



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Ενότητα 6 : Ανάλυση Κυκλώματος με T Flip-Flop και
Μοντέλα Μηχανών Πεπερασμένων Καταστάσεων
Φώτιος Βαρτζιώτης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα

Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Ενότητα 6: Ανάλυση Κυκλώματος με T Flip-Flop και Μοντέλα Μηχανών Πεπερασμένων Καταστάσεων

Φώτιος Βαρτζιώτης
Καθηγητής Εφαρμογών
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Σκοποί ενότητας

- Συνοπτική παρουσίαση της διαδικασίας ανάλυσης ενός ακολουθιακού κυκλώματος στο οποίο χρησιμοποιούνται T flip-flop
- Πρακτική εξάσκηση στην ανάλυση τέτοιων ακολουθιακών κυκλωμάτων.



Περιεχόμενα ενότητας

- Άσκηση ανάλυσης κυκλώματος με JK flip-flop
- Ανάλυση κυκλώματος με T flip-flop
- Άσκηση ανάλυσης κυκλώματος με T flip-flop
- Μοντέλα Μηχανών Πεπερασμένων Καταστάσεων.
 - Μηχανή Mealy
 - Μηχανή Moore



Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Άσκηση Ανάλυσης Κυκλώματος με JK Flip-Flop

Ένα ακολουθιακό κύκλωμα έχει δύο JK flip-flop, τα A και B, δύο εισόδους x και y και μια έξοδο z. Οι εξισώσεις εισόδων των flip-flop και η εξίσωση εξόδου του κυκλώματος είναι:

$$J_A = Bx + B'y' \quad K_A = B'xy'$$

$$J_B = A'x \quad K_B = A + xy'$$

$$z = Ax'y' + Bx'y'$$



Άσκηση Ανάλυσης Κυκλώματος με JK Flip-Flop

- i. Σχεδιάστε το λογικό διάγραμμα του κυκλώματος
- ii. Κατασκευάστε τον πίνακα καταστάσεων
- iii. Βρείτε τις εξισώσεις καταστάσεων των A και B.



Ανάλυση κυκλώματος με T Flip-Flop

Για την ανάλυση ενός ακολουθιακού κυκλώματος με T flip-flop ακολουθούμε την ίδια διαδικασία με αυτή που περιγράψαμε στην περίπτωση των JK flip-flop.



Ανάλυση κυκλώματος με T Flip-Flop

Οι τιμές επόμενης κατάστασης του πίνακα καταστάσεων μπορούν να υπολογιστούν με:

- Χρήση του χαρακτηριστικού πίνακα



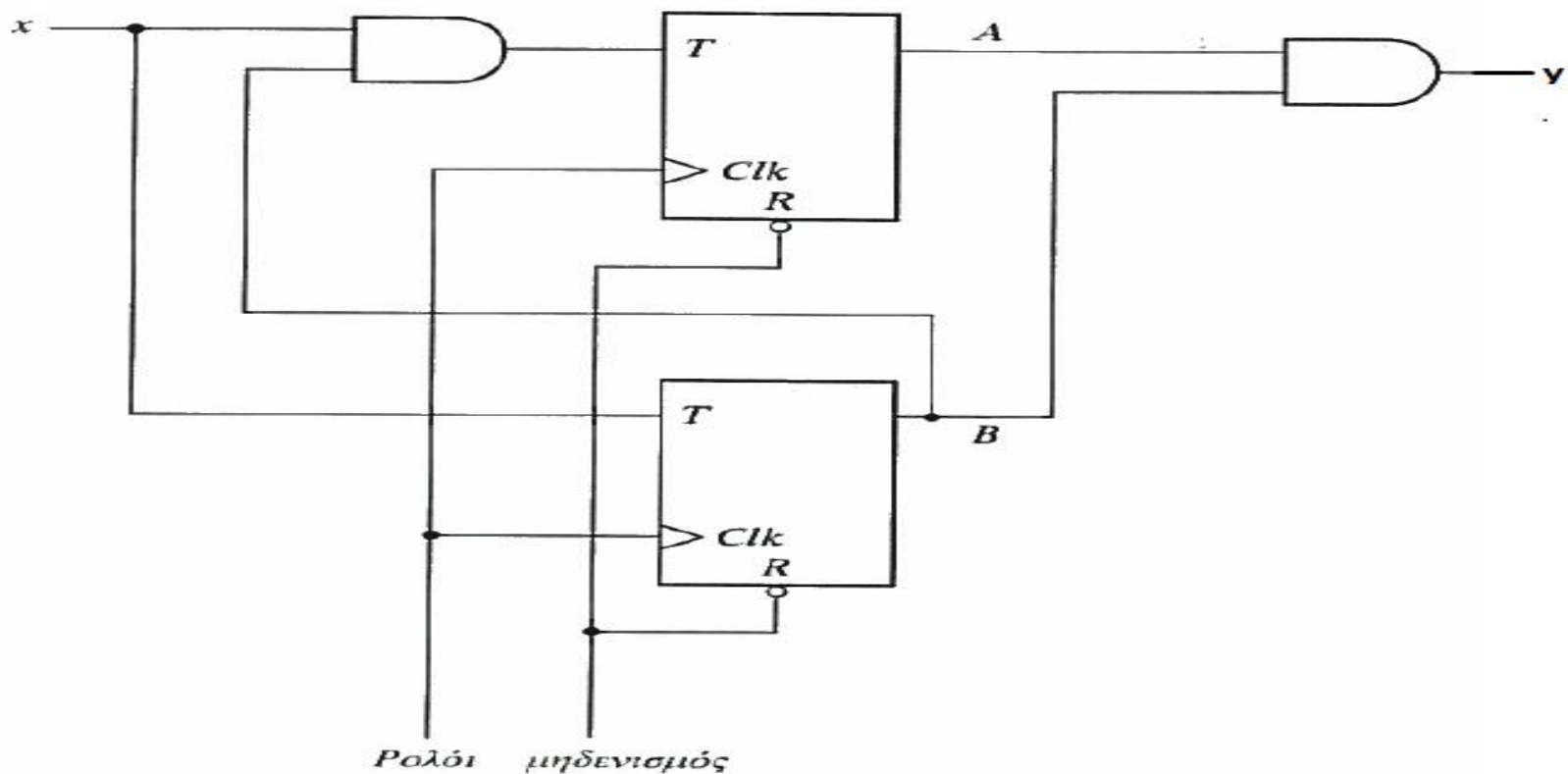
- Της χαρακτηριστικής εξίσωσης

$$Q(t + 1) = T \oplus Q = T'Q + TQ'$$



Ανάλυση κυκλώματος με T Flip-Flop

Έστω το ακολουθιακό κύκλωμα του παρακάτω σχήματος





Ανάλυση κυκλώματος με T Flip-Flop

Το κύκλωμα αυτό έχει:

➤ Δύο flip- flop A, B

➤ Μια είσοδο x

➤ Μια έξοδο y

➤ Δύο εξισώσεις εισόδων $T_A = Bx$

$$T_B = x$$

➤ Μια εξίσωση εξόδου $y = AB$



Ανάλυση κυκλώματος με T Flip-Flop

Ο πίνακας καταστάσεων του ακολουθιακού κυκλώματος

| Παρούσα κατάσταση | | Είσοδος x | Επόμενη κατάσταση | | Έξοδος y |
|-------------------|-----|----------------|-------------------|-----|---------------|
| A | B | | A | B | |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |



Ανάλυση κυκλώματος με T Flip-Flop

Οι τιμές της επόμενης κατάστασης προκύπτουν από τις χαρακτηριστικές εξισώσεις, εάν αντικαταστήσουμε τα T_A και T_B που παίρνουμε από τις εξισώσεις καταστάσεων:

$$\begin{aligned}A(t + 1) &= (Bx)'A + (Bx)A' \\ &= AB' + Ax' + A'Bx \\ B(t + 1) &= x \oplus B\end{aligned}$$

