

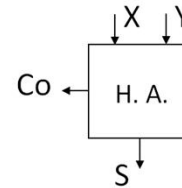


$$\begin{array}{ccccccc} & c4 & c3 & c2 & c1 & & \\ & x3 & x2 & x1 & x0 & & \\ \hline & y3 & y2 & y1 & y0 & & \\ \hline s4 & s3 & s2 & s1 & s0 & & \end{array}$$

## מודולים לסיכום בינארי

- חצי מסכם - Half Adder

x	y	S	Co
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		



c4 c3 c2 c1  
x3 x2 x1 x0  
y3 y2 y1 y0  
S4 S3 S2 S1 S0

b4

b3

b2

b1

x3

x2

x1

x0

y3

y2

y1

y0

D3

D2

D1

D0

x

y

D

Bo

0

0

0

1

1

0

1

1

X

Y

Bo

D

H. S.

2011

© Dr. Ron Shmueli

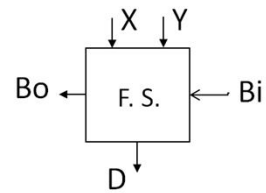
4

## מודולים לחיסור בינארי

• מחסר מלא Full Subtractor

b4	b3	b2	b1
x3	x2	x1	x0
y3	y2	y1	y0
<hr/>			
D3	D2	D1	D0

X Y Bi	D	Bo
000		
001		
010		
011		
100		
101		
110		
111		



	00	01	11	10
0				
1				

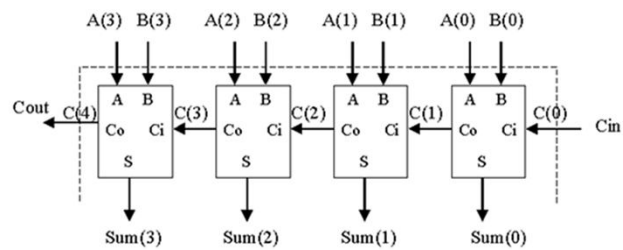
	00	01	11	10
0				
1				

2011

© Dr. Ron Shmueli

5

## מסכם גלי – Ripple Adder



- מגבלות זמן ביצוע.
- מסכם/ מחסר במשלים ל 2

(Carry Select Adder) CSA

b7 a7

b6 a6

b5 a5

b4 a4

b3 a3

b2 a2

b1 a1

b0 a0

p7

p6

p5

FA

p4

s3

s2

s1

s0

c0

b7 a7

b6 a6

b5 a5

b4 a4

t7

t6

t5

FA

t4

1 0

1 0

1 0

1 0

1 0

s8

s7

s6

s5

s4

l1 lo

1 0

Out

S

S	l1	lo	Out
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

2011

© Dr. Ron Shmueli

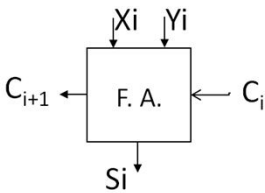
7

(c) Dr. Ron Shmueli

7

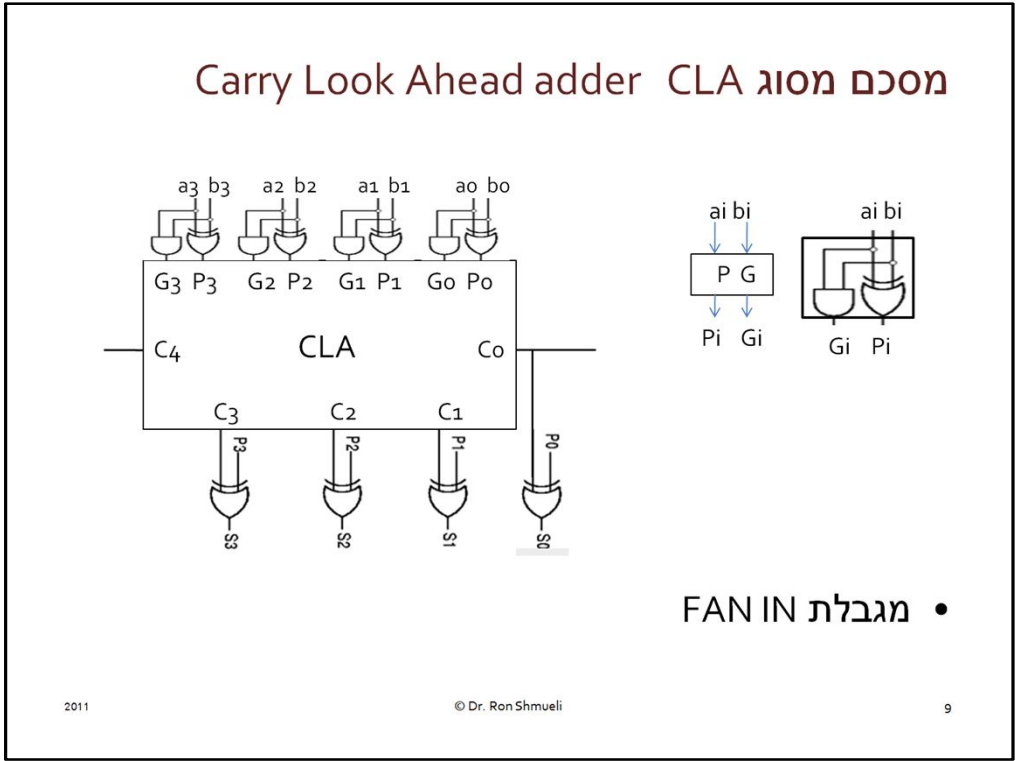
