

Oscillatori: polarizzazione

La polarizzazione degli oscillatori a tre punti per alta frequenza

I metodi di polarizzazione normalmente usati negli amplificatori possono essere usati per polarizzare gli elementi attivi negli oscillatori a tre punti (figura 1). I circuiti dinamici di questi oscillatori prescindono dal tipo di connessione del transistor (emettitore comune, base comune,), ma generalmente si ha:

- Punto 1, ingresso dell'amplificatore .
Dal punto di vista del segnale è un punto caldo.
- Punto 2, uscita dell'amplificatore
Dal punto di vista del segnale è un punto caldo.
- Punto 3, punto comune
Dal punto di vista del segnale è un punto freddo.

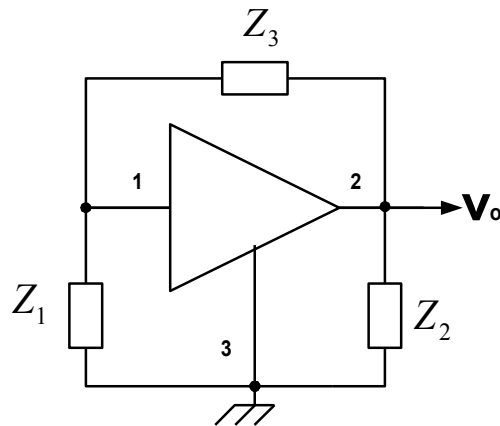


Figura 1

Nelle note che seguono si prenderanno in considerazione gli oscillatori Colpitts ed Hartley con BJT e JFET.

I circuiti dinamici riportati nella presente nota non tengono conto dei parametri dei transistori ($r_\pi, r_x, r_0, r_d, C_\pi, C_\mu$) e del carico R_L .

Oscillatori: polarizzazione

Polarizzazione degli oscillatori Colpitts

Colpitts con BJT

Si parte dal circuito dinamico dell'oscillatore Colpitts (figura 2)

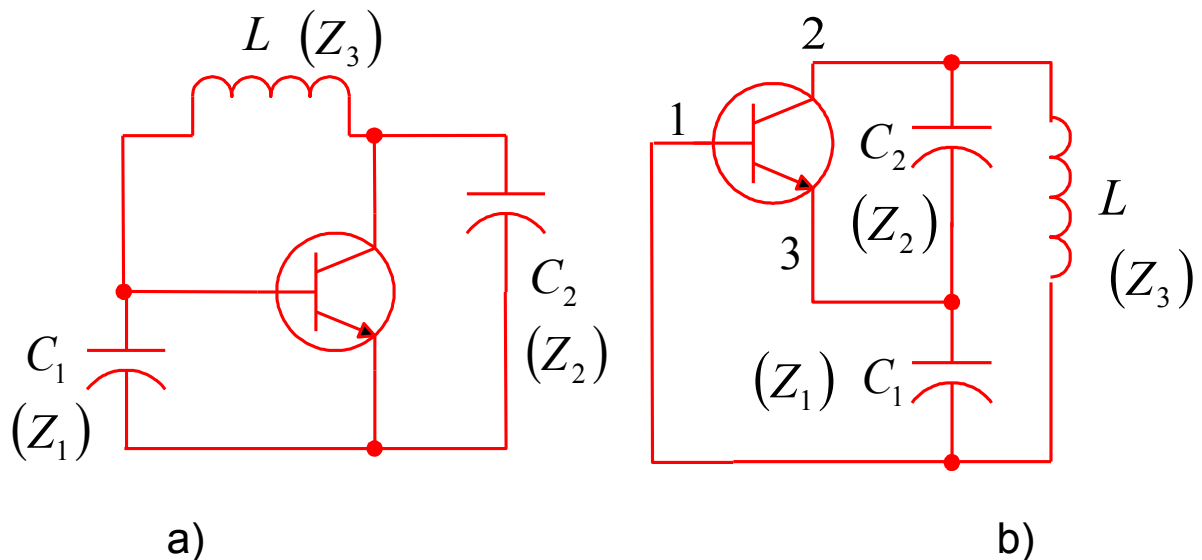


Figura 2

I due circuiti dinamici di figura 2 sono uguali, solamente il secondo è stato disegnato in modo più adatto per disegnare il circuito di polarizzazione.

Oscillatori: polarizzazione

Emettitore comune

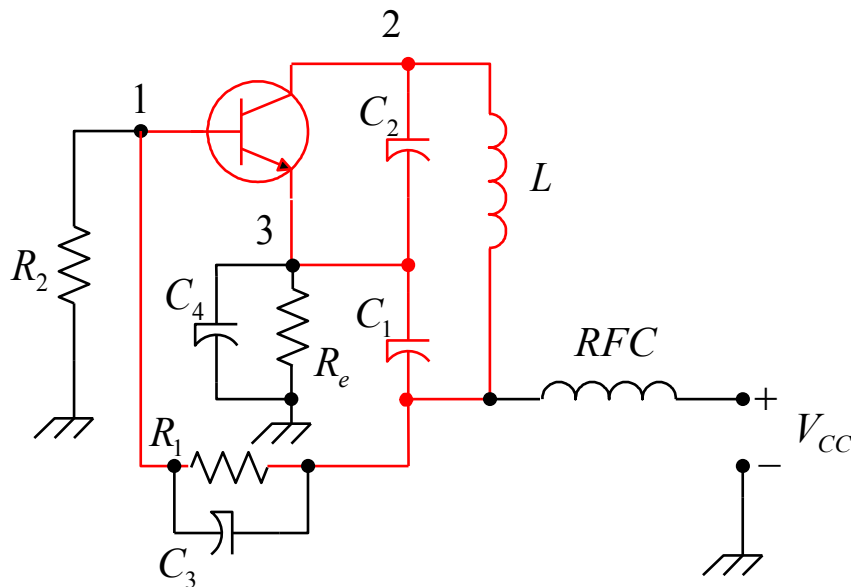


Figura 2 b

I componenti aggiunti al circuito dinamico di figura 2b sono:

- R_1 ed R_2 che costituiscono il partitore di polarizzazione della base,
- R_e , resistenza di polarizzazione di emettitore,
- C_3 , condensatore di fuga, serve ad annullare, alla frequenza di oscillazione, la resistenza R_1 , in pratica il gruppo $R_1 // C_3$ è un corto circuito per le correnti alternate alla frequenza di lavoro.
- C_4 , condensatore di fuga, serve ad annullare, alla frequenza di oscillazione, la resistenza R_e , in pratica il gruppo $R_e // C_4$ è un corto circuito per le correnti alternate alla frequenza di lavoro.
- RFC , induttanza di blocco a radio frequenza, serve a far sì che il circuito di alimentazione (batteria) sia disaccoppiato dal circuito dell'oscillatore. RFC alla frequenza di lavoro deve avere una reattanza elevata.
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{CC} . Si considera che la sorgente di alimentazione sia una sorgente ideale di tensione continua e che quindi ha una impedenza interna nulla, in pratica si fa sì che questa impedenza sia molto bassa nella gamma delle frequenze in gioco.

Per calcolare i valori dei condensatori di fuga si usa la seguente regola empirica $X_c \leq \frac{R}{10}$

Oscillatori: polarizzazione

la reattanza va calcolata alla più bassa frequenza di oscillazione, dove R può essere R_e oppure R_1 .

Il valore della reattanza R_{FC} si può determinare fissando $X_{RFC} \geq 3 \div 5|Z|$ dove $|Z|$ è l'impedenza del circuito nel punto in cui è connessa la R_{FC} .

Il segnale di uscita può essere prelevato tramite un avvolgimento secondario su l'induttanza L oppure dal collettore, punto 2, tramite una capacità di blocco della corrente continua.

