



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών

Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων

Εργαστήριο #4: Μοντελοποίηση και προσομοίωση πλακέτας απεικόνισης σε Logisim Evolution

Ομάδα 10

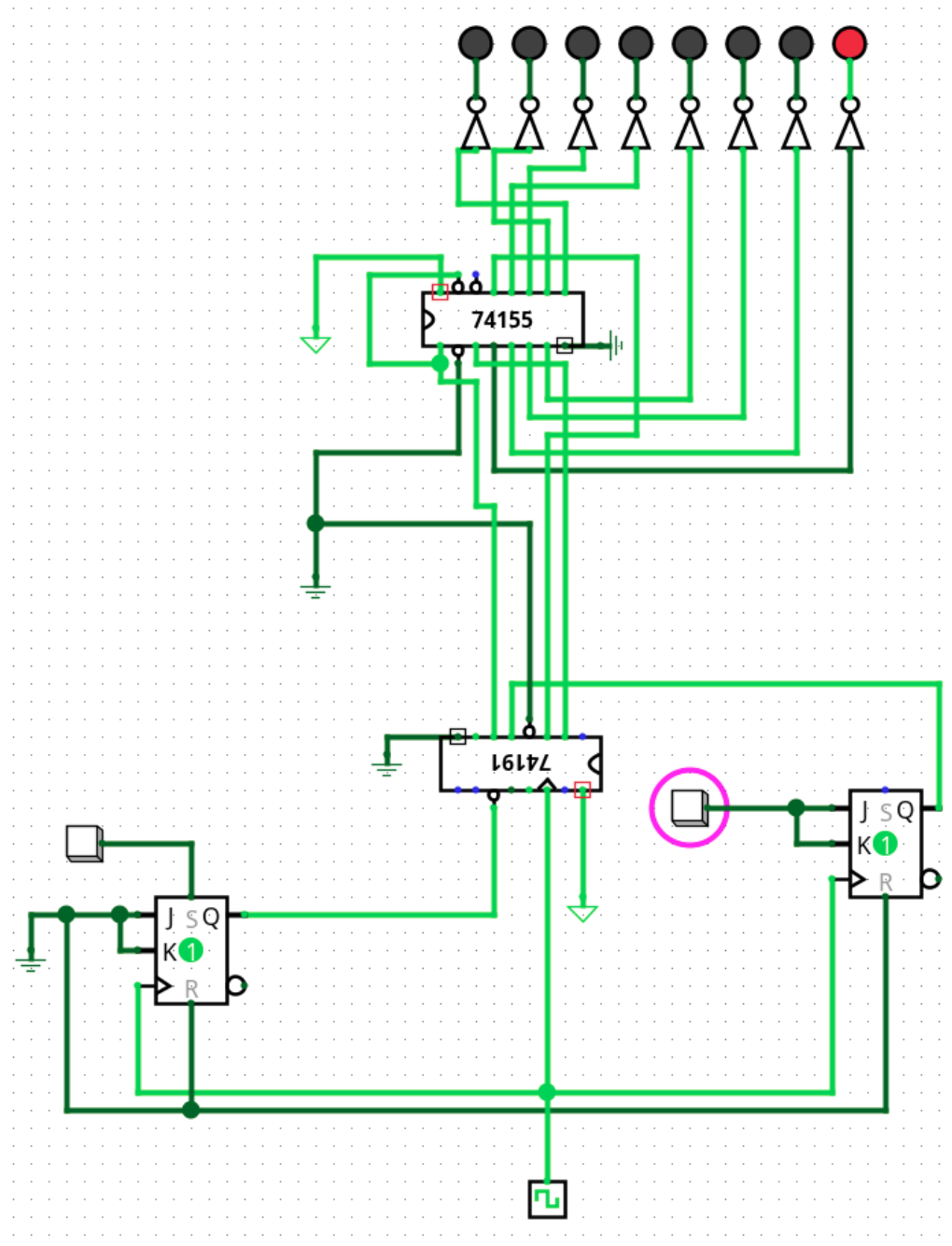
Παπαδόπουλος Χαράλαμπος - 03120199

Στρουμπάκου Ειρήνη - 03121183

Απρίλιος 2025

Στην παρούσα εργασία θα αναλύσουμε την πλακέτα απεικόνισης που μας δόθηκε και θα προσομοιώσουμε τη λειτουργία της σε Logisim Evolution. Θα αναλύσουμε τη λειτουργία των κυκλωμάτων που την αποτελούν και θα προσομοιώσουμε τη λειτουργία τους.

