



Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων

Ακαδ. Έτος 2022-2023, Εαρινό Εξάμηνο

Εργασία 1 (10%)

Ημερομηνία παράδοσης: Παρασκευή 28 Απριλίου 2023, 23:55

Διαδικαστικά Θέματα - Οδηγίες υποβολής

Οι εργασίες του μαθήματος εκπονούνται σε **ομάδες των 2-3 ατόμων**. Οι ομάδες θα παραμείνουν ίδιες και για τις δύο εργασίες. Η υποβολή της εργασίας θα πραγματοποιηθεί μέσω της πλατφόρμας eClass (εργαλείο Εργασίες) από ένα μόνο μέλος της ομάδας. Διορία υποβολής της εργασίας είναι στις **28 Απριλίου 2023**.

Το **παραδοτέο** της εργασίας θα είναι ένα συμπίεσμένο αρχείο (.rar ή .zip) με όνομα αρχείου: project1_AM1_AM2_AM3.rar (όπου AM: Αριθμοί Μητρώου όλων των μελών της ομάδας, π.χ. project1_3220400_3220401_3220402.rar), το οποίο θα περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- ένα **project** του Quartus για κάθε ένα από τα ερωτήματα:

- Πρόβλημα 1, ερώτημα 2
- Πρόβλημα 1, ερώτημα 3
- Πρόβλημα 2, ερώτημα 2

Προσοχή, στο συμπίεσμένο αρχείο που θα παραδώσετε να περιλαμβάνονται όλα τα αρχεία του κάθε project (μπορείτε να συμπίεσετε όλο το φάκελο του project), έτσι ώστε να μπορεί να ανοίξει και να τρέξει σωστά το κάθε project!

- ένα **pdf αρχείο** το οποίο θα περιέχει τα στοιχεία (ονοματεπώνυμο, αριθμό μητρώου και email) των μελών της ομάδας και τα παρακάτω:

Πρόβλημα 1

- Ερώτημα 1: αναλυτική απάντηση με ευκρινείς και ευανάγνωστους (στην περίπτωση που σκανάρετε χειρόγραφη απάντηση) πίνακες Karnaugh για POS και SOP, στους οποίους να φαίνονται οι ομάδες των όρων, υπολογισμός κόστους για τις δύο μορφές, ποια συνάρτηση καταλήγεται να υλοποιήσετε σε κύκλωμα.
- Ερώτημα 2: screenshot της κυματομορφής που προκύπτει από τη λειτουργική προσομοίωση, screenshot του RTL διαγράμματος που παράγει ο RTL viewer για το κύκλωμα που υλοποιήσατε.
- Ερώτημα 3: αναλυτική απάντηση με τη χρήση μεθόδου Quine-McCluskey, επιβεβαίωση ότι έχετε καταλήξει στην ίδια συνάρτηση ελαχίστους κόστους μορφής SOP με το ερώτημα 1, screenshot της κυματομορφής που προκύπτει από τη λειτουργική προσομοίωση.

Πρόβλημα 2

- Ερώτημα 1: αναλυτική απάντηση πως από το διάγραμμα χρονισμού προκύπτει η αρχική συνάρτηση και στη συνέχεια η απλοποιημένη σε μορφή POS με χρήση πίνακα Karnaugh (με ευκρινή και ευανάγνωστο -στην περίπτωση που σκανάρετε χειρόγραφη απάντηση- τρόπο), στον οποίο να φαίνονται οι ομάδες των όρων.
- Ερώτημα 2: screenshot της κυματομορφής που προκύπτει από τη λειτουργική προσομοίωση, screenshot του RTL διαγράμματος που παράγει ο RTL viewer για το κύκλωμα που υλοποιήσατε.

Ό,τι άλλο θεωρείτε απαραίτητο σχετικά με την υλοποίηση των προβλημάτων.