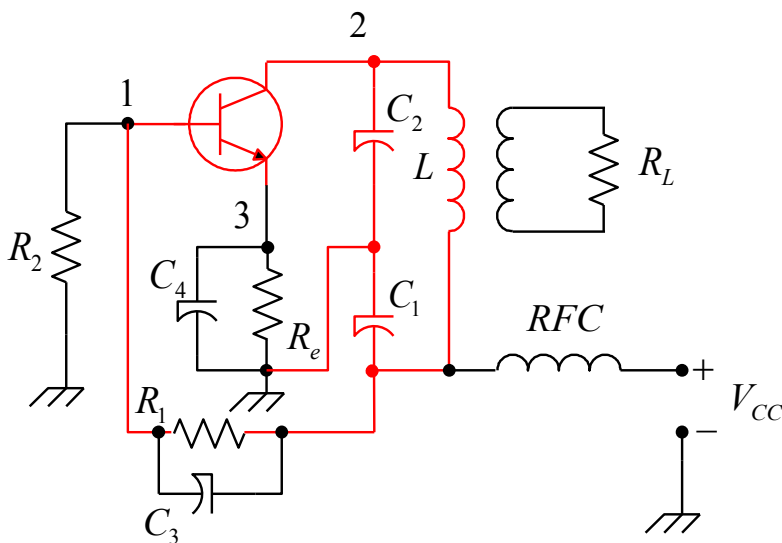


Figura 3

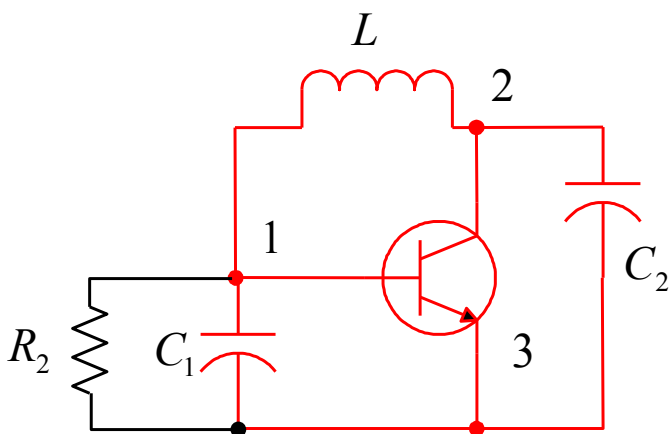


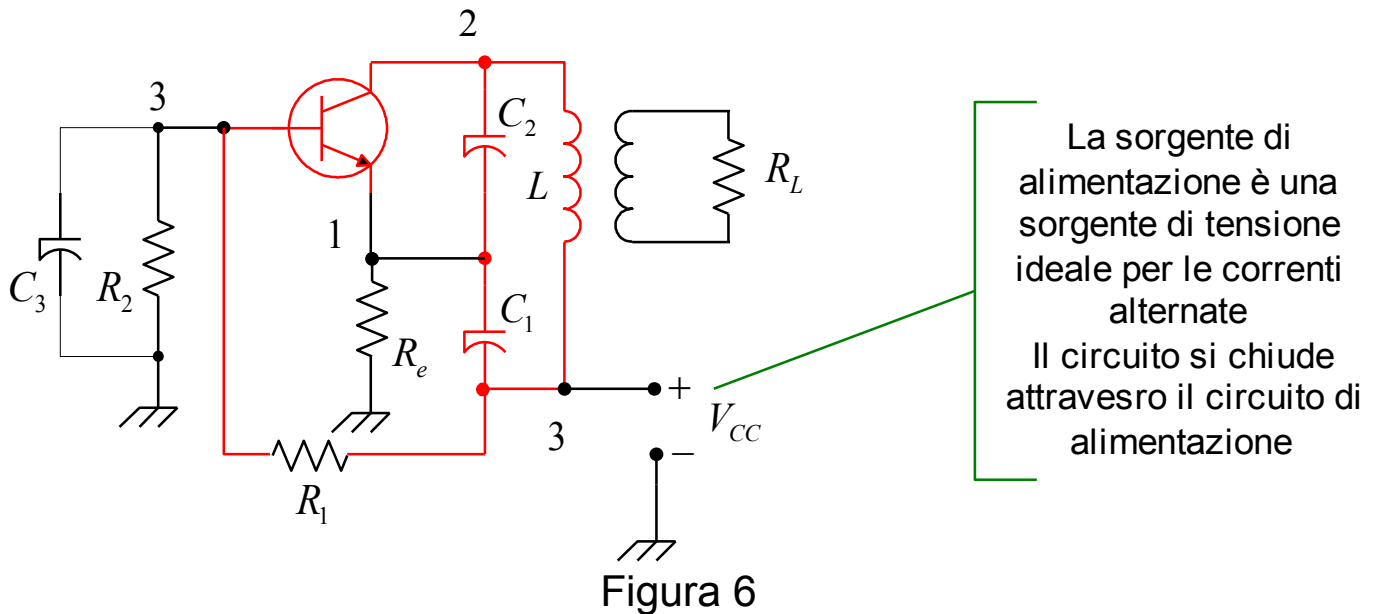
Figura 5

La figura 3 mostra un circuito del tutto simile a quello della figura 2 con la sola differenza nella connessione del **punto 3**. Nella figura 2 i condensatori C_1 e C_2 sono connessi al punto freddo (a massa) tramite il condensatore C_4 , mentre nella figura 3 lo sono direttamente. Nello schema è rappresentato un dei possibili modi di applicare il segnale generato dall'oscillatore al carico R_L .

A causa della polarizzazione il circuito dinamico si modifica (figura 5), la resistenza del partitore di base R_2 viene a trovarsi in parallelo a C_1 .

Oscillatori: polarizzazione

Base comune



I componenti aggiunti al circuito dinamico sono:

- R_1 ed R_2 che costituiscono il partitore di polarizzazione della base,
- R_e , resistenza di polarizzazione di emettitore,
- C_3 , condensatore di fuga, serve a rendere “fredda” la base alla frequenza di oscillazione, in pratica il gruppo $R_1 // R_2 // C_3$ è un corto circuito per le correnti alternate alla frequenza di lavoro.
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{cc} . Da tenere presente che alla frequenza di lavoro la sorgente V_{cc} può essere considerata un corto circuito per le correnti alternate.

Per calcolare i valori del condensatore di fuga C_3 si usa la seguente regola empirica $X_{C3} \leq \frac{R_1 // R_2}{10}$
la reattanza va calcolata alla più bassa frequenza di oscillazione.

Oscillatori: polarizzazione

Il circuito dinamico tiene conto di R_e ed è (figura 7)

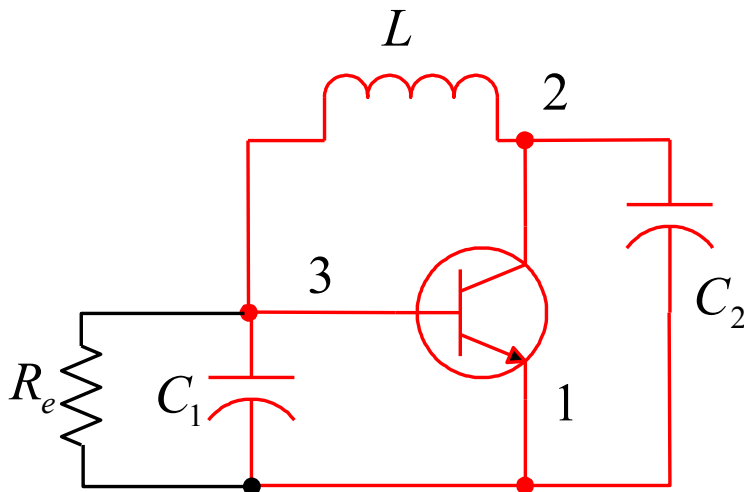


Figura 7

Per evitare l'effetto della R_e in parallelo a C_1 si può inserire in serie alla resistenza di emettitore R_e una impedenza di blocco a RF (RFC) (figura 8 a); la reattanza X_{RFC} dovrà essere almeno 10 volte il valore di R_e alla più bassa frequenza di lavoro.

Nella figura 8 a è mostrato uno dei modi di prelevare il segnale dell'oscillatore per applicarlo al carico R_L .

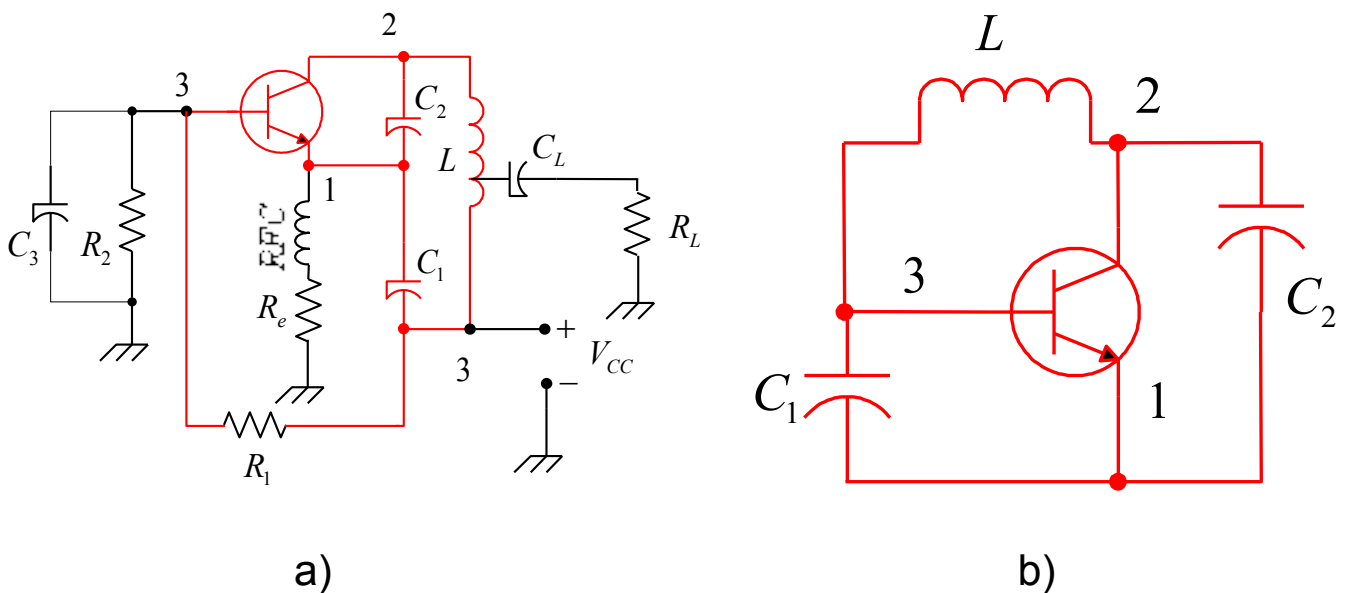
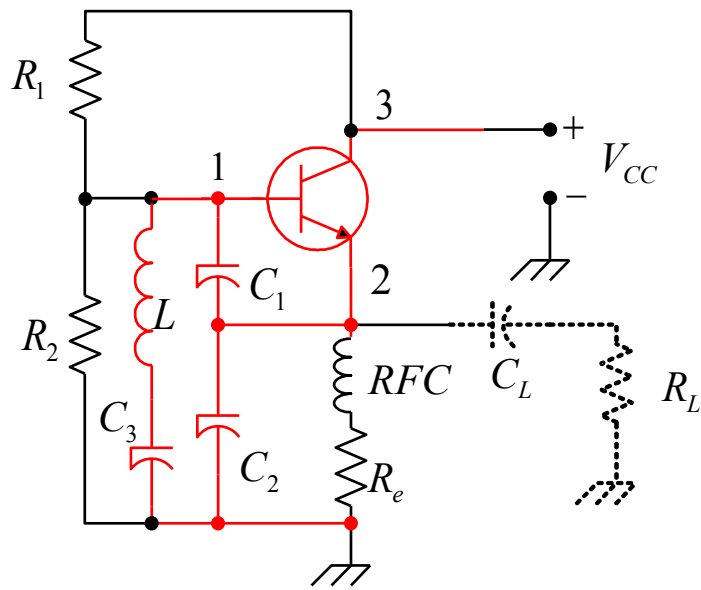


