

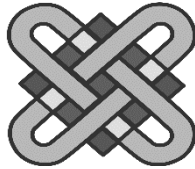
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)
ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ MULTIMEDIA
ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΙΘΟΥΣΕΣ

Διπλωματική Εργασία
του
Γουλιδάκης Κωνσταντίνος

Επιβλέπων: Αγγελίδης Παντελής, Καθηγητής Π.Δ.Μ.
Γκάλφας Νικόλαος, Ε.Δ.Ι.Π Π.Δ.Μ.

Κοζάνη, 17 Φεβρουαρίου 2023



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Πολυτεχνική Σχολή
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)
ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ MULTIMEDIA
ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΑΙΘΟΥΣΕΣ

Διπλωματική Εργασία
του
Γουλιδάκης Κωνσταντίνος

Επιβλέπων: Αγγελίδης Παντελής, Καθηγητής Π.Δ.Μ.
Γκάλφας Νικόλαος, Ε.Δ.Ι.Π Π.Δ.Μ.

Κοζάνη, 17 Φεβρουαρίου 2023

Περίληψη

Η διεπαφή ανθρώπου μηχανής (Human Machine Interface) αποτελεί σημαντικό πυλώνα όταν αναφέρουμε έννοιες όπως ο έλεγχος και η αυτοματοποίηση. Οι διεπαφές με την ονομασία HMI βρίσκονται συνήθως σε σημεία όπου πολλές εξ' αποστάσεως διεργασίες είναι πιθανό να επιτηρούνται και να ελέγχονται άμεσα από μια μόνο απομακρυσμένη τοποθεσία.

Η διαδικασία της αλληλεπίδρασης ανθρώπου και μηχανής περιγράφεται ως εκείνη η αλληλεπίδραση και η επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων και μιας μηχανής, ένα δυναμικό τεχνικό σύστημα, μέσω μιας διεπαφής συνδυασμού ανθρώπου - μηχανής.

Οι διεπαφές ενός συστήματος HMI γίνονται όλο και πιο συνηθισμένες στον σύγχρονο κόσμο. Με τον σύνθετο ετήσιο ρυθμός ανάπτυξη των HMI να αυξάνεται κάθε χρόνο και περισσότερο είναι σίγουρο ότι εταιρείες μπορούν να βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους εφαρμόζοντας HMI στο χώρο εργασίας τους. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των HMI που δεν πρέπει να αγνοηθούν

Με τον πολλαπλασιασμό των ευέλικτων ψηφιακών συσκευών εκτός απτικών και αφής, η καινοτομία έχει αποδειχθεί κυρίαρχα μοντέλα στη διεπαφή ανθρώπου-μηχανής (HMI). Η χειρονομία αφής είναι πλέον τόσο κυρίαρχη στο πεδίο της σχεδίασης αλληλεπίδρασης που συνεχώς παραγκωνίζει το πλητρολόγιο. Ωστόσο, αυτή τη στιγμή, η κατάσταση της καινοτομίας που βασίζεται στην αφή δοκιμάζεται από τεχνολογίες χωρίς αφή, όπως ανίχνευση χειρονομιών, φωνητικές εντολές, ανίχνευση εγκεφαλικών κυμάτων και παρακολούθηση ματιών. Οι τεχνολογίες ανίχνευσης χωρίς αφή καθιστούν την αλληλεπίδραση ευκολότερη και φυσική.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός Συστήματος Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου-Μηχανής μέσω του οποίου θα επιτυγχάνεται ο έλεγχος Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος. Το αναφερόμενο σύστημα θα χρησιμοποιηθεί σε εκπαιδευτικές αίθουσες με σκοπό την μείωση των παραγόντων που συμβάλουν αρνητικά στην υγεία των εκπαιδευόμενων και των εκπαιδευτικών καθώς και για την βελτίωση της γενικής εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσω της αίσθησης «άνεσης» που προκαλείται. Επιπρόσθετα

μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην συνεισφορά περιορισμού του ιού SARS-CoV-2 μέσω τακτικού αερισμού παρατηρώντας τα επίπεδα μονοξειδίου του άνθρακα.

Abstract

The Human Machine Interface is an important pillar when mentioning concepts such as control and automation. Interfaces called HMI are usually found in places where many remote processes are likely to be monitored and controlled directly from a single remote location.

The process of human-machine interaction is described as that interaction and communication between humans and a machine, a dynamic technical system, through a human-machine combination interface

The interfaces of an HMI system are becoming more and more common in the modern world. With the composite annual growth rate of HMI increasing annually it is only certain that companies can enhance their productivity by implementing HMI in their workplace. However, there are some factors that affect the quality of HMI that should not be ignored

With the proliferation of flexible digital devices other than tactile and touch, innovation has proven to be dominant models in the human-machine interface (HMI). The touch gesture being so dominant that it slowly pushes aside the physical keyboard. However, at the moment, the state of touch-based innovation is being tested by touchless technologies such as gesture detection, voice commands, brain wave detection, and eye tracking. Touchless detection technologies make interaction easier and natural.

The purpose of this thesis is the development of a Human-Machine Interaction System through which the control of The Quality of the Internal Environment will be achieved. The mentioned system will be used in classrooms to reduce the factors that contribute negatively to the health of learners and teachers as well as to improve the general educational process through the sense of "comfort" caused. In addition, it can contribute substantially to the contribution of containment of the SARS-CoV-2 virus through regular ventilation by observing carbon monoxide levels.

Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο

Ανάπτυξη Συστήματος Human Machine Interface (HMI) για την Επίβλεψη της Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος και Έλεγχο Εξοπλισμού Multimedia σε Εκπαιδευτικές Αίθουσες.

καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Παντελή Αγγελίδη και κ. Νικόλαο Γκάλφα, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχουμε χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τους συγγραφείς και μόνο.

Copyright © Γουλιδάκης Κωνσταντίνος & Αγγελίδης Παντελής, Γκάλφας Νικόλαος, 2023, Κοζάνη

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον πατέρα μου Γεώργιο για την οικονομική του στήριξη, καθώς και την μητέρα μου Μαρία και την γιαγιά μου Παναγιώτα, για την απεριόριστη ψυχολογική τους στήριξη τους καθ' όλη την διάρκεια φοίτησής μου..

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συνάδελφο και φίλο μου Άρη-Σεραφείμ Αναγνωστόπουλο ο οποίος υπήρξε μόνιμο στήριγμα στην διάρκεια αυτών των ετών με τις συμβουλές του.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο Πρώτο.....	16
1.1 Η Διαδικασία της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου και Μηχανής στο Βιομηχανικό Κλάδο όπου και Χρησιμοποιείται η Διεπαφή Human Machine Interface.....	16
1.2 Ορισμός και Χαρακτηριστικά της Διεπαφής Ανθρώπου – Μηχανής.....	19
1.2.1 Η Διαφορά Μεταξύ Λειτουργίας Συστήματος HMI και SCADA.....	21
1.2.2 Συστήματα HMI Υψηλής Απόδοσης.....	22
1.2.3 Οθόνες Αφής και Φορητές Συσκευές.....	22
1.2.4 Απομακρυσμένη Παρακολούθηση.....	23
1.3 Ιστορικό Πλαίσιο στην Λειτουργία του Συστήματος HMI.....	23
1.4 Λόγοι Ανάπτυξης του Συγκεκριμένου Συστήματος σε Διάφορες Βιομηχανίες...	27
1.5 Τα Χαρακτηριστικά Λειτουργίας του Συστήματος HMI.....	29
1.6 Τα Χαρακτηριστικά που Καθορίζουν την Ποιότητα ενός HMI.....	33
Κεφάλαιο Δεύτερο.....	35
2.1 Η Ανάπτυξη και Χρήση του HMI στο Περιβάλλον Πολυμέσων.....	35
2.2 Οι Τάσεις Ανάπτυξης του HMI ως προς την Χρήση του σε Multimedia.....	37
2.3 Τύποι Διεπαφής Ανθρώπου – Μηχανής HMI σε Multimedia.....	37
2.4 Οι Παραδοσιακές και Προηγμένες Λειτουργίες των HMI που Επιδρούν στα Multimedia.....	39
2.5 Ανθρώπινες Εργασίες με Αυτοματισμό και Έλεγχο τους με Διεπαφές HMI σε Πολυμεσικές Συσκευές.....	41
Κεφάλαιο Τρίτο.....	45
3.1 Τι είναι η ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος.....	45
3.2 Ποιοί Παράγοντες Καθορίζουν την Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος.....	46
3.2.1 Θερμική Άνεση.....	47
3.2.2 Ακουστική Άνεση.....	48
3.2.3 Οπτική Άνεση.....	49

3.2.4 Ποιότητα Εσωτερικού Αέρα.....	50
Κεφάλαιο Τέταρτο.....	53
4.1 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.....	53
4.2 Σύνδεση αισθητήρων και ανάλυση κώδικα.....	57
4.2.1 Πρώτο Μέρος Πρακτικού Τμήματος.....	57
4.2.2 Δεύτερο Μέρος Πρακτικού Τμήματος.....	60
4.2.3 Πρώτο Μέρος Ανάλυσης Κώδικα (gather_and_send.ino).....	62
4.2.3.1 Βιβλιοθήκες, Handles και Global Μεταβλητές.....	62
4.2.3.2 Συνάρτηση setup().....	63
4.2.3.3 Συνάρτηση loop().....	64
4.2.4 Δεύτερο Μέρος Ανάλυσης Κώδικα (retrieve_and_present).....	66
4.2.4.1 Βιβλιοθήκες, Handles και Global Μεταβλητές.....	66
4.2.4.2 Συνάρτηση showcase().....	69
4.2.4.3 Συνάρτηση ButtonPlusPop().....	72
4.2.4.4 Συνάρτηση ButtonMinusPop().....	72
4.2.4.5 Συνάρτηση bt0PopCallback().....	73
4.2.4.6 Συνάρτηση bt1PopCallback().....	74
4.2.4.7 Συνάρτηση bt2PopCallback().....	75
4.2.4.8 ModePopCallback().....	76
4.2.4.9 page0PushCallback().....	78
4.2.4.10 page1PushCallback().....	78
4.2.4.11 setup().....	78
4.2.4.12 connect().....	79
4.2.4.13 loop().....	80
4.3 Δημιουργία του Firebase Project.....	81
4.4 Δημιουργία του GUI στο Nextion Editor.....	88
4.5 Μελλοντικές Επεκτάσεις.....	95

Σημειογραφία

Αρκτικόλεξο	Περιγραφή
HMI	Human Machine Interface
LED	Light Emitting Diode
DataMSB	Data Most Significant Bit
DataLSB	Data Least Significant Bit
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning
IoT	Internet of Things
RFID	Radio Frequency Identification
GIS	Geographic Information System
LAN	Local Area Network
WSN	Wireless Sensor Network
M2M	Machine to Machine
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobiles
UI	User Interface
MQTT	Message Queue Telemetry Transport

Εισαγωγή

i. Περιγραφή

Αποτελεί γεγονός πως οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα του αυτοματισμού, έχουν δημιουργήσει μια ιδιαίτερα ευνοϊκή απόδοση της επένδυσης για τις βιομηχανίες και τους τελικούς χρήστες που έχουν καλοσωρήσει την ιδέα της ενσωμάτωσης σύγχρονων μεθοδολογιών ελέγχου σε υπάρχουσες και πρόσφατα επινοημένες εφαρμογές ελέγχου διεργασιών (Choi, Rhiu, Lee, et al., 2017).

Η διεπαφή ανθρώπου μηχανής (Human Machine Interface) παρέχει ένα βασικό παράδειγμα των παραπάνω στοιχείων. Οι διεπαφές με την ονομασία HMI βρίσκονται συνήθως σε σημεία όπου πολλές εξ' αποστάσεως διεργασίες είναι πιθανό να επιτηρούνται και να ελέγχονται άμεσα από μια μόνο απομακρυσμένη τοποθεσία.

Συχνά, αυτή η απομακρυσμένη τοποθεσία είναι εξοπλισμένη με πολυάριθμες διεπαφές HMI ή άλλες οπτικές διεπαφές και στελεχώνεται από μια μικρή ομάδα ή ακόμα και ένα άτομο. Στην πραγματικότητα, η εξέλιξη του αυτοματισμού μέσω της χρήσης των διεπαφών HMIs, έχει εκτοπίσει με σιωπηρό τρόπο τους χειριστές που εργάζονται σε ένα δωμάτιο με το σύστημα υπό τον άμεσο έλεγχο τους και ουσιαστικά άρχισαν να εργάζονται σε ένα κεντρικό δωμάτιο ελέγχου με μειωμένη ανθρώπινη επίβλεψη (Vassanelli, Mahmud, Girardi, et al., 2012).

Σε ένα όχι και τόσο πολυάριθμο στελεχωμένο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου, ένας κατακλυσμός πληροφοριών σχετικά με την κατάσταση του συστήματος για πολλαπλές διεργασίες, μεταβιβάζεται σε πραγματικό χρόνο σε μια μικρή ομάδα ατόμων που είναι υπεύθυνη για τη διατήρηση της συνολικής ορθής λειτουργίας του συστήματος (Choi, Rhiu, Lee, et al., 2017).

Ως εκ τούτου, το σύστημα HMI έχει παίξει έναν ιδιαίτερο βασικό ρόλο στην εξελικτική πορεία προς την αύξηση της αυτοματοποίησης και τη μείωση εργασίας του ανθρώπινου δυναμικού. Αυτό το στοιχείο οφείλεται στο γεγονός ότι ένα απαραίτητο μέρος της ενσωμάτωσης του συστήματος HMI σε ένα κεντρικό δωμάτιο ελέγχου, ήταν η ενοποίηση της περιεκτικής λίστας των κρίσιμων δεδομένων συστήματος που είχαν παρατηρηθεί από πολλούς σε μια συνοπτική, ουσιαστική αναπαράσταση του συστήματος για μια μικρότερη ομάδα ανθρώπων προς την εκτέλεση εργασιών (John, Kondziolka, 2008).

Τις περισσότερες φορές, ένα άτομο χρεώνεται να παρακολουθεί πολλές διαδικασίες ταυτόχρονα. Ως εκ τούτου, η μεγαλύτερη πρόκληση του συστήματος ΗΜΙ ήταν να βοηθήσει την ανθρώπινη εργασία να διατηρήσει ένα βέλτιστο επίπεδο επίγνωσης της κατάστασης, μέσω ενός εξαιρετικά αποτελεσματικού τύπου σχεδίασης διεπαφής, παρόλο που ο χειριστής δεν αλληλεπιδρά πλέον συνεχώς με το σύστημα. Επομένως, είναι υψίστης σημασίας να παρουσιάζονται πληροφορίες στον μεμονωμένο χειριστή με τρόπο που να βοηθά στην ανάπτυξη ενός σαφούς νοητικού μοντέλου και στην κατανόηση του τι συμβαίνει στο πεδίο με το σύστημα υπό τον άμεσο έλεγχο του χειριστή (Vassanelli, Mahmud, Girardi, et al., 2012).

Ωστόσο, οι τρέχουσες μέθοδοι για τον καθορισμό του σχεδιασμού συστήματος ΗΜΙ για τη διευκόλυνση αυτού του κέντρου στις επιχειρήσεις, βοήθησαν στις υποκειμενικές βέλτιστες πρακτικές και στις αρχές σχεδίασης με επίκεντρο τον χρήστη. Ενώ αντιμετωπίζονται οι ανάγκες της κοινότητας σχεδιασμού μιας διεπαφής, αυτές οι πρακτικές αποτυγχάνουν να προσδιορίσουν εάν οι ανταγωνιστικοί τύποι σχεδίασης και τα υποκείμενα χαρακτηριστικά τους διαφέρουν ως προς την ροή αεργασιών και τα αποτελέσματα απόδοσης για ένα σενάριο παρακολούθησης πολλαπλών διεργασιών.

ii. Στόχοι εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την υλοποίηση ενός ΗΜΙ το οποίο θα επιβλέπει τη Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος εκπαιδευτικών αιθουσών. Τα χρόνια που έχουμε διανύσει αντιμετωπίζοντας παράλληλα τις πρωτοφανείς συνθήκες ζωής μίας πανδημίας οδήγησαν στην μόνιμη αναζήτηση τρόπων επίβλεψης και μείωσης των αριθμών κρουσμάτων άλλα και αποτροπής περαιτέρω εξάπλωση του ιικού φορτίου. Αυτό επιτυγχάνεται με ποικίλους τρόπους και εφαρμογές. Όταν αναφερόμαστε σε περιβάλλον κλειστού χώρου το οποίο φιλοξενεί μεγάλο αριθμό ατόμων, όπως μια διδακτική αίθουσα, η επίβλεψη θα πρέπει να γίνεται με έναν αυτοματοποιημένο τρόπο ώστε να μην αποσπάται η προσοχή από το διδακτικό έργο και παράλληλα να δίνεται η απαραίτητη προσοχή την στιγμή που κάποια τιμή ξεπερνάει το επιθυμητό όριο ώστε να γίνεται άμεση παρέμβαση.

Το κόστος της υλοποίησης αφού για την εργασία χρησιμοποιήθηκαν αισθητήρες με μικρό κόστος καθώς και εξοπλισμός από τα εργαστήρια του τμήματος Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Για την επίβλεψη της Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος χρησιμοποιήθηκαν δύο

πλακέτες ESP32 με ενσωματωμένο WiFi, ένας αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας περιβάλλοντος και ένας αισθητήρας μέτρησης επιπέδων φωτός. Οι αισθητήρες είναι συνδεδεμένοι στην μία εκ των δύο πλακετών και αποστέλουν δεδομένα στο Firebase καθώς και μέσω ενός MQTT Broker στο openHAB, μέρος της εργασίας που συναδέλφου με την οποία λειτουργεί συνεργατικά η δικιά μου υλοποίηση που είναι ένας ελεγκτής αυτοματισμού ανοιχτού κώδικα. Για την υλοποίηση του HMI χρησιμοποιήθηκε η οθόνη Nextion Enhanced NX8048K050 συνεργατικά με την δεύτερη πλακέτα για δυναμική ανάδειξη των τιμών μετρήσεων στον χρήστη.

iii. Διάρθρωση Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει διαρθρωθεί ως εξής

1^ο Κεφάλαιο: Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής ανάλυση της έννοιας του Human Machine Interface και των χαρακτηριστικών που απαρτίζουν την έννοια αυτή. Ξεκινώντας γίνονται αναφορές στην χρήση αυτού στον βιομηχανικό κλάδο καθώς και διαφορές την έννοιας HMI με αυτή των SCADA. Έπειτα αναφέρονται και αναλύονται χαρακτηριστικά του HMI καθώς και μία ιστορική αναδρομή αυτού. Συνεχίζοντας αναλύονται εκτενώς οι λόγοι ανάπτυξης ενός τέτοιου συστήματος σε διάφορες βιομηχανίες με την πάροδο του χρόνου και στο τελευταίο υποκεφάλαιο γίνεται ανάλυση των χαρακτηριστικών από τα οποία εξαρτάται η ποιότητα ενός HMI.

2^ο Κεφάλαιο: Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια εις βάθος ανάλυση της γενικότερης έννοιας των πολυμέσων, της αλληλεπίδρασής τους με τα HMI από της αρχές αυτών αλλά και πιο πρόσφατα και πώς αυτή η αλληλεπίδραση μπορεί να οδηγήσει στην βελτίωση και των δύο σε όλους τους τομείς που αυτά χρησιμοποιούνται.

3^ο Κεφάλαιο: Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται η γενική έννοια της Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος. Συνεχίζοντας γίνεται αναφορά σε όλους τους παράγοντες που την απαρτίζουν και από ποιές συνθήκες εξαρτώνται αυτοί.

