

Cognome

Nome

Matricola

### ESERCIZIO N° 1

7 punti (4)

Determinare la <sup>corrente</sup> tensione di uscita  $V_U$  di una porta NAND CMOS che pilota un diodo LED ideale ( $V_{Don} = 1,4$  V costante), alimentata con  $V_{DD} = 4$  V, con tensioni di ingresso  $V_{IN1} = 0,3$  V e  $V_{IN2} = 2,6$  V ( $V_{Tn} = -V_{Tp} = 1$  V;  $K_n = -K_p = 2$  mA/V<sup>2</sup>).

### ESERCIZIO N° 2

6 punti (4)

Realizzare in forma ottima PS una rete combinatoria in grado di identificare (ponendo 1 in uscita) tutti i numeri primi tra 0 e 63. Gli ingressi della rete sono costituiti dalle cifre binarie del numero. (Definizione: "A **prime number** is a natural number greater than 1 that has no positive divisors other than 1 and itself").

### ESERCIZIO N° 3

6 punti

Realizzare una macchina sequenziale sincrona secondo il modello di Moore con 1 ingresso e 1 uscita che segnali ponendo 1 in uscita l'assenza di commutazioni in ingresso per 2 o più cicli di clock.

### ESERCIZIO N° 4

6 punti

Disegnare lo schema logico di un sequenziatore con contatore sincrono (dotato della possibilità di caricamento parallelo) che implementi microcodice specificato nel seguito. Si usi una ROM delle minime dimensioni possibili.

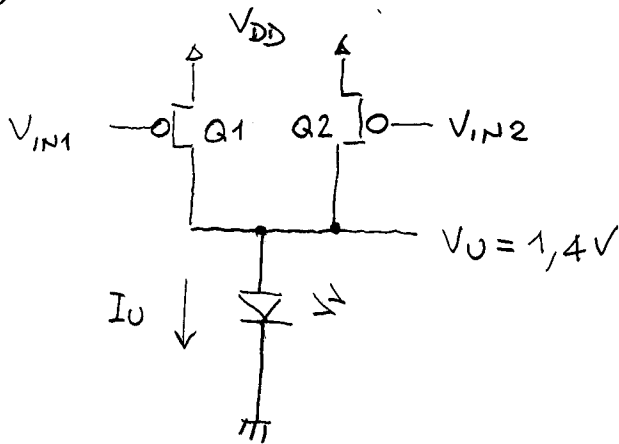
```
S0: IF L THEN S3 ELSE S2; OP = 11
S1: IF J THEN S7 ELSE S6; OP = 01
S2: IF M THEN S0 ELSE S7; OP = 00
S3: IF K THEN S5 ELSE S0; OP = 10
S4: IF K THEN S6 ELSE S5; OP = 10
S5: IF J THEN S4 ELSE S4; OP = 01
S6: IF L THEN S1 ELSE S1; OP = 11
S7: IF M THEN S2 ELSE S3; OP = 00
```

### ESERCIZIO N° 5

8 punti

Scrivere un sottoprogramma per un microcontrollore Atmel della famiglia AVR che riscrive in ordine inverso una stringa di  $n$  caratteri ( $n$  è contenuto in R0) collocata in memoria estesa a partire dall'indirizzo presente in X.

①



La parte N è interdotta  
perché  $V_{IN1}$  è minore della  
soglia

Q1 triodo  $V_{GS} = -3,7V$  ;  $V_{GD} = -1,1V$

Q2 saturo  $V_{GS} = -1,4V$  ;  $V_{GD} = 1,2V$

La corrente  $I_O$  è la somma delle corrente  $|I_{DS}|$  dei  
due MOSFET

$$I_O = \frac{|K_P|}{2} \left\{ (V_{IN2} - V_{DD} - V_{TP})^2 + (V_O - V_{DD}) (V_{IN1} - V_{DD} + V_{IN1} - V_O - 2V_{TP}) \right\}$$
$$= 1\text{m} \left\{ 0,16 + 2,6 \times 2,8 \right\} = 7,44\text{mA}$$

2

$X_3 X_2$

Mappe a  
6 variabili

	00	01	11	10	$X_5 X_4$
00	0 <sup>00</sup>	0 <sup>16</sup>	0 <sup>48</sup>	0 <sup>32</sup>	
01	0 <sup>04</sup>	0 <sup>20</sup>	0 <sup>52</sup>	0 <sup>36</sup>	
11	0 <sup>12</sup>	0 <sup>28</sup>	0 <sup>60</sup>	0 <sup>44</sup>	$X_1 X_0$
10	0 <sup>08</sup>	0 <sup>24</sup>	0 <sup>56</sup>	0 <sup>40</sup>	00

