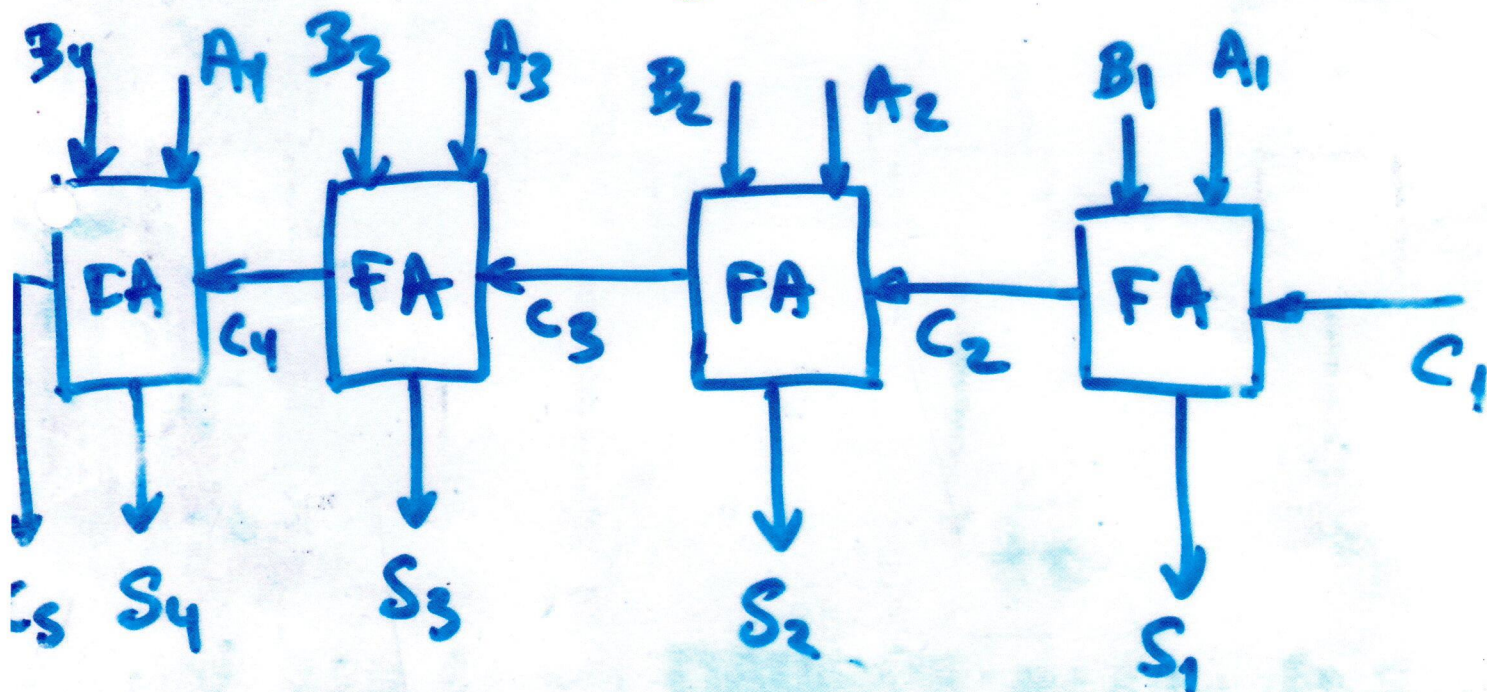


ΔΥΑΔΙΚΟΣ ΑΘΡΟΙΣΤΗΣ

A = 1011

B = 0011

ΔΕΙΚΤΗΣ i	4	3	2	1	
ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΕΙΣΟΔΟΥ	0	1	1	0	Z
ΠΡΟΣΘΕΤΕΟΣ	1	0	1	1	X
ΠΡΟΣΘΕΤΕΟΣ	0	0	1	1	Y
ΑΘΡΟΙΣΜΑ	1	1	1	0	S
ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΕΙΣΟΔΟΥ	0	0	1	1	C



