



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Ενότητα 5 : Ανάλυση κυκλώματος με D και JK FLIP-
FLOP

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 5: Ανάλυση κυκλώματος με D και JK FLIP-FLOP

Φώτιος Βαρτζιώτης
Καθηγητής Εφαρμογών
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



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

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



Περιεχόμενα ενότητας

- Ανάλυση Κυκλώματος με D flip-flop
- Άσκηση Ανάλυσης Κυκλώματος με D flip-flop
- Ανάλυση Κυκλώματος με JK flip-flop
- Άσκηση Ανάλυσης Κυκλώματος με JK flip-flop



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





Ανάλυση κυκλώματος με D flip-flop

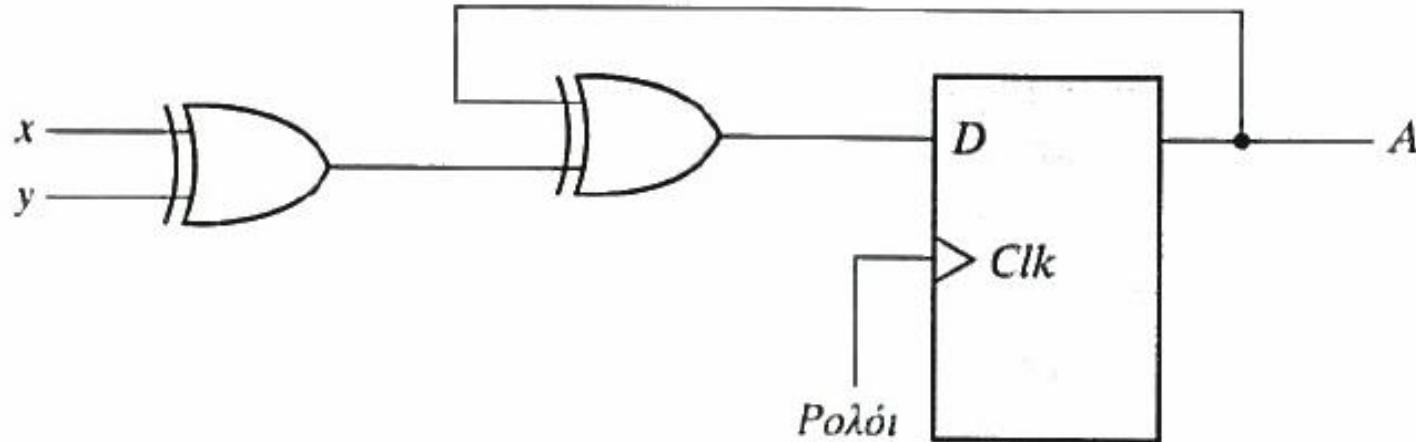
Έστω το κύκλωμα που περιγράφεται από την εξίσωση εισόδου:

$$D_A = A \oplus x \oplus y$$

- Το D_A υποδεικνύει D flip-flop με έξοδο A.
- Η έξοδος του κυκλώματος είναι η ίδια η έξοδος του flip-flop (εφόσον δεν δίνονται).



Ανάλυση κυκλώματος με D flip-flop



Το λογικό διάγραμμα του κυκλώματος όπως προκύπτει από την εξίσωση εισόδου.



Ανάλυση κυκλώματος με D flip-flop

Ο πίνακας καταστάσεων περιέχει:

- Την Παρούσα κατάσταση
- Τις εισόδους x, y
- Την επόμενη κατάσταση

Παρούσα κατάσταση	Είσοδοι	Επόμενη κατάσταση
A	$x \ y$	A
0	0 0	0
0	0 1	1
0	1 0	1
0	1 1	0
1	0 0	1
1	0 1	0
1	1 0	0
1	1 1	1



Ανάλυση κυκλώματος με D flip-flop

Η εξίσωση κατάστασης για τον υπολογισμό των επόμενων τιμών:

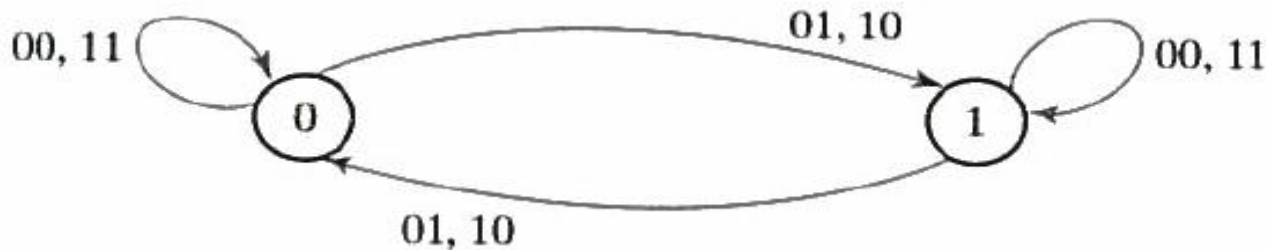
$$A(t + 1) = A \oplus x \oplus y$$

Η έκφραση στο δεξιό μέλος της εξίσωσης αυτής προσδιορίζει μία περιττή συνάρτηση, η οποία παίρνει τιμή 1 όταν μόνο μια μεταβλητή είναι 1 ή όταν και οι τρεις μεταβλητές είναι 1.



Ανάλυση κυκλώματος με D flip-flop

Το αντίστοιχο διάγραμμα καταστάσεων

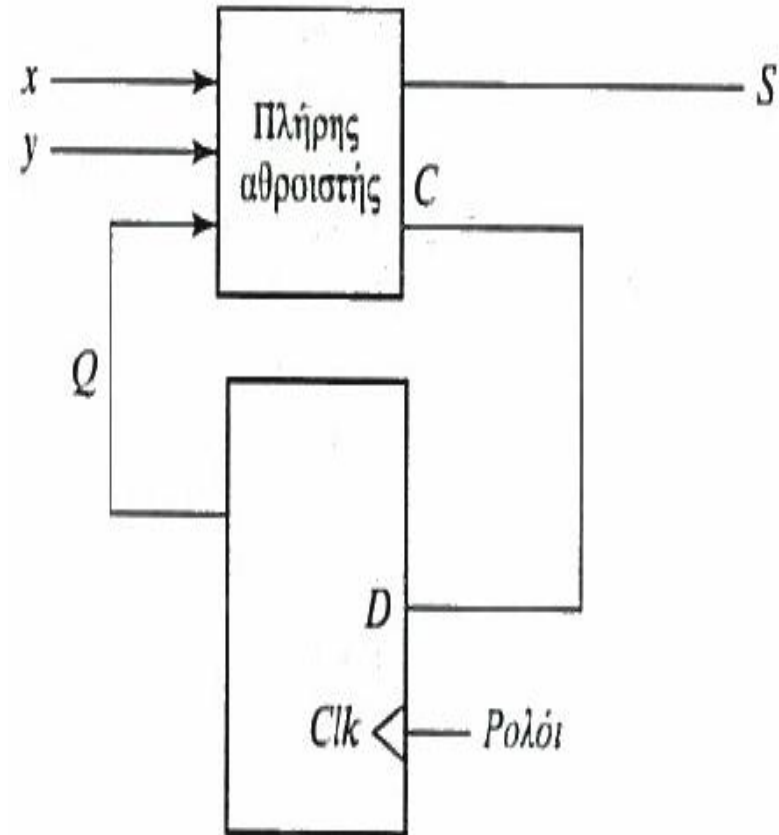


- Τόσο η παρούσα κατάσταση όσο και η έξοδος μπορούν να λάβουν μόνο τις τιμές 0 και 1
- Η κάθετος στα βέλη δεν είναι αναγκαία, επειδή δεν υπάρχει έξοδος του κυκλώματος που να προκύπτει από συνδυαστικό υποκύκλωμα



Άσκηση Ανάλυσης κυκλώματος με D flip-flop

Ένα ακολουθιακό κύκλωμα έχει ένα flip-flop Q , δύο εισόδους x και y και μια έξοδο S , με τον τρόπο που παρουσιάζεται στο διπλανό σχήμα.





