

## Soluzione appello del 7/2/2022

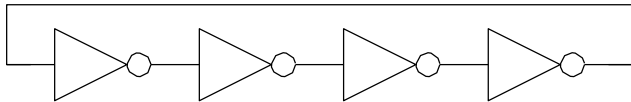
### Domanda 1

Una porta logica con  $V_{ol}=0,4V$  e  $V_{oh}=3,5V$  pilota un'altra porta con  $V_{il}=0,4V$  e  $V_{ih}=2,5V$ . I margini di rumore sono

- (a)  $NML=0V$  e  $NMH=-1V$
- (b)  $NML=1V$  e  $NMH=0V$
- (c)  $NML=0V$  e  $NMH=1V$**
- (d)  $NML=-1V$  e  $NMH=0V$

### Domanda 2

Il circuito nella figura sotto:



- (a) Ha due stati stabili**
- (b) Ha quattro stati stabili
- (c) Oscilla con periodo  $4T$  dove  $T$  è il ritardo dell'inverter
- (d) Oscilla con periodo  $8T$  dove  $T$  è il ritardo dell'inverter

### Domanda 3

In una porta CMOS NAND a tre ingressi in cui i transistori hanno tutti la stessa  $R_{on}$ , il ritardo di propagazione  $t_{HL}$

- (a) E' un terzo di quello  $t_{LH}$
- (b) E' tre volte quello  $t_{LH}$**
- (c) E' nove volte quello  $t_{LH}$
- (d) Coincide con quello  $t_{LH}$

### Domanda 4

Un convertitore A/D di tipo FLASH ad  $N$  bit d'uscita:

- (a) ha tempi di conversione esponenzialmente dipendenti da  $N$
- (b) ha tempi di conversione linearmente decrescenti con  $N$
- (c) ha tempi di conversione linearmente crescenti con  $N$
- (d) ha tempi di conversioni indipendenti da  $N$**

#### Domanda 5

Un accesso in lettura ad una cella DRAM con condensatore di storage a tensione  $0\text{ V}$  e bitline carica a  $V_{dd}/2$  causa:

- (a) La tensione della bitline diminuisce di  $\Delta V < V_{dd}/2$**
- (b) La tensione della bitline passa da  $V_{dd}/2$  a  $0\text{ V}$
- (c) La tensione del condensatore di storage passa da  $0$  a  $V_{dd} - V_t$
- (d) La tensione del condensatore di storage rimane a  $0\text{ V}$

#### Domanda 6

Nei cicli di trasferimento sincroni i ritardi necessari per la corretta ricezione dei dati:

- (a) sono controllati sia dal master che dallo slave.
- (b) sono controllati dallo slave.
- (c) non sono necessari.
- (d) sono controllati dal master.**

#### Domanda 7

Un raddrizzatore a singola semionda alimenta un carico che assorbe  $1\text{ A}$  in continua a partire da una tensione di rete alternata di tensione efficace  $110\text{ V}$  a  $60\text{ Hz}$ . Per avere un ripple di  $1\text{ V}$  picco-picco, occorre un condensatore di capacità

- (a)  $8.3\text{ mF}$
- (b)  $166\text{ mF}$
- (c)  $83\text{ mF}$
- (d)  $16,6\text{ mF}$**

#### Domanda 8

In un regolatore a commutazione di tipo Boost con duty cycle  $0.6$ , il rapporto  $V_{out}/V_{in}$  è

- (a)  $2.5$**
- (b)  $-2.5$
- (c)  $0.6$
- (d)  $1.5$

### Domanda 9

L'errore di non-linearità differenziale:

- (a) Si definisce in ogni punto della caratteristica di un convertitore**
- (b) si può calcolare solo per convertitori analogico-digitali.
- (c) ) è definito dall'ampiezza della fascia di non-linearità attorno alla miglior retta approssimante dei convertitori.
- (d) si può calcolare solo per convertitori digitale-analogici.

