

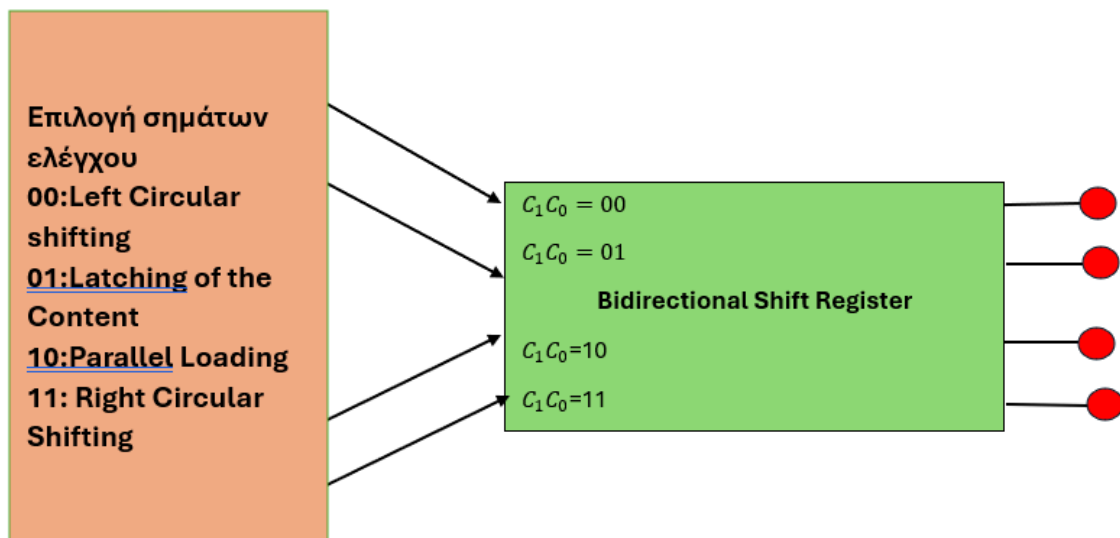
## Εικονικό Εργαστήριο #3: Το απλό παιχνίδι Pong – Δεύτερο Βήμα Υλοποίηση σε σχηματικό + προσομοίωση

Αικατερινή Ρουσούνελου 03121846

Νικόλαος Τσαλκιτζής 03121123

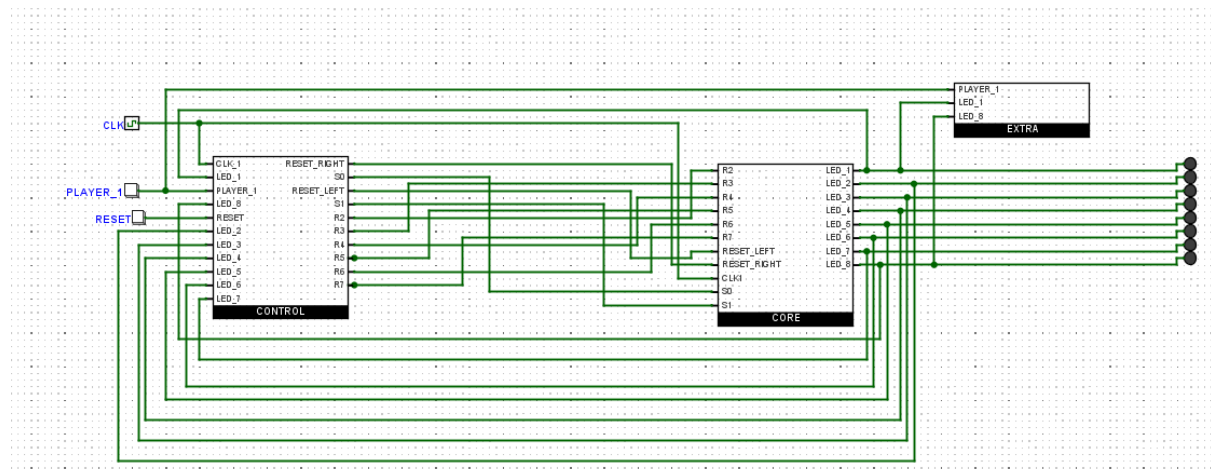
Μετά την ανάλυση της προηγούμενης αναφοράς, αποφασίσαμε για την τρέχουσα να χρησιμοποιήσουμε την υλοποίηση με τον καταχωρητή διπλής ολίσθησης. Είναι σημαντικό να τονίσουμε ότι διορθώσαμε κάποια τρωτά σημεία της προηγούμενης περιγραφής μας, όπως για παράδειγμα ότι δεν ήταν αυτοματοποιημένη η κατεύθυνση και είχαμε ένα extra bit left/right για την κωδικοποίηση της τελευταίας. Μετά από αναθεώρηση μερικών σημείων, προέκυψε η παρακάτω αφαιρετική υλοποίηση:

