



Εργαστήριο Ψηφιακών Συστημάτων

Εαρινό Εξάμηνο 2023-24

Εικονικό Εργαστήριο #3

Παράδοση: Δευτέρα 1/4/2024

Το απλό παιχνίδι Pong – Δεύτερο Βήμα Υλοποίηση σε σχηματικό + προσομοίωση

1 Περιγραφή

Μετά την πρώτη ανάλυση θα προχωρήσετε στην υλοποίηση του παιχνιδιού Pong με πύλες στον προσομοιωτή. Η σχεδίαση σας θα πρέπει να είναι δομημένη και θα πρέπει να λειτουργεί όπως αναμένεται σύμφωνα με την περιγραφή.

Θα χωρίσετε την σχεδίαση σε τρία τμήματα:

- 1) Υποχρεωτικό: «σταθερό» (datapath με την ορολογία της Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών) κομμάτι βασικής λειτουργίας και απεικόνισης. Ονομάστε το «Core». Περιλαμβάνει τις εξόδους για την «οθόνη» του παιχνιδιού (8 led), και ένα σετ από τα παρακάτω:
 - A. Μετρητή πάνω/κάτω 3 bit + αποκωδικοποιητή 3-σε-8, ή
 - B. Καταχωρητή ολίσθησης 8 bit και δυο κατευθύνσεων
- 2) Υποχρεωτικό: κομμάτι ελέγχου (control-path με την ορολογία της Αρχιτεκτονικής Υπολογιστών). Ονομάστε το «Control». Εδώ θα υλοποιήσετε όλη η λογική του βασικού παιχνιδιού.
- 3) Προαιρετικό: επεκτάσεις. Ονομάστε το «Extra». Αν υλοποιήσετε επιπλέον λειτουργικότητες θα πρέπει να το κάνετε εδώ με ελάχιστες επεμβάσεις στα δυο άλλα τμήματα της σχεδίασης.

Επίσης θα χρειαστεί και ένα επίπεδο για την συνολική σχεδίαση (ονομάστε το «Top-level»), το οποίο περιλαμβάνει την «οθόνη» του παιχνιδιού (τα 8 led), τους δυο* πιεστικούς διακόπτες (αρχικοποίηση-Reset και «ρακέτα» για «απόκρουση» της μπάλας), και από ένα στιγμιότυπο (instance) των Core και Control και όλες τις διασυνδέσεις μεταξύ των. Εάν υλοποιήσετε επεκτάσεις θα περιέχει και ένα στιγμιότυπο του Extra. Ιδανικά σε αυτό το επίπεδο *δεν* θα υπάρχουν λογικές πύλες. Αν είναι απόλυτα απαραίτητο για απλότητα μπορείτε να χρησιμοποιήσετε λίγες (<5) πύλες.

* Αν υλοποιήσετε δυο «ρακέτες» θα χρειαστούν συνολικά 3 διακόπτες. Στο κομμάτι των επεκτάσεων αυτοσχεδιάστε ελεύθερα.

Διαδικασία σχεδίασης:

Βήμα 1] Λεπτομερής καταγραφή των διεπαφών μεταξύ των τμημάτων. Η διεπαφή του Core θα πρέπει να είναι ανεξάρτητη της εσωτερικής υλοποίησης (με καταχωρητή ολίσθησης ή μετρητή+αποκωδικοποιητή). Για παράδειγμα η υλοποίηση της κατεύθυνσης της μπάλας είναι ανάλογη για τις δυο επιλογές πάνω/κάτω για τον μετρητή και δεξιά/αριστερά για τον καταχωρητή

ολίσθησης. Σκεφτείτε τι λειτουργικότητα χρειάζεστε, όχι τι υλοποίηση υπάρχει μέσα σε κάθε «κουτί».

Περιγράψτε την διεπαφή για κάθε τμήμα με ένα πίνακα όπως τον παρακάτω:

Όνομα	Πλάτος (bits)	Κατεύθυνση	Περιγραφή
Clk	1 bit	Input	Clock
...			

Βήμα 2] Υλοποίηση των τμημάτων. Υλοποιήστε την απαιτούμενη λογική χρησιμοποιώντας πύλες η έτοιμα εξαρτήματα όπου μπορείτε.

Βήμα 3] Έλεγχος ορθής λειτουργικότητας των τμημάτων (και των επεκτάσεων αν υπάρχουν). Πως βεβαιωθήκατε ότι το κάθε κομμάτι λειτουργεί σωστά; Περιγράψτε τα σενάρια ελέγχου που χρησιμοποιήσατε. Πότε χρειαστήκατε για κάθε τμήμα; Δώστε τις κυματομορφές και δείξτε τα ενδιαφέροντα σημεία.

Βήμα 4] Έλεγχος ορθής λειτουργίας της συνολικής σχεδίασης. Πως βεβαιωθήκατε ότι η συνολική σχεδίαση λειτουργεί σωστά;

2 Παραδοτέα

A] Αρχεία υλοποίησης

B] Αναφορά με τον ορισμό των διεπαφών, την καταγραφή της στρατηγικής ελέγχου και των κυματομορφών προσομοίωσης.

Γ] Αν υπάρχουν επεκτάσεις μικρή περιγραφή της λειτουργικότητας που σχεδιάσατε και υλοποιήσατε

3 Παρατηρήσεις

- Βαθμολογικό βάρος: 25%
- Κριτήρια βαθμολόγησης: ορθότητα, πληρότητα και έμπνευση (για επεκτάσεις)!
- Η παράδοση είναι υποχρεωτική
- Επικεντρωθείτε στην απλότητα (όπου μπορείτε).