### Domanda 10

Un convertitore DA a 6 bit usa una rete di resistenze pesate. Se il valore della resistenza nel ramo MSB è 100 ohm, quella nel ramo LSB è

- (a) 6400 ohm
- (b) 3200 ohm**
- (c) 600 ohm
- (d) 100 ohm

### Domanda 11

I quattro inverter usati nel primo laboratorio (HC04, HCT04, HC14, LS04) alimentati tutti a 5V e con in ingresso un'onda quadra tra 0V e 5V, presentano in uscita

- (a) la stessa tensione sia al livello basso sia al livello alto
- (b) la stessa tensione al livello alto ma una diversa tensione al livello basso
- (c) la stessa tensione al livello basso ma una diversa tensione al livello alto**
- (d) diversa tensione sia al livello basso sia al livello alto

### Domanda 12

Il componente CD4029 usato per realizzare il contatore U/D di un AD ad è

- (a) sincrono a 8 bit
- (b) sincrono a 4 bit**
- (c) asincrono a 4 bit
- (d) asincrono a 8 bit

### Domanda 13

Un inverter LS04 alimentato a 5V ha in ingresso un'onda quadra tra 0V e 5V e pilota una linea con impedenza caratteristica 50 Ω aperta all'estremo remoto. All'estremo remoto ci si aspetta un'onda

- (a) con un unico gradino in entrambe le transizioni
- (b) con gradini multipli nella transizione HL e un unico gradino in quella LH
- (c) con gradini multipli in entrambe le transizioni
- (d) con gradini multipli nella transizione LH e un unico gradino in quella HL**

### Domanda B1

$$G = \Delta V_o / \Delta V_i = 5V / 1V = 5$$

Offset = 2.5V (da -2.5V, per -0.5V, a 0)

$$SNR_q = 6N + 1.76 \text{ dB} = 6 * 12 + 1.76 = 73.76 \text{ dB}$$

$$SNR_a = P_{20} \log((f_s - f_b)/f_b) = 80 \log((f_s - f_b)/f_b) = 73.76 \text{ per ogni canale}$$

$$((f_s - f_b)/f_b) = 10^{(73.76/80)} = 8.36$$

$$f_s = f_b + 8.36 f_b = 936 \text{ KHz}$$

$$f_{\text{stot}} = 4 f_s = 3.74 \text{ MHz per 4 canali}$$

$$SNR_j = -20 \log(\pi f_{\text{max}} t_j) = -20 \log(3.14 \cdot 10^{-4}) = 70 \text{ dB}$$

Se l'intervallo di  $V_i$  si riduce ad 1/4,  $SNR_j$  e  $SNR_a$  non cambiano (sia S sia R si riducono dello stesso 4X)

Solo  $SNR_q$  diventa come se ci fossero solo 10 bit (i 2 MSB sono a 0)  $SNR_q = 6 * 10 + 1.76 \text{ dB} = 61.76 \text{ dB}$

Convertitore a **inseguimento** implica che  $2^N T_{\text{ck}} = T_s \rightarrow F_{\text{ck}} = 2^N F_s = 3.74 \text{ MHz} * 2^{12} = 15.3 \text{ GHz}$

Conversione in basso  $\rightarrow$  Buck  $\rightarrow$  DC = 5V/12V = 0.417

### Domanda B2

$$Z_{\infty \text{max}} = \sqrt{L_{\text{max}} / C_{\text{min}}} = \sqrt{(16700 * 1.2) / (1.67 * .9)} = 115 \Omega$$

$$Z_{\infty \text{min}} = \sqrt{L_{\text{min}} / C_{\text{max}}} = \sqrt{(16700 * .8) / (1.67 * 1.1)} = 85 \Omega$$

$$T_{p\text{max}} = 20 \text{ cm} * \sqrt{16.7 \text{ E-9} * 1.67 \text{ E-12} \text{ s/cm}} * \sqrt{0.8 * 0.9} = 3.34 \text{ ns} * \sqrt{0.72} = 2.83 \text{ ns}$$

$$T_{p\text{min}} = 20 \text{ cm} * \sqrt{16.7 \text{ E-9} * 1.67 \text{ E-12} \text{ s/cm}} * \sqrt{1.2 * 1.1} = 3.34 \text{ ns} * \sqrt{1.32} = 3.83 \text{ ns}$$

$$V_b(0) = V_{\text{dd}} * Z_{\infty \text{min}} / (Z_{\infty \text{min}} + R_o) > V_{\text{ih}} + \text{NoiseMargin per essere in IWS}$$