מסכם מסוג CLA (Carry Look Ahead adder)

	00	01	11	10
0				
1				



Xi	Yi	Ci+1
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

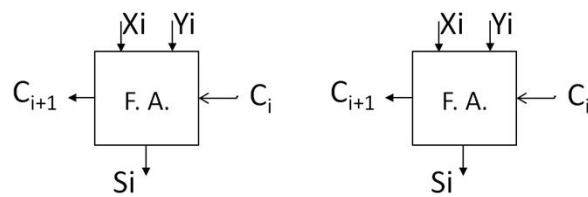




**דוגמא**

$$\begin{array}{r}
 \phantom{x} a_1 \phantom{a_0} \\
 \times \phantom{a_1} b_1 \phantom{b_0} \\
 \hline
 \phantom{a_1} a_1 b_0 \phantom{a_0 b_0} \\
 \phantom{a_1} a_0 b_1 \phantom{a_0 b_0} \\
 \hline
 a_1 b_1 \phantom{a_0 b_0} \dots\dots\dots
 \end{array}$$

- תכנן כופל של שני מספרים של שתי סיביות – מותר שימוש ב FAs ושערי AND בלבד



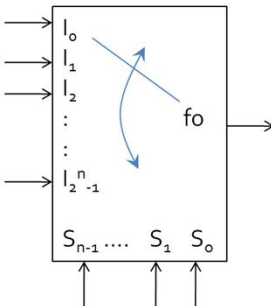
2011

© Dr. Ron Shmueli

10

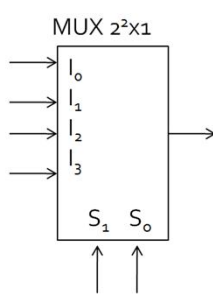
Multiplexer מרוב

MUX  $2^n \times 1$



$f_o = \sum_{i=0}^{2^n-1} m_i I_i$

MUX  $2^2 \times 1$



$f_o =$

S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	f
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

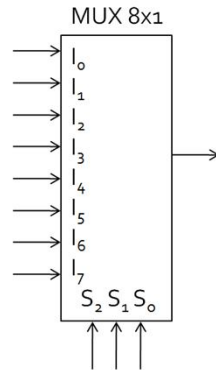
2011

© Dr. Ron Shmueli

11

**מימוש פונקציות לוגיות בעזרת מרוב**

- ממש את הפונקציה  $f(xyz) = \sum(2,3,4,7)$  בעזרת מרוב וקבועים.
- הדרך הלא מינימלית



2011

© Dr. Ron Shmueli

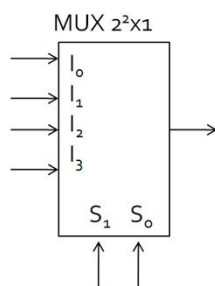
12

## מרבב כמודול לוגי אוניברסלי

- משפט: בעזרת מרבב בגודל  $2^{(n-1)} \times 1$  ניתן לממש כל פונקציה לוגית של  $n$  משתנים (לעיתים נדרש גם מהפך).
- טכניקת יישום:

- לדוגמא:

מימוש הפונקציה  $f(xyz) = \sum(2,3,4,7)$  לפי המשפט.