### **ΑΦΑΙΡΕΤΙΚΗ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΗ ΔΙΠΛΗΣ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ**



Η εν λόγω υλοποίηση είναι πιο compact καθώς χρησιμοποιούνται δύο σήματα ελέγχου τα οποία καθορίζουν την λειτουργία του καταχωρητή διπλής ολίσθησης. Πιο συγκεκριμένα, έχουμε αριστερή κυκλική ολίσθηση, λειτουργία διατήρησης περιεχομένου, παράλληλη φόρτωση και δεξιά κυκλική ολίσθηση. Τα δύο shiftings χρειάζονται για την κωδικοποίηση της κατεύθυνσης της μπάλας, αριστερά(00) και δεξιά(11) αντίστοιχα. Ακολουθώντας, χρειαζόμαστε την διατήρηση περιεχομένου για τις ακραίες περιπτώσεις, όταν δηλαδή βρισκόμαστε στις ακραίες θέσεις των LED(εκεί όπου ο παίκτης είναι κρίσιμο να αποφασίσει αν θα πατήσει το player button). Εκεί θα πρέπει να υπάρχει ένας έλεγχος για το αν ο παίκτης έχει πατήσει το κουμπί. Αν ναι, τότε πρέπει να αλλάξουμε λειτουργία σε ανάποδης ολίσθησης αλλιώς θα πρέπει να εκτελέσουμε reset και να εκκινήσουμε το παιχνίδι από την αρχή. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της λειτουργίας παράλληλης φόρτωσης. Δηλαδή, εάν ο παίκτης δεν πατήσει το κουμπί στην ακραία θέση, τότε πρέπει να έχουμε το reset δηλαδή να ανάψει μονάχα το πρώτο λαμπάκι άρα να φορτώσουμε την τιμή 10...0(N-1 μηδενικά με N το πλήθος των LED). Αφού αλλάξουμε σε αυτή την τιμή τον register διατηρούμε το περιεχόμενο και μετά ξαναρχίζουμε το παιχνίδι εκτελώντας δεξιά ολίσθηση. Τέλος, μένει να διασφαλίσουμε την ήττα του παίκτη εαν πατηθεί το player button όταν η μπάλα είναι στο ενδιάμεσο LED. Μέσω μιας OR στην οποία έχουμε όλα τα ενδιάμεσα LED κωδικοποιούμε εάν είναι κάποιο ON εκτελώντας λογικό AND με το κουμπί του παίκτη. Αν η έξοδος της ΚΑΙ είναι ένα τότε μεταβαίνουμε απο την κατάσταση που βρισκόμαστε στην παράλληλη φόρτωσης της τιμης αρχικοποίησης και μετά διατηρούμε το περιεχόμενο και έπειτα αρχίζουμε ξανά. Το κύκλωμα

το οποίο υλοποιήσαμε περιέχει τα submodules CORE(κυρίως τμήμα στο οποίο υλοποιείται ο καταχωρητής αμφίδρομης ολίσθησης) EXTRA(επεκτάσεις) CONTROL(υποκύκλωμα ελέγχου). Ένα snipret ακολουθεί στην παρακάτω εικόνα:



Ακολουθεί ανάλυση του κάθε module:

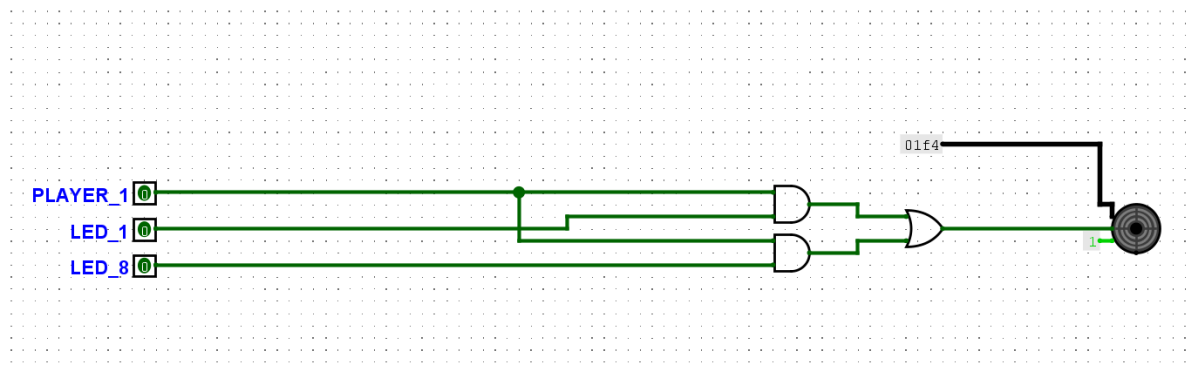
**CORE(MUX FOUR TO ONE):** Αρχικά, έχουμε υλοποιήσει ένα πολυπλέκτη 4->1, εξάρτημα που ήδη υπάρχει αλλά θέλαμε να έχουμε ξεχωριστά τα δύο bits επίτρεψης και όχι να έχουμε ένα pin 2 bits. Τα δύο σήματα enable του multiplexer καλούνται S0,S1 και I0,I1,I2,I3 τα inputs αυτού. Για την κατασκευή του διπλής κατεύθυνσης ολίσθησης καταχωρητή θα χρησιμοποιήσουμε 8 τέτοιου πολυπλέκτες και 8 D-FlipFlops. Εν γένει θα είχαμε N με N το πλήθος των LED που διαθέτει το παιχνίδι. Η έξοδος του i-οστού πολυπλέκτη αποτελεί είσοδο στο i-οστο D-FF. Επιλέξαμε αυτού του είδους τα FFs γιατί είναι τα οικονομικότερα της αγοράς(μέχρι στιγμής κόστος ίσο με 8 D-FFs 8 MUXS). Ακόμη, όλα τα FFs διαθέτουν κοινό ρολόι αλλά όχι κοινό reset. Αυτό συμβαίνει διότι η συνθήκη ήττας είναι διαφορετική στο δεξί άκρο, το αριστερό άκρο και σε ένα ενδιάμεσο LED. Επομένως, τα I1I2 κωδικοποιούμε το reset και τα υπόλοιπα inputs δηλώνουν την αριστερή και δεξιά ολίσθηση. Επιπρόσθετα, τα flipflops είναι συστήματα μνήμης και μας βοηθούν στην μανδάλωση της κατάστασης. Από πριν έχουμε αποφασίσει ότι η κατεύθυνση της μπάλας όταν αρχίζει το παιχνίδι είναι από δεξιά προς τα αριστερά και για αυτό στο τελευταίο MUX τα reset inputs είναι 11 ενώ σε όλα τα υπόλοιπα είναι 00. Στην I3 έχουμε δεξιά κυκλική ολίσθηση ενώ στο I0 αριστερή κυκλική. Τέλος, έκαστη έξοδος των Dffs συνδέεται με το LED. Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση του CONTROL τονίζουμε πως αποτελεί σχεδιαστική απόφαση όταν ο παίκτης χάνει στα άκρα να τίθενται OFF όλα τα LED και να πατάμε RESET και να επανερχόμαστε στην αρχική κατάσταση. Για τον πίνακα ανάλυσης του κυκλώματος έχουμε ότι τα output του core είναι μονάχα τα LED(8 outputs) ενώ ως είσοδοι υπάρχουν τα σήματα επίτρεψης, το ρολόι και τα 8 σήματα που κάνουν reset κάθε D-FF.

