



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Ενότητα 13 : Άλλοι Μετρητές
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 13: Άλλοι Μετρητές

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





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

- Μελέτη μεθόδων αυτοδιόρθωσης των μετρητών.
- Παραγωγή σημάτων χρονισμού μέσω μετρητών.



Περιεχόμενα ενότητας

- Εισαγωγή
- Μετρητής με μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις.
- Μετρητής Δακτυλίου
- Μετρητής Johnson
- Άσκηση



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





Εισαγωγή

Οι μετρητές μπορούν να σχεδιάζονται με τρόπο ώστε να παράγουν οποιαδήποτε επιθυμητή ακολουθία καταστάσεων.

Ένας μετρητής διαίρεσης με το N (γνωστός επίσης και ως μετρητής modulo- N ή mod- N) είναι ένας μετρητής ο οποίος περνάει από μια επαναλαμβανόμενη ακολουθία N καταστάσεων.



Εισαγωγή

- Οι μετρητές συχνά χρησιμοποιούνται για να παράγουν σήματα χρονισμού, με σκοπό τον έλεγχο της ακολουθίας των λειτουργιών σε ένα ψηφιακό σύστημα.
- Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα παραδείγματα μη δυαδικών μετρητών.



Μετρητής με μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις

- Οι καταστάσεις που δεν χρησιμοποιούνται κατά το σχεδιασμό του ακολουθιακού κυκλώματος δεν καταγράφονται στον πίνακα καταστάσεων.
- Κατά το σχεδιασμό ενός ακολουθιακού κυκλώματος πρέπει να προβλεφθεί τι θα συμβεί εφόσον το κύκλωμα βρεθεί σε μια κατάσταση αδιαφορίας.



Μετρητής με μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις

- Σε μια τέτοια περίπτωση θα πρέπει να διασφαλίσουμε ότι το κύκλωμα τελικά επανέρχεται σε μια από τις έγκυρες καταστάσεις, ώστε να μπορεί να συνεχίσει την κανονική λειτουργία του.
- Η κατάσταση που έπεται μιας μη χρησιμοποιούμενης κατάστασης μπορεί να προσδιοριστεί από την ανάλυση του κυκλώματος, αφού αυτό σχεδιαστεί πλήρως.



Μετρητής με μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις

- Έστω ο μετρητής με πίνακα καταστάσεων

Παρούσα Κατάσταση			Επόμενη Κατάσταση			Είσοδοι flip-flop					
A	B	C	A	B	C	J _A	K _A	J _B	K _B	J _C	K _C
0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	1	X
0	0	1	0	1	0	0	X	1	X	X	1
0	1	0	1	0	0	1	X	X	1	0	X
1	0	0	1	0	1	X	0	0	X	1	X
1	0	1	1	1	0	X	0	1	X	X	1
1	1	0	0	0	0	X	1	X	1	0	X



Μετρητής με μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις

- Η μέτρηση αποτελείται από μια επαναλαμβανόμενη ακολουθία έξι καταστάσεων
- Τα flip-flop B και C να επαναλαμβάνουν τη δυαδική μέτρηση 00, 01, 10,
- Το flip-flop A εναλλάσσεται μεταξύ του 0 και του 1 ανά τρεις μετρήσεις.
- Η ακολουθία μέτρησης δεν είναι δυαδική.



Μετρητής με μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις

- Δύο καταστάσεις, οι 011 και η 111, δεν συμπεριλαμβάνονται στη μέτρηση.
- Οι άλλες εξισώσεις των flip-flop (εκτός από τις K_B , K_C που μπορούν να τεθούν μόνιμα στο 1) μπορούν να απλοποιηθούν με χρήση των ελαχιστόρων 3 και 7 ως αδιάφορων όρων.

$$J_A = B \quad K_A = B$$

$$J_B = C \quad K_B = 1$$

$$J_C = B' \quad K_C = 1$$

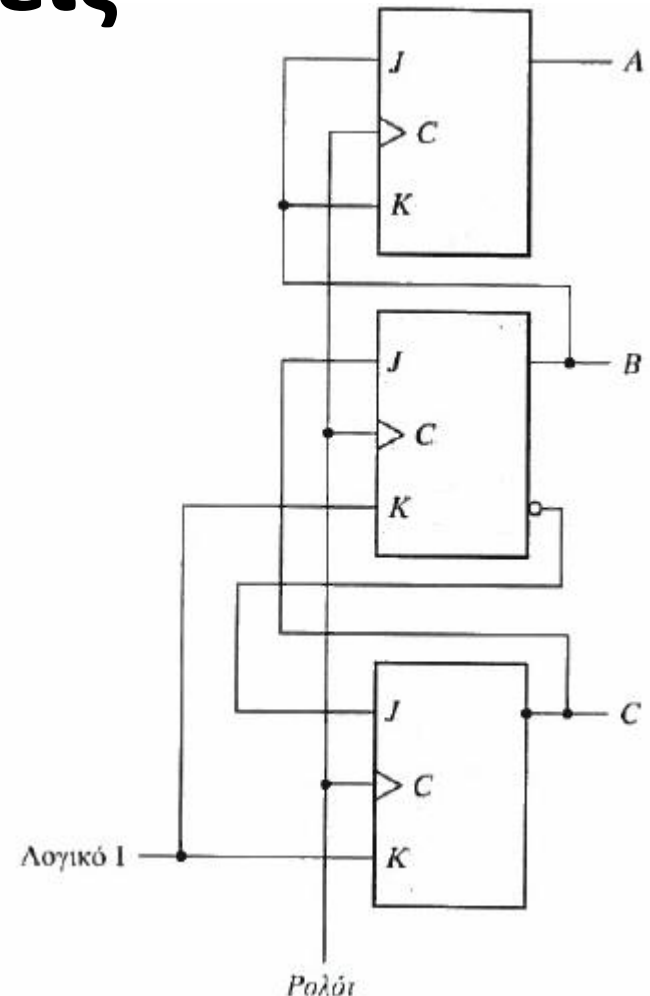


Μετρητής με μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις

Το λογικό διάγραμμα του μετρητή παρουσιάζεται στο διπλανό σχήμα.

Όταν $B = 1$, η επόμενη ακμή του ρολογιού συμπληρώνει το A και μηδενίζει το C .

Όταν $C = 1$, η επόμενη ακμή του ρολογιού συμπληρώνει το B .

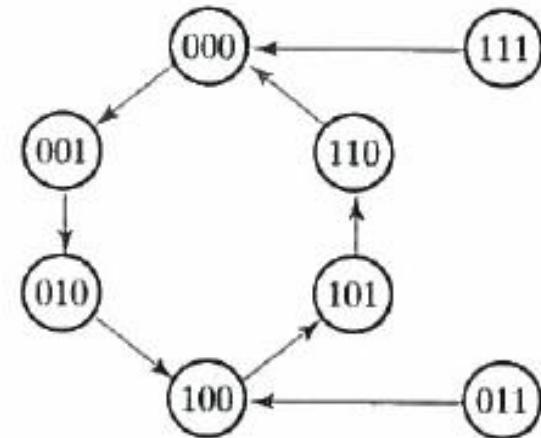




Μετρητής με μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις

- Άρα αν βρεθεί στην κατάσταση 011 μεταβαίνει στην 100 στον επόμενο παλμό.
- Παρόμοια η επόμενη κατάσταση του 111 είναι η 000.

Το διάγραμμα καταστάσεων που περιλαμβάνει το αποτέλεσμα των μη χρησιμοποιούμενων καταστάσεων.





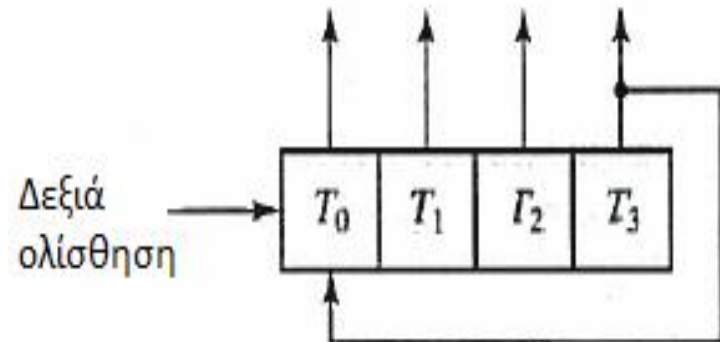
Μετρητής Δακτυλίου

- Τα σήματα χρονισμού που ελέγχουν τις λειτουργίες ενός ψηφιακού συστήματος μπορούν να παραχθούν με έναν καταχωρητή ολίσθησης ή με έναν μετρητή συνδεδεμένο με έναν αποκωδικοποιητή.
- Ένας μετρητής δακτυλίου (ring counter) είναι ένας κυκλικός καταχωρητής ολίσθησης, στον οποίο μόνο ένα flip-flop έχει τιμή 1 ανά πάσα στιγμή, ενώ όλα τα άλλα έχουν τιμή 0.



Μετρητής Δακτυλίου

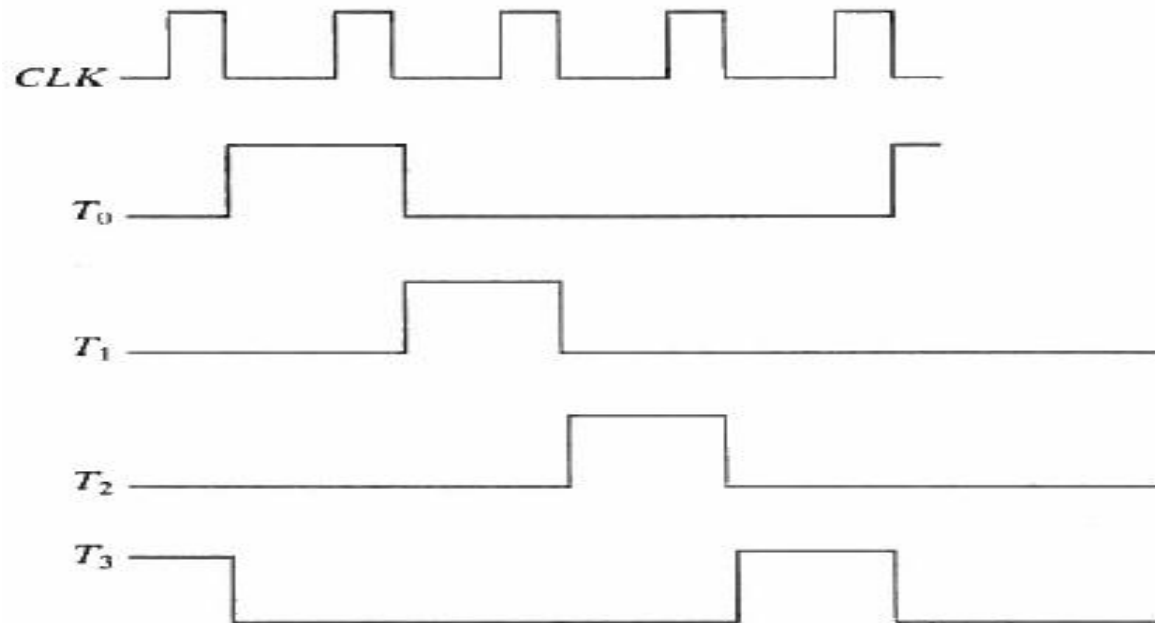
- Μια ακολουθία σημάτων χρονισμού παράγεται από το μοναδικό 1 που ολισθαίνει από το ένα flip-flop στο επόμενο.
- Στο διπλανό σχήμα παρουσιάζεται ένας 4-bit καταχωρητής Ολίσθησης συνδεδεμένος ως μετρητής δακτυλίου (αρχική τιμή = 1000)





