

Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής

Logisim

Γραφικό περιβάλλον για το σχεδιασμό
λογικών κυκλωμάτων

2010

Κατάλογος περιεχομένων

Οδηγός για το πακέτο Logisim.....	3
1. Σχεδιασμός ενός απλού κυκλώματος.....	3
1.1 Βήμα 1 – Μια πρώτη περιήγηση στο πρόγραμμα.....	3
1.2 Βήμα 2 – Εισαγωγή λογικών πυλών.....	4
1.3 Βήμα 3 – Προσθήκη καλωδίωσης.....	6
1.4 Βήμα 4 – Εισαγωγή κειμένου.....	7
1.5 Βήμα 5 – Έλεγχος του κυκλώματος.....	8
2 Βιβλιοθήκες και τα Ιδιότητες.....	9
2.1 Το πλαίσιο εξερεύνησης.....	9
2.2 Πίνακας ιδιοτήτων	10
2.3 Ιδιότητες εργαλείων.....	11
3 Υποκυκλώματα	13
3.1 Δημιουργία κυκλωμάτων.....	13
3.2 Χρήση υποκυκλωμάτων.....	14
3.3 Εκσφαλμάτωση υποκυκλωμάτων.....	16
3.4 Βιβλιοθήκες Logisim.....	17

Οδηγός για το πακέτο Logisim

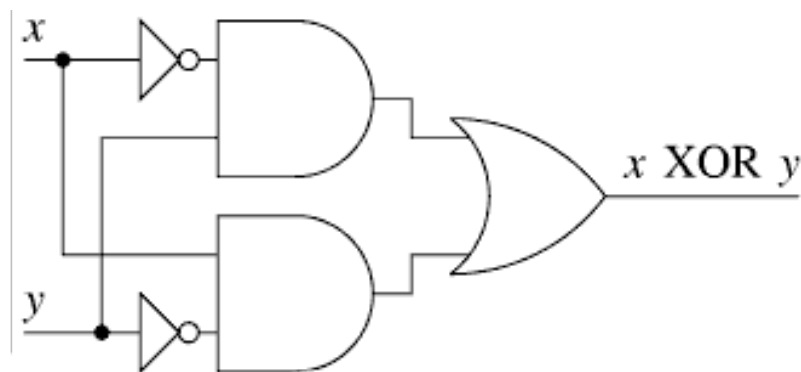
Το Logisim είναι ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον για σχεδιασμό και την εξομοίωση ψηφιακών λογικών κυκλωμάτων. Με την απλή γραμμή εργαλείων και την προσομοίωση κυκλωμάτων καθώς αναπτύσσονται, είναι πολύ εύκολο για την εκμάθηση των πιο βασικών εννοιών σχετικών με τα λογικά κυκλώματα. Με την δυνατότητα να κατασκευαστούν μεγαλύτερα κυκλώματα από μικρότερα υπό-κυκλώματα, και να σχεδιαστούν κυκλώματα, απλά και εύκολα, το Logisim μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να σχεδιάσει και να προσομοιώσει τις ολόκληρες μονάδες CPU για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

1. Σχεδιασμός ενός απλού κυκλώματος

Σαν πρώτο παράδειγμα θα κατασκευάσουμε ένα κύκλωμα που θα υλοποιεί την λογική πύλη XOR. Η XOR έχει ως είσοδο δύο τιμές (x και y) και έχει έξοδο 0 εάν οι δύο είσοδοι έχουν ίδια τιμή και 1 εάν έχουν διαφορετική τιμή. Παρακάτω παρατίθεται ο πίνακας αληθείας για την XOR.

x	y	$x \text{ XOR } y$
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

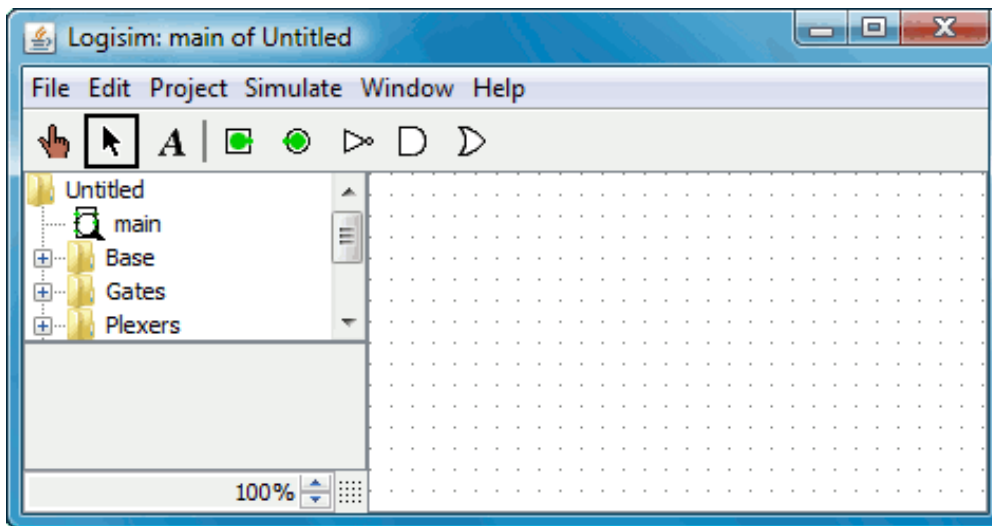
Το παραπάνω λογικό κύκλωμα θα μπορούσε να σχεδιαστεί στο χαρτί όπως κάπως έτσι:



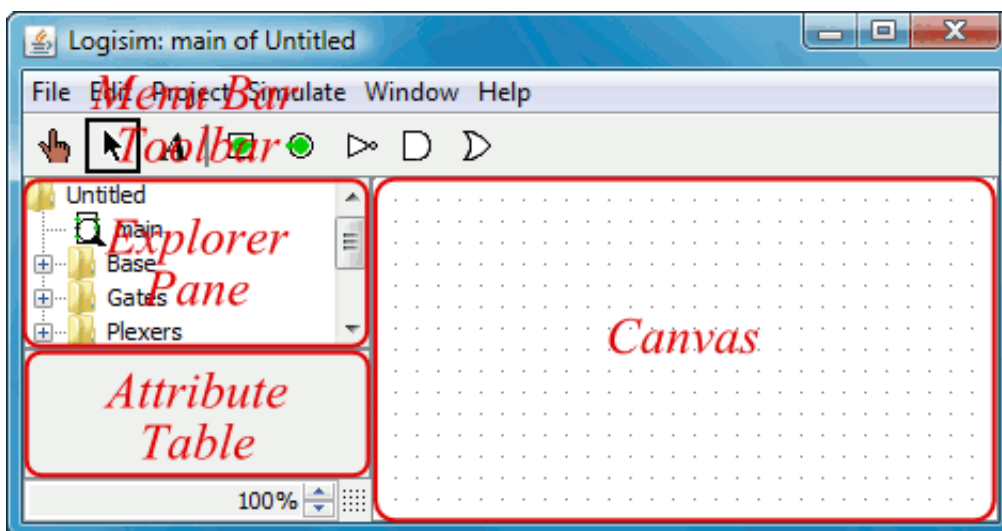
Για να επαληθεύσουμε την δουλειά μας, θα το σχεδιάσουμε στο Logisim και θα το ελέγξουμε. Επίσης θα μπορούμε να αποθηκεύσουμε το κύκλωμα για μελλοντική χρήση. Παρακάτω περιγράφονται τα βήματα που ακολουθούνται για τον σχεδιασμό του κυκλώματος.

1.1 Βήμα 1 – Μια πρώτη περιήγηση στο πρόγραμμα

Όταν εκκινήσετε το Logisim, θα δείτε ένα παράθυρο παρόμοιο με τον ακόλουθο. Μερικές λεπτομέρειες μπορεί να είναι ελαφρώς διαφορετικές, από τη στιγμή που πιθανώς χρησιμοποιείτε διαφορετικό λειτουργικό σύστημα.



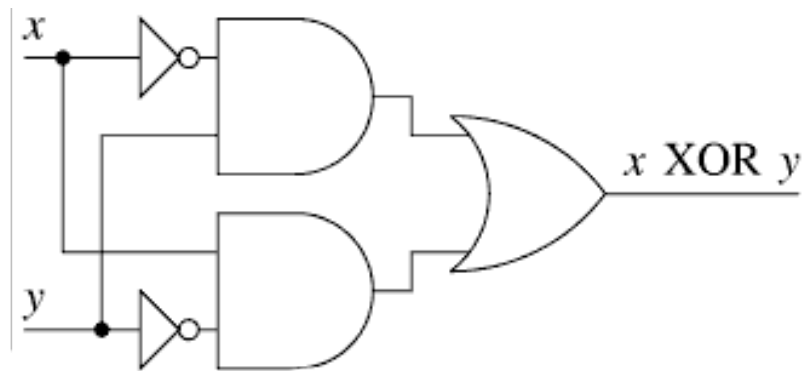
Το πακέτο λογισμικού Logisim διαρρέεται σε τρία μέρη. Το πλαίσιο εξερεύνησης (explorer pane), τον πίνακα ιδιοτήτων (attribute table), και τον καμβά (canvas). Επάνω από τα τρία αυτά μέρη βρίσκετε το μενού επιλογών και η γραμμή εργαλείων (toolbar).



