

HY430 – Εργαστήριο Ψηφιακών Κυκλωμάτων

Διδάσκων: Χ. Σωτηρίου, Βοηθός: (θα ανακοινωθεί)

<http://inf-server.inf.uth.gr/courses/CE430/>

I

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Περιεχόμενα

- ▶ Κυκλώματα Πρόσθεσης
 - ▶ Half-adder
 - ▶ Full-Adder
 - ▶ Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry
 - ▶ Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead
- ▶ Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού
 - ▶ Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add
 - ▶ Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων
 - ▶ Μερικών Παραγόντων – Partial Products
 - ▶ Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – Computed Partial Products
- ▶ Διαίρεση

▶ 2

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Περιεχόμενα

- ▶ Κυκλώματα Πρόσθεσης
 - ▶ **Half-adder**
 - ▶ Full-Adder
 - ▶ Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry
 - ▶ Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead
- ▶ Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού
 - ▶ Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add
 - ▶ Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων
 - ▶ Μερικών Παραγόντων – Partial Products
 - ▶ Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – Computed Partial Products
- ▶ Διαίρεση

▶ 3

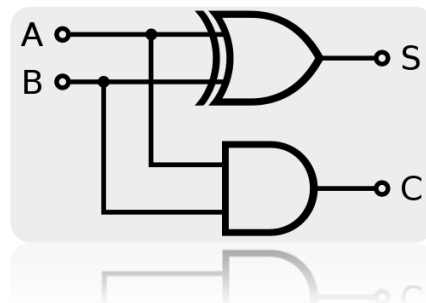
HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Αθροιστής χωρίς Κρατούμενο – Half Adder

a	b	co	s
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

$$s = a'b + ab' = a (+) b$$

$$co = ab$$



▶ 4

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Περιεχόμενα

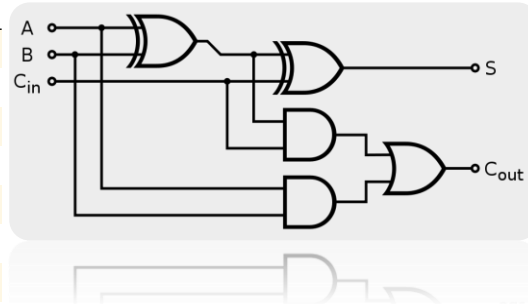
- ▶ Κυκλώματα Πρόσθεσης
 - ▶ Half-adder
 - ▶ **Full-Adder**
 - ▶ Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry
 - ▶ Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead
- ▶ Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού
 - ▶ Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add
 - ▶ Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων
 - ▶ Μερικών Παραγόντων – Partial Products
 - ▶ Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – Computed Partial Products
- ▶ Διαίρεση

▶ 5

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Αθροιστής με Κρατούμενο – Full Adder

a	b	ci	co	s
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1



$$\begin{aligned}
 s &= a'b'ci + a'bci' + ab'ci' + abci = \\
 &= ci(a'b' + ab) + ci'(a'b + ab') = \\
 &= ci(a(+)'b) + ci'(a(+)b) = a(+)b(+)c \\
 co &= a'bci + ab'ci + abci' + abci = \\
 &= ab(ci + ci') + ci(a'b + ab') = ab + ci(a(+)b)
 \end{aligned}$$

▶ 6

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Έμμεση Υλοποίηση και Σήματα

a	b	ci	co	s	κρατούμενο
0	0	0	0	0	αναίρεση
0	0	1	0	1	αναίρεση
0	1	0	0	1	προώθηση
0	1	1	1	0	προώθηση
1	0	0	0	1	προώθηση
1	0	1	1	0	προώθηση
1	1	0	1	0	ανάθεση
1	1	1	1	1	ανάθεση

▶ Σε κάποιες υλοποιήσεις αθροιστών οι έξοδοι (s, co) προκύπτουν από έμμεσες εκφράσεις:

▶ $G = A \cdot B$

▶ $D = A' \cdot B'$

▶ $P = A + B$ ή

▶ $P = A (+) B$

▶ Έτσι, οι εκφράσεις για co, s μετατρέπονται ως εξής:

▶ $co = G + P \cdot ci$ και

▶ $s = p (+) ci$

▶ 7

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Περιεχόμενα

▶ Κυκλώματα Πρόσθεσης

▶ Half-adder

▶ Full-Adder

▶ Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry

▶ Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead

▶ Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού

▶ Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add

▶ Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων

▶ Μερικών Παραγόντων – Partial Products

▶ Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – Computed Partial Products

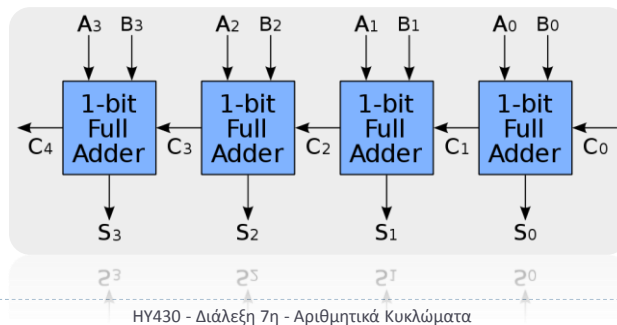
▶ Διάρθρωση

▶ 8

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Σειριακό Κρατούμενο

- ▶ Η απλούστερη υλοποίηση ενός n -bit αθροιστή
 - ▶ Εν σειρά το κάθε ψηφίο n παίρνει κρατούμενο από το $(n-1)$
- ▶ Μειονεκτήματα
 - ▶ Μεγάλης καθυστέρησης κρίσιμο μονοπάτι
 - ▶ Από το c_0 μέχρι το δεξιότερο κρατούμενο



Περιεχόμενα

- ▶ Κυκλώματα Πρόσθεσης
 - ▶ Half-adder
 - ▶ Full-Adder
 - ▶ Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry
 - ▶ Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead
- ▶ Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού
 - ▶ Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add
 - ▶ Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων
 - ▶ Μερικών Παραγόντων – Partial Products
 - ▶ Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – Computed Partial Products
- ▶ Διαίρεση

Πρόγνωση Κρατουμένου

- ▶ Ο βασικός στόχος είναι να μειωθεί η μεγάλη καθυστέρηση της αλυσίδας των κρατουμένων των n -bit
- ▶ Βασική ιδέα
 - ▶ Ακριβής πρόγνωση κρατουμένου πριν αυτό προκύψει από τις εξισώσεις
- ▶ Για ομάδες n -bit (όπου συνήθως $n \sim 4$)
 - ▶ Υπολογίζεται η πρόγνωση του κρατουμένου
 - ▶ αυτή προωθείται στην επόμενη ομάδα
 - ▶ Η καθυστέρηση της πρόγνωσης είναι σημαντικά μικρότερη από τον σειριακή προώθηση του κρατουμένου

▶ I1

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Πρόγνωση Κρατουμένου - Γένεση, Προώθηση

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ▶ Στην πρόσθεση $A + B$ παράγεται κρατούμενο μόνο όταν AB: <ul style="list-style-type: none"> ▶ $G = AB$ ▶ Ένα κρατούμενο προάγεται στο επόμενο ψηφίο όταν: <ul style="list-style-type: none"> ▶ $P = A + B$ ▶ Το κρατούμενο μπορεί να εκφραστεί ως: <ul style="list-style-type: none"> ▶ $c_0 = G + P \quad c_i$ | <ul style="list-style-type: none"> ▶ Για $n=4$-bits: <ul style="list-style-type: none"> ▶ $c_1 = G_0 + P_0 \quad c_0$ ▶ $c_2 = G_1 + P_1 \quad c_1 = G_1 + P_1 (G_0 + P_0 \quad c_0) = G_1 + G_0 P_1 + c_0 P_0 P_1$ ▶ $c_3 = G_2 + G_1 P_2 + G_0 P_1 P_2 + c_0 P_0 P_1 P_2$ ▶ $c_4 = G_3 + G_2 P_3 + G_1 P_2 P_3 + c_0 P_0 P_1 P_2 P_3$ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

