



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ
ΠΑΡΟΧΗ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΜΑΝΑΡΙΔΗ ΒΕΝΙΑΜΙΝ ΑΛΕΞΙΟΥ

Επιβλέπων : Κουκούτσης Ηλίας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Απρίλιος 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΧΗ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΜΑΝΑΡΙΔΗ ΒΕΝΙΑΜΙΝ ΑΛΕΞΙΟΥ

Επιβλέπων : Κουκούτσης Ηλίας
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 1^η Απριλίου 2016.

.....
Ηλίας Κουκούτσης
Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Κωνσταντίνος Παπαοδυσσεύς
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....
Γεώργιος Καμπουράκης
Αναπλ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Απρίλιος 2016

.....

BENIAMIN ΑΛΕΞΙΟΣ ΜΑΝΑΡΙΔΗΣ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Μαναρίδης Βενιαμίν Αλέξιος, 2016

Copyright © Κουκούτσης Ηλίας, 2016

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς του συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

**Στους γονείς μου Αλέξανδρο και Μαρία-Σοφία
και στα αδέρφια μου Κωνσταντίνο και Κατερίνα**

Ευχαριστίες:

Φτάνοντας στο τέλος της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που με βοήθησαν και με στήριξαν όλον αυτό τον καιρό.

Κατ' αρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ηλία Κουκούτση, για την άριστη συνεργασία, καθοδήγηση και υποστήριξη του κατά την συγγραφή της διπλωματικής μου εργασίας. Πέρα από τις σημαντικές γνώσεις που μου μετέφερε στα προπτυχιακά μου χρόνια, μου έδωσε μία πραγματική ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα πολύ ενδιαφέρον και καίριο ζήτημα, τη μαθησιακή διαδικασία.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον φίλο και συνάδελφο μου Μιχάλη Καλλούδη, για τη βοήθεια και την καθοδήγηση του που ήταν υπερπολύτιμη.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Μαρία Σοφία Κοσμίδου και Αλέξανδρο Μαναρίδη καθώς και την εκλεκτή φίλη μου Μαρουσώ Χαλκιαδάκη, όλοι εκπαιδευτικοί, που βελτίωσαν με τις υποδείξεις τους την παρούσα διπλωματική εργασία.

Τέλος, δεν θα μπορούσα να μην ευχαριστήσω όλη την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υποστήριξη τους σ' όλα τα φοιτητικά μου χρόνια.

Περίληψη

Στη παρούσα εργασία, συνεχίστηκε η εξέταση μιας μορφής διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας, η οποία ακολουθείται από το μυαλό των έμπειρων εκπαιδευτικών, προκειμένου να μεταδοθεί προς ένα ακροατήριο-στόχο με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά η πληροφορία κάποιου γνωστικού αντικειμένου. Το διάγραμμα αυτό βασίζεται στον καθορισμό κατάλληλων διαδοχικών υποστόχων/γνωστικών υποαντικειμένων, η σταδιακή κατανόηση και κατάκτηση των οποίων επιτρέπει στα μέλη του ακροατηρίου-στόχου μια ακολουθία διαδοχικών, μικρότερης εμπνευσιακής απόστασης βημάτων και επομένως ευκολότερα επιτεύξιμων, μέχρι την κατανόηση και επίτευξη του τελικού γνωστικού στόχου/αντικειμένου. Κατ' αρχήν εξετάστηκε με μεγαλύτερη ανάλυση τόσο η χρονική ακολουθία με την οποία παρέχονται στο ακροατήριο-στόχο οι διαδοχικοί υποστόχοι και η τμηματοποίηση της συνολικής αναγκαίας πληροφορίας για την επίτευξη του τελικού στόχου/γνωστικού αντικειμένου που προκύπτει με βάση τους προσδιορισθέντες υποστόχους και τον σκοπό των επί μέρους υποτμημάτων της πληροφορίας. Η συνολική αναγκαία πληροφορία, με τον τρόπο αυτό, τμηματοποιείται με βάση το αν είναι αναγκαία για την αρχική επίτευξη του γνωστικού και εμπνευσιακού άλματος προς τον υποστόχο, ή αν αποσκοπεί στην ορθότερη ή πληρέστερη εργασία στον εκάστοτε υποστόχο/γνωστικό υποαντικείμενο, ή αν αποσκοπεί στην εξάσκηση στο συγκεκριμένο υποαντικείμενο και την εμπέδωση της σχετικής πληροφορίας, ή, τελικά, αν αποσκοπεί στην εξέταση της κατανόησης του γνωστικού αυτού υποαντικειμένου και την δυνατότητα ορθής εργασίας σε αυτό.

Η ακολουθία διαδοχικών υποστόχων και η σχετική τμηματοποίηση της πληροφορίας παριστάνονται με μία μορφή διαγράμματος, ώστε να είναι ευκολότερα αντιλήψιμη, και επομένως οργανώσιμη, από το μυαλό του παραγωγού ή/και παρόχου της πληροφορίας προς το ακροατήριο-στόχο. Το διάγραμμα αυτό χρησιμοποιείται επίσης για την σχετική, κατάλληλη οργάνωση της τμηματοποιημένης πληροφορίας σε ειδική βάση δεδομένων και την, κατά το δυνατόν αυτόματα, σύνθεση αντίστοιχου εκπαιδευτικού υλικού, όπως σημειώσεις, διαφάνειες για τις διαλέξεις, ασκήσεις για την επανάληψη και την εμπέδωση του υλικού εκ μέρους των μελών του ακροατηρίου-στόχου και για υλικό για την εξέταση της κατανόησης της σχετικής ύλης και της εξοικείωσης με αυτήν.

Ως βάση για την προαναφερθείσα εξέταση και ανάπτυξη των εσωτερικών δομών του προτεινόμενου διαγράμματος χρησιμοποιήθηκαν κατ' αρχήν τρία συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα, αναγκαία για την επιστημονική κατάρτιση των φοιτητών της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ στο τομέα της σχεδίασης πολύπλοκων ψηφιακών συστημάτων. Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια αφαίρεσης της μεθοδολογίας και εξέτασης του εάν το προκύπτον διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας είναι κατάλληλο για την περιγραφή άλλων, γενικότερων εκπαιδευτικών αντικειμένων και, εν γένει, για την περιγραφή γενικότερων θεματικών αντικειμένων και την παραγωγή γενικού τύπου πληροφοριακού υλικού. Πέραν του διαγράμματος, εξετάστηκε ακόμα η δυνατότητα χρήσης ειδικής ψευδογλώσσας για την αντίστοιχη περιγραφή των υποστόχων/γνωστικών υποαντικειμένων και της σχετικής τμηματοποιημένης πληροφορίας.

Λέξεις Κλειδιά: «εκπαιδευτική διαδικασία μεταφοράς πληροφορίας, ακροατήριο-στόχος, διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας, τμηματοποίηση διαδικασίας και πληροφορίας προς μετάδοση σε ακροατήριο-στόχο, εργαλεία υποστήριξης εκπαιδευτικών διαδικασιών»

Abstract

In this work, a form of information transfer diagram, which is used by the experienced educators in order to effectively convey information on a specific subject to a target audience of certain given characteristics, is further explored. This diagram is based on the determination of proper sequential subtargets (i.e. knowledge subthemes), which can be sequentially achieved, so that a final target (i.e. target knowledge theme) can be gradually accomplished. This diagram can in fact model several scenarios, pertaining to different sequences of information transfer. These scenarios can actually be inferred from the proposed diagram, according to a number of criteria that are usually used in the educational process, such as the depth and scope of the information to be conveyed, the knowledge base and the capabilities of the target audience, possible time restrictions for the corresponding course, etc. Moreover, the same diagram can effectively contain and keep organized all educational and general material, related to the target knowledge theme, that has to be provided to the target audience. The information to be conveyed is further divided into subparts in a novel way, according to the corresponding necessity of it: Information needed for the first understanding of a subtarget, information necessary for working properly in the thematic area of the subtarget, additional information for working efficiently in the same area, information and exercises for the consolidation of the corresponding knowledge, and finally information for testing the final outcome of the educational procedure (quizzes, tests, exams, et.al.). Accordingly, the proposed diagram is properly augmented (and supported by a special for of database), so that it can accommodate the aforementioned division of information.

Furthermore, the development of a software tool, suitable for supporting authors (i.e. educators who want to produce and convey information on a subject) has been actually proposed and initially examined. A further possibility for developing a pseudo-language for the same purpose has also been examined. The proposed methodologies and (virtual forms of) the corresponding software tools have been initially used in a number of educational subjects, suitable for the students of the Faculty of Electrical and Computed Engineering of the National Technical University of Athens. The initial results have been satisfactory indeed, and it is expected that the final form of the material produced in this way will be eventually distributed to the students of the Faculty.

Finally, the generalization of the complete methodology and the corresponding software tools, so that they can be used in the production and provision of more general e-content, has been initially confirmed.

Keywords: «educational procedures, target audiences, diagram of information transfer, partitioning of educational information, software tools for supporting educational procedures»

Πίνακας περιεχομένων

<i>Ευχαριστίες:</i>	7
<i>Περίληψη</i>	9
<i>Abstract</i>	11
<i>1^ο Κεφάλαιο: Εισαγωγή</i>	17
<i>2^ο Κεφάλαιο: Προσκήνιο της Ερευνητικής και Αναπτυξιακής Δραστηριότητας στο Συγκεκριμένο Τομέα Διεθνώς</i>	21
2.1 Επισκόπηση της πραγματοποιηθείσας ερευνητικής εργασίας στον συγκεκριμένο τομέα διεθνώς (State of art)	21
2.1.1 Coursera.....	22
2.1.2 Εκμάθηση σε συνεργασία με υπολογιστή – Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL).....	23
2.1.3 Γλώσσα εκπαιδευτικής μοντελοποίησης – Educational Modelling Language (EML)	25
2.1.4 Σύστημα Διαχείρισης Δραστηριοτήτων Μάθησης – Learning Activity Management System (LAMS)	27
2.1.5 IMS – LD (IMS – Learning Design).....	28
2.1.6 Moodle.....	29
2.1.7 EduWeaver	30
2.2 Σχέση των υπάρχουσών εργασιών και παρουσιασθεισών εργασιών με την προτεινόμενη εργασία	31
<i>3^ο Κεφάλαιο: Η Διαδικασία Μεταφοράς Πληροφορίας</i>	33
3.1 Λεκτική περιγραφή: Το προφανές μοντέλο των διδασκόντων: Βάσεις, γενικές γνώσεις – Ενδιάμεσοι στόχοι, συγχρονισμός υποστόχων, εναλλακτικές διαδρομές	34
3.2 Τρόπος προσδιορισμού των ενδιάμεσων στόχων και της πληροφορίας που είναι αναγκαία για τον επίτευξη αυτών	38
3.3 Διαφοροποίηση πληροφορίας που έχει σχέση με την επίτευξη ενός υποστόχου	39
3.4 Δυνατότητα παράστασης της πληροφορίας με κατάλληλο διάγραμμα	41
3.5 Δυνατότητα τμηματοποίησης του υλικού	41
3.6 Χρήση της μεθοδολογίας και των σχετικών εργαλείων για την παραγωγή καλύτερης ποιότητας περιεχομένου	42

4^ο Κεφάλαιο: Το Διάγραμμα Μεταφοράς της Πληροφορίας – Προσαρτημένο Υλικό – Εναλλακτικές Παραστάσεις Μεταφοράς της Πληροφορίας.....	45
4.1 Θεματικές περιοχές που χρησιμοποιήθηκαν για την εξεύρεση και ανάλυση των δομών του διαγράμματος.....	45
4.2 Περιγραφή του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας και γνώσης και των δομικών τους στοιχείων	47
4.3 Περισσότερα για τις εναλλακτικές διαδρομές	49
4.3.1 Εναλλακτικές Διαδρομές ανάλογα με το επιθυμητή εμβάθυνση της γνώσης.....	49
4.3.2 Εναλλακτικές Διαδρομές σύμφωνα με την χρονική διάρκεια	51
4.3.3 Εναλλακτικές διαδρομές ανάλογα με το προφίλ του ακροατηρίου	52
4.4 Δυνατότητα διαφοροποίησης του περιεχομένου ενός μαθήματος ή θεματικής ενότητας με τους τρόπους που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 3 – Σχετικές Δομές.....	53
4.5 Η έννοια του υποδιαγράμματος για την ανάπτυξη ευρύτερου και ογκωδέστερου περιεχομένου	55
4.6 Αναζήτηση τρόπων κατασκευής του διαγράμματος με έτοιμο ή ειδικά κατασκευασμένο λογισμικό	56
4.7 Τρόπος προσάρτησης υλικού στο διάγραμμα	57
4.8 Αναζήτηση ψευδογλώσσας για την παραγωγή περιεχομένου – Αντιστοίχιση με το διάγραμμα	58
4.9 Αυτόματη σύνθεση περιεχομένου από το διάγραμμα ή την ψευδογλώσσα	60
5^ο Κεφάλαιο: Περιοχές Εφαρμογής της Μεθοδολογίας.....	63
5.0 Ένθετος κατάλογος αναφοράς και επεξήγηση ειδικών σχημάτων και δομών του διαγράμματος.....	63
5.1 Βελτίωση σχεδίασης φυσικών πυλών CMOS-VLSI με τη μέθοδο των ταιριασμένων μονοπατιών Euler.....	66
5.1.1 Λίγα λόγια για την μέθοδο βελτίωσης σχεδίασης πυλών CMOS με χρήση μονοπατιών Euler.....	66
5.1.2 Το διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας για την μέθοδο μονοπατιών Euler.....	67
5.1.3 Μία πρώτη εικονική εκτέλεση του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας της μεθοδολογίας μονοπατιών Euler.....	78
5.2 Σχεδίαση στο RTL level και διαγράμματα ASM – ASMD	80
5.2.1 Λίγα λόγια για τα διαγράμματα ASM.....	80

5.2.2 Διάγραμμα μεταφοράς της πληροφορίας για την σχεδίαση σε RTL επίπεδο με χρήση διαγραμμάτων ASM-ASMD.....	81
5.2.3 Μία πρώτη εικονική εκτέλεση του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας για τη σχεδίαση σε RTL επίπεδο με διαγράμματα ASM-ASMD.....	93
5.2.4 Πληρότητα επιλεγμένου υλικού μελέτης.....	99
5.3 Verilog για ψηφιακή σχεδίαση.....	100
5.3.1 Λίγα λόγια για την γλώσσα περιγραφής υλικού (HDL)	100
5.3.2 Διαγράμματα μεταφοράς της πληροφορίας για την εκμάθηση της γλώσσας περιγραφής υλικού Verilog HDL.....	101
5.3.2.1 1 ^ο διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας για την εκμάθηση της γλώσσας Verilog	102
5.3.2.2 2 ^ο Διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας για την εκμάθηση της γλώσσας Verilog (μέσω παραδειγμάτων).....	107
5.3.3 Μια πρώτη εικονική εκτέλεση του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας για την εκμάθηση της Verilog.....	117
6^ο Κεφάλαιο: Αποτελέσματα - Προτάσεις για Συνέχιση της Εργασίας	121
6.1 Αποτελέσματα της παρούσης εργασίας	121
6.2 Προτάσεις για την συνέχιση της εργασίας	123
7^ο Κεφάλαιο: Αναφορές.....	125

1

1^ο Κεφάλαιο: Εισαγωγή

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται περαιτέρω η δυνατότητα κατασκευής ενός αναλυτικού διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας (πρώτη εξέταση της οποίας έγινε στην εργασία [8]), το οποίο ακολουθείται από το μυαλό των έμπειρων εκπαιδευτικών, προκειμένου να μεταδοθεί προς ένα ακροατήριο-στόχο με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, η πληροφορία κάποιου γνωσσιακού αντικειμένου. Το διάγραμμα αυτό βασίζεται στον καθορισμό κατάλληλων διαδοχικών υποστόχων/γνωσσιακών υποαντικειμένων, η σταδιακή κατανόηση και κατάκτηση των οποίων επιτρέπει στα μέλη του ακροατηρίου-στόχου μια ακολουθία διαδοχικών, μικρότερης εμπνευσιακής απόστασης βημάτων και επομένως ευκολότερα επιτεύξιμων, μέχρι την κατανόηση και επίτευξη του τελικού γνωσσιακού στόχου/αντικειμένου.

Στο διάγραμμα αυτό, η ακολουθία διαδοχικών υποστόχων και η σχετική τμηματοποίηση της πληροφορίας παριστάνονται με τρόπο, ώστε να είναι ευκολότερα αντιλήψιμη, και επομένως οργανώσιμη, από το μυαλό του παραγωγού ή/και παρόχου της πληροφορίας προς το ακροατήριο-στόχο. Το διάγραμμα αυτό χρησιμοποιείται επίσης για την σχετική, κατάλληλη οργάνωση της τμηματοποιημένης πληροφορίας σε ειδική βάση δεδομένων και την, κατά το δυνατόν αυτόματα, σύνθεση αντίστοιχου εκπαιδευτικού υλικού, όπως σημειώσεις, διαφάνειες για τις διαλέξεις, ασκήσεις για την επανάληψη και την εμπέδωση του υλικού εκ μέρους των μελών του ακροατηρίου-στόχου και για υλικό για την εξέταση της κατανόησης της σχετικής ύλης και της εξοικείωσης με αυτήν.

Σκοποί της συνολικής παρούσας εργασίας είναι οι έξης:

- Η περιγραφή της διαδικασίας των ενδιάμεσων υποστόχων/γνωσσιακών αντικειμένων και της σχετικής τμηματοποιημένης πληροφορίας με γραφικό τρόπο που είναι εύκολα αντιληψίμος και οργανώσιμος από το μυαλό του παραγωγού/παρόχου της πληροφορίας αυτής. Για το σκοπό αυτό εξετάζεται αναλυτικά η δυνατότητα χρήσης ειδικού γνωσσιακού και πληροφοριακού διαγράμματος και της κατασκευής σχετικού υπολογιστικού εργαλείου.
- Η κατάλληλη οργάνωση του συνόλου της σχετικής πληροφορίας με βάση το προαναφερθέν διάγραμμα. Η πληροφορία αυτή πρέπει να περιλαμβάνει και το επιθυμητό εκπαιδευτικό υλικό που πρέπει τελικά να δοθεί προς το ακροατήριο-στόχο της όλης διαδικασίας.
- Η προαναφερθείσα οργάνωση της πληροφορίας πρέπει να επιτρέπει την διαφοροποίηση της διαδικασίας και του προς παραγωγή υλικού με βάση

κριτήρια, όπως το ήδη επιτευχθέν γνωσιακό προφίλ του ακροατηρίου-στόχου, το επιθυμητό βάθος και πλάτος της προς μετάδοση πληροφορίας, τους αναγκαίους χρονικούς περιορισμούς για το σύνολο της διαδικασίας κ.ά.

- Η γενίκευση της διαδικασίας που ακολουθείται στην εκπαίδευση σε περιπτώσεις σύνθεσης γενικότερου πληροφοριακού υλικού (e-content).

Η δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ακόλουθη:

Το Κεφάλαιο 1 είναι η παρούσα εισαγωγή.

Στο Κεφάλαιο 2 εξετάζεται το διεθνές προσκήνιο της ερευνητικής και αναπτυξιακής δραστηριότητας στο θεματικό αντικείμενο της παρούσης εργασίας. Σκοπός της εξέτασης αυτής αποτελεί και η εύρεση εμπορικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται για την υποβοήθηση της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Στο Κεφάλαιο 3 παρατίθεται μία περαιτέρω ανάλυση της διαδικασίας μεταφοράς εκπαιδευτικής πληροφορίας που ακολουθείται από τους έμπειρους εκπαιδευτικούς. Η παρουσιαζόμενη ανάλυση έχει γίνει από μία ομάδα εργασίας, στην οποία ανήκει και ο συγγραφέας της παρούσης εργασίας και η οποία περιλαμβάνει καθηγητές της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ με σημαντική εκπαιδευτική εμπειρία, καθώς και άλλους έμπειρους εκπαιδευτικούς.

Στο Κεφάλαιο 4 εξετάζεται περαιτέρω το διάγραμμα μεταφοράς της πληροφορίας, το οποίο εισήχθη αρχικά στην εργασία [8]. Στο Κεφάλαιο αυτό γίνεται περαιτέρω ανάπτυξη και ανάλυση των αναγκαίων δομικών στοιχείων του διαγράμματος, των τρόπων διαφοροποίησης της ροής πληροφορίας που το διάγραμμα παριστάνει, με βάση κριτήρια όπως: το ήδη επιτευχθέν γνωσιακό προφίλ του ακροατηρίου-στόχου, το επιθυμητό βάθος και πλάτος της προς μετάδοση πληροφορίας, τους αναγκαίους χρονικούς περιορισμούς για το σύνολο της διαδικασίας κ.ά. Εξετάζεται δε η κατασκευή εργαλείων λογισμικού, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον παραγωγό/πάροχο της πληροφορίας για την κατασκευή του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας και τον χειρισμό του συνόλου του κατάλληλα τμηματοποιημένου υλικού που πρέπει να παρασχεθεί στους αποδέκτες της πληροφορίας (σημειώσεις, ασκήσεις, εξεταστικό υλικό κ.τ.λ.). Εξετάζεται, ακόμα, η εισαγωγή κατάλληλης ψευδογλώσσας για την εναλλακτική περιγραφή της διαδικασίας μεταφοράς πληροφορίας, καθώς και η δυνατότητα γενίκευσης της μεθοδολογίας σε ευρύτερα, όχι απαραίτητα εκπαιδευτικά, γνωστικά αντικείμενα.

Στο Κεφάλαιο 5 γίνεται πραγματική εφαρμογή της μεθοδολογίας και της κατασκευής πρώτων εκδοχών του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας στις ακόλουθες γνωστικές περιοχές: (i) Μέθοδος βελτίωσης της σχεδίασης φυσικών πυλών CMOS με τα μονοπάτια Euler (ii) Σχεδίαση Ψηφιακών Συστημάτων σε RTL επίπεδο με χρήση διαγραμμάτων ASM-ASMD (iii) Εκμάθηση της γλώσσας περιγραφής υλικού (HDL) Verilog. Προφανώς δεν ήταν δυνατόν να ολοκληρωθεί η πλήρης ανάπτυξη των τελικών μορφών των διαγραμμάτων των περιοχών αυτών, του συνόλου της προσαρτημένης στα διαγράμματα πληροφορίας και του συνόλου του σχετικού εκπαιδευτικού υλικού στον σχετικά σύντομο χρόνο εκτέλεσης μια διπλωματικής εργασίας. Παρ' όλα αυτά έγινε προσπάθεια, στο βαθμό ολοκλήρωσης που ήταν δυνατός, ανάπτυξης του πλέον υψηλού επιπέδου περιγραφής των διαδικασιών και της σχετικής προσαρτημένης πληροφορίας.

Το αποτέλεσμα της συγκεκριμένης εργασίας αποτελεί ουσιαστική και πραγματική βάση για την συνέχιση της παραγωγής των σχετικών διαγραμμάτων και της σχετικής πληροφορίας και υλικού, με τελικό σκοπό την παροχή και αποτελεσματική συντήρηση και ανανέωση σημειώσεων προς τους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ στα προαναφερθέντα αντικείμενα.

Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζονται συνολικά και συνοπτικά τα αποτελέσματα της εργασίας και γίνονται προτάσεις για την συνέχιση της παρούσης εργασίας (η οποία έχει ήδη ξεκινήσει).

Τέλος, στο Κεφάλαιο 7 παρατίθενται οι βιβλιογραφικές και ευρύτερες αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

2

2^ο Κεφάλαιο: Προσκήνιο της Ερευνητικής και Αναπτυξιακής Δραστηριότητας στο Συγκεκριμένο Τομέα Διεθνώς

2.1 Επισκόπηση της πραγματοποιηθείσας ερευνητικής εργασίας στον συγκεκριμένο τομέα διεθνώς (State of art)

Από μία αρκετά εκτεταμένη αναζήτηση στην έρευνα και ανάπτυξη που έχουν άμεση σχέση με την συγκεκριμένη διπλωματική εργασία, ο συγγραφέας (και η ομάδα εργασίας) βρήκαν μικρό αριθμό σχετικών εργασιών. Πιο συγκεκριμένα, στον τομέα της μεταφοράς πληροφορίας από άνθρωπο σε άνθρωπο παρ' όλο που έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές εργασίες, οι περισσότερες αναλώνονται σε θεωρητικές αναλύσεις και δεν έχουν ως απτό αποτέλεσμα συγκεκριμένες πρακτικές εφαρμογές. Σχεδόν όλες, οι προσπάθειες σε αυτόν τον τομέα αφορούν κυρίως την διαδικασία της εκπαίδευσης, από την πρωτοβάθμια έως την ακαδημαϊκή, και ελάχιστα την γενική διαδικασία μεταφοράς πληροφορίας, όπως για παράδειγμα την επιμόρφωση επαγγελματιών σε μία νέα τεχνολογία ή την δια βίου εκπαίδευση.

Ο συγγραφέας και η ομάδα εργασίας, τουλάχιστον μέχρι την στιγμή αυτή, δεν βρήκαν στον τομέα δημιουργίας υλικού (content creation), εργασίες που θα μπορούσαν να βοηθήσουν καθοριστικά την προτεινόμενη έρευνα. Η διαδικασία δημιουργίας υλικού, η οποία είναι σχεδιασμένη και διαμορφωμένη σύμφωνα με τις ανάγκες του εκάστοτε εκπαιδευτικού ή/και του αποδέκτη της πληροφορίας, είναι πράγματι ένας πρωτοποριακός κλάδος.

Επομένως, η μελέτη του διεθνούς προσκηνίου και έρευνας στο τομέα αυτό ήταν πραγματικά δύσκολη και ιδιαίτερος χρονοβόρα. Ωστόσο βρέθηκε, ότι υπάρχουν κάποια παραδείγματα εφαρμογών και έρευνας πάνω στην διαδικασία και στην υποβοήθηση των εκπαιδευτικών, κυρίως, δραστηριοτήτων. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις συστημάτων, συγγενικών με την παρούσα εργασία, ακολουθούν στα επόμενα.





2.1.1 Coursera

Η Coursera είναι μια κερδοσκοπική τεχνολογική εταιρία, η οποία προσφέρει ανοιχτά online μαθήματα πανεπιστημιακού επιπέδου. Η Coursera συνεργάζεται με κορυφαία πανεπιστήμια και οργανισμούς σε όλο τον κόσμο, έτσι ώστε να κάνει κάποια από τα μαθήματα τους διαθέσιμα στο διαδίκτυο. Τα θέματα των μαθημάτων που προσφέρει η εταιρία είναι φυσικής, μηχανικής, οικονομικών, επιστήμης των υπολογιστών, επιστήμης δεδομένων κ.α. Επιπροσθέτως πέρα από γενικής γνώσεως μαθήματα, παρέχονται μαθήματα ειδίκευσης που αποσκοπούν σε επαγγελματίες, όπως μαθήματα ειδίκευσης για διοίκηση επιχειρήσεων και μαθήματα ειδίκευσης σε γλώσσες προγραμματισμού.




Τα μαθήματα αυτά διαρκούν συνήθως από τέσσερις έως δέκα βδομάδες και αποτελούνται από δύο ή τρεις ώρες διαλέξεων, μέσω βίντεο, την εβδομάδα. Πέρα από τα μαθήματα αυτά καθαυτά, ο διαδικτυακός αυτός τύπος παρέχει διαγωνίσματα, ομαδικές εργασίες και μερικές φορές ακόμα και τελική εργασία ή τελικό διαγώνισμα. Η υπηρεσία παρέχει στους χρήστες της forum για περαιτέρω συζήτηση μεταξύ των συμμετεχόντων καθώς και για ανταλλαγή ιδεών και αποριών. Μετά το τέλος των μαθημάτων ο εκπαιδευόμενος έχει την δυνατότητα, έναντι χρηματικής αποζημίωσης, να λάβει από το εκάστοτε πανεπιστήμιο (το οποίο παρέχει μέσω του Coursera την σειρά μαθημάτων) πιστοποιητικό γνώσης του συγκεκριμένου τομέα, στον οποίο έκανε τα μαθήματα, για κάθε χρήση, όπως για χρήση στο βιογραφικό του.


Ειδικότερα, ένα παράδειγμα μαθημάτων που παρέχει η Coursera είναι το μάθημα εισαγωγής στο προγραμματισμό με χρήση της γλώσσας Python. Το πρώτο course του προγράμματος διαρκεί πέντε εβδομάδες. Αφού ο χρήστης επιλέξει να ξεκινήσει το μάθημα παραπέμπεται σε μία νέα σελίδα, όπου φαίνεται το ωρολόγιο πρόγραμμα των μαθημάτων, εργασιών και διαγωνισμάτων χωρισμένο σε εβδομάδες. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η πρώτη βδομάδα του συγκεκριμένου course. ^{[1], [2]}

Week 0a - Expressions

-  Introduction 15 min
-  CodeSkulptor 11 min
-  Arithmetic Expressions 13 min
-  Practice Exercises for Expressions (optional)

Week 0b - Variables and Assignments

-  Variables 11 min
-  Saving in CodeSkulptor 10 min
-  Practice Exercises for Variables and Assignments (optional)

 Quiz: Quiz 0 10 questions

Resume

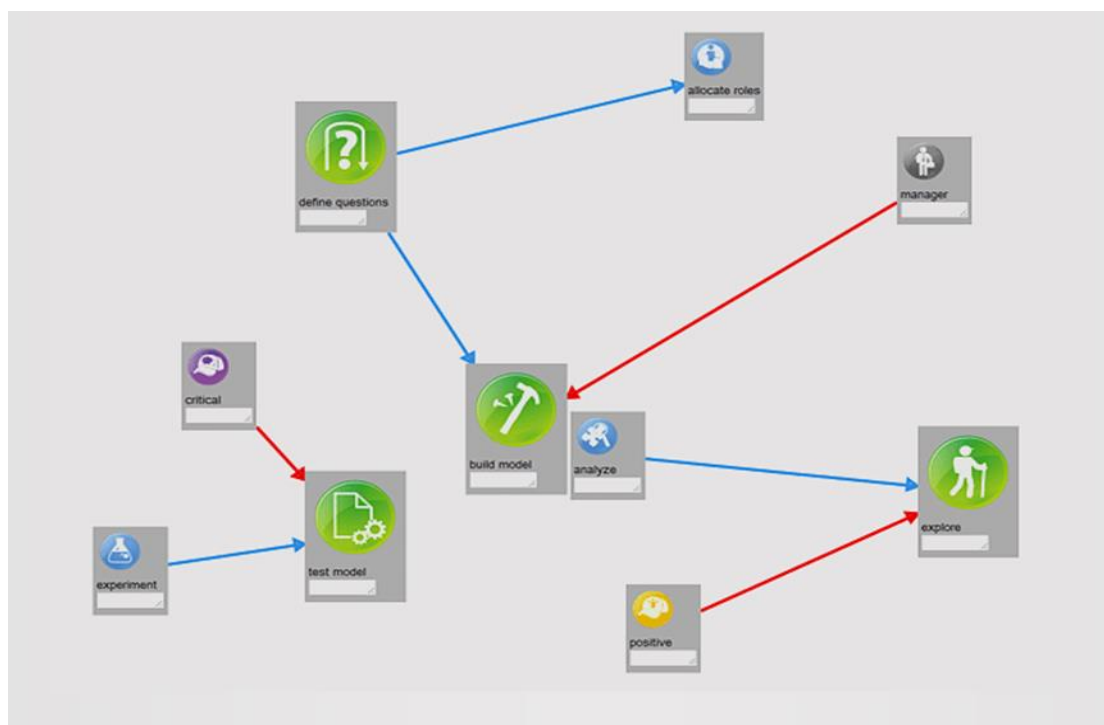
Εικόνα 1 www.coursera.org/learn/interactive-python-1

2.1.2 Εκμάθηση σε συνεργασία με υπολογιστή – Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL)

Η εκμάθηση σε συνεργασία με υπολογιστή είναι μία παιδαγωγική προσέγγιση, όπου η εκμάθηση λαμβάνει χώρα με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή ή διαδικτύου. Αυτός ο τρόπος εκμάθησης χαρακτηρίζεται από ανταλλαγή και κατασκευή γνώσης μεταξύ συμμετεχόντων χρησιμοποιώντας την τεχνολογία ως κύρια πηγή επικοινωνίας ή ως κοινό πόρο. Η CSCL μπορεί να εισαχθεί είτε διαδικτυακά είτε στο περιβάλλον της αίθουσας και μπορεί να λάβει χώρα είτε σύγχρονα είτε ασύγχρονα με την διαδικασία του μαθήματος. Η διαδραστική χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή στην εκμάθηση χρησιμοποιήθηκε κυρίως από ακαδημαϊκούς, αλλά η χρήση της τεχνολογίας στην εκμάθηση αποτελεί αποτέλεσμα ταυτόχρονης έρευνας. Αυτή την στιγμή η CSCL χρησιμοποιείται κυρίως σε μοντέλα εκμάθησης είτε παραδοσιακών είτε διαδικτυακών μαθημάτων από δημοτικά σχολεία έως μεταπτυχιακά προγράμματα. Όπως κάθε άλλο πρόγραμμα εκμάθησης, έχει προσχεδιασμένες τακτικές και στρατηγικές, τις οποίες οι εκπαιδευτικοί ενθαρρύνονται να ακολουθούν για την ορθή και αποτελεσματική χρήση

της μεθόδου. Μία αρκετά κοινή προσέγγιση της διαδικασίας είναι η διαδραστική συγγραφή. Από την συγγραφή μια ακαδημαϊκής δημοσίευσης, μίας εργασίας ή μέχρι και μίας μικρής ιστορίας, η διαδικασία του προγραμματισμού και συγγραφής ενός κειμένου ενθαρρύνει τον μαθητή (ή αποδέκτη πληροφορίας) στην σφαιρική ανάπτυξη του αντικειμένου που περιγράφει.

Το 2010 ξεκίνησε το project “Metafora R&D”, το οποίο θα έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ενός CSCL συστήματος, με το οποίο μαθητές δώδεκα έως δεκαέξι ετών θα μπορούν να μαθαίνουν μαθηματικά και γενικότερα φυσικές επιστήμες με έναν αποτελεσματικό τεχνολογικό τρόπο. Κύριος στόχος του προγράμματος είναι οι μαθητές να δουλεύουν ομαδικά σε διάφορες πολύπλοκες εργασίες, που θα τους αναθέτουν οι δάσκαλοι. Δουλεύοντας, λοιπόν, σε ομάδες των τριών έως έξι ατόμων, οι μαθητές πρέπει να σχεδιάσουν, να οργανώσουν και εν τέλει να λύσουν το πρόβλημα που τους έχει τεθεί, χωρίς την βοήθεια του καθηγητή. Η πλατφόρμα της εφαρμογής προσφέρει χώρο, στον οποίο οι μαθητές μπορούν να συζητούν και να επιχειρηματολογούν πάνω σε ευρήματα τους και να συμφωνούν σε μία κοινά αποδεκτή λύση, χρησιμοποιώντας όλα τα εργαλεία και τους πόρους που διαθέτει η πλατφόρμα. Η χρήση της ειδικής εικονικής γλώσσας προγραμματισμού δίνει την δυνατότητα στους χρήστες να σχεδιάσουν ομαδικά τα πλάνα τους, ενώ ταυτόχρονα το σύστημα παρακολουθεί την όλη διαδικασία δίνοντας χρήσιμες πληροφορίες στους δασκάλους, αλλά και στους ίδιους. Το πρόγραμμα “Metafora R&D” χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση.



Εικόνα 2 Metafora Project

Χωρίς την αναγκαία υποδομή, η διαδικασία της CSCL μπορεί να χάσει την αποτελεσματικότητά της. Οι καθηγητές, είναι αναγκαίο, να καταστήσουν σαφείς στους μαθητές-χρήστες τους στόχους, τα άτομα με τα οποία πρέπει να επικοινωνούν, πιθανές τεχνολογικές ανησυχίες καθώς και το χρονικό περιθώριο επίλυσης της άσκησης. Η διαδικασία αυτή θα πρέπει να βελτιώνει την διαδικασία μεταφοράς πληροφορίας στους μαθητές, υποβοηθώντας την συνεργασία και δημιουργώντας ευκαιρίες για την δημιουργία και κατασκευή γνώσης. ^{[3], [4]}

2.1.3 Γλώσσα εκπαιδευτικής μοντελοποίησης – Educational Modelling Language (EML)

Η μονάδα εκμάθησης είναι ένα αντικείμενο, το οποίο έχει σχεδιασθεί για τους χρήστες (κυρίως μαθητές) για την επίτευξη ενός ή παραπάνω μαθησιακών στόχων. Τέτοιες μονάδες μπορεί να είναι διαλέξεις, πρόγραμμα εκμάθησης, workshops, πρακτικές εργασίες και τα λοιπά.

Η γλώσσα εκπαιδευτικής μοντελοποίησης ορίζεται ως ένα σημασιολογικά πλούσιο πληροφοριακό μοντέλο, το οποίο περιγράφει το περιεχόμενο και την διαδικασία μέσα στις μονάδες εκμάθησης από παιδαγωγικής πλευράς ώστε να υποστηρίξει την επαναχρησιμοποίηση και την διαλειτουργικότητα. Οι ιδέες πίσω από την EML αντλούνται από διάφορες τάσεις στην εκπαίδευση και στην εκμάθηση, όπως η δια βίου μάθηση, η παγκοσμιοποίηση και οι νέες δυνατότητες που παρέχονται από την τεχνολογία. Για την υλοποίηση μιας τέτοιας γλώσσας πρέπει να ικανοποιούνται κάποιες απαιτήσεις. Καταρχήν η γλώσσα πρέπει να περιγράφει ένα μοντέλο μιας μονάδας εκμάθησης. Επίσης πρέπει να περιγράφει τις μονάδες εκμάθησης με τέτοιο τρόπο ώστε να καθίσταται δυνατή η επανάληψη εκτέλεσής της. Τα μοντέλα στη γλώσσα πρέπει να έχουν σχεδιαστεί και αναπτυχθεί εκ των προτέρων και όχι σε πραγματικό χρόνο. Επιπροσθέτως η γλώσσα πρέπει να μοντελοποιεί όλους τους πόρους του υλικού και των υπηρεσιών επικοινωνίας, τα οποία βρίσκονται στην μονάδα εκμάθησης. Είναι σαφές ότι η γλώσσα δεν πρέπει να περιγράφει μία εκτέλεση της μονάδας εκμάθησης για τους χρήστες, αλλά αντ' αυτού θα πρέπει να περιγράφει την γενική περίπτωση, η οποία θα μπορεί να καλείται όσες φορές χρειάζεται ο χρήστης σε οποιαδήποτε στιγμή. Επίσης η γλώσσα πρέπει να «πακετοποιεί» την μονάδα εκμάθησης σε ένα αρχείο, ώστε να είναι δυνατή η μεταφορά της, πρέπει ωστόσο να έχει και την δυνατότητα να «σπάει» την μονάδα στις υπομονάδες της, να επιτρέπει την επεξεργασία τους και να τις ενώνει ξανά σε μία μονάδα εκμάθησης. Τέλος η γλώσσα θα πρέπει να παράγει, να επεξεργάζεται, να διατηρεί, να διαμοιράζει και να αρχειοθετεί τις μονάδες εκμάθησης και όλα τα αντικείμενα μάθησης που περιέχει. ^{[5], [6], [7]}

Ένα παράδειγμα μιας τέτοιας γλώσσας είναι το ακόλουθο:

```
<Unit-of-learning Type="Course">  
<Metadata><Title>Educational modelling language</Title></Metadata>
```

```

<Roles><Learner Id="Student"/>
<Property Id="Show example"><String/></Property>
</Learner>
</Roles>
<Learning-objectives>
<Learning-objective><Objective-description> Gather insight in EML<\Objective-
description>
<Objective-type><Insight/></Objective-type>
</Learning-objective>
</Learning-objectives>
<Content>
<Activity Id="Preparation" >
<What>
<P> Student receives information on course </P>
<Interactions>
<Prompt>
<Question><P> Do you want to study with or without examples?</P></Question>
<Choice Id="1"><P>Yes</P></Choice>
<Choice Id="2"><P>No</P></Choice>
<When-choice Id-ref="1">
<Change property-value>
<Property-ref Id-ref="Show-example"/>
<Property-value>Yes</Property-value>
</Change-property-value>
</When-choice>
</Prompt>
</Interactions>
</What>
<Completed><When-property-value-is-set><Property-ref Id-ref="Show-
Example"/></When-property-value-is-set></Completed>

</Activity>
<Activity Id= "Assignment 1">
<Environment>
<Knowledge-object Id="Article">
<Metadata><Title>EML: Modelling re-usable, interoperable, rich and personalised
units of learning</Title>
</Metadata>
<Source><P>This is the text of this article </P> <Special Content-type="CTexample"><P>
The example of this article is represented here</P></Special>
</Source>
</Knowledge-object>
</Environment>
<What><P> Read the article on EML. </P></What>
<Completed><User-choice/></Completed>
</Activity>
<Activity Id= "Assignment 2">
<What><P> Look at the website of EML and describe what EML is and how it was developed.
</P></What>
<Completed><User-choice/></Completed>
</Activity>
</Content>
<Method>
<Play>
<Role-ref Id-ref="Student"/><Activity-ref Id-ref="Preparation"/>

```

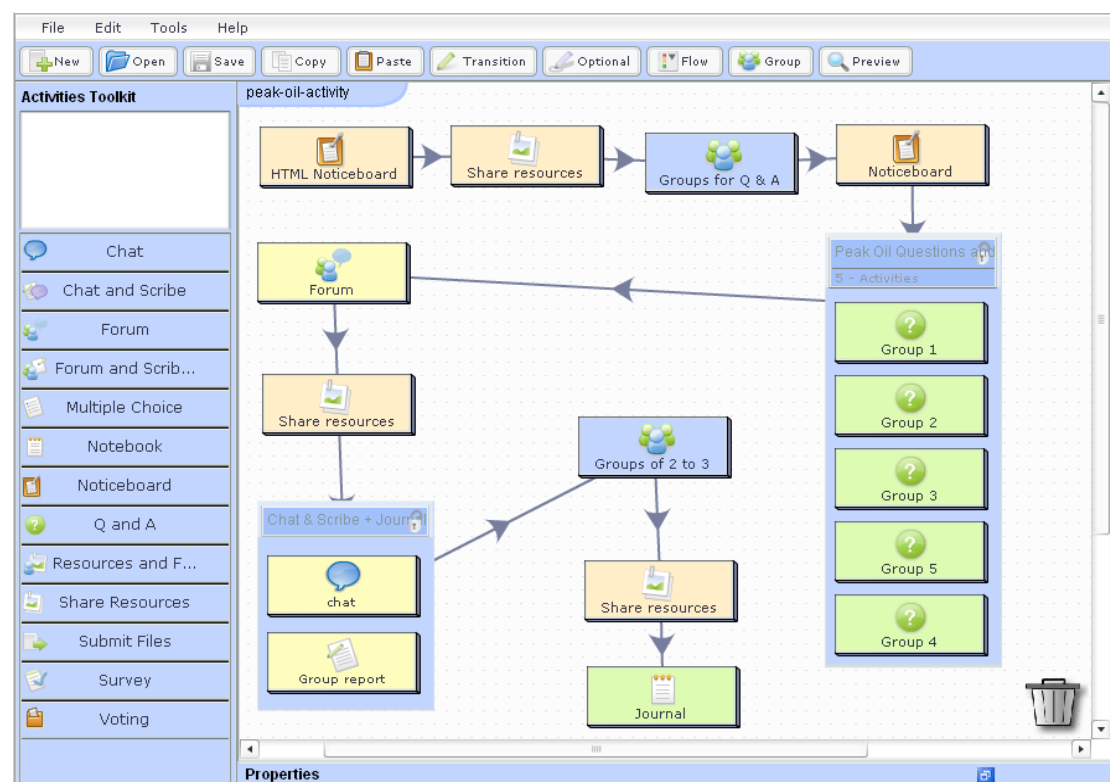
```

<Role-ref Id-ref="Student"/><Activity-ref Id-ref="Assignment 1"/>
<Role-ref Id-ref="Student"/><Activity-ref Id-ref="Assignment 2"/>
</Play>
<Conditions>
<If><Is><Property-ref Id-ref="Show-example"/><Value> <String>Yes</String>
</Value></Is></If>
<Then><Show><Content-type><Type Content-type="CT-example"/></Content
type></Show></Then>
</Conditions>
</Method>
</Unit-of-learning>

```

2.1.4 Σύστημα Διαχείρισης Δραστηριοτήτων Μάθησης – Learning Activity Management System (LAMS)

Το LAMS είναι ένα open source σύστημα για σχεδιασμό, διαχείριση και διαμοιρασμό διαδικτυακών συνεργασιακών μαθησιακών δραστηριοτήτων. Το σύστημα αυτό προσφέρει στον καθηγητή ένα εικονικό περιβάλλον συγγραφής για τον σχεδιασμό αλληλουχιών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Για τη χρήση του συστήματος αυτού δεν είναι αναγκαία οποιαδήποτε εκπαίδευση του χρήστη, επειδή είναι έτσι σχεδιασμένο, ώστε η κατανόηση του να εύκολη ακόμα και από χρήστες που το χρησιμοποιούν πρώτη φορά. Οι δραστηριότητες, οι οποίες σχεδιάζονται χρησιμοποιώντας το LAMS, περιλαμβάνουν ένα μεγάλο εύρος από ατομικές ή ομαδικές (ολιγομελών ομάδων) εργασίες μέχρι και δραστηριότητες για μία ολόκληρη τάξη, οι οποίες είναι βασισμένες και σε περιεχόμενο και σε συνεργασία.



