

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Σχεδίαση και κατασκευή φορητής συσκευής έκδοσης
εισιτηρίων»



Του φοιτητή
Πασχάλης Σάζος
Αρ. Μητρώου: 516116

Επιβλέπων
Ονοματεπώνυμο Άγγελος
Γιακουμής
Βαθμίδα Λέκτορας

Ημερομηνία 22/9/2023

Τίτλος Δ.Ε. Σχεδίαση και κατασκευή φορητής συσκευής έκδοσης εισιτηρίων

Κωδικός Δ.Ε. 21383

Όνοματεπώνυμο φοιτητή Πασχάλης Σάζος

Όνοματεπώνυμο εισηγητή Άγγελος Γιακουμής

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε. 17/10/2021

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε. 22/9/2023

Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Πασχάλη Σάζο που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

«Στην οικογένεια μου»

Πρόλογος

Για την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας επέλεξα θέμα με τίτλο «Σχεδίαση και κατασκευή φορητής συσκευής έκδοσης εισιτηρίων». Πηγή έμπνευσης για την ανάληψη του συγκεκριμένου θέματος αποτελεί το αντικείμενο ενασχόλησης της πρακτικής μου άσκησης στον φορέα απασχόλησης Ο.Α.Σ.Θ.. Ένα από αυτά τα αντικείμενα με τα οποία ασχολήθηκα και μου κέντρισε έντονα το ενδιαφέρον, με αποτέλεσμα να με ωθήσει να επιλέξω το συγκεκριμένο θέμα εργασίας, ήταν η συντήρηση των ακυρωτικών και εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων.

Με την εκπόνηση αυτής της εργασίας αποκόμισα πολύτιμες και ανεκτίμητες εμπειρίες, από τον σχεδιασμό και την υλοποίηση της κατασκευής μέχρι και τον προγραμματισμό της. Επιπλέον, αποκτήθηκαν χρήσιμες γνώσεις για το πασίγνωστο εργαλείο το Arduino, το οποίο έχει την δυνατότητα να εφαρμοστεί σε πολλά και διάφορα πρότζεκτ.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται τη σχεδίαση και την κατασκευή ενός κυκλώματος έκδοσης εισιτηρίων βασισμένο σε Arduino. Ειδικότερα, με αυτό θα μπορεί ο χρήστης να είναι σε θέση, να εισάγει με το πληκτρολόγιο τα επιθυμητά στοιχεία του εισιτηρίου, τα οποία θα ενδείκνυνται σε μια οθόνη και ύστερα θα εκτυπώνεται το εισιτήριο, με την βοήθεια ενός εκτυπωτικού. Αρχικά, στην εργασία αυτή, γίνεται μια ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη των τεχνολογιών εκτύπωσης και μετέπειτα των εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων. Στην συνέχεια, πραγματώνεται μια σύντομη και γενική έρευνα για το Arduino και αργότερα αναλύονται η λειτουργία και τα χαρακτηριστικά του Arduino Mega 2560, που θα χρησιμοποιηθεί σε αυτή την κατασκευή. Έπειτα, σχεδιάζεται το κύκλωμα της κατασκευής και μετά μέσω έρευνας που πραγματοποιήθηκε, καταγράφονται οι λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων της κατασκευής. Κατόπιν, πραγματοποιούνται και σημειώνονται σταδιακά, η υλοποίηση και η δημιουργία του κουτιού αποθήκευσης του κυκλώματος. Ύστερα, διενεργούνται μέσω λογισμικών ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή της πλακέτας Arduino Mega 2560 και ο έλεγχος αποτελέσματος λειτουργίας του. Μετά, τίθεται σε εφαρμογή η κατασκευή, για την εκτύπωση ενός εισιτηρίου με εξηγήσεις ένα βήμα τη φορά. Τέλος, αναφέρονται κάποιοι προβληματισμοί που προέκυψαν από την έρευνα που προηγήθηκε και ακολούθως τα συμπεράσματα και κάποιες προτάσεις βελτίωσης για την κατασκευή. Εν κατακλείδι, με βάση όλα τα παραπάνω εξάγεται το συμπέρασμα, της ευχρηστίας του Arduino και τα οφέλη χρήσης αυτής της φορητής κατασκευής έκδοσης εισιτηρίων σε διάφορους κλάδους εργασίας ακόμη και ως εναλλακτική λύση.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Εκτύπωση, εισιτήριο, εκδοτικό μηχάνημα εισιτηρίων, Arduino

«Design and manufacture of a portable ticket issuing machine device»

«Paschalis Sazos»

Abstract

This thesis deals with the design and construction of a ticket issuing circuit based on Arduino. In particular, with this the user will be able to enter with the keyboard the desired data of the ticket, which will be shown on a screen and then the ticket will be printed, with the help of a printer. Initially, in this paper, a historical review is made of the development of printing technologies and later of ticket issuing machines. Thereafter, a brief and general survey of Arduino is carried out, and later the function and features of the Arduino Mega 2560, which will be used in this construction, are analyzed. Afterward, the circuit of the construction is designed and then, through research carried out, the functions and features of the components of the construction are recorded. Next, the implementation and creation of the circuit storage box are carried out and marked in stages in this paper. Later, the programming of the microcontroller of the Arduino Mega 2560 board and the control of its operation result are carried out through software. After that, the construction is run to print a ticket with explanations one step at a time. Finally, some concerns arising from the previous research are mentioned, followed by the conclusions and some suggestions for improvement for the construction. In conclusion, based on all the above the conclusion is drawn, the ease of use of Arduino and the benefits of using this portable ticketing issuing construction in various branches of work even as an alternative solution.

KEY WORDS

Print, Ticket, Ticket Issuing Machine, Arduino

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα, τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Άγγελο Γιακουμή, για την ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος εργασίας και την βοήθεια που μου παρείχε όποτε προέκυπτε κάποια απορία κατά την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Στην συνέχεια, θα ήθελα να ευχαριστήσω την κυρία Ευδοκία Καλαθά που με βοήθησε στην κοπή του plexiglass σε ορισμένα κομμάτια και διαστάσεις που της παρείχα. Έπειτα, να ευχαριστήσω τον σύζυγο της, τον κύριο Στράτο Καλαθά που με βοήθησε με την δημιουργία των αυτοκόλλητων για το πληκτρολόγιο, με τις διαστάσεις και τα σχέδια που του παρείχα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου Ιωάννη Σάζο, που με βοήθησε στο κόμματι της κατασκευής του κουτιού αποθήκευσης. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω θερμά την μητέρα μου, την αδερφή μου και την υπόλοιπη οικογένεια μου οι οποίοι με την αμέριστη υποστήριξη τους με βοήθησαν σε κάθε εμπόδιο και δυσκολία που αντιμετώπισα κατά την διάρκεια των σπουδών μου και κατά την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	v
Περίληψη	vi
Abstract	vii
Ευχαριστίες	viii
Περιεχόμενα.....	ix
Κατάλογος Σχημάτων	xiii
Κατάλογος Πινάκων.....	xvi
Εισαγωγή.....	xvii
Κεφάλαιο 1ο: Ιστορική εξέλιξη εκτύπωσης και εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων	1
1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ιστορική εξέλιξη της εκτύπωσης	1
1.2.1 Έννοια εκτύπωσης.....	1
1.2.2 Σφραγίδα, Κυλινδρική σφραγίδα	1
1.2.3 Ξυλοτυπία.....	1
1.2.4 Πήλινα κινητά στοιχεία	2
1.2.5 Χάλκινα κινητά στοιχεία	3
1.2.6 Εκτύπωση κινητών τυπογραφικών στοιχείων Γουτεμβέργιου	3
1.2.7 Τεχνικές χαρακτηριστικής Intaglio.....	5
1.2.8 Λιθογραφία.....	5
1.2.9 Λινοτυπία, Μονοτυπία.....	5
1.2.10 Εκτυπωτές μαργαρίτας και μήτρας.....	6
1.2.11 Ξηρογραφία	7
1.2.12 Άμεση θερμική εκτύπωση	7
1.2.13 Εκτυπωτής Laser	8
1.2.14 Εκτύπωση ψεκασμού μελάνης.....	8
1.2.15 Εκτύπωση θερμικής μεταφοράς.....	8
1.2.16 Ψηφιακή εκτύπωση	9
1.2.17 Τρισδιάστατη εκτύπωση.....	9
1.2.18 Συμπεράσματα.....	10
1.3 Ιστορική Εξέλιξη Εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων	10
1.3.1 Εισαγωγή.....	10
1.3.2 Έννοια εκδοτικού μηχανήματος εισιτηρίων	10

1.3.3	Διαδικασία απόκτησης εισιτηρίων στα παλαιότερα χρόνια	10
1.3.4	Edmondson	11
1.3.4.1	Εισιτήριο Edmondson	11
1.3.4.2	Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Edmondson	11
1.3.4.3	Διαδικασία εκτύπωσης εισιτηρίων Edmondson	11
1.3.5	Μάρκες Μηχανικών και Ηλεκτρονικών συσκευών έκδοσης εισιτηρίων	13
1.3.6	Αυτόματος πωλητής εισιτηρίων	13
1.3.7	Μηχανικές συσκευές έκδοσης εισιτηρίων	13
1.3.7.1	Setright	13
1.3.7.1.1	Χαρακτηριστικά και Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου	14
1.3.7.1.2	Εσωτερικός Μηχανισμός	14
1.3.7.2	T.I.M.	15
1.3.7.2.1	Χαρακτηριστικά και Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου	15
1.3.7.2.2	Εσωτερικός Μηχανισμός	16
1.3.7.3	Beckson	16
1.3.7.3.1	Χαρακτηριστικά και διαδικασία εκτύπωσης εισιτηρίου	17
1.3.7.4	Gibson	18
1.3.7.4.1	Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου	18
1.3.7.5	Almex A	18
1.3.7.5.1	Χαρακτηριστικά μηχανήματος	18
1.3.7.5.2	Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου	19
1.3.7.6	Almex PDR	19
1.3.8	Ηλεκτρονικά μηχανήματα έκδοσης εισιτηρίων	20
1.3.8.1	Wayfarer I	20
1.3.8.1.1	Χαρακτηριστικά	20
1.3.8.1.2	Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου	21
1.3.8.2	Almex Timtronic	21
1.3.8.3	MicroFx	22
1.3.8.4	Ticketer	22
1.3.8.5	Handheld ETM	22
1.4	Επίλογος	23
Κεφάλαιο 2ο:	Arduino	24
2.1	Εισαγωγή	24
2.2	Ορισμός	24
2.3	Ιστορική Αναδρομή του Arduino	24

2.4	Είδη Arduino	25
2.5	Εφαρμογές & Πλεονεκτήματα του Arduino	27
2.6	Arduino Mega 2560.....	28
2.6.1	Τροφοδοσία	28
2.6.2	Μνήμη	29
2.6.3	Είσοδοι και Έξοδοι.....	30
2.6.4	Φυσικά Χαρακτηριστικά	31
2.7	Επίλογος.....	31
Κεφάλαιο 3ο: Σχεδίαση και Υλοποίηση κατασκευής.....		32
3.1	Εισαγωγή.....	32
3.2	Σχεδίαση κατασκευής.....	32
3.3	Υλοποίηση κατασκευής.....	32
3.3.1	Οθόνη	32
3.3.1.1	Περιγραφή Ακίδων LCD Οθόνης	33
3.3.1.2	Συνδεσμολογία LCD οθόνης με το Arduino	34
3.3.2	Πληκτρολόγιο.....	36
3.3.2.1	Λειτουργία Πληκτρολογίου Matrix 4x4.....	37
3.3.2.2	Ακίδες Πληκτρολογίου Matrix 4x4	38
3.3.2.3	Συνδεσμολογία Πληκτρολογίου με το Arduino	38
3.3.3	RTC.....	39
3.3.3.1	Περιγραφή Ακίδων DS1302 RTC.....	40
3.3.3.2	Συνδεσμολογία DS1302 RTC με το Arduino.....	40
3.3.4	Εκτυπωτής.....	41
3.3.4.1	Βασικά Στοιχεία και Λειτουργία του Θερμικού Εκτυπωτή.....	42
3.3.4.2	Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Θερμικού εκτυπωτή.....	43
3.3.4.3	Εφαρμογές θερμικού εκτυπωτή	43
3.3.4.4	Τεχνικά Χαρακτηριστικά Θερμικού Εκτυπωτή	43
3.3.4.5	Περιγραφή Ακίδων για σειριακή επικοινωνία TTL	44
3.3.4.6	Συνδεσμολογία Θερμικού εκτυπωτή με το Arduino	44
3.4	Τροφοδοσία.....	44
3.4.1	Συνδεσμολογία Θερμικού εκτυπωτή και Arduino με τις μπαταρίες	46
3.5	Κατασκευή κουτί αποθήκευσης.....	48
3.6	Επίλογος.....	51
Κεφάλαιο 4ο: Κώδικας.....		52
4.1	Εισαγωγή.....	52

4.2	Δημιουργία Κώδικα Κατασκευής.....	52
4.3	Έλεγχος αποτελέσματος κατασκευής μέσω λογισμικού Proteus 8 Professional.....	53
4.4	Έλεγχος αποτελέσματος εκτυπωμένου εισιτηρίου.....	54
4.4.1	Σφάλμα.....	55
4.5	Αυτοκόλλητα για ορισμένα πλήκτρα του πληκτρολογίου 4x4	55
4.6	Μεταφόρτωση τελικού κώδικα στο Arduino Mega 2560	56
4.7	Διάγραμμα Ροής.....	57
4.7.1	Επεξήγηση της διαδικασίας έκδοσης εισιτηρίου	62
4.8	Επίλογος.....	66
Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα.....		67
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		68
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ ΤΟΥ ΚΟΥΤΙΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ		76
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΚΩΔΙΚΑ		77
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΚΩΔΙΚΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....		103

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1 Σφραγίδα, Κυλινδρική Σφραγίδα.....	1
Σχήμα 1.2 Ξυλοτυπία.....	2
Σχήμα 1.3 Σκάλισμα χαρακτήρα, Πήλινα τυπογραφικά στοιχεία, Μελάνωμα στοιχείων, Πίεση χαρτιού πάνω στα στοιχεία, Αποτύπωμα.....	2
Σχήμα 1.4 Ξύλινα στοιχεία, Χάλκινα στοιχεία.....	3
Σχήμα 1.5 Ένα αντίγραφο τυπογραφείου της εποχής του Γουτεμβέργιου.....	3
Σχήμα 1.6 Βάση ενός χαρακτήρα, Έγχυση κράματος, Μεταλλικά τυπογραφικά στοιχεία.....	4
Σχήμα 1.7 Διαμόρφωση κειμένου, Μελάνωμα στοιχείων, Περιστροφή ξύλινης βίδας, Αποτύπωμα.....	4
Σχήμα 1.8 Μετσοτίντα (Μια από τις τεχνικές χαρακτικής intaglio).....	5
Σχήμα 1.9 Λιθογραφία.....	5
Σχήμα 1.10 Ατμοκίνητο Περιστροφικό πιεστήριο εκτύπωσης, Εκτυπωτής Λινοτυπίας, Εκτυπωτής Μονοτυπίας.....	6
Σχήμα 1.11 Εκτυπωτές Daisywheel και Dot Matrix.....	7
Σχήμα 1.12 Ξηρογραφικός εκτυπωτής.....	7
Σχήμα 1.13 Θερμικός εκτυπωτής (Direct thermal printer).....	8
Σχήμα 1.14 Εκτυπωτές Laser και Inkjet.....	8
Σχήμα 1.15 Εκτυπωτής Θερμικής μεταφοράς.....	9
Σχήμα 1.16 Ψηφιακός Εκτυπωτής.....	9
Σχήμα 1.17 Τρισδιάστατος εκτυπωτής (3D printer).....	9
Σχήμα 1.18 Χειρόγραφο εισιτήριο.....	10
Σχήμα 1.19 Εισιτήριο Edmondson με τις διαστάσεις του.....	11
Σχήμα 1.20 Πρώιμο σχέδιο εκδοτικού μηχανήματος εισιτηρίων του Edmondson, Μηχάνημα εκτύπωσης εισιτηρίων Edmondson G. Göbel No. 736 της Rhätische Bahn.....	11
Σχήμα 1.21 Τοποθέτηση μιας στοιβας εισιτηρίων στο δεξιό σωλήνα, Διαμόρφωση κειμένου στην φόρμα, Τοποθέτηση φόρμας στο μηχανήμα εκτύπωσης εισιτηρίων.....	12
Σχήμα 1.22 Περιστροφή λαβής, Έξοδος εισιτηρίων από τον δεξιό σωλήνα και κίνηση προς τα αριστερά, Μελάνωμα φόρμας, Αποτύπωση φόρμας στο εισιτήριο, Αποθήκευση εισιτηρίων στον αριστερό σωλήνα, Εισιτήριο Edmondson.....	12
Σχήμα 1.23 Αυτόματος πωλητής εισιτηρίων.....	13
Σχήμα 1.24 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Setright, Εισπράκτορας με το μηχανήμα Setright.....	14
Σχήμα 1.25 Εισαγωγή στοιχείων του εισιτηρίου, Περιστροφή μανιβέλας για εκτύπωση, Εισιτήριο Setright.....	14
Σχήμα 1.26 Εσωτερικό του μηχανήματος.....	15

Σχήμα 1.27 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων T.I.M.....	15
Σχήμα 1.28 Επιλογή ναύλου, Περιστροφή μανιβέλας, Αποκοπή εισιτηρίου, Εισιτήριο T.I.M.....	16
Σχήμα 1.29 Εσωτερικό μηχανήματος, Σταθερή μεταλλική πινακίδα εκτύπωσης, Κυλινδρική βούρτσα μελανιού.....	16
Σχήμα 1.30 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Beckson.....	17
Σχήμα 1.31 Ρολό χαρτί άνθρακα, ρολό χαρτί εκτύπωσης.....	17
Σχήμα 1.32 Διαδικασία εκτύπωσης, Εκτυπωμένο εισιτήριο Beckson.....	17
Σχήμα 1.33 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Gibson.....	18
Σχήμα 1.34 Δεξιό τροχός για εισαγωγή στοιχείων εισιτηρίου, Εισαγωγή μελανιού με βάση το λάδι στην κυλινδρική βούρτσα μελανιού, Εισιτήριο Gibson.....	18
Σχήμα 1.35 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Almex A.....	19
Σχήμα 1.36 Εσωτερικό μέρος μηχανήματος, Εισιτήριο Almex A.....	19
Σχήμα 1.37 Ηλεκτρονικό μηχανήμα έκδοσης εισιτηρίων Almex PDR.....	19
Σχήμα 1.38 Μαγνητική ταινία.....	20
Σχήμα 1.39 Μηχάνημα Wayfarer 1.....	20
Σχήμα 1.40 Φορητή μονάδα μνήμης (memory module)	21
Σχήμα 1.41 Εισαγωγή φορητής μονάδας, Εισαγωγή στοιχείων και ενεργοποίηση εκτύπωσης, Εισιτήριο Wayfarer 1.....	21
Σχήμα 1.42 Μηχάνημα Almex Timtronic.....	21
Σχήμα 1.43 Μηχάνημα BTM 100.....	22
Σχήμα 1.44 Μηχάνημα Handheld ETM, Εισιτήριο Handheld ETM.....	22
Σχήμα 2.1 Arduino Uno.....	25
Σχήμα 2.2 Arduino Nano.....	25
Σχήμα 2.3 Arduino Lilypad, Εφαρμογή του Arduino Lilypad σε πρότζεκτ.....	26
Σχήμα 2.4 Arduino Micro.....	26
Σχήμα 2.5 Arduino Leonardo.....	26
Σχήμα 2.6 Arduino Mega 2560.....	27
Σχήμα 2.7 Arduino Mega 2560.....	28
Σχήμα 3.1 Μπλοκ Διάγραμμα κατασκευής.....	32
Σχήμα 3.2 Οθόνη LCD.....	32
Σχήμα 3.3 Κίτρινη λωρίδα κεφαλίδας 16 καρφισών 2.54mm, Συγκόλληση κεφαλίδας καρφισών στην οθόνη.....	34
Σχήμα 3.4 Μίνι πλακέτα δοκιμών (breadboard ή ράστερ), Μίνι διάτρητη πλακέτα τύπου breadboard.....	34

Σχήμα 3.5 Συνδεσμολογία LCD Οθόνης με το Arduino Mega 2560.....	36
Σχήμα 3.6 Πληκτρολόγιο matrix 4x4.....	36
Σχήμα 3.7 16 διακόπτες διατεταγμένοι σε μήτρα 4x4, Διάγραμμα κυκλώματος πληκτρολογίου	37
Σχήμα 3.8 Το πάτημα πλήκτρου (νούμερο 8) που συνδέει την στήλη C2 με την γραμμή R3.....	38
Σχήμα 3.9 Ακίδες πληκτρολογίου Matrix 4x4.....	38
Σχήμα 3.10 Συγκόλληση κεφαλίδας καρφιστών στις ακίδες του πληκτρολογίου.....	38
Σχήμα 3.11 Συνδεσμολογία Πληκτρολογίου με το Arduino.....	39
Σχήμα 3.12 DS1302 RTC (Ρολόι Πραγματικού Χρόνου)	39
Σχήμα 3.13 Μπαταρία Λιθίου (CR2032) 3V τύπου coin cell.....	41
Σχήμα 3.14 Συνδεσμολογία DS1302 RTC με το Arduino Mega 2560.....	41
Σχήμα 3.15 Μικροσκοπικός θερμικός εκτυπωτής.....	42
Σχήμα 3.16 Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες Li-Ion XTAR 18650.....	45
Σχήμα 3.17 Διακόπτης τύπου Rocker Switch ON-OFF SPST.....	45
Σχήμα 3.18 Συνδέσεις Θερμικού εκτυπωτή και Arduino με τις μπαταρίες.....	46
Σχήμα 3.19 Εικονικό κύκλωμα κατασκευής.....	47
Σχήμα 3.20 Πρόχειρο πραγματικό κύκλωμα κατασκευής.....	47
Σχήμα 3.21 Πραγματικό κύκλωμα κατασκευής σε σχεδόν επίσημη μορφή.....	48
Σχήμα 3.22 Τα μέρη από το κουτί αποθήκευσης.....	48
Σχήμα 3.23 Σχηματισμός κουτιού με εφαρμογή σούπερ κόλλας.....	49
Σχήμα 3.24 Πλαστικό πιστόλι συγκόλλησης, Συγκόλληση σιδεράκια στο κουτί αποθήκευσης, Τελικό αποτέλεσμα.....	49
Σχήμα 3.25 Προσθήκη 2 μεντεσέδων στο κουτί για το άνοιγμα και το κλείσιμο.....	50
Σχήμα 3.26 Βαφή με μαύρο χρώμα σπρέι το εσωτερικό του κουτιού.....	50
Σχήμα 3.27 Εφαρμογή εποξικής κόλλας στο πάνω μέρος της κάθε βίδα της LCD Οθόνη, Τοποθέτηση της LCD Οθόνη στο κατάλληλο σημείο του κουτιού.....	50
Σχήμα 3.28 (από αριστερά και μετά από πάνω προς τα κάτω) Φορητή συσκευή έκδοσης εισιτηρίων, Δεξιά μεριά κατασκευής, Αριστερά μεριά κατασκευής.....	51
Σχήμα 3.29 Το εσωτερικό της κατασκευής.....	51
Σχήμα 4.1 Λογισμικό Arduino IDE.....	53
Σχήμα 4.2 Πρόχειρο κύκλωμα προσομοίωσης της κατασκευής στο λογισμικό Proteus 8 Professional.....	54
Σχήμα 4.3 Πρότυπο εισιτηρίου, Τελική μορφή εισιτηρίου.....	54
Σχήμα 4.4 Σφάλμα εμφάνισης χαρακτήρα ÿ.....	55

Σχήμα 4.5 Αυτοκόλλητα για συγκεκριμένα πλήκτρα, Εφαρμογή αυτοκόλλητων στα συγκεκριμένα πλήκτρα του πληκτρολογίου 4x4.....	56
Σχήμα 4.6 Μεταφόρτωση τελικού κώδικα στην φορητή συσκευή έκδοσης εισιτηρίων.....	56
Σχήμα 4.7 Διάγραμμα Ροής Κώδικα κατασκευής.....	57
Σχήμα 4.8 Οθόνη φόρτωσης, Εισαγωγή κωδικού πρόσβασης.....	62
Σχήμα 4.9 Μήνυμα μετά από εισαγωγή λανθασμένου κωδικού, Μήνυμα μετά από τριπλή ανεπιτυχή προσπάθεια εισαγωγής κωδικού.....	62
Σχήμα 4.10 Μήνυμα υποδοχής, Αρχική κατάσταση.....	62
Σχήμα 4.11 1η σελίδα του αρχικού Μενού, 2η σελίδα του αρχικού Μενού.....	63
Σχήμα 4.12 Κείμενο του υπομενού «ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ».....	63
Σχήμα 4.13 Ένδειξη μηνύματος επιλογής ώρας parking.....	63
Σχήμα 4.14 1η σελίδα με επιλογές ώρα parking, 2η σελίδα με επιλογές ώρα parking.....	63
Σχήμα 4.15 Επιλογή ώρα parking, Ένδειξη μηνύματος οδηγίας για την μετάβαση στην επόμενη επιλογή στοιχείου.....	64
Σχήμα 4.16 Ένδειξη μηνύματος επιλογής ορόφου parking.....	64
Σχήμα 4.17 1η σελίδα με επιλογές ορόφου parking, 2η σελίδα με επιλογές ορόφου parking.....	64
Σχήμα 4.18 Επιλογή ορόφου parking, Ένδειξη μηνύματος οδηγίας για την μετάβαση στην τελευταία επιλογή στοιχείου.....	64
Σχήμα 4.19 Ένδειξη μηνύματος επιλογής είδος θέσης parking, Επιλογές είδος θέσης parking.....	65
Σχήμα 4.20 Επιλογή θέσης parking, Ένδειξη μηνύματος οδηγίας για την μετάβαση στην επόμενη κατάσταση.....	65
Σχήμα 4.21 Οι επιλογές των στοιχείων που έγιναν, Εκτύπωση εισιτηρίου.....	65

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΟΘΟΝΗΣ ΜΕ ARDUINO.....	35
Πίνακας 3.2 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΙΟΥ ΜΕ ARDUINO.....	39
Πίνακας 3.3 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ DS1302 ΜΕ ARDUINO.....	41
Πίνακας 3.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μικροσκοπικού (Tiny) Θερμικού Εκτυπωτή.....	43
Πίνακας 3.5 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΚΤΥΠΩΤΗ ΜΕ ARDUINO.....	44
Πίνακας 3.6 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΚΤΥΠΩΤΗ ΚΑΙ ARDUINO ΜΕ ΤΙΣ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ.....	46

Εισαγωγή

Η εκτύπωση είναι μία από τις σημαντικότερες εφευρέσεις της ανθρωπότητας, καθώς συνέβαλε στην επέκταση του αλφαριθμητισμού και στην μετάδοση γνώσης και ιδεών σε χαρτί, γρήγορα και σε ευρεία κλίμακα.

Κατά την πάροδο του χρόνου εφευρέθηκαν και αναπτύχθηκαν πολλές μέθοδοι εκτυπώσεων, όπως είναι λόγου χάρη η ξυλοτυπία, η τεχνική εκτύπωσης κινητών τυπογραφικών στοιχείων, η θερμική εκτύπωση, η εκτύπωση laser, η τρισδιάστατη εκτύπωση κ.α.. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να επεκταθεί η πρακτική εφαρμογή των τεχνολογιών (μέθοδοι) εκτύπωσης σε διάφορους τομείς, π.χ. εκτύπωση βιβλίων, υφασμάτων, συσκευασιών, εισιτηρίων, ηλεκτρονικών τυπωμένων κυκλωμάτων κλπ..

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί μια φορητή συσκευή έκδοσης εισιτηρίων.

Στο πρώτο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας γίνεται η παρουσίαση της ιστορικής εξέλιξης των τεχνολογιών εκτύπωσης από την πρώτη μορφή που ξεκίνησε μέχρι και τις σύγχρονες μορφές τεχνολογιών εκτύπωσης. Έπειτα, γίνεται με αφορμή την εκτύπωση εισιτηρίων, η παρουσίαση της ιστορικής εξέλιξης των εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται μια βασική γνωριμία με ένα σημαντικό και βασικό εργαλείο για την κατασκευή της παρούσας εργασίας, το Arduino. Στην συνέχεια επιλέγεται, λόγω των πλεονεκτημάτων που παρέχει, η πλακέτα Arduino Mega 2560 για την υλοποίηση της κατασκευής. Έπειτα, για την κατανόηση της λειτουργίας του Arduino Mega 2560 αναφέρονται και αναλύονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του.

Το τρίτο κεφάλαιο αφορά για την σχεδίαση και την υλοποίηση της φορητής συσκευής έκδοσης εισιτηρίων καθώς και την κατασκευή του κουτιού αποθήκευσης. Αναφέρονται τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση της κατασκευής και περιγράφονται καθώς και αναλύονται οι ακίδες των εξαρτημάτων, με σκοπό την κατανόηση και την εφαρμογή τους στο κύκλωμα. Έπειτα, παρουσιάζεται ξεχωριστά η συνδεσμολογία του κάθε εξαρτήματος με το Arduino Mega 2560 και στο τέλος εμφανίζεται ενιαία όλο το κύκλωμα. Τέλος, ενδείκνυται βήμα βήμα η διαδικασία της δημιουργίας του κουτιού αποθήκευσης του κυκλώματος έκδοσης εισιτηρίων.

Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά για τον κώδικα της κατασκευής. Γίνεται η χρήση ορισμένων λογισμικών, για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή της πλακέτας Arduino Mega 2560 και τον έλεγχο του αποτελέσματος της κατασκευής. Στην συνέχεια, δίνεται το διάγραμμα ροής του κώδικα της κατασκευής. Τέλος, τίθεται σε εφαρμογή η φορητή συσκευή έκδοσης εισιτηρίων και μέσω εικονικής περιήγησης επεξηγείται η διαδικασία εκτύπωσης ενός εισιτηρίου.

Στο πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι προβληματισμοί που προέκυψαν κατά την διάρκεια των ερευνών που έγιναν, για την επίτευξη των προαναφερθέντων σκοπών. Τέλος, παραθέτονται τα συμπεράσματα και μετέπειτα οι μελλοντικές βελτιώσεις που μπορούν να γίνουν στην φορητή συσκευή έκδοσης εισιτηρίων.

Κεφάλαιο 1ο: Ιστορική εξέλιξη εκτύπωσης και εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων

1.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη της εκτύπωσης από την αρχαιότητα μέχρι την σύγχρονη εποχή. Έπειτα, με αφορμή την εκτύπωση εισιτηρίων, γίνεται αναδρομή στην ιστορική εξέλιξη των εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων από τα πρώτα που υπήρξαν μέχρι και τα πιο σύγχρονα μηχανήματα.

1.2 Ιστορική εξέλιξη της εκτύπωσης

1.2.1 Έννοια εκτύπωσης

Η εκτύπωση είναι μια από τις σημαντικότερες εφευρέσεις στην ιστορία της ανθρωπότητας και αποτελεί ένα αναποχώριστο κομμάτι της καθημερινότητας μας [1]. Η εκτύπωση είναι η διαδικασία αποτύπωσης γραμμμάτων, χαρακτήρων ή εικόνων σε ένα υλικό, π.χ. ξύλο, ύφασμα, γυαλί, χαρτί κτλ., με την χρήση μιας από τις τυπογραφικές μεθόδους, π.χ. ξυλοτυπία, ψηφιακή εκτύπωση, 3D εκτύπωση κτλ. [2]. Παρακάτω θα δούμε εν συντομία, την εξέλιξη της εκτύπωσης με κάποια σημαντικά παραδείγματα μεθόδων.

1.2.2 Σφραγίδα, Κυλινδρική σφραγίδα

Η ιστορία της εκτύπωσης ξεκίνησε κατά την 6η χιλιετία π.Χ. (6000 π.Χ. - 5001 π.Χ.) [3], όταν αρχαίοι πολιτισμοί χρησιμοποιούσαν σφραγίδες, στις οποίες χάραζαν εικόνες ή επιγραφές σε ανθεκτικά υλικά όπως πέτρα ή ψημένο πηλό και τις αποτύπωναν πάνω σε μαλακό, προετοιμασμένο πηλό [4]. Αργότερα, περίπου το 3500 π.Χ., ακολούθησε η σφραγίδα κυλίνδρου, όπου με παρόμοιο τρόπο όπως αναφέρθηκε και παραπάνω χάραζαν πάνω σε αυτήν εικόνες ή κείμενα και τις κυλούσαν πάνω σε πηλό για να πάρουν το αποτύπωμα. Η σφραγίδα κυλίνδρου χρησιμοποιήθηκε στους αρχαίους πολιτισμούς για την πιστοποίηση εγγράφων γραμμένα σε πήλινες πλάκες [5].



Σχήμα 1.1 (από αριστερά) Σφραγίδα, Κυλινδρική Σφραγίδα

1.2.3 Ξυλοτυπία

Στην συνέχεια, χιλιάδες χρόνια αργότερα και συγκεκριμένα την περίοδο της δυναστείας των Τανγκ (618 μ.Χ. – 907 μ.Χ.), σύμφωνα με τους ιστορικούς, εφευρέθηκε η ξυλοτυπία περίπου το 700 μ.Χ., με στόχο την λεπτομερή, ακριβή και αυθεντική διατήρησης των θρησκευτικών κειμένων [6]. Η διαδικασία της ξυλοτυπίας ήταν η εξής, ο τυπογράφος έγραφε αρχικά σε ένα χαρτί το κείμενο που ήθελε, με τα γράμματα να είναι αντεστραμμένα. Έπειτα, επικάλυπτε την επιφάνεια του ξύλου, το οποίο ήταν συνήθως από χουρμαδιά ή αχλαδιά, με μια φυσική κόλλα από πάστα ρυζιού και τοποθετούσε το χαρτί

πάνω σε αυτήν την επιφάνεια. Μετά, με ένα μαχαίρι σκάλιζε προσεκτικά όλα τα ανεπιθύμητα σημεία μέχρι να μείνουν στο ξύλο οι χαραγμένοι χαρακτήρες. Τέλος, κάλυπτε με μελάνι τους χαρακτήρες και κατευθείαν τοποθετούσε ένα καθαρό χαρτί πάνω στο ξύλο και το πίεζε χειρωνακτικά με την χρήση ενός εργαλείου, που ήταν ένα κομμάτι ξύλο καλυμμένο με ίνες φύλλων φοίνικα και τρίχες αλόγου από πάνω, μέχρι να δημιουργηθούν οι χαρακτήρες πάνω στο χαρτί και στην συνέχεια το έβγαζε με αποτέλεσμα να πάρει το αποτύπωμα [7].



Σχήμα 1.2 Ευλοτυπία

1.2.4 Πήλινα κινητά στοιχεία

Αργότερα, το 1040 μ.Χ. εφευρέθηκε η εκτύπωση κινητών στοιχείων από τον Κινέζο Μπι Σενγκ (Bi Sheng) [8]. Τα κινητά τυπογραφικά στοιχεία είναι μικρά μεμονωμένα κομμάτια και παρομοιάζουν τις σφραγίδες καθώς επιφέρουν πάνω τους κάποιον χαραγμένο χαρακτήρα. Αρχικά, ο Μπι Σενγκ προσπάθησε να φτιάξει τα κομμάτια αυτά από ξύλο αλλά κρίθηκε ακατάλληλο υλικό και έτσι στράφηκε στον πηλό. Η διαδικασία της εκτύπωσης κινητών στοιχείων ήταν η εξής, μάζευε χόμα και το ανακάτευε με κόλλα και έφτιαχνε μικρά ξεχωριστά στοιχεία από πηλό. Μετά, σκάλιζε σε αυτά τα ξεχωριστά στοιχεία τους χαρακτήρες που ήθελε και στην συνέχεια τους έψηνε έτσι ώστε να σκληρύνουν. Έπειτα, σε ένα σιδερένιο πλαίσιο, το οποίο είχε το μέγεθος μιας σελίδας, τοποθετούσε τους χαρακτήρες που ήθελε, στερεώνοντάς τα στη θέση τους με ένα μείγμα από κερί, ρητίνη και στάχτη, με αποτέλεσμα να φτιάξει ένα κείμενο. Τέλος, κάλυπτε τα στοιχεία αυτά με μελάνι και τοποθετούσε ένα χαρτί πάνω στην επιφάνεια αυτή με τους πήλινους χαρακτήρες και το πίεζε όπως αναφέρθηκε και παραπάνω με την χρήση ενός εργαλείου με αποτέλεσμα να πάρει την τυπωμένη σελίδα κειμένου. Αν ήθελε, να φτιάξει ένα άλλο κείμενο απλώς έβγαζε τους πήλινους χαρακτήρες και τα ξανά τοποθετούσε σε κατάλληλα σημεία έτσι ώστε να φτιάξει το επιθυμητό κείμενο [9 – 11].



Σχήμα 1.3 (από πάνω αριστερά) Σκάλισμα χαρακτήρα, Πήλινα τυπογραφικά στοιχεία, Μελάνωμα στοιχείων, Πίεση χαρτιού πάνω στα στοιχεία, Αποτύπωμα

1.2.5 Χάλκινα κινητά στοιχεία

Το 1297 μ.Χ., ο Κινέζος Γουάνγκ Τσεν (Wang Chen) βελτίωσε και τελειοποίησε την τεχνική εκτύπωση κινητών στοιχείων με ξύλο [12]. Λίγα χρόνια νωρίτερα, το 1234 μ.Χ., ο Κορεάτης υπουργός Πολιτισμού Τσόε Γιουν-ούι (Choe Yun-ui) εφευρίσκει την εκτύπωση κινητών στοιχείων με μέταλλο (μπρούντζος), υπό την διαταγή των ηγεμόνων να εκτυπώσει ένα βουδιστικό κείμενο όσο πιο γρήγορα γίνεται λόγω της επίθεσης από τους εισβολείς Μογγόλους. Βασίστηκε σε μια παλαιότερη κινέζικη μέθοδο δημιουργίας κινητών στοιχείων και προσάρμοσε μια μέθοδο που είχε χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή χάλκινων νομισμάτων, για την παραγωγή τρισδιάστατων χαρακτήρων σε μέταλλο (μπρούντζος) [13]. Η διαδικασία για την εκτύπωση ενός κειμένου, πέρα από την δημιουργία των κινητών στοιχείων είναι παρόμοια με αυτή που αναφέρθηκε παραπάνω με πήλινα κινητά στοιχεία.



Σχήμα 1.4 (από αριστερά) Ξύλινα στοιχεία, Χάλκινα στοιχεία

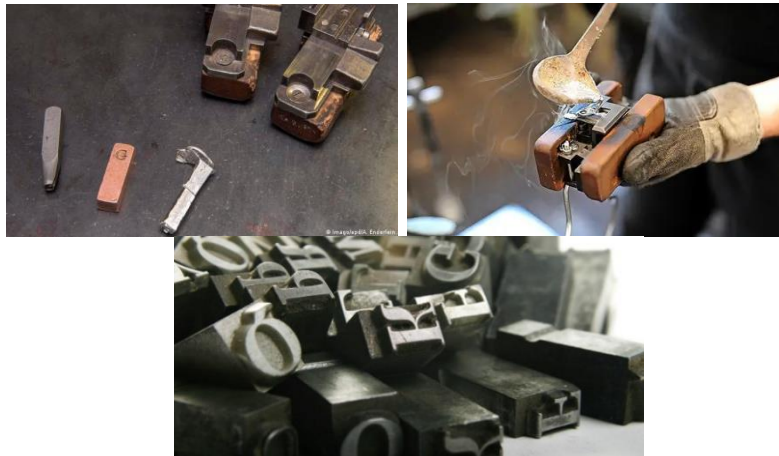
1.2.6 Εκτύπωση κινητών τυπογραφικών στοιχείων Γουτεμβέργιου

Στη Μαγεντία (σημερινό Μάιντς της Γερμανίας), περίπου το 1440 μ.Χ., ο Γερμανός χρυσοχόος Γιοχάνες Γκούτενμπεργκ (Johannes Gutenberg) ανέπτυξε και τελειοποίησε την τεχνική εκτύπωσης κινητών τυπογραφικών στοιχείων σε τέτοιο σημείο, έτσι ώστε να θεωρείται σύμφωνα με πολλούς ιστορικούς, ο πατέρας της τυπογραφίας. Προσάρμοσε την τεχνολογία των βιδωτών οίνο-ελαιοτριβείων για να σχεδιάσει το μηχάνημα ξύλινου πιεστηρίου εκτύπωσης. Έφτιαξε πρώτος το κράμα μόλυβδου, κασσίτερου και αντιμονίου που χρησιμοποιούσε για τα τυπογραφικά στοιχεία καθώς και το ρυθμιζόμενο καλούπι χειρός για την γρήγορη παραγωγή των τυπογραφικών στοιχείων. Τέλος, δημιούργησε το δικό του μελάνι με βάση το λάδι, το οποίο ήταν σχεδιασμένο να λειτουργεί καλά με μέταλλο. Με τον συνδυασμό όλων αυτών των επιτευγμάτων τυπώθηκε ένα από τα πρώτα και σημαντικά βιβλία, η Βίβλος του Gutenberg του 1455 μ.Χ. στην λατινική της μετάφραση [14 – 16].



Σχήμα 1.5 Ένα αντίγραφο τυπογραφείου της εποχής του Γουτεμβέργιου

Τα βήματα που ακολούθησε για την εκτύπωση ενός έντυπου σύμφωνα με την καινούργια αυτή μέθοδο ήταν αρχικά η δημιουργία των μεταλλικών τυπογραφικών στοιχείων δηλαδή τρισδιάστατων γραμμάτων. Για να το κάνει αυτό χρησιμοποίησε ένα μηχάνημα που κατασκεύασε, το ρυθμιζόμενο καλούπι χειρός. Αποκαλείται έτσι, διότι στο ένα άκρο του καλουπιού η βάση έβγαине, με αποτέλεσμα να μπορεί να βάλει όποια βάση εκείνος ήθελε. Οι βάσεις ήταν μικρά μαλακά μεταλλικά εξαρτήματα που πάνω τους είχαν κάποιον σκαλισμένο χαρακτήρα. Στην συνέχεια, αφού έβαζε κάποια βάση στο άκρο του ρυθμιζόμενου καλουπιού, έριχνε το κράμα μολυβδου, κασσίτερου και αντιμονίου με αποτέλεσμα να σχηματιστεί ο τρισδιάστατος χαρακτήρας της βάσης που είχε βάλει [17].



Σχήμα 1.6 (από πάνω αριστερά) Βάση ενός χαρακτήρα, Έγχυση κράματος, Μεταλλικά τυπογραφικά στοιχεία

Έπειτα, σε μια σιδερένια φόρμα που ήταν προσκολλημένη στην κάτω ξύλινη πλάκα του πιεστηρίου, διαμόρφωνε το κείμενο που ήθελε με την κατάλληλη τοποθέτηση των τυπογραφικών στοιχείων [18]. Μετά, με ένα ειδικό μελάνι που είχε φτιάξει με βάση το λάδι, μελάνωνε τα τυπογραφικά στοιχεία με τις λεγόμενες μπάλες μελάνης, οι οποίες αποτελούνται από κομμάτια δέρματος γεμάτα με μαλλί ή τρίχες αλόγου (δέρμα προβάτου, μοσχαριού ή σκύλου) και ξύλινη λαβή [19]. Τέλος, έβαζε ένα φύλλο χαρτιού πάνω από τα τυπογραφικά στοιχεία και χρησιμοποιούσε την λαβή του πιεστηρίου για να περιστρέψει την ξύλινη βίδα που κινούσε την άνω πλάκα προς την κάτω με αποτέλεσμα οι δυο πλάκες να πιεστούν και να δημιουργηθεί ένα ευκρινές κείμενο [18]. Η εφεύρεση της τεχνικής εκτύπωσης του Γερμανού Γιοχάνες Γκούτενμπεργκ σηματοδότησε την αρχή της σύγχρονης εποχής της εκτύπωσης.



Σχήμα 1.7 (από πάνω αριστερά) Διαμόρφωση κειμένου, Μελάνωμα στοιχείων, Περιστροφή ξύλινης βίδας, Αποτύπωμα

1.2.7 Τεχνικές χαρακτηριστικής Intaglio

Έτσι, με την πάροδο του χρόνου, η τέχνη της εκτύπωσης βελτιώθηκε, εξελίχθηκε και επεκτάθηκε παγκοσμίως. Πέρα από την εκτύπωση κειμένων πολλοί εστίασαν την προσοχή τους στην εκτύπωση εικόνων με συμπέρασμα να εφευρεθούν διάφορες νέες τεχνικές που αποτέλεσαν ως σύνολο, μια οικογένεια τεχνικών χαρακτηριστικής (intaglio) [20]. Με αυτές τις τεχνικές η εικόνα σκαλίζεται σε μια επιφάνεια γνωστή ως μήτρα ή πλάκα και ακολουθεί κάποια άλλη διαδικασία ανάλογα με την τεχνική μέχρι να δημιουργηθεί η εκτύπωση της εικόνας από την πλάκα [20]. Κάποιες από αυτές είναι η γραμμική οξυγραφία (etching) που επινοήθηκε από τον Γερμανό καλλιτέχνη Ντάνιελ Χόπφερ (Daniel Hopfer) το 1515 μ.Χ. [21], η Μετσοτίντα (mezzotint) από τον Γερμανό στρατιώτη και ερασιτέχνη καλλιτέχνη Λούντβιγκ φον Ζήγκεν (Ludwig von Siegen) το 1642 μ.Χ. [22] και η Τονική οξυγραφία, γνωστή και ως ακουατίντα όπου η εφεύρεση της αποδίδεται γενικά στον Γάλλο ζωγράφο και χαράκτη Ζαν-Μπατίστ Λε πρενς (Jean-Baptiste Le Prince) το 1772 μ.Χ. [23].



Σχήμα 1.8 Μετσοτίντα (Μια από τις τεχνικές χαρακτηριστικής intaglio)

1.2.8 Λιθογραφία

Σε αντίθεση, με αυτές τις τεχνικές εκτύπωσης το 1796 μ.Χ. ο Βαυαρός Α. Ζένεφελντερ (Alois Senefelder) εφηύρε την λιθογραφία. Αυτή η μέθοδος εκτύπωσης γίνεται σε λεία επιφάνεια και χρησιμοποιεί χημικές διαδικασίες για την δημιουργία της εικόνας [24]. Το 1837 μ.Χ., εφευρέθηκε η χρωμολιθογραφία, μια παραλλαγή της λιθογραφίας, από τον Γάλλο-Γερμανό Γκοντεφρουά Ένγκελμαν (Godefroy Engelmann) [25]. Επίσης, μια ακόμη πολύ σημαντική παραλλαγή της, ήταν το οφσετ ή λιθογραφία οφσετ (offset lithography) που εφευρέθηκε από τον Άγγλο Ρόμπερτ Μπάρκλεϊ (Robert Barclay) το 1875 μ.Χ., όταν συνδύασε την μέθοδο εκτύπωσης μεταφοράς με την μέθοδο εκτύπωσης περιστροφικού πιεστηρίου [26].

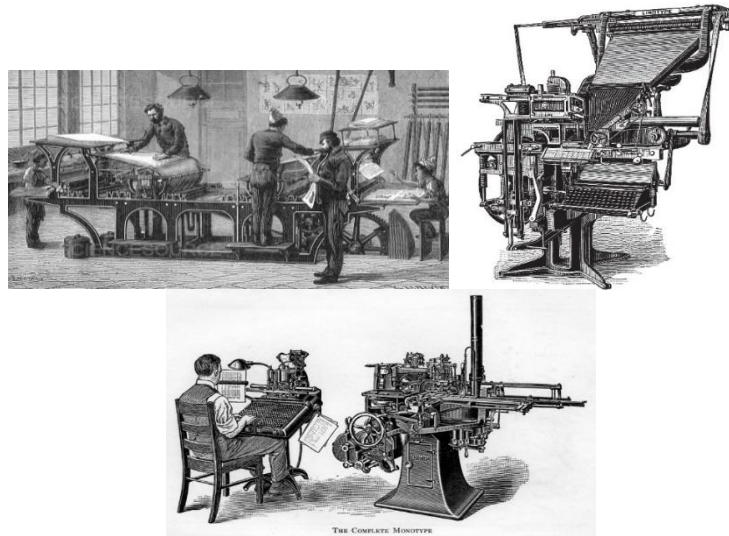


Σχήμα 1.9 Λιθογραφία

1.2.9 Λινοτυπία, Μονοτυπία

Το 1843 μ.Χ., η τεχνική εκτύπωσης πιεστηρίου που εφηύρε ο Γουτεμβέργιος αντικαθίσταται από το ατμοκίνητο περιστροφικό πιεστήριο εκτύπωσης που επινόησε ο Αμερικάνος Ρίτσαρντ Μ. Χοέ (Richard

Μ. Hoe) με αποτέλεσμα η εκτύπωση να γίνει ακόμη πιο γρήγορη [14]. Επιπλέον, το 1884 μ.Χ. ο Γερμανό-Αμερικάνος Οτμάρ Μεργκεντάλερ (Ottmar Mergenthaler), κατασκευάζει την συσκευή λινοτύπων, την πρώτη μηχανή που μπορούσε να δημιουργήσει ολόκληρες σειρές από τυπογραφικά στοιχεία αντί για μεμονωμένα τυπογραφικά στοιχεία για την χρήση τους σε πιεστήρια εκτύπωσης [27]. Ένα χρόνο αργότερα, 1885 μ.Χ., επινοείται η μονοτυπία, μια παραλλαγή της λινοτυπίας, από τον Αμερικάνο Τόλμπερτ Λάνστον (Tolbert Lanston) [28].

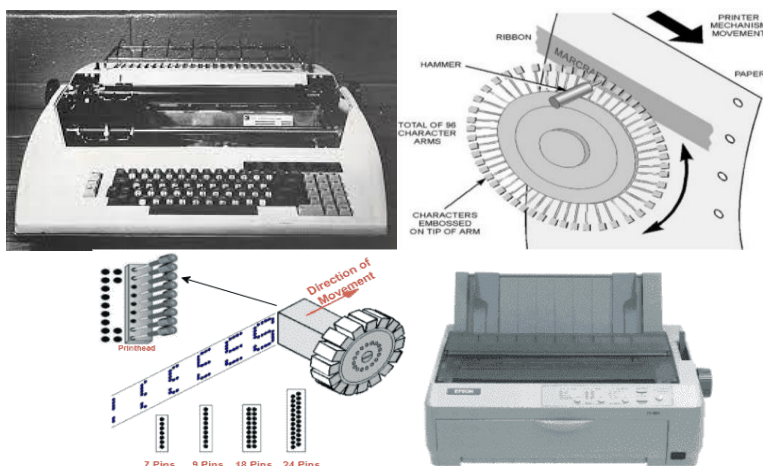


Σχήμα 1.10 (από πάνω αριστερά) Ατμοκίνητο Περιστροφικό πιεστήριο εκτύπωσης, Εκτυπωτής Λινοτυπίας, Εκτυπωτής Μονοτυπίας

1.2.10 Εκτυπωτές μαργαρίτσας και μήτρας

Στην συνέχεια, το 1889 μ.Χ. ο Άρθουρ Έρβινγκ Τζέικομπς (Arthur Irving Jacobs) καταθέτει πατέντα για το σχέδιο της πρώτης συσκευής εκτυπωτή τροχού μαργαρίτσας (daisy wheel printer). Πρόκειται για έναν εκτυπωτή γραφομηχανής, που χρησιμοποιεί έναν περιστρεφόμενο τροχό, ο οποίος μοιάζει με το λουλούδι μαργαρίτα, όπου αντί για τα πέταλα έχει τυπογραφικά μεταλλικά στοιχεία που πάνω τους φέρουν χαρακτήρες. Αυτοί οι μεταλλικοί χαρακτήρες είναι συνδεδεμένοι με ειδικά πλήκτρα. Έτσι, ο χρήστης πιέζει οποιοδήποτε πλήκτρο θέλει και ο τροχός αυτός περιστρέφεται έως ότου ο σωστός χαρακτήρας κοιτάξει το χαρτί και μόλις γίνει αυτό, το σφυρί χτυπάει το χαρακτήρα στην μελανοταινία με αποτέλεσμα να αποτυπωθεί ο χαρακτήρας στο χαρτί [29].