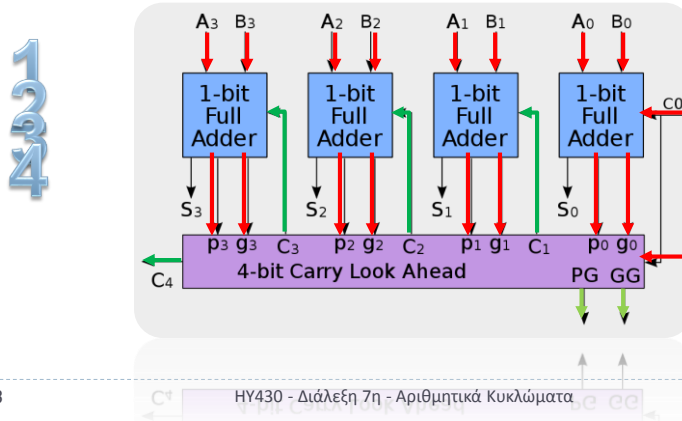
Ομοιόμορφη εξίσωση

▶ I2

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Πρόγνωση Κρατουμένου – 4-bit Αθροιστής

- ▶ $C_4 = (G_3 + G_2P_3 + G_1P_2P_3 + G_0P_1P_2P_3) + C_0(P_0P_1P_2P_3)$
- ▶ $PG = P_0P_1P_2P_3$
- ▶ $GG = G_3 + G_2P_3 + G_1P_2P_3 + G_0P_1P_2P_3$
- ▶ $C_4 = GG + C_0 PG$

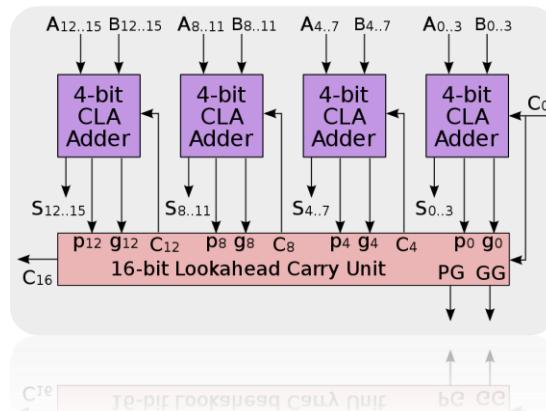


▶ I3

Πρόγνωση Κρατουμένου – 16-bit Αθροιστής

- ▶ Ιεραρχικά η μονάδα LCU υπολογίζει τα:

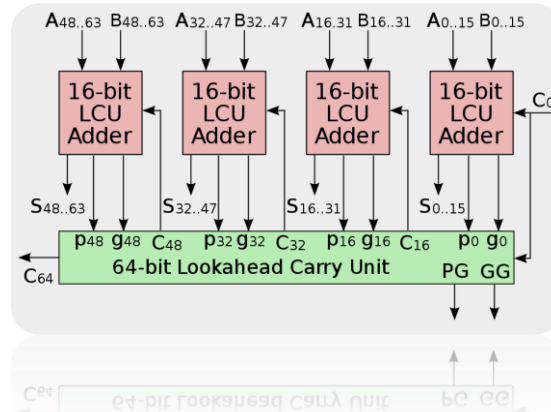
- ▶ $PG,$
- ▶ GG
- ▶ c_{16}



▶ I4

Πρόγνωση Κρατουμένου – 64-bit Αθροιστής

► Ίδια ιδέα με 2^ο επίπεδο ιεραρχίας



► I5

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Περιεχόμενα

- Κυκλώματα Πρόσθεσης
 - Half-adder
 - Full-Adder
 - Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry
 - Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead
- **Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού**
 - **Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add**
 - Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων
 - Μερικών Παραγόντων – Partial Products
 - Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – Computed Partial Products
- Διάρθρωση

