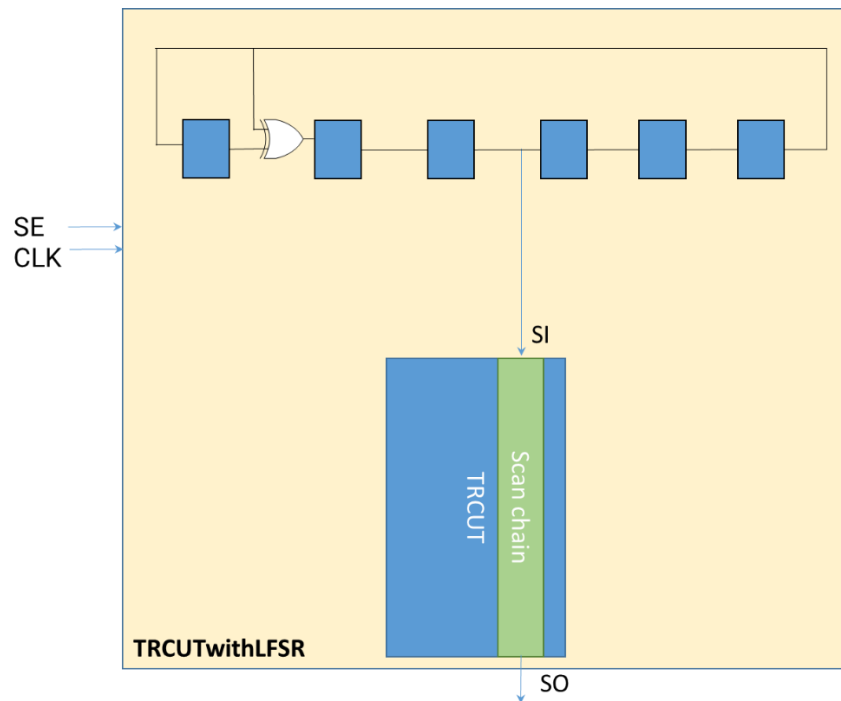


Άσκηση 2^η: Υλοποίηση Ελέγξιμου Κυκλώματος με Pseudorandom Testing

Άσκηση 2.1: Με το λογισμικό LFSRTestbench να παράγετε ένα LFSR τουλάχιστον 8^{ου} βαθμού. Έπειτα να φτιάξετε ένα νέο module TRCUTwithLFSR μόνο με 2 εισόδους (SE,CLK) και μια έξοδο (SO), το οποίο θα περιέχει ένα instance του LFSR και ένα instance του TRCUT της πρώτης άσκησης, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Προσοχή, τα LFSRs είναι σύγχρονα κυκλώματα, η διανομή του ρολογιού έχει παραληφθεί στο σχήμα, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υπάρχει.

Φροντίστε να ξεκινήσετε την λειτουργία του LFSR με ένα τυχαίο default seed του οποίου τα bits να MHN είναι όλα μηδέν, γιατί το LFSR δεν θα λειτουργήσει αλλιώς.

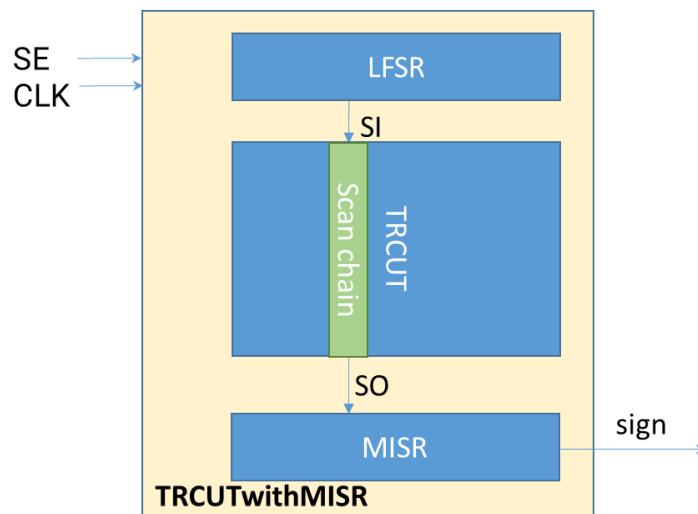
Να επαληθεύσετε οπτικά ότι ο σχεδιασμός σας είναι σωστός αντιπαραβάλλοντας το προσχέδιο με το αποτέλεσμα από το Quartus.

