

Soluzioni agli esercizi

Capitolo 2

Soluzione 2.1. Partendo dall'espressione a destra dell'uguale si applica ripetutamente il teorema di De Morgan ed infine la proprietà distributiva.

Soluzione 2.2. $cb' + ca'b + cabd + cad' = c$

Soluzione 2.3. $(x + y)(x' + z) = xz + x'y$

Soluzione 2.4. Una variabile è un simbolo che può assumere un valore appartenente alla base dell'algebra (0 oppure 1 per l'algebra di commutazione). Un letterale è l'utilizzo di una variabile o del suo complemento in un'espressione. Un termine è l'espressione formata da letterali ed operatori ad un unico livello.

Soluzione 2.5. Ci sono 3 variabili (a, b, c), 6 letterali (a, b', c, a', b, c) 2 termini prodotto ($ab'c, a'bc$) ed 1 termine somma relativo alla congiunzione dei tre termini prodotto.

Soluzione 2.6.

(a) $f(x, y, z) = xyz + x'yz + xy'z + xyz'$

(b) $f(x, y, z) = xy'z + xyz$

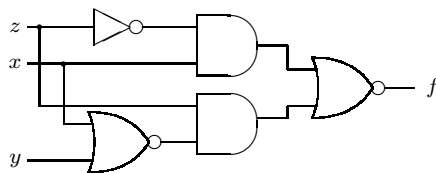
Soluzione 2.7.

(a) $f(x, y, z) = (x + y + z')(x + y' + z)(x + y + z)(x + y' + z')$

(b) $f(x, y, z) = (x' + y + z)(x' + y' + z)(x' + y + z')(x + y + z')$

Soluzione 2.8. $s = (((x + y) + z)((xy)'(x + y))')'$, $c = ((xy)'(z(x + y)))'$

Soluzione 2.9.

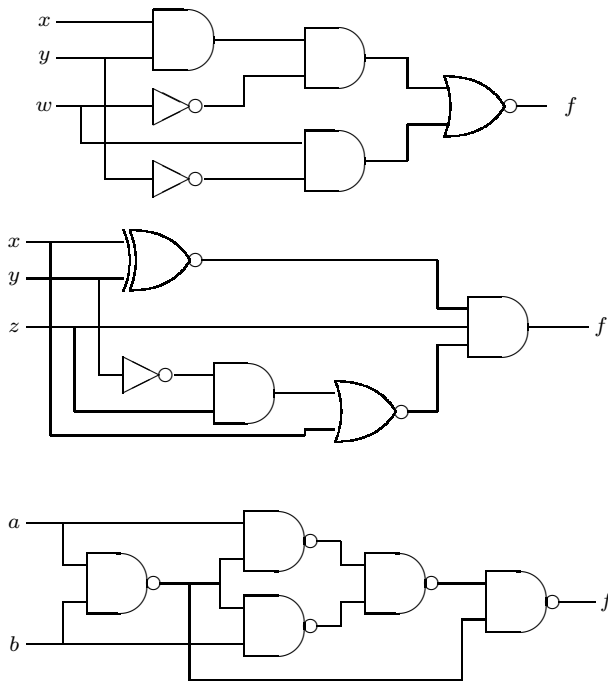


Soluzione 2.10.

Soluzione 2.11.

Soluzione 2.12. $f(x, y, z) = ((xy)w' + wy')' = wy + w'y' + x'y$

Soluzione 2.13. $f(x, y, z) = z(x \oplus y)'(x + y'z) = xyz + x'y'z$



Soluzione 2.14. L'espressione logica che consente di realizzare la funzione XNOR mediante il solo operatore NAND è $f = \neg(\neg(\neg(ab)a)\neg(ab)b)\neg(ab)$. La rete logica corrispondente è di seguito illustrata.

Capitolo 3

Soluzione 3.1. Il valore corrisponde a (i) $165_{16} = 357_{10}$, (ii) $165_8 = 117_{10}$ e (iii) 165_2 non è una codifica valida in base 2.

