# ΣΥΝΔΙΑΣΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ

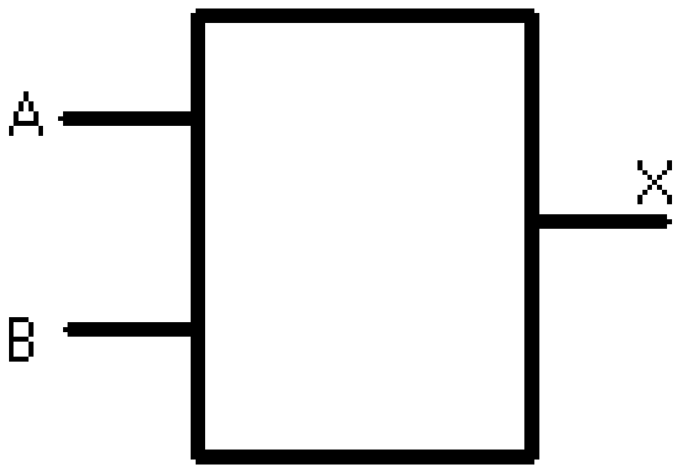
- Οι έξοδοί τους είναι συναρτήσεις αποκλειστικά των εισόδων τους

- Χαρακτηρίζονται από μία καθυστέρηση στη διάδοση του σήματος της τάξης των ns

# Ο ΣΥΓΚΡΙΤΗΣ

- Συγκρίνει τις εισόδους του και δίνει ανάλογη έξοδο.

<u>Μπλοκ Διάγραμμα.</u>




<u>Πίνακας Αληθείας</u>

| A | B | $X_L$ | $X_E$ | $X_G$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Όπου : **L**: $A<B$, **E**: $A=B$, **G**: $A>B$

$$X_L = \overline{A}B \qquad \boxed{X_E = AB + \overline{A}\,\overline{B} = A \odot B} \qquad X_G = A\overline{B}$$

# Εφαρμογή 1

- Ζητείται συγκριτής δυο τριψήφιων δυαδικών αριθμών X=Y (Έξοδος ένα μόνο όταν X=Y)

Οι αριθμοί θα είναι οι : $X=A_1B_1C_1$ $Y=A_2B_2C_2$

Για να ισχύει X=Y πρέπει:
A1=A2 και B1=B2 και C1=C2

Αυτό εκφράζεται ως:

$$Z_1 = (A_1 \odot A_2)(B_1 \odot B_2)(C_1 \odot C_2)$$

# Εφαρμογή 2

- Ζητείται συγκριτής δύο τριψήφιων δυαδικών αριθμών X<Y (Έξοδος ένα μόνο όταν X<Y)

Οι αριθμοί θα είναι οι : $X = A_1B_1C_1$ $\qquad Y = A_2B_2C_2$

Για να ισχύει X<Y πρέπει:

A1<A2 ή (A1=A2 και B1<B2) ή

(A1=A2 και B1=B2 και C1<C2)

Αυτό εκφράζεται ως :

$$Z_2 = \bar{A}_1A_2 + (A_1 \odot A_2)\bar{B}_1B_2 + (A_1 \odot A_2)(B_1 \odot B_2)\bar{C}_1C_2$$

# Εφαρμογή 3

- Ζητείται συγκριτής δύο τριψήφιων δυαδικών αριθμών (X>Y) (Έξοδος ένα μόνο όταν X>Y)

Οι αριθμοί θα είναι οι : $X = A_1 B_1 C_1 \qquad Y = A_2 B_2 C_2$

Για να ισχύει X>Y πρέπει:

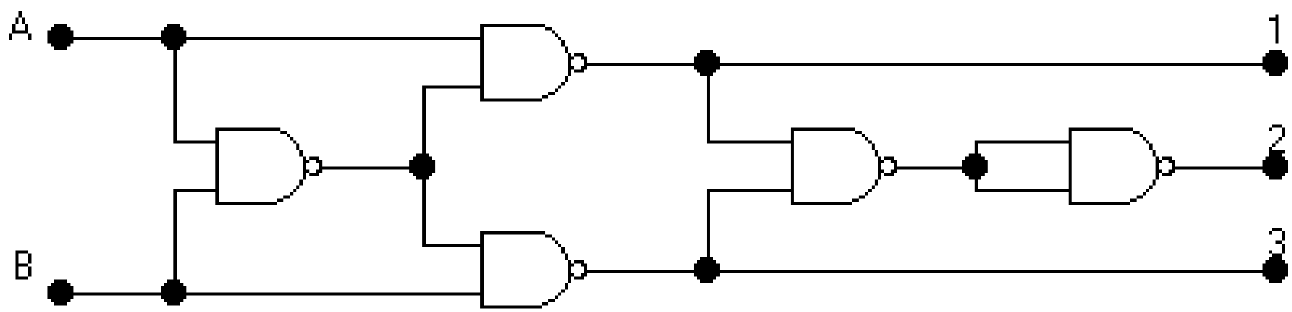
A1>A2 ή (A1=A2 και B1>B2) ή (A1=A2 και B1=B2 και C1>C2)

Αυτό εκφράζεται ως :

$$Z = A_1\overline{A_2} + (A_1 \odot A_2)B_1\overline{B_2} + (A_1 \odot A_2)(B_1 \odot B_2)C_1\overline{C_2}$$

# Εφαρμογή 4

- Να αναλυθεί το ακόλουθο κύκλωμα




Έξοδος 1 : $\overline{A\bullet\overline{AB}}=\overline{A(\bar{A}+\bar{B})}=\overline{A\bar{B}}$ (A<=B)

Έξοδος 2 : $\overline{A.\overline{AB}}\;.\;\overline{B.\overline{AB}}=\overline{A.(\bar{A}+\bar{B})}.\;\overline{B.(\bar{A}+\bar{B})}=\overline{A\bar{B}+\bar{A}B}=A\odot B$

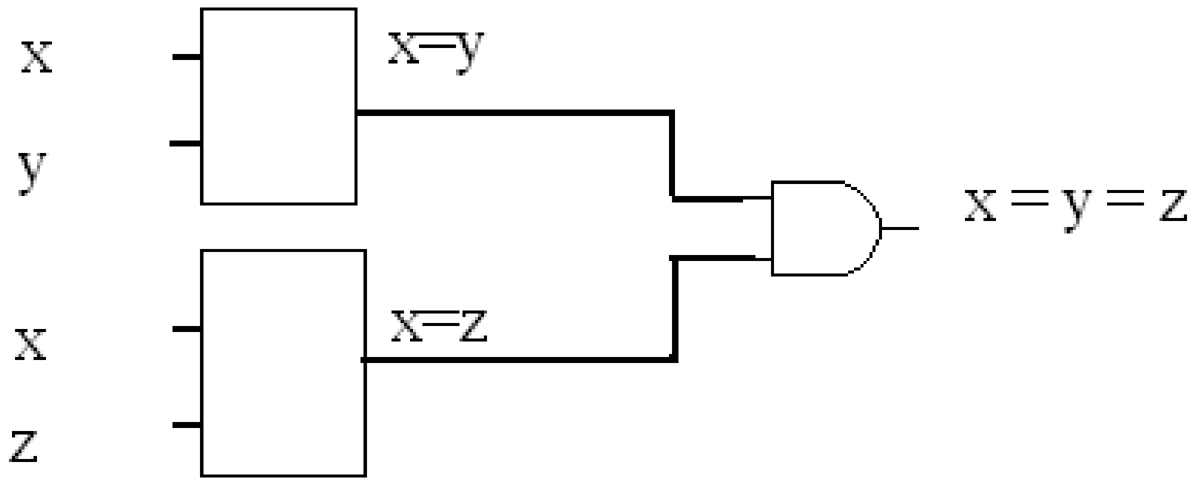
(A=B)

Έξοδος 3 : $\overline{B\bullet\overline{AB}}=\overline{B(\bar{A}+\bar{B})}=\overline{\bar{A}B}$ (A>=B)

# Εφαρμογή 5

- Να πραγματοποιηθεί συγκριτής ισότητας τριών τριψήφιων δυαδικών αριθμών.

