Επανάληψη για εξετάσεις 2024-25:

Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Περιεχόμενο

[Ενότητα 1: Συστήματα Αρίθμησης 2](#_Toc197466428)

[Μετατροπή Ακέραιων Δεκαδικών σε Δυαδικούς αριθμούς και το αντίστροφο 2](#_Toc197466429)

[Μετατροπή Δεκαδικών Αριθμών σε Δυαδικούς Αριθμούς και το αντίστροφο 3](#_Toc197466430)

[Μετατροπές άλλων συστημάτων αρίθμησης από και σε δυαδικούς 4](#_Toc197466431)

[~~Οκταδικό~~ και Δεκαεξαδικό Σύστημα 5](#_Toc197466432)

[Μετατροπή αριθμού από Δυαδικό σε Δεκαεξαδικό Σύστημα και αντίστροφα 6](#_Toc197466433)

[Ενότητα 2: Αριθμητικές πράξεις στο Δυαδικό Σύστημα 7](#_Toc197466434)

[Βασικές Πράξεις 7](#_Toc197466435)

[Συμπληρώματα 7](#_Toc197466436)

[Δυαδική Αφαίρεση 8](#_Toc197466437)

[Δυαδική Αφαίρεση (με αρνητικό αποτέλεσμα) 8](#_Toc197466438)

[Ενότητα 3: Δυαδικοί Κώδικες Κώδικας BCD (Binary Code Decimal) 8](#_Toc197466439)

[Ενότητα 5: Λογικές Πύλες – Βασικές Λογικές Συναρτήσεις 9](#_Toc197466440)

[Άλγεβρα Boole 11](#_Toc197466441)

[Αξιώματα 11](#_Toc197466442)

[Θεωρήματα 11](#_Toc197466443)

[Θεωρήματα De Morgan 12](#_Toc197466444)

[Απλοποίηση Κυκλώματος 12](#_Toc197466445)

[Χρήσιμα Κόλπα: 12](#_Toc197466446)

[Χάρτες Καρνό (Karnaugh) 13](#_Toc197466447)

# Ενότητα 1: Συστήματα Αρίθμησης

## Μετατροπή Ακέραιων Δεκαδικών σε Δυαδικούς αριθμούς και το αντίστροφο

Για να μετατρέψουμε έναν δεκαδικό αριθμό σε δυαδικό, διαιρούμε δια 2, παίρνουμε τα υπόλοιπο, ξαναδιαιρούμε μέχρι να φτάσουμε το μηδέν, και βάζουμε τους αριθμούς σε σειρά από κάτω έως πάνω.

|  |  |
| --- | --- |
| Πηλίκο | Υπόλοιπο |
|  | 0 |
|  | 0 |
|  | 1 |
|  | 1 |
|  | 0 |
|  | 0 |
|  | 0 |
|  | 1 |

Για να μετατρέψουμε έναν δυαδικό αριθμό σε δεκαδικό, παίρνουμε το κάθε ψηφίο από δεξιά προς αριστερά και το πολλαπλασιάζουμε επί 2 στην δύναμη της δεκάδας.

=  
 =

## Μετατροπή Δεκαδικών Αριθμών σε Δυαδικούς Αριθμούς και το αντίστροφο

*Για να μετατρέψουμε δεκαδικούς σε δυαδικούς, πολλαπλασιάζουμε επί δύο μέχρι να φτάσουμε το 0 ή όταν παρατηρήσουμε επανάληψη ψηφίων όπως ποιο κάτω:*

Επανάληψη Ψηφίων

|  |  |
| --- | --- |
|  | 0 |
|  | 0 |
|  | 1 |
|  | 0 |
|  | 0 |
|  | 1 |

*Έπειτα βάζουμε τους αριθμούς σε σειρά από πάνω ως κάτω*

*Για να μετατρέψουμε δεκαδικούς σε δυαδικούς, απλά πολλαπλασιάζουμε επί δύο στις αρνητικές δυνάμεις των δεκάδων.*

## Μετατροπές άλλων συστημάτων αρίθμησης από και σε δυαδικούς

*Για να μετατρέψουμε άλλα συστήματα στο δυαδικό σύστημα, παίρνουμε το κάθε ψηφίο και το μετατρέπουμε στην δυαδική του μορφή.*

