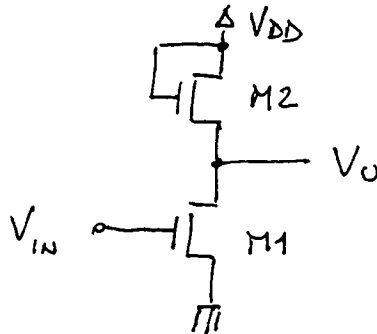


ESERCIZIO N°1

7 punti

Un invertitore è realizzato con dispositivi MOS a canale n come in figura ($V_{Tn1} = V_{Tn2} = 1\text{ V}$, $K_{n1} = 4K_{n2} = 4\text{ mA/V}^2$) ed è alimentato a $V_{DD} = 5\text{ V}$. Determinare nel piano della caratteristica di trasferimento le regioni di funzionamento di entrambi i dispositivi. Determinare quindi V_{IL} e V_{OH} .



ESERCIZIO N°2

6 punti

Sintetizzare una rete combinatoria in forma minima (secondo il numero di letterali) somma di prodotti, avente una uscita e ingressi che rappresentano in base 2 i valori numerici da 0 a 63 e che riconosce, ponendo l'uscita a 1, se il valore binario in ingresso è un numero compreso tra 0 e 31 oppure se è un numero non primo compreso tra 32 e 63.

ESERCIZIO N°3

6 punti

Progettare una rete sequenziale sincronizzata con 1 ingresso e 1 uscita, in grado di riconoscere sequenze di tre valori "palindrome" (cioè che si possono leggere indifferentemente nei due sensi, del tipo XYX). A titolo di esempio:

IN: 00100010101001011100111110000

OUT: XX010101111100110100001110011 (t_{co} dopo il fronte di clock)

ESERCIZIO N°4

6 punti

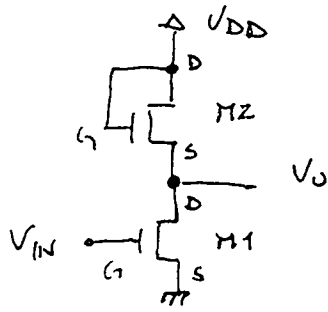
Progettare un contatore modulo 3 con abilitazione usando T-FF e porte logiche elementari.

ESERCIZIO N°5

8 punti

Scrivere un programma per il microcontrollore AT90S8515 che, dopo avere inizializzato correttamente le porte, legga continuamente gli 8 valori logici posti in ingresso alla porta D, interpretandoli come un numero binario senza segno, e ponga l'uscita PB0 a 1 se il valore letto è maggiore di 127. *A Ø altrimenti.*

1



$$V_{GS1} = V_{IN}$$

$$V_{GS2} = V_{DD} - V_O$$

$$V_{GD1} = V_{IN} - V_O$$

$$V_{GD2} = 0$$

$$V_{DS1} = V_O$$

$$V_{DS2} = V_{DD} - V_O$$

Determinazione delle zone

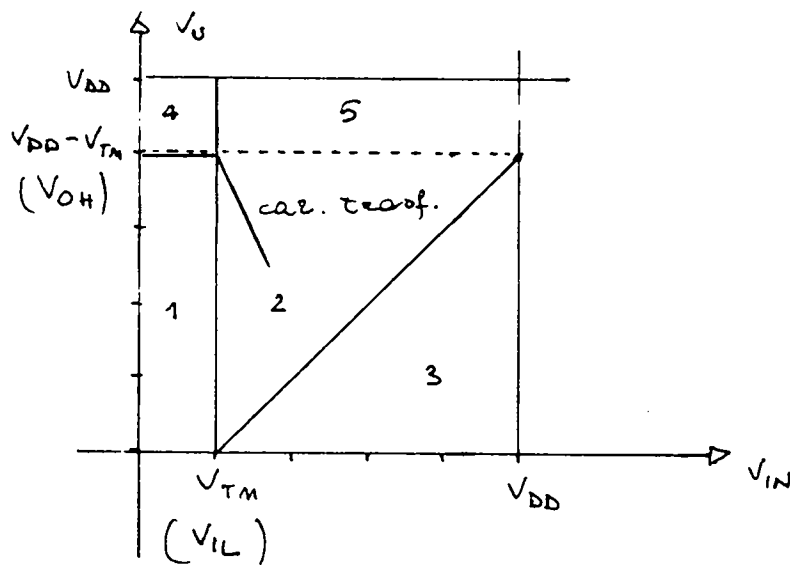
M1 interdizione $V_{IN} < V_{TM}$

saturazione $V_{IN} > V_{Tu}$ e $V_{IN} - V_O < V_{Tu}$

triode $V_{IN} > V_{Tu}$ e $V_{IN} - V_O > V_{Tu}$

M2 interdizione $V_{DD} - V_O < V_{TM}$; $V_O > V_{DD} - V_{TM}$

saturazione $V_O < V_{DD} - V_{Tu}$ (mai triodo)



