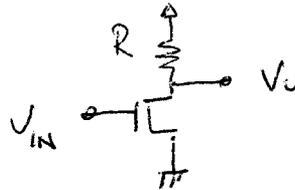


ESERCIZIO N°1

7 punti

Determinare le equazioni che permettono di disegnare la caratteristica di trasferimento per V_{IN} compresa tra 0 e $V_{DD} = 5$ V, dell'invertitore seguente realizzato con un nMOS ($V_{Th} = 1$ V e $K = 1$ mA/V²) e una resistenza da 10 k Ω . Individuare il valore dell'ingresso per cui il transistorore passa dalla saturazione alla zona triodo.

**ESERCIZIO N°2**

6 punti

Progettare un contatore in discesa modulo 4 con abilitazione.

ESERCIZIO N°3

6 punti

Progettare, facendo uso di flip-flop di tipo noto (D, JK o T, a scelta dello studente), un nuovo tipo di flip-flop con tre ingressi L, M e N caratterizzato dal seguente comportamento (in corrispondenza del fronte in salita del clock):

Se $L=0$ l'uscita andrà senz'altro a 1

Se $L=1$ e $M=0$ l'uscita sarà complementata

Se $L=1$, $M=1$ e $N=1$: l'uscita sarà azzerata.

In tutti gli altri casi l'uscita manterrà il valore precedente.

ESERCIZIO N°4

6 punti

Disegnare lo schema logico di un sequencer a 8 stati che implementa il seguente microcodice. Si assegni un codice di tre bit agli stati e si mostri il contenuto della ROM da 8 parole di 8 bit; come registro per l'indirizzo si ha a disposizione un contatore sincrono con caricamento parallelo (se il segnale di ingresso sincrono LD è attivo carica parallelo, altrimenti incrementa modulo 8).

B0: OP=00; IF h B3 ELSE B7

B1: OP=10; IF g B4 ELSE B1

B2: OP=11; IF m B5 ELSE B5

B3: OP=11; IF f B6 ELSE B0

B4: OP=00; IF h B7 ELSE B4

B5: OP=10; IF g B0 ELSE B3

B6: OP=01; IF g B1 ELSE B7

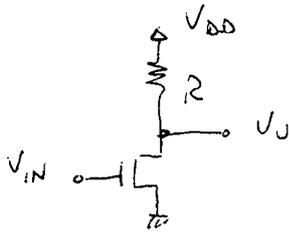
B7: OP=11; IF f B2 ELSE B5

ESERCIZIO N°5

8 punti

Scrivere un sottoprogramma per il microcontrollore AT90S8515 che scambi tra loro il contenuto dei due registri R16 e R17, senza alterare il contenuto di altri registri di lavoro. Se necessario, prevedere a parte le istruzioni per una corretta inizializzazione dello stack pointer.

① Si era per e' nmos



$$V_{GS} = V_{IN} \quad ; \quad V_{GD} = V_{IN} - V_U$$

$$V_{DS} = V_U$$

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

$$V_U = V_{DD}$$

$$\begin{cases} V_{IN} > V_{TM} \\ V_{IN} - V_U < V_{TM} \end{cases} \text{ saturazione}$$

equazioni:

$$V_{DD} - R I_{DS} = V_U$$

$$I_{DS} = \frac{\kappa}{2} (V_{IN} - V_{TM})^2$$

$$\begin{cases} V_{IN} > V_{TM} \\ V_{IN} - V_U > V_{TM} \end{cases} \text{ triodo}$$

equazioni:

$$V_{DS} - R I_{DS} = V_U$$

$$I_{DS} = \frac{\kappa}{2} V_U (V_{IN} + V_{IN} - V_U - 2V_{TM})$$

Il valore limite tra saturazione e zona triodo si trova imponendo la condizione $V_{GD} = V_{TM}$ e usando le equazioni

$$V_{IN} - V_U = V_{TM} \quad ; \quad V_{DD} - R \frac{\kappa}{2} (V_{IN} - V_{TM})^2 = V_{IN} - V_{TM}$$

