2023

9. Δυαδικό

R2: SCRAPY Guide

Αρ. έργου: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**

Co-funded by
the European Union

ECAM EPMI

30/04/2023

Πίνακας περιεχομένων

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

1 Εισαγωγή

Τα συστήματα αριθμών είναι οι μέθοδοι που χρησιμοποιούμε για να αναπαραστήσουμε τους αριθμούς. Από το δημοτικό σχολείο, όλοι λειτουργούμε ως επί το πλείστον μέσα στα άνετα όρια ενός συστήματος αριθμών βάσης-10, αλλά υπάρχουν πολλά άλλα. Βάση-2, βάση-8, βάση-16, βάση-20, βάση... καταλαβαίνετε το νόημα. Υπάρχει μια άπειρη ποικιλία συστημάτων βασικών αριθμών εκεί έξω, αλλά μόνο μερικά είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την ηλεκτρική μηχανική.

Τα πραγματικά δημοφιλή συστήματα αριθμών έχουν ακόμη και το όνομά τους. Η βάση-10, για παράδειγμα, αναφέρεται συνήθως ως σύστημα δεκαδικών αριθμών. Το Base-2, για το οποίο είμαστε εδώ για να μιλήσουμε σήμερα, χρησιμοποιείται επίσης με το ψευδώνυμο του δυαδικού. Ένα άλλο δημοφιλές σύστημα αριθμών, η βάση-16, ονομάζεται δεκαεξαδικό.

Η βάση ενός αριθμού συχνά αντιπροσωπεύεται από έναν εγγεγραμμένο ακέραιο που ακολουθεί μια τιμή. Έτσι, στην παραπάνω εισαγωγή, η πρώτη εικόνα θα ήταν 10010 κάτι ενώ η δεύτερη εικόνα θα ήταν 1002 κάτι. Αυτός είναι ένας εύχρηστος τρόπος για να καθορίσετε τη βάση ενός αριθμού όταν υπάρχει οποιαδήποτε πιθανότητα ασάφειας.

2. Γιατί δυαδικό;

Γιατί δυαδικό; Χρησιμοποιούμε για πάντα δεκαδικούς αριθμούς και ως επί το πλείστον θεωρούμε δεδομένο τον λόγο που καταλήξαμε στο σύστημα αριθμών βάσης-10 για τις καθημερινές μας ανάγκες αριθμών. Είναι επειδή έχουμε 10 δάχτυλα ή απλώς επειδή οι Ρωμαίοι το επέβαλαν στους αρχαίους υποτελείς τους. Ανεξάρτητα από το τι οδήγησε σε αυτό, τα κόλπα που μάθαμε στην πορεία έχουν στερεοποιήσει τη θέση της βάσης-10 στις καρδιές μας, ο καθένας μπορεί να μετρήσει μέχρι τα 10 δευτερόλεπτα. Είμαστε ζυγοί στρογγυλοί μεγάλοι αριθμοί στο πλησιέστερο πολλαπλάσιο του 10. Έχουμε εμμονή με το 10!

Οι υπολογιστές και τα ηλεκτρονικά είναι περιορισμένα στο τμήμα των χεριών και των ποδιών. Στο χαμηλότερο επίπεδο, έχουν μόνο δύο τρόπους να αναπαραστήσουν την κατάσταση: ON ή OFF, υψηλό ή χαμηλό, 1 ή 0. Έτσι, όλα τα ηλεκτρονικά βασίζονται σε ένα σύστημα αριθμών βάσης-2 για την αποθήκευση, το χειρισμό και τους μαθηματικούς αριθμούς .

Η μεγάλη εξάρτηση των ηλεκτρονικών που τοποθετούνται στους δυαδικούς αριθμούς σημαίνει ότι είναι σημαντικό να γνωρίζουμε πώς λειτουργεί το σύστημα αριθμών βάσης-2. Συνήθως θα συναντήσετε το δυαδικό ή τα ξαδέλφια του, όπως το δεκαεξαδικό, σε όλα τα προγράμματα υπολογιστών. Η ανάλυση ψηφιακών λογικών κυκλωμάτων και άλλων ηλεκτρονικών πολύ χαμηλού επιπέδου απαιτεί επίσης έντονη χρήση δυαδικού.