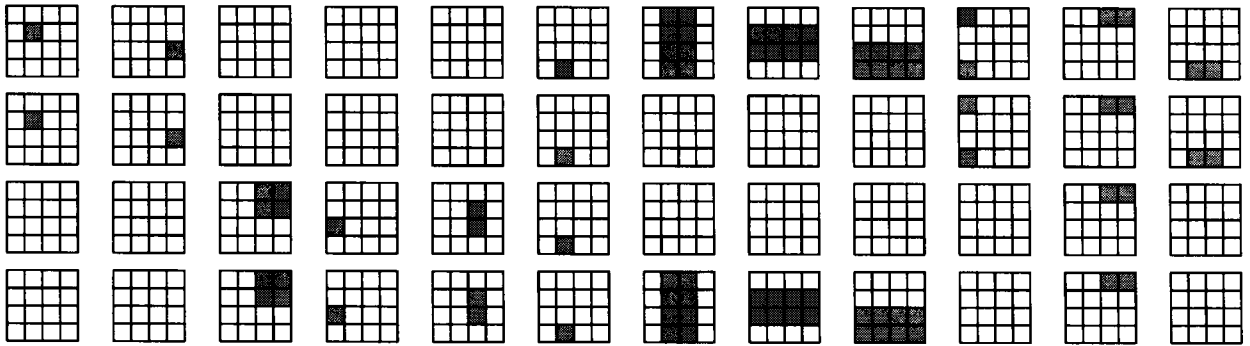
	00	01	11	10	
00	0 <sup>01</sup>	1 <sup>17</sup>	0 <sup>49</sup>	0 <sup>33</sup>	
01	1 <sup>05</sup>	* 0 <sup>21</sup>	1 <sup>53</sup>	1 <sup>37</sup>	
11	1 <sup>13</sup>	1 <sup>29</sup>	1 <sup>61</sup>	* 0 <sup>45</sup>	
10	0 <sup>09</sup>	0 <sup>25</sup>	0 <sup>57</sup>	1 <sup>41</sup>	01

	00	01	11	10	
00	1 <sup>03</sup>	1 <sup>19</sup>	0 <sup>51</sup>	0 <sup>35</sup>	
01	1 <sup>07</sup>	1 <sup>23</sup>	0 <sup>55</sup>	* 0 <sup>39</sup>	
11	* 0 <sup>15</sup>	1 <sup>31</sup>	* 0 <sup>63</sup>	1 <sup>47</sup>	
10	1 <sup>11</sup>	* 0 <sup>27</sup>	1 <sup>59</sup>	1 <sup>43</sup>	11

	00	01	11	10	
00	1 <sup>02</sup>	* 0 <sup>18</sup>	0 <sup>50</sup>	0 <sup>34</sup>	
01	* 0 <sup>06</sup>	0 <sup>22</sup>	0 <sup>54</sup>	0 <sup>38</sup>	
11	0 <sup>14</sup>	0 <sup>30</sup>	0 <sup>62</sup>	0 <sup>46</sup>	
10	* 0 <sup>10</sup>	0 <sup>26</sup>	0 <sup>58</sup>	0 <sup>42</sup>	10