(α) ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΣ ΑΘΡΟΙΣΤΗΣ ΤΕΣΣΕΡΩΝ ΒΙΤΣ

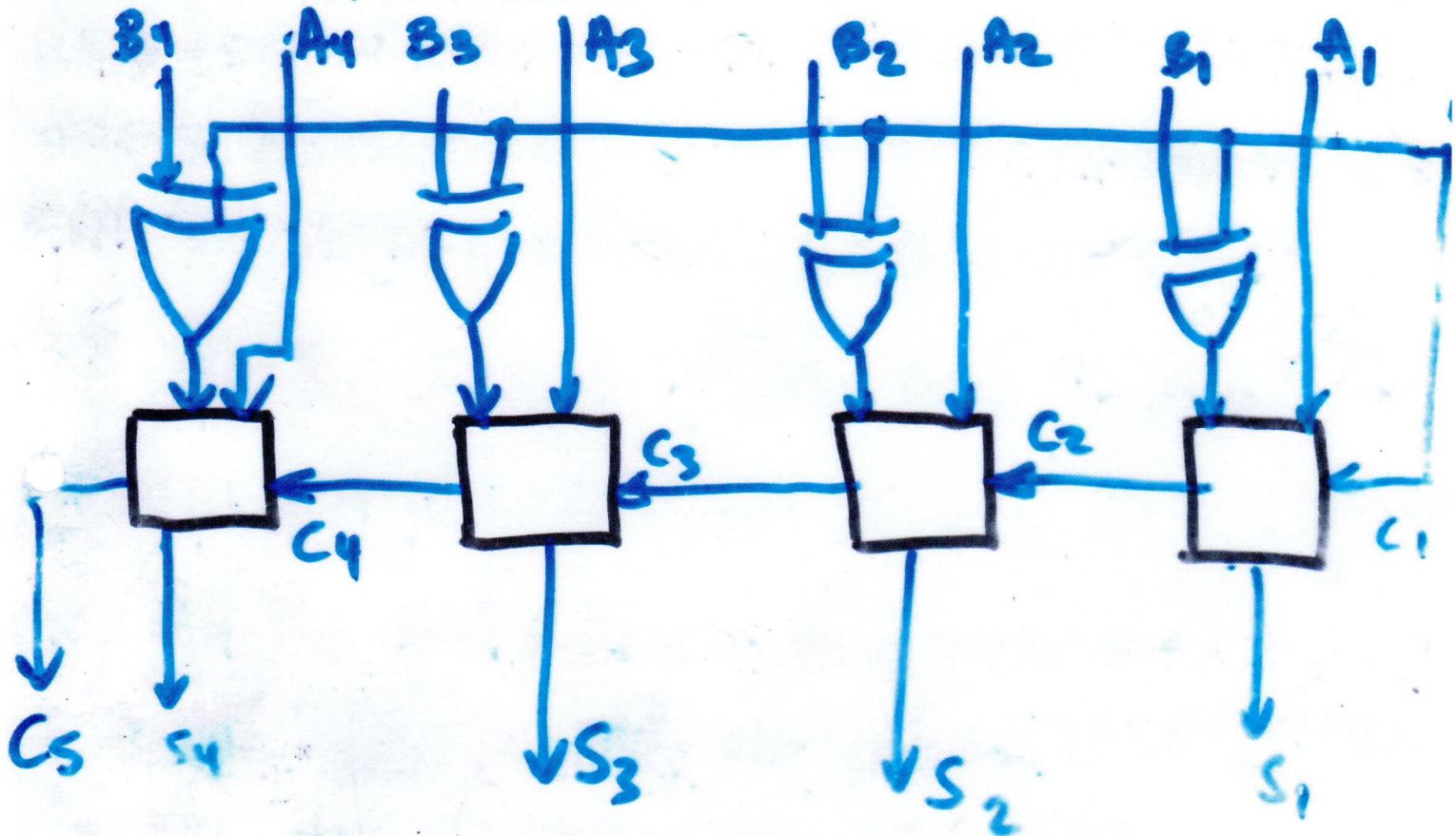
ΔΥΑΔΙΟΣ ΑΦΟΡΙΣΤΗΣ ΑΦΑΙΡΕΤΗΣ

(5)

A-B ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΠΙΝΕΙ

- (1) ΠΑΙΡΝΟΝΤΑΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΤΟ Β ΘΕ ΠΡΟΣ 2
- (2) ΠΡΟΣΘΕΤΟΝΤΑΣ ΤΟ ΣΤΟ Α.