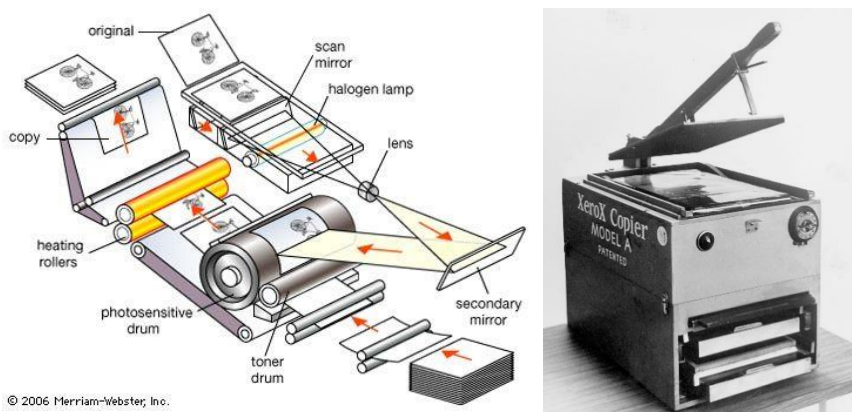
Έπειτα, το 1925 μ.Χ. ο Γερμανός Ρούντολφ Χελ (Rudolf Hell) εφευρίσκει τον πρώτο εκτυπωτή μήτρας (Dot Matrix), ο οποίος μπορεί να θεωρηθεί ως μια παραλλαγή του εκτυπωτή μαργαρίτσας (Daisywheel) [30].



Σχήμα 1.11 (από πάνω αριστερά) Εκτυπωτές Daisywheel και Dot Matrix

1.2.11 Ξηρογραφία

Το επόμενο βήμα στην εξέλιξη της εκτύπωσης είναι η τεχνολογία των εκτυπωτών της ξηρογραφίας ή αλλιώς ηλεκτροφωτογραφία που εφευρέθηκε από τον Αμερικανό φυσικό Τσέστερ Κάρλσον (Chester Carlson) το 1938 μ.Χ. [31]. Η συσκευή αυτή βασίζεται σε ένα φωτοευαίσθητο φορτισμένο με στατικό ηλεκτρισμό τύμπανο, πάνω στο οποίο “φωτογραφίζεται” το προς εκτύπωση έγγραφο. Όταν τοποθετείται αυτό το έγγραφο πάνω στην συσκευή, ένα έντονο φως ανακλάται από το χαρτί μέσω ενός φακού και έπειτα στο φωτοευαίσθητο τύμπανο, το οποίο φορτίζεται ηλεκτροστατικά με μια κατοπτρική εικόνα του εγγράφου. Κατόπιν, διασκορπίζεται πάνω στο τύμπανο ξηρό μελάνι (γραφίτη) ή αλλιώς μια ειδική μαύρη σκόνη (toner) την οποία συγκρατούσαν μόνο τα φορτισμένα σημεία της πλάκας. Τέλος, το επικαλυμμένο αυτό τύμπανο κυλά πάνω σε ένα άδειο χαρτί με αποτέλεσμα να αποτυπωθεί το έγγραφο [32].

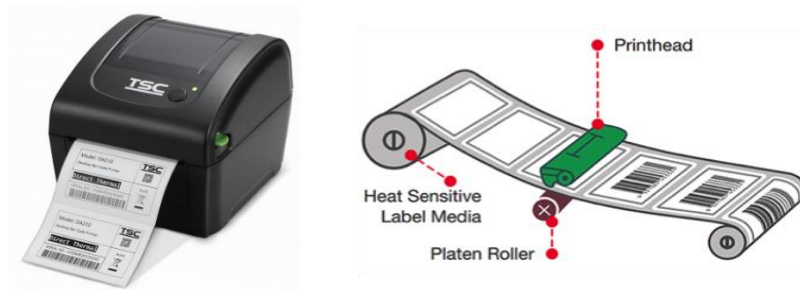


Σχήμα 1.12 Ξηρογραφικός εκτυπωτής

1.2.12 Άμεση θερμική εκτύπωση

Μια σημαντική τεχνική εκτύπωσης που χρησιμοποιείται στην παρούσα πτυχιακή εργασία είναι η άμεση θερμική εκτύπωση (Direct thermal printing) που εφευρέθηκε από τον Τζακ Κίλμπι (Jack Kilby) το 1965 μ.Χ. [33]. Η τεχνική αυτή βασίζεται σε μια θερμική κεφαλή και ένα ειδικό επικαλυμμένο θερμοχρωμικό χαρτί ή αλλιώς θερμικό χαρτί, για την εκτύπωση μιας εικόνας ή κειμένου. Το θερμικό χαρτί περνά πάνω από την θερμική κεφαλή, η οποία αποτελείται από μικροσκοπικά ηλεκτρικά θερμαινόμενα στοιχεία,

και αλλάζει χρώμα γίνεται μαύρο στις περιοχές που θερμάνθηκε με αποτέλεσμα να σχηματιστεί η εικόνα ή το κείμενο.



Σχήμα 1.13 Θερμικός εκτυπωτής (Direct thermal printer)

1.2.13 Εκτυπωτής Laser

Το 1969 μ.Χ., εφευρέθηκε η εκτύπωση με λέιζερ (laser) από τον Γκάρυ ΣταρκΓουέδερ (Garry Starkweather) [34]. Η τεχνολογία αυτήν είναι ίδια με αυτή της ξηρογραφίας με την διαφορά ότι δεν υπάρχει κάποιο έγγραφο για αντιγραφή, το λέιζερ πρέπει να το γράψει από την αρχή με την χρήση του στατικού ηλεκτρισμού.

1.2.14 Εκτύπωση ψεκασμού μελάνης

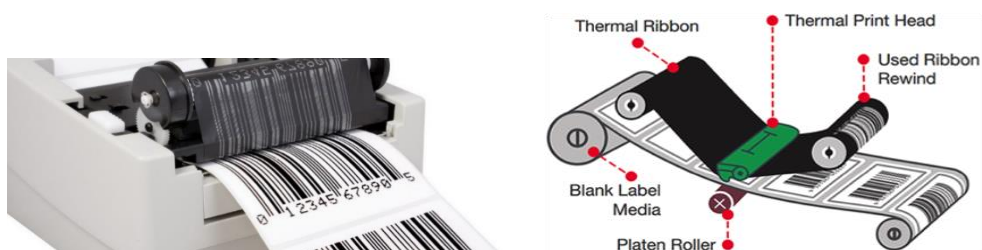
Μια νέα ακόμη τεχνολογία εκτύπωσης, είναι η εκτύπωση ψεκασμού μελάνης (inkjet printing) που εφευρέθηκε το 1950 μ.Χ.. Παρόλο που η ιδέα αναπτύχθηκε το 1950 μ.Χ., ήταν στα τέλη της δεκαετίας του 1970 που μπορούσε να εκτυπώσει ο εκτυπωτής inkjet. Δεν υπάρχει μοναδικός εφευρέτης αυτής της τεχνολογίας εκτύπωσης και η δημιουργία της οφείλεται στις εταιρείες Canon, Hewlett-Packard και Epson [35]. Η λειτουργία της βασίζεται σε “κεφαλές” που εκτοξεύουν πολύ μικρά σταγονίδια μελανιού πάνω στο χαρτί για την αναδημιουργία της εικόνας ή του κειμένου [36].



Σχήμα 1.14 (από αριστερά) Εκτυπωτές Laser και Inkjet

1.2.15 Εκτύπωση θερμικής μεταφοράς

Τη δεκαετία του 1980 εφευρέθηκε από την ιαπωνική εταιρεία Sato, η τεχνολογία εκτύπωσης θερμικής μεταφοράς [37]. Η τεχνολογία αυτή είναι παρόμοια με την άμεση θερμική εκτύπωση με την διαφορά ότι σε αυτή την εκτύπωση χρησιμοποιείται μια μαύρη κορδέλα που περιέχει μελάνι. Η θερμική κεφαλή θερμαίνει την μελανοταινία, η οποία εφαρμόζεται πάνω στο χαρτί, με αποτέλεσμα να παραμείνει μια επίστρωση της μελανοταινίας πάνω στο χαρτί και να δημιουργηθεί η εικόνα ή το κείμενο [37 – 38].



Σχήμα 1.15 Εκτυπωτής Θερμικής μεταφοράς

1.2.16 Ψηφιακή εκτύπωση

Με την εισαγωγή των υπολογιστών η εκτύπωση ή ψηφιακή εκτύπωση γίνεται ακόμη πιο γρήγορη και πιο εύκολα προσβάσιμη για όλους καθώς επίσης πολλά βήματα στην διαδικασία εκτύπωσης αντικαταστάθηκαν από ψηφιακά δεδομένα. Στην ψηφιακή εκτύπωση, ο υπολογιστής κατέχει το αρχείο εκτύπωσης, που περιλαμβάνει την ψηφιακή εικόνα ή κείμενο και το αποστέλλει κατευθείαν στον εκτυπωτή με αποτέλεσμα την εκτύπωση της εικόνας ή κειμένου πάνω στο χαρτί ή οποιοδήποτε άλλο υλικό, π.χ. ύφασμα, πλαστικό κτλ. [39]. Οι πιο γνωστές και χρησιμοποιούμενες μορφές ψηφιακής εκτύπωσης είναι η εκτύπωση ψεκασμού μελάνης (inkjet printing), η εκτύπωση λέιζερ (laser printing), η άμεση θερμική εκτύπωση (Direct thermal printing), η εκτύπωση θερμική μεταφοράς και η τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing).



Σχήμα 1.16 Ψηφιακός Εκτυπωτής

1.2.17 Τρισδιάστατη εκτύπωση

Τέλος, μια τεχνολογία εκτύπωσης που μπορεί να θεωρηθεί το επόμενο βήμα στην εξέλιξη της εκτύπωσης είναι η στερεολιθογραφία, γνωστή και ως Τρισδιάστατη εκτύπωση (3D Printing) [5]. Πρόκειται για μια τεχνολογία που δημιουργεί τρισδιάστατα αντικείμενα από ένα ψηφιακό αρχείο με τη διαδοχική πρόσθεση επάλληλων στρωμάτων συγκεκριμένου υλικού, π.χ. πολυμερή, μέταλλα, κεραμικά κλπ.. Οι εφαρμογές της έχουν επεκταθεί σε διάφορους τομείς όπως την ιατρική, αεροδιαστημική βιομηχανία, στην αυτοκινητοβιομηχανία, στις κατασκευές και σε πολλούς άλλους τομείς. Αυτή η τεχνολογία εκτύπωσης εφευρέθηκε από τον Τσακ Χαλ (Chuck Hull) το 1982 μ.Χ. [40].



Σχήμα 1.17 Τρισδιάστατος εκτυπωτής (3D printer)

1.2.18 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, έχει καταστεί σαφές πως η εκτύπωση από τα αρχαία χρόνια μέχρι και σήμερα, με τις διάφορες τεχνικές και τεχνολογίες της, βοήθησε και ακόμη βοηθά την ανθρωπότητα με πολλούς και διάφορους τρόπους. Βοήθησε στην διάδοση της γνώσης και των ιδεών με την διανομή βιβλίων, φυλλαδίων, εικόνων και εφημερίδων [41]. Προσέφερε και ακόμη προσφέρει δουλειές σε πολλούς στην θέση του χειριστή των διαφόρων τεχνικών και τεχνολογιών της εκτύπωσης.

1.3 Ιστορική Εξέλιξη Εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων

1.3.1 Εισαγωγή

Γενικά, έχουμε δει στην προηγούμενη ενότητα, πως η εκτύπωση έχει βοηθήσει τον άνθρωπο σε πολλούς τομείς και με διάφορους τρόπους. Κάτι ακόμη που έχει βοηθήσει είναι τις επιχειρήσεις με την εκτύπωση των εισιτηρίων μέσω εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων. Ένα αντικείμενο το οποίο διευκόλυνε τις επιχειρήσεις να κατανοήσουν τις τάσεις των πωλήσεων και την συνολική κερδοφορία τους αλλά πρωτίστως να εξυπηρετήσουν γρήγορα τον πελάτη [42]. Αυτό βέβαια επιτεύχθηκε με την εφεύρεση των εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων, ένα θέμα που θα μας απασχολήσει αρκετά στην παρούσα πτυχιακή εργασία. Παρακάτω θα δούμε εν συντομία, την εξέλιξη των εκδοτικών μηχανημάτων εισιτηρίων.

1.3.2 Έννοια εκδοτικού μηχανήματος εισιτηρίων

Το εκδοτικό μηχάνημα εισιτηρίων, είναι ένα μηχάνημα το οποίο εκτυπώνει ή εκδίδει εισιτήρια για οποιαδήποτε περίπτωση, π.χ. λεωφορείο, τρένο, τραμ, σινεμά, εστιατόριο κλπ., με βάση τις επιλογές του πελάτη, λ.χ. ένας καθορισμένος προορισμός για τα μέσα μαζικής μεταφοράς, μια συγκεκριμένη ταινία για το σινεμά κλπ., έναντι ενός χρηματικού ποσού [43].

1.3.3 Διαδικασία απόκτησης εισιτηρίων στα παλαιότερα χρόνια

Τα παλαιότερα χρόνια τα εισιτήρια ήταν χειρόγραφα και η διαδικασία απόκτησης ενός χειρόγραφου εισιτηρίου ήταν επίπονη και χρονοβόρα για τους υπαλλήλους αλλά και για τους πελάτες καθώς σχηματίζονταν μεγάλες ουρές στους πολυσύχναστους σταθμούς. Αν για παράδειγμα ήθελε ο πελάτης να αποκτήσει ένα εισιτήριο τρένου θα έπρεπε να πάει στο γραφείο έκδοσης εισιτηρίων του σταθμού να δώσει τα στοιχεία του, να πει τον προορισμό που ήθελε και το τι είδους θέση προτιμούσε π.χ. πρώτη ή οικονομική θέση [44].

Στην συνέχεια αφού ο υπάλληλος τα έγραφε όλα αυτά σε ένα χαρτί καθώς και κάποιες άλλες πληροφορίες, όπως την ημερομηνία και το χρηματικό ποσό, έπρεπε να κάνει άλλα δυο αντίγραφα του εισιτηρίου. Ένα αντίγραφο του χειρόγραφου εισιτηρίου παραδιδόταν στον επιβάτη, ένα άλλο κρατούνταν στο γραφείο έκδοσης και ένα τρίτο προοριζόταν για τον φύλακα, στον οποίο καταβαλλόταν το χρηματικό ποσό στο τέλος του ταξιδιού [44].

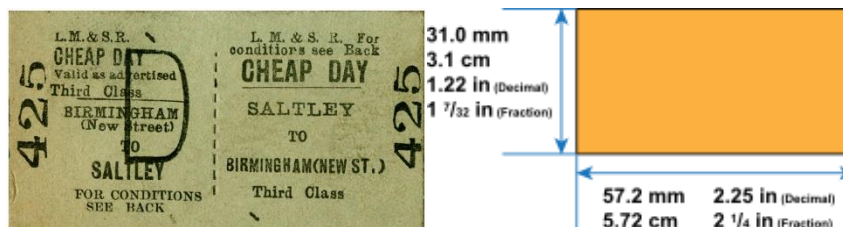


Σχήμα 1.18 Χειρόγραφο εισιτήριο

1.3.4 Edmondson

1.3.4.1 Εισιτήριο Edmondson

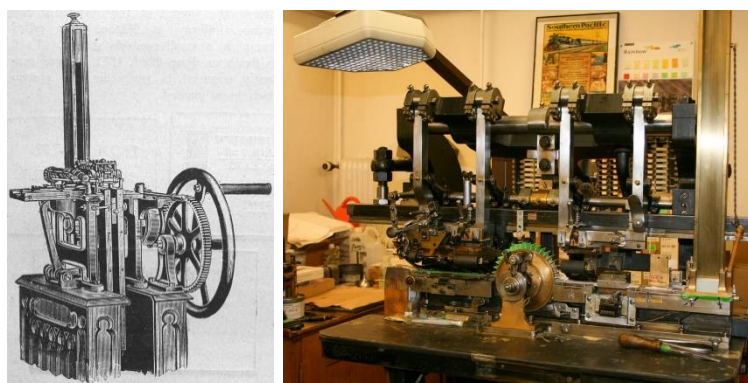
Το 1836 μ.Χ., ο Άγγλος Τόμας Έντμονσον (Thomas Edmondson), ο οποίος εργάστηκε ως σταθμάρχης στο Μίλτον (Milton) (τώρα Μπράμπτον) (Brampton) στον σιδηρόδρομο Νιούκαστλ – Καρλάιλ (Newcastle - Carlisle) είδε και συνειδητοποίησε ότι υπήρχαν πολλά και σοβαρά μειονεκτήματα σε ολόκληρη την διαδικασία που αναφέρθηκε προηγουμένως, από την έκδοση χειρόγραφου εισιτηρίου μέχρι και την είσπραξη των ναύλων από τον φύλακα. Έτσι επινόησε ένα νέο είδους τύπου εισιτηρίου, το οποίο μετέπειτα υιοθετήθηκε από πολλές χώρες [45].



Σχήμα 1.19 Εισιτήριο Edmondson με τις διαστάσεις του

1.3.4.2 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Edmondson

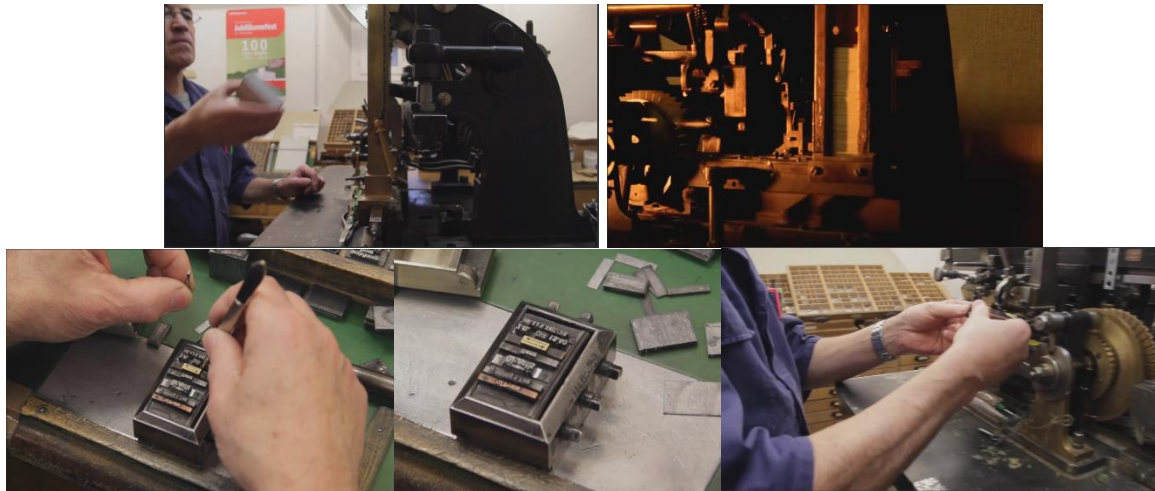
Πρόκειται για ένα μικρό κομμάτι χαρτόνι με έντυπες πληροφορίες για την διαδρομή, όπως σειριακό αριθμό, σημείο αναχώρησης, προορισμό, κατηγορία θέσεως και τιμή. Η επικύρωση των εισιτηρίων γίνονταν από ένα πιεστήριο ημερομηνίας που εφηύρε [46]. Η πιο σημαντική του εφεύρεση που τον έκανε και πλούσιο, είναι το πρώτο μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων, το οποίο κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το 1840 μ.Χ.. Με το μηχάνημα αυτό μπορούσε να εκτυπώσει 200 εισιτήρια ανά λεπτό [47].



Σχήμα 1.20 (από αριστερά) Πρώιμο σχέδιο εκδοτικού μηχανήματος εισιτηρίων του Edmondson [48], Μηχάνημα εκτύπωσης εισιτηρίων Edmondson G. Göbel No. 736 της Rhätische Bahn [49]

1.3.4.3 Διαδικασία εκτύπωσης εισιτηρίων Edmondson

Η λειτουργία του μηχανήματος ήταν η εξής, αρχικά ο υπεύθυνος τοποθετούσε τα κενά εισιτήρια σε ένα σωλήνα δεξιά του μηχανήματος, ύψους περίπου μισό μέτρο. Έπειτα τοποθετούσε σε μια σιδερένια φόρμα, που είχε το μέγεθος του εισιτηρίου, τα τυπογραφικά στοιχεία που ήθελε, με αποτέλεσμα να σχηματιστούν οι πληροφορίες που μετέπειτα θα τυπωθούν πάνω στα εισιτήρια. Αυτή η φόρμα, στην συνέχεια, τοποθετούνταν σε μια συγκεκριμένη θέση του μηχανήματος [50].



Σχήμα 1.21 (από πάνω αριστερά) Τοποθέτηση μιας στοίβας εισιτηρίων στο δεξιό σωλήνα, Διαμόρφωση κειμένου στην φόρμα, Τοποθέτηση φόρμας στο μηχάνημα εκτύπωσης εισιτηρίων

Μετά, ο υπεύθυνος περιστρέφει την λαβή του μηχανήματος, το οποίο έθετε σε λειτουργία όλα τα εξαρτήματα του μηχανήματος με αποτέλεσμα την εκτύπωση των εισιτηρίων. Πιο αναλυτικά, καθώς περιστρεφόταν η λαβή του μηχανήματος, τα εισιτήρια έβγαιναν ξεχωριστά από το κάτω μέρος του σωλήνα και προχωρούσαν προς τα αριστερά μέχρι που έφταναν κάτω από την φόρμα με τα τυπογραφικά στοιχεία. Στην συνέχεια, η φόρμα μελανωνόταν από τον κύλινδρο μελανιού και «έπεφτε» πάνω στο εισιτήριο και μόλις γινόταν η αποτύπωση «σηκωνόταν» και το αποτυπωμένο εισιτήριο προχωρούσε προς τα αριστερά και την θέση του την έπαιρνε ένα άλλο κενό εισιτήριο και ακολουθούσε η ίδια διαδικασία. Τέλος, το αποτυπωμένο εισιτήριο που προχωρούσε προς τα αριστερά, έπεφτε κάτω σε ένα άλλο σωλήνα όπου και αποθηκεύονταν [50].



Σχήμα 1.22 (από πάνω αριστερά) Περιστροφή λαβής, Έξοδος εισιτηρίων από τον δεξιό σωλήνα και κίνηση προς τα αριστερά, Μελάνωμα φόρμας, Αποτύπωση φόρμας στο εισιτήριο, Αποθήκευση εισιτηρίων στον αριστερό σωλήνα, Εισιτήριο Edmondson

1.3.5 Μάρκες Μηχανικών και Ηλεκτρονικών συσκευών έκδοσης εισιτηρίων

Αργότερα, δημιουργήθηκαν και αναπτύχθηκαν πολλές και διάφορες μηχανικές και έπειτα ηλεκτρονικές συσκευές έκδοσης εισιτηρίων. Μερικοί από τους κατασκευαστές είναι οι MicroFx, TIM, Almex, Setright, AEG, CAMP (Compagnie d'Ateliers Mecaniques de Precision), Gibson GFI Genfare, Parkeon, Xerox, Beckson και Corvia (TICKETER) [51]. Παρακάτω θα δούμε πρώτα κάποιες από τις μηχανικές συσκευές έκδοσης εισιτηρίων.

1.3.6 Αυτόματος πωλητής εισιτηρίων

Είναι απαραίτητο να επισημανθεί, ότι πέρα από τις μηχανικές και ηλεκτρονικές συσκευές έκδοσης εισιτηρίων που θα δούμε παρακάτω, υπήρξαν και οι αυτόματοι πωλητές εισιτηρίων που με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της τεχνολογίας αναπτύχθηκαν και αυτά τα μηχανήματα. Πρόκειται για μηχανήματα που η χρήση τους είναι μια εντελώς αυτοεξυπηρετούμενη διαδικασία αγοράς εισιτηρίων και δεν περιλαμβάνει εισπράκτορες. Οι πελάτες χρειάζεται μόνο να βάλουν το χρηματικό ποσό για το εισιτήριο που επέλεξαν να αγοράσουν [52].



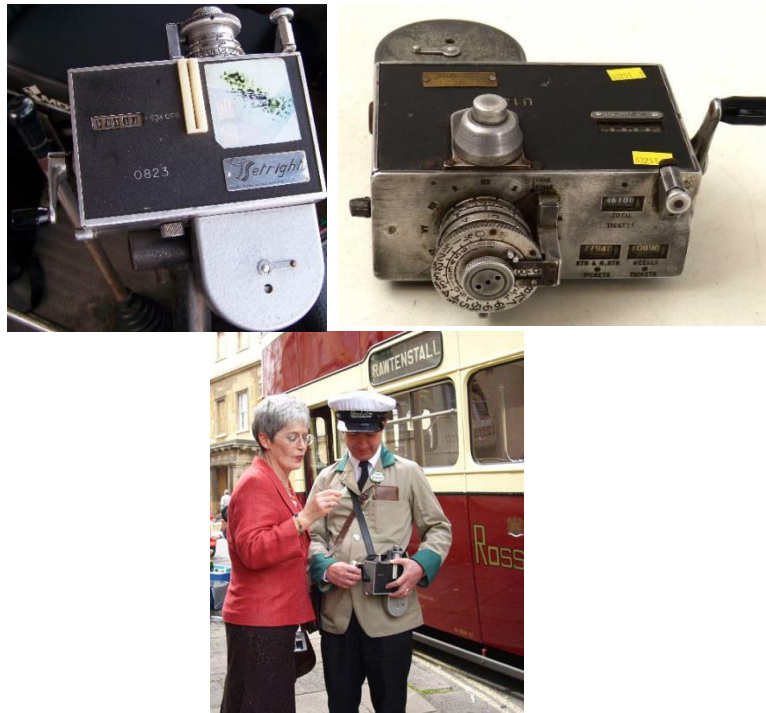
Σχήμα 1.23 Αυτόματος πωλητής εισιτηρίων

Να επισημανθεί ότι δεν θα επικεντρωθούμε στους αυτόματους πωλητές εισιτηρίων αλλά στις μηχανικές και ηλεκτρονικές συσκευές έκδοσης εισιτηρίων.

1.3.7 Μηχανικές συσκευές έκδοσης εισιτηρίων

1.3.7.1 Setright

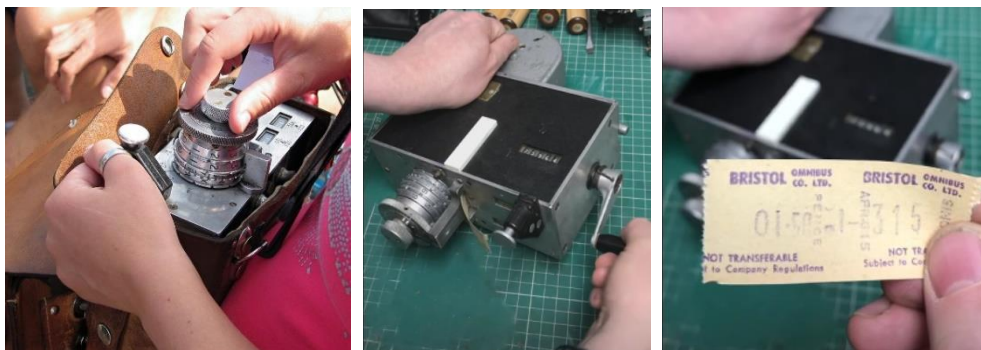
Το 1922 μ.Χ., ο Αυστραλός μηχανικός Χένρι Ρόι Σέτραιτ (Henry Roy Setright) κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας το πρώτο μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Setright, γνωστό ως μηχάνημα Trambus. Αυτό το μηχάνημα είναι μια φορητή μηχανική χειροκίνητη συσκευή έκδοσης εισιτηρίων, με την οποία ο εισπράκτορας έκδιδε επιτόπου το εισιτήριο με βάση τις ανάγκες του πελάτη, έναντι ενός χρηματικού ποσού [53].



Σχήμα 1.24 (από πάνω αριστερά) Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Setright, Εισπράκτορας με το μηχάνημα Setright

1.3.7.1.1 Χαρακτηριστικά και Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου

Για την έκδοση ενός εισιτηρίου, αρχικά ο πελάτης έδινε το χρηματικό ποσό στον εισπράκτορα και ο ίδιος βασιζόμενος στις ανάγκες του πελάτη επέλεγε την τιμή του ναύλου με την χρήση ενός σετ ομόκεντρων καντράν στο επάνω μέρος του μηχανήματος. Έπειτα με τους μοχλούς ρύθμιζε τον τύπο του ναύλου π.χ. «Ενήλικας» (“Adult”) ή «Παιδί» (“Child”) και την κατεύθυνση της διαδρομής π.χ. «Εισερχόμενο» ταξίδι (“Inbound”) ή «Εξερχόμενο» ταξίδι (“Outbound”). Μόλις τελείωνε με τις επιλογές, γυρνούσε μια φορά τημανιβέλα, που βρισκόταν στο πλάι του μηχανήματος, για την εκτύπωση και έκδοση του εισιτηρίου [53].

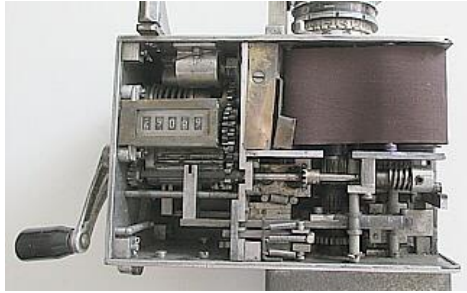


Σχήμα 1.25 (από αριστερά) Εισαγωγή στοιχείων του εισιτηρίου, Περιστροφήμανιβέλας για εκτύπωση, Εισιτήριο Setright

1.3.7.1.2 Εσωτερικός Μηχανισμός

Το μηχάνημα αυτό εσωτερικά αποτελείται από μικρούς ρυθμιζόμενους μεταλλικούς τροχούς εκτύπωσης, όπου στα άκρα τους προεξέχουν χαρακτήρες, λ.χ. γράμματα, αριθμοί, όπως και στον εκτυπωτή μαργαρίτας που έχει αναφερθεί στην προηγούμενη ενότητα. Η διαδικασία της εκτύπωσης

είναι πάνω κάτω ίδια με αυτή του εκτυπωτή μαργαρίτας, δηλαδή τα τυπογραφικά στοιχεία πιέζονταν στην μελανοταινία με αποτέλεσμα την αποτύπωση των χαρακτήρων στο εισιτήριο. Πέρα από την εκτύπωση το μηχάνημα διαθέτει μηχανικούς μετρητές για την καταμέτρηση του συνολικού χρηματικού ποσού και την καταμέτρηση των συνολικών εισιτηρίων.



Σχήμα 1.26 Εσωτερικό του μηχανήματος

1.3.7.2 T.I.M

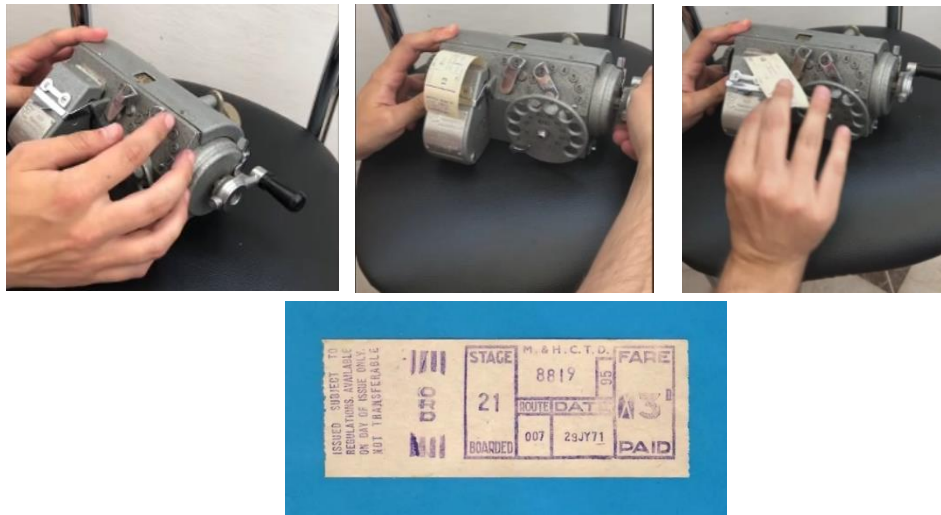
Στην συνέχεια, το 1932 μ.Χ., εφευρέθηκε το φορητό μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων T.I.M από τον Φρανκ Λάνγκντον (Frank Langdon) μετά από αίτημα της L.G.O.C για ταχύτερο τρόπο είσπραξης εσόδων [54 – 55].



Σχήμα 1.27 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων T.I.M

1.3.7.2.1 Χαρακτηριστικά και Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου

Το μηχάνημα T.I.M, όπως και το μηχάνημα Setright, έχει το δικό του χαρακτηριστικό καντράν σε στυλ τηλεφώνου που επέτρεπε στον εισπράκτορα να επιλέξει τον επιθυμητό ναύλο του πελάτη π.χ. τιμή και τύπος ναύλου. Έπειτα, ο εισπράκτορας γυρνούσε μια φορά την μανιβέλα για να εκτυπωθεί το εισιτήριο και το έσκιζε προς τα κάτω, πάνω στα οδοντωτά δόντια και στην συνέχεια το έδινε στον πελάτη.



Σχήμα 1.28 (από πάνω αριστερά) Επιλογή ναύλου, Περιστροφή μανιβέλας, Αποκοπή εισιτηρίου, Εισιτήριο T.I.M

1.3.7.2 Εσωτερικός Μηχανισμός

Επίσης, στο εσωτερικό του μηχανήματος αποτελούνται και αυτό από μικρούς ρυθμιζόμενους μεταλλικούς τροχούς εκτύπωσης που πάνω τους φέρουν χαρακτήρες αλλά και από μια σταθερή μεταλλική πινακίδα εκτύπωσης που πάνω της είχε κάποια βασικά στοιχεία, π.χ. ημερομηνία (“Date”), ποσό (“Fare”) κλπ.. Ωστόσο, η διαδικασία της εκτύπωσης διαφέρει από αυτή του μηχανήματος Setright και παρομοιάζει αυτήν του μηχανήματος εκτύπωσης του Έντμονσον που έχει αναφερθεί πιο παραπάνω. Το μηχάνημα εισιτηρίων T.I.M αντί για μελανοταινία χρησιμοποιεί μια κυλινδρική βούρτσα, την οποία ο χειριστής πρέπει να ρίχνει μερικές σταγόνες μελανιού την ημέρα, για να εξασφαλίσει την ευκρινή εκτύπωση στο εισιτήριο [56].



Σχήμα 1.29 (από πάνω αριστερά) Εσωτερικό μηχανήματος, Σταθερή μεταλλική πινακίδα εκτύπωσης, Κυλινδρική βούρτσα μελανιού

1.3.7.3 Beckson

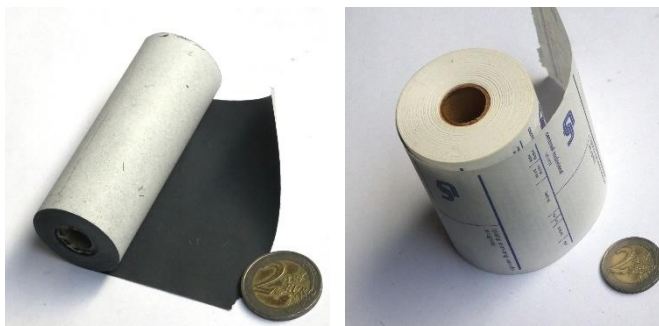
Λίγα χρόνια αργότερα, το 1947 μ.Χ., η ολλανδική εταιρία Μπέκσον (Beckson) κατασκεύασε το πρώτο της πρωτότυπο μηχανήμα έκδοσης εισιτηρίων, το οποίο ήταν φορητό αλλά μπορούσε και να στερεωθεί σε μια βάση [57].



Σχήμα 1.30 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Beckson

1.3.7.3.1 Χαρακτηριστικά και διαδικασία εκτύπωσης εισιτηρίου

Το μηχάνημα αυτό περιλαμβάνει τους μοχλούς, που βρίσκονται στο μπροστινό μέρος του μηχανήματος, για την εισαγωγή των στοιχείων του εισιτηρίου λ.χ. αριθμό σταθμού αναχώρησης και προορισμού, τιμή ναύλου, τύπος εισιτηρίου, ημερομηνία και ώρα. Επιπλέον, περιέχει την μανιβέλα που βρίσκεται στο πλάι δεξιά του μηχανήματος και περιστρέφοντας την δυο φορές εκτυπώνεται το εισιτήριο, το οποίο εξέρχεται από το πάνω μέρος του μηχανήματος. Για την εκτύπωση του εισιτηρίου, χρησιμοποιείται ρολό χαρτί εκτύπωσης, μικροί εσωτερικοί ρυθμιζόμενοι μεταλλικοί τροχοί εκτύπωσης που εκτυπώνουν τους χαρακτήρες και ρολό χαρτί άνθρακα [58].



Σχήμα 1.31 (από αριστερά) Ρολό χαρτί άνθρακα, ρολό χαρτί εκτύπωσης

Η διαδικασία της εκτύπωσης ενός εισιτηρίου ήταν η εξής, αρχικά ο πελάτης έδινε το χρηματικό ποσό στον χειριστή, ο οποίος εισήγαγε τα στοιχεία του εισιτηρίου με τους μοχλούς δηλαδή ρύθμιζε τους εσωτερικούς τροχούς εκτύπωσης. Έπειτα περιστρέφει την μανιβέλα δυο φορές, όπου την πρώτη φορά τα τυπογραφικά στοιχεία που βρίσκονται στα άκρα των τροχών εκτύπωσης πιέζουν το χαρτί άνθρακα και αυτό στην συνέχεια μεταφέρει το αποτύπωμα των στοιχείων πάνω στο εισιτήριο. Την δεύτερη φορά το εισιτήριο εξέρχεται από το μηχάνημα αυτό [58].



Σχήμα 1.32 (από αριστερά) Διαδικασία εκτύπωσης, Εκτυπωμένο εισιτήριο Beckson

1.3.7.4 Gibson

Το 1953 μ.Χ., παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Γκίμπσον (Gibson), το οποίο σχεδιάστηκε από τον Τζορτζ Γκίμπσον (George Gibson) βασιζόμενος πάνω στο μηχάνημα T.I.M [59 – 60].



Σχήμα 1.33 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Gibson

1.3.7.4.1 Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου

Η εισαγωγή των στοιχείων του εισιτηρίου π.χ. τύπος εισιτηρίου (ενήλικας, παιδί, πρώτη θέση κλπ.) και τιμή ναύλου, γινόταν με την ρύθμιση των μεγάλων τροχών που βρισκόταν αριστερά και δεξιά του μηχανήματος. Έπειτα, η εκτύπωση του εισιτηρίου γινόταν με την μια πλήρη περιστροφή της μανιβέλας που βρισκόταν στο πλάι δεξιά του μηχανήματος. Όσον αφορά για την διαδικασία της εκτύπωσης, είναι ίδια με αυτήν του μηχανήματος T.I.M [61].



Σχήμα 1.34 (από αριστερά) Δεξιό τροχός για εισαγωγή στοιχείων εισιτηρίου, Εισαγωγή μελανιού με βάση το λάδι στην κυλινδρική βούρτσα μελανιού, Εισιτήριο Gibson

1.3.7.5 Almex A

Ένα πιο ανεπτυγμένο μοντέλο, που παρουσιάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1950 [62] από την σουηδική εταιρία Almex Limited of the Incentive Group, είναι το μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Almex A [63].

1.3.7.5.1 Χαρακτηριστικά μηχανήματος

Το μηχάνημα αυτό περιλαμβάνει χρωματιστές αριθμημένες ζώνες στο μπροστινό μέρος του μηχανήματος για την εισαγωγή των στοιχείων του εισιτηρίου. Επιπλέον, για την εκτύπωση του εισιτηρίου αντί για μανιβέλα χρησιμοποιείται ένας μοχλός που βρίσκεται δεξιά του μηχανήματος και ενεργοποιείται με παλινδρομική (μπρός πίσω) κίνηση [64].



Σχήμα 1.35 Μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων Almex A

1.3.7.5.2 Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου

Για να εκδοθεί ένα εισιτήριο, αρχικά ο χειριστής λαμβάνει το χρηματικό ποσό από τον πελάτη και στην συνέχεια εισάγει τα στοιχεία του εισιτηρίου σέρνοντας (μπρός ή πίσω) τις χρωματιστές ζώνες στις επιθυμητές θέσεις. Έπειτα, κινεί παλινδρομικά (μπρός πίσω) τον μοχλό του μηχανήματος για την εκτύπωση του εισιτηρίου. Η εκτύπωση πραγματοποιείται με την κρούση των τυπογραφικών στοιχείων, που βρίσκονται πάνω στους τροχούς εκτύπωσης, μέσω μελανοταινίας. Τέλος, το εισιτήριο κόβεται αυτόματα από μια περιστρεφόμενη γκιλοτίνα, που βρίσκεται εσωτερικά του μηχανήματος έκδοσης εισιτηρίων [64].



Σχήμα 1.36 (από αριστερά) Εσωτερικό μέρος μηχανήματος, Εισιτήριο Almex A

1.3.7.6 Almex PDR

Περίπου το 1970 μ.Χ., η σουηδική εταιρία Almex σηματοδότησε την αρχή των ηλεκτρονικών μηχανημάτων έκδοσης εισιτηρίων με το μηχανήμα Almex PDR [62].



Σχήμα 1.37 Ηλεκτρονικό μηχανήμα έκδοσης εισιτηρίων Almex PDR

Αν και το μηχανήμα αυτό εξακολουθεί να λειτουργεί μηχανικά όπως το μοντέλο Almex A, διαθέτει την δυνατότητα καταγραφής τιμολογιακών δεδομένων των εισιτηρίων που πωλήθηκαν, σε μια μαγνητική ταινία, καθαρά μηχανικά με την χρήση μόνιμων μαγνητών [62].



Σχήμα 1.38 Μαγνητική ταινία

1.3.8 Ηλεκτρονικά μηχανήματα έκδοσης εισιτηρίων

Από την δεκαετία του 1980 και μετά, άρχισαν να εμφανίζονται περισσότερα ηλεκτρονικά μηχανήματα έκδοσης εισιτηρίων, τα οποία λειτουργούσαν πλήρως ηλεκτρονικά αντί μηχανικά.

Γενικά, τα περισσότερα ηλεκτρονικά μηχανήματα έκδοσης εισιτηρίων, περιλαμβάνουν πληκτρολόγιο για την εισαγωγή των στοιχείων του εισιτηρίου π.χ. τύπος, τιμή εισιτηρίου κλπ., οθόνη για να φαίνονται αυτά τα στοιχεία και το εκτυπωτικό συνήθως θερμικό εκτυπωτή ή εκτυπωτή μήτρας (Dot matrix), για την έκδοση του εισιτηρίου. Επίσης, περιέχει θύρα επικοινωνίας για την μεταφορά συναλλαγών και άλλων δεδομένων και για επικοινωνία με άλλες συσκευές. Τέλος, περιλαμβάνει τροφοδοτικό ή μπαταρία για την λειτουργία του μηχανήματος [65].

1.3.8.1 Wayfarer I

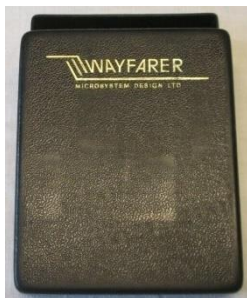
Ένα μοντέλο ηλεκτρονικού μηχανήματος έκδοσης εισιτηρίων είναι το μηχάνημα Γουαιφάρερ 1 (Wayfarer 1) που κυκλοφόρησε το 1982 μ.Χ. από την εταιρία Wayfarer Transit Systems Ltd. Η εταιρία αυτή ανέπτυξε και άλλα σημαντικά μοντέλα κατά την πάροδο του χρόνου, όπως το Wayfarer 3, το Wayfarer TGX 150 κλπ. [66].



Σχήμα 1.39 Μηχάνημα Wayfarer 1

1.3.8.1.1 Χαρακτηριστικά

Το μηχάνημα Γουαιφάρερ 1 (Wayfarer 1) αποτελούταν από πληκτρολόγιο, οθόνη και εκτυπωτή μήτρας (Dot Matrix). Επίσης, περιείχε μικροελεγκτές και πλακέτες ηλεκτρονικών κυκλωμάτων για την αποθήκευση του προγράμματος και τον έλεγχο του πληκτρολογίου, της οθόνης και του εκτυπωτή. Επιπλέον, περιλάμβανε μια φορητή μονάδα μνήμης (memory module) για την φόρτωση προγράμματος στο μηχάνημα αλλά και για την αποθήκευση δεδομένων πωλήσεων εισιτηρίου. Τέλος, περιλάμβανε το τροφοδοτικό, για την ενεργοποίηση του μηχανήματος έκδοσης εισιτηρίων [67].



Σχήμα 1.40 Φορητή μονάδα μνήμης (memory module)

1.3.8.1.2 Διαδικασία έκδοσης εισιτηρίου

Η διαδικασία έκδοσης ενός εισιτηρίου με ένα τέτοιο μηχάνημα ήταν πιο απλή σε σχέση με ένα μηχάνημα που λειτουργούσε μηχανικά, όπως για παράδειγμα το μηχάνημα Γκίμπσον (Gibson). Για την έκδοση του εισιτηρίου με το μηχάνημα Γουαιφάρερ 1 (Wayfarer 1), αρχικά ο χειριστής εισήγαγε την φορητή μονάδα μνήμης, η οποία περιλαμβάνει το πρόγραμμα, στο μηχάνημα αυτό. Έπειτα, με την βοήθεια του πληκτρολογίου εισήγαγε τα στοιχεία του εισιτηρίου και ενεργοποιούσε την εκτύπωση του με το πάτημα ενός πλήκτρου [68].



Σχήμα 1.41 (από πάνω αριστερά) Εισαγωγή φορητής μονάδας, Εισαγωγή στοιχείων και ενεργοποίηση εκτύπωσης, Εισιτήριο Wayfarer 1

1.3.8.2 Almex Timtronic

Στην συνέχεια ένα παρόμοιο μηχάνημα σαν το Γουαιφάρερ 1 (Wayfarer 1), που κυκλοφόρησε το 1984 μ.Χ., είναι το Almex Timtronic [69].



Σχήμα 1.42 Μηχάνημα Almex Timtronic

1.3.8.3 MicroFx

Περίπου μία δεκαετία αργότερα το 1996 μ.Χ., ιδρύθηκε ένας από τους σημαντικούς προμηθευτές φορητών ηλεκτρονικών μηχανών έκδοσης εισιτηρίων, η ινδική εταιρία MicroFx Pvt Ltd [70].

Τα μηχανήματα της είναι εξοπλισμένα με οθόνη LCD 20x4 που μπορεί να επεκταθεί σε 20x8, αλφαριθμητικό πληκτρολόγιο και γρήγορο θερμικό εκτυπωτή. Επιπλέον, περιλαμβάνει θύρα επικοινωνίας (RS 232), μπαταρία υψηλής χωρητικότητας Li-ion με δυνατότητα εκτύπωσης 4.000 εισιτηρίων ανά φόρτιση και άλλα σημαντικά χαρακτηριστικά.

Ένα από τα πρώτα δημιουργήματα της, που χαρακτήρισαν την εταιρία MicroFx ως καινοτόμα, στην αυτοματοποίηση του έργου της επιτόπου εκτύπωσης εισιτηρίων σε λεωφορεία είναι το μικρό, γρήγορο και αποτελεσματικό μηχάνημα BTM 100. Μετέπειτα, ακολούθησαν πολλές αναπτυγμένες και καινούριες μορφές του μηχανήματος BTM 100.



Σχήμα 1.43 Μηχάνημα BTM 100

1.3.8.4 Ticketer

Στα μέσα της δεκαετίας του 2000, αναπτύχθηκε από δύο πρώην υπαλλήλους της εταιρίας Wayfarer Transit Systems, το Ticketer. Το Ticketer είναι το εμπορικό σήμα για μια σειρά ηλεκτρονικών μηχανημάτων εισιτηρίων που παρέχονται από τη βρετανική εταιρεία Corvia Ltd, κυρίως για χρήση σε λεωφορεία. Η εταιρία δημιούργησε ένα πρωτότυπο μηχάνημα, το οποίο κυκλοφόρησε το 2008, που αποτελείται από έναν θερμικό εκτυπωτή και έναν φορητό υπολογιστή που λειτουργεί στην πλατφόρμα Android [71].

1.3.8.5 Handheld ETM

Ένα πλήρως φορητό μηχάνημα, με το όνομα "Handheld ETM", κυκλοφόρησε το 2014. Αποτελείται από τρία υλικά μέρη, τον φορητό υπολογιστή με οθόνη αφής και ενσωματωμένο GPS, τον θερμικό εκτυπωτή και την συσκευή ανάγνωσης έξυπνων καρτών [71].



Σχήμα 1.44 (από αριστερά) Μηχάνημα Handheld ETM, Εισιτήριο Handheld ETM

Έκτοτε, ακολούθησαν και άλλες εταιρίες με τις δικές τους φορητές ηλεκτρονικές συσκευές έκδοσης εισιτηρίων.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα σχεδιαστεί και θα κατασκευαστεί ένα φορητό ηλεκτρονικό μηχάνημα έκδοσης εισιτηρίων.

1.4 Επίλογος

Η εκτύπωση είναι μια από τις σπουδαιότερες εφευρέσεις που υπήρξε ποτέ και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας πολλών ανθρώπων με μια πληθώρα τεχνολογιών (μεθόδων) εκτύπωσης και εφαρμογών. Μια από αυτές τις εφαρμογές, που διευκόλυναν τις διάφορες επιχειρήσεις, είναι η εκτύπωση των εισιτηρίων μέσω, μιας ακόμη σημαντικής εφεύρεσης αυτή, των μηχανημάτων έκδοσης εισιτηρίων.

Κεφάλαιο 2ο: Arduino

2.1 Εισαγωγή

Για την υλοποίηση της κατασκευής φορητής συσκευής έκδοσης εισιτηρίων, θα χρησιμοποιηθεί ένα ευρέως γνωστό και βασικό εργαλείο, το Arduino. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η γνωριμία με το Arduino, όπου και αναφέρονται ο ορισμός του, τα είδη, οι εφαρμογές και τα πλεονεκτήματα και στην συνέχεια γίνεται μια αναφορά για την λειτουργία και τα χαρακτηριστικά του Arduino Mega 2560, που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή της παρούσας εργασίας.

2.2 Ορισμός

Ο Arduino είναι μία πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα (open source), τόσο υλικού (hardware) όσο και λογισμικού (software), βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο ή αποσπώμενο μικροελεγκτή, τις ψηφιακές/αναλογικές εισόδους/εξόδους [72 - 74] και κάποια άλλα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που παίζουν κρίσιμους ρόλους στην λειτουργία της πλακέτας [75].

Ο μικροελεγκτής προγραμματίζεται με την γλώσσα προγραμματισμού Wiring, (η οποία ουσιαστικά πρόκειται για την γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην γλώσσα C++), μέσω του λογισμικού του Arduino [76]. Το λογισμικό αυτό είναι ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (Integrated Development Environment, IDE) βασισμένο στις γλώσσες προγραμματισμού Processing και Wiring [77 – 78].

2.3 Ιστορική Αναδρομή του Arduino

Το 2003, ο Ερνάντο Μπαράγκαν (Hernando Barragán) δημιούργησε την πλατφόρμα Wiring ανοιχτού κώδικα ως μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία στο Ινστιτούτο Σχεδίασης Αλληλεπίδρασης Ιβρέα (Interaction Design Institute Ivrea, IDII) της Ιταλίας, υπό την επίβλεψη των Μάσιμο Μπάντζι (Massimo Banzi) και Κέισι Ρης (Casey Reas) [79 – 80].

Στόχος του ήταν να δημιουργήσει ένα χαμηλού κόστους, απλό εργαλείο για μη μηχανικούς για τη δημιουργία ψηφιακών έργων.

