

### Elettronica 1 – Ingegneria Biomedica

#### Es. 1

Si consideri l'amplificatore delle differenze disegnato in Fig.1. Si supponga che l'amplificatore operazionale sia ideale ( $A \rightarrow \infty$ ,  $Z_{in} \rightarrow \infty$ ,  $Z_{out} = 0$ , banda passante infinita)

- Si determini la funzione di trasferimento tra le tensioni di ingresso e le tensioni di uscita.
- Si dimensionino le resistenze in modo che  $V_{out}$  dipenda unicamente dalla differenza  $V_2 - V_1$  tra le due tensioni di ingresso. In particolare si vuole che sia  $V_{out} = 10 (V_2 - V_1)$ .
- Volendo realizzare una integrazione approssimata del segnale differenza  $(V_2 - V_1)$  viene introdotta una capacità  $C_3$  in parallelo al resistore di retroazione  $R_3$ . Perché questa modifica non ottiene lo scopo prefissato? Come si sarebbe dovuto correttamente operare?

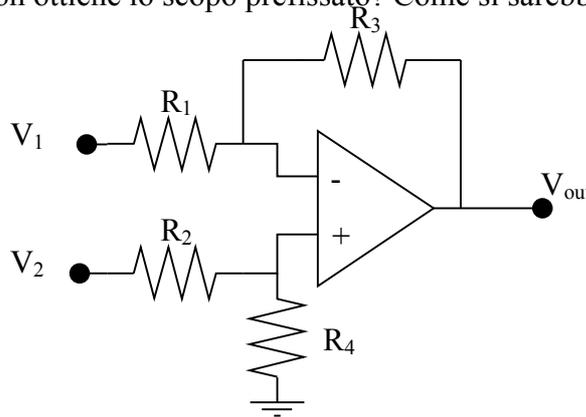


Fig. 1

#### Es. 2

Si consideri il circuito riportato in Figura 3.

- Determinare i valori di  $R_1$  e  $R_2$  affinché  $V_{OUT}$  sia pari a  $-1V$ , in assenza di segnale.
- Determinare di quanto  $G = V_{OUT}/V_{IN}$  si discosta da 1 (supporre  $C \rightarrow \infty$ ).
- Proporre una modifica circuitale che permetta di ottenere un valore di  $G$  il più possibile vicino a 1, utilizzando le stesse tensioni di alimentazione, lo stesso MOSFET polarizzato agli stessi valori di corrente e tensione.

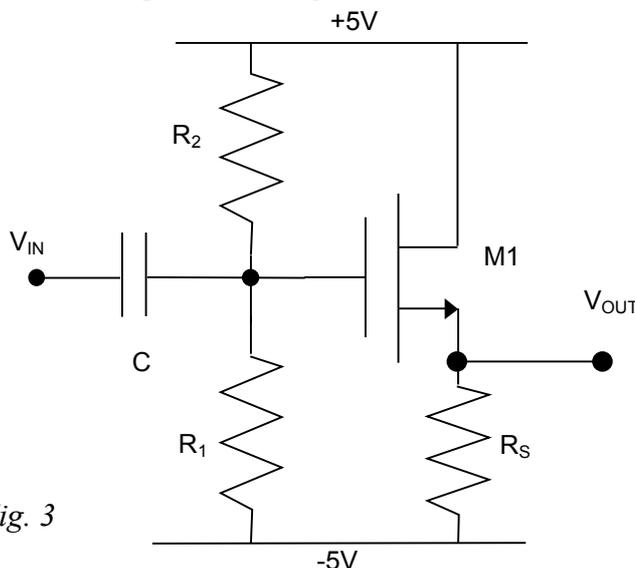


Fig. 3

Dati di M1:

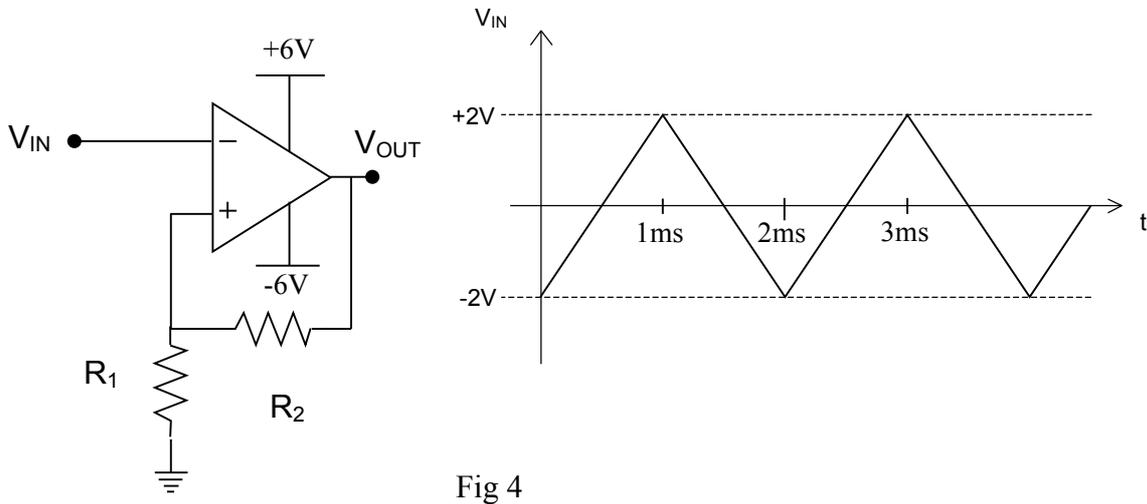
$$V_T = 0.8V$$

$$\frac{1}{2} \mu_n C_{OX} W/L = 5mA/V^2$$

$$R_S = 1k\Omega$$

**Es. 3**

Si consideri il circuito riportato in Figura 4, in cui  $R_1=1k\Omega$ ,  $R_2=5k\Omega$  e l'amplificatore operazionale è alimentato tra  $-6V$  e  $+6V$ . Tracciare in un grafico quotato (su entrambi gli assi) l'andamento di  $V_{OUT}$  supponendo di applicare all'ingresso una tensione  $V_{IN}$  il cui andamento è mostrato in figura 5.



**Es. 4 (Facoltativo)**

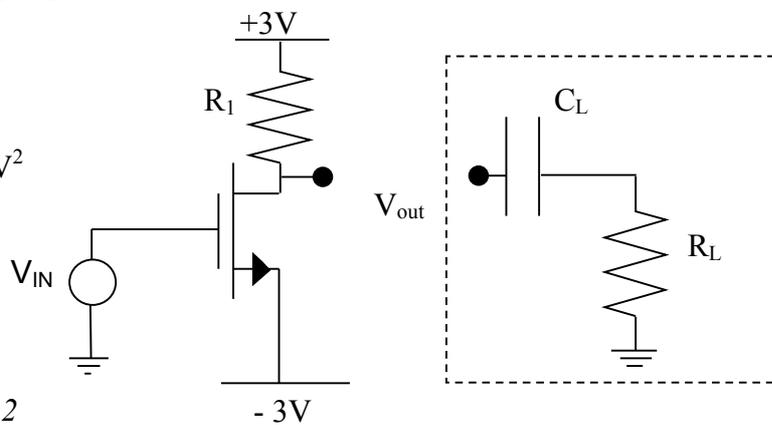
Si consideri lo stadio amplificatore a MOSFET di Figura 2 (non si consideri per il momento il carico costituito dalla capacità  $C_L$  e dalla resistenza  $R_L$ ).

- Si determini il punto di lavoro ( $V_{in}=0$ ) del MOSFET, indicandone le tensioni e le correnti di polarizzazione ( $V_G$ ,  $V_D$ ,  $I_D$ ).
- Si calcoli il guadagno  $V_{out}/V_{in}$  di piccolo segnale.
- Si determini la dinamica massima del segnale in ingresso che consente di evitare la saturazione dell'amplificatore (cioè il raggiungimento dei valori limite di  $V_{out}$ ).
- Si valuti come varia il guadagno di piccolo segnale se si collega a  $V_{out}$  il carico. Se si tollera una riduzione massima di guadagno del 10%, quale è il valore minimo di  $R_L$  accettabile (si supponga che  $C_L \ll \tau$ ).