Οκταδικό Σύστημα:   
Δεκαεξαδικό Σύστημα:

*Για να μετατρέψουμε το δυαδικό σύστημα σε άλλα συστήματα, παίρνουμε τα ψηφία χωρίζουμε τα ψηφία του δυαδικού αριθμού. Αν μας λείπει ψηφίο, ολοκληρώνουμε την τριάδα με ένα μηδενικό.*

Οκταδικό Σύστημα (Χωρίζουμε σε τριάδες):   
Δεκαεξαδικό Σύστημα (Χωρίζουμε σε τετράδες):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Δεκαδικό Σύστημα | Δυαδικό Σύστημα | ~~Οκταδικό Σύστημα~~ | Δεκαεξαδικό Σύστημα |
| 0 | 0000 | 00 | 0 |
| 1 | 0001 | 01 | 1 |
| 2 | 0010 | 02 | 2 |
| 3 | 0011 | 03 | 3 |
| 4 | 0100 | 04 | 4 |
| 5 | 0101 | 05 | 5 |
| 6 | 0110 | 06 | 6 |
| 7 | 0111 | 07 | 7 |
| 8 | 1000 | 10 | 8 |
| 9 | 1001 | 11 | 9 |
| 10 | 1010 | 12 | A |
| 11 | 1011 | 13 | B |
| 12 | 1100 | 14 | C |
| 13 | 1101 | 15 | D |
| 14 | 1110 | 16 | E |
| 15 | 1111 | 17 | F |

## ~~Οκταδικό~~ και Δεκαεξαδικό Σύστημα

Οι μετατροπές του ~~Οκταδικού~~ και Δεκαεξαδικού Συστήματος από και σε Δεκαδικό Σύστημα έχουν τις ίδιες διαδικασίες.

Όμως, ένα πρόβλημα που εμφανίζουν είναι η εύρεση του υπόλοιπου. Εφόσον δεν υπάρχει το modulus (%) σε όλες τις υπολογιστικές μηχανές, πρέπει να βρούμε εναλλακτικές λύσεις.

Η μία λύση είναι η εξής:

1. Πολλαπλασιάζουμε το ακέραιο μέρος του πηλίκου που μόλις βρήκαμε με τον διαιρέτη.
2. Αφαιρούμε αυτό το γινόμενο από τον διαιρετέο (τον αριθμό που διαιρούμε).

|  |  |
| --- | --- |
| Πηλίκο | Υπόλοιπο |
|  |  |
|  |  |

Η άλλη λύση είναι: αφού κάνουμε την διαίρεση, πατάμε και στην υπολογιστική.

Δίπλα από τον ακέραιο θα εμφανιστεί ένα κλάσμα. Αυτό είναι το υπόλοιπο.   
Όμως προσοχή: Το υπόλοιπο πρέπει για διαιρέτη να έχει τον σωστό αριθμό!

|  |  |
| --- | --- |
| Πηλίκο | Υπόλοιπο |
|  |  |
|  |  |

## Μετατροπή αριθμού από Δυαδικό σε Δεκαεξαδικό Σύστημα και αντίστροφα

#### Από δυαδικό σε δεκαεξαδικό:

Για να μετατρέψουμε έναν αριθμό από δυαδικό σε Δεκαεξαδικό Σύστημα, χωρίζουμε τέσσερις-τέσσερις τους δυαδικούς και τους μετατρέπουμε σε ένα δεκαεξαδικό ψηφίο.

Αν δεν υπάρχουν αρκετά ψηφία, προσθέτουμε μερικά μηδενικά στην αρχή:

#### Από δεκαεξαδικό σε δυαδικό:

Για να κάνουμε το ανάποδο, παίρνουμε κάθε δεκαεξαδικό ψηφίο και το μετατρέπουμε στην δυαδική του μορφή.