Figura 8

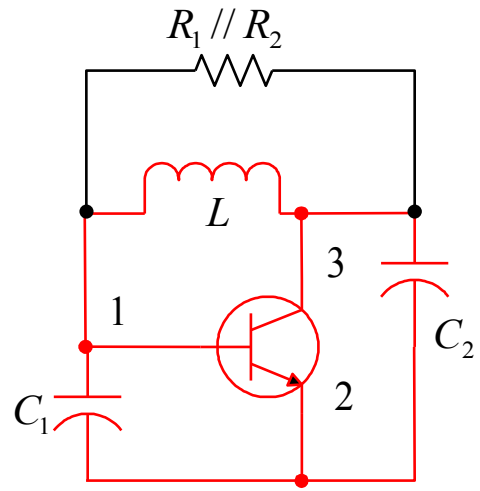
L'impedenza RFC isola il punto 1 dalla R_e rendendo trascurabile la sua influenza sull'oscillatore, il circuito dinamico diventa come in figura 8 b.

Oscillatori: polarizzazione

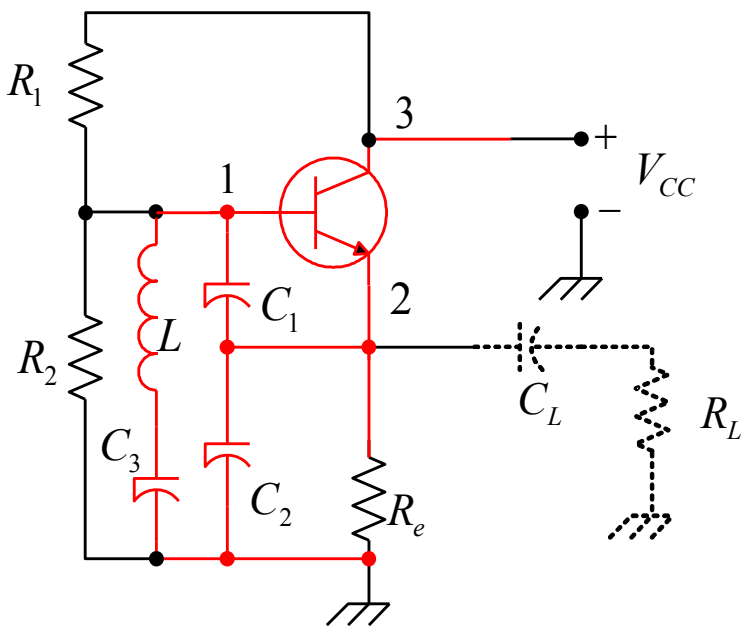
Collettore comune



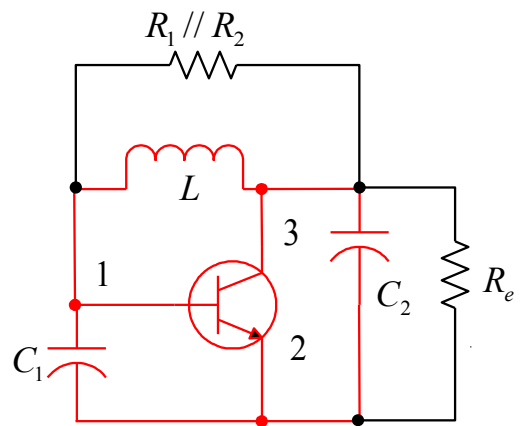
a)



b)



c)



d)

Figura 9

Oscillatori: polarizzazione

I componenti aggiunti al circuito dinamico di figura 9 sono:

- R_1 ed R_2 che costituiscono il partitore di polarizzazione della base,
- R_e , resistenza di polarizzazione di emettitore,
- C_3 , condensatore di blocco della corrente continua, serve ad evitare che l'induttanza L cortocircuiti verso massa la base, deve essere un corto circuito per le corrente alternate alla frequenza di lavoro.
- R_{FC} , induttanza di blocco a radio frequenza, serve ad isolare alla frequenza di lavoro la resistenza di emettitore R_e (punto 2),
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{cc} . Da tenere presente che alla frequenza di lavoro la sorgente V_{cc} deve essere progettata in modo rappresentare un corto circuito per le correnti alternate.

Le figure 9 a e 9 b mostrano il circuito dell'oscillatore ed il suo circuito dinamico rispettivamente. Il circuito dinamico differisce da quello della figura 2 per la presenza di $R_B = R_1 // R_2$ in parallelo alla induttanza L , R_B influirà sul fattore di merito della induttanza abbassandolo. Nello schema di figura 9 c è stata tolta la induttanza di blocco R_{FC} a radio frequenza e quindi il punto 2 non è più "isolato" da R_e in corrente alternata, si deve quindi tenerne conto nel disegno del circuito dinamico, figura 9 d .

Oscillatori: polarizzazione

Colpitts con JFET

Si parte dal circuito dinamico dell'oscillatore Colpitts con JFET (figura 10a)