	M1	M2
1	OFF	SAT
2	SAT	SAT
3	TR	SAT
4	OFF	OFF
5	SAT	OFF

Per verificare che il punto $(V_{IN} = V_{Tu} ; V_O = V_{DD} - V_{TM})$ sia effettivamente (V_{IH}, V_{OH}) occorre verificare che la pendenza della caratteristica di trasferimento in 2 sia inferiore a -1

Della condizione sulle correnti si ha (SAT; SAT)

$$\frac{K_{M1}}{2} (V_{IN} - V_{Tu})^2 = \frac{K_{M2}}{2} (V_{DD} - V_O - V_{Tu})^2 \quad \text{da cui}$$

$$(V_{IN} - V_{Tu}) = \sqrt{\frac{K_{M2}}{K_{M1}}} (V_{DD} - V_O - V_{Tu}) \quad \text{e infine}$$

$$V_O = -\sqrt{\frac{K_{M1}}{K_{M2}}} V_{IN} + \sqrt{\frac{K_{M1}}{K_{M2}}} V_{Tu} + V_{DD} - V_{Tu} \quad \text{e} \quad \sqrt{\frac{K_{M1}}{K_{M2}}} = 2 \quad (\text{ok})$$

② la funzione richiesta ha senz'altro due implicanti di ordine 5 che si possono individuare prima di fare la sintesi

$U \Leftarrow (0 \leq IN \leq 31) + (IN \text{ pari})$ quindi

$$U = \overline{IN_5} + \overline{IN_0} + f(IN_1; IN_2; IN_3; IN_4)$$

Determino f trovando i primi tra 32 e 63 (solo dispari)

		IN_4, IN_3			
		00	01	11	10
IN_2, IN_1	00	33 1	41 0	57 1	49 1
	01	35 1	43 0	59 0	51 1
	11	39 1	47 0	63 1	55 1
	10	37 0	45 1	61 0	53 0

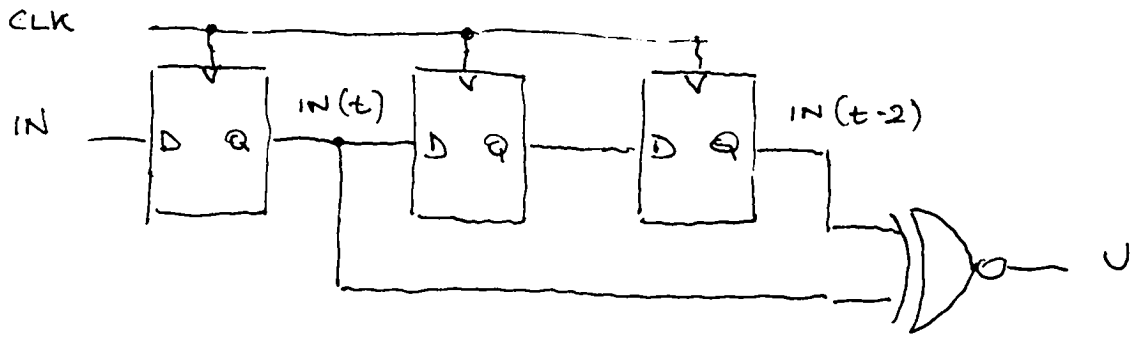
Basta togliere
i multipli di 3, 5 e 7
(1)

quindi

$$U = \overline{IN_5} + \overline{IN_0} + \overline{IN_2} \overline{IN_3} + IN_1 \overline{IN_3} + \overline{IN_1} \overline{IN_2} IN_4 + IN_1 IN_2 IN_4 + \overline{IN_1} IN_2 IN_3 \overline{IN_4}$$

3

Serve un riconoscitore di sequenze interallacciate che riconosce l'uguaglianza $IN(t) = IN(t-2)$



4

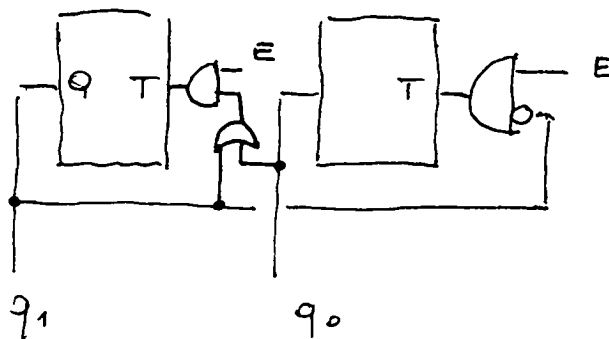
Della teoria dei contatori:

Sequenze ($E=1$)

```

-- 00
  01
-- 10
  00
  01
  ⋮

```



5

```

LDI R16, 0 ; porta D ingresso
OUT DDRD, R16 ; senza pull-up
OUT PORTD, R16 ; pin 0 della porta B uscita
SBI DDRB, 0 ;

loop: IN R16, PIND ; legge e' ingresso
      LSL R16 ; mette b7 in C
      BRCS uno ;
      CBI PORTB, 0 ; azzerà PBO
      RJMP loop

uno: SBI PORTB, 0 ; mette e 1
      RJMP loop

```