Εικόνα 3 LAMS

Πιο συγκεκριμένα το σύστημα LAMS δίνει την δυνατότητα στους καθηγητές (ή ακόμα και δασκάλους) δημιουργίας, αποθήκευσης και επαναχρησιμοποίησης δραστηριοτήτων εκμάθησης. Στην εικονική διεπαφή του LAMS οι χρήστες μπορούν να σύρουν δραστηριότητες και μετά να τις ενοποιήσουν δημιουργώντας μία αλληλουχία διαδικασιών εκμάθησης. Αυτή η ροή εργασίας είναι η ειδοποιός διαφορά μεταξύ του LAMS και των υπολοίπων συστημάτων διαχείρισης της μάθησης, προσφέροντας στους χρήστες, είτε αυτοί είναι δάσκαλοι είτε μαθητές, αλληλουχίες δραστηριοτήτων με μεγάλο βαθμό διαδραστικότητας και συνεργασίας. ^{[8], [9], [10], [11]}

2.1.5 IMS – LD (IMS – Learning Design)

Η IMS-LD είναι μία γλώσσα μοντελοποίησης της εκπαίδευσης, η οποία είναι βασισμένη στην EML. Η IMS-LD είναι μία ψευδογλώσσα, η οποία έχει ως σκοπό την δημιουργία σεναρίων και αλληλουχιών δραστηριοτήτων σε διαγράμματα έτσι ώστε να είναι κατανοητά όχι μόνο από τον άνθρωπο αλλά και από τον υπολογιστή. Τα βασικά προβλήματα που επιλύει η χρήση της γλώσσας είναι η βελτίωση της παιδαγωγικής ποιότητας τους εκπαιδευτικού υλικού (από την στιγμή που οι δραστηριότητες εξατομικεύονται πάνω στο προφίλ του χρήστη), η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και διαμοιρασμού των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων καθώς και η δυνατότητα χρήσης διαδραστικών και συνεργασιακών πολυμέσων με ευκολία.

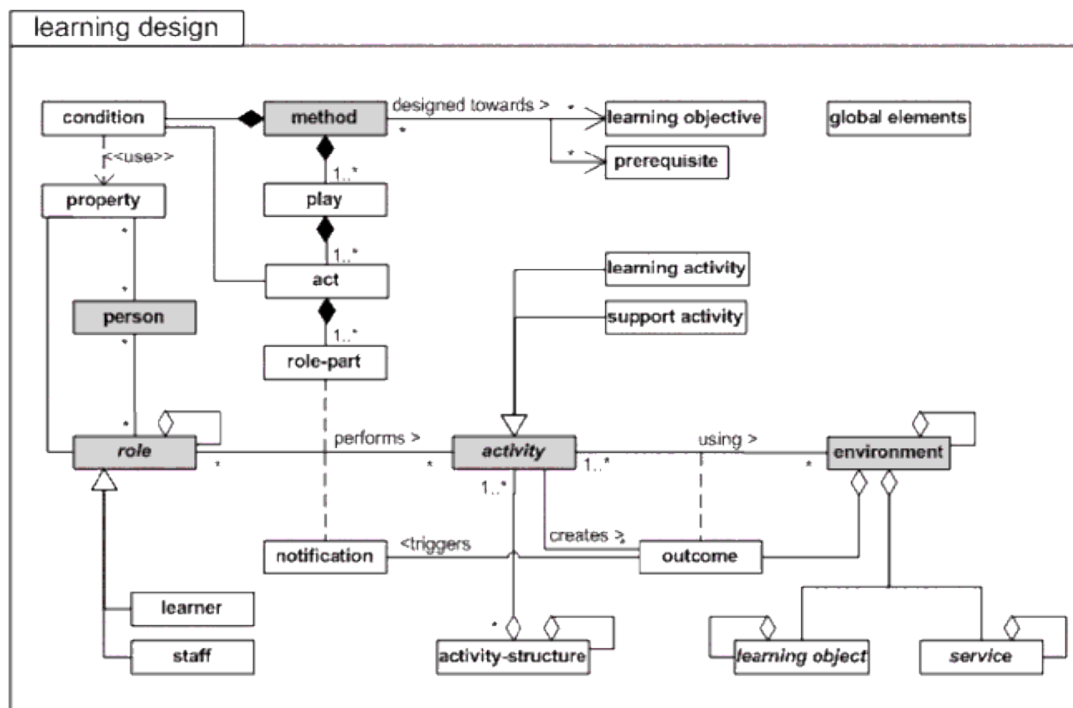
Ειδικότερα, στόχος της IMS LD είναι η δημιουργία μονάδων εκπαίδευσης (courses), οι οποίες μπορούν να μεταφερθούν από σύστημα σε σύστημα και περιέχουν μια ολοκληρωμένη περιγραφή του σχεδιασμένου υλικού τους και διαδικασιών τους.

Μια απλή επισκόπηση της σχεδίασης της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι η ακόλουθη:

- Επιλογή του υπόβαθρου γνώσεων που είναι αναγκαίες για την διαδικασία.
- Επιλογή του είδους του ακροατηρίου-στόχου.
- Επιλογή και σχεδιασμός κατάλληλου παιδαγωγικού μοντέλου
- Επιλογή και σχεδιασμός του μοντέλου σχεδίασης της εκπαιδευτικής δραστηριότητας
- Επιλογή και σχεδιασμός των υπηρεσιών που θα παρέχει η εκπαιδευτική διαδικασία, όπως ηλεκτρονικές βιβλιοθήκες, forum και τα λοιπά
- Ενσωμάτωση της σχεδίασης της εκπαιδευτικής δραστηριότητας, του υλικού και των υπηρεσιών σε ένα συνολικό πακέτο μονάδας εκπαίδευσης (Course)

Η παραπάνω διαδικασία θα έχει σαν αποτέλεσμα (outcome) την δημιουργία μιας μονάδας εκπαίδευσης (course), η οποία μπορεί να μεταφερθεί και να αποτυπωθεί από υπολογιστές ώστε να καταστεί δυνατός ο διαμοιρασμός της. ^{[8], [12], [13], [14]}

Ένα διάγραμμα, στο οποίο φαίνεται η διαδικασία αυτή, είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4 Learning design UML diagram

2.1.6 Moodle

Το Moodle είναι μία εκπαιδευτική πλατφόρμα, η οποία προσφέρει στους εκπαιδευτές και στους εκπαιδευόμενους ένα μοναδικά ισχυρό, ασφαλές και ολοκληρωμένο σύστημα για την δημιουργία προσωπικά εξατομικευμένου μαθησιακού περιβάλλοντος. Παράλληλα αποτελεί μία πλατφόρμα δημιουργίας ενός διαδικτυακού τόπου, στον οποίο ο δημιουργός (εκπαιδευτής) μπορεί να αναρτεί εργασίες, να ενημερώνει το ημερολόγιο διαλέξεων και προθεσμιών, να προσφέρει ηλεκτρονικό υλικό καθώς και πληθώρα άλλων μαθησιακών δραστηριοτήτων.

Το Moodle δημιουργήθηκε από το Moodle project, το οποίο οδηγείται και οργανώνεται από την Moodle HQ, μία αυστραλιανή εταιρία τριάντα προγραμματιστών, η οποία στηρίζεται οικονομικά από ένα δίκτυο, πάνω από εξήντα συνεργατών, της εταιρίας παγκοσμίως. Το Moodle αυτή τη στιγμή τροφοδοτεί δεκάδες χιλιάδες μαθησιακά περιβάλλοντα παγκοσμίως και χρησιμοποιείται από μεγάλους εκπαιδευτικούς οργανισμούς όπως το London School of Economics και το State University of New York. Το Moodle αριθμεί πάνω από εβδομήντα εννέα εκατομμύρια χρήστες, καθιστώντας το την πιο διαδεδομένη πλατφόρμα εκπαίδευσης.

Το σύστημα προσφέρει ένα ισχυρό σετ εργαλείων, προσανατολισμένα προς τον εκπαιδευόμενο, καθώς και συνεργασιακά μαθησιακά περιβάλλοντα, τα οποία ενδυναμώνουν και την διαδικασία διδασκαλίας και την διαδικασία της μάθησης. Η

απλή εικονική διεπαφή του (drag and drop) καθώς και οι πολύ καλά περιγεγραμμένοι πόροι του, καθιστούν την εφαρμογή εύκολη στην εκμάθηση και στην χρήση της. Επειδή το σύστημα είναι “open source” μπορεί να τροποποιηθεί με πάρα πολλούς τρόπους και να εξατομικευτεί για τις ανάγκες του κάθε χρήστη. Επίσης το Moodle είναι βασισμένο στο διαδίκτυο, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να έχει κάποιος πρόσβαση σε αυτό από οπουδήποτε, καθώς επίσης να το χρησιμοποιήσει από κάθε συσκευή. [15], [16], [17]

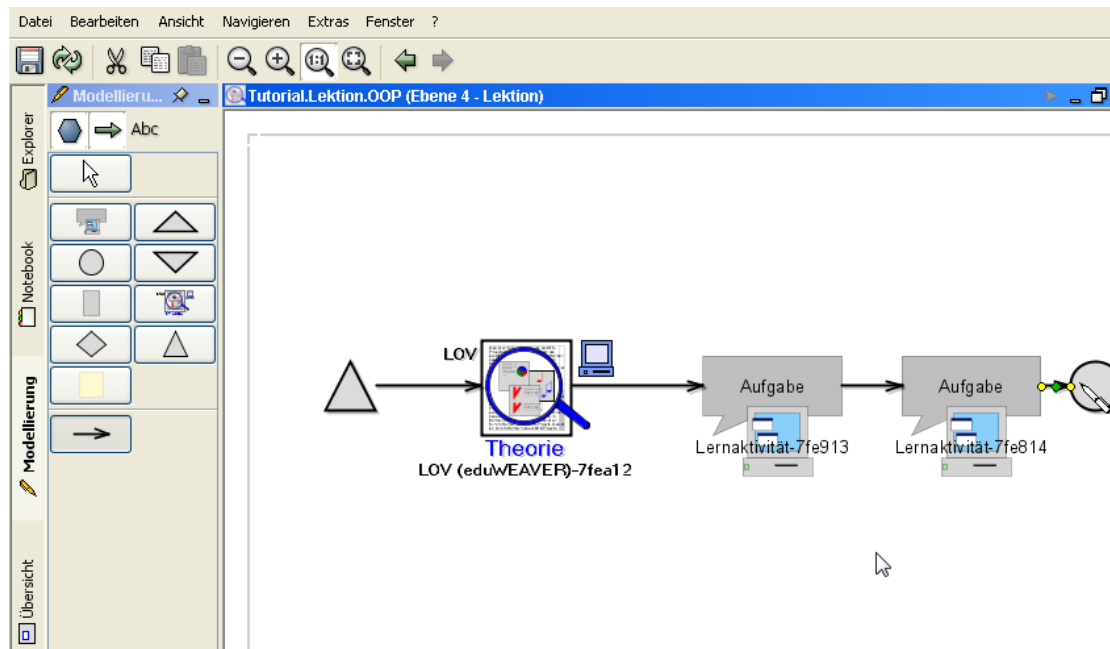
Ένα παράδειγμα του διαδικτυακού τύπου που δημιουργήθηκε με την χρήση του Moodle είναι η εκπαιδευτική πλατφόρμα που χρησιμοποιεί το Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα και φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

The screenshot shows the Moodle website interface. At the top right, it says "Έχετε εισέλθει ως επισκέπτης (Είσοδος)". The main content area is titled "Site news" and contains a news item from "System Administrator" dated "Wednesday, 26 November 2014, 11:25 PM". The news text discusses mobile device access to Moodle. To the right of the news is a calendar for "March 2016". On the left, there is a navigation menu with sections like "Αρχή", "Κύριο μενού", "Navigation", and "Δραστηριότητες".

Εικόνα 5 Παράδειγμα Moodle

2.1.7 EduWeaver

Το EduWeaver είναι ένα εργαλείο που υποβοηθά τους εκπαιδευτικούς με τον σχεδιασμό αυτόνομων μαθημάτων και το διαμοιρασμό υψηλής ποιότητας εκπαιδευτικών πολυμέσων. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επαναχρησιμοποιήσουν το υλικό που προσφέρει το εργαλείο από τα ήδη υπάρχοντα εκπαιδευτικά αντικείμενα έτσι ώστε να μην σπαταλούν επιπλέον χρόνο για την δημιουργία εφαρμογών. Επιπλέον, μπορούν να δομήσουν τα μαθήματα τους σύμφωνα με τις προσωπικές τους προτιμήσεις και απαιτήσεις και να εστιάσουν στις δικές τους διδακτικές κατευθυντήριες γραμμές. [19], [20]



Εικόνα 6 Εικόνα από σχεδίαση ενός μαθήματος με το EduWeaver

2.2 Σχέση των υπαρχουσών εργασιών και παρουσιασθεισών εργασιών με την προτεινόμενη εργασία

Από τις εργασίες που παρουσιάστηκαν, είναι σαφές ότι υπάρχει όντως ενδιαφέρον, επιστημονικό και οικονομικό, για μεθοδολογίες και εργαλεία στο συγκεκριμένο τομέα. Ο μικρός, όμως, αριθμός των σχετικών εργασιών υποδεικνύει την πραγματική δυσκολία της προσπάθειας δημιουργίας μεθοδολογιών και κατασκευής εργαλείων στο τομέα αυτόν. Κάποιες από τις σχετικές εργασίες και πλατφόρμες λογισμικού όντως είναι κοντά στην προσέγγιση του θέματος που επιχειρείται στην παρούσα εργασία. Όμως υπάρχει μία ουσιαστική και τελικά καθοριστική διαφορά: Η προτεινόμενη μεθοδολογία και το αντίστοιχο εργαλείο έχουν προκύψει μετά από ενδελεχή μελέτη της εκπαιδευτικής διαδικασίας, την οποία ακολουθεί το μυαλό των έμπειρων εκπαιδευτικών και επιστημόνων που μεταφέρουν εξειδικευμένη πληροφορία. Επομένως, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στο προσδιορισμό γνωσιακών υποστόχων, ως "σκαλοπατιών γνώσης" που διευκολύνουν τόσο τις διαδοχικές εμπνεύσεις μέχρι την κατανόηση του τελικού (και ενδεχομένως σύνθετου) γνωσιακού στόχου όσο και την περαιτέρω γενική και επαγγελματική κατάρτιση και εκπαίδευση στο συγκεκριμένο τομέα. Από ότι θα φανεί στα επόμενα, η ιδιαίτερου τύπου προτεινόμενη μεθοδολογία και το σχετικό εργαλείο λογισμικού δίνουν προχωρημένες ή/και επί πλέον δυνατότητες στους παρόχους πληροφορίας και δημιουργούς περιεχομένου.

3

3^ο Κεφάλαιο: Η Διαδικασία Μεταφοράς Πληροφορίας

Η ανάλυση που ακολουθεί έχει προκύψει ως αποτέλεσμα εργασίας μιας ομάδας έρευνας υπό την καθοδήγηση του Επικ. Καθηγητή Η. Κουκούτση και του Καθηγητή Κ. Παπαοδυσσέως της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ, στην οποία ανήκει και ο συγγραφέας την παρούσα Διπλωματική Εργασία. Η εργασία της ομάδας βασίστηκε στην προσεκτική παρακολούθηση:

1. Της εκπαιδευτικής διαδικασίας στην ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ (με λήπτες της πληροφορίας τους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ και άλλων Σχολών του ΕΜΠ), σε αρκετά γνωστικά αντικείμενα, τόσο σε προπτυχιακό, όσο και σε μεταπτυχιακό επίπεδο.
2. Της αντίστοιχης εκπαιδευτικής διαδικασίας στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (δεδομένου ότι επιστήμονες, μέλη της ομάδας έχουν εργαστεί ως Καθηγητές στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση).
3. Της διαδικασίας μεταφοράς πληροφορίας από ειδικούς σε ένα γνωστικό αντικείμενο σε άλλους, ώριμους επιστήμονες με ιδιαίτερα οργανωμένη εσωτερική δομή και ειδικούς στους τομείς τους, οι οποίοι ωστόσο χρειάζεται να πάρουν περαιτέρω εξειδικευμένη πληροφορία σε κάποιο νέο γνωστικό υποαντικείμενο. Όπως διαπιστώθηκε και όπως θα αναφερθεί στα επόμενα, ο βασικός κορμός της διαδικασίας μεταφοράς πληροφορίας παραμένει ο ίδιος, με διαφοροποιήσεις που θα προσδιοριστούν στα επόμενα.
4. Της διαδικασίας παραγωγής εκπαιδευτικών σημειώσεων και βιβλίων, τόσο για τους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ και άλλων Σχολών του ΕΜΠ, όσο και για μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Η αντίστοιχη διαδικασία που ακολουθείται στην ηλεκτρονικής εκπαίδευσης (e-learning), μιας πραγματικά ισχυρής σύγχρονης τάσης, εξετάστηκε επίσης.
5. Της διαδικασίας παραγωγής ποικίλου περιεχομένου (content) για την επιμόρφωση ή περαιτέρω πληροφόρηση επαγγελματιών στους τομείς τους. Οι αντίστοιχες περιοχές ηλεκτρονικής παροχής υλικού εξετάστηκαν επίσης (*δια βίου μάθηση, επιμόρφωση και περαιτέρω εκπαίδευση σε προχωρημένα επαγγελματικά θέματα, παραγωγή γενικού πληροφοριακού υλικού (e-content) κ.ά.*).

Στα απόμεινα, χωρίς απώλεια της γενικότητας της διαδικασίας, λαμβάνεται κατ' αρχήν ως οδηγός η υψηλού επιπέδου εκπαιδευτική διαδικασία της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ. Στη

συνέχεια, γίνεται γενίκευση και για τις υπόλοιπες προαναφερθείσες διαδικασίες μεταφοράς της πληροφορίας.

3.1 Λεκτική περιγραφή: Το προφανές μοντέλο των διδασκόντων: Βάσεις, γενικές γνώσεις – Ενδιάμεσοι στόχοι, συγχρονισμός υποστόχων, εναλλακτικές διαδρομές

Ο τρόπος μεταφοράς πληροφορίας προς ένα σύνολο μαθητών ή φοιτητών, που χρησιμοποιεί ασυνείδητα ή συνειδητά ο κάθε καλός εκπαιδευτικός (δηλαδή ο εκπαιδευτικός, που έχει, όπως λέγεται, *μεταδοτικότητα*) είναι πρακτικά ο ίδιος και θα μπορούσε να περιγραφεί ως εξής.

1. Κατ' αρχήν, ο εκπαιδευτικός είναι υποχρεωμένος να εξετάσει (το πιθανότερο με ερωτήσεις και διάλογο) τις *βάσεις γνώσης* των αποδεκτών της πληροφορίας. Στην πιο συνηθισμένη περίπτωση, οι αποδέκτες της πληροφορίας είναι τα μέλη ενός ακροατηρίου. Σε μια άλλη, επίσης συνηθισμένη περίπτωση, αυτή της παραγωγής εκπαιδευτικών σημειώσεων ή βιβλίων, τα μέλη του ακροατηρίου είναι νοητά, αλλ' όμως τα χαρακτηριστικά τους είναι δυνατόν να προσδιοριστούν εκ των προτέρων. Αυτό οφείλεται στο ότι κάθε ενότητα διδακτικών σημειώσεων ή εκπαιδευτικό βιβλίο απευθύνεται σε μία ομάδα αποδεκτών της πληροφορίας, την οποία συνήθως ονομάζουμε *στοχευμένο ακροατήριο* ή *ακροατήριο-στόχος* (target audience). Ο προσδιορισμός μιας ομάδας αποδεκτών πληροφορίας ως ακροατηρίου-στόχου επιτρέπει τόσο τον προσδιορισμό της ήδη κατεκτημένης και οργανωμένης γνώσης των μελών του ακροατηρίου (που θα ονομάζουμε από εδώ και πέρα *βάσεις γνώσης* των μελών του ακροατηρίου), όσο και τον ακριβή προσδιορισμό και την διαμόρφωση της πληροφορίας που πρέπει να μεταφερθεί προς τους εκάστοτε αποδέκτες.
2. Αφού προσδιοριστούν οι βάσεις γνώσης των αποδεκτών της πληροφορίας (του πραγματικού ακροατηρίου ή του νοητού ακροατηρίου-στόχου), ο εκπαιδευτικός πρέπει να προσδιορίσει με ακρίβεια το σύνολο των προς επίτευξη *στόχων* της ανά χειράς εκπαιδευτικής ενότητας. Οι προς επίτευξη στόχοι υποχρεωτικά περιλαμβάνουν την κατανόηση και, τις περισσότερες φορές, την εμπέδωση ενός *υποσυνόλου γνώσης*, το οποίο στο εξής θα καλούμε *προς εκμάθηση πληροφορία* ή απλώς *νέα πληροφορία*. Οι στόχοι μπορούν ακόμα να περιλαμβάνουν ειδικού τύπου πληροφορία, η μεταφορά της οποίας προς το συγκεκριμένο ακροατήριο είναι αναγκαία κατά περίπτωση (π.χ. ειδική επαγγελματική πληροφορία).
3. Στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός πρέπει να προσδιορίσει την πληροφορία που πρέπει να μεταδώσει προς το ακροατήριο και τον τρόπο, με τον οποίο πρέπει να μεταδώσει την πληροφορία αυτή, ώστε το ακροατήριο να κατακτήσει τον συγκεκριμένο, επιθυμητό γνωσιακό στόχο. Τις περισσότερες φορές, υπάρχουν τα εξής δύο ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν από τον εκπαιδευτικό:
 - Για την επίτευξη του στόχου πρέπει να μεταδοθεί προς το ακροατήριο επί πλέον γνώση σε θέματα που δεν έχουν αντιμετωπιστεί ήδη. Παραδείγματος χάριν, στο αντικείμενο της *Εισαγωγής στη Σχεδίαση VLSI*,

που είναι μάθημα της σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του ΕΜΠ (ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ), προκειμένου να γίνει κατανοητός ο τρόπος βελτίωσης της σχεδίασης γενικών ψηφιακών πυλών τεχνολογίας CMOS πάνω στο πυρίτιο ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος με την μέθοδο των Μονοπατιών Euler, πρέπει να δοθεί προς του αποδέκτες του μαθήματος (φοιτητές ηλεκτρολογίας και υπολογιστών) πληροφορία για την εύρεση μονοπατιών Euler πάνω σε γράφους (θέμα που είναι περισσότερο μαθηματικό).

- Η κατανόηση κομβικών εννοιών της συγκεκριμένης θεματική ενότητας εκ μέρους του ακροατηρίου (οι έννοιες αυτές είναι δυνατόν να περιλαμβάνουν πραγματικές ή νοητές οντότητες, διαδικασίες, δεδομένα και λοιπά) επιτυγχάνεται μόνο μέσω κατάλληλης *έμπνευσης* κάθε ενός εκ των μελών του ακροατηρίου. *Ο σκοπός του εκπαιδευτικού είναι να δώσει την κατάλληλη πληροφορία με τον σωστό τρόπο, ώστε να διευκολύνει καθοριστικά την διαδικασία της έμπνευσης των μελών του ακροατηρίου.* Παράδειγμα: Στην περίπτωση που αναφέρθηκε προηγουμένως, αυτή της διαδικασίας σχεδίασης ψηφιακών πυλών με την μέθοδο μονοπατιών Euler, ένα *αρχικό απλό παράδειγμα*, το οποίο δείχνει στον φοιτητή πώς με μία απλή νομοτελειακή, μαθηματική διαδικασία καταλήγει κανείς σε μία καθοριστικά βελτιωμένη μορφή φυσικής ψηφιακής πύλης πάνω στο πυρίτιο ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος, *είναι αναγκαίο για την αρχική έμπνευση και κατανόηση εκ μέρους του φοιτητή της βασικής χρησιμότητας της μεθόδου.*

Είναι προφανές, επίσης, στους έμπειρους εκπαιδευτικούς, ότι τις περισσότερες φορές οι απαιτούμενη μετάβαση στην κατάσταση πλήρους κατανόησης της νέας πληροφορίας μπορεί να είναι δύσκολο να επιτευχθεί με ένα μοναδικό άλμα έμπνευσης. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στον όγκο ή την πολυπλοκότητα της νέας πληροφορίας, είτε στο μέγεθος του εκάστοτε απαιτούμενου εμπνευσιακού άλματος. Στη περίπτωση αυτή, η όντως αποτελεσματική λύση που ακολουθούν οι έμπειροι εκπαιδευτικοί είναι *η διαδικασία καθορισμού ενδιάμεσων στόχων που, σταδιακά, οδηγούν στην επίτευξη του τελικού στόχου.* Η διαδικασία αυτή θυμίζει έντονα τη χρήση ενδιάμεσων σκαλοπατιών σε μία σκάλα για την σμίκρυνση του αναγκαίου βηματικού άλματος και την διαδοχική ανάβαση μέχρι το τελικό αναγκαίο επίπεδο (τελικό σκαλί).

4. Με την λογική που μόλις προηγουμένως διατυπώθηκε, ο εκπαιδευτικός προσδιορίζει ενδιάμεσους στόχους, η επίτευξη των οποίων οδηγεί στην επίτευξη των τελικών στόχων της συνολικής διαδικασίας. Με τη μεθοδολογία αυτή δίνονται προς το ακροατήριο-στόχο είτε μικρότερες (και επομένως ευκολότερα αφομοιώσιμες) υποενότητες πληροφορίας, είτε διαδοχικοί υποστόχοι, ο καθένας εκ των οποίων απαιτεί μικρότερο (και επομένως ευκολότερα επιτεύξιμο) εμπνευσιακό άλμα από αυτό που απαιτείται για την άμεση κατανόηση του τελικού στόχου από την αρχή της διαδικασίας.

Για την επίτευξη του κάθε υποστόχου, πρέπει να προσδιοριστεί η αναγκαία πληροφορία και η κατάλληλη μορφή αυτής, οι οποίες θα επιτρέψουν στον κάθε αποδέκτη της πληροφορίας (μέλος του ακροατηρίου-στόχου) να κατακτήσει ευκολότερα τον συγκεκριμένο υποστόχο.

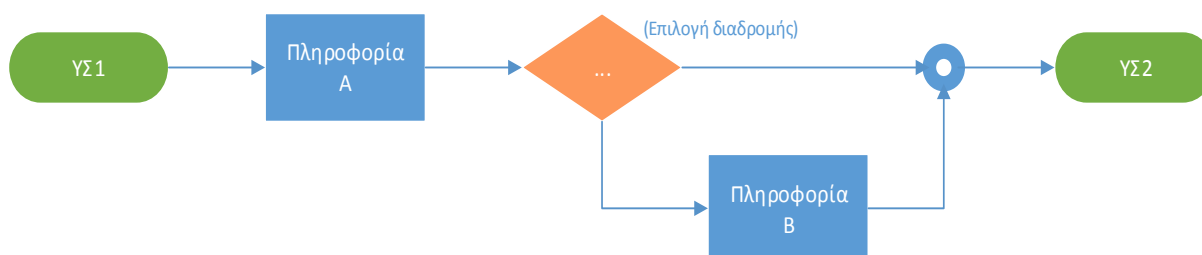
5. Προφανώς, η χρονική ακολουθία με την οποία επιχειρείται η καθοδήγηση εκ μέρους του εκπαιδευτικού για την επίτευξη κάθε υποστόχου, δεν είναι πάντα απλή. Υπάρχουν περιπτώσεις όπως οι ακόλουθες:

- 5.1 Έστω ότι υπάρχει ανάγκη να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος υποστόχος (από το ακροατήριο), έστω ο υποστόχος ΥΣ1, πριν από έναν άλλο υποστόχο, έστω τον υποστόχο ΥΣ2. Η ακολουθία σ' αυτήν την περίπτωση είναι η εξής απλή:



Όπου Πληροφορία Α, είναι η πληροφορία που χρειάζεται να δοθεί όταν έχει επιτευχθεί ο υποστόχος ΥΣ1 και προκειμένου να επιτευχθεί ο υποστόχος ΥΣ2.

- 5.2 Σε μία διαφορετική περίπτωση, ας υποθέσουμε ότι, προκειμένου να μεταβούμε από έναν (κατακτημένο από το ακροατήριο) υποστόχο ΥΣ1 σε έναν ακόλουθο (δηλαδή προς κατάκτηση) υποστόχο ΥΣ2, χρειάζεται να δώσουμε οπωσδήποτε ένα σύνολο πληροφορίας Α και, ανάλογα με το βάθος ή/και το πλάτος γνώσης που προσπαθούμε να μεταδώσουμε, μπορούμε να δώσουμε ή να μη δώσουμε ένα σύνολο πληροφορίας Β. Αυτή η περίπτωση φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Οι πιθανές διαδρομές είναι δύο:

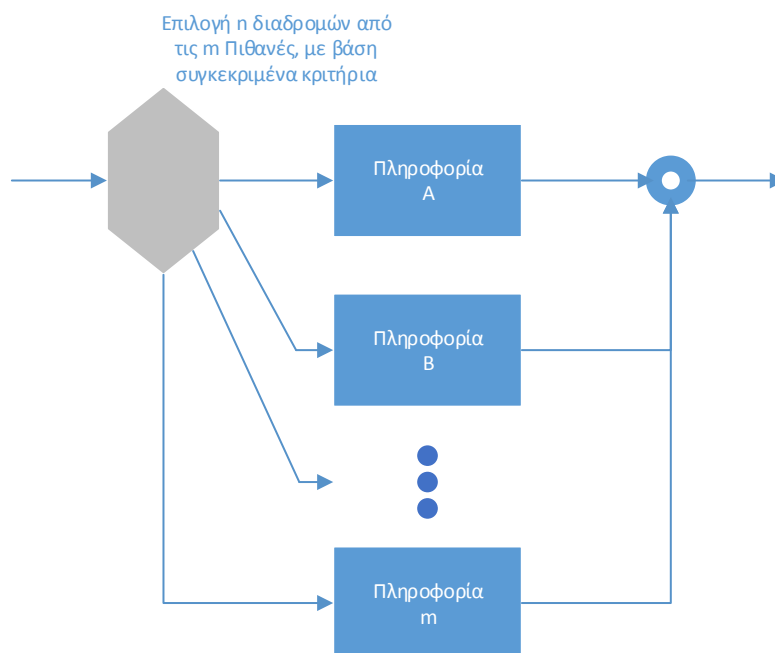
ΥΣ1 → Πληροφορία Α → ΥΣ2 (Διαδρομή 1) ή

ΥΣ1 → Πληροφορία Α → Πληροφορία Β → ΥΣ2 (Διαδρομή 2)

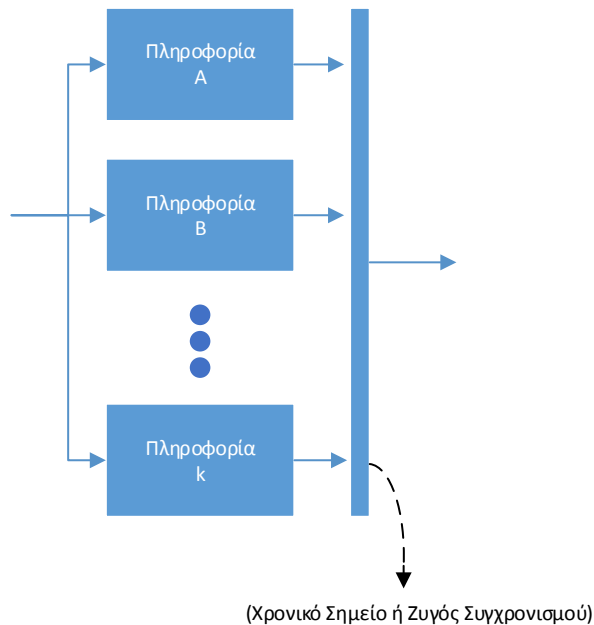
Είναι προφανές ότι, στην περίπτωση της διαδρομής 2, πετυχαίνουμε μεγαλύτερο βάθος ή/και πλάτος γνώσης, αλλά (i) μας κοστίζει περισσότερο χρόνο και (ii) η διαδρομή 2 μπορεί να μην είναι κατάλληλη ή εφικτή για κάθε ακροατήριο.

- 5.3 Σε μια άλλη, πολύ συνηθισμένη περίπτωση, που είναι γενίκευση της περίπτωσης της παραγράφου 5.2, η δυνατότητα επιλογής παροχής βάθους και πλάτους πληροφορίας μπορεί να είναι πολλαπλή, όπως,

παραδείγματος χάριν, φαίνεται στο επόμενο σχήμα. Στο σχήμα αυτό, υπάρχουν περισσότερα υποσύνολα πληροφορίας που μπορούν να δοθούν προς το ακροατήριο-στόχο για την επίτευξη του επόμενου υποστόχου, ανάλογα με το βάθος ή/και το πλάτος της προς μετάδοση πληροφορίας, την κατεκτημένη γνώση και την ικανότητα του ακροατηρίου (που στα επόμενα θα ονομάζουμε συλλογικά *προφίλ* του ακροατηρίου), τον διαθέσιμο χρόνο, κ.ά. Η περίπτωση αυτή απεικονίζεται παραστατικά στο ακόλουθο σχήμα.



5.4 Μια ακόμη, αρκετά συνηθισμένη, αλλά ιδιαίτερη περίπτωση, είναι η εξής: Πρέπει να δοθούν προς το ακροατήριο-στόχο k το πλήθος διαφορετικά υποσύνολα πληροφορίας, των οποίων η χρονική ακολουθία δεν έχει ιδιαίτερη σημασία μεν, αλλά πρέπει όλα να δοθούν πρώτα, πριν προχωρήσει κανείς σε παροχή περαιτέρω πληροφορίας. Για την περίπτωση αυτή χρειάζεται κάποιος νέος τρόπος συμβολισμού, σαν αυτόν που ακολουθείται στο επόμενο σχήμα, όπου η ανάγκη ολοκλήρωσης της παροχής όλων των k υποσυνόλων πληροφορίας δείχνεται με μια παχιά κατακόρυφη γραμμή που θα καλείται στα επόμενα χρονικό σημείο συγχρονισμού ή ζυγός συγχρονισμού.



Προφανώς, στην πράξη είναι δυνατόν να προκύψει οποιοσδήποτε συνδυασμός των προαναφερθεισών περιπτώσεων, αναμένεται δε να εμφανιστούν και άλλες χαρακτηριστικές περιπτώσεις χρονισμού στο μέλλον, για τις οποίες θα χρειαστεί ειδικός συμβολισμός. Αυτά εξετάζονται κατ' αρχήν στα επόμενα, στο σημείο που αναλύεται το *διάγραμμα γνωσιακής παροχής*.

3.2 Τρόπος προσδιορισμού των ενδιάμεσων στόχων και της πληροφορίας που είναι αναγκαία για τον επίτευξη αυτών

Προφανώς, ο επιτυχημένος τρόπος προσδιορισμού των ενδιάμεσων στόχων και της πληροφορίας που είναι αναγκαία για τον επίτευξη αυτών εξαρτάται αυστηρά από τον συγγραφέα της συνολικής πληροφορίας και συγκεκριμένα από:

- Την ολοκληρωτική κατανόηση της συγκεκριμένης, συνολικής γνώσης εκ μέρους του συγγραφέα ή παρόχου αυτής και την εσωτερική δόμηση αυτού,
- την διδασκτική εμπειρία του συγγραφέα/παρόχου
- την ικανότητα αντίληψης εκ μέρους του συγγραφέα/παρόχου των ιδιαίτερων αναγκών ενός μέλους ή ενός αντιπροσωπευτικού μέλους του ακροατηρίου-στόχου και, τελικά,
- την ικανότητα έμπνευσης αυτού.

Δυστυχώς,

οι προαναφερθείσες ιδιότητες ή ικανότητες δεν είναι δυνατόν να υποκατασταθούν από οποιοδήποτε βοήθημα ή υπολογιστικό εργαλείο (βασισμένο σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ή άλλου τύπου).

Ευτυχώς όμως,

είναι δυνατή η εκπαίδευση των συγγραφέων/παρόχων πληροφορίας στις προαναφερθείσες ιδιότητες ή ικανότητες.

Τα προηγούμενα είναι άμεσα αντιληπτά από έμπειρους και ικανούς εκπαιδευτικούς. **Η ποιότητα δε του αποτελέσματος του σχεδιασμού της μεθοδολογίας παροχής πληροφορίας εξαρτάται καθοριστικά και αναπόφευκτα από τις προαναφερθείσες ιδιότητες ή ικανότητες του μεταφέροντος την πληροφορία.**

3.3 Διαφοροποίηση πληροφορίας που έχει σχέση με την επίτευξη ενός υποστόχου

Προφανώς, η συνολική πληροφορία προς μεταφορά είναι δυνατόν να διαφοροποιηθεί, όπως ήδη ενδεικτικά αναφέρθηκε, με βάση παραμέτρους όπως οι ακόλουθες:

- *Βαθμό λεπτομέρειας* της προς μεταφορά πληροφορίας. Είναι δυνατόν να προσαρτηθεί σε κάθε υποσύνολο της πληροφορίας μία παράμετρος *σημασίας ή βάρους*, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιλεκτική παροχή υλικού προς το ακροατήριο-στόχο ανάλογα με το επιθυμητό βάθος της πληροφορίας.
- *Προφίλ ακροατηρίου*. Όπως ήδη αναφέρθηκε προηγουμένως με το περιεκτικό όνομα *προφίλ* του ακροατηρίου στόχου αναφερόμαστε σε μία παράμετρο, η οποία έχει σχέση με το βάθος και το πλάτος των κατεκτημένων γνώσεων του ακροατηρίου καθώς και την συνολική εσωτερική δόμηση και την ικανότητα έμπνευσης του ακροατηρίου.
- *Ο διαθέσιμος χρόνος* για την συνολική διαδικασία μεταφοράς της πληροφορίας αλλά και για κάθε υποσύνολο πληροφορίας για την μεταφορά κάθε υποσυνόλου πληροφορίας, είναι παράμετρος ιδιαίτερα σημαντική, όπως οι έμπειροι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν.