Quindi

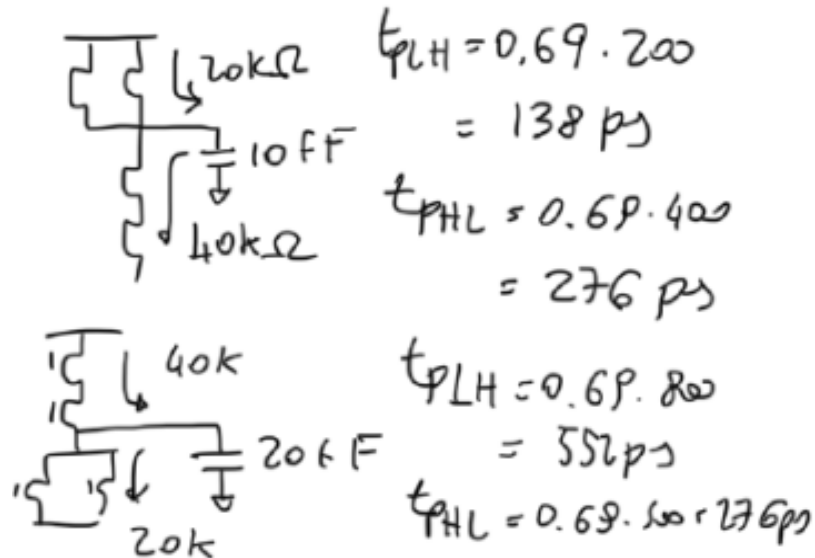
$$R_o < R_{\text{omax}} = (V_{\text{dd}} - V_{\text{ih}} - \text{NoiseMargin}) Z_{\infty \text{min}} / (V_{\text{ih}} + \text{NoiseMargin}) = (3 * 0.95 - 2 - 0.5) * 85 / (2 - 0.5) = 12 \Omega$$

$$\text{Per restare in IWS, } R_{\text{tmin}} > Z_{\infty \text{max}} \rightarrow R_t * 0.95 > 116 \rightarrow R_{\text{tmin}} = 116 / 0.95 = 122 \Omega$$

$$T_k = T_{pmax} - T_{pmin} = 3.83 \text{ ns} - 2.83 \text{ ns} = 1 \text{ ns}$$

$$T_{cyc} = T_{su} + T_h + 2 T_k = 1 \text{ ns} + 0.5 \text{ ns} + 2 \text{ ns} = 3.5 \text{ ns}$$

### Domanda B3



$$T_{ck} = T_{ckq} + T_{phlNAND} + T_{plhNOR} + T_{su} = 0.1 \text{ ns} + 0.276 \text{ ns} + 0.552 \text{ ns} + 0.15 \text{ ns} = 1.08 \text{ ns}$$

$$F_{ck} = 0.92 \text{ GHz}$$

$$T_{ckq} + T_{phlNOR} > T_h \rightarrow 0.1 \text{ ns} + 0.276 \text{ ns} = 0.376 \text{ ns} > T_h$$

### Domanda B4

$$\Delta Q = 50 \text{ fF} \cdot 1 \text{ V} = 50 \text{ fC}$$

$$\Delta T = \Delta Q / I = 50 \text{ E-18} / 2 \text{ E-25} = 25 \text{ E7} \rightarrow 25 \text{ E7} / (60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365) = 8 \text{ anni}$$

$$50 \text{ blocchi} / 10 \text{ minuti} = 5 \text{ blocchi} / \text{minuto}$$

$$10000 \text{ scritture} / \text{blocco} / 5 \text{ scritture} / \text{minuto} \rightarrow 2000 \text{ minuti} / \text{blocco}$$

$$(60 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 8) \text{ minuti} / 819 \text{ minuti} / \text{blocco} = 2100 \text{ blocchi}$$

$$8 \text{ anni} \cdot 4096 \text{ blocchi} / 2100 \text{ blocchi} = 15.6 \text{ anni}$$