



Ελληνική Δημοκρατία  
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό  
Ίδρυμα Ηπείρου

# Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Ενότητα 11 : Μετρητές Ριπής  
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 11: Μετρητές Ριπής

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

- Εισαγωγή στους μετρητές, χρησιμότητα , κατηγορίες.
- Περιγραφή της λειτουργίας των μετρητών ριπής.
- Κατασκευή-Σχεδίαση μετρητών ριπής.



# Περιεχόμενα ενότητας

- Μετρητές-Εισαγωγή
- Δυαδικός μετρητής Ριπής
- Παράδειγμα μετρητή Ριπής
- Δυαδικός μετρητής προς τα κάτω
- Μετρητής Ριπής BCD
- Άσκηση 1
- Άσκηση 2



# 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



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Μετρητές-Εισαγωγή

*Μετρητής (counter):* ένας καταχωρητής ο οποίος περνάει από μια προκαθορισμένη ακολουθία καταστάσεων μετά την εφαρμογή παλμών εισόδου.

*Δυαδικός μετρητής (binary counter):* ένας μετρητής που ακολουθεί τη δυαδική αρίθμηση

Δυαδικός μετρητής των  $n$  bit αποτελείται από  $n$  flip-flop και μπορεί να μετρήσει από 0 έως το  $2^n - 1$



# Μετρητές-Εισαγωγή

Δύο κατηγορίες μετρητών:

- Μετρητές ριπής (ripple counters)
  - Η μετάβαση της εξόδου ενός flip-flop χρησιμοποιείται ως πηγή για την πυροδότηση άλλων flip-flop.
- Σύγχρονοι μετρητές (synchronous counters)
  - Οι είσοδοι C όλων των flip-flop δέχονται το κοινό ρολόι.





# Δυαδικός μετρητής Ριπής

- Ο δυαδικός μετρητής ριπής αποτελείται από συνδεδεμένα flip-flop που συμπληρώνουν την έξοδό τους (αυτοσυμπληρούμενα flip-flop)
- Η έξοδος του κάθε flip-flop συνδέεται με την είσοδο ρολογιού C του flip-flop της επόμενης βαθμίδας.
- Τα συμπληρούμενα flip-flop μπορούν να κατασκευαστούν με JK flip-flop, ή με T flip-flop, ή με D flip-flop εφόσον η έξοδος Q' συνδέεται με την είσοδο D.



# Παράδειγμα μετρητή Ριπής

Έστω ένας μετρητής ριπής 4-bit.

Το λογικό διάγραμμα παρουσιάζεται παρακάτω.

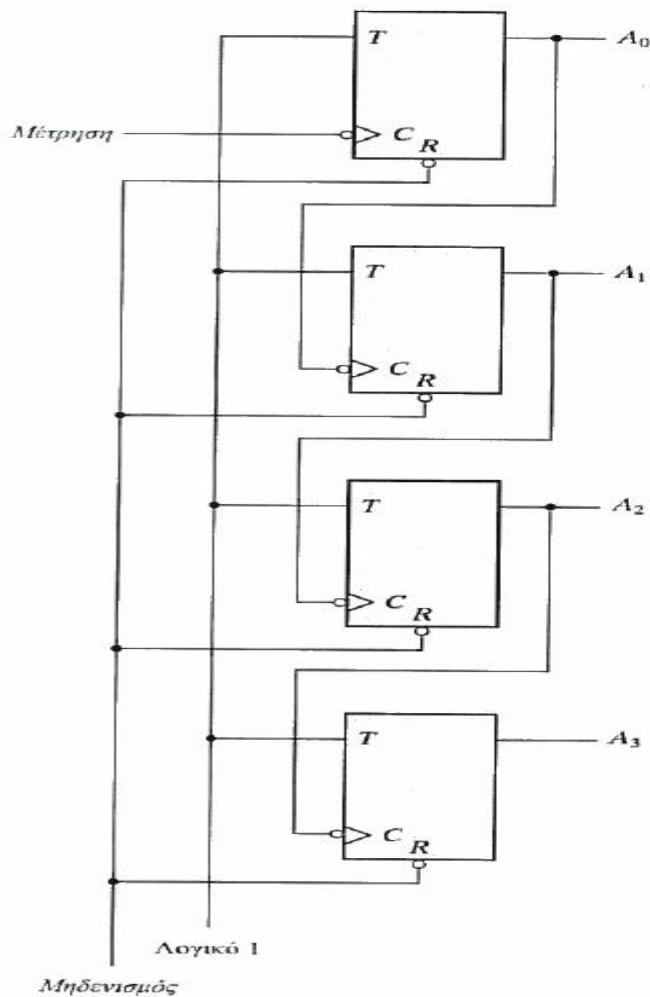
Κατασκευάζεται είτε T flip-flop (α), είτε με D (β)

Το flip-flop που περιέχει το λιγότερο σημαντικό bit δέχεται τους εισερχόμενους παλμούς μέτρησης.