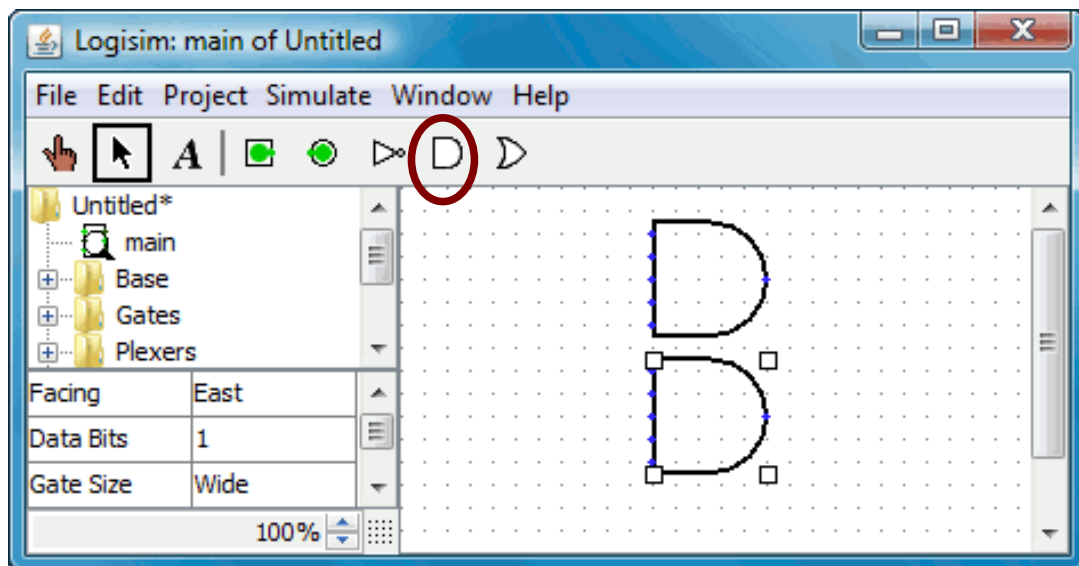
Στο παράδειγμα μας θα χρειαστούμε μόνο την γραμμή εργαλείων (toolbar) και τον καμβά (canvas). Στο canvas θα σχεδιαστεί το κύκλωμα μας, και το toolbar περιέχονται εκείνα τα εργαλεία που θα μας χρειαστούν για την σχεδίαση.

1.2 Βήμα 2 – Εισαγωγή λογικών πυλών

Θυμίζουμε ότι θα πρέπει να σχεδιάσουμε το ακόλουθο κύκλωμα.

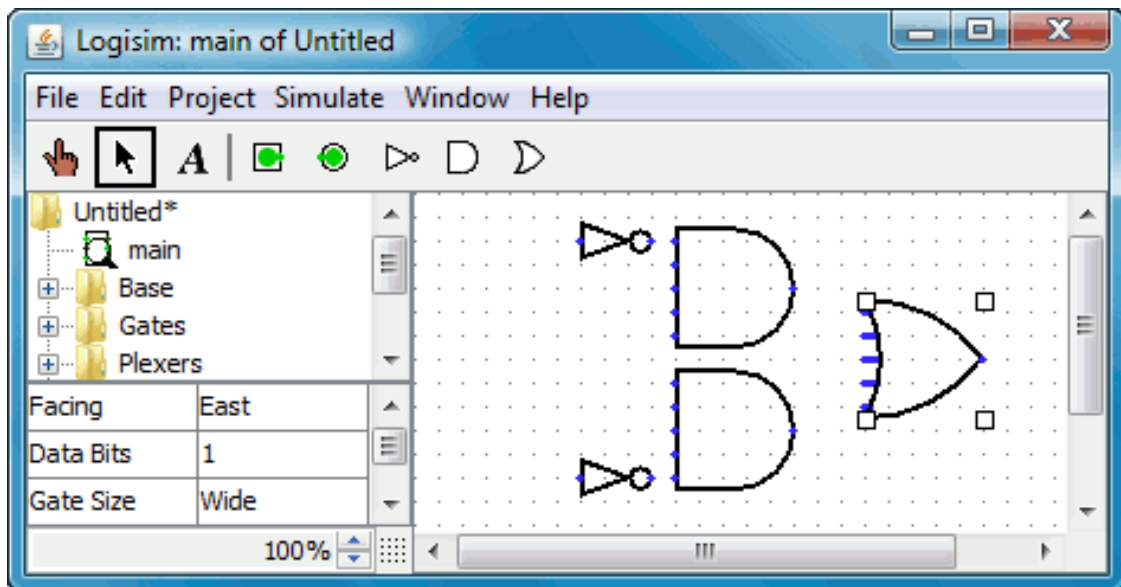


Όταν σχεδιάζετε ένα κύκλωμα καλό είναι να τοποθετείτε πρώτα τις πύλες, ως ένα σκελετό του κυκλώματος, και έπειτα να τις συνδέετε με τις καλωδιώσεις. Το πρώτο πράγμα που θα πρέπει να κάνετε είναι να προσθέσετε δύο πύλες AND. Κάνετε κλικ στη πύλη AND στο toolbar, και μετά κάνετε κλικ στην περιοχή του canvas όπου θέλετε να τοποθετήσετε την πρώτη πύλη. Έπειτα επαναλαμβάνετε την ίδια διαδικασία για να τοποθετήσετε και την δεύτερη πύλη AND ακριβώς από κάτω.

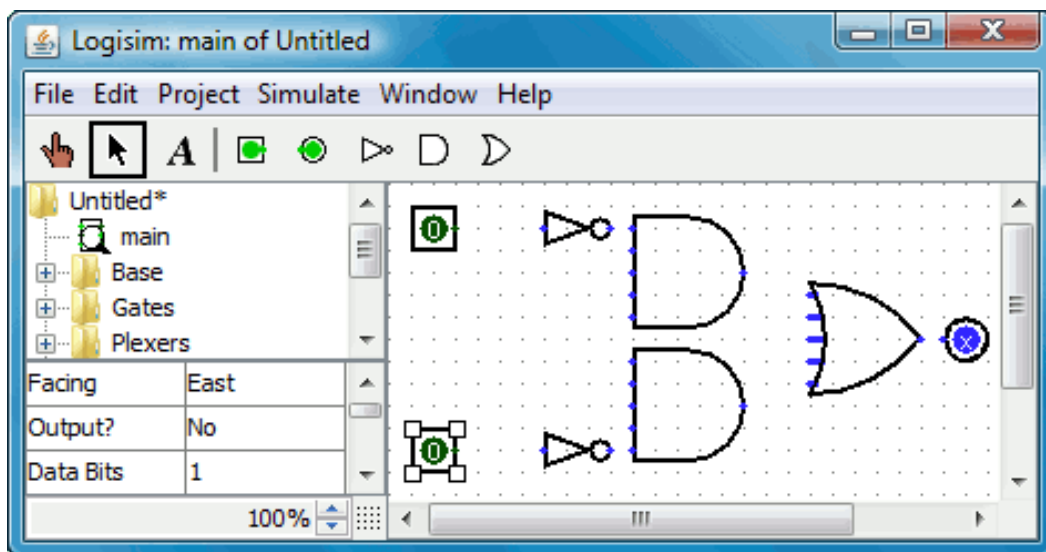


Παρατηρήστε τα πέντε σημεία (κουκκίδες) στη αριστερή πλευρά της πύλης AND. Αυτά είναι τα σημεία όπου μπορούν να συνδεθούν καλωδιώσεις.

Τώρα θα προσθέσουμε και τις άλλες πύλες. Πρώτα θα τοποθετήσουμε την OR και έπειτα την NOT. Ο τρόπος είναι πάλι ο ίδιος με παραπάνω πατώντας το OR και το NOT στο tool και έπειτα κάνοντας κλικ στο σημείο του canvas όπου θέλουμε να τις τοποθετήσουμε.



Τώρα θέλουμε να προσθέσουμε τις δύο εισόδους x και y στο διάγραμμα. Με τον ίδιο τρόπο επιλέγουμε το tool εισόδου (■), και το τοποθετούμε στο canvas. Θα πρέπει επίσης να τοποθετήσετε και ένα tool εξόδου (●) δίπλα ακριβώς από την πύλη OR.