**CONTROL:** Σε αυτό το υπομήμημα έχουμε την λογική ελέγχου του παιχνιδιού. Τα inputs πέρα από τα LED είναι το ρολόι, το κουμπί του παίκτη και το RESET και τα outputs είναι τα inputs του core. Πιο συγκεκριμένα, μοντελοποιούμε τις παρακάτω συνθήκες:

- Ήττα στα ενδιάμεσα LED(αυτό έγινε με μία πύλη OR όλων των ενδιάμεσων LED και με AND με το κουμπί του παίκτη οδηγούμε στα reset των flipflops). Εδώ πρέπει να υπογραμμίσουμε ότι έχουμε 6 resets τα οποία μπορούν να υλοποιηθούν με το ίδιο reset.
- Νίκη στα ακριανά LED(αυτό εφαρμόστηκε με δύο πύλες AND των LED8,1 με το κουμπί PLAYER και μέσω OR διατηρήσαμε την συνθήκη νίκης στα ακριανά LED)

Παράλληλα για να δημιουργήσουμε τα σήματα επίτρεψης των MUX του CORE εφαρμόσαμε Dffs που η είσοδος τους είναι η ανεστραμμένη έξοδος τους και αυτή είναι μια σχεδιαστική αλλά κυρίως διαισθητική επιλογή καθώς είτε η μπάλα θα κινείται αριστερά είτε δεξιά. Με αυτή τη λογική παράξαμε τα σήματα επιλογής και τα χρησιμοποιήσαμε για να δημιουργήσουμε τις συνθήκες reset στα ακραία bits.

**EXTRA:** Στο παρόν “κουτί” έχουμε υλοποιήσει την επέκταση του παιχνιδιού με έναν παίκτη. Ειδικότερα, χρησιμοποιήσαμε το buzzer και το ενσωματώσαμε με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ηχεί όταν ο παίκτης αποκρούει την μπάλα και στις ακριανές θέσεις, σκεπτικό απλά υλοποίησιμο καθώς απαιτείται ένα κύκλωμα της παρακάτω μορφής:



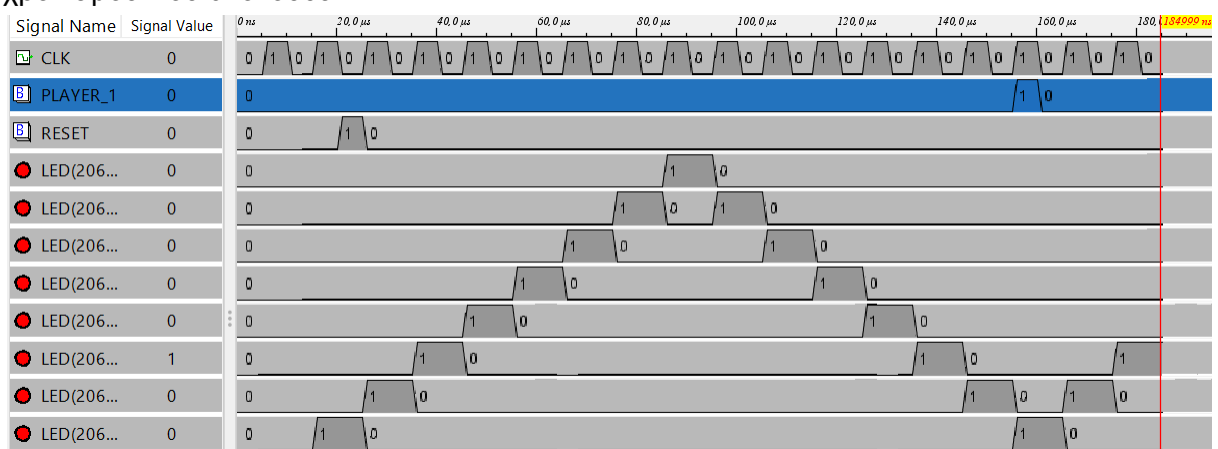
Ειδικότερα για το buzzer εξάρτημα θέσαμε την συχνότητα στα 500(01f4 στο δεκαεξαδικό) Hz έτσι ώστε να συνάδει με το φάσμα ακοής του ανθρώπινου αυτιού και θέσαμε το volume στο 1 για καλύτερη ακρόαση.