4^ο Κεφάλαιο: Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται εις βάθος ανάλυση του πρακτικού τμήματος της εργασίας. Αυτό περιλαμβάνει τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, την επεξήγηση όλης της διαδικασίας κατασκευής καθώς και την ανάλυση του κώδικα που

χρησιμοποιήθηκε. Συνοψίζοντας αναλύονται τα συμπεράσματα που εξάγονται από την διεκπεραίωση αυτής και προτείνονται μελλοντικές επεκτάσεις αυτής

Θεωρητικό Μέρος Εργασίας

Κεφάλαιο Πρώτο – Η Έννοια και τα Χαρακτηριστικά του Συστήματος Human Machine Interface (HMI) Καθώς και η Επίτευξη Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος Multimedia

1.1 Η Διαδικασία της Αλληλεπίδρασης Ανθρώπου και Μηχανής (Human & Machine) στο Βιομηχανικό Κλάδο όπου και Χρησιμοποιείται η Διεπαφή Human Machine Interface (HMI)

Η διαδικασία της αλληλεπίδρασης ανθρώπου και μηχανής περιγράφεται ως εκείνη η αλληλεπίδραση και η επικοινωνία μεταξύ ανθρώπων και μιας μηχανής, ένα δυναμικό τεχνικό σύστημα, μέσω μιας διεπαφής συνδυασμού ανθρώπου - μηχανής. Η ουσιώδης διαφορά όταν αναφερόμαστε στα συστημάτων συνδυασμού ανθρώπου - μηχανής και της αλληλεπίδρασης ανθρώπου – υπολογιστή είναι ο πραγματικός χρόνος (Lech, Hill, Arvidson, et al., 2003).

Ο τομέας μελετάται και αναλύεται για περισσότερα από 50 χρόνια πλέον. Τα ορθά σχέδια αλληλεπίδρασης και συστημάτων ανθρώπου-μηχανής έχουν αποκτήσει υψηλή αγοραία αξία για πολλά προϊόντα και υπηρεσίες σε τομείς εφαρμογών όπως τα βιομηχανικά συστήματα, οι μεταφορές, τα ιατρικά συστήματα και τα συστήματα ψυχαγωγίας.

Οι κύριες κατηγορίες ανθρώπινων εργασιών στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής, είναι ο έλεγχος και η επίλυση προβλημάτων. Ο έλεγχος περιλαμβάνει συνεχείς και διακριτές εργασίες ανοιχτού και δραστηριότητες κλειστού βρόχου, ενώ η επίλυση προβλημάτων περιλαμβάνει τα υψηλότερα γνωστικά καθήκοντα διαχείρισης και σχεδιασμού σφαλμάτων.

Ωστόσο, η ενσωμάτωση στα πολυμέσα οδηγεί σε πολυτροπικές οθόνες. Τα συστήματα που βασίζονται στη γνώση για την υποστήριξη αποφάσεων, είναι ένα άλλο προηγμένο μέσο για τη βελτίωση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής. Η διαδικαστική υποστήριξη και η πρόληψη ανθρώπινων σφαλμάτων είναι παραδείγματα λειτουργιών που προσανατολίζονται στον χρήστη. Η υποστήριξη διαχείρισης σφαλμάτων, ιδιαίτερα η

διάγνωση τεχνικών βλαβών, αποτελεί παράδειγμα λειτουργιών που προσανατολίζονται στην εφαρμογή. Ο σχεδιασμός και η αξιολόγηση των στοιχείων των συστημάτων ανθρώπου-μηχανής περιγράφονται με προσανατολισμό στην εργασία και διαφορετικές μορφές συμμετοχής των χρηστών (John, Kondziolka, 2008).

Όταν αναφερόμαστε σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και άλλους τομείς εφαρμογών, η αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής αποτελεί απαραίτητο στοιχείο ασφάλειας και αποτελεσματικότητας της διαδικασίας. Αναφερόμαστε σε ολόκληρο το φάσμα επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων χρηστών και των μηχανών τους μέσω διεπαφών ανθρώπου-μηχανής. Ολόκληρο το σύστημα των ανθρώπινων χρηστών, η διεπαφή ανθρώπου-μηχανής και η σχετική μηχανική λειτουργία είναι το λεγόμενο σύστημα ανθρώπου-μηχανής (HMS). Μπορεί να εμπλέκονται διαφορετικές κατηγορίες ανθρώπινων χρηστών, συγκεκριμένα χειριστές, μηχανικοί, προσωπικό συντήρησης και διευθυντές οι οποίοι έχουν διαφορετικές αλλά αλληλεπικαλυπτόμενες ανάγκες πληροφόρησης (Parcun, Kajati, Koziorek, 2018).

Ο όρος «μηχανή» αναφέρεται κάθε είδους τεχνικό σύστημα εφαρμογής πραγματικού χρόνου, με την έννοια να συμπεριλαμβάνει επίσης το λογισμικό χρήσης για την αυτοματοποίηση. Τα στοιχεία αυτοματισμού του τεχνικού συστήματος χαρακτηρίζονται ως συστήματα επίβλεψης και ελέγχου. Αλληλεπιδρούν άμεσα και ενισχύουν την παραγωγική διαδικασία προσθέτοντας δικλίδες ασφαλείας και αυτοματοποιημένα μηνύματα προς τον χρήστη. Αναφορικά των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων μπορούμε να αναφέρουμε ότι στηρίζονται σε δεδομένα που λαμβάνουν δυναμικά ή προϋπάρχουν και παρέχουν συμβουλές στους ανθρώπινους χρήστες (Parcun, Kajati, Koziorek, 2018).

Αυτά μπορούν να εφαρμοστούν σε όλα τα είδη ιατρικών, μεταφορικών, βιομηχανικών αλλά και σε πτυχές καθημερινής χρήσης. Όλοι αυτοί οι τομείς μόνιμα επωφελούνται από την πρόοδο στην ανάπτυξη του πεδίου αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Η αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή (HCI) χαρακτηρίζεται ως ανθρώπινη αλληλεπίδραση σε τομείς εφαρμογών υπολογιστή χωρίς όμως να υπάρχει εξάρτηση ή περιορισμοί από πραγματικό χρόνο, το οποίο είναι η βασική προϋπόθεση όταν αναφερόμαστε στον όρο αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής (HMI) (Pickering, Bunnham, Richardson, 2007).

Αναφορικά σε όλα τα τεχνικά συστήματα (π.χ. μονάδες ηλεκτροπαραγωγής, μονάδες βιομηχανικής παραγωγής κ.τ.λ.) μπορούμε να πούμε ότι ο βαθμός αυτοματοποίησης ελέγχου έχει αυξηθεί και συνεχίζει να αυξάνεται τις τελευταίες δεκαετίες. Υψηλά επίπεδα ασφάλειας, απόδοσης και αποδοτικότητας έχουν επιτευχθεί μέσω της αυξημένης χρήσης του αυτόματου ελέγχου. Αξιοσημείωτο είναι όμως πως η ανάγκη για βελτιωμένη επικοινωνία ανθρώπου-μηχανής αυξήθηκε με τον αυξημένο βαθμό αυτοματοποίησης λόγω της ολοένα και μεγαλύτερης εκξειδίκευσης που απαιτείται για την χρήση τους.

Η αυξανόμενη επικράτηση της αυτοματοποίησης δεν καταργεί, στις περισσότερες περιπτώσεις, την επαφή ανθρώπου-μηχανής, αλλά μάλλον μετατοπίζει τη θέση της κατά μήκος της διεπαφής. Όλο και πιο περίπλοκα είδη εποπτικού ελέγχου αναδύονται καθώς το μηχάνημα γίνεται πιο αυτοματοποιημένο. Απαιτείται μεγαλύτερος βαθμός αλληλεπίδρασης και συνεργασίας μεταξύ ανθρώπων και μηχανών για τη διαχείριση της αυξανόμενης πολυπλοκότητας και των εξελιγμένων συστημάτων ελέγχου. Ένα ή περισσότερα επίπεδα υπολογιστών υλοποιούν τις εργασίες διεπαφής ανθρώπου-μηχανής, αυτοματισμού και υποστήριξης αποφάσεων και ο ρόλος του χρήστη μετατοπίζεται από ελεγκτή σε επόπτη. Οι ανθρώπινοι επόπτες συμμετέχουν στη διαδικασία μέσω ενός ή περισσότερων επιπέδων συστημάτων υπολογιστών που στεγάζουν τα στοιχεία αυτοματισμού, υποστήριξης αποφάσεων και διεπαφής ανθρώπου-μηχανής.

Ως αποτέλεσμα της αύξησης του αριθμού των ολοκληρωμένων λειτουργιών αυτοματισμού καθώς και του βαθμού αυτοματοποίησης που έχει εφαρμοστεί, οι λειτουργίες της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής που έχουν σχεδιαστεί καλά έχουν αποκτήσει εξέχουσα σημασία στον πιο εξελιγμένο έλεγχο των διαδικασιών. Εξειδικευμένα συστήματα ελέγχου και διάγνωσης, ασαφής έλεγχος διεργασιών και τεχνητά νευρωνικά δίκτυα στον έλεγχο διεργασιών είναι παραδείγματα προηγμένων τεχνολογιών που εκτελούν ένα ευρύ φάσμα καθηκόντων. Είναι σημαντικό να διασφαλιστεί η ολοκλήρωση μεταξύ των συμβατικών συστημάτων ελέγχου και αυτών των προηγμένων τεχνολογιών με σκοπό την επίτευξη των συνολικών στόχων της αποτελεσματικής και ασφαλούς απόδοσης των συστημάτων καθώς και της σταθερής και ικανοποιητικής ανθρώπινης απόδοσης.

Ο ανθρωποκεντρικός αυτοματισμός είναι μια στρατηγική που έχει προταθεί από μεγάλο αριθμό μελετητών για σημαντικό χρονικό διάστημα. Επιτυγχάνεται με την ευθυγράμμιση των προσπαθειών αυτοματοποίησης με τις ανησυχίες του ανθρώπινου

παράγοντα. Υιοθετείται επίσης όλο και περισσότερο στην επιχείρηση σήμερα. Από την άποψη του κάθε ατόμου, κάθε αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής, εστιασμένος αυτοματισμός και ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός, όσον αφορά την αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής, φαίνεται να είναι μια συμβιωτική διαδικασία μεταξύ ανθρώπων χρηστών και μηχανών, μέσω διεπαφών ανθρώπου-μηχανής, στις οποίες τόσο οι μηχανές όσο και οι διεπαφές σχεδιάζονται με τον κατάλληλο τρόπο. Αυτό συμβαίνει όταν τόσο οι μηχανές όσο και οι διεπαφές σχεδιάζονται με τον σωστό τρόπο. Οι λειτουργίες και των δύο, του μηχανήματος και της διεπαφής, πρέπει να είναι συγκεκριμένες ως προς την λειτουργία και τους στόχους τους (Choi, Rhiu, Lee, et al., 2017).

1.2 Ορισμός και Χαρακτηριστικά της Διεπαφής Ανθρώπου - Μηχανής (HMI)

Η διεπαφή ανθρώπου – μηχανής, ή αλλιώς της ανθρώπινης μηχανής ή διαφορετικά γνωστή ως Human Machine Interface (HMI) είναι μια διεπαφή χρήστη ή πίνακας εργαλείων που συνδέει ένα άτομο με μια μηχανή, σύστημα ή συσκευή. Ο όρος "διεπαφή ανθρώπου μηχανής" (ή απλά "HMI") μπορεί θεωρητικά να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε οθόνη που δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα να αλληλεπιδράσει με μια συσκευή. Ωστόσο, το σύστημα HMI χρησιμοποιείται συχνότερα στο πλαίσιο μιας βιομηχανικής διαδικασίας. (Vassanelli, Mahmud, Girardi, et al., 2012).

Παρά το γεγονός ότι το "σύστημα HMI" είναι το όνομα που χρησιμοποιείται συχνότερα για να αναφερθεί σε αυτήν την τεχνολογία, αναφέρεται επίσης ως "διεπαφή ανθρώπου-μηχανής" (MMI), "τερματικό διεπαφής χειριστή" (OIT), "διεπαφή τοπικού χειριστή" (LOI) ή "τερματικό χειριστή" (OT). Οι δυνατότητες GUI συχνά ενσωματώνονται σε HMI για να βελτιώσουν τις δυνατότητες απεικόνισής τους. (Parcun, Kajati, Koziorek, 2018). Σε βιομηχανικές ρυθμίσεις, τα συστήματα HMI μπορούν να χρησιμοποιηθούν για (Lech, Hill, Arvidson, et al., 2003):

- ✓ Οπτική εμφάνιση δεδομένων
- ✓ Παρακολούθηση στο χρόνο παραγωγής, τις τάσεις και τις ετικέτες
- ✓ Επίβλεψη των δεικτών KPI
- ✓ Παρακολούθηση στις εισόδους και τις εξόδους του μηχανήματος

Παρόμοια με τον τρόπο με τον οποίο θα αλληλεπιδρούσαν οι εργαζόμενοι με ένα σύστημα κλιματισμού για να ελέγξουν και τη θερμοκρασία στο σπίτι τους, ένας χειριστής εργοστασίου μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα σύστημα HMI για να ελέγξει τη θερμοκρασία μιας βιομηχανικής δεξαμενής νερού ή για να εξακριβώσει εάν μια συγκεκριμένη αντλία στην εγκατάσταση, λειτουργεί στη παρούσα στιγμή. Τα συστήματα HMI διατίθενται σε διάφορες μορφές, από ενσωματωμένες οθόνες σε μηχανήματα, οθόνες υπολογιστών, tablet, αλλά ανεξάρτητα από τη μορφή τους ή τον όρο που χρησιμοποιεί κανείς για να τα λειτουργήσει, όπου σκοπός τους είναι να παρέχουν πληροφορίες για τη μηχανική απόδοση και την πρόοδο. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί πως τα στοιχεία που οριοθετούν την λειτουργία του εν λόγω συστήματος, αναφέρονται ως εξής

- ✓ Οθόνη HMI. Χρησιμοποιείται για οπτικοποίηση πληροφοριών στοιχείων ενός μετρητή και παρακολούθηση δεδομένων.
- ✓ HMI for Applied Tech Systems (ATS) Χρησιμοποιείται για εμφάνιση και παρακολούθηση παραγγελιών εργασίας.

Χρήση γίνεται σε σχεδόν όλους τους βιομηχανικούς και εταιρικούς κλάδους για να αλληλεπιδράσουν με τα μηχανήματα τους και να βελτιστοποιήσουν τις παραγωγικές τους διαδικασίες. Οι βιομηχανίες που χρησιμοποιούν το σύστημα HMI αναφέρονται ως εξής:

- ✓ Βιομηχανίες ενέργειας
- ✓ Βιομηχανίες παραγωγής φαγητού και ποτού
- ✓ Βιομηχανοποίηση υλικών
- ✓ Πετρέλαιο και φυσικό αέριο
- ✓ Βιομηχανίες ανακύκλωσης υλικών
- ✓ Βιομηχανίες μεταφοράς
- ✓ Βιομηχανίες με δραστηριότητες σε νερό και λύματα

Οι πιο συνηθισμένοι ρόλοι εργαζομένων που αλληλεπιδρούν με τα συστήματα HMI, είναι οι χειριστές συστημάτων και οι μηχανικοί, ιδιαίτερα οι μηχανικοί συστημάτων ελέγχου. Τα συστήματα HMI αποτελούν δομικά στοιχεία για την παρακολούθηση διαδικασιών, την παρουσίαση δεδομένων και τη αντιμετώπιση προβλημάτων (Parcun, Kajati, Koziorek, 2018).

Το σύστημα διασύνδεσης ανθρώπου-μηχανής (HMI) επικοινωνεί με προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) και αισθητήρες εισόδου/εξόδου (I/O) για τη λήψη και την εμφάνιση πληροφοριών για τους τελικούς χρήστες. Οι οθόνες ενός συστήματος HMI μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μία μόνο λειτουργία, όπως παρακολούθηση και παρακολούθηση, ή για την εκτέλεση πιο εξελιγμένων λειτουργιών, όπως απενεργοποίηση μηχανών ή αύξηση της ταχύτητας παραγωγής, ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής τους (Choi, Rhiu, Lee, et al., 2017).

Οι βιομηχανικές διαδικασίες μπορούν να επωφεληθούν από τα συστήματα HMI, καθώς ψηφιοποιούν και συγκεντρώνουν δεδομένα για έναν θεατή, επιτρέποντας τη λήψη πιο ενημερωμένων αποφάσεων. Οι χειριστές μπορούν να βλέπουν και να χειρίζονται ειδοποιήσεις, να προβάλλουν και να συνδέονται με συστήματα SCADA και MES και να εξετάζουν βασικές πληροφορίες που εμφανίζονται σε γραφήματα ή ψηφιακούς πίνακες ελέγχου με τη λειτουργία του συστήματος HMI. (Vassanelli, Mahmud, Girardi, et al., 2012).

Κάποτε, οι εργαζόμενοι θα έπρεπε να ταξιδεύουν χειροκίνητα σε μια εγκατάσταση ελέγχοντας την κατάσταση διαφόρων μηχανικών διεργασιών και σημειώνοντας τα ευρήματά τους χειρόγραφα. Η τεχνολογία HMI καταργεί την απαίτηση για αυτήν την απαρχαιωμένη μέθοδο επικοινωνίας δεδομένων επιτρέποντας στα PLC να εμφανίζουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σε μια οθόνη. (John, Kondziolka, 2008).

1.2.1 Η Διαφορά Μεταξύ Λειτουργίας Συστήματος HMI και SCADA

Τόσο τα συστήματα διεπαφής ανθρώπου-μηχανής (HMI) όσο και τα συστήματα οπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (SCADA) είναι διασυνδεδεμένα στοιχεία ενός βιομηχανικού συστήματος ελέγχου που μοιράζονται μια κοινή ορολογία και ορολογία αναφοράς. Τα συστήματα SCADA είναι πιο ικανά για τη συλλογή δεδομένων και τον έλεγχο ενός συστήματος, ενώ τα συστήματα HMI επικεντρώνονται περισσότερο στην οπτική μετάδοση πληροφοριών για να επιτρέψουν στον χρήστη να παρακολουθεί μια βιομηχανική διαδικασία. (Pickering, Bunnham, Richardson, 2007).

Τα συστήματα HMI, σε αντίθεση με τα συστήματα SCADA, δεν καταγράφουν δεδομένα ούτε συνδέονται με βάσεις δεδομένων. Το σύστημα HMI, από την άλλη πλευρά, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο επικοινωνίας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό ή

ανεξάρτητα από ένα σύστημα SCADA. Οι σύγχρονες μορφές HMI χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο παράλληλα με πιο συμβατικά σχέδια. Ως αποτέλεσμα αυτών των ενημερωμένων διεπαφών, υπάρχουν τώρα πρόσθετοι τρόποι με τους οποίους διαφορετικά μηχανήματα μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους (Choi, Rhiu, Lee, et al., 2017).

1.2.2 Συστήματα HMI Υψηλής Απόδοσης

Τα συστήματα HMI υψηλής απόδοσης, ή εκείνα που έχουν σχεδιαστεί για να διευκολύνουν τη γρήγορη και αποτελεσματική ανθρώπινη αλληλεπίδραση, κερδίζουν δημοτικότητα μεταξύ των χειριστών και των χρηστών. Απομονώνοντας τα πιο σημαντικά δεδομένα στο περιβάλλον εργασίας χρήστη, αυτή η μέθοδος επιτρέπει στους εργαζόμενους να εντοπίζουν καλύτερα τα προβλήματα και να λαμβάνουν διορθωτικά μέτρα. Οι ενδείξεις υψηλής απόδοσης του HMI είναι μινιμαλιστικές, καλά οργανωμένες και σκόπιμα απαλλαγμένες από άγνωστα γραφικά ή κουμπιά. Οι λεπτές προσαρμογές σε πράγματα όπως το χρώμα, το μέγεθος και η τοποθεσία χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση της εμπειρίας του χρήστη. (Pickering, Bunnham, Richardson, 2007).

1.2.3 Οθόνες Αφής και Φορητές Συσκευές

Με την άνοδο των smartphones ήρθε μια σειρά από τεχνικές εξελίξεις, συμπεριλαμβανομένων των οθονών αφής και του κινητού συστήματος HMI. Οι σημερινές διεπαφές ανθρώπου-μηχανής (HMI) εξαλείφουν την ανάγκη για φυσικά κουμπιά και διακόπτες υπέρ μιας διεπαφής οθόνης αφής. Ένα HMI για κινητά, είτε πρόκειται για web-based HMI/SCADA είτε για μια εφαρμογή, επωφελείται σε μεγάλο βαθμό από τις οθόνες αφής. Η άμεση πρόσβαση στα δεδομένα HMI και η απομακρυσμένη παρακολούθηση είναι μόνο δύο από τα πολλά πλεονεκτήματα που παρέχει το mobile HMI στους παρόχους. (Shi, Zhang, Chen, et al., 2019).