Αντικείμενο Εργασίας

Πρόβλημα 1:

Θεωρήστε την παρακάτω συνάρτηση, η οποία περιγράφει τη λειτουργία ενός κυκλώματος:

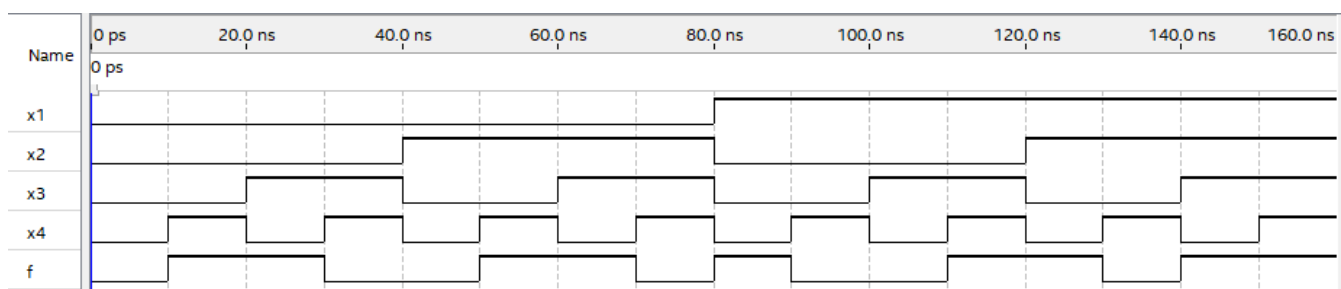
$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \Sigma m(1, 2, 5, 8, 9, 12, 14, 17, 19, 21, 27) + D(0, 6, 11, 23, 24, 29, 30)$$

Απαντήστε στα ακόλουθα:

1. Προσδιορίστε τις **μορφές SOP και POS ελαχίστου** κόστους της συνάρτησης με χρήση **πινάκων Karnaugh** και συγκρίνετε τα μεταξύ τους **κόστη**. Θεωρήστε ότι οι μεταβλητές είναι διαθέσιμες (χωρίς κόστος) στην κανονική μορφή και την αντίστοιχη μορφή συμπληρώματος.
2. Χρησιμοποιήστε το λογισμικό Quartus, για να γράψετε πηγαίο κώδικα (πρόγραμμα) στη γλώσσα VHDL, ο οποίος να υλοποιεί το κύκλωμα με το μικρότερο κόστος (μορφή SOP ή POS) που βρήκατε στο ερώτημα 1.
 - a. Ο κώδικάς σας θα πρέπει να ακολουθήσει structural προσέγγιση και να υλοποιήσετε ως υποκυκλώματα (**components**) τους όρους αθροίσματος ή γινομένου της συνάρτησης f .
 - b. Να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση λειτουργίας του λογισμικού Quartus για να αποδείξετε την ορθότητα της υλοποίησής σας. Να παραδώσετε την κυματομορφή (waveform) της λειτουργικής προσομοίωσης εξόδου για όλες τις δυνατές τιμές εισόδου (ανά 10nsec).
 - c. Ποιο είναι το RTL διάγραμμα (Tools/Netlist Viewers/RTL viewer) που προκύπτει;
3. Επαληθεύστε την μορφή SOP ελαχίστου κόστους της συνάρτησης που βρήκατε στο ερώτημα 1, με χρήση της μεθόδου **Quine-McCluskey**.
 - a. Χρησιμοποιήστε το λογισμικό Quartus, για να σχεδιάσετε το **σηματικό διάγραμμα** (block/schematic diagram), το οποίο υλοποιεί το κύκλωμα που βρήκατε στο ερώτημα 3.
 - b. Να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση λειτουργίας του λογισμικού Quartus για να αποδείξετε την ορθότητα της υλοποίησής σας. Να παραδώσετε την κυματομορφή (waveform) της λειτουργικής προσομοίωσης εξόδου για όλες τις δυνατές τιμές εισόδου (ανά 10nsec).

Πρόβλημα 2:

Θεωρήστε το ακόλουθο διάγραμμα χρονισμού (waveform):



1. Να εξάγετε τη συνάρτηση (που περιγράφει το κύκλωμα) που το δημιουργεί με την απλούστερη μορφή γινομένου αθροισμάτων (**POS**) με χρήση **πινάκων Karnaugh**.
2. Χρησιμοποιήστε το λογισμικό Quartus, για να γράψετε πηγαίο κώδικα (πρόγραμμα) στη γλώσσα VHDL, ο οποίος να υλοποιεί το κύκλωμα (συνάρτηση) που βρήκατε στο ερώτημα 1.
 - a. Επιβεβαιώστε ότι η κυματομορφή της προσομοίωσης λειτουργίας εξόδου που προκύπτει με βάση τον κώδικά σας είναι ίδια με το παραπάνω δοσμένο διάγραμμα.
 - b. Ποιο είναι το RTL διάγραμμα (Tools/Netlist Viewers/RTL viewer) που προκύπτει;