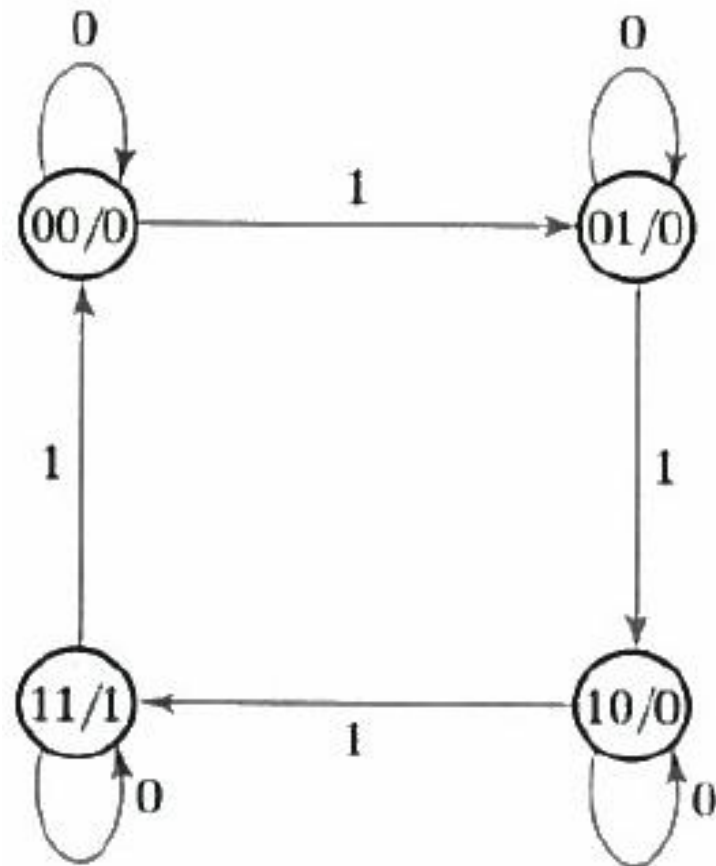


Ανάλυση κυκλώματος με T Flip-Flop

Το διάγραμμα καταστάσεων του κυκλώματος.

η έξοδος εξαρτάται από την παρούσα κατάσταση μόνο.

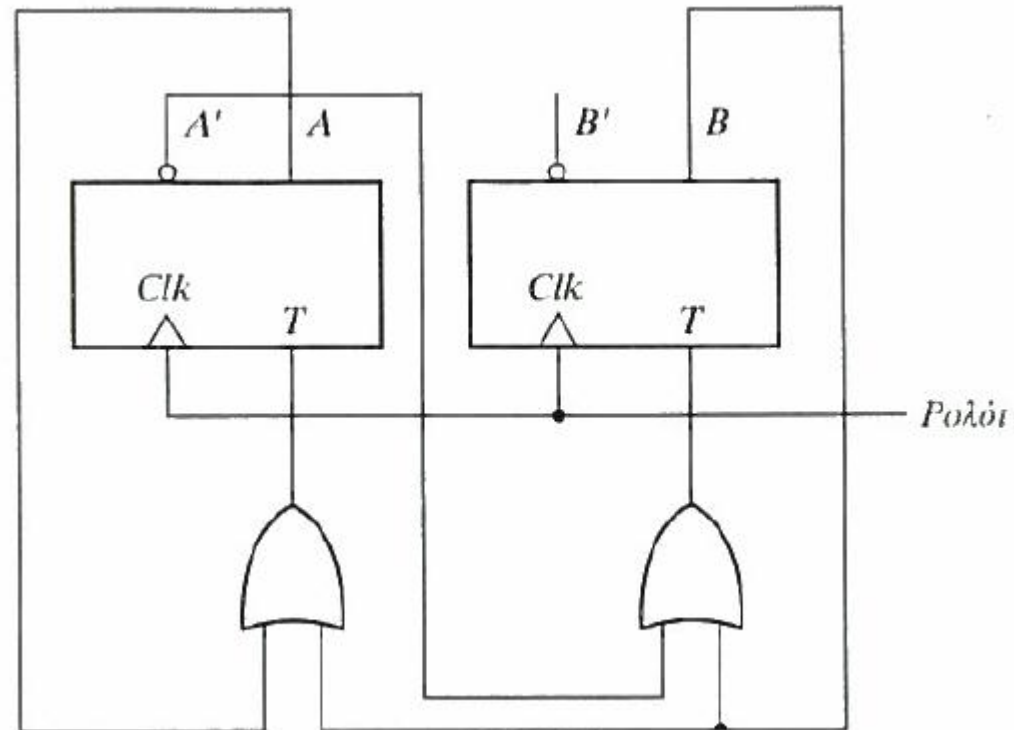
Οι δύο τιμές που έχουν γραφτεί μέσα σε κάθε κύκλο είναι οι τιμές παρούσας κατάστασης και εξόδου αντίστοιχα.