Soluzione 3.2. Il valore corrisponde a (i) $101001_{16} = 1052673_{10}$, (ii) $101001_8 = 33281_{10}$ e (iii) $101001_2 = 41_{10}$

Soluzione 3.3. La codifica mediante Booth2 del moltiplicatore e la matrice dei prodotti parziali sono, rispettivamente, $Y_{2,Booth2} = [-1\ 0\ 0\ 0]$ e

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
0	1	0	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Soluzione 3.4. La codifica mediante Booth-2 del moltiplicatore e la matrice dei prodotti parziali sono, rispettivamente, $Y_{2,Booth2} = [-2\ +2\ -1\ +1]$ e

$$\begin{array}{cccccccccccccccc}
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & - & - \\
 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & - & - & - & - \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & - & - & - & - & - & - \\
 \hline
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1
 \end{array}$$

Soluzione 3.5. Dato $1A2_{16}$ si determina prima la codifica in base 2, convertendo ogni singolo simbolo esadecimale in quattro simboli binari, e si ottiene 110100010_2 sul numero minimo di bit necessari. A questo punto si converte tale valore in base 8, codificando ogni gruppo di tre bit mediante il corrispondente simbolo in base 8; la codifica ottenuta è 642_8 .

Soluzione 3.6. La codifica si ottiene convertendo ogni singolo simbolo dell'alfabeto base 8 nella configurazione di tre bit per la base 2: il risultato che si ottiene è 111011111000_2

Soluzione 3.7. $N = 21,3125$

Soluzione 3.8. $01011101001,0010101_2$

Soluzione 3.9. (i) 00100111 con overflow, (ii) 10001111 , (iii) 00101000 , e (iv) 00100111

Soluzione 3.10. (i) 10001110 con overflow, (ii) 10001110 con overflow, (iii) 10001111 , e (iv) 10001110

Soluzione 3.11. 110100001100000

Soluzione 3.12. La codifica mediante Booth-2 del moltiplicatore e la matrice dei prodotti parziali sono, rispettivamente, $Y_{2,Booth2} = [-2 \ +1]$ e

$$\begin{array}{cccccccc}
 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\
 0 & 1 & 0 & 1 & - & - & - \\
 \hline
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1
 \end{array}$$

Utilizzando la codifica Booth-1 il moltiplicatore e la matrice dei prodotti parziali sono, rispettivamente, $Y_{2,Booth1} = [-1 \ 0 \ +1 \ -1]$ e

$$\begin{array}{cccccccc}
 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\
 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & - \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & - \\
 0 & 1 & 0 & 1 & - & - & - \\
 \hline
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1
 \end{array}$$

Soluzione 3.13. La codifica mediante Booth-2 del moltiplicatore e la matrice dei prodotti parziali sono, rispettivamente, $Y_{2,Booth2} = [0 \ -2 \ +1 \ -2]$ e

Utilizzando la codifica Booth-1 il moltiplicatore e la matrice dei prodotti parziali sono, rispettivamente, $Y_{2,Booth1} = [0 \ 0 \ -1 \ 0 \ 0 \ +1 \ -1 \ 0]$ e

0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	-
1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	-	-	-
0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	-	-	-	-	-	-
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	-	-
1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	-	-	-
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-
0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	-	-	-	-	-	-
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0

Capitolo 4

Soluzione 4.1. Su 5 bit le parole di codice one-hot sono 00001, 00010, 00100, 01000 e 10000. Una specifica formale valida è, per esempio, $f = \Sigma\{1, 2, 4, 8, 16\}$.