1.2.4 Απομακρυσμένη Παρακολούθηση

Εάν το σύστημα μπορεί να παρακολουθείται εξ αποστάσεως από μια κινητή συσκευή, δίνει στον χειριστή και τον διαχειριστή περισσότερη ελευθερία και ευκολία. Ένας

μηχανικός συστήματος ελέγχου εκτός των εγκαταστάσεων μπορεί, για παράδειγμα, να επαληθεύσει τη θερμοκρασία της αποθήκης χρησιμοποιώντας μια κινητή συσκευή, επιτρέποντάς τους να αποφύγουν περιττές δυσκολίες. (Pickering, Bunnham, Richardson, 2007).

Επίσης αναφέρονται και τα στοιχεία του συστήματος Edge-of-Network και HMI Cloud, τα οποία έχουν επίσης μεγάλη ζήτηση επειδή επιτρέπουν στους χειριστές να έχουν πρόσβαση σε δεδομένα και οπτικοποίηση από συσκευές πεδίου. Η πρακτική της μεταφόρτωσης δεδομένων HMI στο cloud για απομακρυσμένη πρόσβαση, ανάλυση και έλεγχο γίνεται επίσης πιο συχνή (Vassanelli, Mahmud, Girardi, et al., 2012).

Υπό το πρίσμα των παραπάνω, αξίζει να σημειωθεί ότι, κοιτάζοντας μπροστά, κορυφαίοι μηχανικοί θα διερευνήσουν τη χρήση AR και VR για την απεικόνιση των διαδικασιών κατασκευής. Το σύστημα HMI έχει λαμπρό μέλλον, καθώς τα δεδομένα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην παραγωγή τώρα. Αν και έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος, η περαιτέρω ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας είναι ακόμη πιθανή.

1.3 Ιστορικό Πλαίσιο στην Λειτουργία του Συστήματος HMI

Από τη δεκαετία του 1940 έως του 1960, δεν δόθηκε κάποια σημαντική έμφαση στη δημιουργία ενός συστήματος διεπαφής χρήστη, καθώς η υπολογιστική ισχύς ήταν περιορισμένη και ακριβή σε κόστος. Η διαδικασία εισαγωγής δεδομένων σε αυτές τις συσκευές ήταν επίπονη και γεμάτη με πιθανά λάθη. Στα τέλη της δεκαετίας του 1960, οι υπολογιστές άρχισαν να γίνονται σημαντικά πιο γρήγοροι, πράγμα που σήμαινε ότι ο χρόνος που χρειάστηκε για την επεξεργασία ενός αιτήματος μειώθηκε δραματικά. Με αυτό, οι άνθρωποι μπόρεσαν να έχουν πιο γόνιμες αλληλεπιδράσεις με τα gadget τους. Δυστυχώς, υπήρχε μια σοβαρή καμπύλη μάθησης που σχετίζεται με τη χρήση αυτών των τεχνολογιών, ειδικά στην αρχή. (Choi, Rhiu, Lee, et al., 2017).

Η πρώτη διεπαφή HMI δημιουργήθηκε με τη μορφή ενός παιχνιδιού υπολογιστή που ονομάζεται *Spacewar*. Αναπτύχθηκε από τον Steve Russell το 1962, σε συνεργασία με τους Martin Graetz και Wayne Wiitanen με τη βοήθεια προγραμματισμού από τους Bob Saunders και Steve Piner. Μια νέα συσκευή HMI βασισμένη στη γραφομηχανή με τη μορφή

πληκτρολογίου υπολογιστή δημιουργήθηκε γύρω στα μέσα του 20ου αιώνα. Όταν οι υπολογιστές έγιναν πιο ουσιαστικοί σε γραφικά και η ανάγκη για ένα *ποντίκι* έγινε αισθητή.

Ο προσωπικός υπολογιστής Alto δημιουργήθηκε από τη Xerox PARC το 1973. Ο πρώτος υπολογιστής που παρείχε αναπαράσταση επιφάνειας εργασίας και γραφικό περιβάλλον εργασίας χρήστη, χρησιμοποίησε μια οθόνη bitmap (GUI). Το 1978, εισήχθησαν οι πρώτες διεπαφές γραμμής εντολών. Σε πολλούς τομείς της ζωής, ο υπολογιστής είναι ευρέως αποδεκτός από το 1980. Τα joysticks, τα tablet γραφικών και τα joypads είναι μόνο μερικά παραδείγματα των πολλών συσκευών HMI που εμφανίστηκαν για πρώτη φορά και εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται σήμερα. (John, Kondziolka, 2008).

Ως προς την εξέλιξη μηχανών, η τεχνολογική πρόοδος έχει διέλθει από διάφορες φάσεις. Η κατασκευή ενός εργαλείου ήταν το πρώτο τεχνικό βήμα. Όταν κάνετε μια φυσική εργασία, ένα εργαλείο μπορεί να βοηθήσει παρέχοντας ένα μηχανικό πλεονέκτημα. Η χρήση ενός εργαλείου διευκολύνει τις σωματικές ασκήσεις.

Έπειτα ακολούθησε η δημιουργία της μηχανής. Ένα μηχανήμα είναι ένα εργαλείο που υποκαθιστά το στοιχείο της ανθρώπινης σωματικής προσπάθειας και απαιτεί μόνο τον έλεγχο της λειτουργίας του. Ένας Έλληνας μηχανικός ονόματι Αρχιμήδης, ο οποίος έζησε τον τρίτο αιώνα π.Χ., ήταν ο πρώτος που αναγνώρισε το μηχανικό πλεονέκτημα ενός μοχλού και άλλων βασικών συσκευών όπως τροχαλίες και βίδες. (Pickering, Bunnham, Richardson, 2007).

Στην αρχαία Αίγυπτο, ο μοχλός υπήρξε απαραίτητος για την ανύψωση μεγάλων βράχων. Οι Ρωμαίοι χρησιμοποιούσαν μοχλούς για την κατασκευή καταπέλτων με τροχούς που χρησιμοποιούνταν για να πετάξουν μεγάλους βράχους στους εχθρούς.

Ο αυτοματισμός αντιπροσωπεύει την τρίτη και τελευταία φάση της τεχνολογικής εξέλιξης. Χρησιμοποιώντας τον αυτοματισμό, δεν χρειάζεται πλέον να βασίζεστε στην ανθρώπινη συμβολή ή προσπάθεια για να ολοκληρώσετε μια εργασία. Η τεχνολογία αυτοματισμού έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε διάφορους επιχειρηματικούς τομείς. Οι αυτόματες ταμειολογιστικές μηχανές, τα προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών και άλλα πολλά αποτελούν παραδείγματα αυτοματοποιημένων μηχανημάτων.

Όσον αφορά τον τρόπο με τον οποίο η διεπαφή χρήστη του συστήματος HMI έχει προχωρήσει με την πάροδο του χρόνου, τα στοιχεία ελέγχου που βασίζονται σε κουμπιά έχουν χρησιμοποιηθεί σε εργοστάσια εδώ και χιλιετίες. Ορισμένοι κατασκευαστές συνέχισαν να χρησιμοποιούν κουμπιά πολύ αργότερα στη δεκαετία του 2000, επειδή ήταν φθηνότερα από μια οθόνη HMI. Τα κουμπιά έχουν δείξει σταθερά την αξία τους ως επιλογή χαμηλής συντήρησης και χαμηλού κόστους για συμπαγή συστήματα. Ένα απλό σύστημα κενού και δέκτη, για παράδειγμα, απαιτούσε απλώς ένα κουμπί διακοπής και ένα ραξής για να λειτουργήσει. (Vassanelli, Mahmud, Girardi, et al., 2012).

Σε αναπτύξεις μεγάλης κλίμακας, όταν η τεχνολογία χρησιμοποιείται σε πολλές συσκευές, οι περιορισμοί των πινάκων κουμπιών γίνονται εμφανείς. Το κουμπί δεν αποκάλυψε ποιο μηχανήμα ήταν ενεργό. Ήταν επίσης απαραίτητο για έναν νέο εργαζόμενο να έχει αρκετή κατάρτιση για να μπορέσει να αποδώσει στο αποκορύφωμά του σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον. Η τεκμηρίωση των διαδικασιών γίνεται πιο δύσκολη με τη χρήση πινάκων κουμπιών. Δεν υπάρχει κεντρικός πίνακας ελέγχου, επομένως ο έλεγχος των ρυθμών ροής κ.λπ. Γίνεται όλο και πιο προφανές ότι μια γραφική οθόνη στους πίνακες ελέγχου είναι η βέλτιστη απάντηση καθώς αυξάνεται η πολυπλοκότητα των λειτουργιών παραγωγής και των συστημάτων ελέγχου. (John, Kondziolka, 2008).

Μετά την εισαγωγή του προσωπικού υπολογιστή το σύστημα HMI αναθεωρήθηκε πλήρως. Με την πάροδο του χρόνου, τα ηλεκτρονικά τερματικά έχουν αντικαταστήσει τα κουμπιά. Μια συσκευή είναι πλέον ένα σύστημα και ο φόρτος εργασίας για τους σχεδιαστές HMI έχει αυξηθεί δραματικά ως αποτέλεσμα. Η ανάπτυξη των υπολογιστών έχει αυξήσει την ανάγκη ενσωμάτωσης λογισμικού ηλεκτρονικών υπολογιστών στην υποδομή κατασκευής. Ενώ ο πολλαπλασιασμός των υπολογιστών ώθησε την ταχεία καινοτομία στο HMI, η προκύπτουσα διεπαφή πάνελ παρουσίασε συχνά δυσκολίες στους χρήστες όσον αφορά τη δυνατότητα μάθησης, τη διαισθητικότητα και την απλότητα χρήσης. (Choi, Rhiu, Lee, et al., 2017).

Χωρίς τα κατάλληλα πρότυπα, πολλά συστήματα HMI δημιουργήθηκαν με μικρή συμβολή από τους πραγματικούς χρήστες. Οι μηχανικοί και οι εργαζόμενοι στον κατασκευαστικό τομέα συνέβαλαν σημαντικά στην ανάπτυξη αυτών των εργαλείων. Η πρόσβαση των χειριστών έχει γίνει πιο δύσκολη λόγω έλλειψης τυποποίησης και ομοιομορφίας. Τα εννοιολογικά πλαίσια των μηχανικών είναι διαφορετικά από εκείνα του

χειριστή. Οι χειριστές του συστήματος δεν ρωτήθηκαν ποτέ για τις ανάγκες ή τις προσδοκίες τους πριν από την κατασκευή του..

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να χτιστεί ένα αναποτελεσματικό σύστημα. Ως αποτέλεσμα μια ομάδα ειδικών έκανε ένα βήμα πίσω, κάνοντας τα πάνελ πιο χρηστικά και αποδοτικά για τους χρήστες. Τα άτομα αυτά ονομάζονται ειδικοί στο Human Centered Design που προσπαθούν να ενσταλάξουν τις πτυχές των ανθρώπινων κινήτρων, της οπτικής αντίληψης, της μάθησης και της μνήμης στο σχεδιασμό μιας διεπαφής (Shi, Zhang, Chen, et al., 2019).

Η μελλοντική ανθρώπινη γενιά θα βασίζεται κυρίως σε μηχανικά συστήματα. Οι πιο εντυπωσιακές εξελίξεις στην επόμενη γενιά συσκευών HMI είναι τα αναλυτικά στοιχεία σε πραγματικό χρόνο και τα μεγάλα δεδομένα. Λόγω της ανάγκης προσαρμογής στις συνεχώς εξελισσόμενες προτιμήσεις των καταναλωτών, η διεπαφή ανθρώπου μηχανής έχει εξαπλωθεί γρήγορα σε ολόκληρη την ανθρώπινη κοινότητα. Από την απλή παροχή δεδομένων εγκατάστασης σε μια φορητή συσκευή, το σύστημα HMI παρέχει πλέον δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και χρήσιμες πληροφορίες στους χειριστές που οδηγούν σε επακόλουθα πλεονεκτήματα όπως μείωση του κόστους λειτουργίας της εγκατάστασης, υψηλότερη απόδοση διεργασιών, ενισχύοντας περαιτέρω την υιοθέτηση λύσεων HMI (John, Kondziolka, 2008).

Η πραγματική επιτυχία πίσω από τη διεπαφή μπορεί να επιτευχθεί μόνο με μια οικεία εξοικείωση με την ανθρώπινη φύση και τα διανοητικά μοντέλα που την οδηγούν. Το νοητικό μοντέλο που έχει ένας χρήστης για τον κόσμο είναι μια ακριβής αντανάκλαση της κοσμοθεωρίας του. Συνδέεται με τις προκαταλήψεις και τις υποθέσεις των ανθρώπων σχετικά με το πώς πρέπει να λειτουργεί ένα ψηφιακό σύστημα. Ενώ ο πρωταρχικός σκοπός του είναι να βελτιώσει την εμπειρία του χρήστη, το σύστημα HMI παρουσιάζει επίσης μια νέα ευκαιρία για εκπαίδευση και αναψυχή. Ένα καλό σύστημα HMI διευκολύνει την ταχεία απόκτηση δεξιοτήτων και επιτρέπει απτές, απτές αλληλεπιδράσεις με περιφερειακά. (Lech, Hill, Arvidson, et al., 2003).

1.4 Λόγοι Ανάπτυξης του Συγκεκριμένου Συστήματος σε Διάφορες Βιομηχανίες

Ιατρική Βιομηχανία

Από ένα απλό ψηφιακό θερμόμετρο μέχρι τα σύνθετα μηχανήματα ιατρικού εξοπλισμού, η ανάγκη για ένα μέσω ενδιάμεσης επικοινωνίας με οποιαδήποτε μηχανή βρίσκεται παντού. Τα πάνελ ενός συστήματος HMI επιτρέπουν ταχύτερη αλληλεπίδραση. Η διαδικασία μέτρησης της θερμοκρασίας σε ένα ψηφιακό θερμόμετρο, είναι εμφανώς ταχύτερη και ευκολότερη συγκριτικά με ένα θερμόμετρο υδραργύρου.

Εστιάζοντας στη φορητότητα, τη σμίκρυνση και στην υψηλή απόδοση με εξελιγμένες τεχνολογίες και μια διαισθητική εμπειρία χρήστη, το σύστημα HMI στην επιχείρηση υγειονομικής περίθαλψης εστιάζει στις ανάγκες του χρήστη. Η αποτελεσματικότητα μιας διεπαφής ανθρώπου μηχανής (HMI) μετράται από το πόσο καλά εξυπηρετεί τον χειριστή όσον αφορά τη χρηστικότητα, τη διαισθητικότητα και την ευκολία κατανόησης, καθώς και πόσο καλά παρέχει ανατροφοδότηση. Η ανάλυση συναισθημάτων αντιπροσωπεύει ένα νέο σύνορο στον ιατρικό τομέα. Η μελέτη και η διάδοση της συναισθηματικής κατάστασης, της στάσης και των χαρακτηριστικών γνωρίσματα ενός ατόμου βρίσκονται στο επίκεντρο της ανάλυσης συναισθημάτων. Για να τεκμηριώσετε τα ανείπωτα συναισθήματα του ασθενούς, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια εφαρμογή για κινητά. Αυτές οι πληροφορίες βοηθούν περαιτέρω τους ιατρούς να σχεδιάσουν μια θεραπεία αποτελεσματικά (Wei, Hu, 2011).

Βιομηχανία Λιανικού Εμπορίου

Το 2017, η Amazon έκανε το ντεμπούτο της στην εκσυγχρονισμένη πλατφόρμα αγορών της. Η υπηρεσία παρακολουθεί τις παραδόσεις πελατών και τις προσθήκες εικονικού καλαθιού αγορών μέσω της χρήσης μηχανικής μάθησης, αισθητήρων και τεχνητής νοημοσύνης. Μετά την πληρωμή, ο αγοραστής βγαίνει με τις αγορές του και τα μετρητά αφαιρούνται από τον λογαριασμό του στο Amazon. Οι αυτόματοι πωλητές επόμενης γενιάς παρέχουν μια νέα εμπειρία λιανικής πώλησης. Αυτές οι συσκευές δέχονται πληρωμές μέσω πιστωτικής κάρτας και δημιουργούν αποδείξεις είτε σε τερματικό εκτυπωτή μονής είτε διπλής οθόνης αφής. (John, Kondziolka, 2008). Αυτά τα συστήματα διαθέτουν ενσωματωμένα πάνελ ενός συστήματος HMI που επιτρέπουν την εύκολη πλοήγηση στον

χρήστη για να ολοκληρώσει μια συναλλαγή. Παραδοσιακά, οι αυτόματοι πωλητές ήταν όχι και τόσο χρήσιμες αναλογικές συσκευές.

Σε μια πανεπιστημιούπολη στη Νέα Υόρκη το 2010, ο αυτόματος πωλητής κόκα κόλα έδωσε δόσεις ευτυχίας διανέμοντας τα πάντα, από φρέσκα λουλούδια μέχρι πίτσα. Οι αυτόματοι πωλητές ποτών μιας νέας γενιάς, με τεράστιες οθόνες αφής και ενσωματωμένες κάμερες για αναγνώριση προσώπου, μόλις άρχισαν να εμφανίζονται στους σταθμούς του μετρό του Τόκιο αλλά και άλλων τεχνολογικά εξελιγμένων περιοχών.

Τραπεζικός κλάδος

Όσον αφορά τις τεχνολογίες HMI (διεπαφή ανθρώπου-μηχανής) στον τραπεζικό και χρηματοπιστωτικό τομέα, τα ATM (αυτόματες ταμειολογιστικές μηχανές) είναι μακράν τα πιο πανταχού παρόντα. Η πρώτη αυτόματη ταμειακή μηχανή (ATM) εγκαταστάθηκε στο Λονδίνο το 1967 και σε λιγότερο από 50 χρόνια βρέθηκαν εγκατεστημένα παντού. Σήμερα, τα ATM μπορούν να βρεθούν σχεδόν παντού. Η πρόσβαση με μαγνητικές κάρτες είναι περιορισμένη χωρίς προσωπικό αριθμό αναγνώρισης. Οι βιομετρικές πληροφορίες μπορούν πλέον να χρησιμοποιηθούν για επαλήθευση αντί για PIN ή άλλες συμβατικές μεθόδους. (Parsun, Kajati, Koziorek, 2018).

Αυτοκινητοβιομηχανία

Ο πρωταρχικός στόχος του συστήματος HMI αυτοκινήτου είναι η βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ του οδηγού και του οχήματος. Από τότε που το Austin 7 έκανε το ντεμπούτο του στα μέσα της δεκαετίας του 1920, οι βασικές αρχές της οδήγησης παρέμειναν ως επί το πλείστον αμετάβλητες. Εάν ξέρετε πώς να οδηγείτε ένα όχημα, μπορείτε να οδηγήσετε οποιοδήποτε αυτοκίνητο. Έχουν σημειωθεί σημαντικές αλλαγές στη χρήση υπολογιστών και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών στις διεπαφές ανθρώπου-μηχανής (HMI), συμπεριλαμβανομένης της τηλεματικής GPS και των συστημάτων ψυχαγωγίας. (Choi, Rhiu, Lee, et al., 2017).

Είναι εύκολα παρατηρήσιμη η εξέλιξη του ταμπλό κατά την πάροδο των χρόνων. Απο κάτι που επυθύνονταν στις βασικές λειτουργίες σε κάτι με πολλά επιπρόσθετα πράγματα που στοχεύουν όχι αποκλειστικά στην διαδικασία της οδήγησης. Αυτές οι αυξανόμενες

πολυπλοκότητες έθεσαν προκλήσεις για τη δημιουργία ενός πίνακα διεπαφής με ευκολία στη χρήση. Μια ευχάριστη εμπειρία ενός συστήματος HMI μπορεί να προκληθεί από κατανοητούς διαλόγους και συναισθηματικά ελκυστικές απεικονίσεις.

Βιομηχανία Καταναλωτών Ηλεκτρονικών Προϊόντων

Οι ψηφιακές οθόνες έχουν χρησιμοποιηθεί για κάποιο χρονικό διάστημα σε συσκευές όπως ψυγεία, φούρνους μικροκυμάτων, ακόμη και μετρητές θερμοκρασίας ντους. Ωστόσο, λείπει η έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητα και τη χρηστικότητα αυτών των πάνελ συστήματος HMI. Νέα έρευνα δείχνει ότι πάνω από τα δύο τρίτα των Βρετανών ανδρών έχουν πρόβλημα με τη χρήση ενός πλυντηρίου επειδή δεν καταλαβαίνουν πώς λειτουργεί. (Parcun, Kajati, Koziorek, 2018).