(1) → ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ ΘΕ ΠΡΟΣ 2 → ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ
ΘΕ ΠΡΟΣ 1 ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥΜΕ 1 ΣΤΟ ΛΙΓΟ-
ΤΕΡΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟ ΖΕΥΓΟΣ ΒΙΤΣ.



ΕΑΝ M = 1 → ΠΛΗΡΗΣ ΔΥΑΔΙΟΣ

~~ΑΦΑΙΡΕΤΗΣ~~

ΕΑΝ M = 0 → ΔΥΑΔΙΟΣ ΑΦΟΡΙΣΤΗΣ

ΕΑΝ $A \geq B \rightarrow$ ΔΙΝΕΙ $A - B$

ΕΑΝ $A < B \rightarrow$ ΔΙΝΕΙ ΤΟ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑ $\bar{0}$
ΠΡΟΣ 2 ΤΟΥ $B - A$.

ΓΙΑ ΠΡΟΣΗΜΑΣΜΕΝΟΥΣ:

ΔΙΝΕΙ $A - B$ ΕΑΝ \nexists ΥΠΕΡΚΕΙΛΙΣΗ.

ΔΙΑΔΟΣΗ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟΥ:

ΚΑΘ'ΥΣΤΕΡΗΣΗ: ΚΑΘΥΣΤΕΡΙΣΗ ΔΙΑΔΟΣΗΣ
ΚΑΘΕ ΒΑΘΜΙΔΑΣ ΤΟΥ ΑΘΡΟΙΣΤΗ/ΑΦΑΙΡΕ
ΕΠΙ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΒΑΘΜΙΔΩΝ.

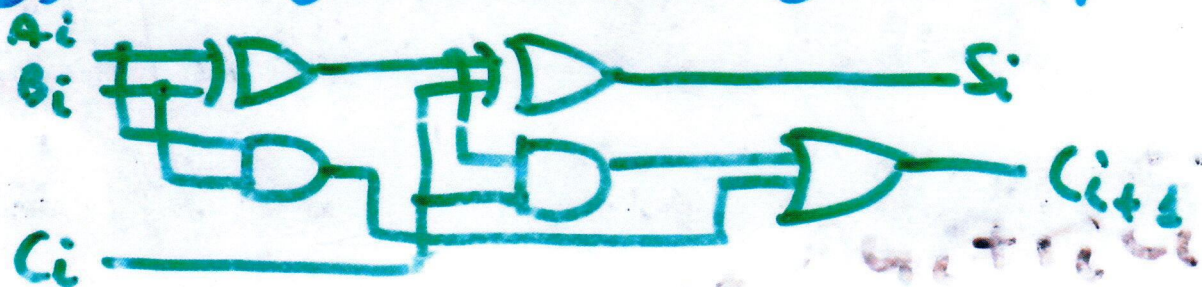
ΤΑ A_i, B_i ΣΤΑΘΕΡΑ ΑΠΟ ΤΗΝ "ΑΡΧΗ"

ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΙ ΟΜΟΣ ΤΟ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ

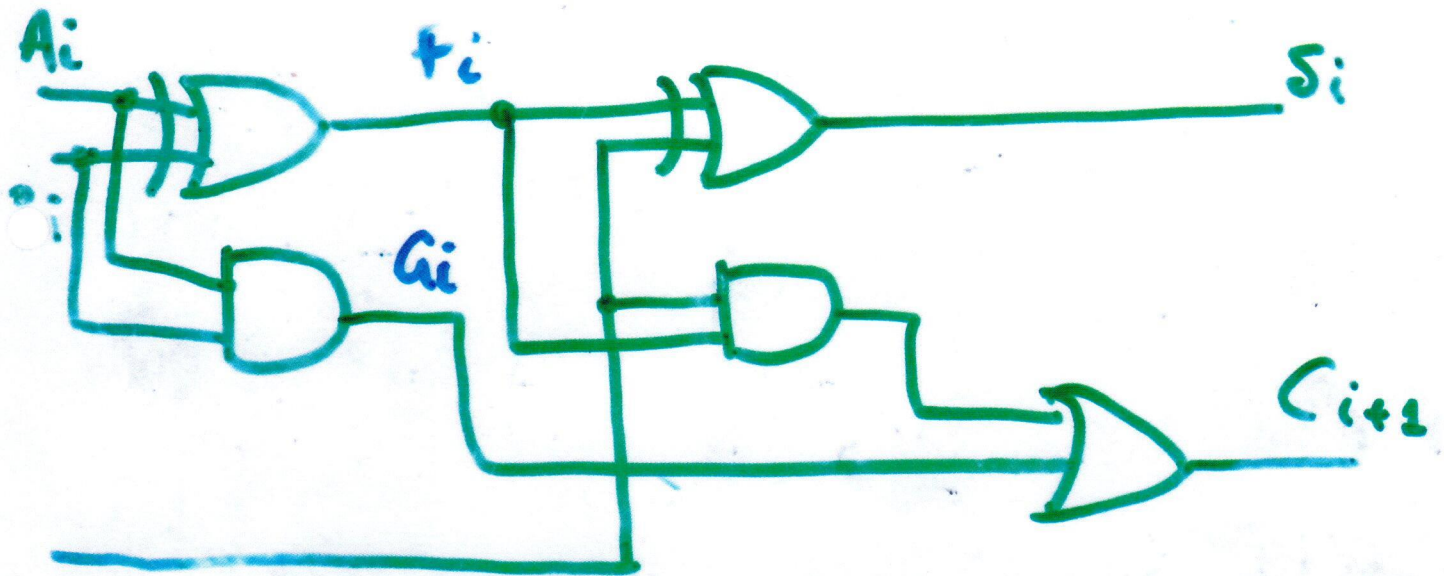
Π.Χ. Α₄ Β₄ ΠΑΘΕΣΙΜΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΡΧΗ,

Σ₄ ΟΜΟΣ ΔΕΝ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΙ ΠΡΙΝ

ΤΟ C_3 , ΤΟ C_3 ΠΡΙΝ ΤΟ C_2 ΚΑΙ.



Ο ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟΥ ΕΙΝΑΙ Ο ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΙΚΟΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΜΕ ΤΗΝ ΟΠΟΙΑ ΔΥΟ ΑΡΙΘΜΟΙ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΠΡΟΤΖΕΘ



C_i ΕΑΝ + Ο ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΚΑΘΕ ΠΥΛΗΣ ΠΟΤΕ ΘΑ ΕΙΝΑΙ ΕΤΟΙΜΟ ΤΟ
 -η+1.
 ?

ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟΥ:

"CARRY LOOK-AHEAD"

$$P_i = A_i \oplus B_i$$

$$S_i = P_i \oplus C_i$$

$$G_i = A_i B_i$$

$$C_{i+1} = G_i + P_i C_i$$

G_i = ΓΕΝΝΗΤΗΣ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟΥ ("CARRY GENERATOR")