Soluzione 4.2. Ogni valore numerico nell'intervallo $[0; 3]$ è rappresentabile su 2 bit. Indicando con $A = [a_0 \ a_1]$ e $B = [b_0 \ b_1]$ tali valori la funzione $A \geq B$ è rappresentata dalla seguente tabella della verità.

a_0	a_1	b_0	b_1	f	a_0	a_1	b_0	b_1	f
0	0	0	0	1					
0	0	0	1	0					
0	0	1	0	0					
0	0	1	1	0					
0	1	0	0	1					
0	1	0	1	1					
0	1	1	0	0					
0	1	1	1	0					
1	0	0	0	1					
1	0	0	1	1					
1	0	1	0	1					
1	0	1	1	0					
1	1	0	0	1					
1	1	0	1	1					
1	1	1	0	1					
1	1	1	1	1					

Soluzione 4.3. L'off-set è $\{0001, 0010, 0011, 0110, 0111, 1011\}$ da cui si ricava la funzione seguente:

$$f(a_0, a_1, b_0, b_1) = (a_0 + a_1 + b_0 + b_1')(a_0 + a_1 + b_0' + b_1)(a_0 + a_1 + b_0' + b_1') \\ (a_0 + a_1' + b_0' + b_1)(a_0 + a_1' + b_0' + b_1')(a_0' + a_1 + b_0' + b_1')$$

Soluzione 4.4. Applicando il teorema di Shannon e introducendo due parametri p e q per le condizioni di indifferenza si ottiene:

$$f(x, y) = x'y'p + x'y + xyq$$

Soluzione 4.5. Si hanno tre soluzioni, mostrate dalle mappe seguenti.

$cd \backslash ab$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	-	-	1
11	0	1	0	-
10	1	1	0	1

$cd \backslash ab$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	-	-	1
11	0	1	0	-
10	1	1	0	1

$cd \backslash ab$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	-	-	1
11	0	1	0	-
10	1	1	0	1

Le funzioni corrispondenti sono:

$$f_1(a, b, c, d) = c'd + bcd' + ab'd'$$

$$f_2(a, b, c, d) = c'd + bcd' + a'bc$$

$$f_3(a, b, c, d) = (c' + d')(b' + c + d)(a + b + d)$$

Soluzione 4.6. I costi sono i seguenti:

	AND	OR	NOT
f_1	5	2	4
f_2	5	2	3
f_3	2	5	3

Soluzione 4.7. La mappa di Karnaugh e gli implicati della copertura minima sono:

$cd \backslash ab$	00	01	11	10
00	-	0	0	0
01	0	0	-	1
11	1	-	-	1
10	1	0	0	0

La funzione f ha quindi l'espressione:

$$f(a, b, c, d) = d'(b + c')(a + c)$$

Soluzione 4.8. Le coperture in forma SOP (unica) e POS (due equivalenti) sono:

	cd	00	01	11	10
ab		00	01	11	10
00		0	0	1	0
01		-	0	1	0
11		1	-	-	1
10		0	0	-	0

	cd	00	01	11	10
ab		00	01	11	10
00		0	0	1	0
01		-	0	1	0
11		1	-	-	1
10		0	0	-	0

	cd	00	01	11	10
ab		00	01	11	10
00		0	0	1	0
01		-	0	1	0
11		1	-	-	1
10		0	0	-	0

La funzione f ha quindi l'espressione:

$$f_{POS}(a, b, c, d) = ab + cd$$

$$f_{SOP,1}(a, b, c, d) = (c + d')(a + d)(b + d)$$

$$f_{SOP,2}(a, b, c, d) = (c + d')(a + d)(a' + b)$$

Soluzione 4.9. Le coperture delle funzioni, considerate indipendenti sono: Le funzioni

	bc	00	01	11	10
a		00	01	11	10
0		0	-	0	1
1		0	1	1	1

	bc	00	01	11	10
a		00	01	11	10
0		0	1	1	1
1		0	-	0	1

che si ottengono sono pertanto:

$$f_1(a, b, c) = bc' + ac \quad f_2(a, b, c) = bc' + a'c$$

Soluzione 4.10. Gli implicanti sono:

$$P_0 = (1101-) = abc'd$$

$$P_1 = (001--) = a'b'c$$

$$P_2 = (--110) = cde'$$

$$P_3 = (-1-10) = bde'$$

Dalla tabella di copertura risulta che P_2 è essenziale per il mintermine 10 e P_3 è essenziale per il mintermine 22. Questi due implicanti coprono completamente la funzione che risulta pertanto:

$$f(a, b, c, d, e) = cde' + bde'$$

Capitolo 6

Soluzione 6.1.