Ο προσδιορισμός των προαναφερθεισών παραμέτρων επιτρέπει την επιλεκτική παροχή πληροφορίας προς ακροατήρια με συγκεκριμένες δυνατότητες και γνώσεις.

Μια ιδιαίτερα σημαντική κατηγοριοποίηση της πληροφορίας που είναι αναγκαία για την επίτευξη συγκεκριμένου στόχου ή υποστόχου και η οποία στα επόμενα θα αποδειχθεί ιδιαίτερα υποβοηθητική στην ανάπτυξη εργαλείου και μεθοδολογίας οργάνωσης της προς μετάδοση πληροφορίας είναι η ακόλουθη:

- Πληροφοριακό υπόβαθρο, αναγκαίο για την επίτευξη του συγκεκριμένου γνωσιακού στόχου/υποστόχου, η οποία όμως λείπει από το υπόβαθρο του ακροατηρίου στόχου. Προφανώς η πληροφορία αυτή πρέπει να δοθεί απαραίτητα προκειμένου να συνεχιστεί η διαδικασία μεταφοράς γνώσης.
- Ιδιαίτερα σημαντική πληροφορία που είναι αναγκαία για την πρώτη βασική έμπνευση που έχει σχέση με το συγκεκριμένο γνωσιακό υποστόχο. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως στη διαδικασία σχεδίασης ψηφιακών πυλών με την μέθοδο μονοπατιών Euler, ένα *αρχικό απλό παράδειγμα*, το οποίο δείχνει στον φοιτητή πώς με μία απλή νομοτελειακή, μαθηματική διαδικασία καταλήγει κανείς σε μία καθοριστικά βελτιωμένη μορφή φυσικής ψηφιακής πύλης πάνω στο πυρίτιο ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος, *είναι αναγκαίο για*

την αρχική έμπνευση και κατανόηση εκ μέρους του φοιτητή της βασικής χρησιμότητας της μεθόδου.

- Μετά την πρώτη κατανόηση που έχει σχέση με το συγκεκριμένο στόχο/υποστόχο, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, είναι αναγκαία συμπληρωματική πληροφορία, χωρίς την οποία υπάρχει κίνδυνος λανθασμένης χρήσης της πληροφορίας εκ μέρους των αποδεκτών της. Ένα καλό παράδειγμα για την περίπτωση αυτή μπορούμε να πάρουμε από την γνωστική υποπεριοχή της σχεδίασης ψηφιακών κυκλωμάτων σε RTL επίπεδο με την μέθοδο διαγραμμάτων ASM-ASMD. Μετά την πρώτη κατανόηση της δομής ενός διαγράμματος ASMD είναι αναγκαίο να δοθεί ειδική πληροφορία για τον χρονισμό, με τον οποίο εκτελούνται οι πράξεις στους καταχωρητές του ψηφιακού συστήματος και τον τρόπο ελέγχου των τιμών των καταχωρητών αυτών. Μπορεί στη συγκεκριμένη πληροφορία, είναι εξαιρετικά πιθανό η συντριπτική πλειοψηφία των μελών του ακροατηρίου-στόχου να κάνει σοβαρά λάθη στη λογική των διαγραμμάτων που κατασκευάζει. Επομένως η συνολική μετάδοση πληροφορίας δεν μπορεί να χαρακτηριστεί πετυχημένη.
- Εξ' άλλου δε, υπάρχει ένα διαφορετικό υποσύνολο πληροφορίας, όχι απαραίτητα αναγκαίο για την πρώτη κατανόηση της προς μετάδοση πληροφορίας, αλλά σημαντικό για την πετυχημένη εργασία των αποδεκτών της πληροφορίας στο συγκεκριμένο τομέα. Παράδειγμα στην περίπτωση αυτή θα δανειστούμε πάλι από τη διαδικασία σχεδίασης ψηφιακών πυλών με την μέθοδο μονοπατιών Euler. Μετά την πρώτη κατανόηση της αξίας της συγκεκριμένης μεθόδου είναι αναγκαίο να δοθούν προς τους αποδέκτες της πληροφορίας κατευθυντήριες γραμμές και ειδική μεθοδολογία για την πιο αποδοτική εύρεση ταιριασμένων μονοπατιών Euler. Η επί πλέον πληροφορία αυτή επιτρέπει πολύ ταχύτερη και τελικά αποδοτικότερη εργασία των αποδεκτών της πληροφορίας στο συγκεκριμένο τομέα.
- Οι έμπειροι εκπαιδευτικοί γνωρίζουν, επίσης, ότι η πρώτη πληροφορία που δίνεται προς τους αποδέκτες τοποθετείται σε ένα είδος μνήμης του εγκεφάλου που ονομάζεται *προσωρινή μνήμη*. Για την αποθήκευση τελικά της πληροφορίας αυτής σε *μόνιμη μνήμη* είναι αναγκαία η επανάληψη και εξάσκηση των αποδεκτών στα συγκεκριμένα θέματα. Στη διαδικασία αυτή έχει δοθεί το όνομα *εμπέδωση*. Σε κάθε εκπαιδευτικό θέμα, οι έμπειροι εκπαιδευτικοί μπορούν να δώσουν επιπλέον ειδικό υλικό (ασκήσεις, προβλήματα κ.τ.λ.) με σκοπό την εμπέδωση της πληροφορίας.
- Πέραν τη εμπέδωσης της πληροφορίας στις περισσότερες εκπαιδευτικές διαδικασίες της πράξης είναι αναγκαίος ο έλεγχος της κατανόησης και, γενικότερα, του αποτελέσματος της διαδικασίας εκμάθησης. Για το σκοπό αυτό δημιουργούνται συνήθως σύνολα ερωτήσεων ή/και διαγωνίσματα ή άλλες, ειδικές, μορφές ελέγχου.

Η συγκεκριμένη διαφοροποίησης της πληροφορίας που μόλις αναφέρθηκε επιτρέπει, όπως θα φανεί αργότερα, την διαφοροποίηση του χειρισμού της πληροφορίας αυτής στον υπολογιστή. Πιο αναλυτική πληροφορία για την κατηγοριοποίηση αυτή θα δοθεί στα επόμενα κεφάλαια.

3.4 Δυνατότητα παράστασης της πληροφορίας με κατάλληλο διάγραμμα

Κομβικό σημείο της συγκεκριμένης εργασίας είναι η πρόταση παράστασης του συνόλου της κατηγοριοποιημένης, σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, πληροφορίας και της ακολουθίας και του χρονισμού της μετάδοσης πληροφορίας αυτής προς το ακροατήριο στόχο με μια μορφή ειδικού, καινοτομικού διαγράμματος. Στα επόμενα για το διάγραμμα αυτό θα χρησιμοποιηθεί ο απλός όρος διάγραμμα μεταφοράς της πληροφορίας. Οι βασικές δομές και η συνολική μορφή του διαγράμματος αυτού θα εισαχθεί στο κεφάλαιο 4, ενώ εκτενής χρήση του θα γίνει στο κεφάλαιο 5 για τις γνωστικές περιοχές:

- Της διαδικασίας σχεδίασης ψηφιακών πυλών με την μέθοδο μονοπατιών Euler.
- Της ψηφιακής σχεδίασης σε επίπεδο RTL με τη βοήθεια των διαγραμμάτων ASM-ASMD.
- Της γλώσσας περιγραφής υλικού Verilog HDL.

3.5 Δυνατότητα τμηματοποίησης του υλικού

Αυτή καθ' αυτή η διαδικασία καθορισμού ενδιάμεσων γνωστικών στόχων και η προαναφερθείσα κατηγοριοποίηση της πληροφορίας επιτρέπουν, όπως θα φανεί στα επόμενα κεφάλαια, την αποτελεσματική τμηματοποίηση της πληροφορίας και δίνουν την δυνατότητα διαφορετικών σεναρίων παροχής της πληροφορίας αυτής προς τους αποδέκτες της. Περαιτέρω κατανόηση της αξίας της συγκεκριμένης τμηματοποίησης είναι δυνατή μόνο μετά την περιγραφή της δομής και της δυνατής εφαρμογής του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας που είναι το αντικείμενο των επομένων κεφαλαίων. Ο λόγος ύπαρξης αυτής παραγράφου είναι ότι πρέπει να τονιστούν, έστω και εκ των προτέρων,

- οι αυξημένες δυνατότητες χρήσης εναλλακτικών σεναρίων εκ μέρους των μεταδιδόντων την πληροφορία και
- η επίσης αυξημένες δυνατότητες διαχείρισης της πληροφορίας αυτής της τμηματοποιημένης πληροφορίας με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Οι προαναφερθείσες δυνατότητες είναι αποτέλεσμα τόσο της παρούσης διπλωματικής εργασίας, όσο και της γενικότερης εργασίας της συγκεκριμένης ερευνητικής ομάδας.

3.6 Χρήση της μεθοδολογίας και των σχετικών εργαλείων για την παραγωγή καλύτερης ποιότητας περιεχομένου

Οι πρώτες εφαρμογές της συγκεκριμένης μεθοδολογίας, περιγραφής της μετάδοσης πληροφορίας και γνώσης, είχαν ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον, αν και ελαφρά παράδοξο αποτέλεσμα, το οποίο αξίζει να προαναφερθεί στο σημείο αυτό. Επανειλημμένα παρατηρήθηκε το εξής φαινόμενο: Ικανότατοι επιστήμονες με σημαντική εξειδίκευση σε συγκεκριμένους γνωσιακούς τομείς απέτυχαν κατ' αρχήν, πιθανόν λόγω έλλειψης εμπειρίας, να παράξουν ικανοποιητικό εκπαιδευτικό υλικό στους τομείς αυτούς. Όταν όμως τους εξηγήθηκε η μεθοδολογία που περιγράφεται σ' αυτό το κεφάλαιο και στα επόμενα, δηλαδή η διαδικασία προσδιορισμού ενδιάμεσων στόχων και η ανάλογη κατηγοριοποίηση της πληροφορία κατόρθωσαν σε ελάχιστο χρόνο να παράξουν υλικό εκπαιδευτικό, εντυπωσιακής ποιότητας. Έγινε λοιπόν κατανοητό στα μέλη της ομάδας εργασίας και τον συγγραφέα της παρούσης εργασίας, ότι η αντίληψη του τρόπου λειτουργίας του μυαλού του έμπειρου εκπαιδευτικού και των δυνατοτήτων που περιγράφονται στα επόμενα της παρούσης εργασίας πιθανότατα επιτρέπει καθοριστική βελτίωση της ποιότητας του παραγόμενου εκπαιδευτικού υλικού και γενικότερα του υλικού που αποσκοπεί στην μεταφορά πληροφορίας και γνώσης. Επομένως, η κατασκευή ενός εργαλείου το οποίο θα υποβοηθούσε τον παραγωγό πληροφορίας ή συγγραφέα υλικού στην μεθοδολογική τμηματοποίηση και κατηγοριοποίηση του αντίστοιχου υλικού κρίνεται κατ' αρχήν από τα μέλη της ομάδας εργασίας ως πραγματοποιήσιμη και ενδεχομένως θετικά υποβοηθητική στην όλη διαδικασία μεταφοράς πληροφορίας και γνώσης.

3.7 Προφανής Αδυναμία της μεθοδολογίας: Συστήματα GIGO

Στην παράγραφο 3.2 του παρόντος κεφαλαίου δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο γεγονός ότι η πετυχημένη χρήση της προτεινόμενης μεθοδολογίας και του σχετικού εργαλείου εξαρτάται καθοριστικά από τις ικανότητες του εκάστοτε παραγωγού του υλικού που είναι αναγκαίο για την μεταφορά πληροφορίας και γνώσης. Πρέπει να γίνει σαφές ότι, η συγκεκριμένη μεθοδολογία δίνει το υπόβαθρο της λειτουργίας του ανθρώπινου μυαλού του εκπαιδευτικού, αλλά δεν μπορεί να υποκαταστήσει την αναγκαία έμπνευση που απαιτείται από τον παραγωγό του υλικού ή/και τον μεταφορέα της πληροφορίας, προκειμένου να καθοριστεί μία αποτελεσματική ακολουθία υποστόχων και τα κατάλληλα υποσύνολα πληροφορίας για την μετάδοση πληροφορίας προς συγκεκριμένα ακροατήρια. Όσο και αν φαίνεται κατ' αρχήν παράδοξο αυτή είναι και η προφανής αδυναμία της προτεινόμενης μεθοδολογίας: προκειμένου να γίνει επιτυχημένη χρήση της απαιτείται ιδιαίτερη ικανότητα και έμπνευση των παραγωγών ή/και παρόχων της πληροφορίας. Με μία δόση χιούμορ η όλη μεθοδολογία και αντίστοιχα εργαλεία θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ως συστήματα GIGO, όπου το GIGO είναι συντομογραφία του αγγλικού Garbage In, Garbage Out (αν τροφοδοτήσει κανείς το σύστημα με σκουπίδια, θα πάρει σκουπίδια σαν αποτέλεσμα). Παρ' όλ' αυτά,

τα μέλη της ομάδας εργασίας και του συγγραφέα της παρούσης εργασίας πιστεύουν ότι στα χέρια ενός ικανού επαγγελματία ή γενικότερα ανθρώπου, η προτεινόμενη μεθοδολογία και τα αντίστοιχα εργαλεία μπορούν να υποβοηθήσουν καθοριστικά στο να επιτευχθούν πετυχημένα ή/και ιδιαίτερα πετυχημένα αποτελέσματα.

4

4^ο Κεφάλαιο: Το Διάγραμμα Μεταφοράς της Πληροφορίας – Προσαρτημένο Υλικό – Εναλλακτικές Παραστάσεις Μεταφοράς της Πληροφορίας

4.1 Θεματικές περιοχές που χρησιμοποιήθηκαν για την εξεύρεση και ανάλυση των δομών του διαγράμματος

Για ευνόητους λόγους, χρησιμοποιήθηκαν θεματικές περιοχές σχετικές με το περιβάλλον, στο οποίο αναπτύσσεται η παρούσα διπλωματική εργασία (ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ). Συγκεκριμένα:

- Η πρώτη περιοχή είναι η μεθοδολογία φυσικής κατασκευής σύνθετης πύλης CMOS, για την οποία ήδη υπήρχαν σημειώσεις/διαφάνειες, οι οποίες ήταν αποδεκτές από τους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ και είχαν αποσπάσει πολύ θετικά σχόλια από αυτούς. Οι σημειώσεις αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα σε κανονικό μάθημα της ΣΗΜΜΥ και συγκεκριμένα στην “εισαγωγή στην σχεδίαση VLSI”. Η ύπαρξη ικανοποιητικών σημειώσεων σ’ αυτή την θεματική περιοχή επέτρεψε ένα είδος “αντίστροφης” εργασίας, δηλαδή την κατασκευή του διαγράμματος από τις σημειώσεις. Η περιγραφή του θα γίνει, ώστε να ελεγχθούν δύο ενδεχόμενα:
 - Η εφαρμοσιμότητα στην πράξη της μεθοδολογίας και του διαγράμματος, δεδομένου ότι είχε ήδη διαπιστωθεί ότι το διάγραμμα έχει ένα βαθμό ενδογενούς πολυπλοκότητας. Τα αποτελέσματα κρίθηκαν πολύ ικανοποιητικά και το διάγραμμα κρίθηκε ικανό, εκ πρώτης όψεως, να καλύψει την πολυπλοκότητα του πραγματικού θέματος. Στην πραγματικότητα, ένα περαιτέρω μέρος των αναγκαίων δομών του διαγράμματος προέκυψε ως αποτέλεσμα της μελέτης των εκπαιδευτικών αναγκών της συγκεκριμένης θεματικής περιοχής.
 - Κρίθηκε αναγκαίο να ελέγξει κανείς συγκριτικά την μορφή της πληροφορίας που έδιναν οι πραγματικές σημειώσεις και την μορφή της εκπαιδευτικής διαδικασίας και της σχετικής πληροφορίας που προέκυπτε από το διάγραμμα. Το αποτέλεσμα ήταν ότι το διάγραμμα επιτρέπει στον άνθρωπο/εκπαιδευτή καλύτερη εποπτεία του συνολικού

αντικειμένου και της συνολικής εκπαιδευτικής διαδικασίας μεταφοράς της συγκεκριμένης πληροφορίας.

- Η δεύτερη περιοχή είναι η μεθοδολογία σχεδίασης πολύπλοκων ακολουθιακών κυκλωμάτων με χρήση των διαγραμμάτων ASM/ASMD. Στην περιοχή αυτή υπήρχαν ήδη αρχικές σημειώσεις, οι οποίες χρησιμοποιούνται στην διδασκαλία του ίδιου προαναφερθέντος μαθήματος και οι οποίες αναμένεται να βελτιωθούν με την αναπτυσσόμενη μεθοδολογία.
- Ως τρίτη περιοχή χρησιμοποιήθηκε η “χρήση της Verilog για την σχεδίαση ψηφιακών κυκλωμάτων”. Στην περιοχή αυτή έγινε η αρχή ανάπτυξης σημειώσεων για τους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ από τον συγγραφέα και τον επιβλέποντα της παρούσης εργασίας. Αναμένεται δε να συνεχιστεί η εργασία προς την κατεύθυνση αυτή και μετά το τέλος της ανά χείρας διπλωματικής εργασίας. Στην εισαγωγική εργασία στην περιοχή αυτή ακολουθήθηκαν δύο διαφορετικές ακολουθίες παροχής πληροφορίας προς το φοιτητικό ακροατήριο:
 - Η πρώτη ακολουθία παροχής πληροφορίας ήταν η απλή παράθεση των στοιχείων της γλώσσας Verilog, περίπου όπως θα τα έβρισκε κανείς σε ένα εγχειρίδιο αναφοράς για την Verilog.
 - Η δεύτερη ακολουθία μοιάζει με αυτήν που έχουν ακολουθήσει οι Μ. Morris Mano και Μ. D. Ciletti στο βιβλίο τους “Ψηφιακή Σχεδίαση”, στο οποίο, η ακολουθία των στοιχείων της γλώσσας γίνεται με σταδιακό τρόπο και ακολουθεί τις εκπαιδευτικές ενότητες του συγκεκριμένου βιβλίου. Η προσπέλαση αυτή είναι σαφώς ευκολότερη για τους φοιτητές και πλέον κατάλληλη παιδαγωγικά.

Η δύο προαναφερθείσες ακολουθίες παροχής πληροφορίας καταλήγουν, όπως θα δειχθεί στα επόμενα, σε καθοριστικά διαφορετικά διαγράμματα. Θα περιγραφεί αργότερα στα αποτελέσματα της διπλωματικής εργασίας, η τελική ακολουθία παροχής πληροφορίας και το αντίστοιχο συνολικό εκπαιδευτικό υλικό που πρέπει να δοθεί στους φοιτητές για την εκμάθηση και εμπέδωση της Verilog και θα είναι πιο κοντά στην δεύτερη από τις ανωτέρω περιπτώσεις. Η εργασία αυτή βρίσκεται σε εξέλιξη.

Η χρήση των περιοχών αυτών έχει κριθεί από τους εμπλεκόμενους καθηγητές της ΣΗΜΜΥ ως ικανοποιητική για την αρχική ανάπτυξη της παρουσιαζόμενης μεθοδολογίας παροχής πληροφορίας και του σχετικού εκπαιδευτικού (και γενικότερου) εργαλείου. Η πρώτη εντύπωση των καθηγητών και του συγγραφέως της παρούσης εργασίας είναι ότι υπάρχει σαφής δυνατότητα εφαρμογής της συγκεκριμένης μεθοδολογίας και του αντίστοιχου εργαλείου:

- σε άλλες γνωστικές περιοχές, ακόμα και καθοριστικά διαφορετικές,
- σε μεγάλη ποικιλία ακροατηρίων-στόχων,
- σε μεγάλη ποικιλία εκπαιδευτικών περιβαλλόντων και
- στις γενικότερες διαδικασίες μεταφοράς πληροφορίας (τηλεμάθηση, ηλεκτρονική μάθηση (e-learning), παραγωγή περιεχομένου (content creation) κ.ά.).

4.2 Περιγραφή του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας και γνώσης και των δομικών τους στοιχείων

Σαν αποτέλεσμα των στοιχείων που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 3 είναι προφανές ότι μπορούμε να καταστρώσουμε μία αυστηρή μεθοδολογία με την οποία επιτυγχάνεται η αυτοματοποίηση της διαδικασίας μεταφοράς της πληροφορίας. Η μεθοδολογία αυτή μπορεί να είναι ένα εργαλείο με το οποίο υποστηρίζεται η εκπαιδευτική και διδακτική διαδικασία του εκπαιδευτικού (ή γενικότερα του μεταφορέα της πληροφορίας). Το εργαλείο αυτό θα πρέπει να παρουσιάζει με αυστηρότητα τα επιμέρους βήματα που πρέπει να εκτελέσει ο διδάσκων, για μία ή περισσότερες διδακτικές ενότητες απαλλάσσοντας τον, εν μέρη, από την οργάνωση της προς μετάδοση πληροφορίας, ενώ θα του επιτρέπει την εύκολη εύρεση τυχόν ελλείψεων του προς μετάδοση υλικού καθώς και την επίδραση του υλικού στους αποδέκτες του έτσι ώστε να πετύχει την καλύτερη δυνατή μόρφωση των αποδεκτών. Για τον σκοπό αυτό κρίθηκε ότι αυτή η αυστηρή και αυτοματοποιημένη διαδικασία μπορεί να αναπαρασταθεί με μία διαγραμματική περιγραφή και αναπαράσταση του υλικού προς μετάδοση, αλλά και της πορείας της γνώσης, όπως αυτή δομείται σταδιακά στον ανθρώπινο νου.

Πριν από την χρήση της μεθοδολογίας είναι αναγκαίο να χαρακτηριστούν τα επιμέρους δομικά στοιχεία του διαγράμματος, χωρίς τα οποία η διαδικασία μεταφοράς πληροφορίας δεν θα επιτυγχάνεται στον επιθυμητό βαθμό. Κατ' αρχήν οποιαδήποτε διδακτική ενότητα και οποιαδήποτε διδακτική πληροφορία, την οποία θέλει να μεταδώσει ο εκπαιδευτικός, πρέπει να στηρίζεται σε ήδη υπάρχουσες γνώσεις του ακροατηρίου-στόχου. Οι γνώσεις αυτές εξασφαλίζουν την κατοχή νοητικού επιπέδου του ακροατηρίου-στόχου και από εδώ και στο εξής θα ονομάζονται *βάσεις γνώσης*. Οι βάσεις γνώσης γύρω από ένα συγκεκριμένο ζήτημα διαφέρουν από αποδέκτη σε αποδέκτη πληροφορίας και αυτό οφείλεται κυρίως στο διαφορετικό μαθητικό παρελθόν, στις διαφορετικές σπουδές, στις προτιμήσεις και κλίσεις του καθενός κ.τ.λ. Είναι ξεκάθαρο ωστόσο, ότι σε επίπεδο πανεπιστημιακής εκπαίδευσης υπάρχει μία σχετική ομοιομορφία μεταξύ των μελών του ακροατηρίου-στόχου, λόγω παραδείγματος χάρη του κοινού πανεπιστημιακού προγράμματος, της επιτυχούς παρακολούθησης ενός μαθήματος ή εργαστηρίου κ.τ.λ. Εάν κάποια μέλη του ακροατηρίου-στόχου δεν κατέχουν τις αναγκαίες βάσεις γνώσεων θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν από το καθηγητή και τότε θα πρέπει να διαμορφώσει κατάλληλα την προς μεταφορά πληροφορία και το υλικό, έτσι ώστε όλα τα μέλη του ακροατηρίου να έχουν το ίδιο επίπεδο γνώσης του προαπαιτούμενου υλικού. Πάνω σε αυτές τις γνώσεις, ο διδάσκων στηρίζεται για τον περαιτέρω εμπλουτισμό των γνώσεων των αποδεκτών. Αφού, λοιπόν, ολοκληρωθεί η διαδικασία εξακρίβωσης των αναγκαίων προαπαιτούμενων γνώσεων για την μεταφορά της πληροφορίας, ο εκπαιδευτικός πρέπει να κατακερματίσει την διαδικασία μετάδοσης της πληροφορίας έτσι ώστε ο τελικός στόχος γνώσης να σπάσει σε ενδιάμεσους στόχους, σύμφωνα με την επικρατούσα μεθοδολογία του διαίρει και βασιλεύει. Η διαδικασία αυτή δημιουργεί μία αλληλουχία ενδιάμεσων στόχων, η οποία αν ακολουθηθεί συμβάλει στην δομημένη κατανόηση και επίτευξη του τελικού στόχου.

Η διαγραμματική αναπαράσταση της μεθοδολογίας πρέπει, όπως αναφέρθηκε να διέπεται από αυστηρούς κανόνες με σκοπό την αυτοματοποίηση της μεθόδου με χρήση έτοιμου λογισμικού ή υπολογιστικού εργαλείου, το οποίο θα δημιουργηθεί. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν στις διαγραμματικές αναπαραστάσεις της παρούσης διπλωματικής εργασίας συγκεκριμένα σύμβολα. Πιο συγκεκριμένα:

- Οι διάφορες βάσεις γνώσης που προαπαιτούνται για την επιτυχή μεταφορά πληροφορίας περικλείονται σε οβάλ, τα οποία ανάλογα με το θέμα που πραγματεύονται συνθέτουν υποσύνολα βάσεων του ευρύτερου συνόλου απαιτούμενων βάσεων γνώσεων.
- Οι ενδιάμεσοι στόχοι περικλείονται, επίσης, σε οβάλ και συνδέονται μεταξύ τους με βέλη, τα οποία δείχνουν την νοητική πορεία της γνώσης.
- Είναι προφανές ότι ανάμεσα από δύο ενδιάμεσους στόχους απαιτείται πληροφορία και υλικό, με τη χρήση των οποίων οι αποδέκτες κατακτούν τον επιμέρους στόχο γνώσης. Οι πληροφορίες αυτές και το αναγκαίο υλικό περικλείονται σε ορθογώνια παραλληλόγραμμα κουτιά, τα οποία αποτελούν μέρος του βέλους πορείας της γνώσης, διότι αφομοιώνοντας την μεταδιδόμενη επιμέρους πληροφορία μπορούμε να μεταβούμε από έναν υποστόχο στον επόμενο. Το σύνολο των πληροφοριών και του υλικού που περικλείουν τα κουτιά αυτά αποτελούν το ουσιαστικό κομμάτι της διδασκαλίας καθώς αθροιζόμενες οι πληροφορίες αυτές πρέπει να συνθέτουν το σύνολο πληροφοριών που απαιτούνται για την επίτευξη του τελικού στόχου.
- Επιπλέον σε ορισμένες περιπτώσεις φάνηκε αναγκαία η διακλάδωση της πορείας της μεταφοράς πληροφορίας λόγω διαφόρων αιτιών, οι οποίες θα αναλυθούν στο υποκεφάλαιο που ακολουθεί. Η διακλάδωση αυτή οδηγεί σε διαφορετικούς δρόμους πάνω στο μονοπάτι του διαγράμματος και επομένως στην ύπαρξη διαφορετικών υποστόχων ανάλογα με το μονοπάτι που ακολουθείται.
- Λόγω της διακλάδωσης αυτής και έτσι ώστε να είναι κατανοητό στο διάγραμμα ποιο μονοπάτι πρέπει να ακολουθηθεί, χρησιμοποιήσαμε ένα μπλοκ απόφασης όπως ακριβώς και στα κοινά διαγράμματα ροής, το οποίο αναπαρίσταται με ρόμβο, ο οποίος περιέχει μία συνθήκη προς έλεγχο. Η ικανοποίηση ή μη της συνθήκης οδηγεί σε διαφορετικά μονοπάτια πάνω στο διάγραμμα.
- Τέλος στο διάγραμμα φαίνονται σε κάθε κουτί πληροφορίας ή υλικού προς μετάδοση (ορθογώνιο κουτί) μία μεταπληροφορία, η οποία σχετίζεται με τις περαιτέρω παραμέτρους επιλογής μονοπατιού πάνω στο διάγραμμα, οι οποίες θα αναλυθούν στο επόμενο υποκεφάλαιο.

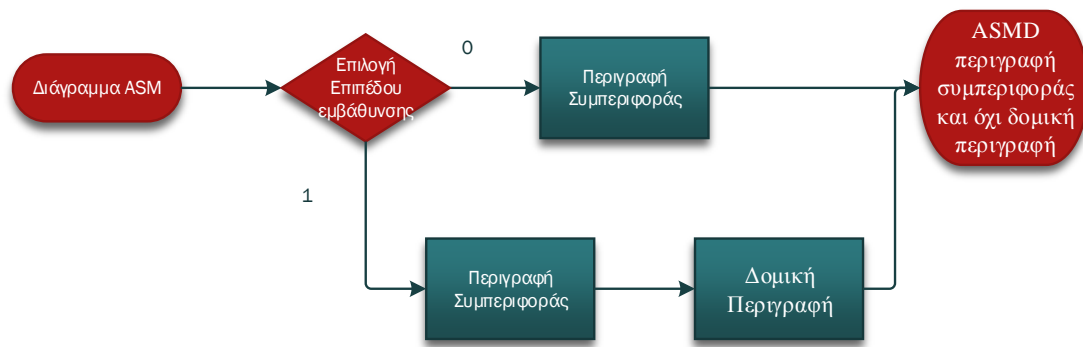
4.3 Περισσότερα για τις εναλλακτικές διαδρομές

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, η συγκεκριμένη μεθοδολογία μπορεί να φέρει διακλαδώσεις στο διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας. Οι διακλαδώσεις αυτές γίνονται για διάφορους λόγους, οι κύριοι των οποίων είναι ο χρόνος που είναι διαθέσιμος για την μεταφορά πληροφορίας, δηλαδή ο χρόνος που έχει στην διάθεση του ο εκπαιδευτικός για το συγκεκριμένο μάθημα (π.χ. σαράντα διδακτικές ώρες το εξάμηνο), η εμβάθυνση στο επίπεδο της γνώσης που θέλει να πετύχει ο εκπαιδευτικός με το μάθημα του και το προφίλ του ακροατηρίου. Καθ' ένας από αυτούς τους λόγους θα αναλυθούν παρακάτω λεπτομερέστερα και με ποικίλα παραδείγματα, ώστε να γίνει κατανοητή η ανάγκη ύπαρξης διαφορετικών μονοπατιών στο ίδιο διάγραμμα για την επίτευξη του ίδιου τελικού στόχου. Αξίζει να σημειωθεί ότι για να γίνεται η επιλογή των μονοπατιών με αυστηρά κριτήρια, έτσι ώστε να είναι δυνατή η εξεύρεση τους με χρήση αλγορίθμου, είναι αναγκαία η αποτύπωση *μεταπληροφορίας* μέσα στο ίδιο διάγραμμα. Αυτή η πληροφορία στα διαγράμματα της παρούσης διπλωματικής εργασίας αναγράφεται στην άνω δεξιά γωνία κάθε κουτιού, όπου και αν είναι αναγκαία η ύπαρξη της. Τέλος κάθε διακλάδωση πρέπει να ξεκινάει από ένα κοινό σημείο εκκίνησης και κάθε εναλλακτική διαδρομή πρέπει να καταλήγει σε ένα κοινό τελικό σημείο.

4.3.1 Εναλλακτικές Διαδρομές ανάλογα με το επιθυμητή εμβάθυνση της γνώσης

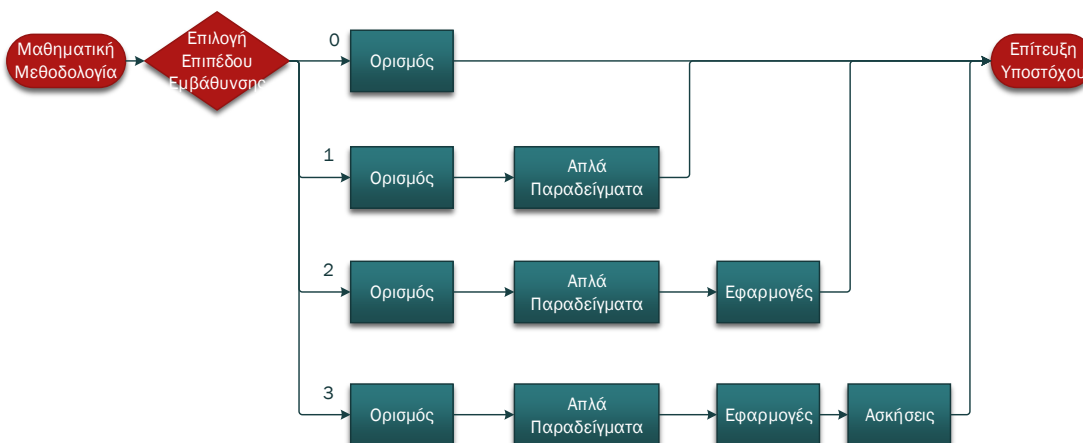
Κάθε εκπαιδευτικός, κατά την διάρκεια μίας διδασκαλίας, αποφασίζει σε ποιο βάθος γνώσης θέλει να φτάσει. Είναι λογικό να επιλέγει να εμβαθύνει σε συγκεκριμένους υποστόχους, παραδείγματος χάρη, με επίλυση ασκήσεων για περαιτέρω εξάσκηση πάνω σε συγκεκριμένη πληροφορία ή με χρήση περισσότερων παραδειγμάτων ή με αναφορά σε κάποιες υποενότητες επιφανειακά, παρέχοντας δηλαδή μια απλή ενημέρωση πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο. Παρατηρήθηκε η δυνατότητα, με χρήση της μεθοδολογίας που εξετάζεται, αποτύπωσης της εμβάθυνσης που επιθυμεί ο μεταφορέας της πληροφορίας για την εκάστοτε θεματολογία με χρήση επιπέδων εμβάθυνσης. Αυτά τα επίπεδα εμφανίζονται καθαρά στην διαγραμματική περιγραφή του εκπαιδευτικού στόχου και διαφοροποιούν τις διαδρομές που θα ακολουθηθούν από τον εκπαιδευτικό κατά την διάρκεια του μαθήματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν υποστόχοι οι οποίοι μπορούν να παραληφθούν τελείως και παρ' όλα αυτά να επιτευχθεί ο τελικός στόχος. Ακολουθούν παραδείγματα τέτοιων εναλλακτικών διαδρομών με βάση το επιθυμητό επίπεδο εμβάθυνσης.

Παράδειγμα 1



Ο υποστόχος της συγκεκριμένης διαδικασίας είναι η κατανόηση από πλευράς αποδέκτη πληροφορίας, ότι το διάγραμμα ASM αποτελεί μία περιγραφή της συμπεριφοράς ενός ακολουθιακού κυκλώματος και όχι μια δομική περιγραφή ή περιγραφή σε επίπεδο πυλών. Ο εκπαιδευτικός, σύμφωνα με το συγκεκριμένο διάγραμμα, μπορεί να επιλέξει μεταξύ δύο επιπέδων εμβάθυνσης της γνώσης. Το πρώτο επίπεδο ή επίπεδο 0 περιέχει πληροφορία σχετικά με την περιγραφή συμπεριφοράς ακολουθιακών κυκλωμάτων και μόνο. Ο εκπαιδευτικός ακολουθώντας την συγκεκριμένη διαδρομή μπορεί είτε να μην αναφέρει καθόλου την δομική περιγραφή κυκλωμάτων ή να κάνει μία απλή αναφορά. Αντίθετα ακολουθώντας την δεύτερη διαδρομή ή επίπεδο 1, έπειτα από την περιγραφή της συμπεριφοράς, ο εκπαιδευτής αναλύει και την δομική περιγραφή των ακολουθιακών κυκλωμάτων. Έτσι οι αποδέκτες πληροφορίας μπορούν εύκολα να εξάγουν από μόνοι τους (έμπνευση) την διαφορά μεταξύ δομικής περιγραφής και περιγραφής συμπεριφοράς των κυκλωμάτων και να επέλθει η επίτευξη του υποστόχου. Επίσης οι αποδέκτες εμβαθύνουν την γνώση τους πάνω σε περιγραφές ακολουθιακών κυκλωμάτων σε σχέση με την πρώτη διαδρομή (επίπεδο 0).

Παράδειγμα 2



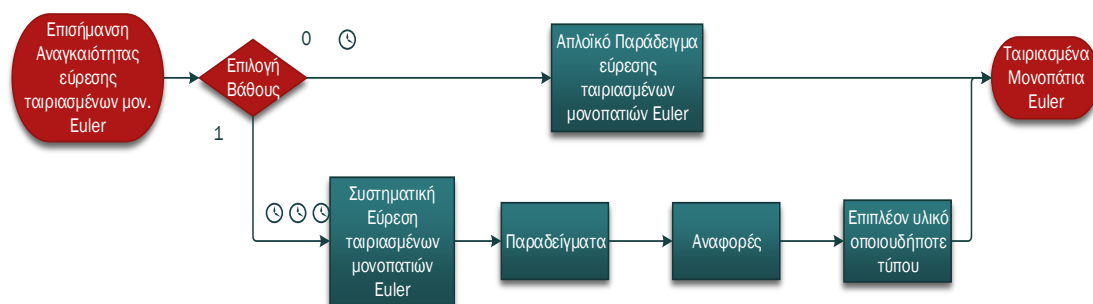
Το παραπάνω παράδειγμα διαγράμματος είναι ιδεατό παράδειγμα διαγράμματος μίας μαθηματικής μεθοδολογίας. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα παρουσιάζονται τέσσερα

επίπεδα εμπάθυνσης. Ανάλογα με την εμπάθυνση γνώσης που θέλει να πετύχει ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει μεταξύ τεσσάρων εναλλακτικών διαδρομών. Ο μεταφορέας της πληροφορίας μπορεί είτε να κάνει μια απλή αναφορά στον ορισμό της μαθηματικής μεθοδολογίας, είτε να αναφέρει τον ορισμό της μεθοδολογίας και να παρουσιάσει κάποια απλά παραδείγματα κ.ο.κ. Είναι σαφές ότι με την χρήση οποιασδήποτε διαδρομής επιτυγχάνεται ο τελικός στόχος όπου οι αποδέκτες γίνονται κοινωνοί της συγκεκριμένης μεθοδολογίας με μόνη διαφορά την εμπάθυνση της συγκεκριμένης γνώσης.

4.3.2 Εναλλακτικές Διαδρομές σύμφωνα με την χρονική διάρκεια

Η χρονική διάρκεια της διαδικασίας της διδασκαλίας αποτελεί ένα πολύ σημαντικό παράγοντα διαφοροποίησης της διαδρομής που ακολουθείται πάνω στο διάγραμμα. Ανάλογα με τον χρόνο που μπορεί να διαθέσει ένας εκπαιδευτικός για την επίτευξη ενός συγκεκριμένου υποστόχου, επιλέγεται και η κατάλληλη εναλλακτική διαδρομή πάνω στο διάγραμμα. Προφανώς ο συγκεκριμένος παράγοντας και παράγοντας της εμπάθυνσης της γνώσης είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι. Η επιλογή ενός μονοπατιού με μεγαλύτερο βαθμό εμπάθυνσης της μεταδιδόμενης πληροφορίας προφανώς επιφέρει αύξηση του αναγκαίου χρόνου για την επίτευξη είτε του υποστόχου είτε του τελικού στόχου. Γι' αυτό κρίνεται αναγκαίο η μεταπληροφορία του χρονισμού να αποτυπώνεται μαζί με τα επίπεδα εμπάθυνσης στο διάγραμμα μεταφοράς της πληροφορίας και στο πλαίσιο της παρούσης διπλωματικής εργασίας συμβολίζεται με ένα ρολόι πάνω από το βέλος της εκάστοτε διαδρομής. Ωστόσο η χρονική διάρκεια ενός μαθήματος δεν σχετίζεται μόνον από το επιθυμητό επίπεδο εμπάθυνσης αλλά σχετίζεται και με άλλους παράγοντες όπως λόγου χάρη με την μείωση διδακτικών ωρών του μαθήματος για οποιονδήποτε λόγο, ασθένεια του καθηγητή κ.τ.λ. Παρακάτω δίνονται δύο παραδείγματα για την κατανόηση του παράγοντα της χρονικής διάρκειας.

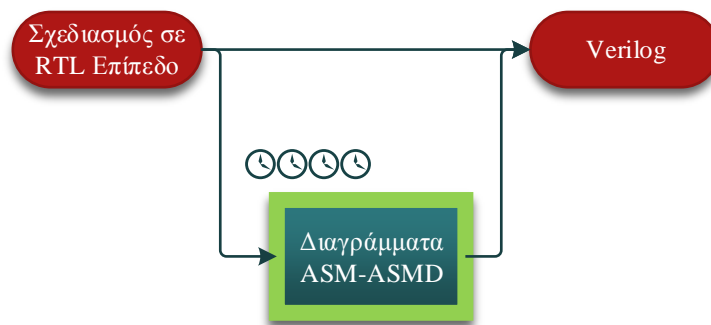
Παράδειγμα 1



Το παράδειγμα αυτό αποτελεί κομμάτι του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας για τα μονοπάτια Euler. Παρατηρούμε ότι ανάλογα με την διαδρομή που θα ακολουθήσουμε για την επίτευξη του υποστόχου χρειάζεται και περισσότερος χρόνος. Αν θεωρήσουμε ότι κάθε ρολόι υποδηλώνει μία διδακτική ώρα, αν ο εκπαιδευτικός επιλέξει το επίπεδο εμπάθυνσης 0, δηλαδή ένα απλοϊκό παράδειγμα για την εύρεση ταιριασμένων μονοπατιών Euler, θα χρειαστεί μόνο μία διδακτική ώρα. Αντίθετα, αν

επιθυμεί μια συστηματική παρουσία τρόπου εύρεσης ταιριασμένων μονοπατιών Euler με χρήση παραδειγμάτων, αναφορών και επιπλέον υλικού θα χρειαστεί τρεις διδακτικές ώρες. Και στις δύο περιπτώσεις ο υποστόχος εύρεσης ταιριασμένων μονοπατιών Euler επιτυγχάνεται αλλά με διαφορετικό επίπεδο βάθους και με διαφορετική αναγκαία χρονική διάρκεια.

Παράδειγμα 2



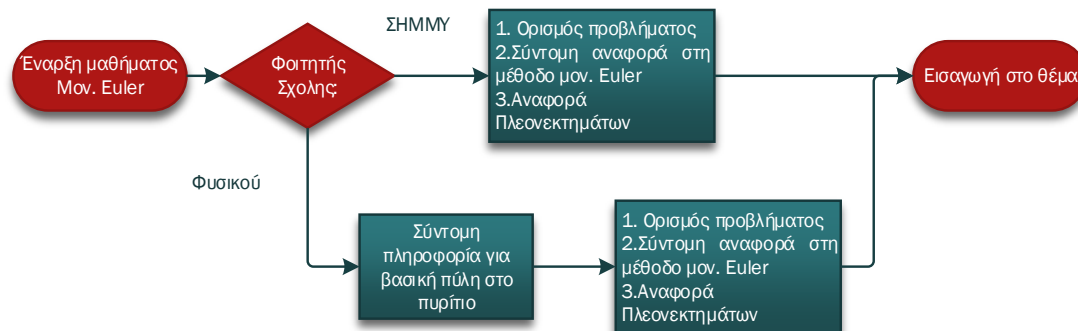
Το παράδειγμα αυτό αποτελεί κομμάτι του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας για την εκμάθηση της γλώσσας Verilog. Στο παράδειγμα αυτό φαίνονται δύο εναλλακτικές διαδρομές. Μετά την επίτευξη του υποστόχου της εκμάθησης σχεδιασμού ακολουθιακών κυκλωμάτων σε RTL επίπεδο, ο εκπαιδευτικός μπορεί να αποφασίσει εάν θα επιλέξει την πάνω διαδρομή, όπου επιτυγχάνεται απ' ευθείας ο τελικός στόχος (χωρίς καμία άλλη διαδικασία μεταφοράς της πληροφορίας) ή αν θα επιλέξει την κάτω διαδρομή, όπου πρέπει να μεταδώσει όλη την πληροφορία σχετικά με τα διαγράμματα ASM-ASMD. Προφανώς η επιλογή της κάτω διαδρομής επιφέρει μεγαλύτερο βάθος γνώσης, αλλά θα αυξηθεί κατά πολύ ο αναγκαίος χρόνος για την μεταφορά της πληροφορίας. Είναι θεμιτό στην παρούσα φάση να αναφερθεί ότι το κουτί του διαγράμματος ASM-ASMD αποτελεί ένα υποδιάγραμμα. Το υποδιάγραμμα αυτό αποτελεί ένα αυτοτελές διάγραμμα πληροφορίας το οποίο δεν φαίνεται στο συγκεκριμένο σχήμα για λόγους απλότητας. Τα υποδιαγράμματα αυτά θα αναπαρίστανται στα διαγράμματα της παρούσης διπλωματικής εργασίας με ορθογώνια παραλληλόγραμμα κουτιά με παχιά περιμετρική πράσινη γραμμή.

4.3.3 Εναλλακτικές διαδρομές ανάλογα με το προφίλ του ακροατηρίου

Ο τρίτος προφανής αλλά και καθοριστικός παράγοντας διαφοροποίησης της διαδρομής πάνω στο διάγραμμα μεταφοράς της πληροφορίας είναι το προφίλ του ακροατηρίου. Η γνώσεις βάσεις του ακροατηρίου παίζουν ουσιαστικό ρόλο στην πληροφορία που πρέπει να μεταδοθεί για οποιοδήποτε θέμα. Παραδείγματος χάρη για την επίτευξη ενός υποστόχου μπορεί να είναι αναγκαία η γνώση μίας μαθηματικής μεθοδολογίας, για την οποία οι αποδέκτες μπορεί να έχουν μερική ή ολική άγνοια. Πέρα, ωστόσο, από γνωσιακές απαιτήσεις μπορεί τα διάφορα ακροατήρια, για τα οποία είναι προορισμένο το διάγραμμα να έχουν τελείως διαφορετική εκπαίδευση, ηλικία, οξυδέρκεια ή ακόμα

και ευκολότερη ή δυσκολότερη επιδεκτικότητα στην έμπνευση. Το ακόλουθο παράδειγμα προσπαθεί να εξηγήσει τις προαναφερθείσες έννοιες.

Παράδειγμα



Το συγκεκριμένο παράδειγμα αποτελεί μέρος του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας για τα μονοπάτια Euler. Όπως φαίνεται και στο σχήμα υπάρχει ανάγκη επιπλέον πληροφορίας για τους φοιτητές της σχολής Φυσικής από τους φοιτητές της σχολής ΣΗΜΜΥ. Προφανώς οι φοιτητές της ΣΗΜΜΥ έχουν έρθει σε επαφή με φυσικές πύλες πάνω σε πυρίτιο και δεν είναι αναγκαία η μετάδοση της συγκεκριμένης πληροφορίας. Αντίθετα εάν το μάθημα το παρακολουθούσαν φοιτητές από τη σχολή της Φυσικής θα έπρεπε να δοθεί η συγκεκριμένη πληροφορία.

Πρέπει να τονισθεί ότι οι τρεις παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως δεν αποτελούν τους μοναδικούς, αλλά τους προφανείς. Η μεθοδολογία που αναπτύσσεται στα πλαίσια της συγκεκριμένης διπλωματικής αναδεικνύει και άλλους παράγοντες που επιφέρουν αλλαγή κατευθύνσεων πάνω στο διάγραμμα και θα αναλυθούν στα επόμενα υποκεφάλαια.

4.4 Δυνατότητα διαφοροποίησης του περιεχομένου ενός μαθήματος ή θεματικής ενότητας με τους τρόπους που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο

3 – Σχετικές Δομές

Όπως προαναφέρθηκε, οι διαδρομές σε ένα διάγραμμα μεταφοράς συγκεκριμένης πληροφορίας μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με ποικίλους παράγοντες είτε αυτοί είναι εμφανείς είτε όχι. Επιπροσθέτως επισημάνθηκε, ότι ακόμα και το ίδιο το διάγραμμα μπορεί να διαφέρει είτε ολόκληρο είτε σε τμήματα του. Για τους λόγους αυτούς είναι αναγκαίο να εισαχθεί η έννοια του *πλήρους διαγράμματος*. Το πλήρες διάγραμμα αποτελεί την πηγή όλων των διαγραμμάτων που προκύπτουν ακολουθώντας μία διαδρομή πάνω σ' αυτό.

Στο πλήρες διάγραμμα πρέπει να είναι εμφανείς όλοι οι πιθανοί υποστόχοι της διαδικασίας, όλες οι αλληλουχίες μετάδοσης της επιθυμητής πληροφορίας καθώς και

όλη η μεταπληροφορία που σχετίζεται με την χρονική διάρκεια κάθε διαδρομής, με το προφίλ του ακροατηρίου-στόχου και με την επιθυμητή εμβάθυνση. Το πλήρες διάγραμμα θα πρέπει να αποτελεί την βάση για όλες τις πιθανές διαδρομές που μπορούν να ακολουθηθούν. Τα διαγράμματα που προκύπτουν από το πλήρες διάγραμμα ακολουθώντας για οποιονδήποτε λόγο ένα συγκεκριμένο μονοπάτι θα ονομάζονται *παράγωγα διαγράμματα*.

Τα παράγωγα διαγράμματα είναι τα διαγράμματα τα οποία προκύπτουν από την εφαρμογή κριτηρίων τρόπου μεταφοράς της πληροφορίας και αποτελούν αυτόνομα διαγράμματα, η χρήση του καθ' ενός εκ των οποίων θα οδηγήσει πάντα στο τελικό στόχο. Αυτά τα διαγράμματα μπορούν να καθοριστούν επίσης και από “λογικές” ή ακόμα και αριθμητικές πράξεις εφαρμοσμένες στο πλήρες διάγραμμα. Παραδείγματος χάρη το μονοπάτι πληροφορίας που θα ακολουθήσουμε έπειτα από ένα μπλοκ απόφασης μπορεί να είναι αποτέλεσμα μιας λογικής πράξης ή μπορεί να είναι η συνάρτηση αληθείας μίας φράσης, όπως “είναι δυνατή η εύρεση ταιριασμένων μονοπατιών Euler;”. Αν η φράση είναι αληθής ακολουθείται το μονοπάτι που ονομάζεται ως 1, αλλιώς το μονοπάτι που ονομάζεται ως 0. Παράδειγμα αριθμητικής πράξης θα μπορούσε να είναι το σύνολο των διδακτικών ωρών που απαιτούνται από μία συγκεκριμένη διαδρομή του πλήρους μονοπατιού. Η υπέρβαση της μέγιστης χρονικής διάρκειας θα οδηγήσει στην απόρριψη του παράγωγου διαγράμματος.

Επιπλέον, τα παράγωγα διαγράμματα μπορούν να καθοριστούν και από χρήση πολλαπλών κριτηρίων, σύμφωνα με αυτά που αναπτύχθηκαν στο υποκεφάλαιο 4.3. Ο χρήστης του διαγράμματος, ο εκπαιδευτικός δηλαδή, μπορεί να επιλέξει δύο ή περισσότερα κριτήρια για την επιλογή παράγωγου διαγράμματος από το πλήρες διάγραμμα, ωστόσο δεν είναι εκ των προτέρων καθορισμένο, εάν θα υπάρχει ένα και μόνο ένα διάγραμμα-αποτέλεσμα. Τα παράγωγα διαγράμματα που προκύπτουν από την εφαρμογή πολλαπλών κριτηρίων μπορεί να είναι περισσότερα του ενός και η επιλογή του διαγράμματος που θα χρησιμοποιηθεί να είναι υπό την διακριτική ευχέρεια του χρήστη. Μπορεί, ακόμη, με την χρήση συγκεκριμένων κριτηρίων να μην είναι δυνατή η ύπαρξη κάποιου παράγωγου διαγράμματος. Στην συγκεκριμένη περίπτωση πρέπει να δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη επιλογής ενός διαγράμματος αναφέροντας τις συνέπειες που θα υπάρξουν με την χρήση του.

Παραδείγματος χάρη, για μία συγκεκριμένη ενότητα, ο εκπαιδευτικός μπορεί να διαθέσει σαράντα ώρες διδασκαλίας και δεν θέλει να “κατέβει” πιο χαμηλά από το δεύτερο επίπεδο εμβάθυνσης. Σαν αποτέλεσμα της εφαρμογής των παραπάνω κριτηρίων μπορεί να έχει:

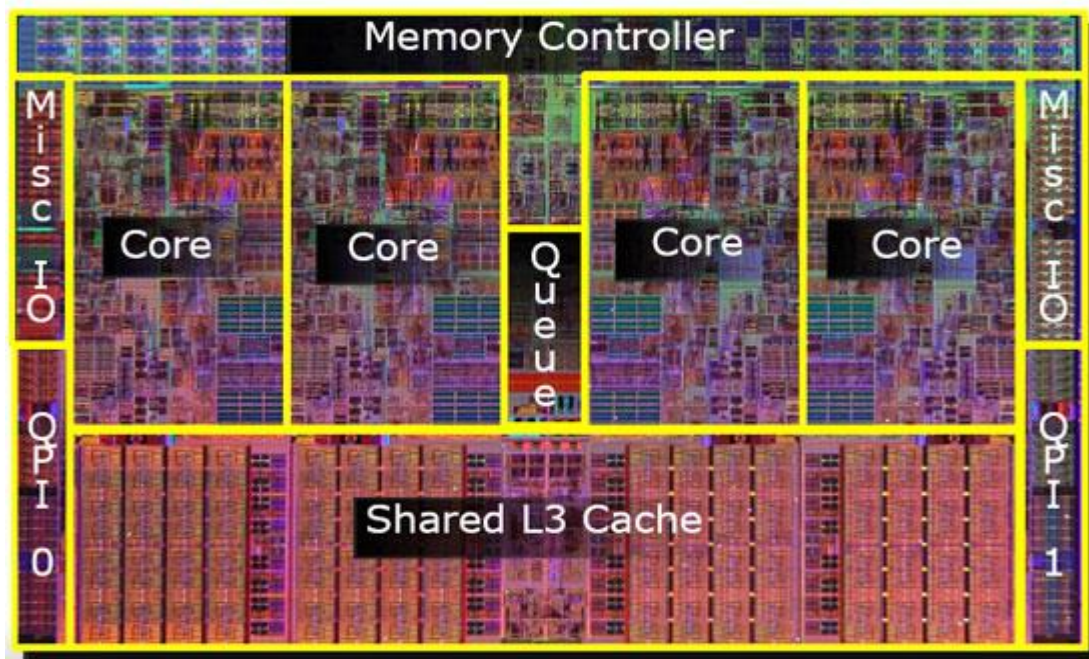
- Ένα ή περισσότερα παράγωγα διαγράμματα και από εκεί και πέρα να αποφασίσει ο ίδιος με ποιο από όλα θα κινηθεί.
- Κανένα παράγωγο διάγραμμα αλλά να του δίνεται σαν δυνατή λύση ένα ή περισσότερα παράγωγα διαγράμματα, για καθένα από τα οποία θα αναφέρεται ποιο κριτήριο δεν ικανοποιείται, δηλαδή για παράδειγμα μπορεί είτε σε ένα σημείο του παράγωγου διαγράμματος να “κατεβαίνει” κάτω από το δεύτερο επίπεδο εμβάθυνσης είτε να υπερβαίνει την επιθυμητή χρονική διάρκεια. Στο σημείο αυτό ο χρήσης-εκπαιδευτικός θα πρέπει να αποφασίζει εάν θα

χρησιμοποιήσει κάποιο απ' αυτά τα διαγράμματα ή εάν θα αλλάξει τα κριτήρια που εφαρμόζει.

Αξίζει επιπλέον να σημειωθεί ότι πολλαπλότητα στα παράγωγα διαγράμματα μπορούμε να έχουμε και από “επαναλήψεις” μεταξύ δύο διαδοχικών υποστόχων. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, στα σημεία όπου έχουμε διακλαδώσεις, έχουμε κοινό σημείο εκκίνησης των εναλλακτικών διαδρομών και κοινό τελικό σημείο. Για την επίτευξη της καλύτερης δυνατής διαδικασίας για την μεταφορά της πληροφορίας ο εκπαιδευτικός μπορεί να επιλέξει να διατρέξει περισσότερες από μία των εναλλακτικών διαδρομών. Παραδείγματος χάρη μπορεί σε ένα σημείο του διαγράμματος να υπάρχουν n δυνατές διαδρομές και για λόγους εμπέδωσης και εμπάθυνσης ο μεταφορέας της πληροφορίας να επιλέξει να διατρέξει m εναλλακτικές διαδρομές.

4.5 Η έννοια του υποδιαγράμματος για την ανάπτυξη ευρύτερου και ογκωδέστερου περιεχομένου

Οποιοδήποτε σύστημα χρησιμοποιείται την σημερινή εποχή, αποτελείται από υποσυστήματα. Τα υποσυστήματα αυτά είναι οι βασικοί πυλώνες του κάθε συστήματος και αποτελούν δομικά στοιχεία του. Είναι λογικό, κατά τον σχεδιασμό ενός τέτοιου συστήματος, να σχεδιάζονται πρώτα τα συστατικά του υποσυστήματα και ύστερα η μεταξύ τους διασύνδεση. Για παράδειγμα, πολλές φορές, χρησιμοποιούμε κατά την δημιουργία ενός κώδικα, μία συνάρτηση, η οποία καλείται πολλές φορές μέσα στο πρόγραμμα. Με αυτήν την διαδικασία, όχι μόνο κερδίζουμε χρόνο και πόρους κατά την δημιουργία ενός συστήματος, αλλά και κατά την μετέπειτα ανάγνωση του από ένα τρίτο πρόσωπο η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του γίνεται ευκολότερος. Ακολουθεί μία εικόνα του επεξεργαστή i7-950.



Εικόνα 7 i7-950 layout

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, ο επεξεργαστής αποτελείται από κάποια δομικά στοιχεία, όπως οι τέσσερις πυρήνες, η L3 cache, ο ελεγκτής μνήμης κ.τ.λ. Αυτά τα δομικά στοιχεία αποτελούν υποσυστήματα του συνολικού συστήματος του επεξεργαστή. Τα υποσυστήματα αυτά μπορούν να αναλυθούν σε μικρότερα ακόμα υποσυστήματα και αυτά με την σειρά τους σε ακόμα μικρότερα μέχρι να φτάσουμε στην μικρότερη δυνατή μονάδα. Η τεχνική αυτή είναι γνωστή ως διαίρει και βασίλευε.

Έτσι ακριβώς και τα διαγράμματα που μελετώνται στο πλαίσιο της παρούσης διπλωματικής εργασίας, αποτελούνται από υποδιαγράμματα. Όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα, ολόκληρα κουτιά του διαγράμματος μπορούν να αποτελούν αυτόνομα διαγράμματα τα οποία επιτελούν ένα τελικό στόχο. Με αυτό τον τρόπο ένα πολύ μεγάλο και πολύπλοκο διάγραμμα μπορεί να απλουστευθεί σε επιμέρους υποδιαγράμματα.

Για να γίνει κατανοητή η διαδικασία αυτή αναφέρουμε το εξής παράδειγμα. Στο πλαίσιο του μαθήματος της ΣΗΜΜΥ “Σχεδίαση VLSI”, το διάγραμμα που προκύπτει για το συνολικό όγκο του μαθήματος αποτελείται από τα διαγράμματα της μεθοδολογίας των μονοπατιών Euler, των ASM-ASMD διαγραμμάτων, της εκμάθησης της γλώσσας Verilog και όχι μόνο. Ένα τέτοιο διάγραμμα όχι μόνο θα ήταν τεράστιο (ογκωδέστερο), αλλά θα ήταν και πολύπλοκο όχι μόνο για τους αποδέκτες της πληροφορίας, αλλά και για τον μεταφορέα. Για απλούστευση του διαγράμματος, η κάθε ενότητα αποτελεί ένα υποδιάγραμμα, το οποίο επιτελεί ένα συγκεκριμένο στόχο. Μπορεί το κάθε υποδιάγραμμα να σταθεί μόνο του και να αποτελέσει ένα ξεχωριστό μάθημα, αλλά μπορεί και να επιτελεί έναν ενδιάμεσο στόχο στο πλαίσιο ενός μεγαλύτερου και ογκωδέστερου διαγράμματος.

Γίνεται, λοιπόν, εμφανές, ότι για μετάδοση πολύπλοκης και δύσκολης προς κατανόηση πληροφορίας, τα διαγράμματα που προκύπτουν είναι πολύ μεγάλα και ογκώδη. Είναι, λοιπόν, θεμιτό να τα απλουστεύουμε με την μέθοδο του διαίρει και βασίλευε, έτσι ώστε κατ’ αρχήν να γίνεται πιο κατανοητό το διάγραμμα προς τον χρήστη, αλλά και να μην γίνεται υπερβολικά πολύπλοκο.

4.6 Αναζήτηση τρόπων κατασκευής του διαγράμματος με έτοιμο ή ειδικά κατασκευασμένο λογισμικό

Το λογισμικό, το οποίο πρέπει να αναπτυχθεί για την ικανοποίηση της μεθοδολογίας της παρούσης διπλωματικής εργασίας, πρέπει να εξυπηρετεί τα ακόλουθα:

- Κατ’ αρχήν θα πρέπει να υπάρχει μία εικονική διεπαφή, με την οποία ο χρήστης να μπορεί να σχεδιάζει, να αναλύει, να αποθηκεύει και να διαμοιράζει τα διαγράμματα μεταφοράς της πληροφορίας. Η διεπαφή αυτή θα χρησιμοποιεί τα δομικά στοιχεία του διαγράμματος, με αυστηρότητα, έτσι ακριβώς όπως έχουν αναφερθεί στις προηγούμενες ενότητες.
- Επίσης πρέπει να δίνει την δυνατότητα στον χρήστη, να προσδίδει όλη την μεταπληροφορία που είναι αναγκαία για μια εκπαιδευτική διαδικασία, όπως το

χρονικό περιθώριο, την εμβάθυνση και το προφίλ του ακροατηρίου, αλλά και οποιαδήποτε άλλη μεταπληροφορία θέλει ο χρήστης, με το ειδικό βάρος που εκείνος επιθυμεί.

- Το λογισμικό, επιπλέον, πρέπει να επεξεργάζεται μία βάση δεδομένων, στην οποία υπάρχει οποιοδήποτε υλικό, το οποίο χρησιμοποιείται για την διαδικασία μεταφοράς της πληροφορίας.
- Τέλος, τρέχοντας ένα συγκεκριμένο αλγόριθμο να βγάζει σαν αποτέλεσμα προς τον χρήστη μία ή περισσότερες εναλλακτικές διαδρομές πάνω στο σχεδιασμένο διάγραμμα χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε συνδυασμό παραμέτρων (προφίλ ακροατηρίου, επίπεδο εμβάθυνσης κ.τ.λ.). Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως σε περίπτωση που δεν υπάρχει κάποιο μονοπάτι πάνω στο διάγραμμα που να ικανοποιεί τις συνθήκες που τέθηκαν από τον χρήστη, το λογισμικό πρέπει να δίνει στον χρήστη την δυνατότητα επιλογής εναλλακτικής διαδρομής αναφέροντας του το κόστος (π.χ. μείωση επιπέδου εμβάθυνσης) χρήσης της συγκεκριμένης διαδρομής.

Η μελέτη της πραγματοποιηθείσας ερευνητικής εργασίας στον συγκεκριμένο τομέα διεθνώς, έδειξε ότι ένα τέτοιο εργαλείο δεν υπάρχει. Υπάρχουν, ωστόσο, εργαλεία, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την κάλυψη αναγκών εν μέρη, όπως εργαλεία σχεδιασμού διαγραμμάτων, δημιουργίας βάσεων δεδομένων κ.τ.λ. Η ομάδα, στην οποία ανήκουν ο συγγραφέας και ο επιβλέπων της διπλωματικής εργασίας, θεωρεί ότι πρέπει, για την πλήρη εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας της μεταφοράς της πληροφορίας, να αναπτυχθεί εκ νέου ένα σχετικό εργαλείο. Η ανάπτυξη του σχετικού εργαλείου δεν θα αποτελεί μέρος της παρούσης διπλωματικής εργασίας, αλλά θα γίνει πρόταση για την δημιουργία του.

4.7 Τρόπος προσάρτησης υλικού στο διάγραμμα

Έπειτα από τον σχεδιασμό του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας, πρέπει να προσαρτηθεί υλικό. Το υλικό αυτό θα είναι αποθηκευμένο σε βάσεις δεδομένων, οι οποίες πέρα από το υλικό αυτό καθ' αυτό θα πρέπει να προσφέρουν και οποιαδήποτε μεταπληροφορία είναι αναγκαία για την υλοποίηση της μεθοδολογίας και την παραγωγή των παράγωγων διαγραμμάτων. Το υλικό το οποίο θα είναι αποθηκευμένο στις βάσεις δεδομένων θα πρέπει να είναι οποιοδήποτε τύπου πληροφορία όπως αναφέρθηκε ήδη στο κεφάλαιο 3. Δηλαδή η βάση δεδομένων πρέπει να περιέχει:

- Ολόκληρα κείμενα, τα οποία θα εξυπηρετούν στην επίτευξη ενός στόχου. Τα κείμενα αυτά μπορεί να είναι είτε αποσπάσματα από κάποιο εκπαιδευτικό βοήθημα είτε σημειώσεις, τις οποίες έχει συγγράψει ο ίδιος ο χρήστης. Τα κείμενα αυτά θα καλούνται από το εργαλείο που θα αναπτυχθεί και θα παρουσιάζονται στον χρήστη. Αυτός με την σειρά του θα μπορεί να τα διαμοιράσει στους αποδέκτες της πληροφορίας.

- Εικόνες ή/και διαγράμματα που υποβοηθούν την διαδικασία μεταφοράς της πληροφορίας προσφέροντας στους αποδέκτες την κατάλληλη έμπνευση ή εμπέδωση της πληροφορίας προς μεταφορά.
- Παρουσιάσεις ή διαφάνειες, τις οποίες θα μπορεί να χρησιμοποιήσει ο εκπαιδευτικός στις διαλέξεις.
- Λυμένα παραδείγματα από την εφαρμογή της πληροφορίας με σκοπό την εμπέδωση της από του αποδέκτες. Τα λυμένα παραδείγματα αποτελούν ένα βασικό και κυρίαρχο ρόλο στην διαδικασία μεταφοράς της πληροφορίας.
- Ασκήσεις προς επίλυση από τους αποδέκτες της πληροφορίας.
- Έτοιμα διαγωνίσματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον μεταφορέα της πληροφορίας για τυχόν εξέταση, για την εξακρίβωση της εμπέδωσης και του επιπέδου εμβάθυνσης των αποδεκτών.
- Όλη την μεταπληροφορία κάθε βήματος και διαδρομής του διαγράμματος, ώστε να προκύπτουν τα εναλλακτικά μονοπάτια του πλήρους διαγράμματος όταν ζητηθούν από τον χρήστη.

Η χρήση μιας τέτοια βάσης δεδομένων, σε συνδυασμό με την χρήση του σχετικού εργαλείου, θα προσφέρει στον χρήστη ένα πλήρες αποτέλεσμα για όλη την εκπαιδευτική διαδικασία με σκοπό την επίτευξη ενός τελικού στόχου. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μόνον ο συνδυασμός της βάσεως δεδομένων και του σχετικού εργαλείου μπορούν να επιφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα στην διαδικασία μεταφοράς της πληροφορίας. Το σχετικό εργαλείο εφαρμόζοντας τις παραμέτρους που τέθηκαν από τον χρήστη θα επιστρέφει σ' αυτόν ένα εναλλακτικό διάγραμμα μαζί με ό,τι υλικό ζητηθεί.

4.8 Αναζήτηση ψευδογλώσσας για την παραγωγή περιεχομένου – Αντιστοίχιση με το διάγραμμα

Μία άλλη πιθανή αναπαράσταση του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας θα μπορούσε να είναι με χρήση μίας ψευδογλώσσας. Η χρήση κάποιου visual editor για τον σχεδιασμό ενός διαγράμματος μπορεί να αντικατασταθεί με μία προγραμματιστική γλώσσα, η οποία πρέπει με σαφήνεια και αυστηρούς κανόνες να ορισθεί και να υλοποιηθεί. Η ψευδογλώσσα όπως ακριβώς και οποιαδήποτε γλώσσα προγραμματισμού, θα περιγράφει όλη την διαδικασία εκμάθησης με χρήση των αρχών του διαγράμματος που αναφέρθηκε. Ειδικότερα η ψευδογλώσσα που θα υλοποιηθεί στα πλαίσια της μεθοδολογίας που παρουσιάζεται σ' αυτή την διπλωματική εργασία:

- Θα πρέπει να αποτελείται από σαφείς και με αυστηρότητα ορισμένες λέξεις κλειδιά. Αυτές οι λέξεις πρέπει να έχουν σχετική σημασία με την διαδικασία που αντιπροσωπεύουν έτσι ώστε να είναι κατανοητές από τον χρήστη. Επίσης πρέπει να αντιπροσωπεύουν και διαδικασίες που χρησιμοποιούνται σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού, ώστε να υπάρχει μια σχετική σύνδεση της

ψευδογλώσσας με αυτές και να είναι ευκολότερη η εκμάθηση της από χρήστες που έχουν ήδη μία επαφή με προγραμματισμό.

- Το σύνολο των λέξεων κλειδιών θα πρέπει να μπορούν να αναπαραστήσουν όλες τις δομές και τις διαδικασίες του πλήρους διαγράμματος.
- Η γλώσσα θα πρέπει να μοντελοποιεί όλο το υλικό, το οποίο είναι προσαρμοσμένο στις βάσεις δεδομένων (και υλικό προσαρτημένο στο διάγραμμα και μεταπληροφορία).
- Επίσης πρέπει να υπάρχει δυνατότητα τμηματοποίησης των επιμέρους διαδικασιών ώστε να μπορούν αυτές να χρησιμοποιηθούν κατ' επανάληψη σε όλη την διαδικασία αντιπροσώπευσης του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας με ψευδογλώσσα.
- Επιπλέον, η ψευδογλώσσα πρέπει να δέχεται την μεταπληροφορία, η οποία είναι συνδεδεμένη με τις εκάστοτε διαδρομές και να εφαρμόζει τις επιλογές των παραμέτρων του χρήστη ώστε να δίνει σαν αποτέλεσμα όλα τα δυνατά εναλλακτικά μονοπάτια του πλήρους διαγράμματος. Σε περίπτωση που η επιλογή των παραμέτρων του χρήστη δεν συνάδουν με την δημιουργία καμιάς εναλλακτικής διαδρομής, τότε θα πρέπει να ενημερώνει τον χρήστη για δυνατά εναλλακτικά μονοπάτια με παραβίαση μίας ή περισσοτέρων από τις παραμέτρους που έθεσε. Επιπρόσθετα, η γλώσσα πρέπει να δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει νέες παραμέτρους, εάν το κρίνει ο ίδιος, ως μεταπληροφορία και ως μεταβλητή για τα εναλλακτικά διαγράμματα, που θα έχει σαν έξοδο το σύστημα.

Για να γίνει περισσότερο κατανοητό το σκεπτικό γύρω από την δημιουργία μίας ψευδογλώσσας για την αναπαράσταση των διαγραμμάτων μεταφοράς πληροφορίας θα πρέπει να δοθούν κάποια παραδείγματα λέξεων κλειδιών που θα χρησιμοποιούνται σ' αυτήν την ψευδογλώσσα. Ένα πρώτο παράδειγμα λέξης κλειδιού θα μπορούσε να είναι η λέξη *target_profile*, η οποία θα χρησιμοποιείται για την εισαγωγή μεταπληροφορίας σχετικά με το προφίλ του ακροατηρίου στόχου.

Ένα άλλο παράδειγμα, πιθανού τμήματος εντολών της ψευδογλώσσας θα μπορούσε να είναι το ακόλουθο:

```
subobjective N  
metadata : time, depth, target_profile  
if (time >=3 and depth >=1 and profile = 2) then  
show_content = "content id"  
show_references = "reference id"  
show_examples = "examples id"  
show_homework = "homework id"  
end subobjective N
```

Στο παραπάνω παράδειγμα φαίνεται ένα τμήμα ενός ιδεατού διαγράμματος υλοποιημένο με χρήση πιθανής ψευδογλώσσας. Αποτελεί τμήμα του διαγράμματος για την επίτευξη του υποστόχου N. Οι δυνατές παράμετροι που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο χρήστης είναι ο χρόνος (*time*), το επίπεδο εμβάθυνσης (*depth*) και το προφίλ του

ακροατηρίου (target_profile). Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι δεν είναι αναγκαίο σε κάθε τμήμα του διαγράμματος να υπάρχουν και οι τρεις παράμετροι. Θα μπορούσε ένα τμήμα του διαγράμματος να έχει παραμετροποίηση για ένα ή δύο είδη μεταπληροφορίας ή ακόμα και για κανένα. Επίσης δεν πρέπει να ξεχασθεί ότι αυτοί οι παράμετροι δεν είναι οι μοναδικοί αλλά οι προφανείς. Ο χρήστης έχει την επιλογή να εισάγει περισσότερες παραμέτρους. Αφού, λοιπόν, ο χρήστης εισάγει την αναγκαία μεταπληροφορία, γίνεται ένας έλεγχος αληθείας των παραμέτρων. Ελέγχεται εάν ο διαθέσιμος χρόνος για την διαδικασία του υποστόχου είναι μεγαλύτερος ή ίσος από δύο διδακτικές ώρες, εάν το επιθυμητό επίπεδο εμπάθυνσης είναι μεγαλύτερο ή ίσο από ένα και εάν το ακροατήριο στόχος έχει το προφίλ που έχει οριστεί ως δύο. Το προφίλ δύο θα μπορούσε να είναι ένα ακροατήριο φοιτητών της ΣΗΜΜΥ ή ένα ακροατήριο υποψήφιων διδασκόντων της ΣΗΜΜΥ. Για καθένα από αυτά τα προφίλ το αποτέλεσμα του υλικού θα ήταν διαφορετικό. Εάν, λοιπόν, η συνθήκη που τέθηκε είναι αληθής τότε ο κώδικας θα δίνει στην έξοδο κάποιο υλικό (content), το οποίο έχει διεύθυνση id στην βάση δεδομένων. Επίσης θα δίνει στην έξοδο του αναφορές σε σελίδες κάποιου βιβλίου (references), λυμένα παραδείγματα (examples) και ασκήσεις προς επίλυση (homework). Με την χρήση του υλικού αυτού, ο εκπαιδευτικός θα πετύχει τον υποστόχο N (end subobjective N). Τονίζεται, πάλι, ότι ο κώδικας που δόθηκε σαν παράδειγμα αποτελεί ιδεατό τμήμα μιας διαδικασίας επίτευξης ενός φανταστικού στόχου.

Τέλος, η μορφή της ψευδογλώσσας, όπως παρουσιάστηκε, δεν είναι τελική και ο πλήρης καθορισμός της δεν αποτελεί μέρος της παρούσης διπλωματικής αλλά θέμα για περαιτέρω διερεύνηση. Ωστόσο, παρουσιάστηκε το σκεπτικό, γύρω από το οποίο, η δημιουργία και υλοποίηση μίας τέτοιας γλώσσας μπορεί να αντικαταστήσει την γραφική σχεδίαση του διαγράμματος μεταφοράς.

4.9 Αυτόματη σύνθεση περιεχομένου από το διάγραμμα ή την ψευδογλώσσα

Η κατακλείδα του κεφαλαίου 4, δεν θα μπορούσε να είναι άλλη από την αναφορά του γεγονότος, ότι με χρήση κάποιας αυτοματοποιημένης μεθόδου ή αλγορίθμου στα διαγράμματα μεταφοράς της πληροφορίας ή στην ψευδογλώσσα που αναπαριστά τα διαγράμματα αυτά, μπορούμε να αποκτήσουμε υλικό για την επίτευξη όχι μόνο ενός υποστόχου αλλά και ολόκληρης μαθησιακής ενότητας. Έξω από την ανάπτυξη της συγκεκριμένης μεθοδολογίας είχε αυτόν τον σκοπό: την αυτόματη δημιουργία υλικού, με το οποίο ο εκπαιδευτικός μπορεί να πετύχει τους μαθησιακούς στόχους, τους οποίους έχει θέσει.

Αρχή της μεθοδολογίας αποτελεί η έννοια του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας. Στο διάγραμμα αυτό φαίνονται ξεκάθαρα όλες οι εναλλακτικές διαδρομές, τις οποίες μπορεί να ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός για την επίτευξη ενός μαθησιακού στόχου καθώς και όλη η μεταπληροφορία σχετικά με τον χρονικό ορίζοντα κάθε διαδρομής υποστόχου, το επίπεδο του βάθους εμπάθυνσης και

εμπέδωσης για κάθε διαδρομή καθώς και το προφίλ του ακροατηρίου για το οποίο απευθύνεται η κάθε διαδρομή.

Αναφέρθηκε επίσης και η δυνατότητα αναπαράστασης αυτού του διαγράμματος είτε με εργαλείο, το οποίο πρέπει να δημιουργηθεί αφού κανένα άλλο εργαλείο δεν μας καλύπτει πλήρως παρά μόνο εν μέρη για την μορφή και την διάταξη που χρειαζόμαστε. Επιπλέον, αναφέρθηκε ότι το διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας μπορεί πέρα από την σχεδιαστική και γραφική του απεικόνιση να αναπαρασταθεί από μία αυστηρά τυποποιημένη ψευδογλώσσα, η οποία και αυτή πρέπει να αναπτυχθεί από την αρχή.

Ο σκοπός όλων των παραπάνω μέσων, λοιπόν, είναι η αυτοματοποίηση της διαδικασίας παραγωγής υλικού, ικανού για την επίτευξη μαθησιακού στόχου. Με την χρήση είτε του σχεδιαστικού εργαλείου είτε της ψευδογλώσσας δεν θέλουμε να πετύχουμε μόνο έναν προγραμματισμό και ένα δρόμο που πρέπει να ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός κατά την διαδικασία μεταφοράς της πληροφορίας, αλλά θέλουμε αφού επιλεγθούν οι βασικές παράμετροι (χρόνος, προφίλ ακροατηρίου και βάθος εμπέδωσης) να έχουμε σαν έξοδο του συστήματος ολοκληρωμένο υλικό (το οποίο είναι αποθηκευμένο σε βάση δεδομένων του συστήματος), με το οποίο ο χρήστης μπορεί να επιτύχει τους μαθησιακούς του στόχους. Το ολοκληρωμένο αυτό υλικό μπορεί να είναι διαφάνειες, τις οποίες θα παρουσιάσει ο εκπαιδευτικός κατά την διάρκεια των διαλέξεων, σημειώσεις, αναφορές σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά βιβλία, ασκήσεις είτε λυμένες είτε προς επίλυση ακόμα και έτοιμα διαγωνίσματα για τον έλεγχο εμπέδωσης του μαθησιακού περιεχομένου.

Η διαδικασία της αυτοματοποίησης σύνθεσης του υλικού με βάση το διάγραμμα, υποδεικνύει την ανάγκη μελέτης ενός πρακτικού, αλλά σημαντικού θέματος: της “συνένωσης” των τμημάτων του υλικού, τα οποία είναι προσαρτημένα στο διάγραμμα ή περιγράφονται στην ψευδογλώσσα. Αυτή τη στιγμή βρίσκεται σε εξέλιξη προσπάθεια (μερικής) δόμησης του συντεθειμένου υλικού με βάση τα επίπεδα αφαίρεσης του διαγράμματος (ή τις εμφολευμένες (nested) δομών της ψευδογλώσσας).

Ο σχεδιασμός και υλοποίηση αυτού του συστήματος αποτελεί ένα πολύπλοκο και ογκώδες εγχείρημα και γι’ αυτόν τον λόγο δεν θα αποτελέσει μέρος αυτής της διπλωματικής διαδικασίας.

5

5^ο Κεφάλαιο: Περιοχές Εφαρμογής της Μεθοδολογίας

5.0 Ένθετος κατάλογος αναφοράς και επεξήγηση ειδικών σχημάτων και δομών του διαγράμματος

Προκειμένου να γίνει κατανοητή η περιγραφή των διαφόρων διαγραμμάτων μεταφοράς και της διάδοσης της πληροφορίας, πρέπει να αναφερθούν και να επεξηγηθούν όλα τα ειδικά σχήματα και όλες οι δομές που χρησιμοποιήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Συνιστάται, ωστόσο, στον αναγνώστη να προσπεράσει το παρόν υποκεφάλαιο και να συνεχίσει με την ανάγνωση των ακόλουθων διαγραμμάτων και σε περίπτωση που το κρίνει αναγκαίο να ανατρέξει στο κατάλογο αυτού του υποκεφαλαίου.

- Το σχήμα για την παράσταση προαπαιτούμενων και αναγκαίων γνώσεων είναι το οβάλ με κίτρινο χρώμα στο εσωτερικό του. Το σχήμα αυτό χρησιμοποιείται κυρίως στην αρχή κάθε διαγράμματος.



- Το σχήμα για την παράσταση γενικού τύπου υλικού, όπως ορισμοί, κανόνες κ.τ.λ. είναι το ορθογώνιο παραλληλόγραμμο με μπλε χρώμα στο εσωτερικό του.



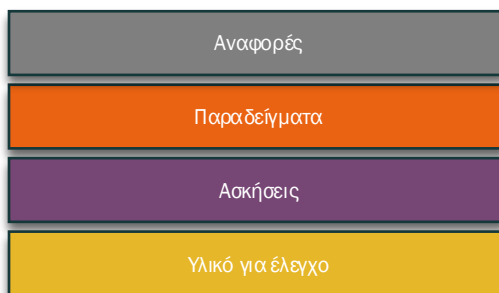
- Για την παράσταση των υποστόχων κατά την διαδικασία μετάδοσης της πληροφορίας χρησιμοποιήθηκε το οβάλ με κόκκινο χρώμα στο εσωτερικό του.



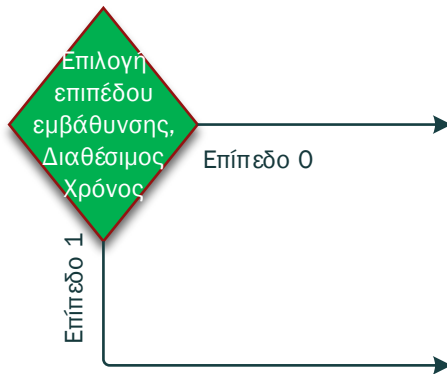
- Ο τελικός στόχος παρίσταται από το ίδιο σχήμα με τον υποστόχο αλλά με παχιά περιμετρική ροζ γραμμή.