P_i = ΔΙΑΔΟΤΗΣ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟΥ ("CARRY PROPAGATOR")

$$C_1 = 0$$

$$C_2 = G_1 + P_1 C_1$$

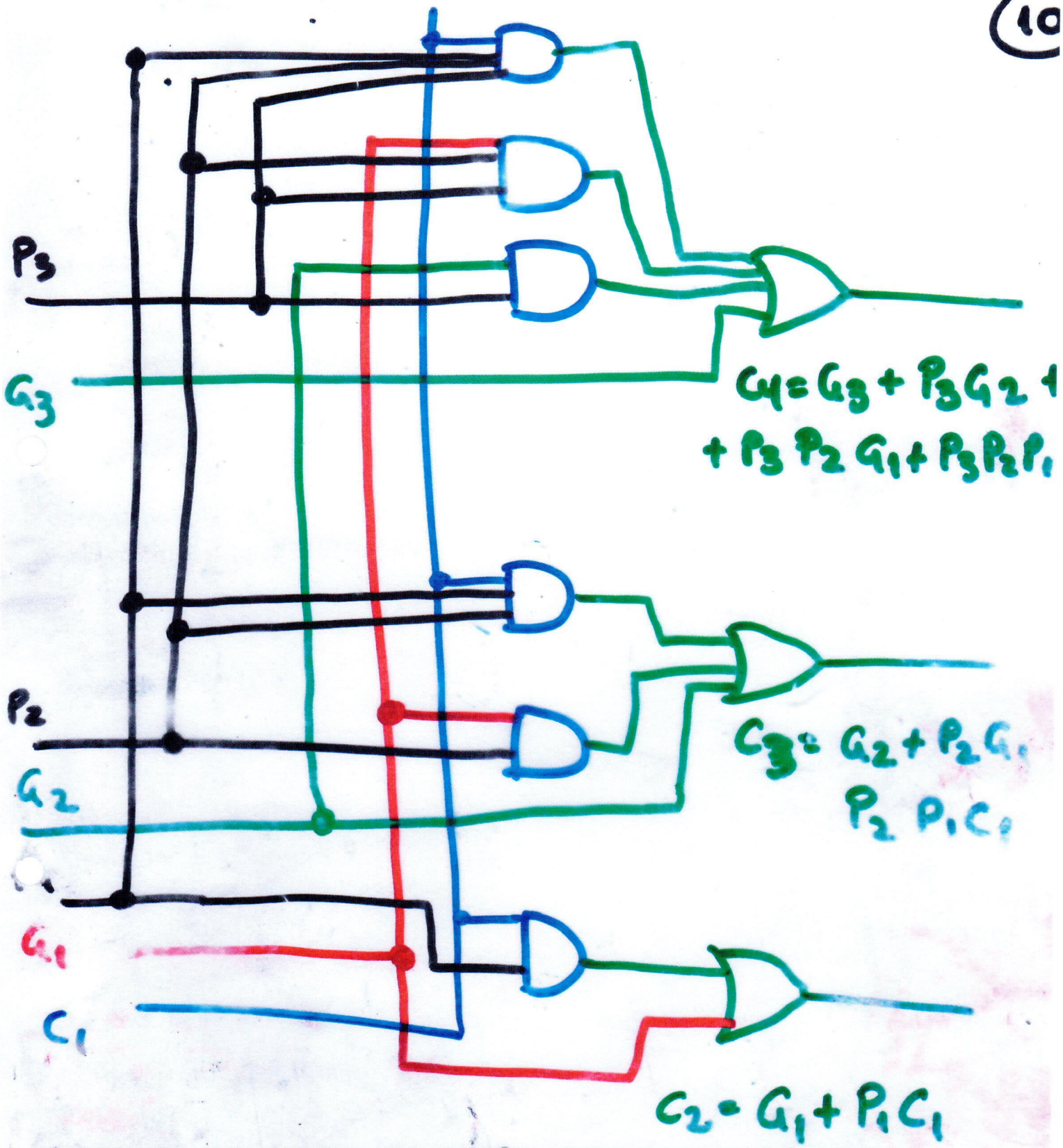
$$C_3 = G_2 + P_2 C_2 = G_2 + P_2 (G_1 + P_1 C_1) = G_2 + P_2 G_1 + P_2 P_1 C_1$$

$$C_4 = G_3 + P_3 C_3 = G_3 + P_3 G_2 + P_3 P_2 G_1 + P_3 P_2 P_1 C_1$$

ΠΟΣ ΕΙΝΑΙ ΤΟ C_N .