1.5 Τα Χαρακτηριστικά Λειτουργίας του Συστήματος HMI

Ένα νοητικό μοντέλο χρήστη, είναι μια αναπαράσταση του πώς λειτουργούν τα όποια στοιχεία και δεδομένα σε ένα υπολογιστικό περιβάλλον. Ένας χρήστης αναπτύσσει απόψεις που βασίζονται στα συστήματα πεποιθήσεων του παρελθόντος και στην ατομική του αντίληψη. Αντίθετα, ένα εννοιολογικό μοντέλο ασχολείται με κάποιο είδος συστήματος. Κάθε διεπαφή βασίζεται σε ένα εννοιολογικό μοντέλο, το οποίο είναι μόνο μια αναπαράσταση της εσωτερικής άποψης των χρηστών για τον κόσμο. (Vassanelli, Mahmud, Girardi, at al., 2012).

Ένας καλός σχεδιασμός ενός συστήματος HMI απαιτεί ενδελεχή κατανόηση του ανθρώπινου μυαλού. Η επιτυχία ή η αποτυχία του προϊόντος μπορεί να εξαρτάται από την ποιότητα του συστήματος HMI που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία του. Είναι ο στόχος ενός καλά σχεδιασμένου HMI να κάνει τη χρήση οποιουδήποτε δεδομένου κομματιού τεχνολογίας διαισθητική. Η χρηστικότητα του συστήματος HMI αξιολογείται με βάση το πόσο καλά διευκολύνει τη μάθηση και πόσο αποτελεσματικά επιτρέπει στον χρήστη να επιτύχει τους στόχους του. (John, Kondziolka, 2008).

Η Ανθρωποκεντρική Προσέγγιση

Οι μηχανές τελικά λειτουργούν από ανθρώπους και επομένως απαιτείται κατανόηση των ανθρώπινων εισροών για την εκτέλεση μιας ενέργειας. Το 1986, ο J.C. Williams εισήγαγε την «τεχνική αξιολόγησης ανθρώπινου λάθους και μείωσης» (HEART). Αυτή η προσέγγιση αξιολογεί την πιθανότητα να συμβεί ένα ανθρώπινο λάθος καθ' όλη τη διάρκεια της ολοκλήρωσης μιας συγκεκριμένης εργασίας (Shi, Zhang, Chen, et al., 2019). Σε μια τυπική προσέγγιση Ανθρωποκεντρικού Σχεδιασμού, υπάρχουν 3 κύριες φάσεις, η ανακάλυψη, ο ιδεασμός και το πρωτότυπο.

1) Ανακάλυψη: Η κατανόηση των απαιτήσεων του έργου και η ανάσπασή τους σε πιο διαχειρίσιμα κομμάτια απαιτεί τη μεγαλύτερη προσπάθεια σε αυτήν τη φάση, επομένως το όνομα "συγκέντρωση απαιτήσεων". Τα αποτελέσματα είναι τα πρόσωπα των χρηστών, η μελέτη αγοράς, η ανάλυση συναισθήματος και η ανταγωνιστική μελέτη.

2) Ιδεασμός: Με βάση τα ευρήματα της φάσης ανακάλυψης, ο σχεδιαστής αρχίζει να σκέφτεται ποιος θα ήταν ο καλύτερος δυνατός τρόπος για να λύσει ένα συγκεκριμένο πρόβλημα. Τα αποτελέσματα είναι ταξίδια χρήστη, ροές εργασιών, σενάριο, χάρτινο σκίτσο και οπτικές μακέτες.

3) Πρωτότυπο: Οι ροές εργασιών μεταφράζονται σε πρωτότυπο κλικ μέσω HTML. Η δημιουργία πρωτοτύπων έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει την ακρίβεια του συστήματος αφαιρώντας πιθανές πηγές σύγχυσης. Οι χρήστες μπορούν επίσης να το βάλουν στους ρυθμούς του και να το τροποποιήσουν όπως κρίνουν κατάλληλο.

Γνωστική Εργονομία

Για να περιγράψει καλύτερα την εργονομία, η φράση "τοποθέτηση του συστήματος στον άνθρωπο" είναι κατάλληλη. Εργάζεται στον τομέα της έρευνας που στοχεύει στη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού προϊόντων για ανθρώπινη κατανάλωση. Ο κακός σχεδιασμός ενός συστήματος HMI μπορεί να οδηγήσει σε επαγγελματικές ασθένειες όπως στρες ή μυοσκελετικές διαταραχές. Μπορεί να οδηγήσει ακόμη και σε εργατικά ατυχήματα (Lech, Hill, Arvidson, et al., 2003). Η εργονομία είναι ο σχεδιασμός του εξοπλισμού που

έχει στο μυαλό του τον χρήστη. Υπέρτατος στόχος είναι η γεφύρωση του χάσματος αλληλεπίδρασης μεταξύ ανθρώπου και μηχανής.

Ο στόχος είναι να μειωθεί ο κίνδυνος τραυματισμού και λάθους, να βελτιωθεί η παραγωγικότητα και να βελτιωθεί η ευκολία και κατανόηση της αλληλεπίδρασης (Wei, Hu, 2011). Η γνωστική εργονομία εμβαθύνει στις εσωτερικές λειτουργίες του ανθρώπινου νου για να βρει μια λύση στην ασυμφωνία μεταξύ του ανθρώπινου νου και των υπολογιστικών περιορισμών ενός υπολογιστή. Εξετάζονται επίσης η οικολογία, ο πολιτισμός, θρησκευτικές διαφορές και άλλες θεματολογίες που διχάζουν μεγάλη μερίδα κόσμου. (Parcun, Kajati, Koziorek, 2018).

Μια πρόσφατη έκθεση που δημοσιεύθηκε από την we.CONECT Global Leaders GmbH το 2016, αναφέρει ότι στην αυτοκινητοβιομηχανία μία από τις σημαντικές προκλήσεις αυτή τη στιγμή είναι να αποφευχθεί η απόσπαση της προσοχής του οδηγού. Λύσεις σε αυτό στηρίζονται στην έξοδο φωνής και τις χειρονομίες για να ενημερώνουν τον οδηγό του αυτοκινήτου.

Σχεδιασμός αλληλεπίδρασης ως κλάδος

Ο σχεδιασμός αλληλεπίδρασης περιλαμβάνει ένα χαοτικό φάσμα δραστηριοτήτων. Οι άνθρωποι θα χρησιμοποιούν πάντα ο ένας τον άλλον ως μέρος της καθημερινής τους ζωής και αυτή η αλληλεπίδραση θα συνεχίσει να περιλαμβάνει τη χρήση αγαθών και υπηρεσιών που δημιουργούνται από ανθρώπους. Η δουλειά ενός σχεδιαστή αλληλεπίδρασης είναι να διασφαλίσει ότι οι χρήστες λαμβάνουν κάτι ουσιαστικό και πρακτικό από αυτές τις συναντήσεις. Ο σχεδιασμός αλληλεπίδρασης, ένας όρος που επινοήθηκε από τους Bill Moggridge και Bill Verplank στη δεκαετία του 1980, είναι η μελέτη των αλληλεπιδράσεων των ανθρώπων με την τεχνολογία. Σκεφτείτε αυτή τη διαβόητη πρόταση του μελετητή της ιστορίας του σχεδιασμού John Heskett: Σχεδιασμός είναι να σχεδιάζεις ένα σχέδιο για να παράγεις ένα σχέδιο (Shi, Zhang, Chen, et al., 2019).

Στο παρελθόν, οι ιθαγενείς της Αμερικής και άλλοι λαοί της φυλής χρησιμοποιούσαν σήματα καπνού για να επικοινωνούν σε μεγάλη απόσταση. Εκείνες τις μέρες χρησιμοποιούνταν οι κοίλοι για να σηματοδοτούν τις κορυφές των βουνών,

χρησιμοποιούνταν ως δείκτες κατεύθυνσης και ως δείκτες των τοποθεσιών ταφής (Wei, Hu, 2011).

Η ξαφνική ανάγκη επίλυσης σοβαρών ζητημάτων σχεδιασμού αλληλεπίδρασης τριπλασιάστηκε λόγω της ακατάλληλης μελέτης σχεδιασμού και της κακοσχεδιασμένης διεπαφής. Στον ψηφιακό κόσμο, η σχεδίαση αλληλεπίδρασης αποτελεί βασικό συστατικό για τη χρήση μιας διεπαφής από τους χρήστες και βασίζεται στη βασική αρχή της γνωστικής ψυχολογίας. Ακολουθούν ορισμένες βασικές καθιερωμένες αρχές σχεδιασμού αλληλεπίδρασης που είναι αποδεκτές σε ολόκληρο τον κλάδο της βιομηχανίας.

1) Συνέπεια: Τα ανθρώπινα όντα είναι ευαίσθητα στην αλλαγή και θα πρέπει να αποφευχθεί ότι ο σχεδιαστής επαναφέρει συχνά την αρχή της συνέπειας όπου η εμφάνιση της αίσθησης παραμένει ανάλογη σε όλη την εφαρμογή.

2) Ορατότητα: Αυτή η αρχή επικεντρώνεται κυρίως στη δυνατότητα ανακάλυψης.. Εμφανή οπτικά στοιχεία θα πρέπει να χρησιμοποιούνται για να καθοδηγήσουν τον χρήστη.

3) Δυνατότητα εκμάθησης: Οι χρήστες αποκτούν γνώση από τις ενέργειες και τις αλληλεπιδράσεις τους με συστήματα και συσκευές στον πραγματικό κόσμο. Όταν χρησιμοποιείται ένα νέο σύστημα για πρώτη φορά, όλοι βιώνουν κάποιο είδος καμπύλης μάθησης. Ωστόσο, η εξοικείωση και η διατήρηση αυξάνονται με την επαναλαμβανόμενη χρήση. Η δουλειά ενός σχεδιαστή διεπαφής είναι να βασιστεί στη γνώση που έχει ήδη ο χρήστης για να δημιουργήσει αλληλεπιδράσεις που είναι διαισθητικές και απλές στη χρήση.

4) Προβλεψιμότητα: Όταν ξεκινά μια ενέργεια, ο χρήστης θα πρέπει να έχει κάποιο επίπεδο διορατικότητας σχετικά με το τι θα προκύψει ως το ακόλουθο βήμα χάρη στην έννοια της προβλεψιμότητας. Ο σχεδιαστής είναι υπεύθυνος για την παροχή στον χρήστη οπτικών ενδείξεων προκειμένου να ενσταλάξει ένα αίσθημα ελέγχου.

5) Ανατροφοδότηση: Μια διεπαφή θα πρέπει να μπορεί να παρέχει ουσιαστική, αισθητή και άμεση ανατροφοδότηση στο χρήστη. Η ανατροφοδότηση καθοδηγεί τον χρήστη στην επόμενη σειρά ενεργειών.

1.6 Τα Χαρακτηριστικά που Καθορίζουν την Ποιότητα ενός HMI

Οι διεπαφές ενός συστήματος HMI γίνονται όλο και πιο συνηθισμένες στον σύγχρονο κόσμο. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των HMI που δεν πρέπει να αγνοηθούν και αναφέρονται ως ακολούθως (Wei, Hu, 2011).

Απόκριση — Όταν ένας χρήστης στέλνει μια εντολή σε ένα σύστημα HMI, το σύστημα θα πρέπει να προσφέρει μια άμεση απόκριση μεταδίδοντας την εντολή στο μηχανήμα ή την εφαρμογή που είναι πιο κατάλληλη. Η συνολική απόδοση ενός συστήματος HMI θα πληγεί εάν υπάρξει καθυστέρηση, η οποία θα εμποδίσει τους υπαλλήλους να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία στο μέγιστο των δυνατοτήτων της. Τα συστήματα HMI θα πρέπει επίσης να παρέχουν ανατροφοδότηση στον χρήστη, υποδεικνύοντας εάν η εντολή εκτελείται ή όχι, καθώς και πόσος χρόνος θα χρειαστεί για να εκτελεστεί η εκδοθείσα εντολή.

Εργονομία — πώς αισθάνεται κανείς όταν χρησιμοποιεί το σύστημα HMI. Οι διεπαφές και/ή τα πληκτρολόγια που είναι κατασκευασμένα από σκληρά υλικά μπορεί να είναι άβολα στη χρήση. Ένα σύστημα HMI υψηλής ποιότητας θα πρέπει να δίνει έμφαση στην εργονομία, με μαλακά, άνετα πληκτρολόγια και διεπαφές που έχουν σχεδιαστεί για να ανταποκρίνονται στις ανάγκες του χρήστη.

Αποδοτικότητα — Δεν μπορεί να γίνει λόγος για ανάλυση ενός HMI χωρίς να αναφέρουμε την αποτελεσματικότητα. Εάν ένα σύστημα HMI αποτύχει να λειτουργήσει με αποτελεσματικό τρόπο, θα βαλτώσει τις διαδικασίες της αντίστοιχης εταιρείας. Έτσι, κοστίζει στην εταιρεία χρόνο και χρήμα. Για αυτόν τον λόγο, συνιστάται στους χρήστες να επιλέγουν ένα σύστημα HMI που είναι αποτελεσματικό και ικανό να εκτελεί εργασίες έγκαιρα.

Αξιοπιστία — Εάν το σύστημα HMI δυσλειτουργεί ή αντιμετωπίζει σφάλματα σε τακτική βάση δεν μπορεί να κριθεί κατάλληλο. Ένα HMI υψηλής ποιότητας θα πρέπει να παρέχει σταθερά αποτελέσματα, εκτελώντας τις εντολές του χειριστή όπως προβλέπεται. Η μη συνεχής εκτέλεση αυτών των εντολών είναι ένδειξη HMI χαμηλής ποιότητας και, ως εκ τούτου, θα πρέπει να αντικατασταθεί ή να διορθωθεί.

Κεφάλαιο Δεύτερο – Η Ανάπτυξη και Χρήση του Συστήματος Human Machine Interface (HMI) ως προς τον Έλεγχο Εξοπλισμού Multimedia

2.1 Η Ανάπτυξη και Χρήση του HMI στο Περιβάλλον Πολυμέσων (Multimedia)

Στον σημερινό κόσμο, οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τη διεπαφή ανθρώπου-μηχανής (HMI) στην καθημερινή τους ζωή με ευκολία. Είτε χρησιμοποιεί κανείς το κινητό του τηλέφωνο είτε μεταβαίνει στο Automated-Teller-Machine (ATM) της τράπεζας, χρησιμοποιεί ένα περιβάλλον HMI χωρίς καν να το σκέφτεται.

Μια σωστά σχεδιασμένη διασύνδεση πολυμέσων HMI οθόνης αφής μεταξύ ενός μηχανήματος και του ανθρώπινου χειριστή του, επηρεάζει σημαντικά την αποτελεσματικότητα και την ευκολία χρήσης. Συχνά, το λογισμικό HMI συνδυάζεται με ένα επιλεγμένο υλικό που συνδυάζει δυνατότητες βίντεο και ήχου με ενσωματωμένες διεπαφές επικοινωνίας. Οι πελάτες που χρησιμοποιούν συσκευές πολυμέσων θα πρέπει να ενημερώνουν τακτικά το HMI τους, προκειμένου να διαχωρίζονται από άλλους χρήστες και να ξεχωρίζουν από το πλήθος. Για να κατασκευάσουν ένα HMI επόμενης γενιάς ή για να ανανεώσουν πλήρως ένα υπάρχον προϊόν, οι ομάδες ανάπτυξης απαιτούν τα σημαντικά συστατικά της προσεκτικής προετοιμασίας, του χρόνου, του κατάλληλου συνόλου εργαλείων και μιας επιτυχημένης νοοτροπίας. (Shi, Zhang, Chen, et al., 2019).

Για μια σωστά σχεδιασμένη διεπαφή HMI, θα πρέπει αρχικά να ξεκινήσει η διαδικασία σχεδιασμού ενός συστήματος HMI με έναν σαφή ορισμό των λειτουργικών και λειτουργικών απαιτήσεων, καθώς και τυχόν απαιτήσεων επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης που απαιτούνται για τη διασύνδεση με άλλες συσκευές ή συστήματα. Δεδομένου ότι η διεπαφή HMI παρέχει τα στοιχεία ελέγχου για έναν άνθρωπο χρήστη για να χειριστεί μια μηχανή, σύστημα ή όργανο, είναι απαραίτητη η σαφής κατανόηση/ορισμός αυτών των στοιχείων.

Μόλις καθοριστούν οι λειτουργικές απαιτήσεις, το επόμενο λογικό βήμα θα ήταν να συνεργαστεί κανείς με την ομάδα λογισμικού για τη δημιουργία ενός σεναρίου για να ορίσει την ανθρώπινη διαδραστική εμπειρία. Ένα καλό σημείο εκκίνησης θα μπορούσε να είναι ένα απλό περίγραμμα βασισμένο σε κείμενο που τεκμηριώνει την προτεινόμενη συμπεριφορά κάθε οθόνης. Με την πάροδο του χρόνου, ο πελάτης μπορεί να συνεργαστεί

με τον εκάστοτε σχεδιαστή πολυμεσικών συσκευών, για να προσθέσει λεπτομέρειες για κάθε οθόνη, όπως αριθμός κουμπιών, σχήματα και χρώματα κουμπιών, πληροφορίες κατάστασης, οριακά σημεία/οριακά όρια, πληροφορίες μηνυμάτων για διάφορα σφάλματα και προειδοποιήσεις σφαλμάτων και άλλες λεπτομέρειες που είναι απαιτείται για μια διαισθητική και αποτελεσματική/απολαυστική εμπειρία.

Ο κάθε σχεδιαστής μπορεί να μετατρέψει αυτούς τους ορισμούς οθόνης που βασίζονται σε κείμενο σε ένα γραφικό σενάριο για κριτική/σχολιασμό πελατών. Από την εμπειρία, το να έχει κανείς περισσότερα κουμπιά/δεδομένα στην οθόνη δεν είναι πάντα μια σημαντική βελτίωση. Η ανάπτυξη ενός πρωτοτύπου του HMI όσο το δυνατόν νωρίτερα στον κύκλο σχεδίασης και η αίτηση ανατροφοδότησης από τον πελάτη, είναι πάντα η προτιμώμενη προσέγγιση.

Από την πλευρά του υλικού, τα συστήματα HMI πολυμέσων πρέπει να έχουν τη δυνατότητα διασύνδεσης/διασύνδεσης με το σύστημα ελέγχου καθώς και με άλλα περιβάλλοντα συστήματα. Ο ελεγκτής HMI θα συνδεθεί με τη συσκευή που ελέγχεται από τον άνθρωπο μέσω μιας ή πολλαπλών τυπικών διεπαφών, όπως SPI, I2C, RS-232, RS-485, USB, Ethernet, CAN, GPIO και άλλες (Choi, Rhiu, Lee, et al., 2017).

Το επιλεγμένο υλικό πρέπει επίσης να πληροί περιβαλλοντικές απαιτήσεις, όπως έκθεση σε ακραίες υψηλές/χαμηλές θερμοκρασίες και άλλα πιθανά δύσκολα περιβάλλοντα. Η οθόνη, η οποία εμπίπτει στις απαιτήσεις υλικού, πρέπει να επιλεγεί έχοντας υπόψη τις απαιτήσεις χρήσης όπως: μέγεθος, αριθμός pixels, γωνία θέασης, φωτεινότητα/φωτεινότητα, διεπαφή υλικού, θερμοκρασία λειτουργίας, πάχος γυαλιού καλύμματος, διάρκεια ζωής LED ή άλλες πιθανές απαιτήσεις. Το υλικό πρέπει επίσης να ικανοποιεί τις απαιτήσεις πολυμέσων.

Η αποθήκευση βίντεο καθώς και οι δυνατότητες εγγραφής και αναπαραγωγής πρέπει να υλοποιούνται στην πλευρά του λογισμικού, ενώ οι διεπαφές εξόδου/εισόδου ήχου πρέπει να υπάρχουν στην πλευρά του υλικού. Το Multimedia HMI λοιπόν, μετατρέπει την εφαρμογή από στατικές εικόνες σε ενεργή κίνηση με δυνατότητες βίντεο. Τα προϊόντα Venture Embedded Solutions Technology (VEST) παρέχουν πλήθος δυνατοτήτων βίντεο και ήχου με ενσωματωμένες διεπαφές επικοινωνίας για να παρέχουν μια απaráμιλλη

πλατφόρμα πολυμέσων. Οι λύσεις VEST επιτυγχάνουν μια άνετη ισορροπία μεταξύ του Multimedia HMI και της πλατφόρμας υλικού που το οδηγεί, ενώ ταιριάζουν και στον πιο απαιτητικό προϋπολογισμό (Lech, Hill, Arvidson, et al., 2003).

2.2 Οι Τάσεις Ανάπτυξης του HMI ως προς την Χρήση του σε Multimedia

Η διεπαφή ανθρώπινης μηχανής (γνωστή και ως διεπαφή χρήστη) είναι το μέσο για την αλληλεπίδραση και την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ του συστήματος και του χρήστη. Το σύστημα HMI πραγματοποιεί τη μετατροπή μεταξύ της εσωτερικής μορφής της πληροφορίας και της μορφής που είναι αποδεκτή από τον άνθρωπο. Υπάρχουν διεπαφές ανθρώπινης μηχανής σε όλα τα πεδία που σχετίζονται με την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ του χρήστη και της μηχανής.

Για παράδειγμα, σε ένα εργοστάσιο, μπορούμε να συλλέξουμε πληροφορίες σχετικά με τη θερμοκρασία, την υγρασία και την κατάσταση των μηχανών σε διάφορες περιοχές του εργοστασίου, να παρακολουθήσουμε και να καταγράψουμε αυτές τις παραμέτρους μέσω ενός κύριου ελεγκτή και να αντιμετωπίσουμε ορισμένες απροσδόκητες καταστάσεις. Αναφορά γίνεται σε μια τυπική εφαρμογή SCADA. Σε γενικές γραμμές, το σύστημα HMI πρέπει να έχει πολλές βασικές δυνατότητες σε μια πολυμεσική συσκευή, ως εξής (John, Kondziolka, 2008):

- ✓ Εμφάνιση τάσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο
- ✓ Αυτόματη καταγραφή δεδομένων
- ✓ Εμφάνιση τάσης ιστορικών δεδομένων
- ✓ Δημιουργία και εκτύπωση της δήλωσης
- ✓ Έλεγχος διεπαφής γραφικών

2.3 Τύποι Διεπαφής Ανθρώπου – Μηχανής HMI σε Multimedia

Διεπαφή χρήστη και γλώσσας εντολών

Η πρώτη διεπαφή ανθρώπινης μηχανής ήταν μια γλώσσα εντολών διεπαφής ανθρώπινης μηχανής και ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τη γλώσσα μηχανής για να επικοινωνήσει με τη μηχανή. Η επικοινωνία ολοκληρώθηκε με τη μορφή κειμένου μέσω

εντολών χρήστη και ερωτήσεων χρήστη προς το σύστημα. Αυτό απαιτούσε εκπληκτική μνήμη και πολλή εκπαίδευση και απαιτούσε από τον χειριστή να έχει υψηλότερο επαγγελματικό επίπεδο. Για τους γενικούς χρήστες, η διεπαφή χρήστη της γλώσσας εντολών ήταν επιρρεπής σε σφάλματα και έχει αδύναμες δυνατότητες χειρισμού σφαλμάτων. Επομένως, αυτή η περίοδος θεωρήθηκε περίοδος αντιπαράθεσης ανθρώπου και μηχανής.

Γραφική διεπαφή χρήστη

Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας υλικού και την πρόοδο των γραφικών υπολογιστών, της μηχανικής λογισμικού, των συστημάτων windows και άλλων τεχνολογιών λογισμικού, δημιουργήθηκαν και χρησιμοποιούνται ευρέως γραφικές διεπαφές χρήστη και έχουν γίνει το κύριο ρεύμα των σημερινών διεπαφών ανθρώπινων μηχανών. Το γραφικό περιβάλλον χρήστη ονομάζεται επίσης διεπαφή WIMP, δηλαδή, επιφάνεια εργασίας που ενσωματώνει Windows, εικονίδια, μενού και συσκευή κατάδειξης. Η γραφική διεπαφή χρήστη μπορεί να εμφανίζει διαφορετικούς τύπους πληροφοριών ταυτόχρονα για να βεβαιωθεί ότι οι χρήστες μπορούν να εκτελέσουν εργασίες μέσω του αναπτυσσόμενου μενού, βελτιώνοντας σημαντικά την αποτελεσματικότητα της αλληλεπίδρασης μειώνοντας παράλληλα την είσοδο του πληκτρολογίου. Αυτή η περίοδος θεωρείται ως η περίοδος συντονισμού ανθρώπου-μηχανής.

Διεπαφή χρήστη πολυμέσων

Η ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας πολυμέσων παρέχει μια ευκαιρία για την πρόοδο των διεπαφών ανθρώπινων μηχανών. Η αρχική διεπαφή χρήστη είχε μόνο στατικά μέσα. Ωστόσο, η τεχνολογία πολυμέσων έχει εισαγάγει κινούμενα σχέδια, ήχο, βίντεο και άλλα δυναμικά μέσα, ειδικά μέσα ήχου, τα οποία έχουν εμπλουτίσει σημαντικά τις μορφές που χρησιμοποιούσε ο υπολογιστής για την εκτέλεση πληροφοριών και διεύρυνε το εύρος ζώνης της εξόδου του υπολογιστή. Ταυτόχρονα, η εισαγωγή της τεχνολογίας των μέσων έχει επίσης βελτιώσει την ικανότητα των ανθρώπων να επιλέγουν και να ελέγχουν τη μορφή έκφρασης της πληροφορίας.

Με τη βοήθεια των πολυμέσων, ήταν πιο αποτελεσματικό για τους χρήστες να αποδέχονται και να εξερευνούν ενεργά πληροφορίες. Δυστυχώς, η διεπαφή χρήστη πολυμέσων εξακολουθεί να αναγκάζει τους χρήστες να χρησιμοποιούν συμβατικές

συσκευές εισόδου (πληκτρολόγιο, ποντίκι και οθόνη αφής) όσον αφορά την εισαγωγή πληροφοριών, δηλαδή η είσοδος είναι μονοκάναλη, η είσοδος και η έξοδος παρουσιάζουν μεγάλη ανισορροπία που περιορίζει την εφαρμογή της (Lech, Hill, Arvidson, et al., 2003).

Πολυτροπική διεπαφή χρήστη

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980, η πολυτροπική διεπαφή χρήστη έχει γίνει ένα ολοκαίνουργιο πεδίο έρευνας τεχνολογίας αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής, το οποίο έχει εκτιμηθεί ιδιαίτερα διεθνώς. Η έρευνα της διεπαφής χρήστη πολλαπλών καναλιών είναι απλώς για την εξάλειψη των ελλείψεων της τρέχουσας γραφικής διεπαφής χρήστη—WIMP/GUI, ανισορροπία εύρους ζώνης επικοινωνίας της διεπαφής χρήστη πολυμέσων. Στην πολυτροπική διεπαφή χρήστη, νέα διαδραστικά μοντέλα, συσκευές και τεχνολογίες όπως η όραση, η φωνή και οι χειρονομίες προσαρμόζονται πλήρως ώστε να επιτρέπουν στους χρήστες να χρησιμοποιούν πολλαπλά μοντέλα για να διεξάγουν συνομιλίες ανθρώπου-μηχανής με φυσικό, παράλληλο και συνεργατικό τρόπο (Parcun, Kajati, Koziorek, 2018).

2.4 Οι Παραδοσιακές και Προηγμένες Λειτουργίες των HMI που Επιδρούν στα Multimedia

Η διεπαφή ανθρώπου-μηχανής παρέχει τις συνδέσεις πληροφοριών μεταξύ ανθρώπινων χρηστών και μηχανημάτων. Αντίστοιχα, παρατίθενται οι τέσσερις κύριες κατηγορίες ανθρώπινων χρηστών σε μια πολυμεσική συσκευή (multimedia), δηλαδή οι χειριστές, οι μηχανικοί, το προσωπικό συντήρησης και οι διευθυντές. Η μηχανή αποτελείται από την τεχνική της διαδικασία, καθώς και από τα συστήματα εποπτείας και ελέγχου για την αυτοματοποίηση, τα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων για συμβουλές βασισμένες στη γνώση και τις βιβλιοθήκες δεδομένων και γνώσεων.

Όπως υπογραμμίζεται, η διεπαφή ανθρώπου-μηχανής υποδιαιρείται σε στοιχεία για παρουσίαση και έλεγχο (όπως η ανθρώπινη διεπαφή), προεπεξεργασία διαλόγου και πληροφοριών και τη διεπαφή εφαρμογής ως τις πιο παραδοσιακές λειτουργίες, και σε μοντέλο χρήστη, επεξήγηση και διδασκαλία και τα στοιχεία του μοντέλου εφαρμογής ως οι πιο προηγμένες λειτουργίες. (Shi, Zhang, Chen, et al., 2019).

Η προεπεξεργασία πληροφοριών εφαρμόζεται ολοένα και συχνότερα για να παρέχει βελτιωμένο πλαίσιο πληροφοριών και, ως εκ τούτου, να διευκολύνει τις δραστηριότητες επεξεργασίας πληροφοριών των ανθρώπινων χρηστών. Γενικά, οπτικές, ακουστικές (ήχος και ομιλία), χειρονομακές, μιμητικές (συμπεριλαμβανομένου πρόσωπο με πρόσωπο) και απτική (αίσθηση της αφής) πληροφορίες καθώς και δονήσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μορφές απεικόνισης για παρουσίαση.

Επί του παρόντος, ωστόσο, ο κύριος τρόπος παρουσίασης εξακολουθεί να είναι η οπτικοποίηση και η γραφική διεπαφή χρήστη είναι και θα είναι, για κάποιο χρονικό διάστημα, κυρίαρχη. Παλαιότερα, οι οπτικές οθόνες υλοποιούνταν με ηλεκτρομηχανικά όργανα. Σήμερα, έχουν αντικατασταθεί από συστήματα γραφικών υπολογιστών που περιέχουν πολλές γραφικές και δυναμικές εικόνες κειμένου.

Αυτές οι εικόνες δημιουργούνται με δυναμικούς επεξεργαστές γραφικών. Οι λειτουργικές οθόνες προέρχονται από τις πιο παραδοσιακές οπτικές οθόνες. Περιλαμβάνουν νέες ενότητες προεπεξεργασίας πληροφοριών για καλύτερη εξέταση των προσανατολισμών των χρηστών και των στόχων. Έτσι, αυτές οι οθόνες πραγματοποιούν πιο προηγμένες λειτουργίες (Lech, Hill, Arvidson, et al., 2003).

Τόσο το επίπεδο παρουσίασης όσο και το επίπεδο συνομιλίας μπορεί να βασίζονται στους ρόλους τους σε σχέση με τους στόχους του κάθε συστήματος, καθώς και σε τεχνικά συστήματα ή μοντέλα εφαρμογών που βασίζονται στη γνώση, μοντέλα χρηστών ή χειριστών και μοντέλα εργασιών. Αυτό είναι δυνατό και για τα δύο επίπεδα. Η βελτιωμένη σαφήνεια με την οποία αναπαρίστανται τέτοια μοντέλα στη διεπαφή ανθρώπου-μηχανής οδηγεί τελικά σε πιο εξελιγμένες περιπτώσεις. Οι πληροφορίες σχετικά με τους στόχους, την οργανωτική δομή και τις λειτουργικές διαδικασίες μιας συγκεκριμένης εφαρμογής μπορούν να βρεθούν μέσα σε ένα μοντέλο εφαρμογής. Όλες οι άλλες εργασίες της διεπαφής ανθρώπου-μηχανής υποστηρίζονται εσωτερικά από την ικανότητα αυτής της εφαρμογής ή του μοντέλου τεχνικών συστημάτων..

Εάν πρόκειται να επιτευχθεί ένας ορισμένος βαθμός ευελιξίας σε κατηγορίες ανθρώπινων χρηστών ή σε μεμονωμένους χρήστες, τότε η λειτουργικότητα ενός μοντέλου χρήστη είναι απαραίτητη. Αυτό είναι το κύριο στοιχείο που αποτελεί προσαρμόσιμο

περιβάλλον εργασίας χρήστη. Προκειμένου να απεικονιστεί με ακρίβεια η προοπτική του χρήστη υπό το πρίσμα του τεχνικού συστήματος, ένα πιο ανεπτυγμένο μοντέλο χρήστη θα περιλαμβάνει πάντα ένα μοντέλο των υποκείμενων τεχνικών στοιχείων του συστήματος. Επιπλέον, οι πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά επεξεργασίας ανθρώπινων πληροφοριών και τις γνωστικές στρατηγικές πρέπει να εκπροσωπούνται σε ένα μοντέλο χρήστη μέσω αλγορίθμων, κανόνων και ακόμη και ενεργών διαδικασιών εξαγωγής συμπερασμάτων. Αυτή είναι επιτακτική ανάγκη.

Η δυνατότητα εξήγησης είναι μια άλλη δυνατότητα που βασίζεται στη γνώση και μπορεί να βρεθεί σε μια διεπαφή ανθρώπου-μηχανής που βρίσκεται σε μια συσκευή πολυμέσων. Πρόκειται για ένα είδος συστήματος ηλεκτρονικής βοήθειας που βασίζεται στη γνώση και το οποίο, όταν του ζητείται, παρέχει πληροφορίες στους ανθρώπινους χρήστες σχετικά με τη σημασία των στοιχείων του τεχνικού συστήματος (και ίσως και της διεπαφής ανθρώπου-μηχανής) καθώς και τη λειτουργία αυτών των στοιχείων. Οι νεοεισερχόμενοι και οι περιστασιακοί χρήστες μπορούν να λάβουν ακόμη περισσότερες πληροφορίες με ελκυστικό και δυναμικό τρόπο χάρη σε μια επιλογή διδασκαλίας.

2.5 Ανθρώπινες Εργασίες με Αυτοματισμό και Έλεγχο τους με Διεπαφές HMI σε Πολυμεσικές Συσκευές (Multimedia)

Ως προς τις ανθρώπινες εργασίες με αυτοματισμό και έλεγχο της ποιότητας με διεπαφές HMI σε πολυμεσικές συσκευές, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι γνωστικές ικανότητες και η συμπεριφορά επεξεργασίας πληροφοριών των ανθρώπινων χρηστών που αλληλεπιδρούν με τα τεχνικά συστήματα, καθώς και οι εργασίες που πρέπει να εκτελούνται σε οποιοδήποτε σύστημα ανθρώπου-μηχανής, πριν και πέρα από όλες τις τεχνολογικές δυνατότητες. Ο προσανατολισμός των εργασιών και οι ανθρωποκεντρικοί σχεδιασμοί είναι απαραίτητοι για τη βελτιωμένη επιχειρησιακή χρήση των τεχνικών διαδικασιών και την αλληλεπίδρασή τους ανθρώπου-μηχανής (Parcun, Kajati, Koziorek, 2018).

Οποιοσδήποτε σχεδιασμός διαδραστικών προϊόντων με επίκεντρο τον χρήστη, όπως τα συστήματα ανθρώπου-μηχανής, θα πρέπει να ξεκινά με ορισμούς κατηγοριών χρηστών, συνολικούς στόχους και τρόπους επίτευξής τους και αναλύσεις εργασιών, έτσι ώστε οι

απαιτήσεις των χρηστών και οι προδιαγραφές του συστήματος, ειδικά για τις λειτουργικές προδιαγραφές των εξαρτημάτων και των λειτουργιών των συστημάτων ανθρώπου-μηχανής, να μπορούν να οικοδομηθούν σε μια σταθερή βάση. Οι απαιτήσεις των χρηστών θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τις σχέσεις στόχων-μέσου-εργασιών και πρέπει να βασίζονται σε μια προοπτική προσανατολισμένη στην εργασία (Wei, Hu, 2011).

Δύο κύριες κατηγορίες εργασιών μπορούν να περιλαμβάνουν όλες τις ανθρώπινες δραστηριότητες στα συστήματα ανθρώπου-μηχανής, δηλαδή τον έλεγχο και την επίλυση προβλημάτων με διεπαφές HMI σε πολυμεσικές συσκευές. Ο έλεγχος περιλαμβάνει συνεχείς και διακριτές εργασίες δραστηριοτήτων ανοιχτού και κλειστού βρόχου. Τα υψηλότερα γνωστικά καθήκοντα της επίλυσης προβλημάτων περιλαμβάνουν τη διαχείριση σφαλμάτων (με τον εντοπισμό σφαλμάτων, τη διάγνωση, την αντιστάθμιση και τη διόρθωση) καθώς και τον προγραμματισμό.

Οι δύο κατηγορίες εργασιών απαιτούν διαφορετική επιλογή πληροφοριών σχετικά με τους στόχους και τα αποτελέσματα των συστημάτων. Όσον αφορά τις δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων, και τα δύο είδη εισροών πρέπει να αξιολογούνται με μεγαλύτερο βαθμό ευσυνειδησίας, παρά το γεγονός ότι η αντίληψη των διαφορών μεταξύ στόχων και εκροών είναι συχνά επαρκής για τον έλεγχο. Επιπλέον, η εμπειρογνωμοσύνη που απαιτείται για την επίλυση προβλημάτων είναι πολύ υψηλότερη από εκείνη που απαιτείται για τα ελεγκτικά καθήκοντα.

Ο έλεγχος υπολογιστών (συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων επιτήρησης και ελέγχου) και η βοήθεια μέσω υπολογιστή είναι οι δύο κύριοι τύποι χρήσης υπολογιστών στα σύγχρονα αυτοματοποιημένα τεχνικά συστήματα και συσχετίζονται περίπου με τους δύο κύριους τύπους ανθρώπινων δραστηριοτήτων, τον έλεγχο και την επίλυση προβλημάτων (με συστήματα υποστήριξης αποφάσεων). Όλα τα συστήματα που βασίζονται στη γνώση και όλα τα συμβατικά επίπεδα συστημάτων αυτοματισμού εμπίπτουν σε αυτή την κατηγορία. Μόνο από τότε που η τελευταία έγινε πιο ώριμη τεχνολογία τα τελευταία χρόνια, οι δυνατότητες κατανομής λειτουργιών και εργασιών μεταξύ ανθρώπινων χειριστών και υπολογιστών μας επιτρέπουν να συσχετίσουμε και τις δύο κατηγορίες ανθρώπινων εργασιών με αντίστοιχες κατηγορίες χρήσης υπολογιστή. Αυτό σημαίνει επίσης ότι τα πραγματικά ανθρωποκεντρικά σχέδια συστημάτων ανθρώπου-μηχανής, μπορούν πλέον να

επιδιωχθούν και να εφαρμοστούν καλύτερα με την τελευταία τεχνολογία υποστήριξης γνώσης.

Η επίτευξη των σκοπών και των στόχων της τεχνικής διαδικασίας και ολόκληρου του συστήματος απαιτεί κατάλληλες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των συστημάτων εποπτείας και ελέγχου, των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων και των ανθρώπινων χειριστών. Οι στόχοι και οι καταλληλότερες δομές-στόχοι είτε επιλέγονται είτε δημιουργούνται από ανθρώπινους χειριστές. Έτσι, μερικές από τις κύριες ευθύνες των ανθρώπινων χειριστών είναι η επιλογή στόχων και υποστόχων, ο σχηματισμός δομών στόχων και ο έλεγχος της επίτευξης στόχων και της συμβατότητας των υποστόχων (Vassanelli, Mahmud, Girardi, et al., 2012).

Μια πιο προσεκτική ματιά στις δύο κατηγορίες εργασιών του ελέγχου και της επίλυσης προβλημάτων με έλεγχο της ποιότητας με διεπαφές HMI σε πολυμεσικές συσκευές, δείχνει ομοιότητες και διαφορές μεταξύ της ανθρώπινης μορφής τους και της αυτοματοποιημένης αντίστοιχης. Η συμπεριφορά των συστημάτων αυτοματισμού μπορεί να ταξινομηθεί στις τρεις φάσεις επεξεργασίας πληροφοριών: κατηγοριοποίηση, σχεδιασμός και δράση.