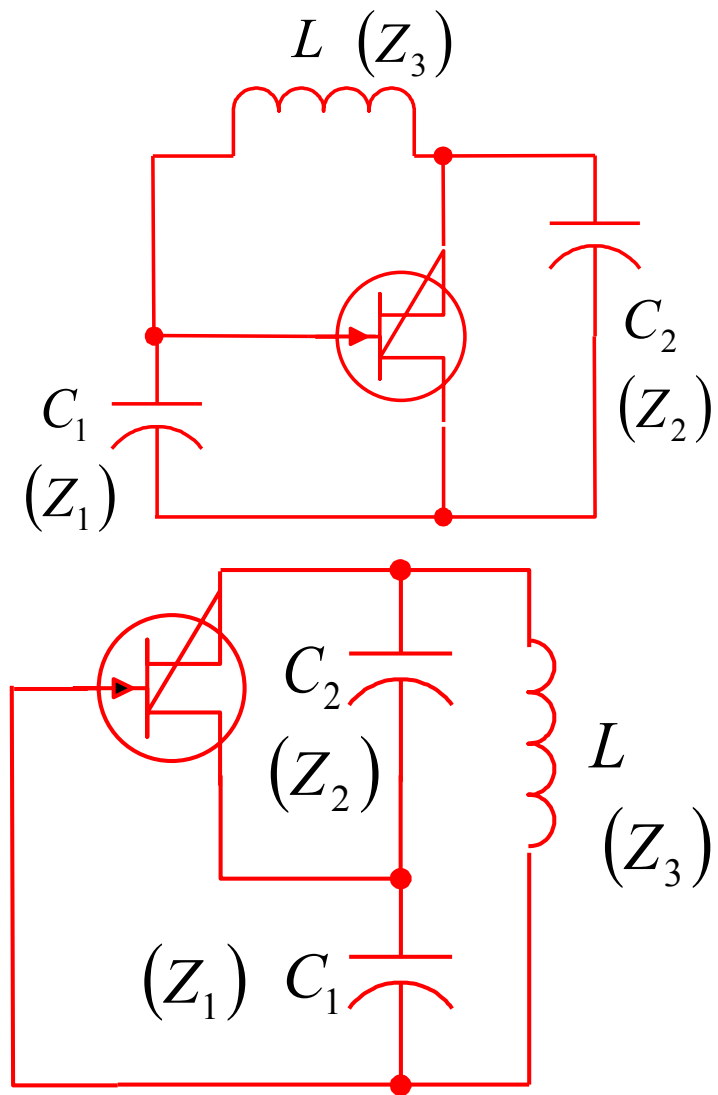


Figura 10a

Oscillatori: polarizzazione

Source comune

I

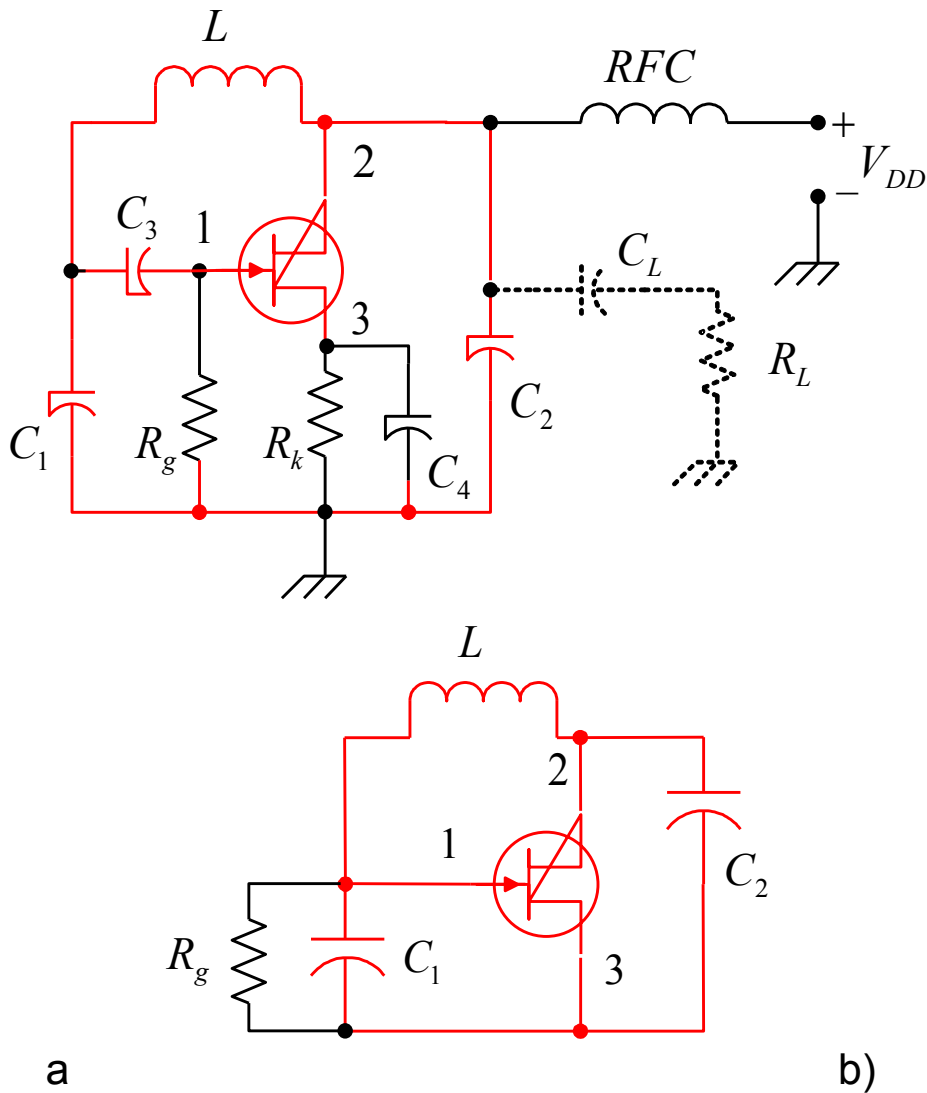


Figura 10b

Rispetto al circuito dinamico di figura 10a sono stati aggiunti i seguenti componenti aggiunti:

- R_g resistenza di polarizzazione del gate,
- R_k , resistenza di polarizzazione del source,
- C_4 , condensatore di fuga del source, annulla l'effetto della R_k alla frequenza di lavoro, il source è il punto 3 e deve essere a massa alla frequenza di lavoro,
- C_3 , condensatore di blocco della corrente continua. Impedisce che il gate ed il source siano connessi in corrente continua. La sua

Oscillatori: polarizzazione

reattanza, alla frequenza di lavoro, deve essere trascurabile, nei confronti delle altre impedenze.

- R_{FC} , induttanza di blocco a radio frequenza, serve far sì che il circuito di alimentazione sia disaccoppiato dal circuito dell'oscillatore (punto 2). Alla frequenza di lavoro la impedenza deve avere una reattanza elevata rispetto alla impedenza del punto 2,
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{DD} .

Il segnale fornito dall'oscillatore può essere prelevato la drain, punto 2, ed applicato al carico R_L tramite un condensatore di blocco della corrente continua C_L .

Per calcolare i valori del condensatore di fuga C_4 si usa la seguente regola empirica, $X_{C4} \leq \frac{R_k}{10}$ la reattanza va calcolata alla più bassa frequenza di oscillazione.

Il circuito dinamico viene modificato aggiungendo R_g in parallelo a C_1 , fra i punti 1 ed il 3, figura 10b/b.

Oscillatori: polarizzazione

Gate comune

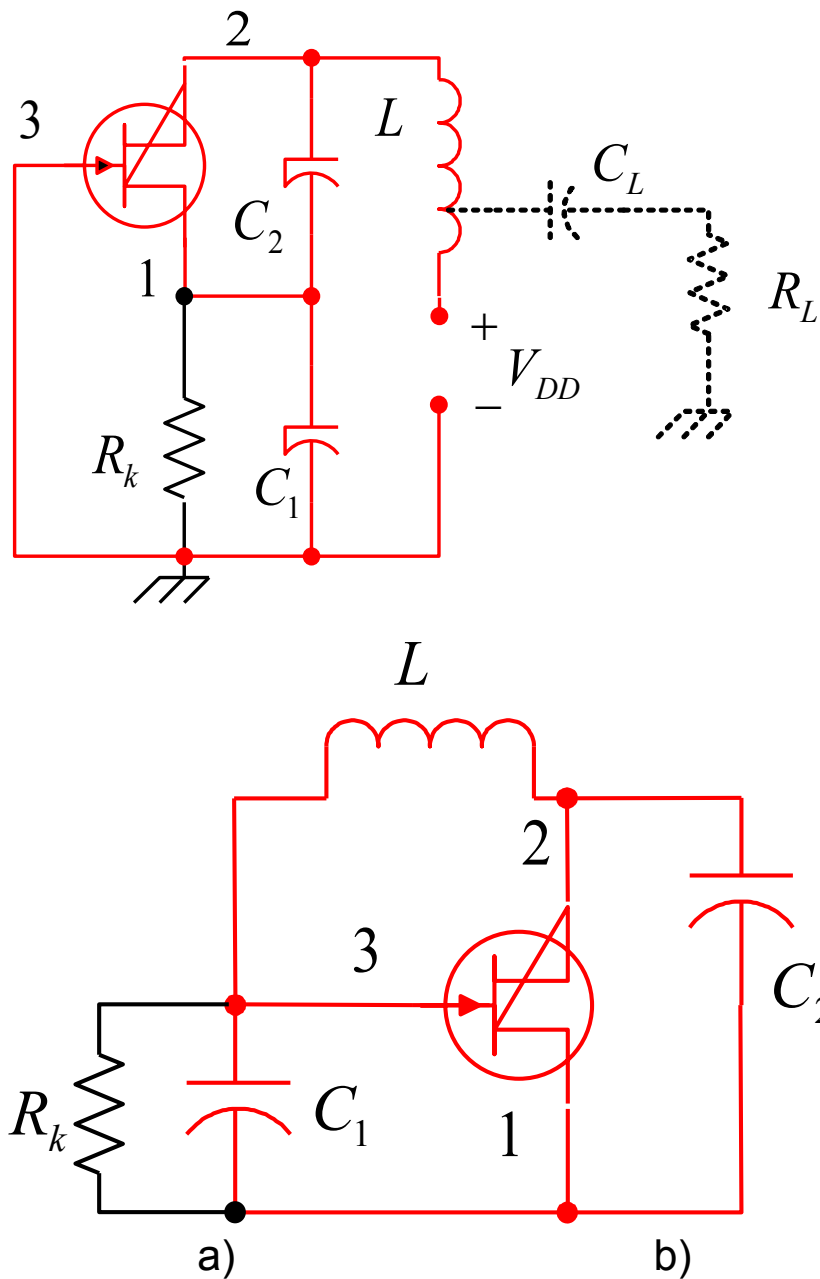


Figura 11

Rispetto al circuito dinamico di figura 9 sono stati aggiunti:

- R_k , resistenza di polarizzazione del source,
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{DD} .

Oscillatori: polarizzazione

Il circuito dinamico (figura 11 b) terrà conto della resistenza R_k connessa fra i punti 3 (gate) e 1 (source). L'effetto della R_k può essere ridotto o annullato inserendo in serie una impedenza di blocco a radio frequenza RFC (figure 12 a e 12 b)

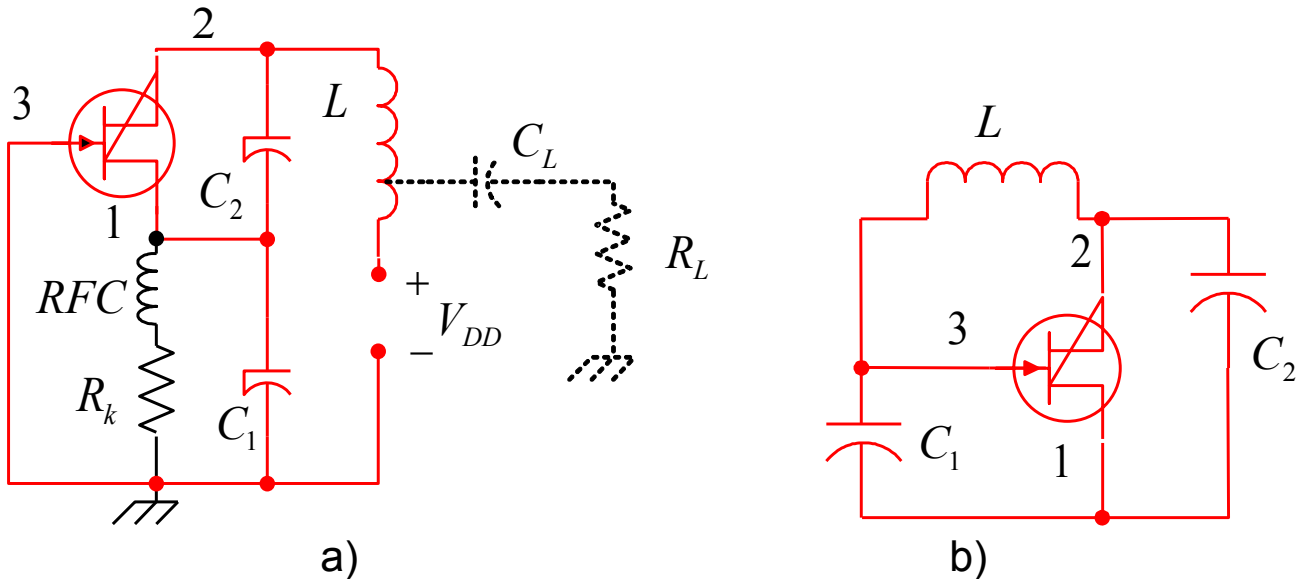


Figura 12

Il segnale fornito dall'oscillatore può essere prelevato tramite una presa sulla induttanza L ed applicato al carico R_L tramite un condensatore di blocco della corrente continua C_L .

Oscillatori: polarizzazione

Drain comune

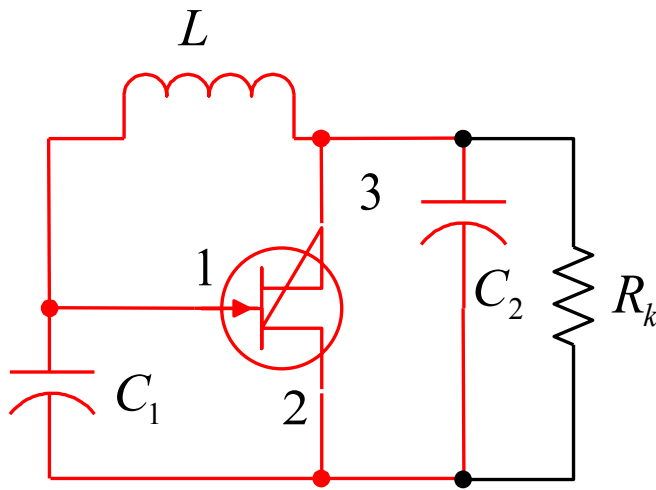


Figura 13

Rispetto al circuito dinamico di figura 9 sono stati aggiunti:

- R_k , resistenza di polarizzazione del source,
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{DD} .

Il circuito dinamico (figura 13 b) terrà conto della resistenza R_k connessa fra i punti 3 (drain) e 2 (source). L'effetto della R_k può essere ridotto o annullato inserendo in serie una impedenza di blocco a radio frequenza R_{FC} (figure 14 a e 14 b)

Oscillatori: polarizzazione

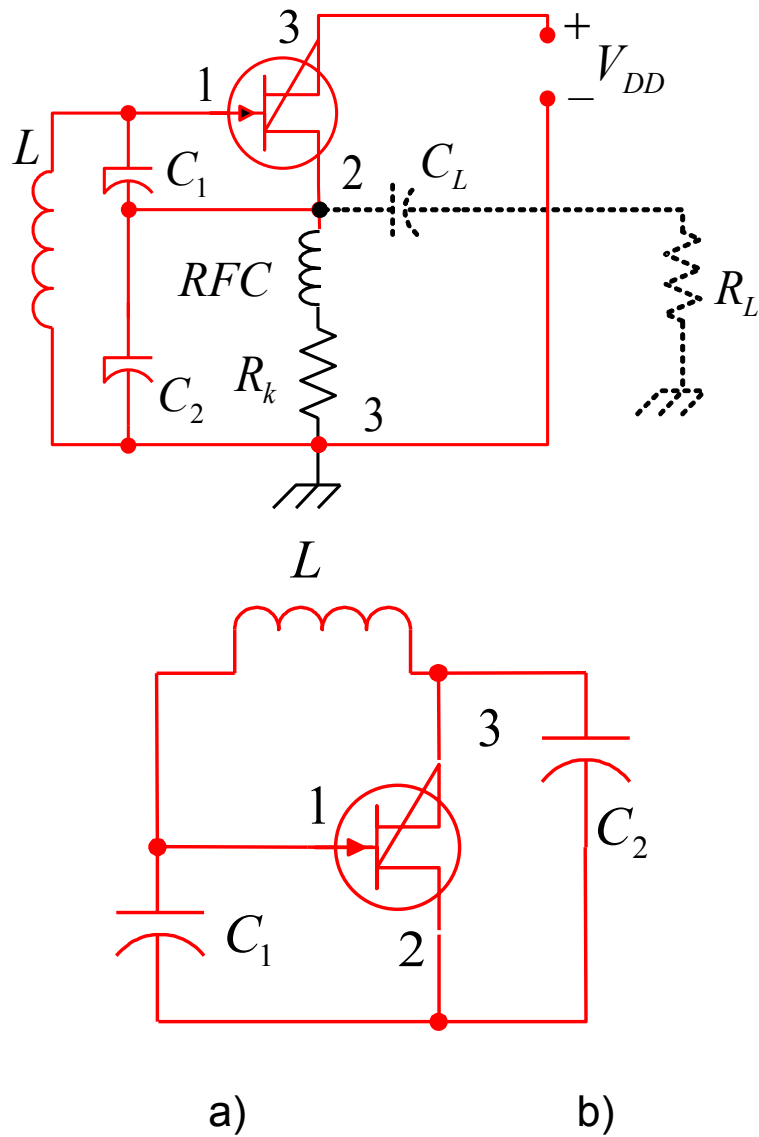


Figura 14

Il segnale fornito dall'oscillatore può essere prelevato dal source.

Polarizzazione degli oscillatori Hartley

Hartley con BJT

Per studiare la polarizzazione dell'oscillatore Hartley si parte, come si è fatto per l'oscillatore Colpitts, dal circuito dinamico (figura 15)

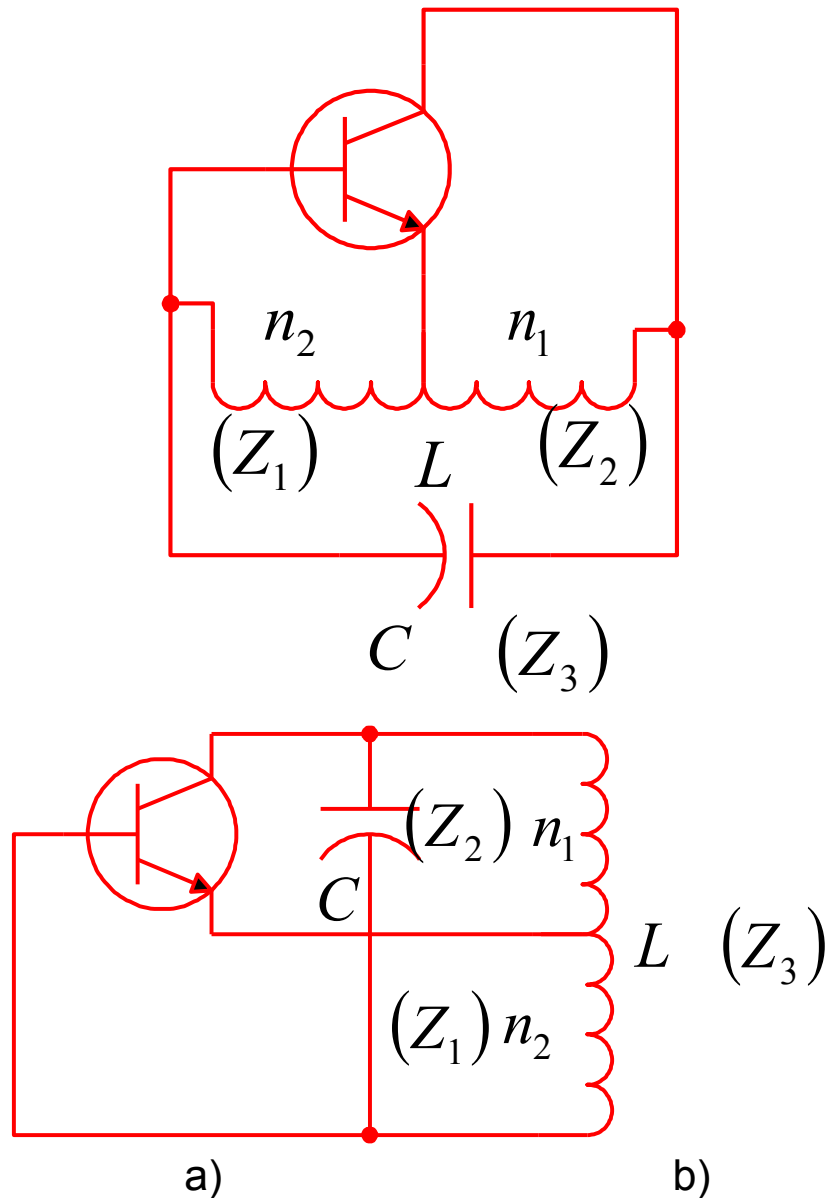


Figura 15

Oscillatori: polarizzazione

Emettitore comune

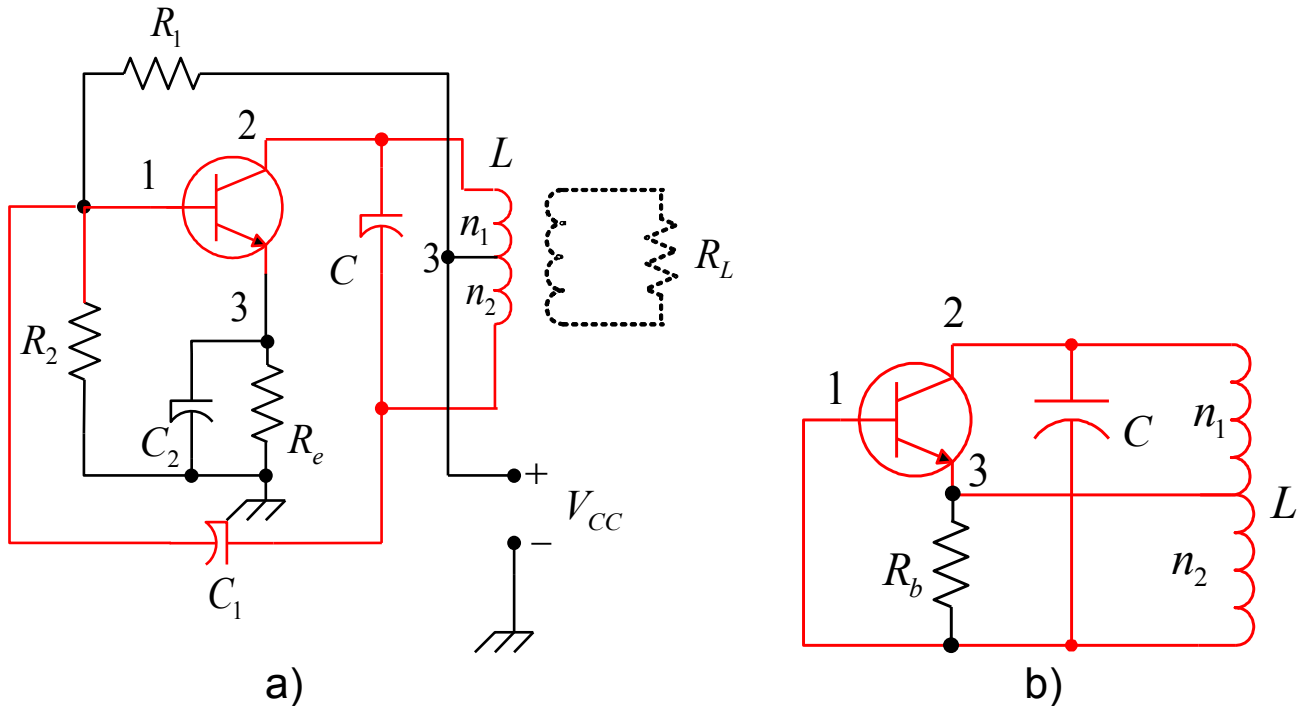


Figura 16

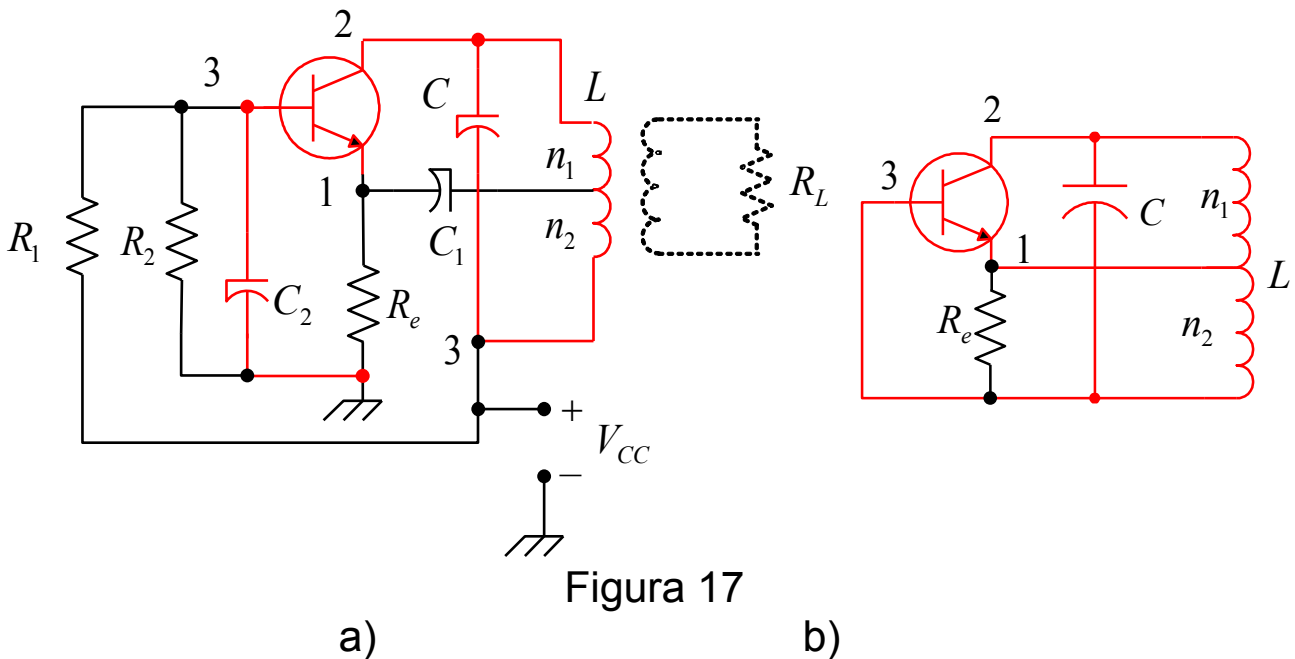
I componenti aggiunti al circuito dinamico di figura 15 sono (figura 16 a):

- R_1 ed R_2 che costituiscono il partitore di polarizzazione della base,
- R_e , resistenza di polarizzazione di emettitore,
- C_1 , condensatore di blocco della corrente continua, evita che la V_{CC} venga applicata direttamente alla base, la sua reattanza deve essere trascurabile nei confronti della impedenza di base,
- C_2 , condensatore di fuga, serve ad annullare, alla frequenza di oscillazione, la resistenza R_e , in pratica il gruppo $R_e // C_2$ è un corto circuito per le corrente alternate alla frequenza di lavoro.
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{CC} .

Il circuito dinamico è riportato in figura 16 b) e si differisce da quello di partenza (figura 15) per la presenza fra i punti 1 e 3 della resistenza $R_b = R_1 // R_2$.

Oscillatori: polarizzazione

Base comune



Rispetto al circuito dinamico di figura 15 sono stati aggiunti i componenti per la polarizzazione (figura 17 a):

- R_1 ed R_2 che costituiscono il partitore di polarizzazione della base,
- R_e , resistenza di polarizzazione di emettitore,
- C_1 , condensatore di blocco della corrente continua, evita che la V_{CC} venga applicata direttamente all' emettitore, la sua reattanza deve essere trascurabile nei confronti della impedenza di emettitore (in pratica R_e),
- C_2 , condensatore di fuga, serve ad annullare, alla frequenza di oscillazione, la resistenza $R_b = R_1 // R_2$, in pratica il gruppo $R_b // C_2$ è un corto circuito per le corrente alternate alla frequenza di lavoro.
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{CC} .