	0	1	z
A	$B-0$	$B00$	--
$B00$	$E01$	D	00
$B-0$	$E01$	D	-0
D	D	$E10$	00
$E01$	D	$E-0$	01
$E10$	D	$E-0$	10
$E-0$	D	$E-0$	-0

Soluzione 6.2.

	0	1	z
R	$B1$	G	0
$B0$	$B0$	$D1$	0
$B1$	$B0$	$D1$	1
$D0$	$B0$	F	0
$D1$	$B0$	F	1
F	$D0$	F	1
G	$B1$	R	0

Soluzione 6.3.

	00	01	11	10	z
$A0$	$A0$	$B1$	$C0$	$D0$	0
$A1$	$A1$	$B1$	$C0$	$D0$	1
$B0$	$A0$	$B0$	$C1$	$D0$	0
$B1$	$A0$	$B0$	$C1$	$D0$	1
$C0$	$A0$	$B0$	$C0$	$D1$	0
$C1$	$A0$	$B0$	$C0$	$D1$	1
$D0$	$A1$	$B1$	$C0$	$D0$	0
$D1$	$A1$	$B1$	$C0$	$D0$	1

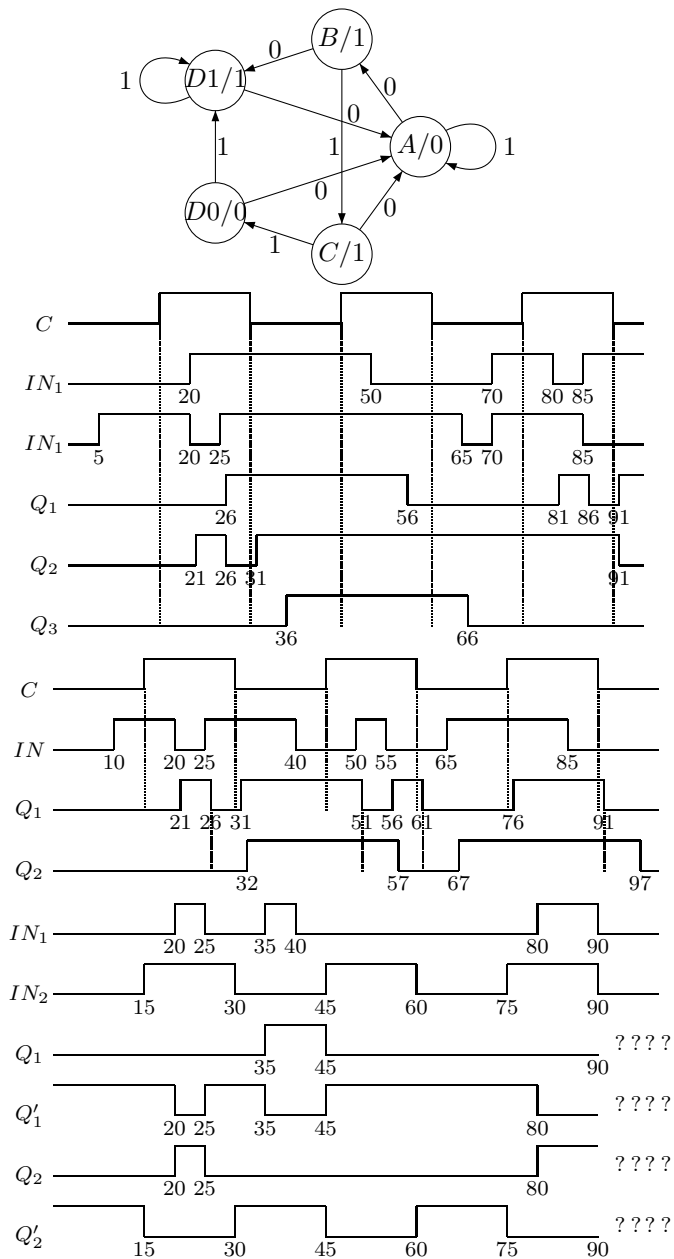
Soluzione 6.4.

