

Το bus οδηγείται μέσω ενός πολυπλέκτη muxBus από το αρχείο καταχωρητών (Register File), την ALU, και τις σταθερές τιμές 0 και 1.

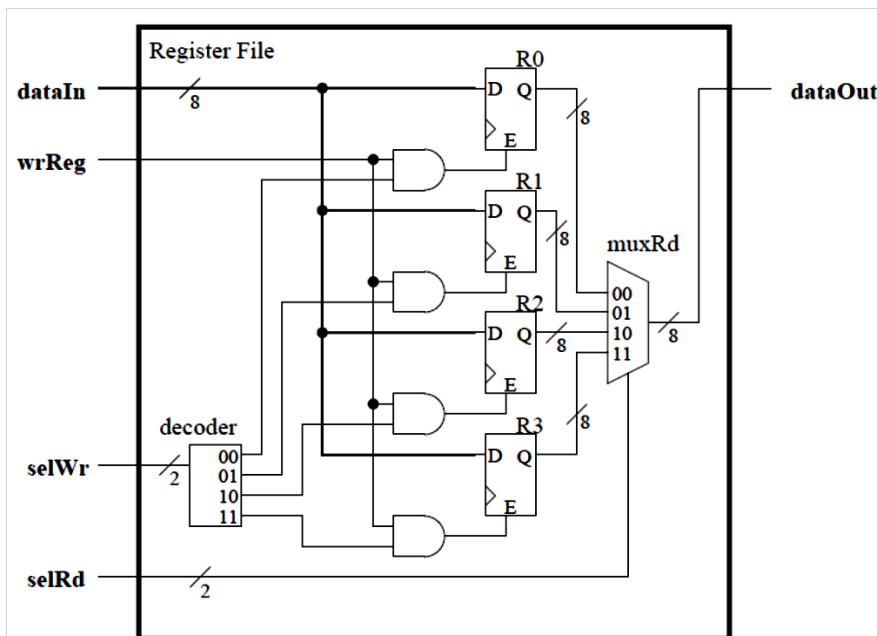
β. Που πηγαίνουν οι τιμές του Bus;

Οδηγούνται απευθείας στην είσοδο δεδομένων του αρχείου καταχωρητών και των καταχωρητών A και B.

Η τιμή που παίρνει το Bus, η οποία μπορεί να είναι μόνο μία σε κάθε κύκλο ρολογιού (αυτή που υπάρχει στις γραμμές του bus ακριβώς πριν τον παλμό του ρολογιού) καθορίζεται από την έξοδο ενός 4-σε-1 πολυπλέκτη ο οποίος ελέγχεται από τα σήματα SelBus[1:0]. Οι τιμές του Bus μπορούν να είναι οι σταθερές τιμές 0 και 1 (επιλογή 00 και 01 αντίστοιχα), η έξοδος του αρχείου καταχωρητών (επιλογή 10) και η έξοδος της ALU (επιλογή 11). Αν επιλέξετε το αρχείο καταχωρητών πρέπει επίσης να διαλέξετε και ποιο καταχωρητή θέλετε να διαβάσετε θέτοντας στις σωστές τιμές τους διακόπτες SelReg[1:0].

Αντίστοιχα, μπορείτε να επιλέξετε τη λειτουργία της ALU μετακινώντας κατάλληλα του διακόπτες που αντιστοιχούν στα σήματα ALUop[1:0]. Επειδή εσείς καθορίζεται κάθε χρονική στιγμή τη λειτουργία του επεξεργαστή, για να πάρετε από την ALU το επιθυμητό αποτέλεσμα πρέπει να πρώτα να φορτώσετε στους καταχωρητές A και B τις τιμές που επιθυμείτε. Κατάλληλη αρχικοποίηση πρέπει να να κάνετε και στους καταχωρητές του αρχείου καταχωρητών.

Για παράδειγμα πως θα μπορούσατε να αρχικοποιήσετε τους καταχωρητές R[0] και R[2] στις τιμές 0 και 2 αντίστοιχα; Οι μόνες σταθερές που έχουμε στη διάθεση μας είναι οι τιμές 0 και 1 αντίστοιχα. Επομένως, η αρχικοποίηση του καταχωρητή R[0] θα μπορεί να γίνει σε ένα βήμα. Παρατηρώντας το σχηματικό του datapath βλέπουμε ότι τα δεδομένα εισόδου του αρχείου καταχωρητών προέρχονται από το Bus. Επομένως, πρέπει να οδηγήσουμε το Bus στην τιμή 0. Για να γίνει αυτό, αρκεί να επιλέξουμε την τιμή 00 για τα σήματα SelBus[1:0]. Εφόσον θέλουμε η τιμή αυτή να γραφτεί στον καταχωρητή με διεύθυνση 0 (R[0]) πρέπει να θέσουμε την τιμή 00 στα σήματα SelReg[1:0]. Για να γίνει η εγγραφή πρέπει επίσης το σήμα wrReg να βρίσκεται στην τιμή 1, όπως φαίνεται από το εσωτερικό της δομής του αρχείου καταχωρητών.



Αυτή η ταυτόχρονη διαμόρφωση των σημάτων ελέγχου θα προκαλέσει την διάδοση της σταθερής τιμής 00 από την έξοδο του πολυπλέκτη, στην είσοδο του αρχείου καταχωρητών (ουσιαστικά στην είσοδο των flip-

flops από το οποίο αποτελείται όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα) μέχρι του Bus. Αυτό που μένει για την εγγραφή της τιμής στον καταχωρητή R[0] είναι ένας παλμός ρολογιού που δίνεται με το πάτημα του Key[0].