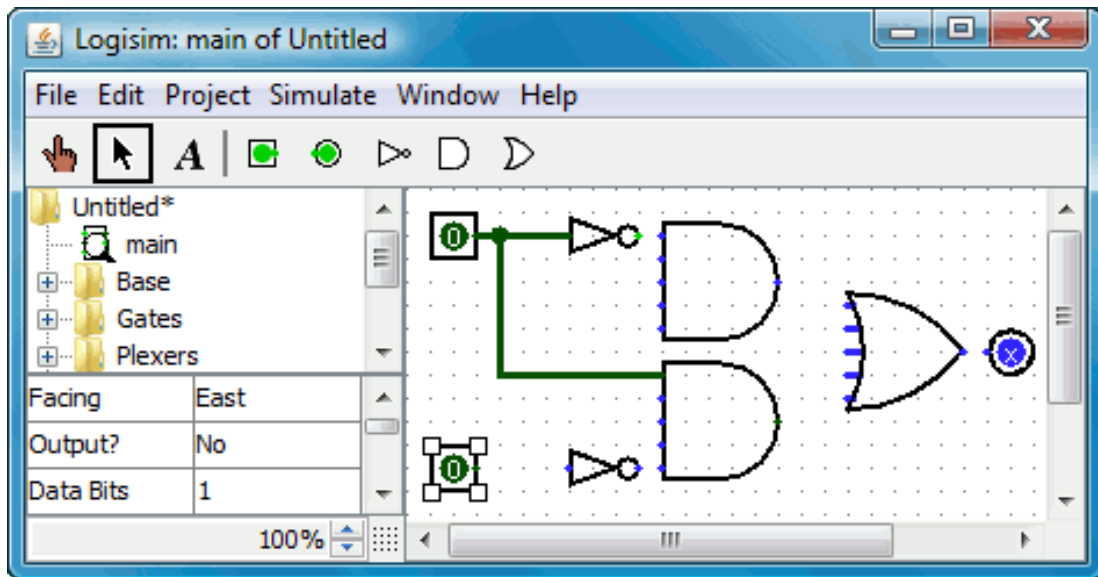
Εάν έχετε τοποθετήσει κάτι σε λάθος σημείο και θέλετε να το μετατοπίσετε, απλά επιλέγετε από το toolbar το εργαλείο edit (☞) και έπειτα μετακινήστε το επιθυμητό στοιχείο στην κατάλληλη θέση επιλέγοντας το και μεταφέροντας το με το ποντίκι. Μπορείτε επίσης να διαγράψετε στοιχεία, επιλέγοντας τα και πατώντας την επιλογή **Delete** από το μενού επιλογών ή πατώντας το πλήκτρο **Delete**. Εάν θέλετε να τοποθετήσετε ένα αντίγραφο κάποιου συστατικού που έχετε ήδη βάλει, επιλέξτε το συγκεκριμένο συστατικό και πατήστε τα πλήκτρα **Ctrl + D** για να κάνετε ένα αντίγραφο.

1.3 Βήμα 3 – Προσθήκη καλωδίωσης

Μετά από την τοποθέτηση όλων των στοιχείων στο canvas, θα πρέπει να ξεκινήσετε να τοποθετήσετε την καλωδίωση (σύνδεση μεταξύ τους). Επιλέξτε το Edit Tool. Όταν ο δρομέας είναι

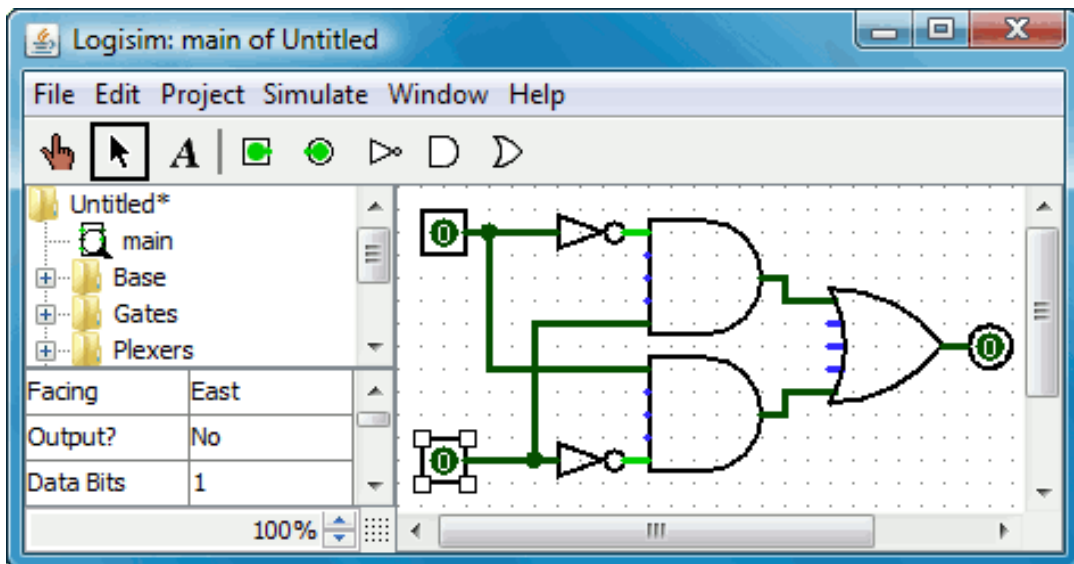
τοποθετημένος πάνω σε ένα σημείο όπου μπορεί να το τοποθετηθεί ένα καλώδιο, τότε ένας μικρός πράσινος κύκλος θα εμφανιστεί. Πατήστε το κουμπί του ποντικιού και σύρετε το μέχρι εκεί που θέλετε για να δημιουργηθεί το καλώδιο.

Η καλωδίωση στο Logisim πρέπει να είναι είτε οριζόντια είτε κάθετη. Για να συνδέσουμε την πάνω είσοδο με την πύλη NOT και AND, προσθέτουμε τρία διαφορετικά καλώδια.



Καθώς σχεδιάζετε την καλωδίωση μπορεί να δείτε κάποια χρώματα όπως το μπλε και το γκρι. Το μπλε χρώμα δείχνει ότι η τιμή σε εκείνο το σημείο είναι άγνωστη και το γκρι, ότι το καλώδιο δεν συνδέεται με κάτι. Μόλις ολοκληρώσετε το κύκλωμα σας, κανένα από τα καλώδια δεν πρέπει να είναι μπλε ή γκρι.


Μόλις συνδέετε όλα τα καλώδια, αυτά θα είναι χρωματισμένα με είτε ανοιχτό πράσινο είτε σκούρο πράσινο. Το ανοιχτό πράσινο συμβολίζει την τιμή 1 και σκούρο πράσινο συμβολίζει την τιμή 0.

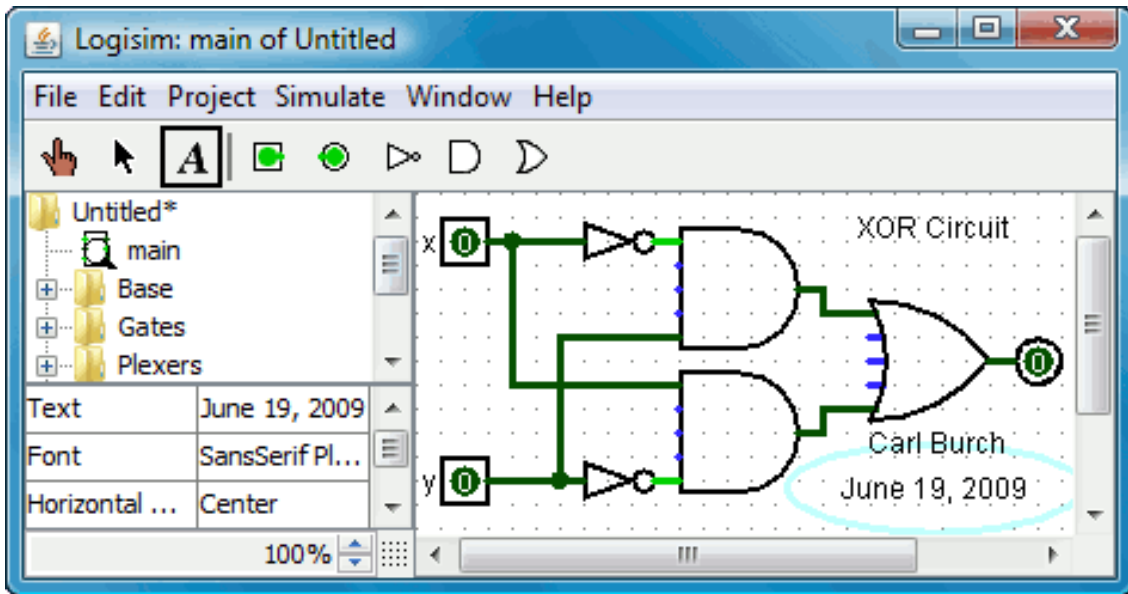


1.4 Βήμα 4 – Εισαγωγή κειμένου

Η πρόσθεση κειμένου στο κύκλωμα δεν είναι απαραίτητη, αλλά εάν θέλετε να δείξετε το κύκλωμα