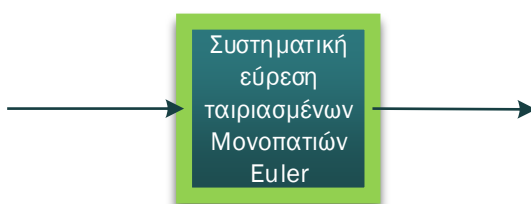
- Για την παράσταση του επιπλέον υλικού χρησιμοποιήθηκαν ορθογώνια παραλληλόγραμμα με διαφορετικό χρώμα ανάλογα με το υλικό που αντιπροσωπεύουν. Έτσι για τα παραδείγματα χρησιμοποιήθηκε πορτοκαλί χρώμα, για τις αναφορές γκρι χρώμα, για τις ασκήσεις προς επίλυση μωβ χρώμα και για το υλικό ελέγχου κατανόησης και εμπέδωσης (τεστ) κίτρινο χρώμα.



- Για την επιλογή επιπέδου εμβάθυνσης ή/και διαθέσιμου χρόνου για την διεκπεραίωση μίας διαδικασίας του διαγράμματος χρησιμοποιήθηκε ρόμβος με πράσινο χρώμα στο εσωτερικό του.

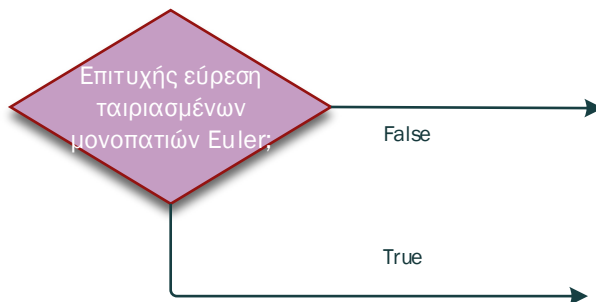


- Για την παράσταση των υποδιαγραμμάτων που χρησιμοποιούνται στα διαγράμματα που σχεδιάστηκαν χρησιμοποιείται ορθογώνιο με μπλε χρώμα στο εσωτερικό του και έντονη πράσινη περιμετρική γραμμή.



Το παραπάνω σχήμα υποδηλώνει, ότι για την συστηματική εύρεση ταιριασμένων μονοπατιών Euler υπάρχει αυτόνομο υποδιάγραμμα, το οποίο θα παρουσιάζεται αργότερα.

- Για την παράσταση επιλογής διαδρομής που βασίζεται στη τιμή αλήθειας της πρότασης που αναγράφεται στο εσωτερικό του, χρησιμοποιήθηκε ρόμβος με ροζ χρώμα στο εσωτερικό του.



- Οι κόμβοι, στους οποίους καταλήγουν οι παράλληλες διαδρομές του διαγράμματος είναι κύκλοι, χωρίς χρώμα στο εσωτερικό τους και με παχιά περιμετρική γραμμή.



- Η διαδρομή μεταφοράς της πληροφορίας φαίνεται στο διάγραμμα με βέλος.



- Η χρονική διάρκεια μίας εναλλακτικής διαδρομής παρίσταται με κάποιο πλήθος από ρολόγια. Κάθε ρολόι αντιπροσωπεύει μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο.



- Πάνω δεξιά από τα περισσότερα ορθογώνια κουτιά, είτε αυτά αντιπροσωπεύουν γενικού τύπου υλικό, ασκήσεις, ολόκληρα υποδιαγράμματα κ.τ.λ. αναγράφεται μία ταυτότητα του κουτιού αυτού (id), η οποία αναπαριστά την θέση του αρχείου, το οποίο θα κληθεί κατά την υλοποίηση του διαγράμματος. Αυτή η ταυτότητα είναι ένας αριθμός, ο οποίος αποτελεί την διεύθυνση στην βάση δεδομένων του συγκεκριμένου υλικού που συνδέεται με το κουτί. Αυτό το υλικό μπορεί να είναι κάποιο κείμενο (text), ασκήσεις, τεστ κ.τ.λ.

ID: 003

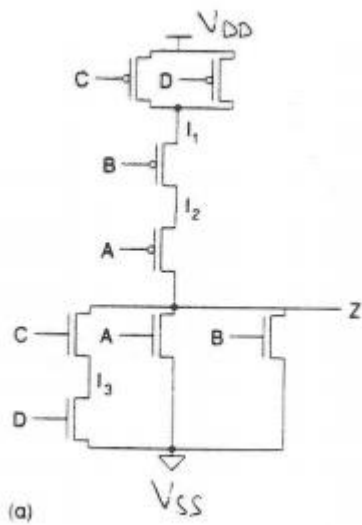
- Αριστερά και δεξιά ενός κουτιού που παριστάνει ολόκληρο υποδιάγραμμα υπάρχουν δύο λέξεις π.χ. A1 και T1. Αυτές χρησιμοποιούνται για την ανάδειξη της αρχής και του τέλους ενός υποδιαγράμματος, όταν ανεβαίνουμε αφαιρετικό επίπεδο, δηλαδή όταν αντικαθιστούμε το κουτί υποδιαγράμματος με ολόκληρο το υποδιάγραμμα.



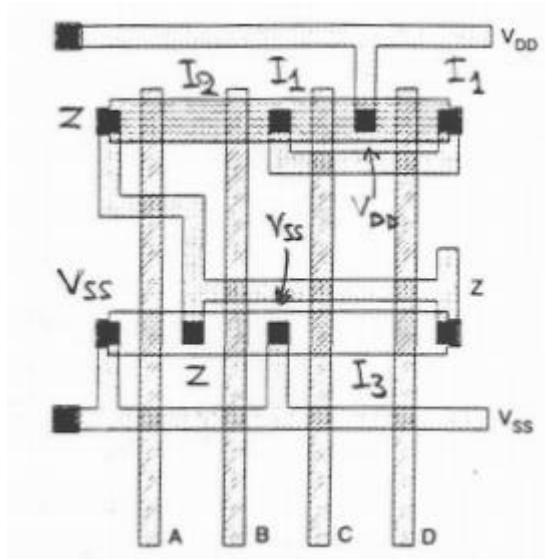
5.1 Βελτίωση σχεδίασης φυσικών πυλών CMOS-VLSI με τη μέθοδο των ταιριασμένων μονοπατιών Euler

5.1.1 Λίγα λόγια για την μέθοδο βελτίωσης σχεδίασης πυλών CMOS με χρήση μονοπατιών Euler

Η μέθοδος μονοπατιών Euler μας επιτρέπει να βρούμε εύκολα και άμεσα μια βέλτιστη σε επιφάνεια πυριτίου φυσική σχεδίαση σε επίπεδο τρανζίστορ. Υποθέτουμε ότι έχουμε ήδη σχεδιάσει σε επίπεδο τρανζίστορ μία σύνθετη φυσική πύλη και θέλουμε να προχωρήσουμε στη σχεδίαση φυσικού κυκλώματος. Με την μέθοδο των μονοπατιών Euler μειώνουμε την αναγκαία επιφάνεια πυριτίου ενώ βελτιώνουμε τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά του κυκλώματος κατά την σχεδίαση σε πολύ μεγάλη κλίμακα ολοκλήρωσης (very large scale integration-VLSI). Κατά την χρήση της μεθόδου, τα τρανζίστορ διατάσσονται με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι δυνατόν να κατασκευαστούν συνεχείς γραμμές p και n διαχύσεων πάνω στο πυρίτιο. Επιπλέον δε, συνήθως, κατά την διαδικασία αυτή μειώνεται και το συνολικό μήκος των μεταλλικών διασυνδέσεων, με άμεσο αποτέλεσμα την δραματική βελτίωση των ηλεκτρικών ιδιοτήτων της πύλης προς υλοποίηση, όπως μείωση της παρασιτικής χωρητικότητας, crosstalk κ.τ.λ. Παρακάτω φαίνονται δύο εικόνες χρήσης της μεθόδου μονοπατιών Euler στο σχεδιασμό μίας φυσικής πύλης σε επίπεδο τρανζίστορ. ^{[8],[21]}



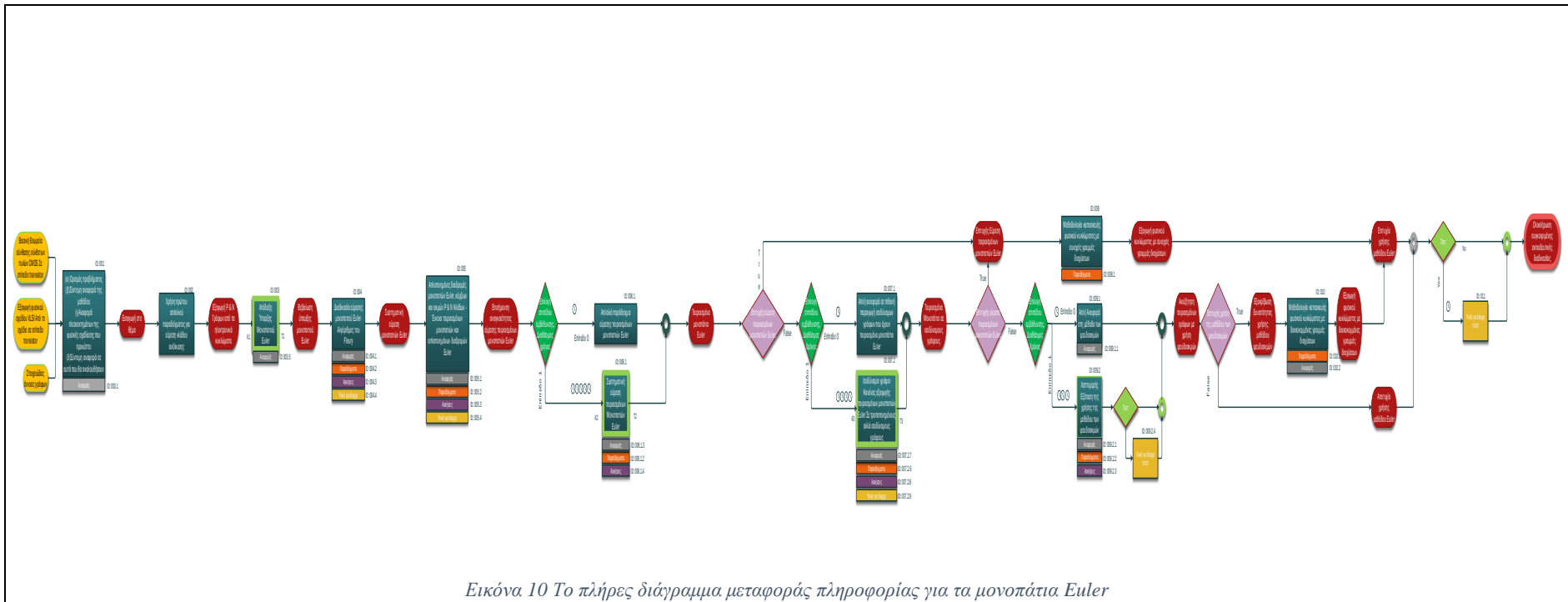
Εικόνα 9 Κύκλωμα φυσικής πύλης

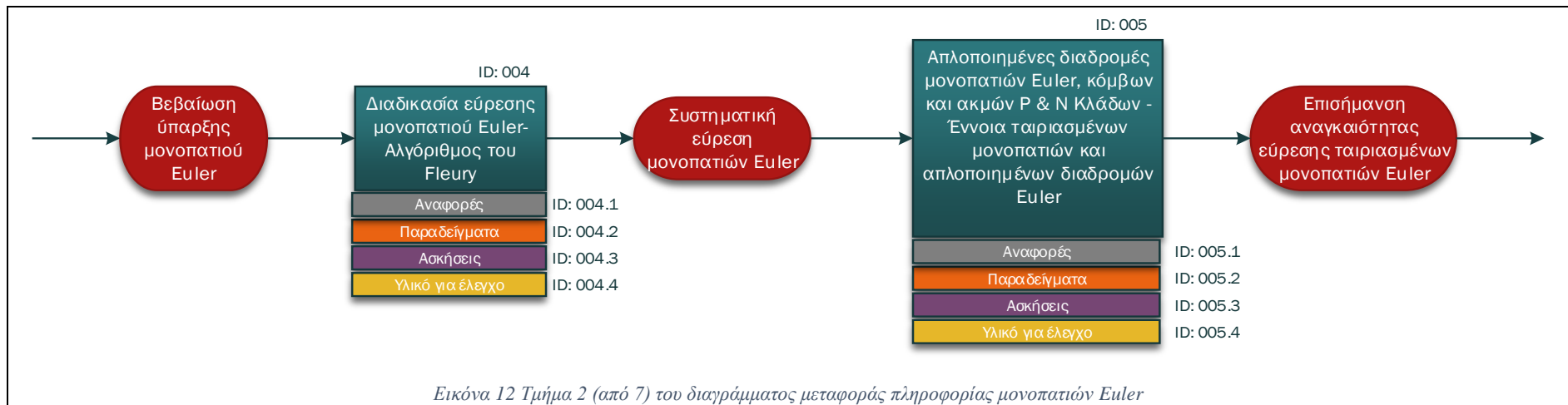
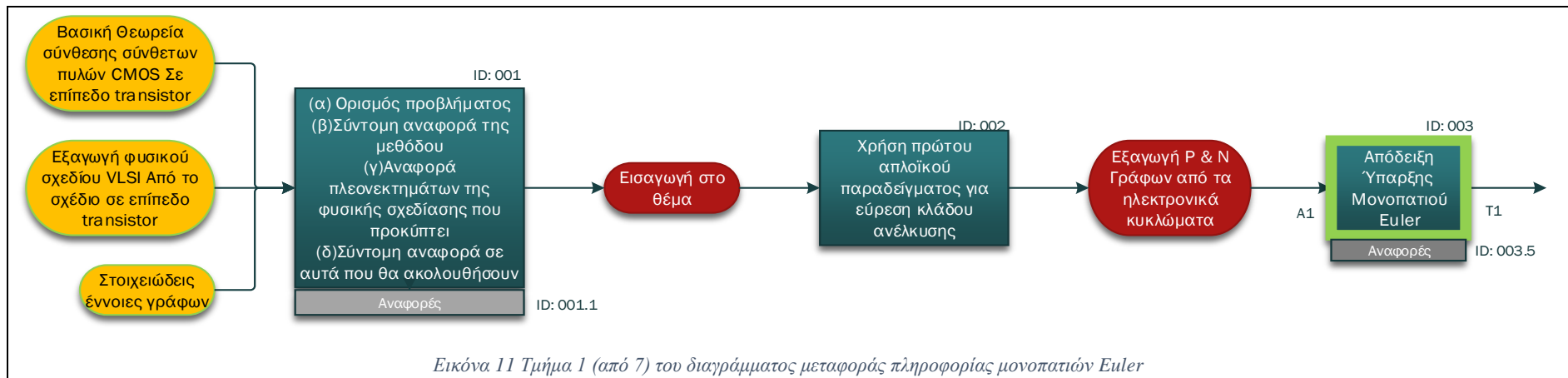


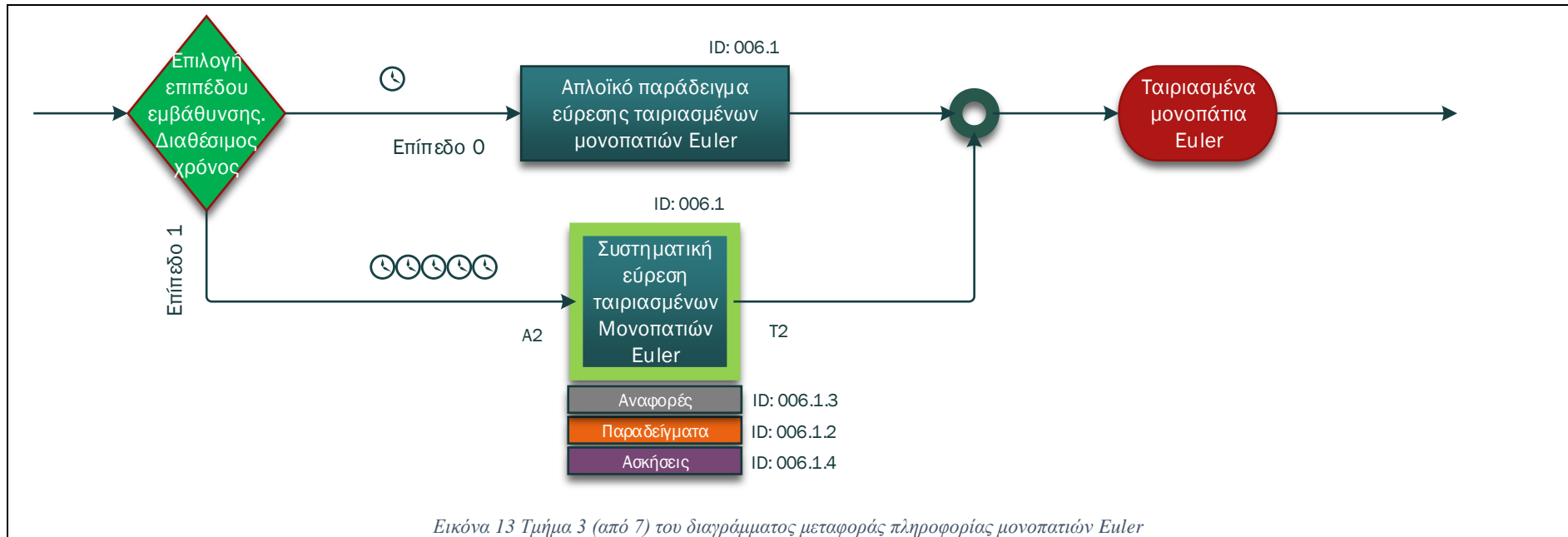
Εικόνα 8 Φυσικό κύκλωμα πύλης στο πυρίτιο

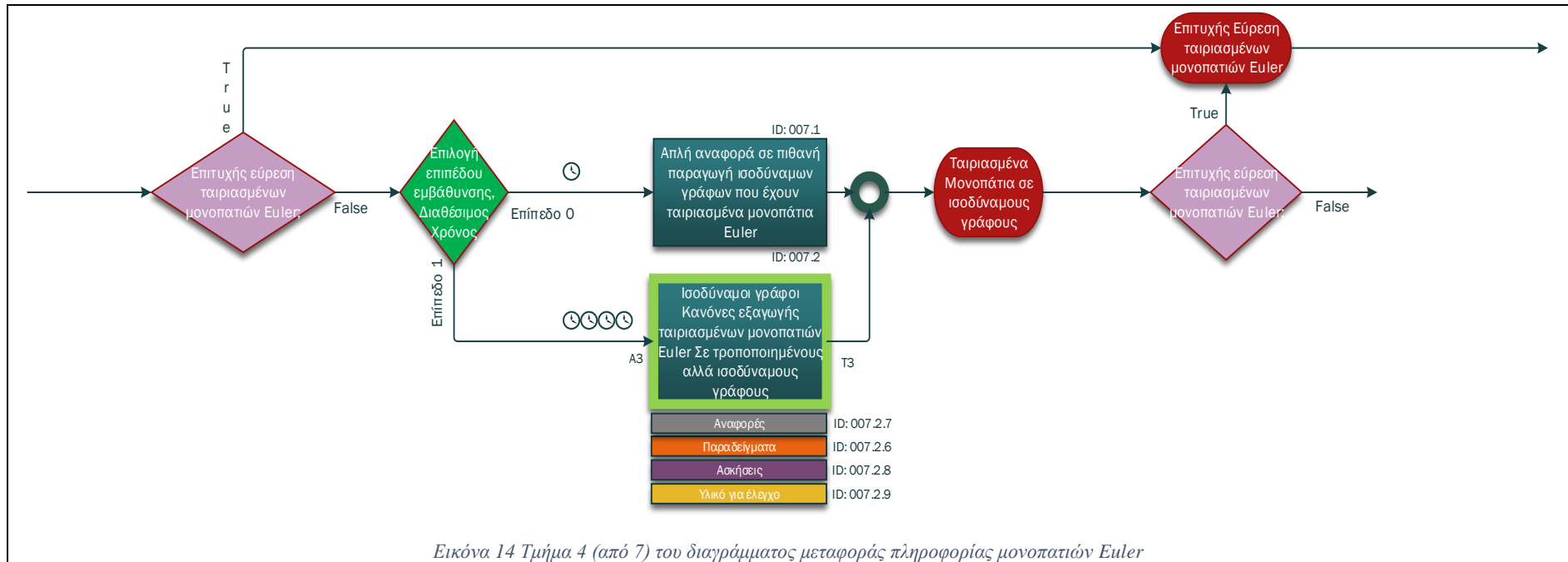
5.1.2 Το διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας για την μέθοδο μονοπατιών Euler

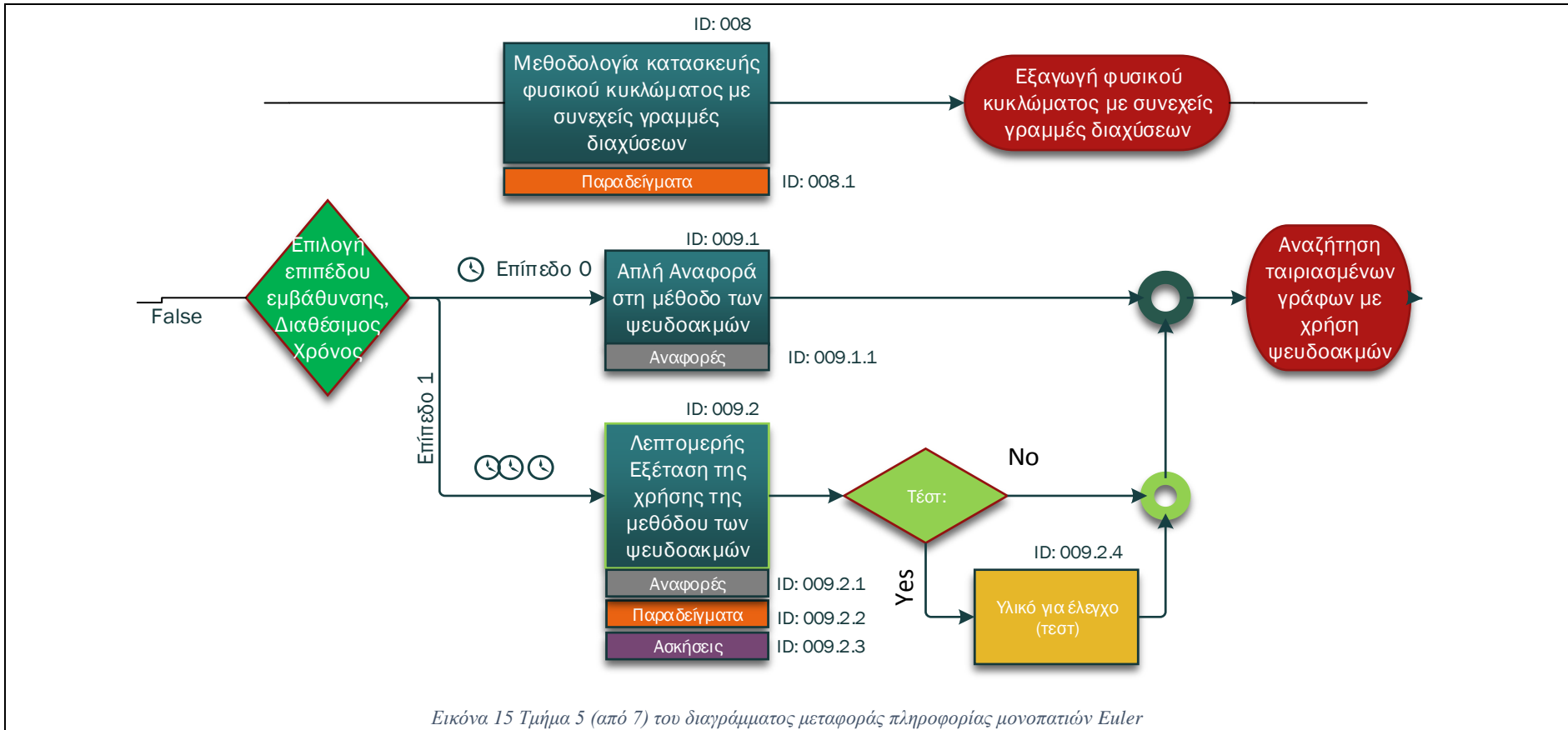
Στο παρόν υποκεφάλαιο παρουσιάζεται το πλήρες διάγραμμα μεταφοράς της πληροφορίας για την ενότητα της μεθοδολογίας των μονοπατιών Euler. Στην πρώτη σελίδα φαίνεται το συνολικό διάγραμμα και στις επόμενες χωρίζεται το διάγραμμα σε επτά εικόνες ώστε να παρουσιαστεί καλύτερα. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα υποδιαγράμματα των κουτιών που παριστάνουν υποδιαγράμματα με σκοπό να γίνει πλήρης ανάλυση του διαγράμματος που προέκυψε. ^[8]

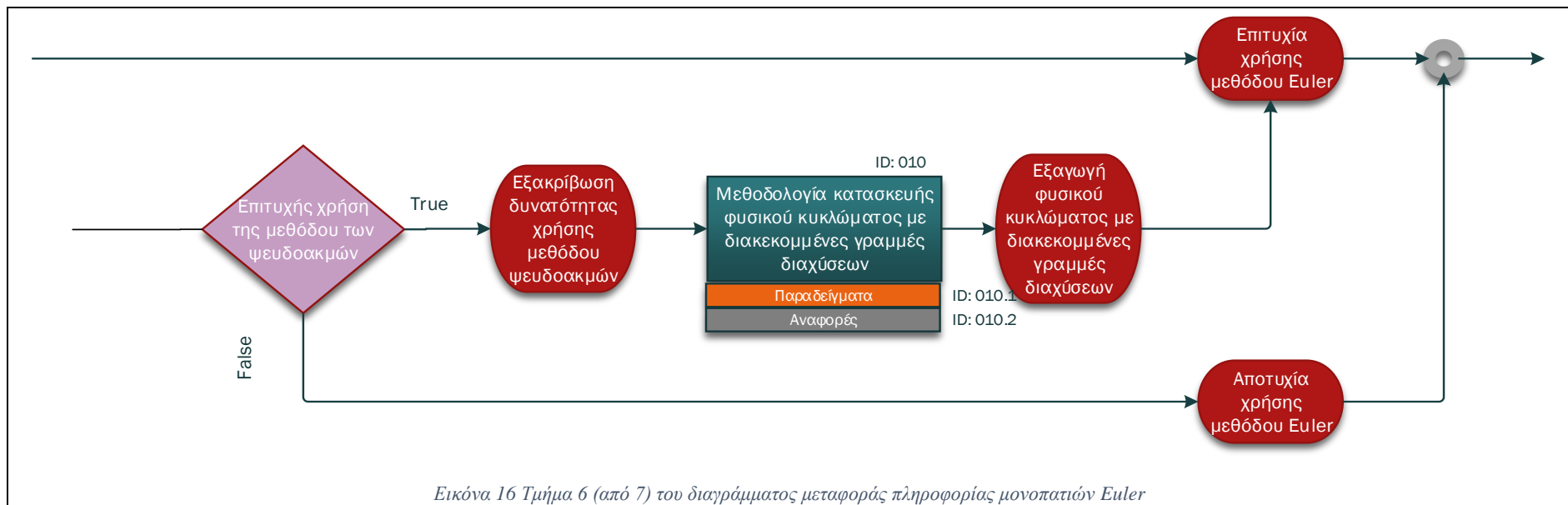


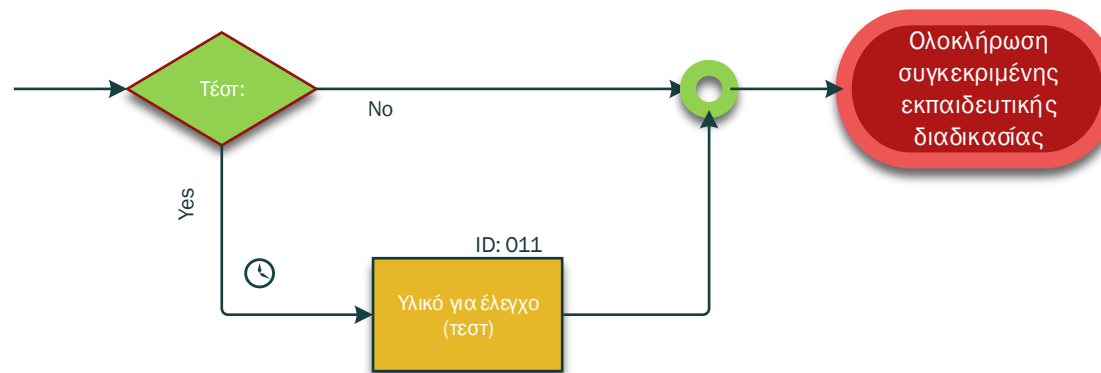






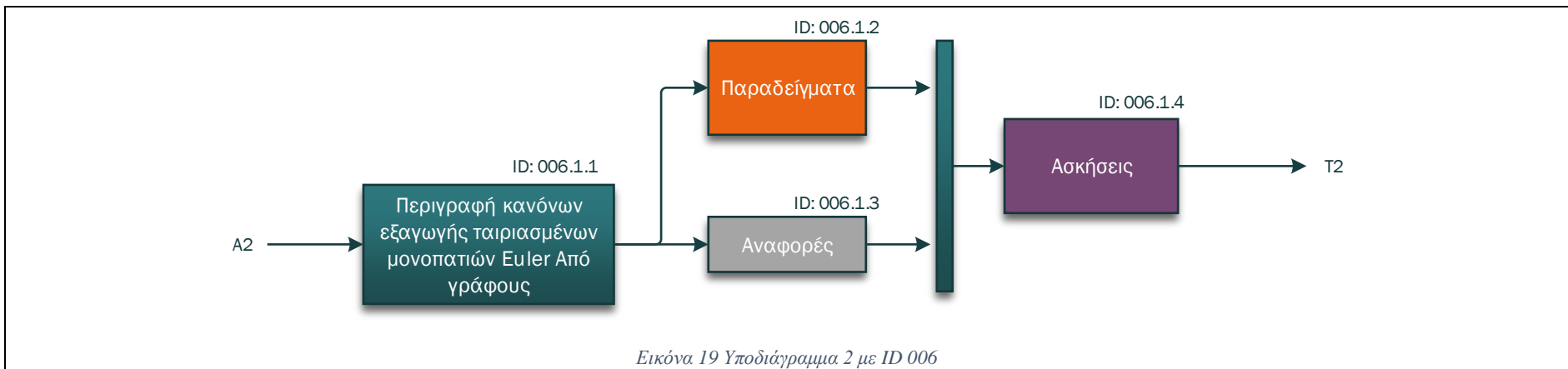
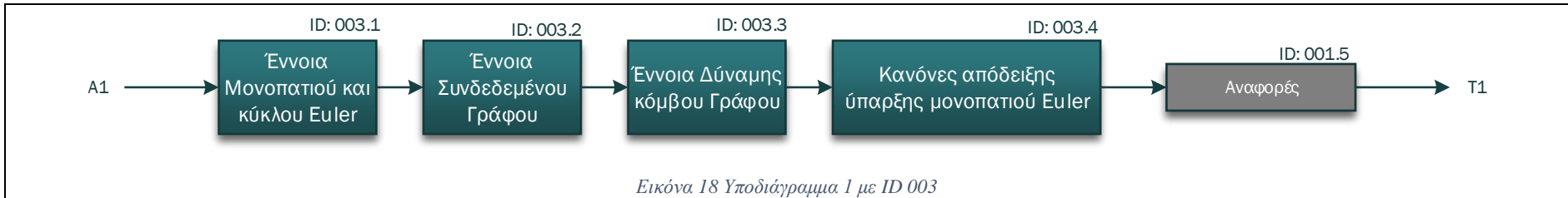


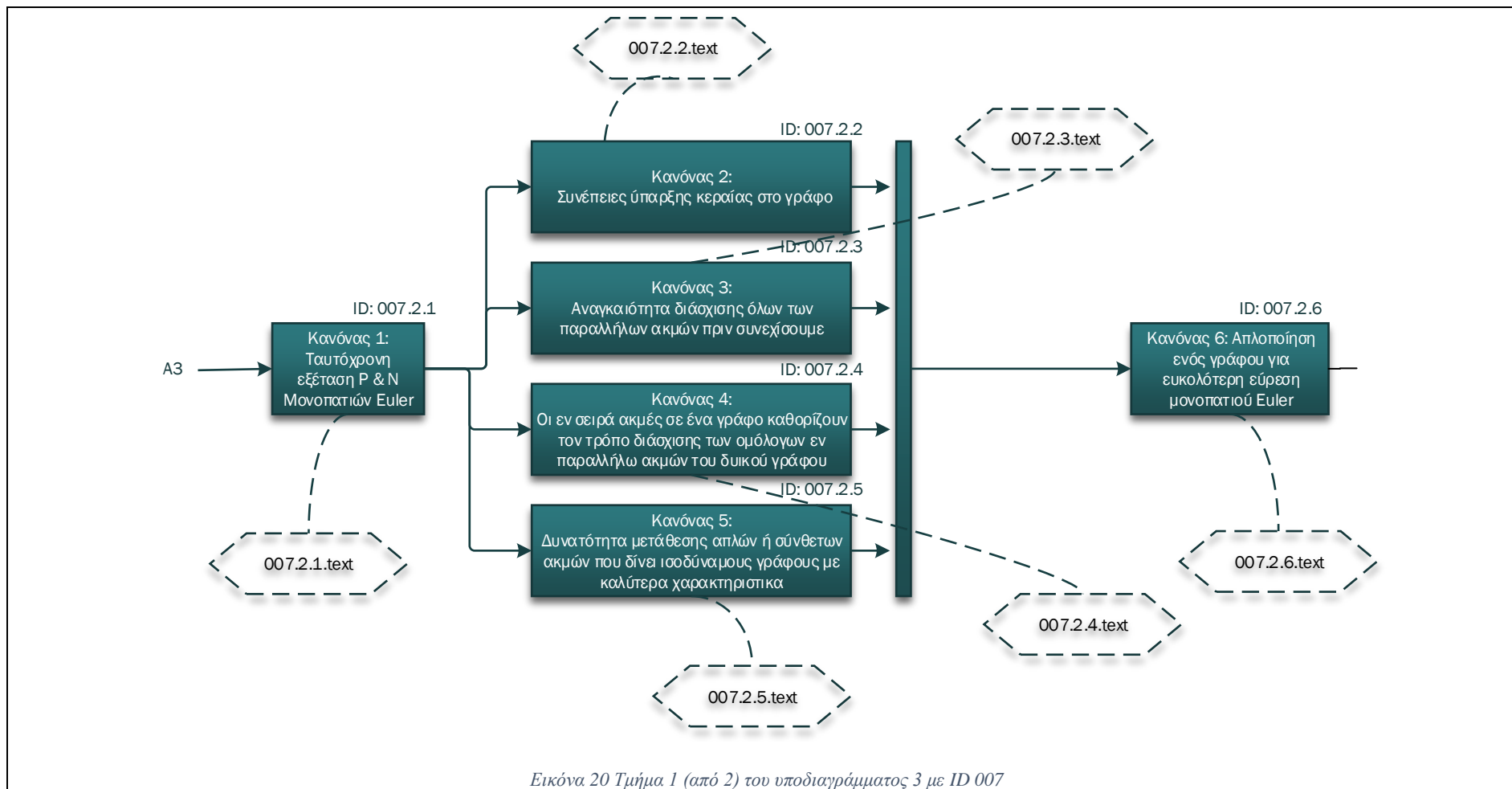




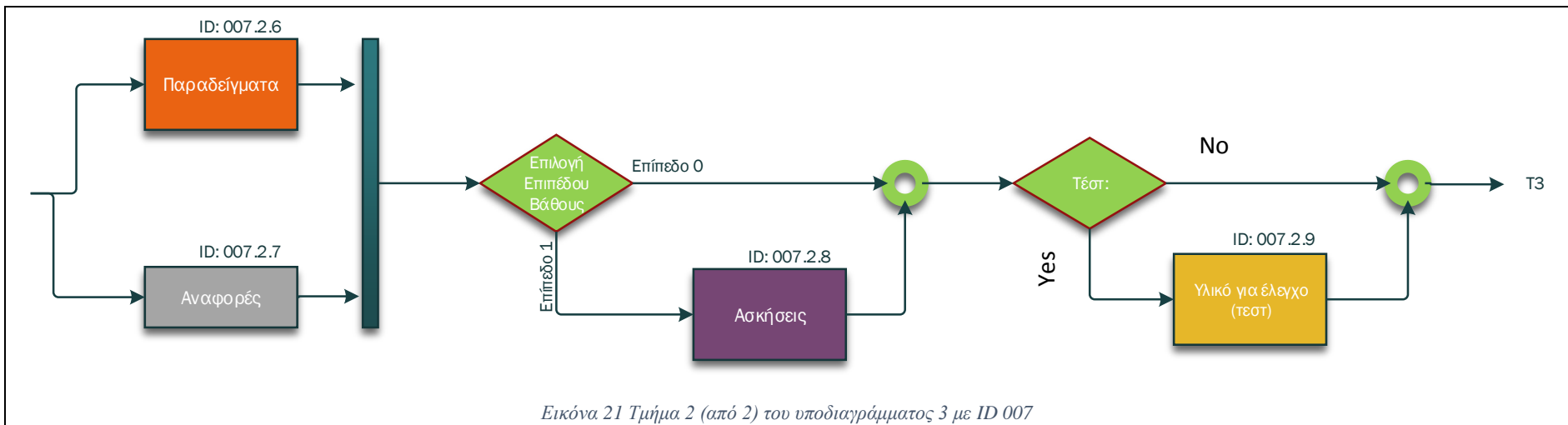
Εικόνα 17 Τμήμα 7 (από 7) του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας μονοπατιών Euler

Ακολουθεί ανάπτυξη των υποδιαγραμμάτων των προηγούμενων σχημάτων. Η αντιστοιχία των ακολούθων σχημάτων με τα προηγούμενα προσδιορίζεται από την τιμή του ID (π.χ. το υποδιάγραμμα 1 με ID 003)





Εικόνα 20 Τμήμα 1 (από 2) του υποδιαγράμματος 3 με ID 007



5.1.3 Μία πρώτη εικονική εκτέλεση του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας της μεθοδολογίας μονοπατιών Euler

Σκοπός του διαγράμματος δεν είναι μόνο μία απλή απεικόνιση της διαδικασίας και των διαδρομών μεταφοράς της πληροφορίας, αλλά και η δημιουργία υλικού για την υποστήριξη της διαδικασίας. Παρ' όλο που η πραγματική υλοποίηση του διαγράμματος με επισυναπτόμενο υλικό δεν είναι μέρος της παρούσης διπλωματικής εργασίας, κρίθηκε σκόπιμο μία πρώτη εκτέλεση με το χέρι (dry run), ώστε να φανεί η λειτουργία της συνολικής μεθοδολογίας. Θα εκτελεστεί, λοιπόν το υποδιάγραμμα τρία της μεθοδολογίας μονοπατιών Euler. Οι διευθύνσεις προσαρτημένου υλικού φαίνονται εντός των εξάγωνων σχημάτων (με διακεκομμένη περιμετρική γραμμή) στο σχήμα της εικόνας 19. [21]

Υποστόχος: Ταιριασμένα μονοπάτια Euler σε ισοδύναμους γράφους

(ID:007.2.text)

Η διαδικασία εύρεσης μονοπατιών Euler υλοποιείται εύκολα σε υπολογιστή με τον εξής τρόπο: Με κατάλληλο πρόγραμμα βρίσκουμε όλα τα μονοπάτια Euler και στους δύο γράφους και βάζουμε τον υπολογιστή να ψάξει για ταιριασμένα μονοπάτια. Με χαρτί και μολύβι, όμως, η μέθοδος αυτή μπορεί να αποδειχτεί ιδιαίτερα χρονοβόρα, δεδομένου ότι η πολυπλοκότητα των γράφων και ο αριθμός των διαφορετικών μονοπατιών Euler μπορεί να είναι σημαντικός για το ανθρώπινο μυαλό. Καλύτερα λοιπόν, να λαμβάνουμε υπ' όψη στη δουλειά μας κάποιες κατευθυντήριες γραμμές και κάποιους κανόνες, ώστε να μειώσουμε την πολυπλοκότητα που θα αντιμετωπίσουμε.

(ID: 007.2.1.text)

Κανόνας 1

Για να βρούμε δύο ταιριασμένα μονοπάτια Euler, πρέπει να εξετάζουμε τους δύο γράφους (n-γράφο και p-γράφο) ταυτόχρονα, στο βαθμό που είναι δυνατό, ώστε να γλυτώσουμε χρόνο και ταλαιπωρία.

(ID: 007.2.2.text)

Κανόνας 2

Αν σε έναν από τους δύο γράφους υπάρχει ακμή, η οποία συνδέεται με τον υπόλοιπο γράφο, μόνον από την μία πλευρά της (καλούμενη κεραία), η ακμή αυτή πρέπει να είναι είτε η πρώτη του μονοπατιού Euler, είτε η τελευταία. Η ακμή αυτή δεν μπορεί, προφανώς, να είναι ενδιάμεση ακμή του μονοπατιού Euler, αφού συνδέεται στον γράφο από τη μία πλευρά της μόνον.

(ID: 007.2.3.text)

Κανόνας 3

Όταν έχουμε σε έναν από τους δύο γράφους, παράλληλες ακμές (που αντιστοιχούν σε παράλληλα τρανζίστορ), στον άλλο γράφο θα έχουμε τις ομόλογες ακμές σε σειρά (αντιστοιχούσες στα ίδια ακριβώς τρανζίστορ), λόγω του δυισμού των δομών των

κλάδων ανέλκυσης και καθέλκυσης. Από το γεγονός αυτό προκύπτει η εξής κατευθυντήρια γραμμή:

Εάν σε ένα γράφο (p ή n) υπάρχουν παράλληλες ακμές και ψάχνουμε για ταιριασμένα μονοπάτια Euler, πρέπει να διασχίσουμε όλες τις παράλληλες ακμές πρώτα, πριν περάσουμε σε άλλο μέρος του γράφου, δεδομένου ότι στον δυικό γράφο οι ομόλογες ακμές είναι σε σειρά.