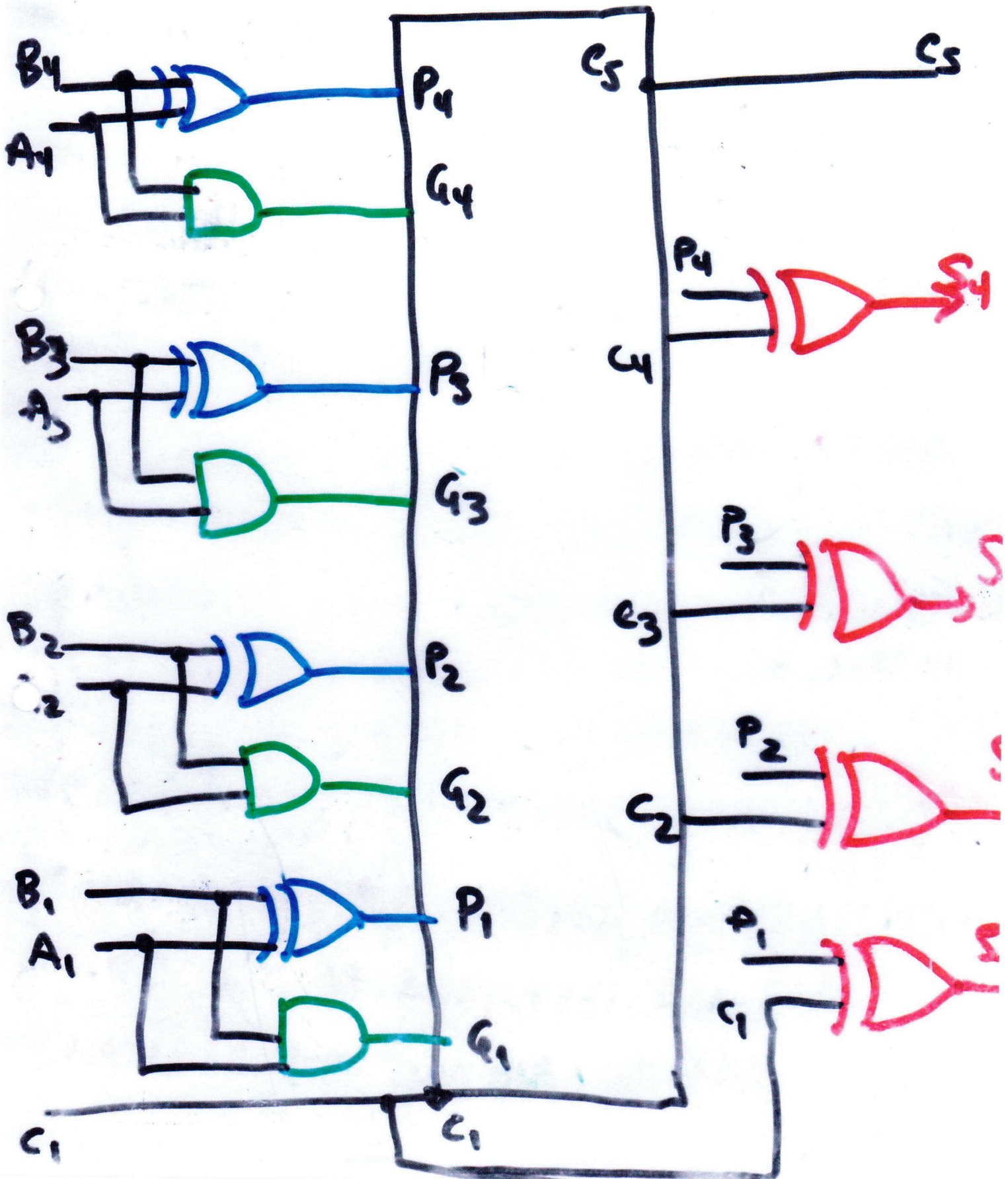
ΠΟΣ ΕΣ ΠΥΛΕΣ ΕΧΕΙ ΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΥΛΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΟΥ CARRY LOOK-AHEAD ΤΟΥ C_4

ΑΝ ΠΟΤΕ ΕΙΣΟΔΟΥΣ?



ΛΟΓΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΓΕΝΗΤΡΙΑΣ
ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟΥ

ΠΛΗΡΗΣ ΑΘΡΟΙΣΤΗΣ ΤΕΣΣΑΡΩΝ BITS ΜΕ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟΥ



ΔΕΚΑΔΙΚΟΣ ΑΦΡΟΙΣΤΗΣ.

ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΥΑΔΙΚΗ ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΑΡΚΕΙ ΝΑ ΘΕΩΡΗΣΟΥΜΕ
ΕΝΑ ΣΚΕΤΟ ΖΕΥΓΑΡΙ ΒΙΤΣ ΚΑΘΕ ΦΟΡΑ ΜΑΖΙ ΜΕ ΤΟ
ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ



- ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΕΚΑΔΙΚΗ ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΘΕΛΕ
ΤΟΥΛΑΧΙΣΤΟΝ 9 ΕΙΣΟΔΟΥΣ Κ' 5 ΕΞΟΔΟΥΣ
(ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΘΕ ΔΕΚΑΔΙΚΟΥ
ΨΗΦΙΟΥ ΘΕΛΕ 4 bits)

Ο ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΑΡΑΠΑΝΕ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ
ΑΠΑΙΤΕΙ ΠΙΝΑΚΑ ΑΛΗΘΕΙΑΣ ΜΕ $2^9 = 512$ ΓΡΑΜΜΕΣ

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: ΚΑΘΕ ΔΥΑΔΙΚΟΣ ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΙΣΟ-
ΔΟΥ ΕΧΕΙ 6 ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΥΣ ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΚΥΡΟΙ
ΓΙΑΤΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥΝ ΣΕ ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΕΙΣ
ΠΟΥ ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ.

→ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΑ ΜΠΟΡΟΥΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟ-
ΠΩΣΕΙΣ ΠΛΗΡΗ ΑΦΡΟΙΣΤΗ. ΓΙΑ ΝΑ
ΒΕΛΤΙΩΣΕΙ ΤΗΝ ΛΟΓΙΚΟΠΛΩΣΤΗΤΑ

ΘΕΟΡΩ ΟΤΙ ΕΚΕ ΔΥΟ ΔΕΚΑΔΙΚΑ ΦΗΦΙΑ ΣΕ ΔΥΑΔΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ (BCD) ΜΕ ΤΕΣΣΕΡΙΣ BITS, ΕΑΝ ΤΟΥΣ ΠΡΟΣΘΕΣΟΥ ΔΥΑΔΙΚΑ ΤΟΤΕ ΘΑ ΠΑΡΕ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ≤ 19

($9+9+1$: η ίδια από κρατούμενο από προηγούμενα βάρη)

ΟΤΟΤΕ ΤΟ ΔΥΑΔΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΛΤΕ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΣΘΕΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ (BCD) ΕΚΕΙ ΘΝΑΙ: $K Z_8 Z_4 Z_2 Z_1$.

K : ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ

ΠΑΡΕ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ

$K Z_8 Z_4 Z_2 Z_1$

$0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \rightarrow 1 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = 12$

ΑΥΤΟΣ Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΕ BCD

ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΙΝΑΙ:

1 | 0 0 1 0

ΑΡΑ ΧΡΕΙΑΖΟΜΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ΔΥΑΔΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΣΕ BCD

ΑΡΑ ΔΥΑΔΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ

K	Z ₈	Z ₄	Z ₂	Z ₁	C	S ₈	S ₄	S ₂	S ₁	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	3
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4
0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	5
0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	6
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	7
0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	8
1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	9
1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	10
1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	11
1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	12
1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	13
1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	14
1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	15
1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	16
1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	17
1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	18

ΟΤΑΝ ΤΟ ΔΥΑΔΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΕΙΝΑΙ ≤ 1001
BCD ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΙΔΙΟ

ΟΤΑΝ ΤΟ ΔΥΑΔΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ > 1001 ΤΟΤΕ
BCD ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΙΔΙΟ, ΑΛΛΑ ΜΠΟΡΕΙ
ΝΑ ΠΡΟΚΥΨΕΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΡΟΣΘΕΣΗ ΤΟΥ
ΔΥΑΔΙΚΟΥ 6 (0110) ΣΤΟ ΔΥΑΔΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ.

$$\begin{array}{r} \text{πχ} \\ \hline 01010 + 0110 = 10000 \end{array}$$

$$10011 + 0110 = 11001$$

ΤΟΤΕ ΚΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΔΙΟΡΘΩΣΗ

Α) Η Κ = 1

Β) Η ΕΝΑΣ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟ
ΕΣΙ ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΥΣ

$z_3 z_4 z_2 z_0$

1010 $z_3 = 1$ ΚΑΙ ΕΙΤΕ z_0

1011

$z_4 = 1$ ΕΙΤΕ z_2

1000

1101

(ΓΙΑ ΝΑ ΣΕΚΕΡΙΣΕ ΑΠΟ
ΤΟ 1001 Ή 1000)

1110

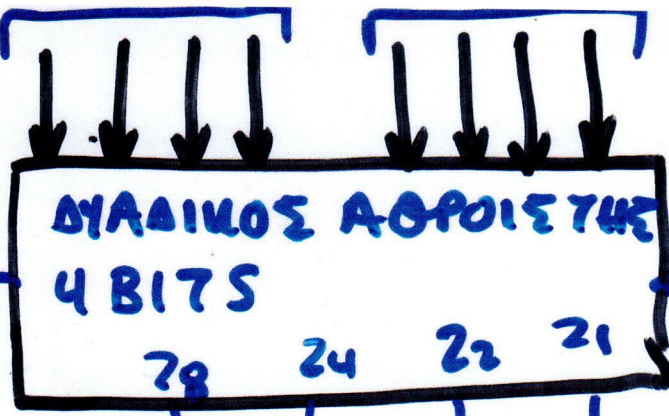
1111

ΑΡΑ ΔΙΟΡΘΩΣΗ ΟΤΑΝ

$$C = z_3 (z_4 + z_2) + K$$

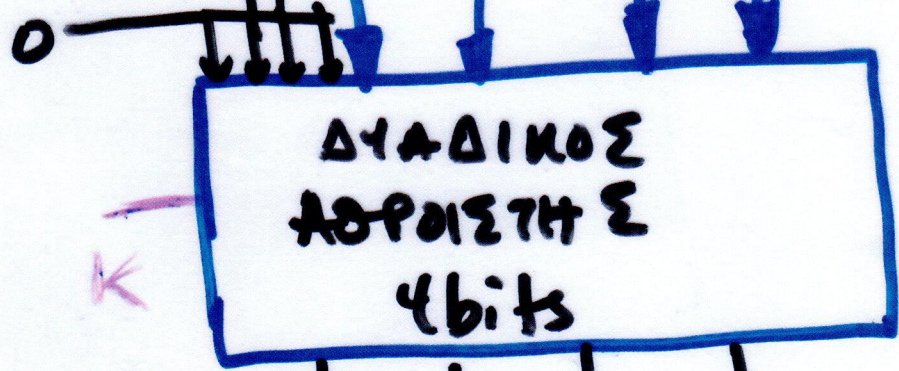
ΑΡΑ:

ΠΡΟΣΘΕΤΟΙ



ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΕΙΣΟΔΟΥ

ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΕΙΣΟΔΟΥ



S₈ S₄ S₂ S₁