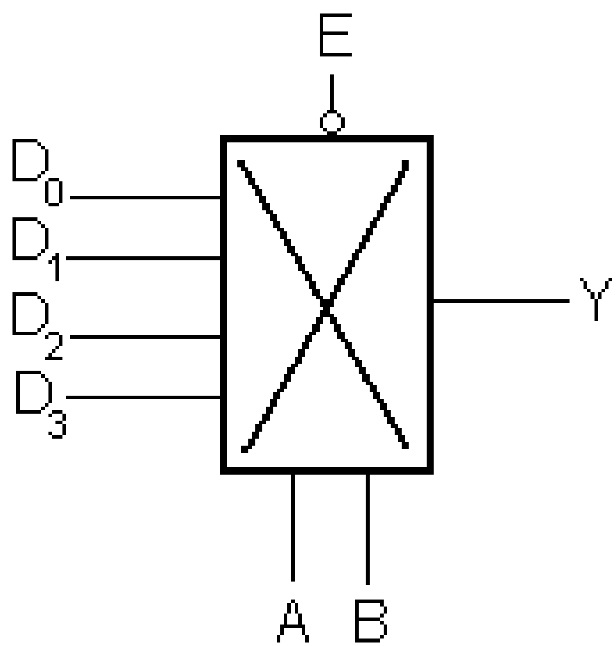
Οι αριθμοί θα είναι οι : $X = A_1B_1C_1 \quad Y = A_2B_2C_2 \quad Z = A_3B_3C_3$



# Ο Πολυπλέκτης

Έχει $2^n$ εισόδους και επιλέγω μία από αυτές για έξοδο,χρησιμοποιώντας n γραμμές ελέγχου.

Πολυπλέκτης 4 εισόδων

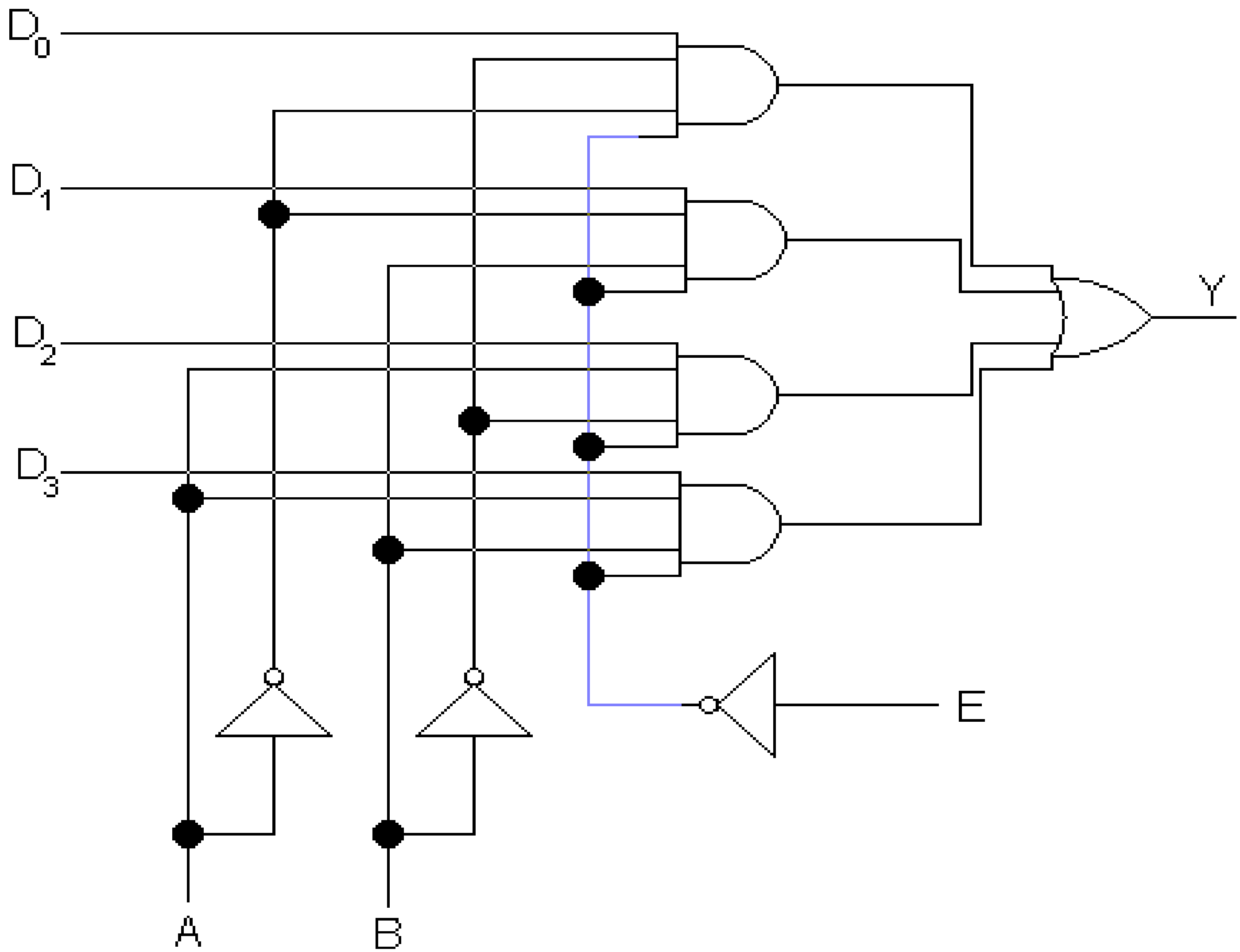



Πίνακας Αληθείας

| A | B | Y |
|---|---|---|
| 0 | 0 | $D_0$ |
| 0 | 1 | $D_1$ |
| 1 | 0 | $D_2$ |
| 1 | 1 | $D_3$ |

$$Y = \overline{A}\,\overline{B}D_0 + \overline{A}BD_1 + A\overline{B}D_2 + ABD_3$$

# Εσωτερικό κύκλωμα πολυπλέκτη

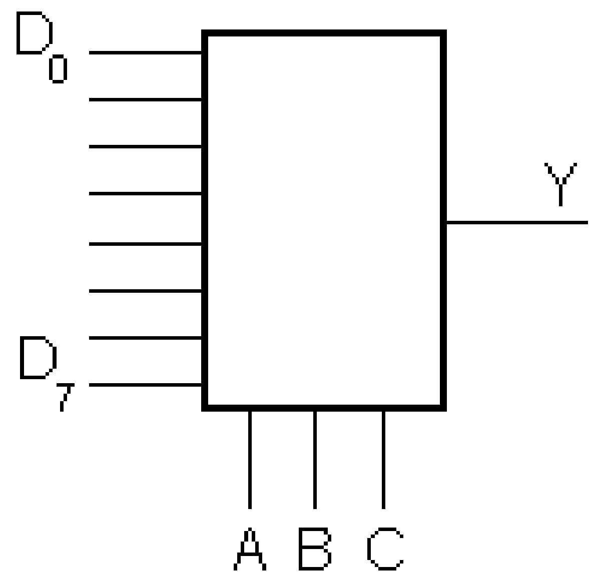


# Εφαρμογή 1

Φτιάχνω σε πολυπλέκτη 8 εισόδων, την συνάρτηση που ακολουθεί:

| A | B | C | Y |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

<u>Μπλοκ Διάγραμμα</u>




Τοποθετούμε:

Α)Τις μεταβλητές της συνάρτησης στις γραμμές ελέγχου του πολυπλέκτη.

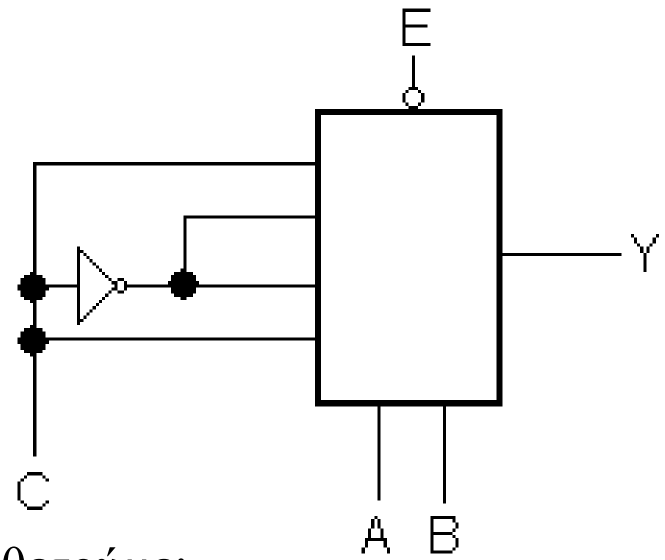
Β) Τις τιμές της συνάρτησης στις εισόδους του πολυπλέκτη.