Capitolo 7

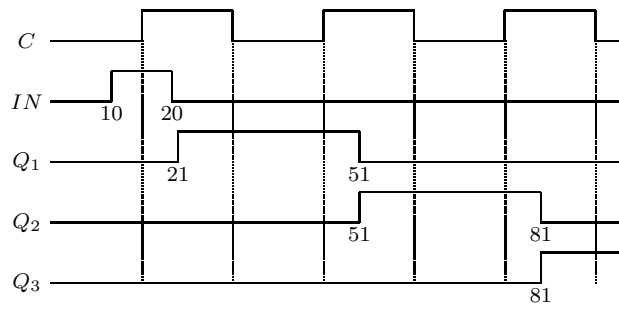
Soluzione 7.1.

Soluzione 7.2.

Soluzione 7.3.

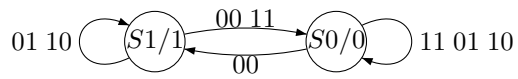


Soluzione 7.4. In corrispondenza di ogni fronte di salita del segnale di sincronismo i tre flip-flop trasferiscono in uscita, con ritardo di propagazione 6, il valore presente in quell'istante sul loro ingresso. Si osservi che, rispetto al caso trattato nell'esercizio precedente, la funzionalità del sistema non dipende dal ritardo di propagazione dei flip-flop se quest'ultimo è inferiore al periodo. Il risultato della simulazione è riportato nella figura seguente.

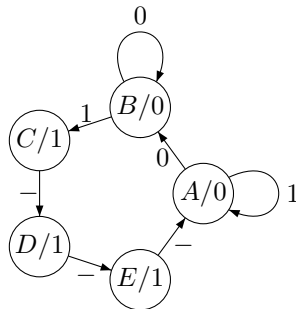


Capitolo 8

Soluzione 8.1.



Soluzione 8.2.

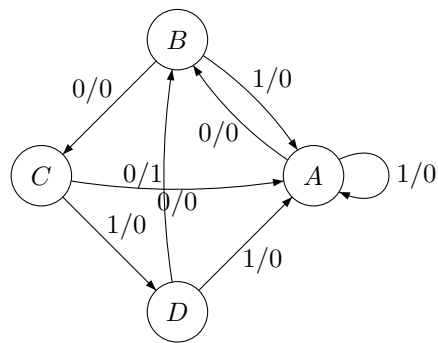
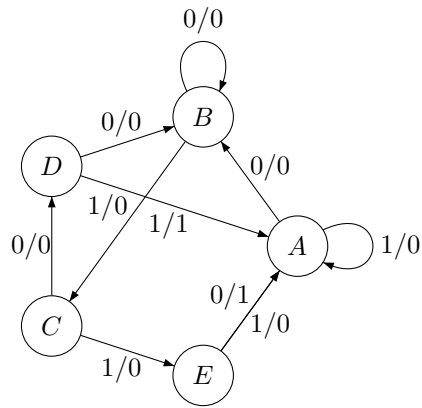


Soluzione 8.3.

Soluzione 8.4.

Capitolo 9

Soluzione 9.1. Le tabelle delle implicazioni, prima e dopo la retropropagazione risul-



tano come mostrato nella figura seguente. Le classi di equivalenza sono pertanto $\alpha = \{R, G\}$ e $\beta = \{B, D, F\}$ e la tabella degli stati della macchina ridotta è quella mostrata. Tale macchina è minima ed unica.