Με τον παλμό ρολογιού θα αντιγράφει την τιμή που βρίσκεται στην είσοδο του καταχωρητή με διεύθυνση 0 στην έξοδο του (δηλαδή στην έξοδο του αρχείου καταχωρητών μέσω του πολυπλέκτη muxRd). Τα υπόλοιπα σήματα ελέγχου μπορούν να βρίσκονται σε οποιαδήποτε τιμή. Χωρίς να δώστε άλλο παλμό ρολογιού μπορείτε να παρατηρήσετε την έξοδο του αρχείου καταχωρητών στην οθόνη Hex3 και Hex2 απλά αλλάζοντας τις τιμές του SelBus[1:0] από 01 σε 10.

Για την αρχικοποίηση του καταχωρητή R[2] στην τιμή 2 θα χρειαστούν κάποια επιπλέον βήματα. Αρχικά πρέπει να σχηματίσουμε στο Bus την τιμή 2 μέσω της ALU και μετά να τη γράψουμε στον καταχωρητή R[2]. Για να σχηματίσουμε την τιμή 2 στο Bus απαιτείται πρώτα να φορτώσουμε στους καταχωρητές A και B την τιμή 1 και μετά στον επόμενο κύκλο ρολογιού να προσθέσουμε τα περιεχόμενα τους υπολογίζοντας την τιμή 2 στην έξοδο της ALU.

Η είσοδος των καταχωρητών A και B συνδέεται στο Bus. Επομένως, για να δώσουμε την τιμή 1 και στους δύο καταχωρητές πρέπει να οδηγήσουμε το Bus στην τιμή 1. Αυτό το κάνουμε τοποθετώντας τα σήματα SelBus[1:0] στην τιμή 01. Για να μπορέσει η τιμή του Bus να περάσει στους καταχωρητές A και B απαιτούνται δύο επιπλέον κινήσεις. Πρώτον τα σήματα wrA και wrB να είναι ενεργοποιημένα και δεύτερον να εμφανιστεί ένας παλμός του ρολογιού. Αμέσως μετά τον παλμό ρολογιού η τιμή του Bus θα περάσει στην έξοδο των A και B και θα αρχίσει να διαδίδεται στην ALU.

Για να προσθέσει η ALU τιμές 1 και 1 που βρίσκονται στην είσοδο της (έξοδοι των καταχωρητών A και B) πρέπει να φροντίσουμε τα σήματα ελέγχου της λειτουργίας της ALUop να λάβουν τις τιμές 00. Τότε στην έξοδο της ALU θα υπάρχει η τιμή 2. Αυτό φαίνεται αυτόματα στις Hex1 και Hex0 οθόνες τις πλακέτας. Για να οδηγηθεί η έξοδος της ALU (η τιμή 2) στο Bus και από εκεί στο αρχείο καταχωρητών πρέπει να θέσετε τις τιμές των γραμμών SelBus[1:0] στην τιμή 11. Στη συνέχεια, αυτό που απαιτείται είναι η διευθυνσιοδότηση του καταχωρητή 2 μέσω των σημάτων SelReg[1:0], η ενεργοποίηση της εγγραφής στο αρχείο καταχωρητών μέσω του wrReg καθώς και ένας παλμός ρολογιού που θα επιτρέψει στα flip-flops του αρχείου καταχωρητών να δειγματοληπτήσουν την είσοδο τους.

Υπενθυμίζουμε πως για την ανάλυση κάθε ψηφιακού κυκλώματος που περιλαμβάνει τόσο ακολουθιακή όσο και συνδυαστική λογική ξεκινούμε την διάδοση των σημάτων μας από την έξοδο των καταχωρητών και τις εισόδους του κυκλώματος και καταλήγουμε στην είσοδο των ίδιων ή άλλων καταχωρητών και στις εξόδους του κυκλώματος περιμένοντας την ακμή του ρολογιού για την αλλαγή της κατάστασης (ανανέωση της τιμής των καταχωρητών με το πέρασμα της τιμής της εισόδου στην έξοδο του καταχωρητή ταυτόχρονα για όλους τους καταχωρητές του κυκλώματος).

Αφού επαναλάβετε την πιο πάνω ακολουθία φόρτωσης των καταχωρητών στο εργαστήριο για την εξάσκηση σας καλείστε να υλοποιήσετε το μικρο-πρόγραμμα (ακολουθία ελέγχου των σημάτων του επεξεργαστή) που να υπολογίζει την ακολουθία Fibonacci $F[n] = F[n-1] + F[n-2]$ όπου $F[1]=F[0]=1$. Η ακολουθία που θα υλοποιήσετε θα εκτελεί 3 επαναλήψεις και θα αποθηκεύει το αποτέλεσμα της στον καταχωρητή R[3]. Οι αρχικές τιμές $F[0]=F[1]$ θεωρήστε πρέπει να βρίσκονται στους καταχωρητές R[0] και R[1].

Μαζί με την εκφώνηση της άσκησης σας δίνεται και ένας πίνακας τον οποίο πρέπει να συμπληρώσετε στο σπίτι με τα σήματα ελέγχου που θα εφαρμόζεται σε κάθε κύκλο ρολογιού στον επεξεργαστή.