# Εφαρμογή 2

Θέλω να φτιάξω σε πολυπλέκτη 4 εισόδων την ίδια συνάρτηση :

| A | B | C | Y | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | $C$ |
| 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 0 | 1 | 0 | 1 | $\overline{C}$ |
| 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | $\overline{C}$ |
| 1 | 0 | 1 | 0 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | $C$ |
| 1 | 1 | 1 | 1 | |

## Τελικά :




Τοποθετούμε:

Α)Μεταβλητές της συνάρτησης στις γραμμές ελέγχου του πολυπλέκτη.

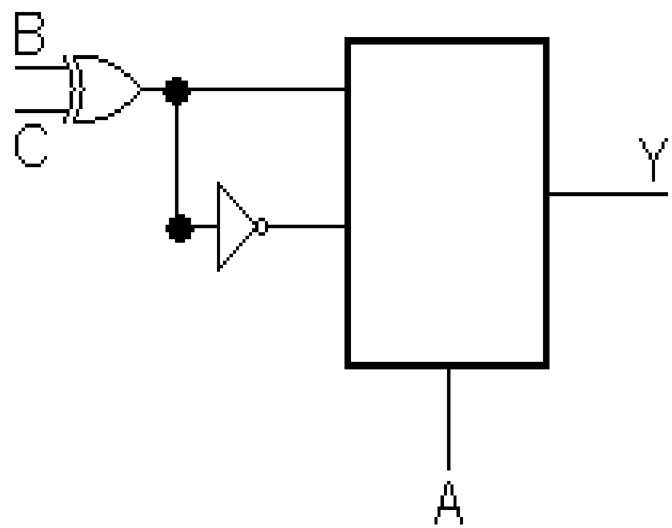
Β)Στους δημιουργούμενους υποπίνακες εκφράζω την συνάρτηση συναρτήσει των υπόλοιπων μεταβλητών

# Εφαρμογή 3

Θέλω να φτιάξω την ίδια συνάρτηση με πολυπλέκτη 2 εισόδων.

| A | B | C | Y | |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | $B \oplus C$ |
| 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | $\overline{B \oplus C}$ |
| 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | |

Τελικά :




Τοποθετούμε:

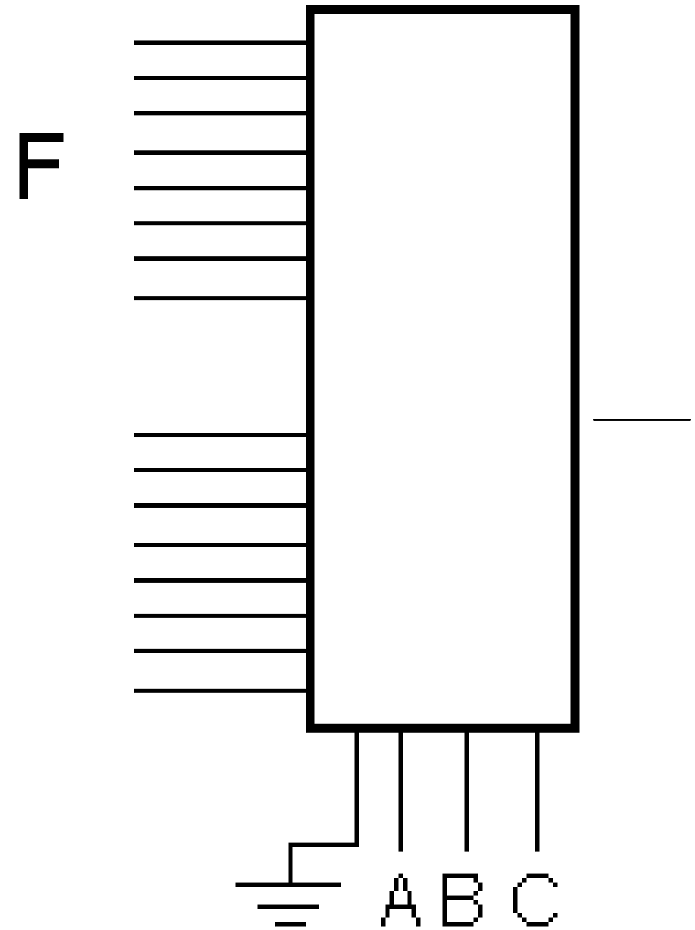
A)Μεταβλητές της συνάρτησης στις γραμμές ελέγχου του πολυπλέκτη.

B)Στους δημιουργούμενους υποπίνακες εκφράζω την συνάρτηση συναρτήσει των υπόλοιπων μεταβλητών

# Εφαρμογή 4

Θέλω να πραγματοποιήσω την ακόλουθη συνάρτηση με πολυπλέκτη 16 εισόδων:

| **A** | **B** | **C** | **F** |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

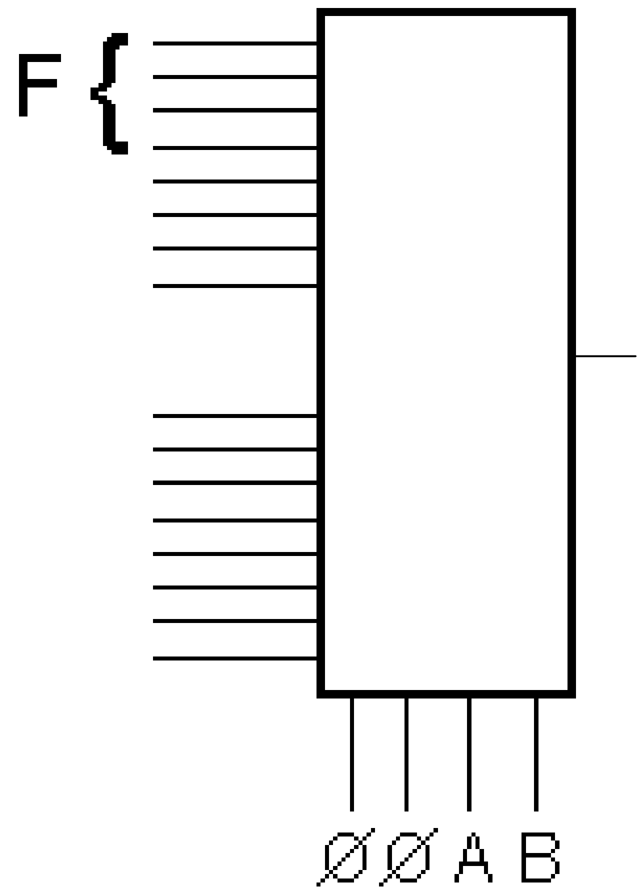


# Εφαρμογή 5

Θέλω να πραγματοποιήσω την ακόλουθη συνάρτηση με πολυπλέκτη 16 εισόδων.

<u>Πίνακας Αληθείας</u>

| A | B | F |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 |



# Εφαρμογή 6

| A | B | C | D | F |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

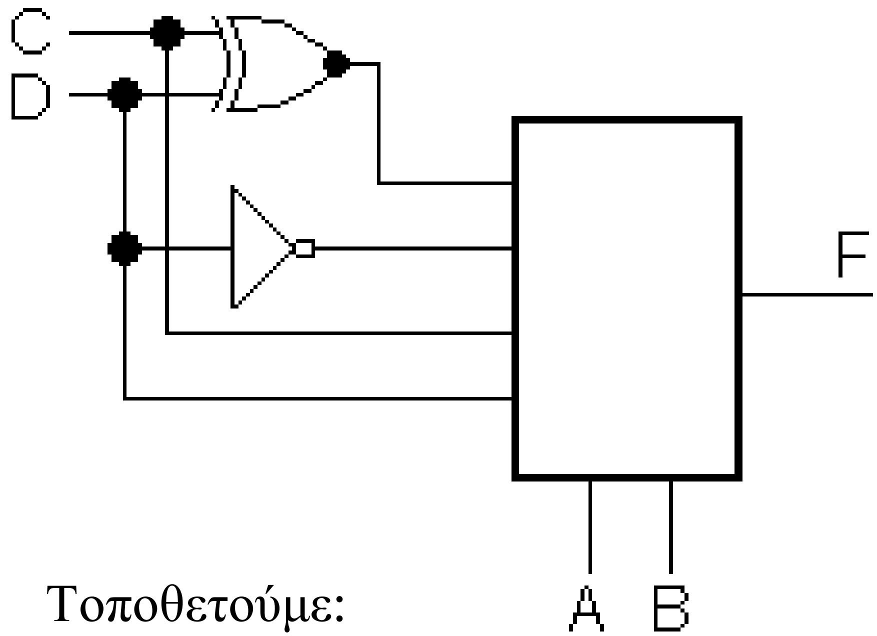
$F = C \odot D$

$F = \overline{D}$

$F = C$

$F = D$

Υλοποίηση συνάρτησης τεσσάρων μεταβλητών με πολυπλέκτη 4 εισόδων.