B	×			
D	×	D, F		
F	×	B, D D, F	B, D	
G	~	×	×	×
	R	B	D	F

B	×			
D	×	~		
F	×	~	~	
G	~	×	×	×
	R	B	D	F

	0	1
α	$\beta/1$	$\alpha/0$
β	$\beta/0$	$\beta/1$

Soluzione 9.2. Le tabelle delle implicazioni, prima e dopo la retropropagazione sono:

Le classi di massima compatibilità e la tabella degli stati ridotta risultano:

Le classi di compatibilità prime sono:

B	∨				
C	∨	A, D B, F			
D	∨	A, B	B, D D, F		
R	∨	A, B B, C	B, D C, F	D, C	
F	×	A, E B, C	D, E	×	×
	A	B	C	D	R

B	∨				
C	∨	A, D B, F			
D	∨	A, B	×		
R	∨	A, B B, C	×	×	
F	×	A, E B, C	×	×	×
	A	B	C	D	R

- $\alpha = \{A, B, C\} : \{(A, D); (B, F)\}$
- $\beta = \{A, B, D\} : \emptyset$
- $\chi = \{A, B, R\} : \{(B, C)\}$
- $\delta = \{B, F\} : \{(A, R); (B, C)\}$

	0	1
α	$\alpha/1$	$\delta/1$
β	$\alpha; \beta; \chi/1$	$\beta/1$
χ	$\alpha; \beta; \chi/1$	$\alpha/-$
δ	$\chi/0$	$\alpha/-$

- $\{A, B, C\} : \{(A, D); (B, F)\}$
- $\{B, F\} : \{(A, R); (B, C)\}$
- $\{A, R\} : \emptyset$
- $\{B\} : \emptyset$
- $\{R\} : \emptyset$
- $\{A, B, D\} : \emptyset$
- $\{A, B\} : \emptyset$
- $\{B, R\} : \{(A, B); (B, C)\}$
- $\{C\} : \emptyset$
- $\{F\} : \emptyset$
- $\{A, B, R\} : \{(B, C)\}$
- $\{A, C\} : \emptyset$
- $\{A\} : \emptyset$
- $\{D\} : \emptyset$

La soluzione euristica, che risulta unica, è la seguente: $\alpha' = \{A, B, D\}$, $\beta' = \{A, B, R\}$, $\chi' = \{B, F\}$, $\delta' = \{A, B, C\}$.

Soluzione 9.3. Le tabelle delle implicazioni, prima e dopo la retropropagazione sono:

B	B, E			
C	∨	E, B		
D	B, D	E, D	B, D	
E	×	×	D, C B, E	×
	R	B	C	D

B	×			
C	∨	×		
D	×	×	×	
E	×	×	×	×
	R	B	C	D

Le classi di massima compatibilità sono: $\alpha = \{R, C\}$, $\beta = \{B\}$, $\gamma = \{D\}$, $\delta = \{E\}$.
La macchina che ne risulta è minima ed unica.

	0	1
α	$\gamma/10$	$\beta/01$
β	$\gamma/--$	$\delta/01$
γ	$\gamma/10$	$\gamma/01$
δ	$\alpha/01$	$\delta/-0$

Soluzione 9.4. Punto (1). La tabella delle implicazioni prima della propagazione, è:

<i>B</i>	$\begin{matrix} E, G \\ D, G \end{matrix}$							
<i>C</i>	$\begin{matrix} D, G \\ G, H \end{matrix}$	×						
<i>D</i>	$\begin{matrix} D, G \\ D, G \end{matrix}$	$\begin{matrix} D, E \\ D, G \end{matrix}$	×					
<i>E</i>	$\begin{matrix} B, G \\ D, G \end{matrix}$	∨	$\begin{matrix} B, D \\ D, H \end{matrix}$	$\begin{matrix} B, D \\ D, G \end{matrix}$				
<i>F</i>	G, H	×	D, H	×	B, H			
<i>G</i>	$\begin{matrix} B, G \\ A, D \end{matrix}$	$\begin{matrix} B, E \\ A, D \end{matrix}$	×	$\begin{matrix} B, D \\ A, G \end{matrix}$	A, D	×		
<i>H</i>	$\begin{matrix} A, G \\ B, G \end{matrix}$	×	×	×	A, D	×	×	
<i>I</i>	A, G	×	A, D	×	A, B	A, H	×	A, B
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>

Dopo la retropropagazione dei vincoli si ottiene la seguente tabella delle implicazioni.