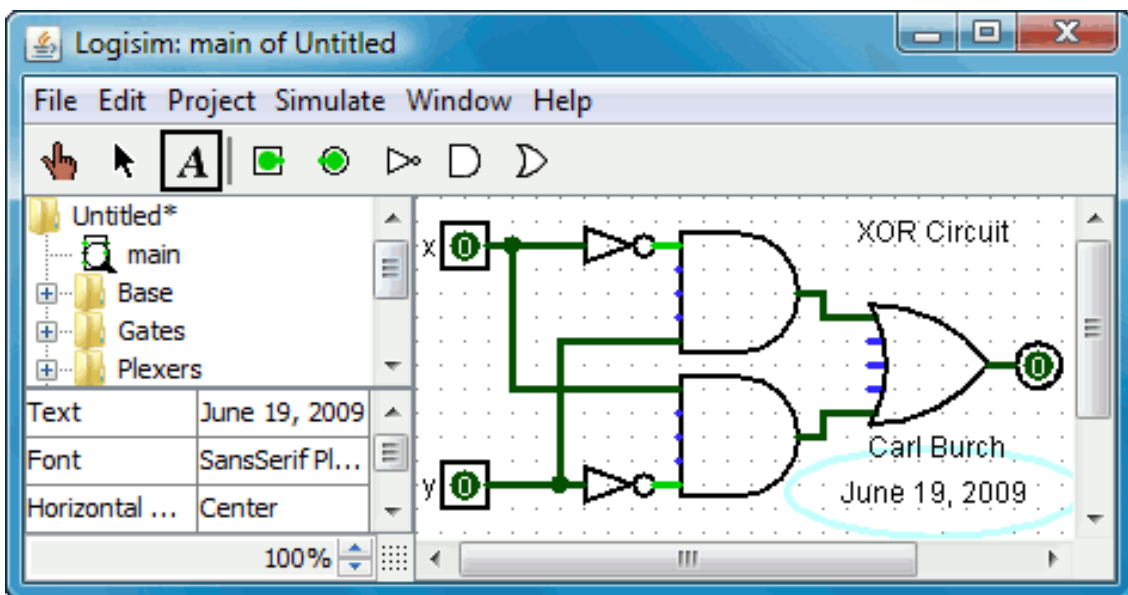
A


σε κάποιον, τότε κάποιες βοηθητικές ετικέτες καλό είναι να υπάρχουν. Επιλέξτε το text tool (). Μπορείτε να κάνετε κλικ οπουδήποτε στο canvas, και να αρχίσετε να πληκτρολογείτε την ετικέτα σας.

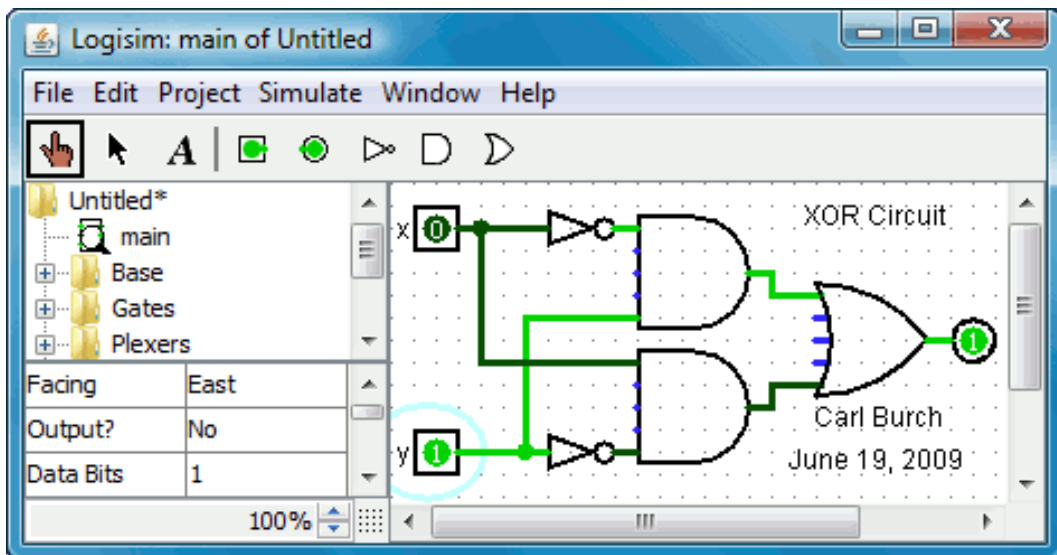


1.5 Βήμα 5 – Έλεγχος του κυκλώματος

Το τελευταίο βήμα είναι να ελέγξουμε το κύκλωμα μας, για να βεβαιωθούμε ότι λειτουργεί σωστά. Το Logisim προσφέρει αυτή την δυνατότητα.



Προσέξτε ότι οι δύο εισόδοι έχουν το 0 ως τιμή και την ίδια τιμή έχει και η έξοδος. Αυτό μας δείχνει ότι το κύκλωμα λειτουργεί σωστά για x και $y = 0$. Τώρα θα προσπαθήσουμε να συνδυάσουμε και τις άλλες τιμές στις εισόδους. Επιλέξτε το roke tool () και κάνετε κλικ επάνω στις εισόδους για να αλλάξουν οι τιμές. Κάθε φορά που κάνετε κλικ πάνω στις εισόδους, η τιμή θα εναλλάσσεται (0 ή 1).



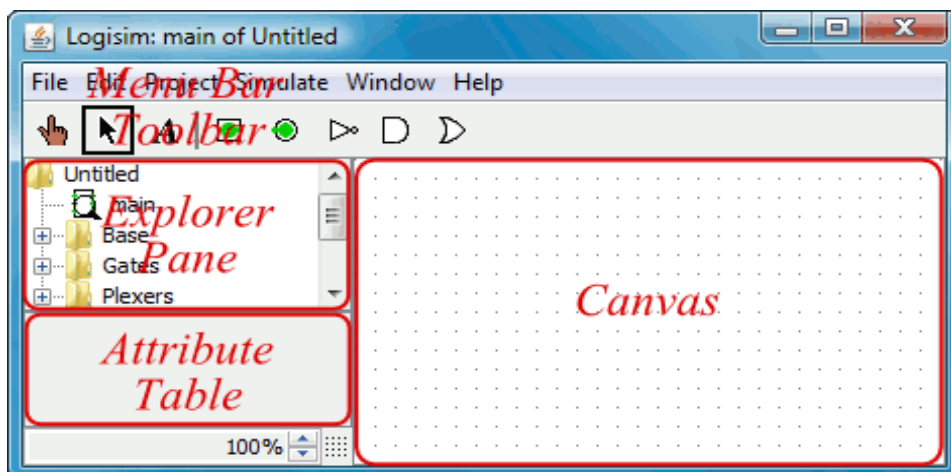
Όταν αλλάζετε τις τιμές στις εισόδους, το Logisim θα σας δείξει ποιές τιμές ταξιδεύουν πάνω στα καλώδια, χρωματίζοντας τα με ανοιχτό πράσινο να συμβολίζει την τιμή 1 και σκούρο πράσινο να συμβολίζει την τιμή 0.

Με τον ίδιο τρόπο δίνουμε και τις τέσσερις δυνατές καταστάσεις στις εισόδους από το κύκλωμα μας και βεβαιωνόμαστε ότι λειτουργεί σωστά.

Για να κρατήσετε την δουλειά σας, μπορείτε να κάνετε αποθήκευση (save) ή και να το τυπώσετε. Αυτές οι επιλογές βρίσκονται στο μενού File.

2 Βιβλιοθήκες και τα Ιδιότητες

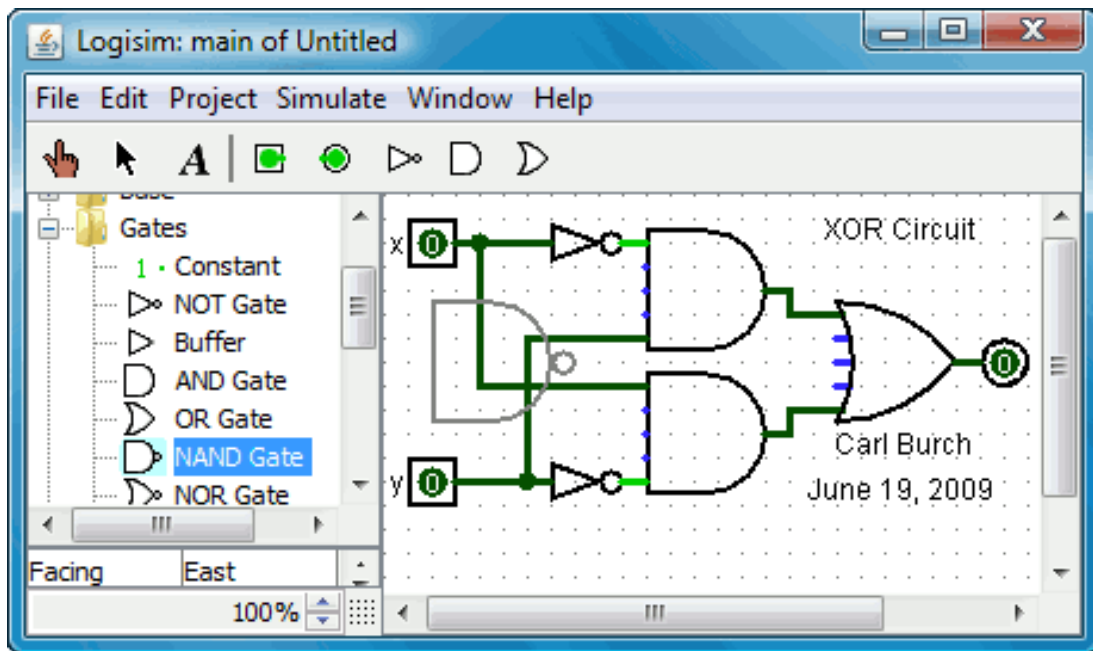
Σε αυτή την ενότητα, θα εξετάσουμε πώς να χρησιμοποιήσουμε δύο σημαντικές περιοχές του Logisim, το πλαίσιο εξερεύνησης (explorer pane) και τον πίνακα ιδιοτήτων (attribute table).