Τοποθετούμε:

Α)Μεταβλητές της συνάρτησης στις γραμμές ελέγχου του πολυπλέκτη.

Β)Στους δημιουργούμενους υποπίνακες εκφράζω την συνάρτηση συναρτήσει των υπόλοιπων μεταβλητών

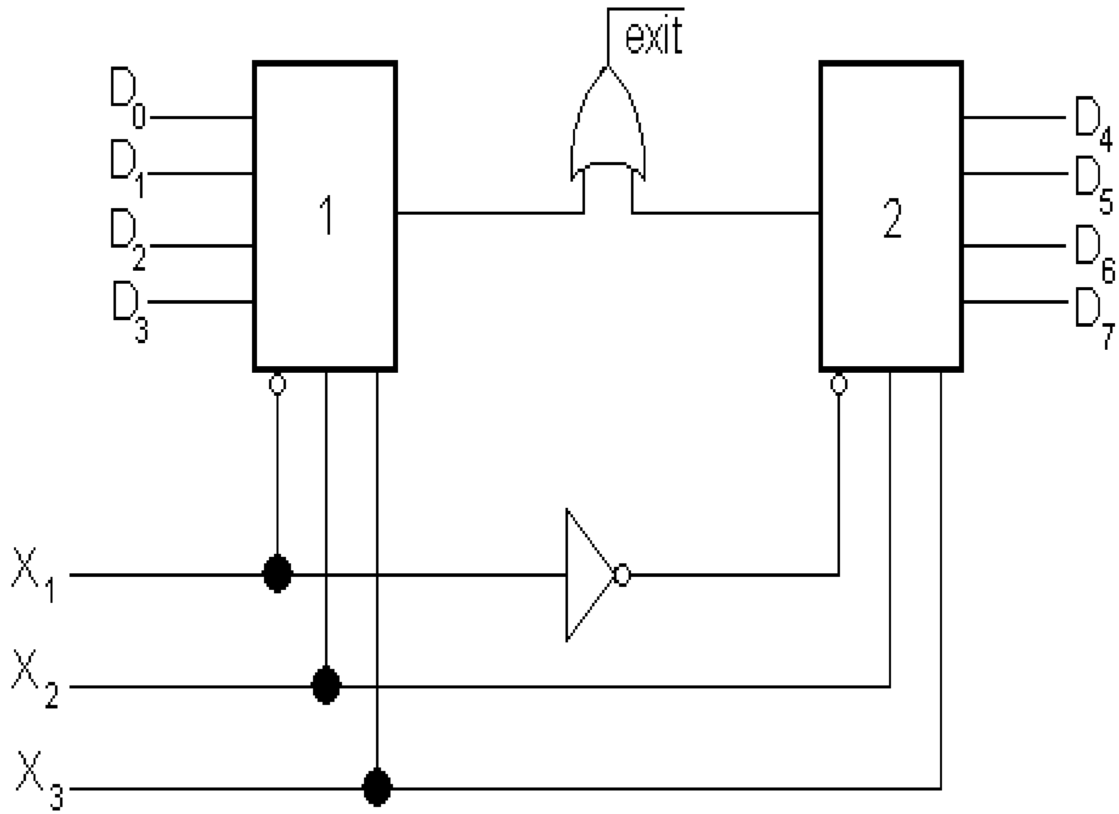
# Εφαρμογή 7

## Σχεδιασμός πολυπλέκτη οκτώ εισόδων με δύο πολυπλέκτες των τεσσάρων εισόδων .

<u>Πίνακας Αληθείας</u>

| $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | F |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | $D_0$ |
| 0 | 0 | 1 | $D_1$ |
| 0 | 1 | 0 | $D_2$ |
| 0 | 1 | 1 | $D_3$ |
| 1 | 0 | 0 | $D_4$ |
| 1 | 0 | 1 | $D_5$ |
| 1 | 1 | 0 | $D_6$ |
| 1 | 1 | 1 | $D_7$ |

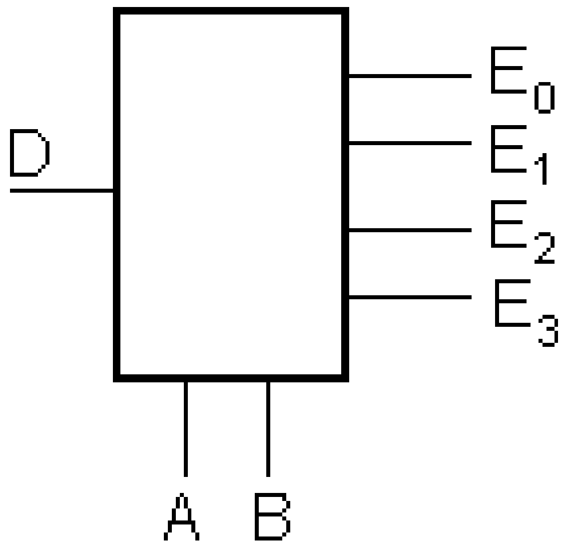
<u>Κύκλωμα</u>



# Ο Αποπολυπλέκτης

Έχει μία είσοδο και την διοχετεύει σε μία από τις $2^n$ εξόδους του, χρησιμοποιώντας n γραμμές ελέγχου.

<u>Μπλοκ Διάγραμμα</u>




<u>Πίνακας Αληθείας</u>

| A | B | $E_0$ | $E_1$ | $E_2$ | $E_3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | D | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | D | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | D | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | D |

Από τις συναρτήσεις που παίρνουμε από τον πίνακα αληθείας, φτιάχνουμε το κύκλωμα του αποπολυπλέκτη.

Συναρτήσεις

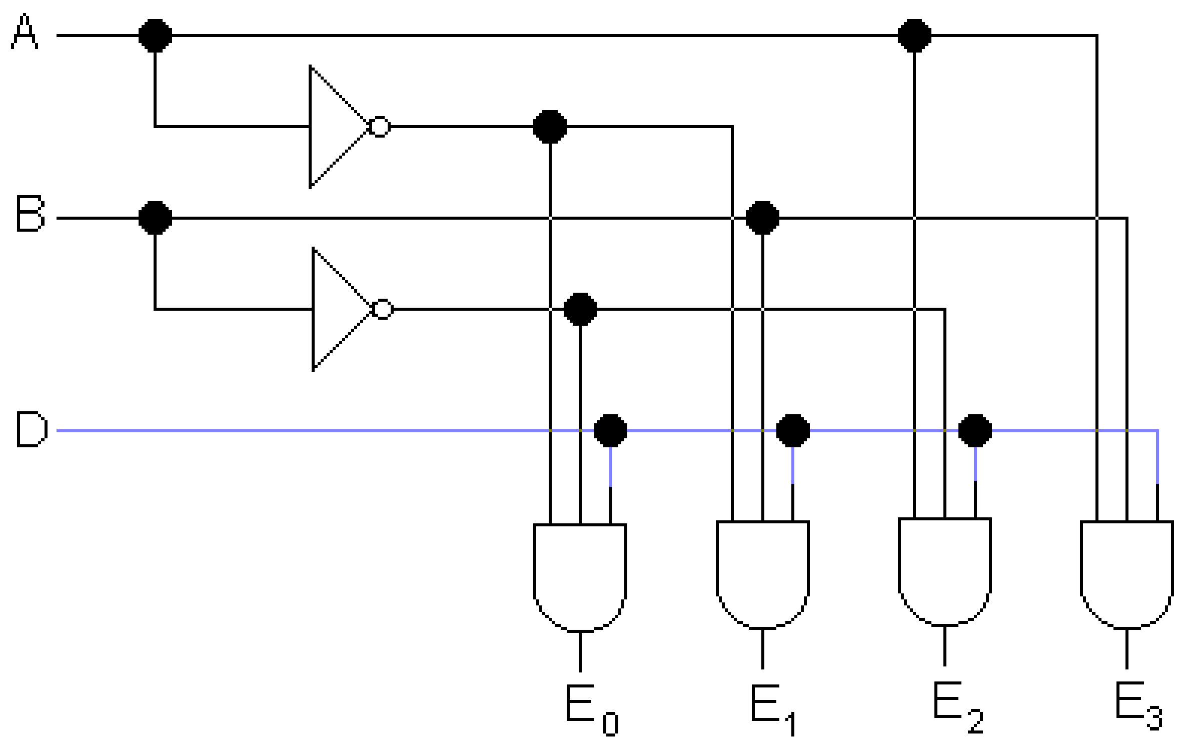
$$E_0 = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot D$$

