

# Es03B: Amplificatore a transistor

Gruppo 1G.BT  
Francesco Sacco, Lorenzo Cavuoti

October 29, 2018

## 1 Verifica del punto di lavoro

Usando il multimetro digitale abbiamo misurato i valori delle resistenze e condensatori staccati dal circuito

- $R_1 = (178.5 \pm 1.4)k\Omega$
- $R_2 = (17.65 \pm 0.14)k\Omega$
- $R_C = (9.82 \pm 0.08)k\Omega$
- $R_E = (1.014 \pm 0.008)k\Omega$
- $C_{in} = (221 \pm 9)nF$
- $C_{out} = (111 \pm 4)nF$

1. Accendendo soltanto il generatore di ddp continua  $V_{CC} = (19.97 \pm 0.10)$  abbiamo calcolato e misurato il punto di lavoro del transistor che risulta:

- $V_{CE,att}^Q = (7.3 \pm 0.4)V$   $I_{C,att}^Q = (1.17 \pm 0.03)mA$
- $V_{CE,mis}^Q = (9.00 \pm 0.05)V$   $I_{C,mis}^Q = (1.01 \pm 0.01)mA$

I due risultati non sono compatibili, tuttavia, come si vedrà anche in seguito, il circuito funziona correttamente, la discrepanza quindi si potrebbe attribuire a un errore nella presa dati o nei calcoli

2. Usando il multimetro digitale abbiamo misurato le tensioni ai terminali del transistor che risultano:

- $V_{B,mis} = 1.647 \pm 0.008$   $V_{E,mis} = 1.034 \pm 0.005$   $V_{BE,mis} = 0.614 \pm 0.003$   $V_{C,mis} = 10.01 \pm 0.05$
- $V_{B,att} \approx 1.7$   $V_{E,att} \approx 1.1$   $V_{BE,att} = 0.6$   $V_{C,att} \approx 10$

Purtroppo è stato impossibile dare una stima accurata degli errori a causa dell'incognita su alcuni parametri del transistor

3. Sfruttando l'effetto transistor con  $h_{fe} \approx 100$  abbiamo  $I_B = I_C/h_{fe} \approx 10.1\mu A$  dove  $I_C$  è stata calcolata vedendo la ddp ai capi di  $R_C$ , inoltre sappiamo che  $I_B = I_1 - I_2 = (9 \pm 2)\mu A$  con  $I_1, I_2$  calcolate prendendo la ddp su  $R_1, R_2$  rispettivamente. L'errore risulta grande il quanto differenza di due misure simili, infatti  $I_1 = 102.2 \pm 1.4\mu A$   $I_2 = 93.1 \pm 1.3\mu A$ . Le due misure risultano compatibili, l'errore su

## 2 Risposta a segnali sinusoidali a frequenza fissa

In questo punto colleghiamo il generatore di funzioni al circuito con  $f = 6.24kHz$  e tutti i voltaggi sono misurati picco-picco

1. Vedendo  $V_{in}$  e  $V_{out}$  accoppiando l'oscilloscopio in AC notiamo che i due segnali sono in controfase con uno circa 10 volte l'altro (figura 1)
2. Il guadagno atteso per piccoli segnali risulta  $A_{V,att} = 9.68 \pm 0.14$ , per un onda sinusoidale con  $V_{in} = (0.22 \pm 0.01)V$  si ha  $V_{out} = (2.06 \pm 0.09)V$ ,  $A_V = 9.3 \pm 0.6$ . Per verificare la linearità del sistema abbiamo preso un onda triangolare a diverse ampiezze. Con  $V_{in} = (0.22 \pm 0.01)V$  si ha  $V_{out} = (1.98 \pm 0.09)V$   $A_V = 9.1 \pm 0.6$  e, con  $V_{in} = 1.51 \pm 0.06V$  triangolare si ha  $V_{out} = 13.7 \pm 0.6V$   $A_V = 9.1 \pm 0.6$  i guadagni attesi risultano compatibili con quelli misurati.  
Inoltre la forma d'onda è rimasta pressoché inalterata, quindi tutte le armoniche dello spettro della triangolare hanno trasformato allo stesso modo, questo dimostra la linearità del circuito tra 1kHz e 10kHz.

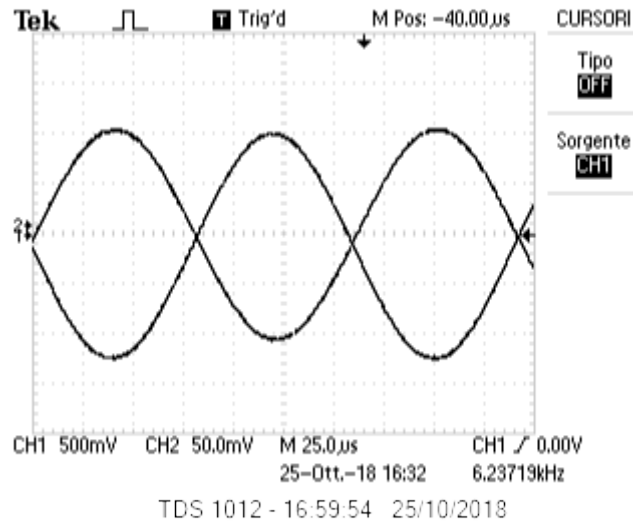


Figure 1: Inversione di fase tra ingresso e uscita, si notino le diverse scale su CH1 e CH2

Figure 2: Grafico di bode del circuito

3. Il circuito risulta lineare per  $V_{in}$  minore di circa  $1.5V$  quindi  $V_{out} \approx 18V$  oltre questa ddp si ha il clipping, inizialmente questo spiana l'onda ma alzando ancora di più il voltaggio l'onda si inarca all'interno.

### 3 Risposta in frequenza

1. Analizzando il circuito possiamo notare che  $C_{in}$  e  $R_2$  compongono un filtro passa alto con  $f_T = 1/(2\pi R_2 C_{in}) = 41 \pm 2$  inoltre il transistor ha una piccola capacità e resistenza interna che si nota solo per frequenze elevate agendo da passa basso

$f[Hz]$	$V_{in}[V]$	$\sigma V_{in}[V]$	$V_{out}[V]$	$\sigma V_{out}[V]$	$A_V$	$\sigma A_V$
13.7	1.00	0.04	2.72	0.12	2.72	0.17
16.3	1.00	0.04	3.02	0.13	3.02	0.19
47.0	1.00	0.04	6.3	0.3	6.3	0.4
68.1	1.00	0.04	7.4	0.3	7.4	0.5
98.4	1.00	0.04	8.2	0.4	8.2	0.5
118	1.00	0.04	8.6	0.4	8.6	0.6
213	1.00	0.04	9.2	0.4	9.2	0.6
565	1.00	0.04	9.3	0.4	9.3	0.6
1.18 k	1.00	0.04	9.4	0.4	9.4	0.6
2.11 k	1.00	0.04	9.4	0.4	9.4	0.6
11.7 k	1.00	0.04	9.4	0.4	9.4	0.6
20.3 k	1.00	0.04	9.0	0.4	9.0	0.6
71.3 k	1.00	0.04	7.3	0.3	7.3	0.4
209 k	1.00	0.04	3.74	0.16	3.7	0.2
739 k	1.00	0.04	1.14	0.05	1.14	0.07
2.10 M	1.00	0.04	0.40	0.02	0.40	0.03

Table 1: Dati della risposta in frequenza del circuito