Αυτή η πλατφόρμα αποτελούταν από μια γλώσσα προγραμματισμού, ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) και μια πλακέτα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και κάποια άλλα ηλεκτρονικά εξαρτήματα για την στήριξη του μικροελεγκτή. Το IDE ήταν βασισμένο στην γλώσσα Processing, η οποία δημιουργήθηκε από τους Κέισι Ρης (Casey Reas) και Μπεν Φράι (Ben Fry) [81].

Ο Μάσιμο Μπάντζι (Massimo Banzi) είδε πως ήταν ένα πολλά υποσχόμενο έργο και ήθελε να κάνει κάτι παραπάνω [82]. Ήθελε να φτιάξει ένα εργαλείο που θα ήταν ακόμη πιο φθηνότερο, πιο απλό και πιο εύκολο στην χρήση που θα απευθυνόταν σε καλλιτέχνες, σχεδιαστές, χομπίστες, χάκερ, αρχάριους και οποιονδήποτε ενδιαφερόταν να δημιουργήσει διαδραστικά ηλεκτρονικά αντικείμενα ή εφαρμογές [83].

Το 2005, ο Μάσιμο Μπάντζι (Massimo Banzi) μαζί με τον Ντέιβιντ Κουαρτιέλες (David Cuartielles), βασιζόμενοι στην μεταπτυχιακή εργασία του Ερνάντο Μπαράγκαν (Hernando Barragán) και την γλώσσα προγραμματισμού Processing, δημιούργησαν το Arduino [84]. Το όνομα, το οποίο δόθηκε από τον Μπάντζι, προέρχεται από ένα μπαρ στην Ιβρέα της Ιταλίας, όπου συναντιόντουσαν ορισμένοι από τους ιδρυτές του Arduino. Το μπαρ πήρε το όνομα από τον Αρντουίν (Arduin) της Ιβρέα, ο οποίος ήταν βασιλιάς της Ιταλίας από το 1002 μ.Χ. έως το 1014 μ.Χ. [85 – 86].

Ο Ντέιβιντ Μέλλις (David Mellis) ανέπτυξε το λογισμικό Arduino, το οποίο βασίστηκε στο Wiring. Στην συνέχεια, ο Τζιανλούκα Μαρτίνιο (Gianluca Martino) και ο Τομ Άιγκ (Tom Igoe) εντάχθηκαν στην ομάδα του Μπάντζι για την δημιουργία του Arduino και τα πέντε μέλη έγιναν οι ιδρυτές του Arduino [84].

Έτσι, οι ιδρυτές δημιούργησαν διάφορες πλακέτες σε ένα μικρό εργοστάσιο στην Ιβρέα, κομόπολη της επαρχίας Τορίνο, στην περιοχή Πεδεμόντιο της βορειοδυτικής Ιταλίας στην οποία βρισκόταν η εταιρία υπολογιστών Olivetti [87].

Από το 2006 και μετά, έχουν αναπτυχθεί πολλές πλακέτες Arduino, με στόχο την εξυπηρέτηση όσο περισσότερο γίνεται όλο και πιο απαιτητικών πρότζεκτ [88].

2.4 Είδη Arduino

Επειδή όπως έχουμε αναφέρει στην προηγούμενη ενότητα, είναι πολλές οι πλακέτες Arduino που έχουν αναπτυχθεί από τότε, δεν θα αναφερθούμε σε όλες αλλά σε ορισμένες από αυτές.

- Arduino Uno

Μια από τις πιο γνωστές και ευρέως χρησιμοποιούμενες πλακέτες για την ανάπτυξη ηλεκτρονικών πρότζεκτ και προτιμάται από τους αρχάριους για την ευκολία του στην εκμάθηση και την απλότητα του στην χρήση.

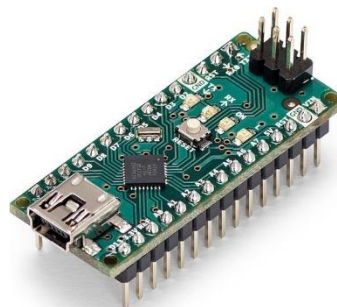
Κάποια χαρακτηριστικά της πλακέτας είναι τα εξής, χρησιμοποιεί τον μικροελεγκτή ATmega328P, διαθέτει 14 ψηφιακές εισόδους/εξόδους, 6 αναλογικές εισόδους/εξόδους. Επιπλέον, διαθέτει θύρα USB και μνήμη Flash 32kB, SRAM 2kB και EEPROM 1kB [89 – 90].



Σχήμα 2.1 Arduino Uno

- Arduino Nano

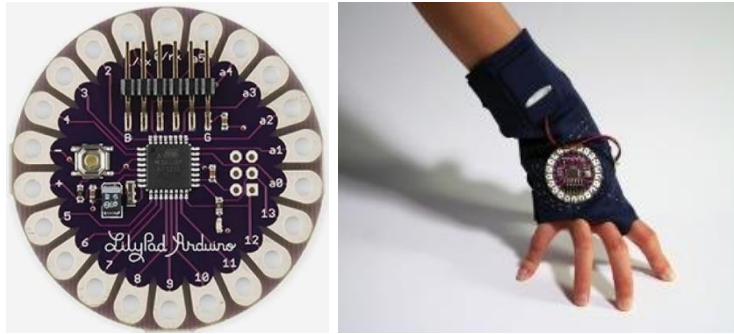
Το Arduino Nano είναι μια μικρού μεγέθους πλακέτα και έχει παρόμοια χαρακτηριστικά με το Arduino Uno [91].



Σχήμα 2.2 Arduino Nano

- Arduino Lilypad

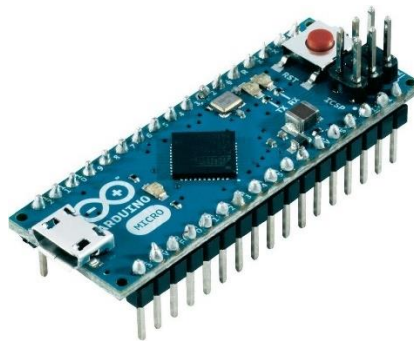
Το Arduino Lilypad έχει σχεδιαστεί για πρότζεκτ ηλεκτρονικών κλωστοϋφαντουργικών προϊόντων (e-textile) και φορητών συσκευών [91].



Σχήμα 2.3 (από αριστερά) Arduino Lilypad, Εφαρμογή του Arduino Lilypad σε πρότζεκτ

- Arduino Micro

Το Arduino Micro όπως το Arduino Nano, είναι μια πλακέτα μικρών διαστάσεων. Η πλακέτα αυτή βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega32U4 και διαθέτει 20 ψηφιακές εισόδους/εξόδους, 12 αναλογικές εισόδους. Επίσης, περιλαμβάνει θύρα micro-USB και μνήμη Flash 32kB, SRAM 2.5kB και EEPROM 1kB [92].



Σχήμα 2.4 Arduino Micro

- Arduino Leonardo

Το Arduino Leonardo διαθέτει πολύ παρόμοια χαρακτηριστικά με το Arduino Micro, με την διαφορά ότι δεν είναι μικρού μεγέθους και ότι στην πλακέτα Leonardo ο μικροελεγκτής ATmega32U4 έχει ενσωματωμένη επικοινωνία USB. Αυτό επιτρέπει στην πλακέτα να συνδεθεί σε έναν υπολογιστή ως πληκτρολόγιο ή ποντίκι [93].



Σχήμα 2.5 Arduino Leonardo

- Arduino Mega 2560

Το Arduino Mega 2560 μπορεί να θεωρηθεί ως η μεγαλύτερη έκδοση του Arduino Uno καθώς διαθέτει περισσότερες ψηφιακές/αναλογικές εισόδους/εξόδους και περισσότερη μνήμη. Γενικά είναι σχεδιασμένο για εφαρμογές όπου απαιτούν πολλές περιφερειακές συσκευές να συνδεθούν στην πλακέτα αυτή και περισσότερη μνήμη για την αποθήκευση του προγράμματος [91], [94].



Σχήμα 2.6 Arduino Mega 2560

Συμπερασματικά, πέρα από αυτές τις πλακέτες που έχουμε αναφέρει προηγουμένως, υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία από πλακέτες Arduino, με διαφορετικά είδη χαρακτηριστικών, για κάθε είδους πρότζεκτ.

2.5 Εφαρμογές & Πλεονεκτήματα του Arduino

Το Arduino λόγω των πλεονεκτημάτων που έχει, προτιμάται από πολλούς και χρησιμοποιείται ευρέως σε ποικίλες εφαρμογές. Κάποιες από αυτές είναι οι εξής [95 – 100] :

- Ρομποτική (π.χ. αυτοκίνητο ρομπότ ελεγχόμενο με Bluetooth, ρομπότ ανίχνευσης φωτός, μικρό τετράποδο κλπ.)
- Ιατρική (π.χ. μόνιτορ καρδιακού παλμού με βάση το Arduino, έξυπνο θερμομέτρο, συσκευή παρακολούθησης και ανάλυσης οξυγόνου με βάση το Arduino κλπ.)
- Συστήματα συναγερμού και ασφαλείας
- Έξυπνα σπίτια (Internet of Things, IoT) (π.χ. έξυπνος θερμοστάτης, σύστημα ποτίσματος φυτών στο σπίτι, έξυπνος αυτοματοποιημένος διανομέας χαπιών, έξυπνος κάδος απορριμμάτων κλπ.)
- Ψυχαγωγία παιχνιδιών (π.χ. έξυπνη σκακίερα, προσομοιωτής διαστημόπλοιου, ακουστικό VR κλπ.)

Τα βασικά πλεονεκτήματα του Arduino είναι [73], [101] :

- 1) Το Χαμηλό κόστος

Οι πλακέτες Arduino είναι φτηνές σε σύγκριση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών.

- 2) Είναι Ανεξαρτήτου πλατφόρμας (Cross-Platform)

Αυτό παρέχει την δυνατότητα το λογισμικό του Arduino (IDE) να μπορεί να «τρέξει» στα λειτουργικά συστήματα Windows, Macintosh OS X και Linux, σε αντίθεση με τα περισσότερα συστήματα μικροελεγκτών που περιορίζονται στα Windows.

- 3) Το Υλικό (Hardware) και Λογισμικό (Software) Ανοιχτού κώδικα (open source)

Αυτό σημαίνει ότι ο πηγαίος κώδικας και οι προδιαγραφές των σχεδίων πλατφορμών είναι διαθέσιμα για όλους για ελεύθερη χρήση, μελέτη, τροποποίηση και διανομή. Ο οποιοσδήποτε μπορεί να βρει τον πηγαίο κώδικα και να τον χρησιμοποιήσει αυτούσια ή μπορεί να τον μελετήσει και να τον τροποποιήσει με βάση τις ανάγκες του και έπειτα να τον μοιραστεί. Επίσης, έμπειροι χρήστες στην ηλεκτρονική μπορούν να μελετήσουν τα σχέδια των πλατφορμών και να τις επεκτείνουν καθώς και να τις αναβαθμίσουν σύμφωνα με τις ανάγκες τους. Ακόμη και οι αρχάριοι μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν για να κατασκευάσουν τις πλατφόρμες αλλά και να τα μελετήσουν για να κατανοήσουν πως λειτουργούν.

4) Απλό περιβάλλον προγραμματισμού

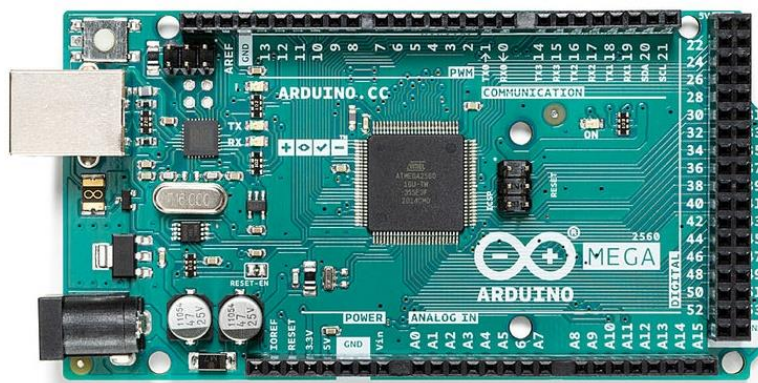
Το λογισμικό του Arduino (IDE) είναι απλό και εύκολο στην χρήση για τους αρχάριους, καθώς επίσης είναι ευέλικτο για τους προχωρημένους χρήστες.

2.6 Arduino Mega 2560

Για την υλοποίηση της κατασκευής θα χρησιμοποιηθεί το Arduino Mega 2560, λόγω της μεγάλης μνήμης που διαθέτει για την αποθήκευση προγράμματος και για τον μεγάλο αριθμό ακροδεκτών εισόδων/εξόδων (Input/Output, I/O) για την σύνδεση περιφερειακών συσκευών.

Η πλακέτα Arduino Mega 2560 έχει ενσωματωμένο μικροελεγκτή ATmega2560 και διαθέτει 54 ψηφιακές εισόδους/εξόδους, 16 αναλογικές εισόδους, 4 σειριακές θύρες UART, θύρα USB, 1 υποδοχή τροφοδοσίας και κουμπί επαναφοράς [102]. Επίσης, περιλαμβάνει ταλαντωτή κρυστάλλου 16MHz για να παρέχει ένα σταθερό, ακριβές σήμα ρολογιού στον μικροελεγκτή για τον συγχρονισμό των λειτουργιών του [103] και την κεφαλίδα ICSP (In Circuit Serial Programming – Σειριακός Προγραμματισμός σε Κύκλωμα) για την μεταφόρτωση του εκτελέσιμου κώδικα στον μικροελεγκτή αλλά χρησιμοποιείται και για την επαναφορά του φορτωτή εκκίνησης (bootloader) του Arduino σε περίπτωση που λείπει ή έχει υποστεί βλάβη [104].

Θα δούμε παρακάτω, πιο αναλυτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Arduino Mega 2560.



Σχήμα 2.7 Arduino Mega 2560

2.6.1 Τροφοδοσία

Η πλακέτα Arduino Mega 2560 μπορεί να τροφοδοτηθεί μέσω της σύνδεσης USB ή με κάποια εξωτερική πηγή τροφοδοσίας. Η πηγή τροφοδοσίας επιλέγεται αυτόματα [102], [105].

Η τροφοδοσία (τάση 5V DC) μέσω της σύνδεσης USB, μπορεί να γίνει με την σύνδεση της πλακέτας με ένα καλώδιο USB με την θύρα USB ενός υπολογιστή ή ενός αντάπτορα πρίζας τοίχου ή ενός φορητού φορτιστή (power bank).

Να σημειωθεί ότι το Arduino Mega 2560 διαθέτει μια επαναρυθμιζόμενη ασφάλεια (polyfuse), η οποία προστατεύει τις θύρες USB του υπολογιστή από βραχυκυκλώματα ή από υπερτάσεις. Παρόλο που οι περισσότεροι υπολογιστές διαθέτουν την δική τους προστασία, η ασφάλεια αυτή προσφέρει επιπλέον επίπεδο προστασίας. Σε περίπτωση που εφαρμοστεί ρεύμα πάνω από 500mA (0.5A) στην θύρα USB, η ασφάλεια θα διακόψει αυτόματα την σύνδεση μέχρι να επιδιορθωθεί το βραχυκύκλωμα ή η υπέρταση.

Η εξωτερική πηγή τροφοδοσίας (όχι USB), μπορεί να προέλθει είτε από έναν προσαρμογέα ρεύματος εναλλασσόμενου σε συνεχές (AC-to-DC) είτε από μπαταρία. Ο προσαρμογέας μπορεί να συνδεθεί με την τοποθέτηση ενός κέντρο-θετικού βύσματος κάννης, με εσωτερική διάμετρο 2.1mm, στην υποδοχή τροφοδοσίας της πλακέτας (power jack). Οι πόλοι της μπαταρίας μπορούν να τοποθετηθούν στους ακροδέκτες GND και Vin της σύνδεσης POWER της πλακέτας.

Η πλακέτα μπορεί να λειτουργήσει με εξωτερική τροφοδοσία από 6 έως 20V (Volts). Στην περίπτωση, που παρέχεται στην πλακέτα τάση μικρότερη από 7V, ο ακροδέκτης 5V μπορεί να παρέχει τάση λιγότερη από 5V και η πλακέτα μπορεί να γίνει ασταθής. Ενώ, αν παρέχεται τάση μεγαλύτερη από 12V, ο ρυθμιστής τάσης μπορεί να υπερθερμανθεί και να καταστρέψει την πλακέτα. Οπότε, το συνιστώμενο εύρος τάσης είναι 7 έως 12V (Volts).

Οι ακροδέκτες τροφοδοσίας της πλακέτας είναι οι εξής [102] :

- **Vin.** Η τάση εισόδου στην πλακέτα Arduino Mega 2560, όταν χρησιμοποιεί εξωτερική πηγή τροφοδοσίας. Μπορούμε να παρέχουμε τάση μέσω αυτού του ακροδέκτη ή αν παρέχουμε τάση μέσω της υποδοχής τροφοδοσίας, να έχουμε πρόσβαση μέσω του ακροδέκτη Vin. Το εύρος της τάσης εισόδου μέσω αυτού του ακροδέκτη πρέπει να είναι από 7V έως 12V [77].
- **5V.** Ο ακροδέκτης αυτός εξάγει από τον ενσωματωμένο ρυθμιστή τάσης της πλακέτας, μια ρυθμιζόμενη τάση των 5V. Η τάση, την οποία εξάγει ο ρυθμιστής τάσης μπορεί να προέρχεται από την παροχή τάσης είτε μέσω της υποδοχής τροφοδοσίας (7 – 12V), είτε της θύρας USB (5V) είτε του ακροδέκτη Vin (7 – 12V). Επίσης, η παροχή τάσης μέσω των ακροδεκτών 5V ή 3.3V δεν συνιστάται, διότι παρακάμπτει τον ρυθμιστή τάσης και μπορεί να προκαλέσει ζημιά στην πλακέτα. Ο ακροδέκτης 5V, χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή και των άλλων εξαρτημάτων της πλακέτας καθώς και εξωτερικών συσκευών που συνδέονται στην πλακέτα μέσω αυτού του ακροδέκτη [77].
- **3.3V.** Μια τροφοδοσία των 3.3V παράγεται από τον ενσωματωμένο ρυθμιστή της πλακέτας Arduino Mega 2560. Η μέγιστη κατανάλωση ρεύματος από αυτόν τον ακροδέκτη είναι 50mA.
- **GND.** Ακροδέκτες γείωσης. Παρέχονται συνολικά 5 ακροδέκτες γείωσης στην πλακέτα Arduino Mega 2560.
- **IOREF.** Αυτός ο ακροδέκτης στην πλακέτα παρέχει την τάση αναφοράς με την οποία ο μικροελεγκτής λειτουργεί.

2.6.2 Μνήμη

Ο μικροελεγκτής ATmega2560 διαθέτει 256 KB μνήμης flash για την αποθήκευση του κώδικα (εκ των οποίων τα 8 KB χρησιμοποιούνται για τον φορτωτή εκκίνησης (bootloader), το οποίο είναι ένα κομμάτι λογισμικού που επιτρέπει την μεταφόρτωση κωδικών στον μικροελεγκτή [106]). Επιπλέον, διαθέτει 8 KB SRAM για την αποθήκευση προσωρινών δεδομένων και 4 KB EEPROM για την αποθήκευση μικρού όγκου πληροφοριών [102], [107].

2.6.3 Είσοδοι και Έξοδοι

Το Arduino Mega 2560 διαθέτει 54 ψηφιακούς ακροδέκτες, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως είσοδοι ή έξοδοι, με την χρήση των συναρτήσεων `pinMode()`, `digitalWrite()` και `digitalRead()`. Οι ακροδέκτες αυτοί, λειτουργούν στα 5V και κάθε ένας από αυτούς μπορεί να παρέχει ή να λάβει ρεύμα 20mA. Ενώ το μέγιστο ρεύμα, το οποίο δεν πρέπει να ξεπεραστεί για την αποφυγή μόνιμης ζημιάς στον μικροελεγκτή, είναι 40mA. Επίσης, κάθε ακροδέκτης έχει μια εσωτερική αντίσταση έλξης (pull-up) των 20 – 50 kΩ, η οποία είναι αποσυνδεδεμένη από προεπιλογή [102].

Επιπλέον, ορισμένοι ακροδέκτες έχουν εξειδικευμένες λειτουργίες [102] :

- **Σειριακή Επικοινωνία TTL (Serial).** Οι σειριακές θύρες TX και RX της πλακέτας χρησιμοποιούνται για την μετάδοση και την λήψη των σειριακών δεδομένων TTL. Το TX υποδηλώνει την μετάδοση των δεδομένων ενώ το RX την λήψη των δεδομένων. Υπάρχουν 4 σειριακές θύρες στην πλακέτα, οι (Serial 0) ακροδέκτες 0 (RX) και 1 (TX), (Serial 1) ακροδέκτες 19 (RX) και 18 (TX), (Serial 2) ακροδέκτες 17 (RX) και 16 (TX) και (Serial 3) ακροδέκτες 15 (RX) και 14 (TX). Οι ακροδέκτες 0 και 1 συνδέονται επίσης με τους αντίστοιχους ακροδέκτες του σειριακού τσιπ ATmega16U2 USB-to-TTL.
- **Εξωτερικοί διακόπτες.** Υπάρχουν έξι ακροδέκτες που χρησιμοποιούνται για την δημιουργία εξωτερικών διακοπών και είναι οι ακροδέκτες 2 (διακόπτης 0), 3 (διακόπτης 1), 18 (διακόπτης 5), 19 (διακόπτης 4), 20 (διακόπτης 3) και 21 (διακόπτης 2). Αυτοί οι ακροδέκτες μπορούν να διαμορφωθούν έτσι ώστε να προκαλέσουν μια διακοπή σε μια χαμηλή τιμή, μια ανερχόμενη (rising) ή κατερχόμενη ακμή (falling edge) ή μια αλλαγή στην τιμή.
- **PWM.** Είναι οι ακροδέκτες 2 έως 13 και 44 έως 46. Παρέχουν 8-bit έξοδο PWM (Pulse Width Modulation - Διαμόρφωση Πλάτους Παλμού) με την χρήση της συνάρτησης `analogWrite()`. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο της φωτεινότητας των LED, τον έλεγχο της ταχύτητας του DC κινητήρα, τον έλεγχο ενός σερβοκινητήρα κ.α. [108].
- **SPI.** Ακροδέκτες 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Αυτοί οι ακροδέκτες υποστηρίζουν επικοινωνία SPI (Serial Peripheral Interface – Σειριακή Περιφερειακή Διεπαφή).
- **LED.** Υπάρχει μια ενσωματωμένη δίοδο εκπομπής φωτός (Lightning Emitting Diode, LED) συνδεδεμένη στον ψηφιακό ακροδέκτη 13. Όταν ο ακροδέκτης 13 οριστεί ως υψηλή τιμή (HIGH), το LED ανάβει, ενώ όταν ο ακροδέκτης οριστεί ως χαμηλή τιμή (LOW), τότε το LED σβήνει.
- **TWI.** Ακροδέκτες 20 (SDA) και 21 (SCL). Υποστηρίζουν την σειριακή επικοινωνία TWI (Two Wire Interface - Διεπαφή Δύο Καλωδίων γνωστή και ως I2C - Inter-Integrated Circuit) [109] με την χρήση της βιβλιοθήκης `Wire`.

Επιπροσθέτως, το Arduino Mega 2560 διαθέτει 16 αναλογικές εισόδους, όπου καθεμία από αυτές παρέχουν 10 bit ανάλυσης (δηλαδή 1024 διαφορετικές τιμές).

Υπάρχουν μερικοί άλλοι ακροδέκτες στην πλακέτα [102] :

- **AREF (Analog Reference Voltage – Αναλογική Τάση Αναφοράς).** Αυτός ο ακροδέκτης χρησιμοποιείται ως τάση αναφοράς για τις αναλογικές εισόδους με την χρήση της συνάρτησης `analogReference()`.
- **RESET.** Αυτό το πλήκτρο χρησιμοποιείται για την επανεκκίνηση του μικροελεγκτή, παρόμοια με την αποσύνδεση και επανασύνδεση της τροφοδοσίας της πλακέτας, με αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του κώδικα από την αρχή. Αυτό επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση χαμηλής (LOW) τιμής στην γραμμή αυτήν [110].

2.6.4 Φυσικά Χαρακτηριστικά

Το μήκος και πλάτος της πλακέτας Arduino Mega 2560 είναι 99mm (ή 9.9cm) και 53mm (ή 5.3cm), αντίστοιχα. Επιπλέον, η πλακέτα διαθέτει 6 οπές για βίδες για την στερέωση της σε μια επιφάνεια ή θήκη [102].

2.7 Επίλογος

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το Arduino διαθέτει μια μεγάλη ποικιλία πλακετών που καθιστούν δυνατή την υλοποίηση οποιαδήποτε ιδέα, λόγω των πλεονεκτημάτων που παρέχει λ.χ. την ελεύθερη προσβασιμότητα και την ευκολία χρήσης του. Μια από αυτές τις πλακέτες είναι και το Arduino Mega 2560, η οποία κατέχει μεγάλη χωρητικότητα μνήμης 256 KB για την αποθήκευση του κώδικα και μεγάλο αριθμό ακροδεκτών.

Κεφάλαιο 3ο: Σχεδίαση και Υλοποίηση κατασκευής

3.1 Εισαγωγή

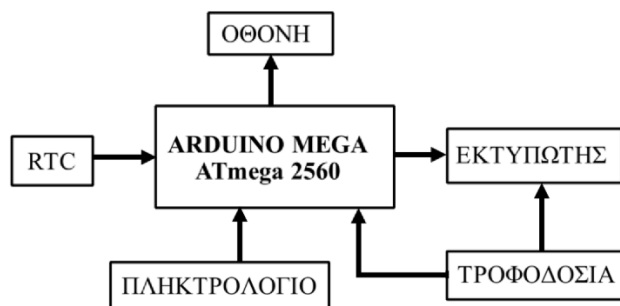
Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται η σχεδίαση και σταδιακά, η υλοποίηση της φορητής συσκευής έκδοσης εισιτηρίων καθώς και η κατασκευή του κουτιού αποθήκευσης.

3.2 Σχεδίαση κατασκευής

Για την υλοποίηση της κατασκευής, εκτός από το Arduino Mega 2560, το οποίο είναι ο «εγκέφαλος» της κατασκευής, θα χρησιμοποιηθούν και κάποιες άλλες ορισμένες συσκευές που θα αναφερθούν στην παρακάτω ενότητα.

Το σκεπτικό για αυτή την φορητή κατασκευή, είναι να μπορεί ο χειριστής να εισάγει με το πληκτρολόγιο τα στοιχεία του εισιτηρίου, τα οποία θα φαίνονται σε μια οθόνη και έπειτα θα εκτυπώνεται, με την βοήθεια ενός εκτυπωτικού, το εισιτήριο. Επιπροσθέτως, θα υπάρχει μια πηγή που θα παρέχει την ακριβή ώρα και ημερομηνία στο Arduino, όπου στην συνέχεια, με κάποιες γραμμές κώδικα, θα παρέχεται στην οθόνη αλλά και στο εισιτήριο που θα εκτυπώνεται μαζί με τα άλλα στοιχεία.

Το μπλοκ διάγραμμα της κατασκευής θα είναι ως εξής :



Σχήμα 3.1 Μπλοκ Διάγραμμα κατασκευής

3.3 Υλοποίηση κατασκευής

3.3.1 Οθόνη

Για την ένδειξη των στοιχείων του εισιτηρίου αλλά και της ώρας και ημερομηνίας θα χρησιμοποιηθεί μια οθόνη LCD (Liquid Crystal Display – Οθόνη Υγρών Κρυστάλλων) τύπου HITACHI HDD44780 με 2 γραμμές και 16 χαρακτήρες (στήλες) η κάθε γραμμή και με πράσινο φόντο και μαύρους χαρακτήρες. Επίσης, η οθόνη LCD περιλαμβάνει 16 ακίδες, όπου καθεμία εξυπηρετεί έναν συγκεκριμένο σκοπό, όπως θα δούμε παρακάτω.



Σχήμα 3.2 Οθόνη LCD

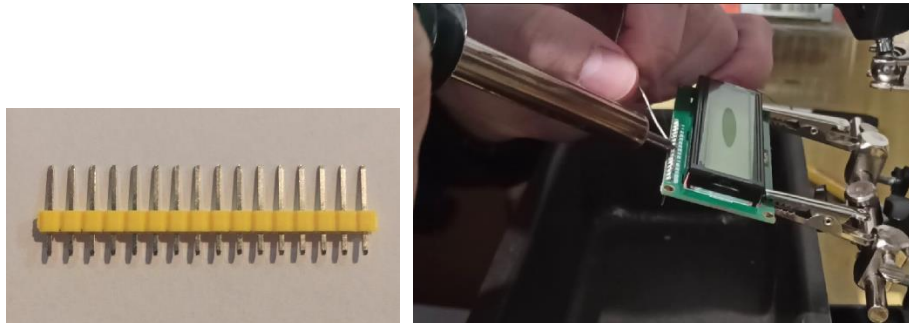
3.3.1.1 Περιγραφή Ακίδων LCD Οθόνης

- **V_{SS}**. Γείωση.
- **V_{DD}**. Τάση τροφοδοσίας της οθόνης.
- **V₀**. Ρύθμιση αντίθεσης της οθόνης. Χρησιμοποιείται για την ρύθμιση της αντίθεσης (ορατότητας) των χαρακτήρων της οθόνης, δηλαδή το πόσο ευανάγνωστο θα είναι το κείμενο στην οθόνη. Η αντίθεση ρυθμίζεται μεταβάλλοντας την τάση σε αυτήν την ακίδα. Αυτό επιτυγχάνεται με την σύνδεση των δυο άκρων ενός ποτενσιόμετρου στα 5V και γείωση και την σύνδεση του κεντρικού ακροδέκτη του ποτενσιόμετρου στην ακίδα V₀ της οθόνης [111].
- **RS**. Επιλογή καταχωρητή (Register Select). Η οθόνη LCD διαθέτει δυο εσωτερικούς καταχωρητές, τον καταχωρητή εντολών και τον καταχωρητή δεδομένων. Η επιλογή του καταχωρητή γίνεται ανάλογα με την λογική κατάσταση (λογικό '1' (HIGH) ή λογικό '0' (LOW)) που τίθεται η ακίδα RS από τον μικροελεγκτή. Αν η ακίδα RS τεθεί σε λογικό '0' τότε επιλέγεται ο καταχωρητής εντολών, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι θα στείλουμε εντολές στην οθόνη π.χ. καθαρισμός της οθόνης, τοποθέτηση του κέρσορα κ.τ.λ.. Ενώ αν τεθεί σε λογικό '1' τότε επιλέγεται ο καταχωρητής δεδομένων, όπου αντί για εντολές θα αποστέλλονται δεδομένα στην οθόνη λ.χ. κείμενο προς εμφάνιση. Εν ολίγοις, αυτή η ακίδα χρησιμοποιείται για να καθορίζει αν οι πληροφορίες που θα στέλνονται στην οθόνη, είναι εντολές ή δεδομένα.
- **R/W**. Ανάγνωση/Εγγραφή (Read/Write). Η ακίδα αυτή χρησιμοποιείται για την επιλογή μεταξύ των λειτουργιών ανάγνωσης και εγγραφής. Οπότε, όταν τίθεται η ακίδα R/W σε λογικό '0', τότε ενεργοποιείται η λειτουργία εγγραφής δεδομένων στην οθόνη ενώ όταν τίθεται σε λογικό '1', ενεργοποιείται η λειτουργία ανάγνωσης δεδομένων από την οθόνη.
- **E**. Ενεργοποίηση (Enable). Αυτή η ακίδα χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση της οθόνης LCD. Πιο συγκεκριμένα, η ακίδα E επιτρέπει την οθόνη LCD να λάβει τα δεδομένα από τις ακίδες RS, R/W και DB0 έως DB7 και να τα χειριστεί σαν εντολές έτσι ώστε στην συνέχεια να εκτελεστούν. Αυτό επιτυγχάνεται, όταν η ακίδα E μεταβεί από λογικό '1' σε λογικό '0' (HIGH σε LOW). Αντιθέτως, αν η ακίδα τεθεί μόνο σε λογικό '1' ή '0' η οθόνη δεν ενδιαφέρεται για το τι συμβαίνει στις ακίδες RS, R/W και DB0 έως DB7 [112 – 113].
- **DB0 έως DB7**. Ακίδες δεδομένων. Αυτές οι 8 ακίδες (DB0 έως DB7) χρησιμοποιούνται για την αποστολή εντολών ή δεδομένων μεγέθους 8 bit στην οθόνη LCD. Η οθόνη μπορεί να λειτουργήσει σε δύο διαφορετικές λειτουργίες, στην λειτουργία 4 bit και στην λειτουργία 8 bit. Στην λειτουργία 4 bit χρησιμοποιούνται μόνο 4 ακίδες δεδομένων (DB4 έως DB7), ενώ οι DB0 έως DB3 θα παραμείνουν αδρανείς. Αυτό σημαίνει ότι τα 8 bit πληροφοριών θα χωρίζονται σε δυο τετράδες bit (4 bit) και θα αποστέλλονται η μια τετράδα μετά την άλλη στις ακίδες DB4 έως DB7. Στη λειτουργία 8 bit, χρησιμοποιούνται και οι 8 ακίδες δεδομένων (DB0 έως DB7). Επομένως, τα 8 bit πληροφοριών θα αποστέλλονται με μια κίνηση στις ακίδες DB0 έως DB7. Η λειτουργία 4 bit χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να εξοικονομήσουμε ακίδες στον μικροελεγκτή ATmega2560. Ενώ η λειτουργία 8 bit χρησιμοποιείται όταν απαιτείται ταχύτητα σε μια εφαρμογή δηλαδή γρηγοράδα για να επιτευχθεί κάτι χωρίς χάσιμο χρόνου [114].
- **A (LED +)**. Άνοδος (Anode) του οπίσθιου φωτισμού LED. Οι ακίδες A και K χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό της οθόνης. Η ακίδα A συνδέεται στα 5V μέσω μιας κατάλληλης αντίστασης περιορισμού ρεύματος σειράς [115].
- **K (LED -)**. Κάθοδος (Cathode) του οπίσθιου φωτισμού LED. Η ακίδα K συνδέεται στην γείωση.

3.3.1.2 Συνδεσμολογία LCD οθόνης με το Arduino

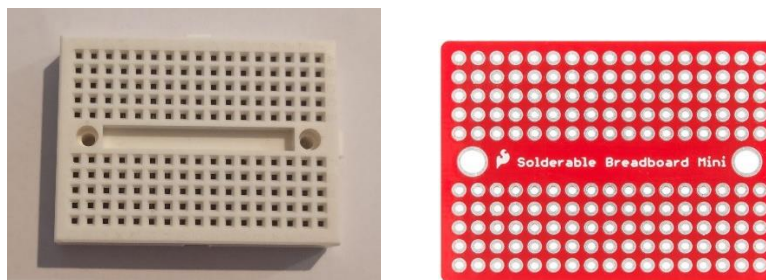
Στην συνέχεια, θα δούμε πως μπορούμε να συνδέσουμε την LCD οθόνη με το Arduino Mega 2560.

Προτού να ξεκινήσουμε με τις συνδέσεις, θα συγκολλήσουμε μια λωρίδα κεφαλίδας καρφίτσας (pin header) μονής σειράς 16 ακίδων στις ακίδες της LCD οθόνης, για την εύκολη σύνδεση της οθόνης με το Arduino.



Σχήμα 3.3 (από αριστερά) Κίτρινη λωρίδα κεφαλίδας 16 καρφιτσών 2.54mm, Συγκόλληση κεφαλίδας καρφιτσών στην οθόνη

Επιπλέον, να τονίσουμε ότι όλες οι συνδέσεις της οθόνης και των υπόλοιπων συσκευών με το Arduino θα γίνουν πρώτα σε πρόχειρη μορφή για να δούμε αν δουλεύει η κατασκευή και έπειτα θα προχωρήσουμε επίσημα. Οπότε, θα χρησιμοποιηθεί μια μίνι πλακέτα δοκιμών (breadboard ή ράστερ), όπου θα γίνουν τα κυκλώματα που χρειάζονται για την κατασκευή. Έπειτα, αυτά τα κυκλώματα θα περαστούν σε μια μίνι διάτρητη πλακέτα τύπου breadboard.



Σχήμα 3.4 (από αριστερά) Μίνι πλακέτα δοκιμών (breadboard ή ράστερ), Μίνι διάτρητη πλακέτα τύπου breadboard

Ξεκινώντας, συνδέουμε την ακίδα VSS της οθόνης σε μια οπή κάποιας στήλης του ράστερ, όπου θα καθορίσουμε αυτή η πρώτη στήλη και ακόμη μια δεύτερη να συνδέονται μόνο οι γειώσεις. Στην συνέχεια, από την πρώτη στήλη με ένα καλώδιο θα συνδεθεί στην δεύτερη στήλη, από την οποία δεύτερη στήλη θα συνδεθεί η μια άκρη ενός καλωδίου και η άλλη άκρη του καλωδίου θα συνδεθεί στον ακροδέκτη γείωσης (GND) του Arduino.

Προχωρώντας η ακίδα VDD θα συνδεθεί σε μια οπή κάποιας άλλης στήλης του ράστερ, στην οποία συνδέονται μόνο τα θετικά άκρα της τροφοδοσίας. Σε μια οπή αυτής της στήλης θα συνδεθεί η μια άκρη ενός καλωδίου και η άλλη άκρη θα συνδεθεί στον ακροδέκτη θετικής πηγής τάσης τροφοδοσίας (5V) του Arduino.

Έπειτα, για την ακίδα V_0 θα χρησιμοποιηθεί ένα ποτενσιόμετρο 10K Ω (Ισχύς 0.5W) για τον έλεγχο της ορατότητας των χαρακτήρων της οθόνης. Το ποτενσιόμετρο θα τοποθετηθεί στο ράστερ και με ένα καλώδιο που θα συνδεθεί η μια άκρη στον κεντρικό ακροδέκτη του ποτενσιόμετρου, η άλλη άκρη του καλωδίου θα συνδεθεί στην ακίδα V_0 . Ο αριστερός ακροδέκτης του ποτενσιόμετρου θα συνδεθεί στην

στήλη όπου συνδέονται μόνο τα θετικά άκρα της τροφοδοσίας και από εκεί υπάρχει ήδη ένα καλώδιο που θα συνδέεται στον ακροδέκτη τροφοδοσίας (5V) του Arduino. Ο δεξιός ακροδέκτης του ποτενσιόμετρου θα συνδεθεί στην πρώτη στήλη που καθορίσαμε ότι θα συνδέονται μόνο οι γειώσεις και από εκεί υπάρχει ήδη ένα καλώδιο που θα συνδέεται στον ακροδέκτη γείωσης (GND) του Arduino.

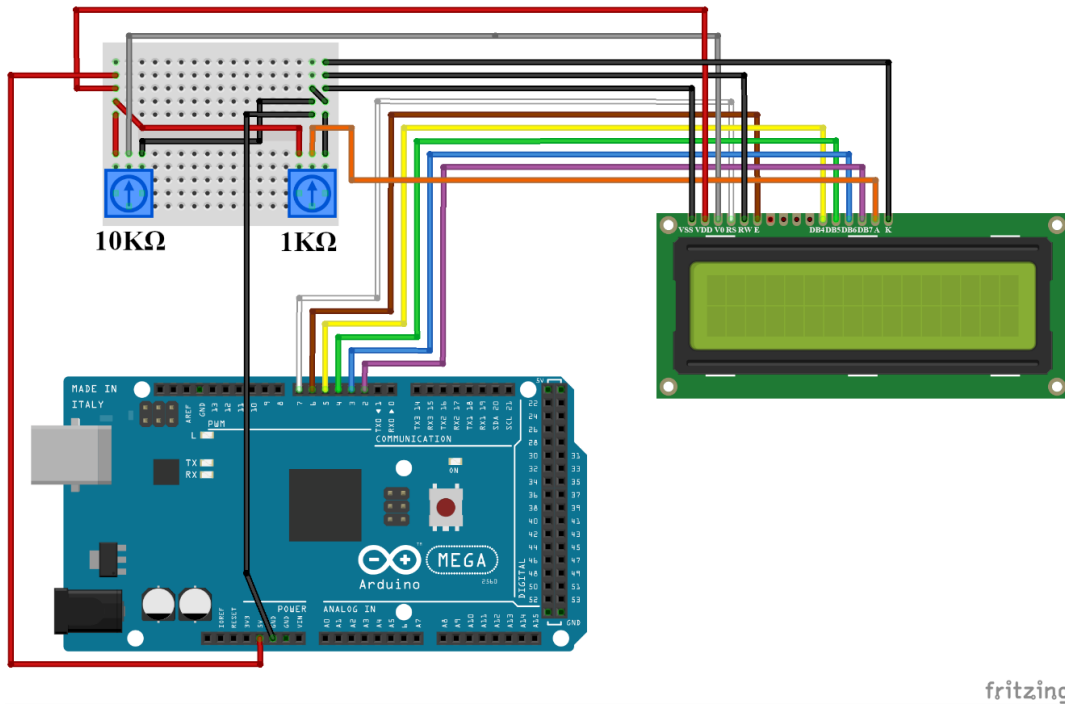
Ύστερα, η ακίδα RS θα συνδεθεί στον ψηφιακό ακροδέκτη 7 του Arduino. Η ακίδα R/W, που αφορά για τον αν θέλουμε να γράψουμε κάτι στην οθόνη ή να διαβάσουμε κάτι από αυτήν, θα συνδεθεί στο ράστερ στην πρώτη στήλη όπου είναι και οι άλλες συνδέσεις των γειώσεων και από εκεί υπάρχει καλώδιο που θα συνδέεται στην γείωση (GND) του Arduino. Ο λόγος για τον οποίο η ακίδα R/W γειώνεται, είναι διότι εμείς θέλουμε μόνο να γράφουμε στην οθόνη και όχι να διαβάσουμε κάτι από αυτήν. Μετά, η ακίδα E θα συνδεθεί στον ψηφιακό ακροδέκτη 6 του Arduino.

Για την αποστολή εντολών ή δεδομένων στην οθόνη θα χρησιμοποιηθεί η λειτουργία 4 bit, για το λόγο ότι χρησιμοποιούνται μόνο 4 ακίδες και οι υπόλοιπες θα παραμείνουν αδρανείς. Αυτές οι 4 ακίδες είναι οι DB4 έως DB7. Η DB4 θα συνδεθεί στον ψηφιακό ακροδέκτη 5 του Arduino, η DB5 στον ψηφιακό ακροδέκτη 4, η DB6 στον ψηφιακό ακροδέκτη 3 και η DB7 στον ψηφιακό ακροδέκτη 2 του Arduino.

Τέλος, έμειναν οι ακίδες A και K που χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό της οθόνης. Θα χρησιμοποιηθεί ένα ποτενσιόμετρο 1KΩ (Ισχύς 0.5W), έτσι ώστε να δώσουμε την δυνατότητα ελέγχου ρύθμισης του φωτισμού της οθόνης. Οπότε, αφού πρώτα τοποθετηθεί στο ράστερ, από τον κεντρικό ακροδέκτη του ποτενσιόμετρου με ένα καλώδιο θα συνδεθεί στην ακίδα A της οθόνης. Ο αριστερός ακροδέκτης του ποτενσιόμετρου θα συνδεθεί στην στήλη όπου είναι και οι άλλες συνδέσεις των θετικών άκρων τροφοδοσίας και από εκεί υπάρχει καλώδιο που συνδέεται στα 5V του Arduino. Τέλος, ο δεξιός ακροδέκτης του ποτενσιόμετρου θα συνδεθεί στην πρώτη στήλη όπου βρίσκονται οι συνδέσεις των γειώσεων και από εκεί με ένα ήδη υπάρχον καλώδιο συνδέεται στον ακροδέκτη γείωσης (GND) του Arduino.

Πίνακας 3.1 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΟΘΟΝΗΣ ΜΕ ARDUINO

Ακίδες LCD Οθόνης 16x2	Ακροδέκτες Arduino Mega 2560
VSS	Στη γείωση (GND) του Arduino
VDD	Στα 5V του Arduino
V0	Κεντρικό ακροδέκτη ποτενσιόμετρου 10KΩ
RS	Ψηφιακό Ακροδέκτη 7
R/W	Στη γείωση (GND) του Arduino
E	Ψηφιακό Ακροδέκτη 6
DB0	ΑΣΥΝΔΕΤΟ
DB1	ΑΣΥΝΔΕΤΟ
DB2	ΑΣΥΝΔΕΤΟ
DB3	ΑΣΥΝΔΕΤΟ
DB4	Ψηφιακό Ακροδέκτη 5
DB5	Ψηφιακό Ακροδέκτη 4
DB6	Ψηφιακό Ακροδέκτη 3
DB7	Ψηφιακό Ακροδέκτη 2
A (LED +)	Κεντρικό ακροδέκτη ποτενσιόμετρου 1KΩ
K (LED -)	Στη γείωση (GND) του Arduino



Σχήμα 3.5 Συνδεσμολογία LCD Οθόνης με το Arduino Mega 2560

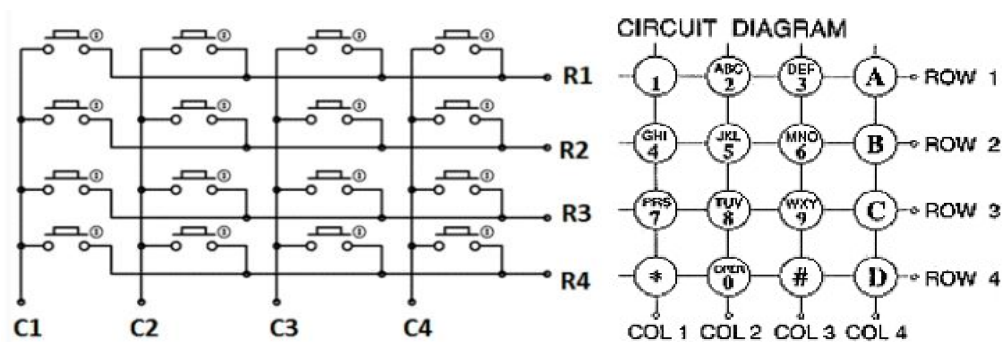
3.3.2 Πληκτρολόγιο

Για την εισαγωγή ή την επιλογή των στοιχείων του εισιτηρίου, θα χρησιμοποιηθεί ένα πληκτρολόγιο 16 πλήκτρων, διατεταγμένα σε πλέγμα (matrix) 4x4.



Σχήμα 3.6 Πληκτρολόγιο matrix 4x4

Αυτό το πληκτρολόγιο αποτελείται από 16 διακόπτες (πλήκτρα), οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους ανά 4 σε τέτοια διάταξη έτσι ώστε, να σχηματίζουν με το ένα άκρο των διακοπών 4 σειρές (Row) και με το άλλο άκρο τους 4 στήλες (Col) [116].



Σχήμα 3.7 (από αριστερά) 16 διακόπτες διατεταγμένοι σε μήτρα 4x4, Διάγραμμα κυκλώματος πληκτρολογίου

3.3.2.1 Λειτουργία Πληκτρολογίου Matrix 4x4

Το πληκτρολόγιο αυτό ελέγχεται με την τεχνική τακτικής σάρωσης (polling). Στην τεχνική αυτή, ο μικροελεγκτής (ATmega2560) στέλνει λογικό '0' (LOW) σε κάθε στήλη (C1 έως C4) και σαρώνει και ανιχνεύει για λογικό '0' (LOW), τις γραμμές (ROW 1 έως ROW 4) που είναι η επιστροφή των δεδομένων στον μικροελεγκτή. Επομένως, οι στήλες ορίζονται μέσω προγράμματος ως έξοδοι του μικροελεγκτή και οι γραμμές ως είσοδοι [117 – 118].

Εάν δεν πατηθεί κανένα πλήκτρο τότε όλες οι γραμμές είναι σε λογικό '1' (HIGH) μέσω των εσωτερικών αντιστάσεων έλξης (pull up) που υπάρχουν στον μικροελεγκτή ATmega 2560, όπως είχαμε αναφέρει στην υποενότητα 2.6.3.

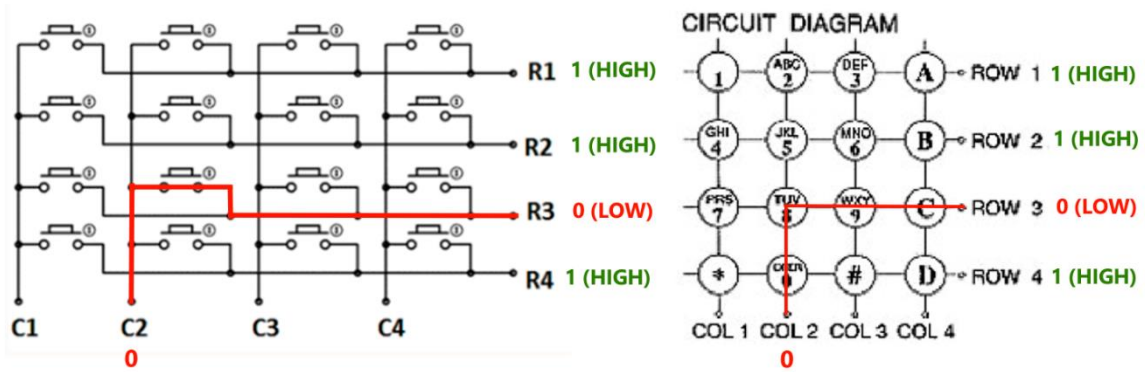
Όταν πατηθεί κάποιο πλήκτρο, τότε η στήλη που είναι σε λογικό '0' (LOW) μέσω του πλήκτρου που πατήθηκε, συνδέεται με την γραμμή, από την οποία ο μικροελεγκτής διαβάζει το λογικό '0' (LOW) με αποτέλεσμα να αναγνωριστεί το πλήκτρο που πατήθηκε.

Για να κατανοήσουμε καλύτερα την λειτουργία του πληκτρολογίου θα θέσουμε ένα παράδειγμα. Αρχικά, γνωρίζουμε ότι όλες οι γραμμές είναι σε λογικό '1' (HIGH) μέσω των εσωτερικών αντιστάσεων έλξης (pull up), ώσπου να πατηθεί ένα πλήκτρο. Έστω ότι το πλήκτρο που πατήθηκε είναι το νούμερο 8.

Ο μικροελεγκτής στέλνει λογικό '0' (LOW) στην πρώτη στήλη (C1) και σαρώνει μία μία τις γραμμές και ανιχνεύει για λογικό '0' (LOW). Στην συγκεκριμένη περίπτωση καμία από τις γραμμές που σάρωσε ο μικροελεγκτής δεν διάβασε λογικό '0' (LOW), με αποτέλεσμα οι γραμμές να παραμείνουν σε λογικό '1' (HIGH).

Στην συνέχεια, στέλνει λογικό '0' (LOW) στην δεύτερη στήλη (C2) και κατά την σάρωση της τρίτης γραμμής (R3) ανιχνεύεται το λογικό '0'. Έτσι η δεύτερη στήλη (C2) συνδέεται με την τρίτη γραμμή (R3) μέσω του πλήκτρου – διακόπτη που πατήθηκε, με αποτέλεσμα ο μικροελεγκτής να διαβάσει από αυτή την γραμμή το λογικό '0' (LOW) και να αναγνωριστεί ο αριθμός του πατημένου πλήκτρου.

Για την λειτουργία του πληκτρολογίου θα χρησιμοποιηθεί στον κώδικα η βιβλιοθήκη <Keypad.h>, που θα κάνει όλη αυτή την διαδικασία για εμάς.



Σχήμα 3.8 Το πάτημα πλήκτρου (νούμερο 8) που συνδέει την στήλη C2 με την γραμμή R3

3.3.2.2 Ακίδες Πληκτρολογίου Matrix 4x4

Στο πληκτρολόγιο οι ακίδες στηλών (COL) είναι οι πρώτες 4 από αριστερά, ενώ οι ακίδες γραμμών (ROW) είναι οι υπόλοιπες 4.