$$E_1 = \overline{A} \cdot B \cdot D$$

$$E_2 = A \cdot \overline{B} \cdot D$$

$$E_3 = A \cdot B \cdot D$$

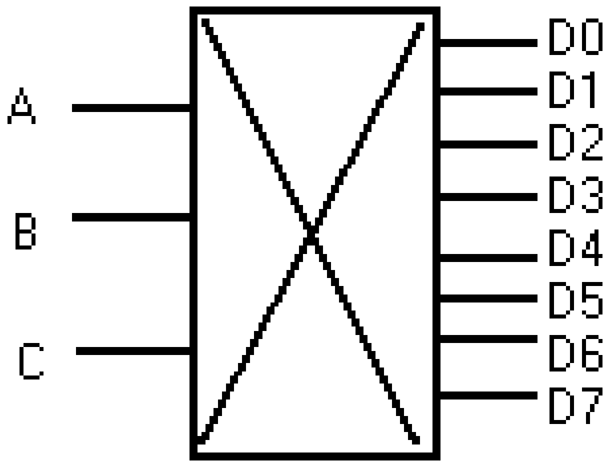
Κύκλωμα



**Αποκωδικοποιητής (Decoder)**: είναι ένα συνδυαστικό κύκλωμα που μετατρέπει τη δυαδική πληροφορία n γραμμών εισόδου σε έως $2^n$ μοναδικές γραμμές εξόδου, παράγοντας τους $2^n$ (ή λιγότερους αν τα n bits πληροφορίας έχουν αχρησιμοποίητους όρους) ελαχιστόρους των n μεταβλητών εισόδου.

# ΑΠΟΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΉΣ ΑΠΌ ΔΥΑΔΙΚΟ ΣΕ ΟΚΤΑΔΙΚΟ

<u>Μπλοκ διάγραμμα</u>




<u>Πίνακας Αληθείας</u>

| A | B | C | DEC | F(x) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | $D_0 = \overline{A}\,\overline{B}\,\overline{C}$ |
| 0 | 0 | 1 | 1 | $D_1 = \overline{A}\,\overline{B}C$ |
| 0 | 1 | 0 | 2 | $D_2 = \overline{A}B\overline{C}$ |
| 0 | 1 | 1 | 3 | $D_3 = \overline{A}BC$ |
| 1 | 0 | 0 | 4 | $D_4 = A\overline{B}\,\overline{C}$ |
| 1 | 0 | 1 | 5 | $D_5 = A\overline{B}C$ |
| 1 | 1 | 0 | 6 | $D_6 = AB\overline{C}$ |
| 1 | 1 | 1 | 7 | $D_7 = ABC$ |

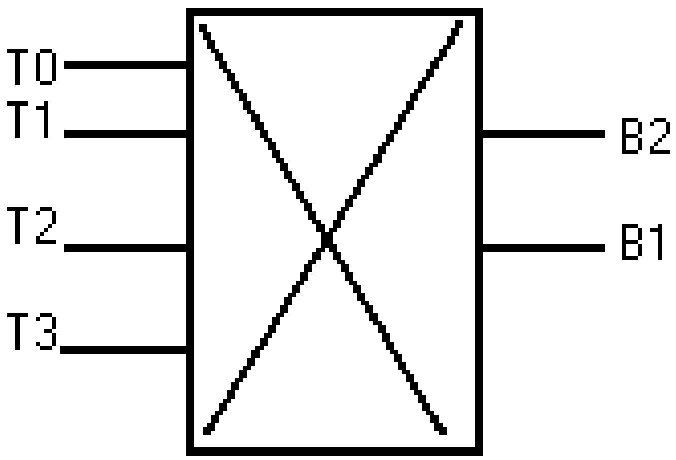
**<u>Κωδικοποιητής</u>**: Έχει $2^n$ (ή λιγότερες) γραμμές εισόδου και n γραμμές εξόδου. Οι γραμμές εξόδου παράγουν τον δυαδικό κώδικα που αντιστοιχεί στις μεταβλητές εισόδου.

Κάθε χρονική στιγμή μόνο μια είσοδος μπορεί να είναι ενεργή. Αν δύο είσοδοι είναι ενεργές ταυτόχρονα η έξοδος παράγει ένα απροσδιόριστο συνδυασμό.

Όταν όλες οι είσοδοι είναι 0 οι έξοδοι είναι και αυτές 0. Όμως και όταν η πρώτη είσοδος είναι 1, τότε πάλι οι έξοδοι είναι 0.

# ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΤΗΣ ΑΠΟ ΤΕΤΡΑΔΙΚΟ ΣΕ ΔΥΑΔΙΚΟ

Μπλοκ διάγραμμα




Πίνακας Αληθείας

| T0 | T1 | T2 | T3 | B2 | B1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Οι συναρτήσεις που εκφράζουν το κύκλωμα είναι οι :

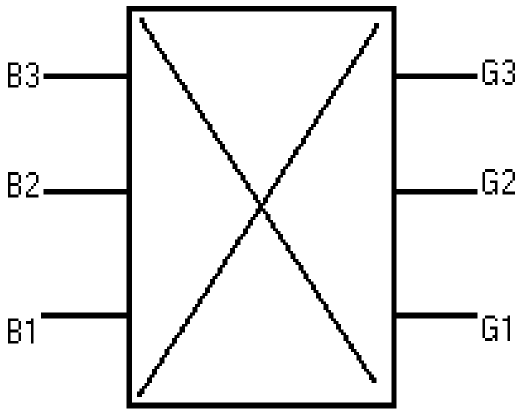
$$B_1 = T_1 + T_3$$

$$B_2 = T_2 + T_3$$

**Μετατροπέας Κώδικα**: Έχει n γραμμές εισόδου και m γραμμές εξόδου. Μετατρέπει το κωδικοποιημένο αριθμητικό σύστημα των εισόδων του, σε μία καινούργια κωδικοποίηση στις εξόδους του.

# ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΚΩΔΙΚΑ ΑΠΟ ΔΥΑΔΙΚΟ 3 BITS ΣΕ GRAY 3 BITS.

Μπλοκ διάγραμμα




Πίνακας Αληθείας

| B3 | B2 | B1 | G3 | G2 | G1 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

Οι συναρτήσεις που εκφράζουν το κύκλωμα είναι οι :

$$G_3 = B_3 \qquad G_2 = B_2 \oplus B_3 \qquad G_1 = B_1 \oplus B_2$$

# ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΚΩΔΙΚΑ ΑΠΟ EXCESS 3 ΣΕ ΔΥΟ ΕΚ ΤΩΝ ΠΕΝΤΕ

## Α) Πίνακας Αληθείας

| A | B | C | D | Z5 | Z4 | Z3 | Z2 | Z1 | NUM |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 7 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 8 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 |

## <u>B) Οι Εξισώσεις εξόδου του κυκλώματος.</u>

Προκύπτουν μετά από απλοποίηση των ελαχιστόρων του πίνακα αληθείας

$$Z_1 = \overline{A}CD + A\overline{B}C\overline{D} + AB\overline{C}\,\overline{D}$$

$$Z_2 = \overline{A}B\overline{C}\,\overline{D} + A\overline{B}\,\overline{C}\,\overline{D} + \overline{B}CD$$