► I6

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Ολίσθηση και Πρόσθεση

► $1011001 \times 1101 :$

► $\begin{array}{r} 1011001 \\ 1101 \times \end{array}$ Πολλαπλασιαστέος

► Πολλαπλασιαστής

► 1 : 1011001

► 0 : 0000000

► 1 : 1011001

► 1 : 1011001 +

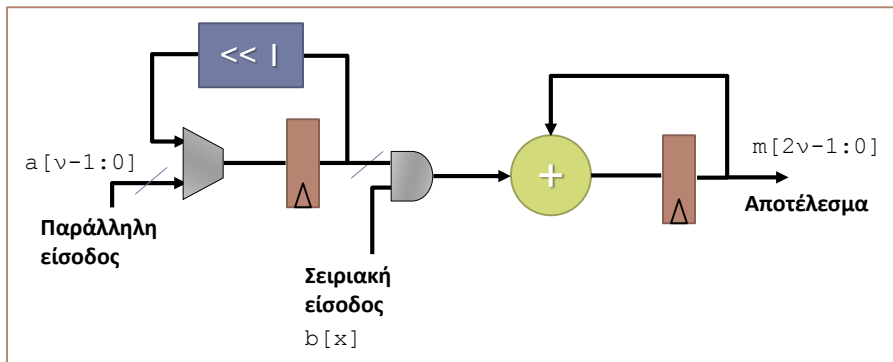
► 10010000101

► Προσθέτουμε με τον πολλαπλασιαστή από δεξιά προς αριστερά

► I7

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Ολίσθηση και Πρόσθεση

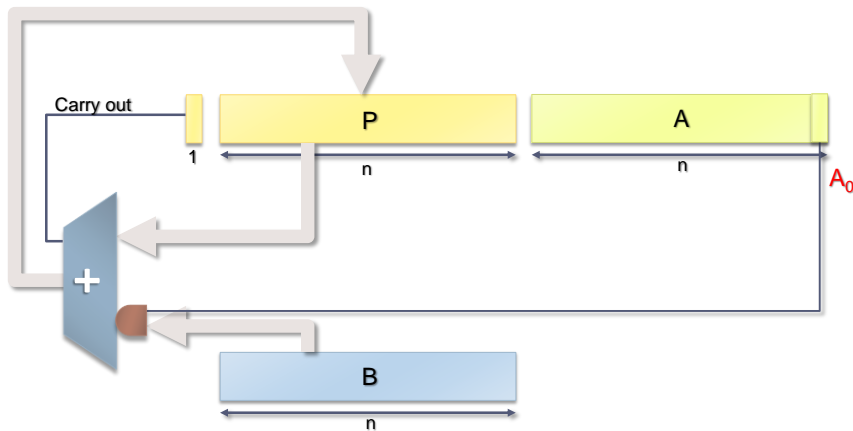


► I8

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Δυναδικός Πολλαπλασιαστής

- ▶ Εκτελεί Μη-Προσημασμένο Πολλαπλασιασμό



▶ 19

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Δυναδικός Πολλαπλασιαστής

- ▶ Χρησιμοποιεί:
 - ▶ 1 n-bit Αθροιστή
 - ▶ 3 Καταχωρητές: P, A, B
 - ▶ Έλεγχο αν το A_0 είναι 0/1
- ▶ Αρχικοποίηση
 - ▶ $P = 0, A =$ πρώτος αριθμός, $B =$ δεύτερος αριθμός
- ▶ Αλγόριθμος:
 1. Αν το A_0 είναι 1, $P = P + B$ ($B = b_{n-1}b_{n-2} \dots b_0$)
 2. Ολίσθηση του Ζεύγους (P,A) κατά 1 δεξιά
το τελευταίο bit του A δεν χρησιμοποιείται

▶ 20

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Παράδειγμα Πολλαπλασιασμού

P	A	Step Explanation	X	
0000	0101	Multiply 5=0101 with 3=0011. B always 0011	X	23 102
+0011		step 1(i): A0=1, add B to P		46
0011	0101	step 1(ii): shift (P,A) right one bit		00
0001	1010	step 2(i): A0=0, add 0 to P (or do nothing)	+	23
0001	1010	step 2(ii): shift (P,A) right one bit		2346
0000	1101	step 3(i): A0=1, add B to P		0011
+0011		step 3(ii): shift (P,A) right one bit	X	0101
0011	1101	step 4(i): A0=0, add 0 to P		0011
0001	1110	step 4(ii): shift (P,A) right one bit		0000
0001	1110	step 4(ii): shift (P,A) right one bit	+	0011
0000	1111	result is 1111 ₂ =15 in (P,A)		001111