Σε αυτό το μάθημα, θα διαπιστώσετε ότι οτιδήποτε μπορείτε να κάνετε σε έναν δεκαδικό αριθμό μπορεί επίσης να γίνει σε έναν δυαδικό αριθμό. Ορισμένες λειτουργίες μπορεί να είναι ακόμα πιο εύκολο να γίνουν σε έναν δυαδικό αριθμό (αν και άλλες μπορεί να είναι πιο επώδυνες). Θα καλύψουμε όλα αυτά και περισσότερα σε αυτό το μάθημα.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

3 Μέτρηση και μετατροπή

Η βάση κάθε αριθμητικού συστήματος ονομάζεται επίσης ρίζα. Η ρίζα ενός δεκαδικού αριθμού είναι δέκα και η ρίζα του δυαδικού είναι δύο. Η ρίζα καθορίζει πόσα διαφορετικά σύμβολα απαιτούνται για να σχηματιστεί ένα σύστημα αριθμών. Στο δεκαδικό μας σύστημα αριθμών, έχουμε 10 αριθμητικές αναπαραστάσεις για τιμές μεταξύ τίποτα και δέκα πράγματα: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 και 9. Κάθε ένα από αυτά τα σύμβολα αντιπροσωπεύει μια πολύ συγκεκριμένη , τυποποιημένη αξία.

Στο δυαδικό, επιτρέπονται μόνο δύο σύμβολα: 0 και 1. Αλλά χρησιμοποιώντας αυτά τα δύο σύμβολα, μπορούμε να δημιουργήσουμε οποιονδήποτε αριθμό μπορεί ένα δεκαδικό σύστημα.

3.1 Μέτρηση σε δυαδικό

Μπορείτε να μετράτε ατελείωτα σε δεκαδικά ψηφία, ακόμα και στον ύπνο σας, αλλά πώς θα μετρούσατε σε δυαδικό; Το μηδέν και το ένα στη βάση δύο θα πρέπει να φαίνονται αρκετά γνωστά: 0 και 1. Από εκεί, τα πράγματα γίνονται αναμφισβήτητα δυαδικά.

Θυμηθείτε ότι έχουμε μόνο αυτά τα δύο ψηφία, έτσι όπως κάνουμε με τα δεκαδικά όταν τελειώνουν τα σύμβολα, πρέπει να μετακινήσουμε μια στήλη προς τα αριστερά, να προσθέσουμε ένα 1 και να γυρίσουμε όλα τα ψηφία προς τα δεξιά του 0. Άρα, μετά το 1 παίρνουμε 10, μετά 11, μετά 100. Ας αρχίσουμε να μετράμε...

Δεκαδικός	**Δυαδικός**	**...**	**Δεκαδικός**	**Δυαδικός**
0	0		16	10000
1	1		17	10001
2	10		18	10010
3	11		19	10011
4	100		20	10100
5	101		21	10101
6	110		22	10110
7	111		23	10111
8	1000		24	11000
9	1001		25	11001
10	1010		26	11010
11	1011		27	11011
12	1100		28	11100
13	1101		29	11101
14	1110		30	11110
15	1111		31	11111

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Αυτό αρχίζει να ζωγραφίζει την εικόνα; Ας εξετάσουμε πώς μπορούμε να μετατρέψουμε από αυτούς τους δυαδικούς αριθμούς σε δεκαδικούς.

3.2 Μετατροπή δυαδικού σε δεκαδικό

Δεν υπάρχει ένας τρόπος να μετατρέψετε το δυαδικό σε δεκαδικό. Θα περιγράψουμε δύο μεθόδους παρακάτω, την πιο «μαθηματική» μέθοδο και μια άλλη που είναι πιο οπτική. Θα καλύψουμε και τα δύο, αλλά αν η πρώτη χρησιμοποιεί πολύ άσχημη ορολογία, μεταβείτε στη δεύτερη.

Μέθοδος 1

Υπάρχει μια εύχρηστη συνάρτηση που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για να μετατρέψουμε οποιονδήποτε δυαδικό αριθμό σε δεκαδικό:

$$a_n 2^n + a_{n-1} 2^{n-1} + \cdots + a_1 2^1 + a_0 2^0$$

Υπάρχουν τέσσερα σημαντικά στοιχεία σε αυτή την εξίσωση:

an, an-1, a1, κ.λπ., είναι τα ψηφία ενός αριθμού. Αυτά είναι τα 0 και 1 με τα οποία είστε εξοικειωμένοι, αλλά σε δυαδική μορφή, μπορούν να είναι μόνο 0 ή 1.

