

Misura della caratteristica I-V di un transistor BJT

Matteo Bonazzi, Massimo D'Alessandro Schmidt

9 dicembre 2022

Sommario

Misura della caratteristica I-V di un transistor BJT in configurazione a emettitore comune, in due valori della corrente di base.

Dal fit lineare dei dati nella regione attiva, si ottengono i valori $V_{Ea,100\mu A} = (15.9 \pm 0.9)V$ $g_{100\mu A} = (1.09 \pm 0.06)m\Omega^{-1}$ per la configurazione con $I_b = 100\mu A$, $V_{Ea,200\mu A} = (13 \pm 1)V$ $g_{200\mu A} = (2.20 \pm 0.14)m\Omega^{-1}$ per la configurazione con $I_b = 200\mu A$.

Si stima il guadagno del circuito $\beta = (137 \pm 4.3)$.

1 Introduzione

Per la misura è stato utilizzato un transistor BJT di tipo pnp, cioè un transistor avente emettitore e collettore fatte di semiconduttore drogato p, e base di semiconduttore drogato n; il transistor è in configurazione a base comune, con base e collettore collegati a due potenziometri e l'emettitore collegato a terra.

Il circuito è realizzato con due potenziometri regolabili, uno regolante la corrente di base I_b con una resistenza di $100k\Omega$, e uno regolante la corrente di collettore I_c , con resistenza pari a $1k\Omega$;

2 Materiali e strumenti

Sono stati utilizzati:

- Potenzioemtro da $1k\Omega$
- Potenzioemtro da $100k\Omega$
- Multimetro (Metex M-3650D)
- Oscilloscopio (IsoTech ISR622)
- Alimentatore a bassa tensione
- Transistor pnp 2N3906(BU) al Silicio, in configurazione a emettitore comune

3 Analisi dati

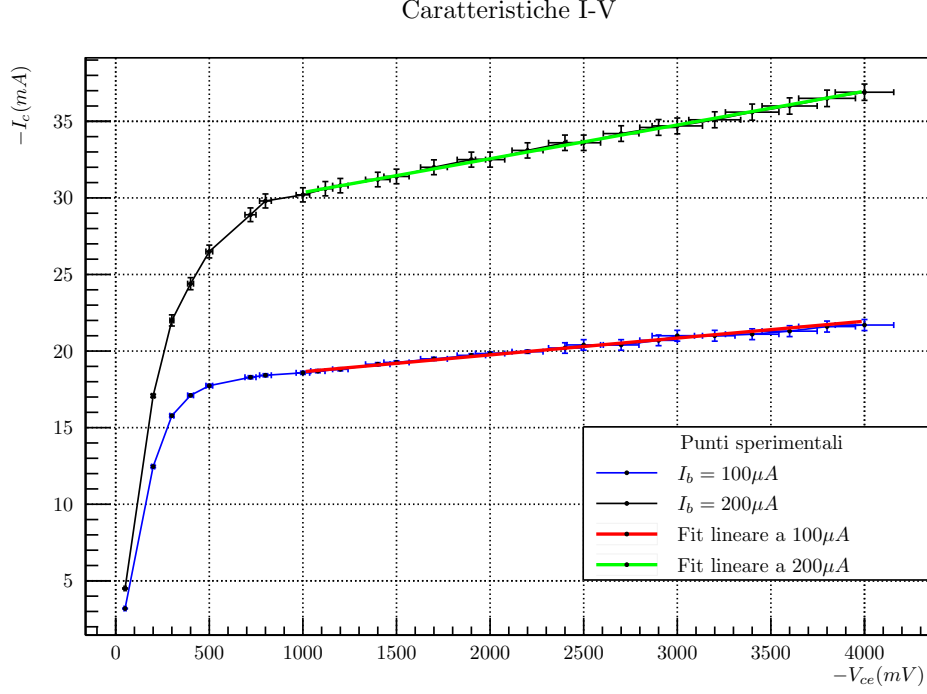


Figura 1: Grafico delle caratterste I-V del transistor, nelle due configurazioni delle correnti di base I_b

Per V_{ce} nel range $1 - 4V$, cioè nella regione attiva del transistor, si opera un fit lineare del tipo:

$$V_{ce} = a + bI_c \quad (1)$$

Dove a rappresenta la tensione di Early V_{Ea} , e b rappresenta la resistenza del circuito; dal fit si ottengono i seguenti valori:

$$\begin{aligned} V_{Ea,100\mu A} &= (15.9 \pm 0.9)V \\ R_{100\mu A} &= (903 \pm 50)\Omega \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} V_{Ea,200\mu A} &= (13 \pm 1)V \\ R_{200\mu A} &= (458 \pm 31)\Omega \end{aligned}$$