Σε αυτό το σημείο η υλοποίηση είναι ακόμα αρκετά απλή και φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 1: Το κύκλωμα σε Logisim Evolution

Καταρχάς, να αναφέρουμε ότι έχουν γίνει οι εξής παραδοχές:

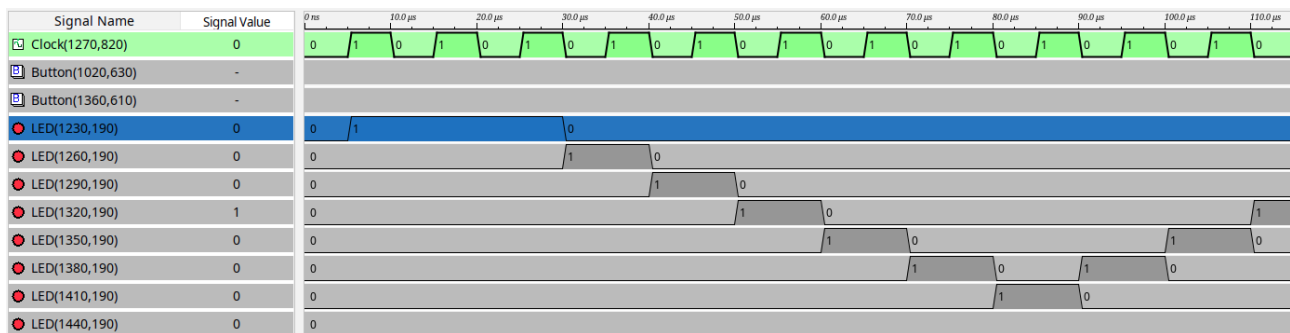
- Στο πραγματικό κύκλωμα το ρολόι της πλακέτας υλοποιείται με έναν ταλαντωτή 555, ο οποίος δεν είναι διαθέσιμος στο Logisim Evolution. Έτσι, έχουμε χρησιμοποιήσει ένα ρολόι που παράγει σήμα 1Hz.

- Τα δύο κουμπιά ελέγχου προφανώς υλοποιούνται με διακόπτες και pull down resistors, για λόγους απλότητας, όμως, εμείς τα έχουμε προσομοιώσει με push buttons. Σημειώνουμε ότι η λειτουργία τους είναι ακριβώς η ίδια, δηλαδή το button είναι μόνιμα σε μια κατάσταση λογικού 0 και μόνο όσο είναι πατημένο τίθεται σε λογικό 1.
- Τα LED υλοποιούνται με χρήση φωτοдиодων, οι οποίες δεν είναι διαθέσιμες στο Logisim Evolution. Έτσι, έχουμε χρησιμοποιήσει τα LED του Logisim, προσθέτοντας και πύλες NOT δεδομένου ότι ο DEC (74155) είναι αρνητικής λογικής.

Τα βασικότερα σημεία του κυκλώματος που επιδέχονται ανάλυσης είναι τα εξής:

- Όπως και στην πραγματική πλακέτα, έτσι και εδώ, τα κουμπιά που χρησιμοποιούμε είναι non-latching, δηλαδή δεν κρατάνε την κατάσταση τους όταν τα αφήσουμε. Οπότε, απαιτείται η χρήση κυκλωμάτων μνήμης, διαφορετικά το κύκλωμα (συγκεκριμένα ο counter στον οποίον επενεργούν τα κουμπιά) θα ήταν μόνιμα σε μια κατάσταση "reset".
Από εδώ και στο εξής όποτε λέμε "κουμπί" θα αναφερόμαστε σε αυτό το latching κουμπί (FF + push button).
Διαφορετικά θα λέμε push button για να αναφερθούμε στο κουμπί που πατάει ο παίκτης.
- Η ιδανική προσέγγιση είναι μέσω T-FF, τα οποία όμως δεν είναι διαθέσιμα στο εργαστήριο. Έτσι, χρησιμοποιούμε JK-FF με τις εισόδους J και K βραχυκυκλωμένες, το οποίο ισοδυναμεί με T-FF.
- Το πρώτο κουμπί χειρίζεται την είσοδο LOAD του counter και στην πραγματικότητα είναι το PLAY-button μας. Δηλαδή, μόλις το πατήσει ο παίκτης, το παιχνίδι ξεκινάει, διαφορετικά το κύκλωμα είναι σε κατάσταση idle.
- Η λογική με την οποία λειτουργεί το πρώτο κουμπί είναι η εξής:
Η είσοδος του FF είναι συνδεδεμένη με την γη (λογικό 0), δηλαδή ο μόνος τρόπος να αλλάξει κατάσταση είναι μέσω των SET-RESET.
Το push-button χειρίζεται την SET είσοδο του FF, το οποίο σημαίνει ότι μόνο μπορεί να ξεκινήσει το παιχνίδι, όχι να το τελειώσει.
Όσον αφορά την λειτουργία του RESET, θα υλοποιηθεί σε μελλοντικό εργαστήριο.
- Το δεύτερο κουμπί χειρίζεται την είσοδο D_U του counter και στην πραγματικότητα είναι το κουμπί απόκρουσης με το οποίο παίζει ο παίκτης.
Όταν αυτό πατηθεί, η "μπάλα" του παιχνιδιού αντιστρέφει την κατεύθυνση της.
- Η λογική με την οποία λειτουργεί το δεύτερο κουμπί είναι η εξής:
Η είσοδος του FF είναι συνδεδεμένη στο push-button. Δηλαδή, υπό συνθήκες "ηρεμίας" η είσοδος είναι 0 και η κίνηση της μπάλας διατηρεί την κατεύθυνσή της.
Πατώντας όμως το push-button, το FF εισέρχεται σε "inverting" κατάσταση και αντιστρέφει την κατεύθυνση της μπάλας, το οποίο εμείς θεωρούμε απόκρουση.

Παρακάτω φαίνονται οι κυματομορφές από την προσομοίωση του κυκλώματος:



Σχήμα 2: Κυματομορφές από την προσομοίωση του κυκλώματος

Καταρχάς να αναφέρουμε πως για λόγους ευκολότερης διαχείρισης θέσαμε το ρολόι σε συχνότητα 0.5Hz.

Αρχικά, φαίνεται πως μέχρι να πατηθεί το κουμπί PLAY, το κύκλωμα βρίσκεται σε κατάσταση αδράνειας και μένει σταθερά αναμένο το πρώτο LED.

Μόλις πατηθεί το κουμπί εκκίνησης (30us) ξεκινάει η κίνηση της μπάλας από LED σε LED με φορά προς τα "κάτω".

Αυτό αλλάζει μόλις πατηθεί το κουμπί απόκρουσης (80us), οπότε η κατεύθυνση της μπάλας αντιστρέφεται και αρχίζει να κινείται προς τα "πάνω".

Τέλος, να αναφέρουμε και πάλι πως αυτήν την στιγμή έχουμε υλοποιήσει μόνο την λογική της απεικόνισης.

Στο επόμενο εργαστήριο θα προχωρήσουμε στην υλοποίηση των σεναρίων που χάνει ο παίκτης, δηλαδή:

- Αποκρούσεις σε μεσαίες θέσεις
- Καθυστερημένες αποκρούσεις

Στις περιπτώσεις αυτές, το παιχνίδι θα σταματάει έως ότου να πατηθεί εκ νέου το PLAY-button.