Άσκηση Ανάλυσης κυκλώματος με D flip-flop

Το κύκλωμα περιλαμβάνει ένα κύκλωμα πλήρους αθροιστή το οποίο συνδέεται σε ένα D flip-flop

- Βρείτε τον πίνακα καταστάσεων και το διάγραμμα καταστάσεων



Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

Όταν χρησιμοποιείται flip-flop διαφορετικού τύπου, όπως JK ή T, εάν θέλουμε να υπολογίσουμε τις τιμές επόμενης κατάστασης, θα πρέπει να ανατρέξουμε στον αντίστοιχο χαρακτηριστικό πίνακα ή στην αντίστοιχη χαρακτηριστική εξίσωση.



Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

Οι τιμές επόμενης κατάστασης ενός ακολουθιακού κυκλώματος με JK ή T flip-flop υπολογίζονται ως εξής:

1. Προσδιορίζουμε τις εξισώσεις εισόδων των flip-flop.
2. Καταγράφουμε σε πίνακα όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των δυαδικών τιμών των ανεξάρτητων μεταβλητών των εξισώσεων εισόδων flip-flop.

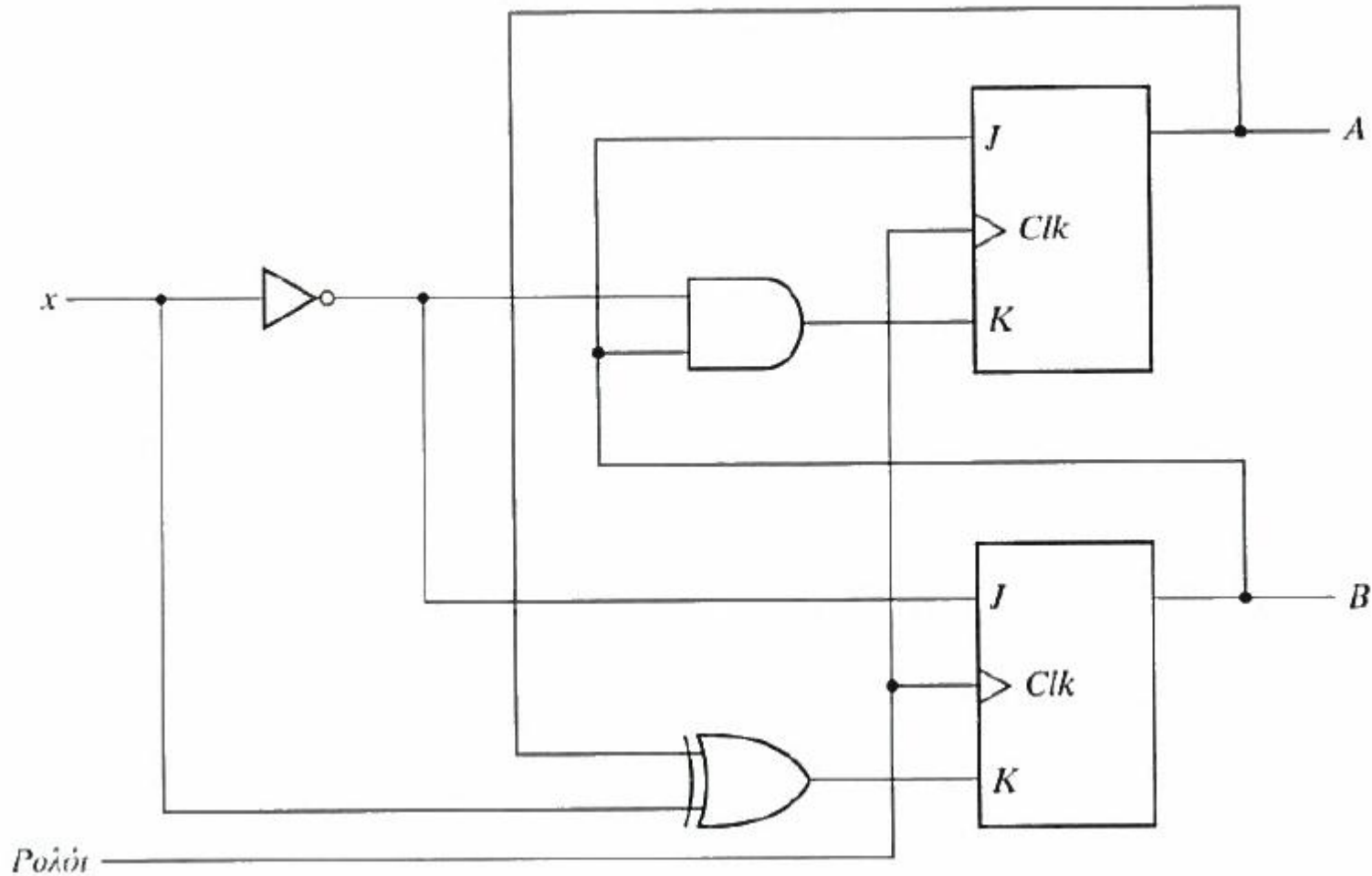


Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

3. Χρησιμοποιούμε τον αντίστοιχο χαρακτηριστικό πίνακα flip-flop για να προσδιορίσουμε τις τιμές επόμενης κατάστασης στον πίνακα καταστάσεων



Ακολουθιακό κύκλωμα με JK flip-flop





Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

Το ακολουθιακό κύκλωμα του προηγούμενου σχήματος:

- έχει δύο JK flip-flop, το A και B, και μια είσοδο x.