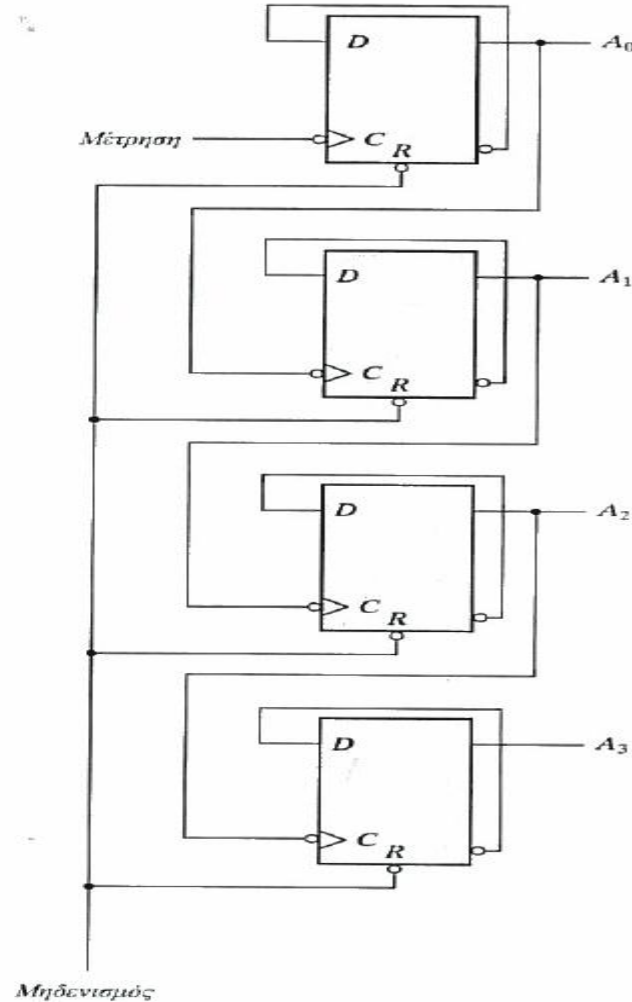
Οι είσοδοι T όλων των flip-flop στο (α) είναι συνδεδεμένες σε μόνιμο λογικό 1.



# Παράδειγμα μετρητή Ριπής



α) με T flip-flop



β) Με D flip-flop



# Παράδειγμα μετρητή Ριπής

Η μέτρηση ξεκινάει με το δυαδικό 0 και αυξάνεται κατά ένα με κάθε είσοδο παλμού μέτρησης.

Η ακολουθία δυαδικής μέτρησης φαίνεται στον διπλανό πίνακα.

$A_3$	$A_2$	$A_1$	$A_0$
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0

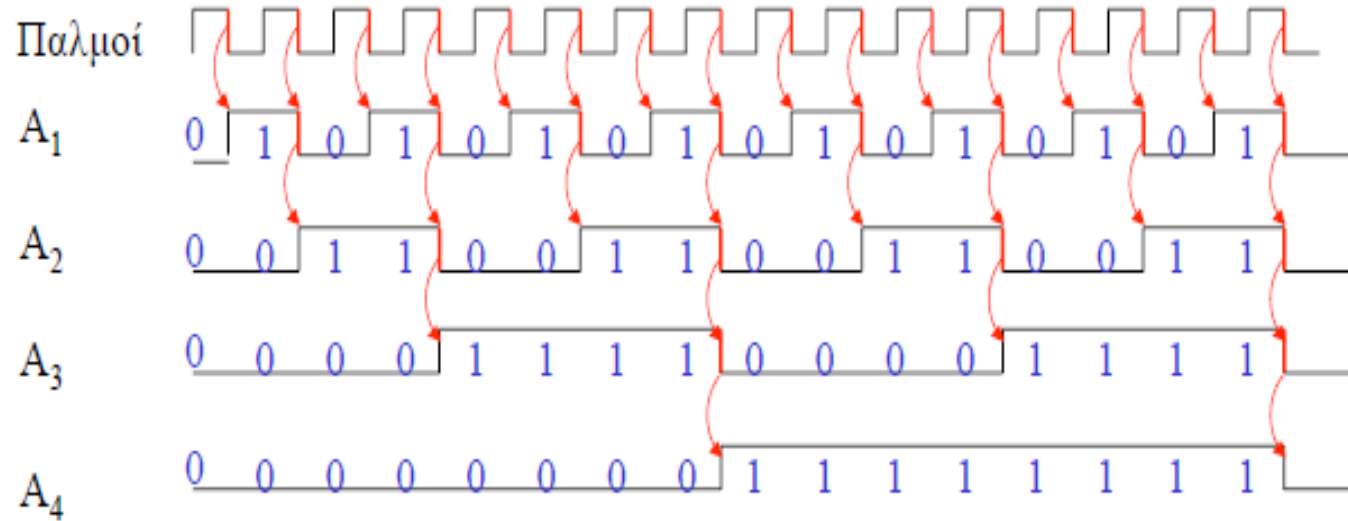


# Παράδειγμα μετρητή Ριπής

- Το λιγότερο σημαντικό bit  $A_0$  συμπληρώνεται σε κάθε παλμό μέτρησης.
- Κάθε φορά που το  $A_0$  μεταβαίνει από το 1 στο 0, συμπληρώνεται το  $A_1$ . Κάθε φορά που το  $A_1$  μεταβαίνει από το 1 στο 0, συμπληρώνεται το  $A_2$ .
- Και αυτό γίνεται για όσα bit έχει ο μετρητής.



# Παράδειγμα μετρητή Ριπής





# Δυαδικός μετρητής προς τα κάτω

- Ένας δυαδικός μετρητής που εκτελεί αντίστροφη μέτρηση λέγεται δυαδικός μετρητής προς τα κάτω (binary countdown counter).
- Το λιγότερο σημαντικό bit συμπληρώνεται με κάθε παλμό μέτρησης.
- Όλα τα flip-flop πυροδοτούνται με τη θετική ακμή του ρολογιού.



# Μετρητής Ριπής BCD

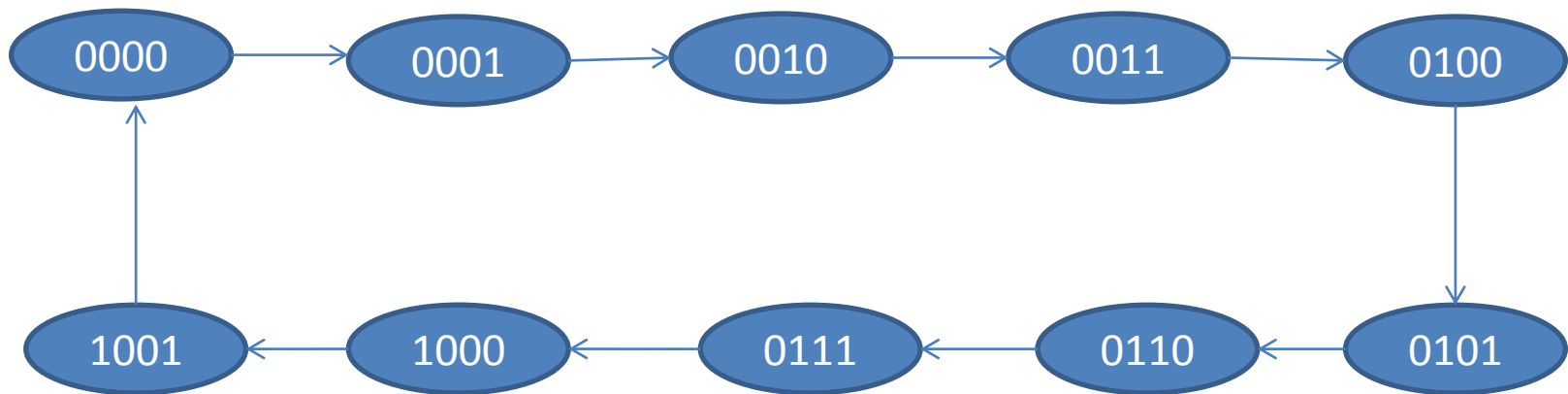
- Ένας δεκαδικός μετρητής παράγει σε δυαδική μορφή την ακολουθία των πρώτων δέκα φυσικών αριθμών.
- Ένας τέτοιος μετρητής πρέπει να έχει τουλάχιστον τέσσερα flip-flop.
- Η ακολουθία των καταστάσεων ενός δεκαδικού μετρητή υπαγορεύεται από το δυαδικό κώδικα που χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση του δεκαδικού ψηφίου.





# Μετρητής Ριπής BCD

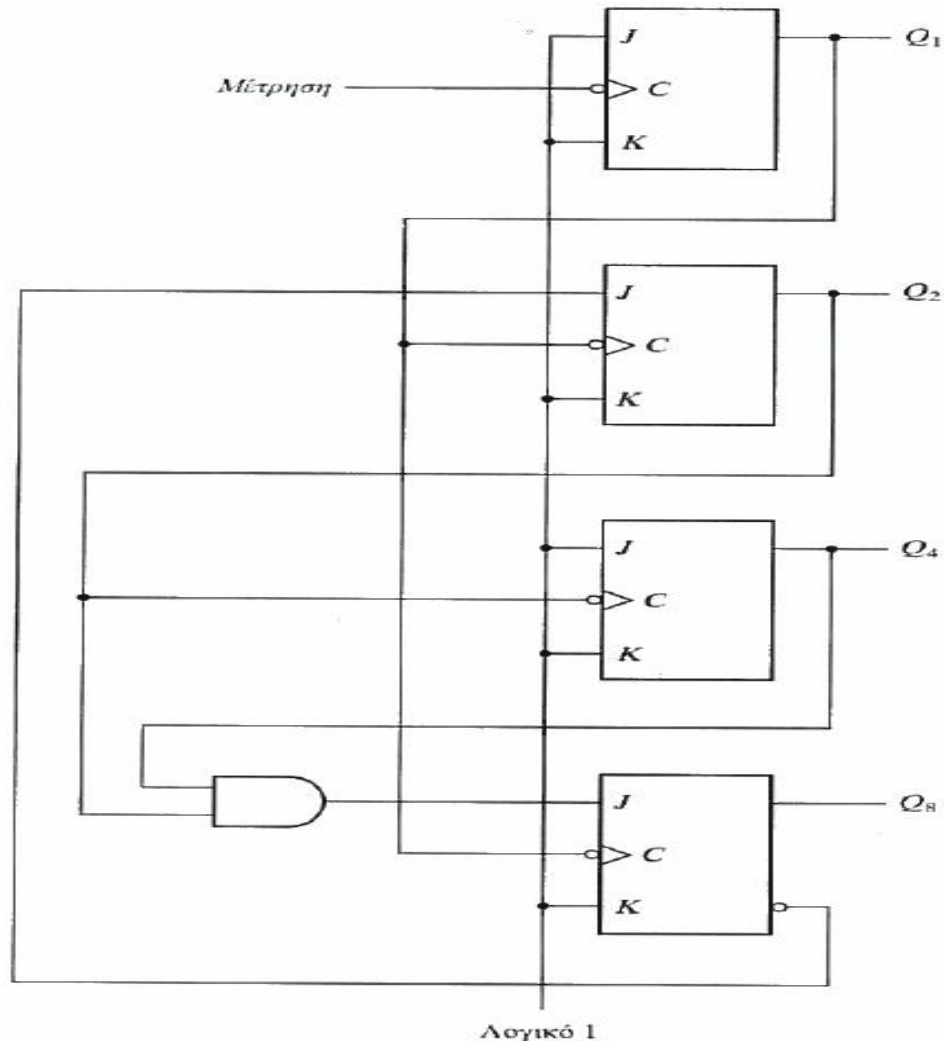
Εάν χρησιμοποιηθεί ο κώδικας BCD, η ακολουθία των καταστάσεων είναι η παρακάτω:





# Μετρητής Ριπής BCD

Το λογικό  
διάγραμμα  
ενός μετρητή  
ριπής BCD  
σχεδιασμένου  
με JK flip-flop.

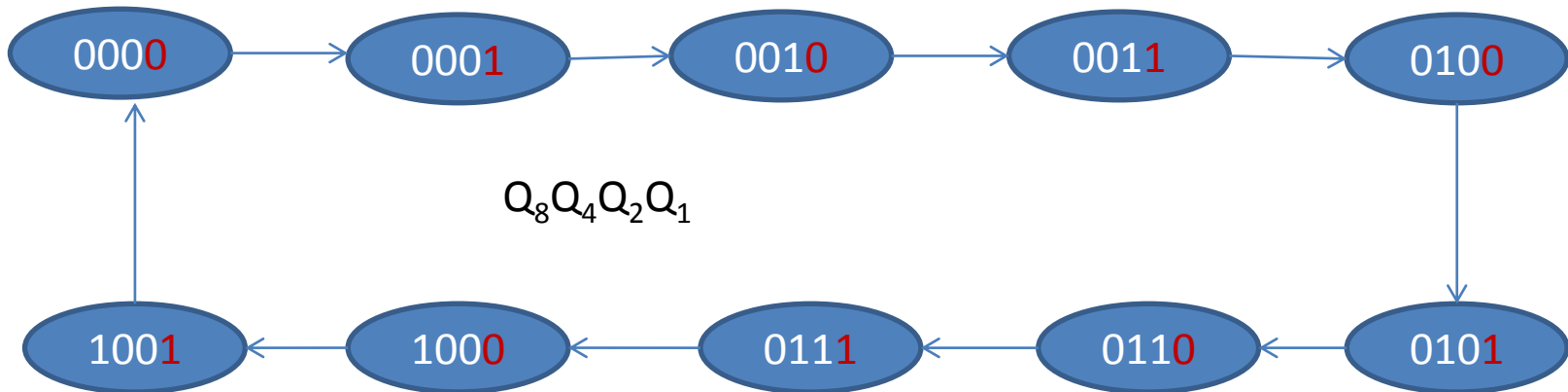




# Μετρητής Ριπής BCD

Το  $Q_1$  αντιστρέφεται πάντα με τον παλμό μέτρησης (θωρείται αρνητική ακμή)

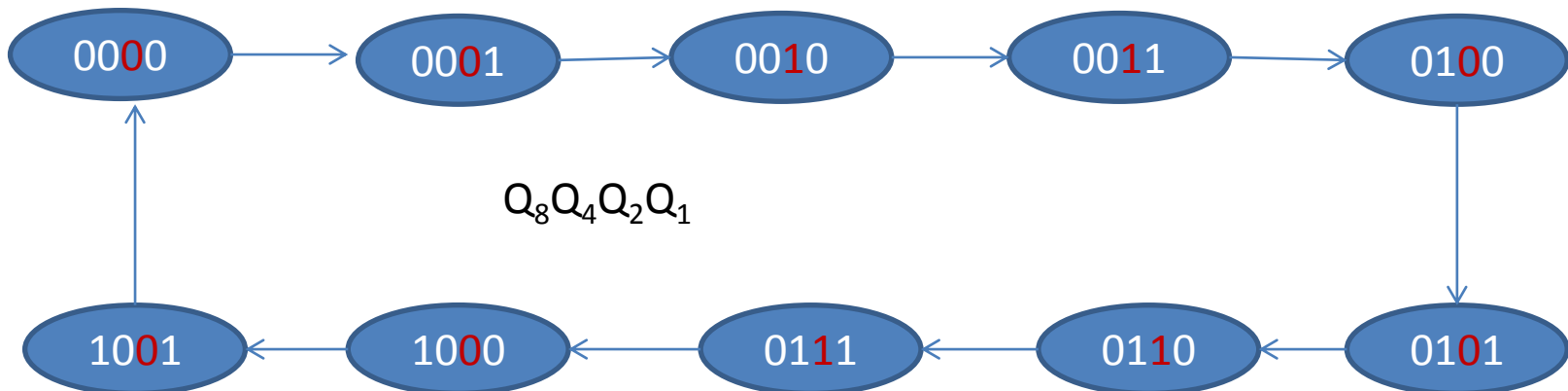
–  $J_1=1, K_1=1, CP_1=clk$





# Μετρητής Ριπής BCD

- Το  $Q_2$  αντιστρέφεται αν  $Q_8=0$  και μηδενίζεται όταν  $Q_8=1$  (με τον παλμό  $Q_1$ )
  - $J_2=Q_8'$ ,  $K_2=1$ ,  $CP_2=Q_1$





# Μετρητής Ριπής BCD

- Το  $Q_4$  αντιστρέφεται πάντα με τον παλμό  $Q_2$   
–  $J_4=1, K_4=1, CP_4=Q_2$
- Το  $Q_8$  αντιστρέφεται όταν  $Q_4Q_2=11$  με τον παλμό του  $Q_1$  (αλλιώς μηδενίζεται)  
–  $J_8=Q_4Q_2, K_8=1, CP_8=Q_1$



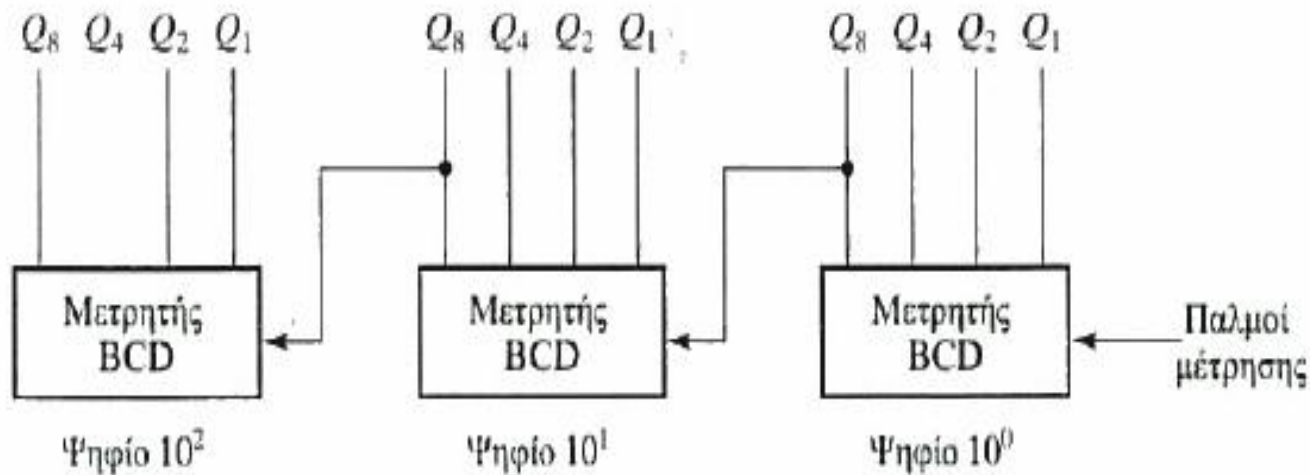
# Μετρητής Ριπής BCD

- Ο μετρητής BCD του προηγούμενου παραδείγματος είναι ένας μετρητής δεκαδικών ψηφίων.
- Για να μετρηθούν από το 0-99 χρειάζεται μετρητής δύο δεκαδικών ψηφίων.
- Από 0-999, χρειάζεται μετρητής τριών δεκαδικών ψηφίων.



# Μετρητής Ριπής BCD

Σχηματικό διάγραμμα δεκαδικού μετρητή BCD τριών δεκαδικών ψηφίων.





# Άσκηση 1

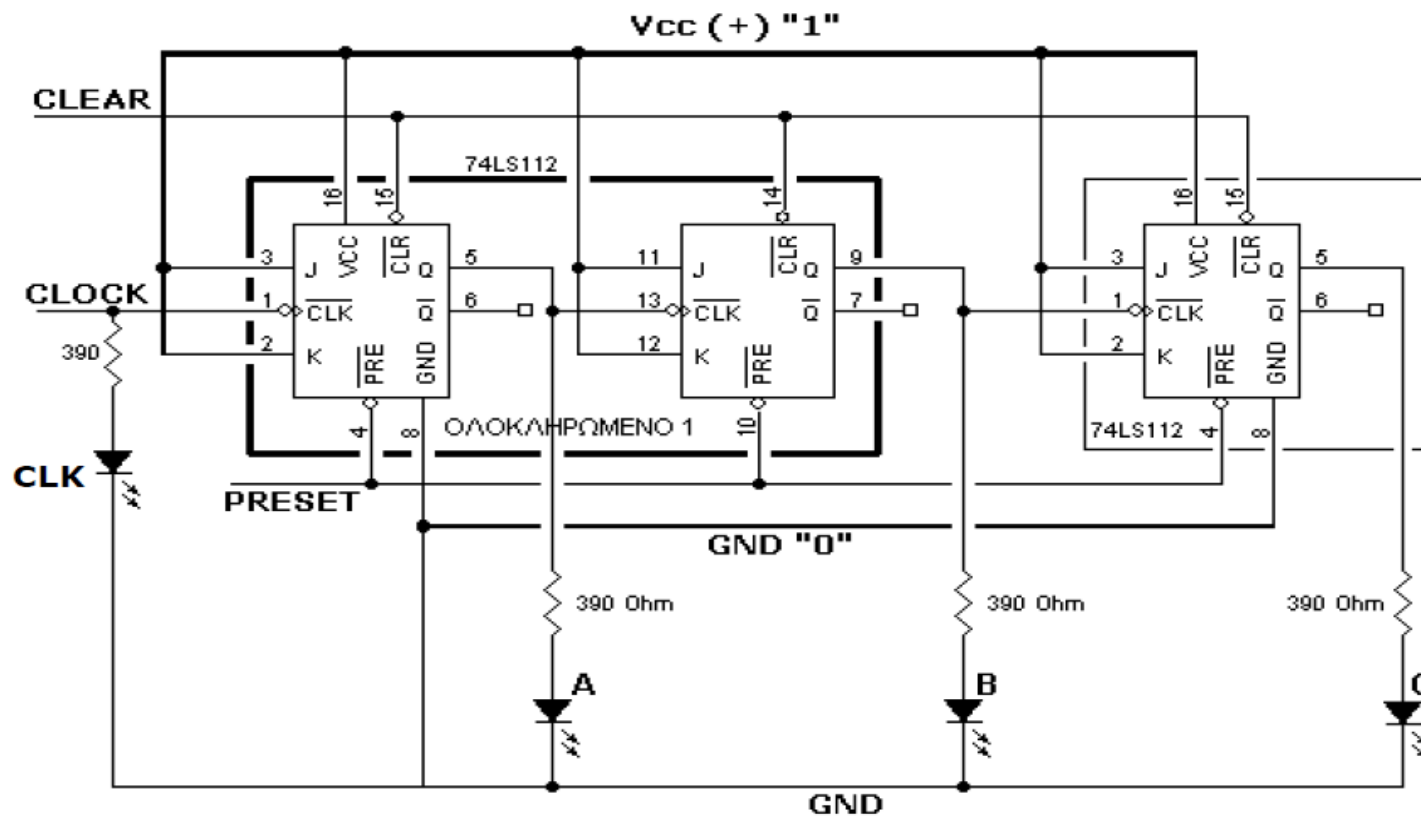
Δείξτε ότι ένας μετρητής ριπής BCD μπορεί να κατασκευαστεί με τη χρήση ενός 4-bit δυαδικού μετρητή ριπής με ασύγχρονο μηδενισμό (clear) και μιας πύλης NAND η οποία ανιχνεύει την εμφάνιση της μέτρησης 1010.





# Άσκηση 2

## Μετρητής Ριπής Mod-8





# Άσκηση 2

i. Συμπληρώστε τον πίνακα

Κατάσταση	Παλμοί ρολογιού	Έξοδοι			Δεκαδική Μέτρηση
		C	B	A	
1	0				
2	1				
3	2				
4	3				
5	4				
6	5				
7	6				
8	7				
"9"	8				
"10"	9				
"11"	10				



# Άσκηση 2

- ii. Περιγράψτε τις μετατροπές (αλλαγές, προσθήκες πυλών ή οτιδήποτε άλλο) θα κάνατε στο κύκλωμα του σχήματος ώστε να προκύψει ένας φθίνοντας μετρητής.



# Βιβλιογραφία

- Morris M. , Ciletti M. (1984). Ψηφιακή Σχεδίαση Με εισαγωγή στη Verilog HDL. Έκδοση 5<sup>η</sup> (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,6<sup>th</sup> ed, St. Paul, MN: Brooks/Cole.
- Φώτιος Βαρτζιώτης , Εργαστηριακές ασκήσεις ΤΕΙ Ηπείρου.



# 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

## Μετρητές Ριπής



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