	00	01	11	10
0				
1				

לעיתים ניתן לממש באופן מינימלי יותר

2011

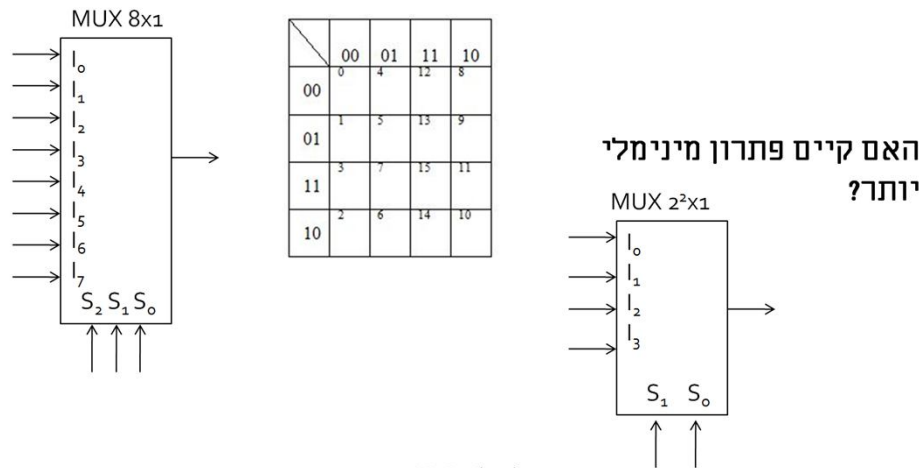
© Dr. Ron Shmueli

13

## דוגמא

• ממש את הפונקציה בעזרת מרובב – לפי משפט.

•  $f(wxyz) = \sum(0,1,3,7,8,10,12,14) + \sum_{\phi}(6,11)$



2011

© Dr. Ron Shmueli

14

**דוגמא**

- ממש מרבב 16x1 בעזרת יחידות מרבבים 4x1.

MUX 4x1

MUX 4x1

MUX 4x1

MUX 4x1

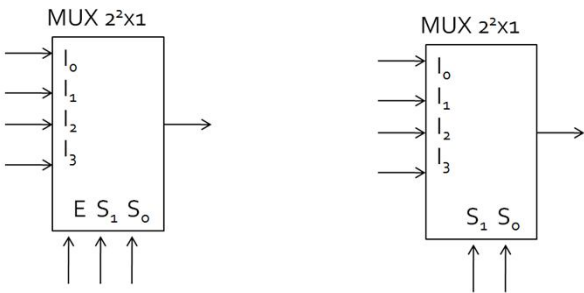
MUX 16x1

2011

© Dr. Ron Shmueli

15

מודולים בעלי כניסת Enable





**דוגמא:**

- תכנון מרבב MUX 8x1 בעזרת שני יחידות MUX 4x1 עם כניסת Enable

The diagram illustrates the construction of an 8x1 MUX using two 2x1 MUX blocks. The top 2x1 MUX has inputs  $I_0, I_1, I_2, I_3$  and outputs  $E, S_1, S_o$ . The bottom 2x1 MUX has inputs  $I_0, I_1, I_2, I_3$  and outputs  $E, S_1, S_o$ . The 8x1 MUX has inputs  $I_0, I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6, I_7$  and outputs  $S_2, S_1, S_o$ . The outputs of the 2x1 MUX blocks are connected to the inputs of the 8x1 MUX block.