Il circuito dinamico è riportato in figura 17 b) e si differisce da quello di partenza (figura\15) per la presenza fra i punti 1 (emettitore) e 3 (base) della resistenza R_e .

Oscillatori: polarizzazione

Collettore comune

Il punto 3, punto freddo o punto comune, è il collettore

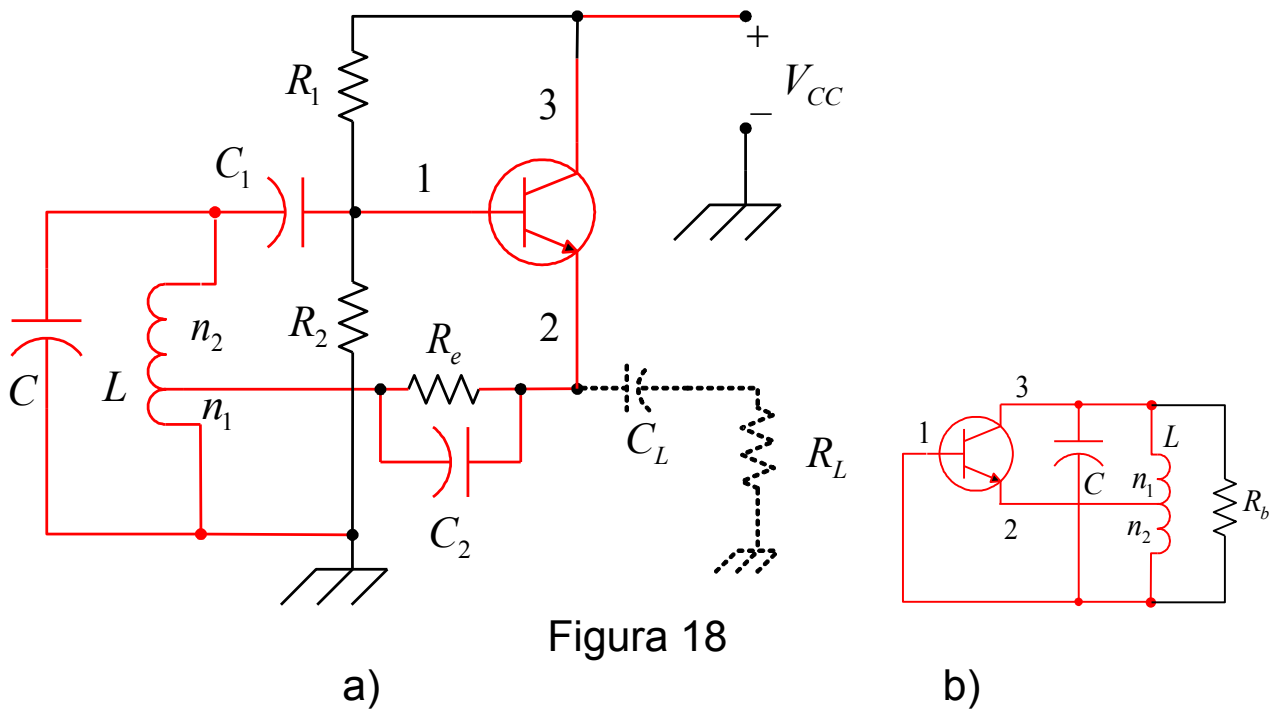


Figura 18

Rispetto al circuito dinamico di figura 15 sono stati aggiunti i componenti per la polarizzazione (figura 18 a):

- R_1 ed R_2 che costituiscono il partitore di polarizzazione della base,
- R_e , resistenza di polarizzazione di emettitore,
- C_1 , condensatore di blocco della corrente continua, evita che la tensione di polarizzazione della base sia cortocircuitata verso massa dalla induttanza L , la sua reattanza deve essere trascurabile nei confronti della impedenza di base,
- C_2 , condensatore di fuga, serve ad annullare, alla frequenza di oscillazione, la resistenza R_e , in pratica il gruppo $R_e // C_2$ è un corto circuito per le correnti alternate alla frequenza di lavoro.
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{CC} .

Il circuito dinamico è riportato in figura 18 b) e si differisce da quello di partenza (figura 15) per la presenza fra i punti 1 (base) e 3 (collettore) della resistenza $R_b = R_1 // R_2$.

Oscillatori: polarizzazione

Hartley con JFET

Per studiare la polarizzazione dell'oscillatore Hartley con JFET si parte, come si è fatto nei casi precedenti, dal circuito dinamico (figura 19)

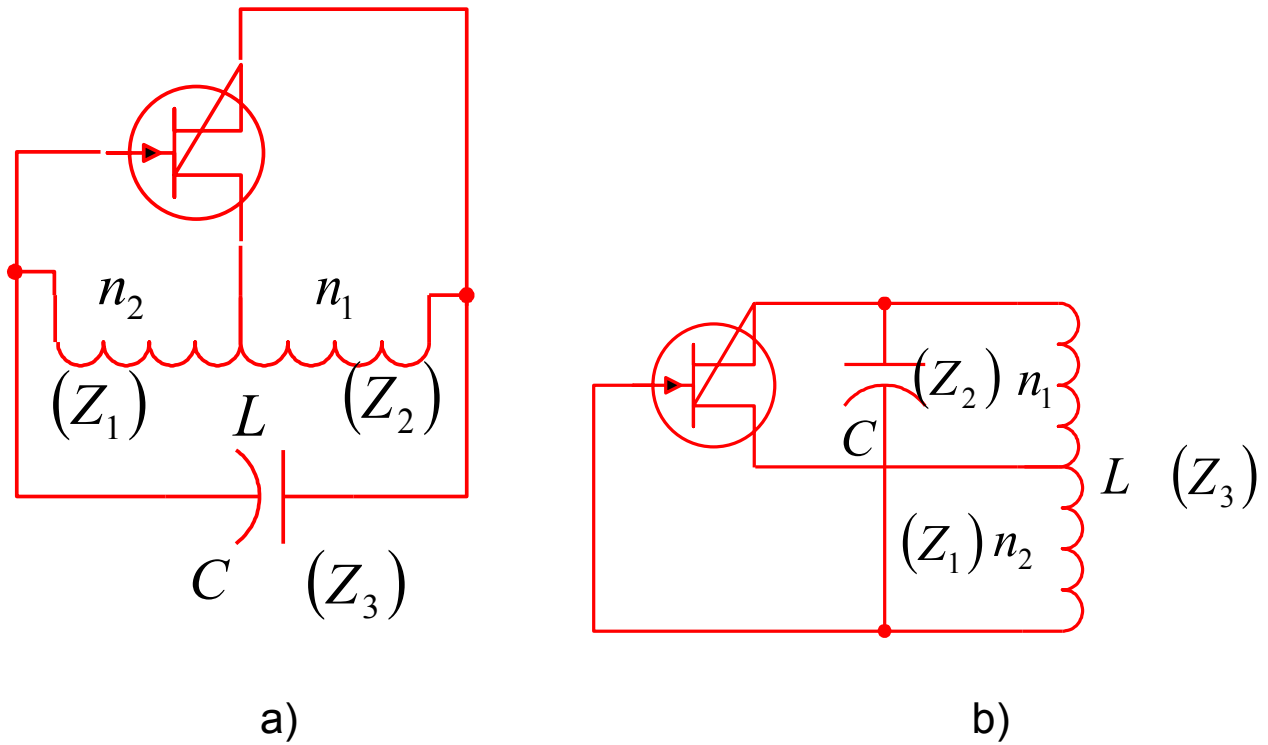


Figura 19

Oscillatori: polarizzazione

Source comune

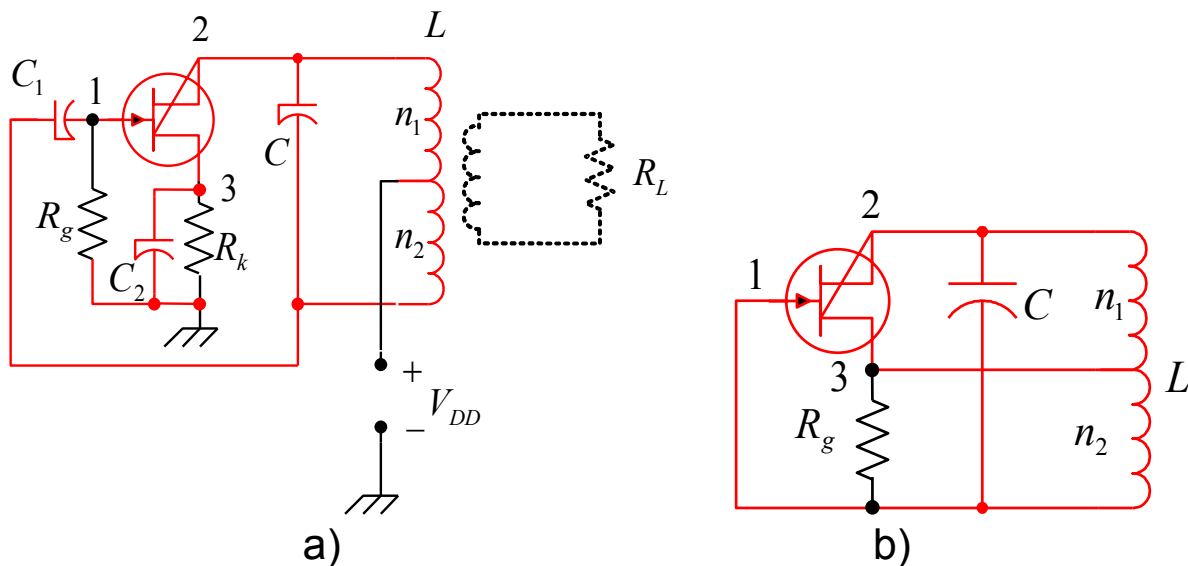


Figura 20

I componenti aggiunti, rispetto al circuito dinamico di figura 19, sono (figura 20 a):