Δ Ι Α Τ Α Ξ Η Ε Ξ Ο Δ Ω Ν	
ΑΚΙΔΑ ΕΞΟΔΟΥ ΑΡ.	ΣΥΜΒΟΛΟ
1	COL 1
2	COL 2
3	COL 3
4	COL 4
5	ROW 1
6	ROW 2
7	ROW 3
8	ROW 4

Σχήμα 3.9 Ακίδες πληκτρολογίου Matrix 4x4

3.3.2.3 Συνδεσμολογία Πληκτρολογίου με το Arduino

Προτού να ξεκινήσουμε τις συνδέσεις, θα συγκολλήσουμε στις ακίδες του πληκτρολογίου 8 κεφαλίδες καρφίτσες μονής σειράς για την εύκολη σύνδεση του με το Arduino.



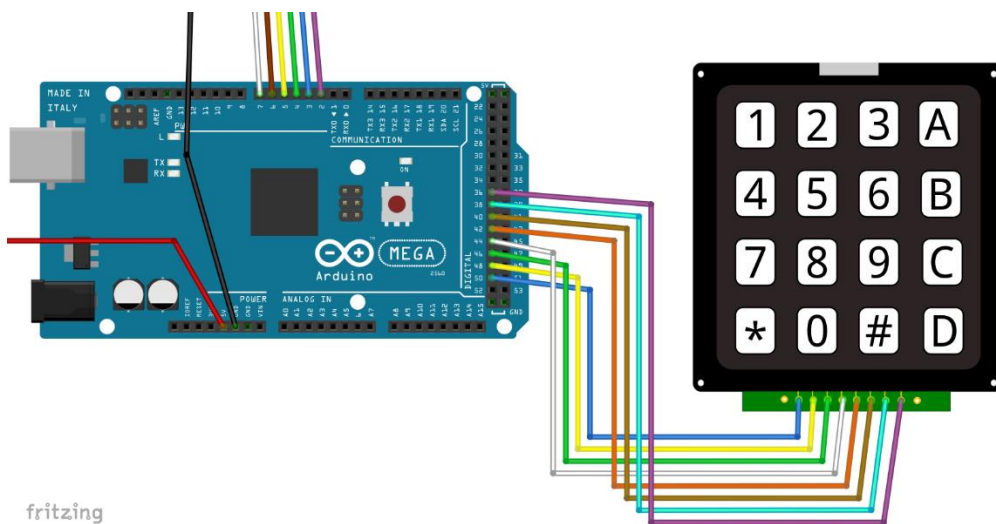
Σχήμα 3.10 Συγκόλληση κεφαλίδας καρφιτσών στις ακίδες του πληκτρολογίου

Για την σύνδεση των ακίδων του πληκτρολογίου με το Arduino, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε όποιους 8 ψηφιακούς ακροδέκτες του Arduino Mega 2560 θέλουμε, διότι όλοι οι ψηφιακοί ακροδέκτες είναι συνδεδεμένοι με αντιστάσεις έλξης (pull up).

Στην δική μας περίπτωση, θα χρησιμοποιηθούν οι ακροδέκτες 50, 48, 46, 44, 42, 40, 38 και 36 διότι ταίριαξε καλύτερα στην παρούσα κατασκευή.

Πίνακας 3.2 ΣΥΝΔΕΞΕΙΣ ΠΛΗΚΤΡΟΛΟΓΙΟΥ ΜΕ ARDUINO

Ακίδες Πληκτρολόγιο Matrix 4x4	Ακροδέκτες Arduino Mega 2560
COL 1	Ψηφιακό Ακροδέκτη 50
COL 2	Ψηφιακό Ακροδέκτη 48
COL 3	Ψηφιακό Ακροδέκτη 46
COL 4	Ψηφιακό Ακροδέκτη 44
ROW 1	Ψηφιακό Ακροδέκτη 42
ROW 2	Ψηφιακό Ακροδέκτη 40
ROW 3	Ψηφιακό Ακροδέκτη 38
ROW 4	Ψηφιακό Ακροδέκτη 36



Σχήμα 3.11 Συνδεσμολογία Πληκτρολογίου με το Arduino

3.3.3 RTC

Για την παροχή ακριβής ώρα και ημερομηνία στο Arduino, όπου μετέπειτα μέσω κώδικα θα απεικονίζεται στην LCD οθόνη και στο εισιτήριο που θα εκτυπώνεται, θα χρησιμοποιηθεί το ολοκληρωμένο κύκλωμα DS1302 RTC (Real Time Clock – Ρολόι Πραγματικού Χρόνου).



Σχήμα 3.12 DS1302 RTC (Ρολόι Πραγματικού Χρόνου)

Η παροχή ώρας και ημερομηνίας μπορεί να γίνει και από το ίδιο το Arduino με την συνάρτηση millis(), η οποία μπορεί να παρακολουθήσει μόνο το χρόνο από την τελευταία στιγμή που τροφοδοτήθηκε το Arduino. Για την ακρίβεια, όταν γίνεται επανεκκίνηση ή απενεργοποίηση της τροφοδοσίας του Arduino και έπειτα ξανά ενεργοποίηση, τότε ο χρονοδιακόπτης του Arduino τίθεται ξανά στο 0. Αυτό έχει ως

αποτέλεσμα, να μην μπορεί το Arduino να γνωρίζει ποια είναι η ακριβής ώρα ή ημερομηνία [119]. Για το λόγο αυτό, προτιμήθηκε να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή ένα ρολόι πραγματικού χρόνου (Real Time Clock, RTC), το DS1302.

Στην ουσία, το DS1302 πρόκειται για ένα ρολόι το οποίο παρακολουθεί τον πραγματικό χρόνο και παρέχει πληροφόρηση για ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα, ημέρα, μήνα και έτος. Στο τέλος του κάθε μήνα, η ημερομηνία αλλάζει αυτόματα για μήνες με λιγότερες από 31 ημέρες καθώς επίσης παρέχει την δυνατότητα διόρθωσης για το δίσεκτο έτος. Επιπροσθέτως, το DS1302 μπορεί να λειτουργήσει είτε με την 24ωρη είτε με την 12ωρη διαμόρφωση με την ένδειξη AM/PM.

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι, ότι μπορεί μέσω μιας εφεδρικής μπαταρίας να διατηρήσει την ώρα και ημερομηνία ακόμη και όταν διακοπεί η κύρια τροφοδοσία του. Όταν η κύρια πηγή τάσης τροφοδοσίας (VCC2) είναι μεγαλύτερη από την τάση της μπαταρίας (VCC1), δηλαδή μεγαλύτερη από VCC1+0,2V τότε η κύρια πηγή τάσης τροφοδοσίας (VCC2) θα τροφοδοτεί το DS1302. Ενώ, όταν η κύρια πηγή τάσης τροφοδοσίας (VCC2) είναι μικρότερη από την τάση της μπαταρίας (VCC1), το DS1302 θα τροφοδοτείται από την μπαταρία.

Η διασύνδεση του DS1302 με τον μικροελεγκτή ATmega 2560 του Arduino γίνεται με την χρήση σύγχρονης σειριακής επικοινωνίας 3 ακίδων. Τα δεδομένα μπορούν να μεταφέρονται προς και από το ρολόι DS1302, ένα byte κάθε φορά ή μια ριπή το πολύ 31 bytes [120 – 121].

3.3.3.1 Περιγραφή Ακίδων DS1302 RTC

- **VCC (VCC2).** Τάση τροφοδοσίας του ολοκληρωμένου κυκλώματος DS1302. Το εύρος τάσης λειτουργίας του DS1302 είναι από 2V έως 5.5V.
- **GND.** Γείωση.
- **CLK.** Ακίδα ρολογιού (CLOCK). Χρησιμοποιείται για το συγχρονισμό της μεταφοράς δεδομένων μεταξύ του DS1302 και του μικροελεγκτή.
- **DAT.** Ακίδα δεδομένων (DATA). Η ακίδα DAT μπορεί να λειτουργήσει ως ακίδα εισόδου και εξόδου. Χρησιμοποιείται ως ακίδα εξόδου για να στείλει πληροφορίες στον μικροελεγκτή και ως ακίδα εισόδου για να λάβει πληροφορίες από τον μικροελεγκτή.
- **RST.** Ακίδα επαναφοράς (RESET). Η ακίδα RST γνωστή και ως CE (Chip Enable – Ενεργοποίηση τσιπ) χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση του DS1302 όπου επιτρέπει την μεταφορά των δεδομένων. Γι' αυτό, η ακίδα RST ή CE πρέπει να τίθεται σε λογικό '1' (HIGH) κατά την διάρκεια της εγγραφής ή ανάγνωσης δεδομένων [120 – 121].

3.3.3.2 Συνδεσμολογία DS1302 RTC με το Arduino

Αρχικά, η ακίδα VCC (VCC2) θα συνδεθεί στο ράστερ στην στήλη όπου είναι οι συνδέσεις των θετικών άκρων της τροφοδοσίας και από εκεί με ένα καλώδιο που υπάρχει θα συνδεθεί στα 5V του Arduino. Η ακίδα GND του DS1302 θα συνδεθεί στην στήλη όπου είναι οι συνδέσεις των γειώσεων και από εκεί με ένα καλώδιο που υπάρχει θα συνδεθεί στον ακροδέκτη GND του Arduino.

Στην συνέχεια για τις υπόλοιπες τρεις ακίδες του DS1302, οι οποίες συμβάλουν στην διαδικασία της μεταφοράς δεδομένων από και προς το DS1302, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οποιοδήποτε ψηφιακοί ακροδέκτες του Arduino. Στην δική μας περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν οι ψηφιακοί ακροδέκτες 22, 24, 26 επειδή ταίριαζε πιο καλά στη συγκεκριμένη κατασκευή.

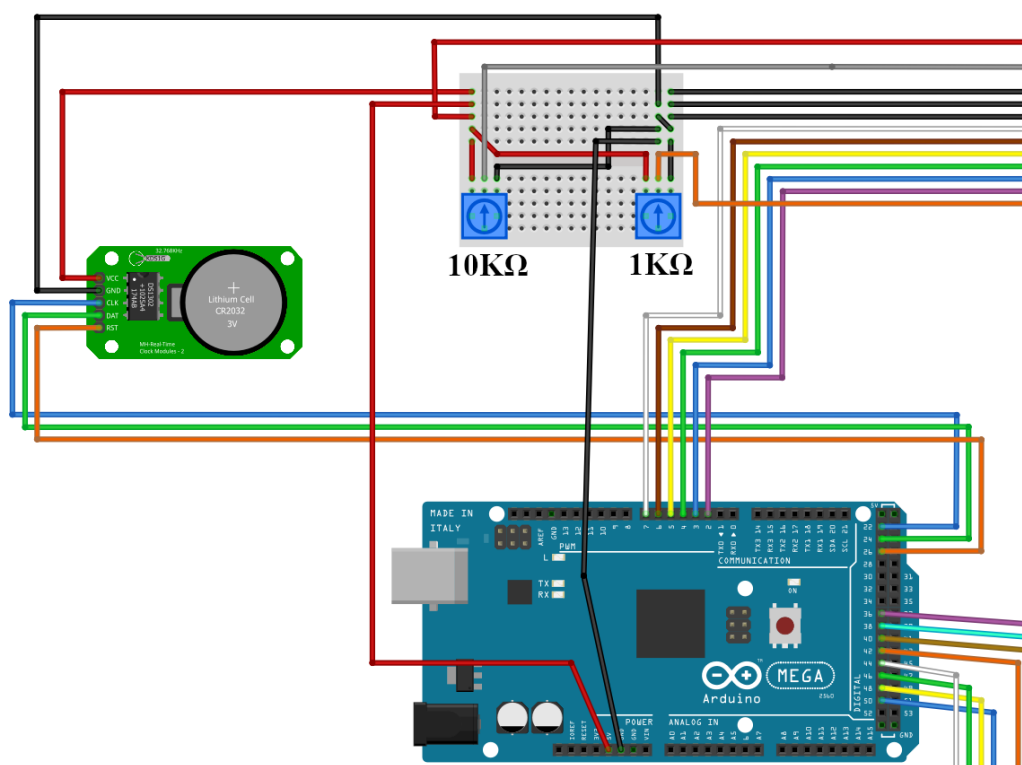
Τέλος, χρησιμοποιήθηκε μια μπαταρία λιθίου (CR2032) τάσης 3V τύπου coin cell ως εφεδρική μπαταρία για το DS1302.



Σχήμα 3.13 Μπαταρία Λιθίου (CR2032) 3V τύπου coin cell

Πίνακας 3.3 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ DS1302 ΜΕ ARDUINO

Ακίδες DS1302 RTC	Ακροδέκτες Arduino Mega 2560
VCC (VCC2)	Στα 5V του Arduino
GND	Στη γείωση GND Arduino
CLK	Ψηφιακό Ακροδέκτη 22
DAT	Ψηφιακό Ακροδέκτη 24
RST	Ψηφιακό Ακροδέκτη 26



Σχήμα 3.14 Συνδεσμολογία DS1302 RTC με το Arduino Mega 2560

3.3.4 Εκτυπωτής

Για την εκτύπωση του εισιτηρίου, θα χρησιμοποιηθεί ένας θερμικός εκτυπωτής λόγω της ευχρηστίας του καθώς και την ταχύτητα που κατέχει από την συνηθισμένη εκτύπωση. Έτσι, επιλέχθηκε για την κατασκευή της παρούσας εργασίας, ο θερμικός εκτυπωτής της εταιρίας Adafruit Industries. Η αγορά του εκτυπωτή έγινε από το ελληνικό κατάστημα GRobotronics, όπως και οι υπόλοιπες προαναφερθέντες συσκευές και εξαρτήματα εκτός του DS1302 RTC και της μπαταρίας λιθίου (CR2032) 3V τύπου coin cell.

Παρόλο που η εταιρία Adafruit διαθέτει τον θερμικό εκτυπωτή σε 3 μεγέθη (Mini, Tiny και Nano) με μικρές διαφορές μεταξύ τους όσον αφορά την λειτουργία τους, στο κατάστημα GRobotronics υπήρχαν διαθέσιμα μόνο τα 2 μεγέθη, το μίνι (Mini) και ο μικροσκοπικός (Tiny). Ανάμεσα σε αυτά τα δύο μεγέθη επιλέχθηκε το πιο μικρότερο σε μέγεθος δηλαδή ο μικροσκοπικός (Tiny) θερμικός εκτυπωτής.



Σχήμα 3.15 Μικροσκοπικός θερμικός εκτυπωτής

3.3.4.1 Βασικά Στοιχεία και Λειτουργία του Θερμικού Εκτυπωτή

Ένας θερμικός εκτυπωτής περιλαμβάνει τα εξής βασικά στοιχεία :

- **Θερμική κεφαλή εκτύπωσης.** Η κεφαλή εκτύπωσης περιλαμβάνει μια σειρά από μικροσκοπικά θερμικά στοιχεία τοποθετημένα σε σειρές. Όταν αυτά τα θερμικά στοιχεία θερμαίνονται και έρχονται σε επαφή με το θερμικό χαρτί μπορούν να σχηματίσουν το απαιτούμενο κείμενο ή εικόνα, δηλαδή εν ολίγοις παράγεται η εκτύπωση [122 – 123].
- **Κύλινδρος εκτυπωτή.** Πρόκειται για έναν κύλινδρο κατασκευασμένο από καουτσούκ που κινεί ευθεία το θερμικό χαρτί εκτύπωσης [124].
- **Ελατήριο.** Αυτό το εξάρτημα ασκεί πίεση στην θερμική κεφαλή εκτύπωσης για να εξασφαλίσει την επαφή μεταξύ της θερμικής κεφαλής και του θερμικού χαρτιού εκτύπωσης, με αποτέλεσμα η θερμότητα να μεταφερθεί αποτελεσματικά [125].

Βέβαια, εκτός από αυτά στοιχεία περιλαμβάνει και το αναλώσιμο θερμικό ρολό χαρτί εκτύπωσης. Πρόκειται για ένα χημικά επεξεργασμένο ειδικό χαρτί που είναι επικαλυμμένο με μια ειδική ουσία σχεδιασμένη να αλλάζει χρώμα (κυρίως μαύρο) όταν εκτίθεται σε συγκεκριμένη θερμότητα [126].

Τέλος, ο θερμικός εκτυπωτής περιέχει και την πλακέτα ελέγχου, η οποία είναι υπεύθυνη για την λειτουργία των βασικών στοιχείων που έχουμε αναφέρει προηγουμένως [127].

Πριν ξεκινήσουμε την εκτύπωση, θα πρέπει πρώτα να τοποθετηθεί το θερμικό ρολό χαρτί μέσα στον θερμικό εκτυπωτή και η άκρη του θερμικού χαρτιού να είναι μεταξύ της θερμικής κεφαλής και του κυλίνδρου εκτύπωσης.

Για την εκτύπωση, ο μικροελεγκτής του Arduino Mega 2560, μέσω σειριακής επικοινωνίας, αποστέλλει πληροφορίες στην πλακέτα ελέγχου του θερμικού εκτυπωτή. Έπειτα, με βάση αυτές τις πληροφορίες, η πλακέτα ελέγχου στέλνει ηλεκτρικό ρεύμα στα μικροσκοπικά θερμικά στοιχεία, με αποτέλεσμα να θερμαίνεται η κεφαλή εκτύπωσης [123], [125].

Καθώς θερμαίνεται η κεφαλή εκτύπωσης, ο κύλινδρος του εκτυπωτή μετακινεί το θερμικό χαρτί κάτω από την κεφαλή της εκτύπωσης. Όταν η κεφαλή εκτύπωσης φτάσει στην κατάλληλη θερμοκρασία, το ελατήριο πιέζει την κεφαλή εκτύπωσης πάνω στο θερμικό χαρτί μεταφέροντας την θερμότητα στα κατάλληλα σημεία του θερμικού χαρτιού, με αποτέλεσμα να παραχθεί η επιθυμητή εκτύπωση.

3.3.4.2 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα Θερμικού εκτυπωτή

Λόγω του ότι, οι θερμικοί εκτυπωτές δεν έχουν πολλά μηχανικά μέρη, είναι πολύ γρήγοροι και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Επίσης, είναι οικονομικοί διότι δεν απαιτούν μελάνι, τόνερ ή κορδέλες αλλά θερμικό ρολό χαρτί που είναι πιο φθινό σε σχέση με τα προηγούμενα. Επιπλέον, είναι εύκολο στην χρήση καθώς δεν απαιτούν κάποια εξειδίκευση. Επιπροσθέτως, οι θερμικοί εκτυπωτές καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο, πράγμα που σημαίνει ότι είναι ιδανικοί για την χρήση τους σε φορητές κατασκευές [123].

Βέβαια, εκτός από πλεονεκτήματα διαθέτουν και ορισμένα μειονεκτήματα, λ.χ. το εκτυπωμένο εισιτήριο ή ετικέτα έχει μικρή διάρκεια ζωής καθώς ξεθωιάζει με την πάροδο του χρόνου [125]. Τέλος, ο χρόνος ζωής της θερμικής κεφαλής μειώνεται με την κάθε εκτύπωση, λόγω της απευθείας επαφής με το θερμικό χαρτί και λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που απαιτείται για την εκτύπωση [128].

3.3.4.3 Εφαρμογές θερμικού εκτυπωτή

Οι θερμικοί εκτυπωτές χρησιμοποιούνται σε διάφορες εφαρμογές που συναντάμε στην καθημερινότητα μας, όπως για παράδειγμα στις ταμειακές μηχανές καταστημάτων για την εκτύπωση αποδείξεων είσπραξης, στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς για την εκτύπωση εισιτηρίων λεωφορείων, τρένων. Επίσης, στα καταστήματα λιανικής για την εκτύπωση ετικετών προϊόντων και σε διάφορες άλλες εφαρμογές. Γενικά, χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου η αντοχή του εισιτηρίου ή ετικέτας δεν αποτελεί πρόβλημα [129 – 130].

3.3.4.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Θερμικού Εκτυπωτή

Στην συνέχεια θα δούμε κάποια βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του μικροσκοπικού (Tiny) θερμικού εκτυπωτή που παρέχονται από την κατασκευάστρια εταιρία Adafruit Industries.

Πίνακας 3.4 Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μικροσκοπικού (Tiny) Θερμικού Εκτυπωτή [131]

Πλάτος ρολού θερμικού χαρτιού	58mm
Διάμετρος ρολού χαρτιού	≤ 30mm
Μήκος ρολού χαρτιού	10m
Τάση Ισχύος	5 - 9 Volt
Υποδοχές	TTL Serial ή USB
Ταχύτητα εκτύπωσης	25 – 70 mm/s
Ανάλυση (Resolution)	8 κουκίδες (dots)/mm, 384 κουκκίδες/γραμμή (dots/line)
Υποστήριξη Barcode	EAN13, EAN8, Code39, Code93, Code128, ITF, Codebar, UPC-A, UPC-E, QRCode, PDF417
Διαστάσεις Εκτυπωτή (W x L x H, Πλάτος x Μήκος x Ύψος)	58mm x 82mm x 44,3mm

Αρχικά, το θερμικό ρολό χαρτιού που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να έχει πλάτος 58mm (5.8cm) και διάμετρος ≤30mm (3cm), έτσι ώστε να μπορεί να χωρέσει μέσα στον θερμικό εκτυπωτή.

Ο εκτυπωτής αυτός διαθέτει 3 υποδοχές : μια υποδοχή 2 ακίδων για την τροφοδοσία του εκτυπωτή, μια υποδοχή 5 ακίδων για σειριακή επικοινωνία TTL και μια θύρα USB [132].

Για την λειτουργία του θερμικού εκτυπωτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια πηγή τάσης από 5 έως 9 Volt αλλά το ρεύμα που θα παρέχεται στον εκτυπωτή πρέπει να είναι τουλάχιστον 2A. Η εταιρεία αναφέρει,

πως το υψηλό ρεύμα μπορεί να κάνει πιο γρήγορη και πιο σκούρα εκτύπωση καθώς και με ελαφρώς υψηλή τάση μπορεί να επιτευχθεί αυτό, μέχρι ένα σημείο. Επίσης, τονίζει πως η τάση στον εκτυπωτή δεν πρέπει να υπερβεί τα 9V διότι θα υποστεί μόνιμη βλάβη.

Για την διασύνδεση του εκτυπωτή με τον μικροελεγκτή του Arduino Mega 2560, χρησιμοποιείται η υποδοχή 5 ακίδων για σειριακή επικοινωνία TTL.

3.3.4.5 Περιγραφή Ακίδων για σειριακή επικοινωνία TTL

- **NC.** Μη Συνδεδεμένο (Not Connected). Η ακίδα NC δεν συνδέεται με τίποτα στον εκτυπωτή.
- **TX.** Ακίδα μετάδοσης δεδομένων (Transmit transfer). Η ακίδα Tx χρησιμοποιείται για την μετάδοση δεδομένων από τον εκτυπωτή προς τον μικροελεγκτή.
- **RX.** Ακίδα λήψης δεδομένων (Receive transfer). Η ακίδα Rx του εκτυπωτή χρησιμοποιείται για την λήψη δεδομένων από τον μικροελεγκτή.
- **DTR.** Ακίδα έτοιμο τερματικό δεδομένων (Data Terminal Ready). Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της μετάδοσης δεδομένων στον εκτυπωτή [133].
- **GND.** Γείωση (Ground).

3.3.4.6 Συνδεσμολογία Θερμικού εκτυπωτή με το Arduino

Για την σειριακή επικοινωνία TTL (5V) του Arduino με τον θερμικό εκτυπωτή μπορούν να χρησιμοποιηθούν οποιοσδήποτε από τις 4 σειριακές θύρες που υπάρχουν στην πλακέτα Arduino (βλ. υποενότητα 2.6.3). Στην δική μας περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν οι ακροδέκτες 14 (TX) και 15 (RX). Η ακίδα TX του εκτυπωτή θα συνδεθεί στον ακροδέκτη 15 (RX) του Arduino και η ακίδα RX του εκτυπωτή στον ακροδέκτη 14 (TX) του Arduino. Έπειτα, η ακίδα GND του εκτυπωτή θα συνδεθεί στον ακροδέκτη GND του Arduino. Τέλος, οι ακίδες NC και DTR του εκτυπωτή θα παραμείνουν ασύνδετες.

Πίνακας 3.5 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΚΤΥΠΩΤΗ ΜΕ ARDUINO

Ακίδες Tiny Θερμικού Εκτυπωτή	Ακροδέκτες Arduino Mega 2560
NC	ΑΣΥΝΔΕΤΟ
TX	Ψηφιακό Ακροδέκτη 15
RX	Ψηφιακό Ακροδέκτη 14
DTR	ΑΣΥΝΔΕΤΟ
GND	Στην γείωση GND του Arduino

3.4 Τροφοδοσία

Ακολουθως, όσον αφορά για την τροφοδοσία όλης της κατασκευής θα χρησιμοποιηθεί μπαταρία διότι πρόκειται για φορητή κατασκευή και θα είναι επαναφορτιζόμενη καθώς συμφέρει πιο πολύ από το να αγοράζουμε συνεχώς μη επαναφορτιζόμενες μπαταρίες. Πιο συγκεκριμένα, θα χρησιμοποιηθεί επαναφορτιζόμενη μπαταρία ιόντων λιθίου (Li-Ion) καθώς αυτές μπορούν να παράγουν υψηλές τάσεις (3.2V έως 3.7V) και να παρέχουν περισσότερο ρεύμα δηλαδή έχουν μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα σε σχέση με τα άλλα είδη επαναφορτιζόμενων μπαταριών, νικέλιο-κάδμιο (Nickel-Cadmium, Nicad) και υδρίδιο νικελίου-μετάλλου (Nickel-Metal Hydride, NiMh) [134 – 135].

Οπότε, όσον αφορά για την τροφοδοσία του θερμικού εκτυπωτή αλλά και γενικά την τροφοδοσία όλης της κατασκευής θα χρησιμοποιηθούν σε σειρά, 2 επαναφορτιζόμενες μπαταρίες XTAR 18650 (18mm διάμετρος μπαταρίας, 65mm μήκος μπαταρίας) Li-Ion (Ιόντων λιθίου). Η κάθε μια έχει ονομαστική

τάση 3.6V και χωρητικότητα 3300mAh. Με βάση τον κατασκευαστή (XTAR), η πλήρης φόρτιση τάση της μπαταρίας είναι στα 4.2V και η τάση τέλους εκφόρτισης είναι στα 2.5V [136].



Σχήμα 3.16 Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες Li-Ion XTAR 18650

Οι μπαταρίες θα συνδεθούν με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε ο θετικός πόλος (+) της πρώτης μπαταρίας να συνδέεται με τον αρνητικό πόλο (-) της δεύτερης μπαταρίας. Για την διευκόλυνση της σύνδεσης των μπαταριών θα χρησιμοποιηθεί μια μπαταριοθήκη. Όπως, γνωρίζουμε όταν δυο ή περισσότερες πηγές τάσεις είναι σε σειρά κατά αυτόν τον προαναφερόμενο τρόπο, οι τάσεις προστίθενται ενώ το ρεύμα παραμένει ίδιο διότι οι πηγές τάσεις είναι σε σειρά. Άρα, στην συγκεκριμένη περίπτωση η συνολική τάση, όταν οι μπαταρίες έχουν την ονομαστική τάση 3.6V, θα είναι :

$$3.6V + 3.6V = 7.2V$$

Ενώ όταν οι μπαταρίες είναι πλήρως φορτισμένες, η συνολική τάση θα είναι :

$$4.2V + 4.2V = 8.4V$$

Επομένως, η τάση (μέση τάση 7.2V, πλήρεις 8.4V) και η χωρητικότητα (3300mAh ή 3.3Ah) αυτών των μπαταριών σε σειρά, ικανοποιούν τις προϋποθέσεις λειτουργίας του θερμικού εκτυπωτή (όπου απαιτεί εύρος τάσης λειτουργίας από 5 έως 9V και ρεύμα τουλάχιστον 2A) και του Arduino Mega 2560 (όπου απαιτεί εύρος τάσης λειτουργίας από 7 έως 12V).

Ύστερα, για να δώσουμε την δυνατότητα ενεργοποίησης και απενεργοποίησης της τροφοδοσίας της κατασκευής, θα χρησιμοποιηθεί ένας διακόπτης τύπου Rocker Switch ON-OFF SPST 6A/250VAC.



Σχήμα 3.17 Διακόπτης τύπου Rocker Switch ON-OFF SPST

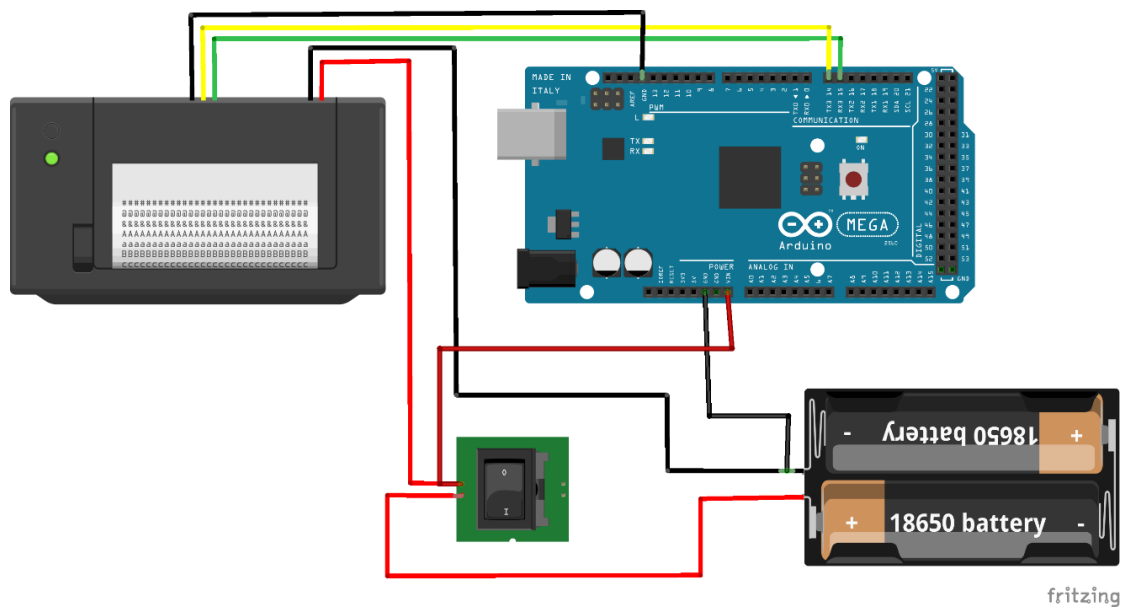
Στην συνέχεια, για την τροφοδοσία της πλακέτας Arduino Mega 2560 θα χρησιμοποιηθούν οι ακροδέκτες τροφοδοσίας Vin και GND. Βέβαια, οι υπόλοιπες συσκευές της κατασκευής εκτός του θερμικού εκτυπωτή θα τροφοδοτούνται από την πλακέτα Arduino.

3.4.1 Συνδεσμολογία Θερμικού εκτυπωτή και Arduino με τις μπαταρίες

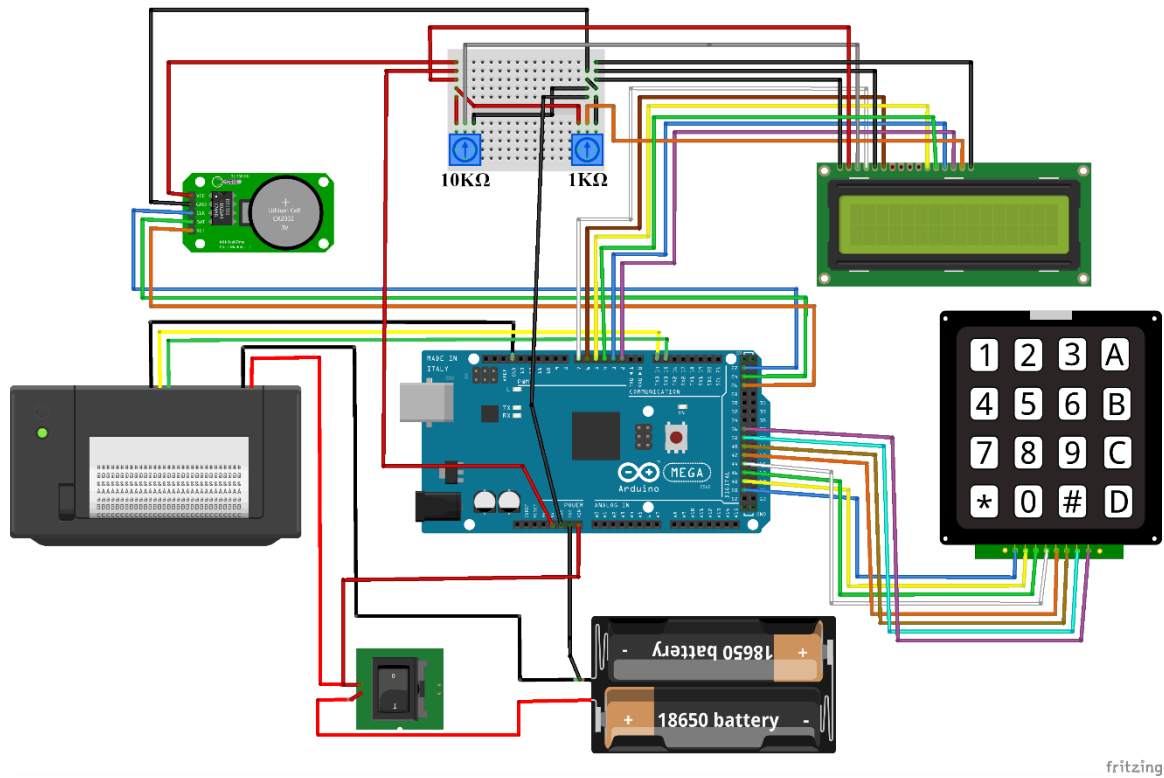
Επομένως, η ακίδα GND του εκτυπωτή μαζί με τον ακροδέκτη GND του Arduino θα συνδεθούν στον αρνητικό πόλο (-) της πρώτης μπαταρίας. Μετά, ο θετικός πόλος (+) της δεύτερης μπαταρίας θα συνδεθεί στο ένα άκρο του διακόπτη και στο άλλο άκρο θα συνδεθούν οι ακροδέκτες Vin του εκτυπωτή και του Arduino.

Πίνακας 3.6 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΕΚΤΥΠΩΤΗ ΚΑΙ ARDUINO ΜΕ ΤΙΣ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ

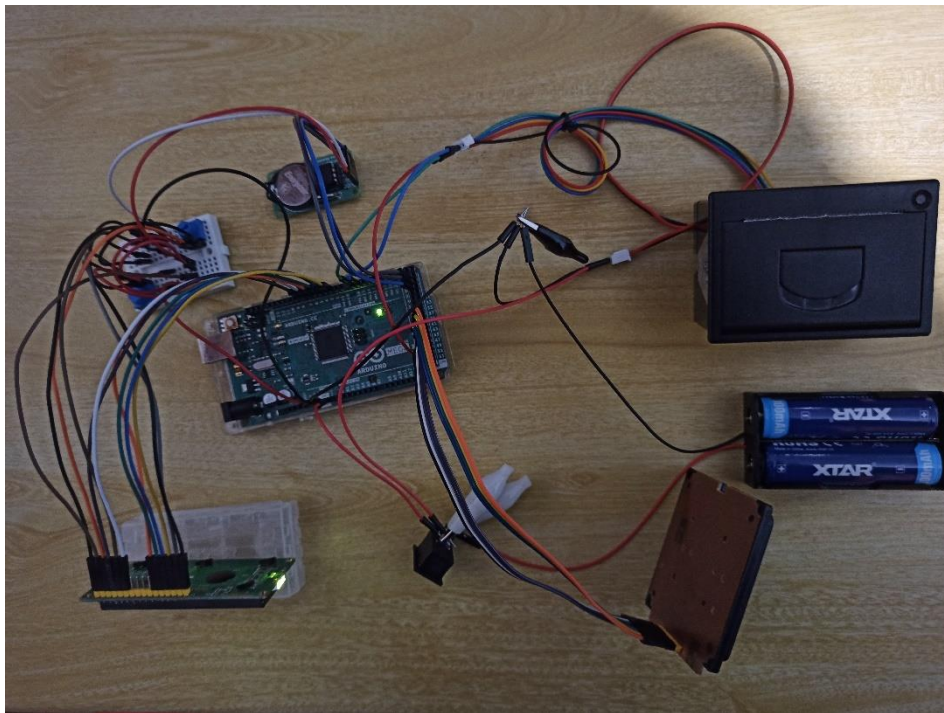
Ακίδες Tiny Θερμικού Εκτυπωτή	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ
VIN	Στο 2 ^ο άκρο του διακόπτη
GND	Αρνητικό πόλο (-) της μπαταρίας
Ακροδέκτες Arduino Mega 2560	ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ
VIN	Στο 2 ^ο άκρο του διακόπτη
GND	Αρνητικό πόλο (-) της μπαταρίας



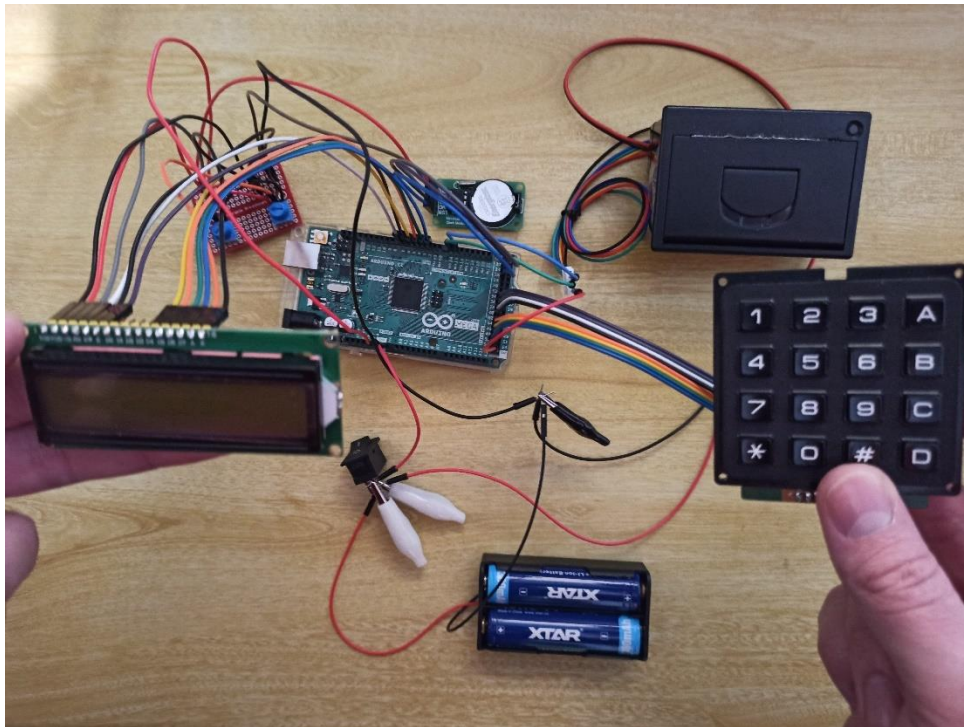
Σχήμα 3.18 Συνδέσεις Θερμικού εκτυπωτή και Arduino με τις μπαταρίες



Σχήμα 3.19 Εικονικό κύκλωμα κατασκευής



Σχήμα 3.20 Πρόχειρο πραγματικό κύκλωμα κατασκευής

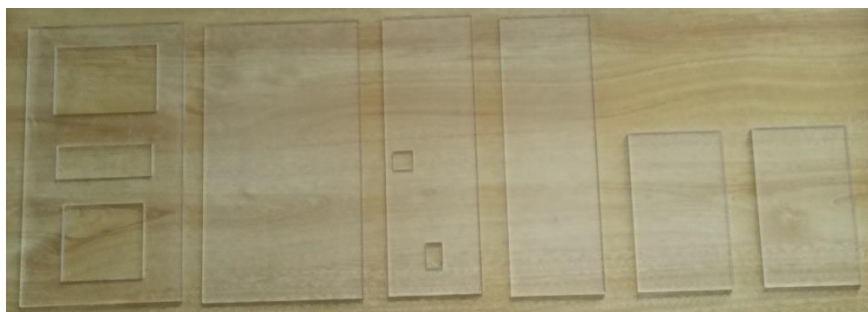


Σχήμα 3.21 Πραγματικό κύκλωμα κατασκευής σε σχεδόν επίσημη μορφή

3.5 Κατασκευή κουτί αποθήκευσης

Εφόσον, τελειώσαμε με το κύκλωμα της κατασκευής και είμαστε σίγουροι ότι δεν υπάρχει κάποια άλλη αλλαγή που χρειάζεται να γίνει, θα κατασκευαστεί το κουτί στο οποίο θα αποθηκευτεί αυτό το κύκλωμα δίνοντας του έτσι, το χαρακτηριστικό της φορητής συσκευής.

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για το κουτί αποθήκευσης της κατασκευής θα είναι από plexiglass. Έπειτα, για να καταλήξουμε στο ποιες θα είναι οι διαστάσεις του κουτιού αποθήκευσης, θα μετρηθούν όλες οι διαστάσεις των εξαρτημάτων της κατασκευής. Ύστερα, θα κοπούν κομμάτια από το plexiglass με τις τελικές διαστάσεις του κουτιού (παρέχονται στο Παράρτημα Α).



Σχήμα 3.22 Τα μέρη από το κουτί αποθήκευσης

Στην συνέχεια, θα χρησιμοποιηθεί πρώτα σούπερ κόλλα (super glue), για να ενωθούν αυτά τα κομμάτια μεταξύ τους και να σχηματιστεί το κουτί.



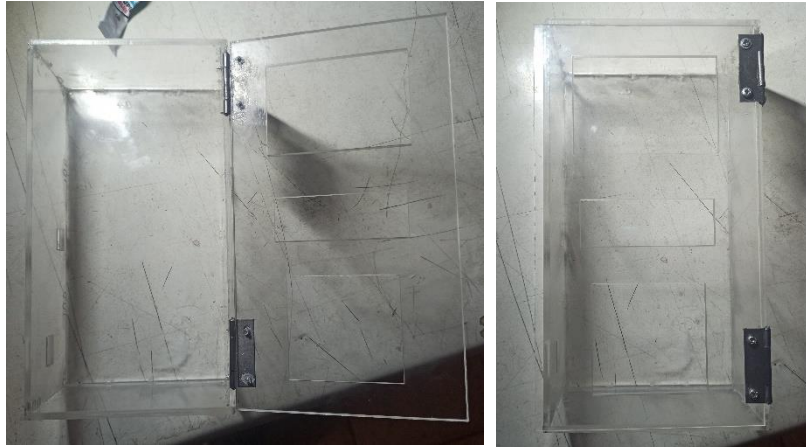
Σχήμα 3.23 Σχηματισμός κουτιού με εφαρμογή σούπερ κόλλας

Έπειτα, με το πλαστικό πιστόλι συγκόλλησης θα συγκολλήσουμε κάμποσα σιδεράκια στα σημεία που έχει εφαρμοστεί η σούπερ κόλλα έτσι ώστε, να είναι στιβαρή η σύνδεση των κομματιών του κουτιού αποθήκευσης. Μετά, με ένα κόφτη θα κοπούν τα σιδεράκια που προεξέχουν και με ένα άλλο εργαλείο θα λειάνουμε το κουτί αποθήκευσης στα σημεία που χρειάζονται.



Σχήμα 3.24 (από πάνω αριστερά) Πλαστικό πιστόλι συγκόλλησης, Συγκόλληση σιδεράκια στο κουτί αποθήκευσης, Τελικό αποτέλεσμα

Μέχρι στιγμής, έχουν αξιοποιηθεί όλα τα μέρη από το κουτί αποθήκευσης εκτός από το πάνω μέρος. Για το επάνω μέρος θα χρησιμοποιηθούν δυο μεντεσέδες δεξιά στο πλάι, για να δώσουμε την δυνατότητα να μπορεί να ανοίγει και να κλείνει το κουτί.



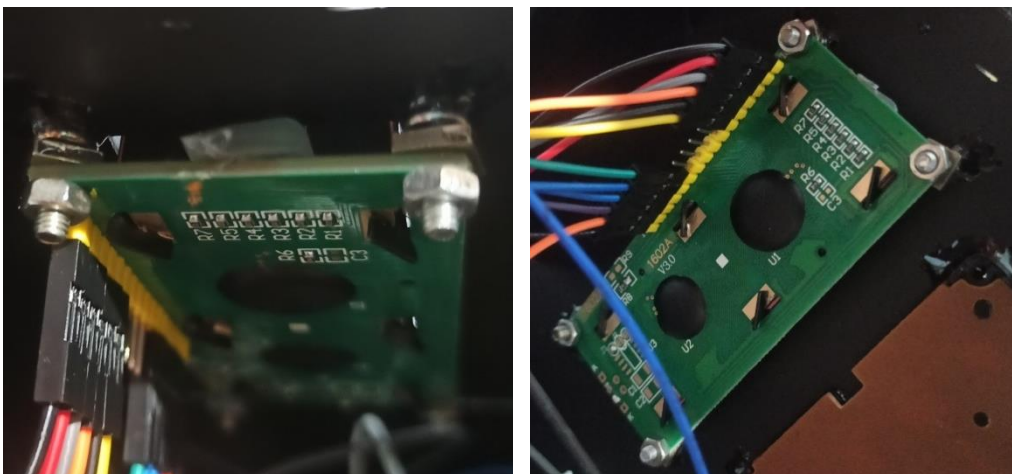
Σχήμα 3.25 Προσθήκη 2 μεντεσέδων στο κουτί για το άνοιγμα και το κλείσιμο

Ακολούθως, για το «κλείδωμα» του κουτιού αποθήκευσης θα κολληθεί ένα αυτοκόλλητο σκρατσ, στο επάνω αριστερά μέρος στην μέση του κουτιού. Μετά, με ένα μαύρο χρώμα σπρέι θα βαφεί το εσωτερικό μέρος του κουτιού.



Σχήμα 3.26 Βαφή με μαύρο χρώμα σπρέι το εσωτερικό του κουτιού

Τέλος, για την τοποθέτηση των εξαρτημάτων του κυκλώματος μέσα στο κουτί, τοποθετήθηκαν βίδες σε κάθε εξάρτημα που έχει οπές όπως το μίνι ράστερ, RTC DS1302, LCD Οθόνη, Arduino Mega 2560. Από την κάτω μεριά των βιδών τοποθετήθηκαν παξιμάδια, τα οποία σφίξαμε. Έπειτα, εφαρμόστηκε εποξική κόλλα Pattex Power Epoxy στο πάνω μέρος της κάθε βίδας του κάθε εξαρτήματος και γρήγορα τοποθετήθηκε το εξάρτημα στο κατάλληλο σημείο του κουτιού.

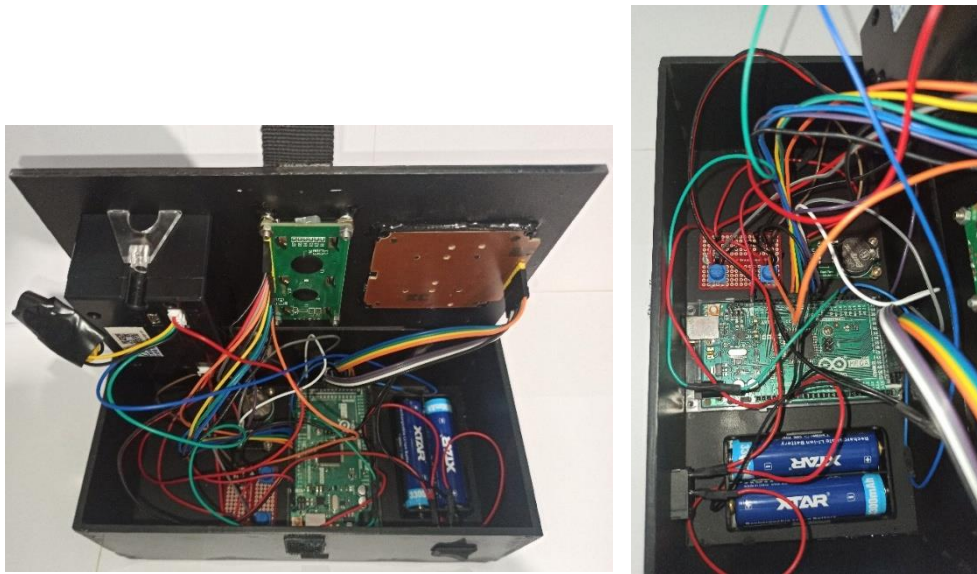


Σχήμα 3.27 (από αριστερά) Εφαρμογή εποξικής κόλλας στο πάνω μέρος της κάθε βίδα της LCD Οθόνη, Τοποθέτηση της LCD Οθόνη στο κατάλληλο σημείο του κουτιού

Το τελικό αποτέλεσμα της κατασκευής, το οποίο έχει βάρος 0.82 kg, φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Σχήμα 3.28 (από αριστερά και μετά από πάνω προς τα κάτω) Φορητή συσκευή έκδοσης εισιτηρίων, Δεξιά μεριά κατασκευής, Αριστερά μεριά κατασκευής



Σχήμα 3.29 Το εσωτερικό της κατασκευής

3.6 Επίλογος

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται αναλυτικά, από την σύλληψη της ιδέας, στην σχεδίαση του κυκλώματος της κατασκευής έκδοσης εισιτηρίων (μπλοκ διάγραμμα και έπειτα καταλήγετε στην τελική εικονική μορφή του), την υλοποίηση του με ορισμένα υλικά μέχρι και την δημιουργία ενός κουτιού για την αποθήκευση του.

Κεφάλαιο 4ο: Κώδικας

4.1 Εισαγωγή

Μέχρι στιγμής, η κατασκευή φορητής συσκευής έκδοσης εισιτηρίων είναι σχεδόν τελειωμένη και θα ολοκληρωθεί με τον κώδικα που θα χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή για την έκδοση των εισιτηρίων parking. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή του Arduino Mega 2560, ο έλεγχος αποτελέσματος της κατασκευής και στην συνέχεια τίθεται σε εφαρμογή για την εκτύπωση ενός εισιτηρίου.

4.2 Δημιουργία Κώδικα Κατασκευής

Όσον αφορά για τον κώδικα υπάρχουν πολλοί τρόποι για την διαμόρφωση του, δηλαδή για το τι είδους στοιχεία θα επιλέγονται να εκτυπώνονται στο εισιτήριο ή το πως θα επιλέγονται. Για παράδειγμα αν πρόκειται για εισιτήριο λεωφορείου τα στοιχεία επιλογής θα μπορούσαν να είναι ο αριθμός των μετακινήσεων εντός χρονικού περιθωρίου και το χρηματικό ποσό ή αν πρόκειται για εισιτήριο εστιατορίου να επιλέγονται ως στοιχεία προς εκτύπωση τα φαγητά που επιθυμεί ο πελάτης και ούτω καθεξής.

Για την παρούσα εργασία, το εισιτήριο θα αφορά το parking και ως στοιχεία επιλογής προς εκτύπωση θα είναι το χρονικό διάστημα διαμονής στο parking, ο όροφος του parking και τέλος ο τύπος θέσης που επιθυμεί ο πελάτης (Απλή, VIP, ΑΜΕΑ).

Στην συνέχεια, θα υπάρχει ένα μενού το οποίο θα περιλαμβάνει δύο υπομενού, ένα για την επιλογή των στοιχείων του εισιτηρίου και ένα για την ένδειξη ενός μηνύματος που θα αφορά κάτι σχετικά με την κατασκευή. Κάτι ακόμη που θα υπάρχει είναι μια κατάσταση που θα ενημερώνει τον χρήστη την ώρα και την ημερομηνία. Τέλος, θα μπορούσε να υπάρξει στην αρχή όταν ενεργοποιείται η συσκευή ένα σύστημα ξεκλειδώματος με κωδικό ασφαλείας.

Είναι απαραίτητο στο σημείο αυτό, να επισημανθεί ότι προτού να κατασκευαστεί το κύκλωμα, έγινε πρώτα η έρευνα και μετέπειτα η αγορά των εξαρτημάτων της κατασκευής και στην συνέχεια η δημιουργία του κυκλώματος σε θεωρητική μορφή.