Άσκηση ανάλυσης κυκλώματος με T flip-flop

Βρείτε τον πίνακα καταστάσεων και το διάγραμμα καταστάσεων του ακολουθιακού κυκλώματος





Μοντέλα μηχανών πεπερασμένων καταστάσεων

Το γενικό μοντέλο ενός ακολουθιακού κυκλώματος περιλαμβάνει εισόδους, εξόδους και εσωτερικές καταστάσεις.

Συνήθως χρησιμοποιούμε δυο μοντέλα ακολουθιακών κυκλωμάτων:

- Το μοντέλο Mealy

- Το μοντέλο Moore

Διαφέρουν μόνο στον τρόπο με τον οποίο παράγονται οι έξοδοι.

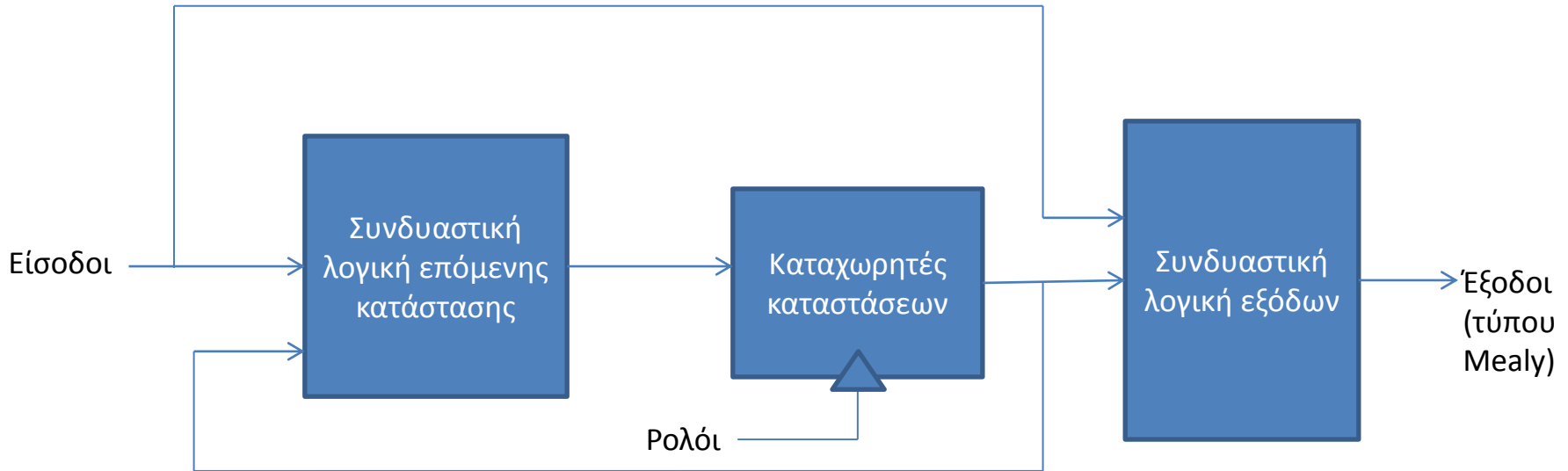


Μοντέλα μηχανών πεπερασμένων καταστάσεων

- Στο μοντέλο Mealy, οι έξοδοι είναι συναρτήσεις της παρούσας κατάστασης και των εισόδων.
- Στο μοντέλο Moore, οι έξοδοι είναι συναρτήσεις μόνο της παρούσας κατάστασης.
- Ένα κύκλωμα μπορεί να έχει και τους δυο τύπους εξόδων.