2.1 Το πλαίσιο εξερεύνησης

Το Logisim οργανώνει τα εργαλεία μέσα σε **βιβλιοθήκες** και εμφανίζονται ως φάκελοι στο πλαίσιο εξερεύνησης. Για την πρόσβαση μίας βιβλιοθήκης, θα πρέπει απλά να κάνετε διπλό κλικ στον

αντίστοιχο φάκελο. Στην παρακάτω εικόνα, έχουμε ανοίξει την βιβλιοθήκη των λογικών πυλών και έχουμε επιλέξει την NAND.




Αν δει κανείς μέσα από στις επιλογές της βιβλιοθήκης Gates, θα παρατηρήσει ότι δεν υπάρχει ανάγκη για μας να αναπτύξουμε ένα κύκλωμα XOR νωρίτερα. Είναι ήδη χτισμένο στην εφαρμογή.

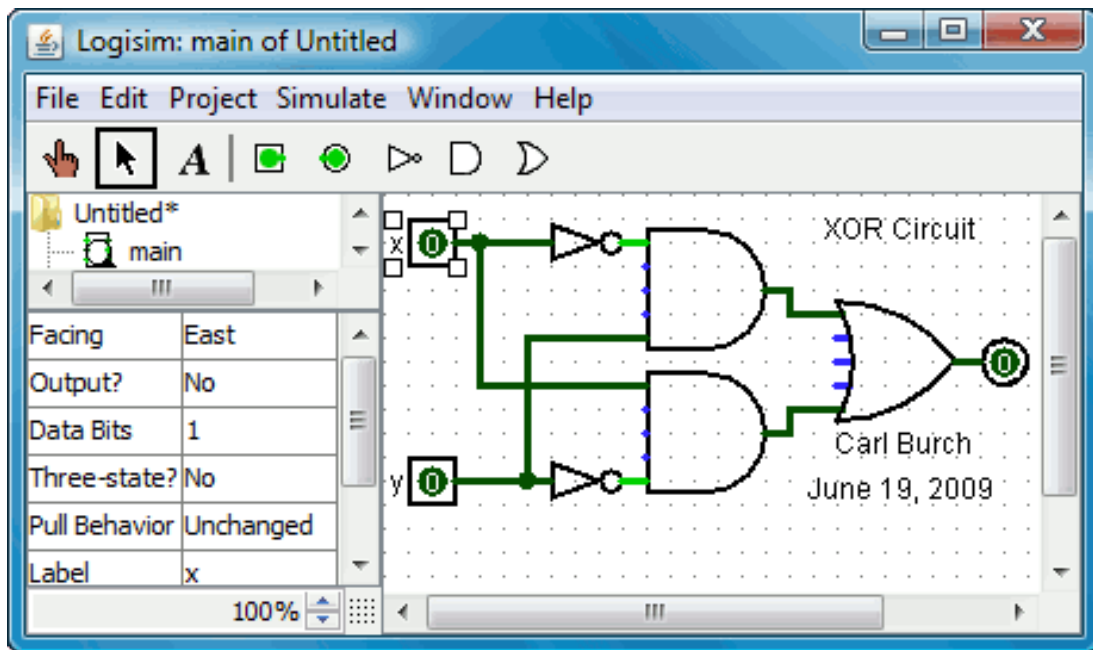
Όταν δημιουργείτε ένα νέο project, σε αυτό περιλαμβάνονται αυτόματα αρκετές βιβλιοθήκες :

- **Base:** Εργαλεία που είναι απαραίτητα για τη χρήση του Logisim.
- **Gates – Λογικές πύλες :** Συστατικά που εκτελούν απλές λογικές πράξεις.
- **Plexers:** Πιο σύνθετα συνδυαστικά συστατικά, όπως οι πολυπλέκτες (multiplexer) και οι αποκωδικοποιητές (decoder).
- **Arithmetic:** Συστατικά τα οποία εκτελούν αριθμητικές πράξεις.
- **Memory:** Συστατικά τα οποία αποθηκεύουν δεδομένα, όπως flip-flops, registers και RAM.
- **I/O:** Συστατικά τα οποία αλληλεπιδρούν με τον χρήστη.

2.2 Πίνακας ιδιοτήτων

Πολλά συστατικά έχουν **ιδιότητες (attributes)**, τα οποία είναι χαρακτηριστικά για το πώς συμπεριφέρεται και το πώς εμφανίζετε το κάθε συστατικό. Ο **πίνακας ιδιοτήτων (attribute table)** χρησιμεύει για την προβολή των τιμών ιδιοτήτων.

Για να επιλέξετε για πιο συστατικό θέλετε να δείτε τις ιδιότητες, κάντε κλικ στο πάνω του, χρησιμοποιώντας το εργαλείο Edit (). Η παρακάτω εικόνα δείχνει ποιές ιδιότητες εμφανίζονται μετά την επιλογή της πάνω εισόδου του κυκλώματος XOR.



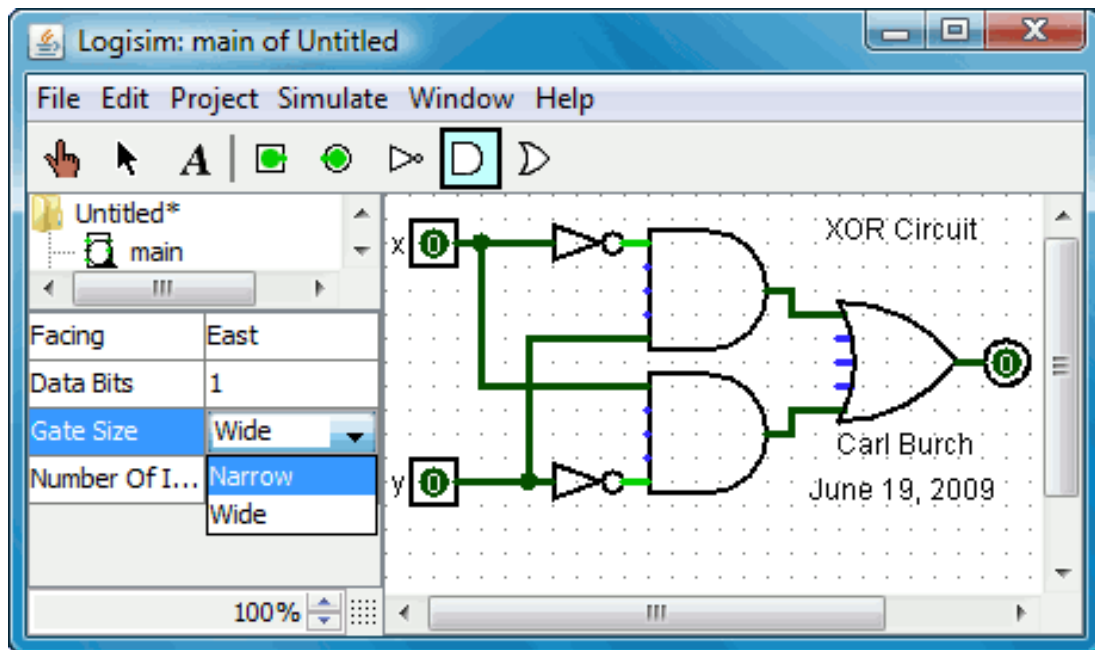
Για να τροποποιήσετε μια τιμή κάποια ιδιότητας, κάντε κλικ στην τιμή. Η διεπαφή για την τροποποίηση της ιδιότητας θα εξαρτηθεί από το ποιο χαρακτηριστικό αλλάζετε. Στην περίπτωση της γραμματοσειράς (Label Font attribute), ένα παράθυρο διαλόγου θα εμφανιστεί για την επιλογή της νέας γραμματοσειράς. Όμως κάποιες άλλες ιδιότητες, π.χ. Η Label, θα σας επιτρέψει να επεξεργαστείτε την τιμή, όπως ένα πεδίο κειμένου, ενώ άλλες (όπως Label Location) θα εμφανίσει ένα drop-down μενού από το οποίο θα επιλέξετε την τιμή. Κάθε συστατικό έχει και ένα διαφορετικό σύνολο ιδιοτήτων. Για να δείτε τις διάφορες ιδιότητες μπορείτε να πάτε στην σχετική τεκμηρίωση στη [Library Reference](#).

Αν έχετε επιλέξει πολλαπλά συστατικά, χρησιμοποιώντας το Edit tool, τότε ο πίνακας ιδιοτήτων που θα εμφανίζει θα έχει χαρακτηριστικά τα οποία θα είναι κοινά για όλα τα επιλεγμένα στοιχεία (εξαιρούνται οι καλωδιώσεις). Εάν τα επιλεγμένα συστατικά δεν έχουν όλα την ίδια τιμή για κάποιο χαρακτηριστικό, τότε δεν εμφανίζετε κάποια τιμή. Μπορείτε να αλλάξετε την τιμή χαρακτηριστικών για όλα τα επιλεγμένα συστατικά μονομιάς, χρησιμοποιώντας τον πίνακα ιδιοτήτων.

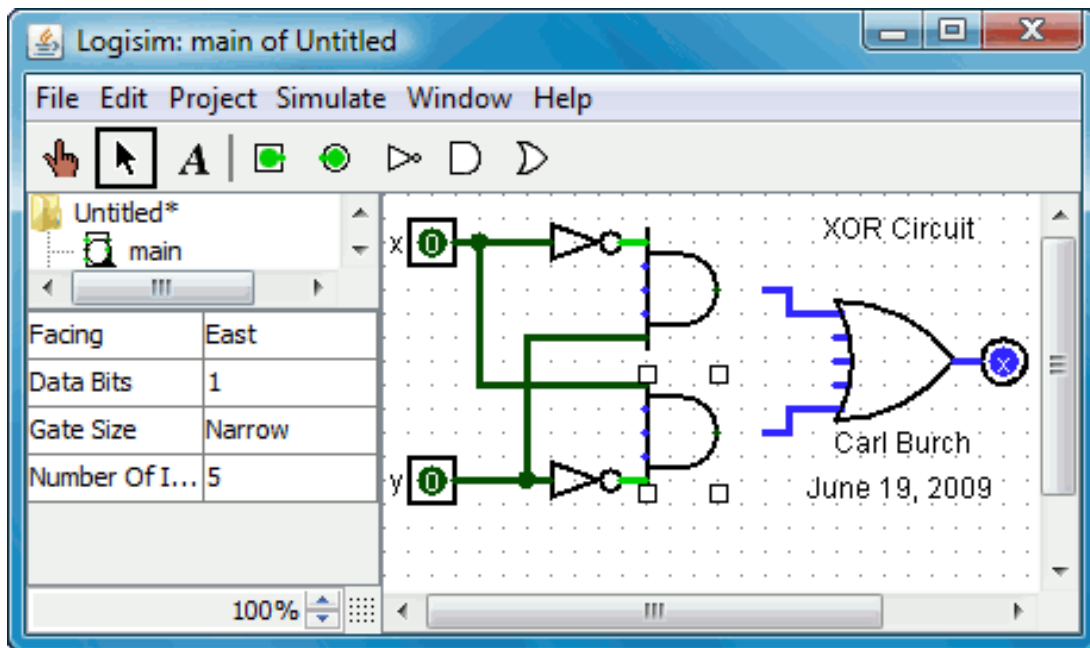
2.3 Ιδιότητες εργαλείων

Κάθε εργαλείο για την προσθήκη συστατικών σε ένα κύκλωμα έχει επίσης ένα σύνολο ιδιοτήτων, τα οποία επηρεάζουν τα συστατικά που έχουν δημιουργηθεί από αυτά. Όταν επιλέγετε ένα εργαλείο, το Logisim θα αλλάξει τον πίνακα ιδιοτήτων για να σας δείξει τα χαρακτηριστικά του εργαλείου.

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να δημιουργήσουμε μικρότερες (narrow) πύλες AND. Μέχρι τώρα κάθε φορά που επιλέγαμε το εργαλείο AND, δημιουργούνταν μια μεγάλη (wide) πύλη. Αλλά αν θέλουμε να επεξεργαστούμε την ιδιότητα του μεγέθους της πύλης (Gate Size), μετά την επιλογή του εργαλείου (πριν από την τοποθέτηση της πύλης στο κύκλωμα), θα πρέπει να αλλάξουμε την αντίστοιχη ιδιότητα για το εργαλείο, έτσι ώστε οι επόμενες πύλες AND που θα προστεθούν από εδώ και πέρα με το εργαλείο θα είναι μικρότερες.



Τώρα, μπορούμε να διαγράψουμε τις δύο υπάρχουσες πύλες AND και να προσθέσουμε δύο νέες πύλες στη θέση τους. Αυτή τη φορά, θα προσθέσουμε 2 μικρότερες πύλες (narrow). Εάν επιλέξετε να μειώσετε τον αριθμό των εισόδων σε 3, η πύλη δεν θα είχε κάθετη επέκταση στην αριστερή πλευρά και έτσι θα έπρεπε να ξανά σχεδιάσετε την καλωδίωση στο κύκλωμα, έτσι ώστε τα καλώδια να εφάπτονται πάνω στην πύλη μας.



Τα εργαλεία στη γραμμή εργαλείων έχουν το καθένα ένα ξεχωριστό σεί ιδιοτήτων, από τα αντίστοιχα εργαλεία στο explorer pane. Έτσι, ακόμη κι αν αλλάξουμε το AND tool της γραμμής εργαλείων για τη δημιουργία στενότερων πυλών, το εργαλείο στη βιβλιοθήκη Gates θα εξακολουθεί να δημιουργεί κανονικές πυλές, αν δεν αλλάξετε τα χαρακτηριστικά του επίσης.

Στην πραγματικότητα, το pin και output tool στο toolbar, είναι και τα δυο στιγμιότυπα της Base βιβλιοθήκης άλλα έχουν διαφορετικές ιδιότητες.

3 Υποκυκλώματα

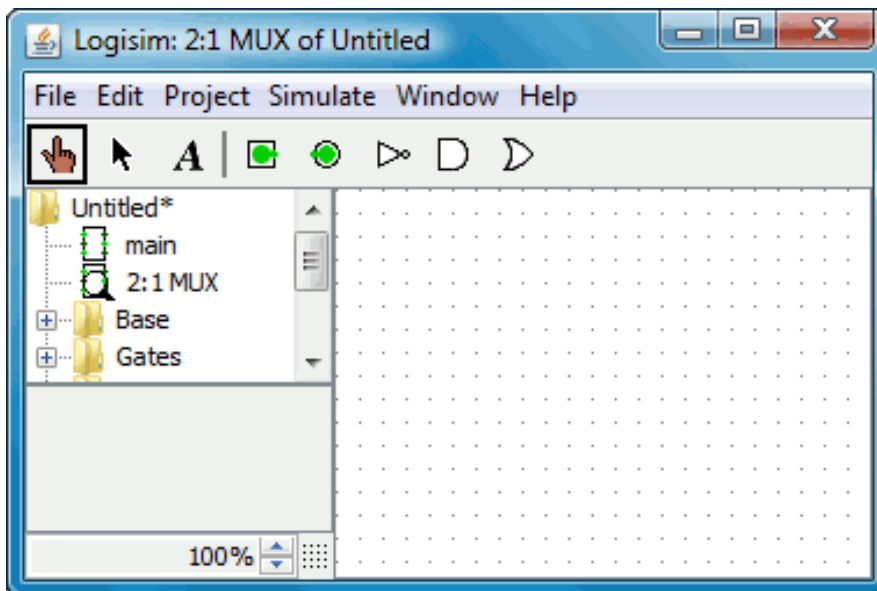
Καθώς δημιουργείτε ολοένα και πιο πολύπλοκα κυκλώματα, θα χρειαστείτε να δημιουργήσετε πιο μικρά τα οποία θα τα χρησιμοποιήσετε πολλές φορές ως υποκυκλώματα σε μεγαλύτερα και πιο σύνθετα κυκλώματα. Στο Logisim, αυτά τα μικρότερα κυκλώματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μεγαλύτερων, ονομάζονται **υποκυκλώματα - subcircuits**.

Εάν είστε εξοικειωμένοι με τον προγραμματισμό, τότε είστε εξοικειωμένοι με την έννοια του υποπρόγραμματος (που ονομάζεται *subroutines*, *functions*, ή *methods* στις διάφορες γλώσσες). Η έννοια του subcircuit είναι ανάλογη με την έννοια που αναφέραμε στον προγραμματισμό και χρησιμοποιείται για τον ίδιο σκοπό, για να σπάσει ένα μεγάλο πρόβλημα σε μικρότερα κομμάτια, για να αποφύγουμε τον ορισμό της ίδιας έννοιας πολλές φορές και να διευκολύνει τον εντοπισμό σφαλμάτων (debugging).