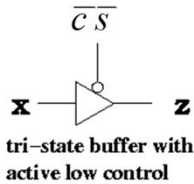
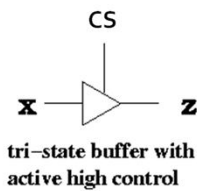
2011

© Dr. Ron Shmueli

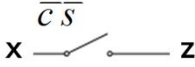
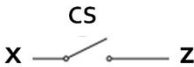
17

חוץ מסוג - tri-state buffer

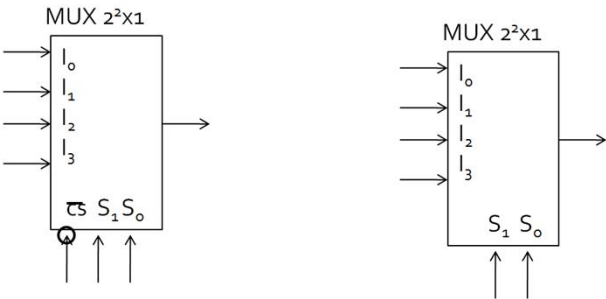
- Cs=Chip Select



$\overline{CS}$	x	z
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	



מודולים בעלי כניסת Chip Select



**דוגמא:**

- תכנון מרובב MUX 8x1 בעזרת שני יחידות MUX 4x1 עם כניסת CS

2011

© Dr. Ron Shmueli

20

### מפלג DeMultiplexer

• כללי:

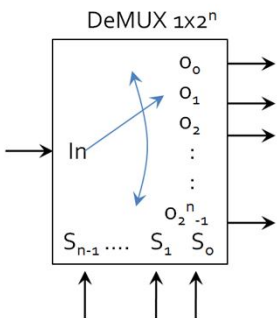


Diagram of a general DeMUX 1x2<sup>n</sup>. It has an input 'In' and 2<sup>n</sup> outputs labeled O<sub>0</sub>, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, ..., O<sub>2<sup>n</sup>-1</sub>. It has n select inputs labeled S<sub>n-1</sub>, ..., S<sub>1</sub>, S<sub>0</sub>. A blue arrow indicates the internal routing from the input to the selected output line.

$$O_i = m_i I_i$$

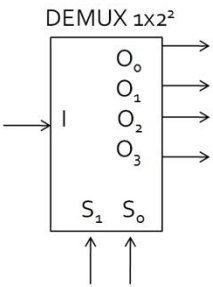


Diagram of a specific DeMUX 1x2<sup>2</sup>. It has an input 'I' and 4 outputs labeled O<sub>0</sub>, O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>. It has 2 select inputs labeled S<sub>1</sub> and S<sub>0</sub>.

S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>0</sub>
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

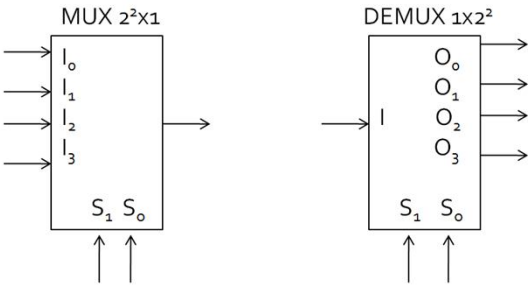
מימוש:

2011

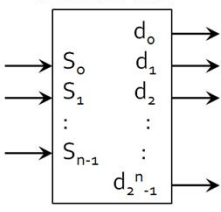
© Dr. Ron Shmueli

21

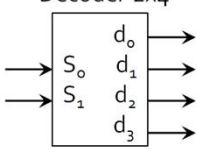
דוגמא מרכזיה



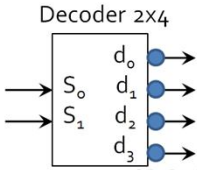
Decoder  $n \times 2^n$



Decoder  $2 \times 4$



Decoder  $2 \times 4$



מפענח - Decoder

- כללי:
- מפענח  $2 \times 4$  בלוגיקה חיובית
- מפענח  $2 \times 4$  בלוגיקה שלילית

$S_1$	$S_0$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

$S_1$	$S_0$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

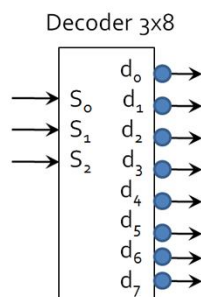
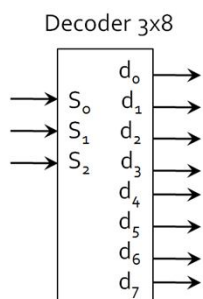
2011