Η θέση ενός ψηφίου είναι επίσης σημαντικό να παρατηρήσετε. Η θέση ξεκινά από το 0, στο δεξιότερο ψηφίο, αυτό το 1 ή το 0 είναι το λιγότερο σημαντικό. Κάθε ψηφίο που μετακινείτε προς τα αριστερά αυξάνεται σε σημασία και επίσης αυξάνει τη θέση κατά 1.

Το μήκος ενός δυαδικού αριθμού δίνεται από την τιμή του n, στην πραγματικότητα, είναι n+1. Για παράδειγμα, ένας δυαδικός αριθμός όπως το 101 έχει μήκος 3 και κάτι μεγαλύτερο, όπως το 10011110 έχει μήκος 8.

Κάθε ψηφίο πολλαπλασιάζεται με ένα βάρος: το 2n, 2n-1, 21, κ.λπ. Το πιο δεξί βάρος - 20 ισοδυναμεί με 1, μετακινήστε ένα ψηφίο προς τα αριστερά και το βάρος γίνεται 2, μετά 4, 8, 16, 32 , 64, 128, 256,... και συνέχεια. Οι δυνάμεις των δύο έχουν μεγάλη σημασία για το δυαδικό σύστημα, γίνονται γρήγορα πολύ οικείες.

Ας απαλλαγούμε από αυτά τα n και τους εκθέτες και ας εκτελέσουμε την εξίσωση δυαδικού συμβολισμού θέσης σε οκτώ θέσεις:

$$a_7 \cdot 128 + a_6 \cdot 64 + a_5 \cdot 32 + a_4 \cdot 16 + a_3 \cdot 8 + a_2 \cdot 4 + a_1 \cdot 2 + a_0 \cdot 1$$

Προχωρώντας αυτό περαιτέρω, ας συνδέσουμε μερικές τιμές για τα ψηφία. Τι θα γινόταν αν είχατε έναν δυαδικό αριθμό όπως το 10011011; Αυτό θα σήμαινε (μια) τιμές των:

$$\begin{array}{cccccccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ | & | & | & | & | & | & | & | \\ a_7 & a_6 & a_5 & a_4 & a_3 & a_2 & a_1 & a_0 \end{array}$$

Μέθοδος 2

Ένας άλλος, πιο οπτικός τρόπος για να μετατρέψετε δυαδικούς αριθμούς σε δεκαδικούς είναι να ξεκινήσετε ταξινομώντας κάθε 1 και 0 σε έναν κάδο. Κάθε κάδος έχει μια διαδοχική ισχύ δύο βαρών, το 1, 2, 4, 8, 16,... που έχουμε συνηθίσει. Η διεξαγωγή του σε οκτώ μέρη θα μοιάζει κάπως έτσι:

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

128	64	32	16	8	4	2	1

Έτσι, αν ταξινομούσαμε τον δυαδικό μας αριθμό 10011011 σε αυτούς τους κάδους, θα φαινόταν ως εξής:

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	1	1	0	1	1

Για κάθε κάδο που έχει δυαδική τιμή 0, απλώς διαγράψτε και αφαιρέστε τον.

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	1	1	0	1	1

Και μετά προσθέστε τα υπόλοιπα βάρη για να πάρετε τον αριθμό σας!

3.3 Μετατροπή από δεκαδικό σε δυαδικό

Ακριβώς όπως η μετάβαση από το δυαδικό σε δεκαδικό, υπάρχουν περισσότεροι από ένας τρόποι για να μετατρέψετε το δεκαδικό σε δυαδικό. Το πρώτο χρησιμοποιεί διαίρεση και υπολείμματα και το δεύτερο χρησιμοποιεί αφαίρεση. Δοκιμάστε και τα δύο και μείνετε σε ένα με το οποίο αισθάνεστε άνετα!