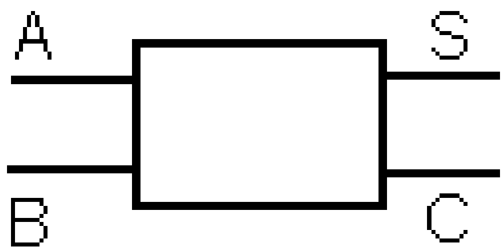
$$Z_3 = \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BD + A\overline{B}\,\overline{C}D$$

$$Z_4 = \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}\,\overline{D}$$

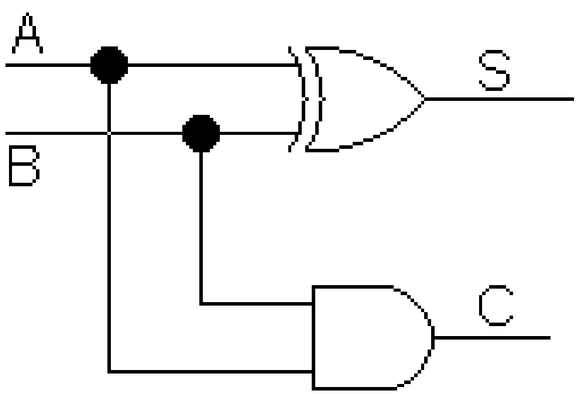
$$Z_5 = \overline{A}BC\overline{D} + A\overline{B}D + AB\overline{C}\,\overline{D}$$

# Ο ΗΜΙΑΘΡΟΙΣΤΗΣ

Μπλοκ Διάγραμμα




Κύκλωμα




Πίνακας Αληθείας

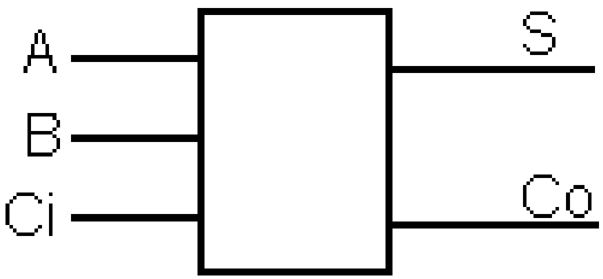
| A | B | S | C |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 |

$$S = A \oplus B$$

$$C = A \cdot B$$

# Ο Πλήρης Αθροιστής

## Μπλοκ Διάγραμμα



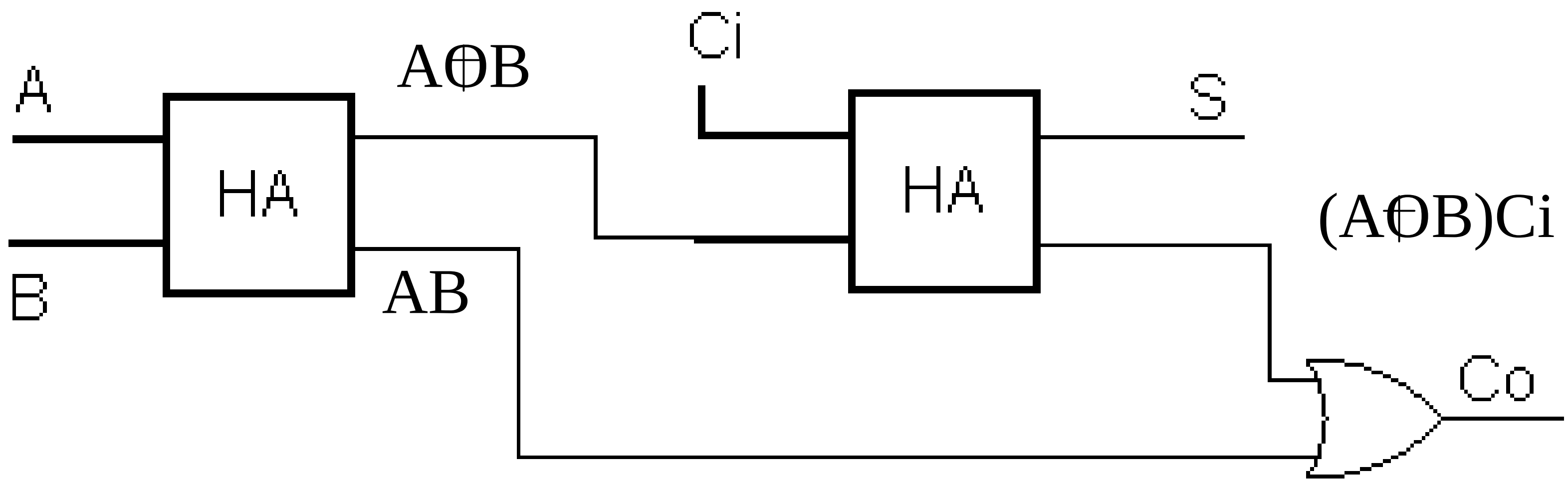

$$S = \bar{A}\bar{B}Ci + \bar{A}B\bar{C}i + A\bar{B}\overline{Ci} + ABCi$$
$$=(\overline{A \oplus B}).Ci+(A \oplus B).\overline{Ci}=$$
$$=(A \oplus B) \oplus Ci$$

$$Co = \bar{A}BCi + A\bar{B}Ci + AB\bar{C}i + ABCi$$
$$=AB(Ci+\overline{Ci})+(A \oplus B)Ci$$
$$=AB+(A \oplus B)Ci$$

## Πίνακας Αληθείας

| **A** | **B** | **C** | **S** | **Co** |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