© Dr. Ron Shmueli

23

## מימוש פונקציות לוגיות בעזרת Decoder

- הטכניקה:
- ממש את הפונקציה  $f(xyz) = \sum(2,3,4)$  בעזרת מרבב מינימלי



2011

© Dr. Ron Shmueli

24



Encoder - מקודד

- כללי:
- מקודד 4x2

Decoder  $2^n \times n$

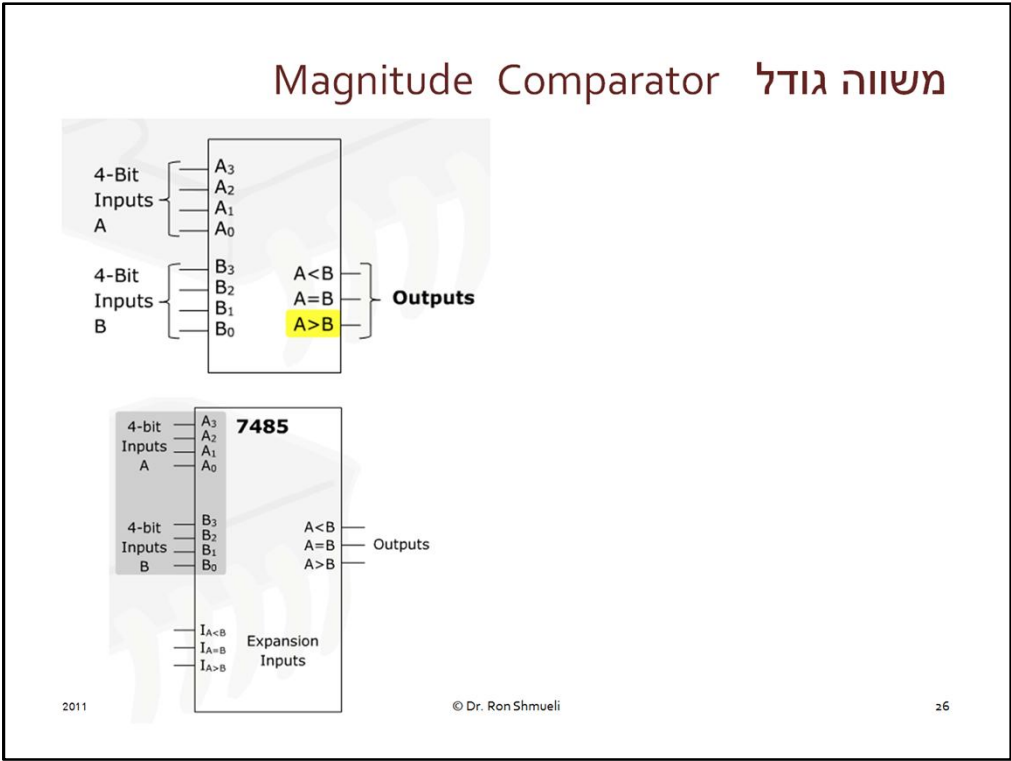
Decoder  $2 \times 4$

d3	d2	d1	d0	S1	S0
0	0	0	1		
0	0	1	0		
0	1	0	0		
1	0	0	0		

2011

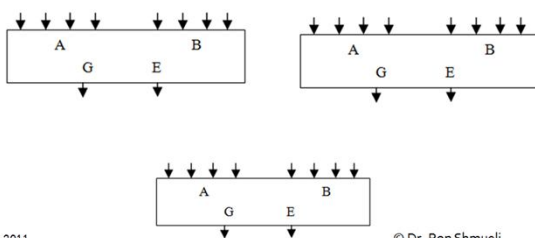
© Dr. Ron Shmueli

25



## דוגמא

- נתון רכיב COMP להשוואת שני מספרים כמתואר באיור:
- לרכיב כניסות A ו-B של 4 סיביות
- ושני מוצאים הפועלים באופן הבא:
  - המוצא G יקבל 1, אם ורק אם המספר ב A גדול מהמספר ב-B.
  - המוצא E יקבל 1, אם ורק אם המספר ב A שווה למספר ב-B.
- ממש משווה של שני מספרים של 8 סיביות בעזרת מינימום יחידות מסוג COMP והקבועים 0 ו-1



2011

© Dr. Ron Shmueli

27