

## Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων

Ακαδ. Έτος 2020-2021, Εαρινό Εξάμηνο

### Εργασία 1 (10%)

**Ημερομηνία παράδοσης: Πέμπτη 15 Απριλίου 2021, 23:55**

#### Οδηγίες

Οι εργασίες του μαθήματος εκπονούνται σε ομάδες των 2-3 ατόμων. Η συνεργασία των ομάδων μπορεί να πραγματοποιηθεί και μέσω του εργαλείου Microsoft Teams. Μπορείτε να φτιάξετε για παράδειγμα το δικό σας team (study group) ή chat στο Teams και να επικοινωνείτε ως ομάδα.

Θα παραδώσετε μέσω του eClass ένα αρχείο zip/rar, που θα ονομάσετε με τον αριθμό ομάδας που θα σας δοθεί (π.χ. DSD-555.rar), το οποίο θα περιλαμβάνει:

- ένα **project** του Quartus για κάθε ένα από τα προβλήματα 1, 2 και 3. **Προσοχή**, στο συμπιεσμένο 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:** αναλυτική απάντηση για το ερώτημα (a), την κυματομορφή που προκύπτει από τη λειτουργική προσομοίωση για το ερώτημα (c), το RTL διάγραμμα για το ερώτημα (d).
    - **Πρόβλημα 2:** αναλυτική απάντηση για το ερώτημα (a), την κυματομορφή που προκύπτει από τη λειτουργική προσομοίωση για το ερώτημα (c).
    - **Πρόβλημα 3:** αναλυτική απάντηση για το ερώτημα (a), την κυματομορφή που προκύπτει από τη λειτουργική προσομοίωση για το ερώτημα (b) και το RTL διάγραμμα για το ερώτημα (c).
- Ό,τι άλλο θεωρείτε απαραίτητο σχετικά με την υλοποίηση των προβλημάτων.

#### Πρόβλημα 1:

Ένα κύκλωμα πρέπει να υλοποιεί την ακόλουθη συνάρτηση:

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \sum m(0, 1, 2, 4, 5, 8, 14, 15, 16, 18, 20, 24, 26, 28, 31) + D(10, 11, 12, 27)$$

- a) Να προσδιορίσετε τις μορφές SOP και POS ελαχίστου κόστους της συνάρτησης με χρήση πινάκων Karnaugh και να συγκρίνετε τα μεταξύ τους κόστη. Θεωρήστε ότι οι μεταβλητές είναι διαθέσιμες στην κανονική μορφή και την αντίστοιχη μορφή συμπληρώματος.
- b) Χρησιμοποιήστε το λογισμικό Quartus, για να γράψετε πηγαίο κώδικα (πρόγραμμα) στη γλώσσα VHDL, ο οποίος να υλοποιεί το κύκλωμα με το μικρότερο κόστος που βρήκατε στο (a). Στον κώδικά σας, θα

πρέπει να υλοποιήσετε ως υποκυκλώματα (**components**) τους όρους αθροίσματος ή γινομένου της συνάρτησης  $f$ .

- c) Να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση λειτουργίας του λογισμικού Quartus για να αποδείξετε την ορθότητα της υλοποίησής σας. Να παραδώσετε την κυματομορφή της λειτουργικής προσομοίωσης εξόδου για όλες τις δυνατές τιμές εισόδου (ανά 10nsec).
- d) Ποιο είναι το RTL διάγραμμα που προκύπτει;

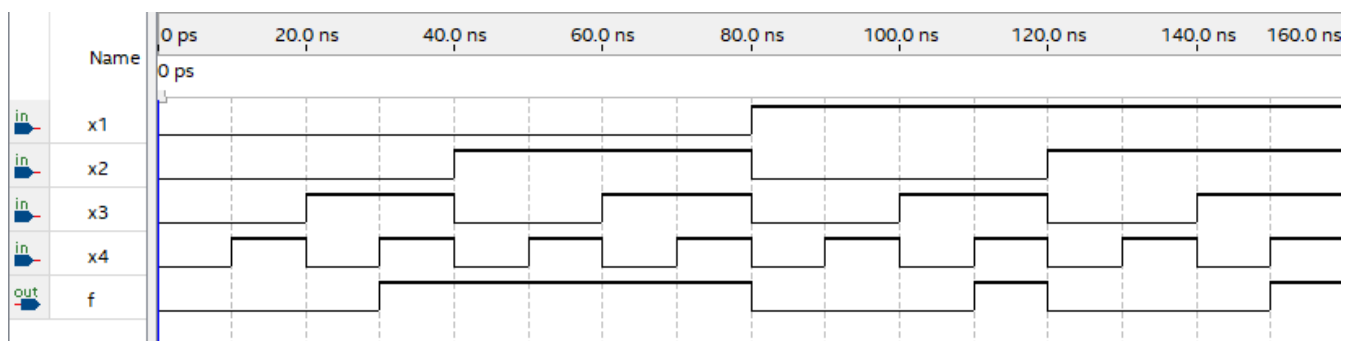
## Πρόβλημα 2:

Θεωρήστε συνάρτηση (f) τεσσάρων μεταβλητών που ισούται με 1 εάν ακριβώς 3 από τις μεταβλητές είναι ίσες με 1 (στις άλλες περιπτώσεις η συνάρτηση ισούται με 0).

- a) Να εξάγετε το κύκλωμα ελαχίστου κόστους σε μορφή SOP που υλοποιεί τη συνάρτηση.
- b) Χρησιμοποιήστε το λογισμικό Quartus, για να σχεδιάσετε το σχηματικό διάγραμμα (block/schematic diagram), το οποίο υλοποιεί το κύκλωμα ελαχίστου κόστους που βρήκατε στο (a).
- c) Να χρησιμοποιήσετε την προσομοίωση λειτουργίας του λογισμικού Quartus για να αποδείξετε την ορθότητα της υλοποίησής σας. Να παραδώσετε την κυματομορφή της προσομοίωσης λειτουργίας εξόδου για όλες τις δυνατές τιμές εισόδου (ανά 10nsec).

## Πρόβλημα 3:

Θεωρήστε το ακόλουθο διάγραμμα χρονισμού:



- a. Να εξάγετε τη συνάρτηση που το δημιουργεί με την απλούστερη μορφή αθροίσματος γινομένων (SOP).
- b. Χρησιμοποιήστε το λογισμικό Quartus, για να γράψετε πηγαίο κώδικα (πρόγραμμα) στη γλώσσα VHDL, ο οποίος να υλοποιεί το κύκλωμα (συνάρτηση) που βρήκατε στο (a). Επιβεβαιώστε ότι η κυματομορφή της προσομοίωσης λειτουργίας εξόδου που προκύπτει με βάση τον κώδικά σας είναι ίδια με το παραπάνω δοσμένο διάγραμμα.
- c. Ποιο είναι το RTL διάγραμμα που προκύπτει;