$R_1=1K\Omega$

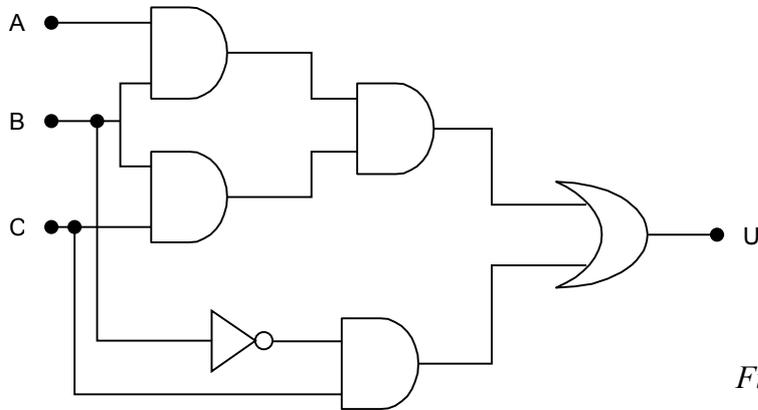
$V_T=1,5V$

$1/2 \mu C_{ox} W/L=1mA/V^2$

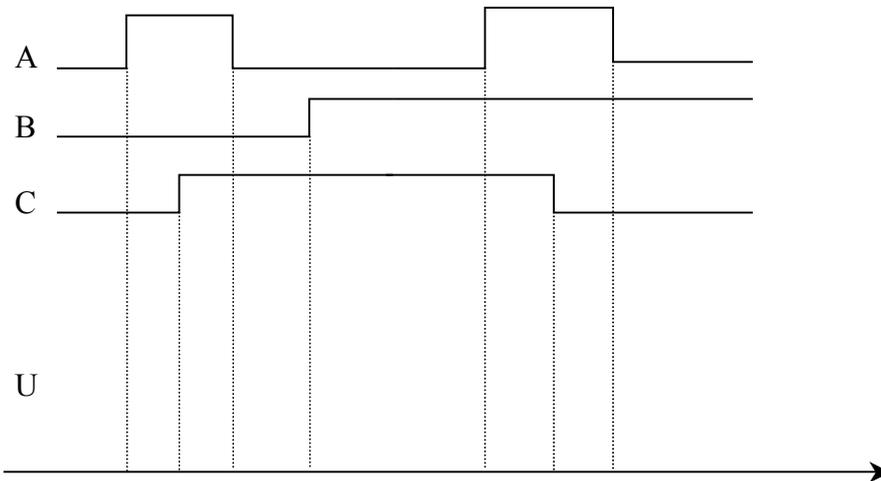


**Es. 5**

Tracciare l'andamento del segnale di uscita U del circuito digitale riportato in figura 6, in risposta ai tre segnali di ingresso A, B e C.



*Fig. 6*



**Avvertenze:**

- 1- Negli esercizi che richiedono calcoli numerici si presentino dapprima in forma simbolica le espressioni utilizzate, solo successivamente si inseriscano gli opportuni valori numerici.
- 2 - Nello svolgimento dei calcoli si riportino tutti i passaggi intermedi rilevanti dal punto di vista concettuale o numerico (non solo i risultati finali).
- 3 - Si giustificino sempre accuratamente le eventuali approssimazioni utilizzate, valutando, ove occorra, se tali approssimazioni portano a risultati sovrastimati o sottostimati.
- 4 - L'ordine nella esposizione e la buona calligrafia sono essenziali.
- 5 - Non è consentito l'uso di appunti, libri, personal computers, sistemi di telecomunicazione.
- 6 - Scrivere a penna e non a matita.