(ID: 007.2.4.text)

Κανόνας 4

Όταν έχουμε σε έναν από τους δύο γράφους, παράλληλες ακμές (που αντιστοιχούν σε παράλληλα τρανζίστορ), στον άλλο γράφο θα έχουμε τις ομόλογες ακμές σε σειρά (αντιστοιχούσες στα ίδια ακριβώς τρανζίστορ), λόγω του δυισμού των δομών των κλάδων ανέλκυσης και καθέλκυσης. Από το γεγονός αυτό προκύπτει η εξής κατευθυντήρια γραμμή:

Όταν σε ένα γράφο (p ή n) υπάρχουν παράλληλες ακμές, η σειρά των ομολόγων εν σειρά ακμών του δυικού γράφου καθορίζει και την υποχρεωτική σειρά με την οποία πρέπει να διασχίσουμε τις παράλληλες αυτές ακμές.

(ID: 007.2.5.text)

Κανόνας 5

Ονομάζουμε (καταχρηστικά), τις ομάδες παράλληλων ακμών ανάμεσα σε δύο κόμβους ενός γράφου, σύνθετες ακμές.

Η διάταξη των εν σειρά απλών ή σύνθετων ακμών ενός γράφου (p ή n) μπορεί να μεταβληθεί ελεύθερα, εάν αυτό μας βολεύει, αρκεί οι ακμές αυτές να παραμείνουν εν σειρά.

(ID:007.2.6.text)

Κανόνας 6

Εάν σε ένα κλάδο γράφου, στον οποίο έχουμε απλές ή σύνθετες ακμές σε σειρά, ομαδοποιήσουμε τις σύνθετες ακμές που έχουν άρτιο πλήθος ακμών και, χωριστά, ομαδοποιήσουμε τις απλές ή σύνθετες ακμές που έχουν περιττό πλήθος ακμών, διατηρώντας όμως όλες τις απλές ή σύνθετες ακμές σε σειρά (ή, ισοδύναμα, αναδιατάξουμε τις σύνθετες ακμές ώστε να ελαχιστοποιήσουμε τις μεταβάσεις από σύνθετες ακμές που έχουν άρτιο πλήθος σε απλές ή σύνθετες ακμές που έχουν περιττό πλήθος ακμών και ανάστροφα), ελαχιστοποιούμε τον αριθμό κόμβων του κλάδου με περιττή δύναμη

Depth Level=0

Τεστ = Όχι

Τέλος Υποστόχου: Ταιριασμένα μονοπάτια Euler σε ισοδύναμου γράφους

5.2 Σχεδίαση στο RTL level και διαγράμματα ASM – ASMD

5.2.1 Λίγα λόγια για τα διαγράμματα ASM

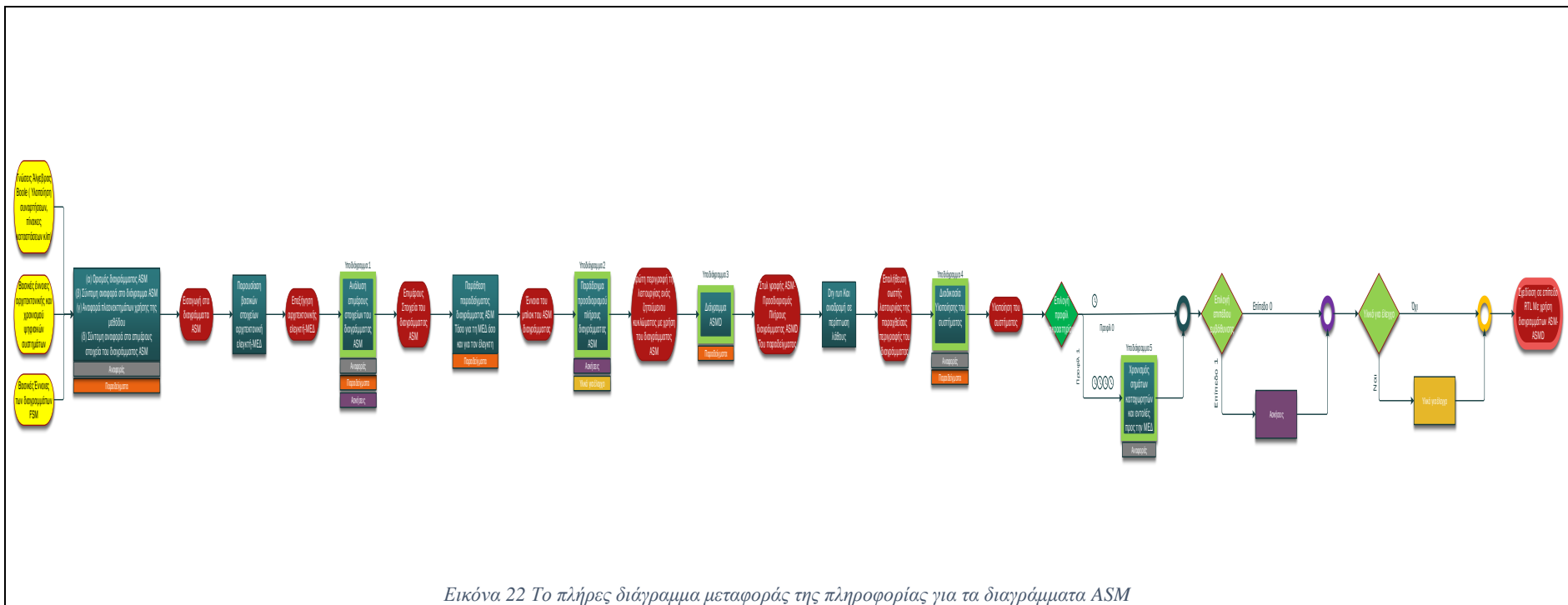
Σε ένα ψηφιακό σύστημα, η ακολουθία σημάτων ελέγχου και οι διεργασίες της γραμμής δεδομένων προσδιορίζονται μέσω ενός κυκλωματικού αλγορίθμου. Ένας αλγόριθμος αποτελείται από έναν πεπερασμένο αριθμό διαδικαστικών βημάτων, τα οποία προσδιορίζουν πως θα λύσουμε ένα πρόβλημα. Ένας κυκλωματικός αλγόριθμος είναι μία διαδικασία επίλυσης του υπό εξέταση προβλήματος με τη χρήση δεδομένων ψηφιακών στοιχείων κυκλώματος. Το πιο ενδιαφέρον και δημιουργικό μέρος του ψηφιακού σχεδιασμού είναι η συγγραφή κυκλωματικών αλγορίθμων για την επίλυση προβλημάτων.

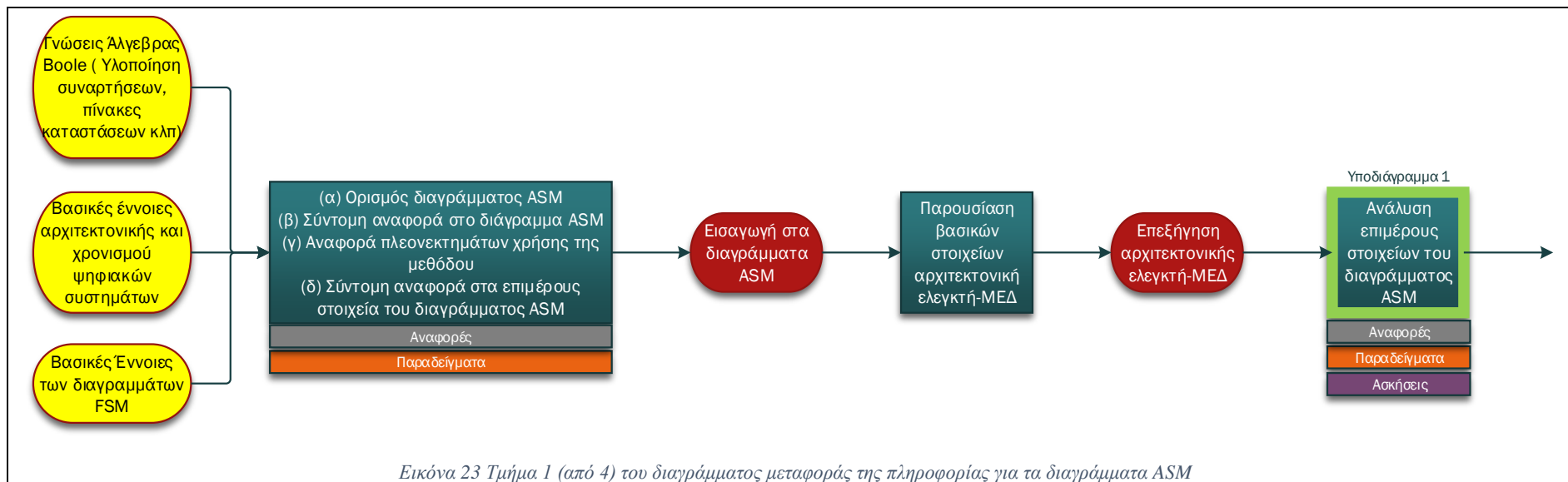
Το διάγραμμα ροής είναι ένας βολικός τρόπος προσδιορισμού της ακολουθίας των διαδικαστικών βημάτων και αποφάσεων που πρέπει να ληφθούν για την εφαρμογή ενός αλγορίθμου. Προκειμένου να κατασκευάσουμε το διάγραμμα ροής ενός κυκλωματικού αλγορίθμου, μεταφράζουμε τις λεκτικές προδιαγραφές του κυκλώματος σε ένα διάγραμμα πληροφοριών, το οποίο παραθέτει την ακολουθία των αναγκαίων ενεργειών καθώς και τις συνθήκες που είναι αναγκαίες για την εκτέλεση κάθε μίας από αυτές τις ενέργειες. Ένα ειδικό διάγραμμα ροής που έχει αναπτυχθεί για τον ορισμό κυκλωματικών αλγορίθμων ψηφιακών κυκλωμάτων ονομάζεται διάγραμμα αλγοριθμικής μηχανής καταστάσεων (algorithmic state machine – ASM). Η μηχανή καταστάσεων (state machine) είναι μία εναλλακτική ονομασία για το ακολουθιακό κύκλωμα, το οποίο είναι ο βασικός δομικός λίθος ενός ψηφιακού συστήματος.

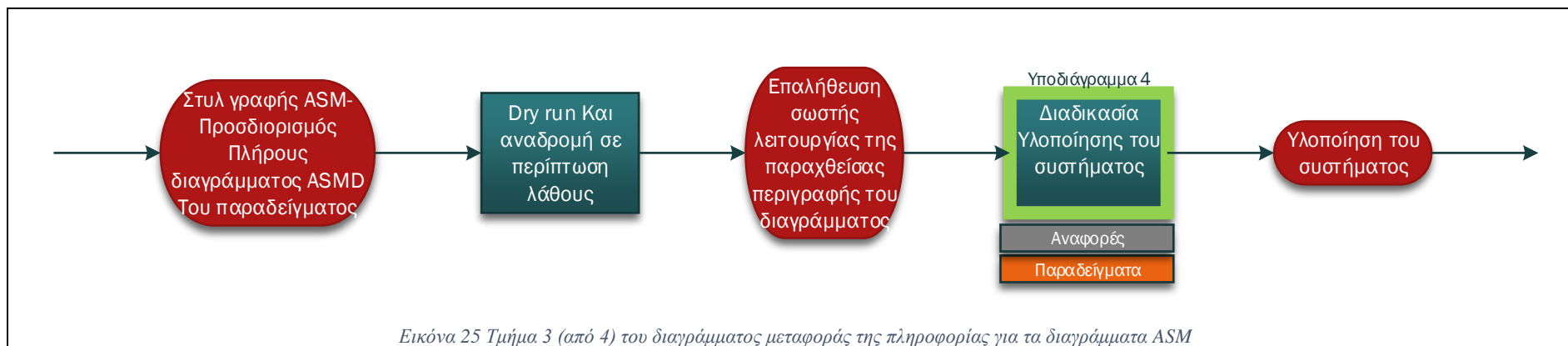
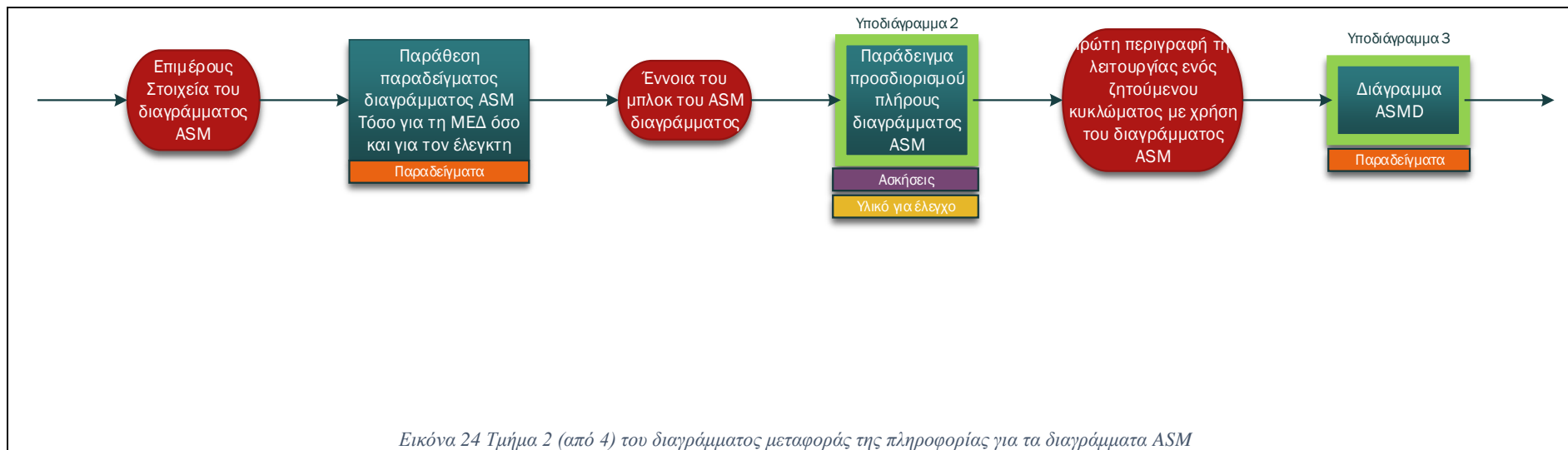
Το διάγραμμα ASM θυμίζει ένα συμβατικό διάγραμμα ροής, αλλά ερμηνεύεται με ελαφρώς διαφορετικό τρόπο. Ένα συμβατικό διάγραμμα ροής περιγράφει την ακολουθία των διαδικαστικών βημάτων ενός αλγορίθμου και των συνθηκών, υπό τις οποίες αυτά εκτελούνται, με έναν ακολουθιακό τρόπο, χωρίς να λαμβάνει υπ' όψη την πιθανή μεταξύ τους χρονική σχέση. Το διάγραμμα ASM περιγράφει την ακολουθία των γεγονότων, αλλά και τη χρονική σχέση μεταξύ των καταστάσεων ενός ακολουθιακού κυκλώματος ελέγχου και των γεγονότων που συμβαίνουν καθώς μεταβαίνουμε από τη μία κατάσταση σε μία άλλη. Το διάγραμμα ASM είναι ειδικά προσαρμοσμένο, ώστε να προσδιορίζει με ακρίβεια την ακολουθία σημάτων ελέγχου και των διεργασιών της γραμμής δεδομένων ενός ψηφιακού συστήματος, ενώ ταυτόχρονα λαμβάνει υπ' όψη τους περιορισμούς των ψηφιακών κυκλωμάτων. ^{[8],[22]}

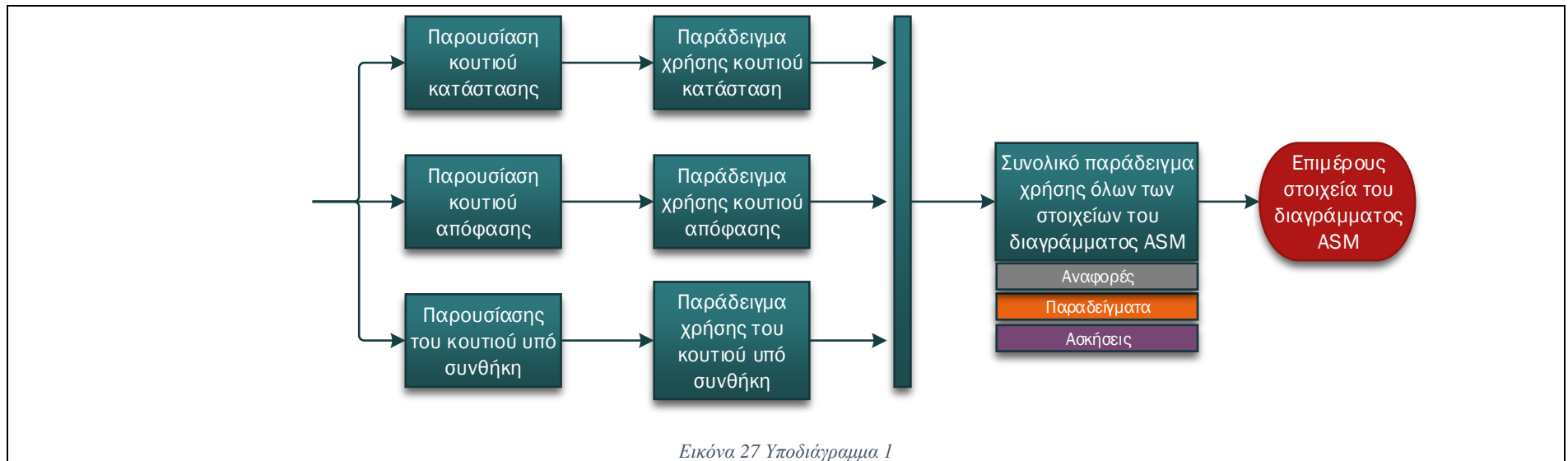
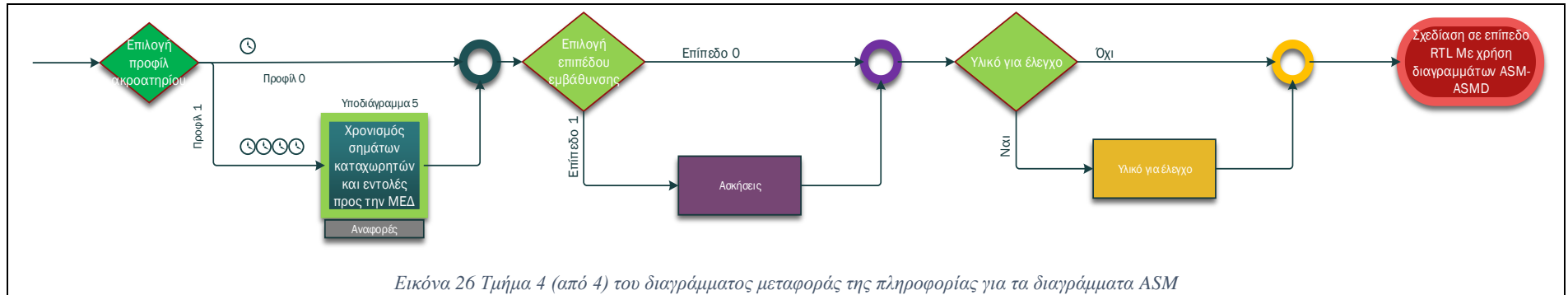
5.2.2 Διάγραμμα μεταφοράς της πληροφορίας για την σχεδίαση σε RTL επίπεδο με χρήση διαγραμμάτων ASM-ASMD

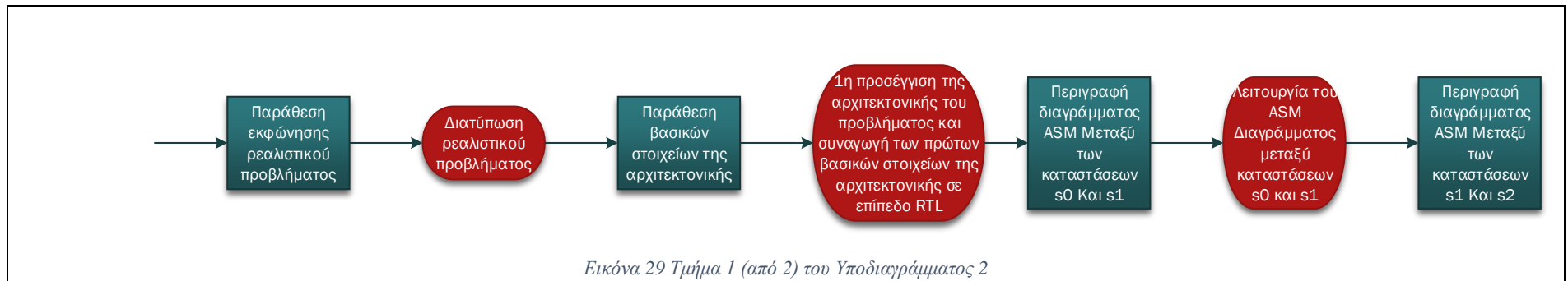
Στο παρόν υποκεφάλαιο γίνεται παρουσίαση των διαγραμμάτων μεταφοράς της πληροφορίας για την σχεδίαση σε RTL επίπεδο με χρήση διαγραμμάτων ASM-ASMD. Πρέπει να αναφερθεί ότι δεν έγινε λεπτομερής ανάλυση του, όπως έγινε στο διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας της μεθοδολογίας μονοπατιών Euler, ωστόσο φαίνεται ξεκάθαρα η πορεία της πληροφορίας μέσα από αυτό για την επίτευξη του τελικού εκπαιδευτικού στόχου. Όπως και πριν, στην αρχή φαίνεται το συνολικό διάγραμμα και στην συνέχεια αναλύεται σε εικόνες για την καλύτερη εποπτεία του. Μετά παρουσιάζονται όλα τα υποδιάγραμμα που χρησιμοποιούνται. Πρέπει να τονιστεί ιδιαίτερα ότι, για μεγαλύτερη αναγνωσιμότητα της ροής πληροφορίας που εκφράζει το διάγραμμα, στο επόμενο σχήμα δεν φαίνονται τα προσαρτημένα, στα στοιχεία του διαγράμματος, τμήματα υλικού (σημειώσεις, διαφάνειες για την διδασκαλία, ασκήσεις, αναφορές κ.α.). Ακόμη δε, επιλεκτικά στο διάγραμμα αυτό, φαίνεται το προφίλ του ακροατηρίου-στόχου ως συνθήκη διαφοροποίησης της ροής πληροφορίας του διαγράμματος.^[8]

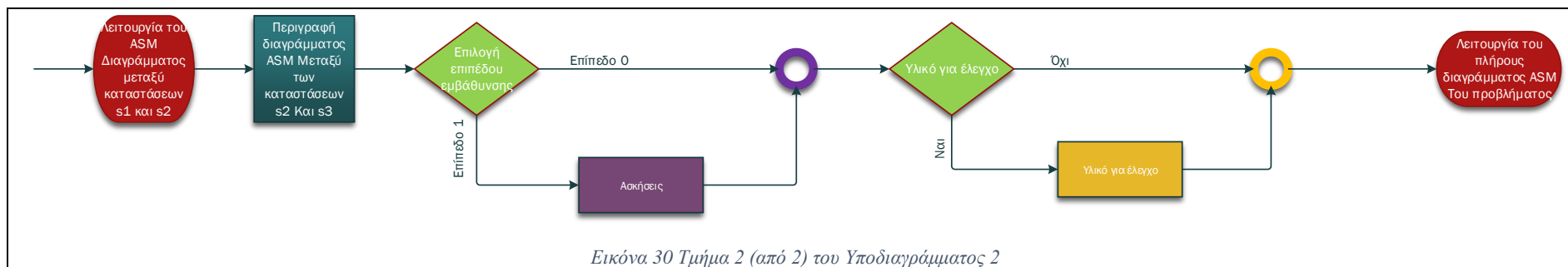


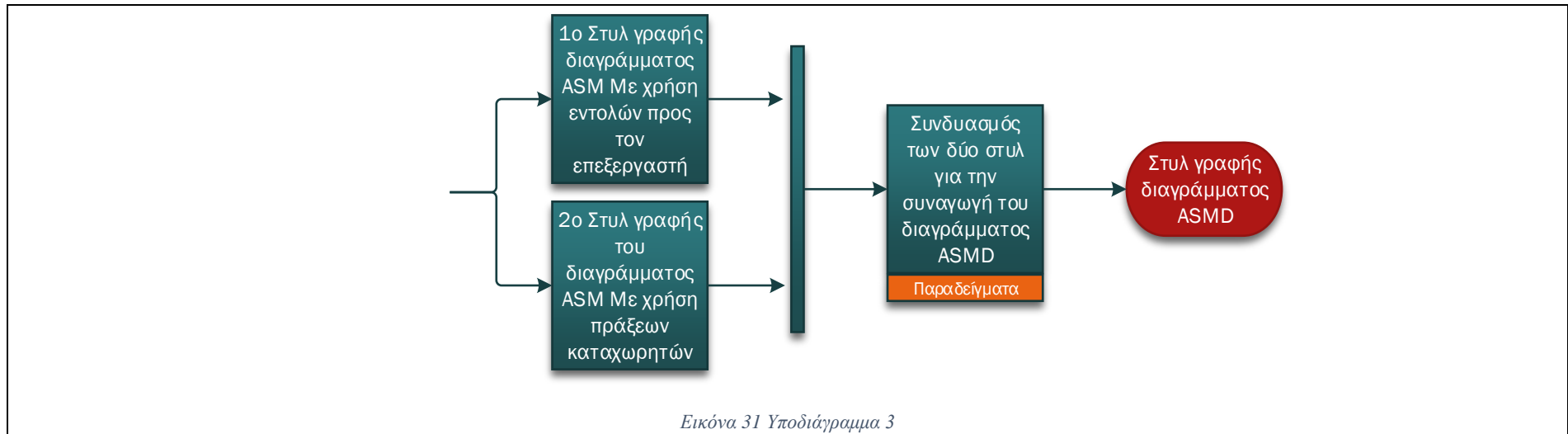


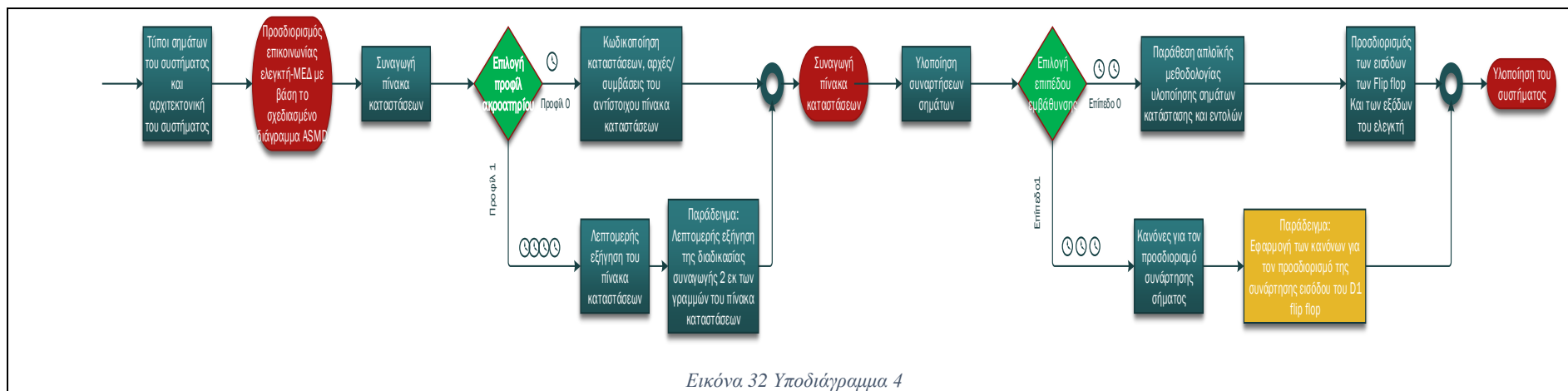




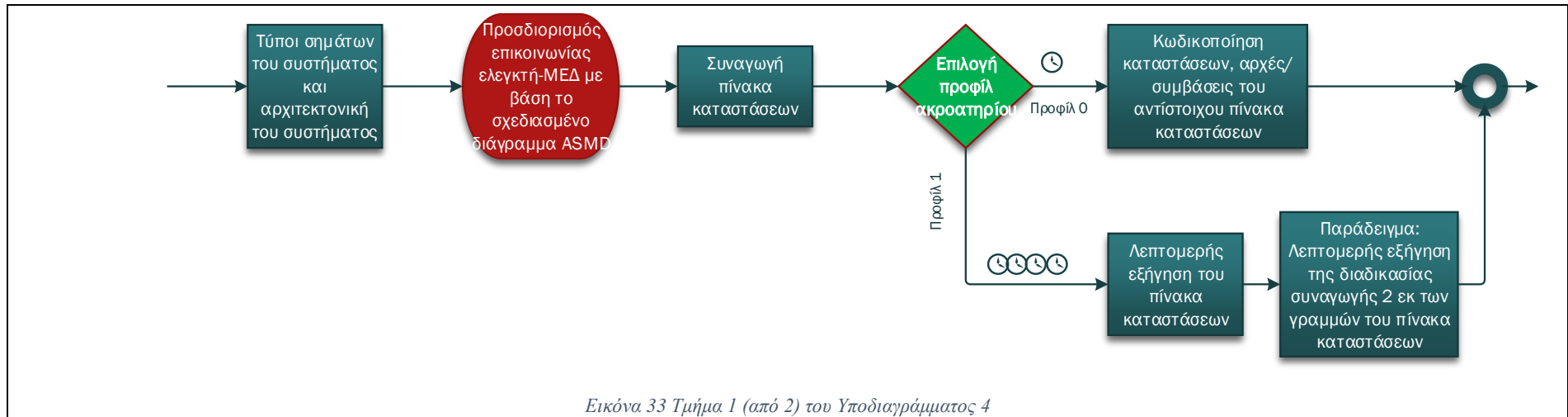


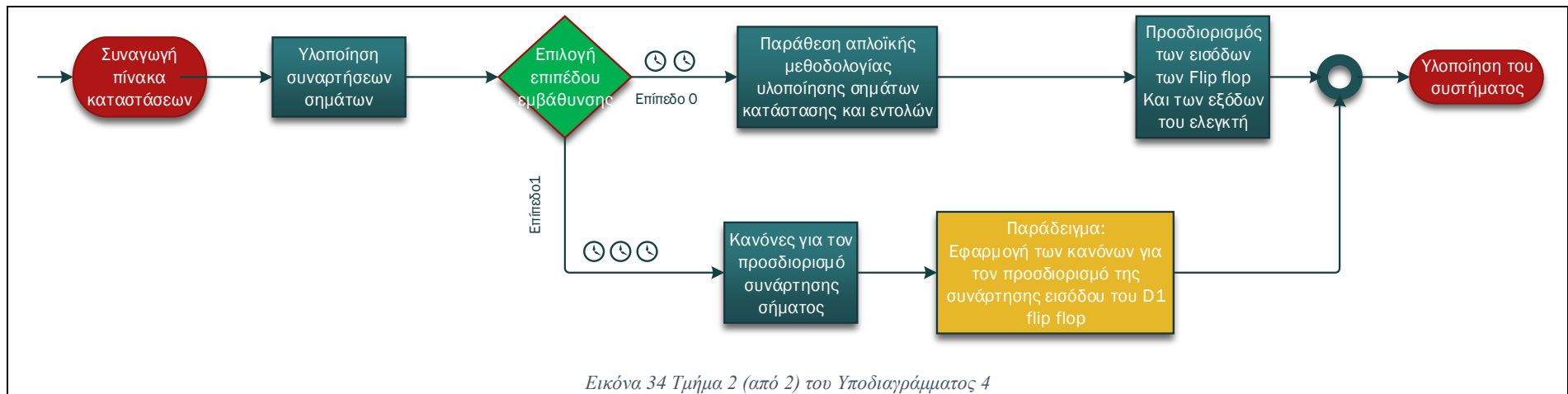






Εικόνα 32 Υποδιάγραμμα 4





Εικόνα 34 Τμήμα 2 (από 2) του Υποδιαγράμματος 4



5.2.3 Μία πρώτη εικονική εκτέλεση του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας για τη σχεδίαση σε RTL επίπεδο με διαγράμματα ASM-ASMD

Σκοπός του διαγράμματος δεν είναι μόνο μία απλή απεικόνιση της διαδικασίας και των διαδρομών μεταφοράς της πληροφορίας, αλλά και η δημιουργία υλικού για την υποστήριξη της διαδικασίας. Παρ' όλο που η πραγματική υλοποίηση του διαγράμματος με επισυναπτόμενο υλικό δεν είναι μέρος της παρούσης διπλωματικής εργασίας, κρίθηκε σκόπιμο μία πρώτη εκτέλεση με το χέρι (dry run), ώστε να φανεί η λειτουργία της συνολικής μεθοδολογίας. Θα εκτελεστούν εικονικά λοιπόν τα υποδιαγράμματα 1 και 3 του πλήρους διαγράμματος της σχεδίασης σε RTL επίπεδο με διαγράμματα ASM-ASMD. Οι επικεφαλίδες προσδιορίζονται από τους τίτλους των σχημάτων που παριστάνουν τα μπλοκ πληροφορίας (δηλαδή τα ορθογώνια με μπλε φόντο).^[23]

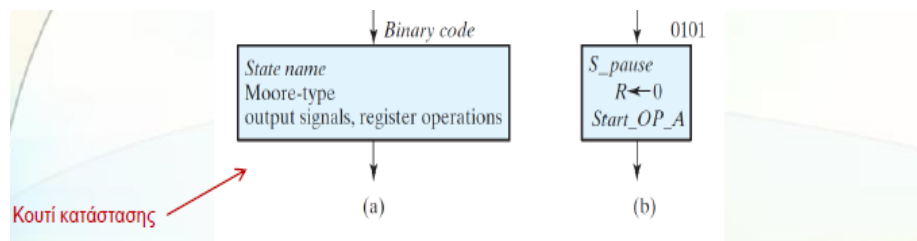
Υποδιάγραμμα 1

Υποστόχος: Επιμέρους στοιχεία του διαγράμματος ASM

Βασικά στοιχεία του διαγράμματος ASM-ASMD

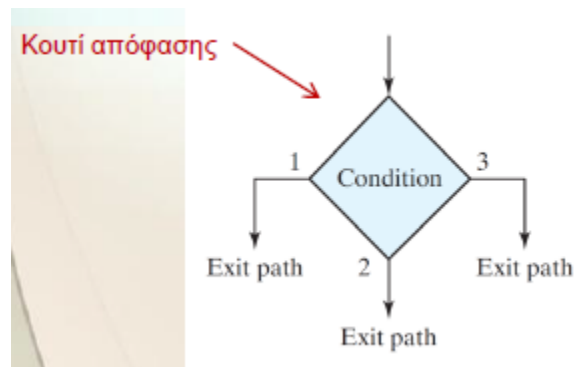
Τα διαγράμματα ASM-ASMD αποτελούνται από τρία βασικά στοιχεία:

Κουτί κατάστασης. Το κουτί κατάστασης είναι ένα παραλληλόγραμμο, μέσα στο οποίο είναι γραμμένες οι πράξεις των καταχωρητών ή τα ονόματα των σημάτων εξόδου που παράγει το κύκλωμα ελέγχου. Η κατάσταση έχει ένα συμβολικό όνομα, το οποίο γράφεται στην αριστερά πάνω γωνία του κουτιού. Ο δυαδικός αριθμός που έχουμε αντιστοιχήσει στη συγκεκριμένη κατάσταση τοποθετείται στην πάνω δεξιά γωνία.



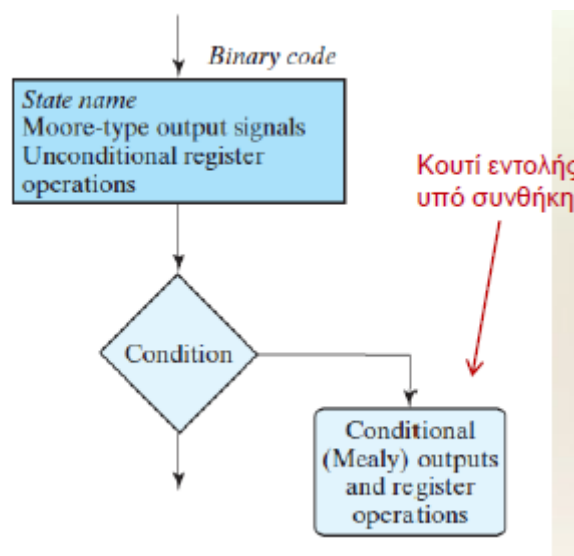
Στο παραπάνω σχήμα (b) φαίνεται ένα παράδειγμα κουτιού κατάστασης. Η κατάσταση έχει δυαδικό κωδικό 0101. Μέσα στο κουτί είναι γραμμένη η πράξη $R \leftarrow 0$, η οποία υποδηλώνει ότι ο καταχωρητής R μηδενίζεται όταν το σύστημα βρίσκεται σε αυτή την κατάσταση. Το όνομα Start_OP_A μέσα στο κουτί μπορεί να υποδηλώνει ένα σήμα εξόδου (ελέγχου) το οποίο προκαλεί μια συγκεκριμένη πράξη.

Κουτί Απόφασης. Το κουτί απόφασης περιγράφει τα αποτελέσματα ενός σήματος εισόδου στο υποσύστημα εξόδου. Το συγκεκριμένο κουτί αποτελείται από ένα ρόμβο με δύο ή περισσότερες γραμμές εξόδου.



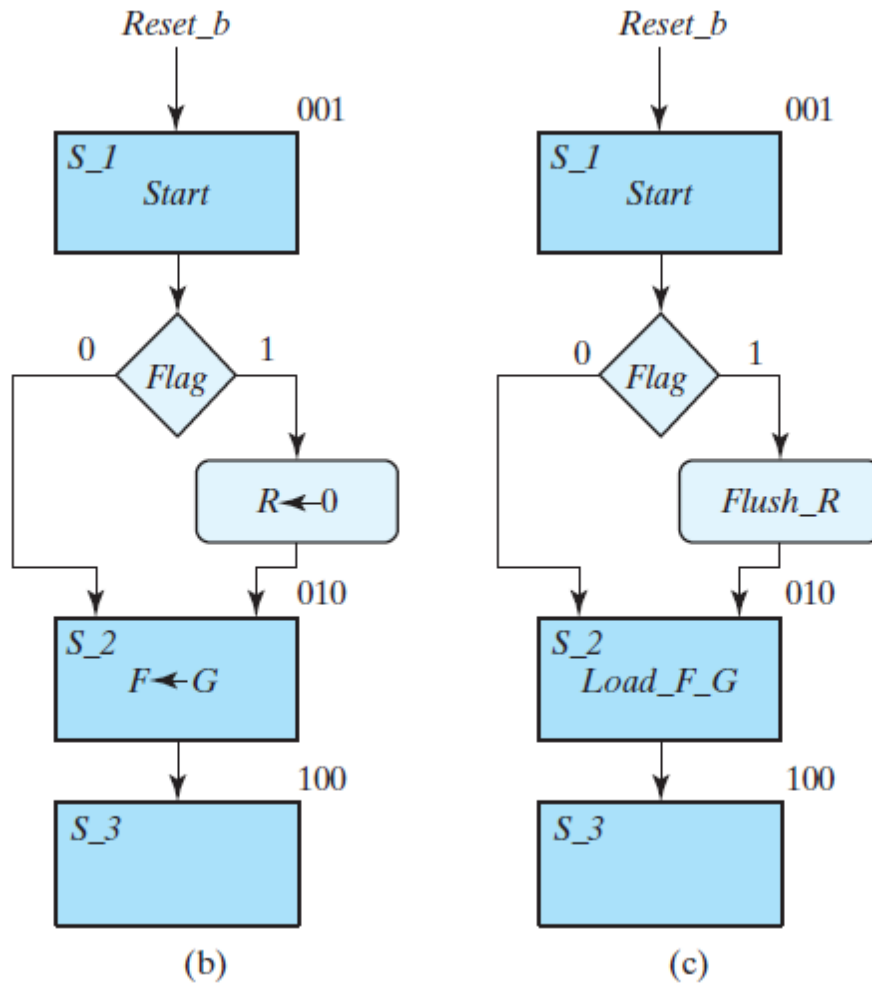
Η συνθήκη εισόδου, της οποίας η αλήθεια ελέγχεται γράφεται στο εσωτερικό του κουτιού. Ανάλογα με το αν η συνθήκη ικανοποιείται ή όχι, ακολουθείται και η ανάλογη γραμμή εξόδου.

Κουτί υπό συνθήκη. Τα κουτιά απόφασης και κατάστασης είναι γνωστά από τη χρήση τους στα συμβατικά διαγράμματα ροής. Το τρίτο στοιχείο, το οποίο διαφοροποιεί το διάγραμμα ASM από τα συμβατικά διαγράμματα ροής είναι το κουτί υπό συνθήκη. Το κουτί υπό συνθήκη έχει σχήμα οβάλ.



Οι στρογγυλεμένες άκρες του το διαφοροποιούν από το κουτί κατάστασης. Η γραμμή εισόδου στο κουτί υπό συνθήκη **πρέπει** να έρχεται από μία από τις γραμμές εξόδου ενός κουτιού απόφασης. Οι πράξεις ή οι έξοδοι που γράφονται μέσα στο κουτί υπό συνθήκη παράγονται κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης κατάστασης, υπό την προϋπόθεση ότι οι αντίστοιχες συνθήκες εισόδου ικανοποιούνται.

Παράδειγμα τμήματος διαγράμματος ASM, στο οποίο φαίνονται όλα τα επιμέρους στοιχεία του διαγράμματος ASM είναι το ακόλουθο:



Τέλος Υποστόχου: Επιμέρους στοιχεία του διαγράμματος ASM

Υποδιάγραμμα 3

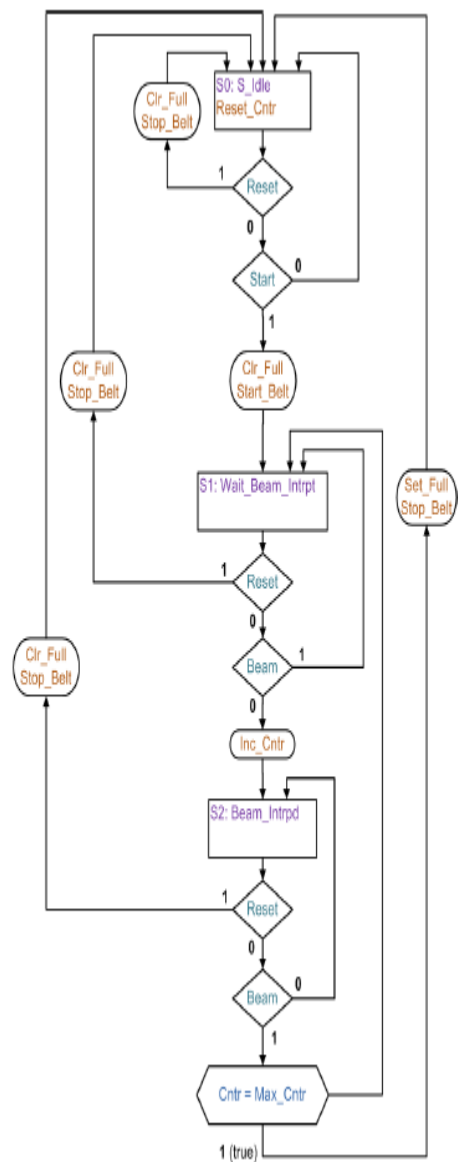
Υποστόχος: Στυλ Γραφής διαγράμματος ASMD

Στυλ γραφής του διαγράμματος ASM με χρήση εντολών προς τον επεξεργαστή δεδομένων

Μπορούμε να αντικαταστήσουμε τις πράξεις των καταχωρητών με εντολές προς τον επεξεργαστή δεδομένων που προξενούν τις πράξεις αυτές. Π.χ. η εντολή `Reset_Cntr` προκαλεί μηδενισμό του μετρητή. Η τοποθέτηση της εντολής σε ένα κουτί κατάστασης ή εντολής υπό συνθήκη, ισοδυναμεί με την λογική ανάθεση `Reset_Cntr=1`.

Είναι σημαντικό να χρησιμοποιήσουμε ονόματα εντολών, τα οποία μας δίνουν αμέσως να καταλάβουμε τις αντίστοιχες πράξεις καταχωρητών. Π.χ. `Incr_Cntr` για την εντολή αύξησης του περιεχομένου του μετρητή κατά 1 (από το Increment Counter) ή `Stop_belt`.

Η μορφή αυτή του διαγράμματος περιγράφει πλήρως τον ελεγκτή.

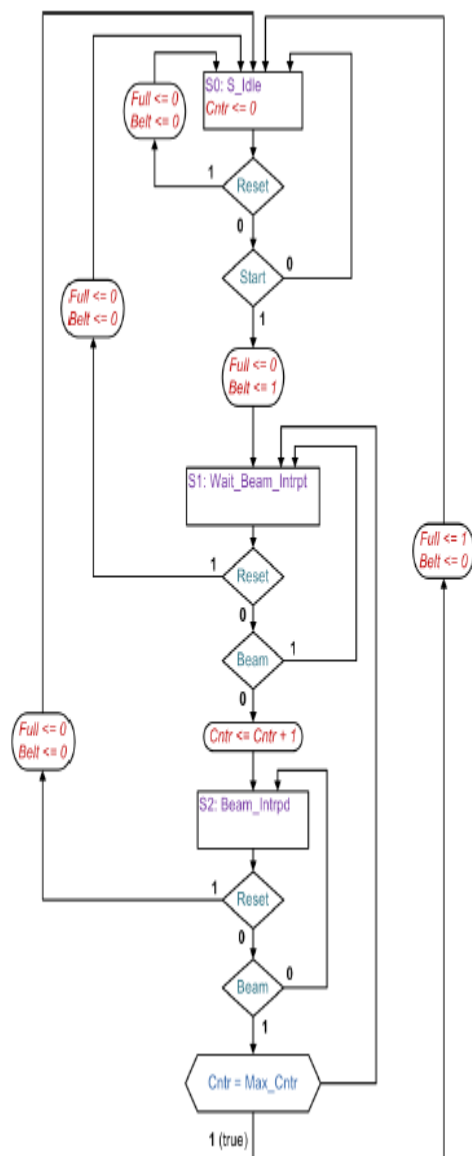


Στυλ γραφής του διαγράμματος ASM με πράξεις καταχωρητών

Στο διπλανό σχήμα φαίνεται το συνολικό σχεδιασθέν διάγραμμα ASM.

Τα βασικά στοιχεία της αρχιτεκτονικής του επεξεργαστή είναι τα εξής:

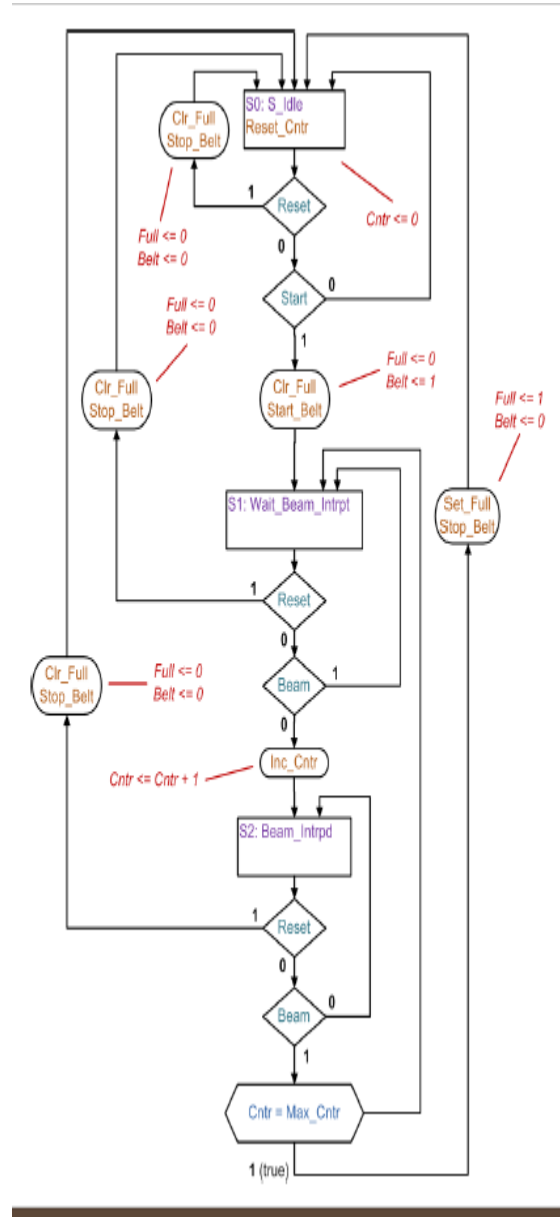
- Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιονδήποτε μετρητή θέλουμε, με δυνατότητα μηδενισμού, κατά προτίμηση ασύγχρονου.
- Ακόμη, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιονδήποτε συγκριτή n-bits.
- Στην ανάπτυξη του διαγράμματος ASM κάναμε εμμέσως την υπόθεση ότι οι καταχωρητές του 1 bit τίθενται με μία εντολή, μηδενίζονται με μία άλλη, ενώ ανάμεσα σε δύο διαδοχικές εντολές διατηρούν αναλλοίωτο το περιεχόμενό τους. Ένα στοιχείο που λειτουργεί με τον τρόπο αυτό είναι το JK flip flop, το οποίο τίθεται για $J=1$ (ενώ το K παραμένει 0) και μηδενίζεται για $K=1$ (ενώ το J παραμένει 0) στον επόμενο ενεργό παλμό του ρολογιού.
- Ένα ρολόι σχετικά γρήγορο για τα ανθρώπινα δεδομένα, π.χ. $>200\text{Hz}$, το οποίο είναι υπεραρκετό για την ορθή λειτουργία του κυκλώματος που ελέγχεται από το διάγραμμα αυτό



Πλήρως προσδιορισμένο διάγραμμα ASMD

Στο διάγραμμα ASMD φαίνονται και οι εντολές του ελεγκτή προς τον επεξεργαστή δεδομένων αλλά και οι αντίστοιχες πράξεις καταχωρητών. Το διάγραμμα αυτό περιγράφει τόσο τον ελεγκτή (controller), όσο και τον επεξεργαστή δεδομένων (datapath), δεδομένου ότι περιγράφει τις πράξεις των καταχωρητών και των υπόλοιπων στοιχείων του επεξεργαστή.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι η περιγραφή του κυκλώματος με διάγραμμα ASMD είναι περιγραφή της συμπεριφοράς (λειτουργίας) του κυκλώματος και όχι δομική περιγραφή.



Τέλος Υποστόχου: Στυλ Γραφής διαγράμματος ASMD

5.2.4 Πληρότητα επιλεγμένου υλικού μελέτης

Από το σύνολο των αποτελεσμάτων που η ομάδα εργασίας στο συγκεκριμένο αντικείμενο ήδη έχει, κρίνεται ότι οι θεματικές ενότητες και το υλικό που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα είναι κατ' αρχήν επαρκές για την πρώτη ανάπτυξη των δομών και των ιδιαίτερων στοιχείων του διαγράμματος ροής πληροφορίας. Παρ' όλον ότι το συγκεκριμένο υλικό έχει σχέση με τις γνωστικές περιοχές της Ηλεκτρολογίας και των Υπολογιστών, οι προκύπτουσες στο διάγραμμα δομές είναι αρκετά γενικές και, κατά την κρίση της ομάδας εργασίας, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ευρύτετη περιοχή γνωστικών αντικειμένων. Ωστόσο, πριν διατυπωθούν τα τελικά αποτελέσματα της συνολικής μελέτης, πρέπει να γίνει εφαρμογή των σχετικών εννοιών και μεθοδολογίας και σε άλλες γνωστικές περιοχές.

5.3 Verilog για ψηφιακή σχεδίαση

5.3.1 Λίγα λόγια για την γλώσσα περιγραφής υλικού (HDL)

Η γλώσσα περιγραφής υλικού είναι μία γλώσσα που περιγράφει τα κυκλώματα των ψηφιακών συστημάτων σε μορφή κειμένου. Θυμίζει τις γλώσσες προγραμματισμού, αλλά είναι ειδικά προσανατολισμένη στην περιγραφή δομών υλικού (hardware) και τη συμπεριφορά τους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περιγραφή λογικών διαγραμμάτων, λογικών εκφράσεων και άλλων πιο περίπλοκων ψηφιακών κυκλωμάτων. Ως γλώσσα τεκμηρίωσης, η HDL χρησιμοποιείται για να παραστήσουμε και να περιγράψουμε ψηφιακά συστήματα σε μία μορφή που μπορεί να διαβαστεί τόσο από τους ανθρώπους όσο και από υπολογιστές και είναι κατάλληλη ως γλώσσα ανταλλαγής πληροφορίας μεταξύ σχεδιαστών. Το περιεχόμενο των προγραμμάτων της γλώσσας αυτής μπορεί να αποθηκευτεί και να ανακτηθεί εύκολα, καθώς και να υποστεί επεξεργασία από λογισμικό υπολογιστών με αποτελεσματικό τρόπο. Υπάρχουν δυο κύριες εφαρμογές της επεξεργασίας με HDL: η προσομοίωση και η σύνθεση.

Η προσομοίωση λογικών κυκλωμάτων είναι η παράσταση της δομής και της συμπεριφοράς των ψηφιακών λογικών συστημάτων με τη χρήση του υπολογιστή. Ένας προσομοιωτής μεταφράζει την περιγραφή HDL και παράγει αναγνώσιμη έξοδο, όπως ένα διάγραμμα χρονισμού. Η έξοδος αυτή αποτελεί πρόβλεψη της συμπεριφοράς του κυκλώματος, πριν αυτό κατασκευαστεί στην πράξη. Η προσομοίωση επιτρέπει την ανίχνευση λειτουργικών σφαλμάτων σε ένα κύκλωμα υπό σχεδίαση, χωρίς να χρειάζεται να κατασκευάσουμε το φυσικό κύκλωμα. Τα λάθη που εντοπίζονται κατά την προσομοίωση μπορούν να διορθωθούν με μετατροπή των κατάλληλων εντολών HDL. Οι ακολουθίες εισόδου, που ελέγχουν τη λειτουργικότητα της σχεδίασης, ονομάζονται δοκιμαστική είσοδος. Έτσι, για να προσομοιώσουμε ένα ψηφιακό σύστημα, περιγράφουμε πρώτα τη σχεδίαση του με χρήση HDL, και μετά επαληθεύουμε την ορθότητα της σχεδίασης προσομοιώνοντας και ελέγχοντας τη λειτουργία του με μία δοκιμαστική είσοδο, επίσης γραμμένη σε HDL.

Η σύνθεση λογικών κυκλωμάτων είναι η διαδικασία εύρεσης ενός συνόλου ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και των διασυνδέσεων τους (που ονομάζονται κατάλογος συνδέσεων δικτύου (netlist)) από το μοντέλο ενός ψηφιακού συστήματος που περιγράφεται σε HDL. Ο κατάλογος συνδέσεων δικτύου στο επίπεδο των πυλών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κατασκευάσουμε ένα ολόκληρο κύκλωμα ή να σχεδιάσουμε φυσικά ένα τυπωμένο κύκλωμα. Η σύνθεση λογικών κυκλωμάτων με τον τρόπο αυτό, έχει ομοιότητες με το μεταγλωττισμό ενός προγράμματος γραμμένου σε μία συμβατική γλώσσα υψηλού επιπέδου. Η διαφορά είναι ότι στη σύνθεση λογικών κυκλωμάτων, αντί να παραχθεί κώδικας μηχανής, παράγεται μία βάση δεδομένων με οδηγίες για το πώς θα κατασκευάσει κάποιος ένα ψηφιακό κύκλωμα, το οποίο υλοποιεί τις εντολές που περιγράφονται από τον κώδικα HDL. Η λογική σύνθεση βασίζεται σε ακριβείς, τυπικούς αλγορίθμους που υλοποιούν ψηφιακά κυκλώματα, και είναι εκείνο το μέρος της σχεδίασης λογικών κυκλωμάτων, το οποίο μπορεί να αυτοματοποιηθεί σε χρήση λογισμικού. ^[24]

Υπάρχουν πολλές εκδόσεις της HDL, στη βιομηχανία, ανεπτυγμένες από εταιρείες, οι οποίες σχεδιάζουν ολοκληρωμένα κυκλώματα ή βοηθούν στο σχεδιασμό αυτών. Δύο πρότυπες εκδόσεις της HDL υποστηρίζονται από το IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers – Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών): Η VHDL και η Verilog HDL. Η VHDL είναι γλώσσα που δημιουργήθηκε κατόπιν εντολής του Αμερικάνικου Υπουργείου Αμύνης (Το V στο VHDL είναι το πρώτο γράμμα της συντόμευσης VHSIC, που προκύπτει από Very High Speed Integrated Circuits – Ολοκληρωμένα κυκλώματα πολύ υψηλής ταχύτητας). Η Verilog ξεκίνησε αρχικά ως μία ιδιόκτητη HDL που προωθήθηκε από την εταιρεία Cadence Data Systems, αλλά η Cadence μετέφερε τον έλεγχο της Verilog σε μία ομάδα εταιρειών και πανεπιστημίων γνωστή ως Open Verilog International (OVI). Η VHDL είναι πιο δύσκολη στην εκμάθηση από την Verilog. Παρ' όλα αυτά οι περιγραφές σε Verilog HDL δεν χρησιμοποιούνται μόνο για την εκμάθηση της Verilog, αλλά και για την εισαγωγή στη μεθοδολογία της παράστασης ψηφιακών συστημάτων στον υπολογιστή με χρήση μίας τυπικής γλώσσας περιγραφής υλικού.

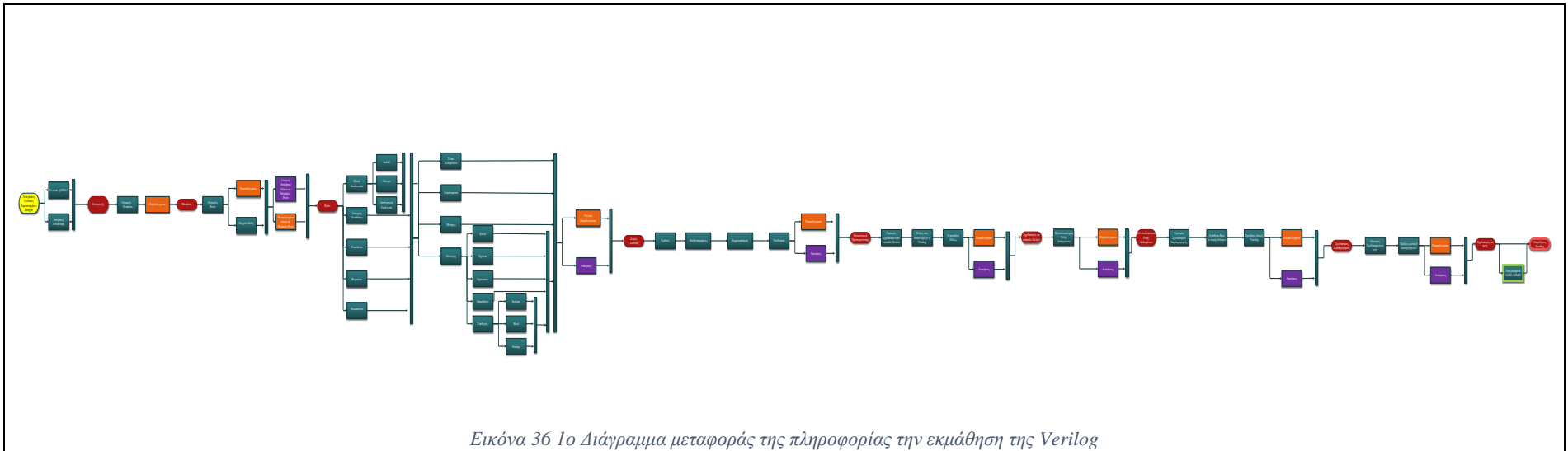
5.3.2 Διαγράμματα μεταφοράς της πληροφορίας για την εκμάθηση της γλώσσας περιγραφής υλικού Verilog HDL

Στο παρόν υποκεφάλαιο φαίνονται τα διαγράμματα μεταφοράς πληροφορίας για την εκμάθηση της γλώσσας περιγραφής υλικού Verilog HDL. Σχεδιάστηκαν, λοιπόν, δύο διαγράμματα μεταφοράς πληροφορίας για το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Το πρώτο διάγραμμα δείχνει μία γενική πορεία της πληροφορίας, όπως ακριβώς σε ένα εγχειρίδιο οδηγιών. Κρίθηκε ωστόσο από την ομάδα ότι, μία τέτοια προσέγγιση δεν καλύπτει την παιδαγωγική πλευρά της μεταφοράς πληροφορίας. Γι' αυτό το λόγο σχεδιάστηκε ένα δεύτερο, πιο παιδαγωγικό διάγραμμα για την εκμάθηση της Verilog, όπου γίνεται, κυρίως, χρήση παραδειγμάτων. Η δεύτερη προσέγγιση θεωρείται ότι αποτελεί ένα διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκμάθηση της Verilog στους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ.

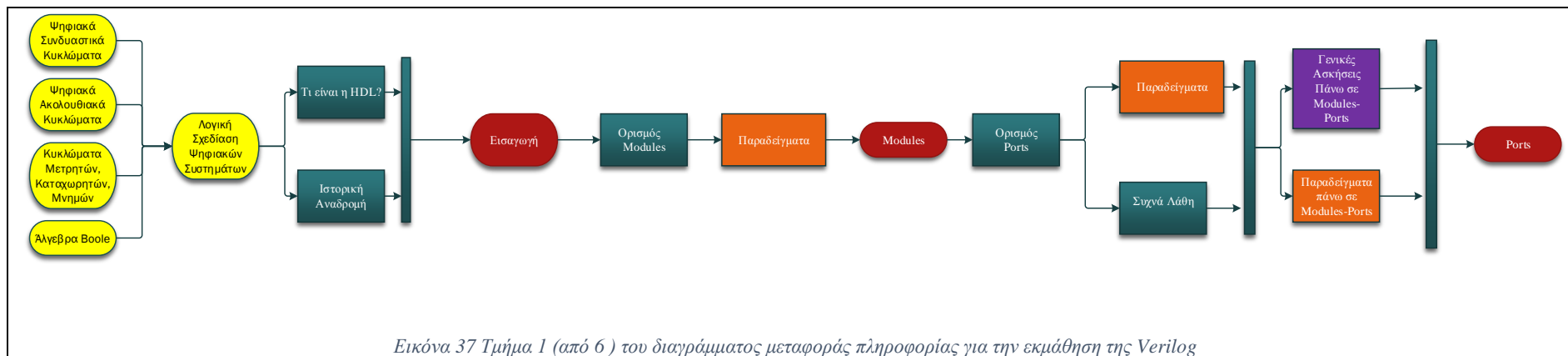
Πρέπει επίσης να τονισθεί, ότι η πολυπλοκότητα του 1^{ου} διαγράμματος είναι μία πρώτη ένδειξη της πολυπλοκότητας του υλικού των περισσότερων γνωστικών αντικειμένων που παρέχονται στους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ. Η πολυπλοκότητα αυτή μπορεί να μειωθεί, ώστε να είναι ευκολότερα αντιμετωπίσιμη από τον χρήστη, με τη χρήση ανωτέρου επιπέδου και περισσότερο περιεκτικών υποδιαγραμμάτων, τεχνική ήδη γνωστή από την μεθοδολογία σχεδίασης πολύπλοκων ψηφιακών συστημάτων (digital hardware) και πολύπλοκου λογισμικού (software) που είναι αναγκαία για πραγματικές εφαρμογές. Ωστόσο, στην παρούσα εργασία, λόγω περιορισμένου χρόνου, δεν έχει γίνει στο συγκεκριμένο διάγραμμα η αναγκαία αφαίρεση.

Και στα δύο διαγράμματα έχει χρησιμοποιηθεί σαν υποδιάγραμμα, το διάγραμμα των ASM-ASMD. Το διάγραμμα αυτό δεν παρουσιάζεται παρακάτω, αφού έχει παρουσιαστεί αναλυτικά στο προηγούμενο υποκεφάλαιο.

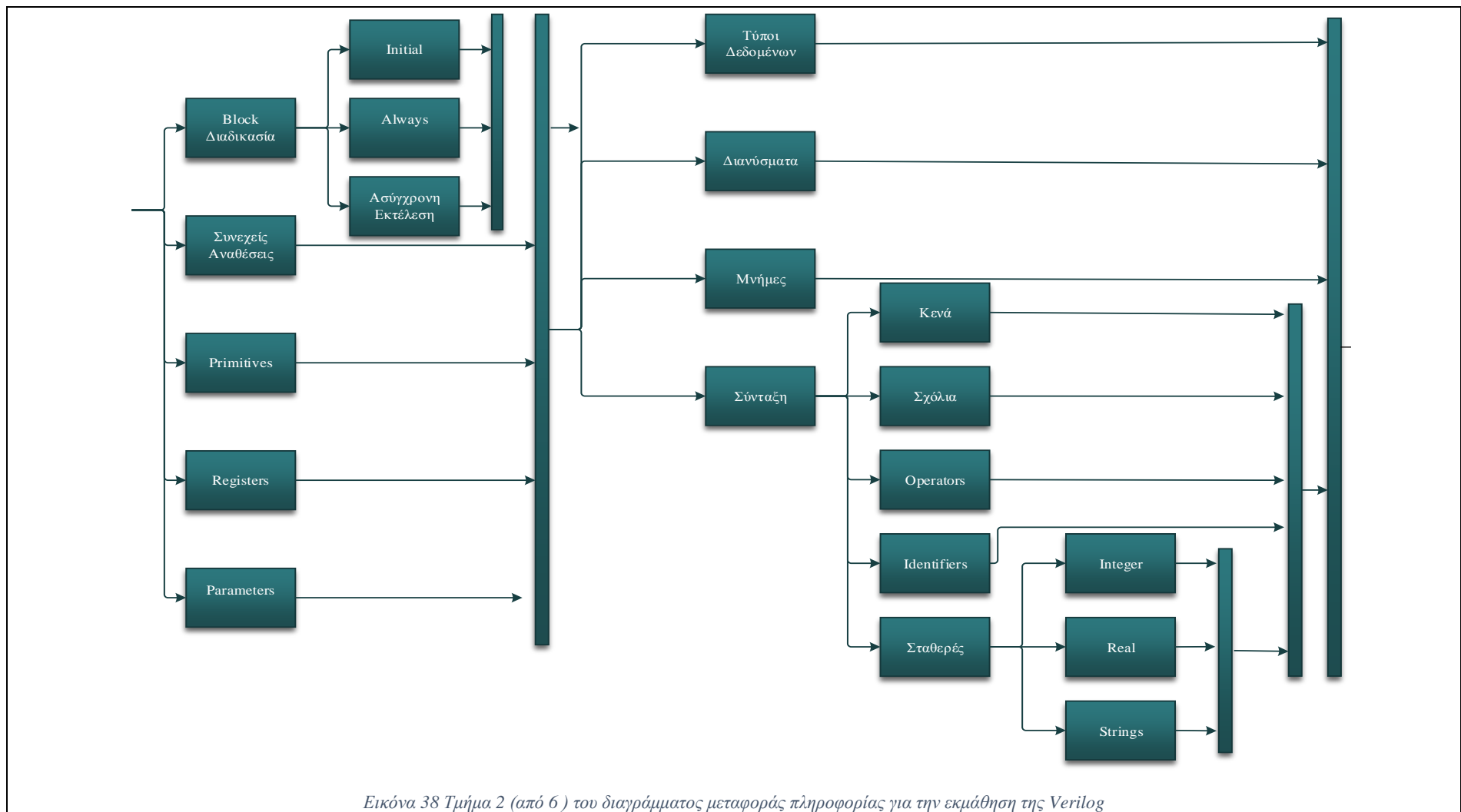
5.3.2.1 1^ο διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας για την εκμάθηση της γλώσσας Verilog



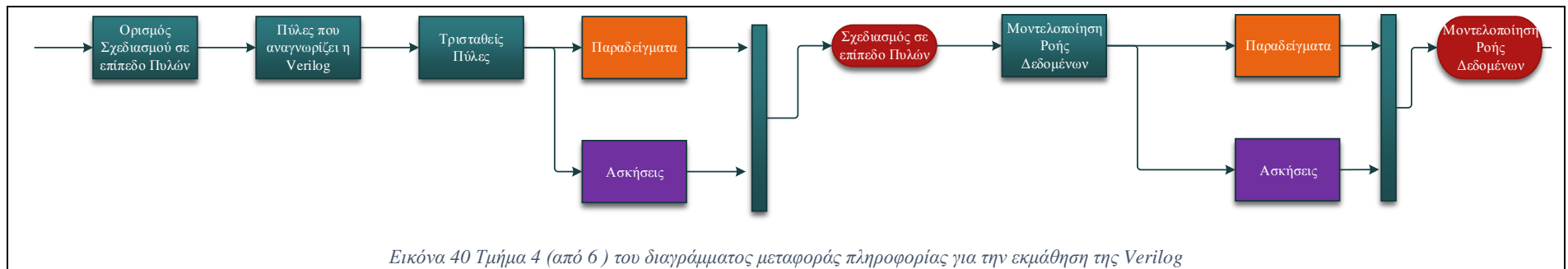
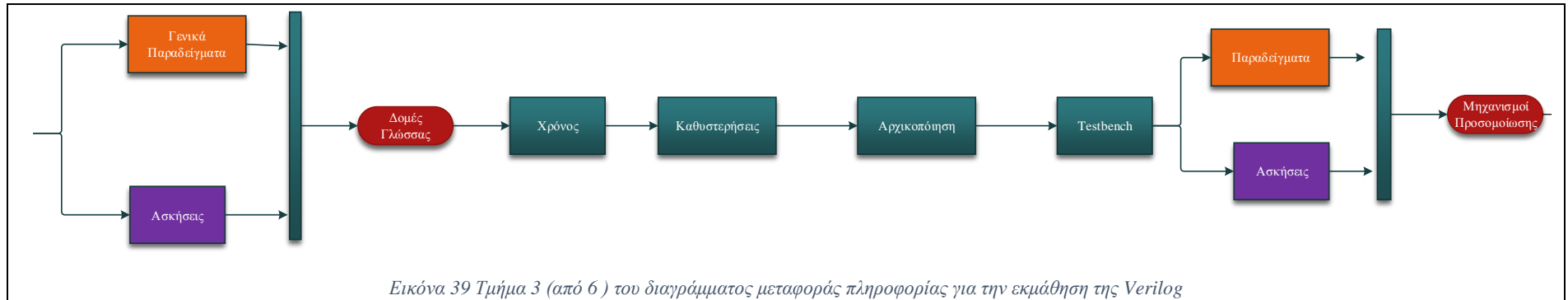
Εικόνα 36 1ο Διάγραμμα μεταφοράς της πληροφορίας την εκμάθηση της Verilog

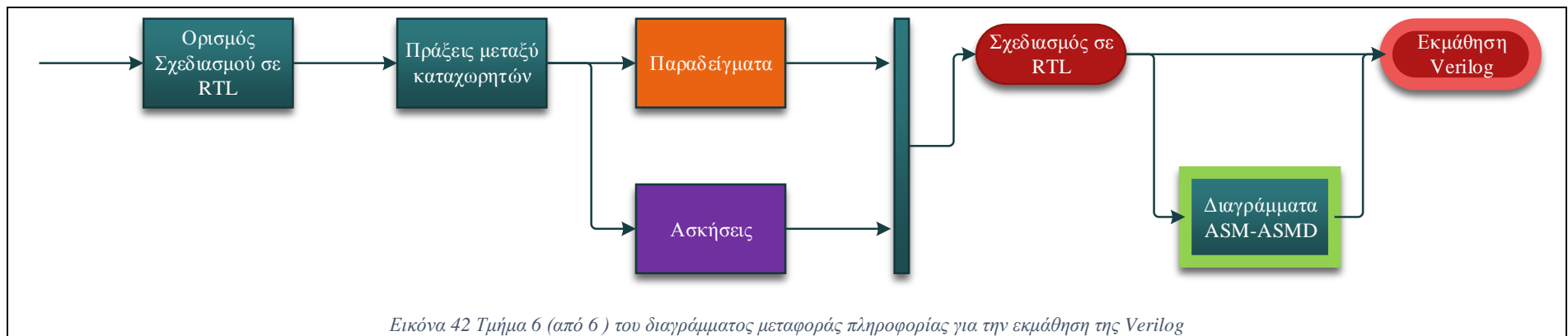
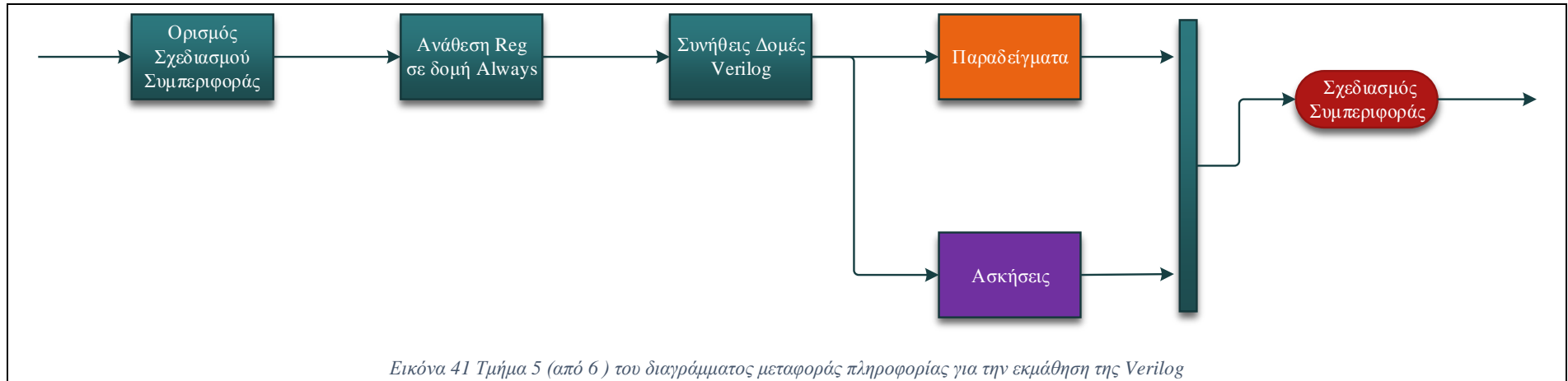


Εικόνα 37 Τμήμα 1 (από 6) του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας για την εκμάθηση της Verilog

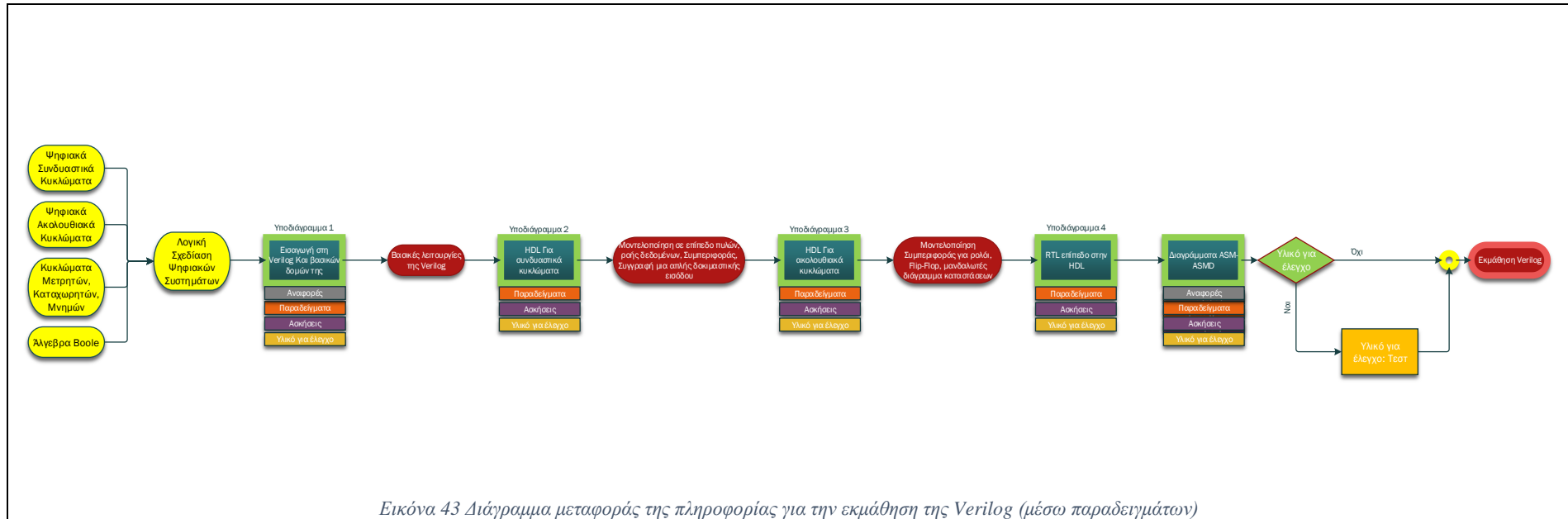


Εικόνα 38 Τμήμα 2 (από 6) του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας για την εκμάθηση της Verilog

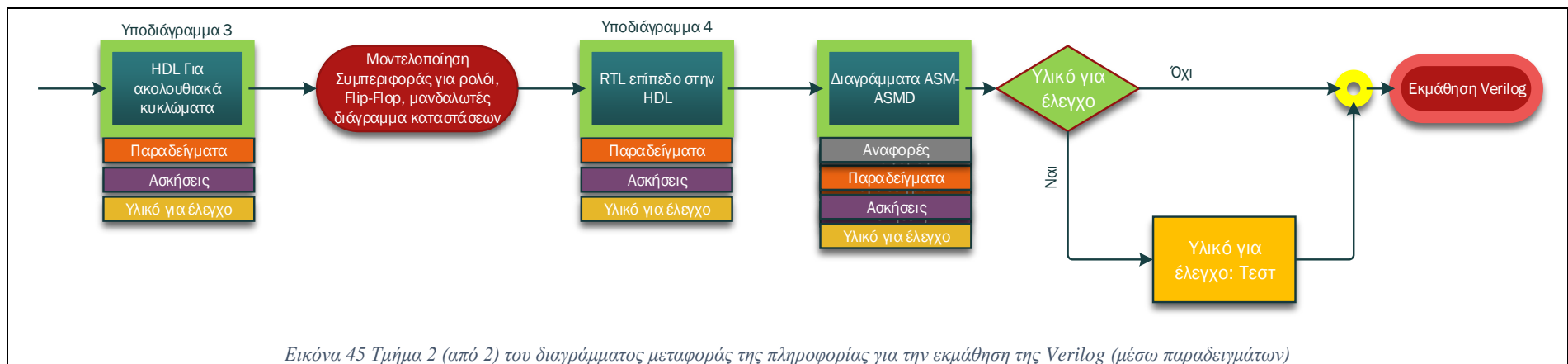
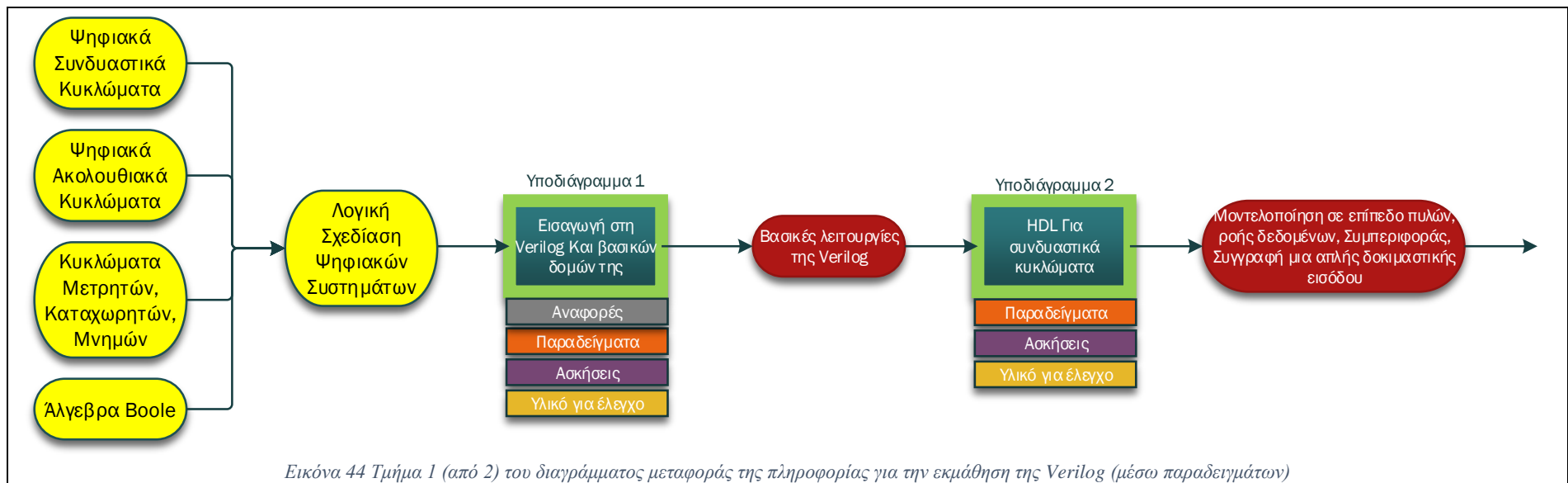


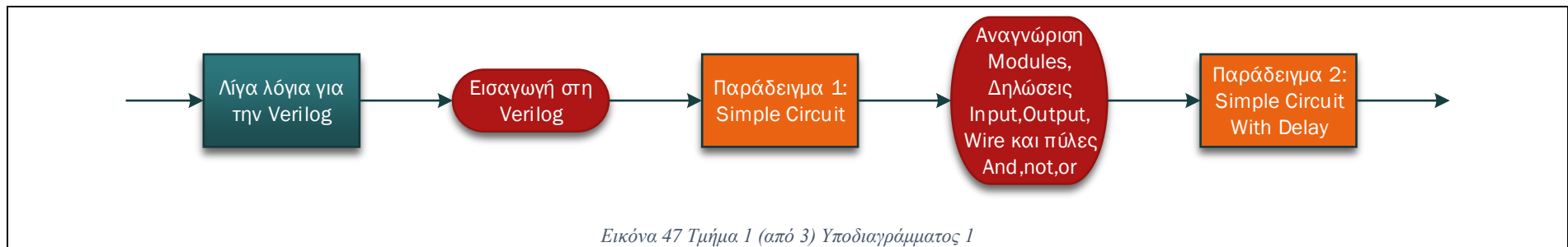
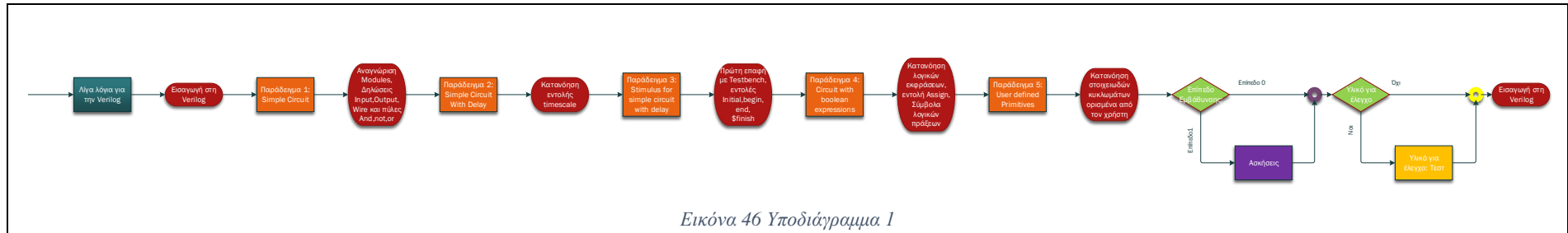


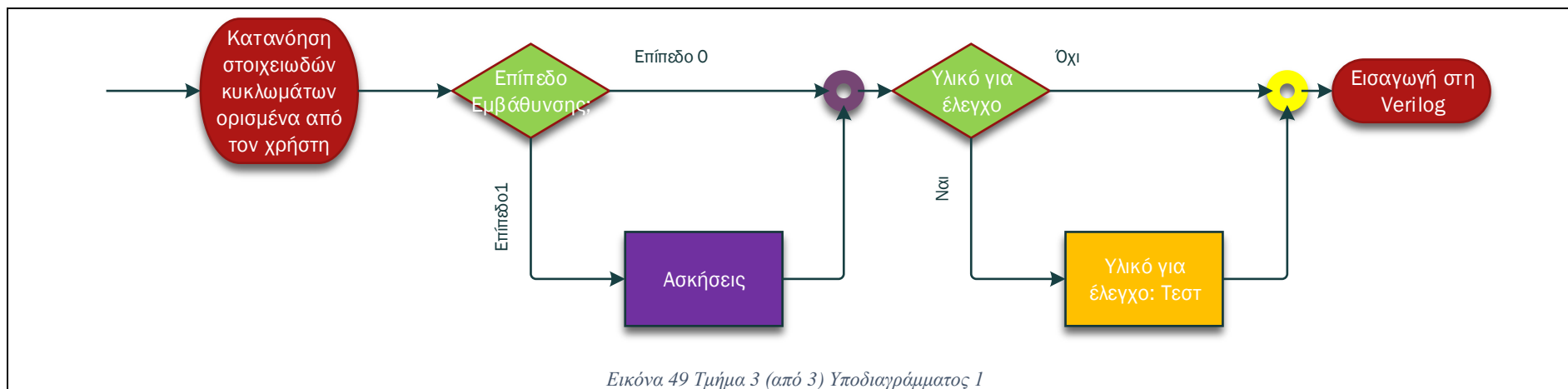
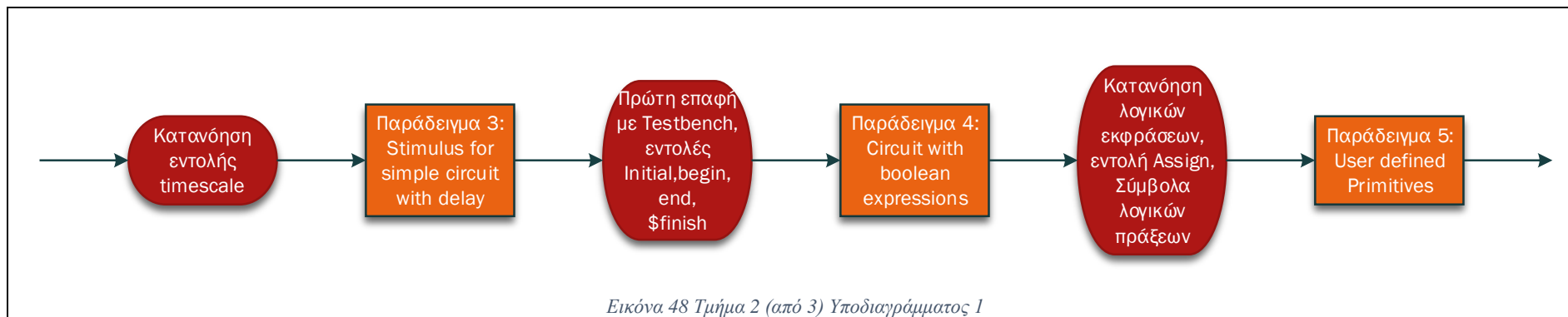
5.3.2.2 2^ο Διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας για την εκμάθηση της γλώσσας Verilog (μέσω παραδειγμάτων)

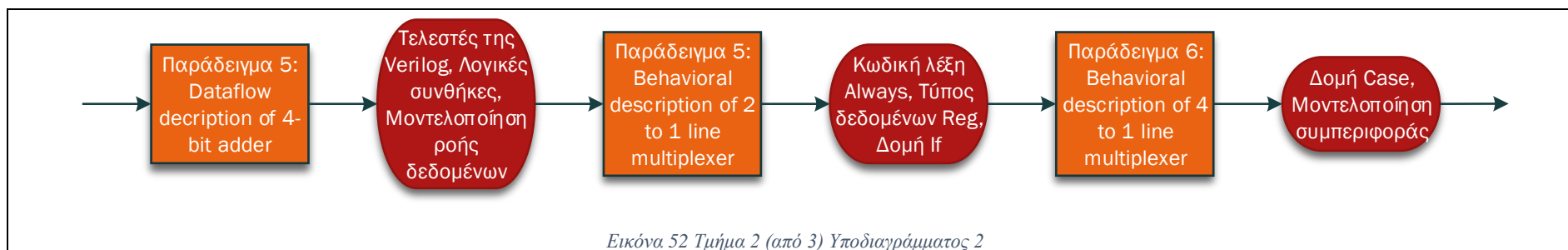
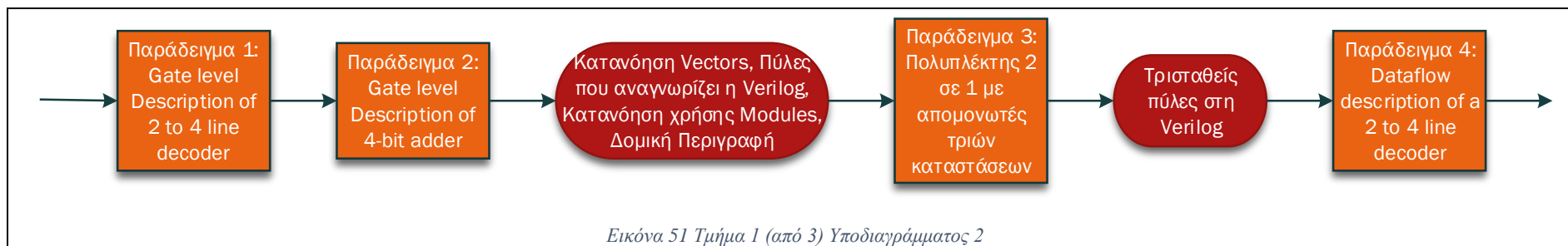


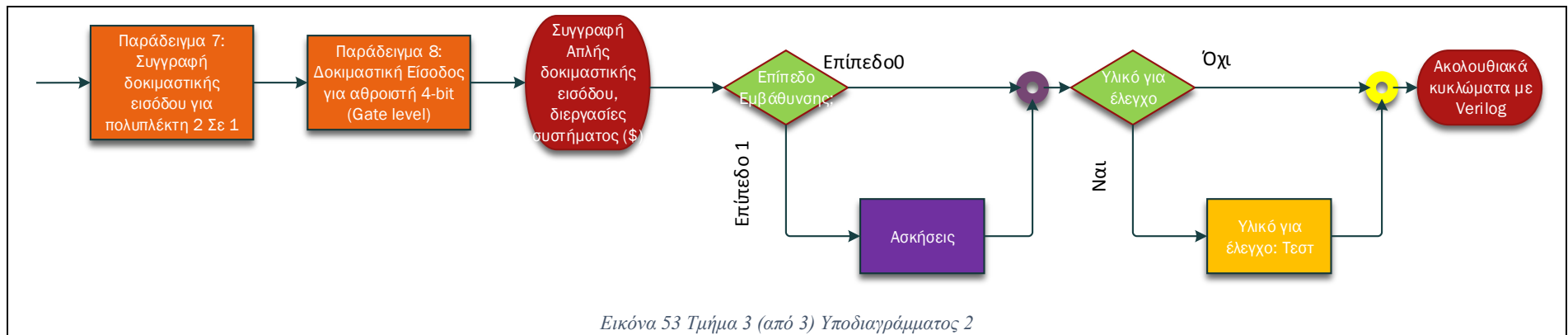
Εικόνα 43 Διάγραμμα μεταφοράς της πληροφορίας για την εκμάθηση της Verilog (μέσω παραδειγμάτων)



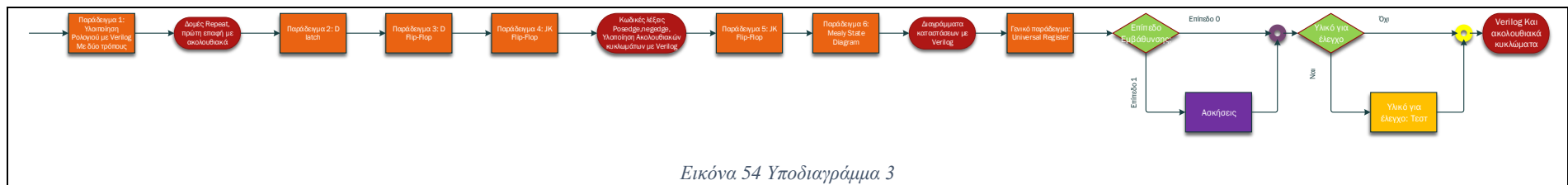








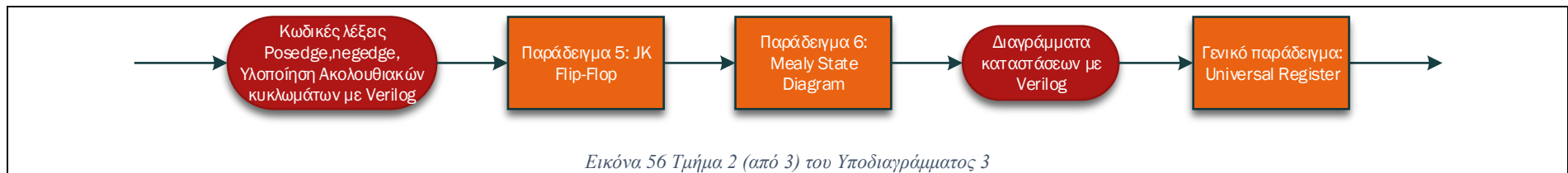
Εικόνα 53 Τμήμα 3 (από 3) Υποδιαγράμματος 2



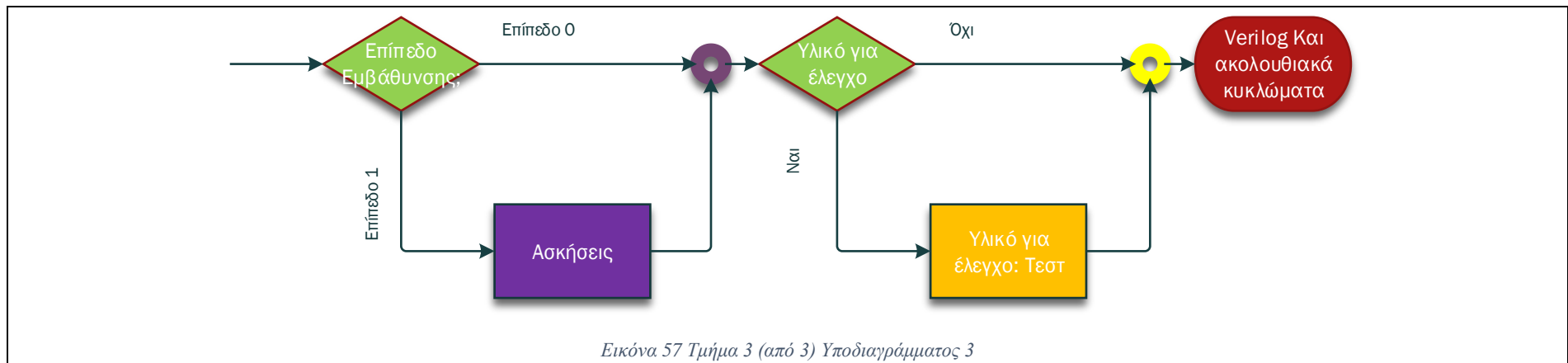
Εικόνα 54 Υποδιαγράμμα 3

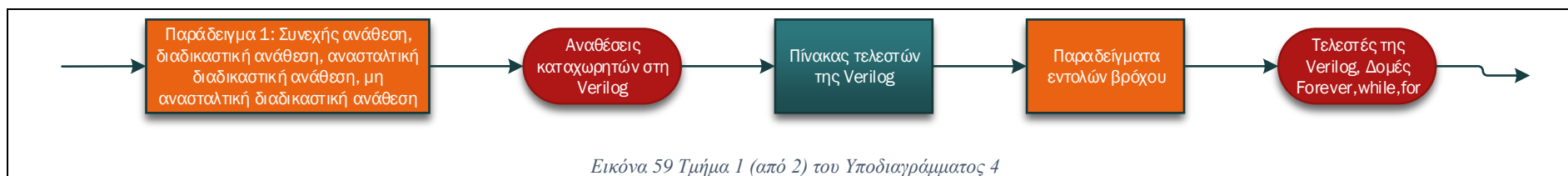
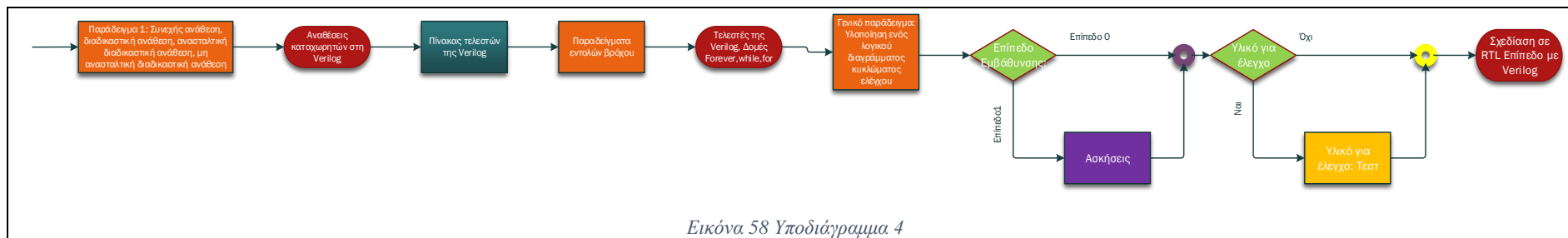


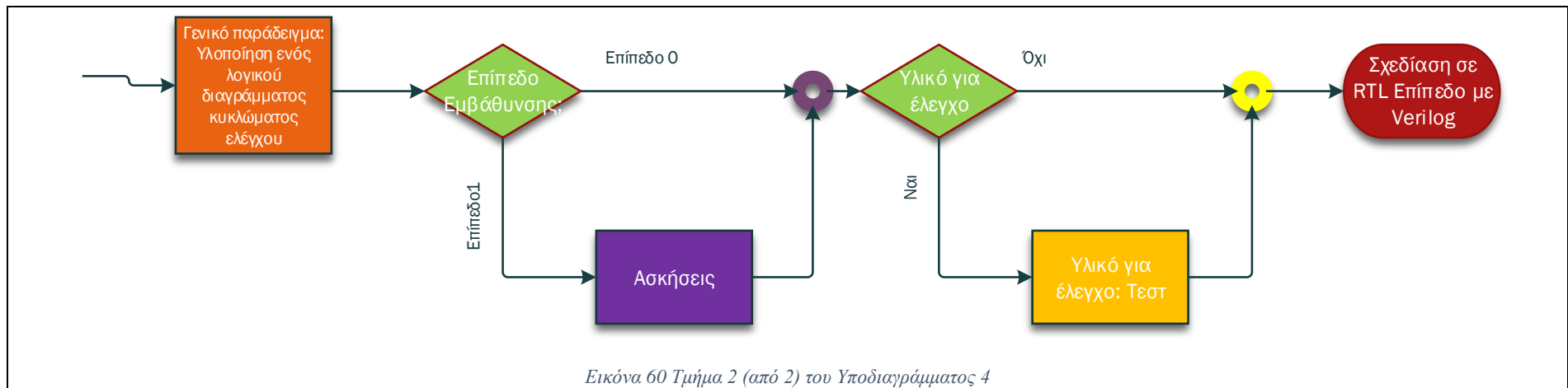
Εικόνα 55 Τμήμα 1 (από 3) του Υποδιαγράμματος 3



Εικόνα 56 Τμήμα 2 (από 3) του Υποδιαγράμματος 3







5.3.3 Μια πρώτη εικονική εκτέλεση του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας για την εκμάθηση της Verilog

Για την εικονική υλοποίηση του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας για την εκμάθηση της γλώσσας περιγραφής υλικού Verilog HDL επιλέχθηκε το τμήμα του υποδιαγράμματος 1, που έχει σαν υποστόχο την κατανόηση των καθυστερήσεων στις φυσικές πύλες και την αναπαράσταση αυτών των καθυστερήσεων στη γλώσσα Verilog. Η υλοποίηση του τμήματος αυτού θα μπορούσε να δώσει το ακόλουθο υλικό (κείμενο).

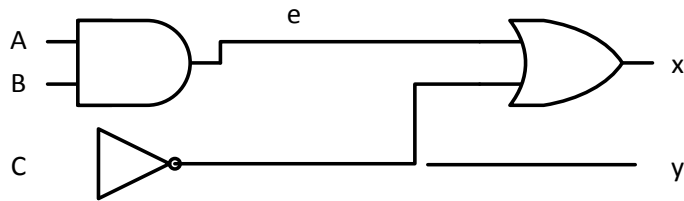
Υποστόχος: Κατανόηση καθυστερήσεων φυσικών πυλών, εντολή timescale

Όταν σχεδιάζουμε ψηφιακά κυκλώματα πολλές φορές δεν υπολογίζουμε τις καθυστερήσεις των σημάτων στις λογικές πύλες. Κάθε πύλη, σε φυσικό επίπεδο αποτελείται από ένα πλήθος τρανζίστορ τα οποία εισάγουν καθυστερήσεις στην διάδοση των σημάτων εισόδου σε σχέση με τα σήματα εξόδου λόγω των παρασιτικών χωρητικότητων, οι οποίες εμφανίζονται μεταξύ των ακροδεκτών του τρανζίστορ. Αυτές οι χωρητικότητες, ή καλύτερα οι καθυστερήσεις σήματος, είναι γνωστές στον σχεδιαστή και ποικίλουν αναλόγως με τον τύπο του τρανζίστορ, της τεχνολογίας του και του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένο. Καθυστερήσεις μπορούν να προκύψουν και στις φυσικές συνδέσεις του κυκλώματος, δηλαδή των αγωγίων δρόμων που άγεται το σήμα, αλλά αυτές είναι αρκετά μικρότερες από τις καθυστερήσεις στα τρανζίστορ και συνήθως αμελούνται.

Όταν σχεδιάζουμε, λοιπόν, ένα ψηφιακό κύκλωμα σε γλώσσα περιγραφής υλικού, μερικές φορές είναι απαραίτητο να ορίσουμε την καθυστέρηση διάδοσης από την είσοδο στην έξοδο των πυλών που χρησιμοποιούνται. Στην Verilog, η καθυστέρηση καθορίζεται σε μονάδες χρόνου με την χρήση του συμβόλου #. Ο συσχετισμός αυτών των μονάδων χρόνου με τον πραγματικό χρόνο γίνεται με την χρήση της εντολής ``timescale`. Είναι καλό να τονίσουμε εδώ ότι οι εντολές του μεταγλωττιστή ξεκινούν με το σύμβολο ``` (ή backquote). Μια τέτοια εντολή πρέπει να τεθεί πριν από την δήλωση της υπομονάδας στην οποία θα χρησιμοποιηθεί.

Ένα παράδειγμα εντολής ``timescale` είναι το ακόλουθο: ``timescale 1ns/100ps`. Ο πρώτος αριθμός καθορίζει την μονάδα μέτρησης των καθυστερήσεων διάδοσης, ενώ ο δεύτερος αριθμός ορίζει την ακρίβεια με την οποία θα στρογγυλοποιούνται οι καθυστερήσεις. Εάν δεν ορίσουμε κάποια μονάδα μέτρησης του χρόνου των καθυστερήσεων, ο προσομοιωτής προεπιλέγει μια χρονική μονάδα συνήθως το 1ns.

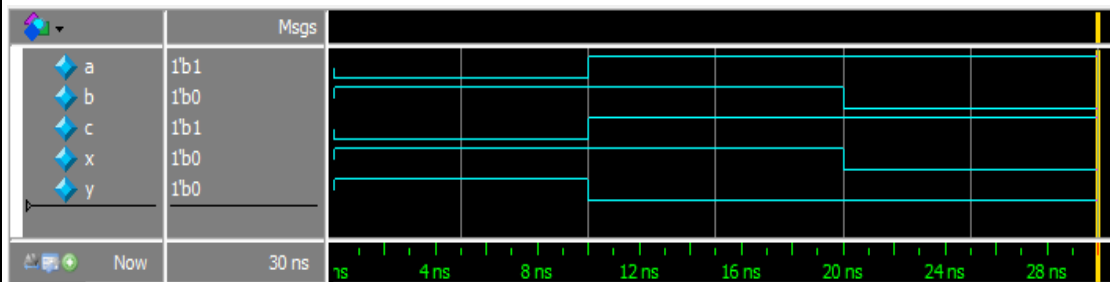
Ας εξετάσουμε το παρακάτω απλό ψηφιακό κύκλωμα για να γίνει πιο αντιληπτή η έννοια της καθυστέρησης:



Το παραπάνω κύκλωμα σε γλώσσα Verilog είναι το ακόλουθο:

```
module simple_circuit(
input wire a,b,c, //Δήλωση Μεταβλητών εισόδου
output wire x,y); //Δήλωση Μεταβλητών εξόδου
wire e; //Δήλωση Ενδιάμεσων τιμών-Καλώδια
and g1(e,a,b); // Υλοποίηση της πύλης Και
not g2(y,c); //Υλοποίηση της πύλης Όχι
or g3(x,e,y); //Υλοποίηση της πύλης Ή
//Παρατηρήστε ότι στις πύλες η μεταβλητή εξόδου είναι
//στην πρώτη θέση της δήλωσης των μεταβλητών πύλης και
//ακολουθούν οι μεταβλητές εισόδου της πύλης
endmodule
module SimpleCircuitTestbench();
reg a,b,c;
wire x,y;
simple_circuit s1(.a(a),.b(b),.c(c),.x(x),.y(y)); //Σύνδεση της δοκιμαστικής
εισόδου
initial //με το κύκλωμα μας
begin
a=1'b0; //θέτουμε το a=0
b=1'b1; //το b=1
c=1'b0; //Και το c=0
#10 //Περιμένουμε 10 ns
a=1'b1; //Και μετά θέτουμε το a=1
c=1'b1; //Και το c=1
#10 //Περιμένουμε 10 ns
b=1'b0; //και μετά θέτουμε το b=0
#10 //Περιμένουμε 10 ns
$finish; //Και τελειώνουμε την προσομοίωση
end
endmodule
```

Πέρα από το κεντρικό πρόγραμμα του ψηφιακού κυκλώματός μας, έχουμε γράψει και την δοκιμαστική είσοδο έτσι ώστε να εξετάσουμε την σωστή λειτουργία του κώδικά μας. Κατά την προσομοίωση του παραπάνω κώδικα πήραμε τα εξής αποτελέσματα:



Παρατηρούμε ότι οι έξοδοι του κυκλώματός μας είναι σωστές. Ωστόσο για να είμαστε πιο συνεπείς στην πραγματικότητα πρέπει να εισάγουμε καθυστερήσεις στην διάδοση των σημάτων μας. Θεωρούμε λοιπόν τις εξής καθυστερήσεις:

- Η πύλη ΚΑΙ έχει καθυστέρηση 30ns
- Η πύλη Ή έχει καθυστέρηση 20ns
- Η πύλη ΌΧΙ έχει καθυστέρηση 10ns

Επομένως προκύπτει το παρακάτω κομμάτι κώδικα:

```

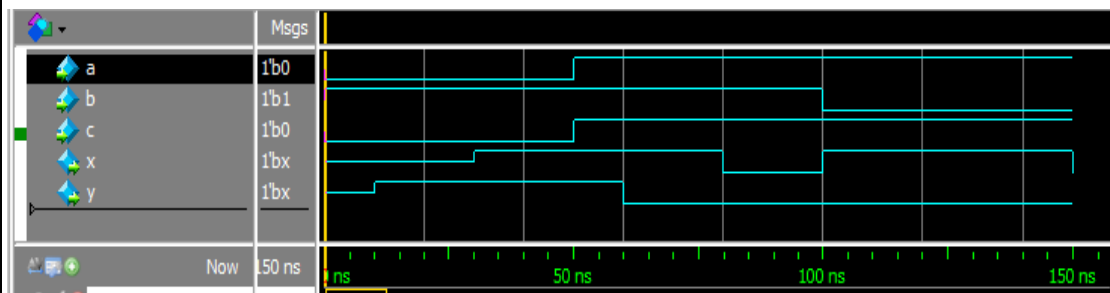
`timescale 1ns/100ps

module simple_circuit(
input wire a,b,c, //Δήλωση Μεταβλητών εισόδου
output wire x,y); //Δήλωση Μεταβλητών εξόδου
wire e; //Δήλωση Ενδιάμεσων τιμών-Καλώδια
and #30 g1(e,a,b); // Υλοποίηση της πύλης Και
not #10 g2(y,c); //Υλοποίηση της πύλης Όχι
or #20 g3(x,e,y); //Υλοποίηση της πύλης Ή
//Παρατηρήστε ότι στις πύλες η μεταβλητή εξόδου είναι
//στην πρώτη θέση δήλωσης των μεταβλητών πύλης και
//ακολουθούν οι μεταβλητές εισόδου της πύλης
endmodule

module SimpleCircuitTestbench();
reg a,b,c;
wire x,y;
simple_circuit s1(.a(a),.b(b),.c(c),.x(x),.y(y)); //Σύνδεση της δοκιμαστικής
εισόδου
initial //με το κύκλωμα μας
begin
a=1'b0; //θέτουμε το a=0
b=1'b1; //το b=1
c=1'b0; //Και το c=0
#50 //Περιμένουμε 10 ns
a=1'b1; //Και μετά θέτουμε το a=1
c=1'b1; //Και το c=1
#50 //Περιμένουμε 10 ns
b=1'b0; //και μετά θέτουμε το b=0
#50 //Περιμένουμε 10 ns
$finish; //Και τελειώνουμε την προσομοίωση
end
endmodule

```

Και οι κυματομορφές που προκύπτουν είναι οι εξής:



Παρατηρούμε ότι η συνολική καθυστέρηση, μέχρις ότου οι έξοδοί μας να πάρουν τις σωστές τιμές, είναι 30ns από την στιγμή που σταθεροποιούνται οι είσοδοι του συστήματος. Ειδικότερα η έξοδος X παίρνει τελική τιμή ύστερα από 30ns, ενώ η έξοδος Y παίρνει τελική τιμή μόλις μετά από 10ns, αφού προκύπτει από την έξοδο της πύλης not.

Τέλος Υποστόγου: Κατανόηση καθυστερήσεων φυσικών πυλών, εντολή timescale

6

6^ο Κεφάλαιο: Αποτελέσματα - Προτάσεις για Συνέχιση της Εργασίας

6.1 Αποτελέσματα της παρούσης εργασίας

1. Στη παρούσα εργασία έγινε επέκταση της εργασίας [8] σε περισσότερα (υπο-) αντικείμενα μαθημάτων της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ. Επιβεβαιώθηκε ότι:
 - Τα βασικά αποτελέσματα της εργασίας [8] σαφώς ισχύουν στα επιπλέον αντικείμενα που μελετήθηκαν.
 - Η γνώση του μηχανισμού που το ανθρώπινο μυαλό χρησιμοποιεί για την μεταφορά της πληροφορίας πράγματι βελτιώνει την ποιότητα του προς παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού.
 - Επιβεβαιώθηκαν επίσης η χρησιμότητα των βασικών δομών του προταθέντος διαγράμματος στην παραγωγή εκπαιδευτικού υλικού.

Περαιτέρω αποτελέσματα της παρούσης εργασίας είναι τα επόμενα.

2. Εξετάστηκε σε σαφώς μεγαλύτερο βάθος η εκπαιδευτική διαδικασία που ακολουθεί ένας έμπειρος εκπαιδευτικός με “μεταδοτικότητα” που χρησιμοποιήθηκε ως μοντέλο για την παραγωγή της συνολικής προτεινόμενης διαδικασίας, η οποία περιλαμβάνει το διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας και το εργαλείο λογισμικού. Η εργασία αυτή έγινε σε συνεργασία με τον επιβλέποντα την διπλωματική εργασία και την ευρύτερη ομάδα εργασίας στον τομέα αυτό. Τα αποτελέσματα περιεγράφηκαν στο κεφάλαιο 3.
3. Έγινε πραγματική προσπάθεια χρήσης της μεθοδολογίας και μιας εικονικής “μορφής” του υπό σχεδίαση εργαλείου σε ευρύτερα αντικείμενα, προκειμένου με το τρόπο αυτό να παραχθεί εκπαιδευτικό υλικό κατάλληλο για χρήση από τους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ. Τα αντικείμενα αυτά περιλαμβάνουν:
 - Βελτίωση των σημειώσεων που παρέχονται στους φοιτητές για τη σχεδίαση φυσικών πυλών CMOS VLSI με την μέθοδο ταιριασμένων μονοπατιών Euler.

- Τη σχεδίαση ψηφιακών συστημάτων σε RTL επίπεδο (register transfer level) με χρήση διαγραμμάτων ASM-ASMD.
- Στο ευρύτερο αντικείμενο της εκμάθησης της γλώσσας περιγραφής υλικού (HDL) Verilog. Στο αντικείμενο αυτό επιχειρούνται δύο διαφορετικές προσεγγίσεις, η πρώτη προκειμένου να παραχθεί ένα εγχειρίδιο αναφοράς, αλλά με εκπαιδευτικό χαρακτήρα και η δεύτερη με πιο “παιδαγωγικό” χαρακτήρα, σύμφωνα με το οποίο χρησιμοποιούνται παραδείγματα ως τρόπος εισαγωγής σε νέες δομές και ιδιότητες της γλώσσας.

Η εργασία στα συγκεκριμένα αντικείμενα πρόκειται να συνεχιστεί τόσο από τον συγγράψαντα την παρούσα εργασία όσο και τον επιβλέποντα την παρούσα εργασία και την γενικότερη ομάδα εργασίας στον τομέα αυτό. Αναμένεται ότι τα αποτελέσματα της συνέχειας της εργασίας θα είναι δυνατόν να δοθούν στο εγγύς μέλλον στους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ προκειμένου να καλύψουν εκπαιδευτικά κενά ή αδυναμίες του εκπαιδευτικού προγράμματος.

4. Έγινε περαιτέρω ανάπτυξη, εκλέπτυνση και εμπλουτισμός των δομών που είναι αναγκαίες για το διάγραμμα μεταφοράς πληροφορίας. Παρ’ όλον ότι έχουν εντοπιστεί βασικές δομές αναγκαίες για αρκετά ευρείες, αλλά και πολύπλοκες θεματικές περιοχές είναι κατανοητό, ότι περαιτέρω εργασία και ερευνά είναι αναγκαία προς τον τομέα αυτό.
5. Δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στα σχήματα και τους τρόπους διαφοροποίησης του υλικού με βάση το προφίλ του ακροατηρίου-στόχου, τον πιθανό βαθμό εμπάθυνσης ή πλάτυνσης του γνωσιακού αντικειμένου, τον διαθέσιμο χρόνο της συνολικής διαδικασίας.
6. Έγιναν “εικονικές” εκτελέσεις (dry runs) του επιθυμητού εργαλείου λογισμικού με προσαρτημένο υλικό στα αναπτυχθέντα διαγράμματα. Υποχρεωτικά, ένα μόνο μέρος των εκτελέσεων αυτών περιελήφθει στην παρούσα εργασία για λόγους περιορισμού της έκτασης του κειμένου της εργασίας.
7. Ένα επί πλέον θέμα που εξετάστηκε σε σημαντικά μεγαλύτερο βαθμό, ήταν το δυνατό επίπεδο αφαίρεσης με την χρήση υποδιαγραμμάτων ή γενικότερα υποτημημάτων του υλικού με κριτήριο την ευκολότερη, συνολική αντίληψη και εποπτεία του συνολικού υλικού εκ μέρους του δημιουργού/παρόχου της πληροφορίας.
8. Διαπιστώθηκε, ότι η διαδικασία αφαίρεσης που αναφέρθηκε στο προηγούμενο σημείο επιτρέπει την σε μεγάλο βαθμό αυτόματη δόμηση του συντεθειμένου υλικού σε ευρύτερες ενότητες και υποενότητες μεταβλητού βάθους. Επί πλέον μέθοδοι για την περεταίρω τιτλοδότηση και την κατά βούληση εισαγωγή “σημαδιών” (markers) στο προς παραγωγή κείμενο.
9. Εξετάστηκαν τα πρώτα στοιχεία μίας άλλης μορφής παράστασης της διαδικασίας μεταφοράς πληροφορίας με την μορφή ειδικής ψευδογλώσσας. Τα πρώτα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά και αναμένεται, ότι η εργασία στο τομέα αυτό θα συνεχιστεί στο άμεσο μέλλον.

10. Αναζητήθηκαν έτοιμα εργαλεία λογισμικού, τα οποία θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην κατασκευή του υπολογιστικού εργαλείου για την κατασκευή του διαγράμματος μεταφοράς πληροφορίας σε όλη του την λεπτομέρεια και με όλη του την πολυπλοκότητα. Τα αποτελέσματα δεν ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά και τα διαθέσιμα εργαλεία καλύπτουν μικρό μέρος μόνον των απαιτήσεων του επιθυμητού εργαλείου λογισμικού. Επομένως, το σημείο αυτό αποτελεί ένα σημαντικό τομέα της πιθανής μελλοντικής εργασίας.
11. Εξετάστηκαν οι πρώτες απαιτήσεις για την κατασκευή βάσεων και υποβάσεων δεδομένων για την υποστήριξη του εργαλείου λογισμικού. Δεδομένης της εμπειρίας της συνολικής ομάδας εργασίας στο θέμα αυτό, το αντικείμενο αυτό είναι επίσης ένα από τα προτεινόμενα θέματα συνέχισης της εργασίας.
12. Έγινε πρώτος συσχετισμός των αναπτυχθέντων εκπαιδευτικών διαγραμμάτων με αντίστοιχα διαγράμματα που απαιτούνται για την γενικότερη παροχή περιεχομένου (ή content), δηλαδή πληροφορίας για οποιοδήποτε γνωστικό αντικείμενο. Ήταν ένα ιδιαίτερα ενθαρρυντικό αποτέλεσμα το γεγονός ότι, η μεθοδολογία του διαγράμματος και οι σχετικές δομές και ο τρόπος προσάρτησης του υλικού για τις περιγραφείσες εκπαιδευτικές διαδικασίες ήταν ικανοποιητικά και, κατ' αρχήν, ικανά για την παράσταση της πληροφορίας, όχι μόνο εκπαιδευτικού, αλλά γενικότερου τύπου περιεχομένου (ή content).

6.2 Προτάσεις για την συνέχιση της εργασίας

Ο συγγραφέας την παρούσα εργασία και η ευρύτερη ομάδα εργασίας έχουν σκοπό να συνεχίσουν την παρούσα εργασία τόσο ερευνητικά όσο και αναπτυξιακά. Ως αντικείμενα της περαιτέρω εργασίας προτείνονται τα ακόλουθα:

1. Η περαιτέρω, μέχρι τέλους, ανάπτυξη των διαγραμμάτων, επί των οποίων έχει γίνει ήδη μία πρώτη εργασία και τα οποία παρατίθενται στο κεφάλαιο 5 της παρούσης εργασίας.
2. Στα διαγράμματα αυτά να συμπληρωθεί η προσάρτηση υλικού και να γίνει ο προσδιορισμός παραμέτρων όπως η χρονική διάρκεια παροχής των υποτημημάτων της διαδικασίας, η διαφοροποίηση εμβάθυνσης και πλάτυνσης με εναλλακτικά σενάρια και ο προσδιορισμός συγκεκριμένων προφίλ ακροατηρίων-στόχων. Σκοπός είναι να παραχθούν ικανοποιητικές σημειώσεις για τους φοιτητές της ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ στα συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα.
3. Προτείνεται η ανάπτυξη εργαλείων λογισμικού για:
 - Την απόδειξη συγκεκριμένων ισχυρισμών που έχουν γίνει σχετικά με την παρούσα μεθοδολογία (Proof of Concept - PoC).
 - Την πρώτη ανάπτυξη εργαστηριακού ή ακόμα και βιομηχανικού πρωτοτύπου του συστήματος δημιουργίας πλήρων διαγραμμάτων μεταφοράς της πληροφορίας (τα οποία, φυσικά, θα περιέχουν και όλη την προσαρτημένη πληροφορία και τα οποία θα επιτρέπουν

εναλλακτικές διαδρομές και σενάρια όπως αναφέρθηκαν στα προηγούμενα).

Η προτεινόμενη στο σημείο αυτό εργασία περιέχει, προφανώς, την περαιτέρω εξέταση και την πρόταση κατάλληλων δομών δεδομένων για τα μοντέλα της σχετικής πληροφορίας και μεταπληροφορίας.

4. Προτείνεται ακόμα η περαιτέρω εξέταση και επιβεβαίωση, ότι η προταθείσα μεθοδολογία και τα προς ανάπτυξη εργαλεία είναι κατάλληλα όχι μόνο για την εκπαιδευτική διαδικασία, αλλά και για γενικότερου τύπου ανάπτυξη περιεχομένου. Εάν στην εξέταση προκύψει, ότι νέες δομές είναι αναγκαίες για την συμπλήρωση του διαγράμματος μεταφοράς της πληροφορίας, προφανώς θα χρειαστεί η ανάλογη εργασία για τη συμπλήρωση τόσο του διαγράμματος, όσο και των αντίστοιχων εργαλείων λογισμικού και βάσεων δεδομένων.

7

7^ο Κεφάλαιο: Αναφορές

- [1] Ιστοσελίδα του coursera: <https://www.coursera.org>
- [2] Ιστοσελίδα Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Coursera>
www.coursera.org
- [3] *Computer Supported Collaborative Learning, Claire O'Malley, Series F: Computer and System Sciences, Vol 128*
- [4] Ιστοσελίδα Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-supported_collaborative_learning
- [5] *Educational Modelling Language: Modelling reusable, interoperable, rich and personalized units of learning, Rob Kopper and Joselyn Maderveld*
- [6] *Educational Modelling Language: A conceptual Intruduction and a High-Level Classification, Martinez-Ortiz I., Moreno-Ger P., Sierra J.L. and Fernadez-Manjon B.*
- [7] Ιστοσελίδα EduTech Wiki:
http://edutechwiki.unige.ch/en/Educational_modeling_language
- [8] *Μελέτη Πρότυπης μεθοδολογίας και εργαλείου υποστηρίξης της ανάπτυξης νέου περιεχομένου για τη σύγχρονη ηλεκτρονική μάθηση, διπλωματική εργασία του Μιχάλη Καλλούδη, (2014)*
- [9] Ιστοσελίδα του Lams International: <https://www.lamsinternational.com>
- [10] Ιστοσελίδα του Lams Foundation: <https://www.lamsfoundation.org>
- [11] Ιστοσελίδα Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/LAMS>
- [12] Ιστοσελίδα του IMS Global: <http://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>
- [13] Ιστοσελίδα Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/IMS_Learning_Design
- [14] Ιστοσελίδα EduTech Wiki: http://edutechwiki.unige.ch/en/IMS_Learning_Design
- [15] Ιστοσελίδα του Moodle: www.moodle.org
- [16] Ιστοσελίδα Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Moodle>
- [17] Ιστοσελίδα Moodle του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος:
<https://moodle.teithe.gr/login/index.php>

- [18] *Eduweaver: The web-based courseware design tool*, Judit Bajnai and Claudia Steinberg, 2003
- [19] Ιστοσελίδα του EduWeaver: <http://www.eduweaver.com>
- [20] Ιστοσελίδα Wikipedia: <http://edutechwiki.unige.ch/en/EduWeaver>
- [21] Σημειώσεις μαθήματος Εισαγωγή στη Σχεδίαση Vlsi (ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ), Σχεδίαση Σύνθετων Φυσικών Πυλών με τη Μέθοδο των μονοπατιών Euler, Η. Κουκούτσης, Φ. Γιαννόπουλος, Σ. Ζάννος, 2015
- [22] Ψηφιακή Σχεδίαση, M. Morris Mano, τρίτη έκδοση, σελίδες 415-417
- [23] Σημειώσεις μαθήματος Εισαγωγή στη Σχεδίαση Vlsi (ΣΗΜΜΥ ΕΜΠ), Σχεδίαση σε επίπεδο RTL βασισμένη στα διαγράμματα ASMD, Η. Κουκούτσης, 2015
- [24] Ψηφιακή Σχεδίαση, M. Morris Mano, τρίτη έκδοση, σελίδες 139-141
- [25] Ψηφιακή Σχεδίαση, M. Morris Mano, τρίτη έκδοση
- [26] Μικροηλεκτρονικά Κυκλώματα, A. S. Sedra, K.C. Smith, πέμπτη Έκδοση
- [27] Σχεδίαση Ολοκληρωμένων Συστημάτων Cmos Vlsi, Neil H.E. Weste, David M. Harris, τέταρτη έκδοση