- R_g , resistenza di polarizzazione del gate
- R_k , resistenza di polarizzazione del source,
- C_1 , condensatore di blocco della corrente continua, evita che la tensione di alimentazione venga applicata al gate, la sua reattanza deve essere trascurabile nei confronti della impedenza del circuito del gate (in pratica R_g),
- C_2 , condensatore di fuga, serve ad annullare, alla frequenza di oscillazione, la resistenza R_k , in pratica il gruppo $R_k // C_2$ è un corto circuito per le corrente alternate alla frequenza di lavoro.
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{DD} .

Il circuito dinamico è riportato in figura 20 b) e si differisce da quello di partenza (figura 19) per la presenza fra i punti 1 (gate) e 3 (source) della resistenza R_g .

Oscillatori: polarizzazione

Gate comune

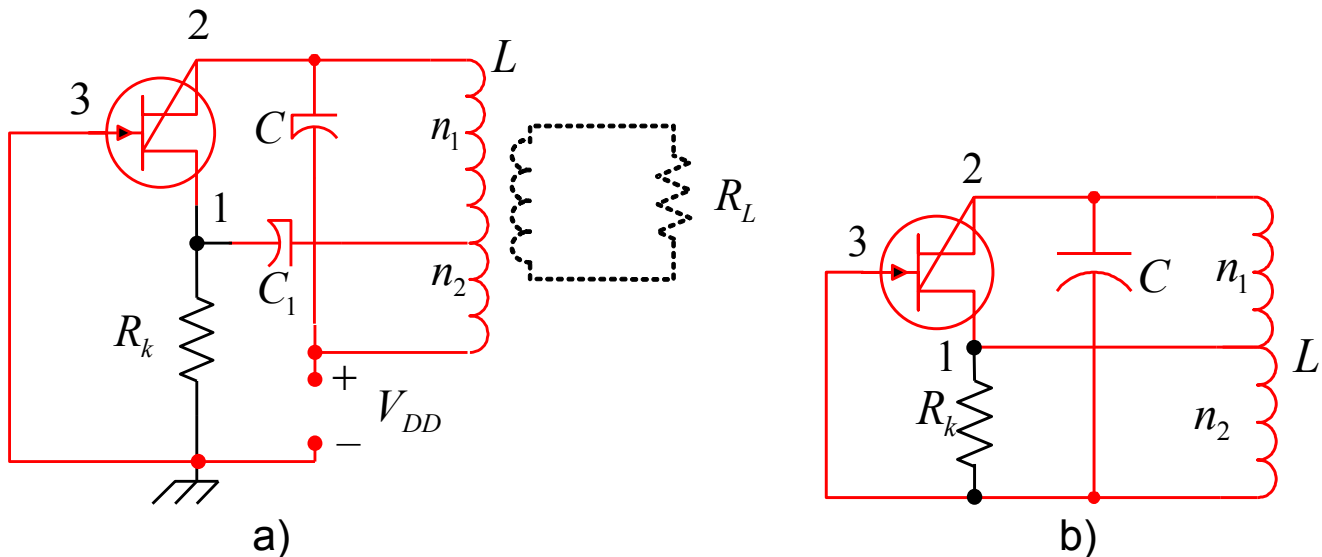


Figura 21

I componenti aggiunti, rispetto al circuito dinamico di figura 19, sono (figura 21 a):

- R_k , resistenza di polarizzazione del source,
- C_1 , condensatore di blocco della corrente continua, evita che la tensione di alimentazione venga applicata al source, la sua reattanza deve essere trascurabile nei confronti della impedenza del circuito del gate (in pratica R_k),
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{DD} .

Il circuito dinamico è riportato in figura 20 b) e si differisce da quello di partenza (figura 19) per la presenza fra i punti 3 (gate) e 1 (source) della resistenza R_k .

L'effetto della resistenza R_k può essere annullato inserendo in serie, fra R_k ed il nodo del punto 1, una impedenza di blocco a RF, come nel caso dell'oscillatore Colpitts di figura 8.

Oscillatori: polarizzazione

Drain comune

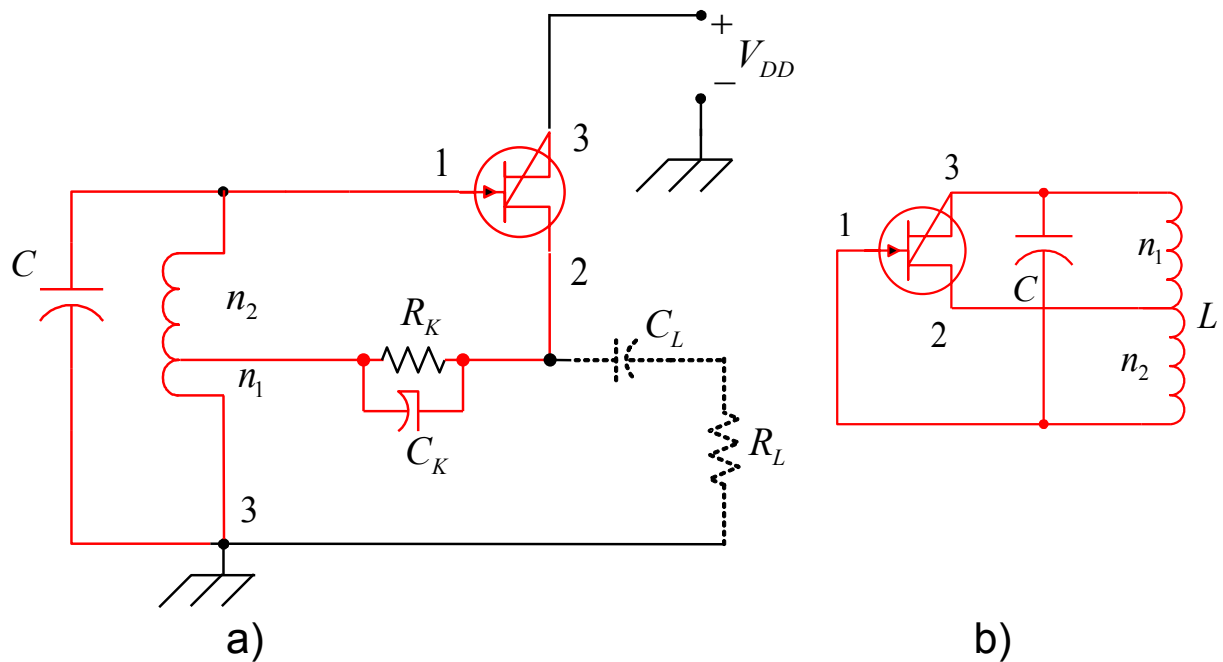


Figura 22

I componenti aggiunti, rispetto al circuito dinamico di figura 19, sono (figura 22 a):

- R_k , resistenza di polarizzazione del source,
- C_k , condensatore di fuga, serve ad annullare, alla frequenza di oscillazione, la resistenza R_k , in pratica il gruppo $R_k // C_k$ è un corto circuito per le correnti alternate alla frequenza di lavoro.
- Il circuito di alimentazione rappresentato dalla sorgente in corrente continua V_{DD} .

Il circuito dinamico è riportato in figura 20 b) non differisce da quello di partenza della figura 19.

Oscillatori: polarizzazione

Conclusioni

Le note contenute in questo documentano mostrano solamente alcuni dei tanti possibili circuiti di polarizzazione.

Sono stati anche illustrati alcuni modi di prelevare il segnale fornito dall'oscillatore.

I circuiti dinamici disegnati tengono conto solamente dei componenti relativi al circuito di polarizzazione e non tengono conto del carico e dei parametri del transistor; questi ultimi dovranno essere presi o meno in considerazione a seconda del tipo di oscillatore che si va a progettare, della frequenza di lavoro, del carico e del tipo di transistor.

La sorgente di alimentazione va sempre considerata come un punto freddo.