ΟΝΟΜΑ	ΠΛΑΤΟΣ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
CLK	1 bit	Input σε CORE,CONTROL	Ρολόι
LED_i	1 bit	Output του CORE, input του CONTROL και τα LED_i(i=1 ή i=8) input στο EXTRA	Λαμπάκια που συμβολίζουν το νοητό μονοπάτι της εικονικής μπάλας
RESET	1 bit	Input του CONTROL	Υπεύθυνο για την αρχικοποίηση του παιχνιδιού και για την επαναφορά σε initial state σε περίπτωση ήττας
S0,S1	1 bit έκαστο	Input του CORE και output του CONTROL	Είναι σήματα επίτρεψης που ελέγχουν την λειτουργία του κυκλώματος
RESET LEFT/RIGHT	1 bit έκαστο	Input του CORE και output του CONTROL	Υπεύθυνα για την ομαλή αρχικοποίηση σε περίπτωση ήττας στα ακραία LED

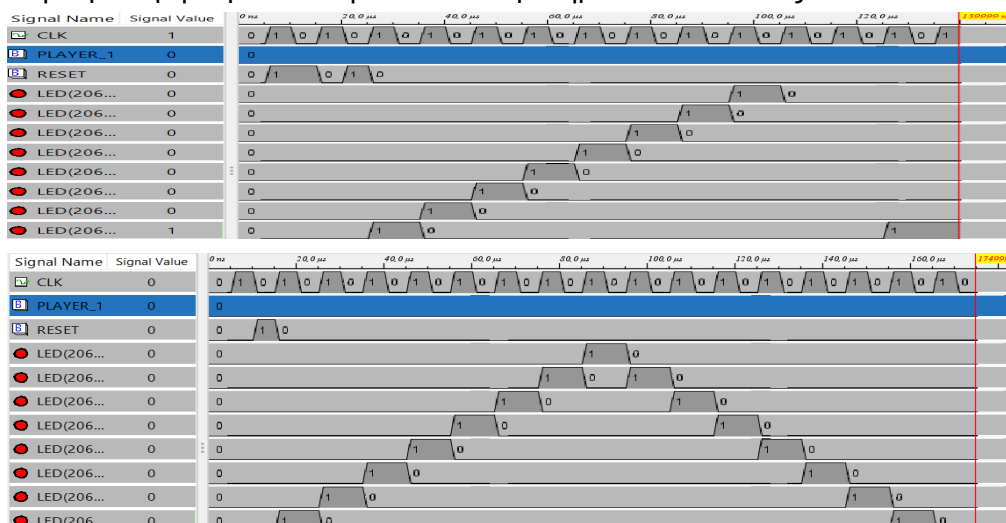
Ri	1 bit εκαστο	Input του CORE και output του CONTROL	Αντίστοιχα, με προηγούμενως απλά για ενδιάμεσα LED
----	--------------	---------------------------------------	--

Πρέπει σε αυτό το σημείο να τονίσουμε ότι το buzzer είναι εσωτερικό output του EXTRA με την έννοια ότι δεν τοποθετείται στο LOGISIM ως έξοδο του κουτιού EXTRA. Για τα ζητούμενα βήματα 3,4 τα καίρια σημεία που πρέπει να ελέγξουμε είναι τα εξής(παρέχεται και screenshot του timing diagram):