B	E, G D, G							
C	×	×						
D	D, G	D, E D, G	×					
E	B, G D, G	∨	×	B, D D, G				
F	×	×	×	×	×			
G	B, G	B, E A, D	×	B, D A, G	A, D	×		
H	A, G B, G	×	×	×	A, D	×	×	
I	A, G	×	A, D	×	A, B	A, H	×	A, B
	A	B	C	D	E	F	G	H

Si ottengono 4 classi di massima compatibilità e la nuova tabella degli stati ridotta:

$$\alpha = \{A, B, D, E, G\} : \emptyset$$

$$\beta = \{A, E, H, I\} : \{(B, G, A); (A, D, G)\}$$

$$\chi = \{C, I\} : \{(A, D)\}$$

$$\delta = \{F, I\} : \{(A, H)\}$$

	0	1
α	$\alpha/0$	$\alpha/0$
β	$\alpha/1$	$\alpha/1$
χ	$\alpha/1$	$\beta/0$
δ	$\beta/1$	-/0

Dato che $F \in \delta$ è lo stato di reset, lo stato χ corrispondente alla classe $\{C, I\} : \{(A, D)\}$ risulta irraggiungibile. La macchina minima risulta pertanto:

	0	1
α	$\alpha/0$	$\alpha/0$
β	$\alpha/1$	$\alpha/1$
δ	$\beta/1$	-/0

Punto (ii). Le tabelle delle implicazioni sono:

B	E, G D, G				
D	D, G	D, E D, G			
E	B, G D, G	∨	B, D D, G		
F	G, H	×	×	B, H	
G	B, G	B, E A, D	B, D A, G	A, D	×
H	A, G B, G	×	×	A, D	×
	A	B	D	E	F

B	E, G D, G				
D	D, G	D, E D, G			
E	B, G D, G	∨	B, D D, G		
F	×	×	×	×	
G	B, G	B, E A, D	B, D A, G	A, D	×
H	A, G B, G	×	×	A, D	×
	A	B	D	E	F

Si ottengono le tre classi di massima compatibilità α , β e χ e da queste si ricava la macchina minima riportata di seguito.

$\alpha = \{A, B, D, E, G\}$
$\beta = \{A, E, H\}$
$\chi = \{F\}$

	0	1
α	$\alpha/0$	$\alpha/0$
β	$\alpha/1$	$\alpha/1$
χ	$\beta/1$	$-/0$

Il confronto delle due soluzioni ottenute al punto 1 ed al punto 2 mostra che sono identiche. Questa circostanza, tuttavia, non è generalizzabile.

Soluzione 9.5. Le tabelle delle implicazioni, prima e dopo la retropropagazione risultano come mostrato nella figura seguente. Le classi di equivalenza sono pertanto $\alpha = \{A, G\}$, $\beta = \{B, D\}$, $\chi = \{E, F, H\}$ e C e la tabella degli stati della macchina ridotta è quella mostrata. Tale macchina è minima ed unica.

B	×						
C	×	×					
D	×	E, F	×				
E	×	×	G, H	×			
F	×	×	G, H	×	~		
G	B, D	×	×	×	×	×	
H	×	×	F, G	×	F, H	~	×
	A	B	C	D	E	F	G

B	×						
C	×	×					
D	×	~	×				
E	×	×	×	×			
F	×	×	×	×	~		
G	~	×	×	×	×	×	
H	×	×	×	×	~	~	×
	A	B	C	D	E	F	G

	0	1
α	$C/0$	$\beta/1$
β	$\chi/0$	$\beta/0$
χ	$\chi/1$	$\alpha/0$
C	$\alpha/1$	$\alpha/0$

Soluzione 9.6. Le tabelle delle implicazioni, prima e dopo la retropropagazione risultano come mostrato nella figura seguente.

Si ottengono 5 classi di massima compatibilità e una nuova tabella degli stati ridotta (5 stati al posto dei 6 di partenza):

L'applicazione dell'euristica non modifica la soluzione; in particolare, le classi individuate sono le uniche classi di compatibilità prima e non esiste alternativa per la copertura degli stati F, B e C. Si ottengono risultati differenti solo considerando C o D

B	A, C A, E				
C	A, D E, F	C, D A, F			
D	A, C	∇	∇		
E	×	×	×	B, C	
F	×	×	×	∇	A, D
	A	B	C	D	E

B	×				
C	×	×			
D	×	∇	∇		
E	×	×	×	×	
F	×	×	×	∇	×
	A	B	C	D	E

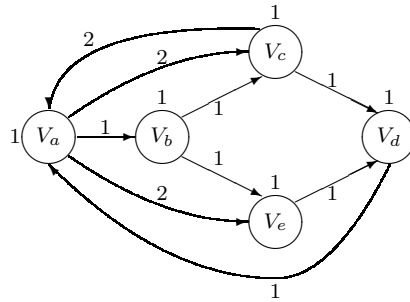
$A : \emptyset$
 $\alpha = \{B, D\} : \emptyset$
 $\beta = \{C, D\} : \emptyset$
 $\chi = \{F, D\} : \emptyset$
 $E : \emptyset$

	0	1	
A	A	E	0
α	β	A	0
β	β	χ	0
χ	β	α, β, χ	1
E	α	A	1

oppure F come stati di reset e semplificando la macchina per eliminazione degli stati non raggiungibili; considerando A o B oppure E come stati di reset, tutti gli stati sono raggiungibili.

Capitolo 10

Soluzione 10.1. La soluzione esiste ed è raggiunta in 4 passi.



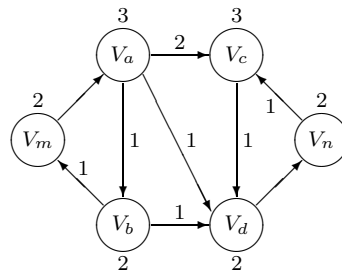
Soluzione 10.2. Matrice D.

Vettore Φ dei possibili valori di ϕ (il valore 2 deve essere escluso):

$$\Phi = [3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9]$$

Periodo dal quale iniziare il retiming: $\phi = 6$. La soluzione si raggiunge in 2 passi.

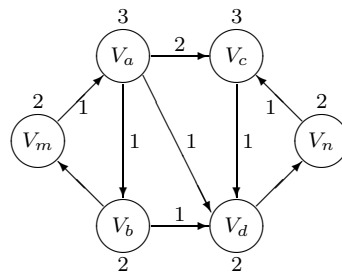
	V_m	V_a	V_b	V_c	V_d	V_n
V_m	2	5	7	8	7	9
V_a	7	3	5	6	5	7
V_b	4	7	2	9	4	6
V_c	-	-	-	3	5	7
V_d	-	-	-	7	2	4
V_n	-	-	-	5	7	2



Nuovo vettore Φ :

$$\Phi = [3 \ 4 \ 5 \ 6]$$

Periodo dal quale iniziare il retiming: $\phi = 4$. A partire dalla specifica iniziale La soluzione si raggiunge in 3 passi.



Nuovo vettore Φ :

$$\Phi = [3 \ 4]$$

Periodo dal quale iniziare il retiming: $\phi = 3$. Non si ha soluzione. Il periodo ottimo è $\phi = 4$.

Soluzione 10.3. L'applicazione del procedimento euristico porta a due soluzioni di costo differente a causa di una scelta arbitraria al secondo passo. Il costo iniziale di 24 viene ridotto a 15 ($V_b; V_a; V_c$) o a 17 ($V_b; V_c; V_a$).