3.1 Δημιουργία κυκλωμάτων

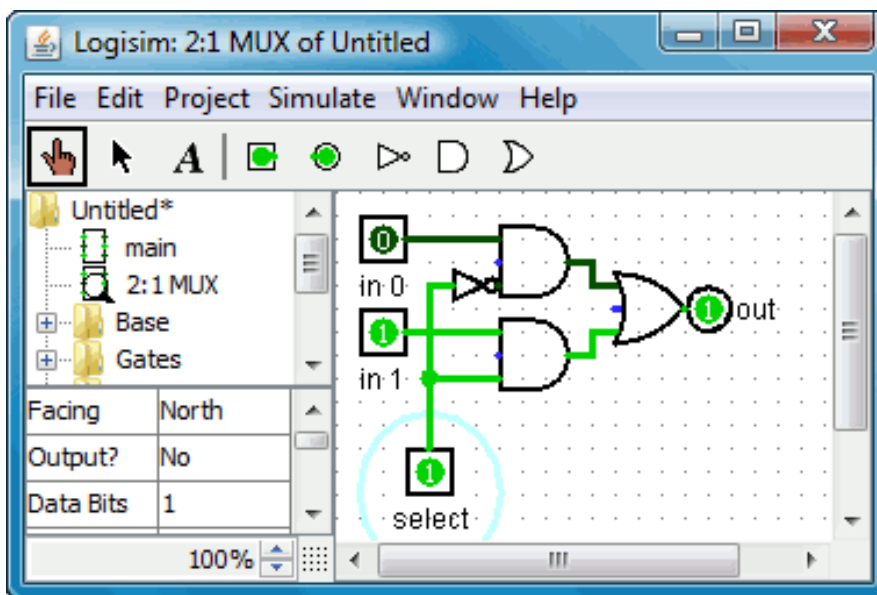
Κάθε project στο Logisim είναι στην πραγματικότητα μια βιβλιοθήκη από κυκλώματα. Στην απλούστερη μορφή, κάθε project έχει μόνο ένα κύκλωμα (που καλείται εξ ορισμού main), αλλά είναι εύκολο να προσθέσετε περισσότερα. Για να γίνει αυτό επιλέξτε **Add Circuit** από το μενού **Project**, και πληκτρολογήστε το όνομα θέλετε να δώσετε στον νέο σας κύκλωμα.

Ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να κάνουμε ένα 2-προς-1 πολυπλέκτη (multiplexer) που ονομάζεται "2:1 MUX." Μετά την προσθήκη του κυκλώματος το Logisim θα είναι κάπως έτσι.



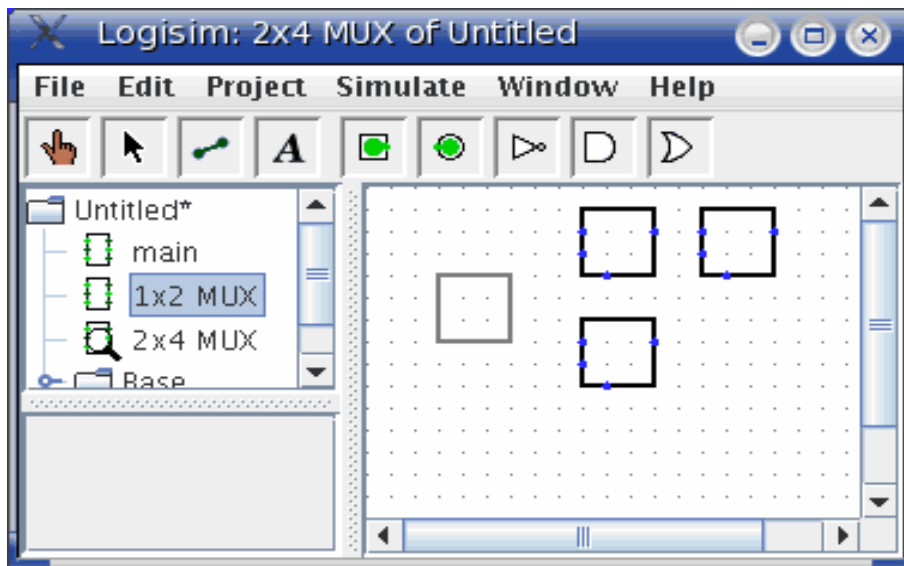
Στο explorer pane, μπορείτε τώρα να δείτε ότι το project περιλαμβάνει δύο κυκλώματα, το "main" και το "2:1 MUX". Το Logisim έχει ένα εικονίδιο μεγεθυντικού φακού πάνω από το εικονίδιο του κυκλώματος που είναι ενεργό. Το ενεργό όνομα του κυκλώματος, φαίνεται επίσης και στην μπάρα του παραθύρου.

Μετά την επεξεργασία του κυκλώματος 2:1 πολυπλέκτη, θα μπορούσαμε να καταλήξουμε με το ακόλουθο κύκλωμα.



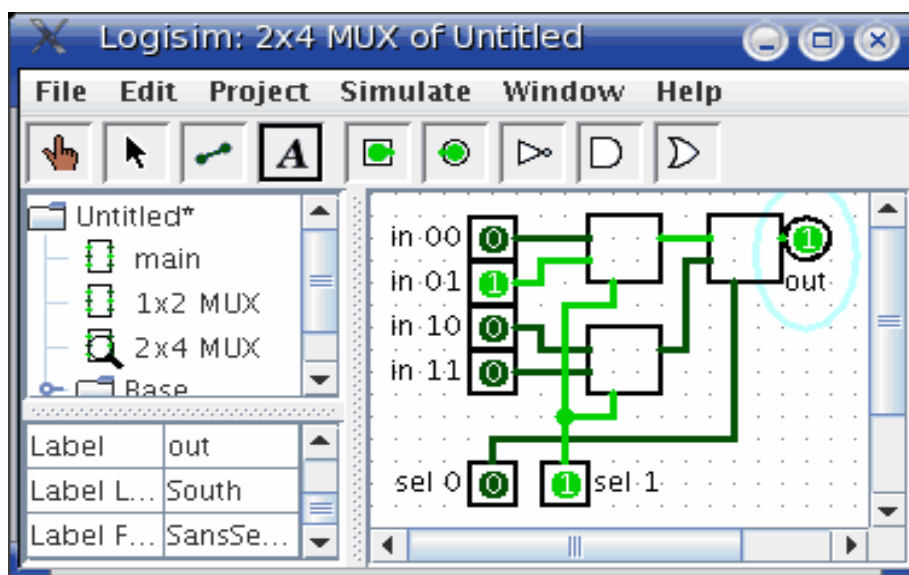
3.2 Χρήση υποκυκλωμάτων

Τώρα, ας υποθέσουμε ότι θέλουμε να κάνουμε ένα πολυπλέκτη 2x4 πολυπλέκτη, χρησιμοποιώντας τα στιγμιότυπα του 1x2. Φυσικά, θα δημιουργήσουμε πρώτα ένα νέο κύκλωμα, το οποίο θα ονομάσουμε "2x4 MUX". Για να προσθέσουμε πολυπλέκτες 1x2 στο κύκλωμα μας, κάνουμε κλικ στο 1x2 κύκλωμα MUX, στο explorer pane για να το επιλέξουμε ως εργαλείο και, στη συνέχεια μπορούμε να προσθέσουμε κάποιο αντίγραφο αυτού. Στην εικόνα φαίνεται ως κιβώτια.



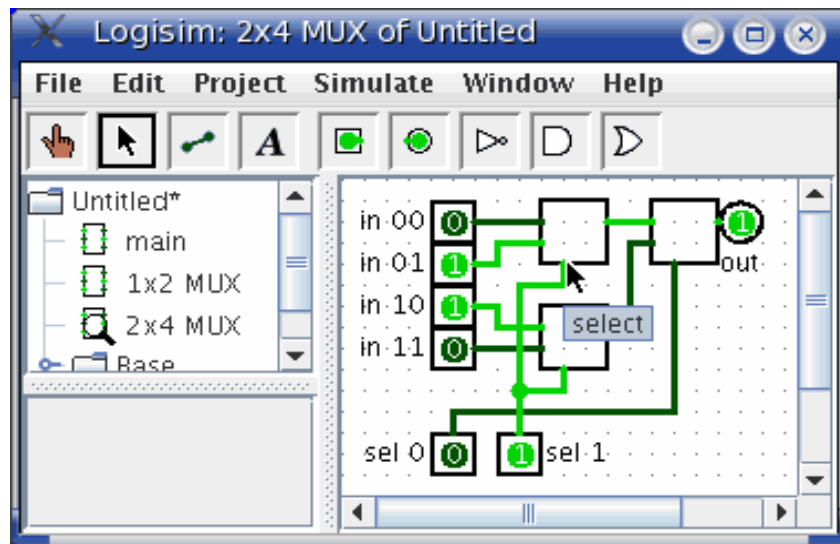
Εάν κάνετε διπλό κλικ στο 1x2 κύκλωμα MUX στο explorer pane, τότε το παράθυρο θα αλλάξει σε μορφή επεξεργασίας για το 1x2 κύκλωμα MUX.