Άσκηση 2.2:

Να γράψετε ένα testbench για το TRCUTwithLFSR, στο οποίο θα οδηγήσετε κατάλληλα τα σήματα SE και CLK του κυκλώματος TRCUTwithLFSR ώστε να παραχθούν 32 ψευδοτυχαία διανύσματα από το LFSR και να εφαρμοσθούν στο TRCUTwithLFSR με την τεχνική της σειριακής σάρωσης. Μαζέψτε τις αποκρίσεις στο testbench. Τι παρατηρείτε; Μπορείτε να κάνετε επαλήθευση αν οι αποκρίσεις είναι σωστές; Αν μπορείτε, πως; Αν δεν μπορείτε, γιατί;

Άσκηση 2.3:

Θα βάλουμε ένα MISR μέσα στο κύκλωμά μας. Θα ξεκινήσουμε τον σχεδιασμό του με ένα LFSR 16^{ου} βαθμού, το οποίο θα φτιάξετε αρχικά με το λογισμικό LFSRTestbench. Στην πορεία θα προσθέσετε ένα xor tap εισόδου (έχουμε μόνο μια αλυσίδα δεν χρειάζονται παραπάνω) και θα βάλετε το MISR που σχεδιάσατε μέσα στο TRCUTwithLFSR, το οποίο πλέον θα το μετονομάσετε σε TRCUTwithMISR. Το TRCUTwithMISR, το οποίο φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, πρέπει να έχει τόσο το LFSR από την άσκηση 2.1, όσο και το νέο MISR. Επίσης, πρέπει να έχει μόνο μια έξοδο την sign, επιλέξτε μια οποιαδήποτε έξοδο flip-flop του MISR.



Να επαληθεύσετε οπτικά ότι ο σχεδιασμός σας είναι σωστός αντιπαραβάλλοντας το προσχέδιο με το αποτέλεσμα από το Quartus.

Άσκηση 2.4:

Θα φτιάξετε ένα νέο testbench στο οποίο θα επαναλάβετε την διαδικασία της 2.2. Αυτήν την φορά, καθώς θα εκτελείτε η παραγωγή των ψευδοτυχαίων διανυσμάτων από το LFSR και θα γίνεται η εφαρμογή τους με την σειριακή σάρωση, το SO θα οδηγεί το MISR και στην έξοδο του κυκλώματός σας θα παίρνετε το σήμα sign. Εφαρμόστε, όπως και στην 2.2, 32 ψευδοτυχαία διανύσματα και αγνοήστε, καθώς θα τα εφαρμόζετε, τις τιμές που θα προκύπτουν στην έξοδο sign. Αφού τα διανύσματα εφαρμοσθούν (και η απόκριση από το τελευταίο διάνυσμα μπει μέσα στο MISR), τότε αφήστε το CLK να οδηγήσει το MISR για άλλους 16 κύκλους (όσο είναι το μέγεθος του MISR), ώστε τα περιεχόμενα των flip flops του MISR να οδηγηθούν εκτός μέσω του σήματος sign. Φροντίστε αυτά τα 16 bits που θα πάρετε να τα αποθηκεύσετε, γιατί είναι η «σωστή υπογραφή» των 32 διανυσμάτων που εφαρμόσθηκαν.

Προσοχή: φροντίστε να μην περνάνε άγνωστες τιμές 'X' ή υψηλής εμπέδησης 'Z' από το κύκλωμα στην αλυσίδα, γιατί αυτό θα σας καταστρέψει την υπογραφή που θα

παραχθεί από το MISR. Αυτό όπως ήταν η άσκηση 1, είναι αναπόφευκτο να συμβεί γιατί εκεί είχαμε τα observability points κάποιων scan cell μη συνδεδεμένα σε κάποιο σήμα. Για να το αποφύγετε συνδέστε τα σε οποιοδήποτε σήμα του κυκλώματος – ακόμα και αν αυτό παρατηρείται ήδη από κάποιο άλλο scan cell.

Βεβαίως, επειδή κάνουμε έστω και μικροαλλαγές στο σχεδιασμό, θα πρέπει να επαληθεύσετε οπτικά ότι ο σχεδιασμός σας είναι σωστός αντιπαραβάλλοντας το προσχέδιο με το αποτέλεσμα από το Quartus.

Για να αξιολογήσουμε ότι όλα πήγαν καλά (και για να καταλάβουμε την χρησιμότητα όλου αυτού του κόπου μας) θα πρέπει να κάνουμε κάποια fault injections ή κάποια error injections να πάρουμε την νέα υπογραφή παρουσία σφάλματος ή λαθών και να την συγκρίνουμε με την σωστή υπογραφή, ώστε να δούμε αν το τεστ των 32 διανυσμάτων τα ανιχνεύει.

Πως κάνουμε Fault Injections:

Ξεκινάμε με ένα fault injection, μπορείτε να το κάνετε από την RTL του CUT, θέτοντας κάποιο σήμα είτε σε 1 είτε σε 0, για να εισάγετε stuck-at-1 και stuck-at-0, αντίστοιχα. Αφού το κάνουμε αυτό, προσομοιώνουμε πάλι το κύκλωμα και εκτελούμε το testbench που έχουμε φτιάξει για να παράγουμε την υπογραφή. Φροντίστε τα διανύσματα που εφαρμόζετε να είναι ακριβώς τα ίδια με αυτά που εφαρμόσατε πριν, δηλαδή μην αλλάξετε το seed του LFSR. Υπάρχει πιθανότητα η υπογραφή που θα παραχθεί να μην είναι ίδια με την «σωστή υπογραφή» που είχαμε πάρει πριν. Στην περίπτωση που δεν είναι ίδια, τότε αυτό σημαίνει πως το test των 32 ψευδοτυχαίων διανυσμάτων που εφαρμόσαμε, είναι ικανό να ανιχνεύσει την ύπαρξη του σφάλματος που εισαγάγαμε στο κύκλωμα.

Πως κάνουμε Error injections (αυτό το κοιτάω ακόμα παιδιά δεν το έχω καταφέρει να παίξει – αν το καταφέρω θα σας δείξω και «εργαστηριακά» πως γίνεται):

Ομοίως το error injection, μπορεί να γίνει κατά την προσομοίωση δίνοντας εντολή στον προσομοιωτή να αλλάξει την τιμή ενός σήματος ώστε να προσομοιώσουμε την ύπαρξη κάποιου error π.χ. λόγω κοσμικής ακτινοβολίας. Αυτό μπορούμε να το κάνουμε είτε μέσω της RTL του testbench (π.χ. με assign) είτε μέσα από το γραφικό περιβάλλον, αλλάζοντας την τιμή ενός σήματος από τις κυμματομορφές.

Διευκρινήσεις για τα παραδοτέα

Για όλη την άσκηση παραδίδετε ένα μόνο αρχείο report.doc που θα περιέχει τις απαντήσεις για όλα τα υποερωτήματα μαζί.

Κάθε υποερώτημα πιθανόν να απαιτεί κώδικα, σχήμα και κυματομορφή για την ολοκληρωμένη περιγραφή του – το συζητάμε στο μάθημα αυτό. Ο κώδικας να είναι σχολιασμένος. Τα σχήματα μπορείτε να τα σχεδιάσετε σε κάποιο πρόγραμμα όπως το power point ή το openoffice. Τα σχήματα και ο κώδικας να περιγράφονται – δεν φτάνει απλά να τα βάλετε μέσα. Σχήμα χωρίς περιγραφή δεν θα γίνεται δεκτό.

Επίσης, όπου απαιτείτε testbench να βάζετε στο report και τις κυματομορφές από τις εκτελέσεις τους, τις οποίες θα περιγράφετε και στο κείμενο του report.

Αν δεν θέλετε να μπλέξετε τον κώδικα με τις περιγραφές σας και τις απαντήσεις σας στα ερωτήματα, τότε καλύτερα να βάλετε τον κώδικα προς το τέλος του report σε ένα κεφάλαιο που θα το πείτε APPENDIX. Και έτσι αν θέλετε να αναφερθείτε στον κώδικα από το κείμενο μπορείτε να πείτε στον κώδικα K.1, K.2 κτλ., που περιέχεται στο APPENDIX.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Τελικό παραδοτέο είναι ΜΟΝΟ ένα αρχείο report.doc με όλα τα παραπάνω.