1 altezza persona, ma questo rapporto è uguale al rapporto fra oggetto – obiettivo (d_1) e immagine – obiettivo (d_2).
Ricordando la formula delle lenti sottili si ha:

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,05}$$

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{0,036}{1,75}$$

da queste due equazioni ricavo la distanza d_1 a cui si deve trovare la persona dalla macchina fotografica e si ottiene $\mathbf{d_1 = 2,34m}$

Se l'immagine deve stare in 24mm devo riscrivere le equazioni di sopra sostituendo le nuove dimensioni

$$\frac{1}{d'_1} + \frac{1}{d'_2} = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,05}$$

$$\frac{d'_2}{d'_1} = \frac{0,024}{1,75}$$

e ricavo che la nuova distanza risulta $\mathbf{d'_1 = 3,70m}$

devo far allontanare la persona di: $\mathbf{\Delta = 1,22m}$