► 21

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Αλγόριθμος Πολλαπλασιασμού

```

► MULTIPLY(x, y, m)
  // Είσοδοι - x : πολλαπλασιαστέος, y : πολλαπλασιαστής, Έξοδος - m : γινόμενο
  {
    n = LENGTH(y);
    m = 0;
    t = x; // ολισθητής //
    for i in 1 to n // για κάθε ψηφίο του y //
    {
      if (y[i] == 1)
        m = m + t; // πρόσθεση μερικού παράγοντα //
      t = t << 1; // ολίσθηση 1 ψηφίο δεξιά για κάθε ψηφίο του y //
    }
    return m;
  }

```

► 22

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Περιεχόμενα

- ▶ Κυκλώματα Πρόσθεσης
 - ▶ Half-adder
 - ▶ Full-Adder
 - ▶ Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry
 - ▶ Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead
- ▶ Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού
 - ▶ Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add
 - ▶ Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων
 - ▶ Μερικών Παραγόντων – Partial Products
 - ▶ Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – Computed Partial Products
- ▶ Διαίρεση

▶ 23

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Πολλαπλασιασμός με Πίνακα (LUT)

- ▶ Γρήγορη μνήμη για λίγα ψηφία
 - ▶ Χρησιμοποιείται για FPGAs
 - ▶ Μικρή καθυστέρηση
 - ▶ Εκθετικό μέγεθος

3x3 LUT	000	001	010	011	100	101	110	111
000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000	000000
001	000000	000001	000010	000011	000100	000101	000110	000111
010	000000	000010	000100	000110	001000	001010	001100	001110
011	000000	000011	000110	001001	001100	001111	010010	010101
100	000000	000100	001000	001100	010000	010100	011000	011100
101	000000	000101	001010	001111	010100	011001	011110	100011
110	000000	000110	001100	010010	011000	011110	100100	101010
111	000000	000111	001110	010101	011100	100011	101010	110001

▶ 24

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Περιεχόμενα

- ▶ Κυκλώματα Πρόσθεσης
 - ▶ Half-adder
 - ▶ Full-Adder
 - ▶ Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry
 - ▶ Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead
- ▶ Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού
 - ▶ Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add
 - ▶ Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων
 - ▶ **Μερικών Παραγόντων – Partial Products**
 - ▶ Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – Computed Partial Products
- ▶ Διαίρεση

▶ 25

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Πολλαπλασιασμός Μερικών Παραγόντων

- ▶ **67 x 54**

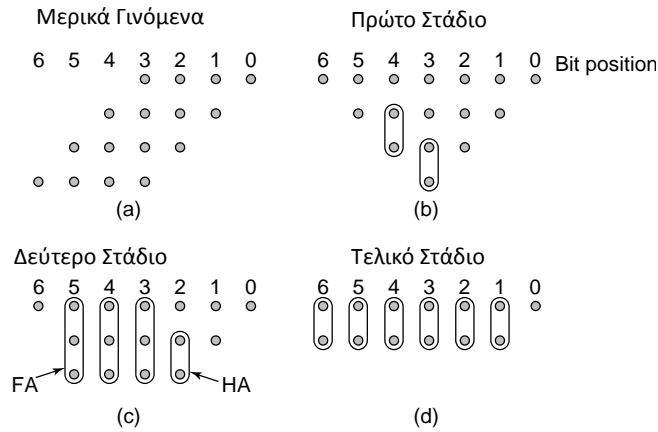
1 ^ο με 1 ^ο	2 ^ο με 1 ^ο	1 ^ο με 2 ^ο	2 ^ο με 2 ^ο
$\begin{array}{r} 67 \\ \times 54 \\ \hline 28 \\ 240 \\ 350 \\ \hline 3000 + \\ \hline 3618 \end{array}$	$\begin{array}{r} 67 \\ \times 54 \\ \hline 28 \\ 240 \\ 350 \\ \hline 3000 + \\ \hline 3618 \end{array}$	$\begin{array}{r} 67 \\ \times 54 \\ \hline 28 \\ 240 \\ 350 \\ \hline 3000 + \\ \hline 3618 \end{array}$	$\begin{array}{r} 67 \\ \times 54 \\ \hline 28 \\ 240 \\ 350 \\ \hline 3000 + \\ \hline 3618 \end{array}$