Μετρητής Δακτυλίου

Η ακολουθία των τεσσάρων σημάτων
χρονισμού





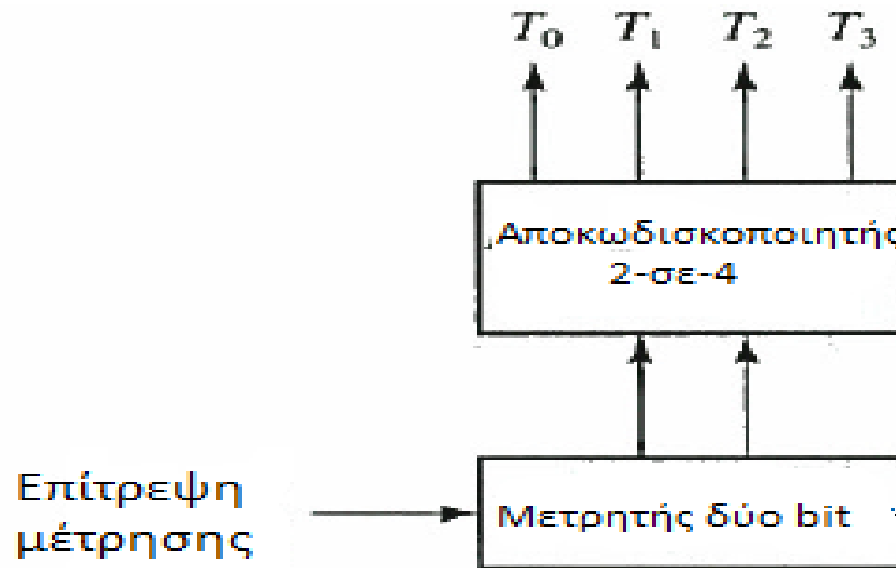
Μετρητής Δακτυλίου

- Κάθε flip-flop βρίσκεται στην κατάσταση 1 μία φορά κάθε τέσσερις κύκλους του ρολογιού και παράγει ένα από τα τέσσερα σήματα χρονισμού που παρουσιάζονται στο προηγούμενο σχήμα.
- Τα ίδια σήματα μπορούν να παραχθούν από έναν 2-bit μετρητή. Ένας αποκωδικοποιητής αποκωδικοποιεί τις 4 καταστάσεις και παράγει το σήμα χρονισμού.



Μετρητής Δακτυλίου

- Μετρητής και αποκωδικοποιητής





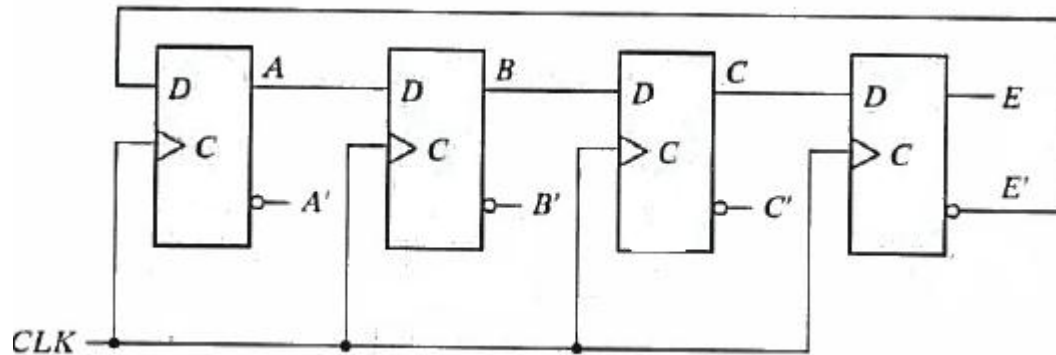
Μετρητής Johnson

- Ο μετρητής δακτυλίου με αντιστροφή ουράς είναι ένας κυκλικός καταχωρητής ολίσθησης με τη συμπληρωματική έξοδο του τελευταίου flip-flop συνδεδεμένη με την είσοδο του πρώτου flip-flop.
- Αυτός ο καταχωρητής διπλασιάζει τον αριθμό καταστάσεων που δίνει ένας μετρητής δακτυλίου.



Μετρητής Johnson

Μετρητής δακτυλίου με αντιστροφή ουράς
τεσσάρων σταδίων.





Μετρητής Johnson

- Ο καταχωρητής εκτελεί ολίσθηση των περιεχομένων του κατά μία θέση προς τα δεξιά σε κάθε παλμό του ρολογιού και ταυτόχρονα η συμπληρωματική τιμή του flip-flop E μεταφέρεται στο flip-flop A.
- Ξεκινώντας από το 0 σε όλα τα flip-flop, διέρχεται διαδοχικά από μια ακολουθία 8 καταστάσεων.



Μετρητής Johnson

Ακολουθία Μέτρησης και η αντίστοιχη αποκωδικοποίηση.

Αριθμός Ακολουθίας	Έξοδοι flip-flop				Απαιτούμενη πύλη AND για την έξοδο
	A	B	C	E	
1	0	0	0	0	A'E'
2	1	0	0	0	AB'
3	1	1	0	0	BC'
4	1	1	1	0	CE'
5	1	1	1	1	AE
6	0	1	1	1	A'B
7	0	0	1	1	B'C
8	0	0	0	1	C'E



Μετρητής Johnson

- Ο μετρητής Johnson είναι ένας A -bit μετρητής δακτυλίου με αντιστροφή ουράς.
- Διαθέτει $2k$ πύλες αποκωδικοποίησης, οι οποίες παρέχουν εξόδους για $2k$ σήματα χρονισμού.
- Οι πύλες αποκωδικοποίησης δεν αναγράφονται στην τελευταία στήλη του πίνακα.



Μετρητής Johnson

- Η αποκωδικοποίηση της εξόδου ενός k -bit μετρητή δακτυλίου με αντιστροφή ουράς, η οποία δίνει $2k$ σήματα χρονισμού, εμφανίζει κανονικότητα στη δομή της.
- Ένα μειονέκτημα του κυκλώματος είναι ότι εάν βρεθεί σε μια μη χρησιμοποιούμενη κατάσταση, δεν θα επανέλθει ποτέ σε έγκυρη κατάσταση.



Μετρητής Johnson

Ένας τρόπος αντιμετώπισης του προηγούμενου προβλήματος είναι η αποσύνδεση της εξόδου του flip-flop B , η οποία συνδέεται στην είσοδο D του flip-flop C , και ενεργοποίηση της εισόδου του flip-flop C με τη συνάρτηση

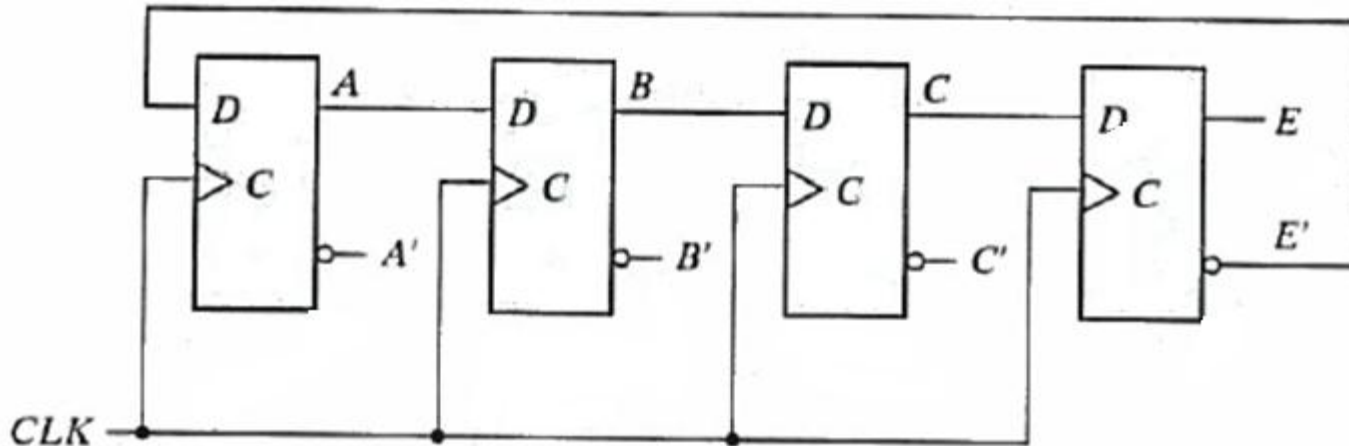
$$D_c = (A + C)B$$

(όπου το D_c συμβολίζει την είσοδο D του flip-flop C).



Άσκηση

Καταγράψτε τις οχτώ μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις στον μετρητή δακτυλίου με αντιστροφή ουράς του παρακάτω σχήματος.





Άσκηση

- i. Προσδιορίστε την επόμενη κατάσταση για καθεμία από αυτές τις καταστάσεις και δείξτε ότι, εάν ο μετρητής βρεθεί σε άκυρη κατάσταση, δεν επανέρχεται σε έγκυρη κατάσταση.



Άσκηση

- ii. Τροποποιήστε το κύκλωμα όπως προτείνεται στη θεωρία και δείξτε ότι ο τροποποιημένος μετρητής παράγει την ίδια ακολουθία καταστάσεων και ότι επανέρχεται σε έγκυρη κατάσταση, ακόμα και αν βρεθεί σε οποιαδήποτε από τις μη χρησιμοποιούμενες καταστάσεις.



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





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

Άλλοι Μετρητές



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