Μέθοδος 1

Δεν είναι τόσο απλό να μετατρέψετε έναν δεκαδικό αριθμό σε δυαδικό. Αυτή η μετατροπή απαιτεί επανειλημμένη διαίρεση του δεκαδικού αριθμού με το 2, μέχρι να τον μειώσετε στο μηδέν. Κάθε φορά που διαιρείτε το υπόλοιπο της διαίρεσης γίνεται ψηφίο στον δυαδικό αριθμό που δημιουργείτε.

Δεν θυμάστε πώς να κάνετε τα υπόλοιπα; Αν έχει περάσει καιρός, να θυμάστε ότι, αφού διαιρούμε με δύο, αν το μέρισμα είναι άρτιο, το υπόλοιπο θα είναι 0, περιττό μέρισμα σημαίνει υπόλοιπο 1.

Για παράδειγμα, για να μετατρέψετε το 155 σε δυαδικό, θα ακολουθήσετε αυτήν τη διαδικασία:

155 ÷ 2 = 77 R 1 (Αυτό είναι το πιο σωστό ψηφίο, 1η θέση)
77 ÷ 2 = 38 R 1 (2η θέση))
38 ÷ 2 = 19 R 0 (3η θέση)
19 ÷ 2 = 9 R 1
9 ÷ 2 = 4 R 1
4 ÷ 2 = 2 R 0
2 ÷ 2 = 1 R 0
1 ÷ 2 = 0 R 1 (8η θέση)

Το πρώτο υπόλοιπο είναι το λιγότερο σημαντικό (το πιο δεξιό) ψηφίο, επομένως διαβάστε από πάνω προς τα κάτω για να διαμορφώσετε τον δυαδικό μας αριθμό από δεξιά προς τα αριστερά: 10011011. Αντιστοιχίστε τον με το παραπάνω παράδειγμα...αυτό είναι μπίνγκο!

Μέθοδος 2

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Εάν η διαίρεση και η εύρεση υπολειμμάτων δεν είναι το θέμα σας, μπορεί να υπάρχει μια ευκολότερη μέθοδος για τη μετατροπή του δεκαδικού σε δυαδικό. Ξεκινήστε βρίσκοντας τη μεγαλύτερη δύναμη των δύο που είναι ακόμα μικρότερη από τον δεκαδικό σας αριθμό και αφαιρέστε την από το δεκαδικό. Στη συνέχεια, συνεχίστε να αφαιρείτε με τη μεγαλύτερη δυνατή δύναμη του δύο μέχρι να φτάσετε στο μηδέν. Κάθε θέση βάρους που αφαιρέθηκε, παίρνει ένα δυαδικό 1 ψηφίο. Τα ψηφία που δεν αφαιρέθηκαν παίρνουν 0.

Συνεχίζοντας με το παράδειγμά μας, το 155 μπορεί να αφαιρεθεί με το 128, παράγοντας 27:

155 - 128 = 27

128	64	32	16	8	4	2	1
1							

Ο νέος μας αριθμός, το 27, δεν μπορεί να αφαιρεθεί ούτε με το 64 ούτε με το 32. Και οι δύο αυτές θέσεις παίρνουν 0. Μπορούμε να αφαιρέσουμε κατά 16, παράγοντας 11.

27 - 16 = 11

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	1				

Και το 8 αφαιρεί από το 11, παράγοντας το 3. Μετά από αυτό, δεν υπάρχει τέτοια τύχη με το 4.

11 - 8 = 3

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	1	1	0		

Το 3 μας μπορεί να αφαιρεθεί με 2, παράγοντας 1. Και τέλος, το 1 αφαιρεί κατά 1 για να γίνει 0.

3 - 2 = 1

1 - 1 = 0

128	64	32	16	8	4	2	1
1	0	0	1	1	0	1	1

Έχουμε έναν δυαδικό αριθμό!

Bits, Nibbles και Bytes

Συζητώντας τη μάρκα ενός δυαδικού αριθμού, καλύψαμε εν συντομία το μήκος του αριθμού. Το μήκος ενός δυαδικού αριθμού είναι το ποσό των 1 και 0 που έχει.