Αυτές οι τρεις φάσεις πρέπει να ολοκληρωθούν σε όλες τις εργασίες ελέγχου και επίλυσης προβλημάτων, είτε σε επίπεδο προσανατολισμένο στην κατάσταση, είτε σε πλαίσιο είτε σε επίπεδο δομής. Τα τρία επίπεδα αντιστοιχούν στα γνωστικά επίπεδα της ανθρώπινης συμπεριφοράς που βασίζεται σε δεξιότητες, σε κανόνες και στη γνώση.

Οι ανθρώπινοι χειριστές τεχνικών συστημάτων μπορούν να χειριστούν πολύ πιο ευέλικτα όλες αυτές τις διαφορετικές δυνατότητες από τα συστήματα αυτοματισμού. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, ενδέχεται να είναι υπερφορτωμένα, υποστελεχωμένα ή υπό χρονικούς περιορισμούς. Οι λεγόμενες "ειρωνείες της αυτοματοποίησης" έχουν επίσης προκύψει ως αποτέλεσμα αυτού. Όταν χρησιμοποιούνται εξαιρετικά αυτοματοποιημένα συστήματα σε καθημερινά σενάρια, για παράδειγμα, οι εργαζόμενοι μπορεί να βιώσουν ennui, γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της παραγωγικότητας, δυσαρέσκεια με την εργασία τους, ακόμη και ανθρώπινα λάθη. Για να μετριαστούν αυτές οι επιπτώσεις, τα ανθρωποκεντρικά σχέδια αυτοματοποιημένων τεχνολογικών συστημάτων θα πρέπει να περιλαμβάνουν μια δυναμική κατανομή ευθυνών μεταξύ ανθρώπων, μηχανών και βάσεων

δεδομένων που μπορούν να προσαρμοστούν σε ένα ευρύ φάσμα φυσιολογικών, μη φυσιολογικών και ασυνήθιστων καταστάσεων.

Τα προβλήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής με συσκευές πολυμέσων εκτείνονται πέρα από την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός μόνο χρήστη και ενός σύνθετου τεχνολογικού περιβάλλοντος. Πολλοί διαφορετικοί τύποι ανθρώπινων χρηστών αλληλεπιδρούν τακτικά με το ίδιο τεχνολογικό σύστημα και επικοινωνούν μεταξύ τους σε σενάρια εργασίας πραγματικού κόσμου σε ένα ευρύ φάσμα τομέων εφαρμογών.

Δεν είναι μόνο ένα άτομο που αλληλεπιδρά με ένα περίπλοκο τεχνικό περιβάλλον που προκαλεί προβλήματα στην αλληλεπίδραση ανθρώπου-μηχανής με συσκευές πολυμέσων. Σε ένα ευρύ φάσμα βιομηχανιών, πολλά διαφορετικά είδη ανθρώπινων χρηστών ασχολούνται συνήθως με το ίδιο τεχνικό σύστημα και επικοινωνούν μεταξύ τους. Συστήματα όπως αυτό μπορούν να βρεθούν σε χημικά εργοστάσια, μύλους τσιμέντου, σταθμούς παραγωγής ενέργειας, δίκτυα μεταφοράς, ακόμη και βιομηχανικές εγκαταστάσεις που βρίσκονται στο σημείο κατανάλωσης.

Κεφάλαιο Τρίτο – Η Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος σαν Χαρακτηριστικό Κλειστών Χώρων και απο ποιους Παράγοντες Απαρτίζεται

3.1 Τι είναι η ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος

Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος είναι ο όρος που αναφέρεται σε μια ομάδα παραμέτρων που επηρεάζουν άμεσα ή έμμεσα κάποιον εντός ενός εσωτερικού χώρου. Εν ολίγοις πως μπορούν οι διάφοροι παράγοντες ενός δωματίου να μας επηρεάσουν απο άποψη υγείας και ευεξίας, άνεσης και απόδοσης. Η έννοια αυτή δεν αποτελεί δημιούργημα των τελευταίων ετών. Για ακρίβεια αναφορές γενικευμένης μορφής όσον αφορά την ποιότητα αέρα τα επίπεδα υγρασίας και τα επίπεδα φωτεινότητας δίνονται για πρώτη φορά με επιστημονική μεθοδολογία τον 5^ο αιώνα, απο τον Ιπποκράτη, στο έργο του «Περί αέρων, υδάτων, τόπων... ».

Με την πάροδο των χρόνων και την ταυτόχρονη ανάπτυξη του τομέα της υγείας αλλά και των προδιαγραφών που θέτει αυτή, δόθηκε όλο και περισσότερη σημασία στην ευρεία έννοια την Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος καθώς και πόσο σημαντική είναι αυτή όχι μόνο κατά την διάρκεια που βρίσκεται κάποιος στο εσωτερικό ενός κτιρίου, αλλά και όσον αφορά την μακροχρόνια υγεία του.

Η ΠΕΠ ,κατά την διεθνή βιβλιογραφία και τα πρότυπα, διαμορφώνεται απο τις τέσσερις εξής παραμέτρους:

- ✓ Θερμική Άνεση
- ✓ Ακουστική Άνεση
- ✓ Οπτική Άνεση
- ✓ Ποιότητα Εσωτερικού Αέρα

Η κάθε μία απο αυτές τις παραμέτρους αποτελείται απο άλλες υπό παραμέτρους τις οποίες θα αναλύσουμε περαιτέρω σε ξεχωριστή ενότητα.

Καθ' όλη την έκταση της εργασίας θα επικεντρωθούμε στην ΠΕΠ σε διδακτικές αίθουσες. Ο μέσος αριθμός ανθρώπων που κατέχουν πτυχίο τριτοβάθμιας εκπαίδευσης πέρασε τουλάχιστον 17000 ώρες εντός κάποιας διδακτικής αίθουσας, πολλές απο τις οποίες αποτελούσαν σε πολλά σημεία της δευτεροβάθμιας και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μέχρι και το 1/3^ο της συνολικής τους ημέρας. Εύκολα συμπεραίνουμε τα προτερήματα που μπορεί να αποφέρει ο η βελτιστοποίηση των συνθηκών μακροπρόθεσμα.

3.2 Ποιοί Παράγοντες Καθορίζουν την Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος

Όπως προαναφέραμε η ΠΕΠ διαμορφώνεται απο τις παραμέτρους:

- ✓ Θερμική Άνεση
- ✓ Ακουστική Άνεση
- ✓ Οπτική Άνεση
- ✓ Ποιότητα Εσωτερικού Αέρα

Η κάθε μια απο αυτές θα αναλυθεί περαιτέρω εν συνέχεια. Αξίζει να σημειωθούν οτι υπάρχουν πολλοί λόγοι ελέγχου και διατήρησης της ΠΕΠ σε επιθυμητά όρια. Όλοι απο αυτούς αποκτούν ξεχωριστή σημασία όταν αναφερόμαστε συγκεκριμένα στις εκπαιδευτικές αίθουσες. Στις επιπτώσεις που έχει στο κομμάτι της υγείας θα αναφερθούμε εκτενώς σε ξεχωριστό κεφάλαιο. Παρόλα αυτά σημαντικές επιπτώσεις υπάρχουν και στην αποδοτικότητα των μαθητών/σπουδαστών η οποία θα αντιμετωπιζόταν με μόνιμη παρατήρηση και επέμβαση στην ΠΕΠ. Εμμέσως πετυχαίνουμε ταχύτερη εκπαίδευση με μεγαλύτερα ποσοστά μεταδοτικότητας. Ας γίνει όμως αρχικά αναφορά σε κάθε μια απο τις παραμέτρους ξεχωριστά.

3.2.1 Θερμική Άνεση

Ο όρος Θερμική Άνεση αποτελεί ένας εκ των τεσσάρων που αποτελούν την ΠΕΠ. Σύμφωνα με τον ορισμό της ASHRAE⁽⁵⁾ η θερμική άνεση αναφέρεται στην ικανοποίηση που χρήστη όταν αυτή σχετίζεται με το θερμικό περιβάλλον με την προϋπόθεση ότι ικανοποιεί το 80% των χρηστών. Παρόλο που η θερμική άνεση δεν αποτελεί τις περισσότερες φορές απειλή της υγείας ενός χρήστη, ένα περιβάλλον με χαμηλά επίπεδα θερμικής άνεσης έχει άμεσο αντίκτυπο στην παραγωγικότητα, το ηθικό και την διάθεση. Ειδικότερα στην περίπτωση διδακτικών αιθουσών στην Ελλάδα, που αρκετές φορές γίνεται αναφορά σε παλαιά, μη ανακαινισμένα κτίρια, δεν πετυχαίνεται εύκολα η θερμική ισορροπία με αποτέλεσμα να καταλήγουμε σε δύο πιθανά σενάρια τα οποία εναλλάσσονται ανάλογα το σημείο του εκπαιδευτικού έτους :

- ✓ Θερμική ανισορροπία η οποία εντοπίζεται τους ψυχρούς μήνες ενός εκπαιδευτικού έτους και προκαλείται απο την είσοδο ψυχρών ρευμάτων αέρα απο παλαιά κουφώματα.
- ✓ Υπερθέρμανση των εκπαιδευτικών αιθουσών απο εξωτερικές θερμοκρασίες.

Υπάρχουν πολλές παράμετροι που απαρτίζουν την θερμική άνεση. Οι βασικότεροι είναι οι φυσικοί παράμετροι οι οποίοι είναι οι εξής :

- ✓ Η θερμοκρασία του αέρα
- ✓ Η σχετική υγρασία του αέρα
- ✓ Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών
- ✓ Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα

Καθώς και σε λιγότερο βαθμό υπάρχει εξάρτηση και απο άλλους παραμέτρους όπως είναι οι εξωτερικές παράμετροι (βαθμός ρουχισμού, είδος των δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρο) και οι βιολογικές παράμετροι (το φύλλο των χρηστών, η ηλικία των χρηστών, ο ρυθμός μεταβολισμού) (Paraskevoopoulos G, Raikos J, et al, 2015).

3.2.2 Ακουστική Άνεση

Η παράμετρος της Ακουστικής Άνεσης αποτελεί απο τους πλέον σημαντικούς για την βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας και την μεγιστοποίηση της απόδοσης ενός σπουδαστή. Υπάρχουν πολλές πηγές ηχορυπαντικών παραγόντων σε κάποιο εκπαιδευτικό κτήριο, οι οποίοι είναι και ως κάποιο επίπεδο θεμιτοί καθώς ένα πολύ ήσυχο περιβάλλον μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη ακουστικής ιδιωτικότητας, παράγοντας με πολύ μεγάλη βαρύτητα στην δυσφορία του χρήστη.

Για αίθουσες διδασκαλίας τα συνιστώμενα επίπεδα θορύβου κυμαίνονται μεταξύ των 35dB και 45dB (CISBE comfort 2006). Μετρήσεις απο συναδέλφους δείχνουν οτι εντός ενός αμφιθεάτρου πανεπιστημίου, με την ηχοληψία να γίνεται στο κέντρο του αμφιθεάτρου, τα επίπεδα θορύβου κυμαίνονται απο 50,6dB έως και 70,6dB (Karatzounis A, Sofianou Ch, et al 2022). Αντιλαμβανόμαστε ότι υπάρχει αρκετά μεγάλη απόκλιση απο τις συνιστώμενες τιμές. Αυτή η απόκλιση προκαλεί αρνητικές επιδράσεις στους χρήστες των αιθουσών. Συγκεκριμένα οι επιδράσεις θορύβου σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης είναι τριών ειδών και είναι:

- ✓ Παθολογικές (Ακουστική βλάβη μόνιμη ή προσωρινή, αγγειοδιαστολή, υπέρταση)
- ✓ Λειτουργικές (Αδυναμία συγκέντρωσης, μείωση μαθησιακής ικανότητας)
- ✓ Ψυχολογικές (Νευρικότητα, επιθετική συμπεριφορά)

Δυστυχώς η ακουστική άνεση προσανατολίζεται γύρω απο τις ήδη υπάρχουσες κτιριακές εγκαταστάσεις, ηχομονωτικές ή και όσον αφορά τα υλικά κατασκευής αυτού. Οπότε αντιλαμβανόμαστε ότι άμεση παρέμβαση δεν είναι δυνατή έως ελαχίστων μικροεπεμβάσεων, οι οποίες θα αναλυθούν σε επόμενο υπό κεφάλαιο εκτενέστερα.

3.2.3 Οπτική Άνεση

Απο καθημερινά παραδείγματα μπορούμε να διαπιστώσει κάποιος ότι η κάθε λειτουργία της ανθρώπινης όρασης, όπως ανάγνωση, χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή, κ.τ.λ., έχουν διαφορετικές απαιτήσεις στον φωτισμό.

Type of building	Space	Design Illumination level, at working areas, lx	Secondary areas
Office buildings	Single offices	500	200-300
	Open plan offices	500	300
	Conference rooms	500	
	Corridors	100	
	Stairs	150	
Educational buildings	Classrooms	300	
	Classrooms for adult education	500	
	Lecture hall	500	
	Corridors	100	

Εικόνα Νο.3: Επίπεδα Φωτισμού Σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464

Όπως παρατηρείται το συνιστώμενο επίπεδο φωτισμού για ακαδημαϊκές αίθουσες είναι τα 500 lux. Παρόλα αυτά η ανάγκες φωτισμού διαφέρουν ανάλογα των αριθμό των επιφανειών στις οποίες εστιάζει ο χρήστης, το είδος αλλά και το επίπεδο φωτισμού αυτών (Budhiyanto A, Yun-Shang Chiou, et al 2022). Οι βασικοί λόγοι παροχής φωτισμό είναι οι εξής

- ✓ Εργασία και κίνηση στον χώρο με άνεση και ασφάλεια.
- ✓ Σωστή επίτευξη εργασιών με τον κατάλληλο ρυθμό.
- ✓ Ευχάριστη εμφάνιση χώρου.

Αυτοί οι λόγοι συμβάλουν στην διασφάλιση της οπτικής άνεσης η οποία επιτυγχάνεται όταν ισχύουν τα εξής :

- ✓ Υπάρχουν αποδεκτά επίπεδα φωτισμού για τις εργασίες που γίνονται στον χώρο.
- ✓ Δεν υπάρχει θάμβωση.
- ✓ Υπάρχει οπτική με το εξωτερικό περιβάλλον.
- ✓ Υπάρχει ευχάριστη εμφάνιση χώρου.

Η περίπτωση της θάμβωσης αποτελεί ιδιαίτερης σημασίας καθώς αποτελεί πολύ σημαντικός παράγοντας δυσφορίας του χρήστη. Συγκεκριμένα διακρίνουμε δύο είδη θάμβωσης:

- ✓ Θάμβωση Δυσφορίας : Η φωτεινότητα της πηγής βρίσκεται εκτός αποδεκτών ορίων του οφθαλμού αλλά όχι εκτός αρκετά ώστε να προκαλέσει προσαρμογή ή πρόσκαιρη τύφλωση.
- ✓ Εκτυφλωτική Θάμβωση : Η φωτεινότητα της πηγής είναι εξαιρετικά εκτός ορίων και οδηγεί σε πρόσκαιρη τύφλωση και ανάγκη προσαρμογής του οφθαλμού.

Γίνεται ξεκάθαρη λοιπόν η ανάγκη για εφαρμογή ιδανικών συνθηκών προσαρμοσμένων σε κάθε αίθουσα ώστε να επιτυγχάνεται αύξηση της συγκέντρωσης, η οποία είναι επίσης στο μεγαλύτερο μέρος περιορισμένη.

3.2.4 Ποιότητα Εσωτερικού Αέρα

Η Ποιότητα Εσωτερικού Αέρα είναι η πιο άμεσα συνδεδεμένη παράμετρος με την υγεία του χρήστη. Αποτελείται απο ποσοστά περιεκτικότητας διαφόρων μολυσματικών ουσιών στον εσωτερικό αέρα, που μπορεί να οφείλονται σε εξωτερική ρύπανση, μεταβολική διαδικασία χρηστών, ατέλειες εσωτερικού χώρου κ.τ.λ. Γενικότερα αποδεκτή ΠΕΑ ορίζεται ως η έλλειψη ρύπων απο τον αέρα τα οποία μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την κατάσταση της υγείας των χρηστών. Και σύμφωνα με την οδηγία 2008/50/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου στις 21 Μάιου 2008 για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερου αέρα για την Ευρώπη, ρύπος έχει οριστεί ως «οποιαδήποτε ουσία που εμφανίζεται στον ατμοσφαιρικό αέρα και ενδέχεται να έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου και/ή στο περιβάλλον στο σύνολο του».

Η ρύπανση χωρίζεται σε δύο βασικές μορφές :

- ✓ Αέρια ρύπανση
- ✓ Σωματιδιακή ρύπανση

Αυτές οι μορφές ταξινομούνται σε μια εκ των κατηγοριών πρωτογενών ή δευτερογενών. Οι πρωτογενής ρύποι προέρχονται κατευθείαν απο ρυπογόνες διαδικασίες ενώ οι δευτερογενής ρύποι προέρχονται απο την αποσύνθεση των πρωτογενών ρύπων.

Οι εργασία θα ασχοληθεί αποκλειστικά με τους αέριους ρύπους καθώς είναι και οι πιο εύκολα παρατηρήσιμοι με την βοήθεια αισθητήρων. Για την ακρίβεια θα αναλυθούν οι σημαντικότεροι ρίποι που αφορούν άμεσα την ΠΕΑ εκ των οποίων παρατηρούνται, με την

χρήση αισθητήρων στο πρακτικό κομμάτι της εργασίας, τα ποσοστά μονοξειδίου του άνθρακα και διοξειδίου του άνθρακα στον αέρα της αίθουσας.

Μονοξείδιο του Άνθρακα

Το μονοξείδιο του άνθρακα αποτελεί αέριο, σε θερμοκρασία δωματίου, χωρίς χαρακτηριστική οσμή, χρώμα και γεύση. Είναι προϊόν που παράγεται από διεργασίες ατελούς καύσης. Παρεμποδίζει την μετάδοση των επιθυμητών ποσοτήτων οξυγόνου στα όργανα και του ιστούς με αποτέλεσμα η έκθεση σε χαμηλές τιμές να έχει ως συμπτώματα πονοκεφάλους, κόπωση, γενική αδυναμία ενώ σε μεγαλύτερες να προκαλεί ακόμα και θάνατο. Εντός πανεπιστημίων ως πηγή μονοξειδίου του άνθρακα μπορούν να υπάρξουν μόνο λέβητες.

Διοξείδιο του Άνθρακα

Το διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί αέριο, σε θερμοκρασία δωματίου, χωρίς χαρακτηριστική οσμή ή χρώμα. Παράγεται από την αναπνοή των χρηστών και από καύση ορυκτών καυσίμων. Δεν είναι τοξικό παρά τα αντικαθιστά τα επίπεδα οξυγόνου στον αέρα οπότε σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσει δυσφορία, ζαλάδα, δύσπνοια ή αδυναμία συγκέντρωσης. Είναι πολύ σημαντικό να παρατηρηθούν τα ποσοστά του, εντός μιας αίθουσας, διότι αποτελεί και δείκτης ποιότητας αερισμού αυτής.

Πτητικές Οργανικές Ενώσεις

Είναι οργανικές χημικές ουσίες οι οποίες βρίσκονται, σε θερμοκρασία δωματίου, σε αέρια μορφή. Αντιδρούν με οξείδια του αζώτου εν παρουσία ηλιακού φωτός και παράγουν φωτοχημικά οξειδωτικά. Έχουν διάφορες επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, βραχυπρόθεσμες ή μακροπρόθεσμες, μερικές από τις οποίες είναι

- ✓ Ερεθισμό σε μάτια, μύτη, λαιμό
- ✓ Απώλεια προσανατολισμού
- ✓ Βλάβες σε νεφρά, ήπαρ, αναπνευστικό σύστημα, νευρικό σύστημα
- ✓ Ρινική αιμορραγία
- ✓ Αλλοιώσεις κυττάρων και καρκίνος

Εντός εκπαιδευτικών αιθουσών εντοπίζονται απο πολλούς παράγοντες όπως χρώματα, προϊόντα καθαρισμού, εξοπλισμός γραφείων, βερνίκια.

