



## Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων

Ακαδ. Έτος 2021-2022, Εαρινό Εξάμηνο

### Εργασία 1 (10%)

**Ημερομηνία παράδοσης: Παρασκευή 15 Απριλίου 2022, 23:55**

#### Οδηγίες

Οι εργασίες του μαθήματος εκπονούνται σε **ομάδες των 2-3 ατόμων**. Θα πρέπει να δηλώσετε τα **μέλη της ομάδας** σας στην φόρμα (<https://forms.gle/kps3jESNWAwUThCu7>) που έχει δημιουργηθεί για το σκοπό αυτό έως τις **07/04/2022**. Η φόρμα θα πρέπει να συμπληρωθεί από ένα μόνο μέλος της ομάδας!!!

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:

$$F(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \Sigma m(0, 2, 6, 10, 11, 15, 16, 26, 27, 30) + D(4, 8, 14, 17, 20, 21, 31)$$

- 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 (χωρίς κόστος) στην κανονική μορφή και την αντίστοιχη μορφή συμπληρώματος.
- 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 (RTL viewer) που προκύπτει;

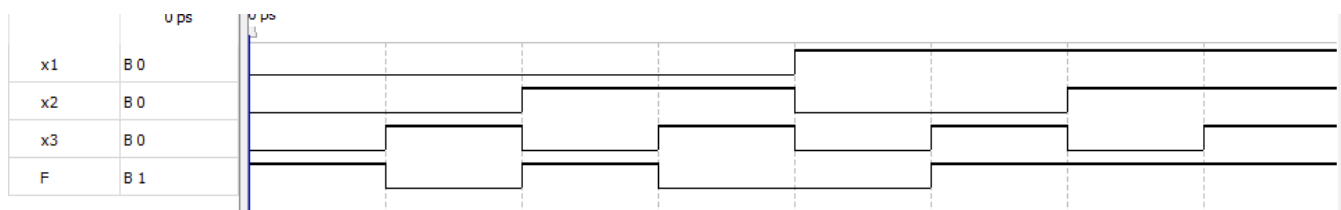
### Πρόβλημα 2:

Θεωρήστε συνάρτηση (f) τεσσάρων μεταβλητών  $f(x_1, x_2, x_3, x_4)$  που ισούται με **1** εάν το  $x_1=0$  και ακριβώς 2 από τις υπόλοιπες μεταβλητές ( $x_2, x_3, x_4$ ) είναι ίσες με 1 (στις άλλες περιπτώσεις η συνάρτηση ισούται με 0).

- a) Να εξάγετε το κύκλωμα ελαχίστου κόστους σε **μορφή POS** που υλοποιεί τη συνάρτηση.
- b) Χρησιμοποιήστε το λογισμικό Quartus, για να σχεδιάσετε το **σηματικό 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 20nsec).

### 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 (RTL viewer) που προκύπτει;