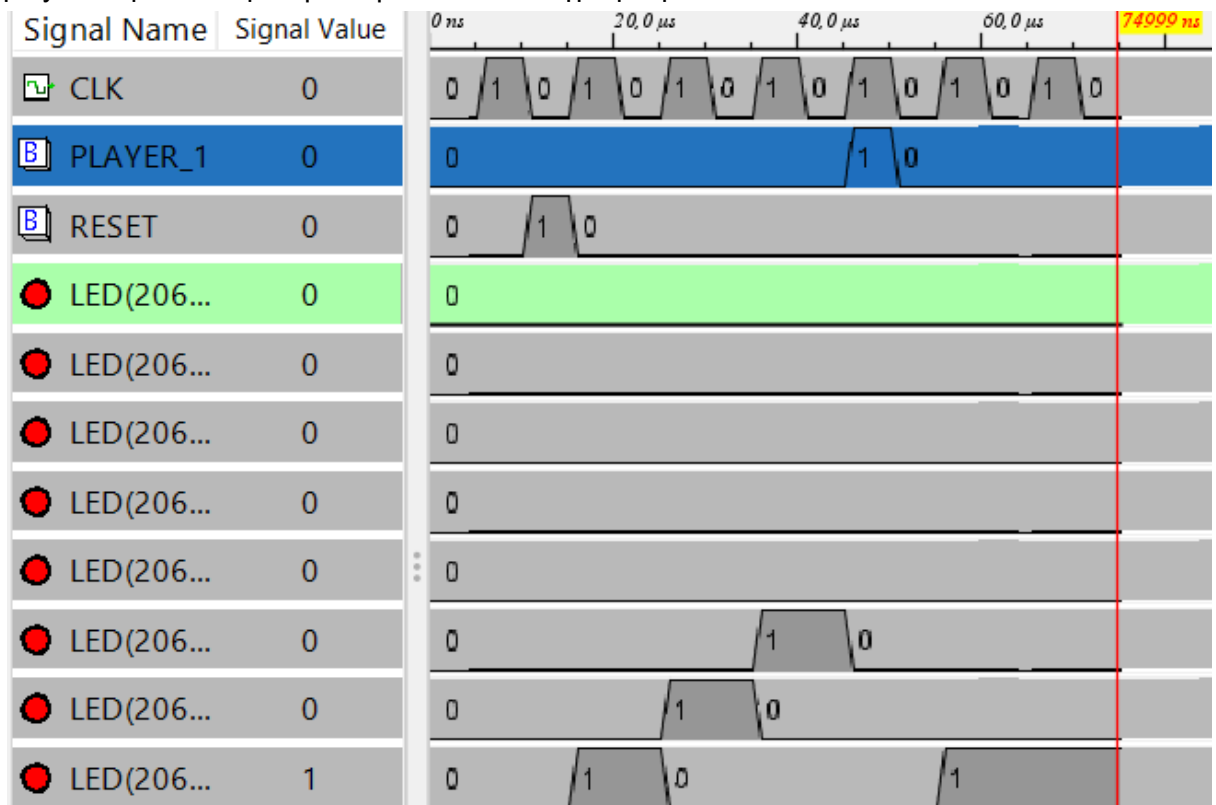
- Έλεγχος ότι δουλεύει η απόκρουση της μπάλας: Πρέπει να κοιτάξουμε ότι το κύκλωμα ότι λειτουργεί με απόκρουση στα ακριανά LEDs κι αυτό θα γίνει πατώντας το κουμπί του player στις επιθυμητές θέσεις. Παράλληλα, ελέγχεται και η αρχικοποίηση της κατάστασης τόσο οπτικά όσο και μέσω του διαγράμματος χρονισμού που ακολουθεί:



- Στο παραπάνω διάγραμμα διαπιστώνουμε την ορθή λειτουργία ολίσθησης τόσο δεξιά όσο και αριστερά ενώ διαπιστώσαμε ότι λειτουργεί η απόκρουση είναι ορθή.
- Έλεγχος ότι δουλεύει ο ήχος στην απόκρουση της μπάλας: Το συγκεκριμένο functionality μπορεί να διεκπεραιωθεί μόνο ηχητικά όταν ο παίκτης κτυπά την μπάλα σε ακραία θέση.
- Έλεγχος ήττας σε ακραία θέση: Για αυτό το σκοπό χάνουμε τόσο στην δεξιά όσο και στην αριστερή ακραία θέση και αυτό παρατηρείται ακολούθως:



- Τελικός έλεγχος ήττας σε ενδιάμεση θέση: Όπως και πριν απλώς πατάμε το κουμπί player σε μία ενδιάμεση θέση LED και καταγράφουμε:



Η διαδικασία αξιολόγησης περιείχε ανάλυση και έλεγχο υποκυκλώματος και εν τέλει μέσω προσομοίωσης της FINAL\_MAIN διαπιστώσαμε την ορθή λειτουργία του κυκλώματος.