4 Κοινά μήκη δυαδικών αριθμών

Οι δυαδικές τιμές συχνά ομαδοποιούνται σε ένα κοινό μήκος 1 και 0, αυτός ο αριθμός ψηφίων ονομάζεται μήκος ενός αριθμού. Τα κοινά μήκη bit των δυαδικών αριθμών περιλαμβάνουν bits, nibbles και byte (πείνατε ακόμα;). Κάθε 1 ή 0 σε έναν δυαδικό αριθμό ονομάζεται bit. Από εκεί, μια ομάδα 4 bit ονομάζεται **nibble** και τα 8 **bit** δημιουργούν ένα **byte**.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Τα byte είναι ένα αρκετά κοινό τσιτάτο όταν εργάζεστε σε δυαδικό. Όλοι οι επεξεργαστές έχουν κατασκευαστεί για να λειτουργούν με ένα καθορισμένο μήκος bit, το οποίο συνήθως είναι πολλαπλάσιο ενός byte: 8, 16, 32, 64, κ.λπ.

Για να συνοψίσω:

Μήκος	Όνομα	Παράδειγμα
1	Bit	0
4	Nibble	1011
8	Byte	10110101

Η λέξη είναι ένα άλλο τσιτάτο μήκους που απορρίπτεται από καιρό σε καιρό. Η λέξη έχει πολύ λιγότερο νόστιμο ήχο και πολύ πιο διφορούμενο. Το μήκος μιας λέξης συνήθως εξαρτάται από την αρχιτεκτονική ενός επεξεργαστή. Θα μπορούσε να είναι 16 bit, 32, 64 ή ακόμα περισσότερα.

5. Επένδυση με μηδενικά

Ενδέχεται να δείτε δυαδικές τιμές που αντιπροσωπεύονται σε byte (ή περισσότερα), ακόμα κι αν η δημιουργία ενός αριθμού μήκους 8 bit απαιτεί την προσθήκη αρχικών μηδενικών. Τα προηγούμενα μηδενικά είναι ένα ή περισσότερα 0 που προστίθενται στα αριστερά του πιο σημαντικού 1-bit σε έναν αριθμό. Συνήθως δεν βλέπετε αρχικά μηδενικά σε έναν δεκαδικό αριθμό: Το 007 δεν σας λέει περισσότερα για την τιμή του αριθμού 7 (μπορεί να λέει κάτι άλλο).

Τα προηγούμενα μηδενικά δεν απαιτούνται σε δυαδικές τιμές, αλλά βοηθούν στην παρουσίαση πληροφοριών σχετικά με το μήκος bit ενός αριθμού. Για παράδειγμα, μπορεί να δείτε τον αριθμό 1 τυπωμένο ως 00000001, απλώς για να σας πούμε ότι εργαζόμαστε εντός του πεδίου ενός byte. Και οι δύο αριθμοί αντιπροσωπεύουν την ίδια τιμή, ωστόσο, ο αριθμός με επτά 0 μπροστά προσθέτει πληροφορίες σχετικά με το μήκος bit μιας τιμής.

6 Bitwise Operators

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι χειρισμού δυαδικών τιμών. Ακριβώς όπως μπορείτε με τους δεκαδικούς αριθμούς, μπορείτε να εκτελέσετε τυπικές μαθηματικές πράξεις - πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμό και διαίρεση - σε δυαδικές τιμές (τις οποίες θα καλύψουμε στην επόμενη σελίδα). Μπορείτε επίσης να χειριστείτε μεμονωμένα bit μιας δυαδικής τιμής χρησιμοποιώντας τελεστές bitwise.

Οι τελεστές bitwise εκτελούν λειτουργίες bit-bit σε έναν ή δύο πλήρεις δυαδικούς αριθμούς. Χρησιμοποιούν τη λογική boolean που λειτουργεί σε μια ομάδα δυαδικών συμβόλων. Αυτοί οι bitwise τελεστές χρησιμοποιούνται ευρέως τόσο στα ηλεκτρονικά όσο και στον προγραμματισμό.

7 Συμπλήρωμα (NOT)

Το συμπλήρωμα μιας δυαδικής τιμής είναι σαν να βρίσκουμε το ακριβώς αντίθετο από τα πάντα για αυτήν. Η συνάρτηση συμπληρώματος κοιτάζει έναν αριθμό και μετατρέπει κάθε 1 σε 0 και κάθε 0 γίνεται 1. Ο τελεστής συμπληρώματος ονομάζεται επίσης NOT.