Dalle stime fornite dal fit è possibile ricavare i valori delle conduttanze, che risultano essere:

$$\begin{aligned} g_{100\mu A} &= (1.09 \pm 0.06)m\Omega^{-1} \\ g_{200\mu A} &= (2.20 \pm 0.14)m\Omega^{-1} \end{aligned} \quad (3)$$

Per un valore di tensione fissato, è possibile calcolare il guadagno del circuito, dividendo la corrente di collettore per la corrente di base: il guadagno calcolato a $V_{ce} = 3V$ è pari a

$$\beta = (137 \pm 4.3) \quad (4)$$

4 Conclusioni

Il guadagno stimato per il circuito è pari a $\beta = (137 \pm 1.3)$, mentre le tensioni di Early e i valori della conduttanza sono $V_{Ea,100\mu A} = (15.9 \pm 0.9)V$, $V_{Ea,200\mu A} = (13 \pm 1)V$ e $g_{100\mu A} = (1.09 \pm 0.06)m\Omega^{-1}$, $g_{200\mu A} = (2.20 \pm 0.14)m\Omega^{-1}$.

5 Appendice

5.1 Dati sperimentali

Nella configurazione con $I_b = -200\mu A$, si misurano i seguenti valori per V_{ce} e I_c :

V_{ce} (mV)	Errore V (mV)	Risoluzione (mV)	Fondo scala (mV/div)	I_c (mA)	errore I_c (mA)	Risoluzione (mA)	Fondo scala (mA)
4000	160	200	1000	36.9	0.54	0.1	200
3800	150	200	1000	36.5	0.54	0.1	200
3600	150	200	1000	36	0.53	0.1	200
3400	143	200	1000	35.6	0.53	0.1	200
3200	139	200	1000	35.1	0.52	0.1	200
3000	135	200	1000	34.7	0.52	0.1	200
2900	100	200	500	34.6	0.52	0.1	200
2700	95	200	500	34.2	0.51	0.1	200
2500	90	100	500	33.6	0.50	0.1	200
2400	88	100	500	33.6	0.50	0.1	200
2200	83	100	500	33.1	0.50	0.1	200
2000	78	100	500	32.5	0.49	0.1	200
1900	76	100	500	32.5	0.49	0.1	200
1700	71	100	500	32	0.48	0.1	200
1500	67	100	500	31.4	0.48	0.1	200
1400	65	100	500	31.2	0.47	0.1	200
1200	41	40	200	30.8	0.47	0.1	200
1120	39	40	200	30.6	0.47	0.1	200
1000	36	40	200	30.2	0.46	0.1	200
800	31	40	200	29.8	0.46	0.1	200
720	29	40	200	28.9	0.45	0.1	200
500	18	20	100	26.5	0.42	0.1	200
400	16	20	100	24.4	0.39	0.1	200
300	10	10	50	22	0.36	0.1	200
200	7.8	10	50	17.08	0.095	0.01	20
50	5.2	10	50	4.5	0.033	0.01	20

Tabella 1: Valori di V_{ce} e I_c , per $I_b = 200\mu A$

Nella configurazione con $I_b = -100\mu A$, si misurano i seguenti valori per V_{ce} e I_c :

V_{ce} (mV)	Errore V (mV)	Risoluzione (mV)	Fondo scala (mV/div)	I_c (mA)	errore I_c (mA)	Risoluzione (mA)	Fondo scala (mA)
4000	156	200	1000	21.7	0.36	0.1	200
3800	152	200	1000	21.6	0.39	0.1	200
3600	147	200	1000	21.3	0.36	0.1	200
3400	143	200	1000	21.1	0.35	0.1	200
3200	108	200	1000	21	0.35	0.1	200
3000	135	200	1000	21	0.35	0.1	200
2900	100	100	500	20.7	0.35	0.1	200
2700	95	100	500	20.4	0.34	0.1	200
2500	90	100	500	20.4	0.34	0.1	200
2400	87	100	500	20.2	0.34	0.1	200
2200	83	100	500	19.96	0.11	0.01	20
2000	78	100	500	19.84	0.11	0.01	20
1900	76	100	500	19.72	0.11	0.01	20
1700	71	100	500	19.49	0.11	0.01	20

1500	67	100	500
1400	65	100	500
1200	41	50	200
1080	38	50	200
1000	36	50	200
800	31	50	200
720	29	50	200
500	18	20	100
400	15	20	100
300	10	10	50
200	8	10	50
50	5	10	50

19.26	0.11	0.01	20
19.14	0.11	0.01	20
18.81	0.10	0.01	20
18.69	0.10	0.01	20
18.58	0.10	0.01	20
18.42	0.10	0.01	20
18.29	0.10	0.01	20
17.74	0.099	0.01	20
17.11	0.096	0.01	20
15.78	0.089	0.01	20
12.46	0.072	0.01	20
3.19	0.026	0.01	20

Tabella 2: Valori di V_{ce} e I_C , per $I_b = 100\mu A$