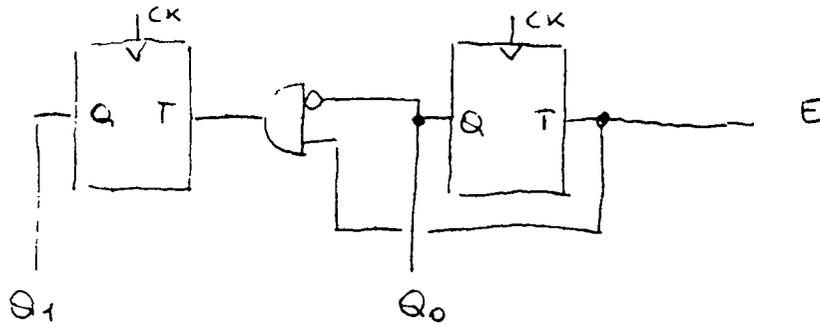
$$5 - 5x^2 = x$$

$$5x^2 + x - 5 = 0$$

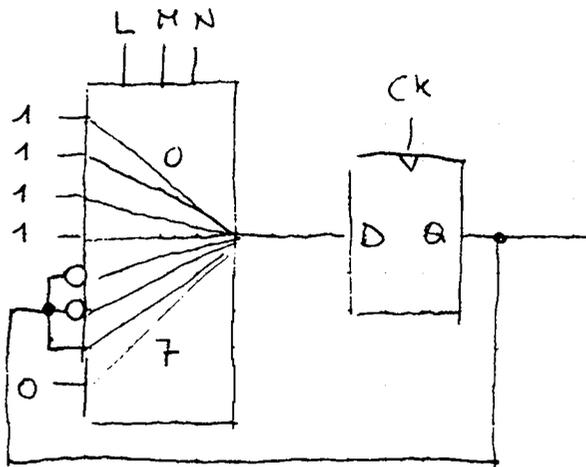
$$x = \frac{-1 + \sqrt{101}}{10} = 0,905V$$

$$V_{IN} = 1,905V$$

② Si può usare la sintesi ad hoc con T-FF
 le bit Q_1 come se $E=1$ e $Q_0=0$



③ Si può usare un D-FF e un MUX 8:1



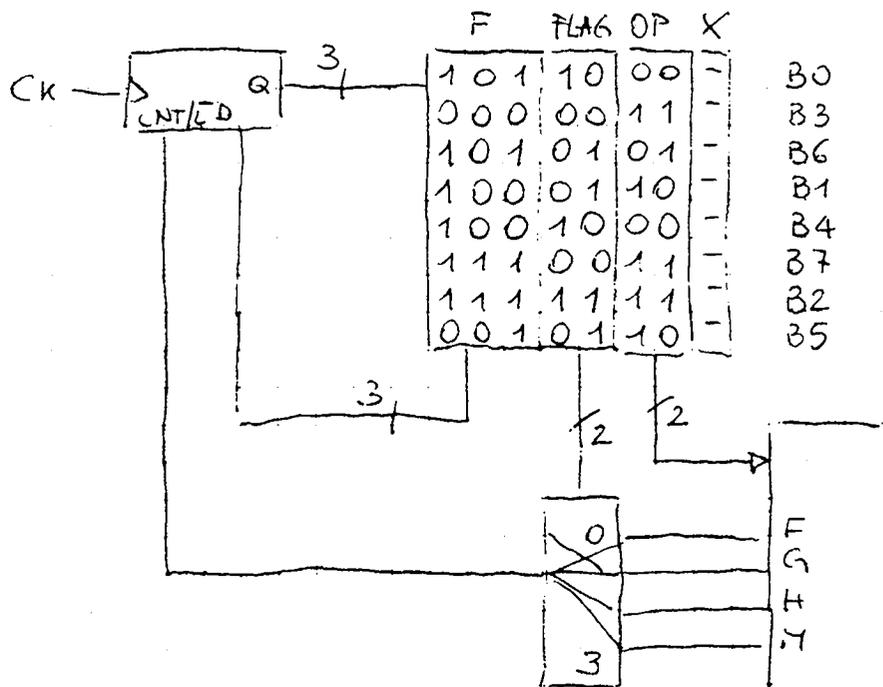
• Naturalmente sintetizzando il MUX in modo ottimo si ottiene una soluzione più completa

• Si può usare anche un JK-FF con due reti combinatorie a 3 ingressi che generano J e K

④ la sequenza ciclica è codificata con codici adiacenti

B0	000
B3	001
B6	010
B1	011
B4	100
B7	101
B2	110
B5	111
(B0)	

F	00
G	01
H	10
I	11



⑤ L'inizializzazione di SP è suggerita dal data sheet (p20)

```
main:  LDI R16, high(RAMEND)
        OUT SPH, R16
        LDI R16, low(RAMEND)
        OUT SPL, R16
```

⋮

(RCALL exchange)

```
exchange:  PUSH R16           ; salva R16
            MOV R16, R17
            POP R17          ; lo mette in R17
            RET
```