- δεν έχει εξόδους, άρα έξοδος του κυκλώματος είναι η έξοδος των flip-flop

- Εξισώσεις εισόδων: $J_A = B$ $K_A = Bx'$

$$J_B = x' \quad K_B = A'x + Ax' = A \oplus x$$



Πίνακας καταστάσεων για το ακολουθιακό κύκλωμα με JK flip-flop

Παρούσα κατάσταση		Είσοδος	Επόμενη κατάσταση		Είσοδοι flip-flop			
<i>A</i>	<i>B</i>		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>J_A</i>	<i>K_A</i>	<i>J_B</i>	<i>K_B</i>
0	0	0	0	1	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	1
0	1	0	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0



Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

Οι τιμές επόμενης κατάστασης μπορούν επίσης να εξαχθούν με την ακόλουθη διαδικασία:

- Προσδιορίζουμε τις εξισώσεις εισόδων των flip-flop, χρησιμοποιώντας ως ανεξάρτητες μεταβλητές την παρούσα κατάσταση και τις μεταβλητές εισόδου.



Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

- Αντικαθιστούμε τις ανεξάρτητες μεταβλητές της χαρακτηριστικής εξίσωσης κάθε flip- flop με τις τιμές των μεταβλητών αυτών που μας δίνουν οι εξισώσεις εισόδων αυτού του flip-flop, οπότε παίρνουμε τις εξισώσεις καταστάσεων του ακολουθιακού κυκλώματος.
- Χρησιμοποιούμε τις αντίστοιχες εξισώσεις καταστάσεων για να προσδιορίσουμε τις τιμές επόμενης κατάστασης, τις οποίες γράφουμε στον πίνακα καταστάσεων.



Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

Οι χαρακτηριστικές εξισώσεις των flip-flop του κυκλώματος που χρησιμοποιούμε είναι:

$$A(t + 1) = JA' + K'A$$

$$B(t + 1) = JB' + K'B$$

Αντικαθιστώντας τις τιμές J_A και K_A από τις εξισώσεις εισόδων, παίρνουμε την ακόλουθη εξίσωση κατάστασης για το A:

$$A(t + 1) = BA' + (Bx')'A = A'B + AB' + Ax$$



Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

Παρόμοια, η εξίσωση κατάστασης για το flip-flop B προκύπτει αν αντικαταστήσουμε κατάλληλα τις τιμές των J_B και J_A :

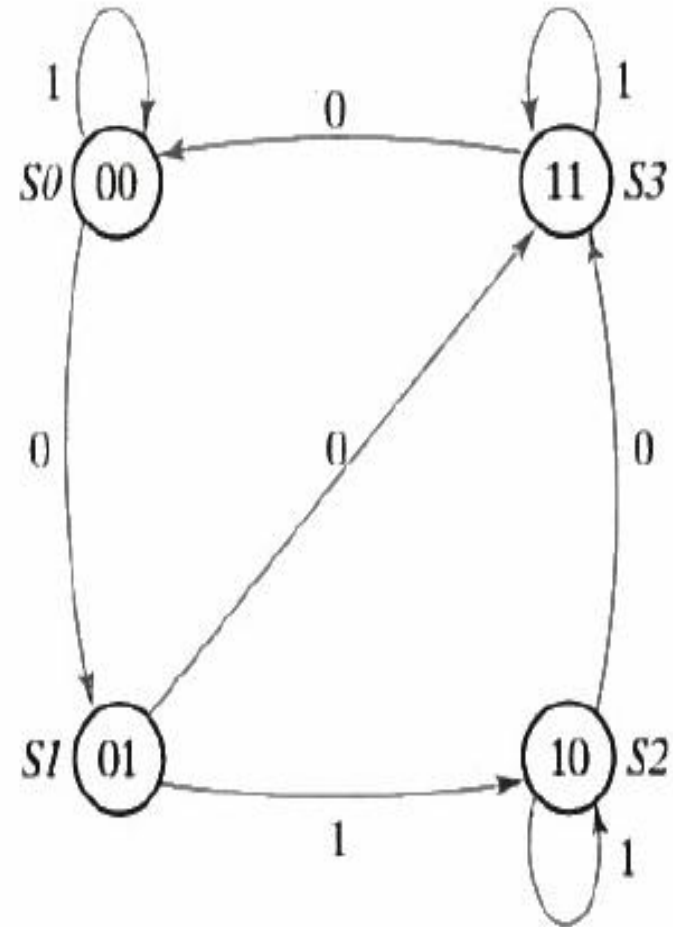
$$\begin{aligned} B(t + 1) &= x'B' + (A \oplus x)'B \\ &= B'x + ABx + A'Bx' \end{aligned}$$



Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

Το διάγραμμα καταστάσεων του ακολουθιακού κυκλώματος.

Το συνολικό κύκλωμα δεν έχει εξόδους οπότε δίπλα στα βέλη γράφουμε ένα μόνο δυαδικό αριθμό, ο οποίος δίνει την τιμή της εισόδου χ .





Άσκηση Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

Ένα ακολουθιακό κύκλωμα έχει δύο JK flip-flop, τα A και B, και μια είσοδο x. Το κύκλωμα περιγράφεται από τις ακόλουθες εξισώσεις εισόδων των flip-flop:

$$\begin{aligned} J_A &= x & K_A &= B \\ J_B &= x & K_B &= A' \end{aligned}$$



Άσκηση Ανάλυση κυκλώματος με JK flip-flop

- i. Βρείτε τις εξισώσεις καταστάσεων $A(t + 1)$ και $B(t + 1)$ αντικαθιστώντας τις μεταβλητές J και K με τις τιμές τους από τις προηγούμενες εξισώσεις εισόδων των flip-flop.
- ii. Σχεδιάστε το διάγραμμα καταστάσεων του κυκλώματος.



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 D και JK FLIP-FLOP



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης