

Fondamenti di Elettronica - Ingegneria Elettronica – a.a. 2016/17

Appello Straordinario – 27 aprile 2017

Indicare chiaramente la domanda a cui si sta rispondendo. Ad esempio 1a)
 Risolvere per primi i punti in grassetto. La durata della prova e' 3 ore. Non sono ammessi libri o appunti o altro materiale, eccetto la calcolatrice.

Esercizio 1

Si consideri il circuito riportato nella Fig. 1a.

- Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione $V_{out}(t)$ quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b (periodico di periodo T), se $T = 3\text{ ms}$. Si giustifichi la risposta.**
- Disegnare in un diagramma temporale, quotandone tutti i punti significativi, l'andamento della tensione $V_{out}(t)$ quando in ingresso e' applicato il segnale di Fig. 1b (periodico di periodo T), se $T = 300\ \mu\text{s}$. Si assuma il circuito a regime e si giustifichi la risposta.

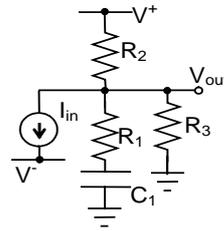


Fig. 1a

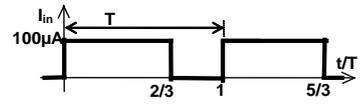


Fig. 1b

$R_1 = 10\ \text{k}\Omega$
 $R_2 = R_3 = 50\ \text{k}\Omega$
 $C_1 = 1\ \text{nF}$
 $V^+ = -V = 2\text{V}$

Esercizio 2

Si consideri il circuito a MOSFET riportato nella Fig. 2, in cui v_{in} e' un generatore di tensione di piccolo segnale.

- Determinare la polarizzazione del circuito (tensioni a tutti i nodi e correnti in tutti i rami).**
- Determinare il trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} ad alta frequenza (C e C_{out} cortocircuitati).**
- Tracciare il diagramma di Bode del modulo del trasferimento di piccolo segnale v_{out}/v_{in} , nelle ipotesi che il solo transistore $M1$ sia caratterizzato da una resistenza di uscita $r_{o,1} = 100\ \text{k}\Omega$.
- Determinare la massima escursione positiva e negativa del nodo V_{out} in presenza di una tensione di ingresso V_{in} in continua, assumendo che il solo transistore $M1$ sia caratterizzato da una resistenza di uscita $r_{o,1} = 100\ \text{k}\Omega$.

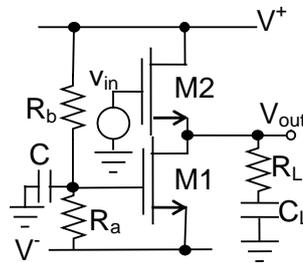


Fig. 2

$V = -3.7\ \text{V}$
 $V^+ = 1.5\ \text{V}$
 $k_n = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} (W/L)_n = 0.5\ \text{mA/V}^2$
 $V_{Tn} = 0.7\ \text{V}$
 $R_a = 1.7\ \text{M}\Omega$
 $R_b = 3.5\ \text{M}\Omega$
 $R_L = 10\ \text{k}\Omega$
 $C = 4.7\ \mu\text{F}$
 $C_L = 22\ \text{nF}$

Esercizio 3

Si consideri la catena di acquisizione mostrata in Fig. 3. Si assuma che l'amplificatore operazionale saturi alle tensioni di alimentazione. L'ADC sia del tipo a gradinata con $n = 10\ \text{bits}$. Il blocco (x1) e' un buffer ideale.

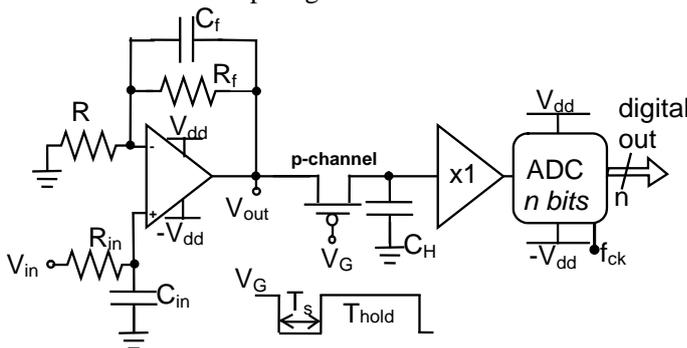


Fig. 3

- Determinare l'espressione completa della funzione di trasferimento V_{out}/V_{in} nelle ipotesi di amplificatore operazionale ideale, calcolando esplicitamente tutti i valori numerici in essa contenuti.**
- Determinare le tensioni di comando necessarie per il gate del transistore del circuito di Sample & Hold che garantiscano una resistenza massima in fase di Sample pari a $25\ \Omega$ ed il completo spegnimento del MOS in fase di Hold con un margine di $3\ \text{V}$. Si assuma un segnale che copra l'intera dinamica dell'amplificatore operazionale.**
- Determinare il valore minimo che deve possedere la capacit' di Hold, C_H , se la resistenza di off che il transistore MOSFET puo' garantire e' pari a $50\ \text{M}\Omega$. Si assuma un errore massimo consentito pari a $\frac{1}{3}\ \text{LSB}$ e segnali che coprano l'intera dinamica dell'ADC.
- Determinare la frequenza del polo ad anello chiuso introdotto dalla limitazione in banda dell'amplificatore operazionale, nelle ipotesi che l'amplificatore operazionale sia caratterizzato da un prodotto guadagno - larghezza di banda $GBWP = 50\ \text{MHz}$.

$V_{dd} = 3.5\ \text{V}$
 $R_{in} = 5\ \text{k}\Omega$
 $R_f = 500\ \text{k}\Omega$
 $R = 1\ \text{k}\Omega$
 $C_f = 3\ \text{pF}$
 $C_{in} = 1\ \text{nF}$
 $f_{ck} = 1\ \text{MHz}$
 $V_{Tp} = -1.2\ \text{V}$
 $k_p = -\frac{1}{2} \mu_p C_{ox} (W/L)_p = -3\ \text{mA/V}^2$