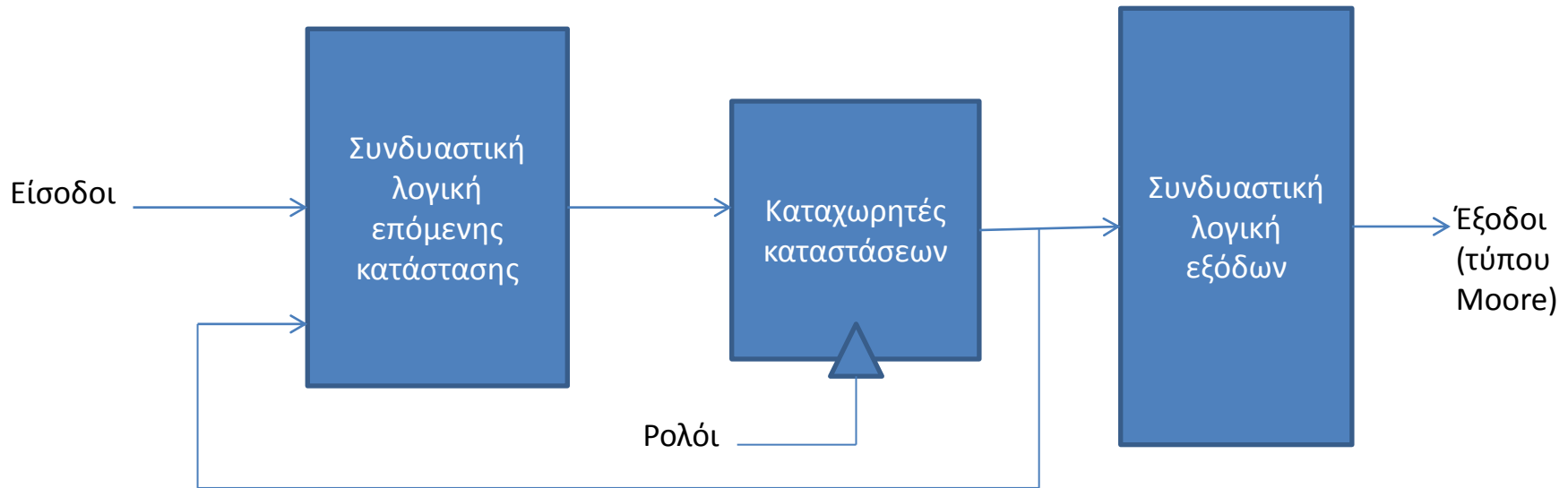


Μηχανή Mealy





Μηχανή Moore





Μοντέλα μηχανών πεπερασμένων καταστάσεων

Σε ένα μοντέλο Moore, οι έξοδοι των ακολουθιακών κυκλωμάτων είναι υποχρεωτικά συγχρονισμένες με το ρολόι, επειδή εξαρτώνται μόνο από τις εξόδους των flip-flop, οι οποίες είναι εκ της λειτουργίας των flip-flop συγχρονισμένες με το ρολόι.

Σε ένα μοντέλο Mealy, εάν οι είσοδοι αλλάξουν κατά τη διάρκεια του κύκλου του ρολογιού, οι έξοδοι μπορεί να αλλάξουν επίσης.



Μοντέλα μηχανών πεπερασμένων καταστάσεων

Οι έξοδοι μπορεί να λάβουν λανθασμένες τιμές για ένα σύντομο χρονικό διάστημα, λόγω της καθυστέρησης που μπορεί να παρουσιαστεί από τη στιγμή που αλλάζουν οι είσοδοι μέχρι τη στιγμή που αλλάζουν οι έξοδοι των flip-flop.

Η έξοδος της μηχανής Mealy είναι, ουσιαστικά, η τιμή που εμφανίζεται στις γραμμές εξόδου αμέσως πριν από την ενεργή ακμή του επόμενου παλμού ρολογιού.



Βιβλιογραφία

- Morris M. , Ciletti M. (1984). Ψηφιακή Σχεδίαση Με εισαγωγή στη Verilog HDL. Έκδοση 5^η (2014) Εκδόσεις Παπασωτηρίου.
- Ciletti, M.D. 1999. Modeling , Synthesis, and Rapid Prototyping with Verilog HDL. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Roth, C.H. 2009. Fundamentals of Logic Design,6th ed, St. Paul, MN: Brooks/Cole.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Φώτιος Βαρτζιώτης.
Ψηφιακά Ηλεκτρονικά.

Έκδοση: 1.0 Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή
διεύθυνση:

<http://eclass.teiep.gr/courses/COMP117/>





Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Κολοβού Ξανθή
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ





Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη Δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Τέλος Ενότητας

Ανάλυση Κυκλώματος με T Flip-Flop
και Μοντέλα Μηχανών
Πεπερασμένων Καταστάσεων



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