# Κύκλωμα πλήρους αθροιστή με ημιαθροιστές

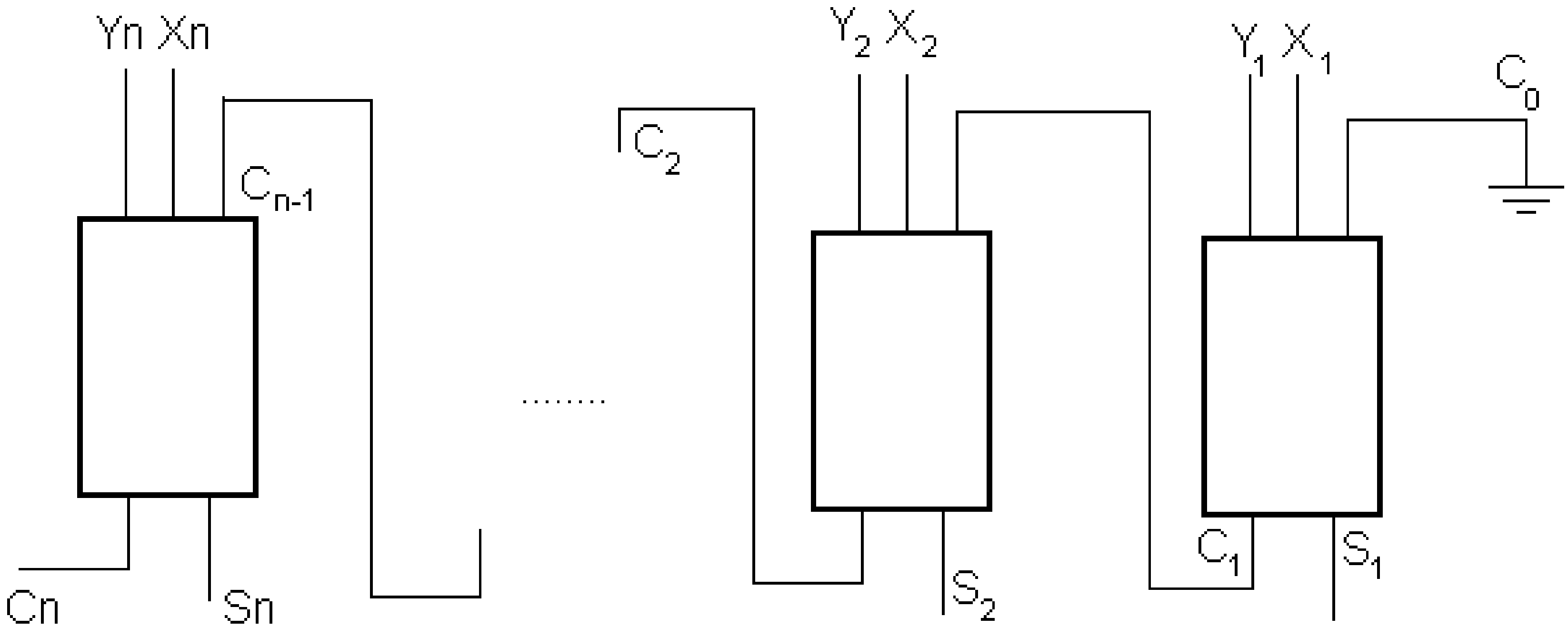



S=(AΘB)ΘCi

$C_O = A \bullet B + (A \oplus B)Ci$

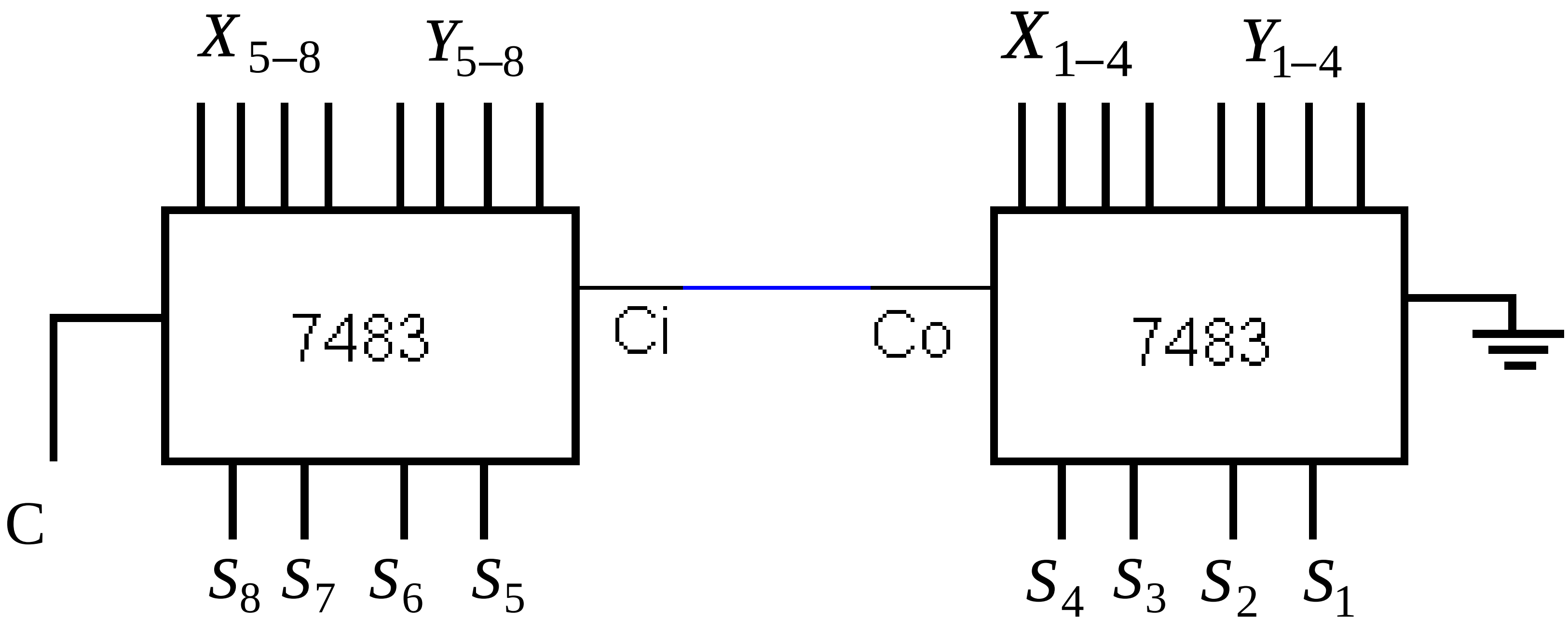
# Εφαρμογή 1

Το ακόλουθο κύκλωμα είναι ένας αθροιστής δύο δυαδικών αριθμών των n bits.




Το αποτέλεσμα είναι δυαδικός αριθμός μεγέθους n+1 bits.

# Εφαρμογή 2
# Παράλληλος αθροιστής αριθμών των 8 bits

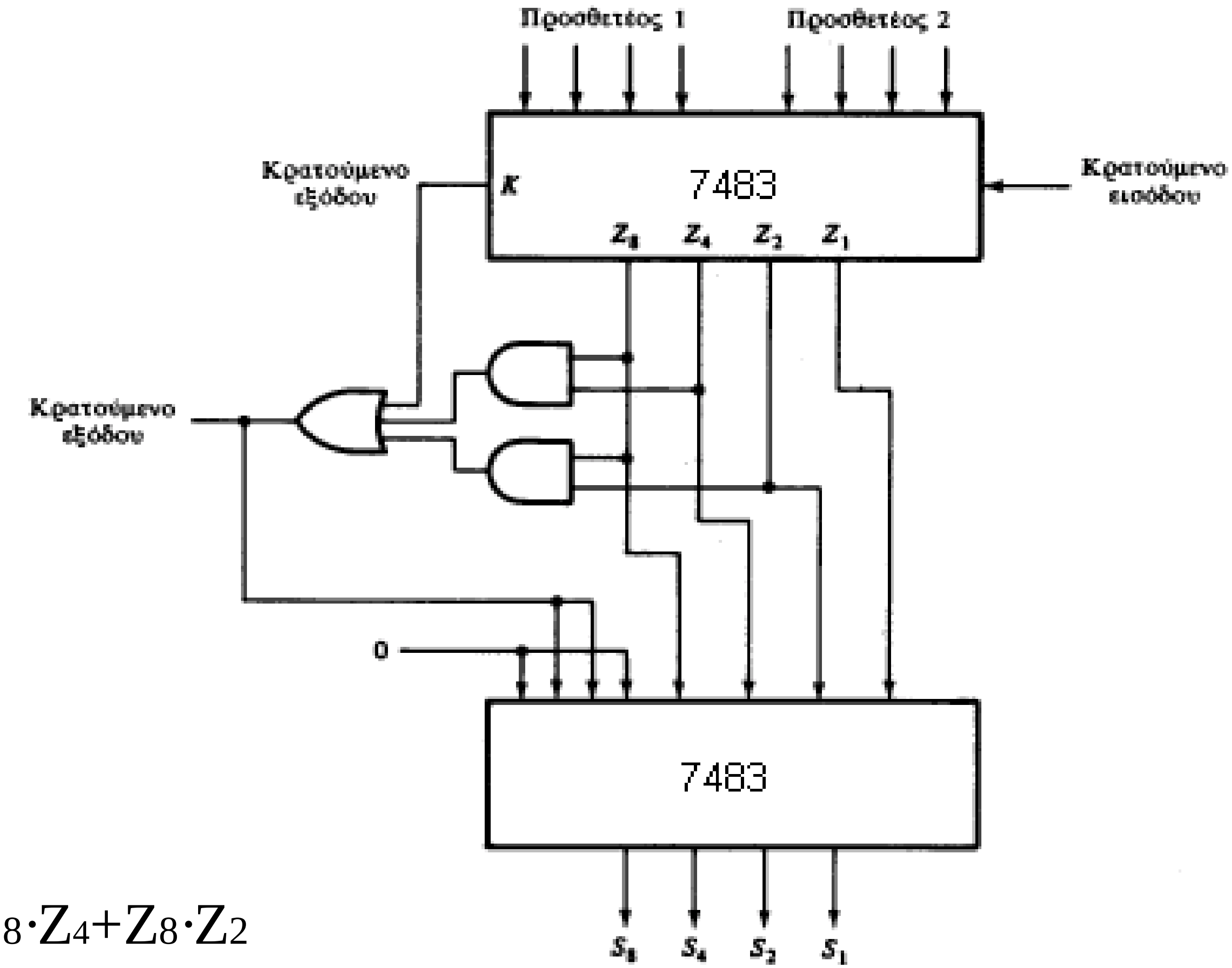


## Εφαρμογή 3

## Α)Πίνακας αληθείας πρόσθεσης 2 BCD αριθμών και κρατουμένου εισόδου και εύρεση του αποτελέσματος σε BCD μορφή

| ΔΥΑΔΙΚΟ ΑΘΡΟΙΣΜΑ | | | | | ΑΘΡΟΙΣΜΑ BCD | | | | | DEC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| K | Z8 | Z4 | Z2 | Z1 | C | S8 | S4 | S2 | S1 | NUM |
| 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 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 9 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 12 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 13 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 14 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 15 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 16 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 17 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 19 |