# Ενότητα 2: Αριθμητικές πράξεις στο Δυαδικό Σύστημα

## Βασικές Πράξεις

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Πρόσθεση | | | | | | |  |  | 1 | 1 |  |  | |  | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | | + |  |  | 1 | 1 | 1 | |  | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Αφαίρεση | | | | | | |  | 1 | 1 | 1 | 1 |  | |  | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | | − |  |  | 1 | 1 | 1 | |  |  | 1 | 1 | 1 | 1 | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Πολλαπλασιασμός | | | | | | |
|  |  | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
|  |  |  |  |  | 1 | 1 |
|  | 1 |  |  |  |  |  |
|  |  | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| + | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |

## Συμπληρώματα

Ως προς 1:

Ως προς 2:

## Δυαδική Αφαίρεση

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Με Συμπλήρωμα ως προς 2 | | | | | | | | | |  |  |  | 1 | 1 |  | 1 | 1 |  | |  | 11001 |  |  | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | | − | 00101 |  | + | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | |  |  |  | + |  |  |  |  | 1 | |  |  |  | ~~1~~ | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Με Συμπλήρωμα ως προς 1 | | | | | | | | | |  |  |  |  | 1 |  | 1 | 1 |  | |  | 11001 |  |  | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | | − | 00101 |  | + | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | |  |  |  | ~~1~~ | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |  |  |  |  |  |  |  | + | 1 | |  |  |  |  | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | |

## Δυαδική Αφαίρεση (με αρνητικό αποτέλεσμα)

Εάν δεν έχουμε extra ψηφίο, κάνουμε ξανά το συμπλήρωμα και βάζουμε ένα (−) μπροστά από τον αριθμό.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Με Συμπλήρωμα ως προς 2 | | | | | | | | | |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  | |  | 00001 |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | − | 00101 |  | + | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | |  |  |  | + |  |  |  |  | 1 | |  |  |  |  | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |  |  |  |  | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |  |  |  | + |  |  |  |  | 1 | |  |  |  | − | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Με Συμπλήρωμα ως προς 1 | | | | | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  | 00001 |  |  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | | − | 00101 |  | + | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | |  |  |  |  | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  | − | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |

# Ενότητα 3: Δυαδικοί Κώδικες Κώδικας BCD (Binary Code Decimal)

Κάθε ψηφίο του δεκαδικού συστήματος κωδικοποιείται στον αντίστοιχο 4-bits δυαδικό αριθμό.

Πλεονεκτήματα: Άμεση μετατροπή

Μειονεκτήματα:

* Απαιτείται μεγάλος αριθμός ψηφίων
* Δυσκολία στην εκτέλεση αριθμητικών πράξεων

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Όνομα | Αμερικανική Πύλη | «Επίσημη Πύλη» | Βρετανική Πύλη |
| NOT | undefined | undefined | undefined |
| AND | undefined | undefined | undefined |
| NAND | undefined | undefined | undefined |
| OR | undefined | undefined | undefined |
| NOR | undefined | undefined | undefined |
| EXOR (XOR) | undefined | undefined | undefined |
| EXNOR | undefined | undefined | undefined |

# Ενότητα 5: Λογικές Πύλες – Βασικές Λογικές Συναρτήσεις

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Όνομα | Αμερικανική Πύλη | Πίνακας Αληθείας | Συνάρτηση | Περιγραφή |
| NOT | undefined | |  |  | | --- | --- | | Α | Υ | | 1 | 0 | | 0 | 1 | |  | Αντιστρέφει την είσοδο. |
| AND | undefined | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Α | Β | Υ | | 0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 0 | | 1 | 1 | 1 | |  | Η έξοδος θα είναι αληθής αν και οι δύο εισόδοι είναι αληθής. |
| NAND | undefined | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Α | Β | Υ | | 0 | 0 | 1 | | 1 | 0 | 1 | | 0 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 0 | |  | Η έξοδος θα είναι ψευδής αν και οι δύο εισόδοι είναι ψευδής. |
| OR | undefined | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Α | Β | Υ | | 0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 1 | | 0 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | |  | Η έξοδος θα είναι αληθής αν τουλάχιστον μία είσοδος είναι αληθής. |
| NOR | undefined | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Α | Β | Υ | | 0 | 0 | 1 | | 1 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 0 | | 1 | 1 | 0 | |  | Η έξοδος θα είναι ψευδής αν τουλάχιστον μία είσοδος είναι ψευδής. |
| EXOR (XOR) | undefined | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Α | Β | Υ | | 0 | 0 | 0 | | 1 | 0 | 1 | | 0 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 0 | |  | Η έξοδος θα είναι αληθής αν μόνο μία είσοδος είναι αληθής. |
| EXNOR | undefined | |  |  |  | | --- | --- | --- | | Α | Β | Υ | | 0 | 0 | 1 | | 1 | 0 | 0 | | 0 | 1 | 0 | | 1 | 1 | 1 | |  | Η έξοδος θα είναι αληθής αν και οι δύο εισόδοι ισούνται. |