Έπειτα, δημιουργήθηκε ο κώδικας της κατασκευής, με την χρήση του λογισμικού Arduino IDE, το οποίο παρέχεται δωρεάν για λήψη στον διαδικτυακό ιστότοπο <https://www.arduino.cc/en/software>.



Σχήμα 4.1 Λογισμικό Arduino IDE

Βέβαια, πριν αρχίσουμε να γράφουμε τον κώδικα πρέπει να δηλώσουμε τον τύπο Arduino που χρησιμοποιούμε και την θύρα επικοινωνίας στην οποία είναι διασυνδεδεμένη η πλακέτα Arduino. Για να δηλώσουμε τον τύπο Arduino επιλέγουμε από το μενού Εργαλεία (Tools) → Πλακέτα (Board) και στην συνέχεια την πλακέτα Arduino Mega 2560. Αντίστοιχα για την θύρα επικοινωνίας επιλέγουμε από το μενού Εργαλεία (Tools) → Θύρα (Port) και στην συνέχεια την ανάλογη θύρα, όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η θύρα COM5.

4.3 Έλεγχος αποτελέσματος κατασκευής μέσω λογισμικού Proteus 8 Professional

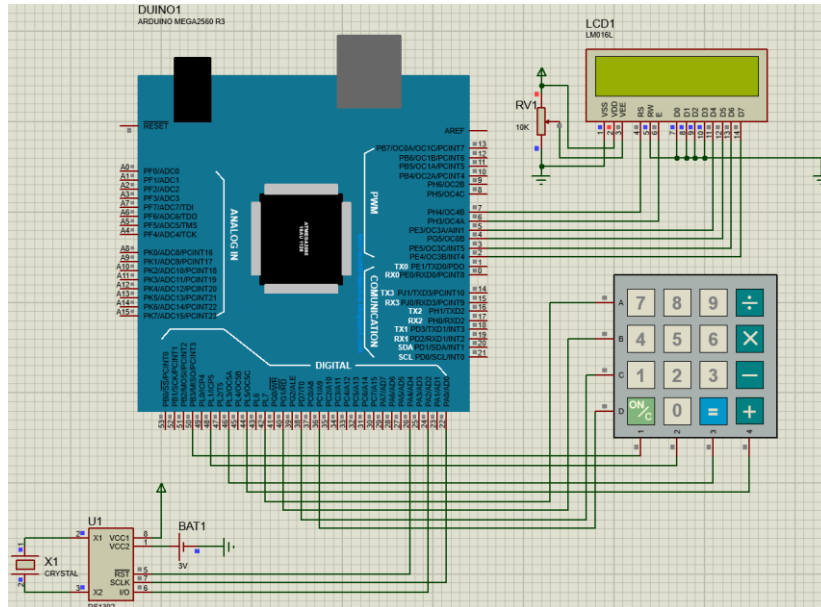
Κατόπιν, αφού κάνουμε επικύρωση του κώδικα για τυχόν προγραμματιστικά λάθη, ελέγχουμε το αποτέλεσμα της κατασκευής με την βοήθεια του λογισμικού Proteus 8 Professional. Αν το αποτέλεσμα δεν είναι επιθυμητό θα κάνουμε τις κατάλληλες διορθώσεις στον κώδικα.

Το Proteus 8 Professional πρόκειται για ένα εργαλείο, το οποίο αναπτύχθηκε από την Labcenter Electronics και χρησιμοποιείται ευρέως στη βιομηχανία ηλεκτρονικών για την σχεδίαση και την προσομοίωση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων [137].

Οπότε, με την βοήθεια του λογισμικού Proteus 8 Professional έγιναν διορθώσεις, όχι στο πως θα αναπαρίστανται τα στοιχεία στο εισιτήριο λόγω της απουσίας του εξαρτήματος θερμικού εκτυπωτή στο λογισμικό αυτό, αλλά στο πως θα μετακινείται ο χρήστης στο μενού, στην αρχική κατάσταση και πως θα μεταβαίνει στο επιθυμητό υπομενού ή πως θα επιλέγει τα επιθυμητά στοιχεία για το εισιτήριο στην LCD οθόνη.

Επιπλέον, έγιναν διορθώσεις στην ένδειξη των μηνυμάτων στην LCD οθόνη, όπως είναι για παράδειγμα, η αρχική κατάσταση όπου φαίνεται η ώρα και ημερομηνία, το αρχικό μενού όπου

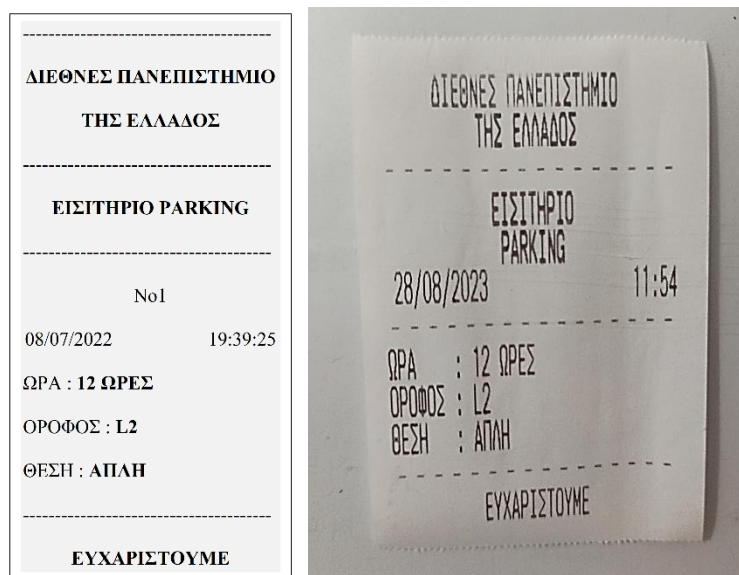
φαίνονται τα δυο υπομενού, το υπομενού «ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ» για την επιλογή των στοιχείων του εισιτηρίου και το υπομενού «ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ» για την ένδειξη ενός μηνύματος.



Σχήμα 4.2 Πρόχειρο κύκλωμα προσομοίωσης της κατασκευής στο λογισμικό Proteus 8 Professional

4.4 Έλεγχος αποτελέσματος εκτυπωμένου εισιτηρίου

Υστερα, αφού κατασκευάστηκε το πραγματικό κύκλωμα στην πρόχειρη μορφή του (Σχήμα 3.20) και συνδέθηκε με το Arduino IDE, έγιναν οι κατάλληλες διορθώσεις στον κώδικα στα σημεία που αφορά για την αναπαράσταση των στοιχείων στο εισιτήριο με βάση το πρότυπο που φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 4.3. Με κάποιες επιπλέον αλλαγές και διορθώσεις η τελική μορφή του εισιτηρίου φαίνεται επίσης στο Σχήμα 4.3.



Σχήμα 4.3 (από αριστερά) Πρότυπο εισιτηρίου, Τελική μορφή εισιτηρίου

4.4.1 Σφάλμα

Παρόλο που ο κώδικας επικυρώθηκε και δεν υπήρξε κάποιο άλλο προγραμματιστικό λάθος, προέκυψε ένα σφάλμα, το οποίο συμβαίνει κάθε φορά μετά την ενεργοποίηση της συσκευής στην πρώτη εκτύπωση του εισιτηρίου. Το σφάλμα είναι, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 4.4, ότι εκτυπώνει στην αρχή του εισιτηρίου τον χαρακτήρα \ddot{y} . Δυστυχώς, μετά από προσπάθειες που έγιναν δεν επιτεύχθηκε η επιδιόρθωση του σφάλματος.



Σχήμα 4.4 Σφάλμα εμφάνισης χαρακτήρα \ddot{y}

4.5 Αυτοκόλλητα για ορισμένα πλήκτρα του πληκτρολογίου 4x4

Είναι απαραίτητο να τονιστεί επίσης, ότι ορισμένα πλήκτρα του πληκτρολογίου για την συγκεκριμένη κατασκευή θα έχουν διαφορετική λειτουργία από αυτή φαίνεται στο πληκτρολόγιο μήτρας 4x4 (βλ. Σχήμα 3.6).

Για παράδειγμα το πλήκτρο # θα λειτουργεί ως δεξί πλήκτρο (\rightarrow), δηλαδή θα μπορεί ο χρήστης πατώντας αυτό το πλήκτρο να μετακινείται προς τα δεξιά. Επίσης, το πλήκτρο * θα λειτουργεί ως αριστερό πλήκτρο (\leftarrow) για την αριστερή μετακίνηση, το πλήκτρο A ως πλήκτρο μενού (MEN.) για την μετάβαση στο μενού. Επιπλέον, το πλήκτρο B ως πλήκτρο ακύρωσης (AKY.) για την ακύρωση της επιλογής ή το σβήσιμο του κωδικού πρόσβασης. Τέλος, το πλήκτρο C ως πλήκτρο επιβεβαίωσης (OK) για την επιβεβαίωση της επιλογής ή του κωδικού πρόσβασης και το πλήκτρο D ως πλήκτρο εκτύπωσης (EKT.) για την εκτύπωση του εισιτηρίου.

Για να επιτευχθεί αυτό, πρώτα μετρήθηκαν οι διαστάσεις των πλήκτρων (μήκος 0.8cm και πλάτος 0.7cm). Έπειτα, κατασκευάστηκαν στον υπολογιστή τα σχέδια για το κάθε ένα πλήκτρο και στην συνέχεια δημιουργήθηκαν τα σχέδια αυτά ως αυτοκόλλητα με τις προαναφερθέντες διαστάσεις.



Σχήμα 4.5 (από αριστερά) Αυτοκόλλητα για συγκεκριμένα πλήκτρα, Εφαρμογή αυτοκόλλητων στα συγκεκριμένα πλήκτρα του πληκτρολογίου 4x4

4.6 Μεταφόρτωση τελικού κώδικα στο Arduino Mega 2560

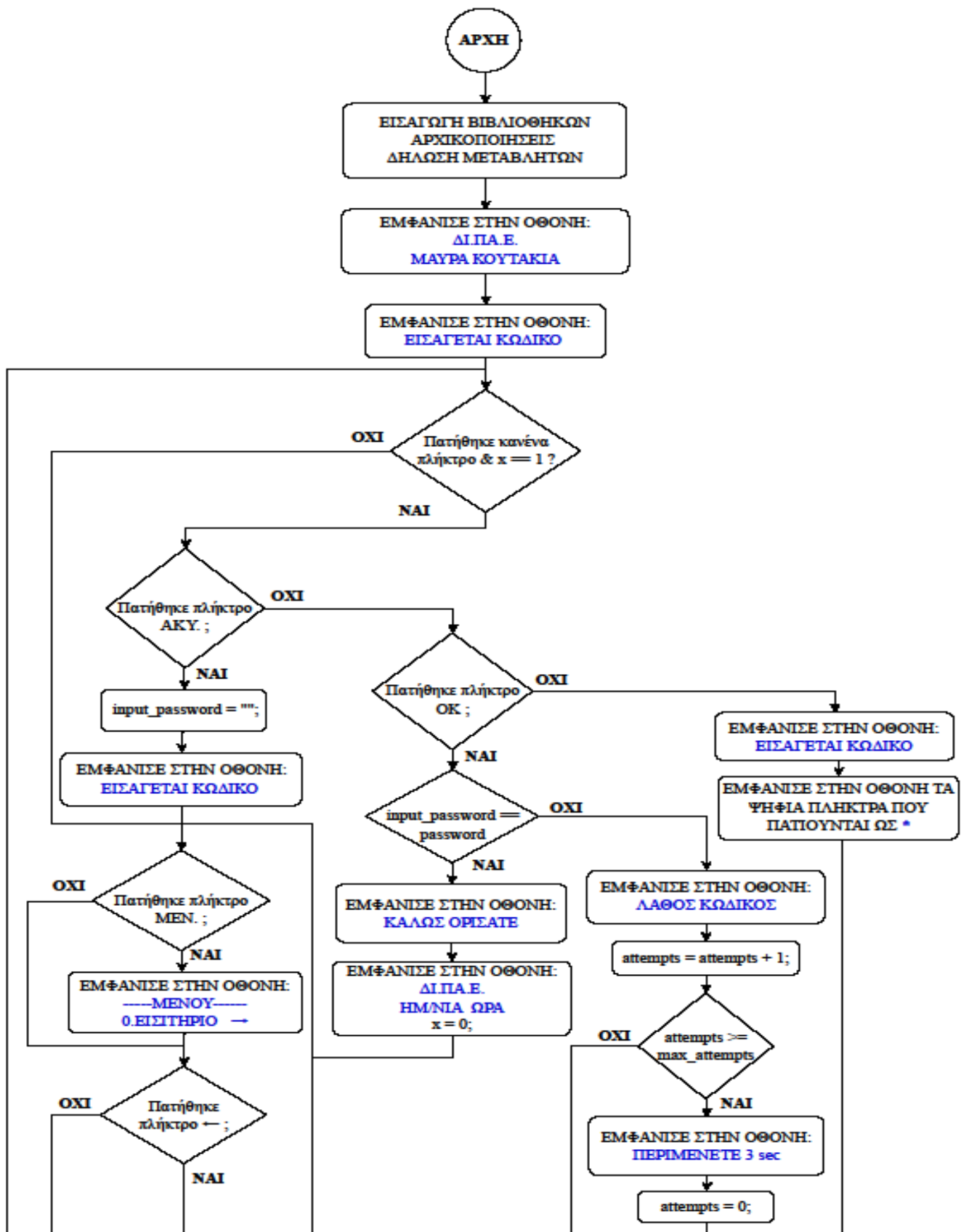
Τέλος, έγιναν οι υπόλοιπες αλλαγές που χρειάστηκαν στο πραγματικό κύκλωμα (Σχήμα 3.20), καταλήγοντας στην τελική μορφή του (Σχήμα 3.21, 3.28, 3.29). Βέβαια, οποιεσδήποτε άλλες αλλαγές ή διορθώσεις που χρειάστηκαν αργότερα στον κώδικα, πραγματοποιήθηκαν με την χρήση του λογισμικού Arduino IDE και του πραγματικού κυκλώματος και όχι του κυκλώματος προσομοίωσης στο λογισμικό Proteus 8 Professional.

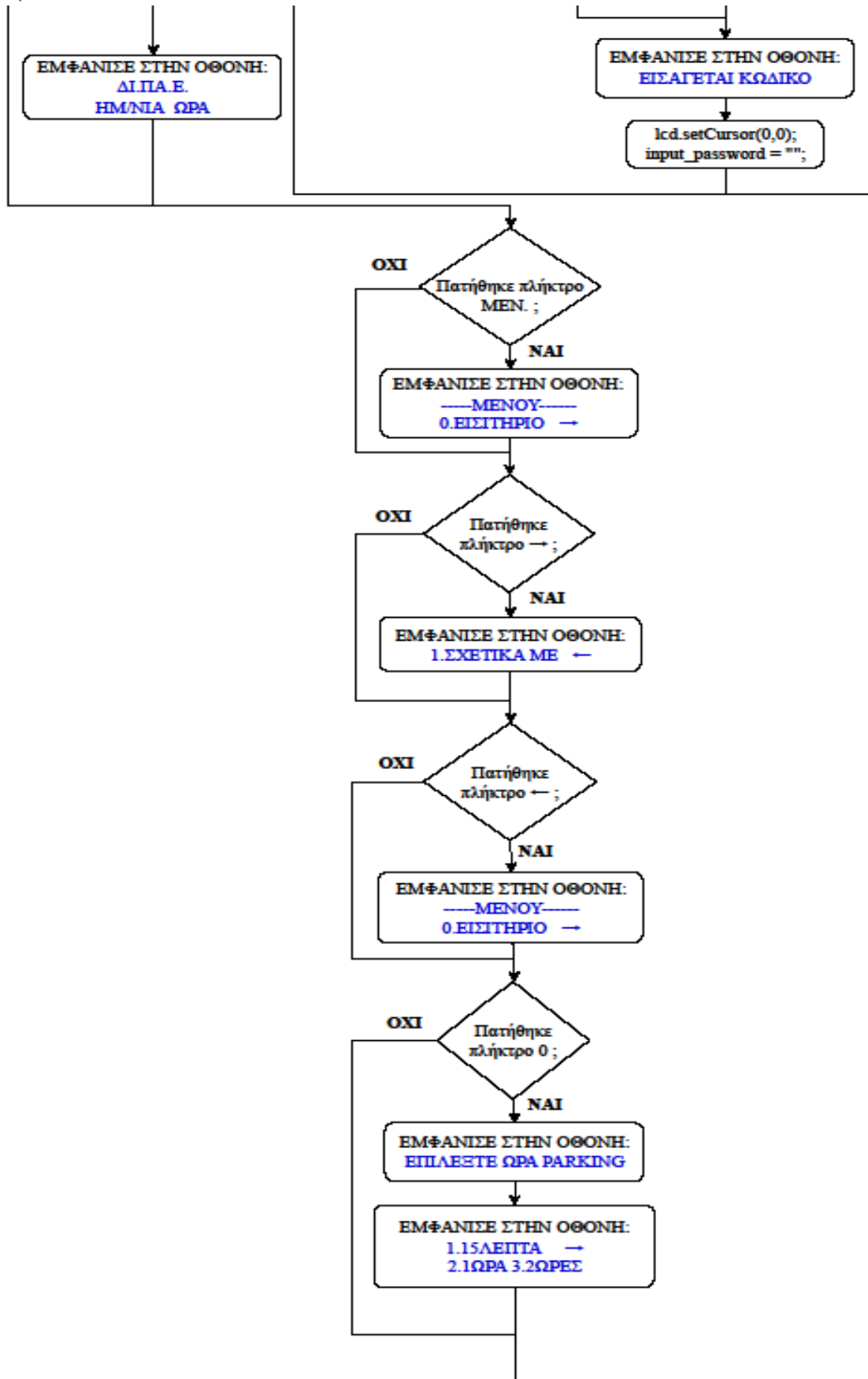


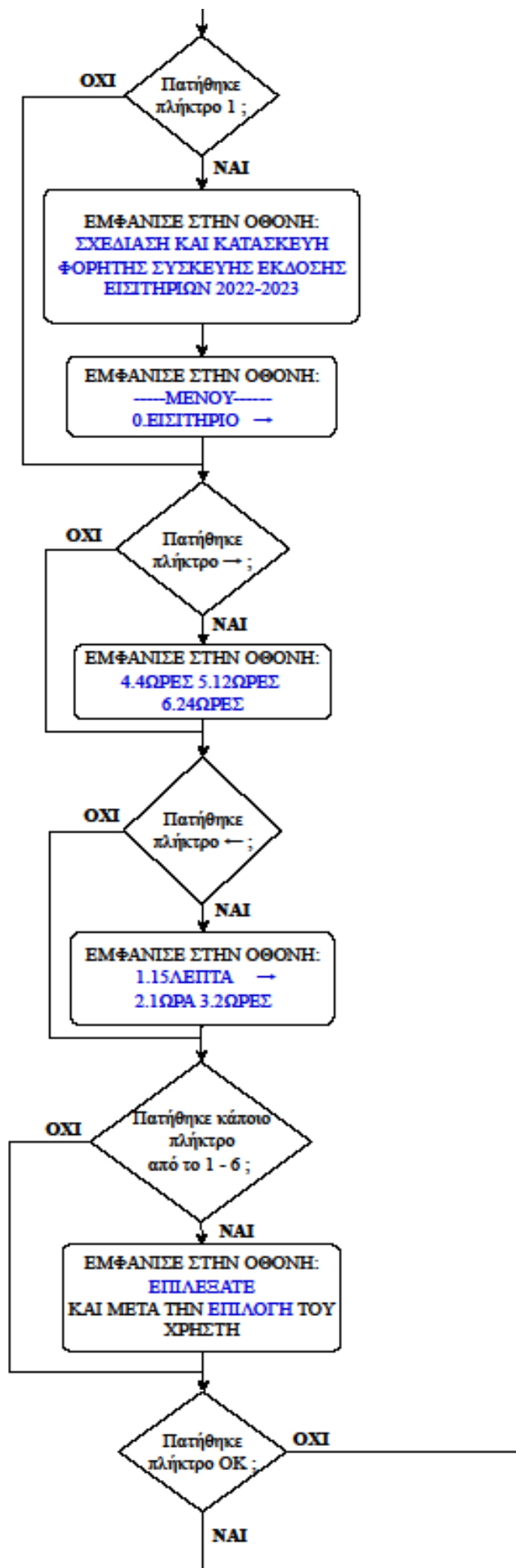
Σχήμα 4.6 Μεταφόρτωση τελικού κώδικα στην φορητή συσκευή έκδοσης εισιτηρίων

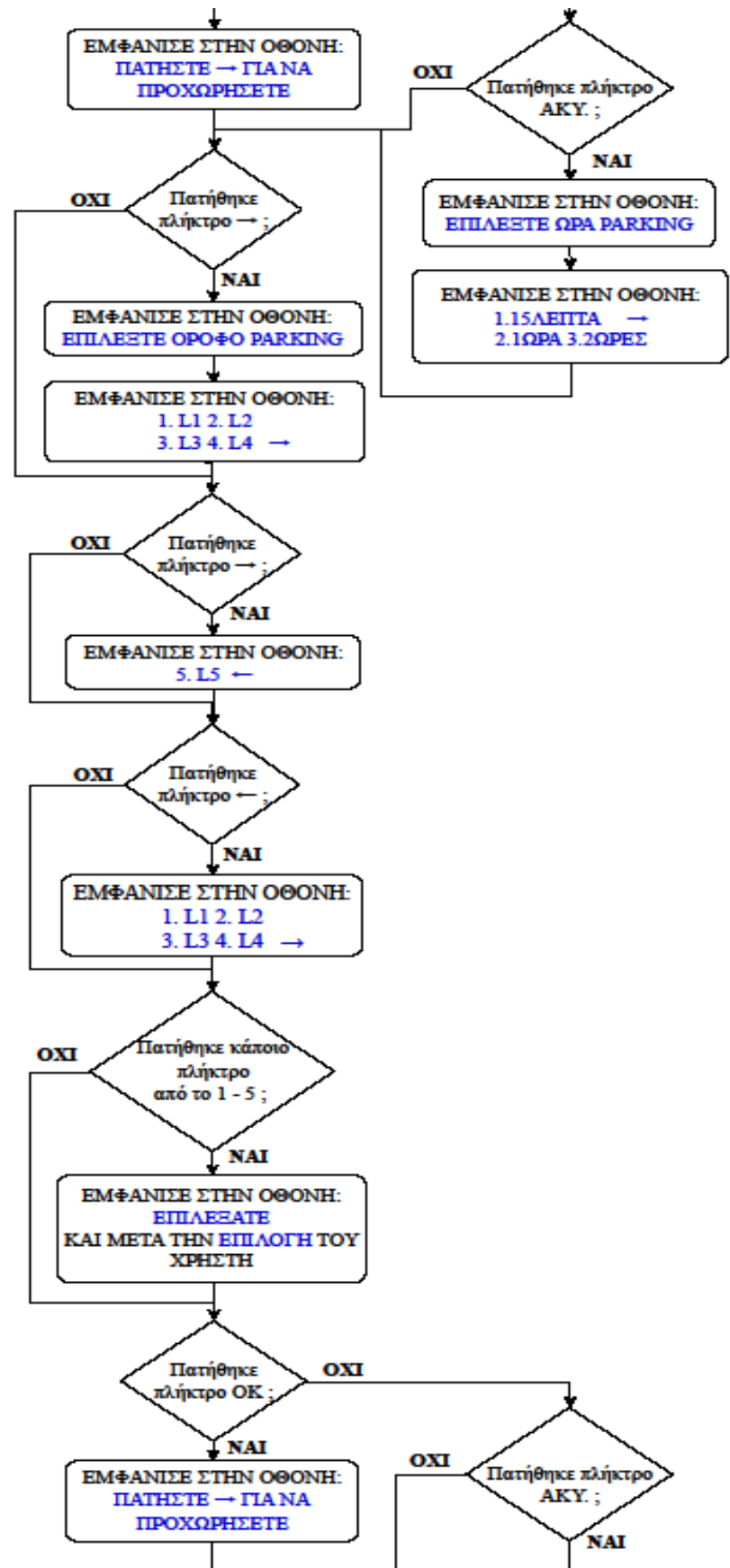
4.7 Διάγραμμα Ροής

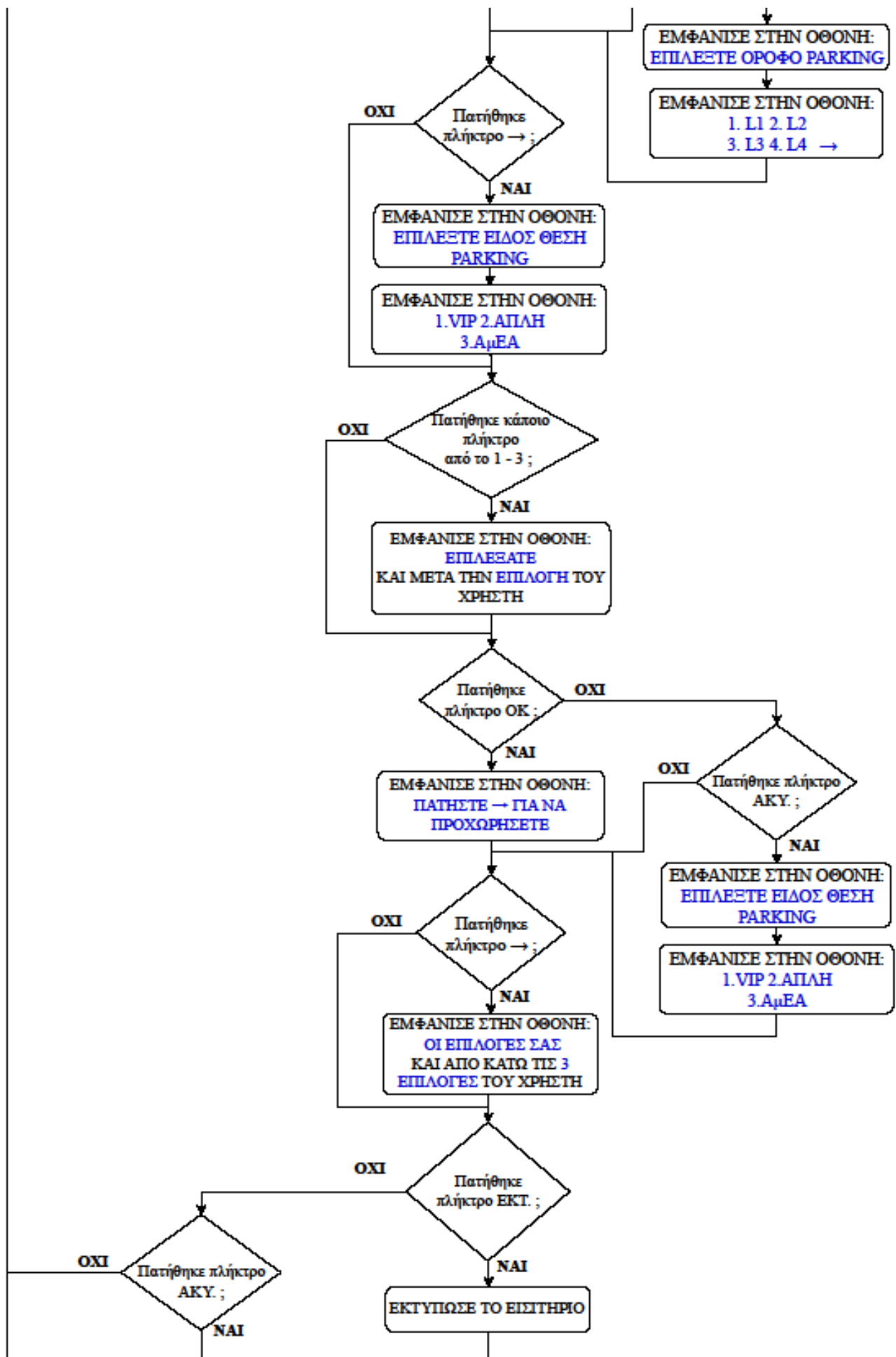
Παρακάτω παρατίθεται στην γενική μορφή του το διάγραμμα ροής του κώδικα ενώ το αναλυτικό διάγραμμα ροής του κώδικα παρέχεται στο Παράρτημα Β.

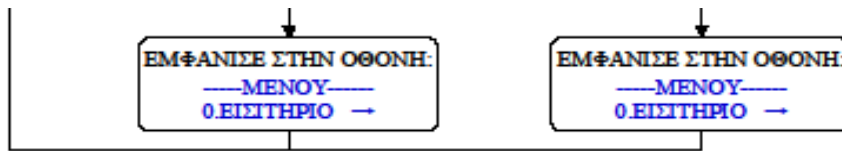












Σχήμα 4.7 Διάγραμμα Ροής Κώδικα κατασκευής

4.7.1 Επεξήγηση της διαδικασίας έκδοσης εισιτηρίου

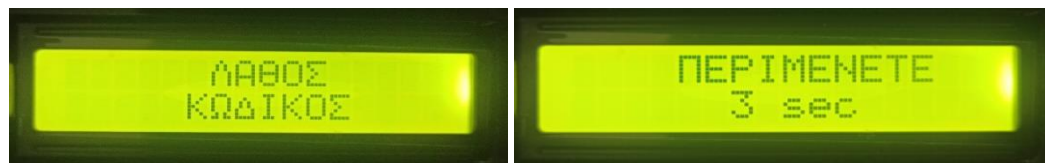
Για την εκκίνηση της διαδικασίας έκδοσης εισιτηρίου, πρέπει πρώτα να ενεργοποιηθεί η φορητή συσκευή. Αφού, ενεργοποιηθεί η συσκευή μέσω του διακόπτη που βρίσκεται στο πλάι αριστερά του μηχανήματος, ενεργοποιείται και η οθόνη στην οποία αρχικά εμφανίζεται το μήνυμα ΔΙ.ΠΑ.Ε. και μια μαύρη μπάρα, η οποία σιγά σιγά γεμίζει.

Μόλις, γεμίσει η μπάρα εμφανίζεται στην οθόνη ένα μήνυμα που λέει στον χρήστη να εισάγει τον κωδικό πρόσβασης, έτσι ώστε να εισέλθει μέσα στην εφαρμογή. Έπειτα, αφού πληκτρολογηθεί ο κωδικός πρόσβασης (21383) και πατηθεί το πλήκτρο OK, ο χρήστης εισέρχεται μέσα στην εφαρμογή. Είναι περιττό να τονίσουμε ότι, σε περίπτωση που πληκτρολογηθεί λάθος κωδικός δίνεται η δυνατότητα διαγραφής του μέσω του πλήκτρου ΑΚΥ., με αποτέλεσμα να μπορεί ο χρήστης να εισάγει ξανά τον κωδικό.



Σχήμα 4.8 (από αριστερά) Οθόνη φόρτωσης, Εισαγωγή κωδικού πρόσβασης

Αν όμως, πληκτρολογηθεί λάθος κωδικός και πατηθεί το πλήκτρο OK, θα εμφανιστεί στην οθόνη «Λάθος Κωδικός» και όταν εισαχθεί 3 φορές λανθασμένος κωδικός εμφανίζεται στην οθόνη ένα κείμενο που λέει στον χρήστη να περιμένει για 3 δευτερόλεπτα, προτού του δοθεί ξανά η δυνατότητα εισαγωγής κωδικού.



Σχήμα 4.9 (από αριστερά) Μήνυμα μετά από εισαγωγή λανθασμένου κωδικού, Μήνυμα μετά από τριπλή ανεπιτυχή προσπάθεια εισαγωγής κωδικού

Στην συνέχεια, αφού μπει ο σωστός κωδικός εμφανίζεται στην οθόνη ένα μήνυμα υποδοχής και μετέπειτα η αρχική κατάσταση, στην οποία ενδείκνυται η λέξη ΔΙ.ΠΑ.Ε., η ημερομηνία και η ώρα.



Σχήμα 4.10 (από αριστερά) Μήνυμα υποδοχής, Αρχική κατάσταση

Έπειτα, για την μετάβαση στο αρχικό μενού πρέπει να πατηθεί το πλήκτρο MEN., όπου στην οθόνη εμφανίζεται μόνο το πρώτο υπομενού «ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ». Για την ένδειξη του δεύτερου υπομενού

«ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ» πρέπει να πατηθεί, όπως φαίνεται και στην οθόνη το πλήκτρο → και μετέπειτα για την επανεμφάνιση του πρώτου υπομενού το πλήκτρο ←.



Σχήμα 4.11 (από αριστερά) 1^η σελίδα του αρχικού Μενού, 2^η σελίδα του αρχικού Μενού

Για την μετάβαση σε ένα από τα δυο υπομενού πρέπει να πατηθεί το ανάλογο ψηφίο, το οποίο φαίνεται στην οθόνη αριστερά από κάθε υπομενού, λ.χ. πρέπει να πατηθεί το ψηφίο-πλήκτρο 0 για το υπομενού «ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ» και το ψηφίο-πλήκτρο 1 για το υπομενού «ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ».

Στο σημείο αυτό να τονιστεί ότι, ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στην αρχική κατάσταση με το πλήκτρο ← και μετέπειτα πατώντας το πλήκτρο ΜΕΝ. μπορεί να μεταβεί και πάλι στο αρχικό μενού.

Οπότε, με το ψηφίο-πλήκτρο 1 ο χρήστης εισέρχεται μέσα στο υπομενού «ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ», όπου εμφανίζεται στην οθόνη ένα κείμενο.



Σχήμα 4.12 Κείμενο του υπομενού «ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ»

Για το ξεκίνημα της επιλογής των στοιχείων του εισιτηρίου θα πρέπει ο χρήστης να μεταβεί στο υπομενού «ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ» πατώντας το ψηφίο-πλήκτρο 0. Μόλις γίνει αυτό θα εμφανιστεί στην οθόνη ένα σύντομο μήνυμα που λέει ότι το πρώτο στοιχείο αφορά για την επιλογή ώρας parking.



Σχήμα 4.13 Ένδειξη μηνύματος επιλογής ώρας parking

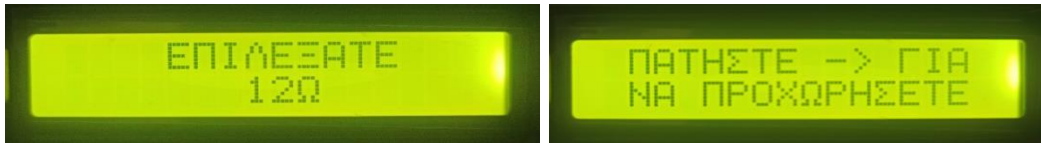
Ύστερα, θα εμφανιστεί στην οθόνη η πρώτη σελίδα με τρεις επιλογές ενώ υπάρχει και δεύτερη σελίδα με άλλες τρεις διαφορετικές επιλογές. Για την μετάβαση από την πρώτη σελίδα στην δεύτερη και το αντίθετο γίνονται με τα πλήκτρα → και ←, αντίστοιχα.



Σχήμα 4.14 (από αριστερά) 1^η σελίδα με επιλογές ώρα parking, 2^η σελίδα με επιλογές ώρα parking

Επίσης, για την επιλογή κάποια από αυτές θα πρέπει να πατηθεί το ανάλογο ψηφίο-πλήκτρο που φαίνεται στα αριστερά της κάθε επιλογής, π.χ. ψηφίο-πλήκτρο 1 για την επιλογή 15ΛΕΠΤΑ, ψηφίο-

πλήκτρο 2 για την επιλογή 1ΩΡΑ και ούτω καθεξής. Έστω, ότι επιλέχθηκε η πρόταση 12ΩΡΕΣ με το πάτημα του ψηφίου-πλήκτρου 5, τότε στην οθόνη θα εμφανιστεί η πρόταση που έγινε, έτσι ώστε ο χρήστης να επιβεβαιώσει την πρόταση του με το πλήκτρο OK ή να την ακυρώσει με το πλήκτρο AKY. και να ξανά επιλέξει. Μετά, μόλις γίνει η επιβεβαίωση θα εμφανιστεί στην οθόνη ένα κείμενο που λέει ότι για να προχωρήσει στην επόμενη επιλογή στοιχείου θα πρέπει να πατηθεί το πλήκτρο →.



Σχήμα 4.15 (από αριστερά) Επιλογή ώρα parking, Ένδειξη μηνύματος οδηγίας για την μετάβαση στην επόμενη επιλογή στοιχείου

Η δεύτερη επιλογή στοιχείου αφορά για τον όροφο parking που επιθυμεί ο χρήστης. Όπως, και στην πρώτη επιλογή, έτσι και εδώ θα εμφανιστεί ένα σύντομο μήνυμα που λέει ότι το δεύτερο στοιχείο επιλογής αφορά για τον όροφο parking.



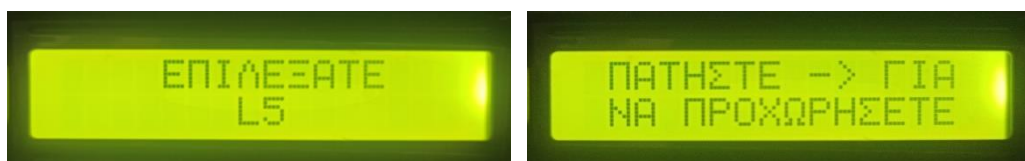
Σχήμα 4.16 Ένδειξη μηνύματος επιλογής ορόφου parking

Στην συνέχεια, θα εμφανιστεί η πρώτη σελίδα με τέσσερις διαφορετικές επιλογές ορόφου parking ενώ επίσης υπάρχει και δεύτερη σελίδα με μια ακόμη επιλογή. Η μετακίνηση στην δεύτερη σελίδα και μετά στην πρώτη γίνονται με τα πλήκτρα → και ←, αντίστοιχα.



Σχήμα 4.17 (από αριστερά) 1^η σελίδα με επιλογές ορόφου parking, 2^η σελίδα με επιλογές ορόφου parking

Ο τρόπος επιλογής κάποια από αυτές τις διάφορες προτάσεις, είναι ίδιος με αυτόν που ειπώθηκε προηγουμένως με την επιλογή του πρώτου στοιχείου. Επομένως, έστω ότι επιλέγεται ο 5ος όροφος (L5), τότε θα εμφανιστεί στην οθόνη η επιλογή που έγινε, έτσι ώστε να γίνει η επιβεβαίωση ή ακύρωση της. Μόλις, γίνει η επιβεβαίωση της θα εμφανιστεί και πάλι στην οθόνη μια πρόταση, που λέει ότι πρέπει να πατηθεί το πλήκτρο → για την μετάβαση στην τρίτη και τελευταία επιλογή στοιχείου.



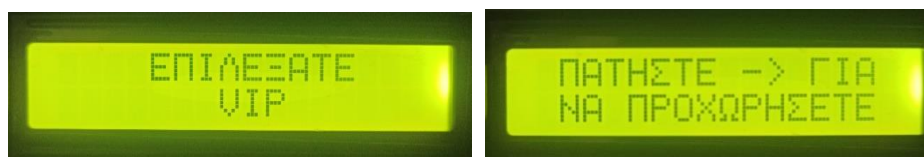
Σχήμα 4.18 (από αριστερά) Επιλογή ορόφου parking, Ένδειξη μηνύματος οδηγίας για την μετάβαση στην τελευταία επιλογή στοιχείου

Εμφανίζεται στην οθόνη ένα σύντομο μήνυμα ότι το τελευταίο στοιχείο του εισιτηρίου αφορά για την επιλογή θέση parking που επιθυμεί ο χρήστης. Έπειτα, εμφανίζονται στην οθόνη μόνο τρεις διαφορετικές προτάσεις για την θέση parking.



Σχήμα 4.19 (από αριστερά) Ένδειξη μηνύματος επιλογής είδος θέσης parking, Επιλογές είδος θέσης parking

Έστω ότι επιλέγεται το VIP με το πάτημα του ψηφίου-πλήκτρου 1, τότε θα εμφανιστεί στην οθόνη η επιλεγμένη πρόταση και θα πρέπει ο χρήστης να την επιβεβαιώσει ή να την ακυρώσει. Αν σε περίπτωση, γίνει η ακύρωση της επιλογής θα του εμφανιστεί πάλι στην οθόνη οι τρεις προτάσεις και θα πρέπει να ξανά γίνει η επιλογή του τρίτου στοιχείου του εισιτηρίου. Αντίθετα, αν γίνει η επιβεβαίωση της επιλογής με το πλήκτρο OK, θα εμφανιστεί στην οθόνη ένα κείμενο που τονίζει ότι, ο χρήστης πρέπει να πατήσει το πλήκτρο → για να προχωρήσει στην επόμενη κατάσταση.



Σχήμα 4.20 (από αριστερά) Επιλογή θέσης parking, Ένδειξη μηνύματος οδηγίας για την μετάβαση στην επόμενη κατάσταση

Τέλος, η επόμενη κατάσταση είναι η ένδειξη των επιλογών που έγιναν από τον χρήστη και η επιβεβαίωση για εκτύπωση ή ακύρωση αυτών των επιλογών. Αν γίνει η ακύρωση, τότε θα πρέπει ο χρήστης να ξανά κάνει από την αρχή τις επιλογές αυτών των τριών στοιχείων του εισιτηρίου. Ενώ, αν γίνει επιβεβαίωση τότε αντί για το πλήκτρο OK, θα πρέπει να πατηθεί το πλήκτρο EKT. για να εκτυπωθεί το εισιτήριο με τα στοιχεία που επιλέχθηκαν προηγουμένως.



Σχήμα 4.21 (από αριστερά) Οι επιλογές των στοιχείων που έγιναν, Εκτύπωση εισιτηρίου

Στην συνέχεια, θα εμφανίσει τον χρήστη στο αρχικό μενού, όπου μπορεί να επιλέξει όποιο υπομενού επιθυμεί ή ακόμη μπορεί να μετακινηθεί στην αρχική κατάσταση για να ενημερωθεί την ώρα και ημερομηνία.

4.8 Επίλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο αναφέρθηκε εν συντομία η διαδικασία και οι διορθώσεις που έγιναν στο προγραμματισμό του μικροελεγκτή ATmega2560. Ιδιαίτερα σημαντικό ήταν και η παρουσίαση του κώδικα μέσω του διαγράμματος ροής καθώς και η πρακτική εφαρμογή του κώδικα στην κατασκευή.

Κεφάλαιο 5ο: Συμπεράσματα

Για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας, προηγήθηκαν συζητήσεις για την επιλογή του θέματος με τον επιβλέποντα καθηγητή. Τέθηκαν ως στόχοι για την παρούσα εργασία η σχεδίαση και η κατασκευή μιας φορητής συσκευής έκδοσης εισιτηρίων, όπου το θέμα του εισιτηρίου θα αφορούσε το parking.

Στην συνέχεια επακολούθησαν, με σκοπό την πραγμάτωση των προαναφερθέντων στόχων, ενδελεχείς έρευνες και το αποτέλεσμα φαίνεται και παρουσιάζεται στα παραπάνω κεφάλαια. Μάλιστα, η ιδέα ήταν να επιτευχθούν αυτοί οι στόχοι μέσω των γνωστών εξαρτημάτων και λογισμικών από το μάθημα «Εφαρμογές Μικροελεγκτών». Ωστόσο όμως, κατά την διάρκεια αυτής της έρευνας διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρχε καμία βιβλιοθήκη του θερμικού εκτυπωτή για την επικοινωνία του με τον μικροελεγκτή PIC18F4550, παρά μόνο μια βιβλιοθήκη Arduino για τον θερμικό εκτυπωτή Adafruit. Έτσι, απορρίφθηκε η ιδέα αυτή και πραγματοποιήθηκε με κάποια από αυτά τα γνωστά εξαρτήματα και λογισμικά και χρησιμοποιήθηκε ως κύριο εργαλείο το Arduino, αφού βέβαια είχε προηγηθεί η απαραίτητη έρευνα για το συγκεκριμένο εργαλείο.

Αβίαστα, λοιπόν, συνάγεται το συμπέρασμα πως με τα παραπάνω κεφάλαια και κυρίως τα κεφάλαια 3 και 4, οι στόχοι της παρούσας εργασίας επιτεύχθηκαν. Επιπλέον, μπορεί να ειπωθεί ότι αποκτήθηκαν οι βασικές γνώσεις για το Arduino. Επίσης, έχει καταστεί σαφές με την έρευνα που έγινε για το εργαλείο αυτό, πως έχει ένα πολλά υποσχόμενο μέλλον καθώς μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα πρότζεκτ με την χρήση βασικών γνώσεων ηλεκτρονικής και προγραμματισμού. Επιπρόσθετα, διαπιστώνεται μετά το πέρας της εργασίας, πως μια τέτοια απλή κινητή συσκευή έκδοσης εισιτηρίων μπορεί να καταστεί αρκετά χρήσιμη σε διάφορους τομείς εργασίας ακόμη και αν χρησιμοποιηθεί ως εναλλακτική λύση των μηχανημάτων αυτόματων πώλησης εισιτηρίων.