Για παράδειγμα, για να βρείτε το συμπλήρωμα του 10110101:

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

NOT 10110101 (δεκαδικά 181)

-------- =

01001010 (δεκαδικά 74)

Το NOT είναι ο μόνος τελεστής bitwise που λειτουργεί μόνο σε μία μόνο δυαδική τιμή.

8 OR

Το OR παίρνει δύο αριθμούς και παράγει την ένωση τους. Ακολουθεί η διαδικασία για OR δύο δυαδικούς αριθμούς μαζί: ευθυγραμμίστε κάθε αριθμό έτσι ώστε τα bit να ταιριάζουν και, στη συνέχεια, συγκρίνετε καθένα από τα bit τους που μοιράζονται μια θέση. Για κάθε σύγκριση bit, εάν ένα ή και τα δύο bit είναι 1, η τιμή του αποτελέσματος σε αυτήν τη θέση bit είναι 1. Εάν και οι δύο τιμές έχουν 0 σε αυτήν τη θέση, το αποτέλεσμα λαμβάνει επίσης 0 σε αυτήν τη θέση.

Οι τέσσερις πιθανοί συνδυασμοί OR και το αποτέλεσμά τους είναι:

- 0 OR 0 = 0
- 0 OR 1 = 1
- 1 OR 0 = 1
- 1 OR 1 = 1

Για παράδειγμα, για να βρείτε το 10011010 Ή 01000110, ευθυγραμμίστε κάθε έναν από τους αριθμούς bit-by-bit. Εάν ένας ή και οι δύο αριθμοί έχουν 1 σε μια στήλη, η τιμή του αποτελέσματος έχει επίσης 1:

10011010

OR 01000110

-------- =

11011110

Σκεφτείτε τη λειτουργία OR ως δυαδική προσθήκη, χωρίς μεταφορά. 0 συν 0 είναι 0, αλλά 1 συν οτιδήποτε θα είναι 1.

9 AND

Το AND παίρνει δύο αριθμούς και παράγει τον σύνδεσμο τους. Το AND θα παράγει μόνο 1 εάν και οι δύο τιμές στις οποίες λειτουργεί είναι επίσης 1.

Η διαδικασία του AND συνδυασμού δύο δυαδικών τιμών είναι παρόμοια με αυτή του OR. Ευθυγραμμίστε κάθε αριθμό έτσι ώστε τα bit να ταιριάζουν και, στη συνέχεια, συγκρίνετε κάθε ένα από τα bit τους που μοιράζονται μια θέση. Για κάθε σύγκριση bit, εάν ένα ή και τα δύο bit είναι 0, η τιμή του αποτελέσματος σε αυτήν τη θέση bit είναι 0. Εάν και οι δύο τιμές έχουν 1 σε αυτήν τη θέση, το αποτέλεσμα λαμβάνει επίσης 1 σε αυτήν τη θέση.

Οι τέσσερις πιθανοί συνδυασμοί AND και το αποτέλεσμά τους είναι:

- 0 AND 0 = 0
- 0 AND 1 = 0
- 1 AND 0 = 0

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

- 1 AND 1 = 1

Για παράδειγμα, για να βρείτε την τιμή των 10011010 ΚΑΙ 01000110, ξεκινήστε ευθυγραμμίζοντας κάθε τιμή. Το αποτέλεσμα κάθε θέσης bit θα είναι μόνο 1 εάν και τα δύο bit σε αυτήν τη στήλη είναι επίσης 1.

10011010
AND 01000110
-------- =
00000010

Σκεφτείτε το AND ως πολλαπλασιασμό. Κάθε φορά που πολλαπλασιάζετε με το 0 το αποτέλεσμα θα είναι επίσης 0.

10 XOR

Το XOR είναι το αποκλειστικό OR. Το XOR συμπεριφέρεται όπως το κανονικό OR, με τη διαφορά ότι θα παράγει 1 μόνο εάν ένας ή οι άλλοι αριθμοί έχουν 1 σε αυτήν τη θέση bit.

Οι τέσσερις πιθανοί συνδυασμοί XOR και το αποτέλεσμά τους είναι:

- 0 XOR 0 = 0
- 0 XOR 1 = 1
- 1 XOR 0 = 1
- 1 XOR 1 = 0

Για παράδειγμα, για να βρείτε το αποτέλεσμα του 10011010 XOR 01000110:

10011010
XOR 01000110
-------- =
11011100

Παρατηρήστε το 2o bit, ένα 0 που προκύπτει από δύο XOR του 1 που έχουν συνδυαστεί.