# Άλγεβρα Boole

### Αξιώματα

#### 1. Αξίωμα Αντιμετάθεσης:

#### 2. Αξίωμα Προσεταιρισμού:

#### 3. Αξίωμα Επιμερισμού:

### Θεωρήματα

#### 1. Πράξεις με τον εαυτό:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | *και* |  |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

#### 2. Πράξεις μεταβλητής με 0 και 1:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

#### 3. Πράξεις μεταβλητής με το συμπλήρωμά της:

#### 4. Διπλή Άρνηση:

#### 5. Απορροφητικότητα

## Θεωρήματα De Morgan

# Απλοποίηση Κυκλώματος

### Χρήσιμα Κόλπα:

#### Μπορούμε να προσθέσουμε στο κύκλωμα τα συμπληρώματα των μεταβλητών που λείπουν.

Έπειτα, μπορούμε να διώξουμε τους διπλούς τύπους και να πάρουμε έναν κοινό παράγοντα:

### Χάρτες Καρνό (Karnaugh)

Ο χάρτης Καρνό είναι παρόμοιος με τον πίνακα αληθείας. Χρησιμοποιείται για απλοποίηση του κυκλώματος.

#### Συμπλήρωση Χάρτη Καρνό για πρόσθεση γινομένων:

Σε περίπτωση που η πράξη μας περιλαμβάνει πρόσθεση γινομένων, πρέπει να βρούμε ποιοι συνδυασμοί τιμών θα μας δώσουν τιμή Υ=1. Έτσι, γνωρίζουμε ότι οι υπόλοιποι συνδυασμοί τιμών θα μας δώσουν Y=0.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| AB\CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 10 | 0 | 1 | 1 | 0 |

#### Συμπλήρωση Χάρτη Καρνό για γινόμενο προσθέσεων:

Σε περίπτωση που η πράξη μας περιλαμβάνει γινόμενο προσθέσεων, πρέπει να βρούμε ποιοι συνδυασμοί τιμών θα μας δώσουν τιμή Υ=0. Έτσι, γνωρίζουμε ότι οι υπόλοιποι συνδυασμοί τιμών θα μας δώσουν Y=1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| AB\CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 01 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 |

#### Απλοποίηση με Χάρτες Καρνό:

Ας χρησιμοποιήσουμε τους 2 χάρτες που έχουμε ήδη φτιάξει.

Στόχος μας είναι να κάνουμε όσο το δυνατόν λιγότερες ομάδες.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | AB\CD | 00 | 01 | 11 | 10 | | 00 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 01 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 11 | 0 | 0 | 1 | 1 | | 10 | 0 | 1 | 1 | 0 | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | AB\CD | 00 | 01 | 11 | 10 | | 00 | 0 | 0 | 1 | 1 | | 01 | 0 | 1 | 1 | 0 | | 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | |

Οι ομάδες πρέπει να περιέχουν ποσότητα γειτονικών μονάδων όσον το δυνατόν μεγαλύτερη. Η ποσότητα αυτή πρέπει να είναι μια δύναμη του 2 (δηλ. 2, 4, 8, 16, κτλ.).

Έπειτα, μετατρέπουμε τις ομάδες σε συνάρτηση. Για να γίνει αυτό, παίρνουμε από κάθε ομάδα τις μεταβλητές που μένουν σταθερές. Αν μία μεταβλητή είναι σταθερή με τιμή 0, προσθέτουμε το συμπλήρωμα της μεταβλητής (δηλ. ).

Κάθε ομάδα είναι ένα γινόμενο και η συνάρτηση θα είναι η πρόσθεση των ομάδων.

Αριστερός Χάρτης:   
Δεξιός Χάρτης:

#### Ειδική Περίπτωση: Μονάδες στις άκρες

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| AB\CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 00 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 01 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 0 | 0 | 1 |

Αν έχουμε μονάδες στις άκρες του χάρτη, δικαιούμαστε να τις μετατρέψουμε σε ομάδα.