Αιωρούμενα Σωματίδια

Αποτελούν σύνθετο μείγμα οργανικών και ανόργανων ουσιών απο σωματίδια και σταγονίδια που βρίσκονται στον αέρα. Είναι στην πλειονότητα τους δευτερογενής ρύπος και διαφέρουν ως προς κατάσταση, χρώμα και μέγεθος. Με βάση αυτών τον χαρακτηριστικών κατατάσσονται και σε διάφορες κατηγορίες (ΠΟΥ 2003). Τα προβλήματα που προκαλούν στην υγεία ποικίλουν απο δύσπνοια και άσθμα μέχρι καρδιαγγειακές παθήσεις. Σ εκπαιδευτικές αίθουσες εισέρχονται απο το εξωτερικό περιβάλλον κυρίως απο χρήση αυτοκινήτων.

Κεφάλαιο Τέταρτο – Ανάλυση του Πρακτικού Τμήματος της Εργασίας, των Βημάτων της Υλοποίησης και του Κώδικα που Χρησιμοποιήθηκε.

4.1 Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν

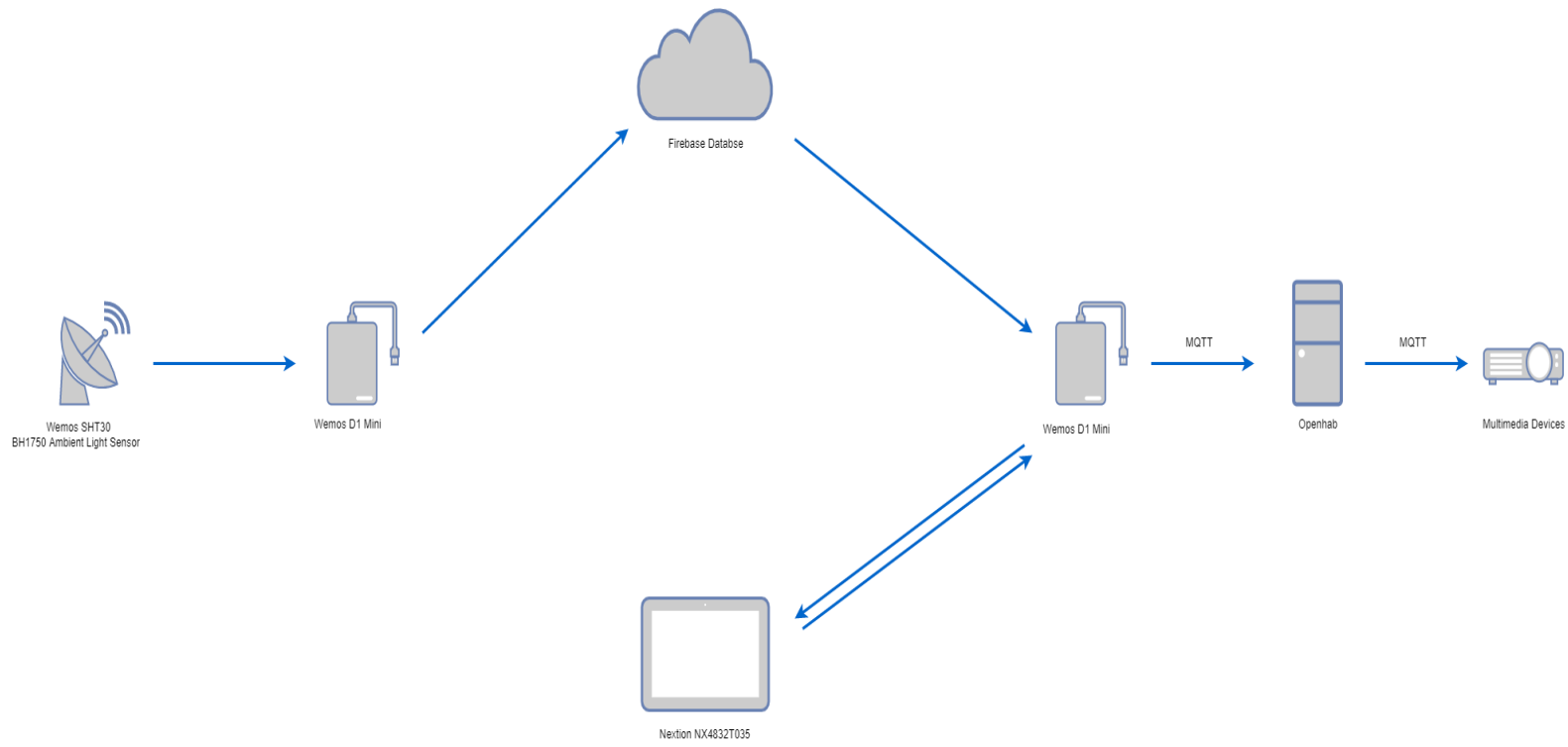
Θα ήθελα σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι η Διπλωματική εργασία, που δημιούργησα και αναλύω, λειτουργεί συνεργατικά με την αντίστοιχη Διπλωματική εργασία του συναδέλφου μου Δημήτριου Γουλιδάκη με τίτλο “Εφαρμογή Συστήματος Ελέγχου Κτιρίου (BMS) για την Επίβλεψη της Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος και Εξοπλισμού Multimedia σε Εκπαιδευτικές Αίθουσες”. Ο σκοπός μου ήταν να δημιουργήσω ένα πιο προσιτό περιβάλλον ελέγχου της Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος για τον μέσο χρήστη, δημιουργώντας έτσι μια καινούργια πτυχή του κοινού αντικειμένου ανάλυσης και των δύο μας, το οποίο είναι η Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος και η επίβλεψη αυτού.

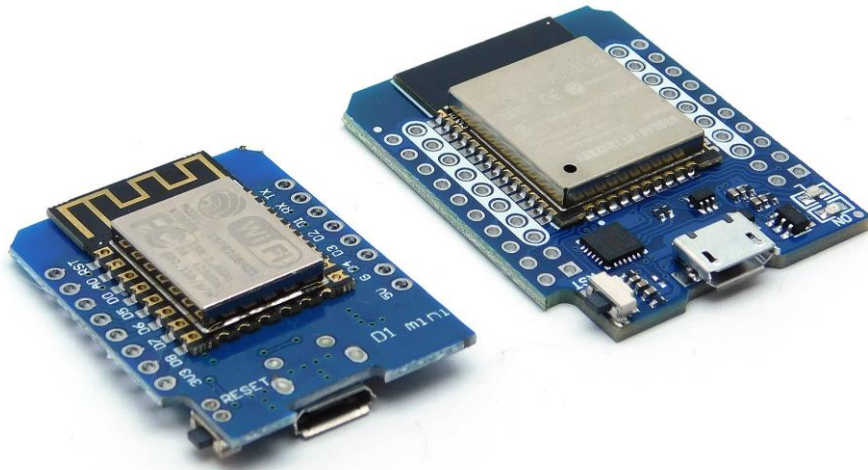
Για αυτό τον λόγο η ανάλυση των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία του συναδέλφου μου θα παραλειφθούν. Για οποιαδήποτε επεξήγηση θα προέτρεπα την αναδρομή στην προαναφερόμενη Διπλωματική εργασία.

Για την υλοποίηση της παρούσας Διπλωματικής εργασίας αρχικά χρησιμοποιήθηκαν δύο WEMOS D1 Mini Development Board. Το πρώτο είναι απαραίτητο για την σύνδεση με τους αισθητήρες που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και την αποστολή των μετρήσεων των αισθητήρων στην διαδικτυακή και δυναμική βάση δεδομένων Firebase. Το δεύτερο χρησιμοποιείται για την λήψη των μετρήσεων από το Firebase, την μεταφορά αυτών στην οθόνη Nextion που χρησιμοποιείται για την υλοποίηση της εργασίας, καθώς και την σύνδεση με την πλατφόρμα του Openhab και την αποστολή εντολών που αντιστοιχούν με τις επιλογές χρήστη που γίνονται μέσω της οθόνης.

Συνεχίζοντας θα αναφερθώ στην σύνδεση των προαναφερθέντων σαν ένα συνολικό δίκτυο ελέγχου Ποιότητας Εσωτερικού Περιβάλλοντος. Αρχικά οι αισθητήρες λαμβάνουν τις μετρήσεις οι οποίες μέσω του ενός εκ των δύο WEMOS D1 Mini Development Board αποστέλονται στην διαδικτυακή βάση δεδομένων Firebase. Από εκεί λαμβάνονται από το δεύτερο board το οποίο στέλνει τις τιμές αυτές στην Nextion οθόνη για προβολή. Ο χειριστής της οθόνης έπειτα κρίνει με βάση τα μηνύματα προτροπής της οθόνης και επεμβαίνει για την αλλαγή των τιμών μέσω κουμπιών ενεργοποίησης και ελέγχου πολυμεσικών συσκευών. Μετά από το πάτημα ενός κουμπιού η αντίστοιχη εντολή στέλνεται

μέσω του board στην πλατφόρμα του Openhab την συνεργατικής εργασίας η οποία επιτρέπει τον έλεγχο της επιθυμητής συσκευής.

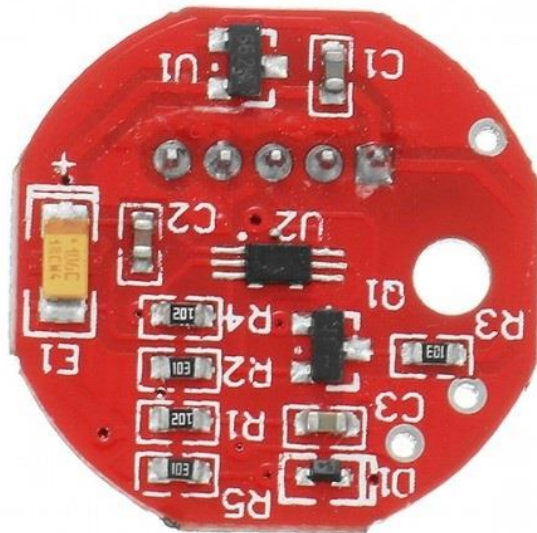




Συνεχίζοντας για την λήψη μετρήσεων υγρασίας και θερμοκρασίας χρησιμοποιήθηκε ο WEMOS SHT30 αισθητήρας υγρασίας και θερμοκρασίας. Θεωρήθηκε ικανοποιητικός για την εργασία διότι έρχεται με φθινό κόστος για τον μέσω χρήστη ή για ευρείας κλίμακας σχεδίασης αντίστοιχων συστημάτων. Παρόλα αυτά κρίνεται ικανός για την χρήση του καθώς προσφέρει ακριβείς μετρήσεις με αποκλίσεις της τάξης των $\pm 3\%RH$ και $\pm 0.3^{\circ}C$.

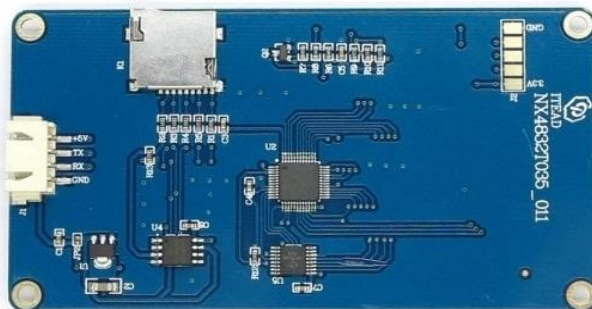


Επιπρόσθετα χρησιμοποιήθηκε ο αισθητήρας BH1750 Ambient Light Sensor. Ο συγκεκριμένος είναι ένας ambient light αισθητήρας 16-bit ο οποίος επικοινωνεί μέσω πρωτοκόλλου I2C. Παρέχει μετρήσεις επιπέδων φωτός σε lux με ελάχιστη δυνατή μέτρηση 1 lux και μέγιστη δυνατή μέτρηση 65535 lux, εύρος το οποίο τον καθιστά ικανοποιητικό για τις ανάγκες της εργασίας.



Τέλος χρησιμοποιήθηκε η οθόνη Nextion Basic Series NX4832T035_011R η οποία χρησιμεύει σαν HMI που σχεδιάστηκε για να είναι εντελώς απρόσκοπτη. Προσφέρει μια διεπαφή ελέγχου και οπτικοποίησης μεταξύ ενός ατόμου και μιας διαδικασίας, μηχανής, εφαρμογής ή συσκευής. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) και οι βιομηχανίες ηλεκτρονικών ειδών ευρείας κατανάλωσης είναι οι τομείς όπου το Nextion βρίσκει την κύρια χρήση του. Είναι η πιο αποτελεσματική διαθέσιμη μέθοδος για να αντικατασταθεί ο συμβατικός σωλήνα LCD και LED Nixie.

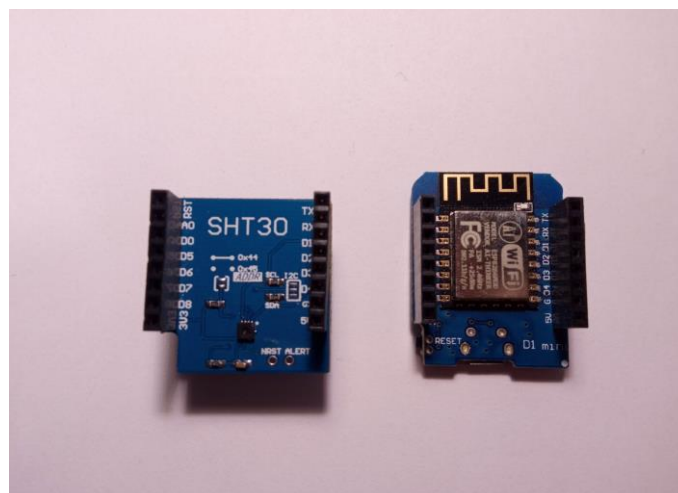
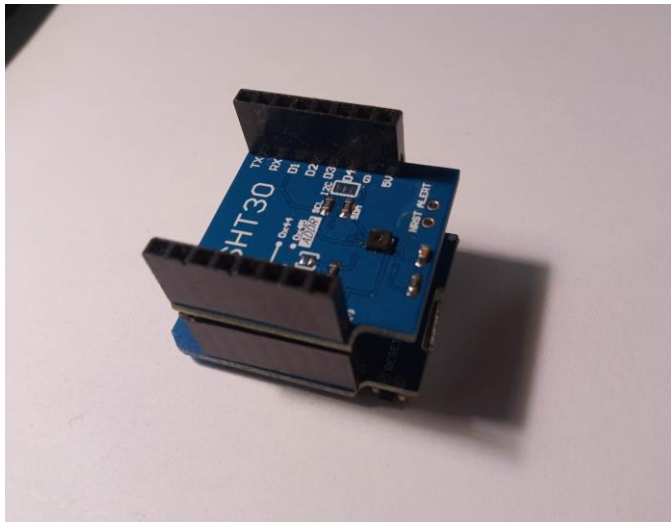
Η οθόνη αυτή χρησιμοποιήθηκε για διάφορους λόγους στην εργασία. Αρχικά το μικρό της μέγεθος της επιτρέπει να υπάρχει κοντά στον δίδακτρα χωρίς να καταλαμβάνει πολύ χώρο. Το συγκεκριμένο μοντέλο παρέχει μια touch screen και συγκεκριμένα μια αντιστασιακή οθόνη. Αποτελείται δηλαδή από δύο επίπεδα ένα εκ των οποίων είναι η οθόνη και το άλλο μια μεμβράνη χωρισμένα μεταξύ τους από ένα κενό. Με την πίεση αυτές οι επιφάνειες έρχονται σε επαφή δημιουργώντας έτσι αλλαγή τάσης η οποία επιτρέπει τον εντοπισμό του σημείου που πατήθηκε. Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό τους που τις καθιστά ιδανικές για την υλοποίηση της εργασίας είναι η ανθεκτικότητά τους σε υγρασία και άλλες ρυπογόνες ουσίες.



4.2 Σύνδεση αισθητήρων και ανάλυση κώδικα

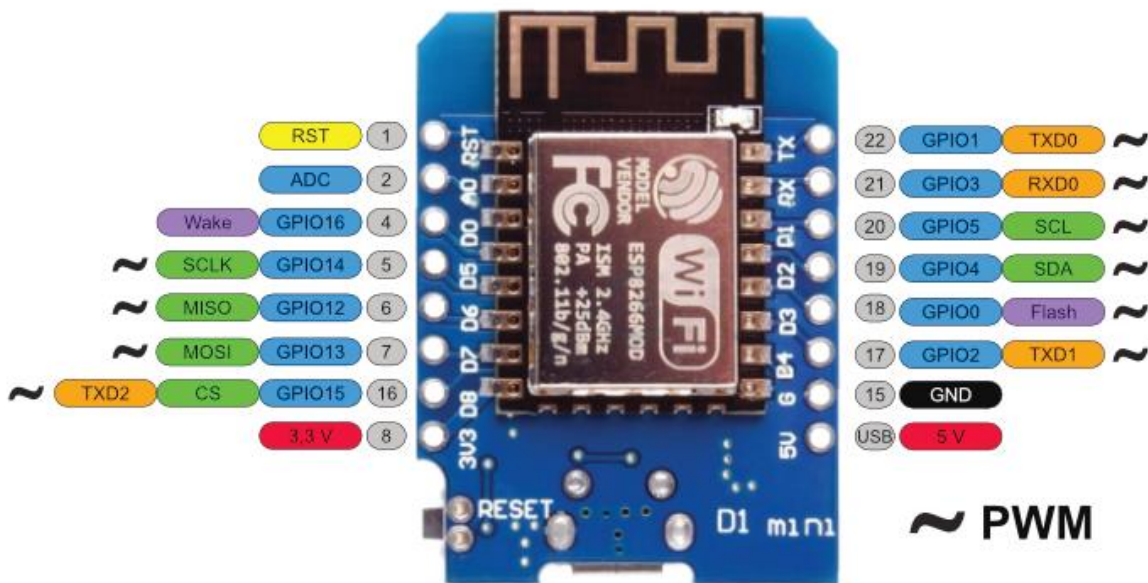
4.2.1 Πρώτο Μέρος Πρακτικού Τμήματος

Αρχικά έγινε η σύνδεση του WEMOS D1 Mini με τον WEMOS SHT30. Ο WEMOS SHT30 συγκεκριμένα αποτελεί shield του WEMOS D1 Mini με αυτό να σημαίνει πρακτικά ότι είναι ένα board με σκοπό να προστεθεί στο main board και να προσθέσει καινούργιες δυνατότητες. Αυτό καθιστά την ένωση τους πολύ εύκολη καθώς υπάρχει δυνατότητα για το shield να γίνει mount στο main board με την βοήθεια των bridge που φαίνονται στις φωτογραφίες, καθώς τα pins των δυο board είναι πανομοιότυπα.





Στην συνέχεια θα αναλυθούν τα pin των WEMOS D1 Mini/WEMOS SHT30 Shield.



3V3 & 5V: Τα 3V3 και 5V είναι η τάση εξόδου της πλακέτας που αντιστοιχεί σε 3.3 V και 5V.

GND: Το GND είναι το pin γείωσης της πλακέτας.

ADC: Το pin ADC (Analog to Digital Converter) είναι ένας μετατροπές από αναλογικό σε ψηφιακό σήμα και χρησιμοποιείται συνήθως για να διαβάσουμε την αναλογική τάση από διαφορετικές πηγές ή αισθητήρες.

RX: Το RX είναι ένα Receiver pin με την ειδικότητα του να δέχεται δεδομένα.

TX: Το TX είναι ένα Transmitter pin με την ειδικότητα να μεταδίδει δεδομένα.

RST: Είναι το pin επαναφοράς πλακέτας.

Στην συνέχεια έγινε η σύνδεση του BH1750 Ambient Light Sensor με το WEMOS D1 Mini. Τα pins του αισθητήρα BH1750 είναι τα εξής:

VCC : Ηλεκτροδοτεί τον αισθητήρα (3.3V ή 5V).

SCL : SCL pin για επικοινωνία I2C.