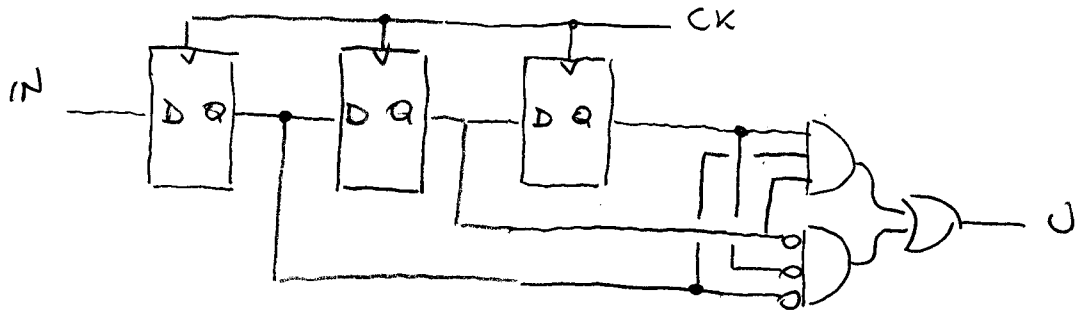
\* esercizi

Copertura degli  $\phi$  della funzione



$$\begin{aligned}
 & (x_5 + \bar{x}_4 + x_3 + \bar{x}_2 + x_1) \cdot (x_5 + x_4 + \bar{x}_3 + \bar{x}_2 + x_1) \cdot (\bar{x}_5 + x_3 + \bar{x}_1) \cdot \\
 & \cdot (x_5 + x_4 + \bar{x}_3 + \bar{x}_2 + \bar{x}_1) \cdot (\bar{x}_5 + \bar{x}_4 + \bar{x}_2 + \bar{x}_1) \cdot (x_5 + \bar{x}_4 + \bar{x}_3 + x_2) \cdot \\
 & \cdot (\bar{x}_4 + x_0) (\bar{x}_2 + x_0) (\bar{x}_3 + x_0) (x_5 + x_4 + x_2 + x_1) \cdot \\
 & \cdot (\bar{x}_5 + x_3 + x_2) (\bar{x}_4 + \bar{x}_3 + x_2 + x_1)
 \end{aligned}$$

③ Sintesi ad hoc



La rete riconosce la situazione di tre ingressi consecutivi uguali

In    010000101111100 ...  
 Out    - 00011000011100 ...  
 (dopo 5)

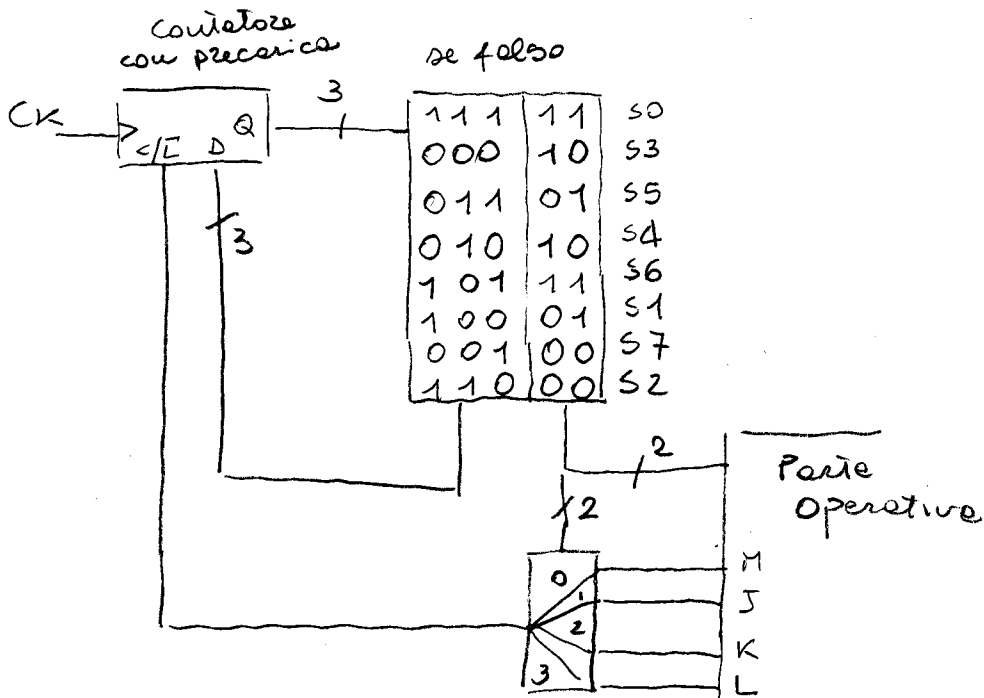
④

Sequenza ciclica completa (vero)

Stato	Codice sequenza	Flag	Codice
S0	000	J	01
S3	001	K	10
S5	010	L	11
S4	011	M	00
S6	100		
S1	101		
S7	110		
S2	111		
<hr/>			
S0			

con questa codifica  
flag e opcode  
coincidono

Architettura



5

```
inverti:  PUSH  R16
          PUSH  R17
          PUSH  XL
          PUSH  XH
          PUSH  YL
          PUSH  YH
          PUSH  R18
          PUSH  R19
          CLR   R17
          MOV   R16, R0
          CPI   R16, 1
          BRLE fine
          LSR   R16
          MOV   YL, XL
          MOV   YH, XH
          ADD   YL, R0
          ADC   YH, R17
```

; non c'è da fare nulla  
; dividi per 2 senza resto

; Y punta alla fine della stringa

```
loop:    LD    R18, X
          LD    R19, -Y
          ST    X+, R19
          ST    Y, R18
          DEC  R16
          BRNE loop
```

; scambia cima e fondo

```
fine:    POP   R19
          POP   R18
          POP   YH
          POP   YL
          POP   XH
          POP   XL
          POP   R17
          POP   R16

          RET
```