11 Μετατοπίσεις bit

Οι μετατοπίσεις bit δεν είναι απαραίτητα ένας τελεστής bitwise όπως αυτοί που αναφέρονται παραπάνω, αλλά είναι ένα εύχρηστο εργαλείο για τον χειρισμό μιας μεμονωμένης δυαδικής τιμής.

Υπάρχουν δύο στοιχεία για μια μετατόπιση bit - η κατεύθυνση και η ποσότητα των bit που πρέπει να μετατοπιστούν. Μπορείτε να μετατοπίσετε έναν αριθμό είτε προς τα αριστερά είτε προς τα δεξιά και μπορείτε να μετακινήσετε κατά ένα ή πολλά bit.

Κατά τη μετατόπιση προς τα δεξιά, ένα ή περισσότερα από τα λιγότερο σημαντικά bit (στη δεξιά πλευρά του αριθμού) απλώς κόβονται και μετατοπίζονται στο άπειρο τίποτα. Μπορούν να προστεθούν προηγούμενα μηδενικά για να διατηρηθεί το μήκος του bit ίδιο.

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Για παράδειγμα, μετατοπίζοντας το 10011010 στα δεξιά δύο bit:RIGHT-SHIFT-2 10011010 (δεκαδικά 154)

-------- =

00100110 (δεκαδικός 38)

Η μετατόπιση προς τα αριστερά ωθεί όλα τα bit προς την πιο σημαντική πλευρά (την αριστερή πλευρά) του αριθμού. Για κάθε μετατόπιση, προστίθεται ένα μηδέν στη θέση του λιγότερο σημαντικού bit.

Για παράδειγμα, μετατοπίζοντας το 10011010 στο αριστερό ένα bit:

ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗ 1 10011010 (δεκαδικός 154)

-------- =

100110100 (δεκαδικός 308)

Αυτή η απλή μετατόπιση bit εκτελεί μια πολύπλοκη μαθηματική συνάρτηση. Μετατοπίσεις προς τα αριστερά n bit πολλαπλασιάζουν έναν αριθμό με 2n (δείτε πώς το τελευταίο παράδειγμα πολλαπλασίασε την είσοδο επί δύο;), ενώ μια μετατόπιση στα bit προς τα δεξιά θα κάνει μια διαίρεση ακέραιου με 2n. Η μετατόπιση προς τα δεξιά για τη διαίρεση μπορεί να γίνει περίεργη - τυχόν κλάσματα που παράγονται από τη διαίρεση μετατόπισης θα αποκοπούν, γι' αυτό το 154 μετατοπισμένο δεξιά δύο φορές ισούται με 38 αντί για 154/4=38,5. Οι μετατοπίσεις δυαδικών ψηφίων μπορούν να είναι ένας πολύ γρήγορος τρόπος διαίρεσης ή πολλαπλασιασμού με 2, 4, 8 κ.λπ.

12 Συμπέρασμα

Το δυαδικό είναι το δομικό στοιχείο όλων των υπολογισμών, και των πράξεων στην ηλεκτρονική. Έτσι, υπάρχουν πολλά μέρη για να πάτε από εδώ.

Τώρα που μπορείτε να μετατρέψετε μεταξύ δεκαδικού και δυαδικού, μπορείτε να εφαρμόσετε αυτή τη γνώση στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι χαρακτήρες κωδικοποιούνται καθολικά: ASCII

Ή μπορείτε να εφαρμόσετε τις νέες γνώσεις σας σε κυκλώματα χαμηλού επιπέδου και IC:

- Ψηφιακή Λογική
- Μητρώα Μετατόπιση

Μπορείτε επίσης να ρίξετε μια ματιά στον τρόπο με τον οποίο το δυαδικό σύστημα παίζει σημαντικό ρόλο σε αυτά τα πρωτόκολλα επικοινωνίας:

- Σειριακή Επικοινωνία
- Σειριακή περιφερειακή διεπαφή
- I2C

This project has been funded with support from the European Commission. This publication [communication] reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.