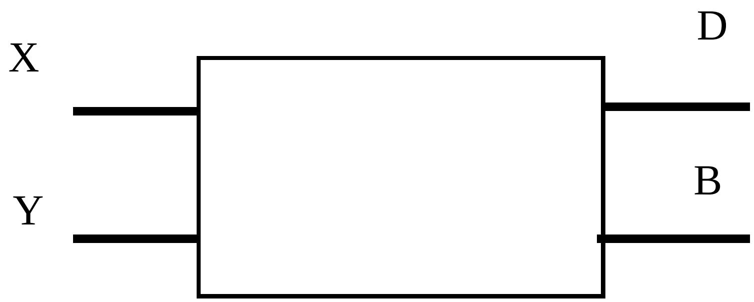
# Β) Κύκλωμα BCD Αθροιστή



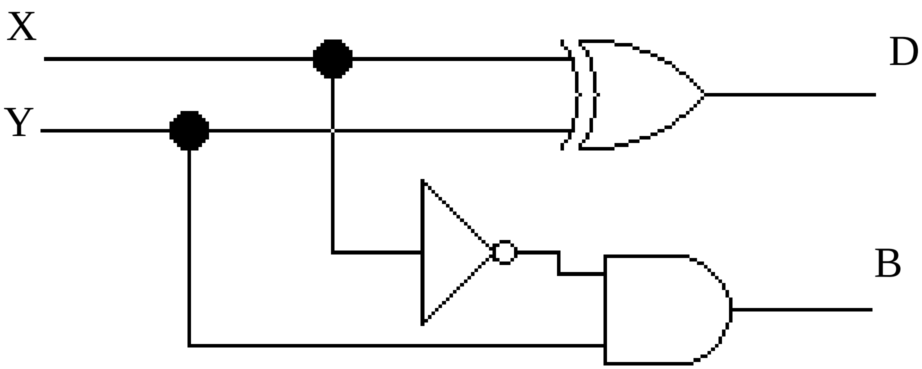

$C = K + Z_8 \cdot Z_4 + Z_8 \cdot Z_2$

# Ο ΗΜΙΑΦΑΙΡΕΤΗΣ

## Μπλοκ Διάγραμμα




## Κύκλωμα




## Πίνακας Αληθείας

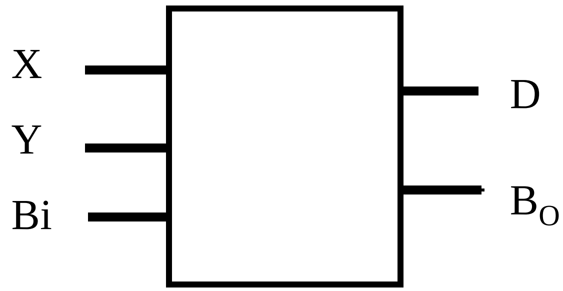
| X | Y | D | B |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |

$$D = X \oplus B$$

$$B = \overline{X} \bullet Y$$

# Ο Πλήρης Αφαιρέτης

## Μπλοκ Διάγραμμα




## Οι εξισώσεις

$D = \overline{X}\,\overline{Y}Bi + \overline{X}Y\overline{B}i + X\overline{Y}\,\overline{B}i + XYBi$

$=(X\oplus Y)\overline{B}i+(\overline{X\oplus Y})Bi=$

$=(X\oplus Y)\oplus Bi$

$B_O = \overline{X}\,\overline{Y}Bi + \overline{X}Y\overline{B}i + \overline{X}YBi + XYBi$

$=XY(Bi+\overline{B}i)+(\overline{X\oplus Y})Bi$

$=XY+(\overline{X\oplus Y})Bi$

## Πίνακας Αληθείας

| X | Y | Bi | D | Bo |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

# Η αναγωγή της αφαίρεσης σε πρόσθεση

Στην πράξη χρησιμοποιούμε αθροιστές για την πρόσθεση αλλά και για την αφαίρεση.

Αυτό το πετυχαίνουμε με την χρήση προσημασμένων αριθμών συμπληρώματος ως προς 2.

# Το συμπλήρωμα ως προς 2
# Παραδείγματα

6 **à** 0.110

5 **à** 0.101

6 – 5:

– 5 **à**

```
  1.010
+     1
-------
  1.011
```

Τέλος,

```
  0.110
+1.011
-------
  0.001  (+1)
```

5 – 6:

– 6 **à**

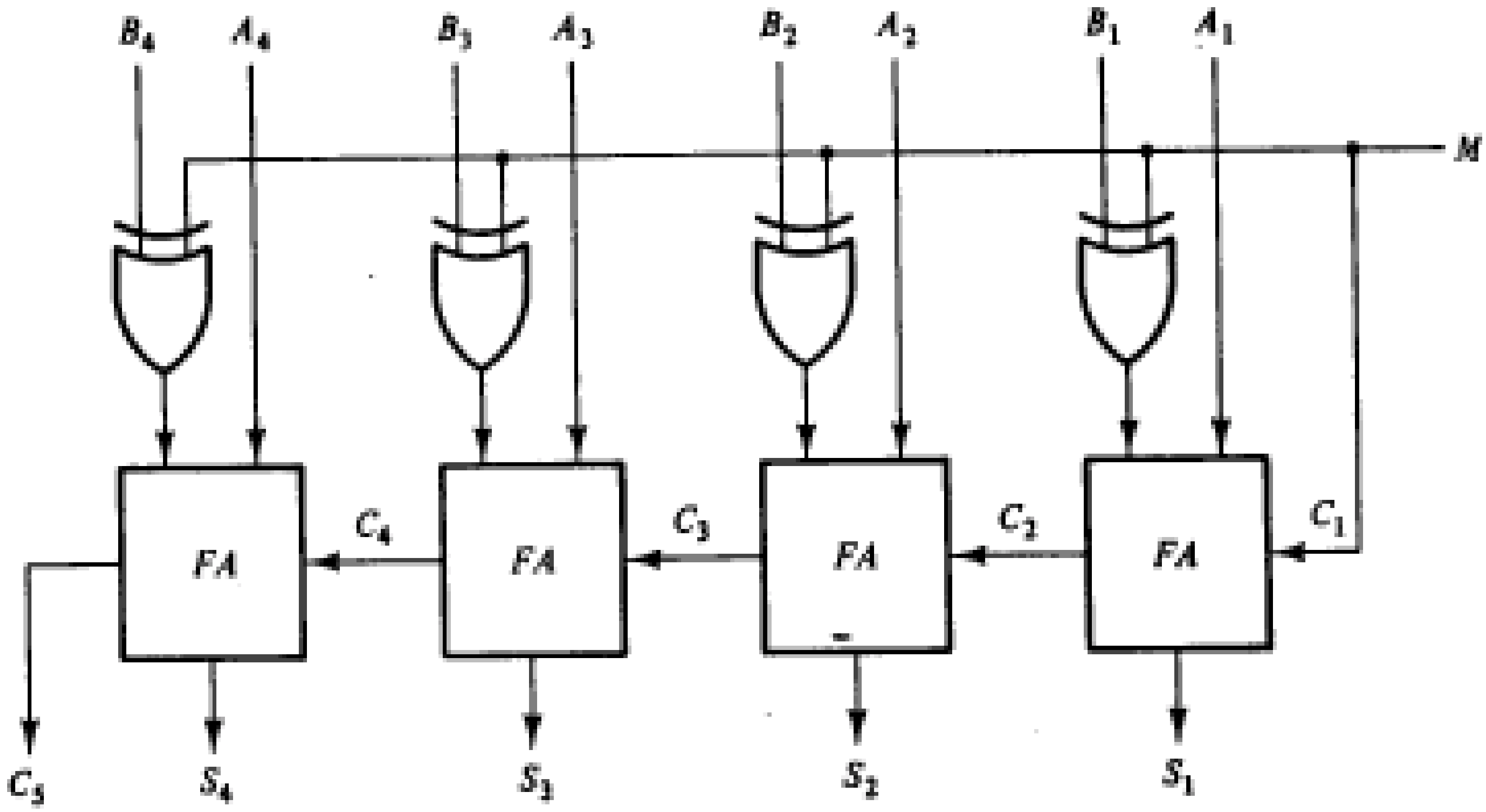
```
  1.001
+     1
-------
  1.010
```

```
  0.101
+1.010
-------
  1.111  (-1)
```

Διότι

```
  0.000
+     1
-------
  0.001
```

# Κύκλωμα πρόσθεσης και αφαίρεσης




$$XORi = \overline{M}Bi + M\overline{Bi}$$

Για M=0 το κύκλωμα είναι αθροιστής 4 bits.

Για M=1 το κύκλωμα είναι αφαιρέτης 4 bits.