Μετά την δημιουργία του κυκλώματος, καταλήγουμε με τα ακόλουθα.



Το κύκλωμα για τον 2x4 πολυπλέκτη χρησιμοποιεί τρία αντίγραφα του πολυπλέκτη 1x2, κάθε ένα είναι αναπαριστόμενο ως κουτί με ακίδες κατά μήκος των πλευρών. Οι ακίδες στο κουτί αυτό αντιστοιχούν με τις εισόδους και τις εξόδους στο κύκλωμα 1x2 MUX. Οι δύο ακίδες στην αριστερή πλευρά του κουτιού αντιστοιχούν στις δύο αριστερές ακίδες του κυκλώματος 1x2 MUX. Η ακίδα που είναι στην δεξιά πλευρά του κουτιού αντιστοιχεί στη δεξιά πλευρά του κυκλώματος 1x2 MUX, που είναι η έξοδος. Τέλος η ακίδα στο κάτω μέρος του κουτιού αντιστοιχεί στην κάτω είσοδο του κυκλώματος 1x2 MUX. Γενικότερα η διάταξη των ακίδων, αντιστοιχούν στην ίδια διάταξη με τις ακίδες του υποκυκλώματος.

Εάν οι ακίδες στο υποκύκλωμα έχουν ετικέτες, τότε αυτές θα φανούν ως ετικέτες **tip**, δηλαδή όταν ο χρήστης περάσει πάνω με το ποντίκι από την αντίστοιχη τοποθεσία του υποκυκλώματος. (Εάν βρίσκετε αυτά τα tips ενοχλητικά, μπορείτε να τα απενεργοποιήσετε, μέσω ρυθμίσεων στο μενού **project -> options**)

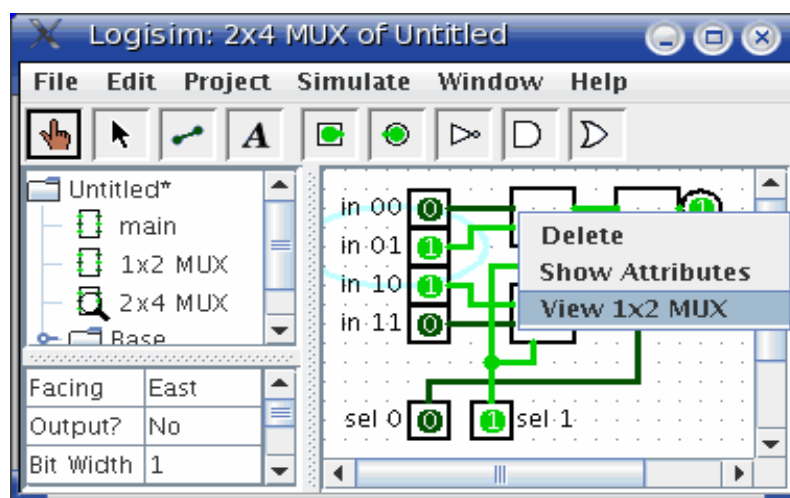


Πολλά άλλα συστατικά του προγράμματος έχουν τέτοιες ετικέτες tip και είναι πολύ χρήσιμες, γιατί μας εξηγούν και μας δίνουν κάποια περιγραφή, γι το τι ακριβώς κάνουν αυτές οι ακίδες. Πολλά εργοστασιακά τσιπ τυχαίνουν να έχουν ακίδες, οι οποίες συμπεριφέρονται κάποιες φορές σαν είσοδοι και κάποιες φορές σαν έξοδοι. Τέτοιου είδους κυκλώματα με το Logisim δεν μπορείτε να κατασκευάσετε.

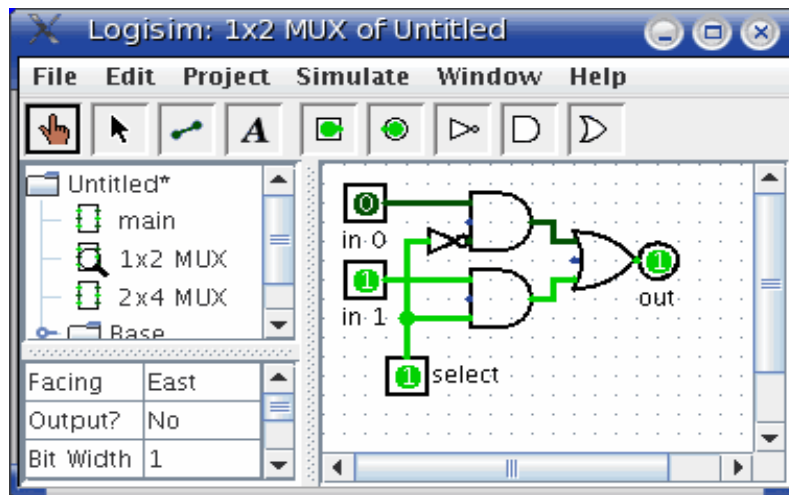
Τώρα που κατασκευάσαμε ένα πολυπλέκτη 2x4, μπορούμε να τον χρησιμοποιήσουμε ως υποκύκλωμα σε άλλα μεγαλύτερα κυκλώματα. Το Logisim δεν κανένα περιορισμό στην ενθυλάκωση των κυκλωμάτων.

3.3 Εκσφαλμάτωση υποκυκλωμάτων

Καθώς θα προχωράτε στην κατασκευή μεγαλύτερων κυκλωμάτων, πιθανός θα βρείτε κάποια σφάλματα (bugs). Για να βρείτε τα σφάλματα και να τα διορθώσετε, θα πρέπει να δείτε και να εξετάσετε τα υποκυκλώματα που έχετε κάνει. Αυτό μπορεί να γίνει κάνοντας δεξί κλικ στο κουτί του υποκυκλώματος και επιλέγοντας την επιλογή **view**.



Έπειτα μετά από την επιλογή view, το κύκλωμα θα αλλάξει και θα δείχνει στο υποκύκλωμα 1x2 MUX.



Παρατηρήστε ότι οι τιμές στις εισόδους του subcircuit ταιριάζουν με τις τιμές του κυρίως κυκλώματος. Όσο είστε στο subcircuit, μπορείτε να το αλλάξετε και να το τροποποιείτε. Εντούτοις οι αλλαγές θα διαδοθούν μέσα στο περιέχον κύκλωμα. (Εάν προσπαθήσετε να αλλάξετε μία τιμή σε κάποια είσοδο, το Logisim θα σας βγάλει ένα παράθυρο διαλόγου ρωτώντας εάν θέλετε να δημιουργήσετε μια νέα κατάσταση στο κύκλωμα. Πατώντας ναι, θα υπάρχει μία αποσύνδεση του υποκυκλώματος με το έξω κύκλωμα, ενώ με την επιλογή όχι θα ακυρώσετε την επιλογή σας).

Μόλις ολοκληρώσετε την επεξεργασία του του κυκλώματος, επανέλθετε στο γονικό κύκλωμα , είτε πατώντας πάνω του δύο φορές στο explorer pane, είτε μέσω του μενού επιλογών **Simulate -> Go Out To State**.

3.4 Βιβλιοθήκες Logisim

Κάθε project στο Logisim είναι αυτόματα μια βιβλιοθήκη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα νέα projects. Απλά αποθηκεύστε την δουλειά σας σε ένα αρχείο και έπειτα μπορείτε να το φορτώσετε ως βιβλιοθήκη και σε άλλα projects. Όλα τα κυκλώματα που καθορίστηκαν στο πρώτο project, θα είναι διαθέσιμα ως subcircuits για το δεύτερο. Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα μας επιτρέπει να επαναχρησιμοποιήσουμε κάποια υπάρχοντα κυκλώματα σε νέα προγράμματα.

Κάθε project έχει ένα “κυρίως κύκλωμα” (“main circuit”), το οποίο μπορεί να αλλάχτεί ανάλογα με την περίπτωση από την επιλογή του μενού **Project -> Set As Main Circuit**. Η διαφορά με τα άλλα τυχόν κυκλώματα που μπορεί να έχουμε είναι ότι όταν το project ανοίγει για πρώτη φορά, στην οθόνη μας θα εμφανιστεί το main κύκλωμα. Το default όνομα κυκλώματος όταν δημιουργούμε ένα νέο αρχείο είναι main, αλλά αυτό δεν δεσμευτικό, μπορούμε να το μετονομάσουμε και να το διαγράψουμε αν θέλουμε.

Με μια φορτωμένη βιβλιοθήκη στο Logisim, έχετε την άδεια για να δείτε τα κυκλώματα και να χρησιμοποιήσετε, αλλά το Logisim θα σας αποτρέψει να τα αλλάξετε.