Τέλος, θα μπορούσε σίγουρα να υπάρξουν μελλοντικές βελτιώσεις σε αυτήν την κατασκευή, όπως για παράδειγμα θα μπορούσε τα κυκλώματα της κατασκευής να ενσωματωθούν σε μια πλακέτα τυπωμένου κυκλώματος, με αποτέλεσμα να μειωθεί σημαντικά το μέγεθος της όλης κατασκευής. Επιπλέον, θα μπορούσε να αντικατασταθεί η LCD οθόνη 16x2 με μια μεγαλύτερη ή ακόμη καλύτερα με μια οθόνη αφής, με συνέπεια να γίνει ακόμη πιο μικρό το μέγεθος της κατασκευής καθώς επίσης το πληκτρολόγιο μήτρας 4x4 δεν θα ήταν πλέον απαραίτητο. Κάτι ακόμη που θα μπορούσε να γίνει είναι να βελτιωθεί και να εμπλουτισθεί ο κώδικας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία

- [48] IPC Business Press, 1897, The Railway Magazine, Τόμος 1, p. 402
- [72] Γεώργιος Γίδας – Ευάγγελος Μαντζάνας, “ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ARDUINO στο σχολικό εργαστήριο για το περιβάλλον”, 1^ο ΕΠΑΛ ΤΡΙΚΑΛΩΝ, Τρίκαλα, 2021
- [74] Εμμανουήλ Πουλάκης, “Προγραμματίζοντας με τον μικροελεγκτή Arduino”, Ηράκλειο, Ιανουάριος 2015
- [77] Νικολάου Α. Φανουράκη, “Εκπαιδευτική Ρομποτική με τον μικροελεγκτή Arduino”, Αθήμη Ηρακλείου, 2019
- [79] Simon Monk, “Programming Arduino Getting Started with Sketches Third Edition”, McGraw Hill
- [89] Γεωργιτζίκι Ναταλία Θεόκλεια, “ ΔΗΜΙΟΥΡΓΩ ΜΕ ΤΟ ARDUINO ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΩ ΜΕ ΤΟ ARDUBLOCK”, Λιβαδειά, 2019
- [91] John Boxall, “ARDUINO WORKSHOP A Hands – On Introduction with 65 Projects”, San Francisco, William Pollock, No Starch Press, Inc, 2013
- [95] Udayakumar G.Kulkarni, “Arduino: A Beginner's Guide 2nd Edition”, 07-01-2020
- [105] Andreas Göransson, David Cuartielles Ruiz, “PROFESSIONAL Android™ Open Accessory Programming with Arduino™”, Published by John Wiley & Sons, Inc., Indianapolis, Indiana, 2013
- [112] Dahlan Sitompul and Poltak Sihombing, “The LCD Interfacing and Programming”, February 27th, 2022
- [113] Αλατσαθιανός Σταμάτης, “ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΕΣ PIC ΔΕΥΤΕΡΗ ΕΚΔΟΣΗ”, Αθήνα, εκδόσεις ΤΣΟΤΡΑΣ, 2017
- [129] UPM Raflatac, “DIRECT THERMAL AND THERMAL TRANSFER BOOK”, 02/2022

Application Note

- [117] Α. Γιακουμής, Σημειώσεις Μαθήματος Ενσωματωμένα Συστήματα, Εργαστήριο στα Ενσωματωμένα Συστήματα – Άσκηση 8η

Data Sheet

- [120] DALLAS SEMICONDUCTOR, “DS1302 Trickle Charge Timekeeping Chip”, DS1302 datasheet

Internet Site

- [1] Mopria Alliance, “Evolution Of Printers”, June 1, 2021, [Online]. Available: <https://blog.mopria.org/2021/06/01/evolution-of-printers/>
- [2] LexiGram, [Online]. Available: <https://www.lexigram.gr/lex/enni/%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%80%CF%89%CF%83%CE%B7>
- [3] THEMET, “Stamp Seal”, [Online]. Available: <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/327799>
- [4] Wikipedia, “Stamp Seal”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Stamp_seal
- [5] Graham McCarthy, “THE HISTORY OF PRINTERS”, GSM BARCODING, March 25, 2020, [Online]. Available: <https://www.barcoding.co.uk/history-of-printers/#0>
- [6] Nolan Moore III, “WOODBLOCK PRINTING”, [Online]. Available: <https://msutexas.edu/library/departments/nolan-moore-iii/case-2.php>

- [7] Asian Art Museum – Chong-Moon Lee Center for Asian Art and Culture, “The Invention of Woodblock Printing in the Tang (618–906) and Song (960–1279) Dynasties”, [Online]. Available: <https://education.asianart.org/resources/the-invention-of-woodblock-printing-in-the-tang-and-song-dynasties/>
- [8] Minnesota-china.com, “Great Chinese Inventions”, [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20101203213025/http://www.minnesota-china.com/education/emSciTech/inventions.htm>
- [9] Jeremy Norman’s HistoryofInformation.com Exploring the History of Information and Media through Timelines, “Invention of Wooden Movable Type in China”, [Online]. Available: <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=1340>
- [10] VideoChinaTv, “【点击中国】 Chinese Touch : Bi Sheng: Inventor of Movable Type Printing 毕昇”, 15 Σεπ 2017, [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=L80hqLJq-Cc&ab_channel=VideoChinaTV
- [11] Asian Art Museum, “The Invention of Woodblock Printing in the Tang (618–906) and Song (960–1279) Dynasties”, [Online]. Available : <https://education.asianart.org/resources/the-invention-of-woodblock-printing-in-the-tang-and-song-dynasties/>
- [12] Asia for Educators, Columbia University, “China in 1000 CE The Most Advanced Society in the World Technological Advances during the Song”, [Online]. Available: <http://afe.easia.columbia.edu/songdynasty-module/tech-printing.html>
- [13] M. Sophia Newman, “So, Gutenberg Didn’t Actually Invent Printing As We Know It On the Unsung Chinese and Korean History of Movable Type”, June 19, 2019, [Online]. Available: <https://lithub.com/so-gutenberg-didnt-actually-invent-the-printing-press/>
- [14] Wikipedia, “Printing Press”, [Online], Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Printing_press
- [15] ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ, “Γουτεμβέργιος”, [Online]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%BF%CF%85%CF%84%CE%B5%CE%BC%CE%B2%CE%AD%CF%81%CE%B3%CE%B9%CE%BF%CF%82>
- [16] ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ, “Τυπογραφία”, [Online]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1>
- [17] Uni Mainz, “Johannes Gutenberg (1/8): The production of metallic type”, 25 Φεβ 2019, [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=Q-Pk_KMRaAA&ab_channel=UniMainz
- [18] Uni Mainz, “Johannes Gutenberg (3/8): The Gutenberg printing press”, 25 Φεβ 2019 [Online]. Available : https://www.youtube.com/watch?v=L6ny9oyrJwo&ab_channel=UniMainz
- [19] Julia Bangert, “[Guest Article] Gutenberg’s Inventions – Part 5: Ink and ink balls”, [Online]. Available: https://www.drupa.com/en/Media_News/drupa_blog/Guest_Articles/%5bGuest_Article%5d_Gutenberg%e2%80%99s_Inventions_%e2%80%93_Part_5_Ink_and_ink_balls
- [20] Wikipedia, “Intaglio”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_printing#Intaglio
- [21] Wikipedia, “Etching”, [Online]. Available : <https://en.wikipedia.org/wiki/Etching>

- [22] Wikipedia, “Mezzotint”, [Online]. Available : <https://en.wikipedia.org/wiki/Mezzotint>
- [23] ΒΙΚΙΠΑΔΕΙΑ, “Τονική οξυγραφία”, [Online]. Available: https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CE%BF%CE%BE%CF%85%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1
- [24] Wikipedia, “Lithography (1796)”, [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_printing#Lithography_\(1796\)](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_printing#Lithography_(1796))
- [25] drupa Redaktion, “Pioneers of Printing: Godefroy Engelmann”, 26. May 2017, [Online]. Available : <https://blog.drupa.com/en/pioneers-of-printing-godefroy-engelmann-2/>
- [26] drupa Redaktion, “Pioneers of Printing: The Origins of Offset Printing”, 24. August 2018, [Online]. Available : <https://blog.drupa.com/en/pioneers-of-printing-the-origins-of-offset-printing-2/>
- [27] Wikipedia, “Ottmar Mergenthaler”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Ottmar_Mergenthaler
- [28] Wikipedia, “Monotype system”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Monotype_system
- [29] javatpoint, “Daisy Wheel Printer”, [Online]. Available : <https://www.javatpoint.com/daisy-wheel-printer>
- [30] Wikipedia, “Dot matrix printing”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Dot_matrix_printing
- [31] Wikipedia, “Xerography”, [Online]. Available : <https://en.wikipedia.org/wiki/Xerography>
- [32] Daniel Izzo, “Xerography (or electrophotography)”, 22 Ιουλ 2008, [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=dUBXXYN6pBQ&ab_channel=DanielIzzo
- [33] drupa Redaktion, “Pioneers of Printing: Jack Kilby and the Introduction of Thermal Printing”, 27. August 2019, [Online]. Available : <https://blog.drupa.com/de/pioneers-of-printing-jack-kilby-and-the-introduction-of-thermal-printing-2/>
- [34] Xerox Corporation, “Xerox Invented Laser Printers”, [Online]. Available: <https://www.xerox.com/en-us/office/insights/laser-printers>
- [35] ZVentures Inc., “HISTORY OF PRINTERS: TIMELINE AND EVOLUTION”, October 10, 2022, [Online]. Available : <https://www.inkjets.com/blog/history-of-printers/>
- [36] Wikipedia, “Inkjet printing”, [Online]. Available : https://en.wikipedia.org/wiki/Inkjet_printing
- [37] KURZ, “The Process of Thermal Transfer Ribbons”, [Online]. Available : https://www.ttr-kurz.com/ttr_know_how/ttr_process/
- [38] Wikipedia, “Thermal-transfer printing”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal-transfer_printing
- [39] nextshop printing services & office supplies, “ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ: ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΚΑΙ ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΟΦΕΛΗ”, [Online]. Available : <https://www.nextshop.gr/more-ways-to-showcase/>
- [40] ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ, “ Τρισδιάστατη εκτύπωση”, [Online]. Available : https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%B4%CE%B9%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%84%CE%B7_%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%8D%CF%80%CF%89%CF%83%CE%B7

- [41] Valerie Forgeard, “The Social Impact of the Printing Press”, Published: November 16, 2021 - Last updated: September 14, 2023, [Online]. Available : <https://brilliantio.com/the-social-impact-of-the-printing-press/>
- [42] JULIA KAGAN, Average Ticket: Definition and How to Calculate Ticket Size”, December 29, 2022, [Online]. Available : <https://www.investopedia.com/terms/a/average-ticket.asp>
- [43] Wikipedia, “ticket machine”, [Online]. Available: https://en.wiktionary.org/wiki/ticket_machine
- [44] “ROMANCE OF THE RAILWAY TICKET”, [Online]. Available: <http://mikes.railhistory.railfan.net/r123.html>
- [45] Railway Wonders of the World 2012-23, “Romance of the Railway Ticket”, [Online]. Available: <https://www.railwaywondersoftheworld.com/tickets.html>
- [46] Wikipedia, “Thomas Edmondson”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Thomas_Edmondson
- [47] Science Museum Group, “Edmondson ticket printing machine”, [Online]. Available: <https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co26723/edmondson-ticket-printing-machine-ticket-machine>
- [49] Rhaetian Railway, “Die Anfänge des Fahrkartensystems”, [Online]. Available: <https://www.rhb.ch/de/blog/die-alte-dame-der-rhb-die-billettdruckmaschine-g-goebel-nr-736>
- [50] Rhätische Bahn AG, “Kostbares Handwerk – Ein Billettdrucker geht in Rente”, 27 Iov 2014, [Online]. Available : <https://youtu.be/ckCfZV48QQk>
- [51] Wikipedia, “Distributeur automatique de titres de transport”, [Online]. Available: https://fr.wikipedia.org/wiki/Distributeur_automatique_de_titres_de_transport
- [52] Wikipedia, “自动售票机”, [Online]. Available: <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%87%AA%E5%8A%A8%E5%94%AE%E7%A5%A8%E6%9C%BA>
- [53] Wikipedia, “Setright Machine”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Setright_Machine
- [54] “11. Machine produced tickets”, [Online]. Available: <https://ozrevenues.com/tickets/11nsw.pdf>
- [55] T.M.W & OTHERS, “SETRIGHT AND T.I.M TICKETS”, [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20081211081857/http://www.ticketmachinewebsite.com/setrighttimtickets.htm>
- [56] [Online]. Available: <https://www.ertekmentes.hu/upload/tim.model3.pdf.pdf>
- [57] “Beckson”, [Online]. Available: <http://www.fahrscheinwesen.de/drucker/Beckson.html>
- [58] Jaap Scherphuis, “The Beckson ticket machine”, [Online]. Available: <https://www.jaapsch.net/mechcalc/beckson.htm>
- [59] London Transport Museum, “Ticket machine; Gibson ticket machine No 366940 and case together with supporting documents, 1993”, [Online]. Available: <https://www.ltmuseum.co.uk/collections/collections-online/equipment/item/1994-1197>

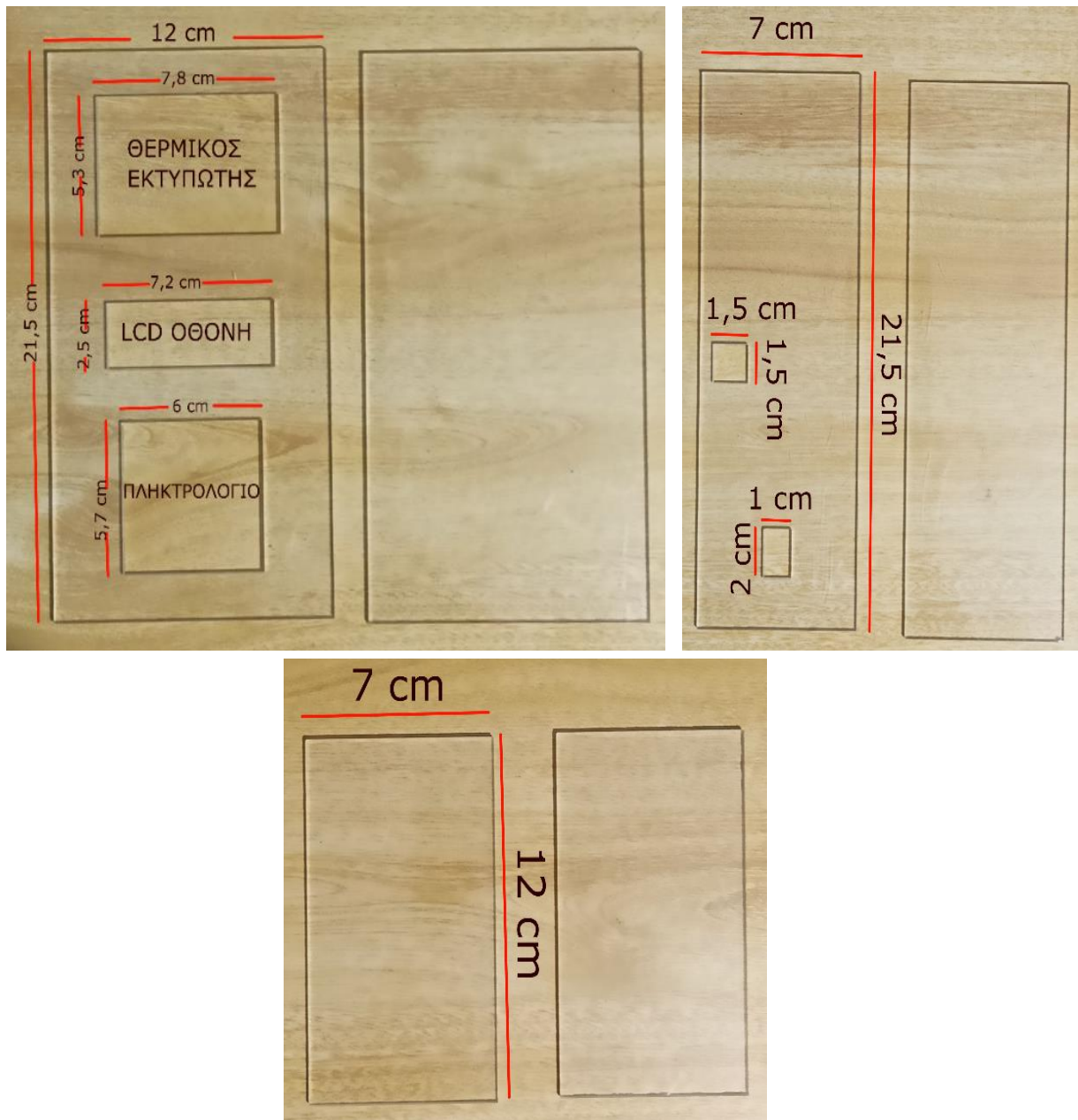
- [60] Anthony Cross, “Mr Gibson’s Ticket Machine”, Capital Transport Publishing, ISBN: 978-1-85414-465-2, [Online]. Available: <https://www.keybuses.com/article/classic-piece-london-transport-design>
- [61] Lloyd Rich, “Gibson Bus ticket machine operating manual.”, November 19, 2016, [Online]. Available: <https://www.flickr.com/photos/23875695@N06/31108127515/in/photostream/>
- [62] “Almex A, Almex PDR”, [Online]. Available: <http://www.fahrscheinwesen.de/drucker/AlmexA.html>
- [63] METRIC Group Ltd, “Our History”, [Online]. Available: <https://www.metricgroup.co.uk/company-history/>
- [64] Timothy Jones, “P863 Ticket Machine – Almex”, February 7, 2014, [Online]. Available: <https://www.flickr.com/photos/hairyhippy/12373066284>
- [65] The World Bank Group, “ITS Technologies”, [Online]. Available: <https://www.ssatp.org/sites/ssatp/files/publications/Toolkits/ITS%20Toolkit%20content/its-technologies/electronic-fare-collection/electronic-ticket-issuing-machine.html>
- [66] MANCUNIAN1001, “Bus Ticket Machines in Greater Manchester: The Not So Perfect Ten”, DEC 31, 2010, [Online]. Available: <https://mancunian1001.wordpress.com/2010/12/31/bus-ticket-machines-in-greater-manchester-the-not-so-perfect-ten/>
- [67] Wayfarer Transit Systems Limited, “WAYFARER2”, [Online]. Available: <https://i.ebayimg.com/images/g/cP0AAOSwjBdgKacp/s-11600.jpg>
- [68] poxbox3030, “Eletronic Ticketing - A New Era - Transperth 1993”, 19 Noe 2015, [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=IvJJ3H8KcA0&ab_channel=poxbox3030
- [69] Calum Melrose, “Almex Timtronic 25”, February 27, 2013, [Online]. Available: <https://www.flickr.com/photos/calummelrose/8514115994/in/photostream/>
- [70] indiamart, “Bus Ticketing Machine (Handheld Computer)”, [Online]. Available: <https://www.indiamart.com/proddetail/bus-ticketing-machine-handheld-computer-2993351091.html>
- [71] Wikipedia, “Ticketer”, [Online]. Available: <https://www.wikiwand.com/en/Ticketer>
- [73] Anna Mastoraki, “Εισαγωγή στο Arduino”, 22/11/2014, [Online]. Available: <https://projectmaniacs.wordpress.com/2014/11/22/%ce%b5%ce%b9%cf%83%ce%b1%ce%b3%cf%89%ce%b3%ce%ae-%cf%83%cf%84%ce%bf-arduino/>
- [75] RAYMING TECHNOLOGY, “Features, Applications, and Components of the Arduino UNO PCB”, [Online]. Available: <https://www.raypcb.com/arduino-uno-pcb/>
- [76] ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ, “Arduino”, [Online]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [78] Vodafone Greece, “Γνωριμία με το Arduino - Οδηγός για τον εκπαιδευτικό”, [Online]. Available: <https://www.vodafonegenerationnext.gr/lessons/gnorimia-me-to-arduino-odhgos-gia-ton-ekpaideytiko>
- [80] Wikipedia, “Arduino”, [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [81] Wikipedia, “Wiring (software)”, [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Wiring_\(development_platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Wiring_(development_platform))
- [82] DAVID KUSHNER, “THE MAKING OF ARDUINO”, 26 OCT 2011, [Online]. Available” <https://spectrum.ieee.org/the-making-of-arduino>

- [83] B_E_N, “What is an Arduino?”, [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/all>
- [84] J. M. Hughes, “Chapter 1. The Arduino Family”, [Online]. Available: <https://www.oreilly.com/library/view/arduino-a-technical/9781491934319/ch01.html>
- [85] john, “Story and History of Development of Arduino”, MARCH 26, 2014, [Online]. Available: <https://www.circuitstoday.com/story-and-history-of-development-of-arduino>
- [86] Wikipedia, “Arduin of Ivrea”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Arduin_of_Ivrea
- [87] “ARDUINO Ο μικροελεγκτής Arduino Uno R3”, [Online]. Available: <https://arduinobots.wordpress.com/%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF/>
- [88] Robobill, “Τι είναι το Arduino και πως λειτουργεί”, 11 ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΥ, 2023, [Online]. Available: <https://robobill.gr/ti-einai-to-arduino-kai-pws-leitourgei/>
- [90] ARDUINO.CC, “Arduino Uno Rev3”, [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>
- [92] ARDUINO.CC, “Arduino Micro”, [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/products/arduino-micro>
- [93] ARDUINO.CC, “Leonardo”, [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/hardware/leonardo>
- [94] “Arduino UNO: The Key to Building Your Own Electronics”, June 25, 2023, [Online]. Available: <https://hackthedeveloper.com/what-is-an-arduino-uno/>
- [96] [Online]. Available: <https://all3dp.com/2/best-arduino-robot-projects/>
- [97] Hamza Mousa, “15 Arduino Medical Projects for 2023”, Mar 7, 2023, [Online]. Available: <https://medevel.com/15-arduino-medical-projects/>
- [98] “What are Arduino Robotic Coding Examples?”, [Online]. Available: <https://riders.ai/en-blog/what-are-arduino-robotic-coding-examples>
- [99] CHERIE TAN, “The 10 Best Arduino IoT Projects”, NOV 3, 2021, [Online]. Available: <https://www.makeuseof.com/best-arduino-iot-projects/#smart-garbage-monitoring-system>
- [100] [Online]. Available: <https://all3dp.com/2/arduino-game-project/>
- [101] “What is Arduino?”, February 05, 2018, [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [102] ARDUINO.CC, “Arduino Mega 2560 Rev3”, [Online]. Available: <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>
- [103] Kashif, “What is the Working Frequency of Arduino UNO”, 10 months ago, [Online]. Available: <https://linuxhint.com/arduino-uno-working-frequency/>
- [104] Robu, “What is Arduino Mega?”, November 30, 2020, [Online]. Available: <https://robu.in/what-is-arduino-mega/>
- [106] support.arduino.cc, “Burn the bootloader on UNO, Mega, and classic Nano using another Arduino”, [Online]. Available: <https://support.arduino.cc/hc/en-us/articles/4841602539164-Burn-the-bootloader-on-UNO-Mega-and-classic-Nano-using-another-Arduino>

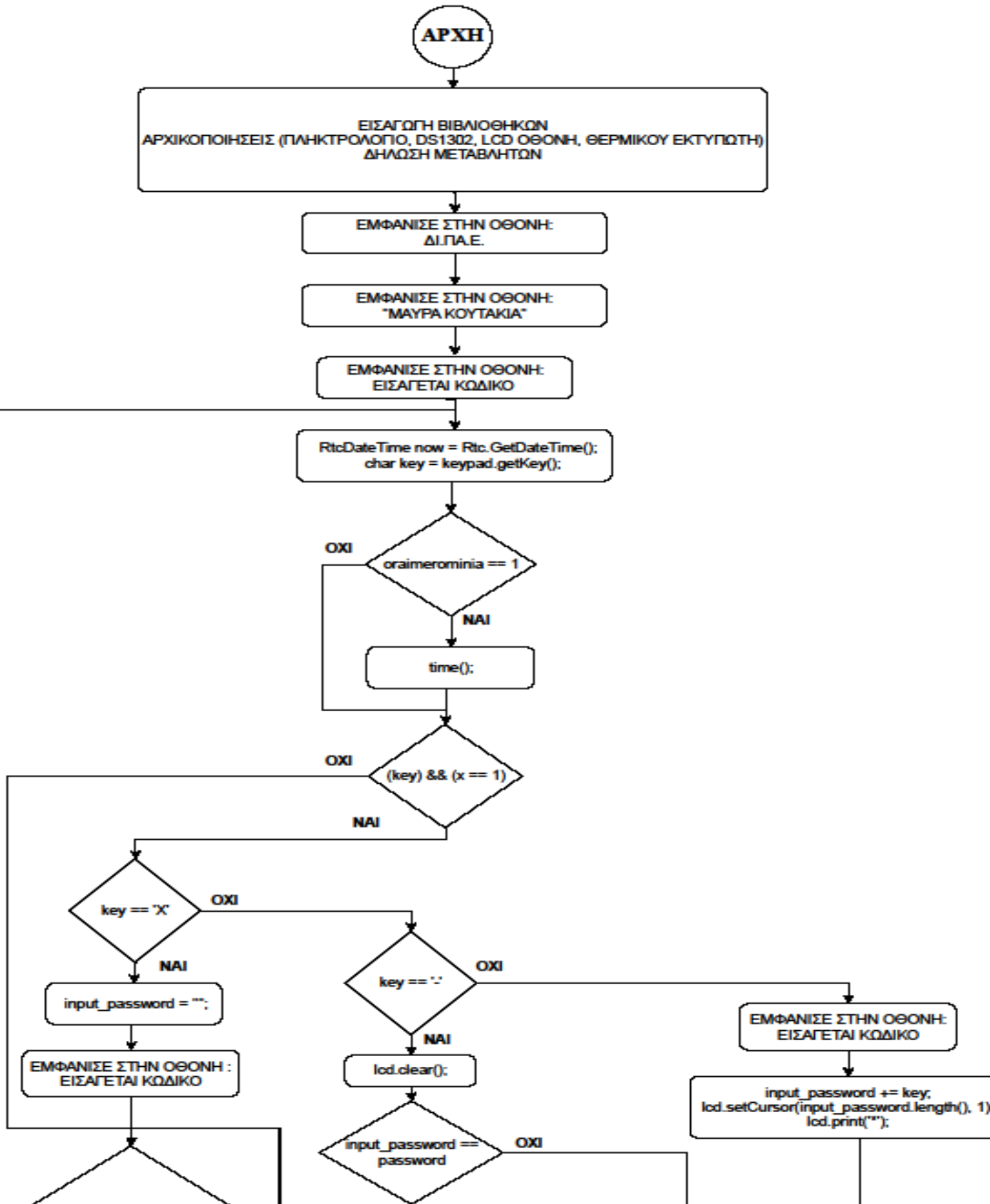
- [107] Ravi Teja, “Different Types of Memory on Arduino | SRAM, EEPROM, Flash”, January 30, 2021, [Online]. Available: <https://www.electronicshub.org/types-of-memory-on-arduino/>
- [108] Aqib, “Arduino PWM Tutorial”, December 17, 2018, [Online]. Available: <https://www.hackster.io/muhammad-aqib/arduino-pwm-tutorial-ae9d71>
- [109] “I2C/TWI Basics”, [Online]. Available: https://exploreembedded.com/wiki/I2C/TWI_Basics
- [110] support.arduino.cc, “Reset your board”, [Online]. Available: <https://support.arduino.cc/hc/en-us/articles/5779192727068-Reset-your-board>
- [111] Praveen, “Interfacing LCD to Arduino – Display Text and Characters on LCD Screen using Arduino”, AUGUST 11, 2018, [Online]. Available: <http://www.circuitstoday.com/interfacing-lcd-to-arduino>
- [114] PIJA Education, “4 Bit mode & 8 Bit mode of LCD 16×2”, [Online]. Available: <https://pijaeducation.com/arduino/lcd-16x2-with-arduino-uno/4-bit-mode-8-bit-mode-of-lcd-16x2/>
- [115] admin, “Interfacing 16×2 LCD with 8051”, MAY 22, 2017, [Online]. Available: <http://www.circuitstoday.com/interfacing-16x2-lcd-with-8051>
- [116] [Online]. Available: <https://docplayer.gr/55671778-10-pliktrologio-matrix-4x4.html>
- [118] ZXLEE, “4×4 Matrix Keypad”, JULY 24, 2013, [Online]. Available: <https://iamzxlee.wordpress.com/2013/07/24/4x4-matrix-keypad/>
- [119] adafruit shop, “Using the Real Time Clock”, [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/adafruit-data-logger-shield/using-the-real-time-clock>
- [121] tutorial, “DS1302 real-time clock tutorial: the clock that doesn't forget the time!”, November 4, 2020, [Online]. Available: <http://www.friendlywire.com/tutorials/ds1302/>
- [122] Susan Fields, “How to get more life from your thermal printer print head”, [Online]. Available: <https://info.intellitech-intl.com/blog/bid/131771/How-to-get-more-life-from-your-thermal-printer-print-head>
- [123] Thermal Labels, “How Does Direct Thermal Printing Work?”, 1 May 2023 , [Online]. Available: <https://www.thermallabels.com.au/blog/how-direct-thermal-printing-works>
- [124] Wikipedia, “Thermal printing”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_printing
- [125] Lee Ernstzen, “How Does A Thermal Printer Work: A Technical Explanation”, November 17, 2022, [Online]. Available: <https://tritonstore.com.au/how-does-a-thermal-printer-work/>
- [126] Wikipedia, “Thermal paper”, [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_paper
- [127] BIXOLON 2023, “Thermal Printing: What You Need to Know”, [Online]. Available: <https://bixoloneu.com/thermal-printing-need-to-know/>
- [128] barcode.gr, “ΤΙ ΕΙΝΑΙ Ο ΘΕΡΜΙΚΟΣ ΕΚΤΥΠΙΩΤΗΣ;”, [Online]. Available: <https://barcode.gr/blog/ti-ine-o-thermikos-ektipotis/>
- [130] Lee Ernstzen, “Direct Thermal Vs Thermal Transfer Printers: An Essential Guide”, November 24, 2022, [Online]. Available: <https://tritonstore.com.au/direct-thermal-vs-thermal-transfer-printers/>

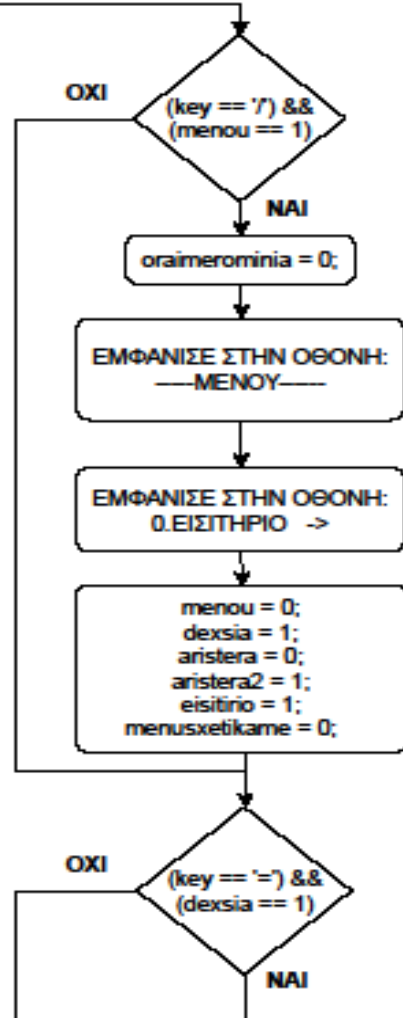
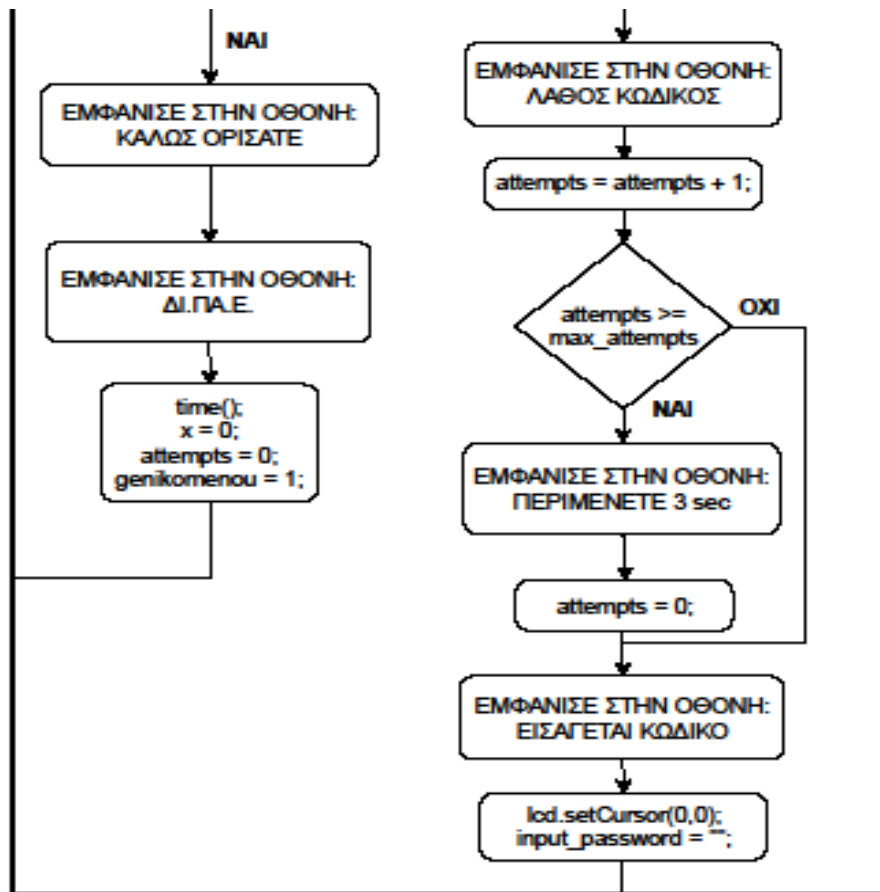
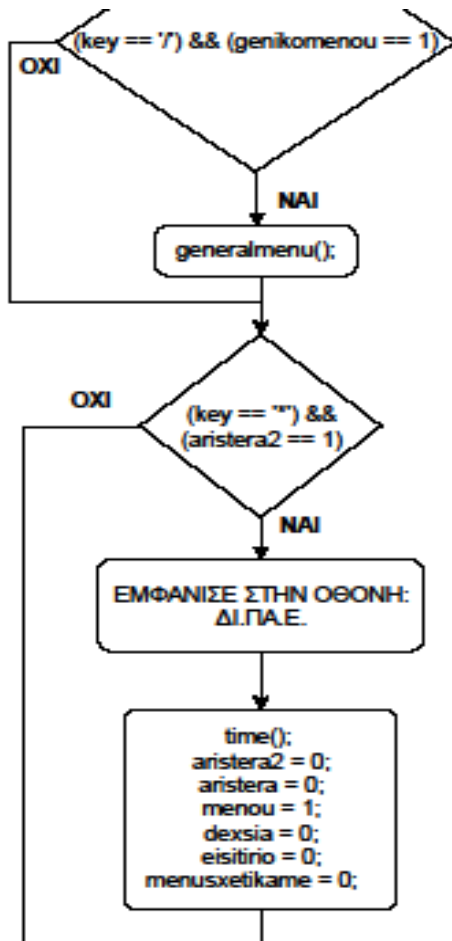
- [131] adafruit shop, “Tiny Thermal Receipt Printer - TTL Serial / USB”, [Online]. Available: <https://www.adafruit.com/product/2751>
- [132] adafruit, “Overview”, Sep 02, 2012, [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/mini-thermal-receipt-printer?view=all>
- [133] [Online]. Not Available: <https://www.transact-tech.com/support-info.php?id=260>
- [134] Barry Brents, “Understanding Lithium Batteries In Portable Electronics”, Feb. 28, 2014, [Online]. Available: <https://www.electronicdesign.com/technologies/power/article/21799386/understanding-lithium-batteries-in-portable-electronics>
- [135] Murata Manufacturing Co., Ltd, “Part 2: What are the advantages of lithium-ion batteries and what considerations apply when charging them? Find out why they have various uses, from smartphones to cars.”, 22/03/2022, [Online]. Available: <https://article.murata.com/en-sg/article/basic-lithium-ion-battery-2>
- [136] ShenZhen XTAR Electronics Co., Ltd, “XTAR 18650 3300mAh Battery”, [Online]. Available: <https://www.xtar.cc/product/XTAR-18650-3300mAh-Battery-171.html>
- [137] Gem Lisboa, “Proteus 8 Professional: A Comprehensive Overview”, [Online]. Available: <https://www.nucleotechnologies.com/proteus-8-professional-a-comprehensive-overview/>

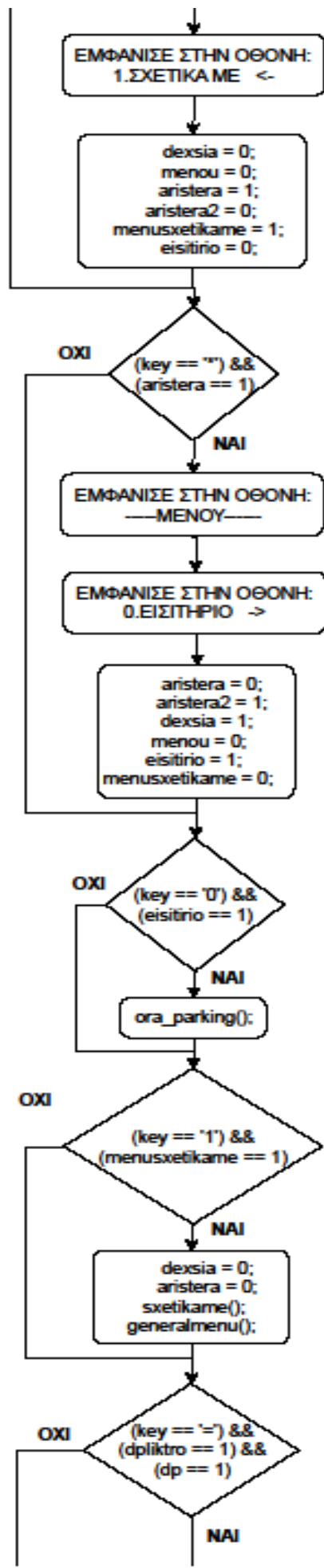
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΚΟΜΜΑΤΙΩΝ ΤΟΥ ΚΟΥΤΙΟΥ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

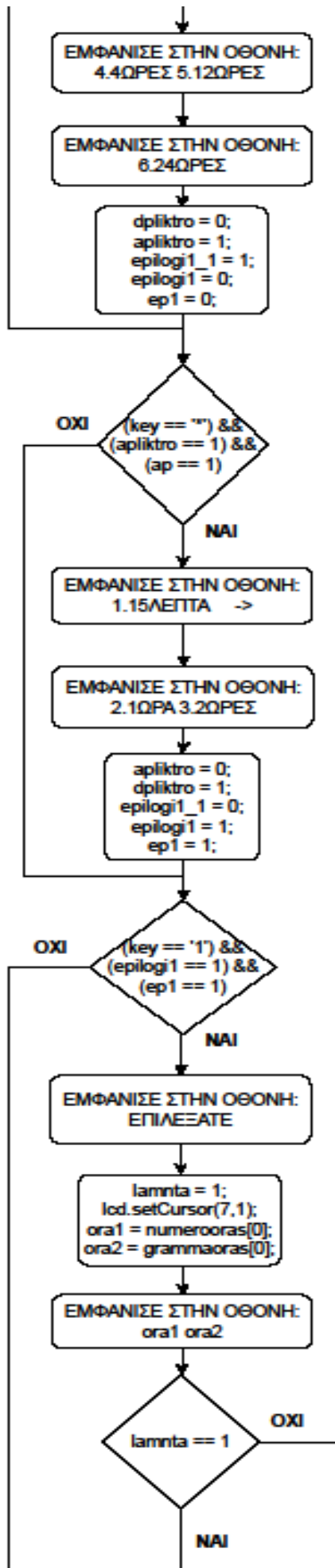


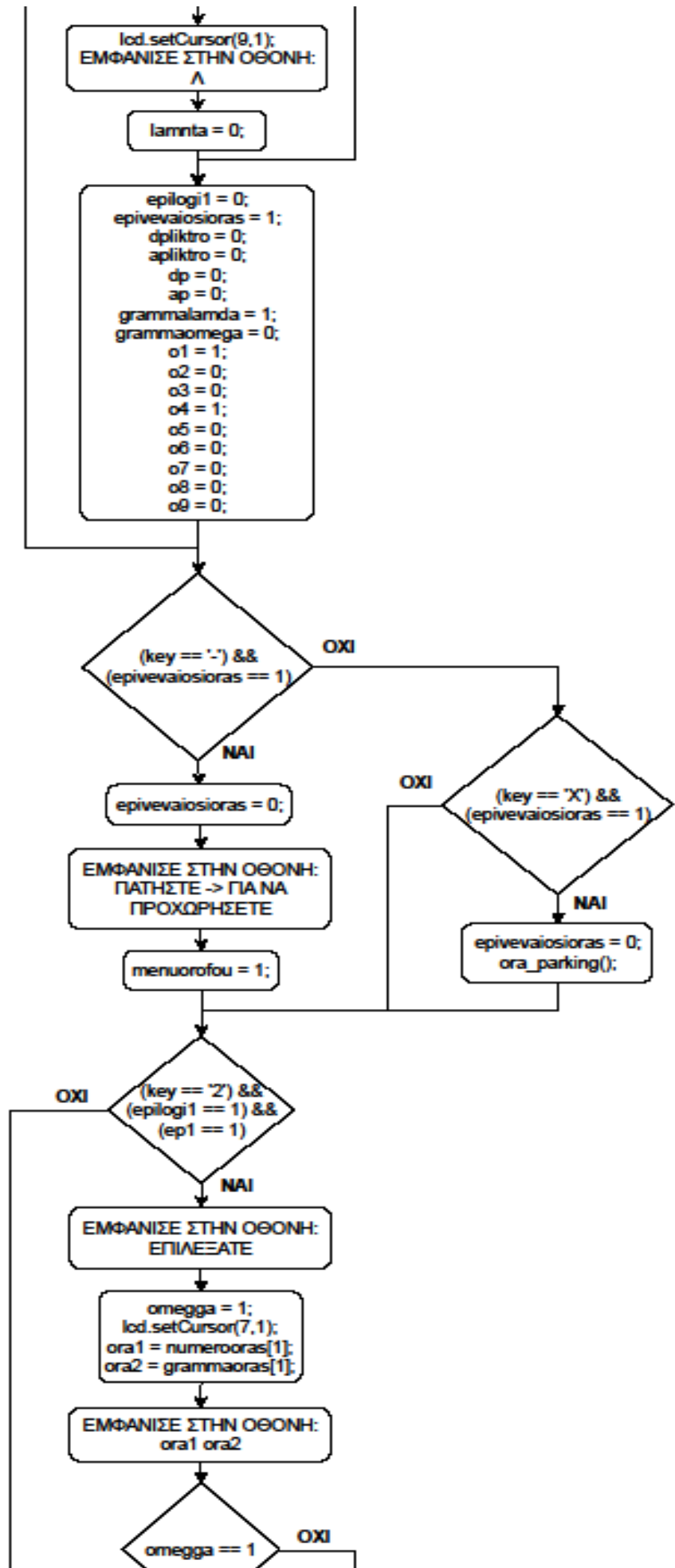
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β : ΑΝΑΛΥΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΚΩΔΙΚΑ

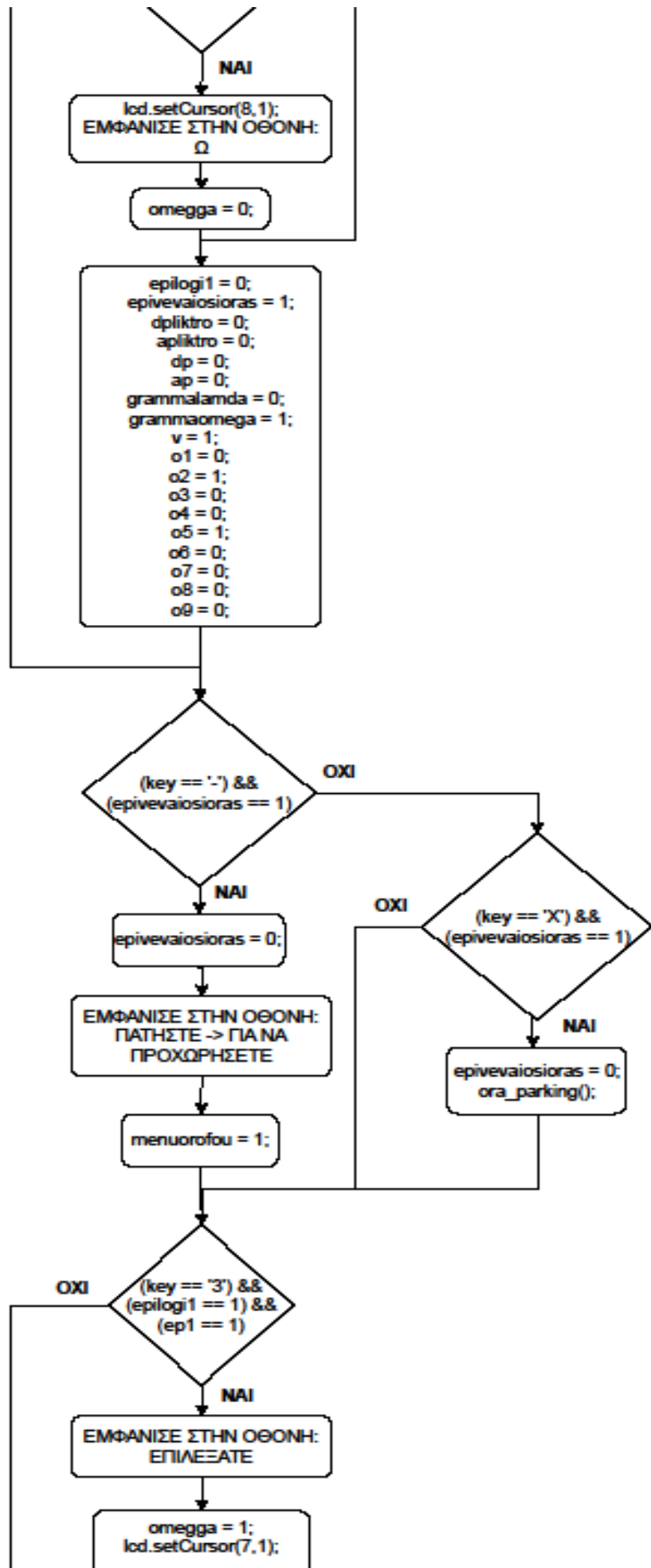


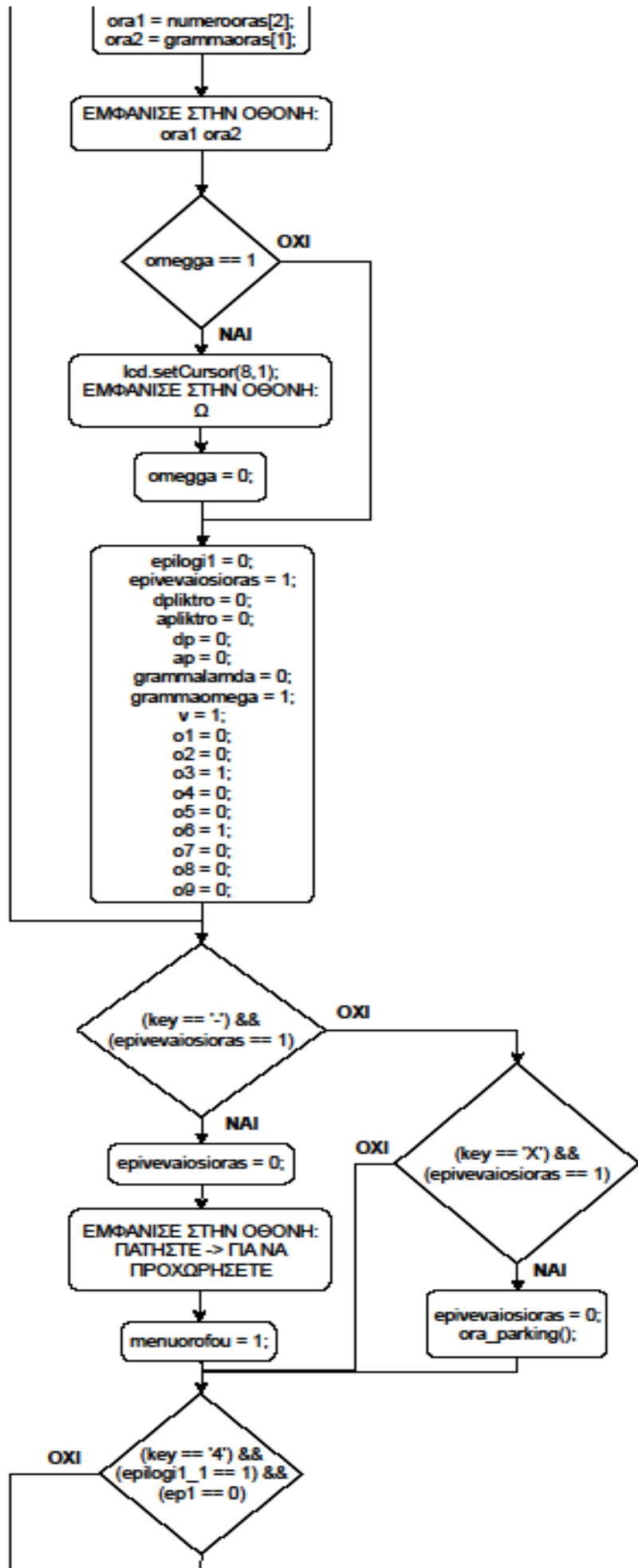


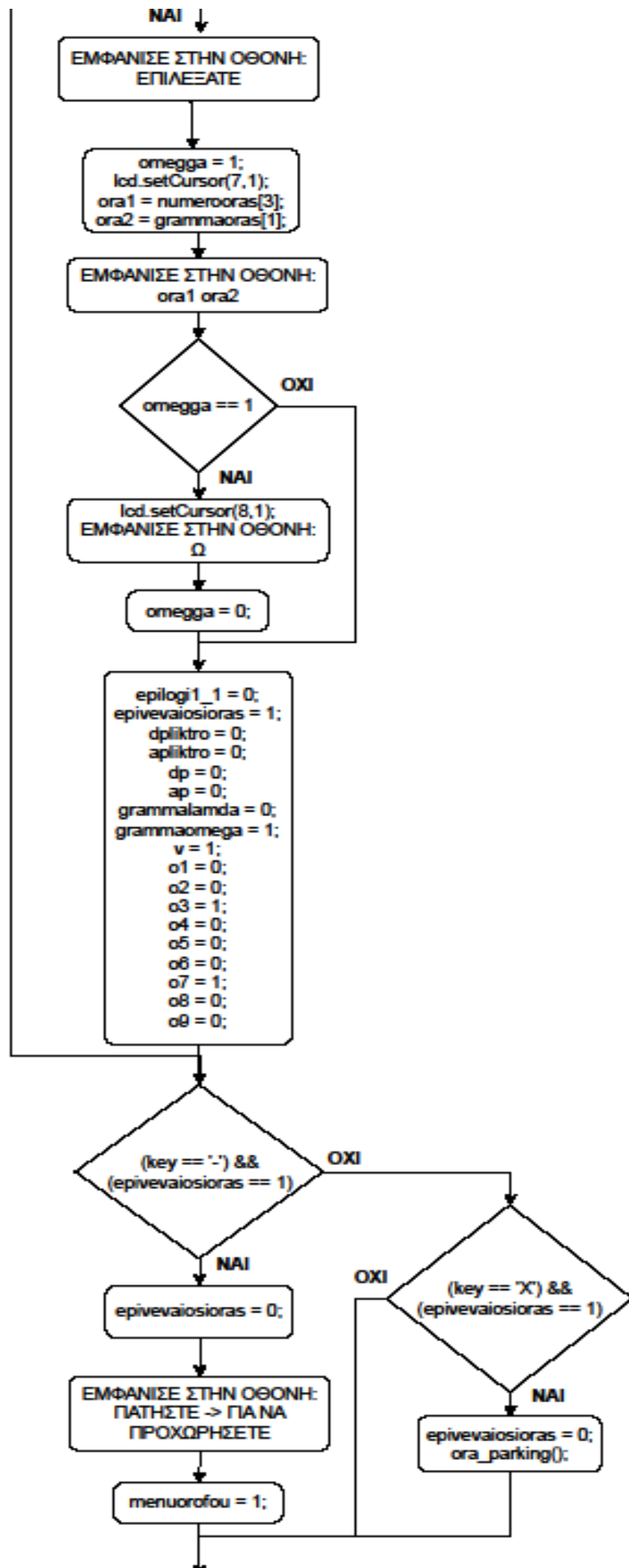


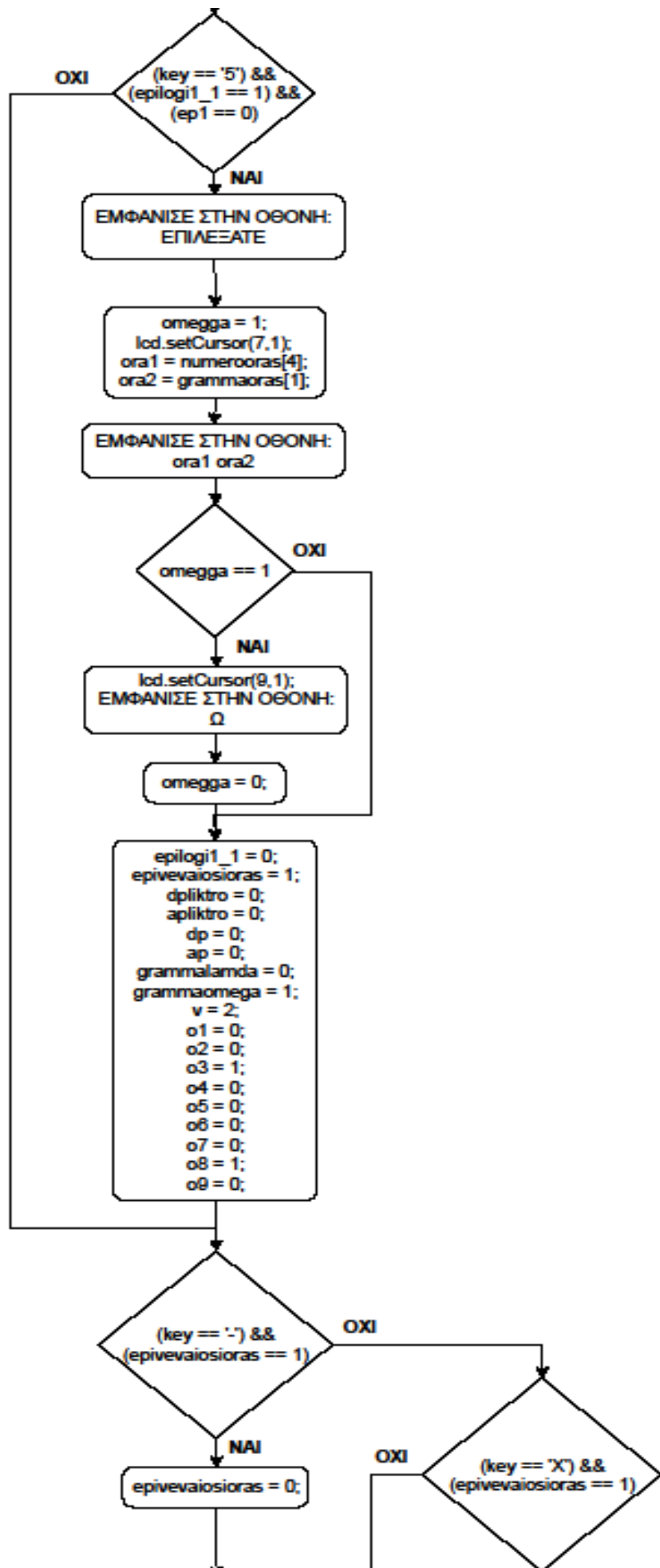


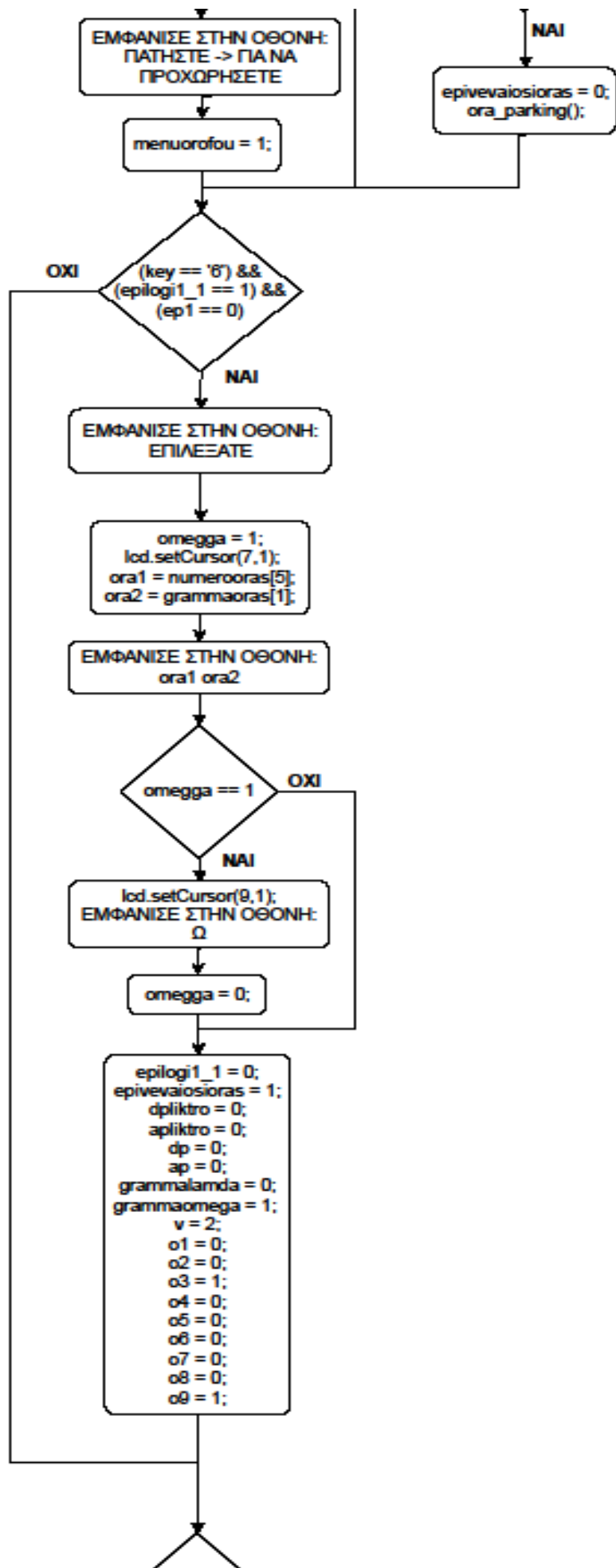


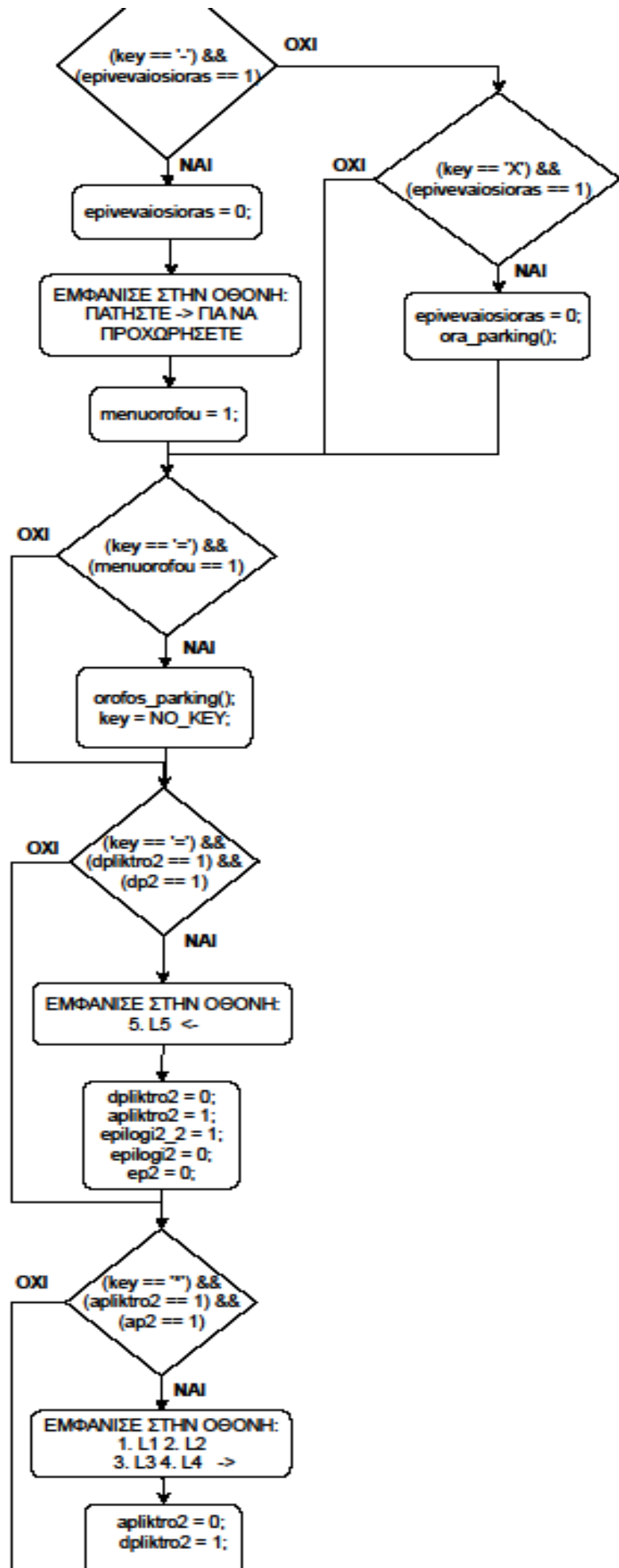


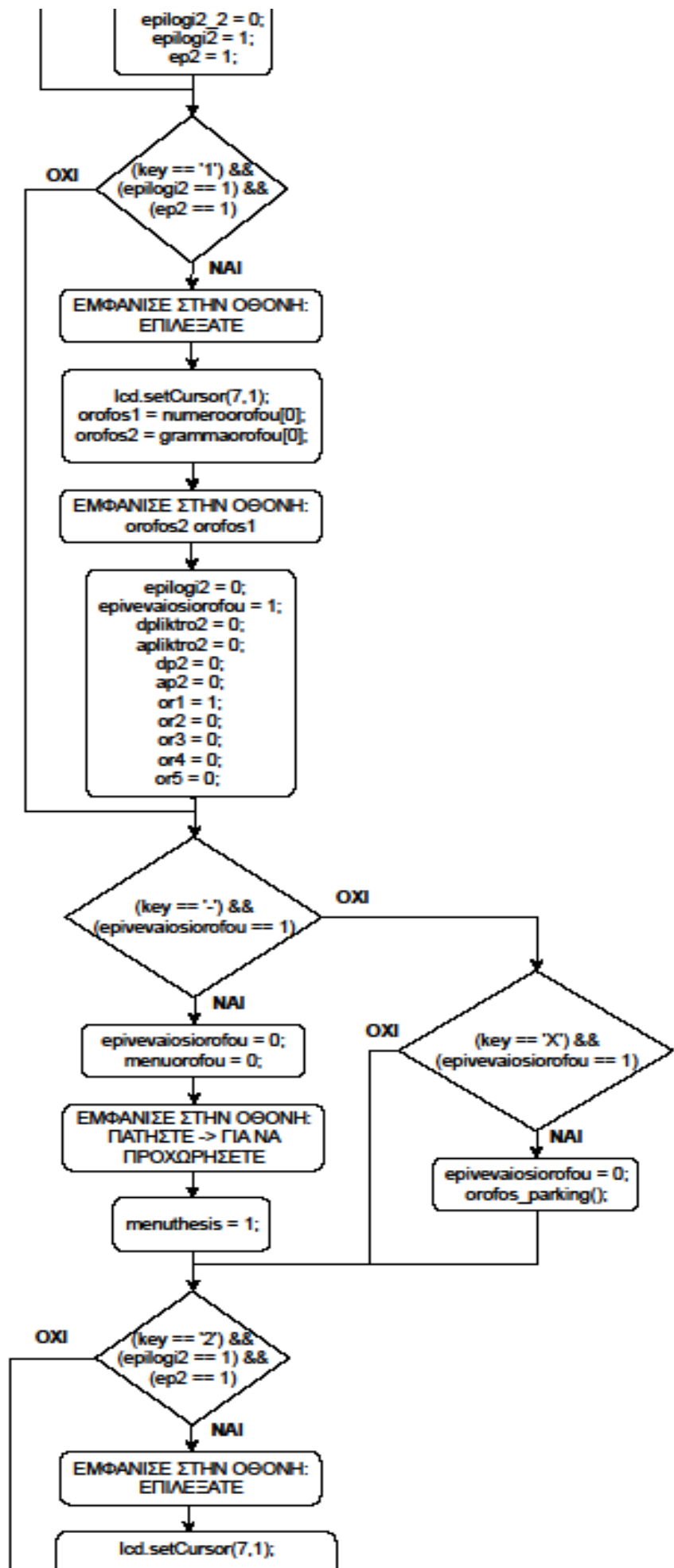


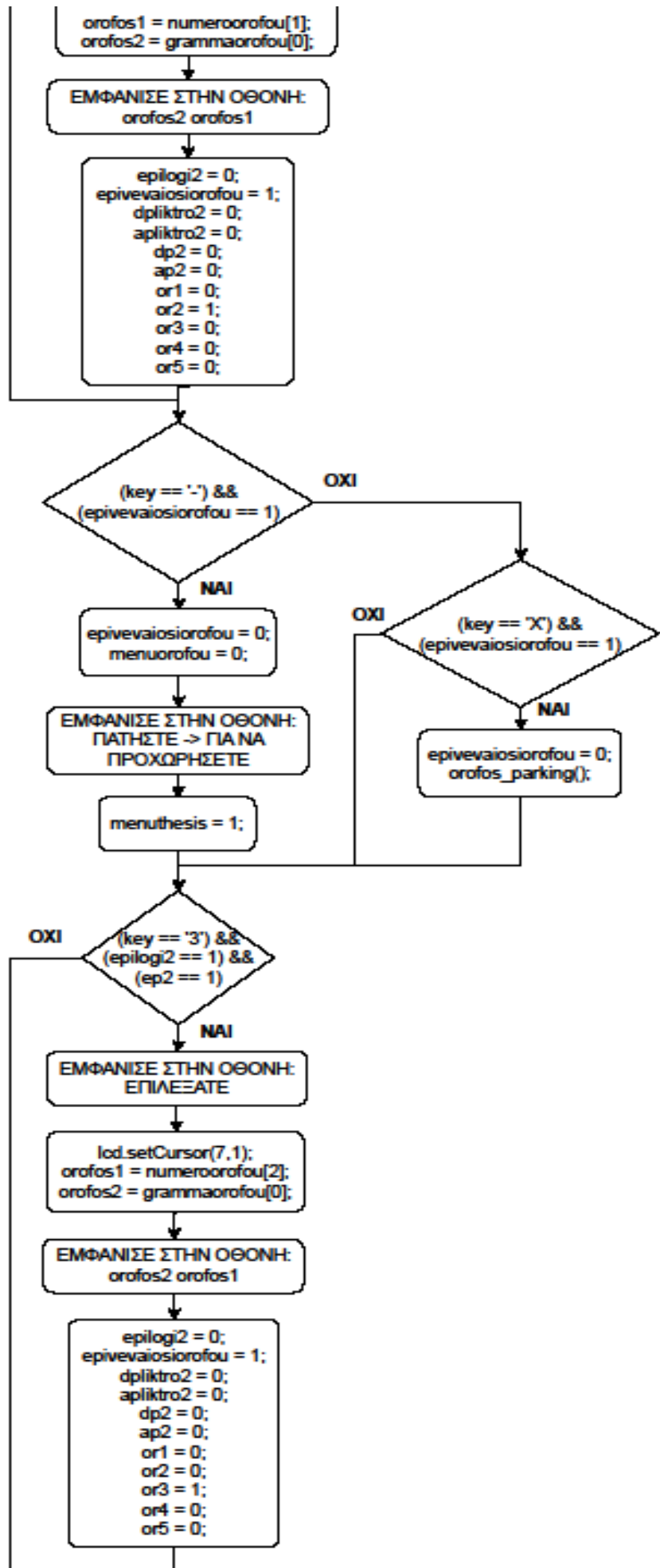


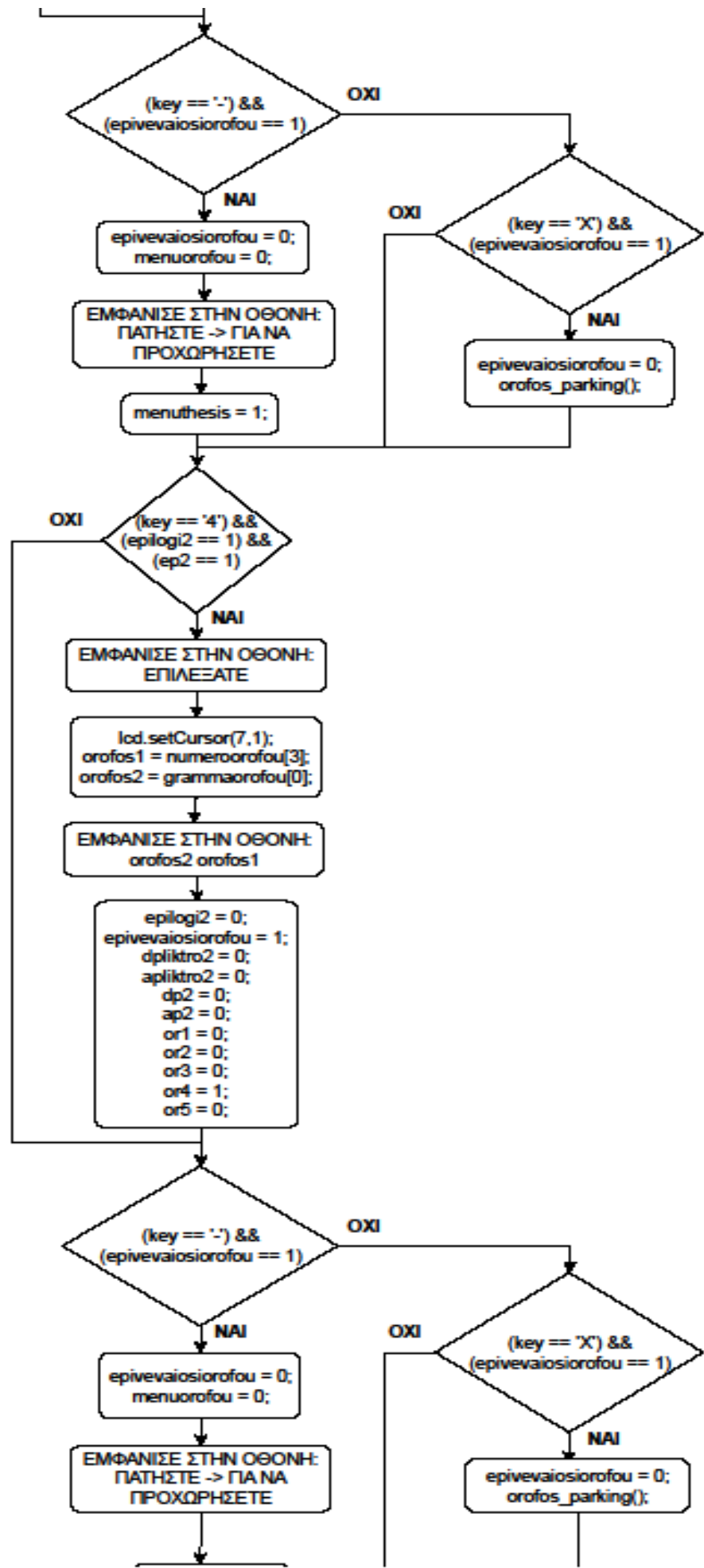


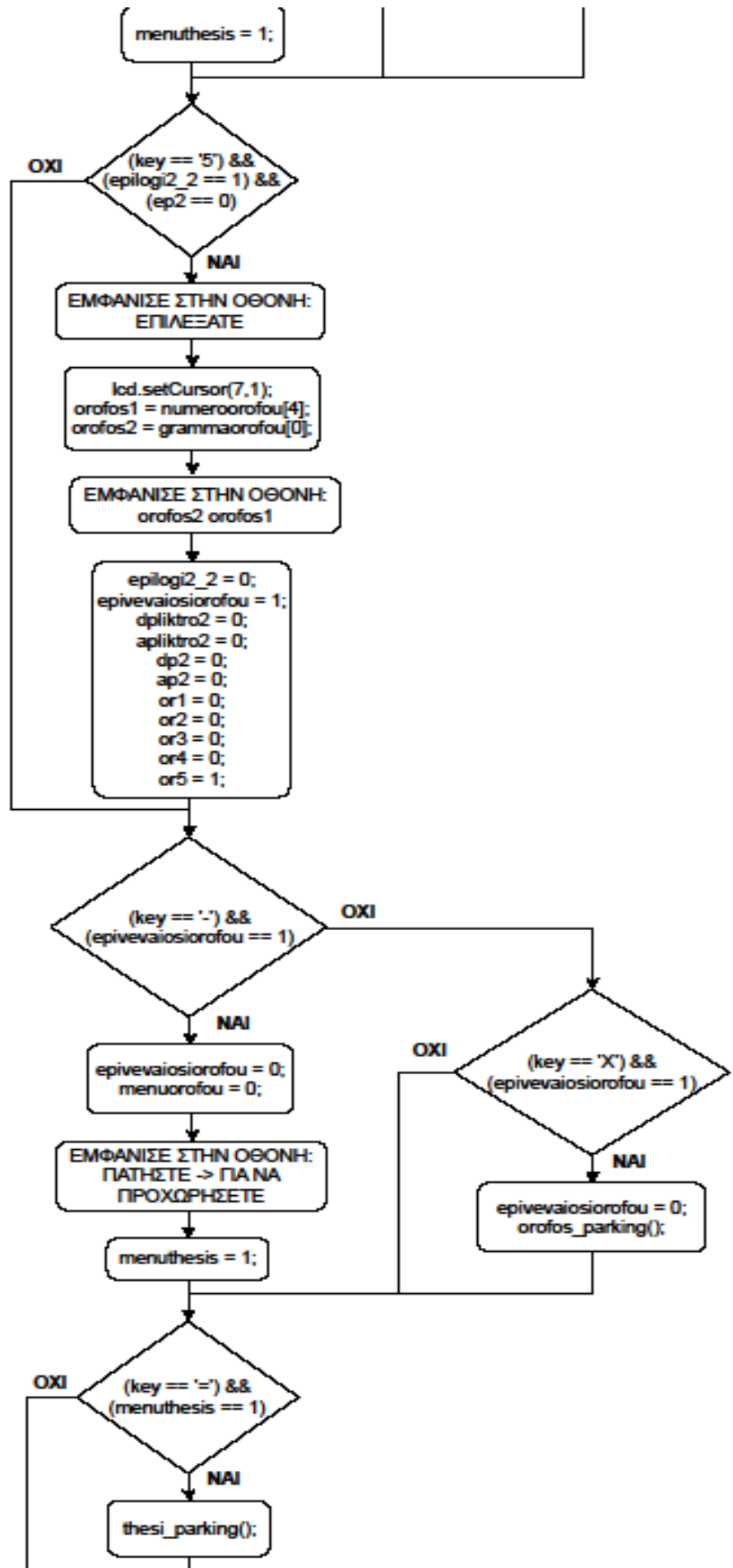


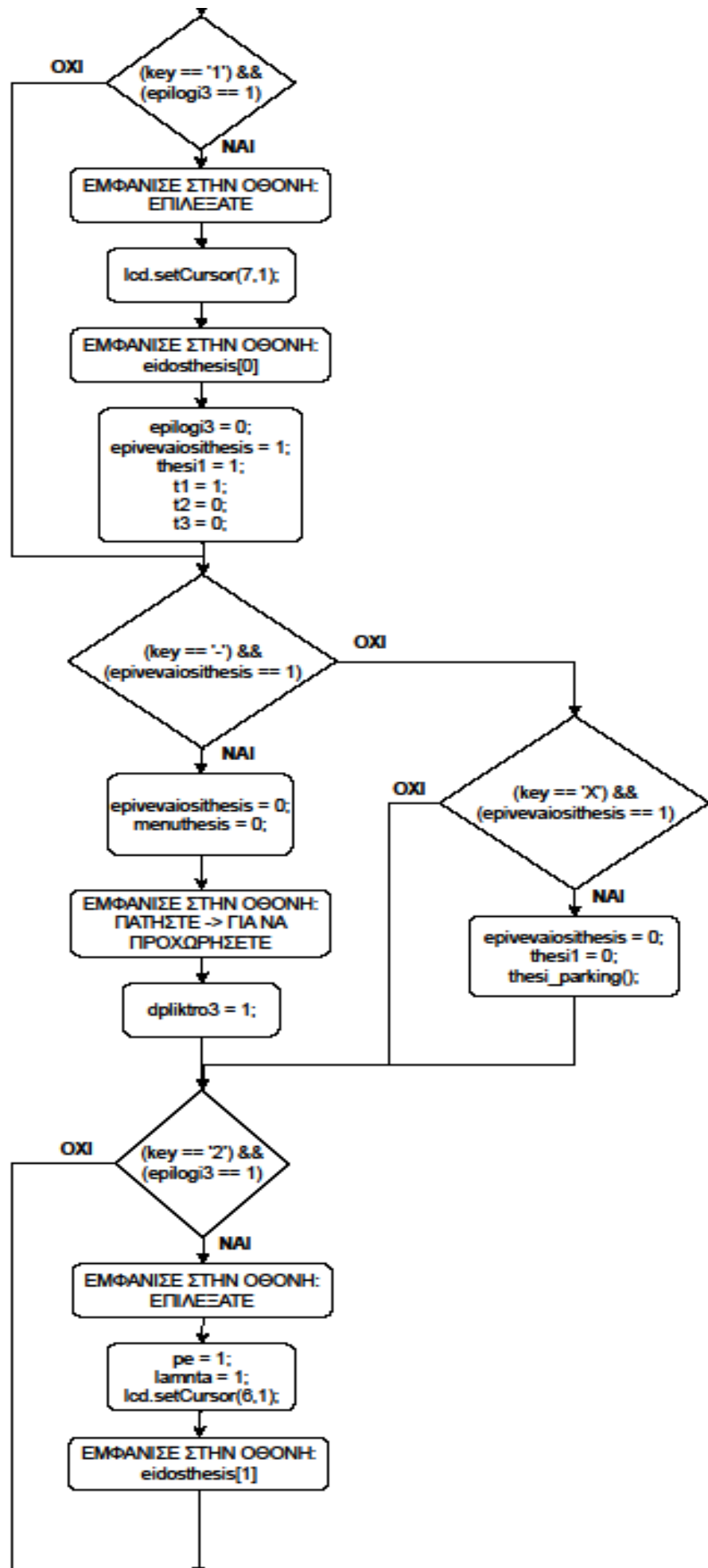


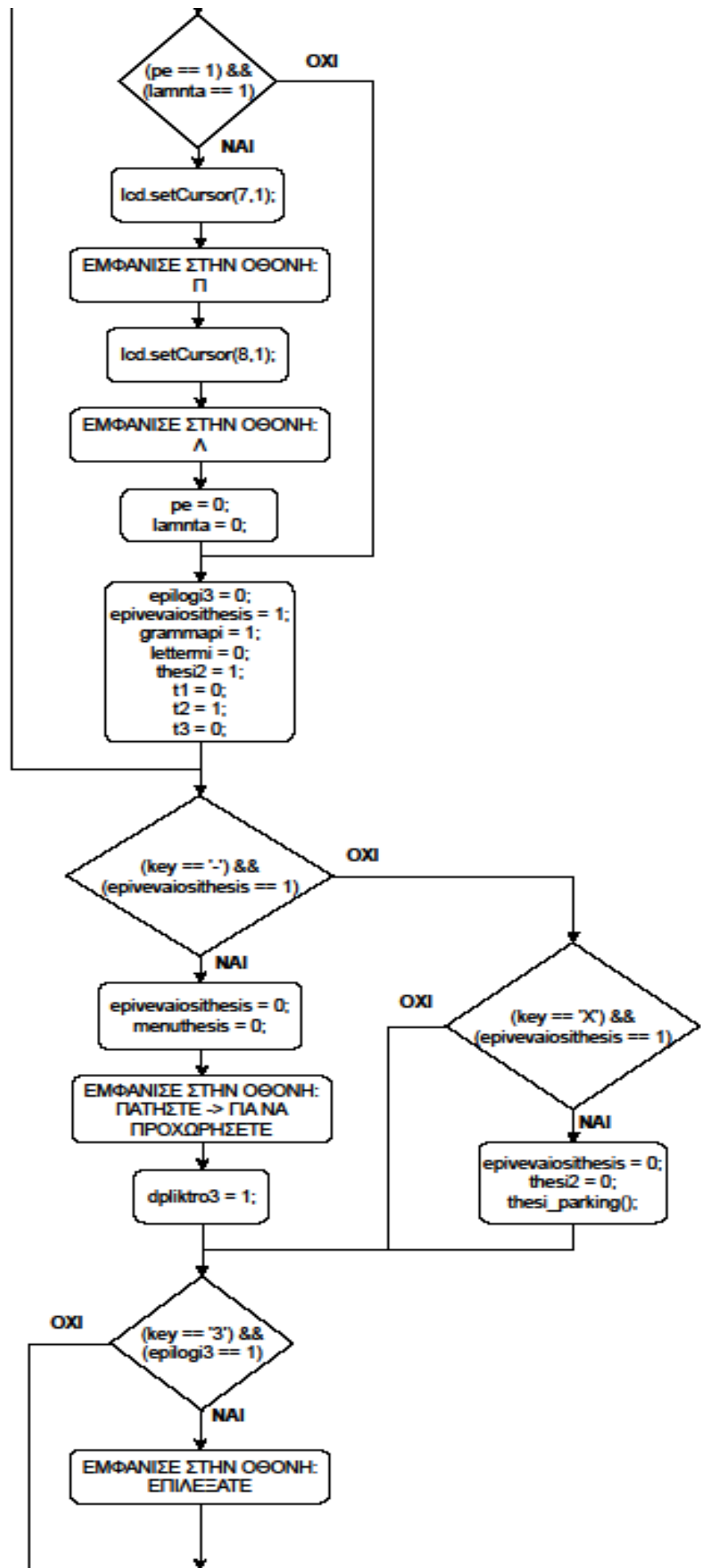


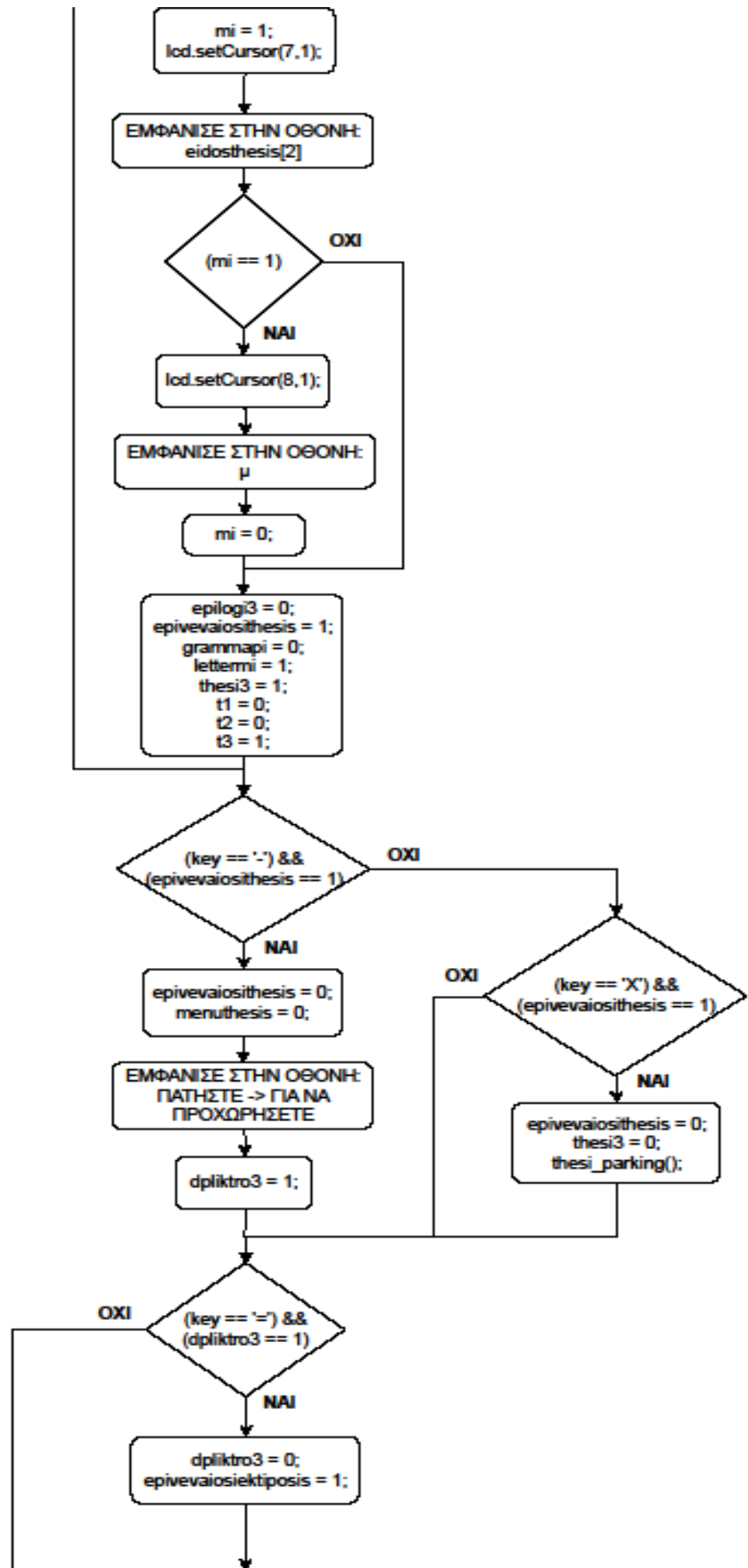


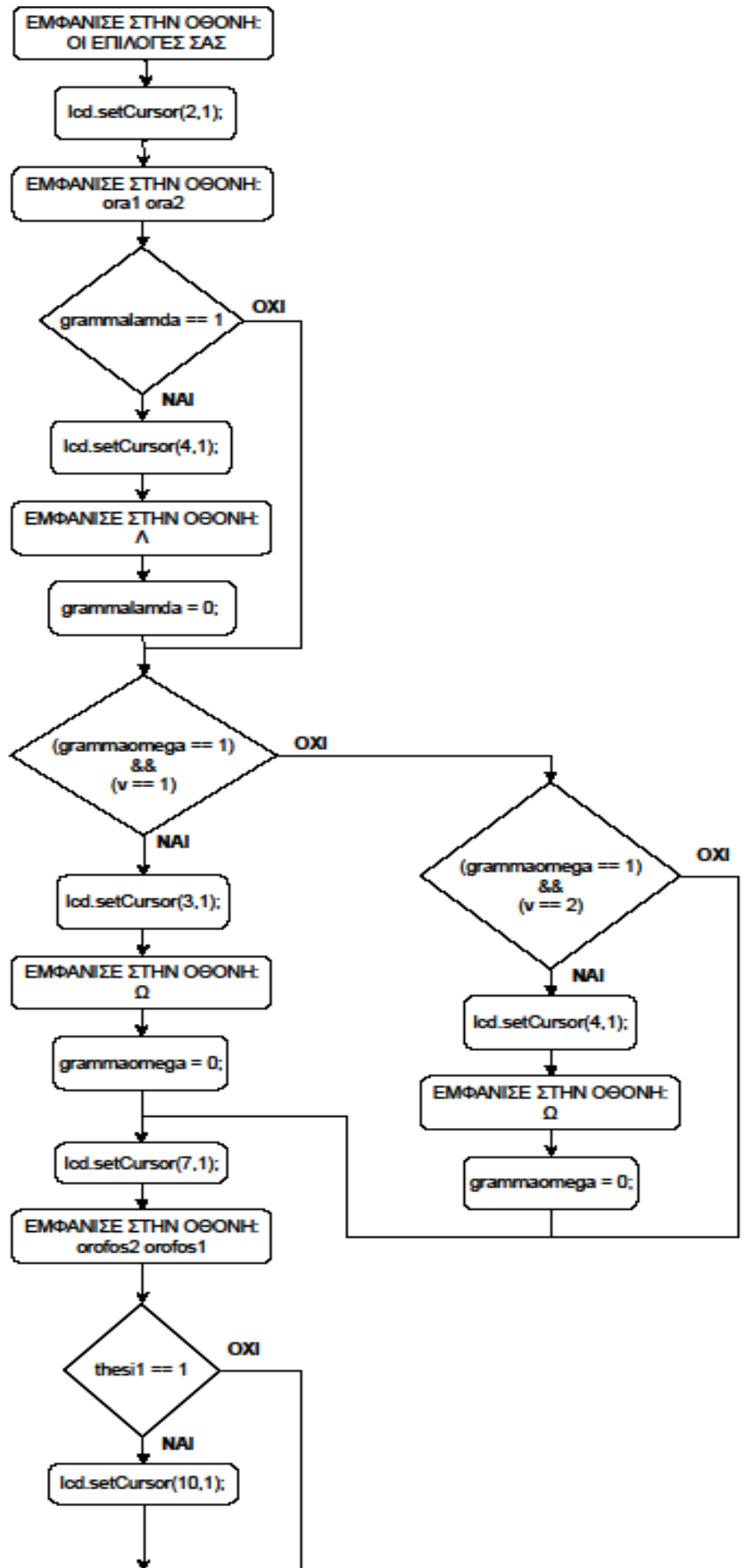


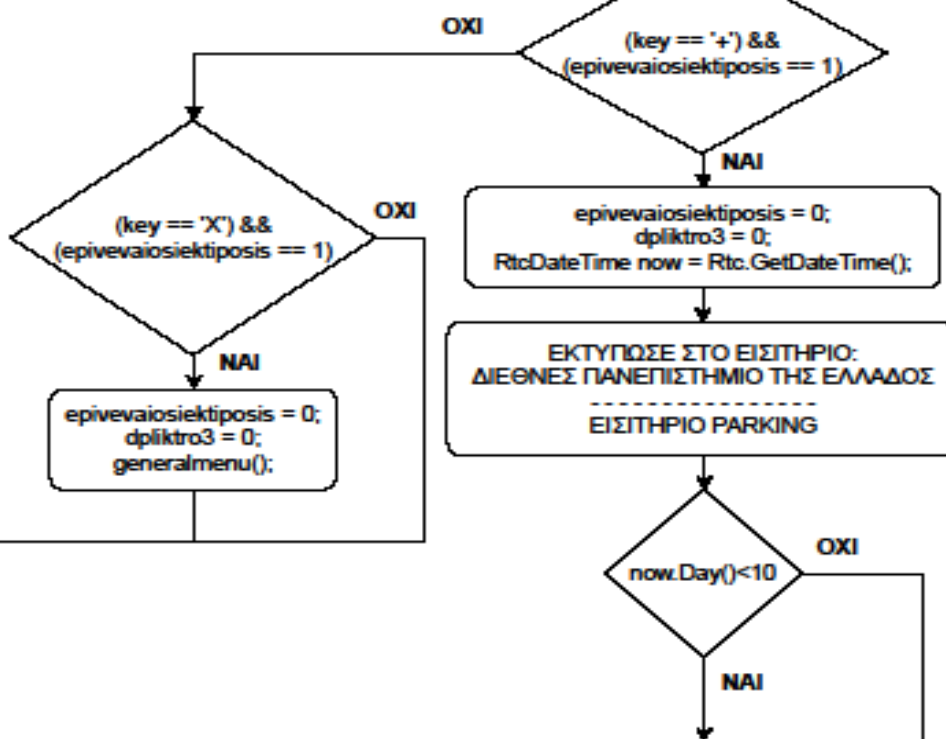
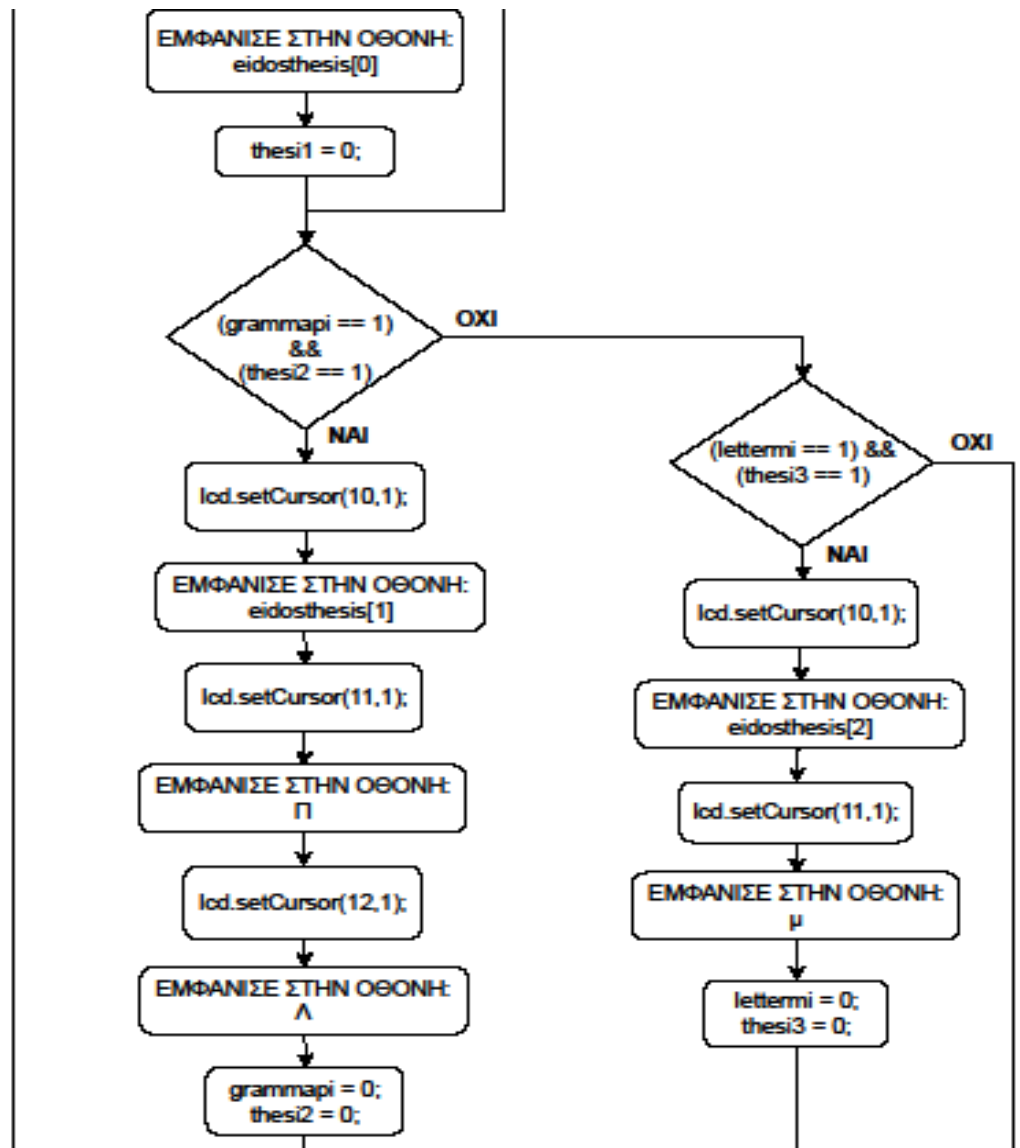


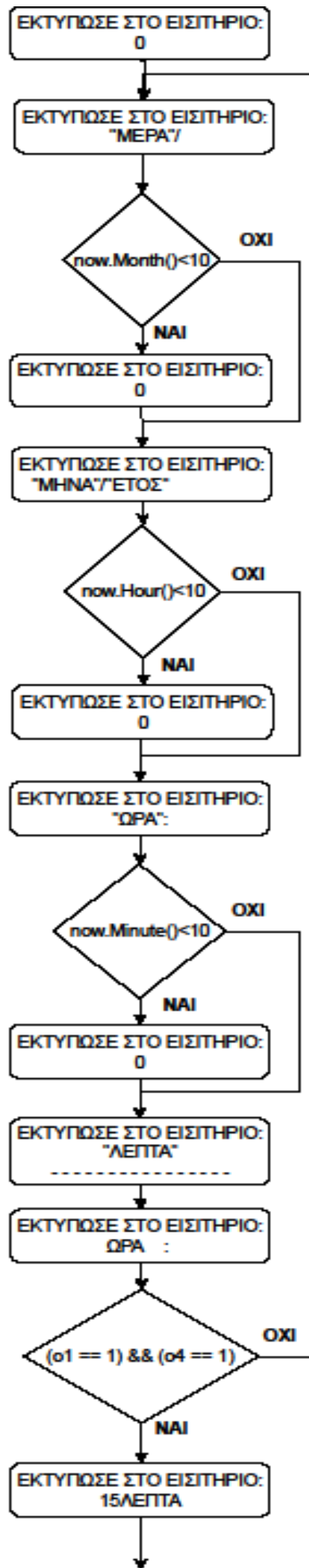


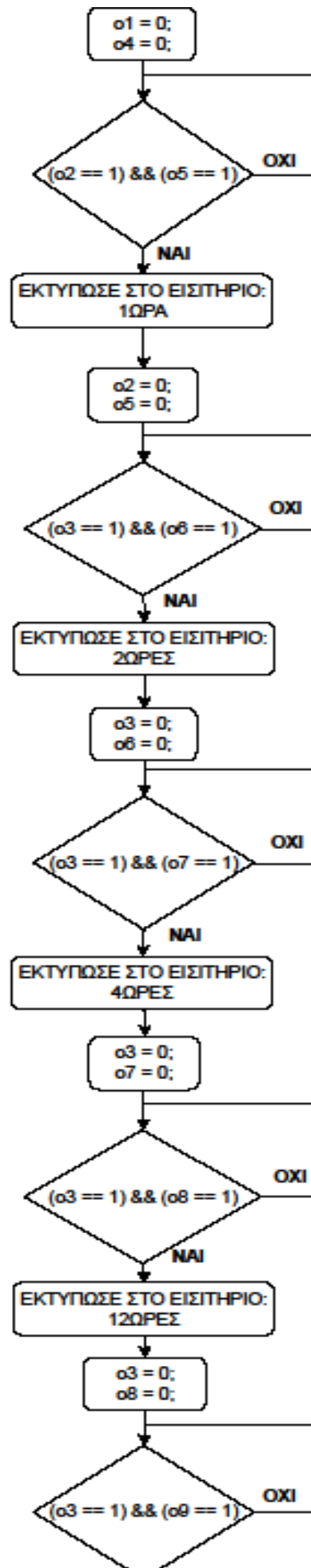


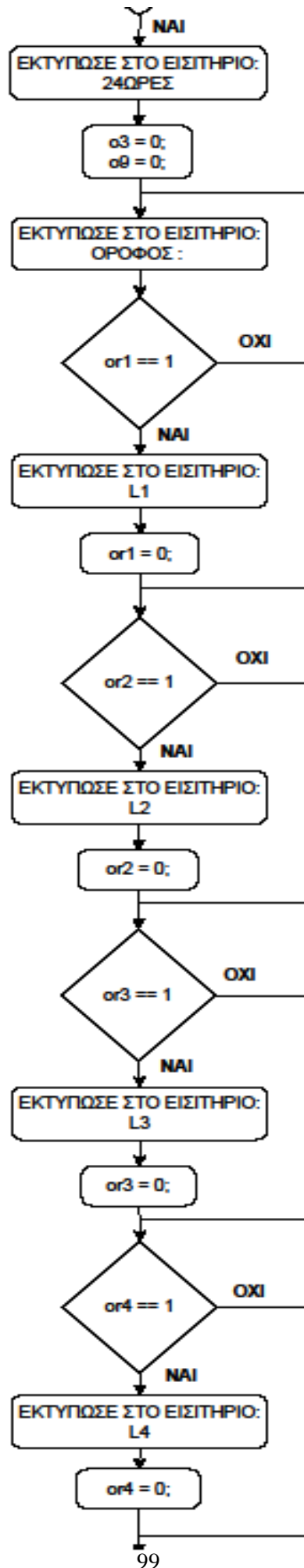


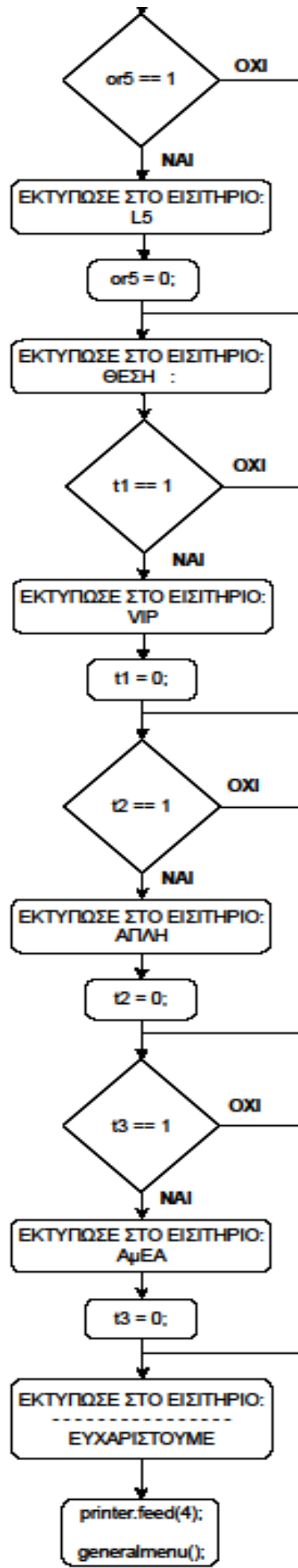


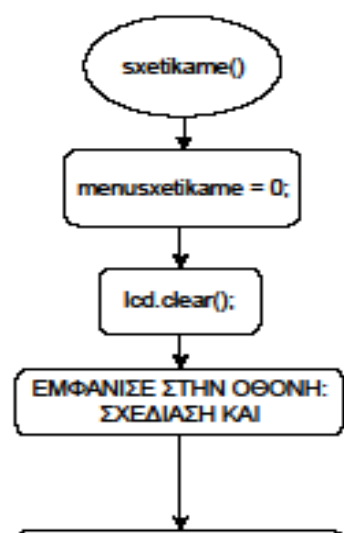
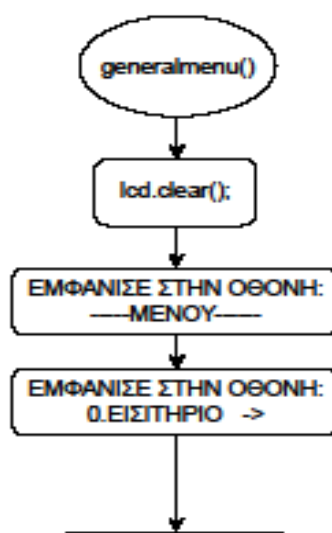
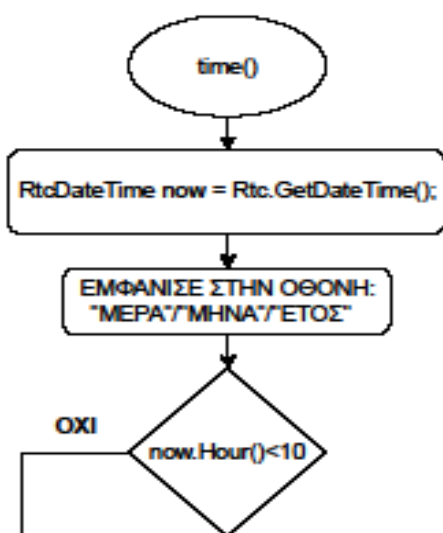
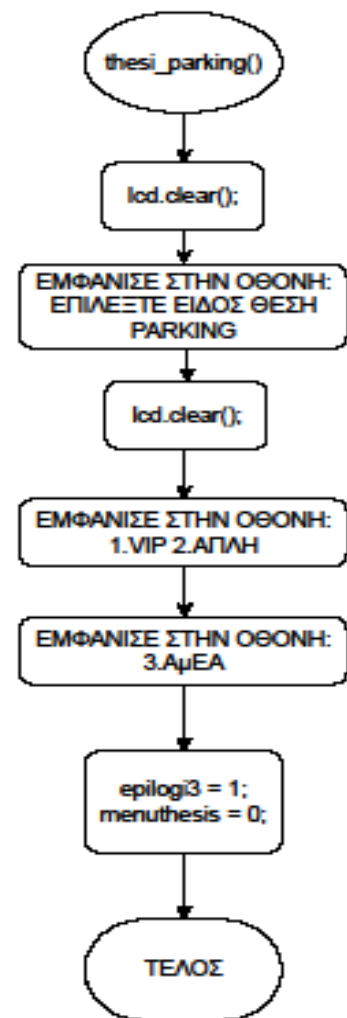
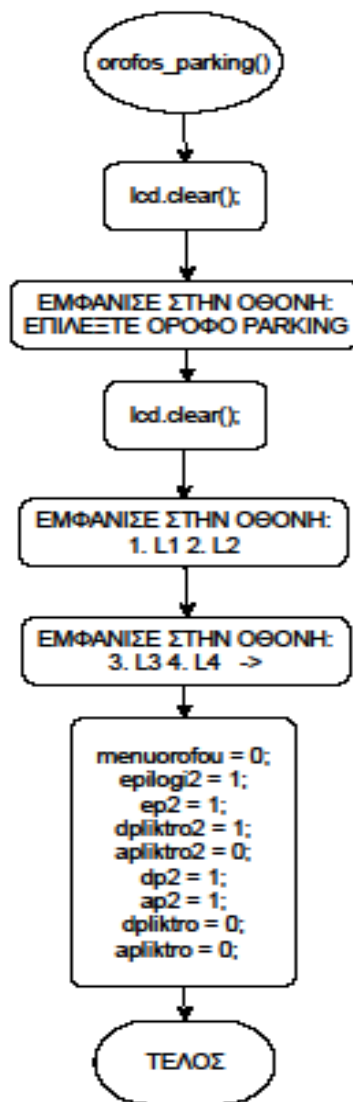
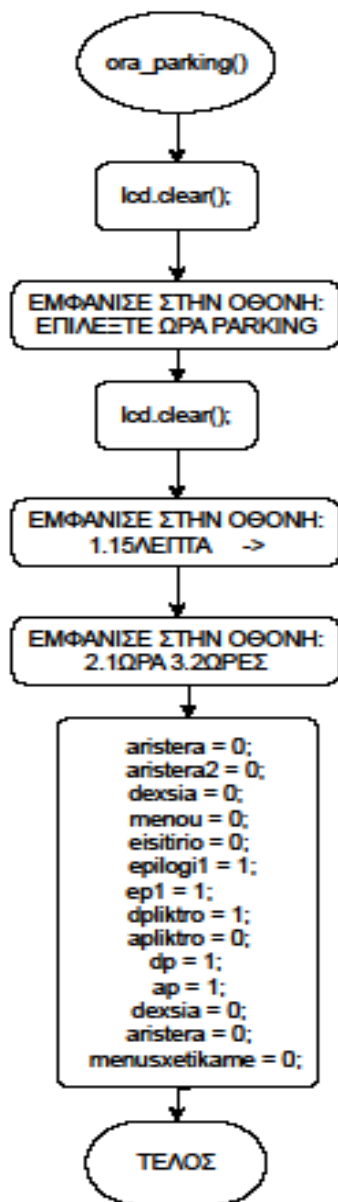












ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΚΩΔΙΚΑΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

```
// Βιβλιοθήκες Εξαρτημάτων
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Keypad.h>
#include <ThreeWire.h>
#include <RtcDS1302.h>
#include <Adafruit_Thermal.h>

Adafruit_Thermal printer(&Serial3); //Δήλωση αντικειμένου (Serial3) και πέρασμα της διεύθυνση του
στον κατασκευαστή Adafruit_Thermal

//Καθορίζουμε τον χάρτη πλήκτρων του πληκτρολογίου 4x4
char keys[4][4] = {
  {'1','2','3','/'},
  {'4','5','6','X'},
  {'7','8','9','-'},
  {'*','0','=','+'} };

//connect keypad column pins to the defined pins in {Column1, Column2, Column3, Column4}
byte colPins[4] = {50, 48, 46, 44}; //connect to the column pinouts of the keypad
//connect keypad row pins to the defined pins in {Row1, Row2, Row3, Row4}
byte rowPins[4] = {42, 40, 38, 36}; //connect to the row pinouts of the keypad

//create the keypad
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, 4, 4 );

//Το myWire είναι το object για το ThreeWire της βιβλιοθήκης του και μπορούμε να το ονομάσουμε
όπως θέλουμε εδώ έχει το όνομα myWire.
//Στην παρένθεση του myWire τυπώνονται τα pins του DS1302 που συνδέονται με το Arduino, π.χ.
Arduino pin 22 --> pin CLK, Arduino pin 24 --> pin DAT, Arduino pin 26 --> pin RST
//ThreeWire myWire(DAT ή I/O, CLK ή SCLK, RST);
ThreeWire myWire(24,22,26);
RtcDS1302<ThreeWire> Rtc(myWire);

// initialize the library with the numbers of the interface pins
// Creates an LCD object. Parameters: (rs, enable, d4, d5, d6, d7)
LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2);

//Δημιουργία ελληνικών χαρακτήρων (Γ,Δ,Θ,Λ,Ξ,Π,Φ,Ω)
byte gamma[8] = {
  0b11111,
  0b10000,
  0b10000,
  0b10000,
  0b10000,
  0b10000,
  0b10000,
  0b00000 };

byte delta[8] = {
  0b00000,
  0b00100,
  0b01010,
```

```
0b01010,  
0b10001,  
0b10001,  
0b11111,  
0b00000  };
```

```
byte thita[8] = {  
0b01110,  
0b10001,  
0b10001,  
0b11111,  
0b10001,  
0b10001,  
0b01110,  
0b00000 };
```

```
byte lamda[8] = {  
0b00100,  
0b01010,  
0b01010,  
0b10001,  
0b10001,  
0b10001,  
0b10001,  
0b00000 };
```

```
byte xsi[8] = {  
0b11111,  
0b00000,  
0b00000,  
0b01110,  
0b00000,  
0b00000,  
0b11111,  
0b00000 };
```

```
byte pi[8] = {  
0b11111,  
0b10001,  
0b10001,  
0b10001,  
0b10001,  
0b10001,  
0b10001,  
0b00000 };
```

```
byte fi[8] = {  
0b00100,  
0b01110,  
0b10101,  
0b10101,  
0b10101,  
0b01110,  
0b00100,  
0b00000 };
```

```

byte omega[8] = {
    0b01110,
    0b10001,
    0b10001,
    0b10001,
    0b10001,
    0b01010,
    0b11011,
    0b00000 };

//Μεταβλητές για εισαγωγή κωδικού
const String password = "21383"; // ο κωδικός που πρέπει να εισαχθεί για να μπει ο χρήστης μέσα
String input_password; //Μεταβλητή που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση του κωδικού
int attempts = 0;
int max_attempts = 3;
int x = 1;

//Μεταβλητές για το 1ο Μενού, ΩΠΑ PARKING
int dpliktro = 0; //Αφορά για την μετακίνηση προς τα δεξιά στο 1ο μενού
int apliktro = 0; //Αφορά για την μετακίνηση προς τα αριστερά στο 1ο μενού
int dp = 0; //Αφορά για την μετακίνηση προς τα δεξιά στο 1ο μενού
int ap = 0; //Αφορά για την μετακίνηση προς τα αριστερά στο 1ο μενού
int epilogi1 = 0; //Αφορά για την επιλογή από τις 3 πρώτες επιλογές του 1ου μενού (15Λ,1Ω,2Ω)
int epilogi1_1 = 0; //Αφορά για την επιλογή από τις 3 τελευταίες επιλογές του 1ου μενού (4Ω,12Ω,24Ω)
int ep1 = 0; //Πρόκειται για την επιλογή κάτι από το 1ο μενού
int epinevaiosioras = 0; //Πρόκειται για την επιβεβαίωση ή ακύρωση επιλογής από το 1ο μενού
int ora1; //Για αποθήκευση αριθμού ώρας με βάση την επιλογή του χρήστη
char ora2; //Για αποθήκευση γράμματος ώρας με βάση την επιλογή του χρήστη
int numerooras[6] = {15,1,2,4,12,24};
char grammaoras[2] = {'L','O'};
int lamnta = 0; //Για την εμφάνιση του γράμματος Λ στην θέση του L της λέξης ΛΕΠΤΑ --> ΛΕΠΤΑ,
APLH --> ΑΡΛΗ
int omegga = 0; //Για την εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του O της λέξης ΟΡΑ --> ΩΡΑ, ΟΡΕΣ
--> ΩΡΕΣ
int v = 0; //Για την εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του O της λέξης ΟΡΑ --> ΩΡΑ, ΟΡΕΣ -->
ΩΡΕΣ

//Μεταβλητές για 2ο Μενού, ΟΡΟΦΟ PARKING
int menuorofou = 0; //Για να εισέλθει ο χρήστης στο μενού
int dpliktro2 = 0; //Αφορά για την μετακίνηση προς τα δεξιά στο 2ο μενού
int apliktro2 = 0; //Αφορά για την μετακίνηση προς τα αριστερά στο 2ο μενού
int dp2 = 0; //Αφορά για την μετακίνηση προς τα δεξιά στο 2ο μενού
int ap2 = 0; //Αφορά για την μετακίνηση προς τα αριστερά στο 2ο μενού
int epilogi2 = 0; //Πρόκειται για την επιλογή από τις 4 πρώτες επιλογές του 2ου μενού (L1,L2,L3,L4)
int epilogi2_2 = 0; //Πρόκειται για την επιλογή την 5 και τελευταία επιλογή του 2ου μενού (L5)
int ep2 = 0; //Πρόκειται για την επιλογή κάτι από το 2ο μενού
int epinevaiosiorofou = 0; //Για επιβεβαίωση ή ακύρωση επιλογής από το 2ο μενού
int orofos1; //Για αποθήκευση αριθμού ορόφου με βάση την επιλογή του χρήστη
char orofos2; //Για αποθήκευση γράμματος ορόφου με βάση την επιλογή του χρήστη
int numeroorofou[5] = {1,2,3,4,5};
char grammaorofou[1] = {'L'};

//Μεταβλητές για 3ο Μενού, ΕΙΔΟΣ ΘΕΣΗΣ PARKING
int menuthesis = 0; //Για να μπει ο χρήστης στο 3ο μενού

```

```

int epilogi3 = 0; //Για επιλογή από τις 3 επιλογές του μενού (VIP, ΑΠΛΗ, ΑμΕΑ)
int epivevaiosithesis = 0; //Για επιβεβαίωση ή ακύρωση επιλογής από το 3ο μενού
char *eidosthesis[] = {"VIP", "APLH", "AMEA"};
int thesi1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής θέσης "VIP"
int thesi2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής θέσης "APLH"
int thesi3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής θέσης "AMEA"
int pe = 0; //Για την εμφάνιση του γράμματος Π στην θέση του Ρ της λέξης ΑΡΛΗ --> ΑΠΛΗ
int mi = 0; //Για την εμφάνιση του γράμματος μ στην θέση του Μ της λέξης ΑΜΕΑ --> ΑμΕΑ
int lettermi = 0; //Για την εμφάνιση του γράμματος μ στην θέση του Μ της λέξης ΑΜΕΑ --> ΑμΕΑ
int grammapi = 0; //Για την εμφάνιση του γράμματος Π στην θέση του Ρ της λέξης ΑΡΛΗ --> ΑΠΛΗ
int grammalamda = 0; //Για την εμφάνιση του γράμματος Λ στην θέση του L της λέξης ΛΕΠΤΑ -->
ΛΕΠΤΑ
int grammomega = 0; //Για την εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του Ο της λέξης ΩΡΑ --> ΩΡΑ,
ΩΡΕΣ --> ΩΡΕΣ
int dpliktro3 = 0; //Για την μετακίνηση προς τα δεξιά

//Μεταβλητές για την εκτύπωση
int epivevaiosiektiposis = 0; //Για επιβεβαίωση ή ακύρωση, την προς εκτύπωση των επιλογών του
χρήστη
int o1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΛΕΠΤΑ
int o2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΑ
int o3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΕΣ
int o4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 15
int o5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 1
int o6 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 2
int o7 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 4
int o8 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 12
int o9 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 24
int or1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L1
int or2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L2
int or3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L3
int or4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L4
int or5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L5
int t1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής VIP
int t2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΑΠΛΗ
int t3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΑμΕΑ

//Μεταβλητή για την ώρα και ημερομηνία
int oraimerominia = 0;

//Μεταβλητές για το γενικό μενού
int genikomenou = 0; // Μεταβλητή με την οποία ο χρήστης μπορεί να εισέλθει στο γενικό μενού
int eisitirio = 0; // Μεταβλητή με την οποία ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στο μενού κατάσταση
Εισιτηρίου
int menusetikame = 0; // Μεταβλητή με την οποία ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στο μενού "Σχετικά
με"
int dexsia = 0; // Μεταβλητή με την οποία ο χρήστης μπορεί να μετακινείται δεξιά στο γενικό μενού
int menou = 0; // Μεταβλητή με την οποία ο χρήστης μπορεί να μεταβεί στο γενικό μενού
int aristera = 0; // Μεταβλητή με την οποία ο χρήστης μπορεί να μετακινείται αριστερά στο γενικό μενού
int aristera2 = 0; // Μεταβλητή με την οποία ο χρήστης μπορεί να μετακινείται αριστερά στην αρχική
κατάσταση "ΔΙ.ΠΑ.Ε. ΗΜ/ΝΙΑ & ΩΡΑ"

void setup(){

// Ρύθμιση των αριθμών στηλών και γραμμών της LCD Οθόνης

```

```
lcd.begin(16, 2);
```

```
//Αρχικοποίηση του DS1302
```

```
Rtc.Begin();
```

```
//Το RtcDateTime είναι το object και με την παρακάτω γραμμή κώδικα παίρνουμε την ώρα (__TIME__) και ημερομηνία (__DATE__) από τον υπολογιστή και τις αποθηκεύουμε στο currentTime.
```

```
//Τα __DATE__, __TIME__ είναι ενσωματωμένες μεταβλητές (built in variables) και μπορούμε να τις χρησιμοποιήσουμε για να πάρουμε την ώρα και ημερομηνία από τον υπολογιστή.
```

```
//Βάζουμε την ώρα και ημερομηνία στο currentTime με την εντολή Rtc.SetDateTime(currentTime);
```

```
//Κάνουμε πρώτα upload τον κώδικα με τις παρακάτω εντολές να μην είναι σχόλια και στην συνέχεια ξανακάνουμε upload αλλά αυτήν την φορά θα είναι σε σχόλια αυτές οι 2 εντολές.
```

```
//RtcDateTime currentTime = RtcDateTime(__DATE__, __TIME__);
```

```
//Rtc.SetDateTime(currentTime);
```

```
//Αντιστοίχιση των ελληνικών χαρακτήρων (bytes) με αριθμούς
```

```
lcd.createChar(0, gamma); // Ελληνικός Χαρακτήρας (byte) Γ (Αριθμός 0)
```

```
lcd.createChar(1, delta); // Ελληνικός Χαρακτήρας (byte) Δ (Αριθμός 1)
```

```
lcd.createChar(2, thita); // Ελληνικός Χαρακτήρας (byte) Θ (Αριθμός 2)
```

```
lcd.createChar(3, lamda); // Ελληνικός Χαρακτήρας (byte) Λ (Αριθμός 3)
```

```
lcd.createChar(4, xsi); // Ελληνικός Χαρακτήρας (byte) Ξ (Αριθμός 4)
```

```
lcd.createChar(5, pi); // Ελληνικός Χαρακτήρας (byte) Π (Αριθμός 5)
```

```
lcd.createChar(6, omega); // Ελληνικός Χαρακτήρας (byte) Ω (Αριθμός 6)
```

```
lcd.createChar(7, fi); // Ελληνικός Χαρακτήρας (byte) Φ (Αριθμός 7)
```

```
//ΔΙ.ΠΑ.Ε.
```

```
lcd.setCursor(5,0);
```

```
lcd.write((byte)1);
```

```
lcd.print("I.");
```

```
lcd.write((byte)5);
```

```
lcd.print("A.");
```

```
lcd.print("E.");
```

```
//ΜΑΥΡΑ ΚΟΥΤΑΚΙΑ
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
delay(600);
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
delay(300);
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
delay(500);
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
delay(600);
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
delay(2000);
```

```
lcd.print(char(255));
```

```
lcd.print(char(255));
```

```

lcd.print(char(255));
delay(500);

lcd.clear();

//ΕΙΣΑΓΕΤΑΙ ΚΩΔΙΚΟ
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("EI");
lcd.write(0xF6);
lcd.print("A");
lcd.write((byte)0);
lcd.print("ETE K");
lcd.write((byte)6);
lcd.write((byte)1);
lcd.print("IKO");

// NOTE: SOME PRINTERS NEED 9600 BAUD instead of 19200, check test page.
//Εάν η δοκιμαστική σελίδα του εκτυπωτή σας εμφανίζει 'BAUDRATE: 9600', θα χρειαστεί να κάνετε
// μια μικρή αλλαγή στον πηγαίο κώδικα της βιβλιοθήκης.
//Χρησιμοποιώντας ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου (Σημειωματάριο, κ.λπ.), ανοίξτε το αρχείο
Adafruit_Thermal.cpp και αλλάξτε αυτήν τη γραμμή:
#define BAUDRATE 19200
//σε αυτό:
#define BAUDRATE 9600

Serial3.begin(9600); // Use this instead if using hardware serial
printer.begin(); // Init printer (same regardless of serial type)
printer.setCodePage(CODEPAGE_CP737); //Κωδικός γλώσσας με την οποία κάνουμε τον εκτυπωτή
//μπορεί να εκτυπώνει στα ελληνικά
}

void loop(){
  RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
  char key = keypad.getKey();
  //-----ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΩΔΙΚΟΥ-----//
  if (oraimerominia == 1)
  {
    time();
  }
  if ((key) && (x == 1)){
    if(key == 'X')
    {
      input_password = ""; // reset the input password
      lcd.clear();
      //ΕΙΣΑΓΕΤΑΙ ΚΩΔΙΚΟ
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("EI");
      lcd.write(0xF6);
      lcd.print("A");
      lcd.write((byte)0);
      lcd.print("ETE K");
      lcd.write((byte)6);
      lcd.write((byte)1);
      lcd.print("IKO");
    }
  }
}

```

```

else if(key == '-')
{
    lcd.clear();

    if(input_password == password)
    {
        //ΚΑΛΩΣ ΟΡΙΣΑΤΕ
        lcd.setCursor(6,0);
        lcd.print("KA");
        lcd.write((byte)3);
        lcd.write((byte)6);
        lcd.write(0xF6);
        lcd.setCursor(5,1);
        lcd.print("OPI");
        lcd.write(0xF6);
        lcd.print("ATE");
        delay(500);
        lcd.clear();
        //ΔΙ.ΠΑ.Ε.
        lcd.setCursor(5,0);
        lcd.write((byte)1);
        lcd.print("I.");
        lcd.write((byte)5);
        lcd.print("A.");
        lcd.print("E.");
        time();
        x = 0;
        attempts = 0;
        genikomenou = 1;
    }

    else
    {
        //ΛΑΘΟΣ ΚΩΔΙΚΟΣ
        lcd.setCursor(6,0);
        lcd.write((byte)3);
        lcd.print("A");
        lcd.write((byte)2);
        lcd.print("O");
        lcd.write(0xF6);
        lcd.setCursor(5,1);
        lcd.print("K");
        lcd.write((byte)6);
        lcd.write((byte)1);
        lcd.print("IKO");
        lcd.write(0xF6);
        delay(1000);

        attempts = attempts + 1;
        if (attempts >= max_attempts)
        {
            //ΠΕΡΙΜΕΝΕΤΕ 3 sec
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(4,0);

```

```

    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("EPIMENETE");
    lcd.setCursor(6,1);
    lcd.print("3 sec");
    delay(3000);
    attempts = 0;
}
//ΕΙΣΑΓΕΤΑΙ ΚΩΔΙΚΟ
lcd.clear();
lcd.print("EI");
lcd.write(0xF6);
lcd.print("A");
lcd.write((byte)0);
lcd.print("ETE K");
lcd.write((byte)6);
lcd.write((byte)1);
lcd.print("IKO");
lcd.setCursor(0,0);
input_password = ""; // reset the input password
}
}

else
{
//ΕΙΣΑΓΕΤΑΙ ΚΩΔΙΚΟ
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("EI");
lcd.write(0xF6);
lcd.print("A");
lcd.write((byte)0);
lcd.print("ETE K");
lcd.write((byte)6);
lcd.write((byte)1);
lcd.print("IKO");
input_password += key; // append new character to input password string
lcd.setCursor(input_password.length(), 1); // move cursor to new position
lcd.print('*'); // print * key as hidden character
}
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΩΔΙΚΟΥ-----//
//-----ΜΕΤΑΒΑΣΗ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΝΟΥ-----//
if ((key == '/') && (genikomenou == 1))
{
generalmenu();
}
if((key == '*') && (aristera2 == 1))
{
    lcd.clear();
    //ΔΙ.ΠΑ.Ε.
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.write((byte)1);
    lcd.print("I.");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("A.");
    lcd.print("E.");
}

```

```

time();
aristera2 = 0;
aristera = 0;
menou = 1;
dexsia = 0;
eisitirio = 0;
menusxetikame = 0;
}

if((key == '/') && (menou == 1))
{
    oraimerominia = 0;
    lcd.clear();
    //----MENOY-----
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("----MENOY-----");
    //0.ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ  ->
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("0.EI");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ΙΤΗΡΙΟ  ->");
    menou = 0;
    dexsia = 1;
    aristera = 0;
    aristera2 = 1;
    eisitirio = 1;
    menusxetikame = 0;
}

if((key == '=') && (dexsia == 1))
{
    //1.ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ <-
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("1.");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ΧΕΤΙΚΑ ΜΕ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("<-");
    dexsia = 0;
    menou = 0;
    aristera = 1;
    aristera2 = 0;
    menusxetikame = 1;
    eisitirio = 0;
}

if((key == '*') && (aristera == 1))
{
    lcd.clear();
    //----MENOY-----
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("----MENOY-----");
    //0.ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ  ->
    lcd.setCursor(0,1);

```

```

    lcd.print("0.EI");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ITHPIO ->");
    aristera = 0;
    aristera2 = 1;
    dexsia = 1;
    menou = 0;
    eisitirio = 1;
    menusxetikame = 0;
}

if((key == '0') && (eisitirio == 1))
{
    ora_parking();
}
if((key == '1') && (menusxetikame == 1))
{
    dexsia = 0;
    aristera = 0;
    sxetikame();
    generalmenu();
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ ΣΤΟ ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΝΟΥ-----//
//-----ΜΕΝΟΥ ΩΡΑ PARKING-----//
if((key == '=') && (dpliktro == 1) && (dp == 1)) //Μετακίνηση προς τα δεξιά για εμφάνιση επιλογών
του μενού
{
    lcd.clear();
    //4.4ΩΡΕΣ 5.12ΩΡΕΣ
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("4.4");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PE");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.setCursor(8,0);
    lcd.print("5.12");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PE");
    lcd.write(0xF6);
    //6.24ΩΡΕΣ
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("6.24");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PE");
    lcd.write(0xF6);
    dpliktro = 0;
    apliktro = 1;
    epilogi1_1 = 1;
    epilogi1 = 0;
    ep1 = 0;
}
if((key == '*') && (apliktro == 1) && (ap == 1)) //Μετακίνηση προς τα αριστερά για εμφάνιση
επιλογών του μενού ΩΡΑ PARKING
{
    lcd.clear();

```

```

//1.15ΛΕΙΠΑ ->
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("1.15");
lcd.write((byte)3);
lcd.print("E");
lcd.write((byte)5);
lcd.print("TA ->");
//2.1ΩΠΑ 3.2ΩΠΕΣ
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("2.1");
lcd.write((byte)6);
lcd.print("PA ");
lcd.print("3.2");
lcd.write((byte)6);
lcd.print("PE");
lcd.write(0xF6);
apliktro = 0;
dpliktro = 1;
epilogi1_1 = 0;
epilogi1 = 1;
ep1 = 1;
}
if((key == '1') && (epilogi1 == 1) && (ep1 == 1)) //1η Επιλογή "15ΛΕΙΠΑ"
{
//ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
lcd.clear();
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("E");
lcd.write((byte)5);
lcd.print("I");
lcd.write((byte)3);
lcd.print("E");
lcd.write((byte)4);
lcd.print("ATE");
lamnta = 1;
lcd.setCursor(7,1);
ora1 = numerooras[0];
ora2 = grammaoras[0];
lcd.print(ora1);
lcd.print(ora2);
if(lamnta == 1)
{
lcd.setCursor(9,1);
lcd.write((byte)3); //Εμφάνιση του γράμματος Λ στην θέση του L της λέξης ΛΕΙΠΑ --> ΛΕΙΠΑ
lamnta = 0;
}
epilogi1 = 0;
epivevaioisoras = 1;
dpliktro = 0;
apliktro = 0;
dp = 0;
ap = 0;
grammalamda = 1;
grammaomega = 0;
o1 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής ΛΕΙΠΑ

```

```

o2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΑ
o3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΕΣ
o4 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής 15
o5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 1
o6 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 2
o7 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 4
o8 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 12
o9 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 24
}
if ((key == '-') && (epivevaiosioras == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
    epivevaiosioras = 0;
//ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("ATH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("TE -> ");
    lcd.write((byte)0);
    lcd.print("IA");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("NA ");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("POX");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ETE");
    menuorofou = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosioras == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
    epivevaiosioras = 0;
    ora_parking();
}
if((key == '2') && (epilogi1 == 1) && (ep1 == 1)) //2η Επιλογή "1ΩΡΑ"
{
//ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("I");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)4);
    lcd.print("ATE");
    omegga = 1;
    lcd.setCursor(7,1);
    ora1 = numerooras[1];
    ora2 = grammaoras[1];
    lcd.print(ora1);
    lcd.print(ora2);
if(omegga == 1)
{

```

```

    lcd.setCursor(8,1);
    lcd.write((byte)6); //Εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του Ο της λέξης ΟΡΑ --> ΩΡΑ, ΟΡΕΣ
--> ΩΡΕΣ
    omegga = 0;
}
epilogi1 = 0;
epivevaiosioras = 1;
dpliktro = 0;
apliktro = 0;
dp = 0;
ap = 0;
grammalamda = 0;
grammaomega = 1;
v = 1;
o1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΛΕΙΠΑ
o2 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΑ
o3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΕΣ
o4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 15
o5 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής 1
o6 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 2
o7 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 4
o8 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 12
o9 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 24
}
if ((key == '-') && (epivevaiosioras == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
    epivevaiosioras = 0;
//ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("ATH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("TE -> ");
    lcd.write((byte)0);
    lcd.print("IA");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("NA ");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("POX");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ETE");
    menuorofou = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosioras == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
    epivevaiosioras = 0;
    ora_parking();
}
if((key == '3') && (epilogi1 == 1) && (ep1 == 1)) //3η Επιλογή "2ΩΡΕΣ"
{
//ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4,0);

```

```

lcd.print("E");
lcd.write((byte)5);
lcd.print("I");
lcd.write((byte)3);
lcd.print("E");
lcd.write((byte)4);
lcd.print("ATE");
omegga = 1;
lcd.setCursor(7,1);
ora1 = numerooras[2];
ora2 = grammaoras[1];
lcd.print(ora1);
lcd.print(ora2);
if(omegga == 1)
{
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.write((byte)6); //Εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του Ο της λέξης ΟΡΑ --> ΩΡΑ, ΟΡΕΣ
--> ΩΡΕΣ
  omegga = 0;
}
epilogi1 = 0;
epivevaiosioras = 1;
dpliktro = 0;
apliktro = 0;
dp = 0;
ap = 0;
grammalamda = 0;
grammaomega = 1;
v = 1;
o1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΛΕΠΤΑ
o2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΑ
o3 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΕΣ
o4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 15
o5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 1
o6 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής 2
o7 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 4
o8 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 12
o9 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 24
}
if ((key == '-') && (epivevaiosioras == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
  epivevaiosioras = 0;
//ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("ATH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("TE -> ");
  lcd.write((byte)0);
  lcd.print("IA");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("NA ");
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("POX");
  lcd.write((byte)6);

```

```

    lcd.print("PH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ETE");
    menuorofou = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosioras == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
    epivevaiosioras = 0;
    ora_parking();
}
if((key == '4') && (epilogi1_1 == 1) && (ep1 == 0)) //4η Επιλογή "4ΩΡΕΣ"
{
    //ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("I");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)4);
    lcd.print("ATE");
    omegga = 1;
    lcd.setCursor(7,1);
    ora1 = numerooras[3];
    ora2 = grammaoras[1];
    lcd.print(ora1);
    lcd.print(ora2);
    if(omegga == 1)
    {
        lcd.setCursor(8,1);
        lcd.write((byte)6); //Εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του Ο της λέξης ΟΡΑ --> ΩΡΑ, ΟΡΕΣ
--> ΩΡΕΣ
        omegga = 0;
    }
    epilogi1_1 = 0;
    epivevaiosioras = 1;
    dpliktro = 0;
    apliktro = 0;
    dp = 0;
    ap = 0;
    grammalamda = 0;
    grammaomega = 1;
    v = 1;
    o1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΛΕΠΤΑ
    o2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΑ
    o3 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΕΣ
    o4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 15
    o5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 1
    o6 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 2
    o7 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής 4
    o8 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 12
    o9 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 24
}
if ((key == '-') && (epivevaiosioras == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής

```

```

{
  epivevaiosioras = 0;
  //ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("ATH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("TE -> ");
  lcd.write((byte)0);
  lcd.print("IA");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("NA ");
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("POX");
  lcd.write((byte)6);
  lcd.print("PH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("ETE");
  menuorofou = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosioras == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
  epivevaiosioras = 0;
  ora_parking();
}
if((key == '5') && (epilogi1_1 == 1) && (ep1 == 0)) //5η Επιλογή "12ΩΡΕΣ"
{
  //ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("E");
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("I");
  lcd.write((byte)3);
  lcd.print("E");
  lcd.write((byte)4);
  lcd.print("ATE");
  omegga = 1;
  lcd.setCursor(7,1);
  ora1 = numerooras[4];
  ora2 = grammaoras[1];
  lcd.print(ora1);
  lcd.print(ora2);
  if(omegga == 1)
  {
    lcd.setCursor(9,1);
    lcd.write((byte)6); //Εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του Ο της λέξης ΟΡΑ --> ΩΡΑ, ΟΡΕΣ
--> ΩΡΕΣ
    omegga = 0;
  }
  epilogi1_1 = 0;
  epivevaiosioras = 1;
  dpliktro = 0;
  apliktro = 0;
  dp = 0;
}

```

```

ap = 0;
grammalambda = 0;
grammaomega = 1;
v = 2;
o1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΛΕΠΤΑ
o2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΑ
o3 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΕΣ
o4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 15
o5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 1
o6 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 2
o7 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 4
o8 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής 12
o9 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 24
}
if ((key == '-') && (epivevaiosioras == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
    epivevaiosioras = 0;
//ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("ATH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("TE -> ");
    lcd.write((byte)0);
    lcd.print("IA");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("NA ");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("POX");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ETE");
    menuorofou = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosioras == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
    epivevaiosioras = 0;
    ora_parking();
}
if((key == '6') && (epilogi1_1 == 1) && (ep1 == 0)) //6η Επιλογή "24ΩΡΕΣ"
{
//ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("I");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)4);
    lcd.print("ATE");
    omegga = 1;
    lcd.setCursor(7,1);
    ora1 = numerooras[5];
}

```

```

ora2 = grammaoras[1];
lcd.print(ora1);
lcd.print(ora2);
if(omegga == 1)
{
  lcd.setCursor(9,1);
  lcd.write((byte)6); //Εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του Ο της λέξης ΟΡΑ --> ΩΡΑ, ΟΡΕΣ
--> ΩΡΕΣ
  omegga = 0;
}
epilogi1_1 = 0;
epivevaiosioras = 1;
dpliktro = 0;
apliktro = 0;
dp = 0;
ap = 0;
grammalamda = 0;
grammaomega = 1;
v = 2;
o1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΛΕΠΤΑ
o2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΑ
o3 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής ΩΡΕΣ
o4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 15
o5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 1
o6 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 2
o7 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 4
o8 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής 12
o9 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής 24
}
if ((key == '-') && (epivevaiosioras == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
  epivevaiosioras = 0;
//ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("ATH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("TE -> ");
  lcd.write((byte)0);
  lcd.print("IA");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("NA ");
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("POX");
  lcd.write((byte)6);
  lcd.print("PH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("ETE");
  menuorofou = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosioras == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
  epivevaiosioras = 0;
  ora_parking();
}

```

```

//-----ΤΕΛΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΩΡΑ PARKING-----//
//-----ΜΕΝΟΥ ΟΡΟΦΟΣ PARKING-----//
    if ((key == '=') && (menuorofou == 1)) //Εισαγωγή στο μενού όροφος parking
    {
        orofos_parking();
        key = NO_KEY; // Αποτρέπει το ενεργοποιηθεί η κατάσταση δεξιά μετακίνησης του μενού
        ΟΡΟΦΟΣ PARKING
    }
    if((key == '=') && (dpliktro2 == 1) && (dp2 == 1)) //Μετακίνηση προς τα δεξιά για εμφάνιση
    επιλογών του μενού ΟΡΟΦΟΣ PARKING
    {
        lcd.clear();
        //5. L5 <-
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("5. L5");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("<-");
        dpliktro2 = 0;
        apliktro2 = 1;
        epilogi2_2 = 1;
        epilogi2 = 0;
        ep2 = 0;
    }
    if((key == '*') && (apliktro2 == 1) && (ap2 == 1)) //Μετακίνηση προς τα αριστερά για εμφάνιση
    επιλογών του μενού ΟΡΟΦΟΣ PARKING
    {
        lcd.clear();
        //1. L1 2. L2
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("1. L1 2. L2");
        //3. L3 4. L4 ->
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("3. L3 4. L4 ->");
        apliktro2 = 0;
        dpliktro2 = 1;
        epilogi2_2 = 0;
        epilogi2 = 1;
        ep2 = 1;
    }
    if((key == '1') && (epilogi2 == 1) && (ep2 == 1)) //1η Επιλογή "L1"
    {
        //ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(4,0);
        lcd.print("E");
        lcd.write((byte)5);
        lcd.print("I");
        lcd.write((byte)3);
        lcd.print("E");
        lcd.write((byte)4);
        lcd.print("ATE");
        lcd.setCursor(7,1);
        orofos1 = numeroorofou[0];
        orofos2 = grammaorofou[0];
        lcd.print(orofos2);
    }

```

```

lcd.print(orofos1);
epilogi2 = 0;
epivevaiosiorofou = 1;
dpliktro2 = 0;
apliktro2 = 0;
dp2 = 0;
ap2 = 0;
or1 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής L1
or2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L2
or3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L3
or4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L4
or5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L5
}
if ((key == '-') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
    epivevaiosiorofou = 0;
    menuorofou = 0;
    //ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("ATH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("TE -> ");
    lcd.write((byte)0);
    lcd.print("IA");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("NA ");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("POX");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ETE");
    menuthesis = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
    epivevaiosiorofou = 0;
    orofos_parking();
}
if((key == '2') && (epilogi2 == 1) && (ep2 == 1)) //2η Επιλογή "L2"
{
    //ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("I");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)4);
    lcd.print("ATE");
    lcd.setCursor(7,1);
    orofos1 = numeroorofou[1];
    orofos2 = grammaorofou[0];
}

```

```

lcd.print(orofos2);
lcd.print(orofos1);
epilogi2 = 0;
epivevaiosiorofou = 1;
dpliktro2 = 0;
apliktro2 = 0;
dp2 = 0;
ap2 = 0;
or1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L1
or2 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής L2
or3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L3
or4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L4
or5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L5
}
if ((key == '-') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
    epivevaiosiorofou = 0;
    menuorofou = 0;
//ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("ATH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("TE -> ");
    lcd.write((byte)0);
    lcd.print("IA");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("NA ");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("POX");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ETE");
    menuthesis = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
    epivevaiosiorofou = 0;
    orofos_parking();
}
if((key == '3') && (epilogi2 == 1) && (ep2 == 1)) //3η Επιλογή "L3"
{
//ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("I");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)4);
    lcd.print("ATE");
    lcd.setCursor(7,1);
    orofos1 = numeroorofou[2];
}

```

```

orofos2 = grammaorofou[0];
lcd.print(orofos2);
lcd.print(orofos1);
epilogi2 = 0;
epivevaiosiorofou = 1;
dpliktro2 = 0;
apliktro2 = 0;
dp2 = 0;
ap2 = 0;
or1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L1
or2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L2
or3 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής L3
or4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L4
or5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L5
}
if ((key == '-') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
    epivevaiosiorofou = 0;
    menuorofou = 0;
    //ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("ATH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("TE -> ");
    lcd.write((byte)0);
    lcd.print("IA");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("NA ");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("POX");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ETE");
    menuthesis = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
    epivevaiosiorofou = 0;
    orofos_parking();
}
if((key == '4') && (epilogi2 == 1) && (ep2 == 1)) //4η Επιλογή "L4"
{
    //ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("I");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)4);
    lcd.print("ATE");
    lcd.setCursor(7,1);
}

```

```

orofos1 = numeroorofou[3];
orofos2 = grammaorofou[0];
lcd.print(orofos2);
lcd.print(orofos1);
epilogi2 = 0;
epivevaiosiorofou = 1;
dpliktro2 = 0;
apliktro2 = 0;
dp2 = 0;
ap2 = 0;
or1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L1
or2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L2
or3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L3
or4 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής L4
or5 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L5
}
if ((key == '-') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
    epivevaiosiorofou = 0;
    menuorofou = 0;
//ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΤΕ
    lcd.setCursor(1,0);
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("ATH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("TE -> ");
    lcd.write((byte)0);
    lcd.print("IA");
    lcd.setCursor(1,1);
    lcd.print("NA ");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("POX");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PH");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ETE");
    menuthesis = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
    epivevaiosiorofou = 0;
    orofos_parking();
}
if((key == '5') && (epilogi2_2 == 1) && (ep2 == 0)) //5η Επιλογή "L5"
{
//ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("I");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)4);
    lcd.print("ATE");
}

```

```

lcd.setCursor(7,1);
orofos1 = numeroorofou[4];
orofos2 = grammaorofou[0];
lcd.print(orofos2);
lcd.print(orofos1);
epilogi2_2 = 0;
epivevaiosiorofou = 1;
dpliktro2 = 0;
apliktro2 = 0;
dp2 = 0;
ap2 = 0;
or1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L1
or2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L2
or3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L3
or4 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής L4
or5 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής L5
}
if ((key == '-') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
  epivevaiosiorofou = 0;
  menuorofou = 0;
  //ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("ATH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("TE -> ");
  lcd.write((byte)0);
  lcd.print("IA");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("NA ");
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("POX");
  lcd.write((byte)6);
  lcd.print("PH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("ETE");
  menuthesis = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosiorofou == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
  epivevaiosiorofou = 0;
  orofos_parking();
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΟΡΟΦΟΥ PARKING-----//
//-----ΜΕΝΟΥ ΕΙΔΟΣ ΘΕΣΗΣ PARKING-----//
if ((key == '=') && (menuthesis == 1)) //Εισαγωγή στο μενού ΕΙΔΟΣ ΘΕΣΗΣ PARKING
{
  thesi_parking();
}

if((key == '1') && (epilogi3 == 1)) //1η Επιλογή "VIP"
{
  //ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
  lcd.clear();

```

```

lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("E");
lcd.write((byte)5);
lcd.print("I");
lcd.write((byte)3);
lcd.print("E");
lcd.write((byte)4);
lcd.print("ATE");
lcd.setCursor(7,1);
lcd.print(eidosthesis[0]);
epilogi3 = 0;
epivevaiosithesis = 1;
thesi1 = 1;
t1 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής VIP
t2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΑΠΛΗ
t3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΑμΕΑ
}
if ((key == '-') && (epivevaiosithesis == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
  epivevaiosithesis = 0;
  menuthesis = 0;

//ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("ATH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("TE -> ");
  lcd.write((byte)0);
  lcd.print("IA");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("NA ");
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("POX");
  lcd.write((byte)6);
  lcd.print("PH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("ETE");
  dpliktro3 = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosithesis == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
  epivevaiosithesis = 0;
  thesi1 = 0;
  thesi_parking();
}
if((key == '2') && (epilogi3 == 1)) //2η Επιλογή "ΑΠΛΗ"
{
//ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("E");
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("I");
  lcd.write((byte)3);

```

```

lcd.print("E");
lcd.write((byte)4);
lcd.print("ATE");
pe = 1;
lamnta = 1;
lcd.setCursor(6,1);
lcd.print(eidosthesis[1]);
if((pe == 1) && (lamnta == 1))
{
  lcd.setCursor(7,1);
  lcd.write((byte)5); //Εμφάνιση του γράμματος Π στην θέση του Ρ της λέξης ΑΡΛΗ --> ΑΠΛΗ
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.write((byte)3); //Εμφάνιση του γράμματος Λ στην θέση του L της λέξης ΑΡΛΗ --> ΑΡΛΗ
  pe = 0;
  lamnta = 0;
}
epilogi3 = 0;
epivevaiosithesis = 1;
grammapi = 1;
lettermi = 0;
thesi2 = 1;
t1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής VIP
t2 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής ΑΠΛΗ
t3 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΑμΕΑ
}
if ((key == '-') && (epivevaiosithesis == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
  epivevaiosithesis = 0;
  menuthesis = 0;
  //ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΤΕ
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("ATH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("TE -> ");
  lcd.write((byte)0);
  lcd.print("IA");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("NA ");
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("POX");
  lcd.write((byte)6);
  lcd.print("PH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("ETE");
  dpliktro3 = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosithesis == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
  epivevaiosithesis = 0;
  thesi2 = 0;
  thesi_parking();
}
if((key == '3') && (epilogi3 == 1)) //3η Επιλογή "ΑμΕΑ"
{

```

```

//ΕΠΙΛΕΞΑΤΕ
lcd.clear();
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("E");
lcd.write((byte)5);
lcd.print("I");
lcd.write((byte)3);
lcd.print("E");
lcd.write((byte)4);
lcd.print("ATE");
mi = 1;
lcd.setCursor(7,1);
lcd.print(eidosthesis[2]);
if((mi == 1))
{
  lcd.setCursor(8,1);
  lcd.write(0XE4); //Εμφάνιση του γράμματος μ στην θέση του Μ της λέξης ΑΜΕΑ --> ΑμΕΑ
  mi = 0;
}
epilogi3 = 0;
epivevaiosithesis = 1;
grammapi = 0;
lettermi = 1;
thesi3 = 1;
t1 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής VIP
t2 = 0; // Για εμφάνιση επιλογής ΑΠΛΗ
t3 = 1; // Για εμφάνιση επιλογής ΑμΕΑ
}
if ((key == '-') && (epivevaiosithesis == 1)) //Επιβεβαίωση επιλογής
{
  epivevaiosithesis = 0;
  menuthesis = 0;
//ΠΑΤΗΣΤΕ -> ΓΙΑ ΝΑ ΠΡΟΧΩΡΗΣΕΤΕ
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("ATH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("TE -> ");
  lcd.write((byte)0);
  lcd.print("IA");
  lcd.setCursor(1,1);
  lcd.print("NA ");
  lcd.write((byte)5);
  lcd.print("POX");
  lcd.write((byte)6);
  lcd.print("PH");
  lcd.write(0xF6);
  lcd.print("ETE");
  dpliktro3 = 1;
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosithesis == 1)) //Ακύρωση επιλογής
{
  epivevaiosithesis = 0;
  thesi3 = 0;
  thesi_parking();
}

```

```

}
//-----ΤΕΛΟΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΕΙΔΟΣ ΘΕΣΗΣ PARKING-----//
//-----ΟΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΑΣ-----//
if((key == '=') && (dpliktro3 == 1))
{
    dpliktro3 = 0;
    epivevaiosiektiposis = 1;
    lcd.clear();
    //ΟΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΑΣ
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("ΟΙ Ε");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("Ι");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("Ο");
    lcd.write((byte)0);
    lcd.print("Ε");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.setCursor(11,0);
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("Α");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print(ora1);
    lcd.print(ora2);
    if(grammalamda == 1)
    {
        lcd.setCursor(4,1);
        lcd.write((byte)3); //Εμφάνιση του γράμματος Λ στην θέση του L της λέξης ΛΕΙΠΑ --> ΛΕΙΠΑ
        grammalamda = 0;
    }
    if((grammaomega == 1) && (v == 1))
    {
        lcd.setCursor(3,1);
        lcd.write((byte)6); //Εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του Ο της λέξης ΟΡΑ --> ΩΡΑ, ΟΡΕΣ
--> ΩΡΕΣ
        grammaomega = 0;
    }
    else if((grammaomega == 1) && (v == 2))
    {
        lcd.setCursor(4,1);
        lcd.write((byte)6); //Εμφάνιση του γράμματος Ω στην θέση του Ο της λέξης ΟΡΑ --> ΩΡΑ, ΟΡΕΣ
--> ΩΡΕΣ
        grammaomega = 0;
    }
    lcd.setCursor(7,1);
    lcd.print(orofos2);
    lcd.print(orofos1);
    if (thesi1 == 1)
    {
        lcd.setCursor(10,1);
        lcd.print(eidosthesis[0]);
        thesi1 = 0;
    }
    if((grammapi == 1) && (thesi2 == 1))

```

```

{
  lcd.setCursor(10,1);
  lcd.print(eidosthesis[1]);
  lcd.setCursor(11,1);
  lcd.write((byte)5); //Εμφάνιση του γράμματος Π στην θέση του Ρ της λέξης ΑΡΛΗ --> ΑΠΛΗ
  lcd.setCursor(12,1);
  lcd.write((byte)3); //Εμφάνιση του γράμματος Λ στην θέση του Ρ της λέξης ΑΡΛΗ --> ΑΡΛΗ
  grammapi = 0;
  thesi2 = 0;
}
else if((lettermi == 1) && (thesi3 == 1))
{
  lcd.setCursor(10,1);
  lcd.print(eidosthesis[2]);
  lcd.setCursor(11,1);
  lcd.write(0xE4); //Εμφάνιση του γράμματος μ στην θέση του Μ της λέξης ΑΜΕΑ --> ΑμΕΑ
  lettermi = 0;
  thesi3 = 0;
}
}
if((key == '+') && (epivevaiosiektiposis == 1))
{
  epivevaiosiektiposis = 0;
  dpliktro3 = 0;
  RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();

  //ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ
  printer.setSize('M'); // μεσαίο μέγεθος χαρακτήρων
  printer.justify('C'); // τοποθέτηση των χαρακτήρων στο κέντρο
  printer.boldOn(); // εφαρμογή έντονης γραφής στο κείμενο
  printer.write(0x83); // γράμμα Δ
  printer.print("IE");
  printer.write(0x87); // γράμμα Θ
  printer.print("NE");
  printer.write(0x91); // γράμμα Σ
  printer.print(" ");
  printer.write(0x8F); // γράμμα Π
  printer.print("ANE");
  printer.write(0x8F); // γράμμα Π
  printer.print("I");
  printer.write(0x91); // γράμμα Σ
  printer.print("THMIO");
  printer.println(" ");
  printer.print("TH");
  printer.write(0x91); // γράμμα Σ
  printer.print(" E");
  printer.write(0x8A); // γράμμα Λ
  printer.write(0x8A); // γράμμα Λ
  printer.print("A");
  printer.write(0x83); // γράμμα Δ
  printer.print("O");
  printer.write(0x91); // γράμμα Σ
  printer.println(" ");
  printer.boldOff(); // απενεργοποίηση έντονης γραφής στο κείμενο
  printer.println("-----");
}

```

```

printer.boldOn();
printer.print("EI");
printer.write(0x91); // γράμμα Σ
printer.println("ΙΤΗΠΙΟ");
printer.println("PARKING");
printer.boldOff();
printer.justify('L'); //τοποθέτηση των χαρακτήρων αριστερά
if(now.Day()<10)
{
    printer.print("0");
}
printer.print(String(now.Day()));
printer.print("/");
    if(now.Month()<10)
    {
        printer.print("0");
    }
printer.print(String(now.Month()));
printer.print("/");
printer.print(String(now.Year()));
printer.print("        "); //16 κενές θέσεις
printer.justify('R'); //τοποθέτηση των χαρακτήρων δεξιά
    if(now.Hour()<10)
    {
        printer.print("0");
    }
printer.print(String(now.Hour()));
printer.print(":");
    if(now.Minute()<10)
    {
        printer.print("0");
    }
printer.println(String(now.Minute()));
printer.justify('C');
printer.println("- - - - -");
//-----ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΩΡΑΣ-----//
printer.justify('L');
//ΩΡΑ :
printer.write(0x97); // γράμμα Ω
printer.print("PA  ");
if((o1 == 1) && (o4 == 1)) //Επιλογή "15ΛΕΠΤΑ"
{
    printer.print("15 ");
    printer.write(0x8A); // γράμμα Λ
    printer.print("E");
    printer.write(0x8F); // γράμμα Π
    printer.println("TA");
    o1 = 0;
    o4 = 0;
}
if((o2 == 1) && (o5 == 1)) //Επιλογή "1ΩΡΑ"
{
    printer.print("1 ");
    printer.write(0x97); // γράμμα Ω
    printer.println("PA");
}

```

```

ο2 = 0;
ο5 = 0;
}
if((ο3 == 1) && (ο6 == 1)) //Επιλογή "2ΩΡΕΣ"
{
printer.print("2 ");
printer.write(0x97); // γράμμα Ω
printer.print("PE");
printer.write(0x91); // γράμμα Σ
printer.println(" ");
ο3 = 0;
ο6 = 0;
}
if((ο3 == 1) && (ο7 == 1)) //Επιλογή "4ΩΡΕΣ"
{
printer.print("4 ");
printer.write(0x97); // γράμμα Ω
printer.print("PE");
printer.write(0x91); // γράμμα Σ
printer.println(" ");
ο3 = 0;
ο7 = 0;
}
if((ο3 == 1) && (ο8 == 1)) //Επιλογή "12ΩΡΕΣ"
{
printer.print("12 ");
printer.write(0x97); // γράμμα Ω
printer.print("PE");
printer.write(0x91); // γράμμα Σ
printer.println(" ");
ο3 = 0;
ο8 = 0;
}
if((ο3 == 1) && (ο9 == 1)) //Επιλογή "24ΩΡΕΣ"
{
printer.print("24 ");
printer.write(0x97); // γράμμα Ω
printer.print("PE");
printer.write(0x91); // γράμμα Σ
printer.println(" ");
ο3 = 0;
ο9 = 0;
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΩΡΑΣ-----//
//-----ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΟΡΟΦΟΥ-----//
//ΟΡΟΦΟΣ :
printer.print("ΟΡΟ");
printer.write(0x94); // γράμμα Φ
printer.print("Ο");
printer.write(0x91); // γράμμα Σ
printer.print(" : ");
if(οr1 == 1) //Επιλογή "L1"
{
printer.println("L1");
οr1 = 0;
}

```

```

}
if(or2 == 1) //Επιλογή "L2"
{
    printer.println("L2");
    or2 = 0;
}
if(or3 == 1) //Επιλογή "L3"
{
    printer.println("L3");
    or3 = 0;
}
if(or4 == 1) //Επιλογή "L4"
{
    printer.println("L4");
    or4 = 0;
}
if(or5 == 1) //Επιλογή "L5"
{
    printer.println("L5");
    or5 = 0;
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΟΡΟΦΟΥ-----//
//-----ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΘΕΣΗΣ-----//
//ΘΕΣΗ :
printer.write(0x87); // γράμμα Θ
printer.print("E");
printer.write(0x91); // γράμμα Σ
printer.print("H : ");
if(t1 == 1) //Επιλογή "VIP"
{
    printer.println("VIP");
    t1 = 0;
}
if(t2 == 1) //Επιλογή "ΑΠΛΗ"
{
    printer.print("A");
    printer.write(0x8F); // γράμμα Π
    printer.write(0x8A); // γράμμα Λ
    printer.println("H");
    t2 = 0;
}
if(t3 == 1) //Επιλογή "ΑμΕΑ"
{
    printer.print("A");
    printer.write(0xA3); // γράμμα μ
    printer.println("EA");
    t3 = 0;
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΘΕΣΗΣ-----//
printer.justify('C');
printer.println("-----");
//ΕΥΧΑΡΙΣΤΟΥΜΕ
printer.print("ΕΥΧΑΡΙ");
printer.write(0x91); // γράμμα Σ
printer.print("ΤΟΥΜΕ");

```

```

    printer.feed(4); // # Move the paper forward one line
    generalmenu();
}
else if((key == 'X') && (epivevaiosiektiposis == 1))
{
    epivevaiosiektiposis = 0;
    dpliktro3 = 0;
    generalmenu();
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΟΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΑΣ-----//
} // Τελειώνει εδώ το void loop

```

```

//-----ΜΕΝΟΥ ΩΡΑ PARKING-----//
void ora_parking()
{
    lcd.clear();
    //ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΩΡΑ PARKING
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("I");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)4);
    lcd.print("TE");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PA PARKING");
    delay(1000);
    lcd.clear();
    //1.15ΛΕΙΠΑ ->
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("1.15");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("TA ->");
    //2.1ΩΡΑ 3.2ΩΡΕΣ
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("2.1");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PA ");
    lcd.print("3.2");
    lcd.write((byte)6);
    lcd.print("PE");
    lcd.write(0xF6);
    aristera = 0;
    aristera2 = 0;
    dexsia = 0;
    menou = 0;
    eisitirio = 0;
}

```

```

    epilogi1 = 1;
    ep1 = 1;
    dpliktro = 1;
    apliktro = 0;
    dp = 1;
    ap = 1;
    dexsia = 0;
    aristera = 0;
    menusxetikame = 0;
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΜΕΝΟΥ ΩΡΑ PARKING-----//

//-----ΜΕΝΟΥ ΟΡΟΦΟ PARKING-----//
void orofos_parking()
{
    lcd.clear();
    //ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΟΡΟΦΟ PARKING
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)5);
    lcd.print("I");
    lcd.write((byte)3);
    lcd.print("E");
    lcd.write((byte)4);
    lcd.print("TE");
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print("ΟΡΟ");
    lcd.write((byte)7);
    lcd.print("Ο PARKING");
    delay(1000);
    lcd.clear();
    //1. L1 2. L2
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("1. L1 2. L2");
    //3. L3 4. L4 ->
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("3. L3 4. L4 ->");
    menuorofou = 0;
    epilogi2 = 1;
    ep2 = 1;
    dpliktro2 = 1;
    apliktro2 = 0;
    dp2 = 1;
    ap2 = 1;
    dpliktro = 0;
    apliktro = 0;
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΜΕΝΟΥ ΟΡΟΦΟ PARKING-----//

//-----ΜΕΝΟΥ ΘΕΣΗ PARKING-----//
void thesi_parking()
{
    lcd.clear();
    //ΕΠΙΛΕΞΤΕ ΕΙΔΟΣ ΘΕΣΗ PARKING
    lcd.setCursor(1,0);

```

```

lcd.print("E");
lcd.write((byte)5);
lcd.print("I");
lcd.write((byte)3);
lcd.print("E");
lcd.write((byte)4);
lcd.print("TE ");
lcd.print("EI");
lcd.write((byte)1);
lcd.print("O");
lcd.write(0xF6);
lcd.setCursor(1,1);
lcd.write((byte)2);
lcd.print("E");
lcd.write(0xF6);
lcd.print("H");
lcd.write(0xF6);
lcd.print(" PARKING");
delay(1000);
lcd.clear();
//1.VIP 2.ΑΠΛΗ
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("1.VIP 2.A");
lcd.write((byte)5);
lcd.write((byte)3);
lcd.print("H");
//3.ΑμΕΑ
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("3.A");
lcd.write(0xE4);
lcd.print("EA");
epilogi3 = 1;
menuthesis = 0;
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΜΕΝΟΥ ΘΕΣΗ PARKING-----//

//-----ΩΡΑ & ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ-----//
void time()
{
    RtcDateTime now = Rtc.GetDateTime();
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(now.Day());
    lcd.print("/");
    lcd.print(now.Month());
    lcd.print("/");
    lcd.print(now.Year());
    lcd.print(" ");
    if(now.Hour()<10)
    {
        lcd.print("0");
    }
    lcd.print(now.Hour());
    lcd.print(":");
    if(now.Minute()<10)
    {

```

```

        lcd.print("0");
    }
    lcd.print(now.Minute());
    //lcd.print(":");
    // if(now.Second())<10
    // {
    //   lcd.print("0");
    // }
    // lcd.print(now.Second());
    oraimerominia = 1;
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΩΡΑ & ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ-----//

//-----ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΝΟΥ-----//
void generalmenu()
{
    lcd.clear();
    //----ΜΕΝΟΥ-----
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("----ΜΕΝΟΥ-----");
    //0.ΕΙΣΙΤΗΡΙΟ ->
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("0.ΕΙ");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("ΙΤΗΡΙΟ ->");
    dexsia = 1;
    menou = 0;
    aristera = 0;
    aristera2 = 1;
    eisitirio = 1;
    genikomenou = 0;
    oraimerominia = 0;
    dpliktro2 = 0;
    apliktro2 = 0;
    dp2 = 0;
    ap2 = 0;
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΝΟΥ-----//

//-----ΜΕΝΟΥ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ-----//
void sxetikame()
{
    menusxetikame = 0;
    //ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(2,0);
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("XE");
    lcd.write((byte)1);
    lcd.print("ΙΑ");
    lcd.write(0xF6);
    lcd.print("Η");
    lcd.print(" ");
    lcd.print("ΚΑΙ");
    //ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

```

```

lcd.setCursor(3,1);
lcd.print("KATA");
lcd.write(0xF6);
lcd.print("KEYH");
delay(1500);

//ΦΟΡΗΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.write((byte)7);
lcd.print("OPHTH");
lcd.write(0xF6);
lcd.print(" ");
lcd.write(0xF6);
lcd.print("Y");
lcd.write(0xF6);
lcd.print("KEYH");
lcd.write(0xF6);
//ΕΚΔΟΣΗΣ
lcd.setCursor(4,1);
lcd.print("EK");
lcd.write((byte)1);
lcd.print("O");
lcd.write(0xF6);
lcd.print("H");
lcd.write(0xF6);
delay(1500);

//ΕΙΣΙΤΗΡΙΩΝ
lcd.clear();
lcd.setCursor(4,0);
lcd.print("EI");
lcd.write(0xF6);
lcd.print("ITHPI");
lcd.write((byte)6);
lcd.print("N");
//2022-2023
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print("2022 - 2023");
delay(1500);
}
//-----ΤΕΛΟΣ ΜΕΝΟΥ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ-----//

```