- ▶ **οι τέσσερις αυτοί συνδυασμοί μπορούν να γίνουν σε σύνολα από δυαδικά ψηφία**

▶ 26

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

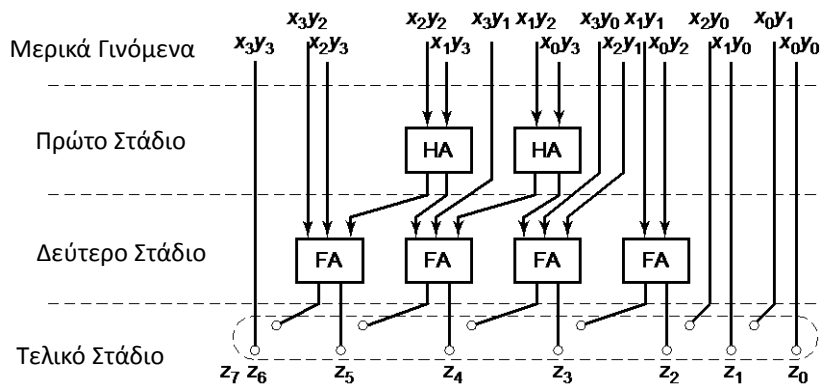
Πολλαπλασιαστής Δέντρου Wallace



► 27

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Πολλαπλασιαστής Δέντρου Wallace

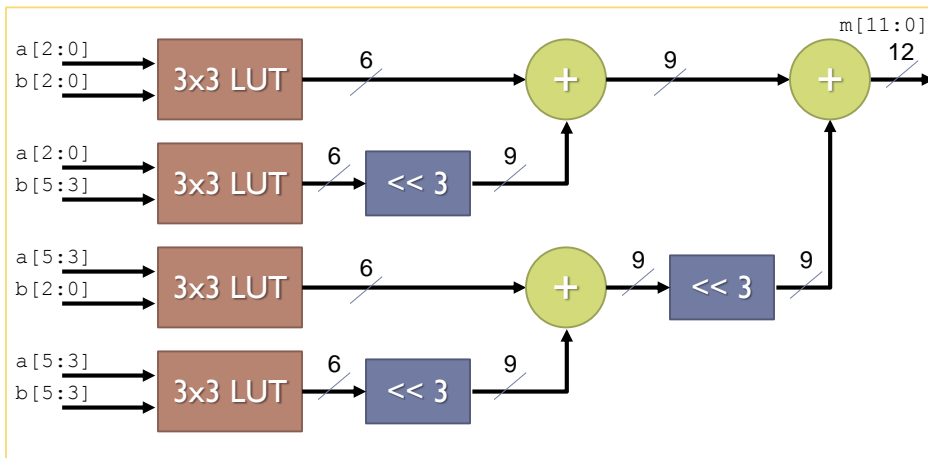


► 28

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Πολλαπλασιασμός Μερικών Παραγόντων

► 6-bit πολλαπλασιαστής από 3-bit Πίνακες



► 29

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Περιεχόμενα

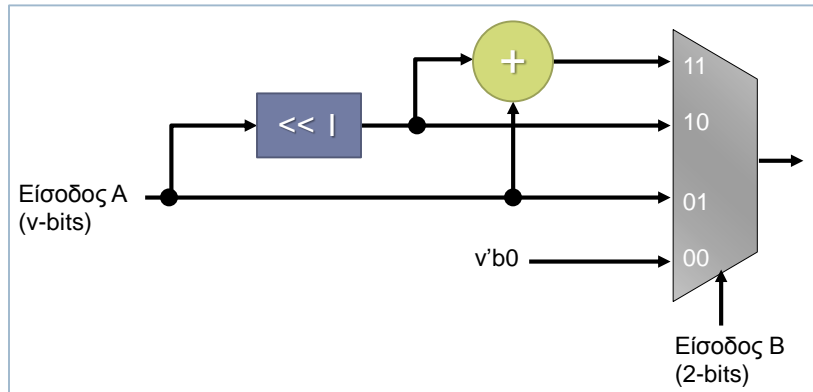
- Κυκλώματα Πρόσθεσης
 - Half-adder
 - Full-Adder
 - Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry
 - Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead
- Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού
 - Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add
 - Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων
 - Μερικών Παραγόντων – Partial Products
 - Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – **Computed Partial Products**
- Διάρθρωση

► 30

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Πολλαπλασιασμός Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων

- Ειδική περίπτωση του πίνακα
 - όπου η συνδυαστική λογική είναι απλή
- Βασική ιδέα - πολλαπλασιασμός v -bit με 2-bit:

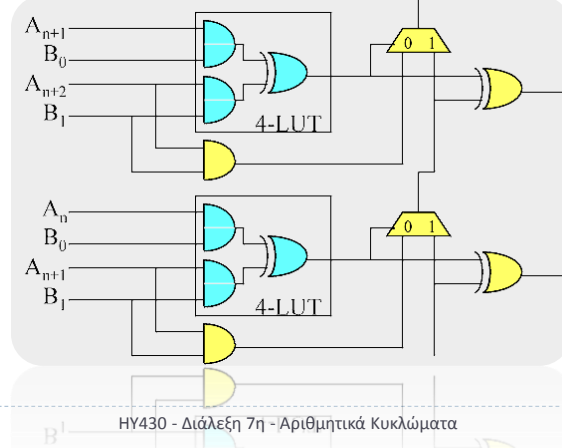


► 31

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Πολλαπλασιασμός Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων

- Υλοποίηση πολλαπλασιασμού μερικών παραγόντων σε FPGA:
- Ποια συνάρτηση υλοποιεί το LUT 4άρων εισόδων;



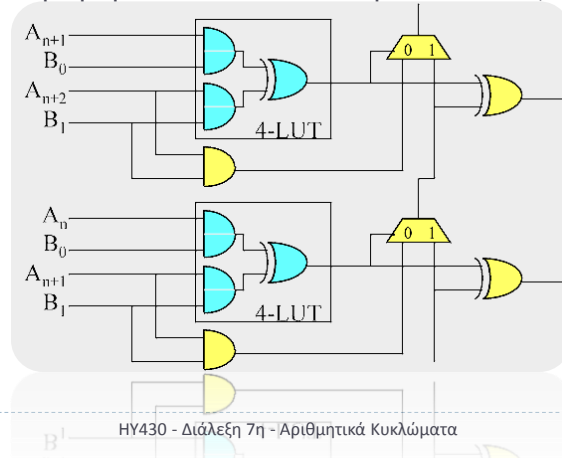
► 32

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Πολλαπλασιασμός Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων

- Υλοποίηση πολλαπλασιασμού μερικών παραγόντων σε FPGA:

- Ποια συνάρτηση υλοποιεί το LUT 4άρων εισόδων;



► 33

Περιεχόμενα

- Κυκλώματα Πρόσθεσης
 - Half-adder
 - Full-Adder
 - Σειριακό Κρατούμενο – Ripple Carry
 - Πρόγνωση Κρατουμένου – Carry Lookahead
- Κυκλώματα Πολλαπλασιασμού
 - Ολίσθηση και Πρόσθεση – Shift and Add
 - Πολλαπλασιασμός με Πίνακα Αποτελεσμάτων
 - Μερικών Παραγόντων – Partial Products
 - Υπολογισμένων Μερικών Παραγόντων – Computed Partial Products
- **Διαίρεση**

► 34

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Διαίρεση

0111000010 (450)

10001 (17)

Πώς κάνουμε διαίρεση;

► 35

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Διαίρεση

0111000010 (450)

10001 (17)

```

01110
011100
10001
010110
10001
001010
010101
10001
00100
01000

```

11010 (26)

5-bit διαιρέτης < διαιρετέο
κατεβάζουμε ψηφίο
ολίσθηση-αφαίρεση, 1 στο πηλίκο
κατεβάζουμε ψηφίο
ολίσθηση-αφαίρεση, 1 στο πηλίκο
κατεβάζουμε ψηφίο, υπόλοιπο < διαιρέτη, 0 στο πηλίκο
κατεβάζουμε ψηφίο
Ολίσθηση-αφαίρεση, 1 στο πηλίκο
κατεβάζουμε ψηφίο, υπόλοιπο < διαιρέτη, 0 στο πηλίκο

► Σε κάθε βήμα κάνουμε:

- Σύγκριση
- Ολίσθηση
- Αφαίρεση

► 36

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Αλγόριθμος Διαίρεσης

```

▶ LONG_DIVISION(D, d, q, r)
  // Είσοδοι - D : Διαιρετέος, d : διαιρέτης, Έξοδοι - q : πηλίκο, r : υπόλοιπο
  {
    n = MSB(D); m = (n - LENGTH(d)); x = 0; Dt = D;
    do
    {
      while (Dt[n:m] < d) // υπόλοιπο < διαιρέτη //
        q[x++] = 0; m = m - 1; // 0 στο πηλίκο, κατεβάζουμε ψηφίο //
      q[x++] = 1; // 1 στο πηλίκο //
      r[n-m:0] = Dt[n:m] - d; // νέο υπόλοιπο //
      m = m - 1; // κατεβάζουμε ψηφίο //
      Dt[n:0] = {r, D[m-1:0]}; // συνένωση υπολοίπου με διαιρετέο //
    } while (r > d);
    return (q[0:x], r[n-m:0]);
  }

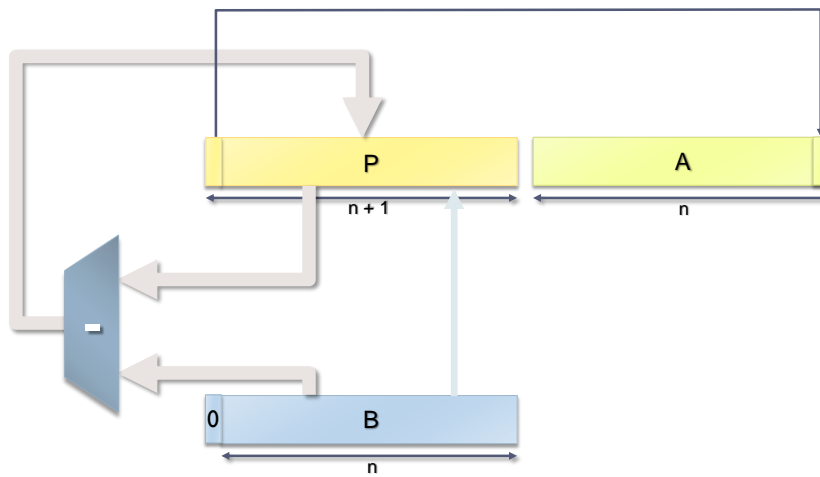
```

▶ 37

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Δυαδικός Διαιρέτης

- ▶ Πανομοιότυπη Διάταξη με τον Πολλαπλασιαστή



▶ 38

HY430 - Διάλεξη 7η - Αριθμητικά Κυκλώματα

Δυναδικός Διαιρέτης

- ▶ Για να Υπολογίσουμε το A/B
- ▶ Αρχικοποίηση:
 - ▶ Αποθηκεύουμε το A στον Καταχωρητή A,
 - ▶ Το B στον Καταχωρητή B,
 - ▶ Μηδενίζουμε τον P
- ▶ Αλγόριθμος:
 - ▶ Για n bits, n επαναλήψεις:
 1. Ολισθαίνουμε το Ζεύγος (P,A) 1 bit αριστερά
 2. Εκτελούμε $P = P - B$
 3. Αν το αποτέλεσμα < 0 , θέτουμε A_0 σε 0, αλλιώς σε 1
 4. Αν το αποτέλεσμα < 0 , επαναφέρουμε την παλιά τιμή του P
Εκτελώντας $P = P + B$