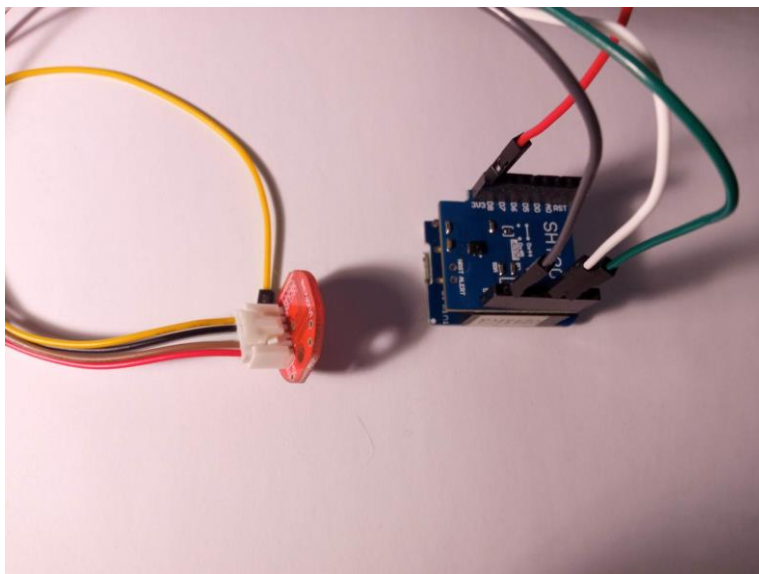
SDA : SDA pin για επικοινωνία I2C.

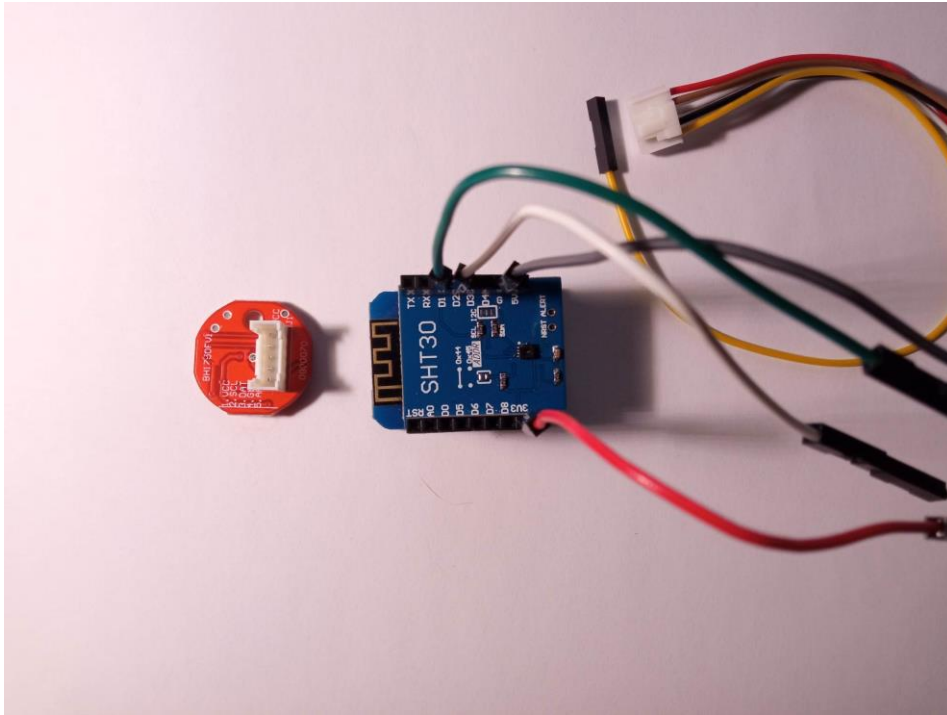
GND : Κοινό GND.

ADDR : Επιλογή διεύθυνσης.

Στην διασύνδεση με το main board ακολούθησαν τα εξής:

- ✓ Ένωση του VCC pin τροφοδοσίας με το 3V3 pin του main board.
- ✓ Ένωση του SCL pin επικοινωνίας με το D1 pin ψηφιακής επικοινωνίας του main board.
- ✓ Ένωση του SDA pin επικοινωνίας με το D2 pin ψηφιακής επικοινωνίας του main board.
- ✓ Ένωση του GND pin με το GND pin του main board.





4.2.2 Δεύτερο Μέρος Πρακτικού Τμήματος

Σε αυτό το τμήμα της εργασίας έγινε ένωση του WEMOS D1 Mini με την Nextion Basic Series NX4832T035_011R. Η ανάλυση των pins της οθόνης έχει ως εξής:

5V: Το 5V είναι το pin τροφοδοσίας της οθόνης.

GND: Το GND είναι το pin γείωσης της οθόνης.

RX: Το RX είναι ένα Receiver pin με την ειδικότητα του να δέχεται δεδομένα.

TX: Το TX είναι ένα Transmitter pin με την ειδικότητα να μεταδίδει δεδομένα.

Στην διασύνδεση με το main board ακολούθησαν τα εξής:

- ✓ Ένωση του 5V pin τροφοδοσίας με το 5V pin του main board.
- ✓ Ένωση του TX pin επικοινωνίας με το RX pin επικοινωνίας του main board.
- ✓ Ένωση του RX pin επικοινωνίας με το TX pin επικοινωνίας του main board.
- ✓ Ένωση του GND pin με το GND pin του main board.



4.2.3 Πρώτο Μέρος Ανάλυσης Κώδικα (gather_and_send.ino)

4.2.3.1 Βιβλιοθήκες, Handles και Global Μεταβλητές

```
1 #include <Firebase.h>
2 #include <FirebaseArduino.h>
3 #include <FirebaseCloudMessaging.h>
4 #include <FirebaseError.h>
5 #include <FirebaseHttpClient.h>
6 #include <FirebaseObject.h>
7 #include <WEMOS_SHT3X.h>
8 #include <Wire.h>
9 #include <BH1750.h>
10 #include <ESP8266WiFi.h>
11
12 SHT3X sht30(0x45);
13 BH1750 lightMeter;
14
15 #define WIFI_SSID "Vodafone_2.4G-02275"
16 #define WIFI_PASS "6948443204"
17 #define FIREBASE_HOST "diplom-7a09f-default-rtdb.europe-west1.firebaseio.com"
18 #define FIREBASE_AUTH "70b5WaIiqoIZTFHGyLMUPrzWXm1Zaf0tq3hVAtsa"
```

Γραμμές 1 – 6: Συμπεριλαμβάνω τις απαραίτητες βιβλιοθήκες επικοινωνίας με την διαδικτυακή βάση δεδομένων Firebase.

Γραμμή 7: Συμπεριλαμβάνω την βιβλιοθήκη WEMOS_SHT3X.h για τις λειτουργίες των αισθητήρων θερμοκρασίας και υγρασίας SHT30.

Γραμμή 8: Συμπεριλαμβάνω την βιβλιοθήκη Wire.h για I2C/TWI επικοινωνίας.

Γραμμή 9: Συμπεριλαμβάνω την βιβλιοθήκη BH1750.h για την λειτουργία του αισθητήρα επιπέδου φώτων BH1750.

Γραμμή 10: Συμπεριλαμβάνω την βιβλιοθήκη ESP8266WiFi.h για την σύνδεση του D1 Mini με το Wi-Fi δίκτυο.

Γραμμή 12: Δημιουργώ ένα αντικείμενο τύπου SHT3X με διεύθυνση 0x45.

Γραμμή 13: Δημιουργώ ένα αντικείμενο τύπου BH1750.

Γραμμή 15: Δηλώνω σαν WIFI_SSID το δίκτυο στο οποίο θα συνδεθώ

Γραμμή 16: Δηλώνω σαν WIFI_PASS τον κωδικό του δικτύου που θα συνδεθώ

Γραμμή 17: Δηλώνω σαν FIREBASE_HOST τον σύνδεσμο της βάσης δεδομένων που έχω δημιουργήσει στο Firebase.

Γραμμή 18: Δηλώνω σαν FIREBASE_AUTH το κλειδί της βάσης δεδομένων που έχω δημιουργήσει στο Firebase.

4.2.3.2 Συνάρτηση setup()

```
20 void setup()
21 {
22   Serial.begin(115200);
23
24   Wire.begin(4, 5);
25
26   lightMeter.begin();
27
28   WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
29
30   Serial.println(F("BH1750 Test begin"));
31   Serial.print("Connecting to ");
32   Serial.print(WIFI_SSID);
33
34   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
35     Serial.print("\n...");
36     delay(1000);
37   }
38
39   Serial.println();
40   Serial.print("Connected! IP address: ");
41   Serial.println(WiFi.localIP());
42
43   Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
44 }
```

Γραμμή 20: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης setup σαν void

Γραμμή 22: Γίνεται καθιέρωση σειριακής επικοινωνίας μεταξύ του board και μιας άλλης συσκευής

Γραμμή 24: Αρχικοποιείται το Wire library

Γραμμή 26: Ξεκινάει η λειτουργία του lightMeter handle

Γραμμή 28: Γίνεται σύνδεση στο δίκτυο με το όνομα δικτύου και τον κωδικό δικτύου που έχω ορίσει προηγουμένως

Γραμμή 30: Εμφανίζω μήνυμα ενημέρωσης εκκίνησης του BH1750

Γραμμή 31: Εμφανίζω μήνυμα σύνδεσης στο δίκτυο

Γραμμή 32: Εμφανίζω μήνυμα με το όνομα του δικτύου

Γραμμή 34: Γίνεται έλεγχος της κατάστασης σύνδεσης με το δίκτυο με είσοδο σε while loop αν δεν υπάρχει σύνδεση

Γραμμή 35: Εμφανίζω μήνυμα ένδειξης αναμονής σύνδεσης στο δίκτυο

Γραμμή 36: Εφαρμόζεται delay

Γραμμή 39: Εμφανίζω κενό μήνυμα

Γραμμή 40: Εμφανίζω μήνυμα σύνδεσης στο δίκτυο

Γραμμή 41: Εμφανίζω μήνυμα της IP του δικτύου

Γραμμή 43: Γίνεται σύνδεση με την βάση δεδομένων Firebase

4.2.3.3 Συνάρτηση loop()

```
46 void loop() {
47   float h = sht30.humidity;
48   float t = sht30.cTemp;
49   float lux = lightMeter.readLightLevel();
50
51   if (sht30.get() == 0) {
52
53     Serial.print("Temperature in Celsius : ");
54     Serial.println(sht30.cTemp);
55     String fireHumid = String(h) + String(" %");
56
57     Serial.print("Relative Humidity : ");
58     Serial.println(sht30.humidity);
59     String fireTemp = String(t) + String(" oC");
60
61     Serial.print("Light in Lux: ");
62     Serial.print(lux);
63     String fireLight = String(lux) + String(" Lux");
64
65     Serial.println();
66     Firebase.setString("/Classroom/Humidity", fireHumid);
67     Firebase.setString("/Classroom/Temperature", fireTemp);
68     Firebase.setString("/Classroom/Light", fireLight);
69
70     delay(2000);
71   }
72   else
73   {
74     Serial.println("Error!");
75     delay(2000);
76   }
77
78 }
```

Γραμμή 46: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης loop σαν void

Γραμμή 47: Αρχικοποιώ μεταβλητή h στην οποία αποθηκεύεται η μέτρηση της υγρασίας

Γραμμή 48: Αρχικοποιώ μεταβλητή t στην οποία αποθηκεύεται η μέτρηση της θερμοκρασίας

Γραμμή 49: Αρχικοποιώ μεταβλητή lux στην οποία αποθηκεύεται η μέτρηση του επιπέδου φωτός

Γραμμή 51: Ελέγχω αν το shield board με τους αισθητήρες είναι έτοιμο για χρήση

Γραμμή 53: Εμφανίζω μήνυμα ένδειξης θερμοκρασίας

Γραμμή 54: Εμφανίζω την μέτρηση της θερμοκρασίας

Γραμμή 55: Μετατροπή της μέτρησης σε String

Γραμμή 57: Εμφανίζω μήνυμα ένδειξης υγρασίας

Γραμμή 58: Εμφανίζω την μέτρηση της υγρασίας

Γραμμή 59: Μετατροπή της μέτρησης σε String

Γραμμή 61: Εμφανίζω μήνυμα ένδειξης επιπέδου φωτός

Γραμμή 62: Εμφανίζω την μέτρηση της επιπέδου φωτός

Γραμμή 63: Μετατροπή της μέτρησης σε String

Γραμμή 65: Εμφανίζω κενό μήνυμα

Γραμμή 66: Προωθώ την μέτρηση της υγρασίας στο Firebase project στο Classroom/Humidity

Γραμμή 67: Προωθώ την μέτρηση της θερμοκρασίας στο Firebase project στο Classroom/Temperature

Γραμμή 68: Προωθώ την μέτρηση του επιπέδου φωτός στο Firebase project στο Classroom/Light

Γραμμή 70: Εφαρμόζεται delay

Γραμμή 72: Συνθήκη σε else αν το shield board με τους αισθητήρες δεν είναι έτοιμο για χρήση

Γραμμή 74: Εμφανίζω μήνυμα λάθους

Γραμμή 75: Εφαρμόζεται delay

4.2.4 Δεύτερο Μέρος Ανάλυσης Κώδικα (retrieve_and_present)

4.2.4.1 Βιβλιοθήκες, Handles και Global Μεταβλητές

```
1 #include <Firebase.h>
2 #include <FirebaseArduino.h>
3 #include <FirebaseCloudMessaging.h>
4 #include <FirebaseError.h>
5 #include <FirebaseHttpClient.h>
6 #include <FirebaseObject.h>
7 #include <MQTT.h>
8 #include <ESP8266WiFi.h>
9 #include <Nextion.h>
10
11 #define WIFI_SSID "Vodafone_2.4G-02275"
12 #define WIFI_PASS "6948443204"
13
14 #define FIREBASE_HOST "diplom-7a09f-default-rtdb.europe-west1.firebaseio.com"
15 #define FIREBASE_AUTH "70b5WaIiqoIZTFHGyLMUPrzWXm1Zaf0tq3hVAtsa"
16
17 #define MQTT_TOPIC_ION "/ion"
18 #define MQTT_TOPIC_PROJ "/proj"
19 #define MQTT_TOPIC_AIR "/air"
20 #define MQTT_TOPIC_TEMP "/tempplus"
21 #define MQTT_TOPIC_MODE "/setmode"
22
23 String alert1 = "High Temperature!";
24 String alert2 = "Low Temperature!";
25 String alert3 = "High Humidity!";
26 String alert5 = "Low Humidity!";
27 String alert4 = "Low Light Levels!";
28
29 WiFiClient net;
30 MQTTClient client;
31
32 NexDSButton bt0 = NexDSButton(1, 1, "bt0");
33 NexDSButton bt1 = NexDSButton(1, 2, "bt1");
34 NexDSButton bt2 = NexDSButton(1, 5, "bt2");
35 NexButton b2 = NexButton(1, 8, "b2");
36 NexButton b3 = NexButton(1, 9, "b3");
37 NexButton b4 = NexButton(1, 11, "b4");
38 NexText t10 = NexText(1, 10, "t10");
39 NexText t3 = NexText(0, 4, "t3");
40 NexPage page1 = NexPage(1, 0, "page1");
41 NexPage page0 = NexPage(0, 0, "page0");
```

```

43 String Mode;
44 int number = 20;
45 char buffer[100] = {0};
46 int CurrentPage = 0;
47 int counter = 0;
48
49 NexTouch *nex_listen_list[] = {
50     sbt0,
51     sbt1,
52     sbt2,
53     sb4,
54     sb3,
55     sb2,
56     spage1,
57     spage0,
58     NULL
59 };

```

Γραμμές 1 – 6: Συμπεριλαμβάνω τις απαραίτητες βιβλιοθήκες επικοινωνίας με την διαδικτυακή βάση δεδομένων Firebase.

Γραμμή 7: Συμπεριλαμβάνω την βιβλιοθήκη MQTT για την επικοινωνία με την χρήση του πρωτοκόλλου.

Γραμμή 8: Συμπεριλαμβάνω την βιβλιοθήκη ESP8266WiFi.h για την σύνδεση του D1 Mini με το Wi-Fi δίκτυο..

Γραμμή 9: Συμπεριλαμβάνω την βιβλιοθήκη Nextion.h για τις λειτουργίες που σχετίζονται με την Nextion οθόνη.

Γραμμή 11: Δηλώνω σαν WIFI_SSID το δίκτυο στο οποίο θα συνδεθώ

Γραμμή 12: Δηλώνω σαν WIFI_PASS τον κωδικό του δικτύου που θα συνδεθώ

Γραμμή 14: Δηλώνω σαν FIREBASE_HOST τον σύνδεσμο της βάσης δεδομένων που έχω δημιουργήσει στο Firebase.

Γραμμή 15: Δηλώνω σαν FIREBASE_AUTH το κλειδί της βάσης δεδομένων που έχω δημιουργήσει στο Firebase.

Γραμμή 17: Δηλώνω το MQTT topic /ion

Γραμμή 18: Δηλώνω το MQTT topic /proj

Γραμμή 19: Δηλώνω το MQTT topic /air

Γραμμή 20: Δηλώνω το MQTT topic /tempplus

Γραμμή 21: Δηλώνω το MQTT topic /setmode

Γραμμή 23: Δημιουργώ String ενημέρωσης υψηλής θερμοκρασίας

Γραμμή 24: Δημιουργώ String ενημέρωσης χαμηλής θερμοκρασίας

Γραμμή 25: Δημιουργώ String ενημέρωσης υψηλής υγρασίας

Γραμμή 26: Δημιουργώ String ενημέρωσης χαμηλής υγρασίας

Γραμμή 27: Δημιουργώ String ενημέρωσης χαμηλού επιπέδου φωτός

Γραμμή 29: Δημιουργώ ένα handle του WiFiClient

Γραμμή 30: Δημιουργώ ένα handle του MQTTClient

Γραμμή 32: Δημιουργώ ένα double state button αντικείμενο bt0

Γραμμή 33: Δημιουργώ ένα double state button αντικείμενο bt1

Γραμμή 34: Δημιουργώ ένα double state button αντικείμενο bt2

Γραμμή 35: Δημιουργώ ένα button αντικείμενο b2

Γραμμή 36: Δημιουργώ ένα button αντικείμενο b3

Γραμμή 37: Δημιουργώ ένα button αντικείμενο b4

Γραμμή 38: Δημιουργώ ένα text αντικείμενο t10

Γραμμή 39: Δημιουργώ ένα text αντικείμενο t3

Γραμμή 40: Δημιουργώ ένα page αντικείμενο page0

Γραμμή 41: Δημιουργώ ένα page αντικείμενο page1

Γραμμή 43: Δημιουργώ το String Mode

Γραμμή 44: Δημιουργώ το int number και το αρχικοποιώ με την τιμή 20

Γραμμή 45: Δημιουργώ ένα char array buffer

Γραμμή 46: Δημιουργώ το int CurrentPage

Γραμμή 47: Δημιουργώ το int counter

Γραμμή 49: Δημιουργώ ένα pointer array list τύπου Nexttouch όπου είναι ένα callback function που καλείται όταν συμβαίνει ένα touch event

Γραμμές 50 – 58: Συμπεριλαμβάνω τα Nextion αντικείμενα που δημιούργησα παραπάνω

4.2.4.2 Συνάρτηση showcase()

```
61 void showcase()
62 {
63   String getHum = Firebase.getString("/Classroom/Humidity");
64   String getTemp = Firebase.getString("/Classroom/Temperature");
65   String getLight = Firebase.getString("/Classroom/Light");
66
67
68   if (getTemp.toFloat() > 28) {
69     String command = "page0.t6.txt=\"" + alert1 + "\"";
70     Serial.print(command);
71     Serial.write(0xff);
72     Serial.write(0xff);
73     Serial.write(0xff);
74   }
75   else if (getTemp.toFloat() < 18) {
76     String command = "page0.t6.txt=\"" + alert2 + "\"";
77     Serial.print(command);
78     Serial.write(0xff);
79     Serial.write(0xff);
80     Serial.write(0xff);
81   }
82
83   if (getHum.toFloat() > 70) {
84     String command = "page0.t7.txt=\"" + alert3 + "\"";
85     Serial.print(command);
86     Serial.write(0xff);
87     Serial.write(0xff);
88     Serial.write(0xff);
89   }
90   else if (getHum.toFloat() < 40) {
91     String command = "page0.t7.txt=\"" + alert5 + "\"";
92     Serial.print(command);
93     Serial.write(0xff);
94     Serial.write(0xff);
95     Serial.write(0xff);
96   }
```

```

98   if (getLight.toFloat() < 30) {
99       String command = "page0.t8.txt=\"" + alert4 + "\"";
100      Serial.print(command);
101      Serial.write(0xff);
102      Serial.write(0xff);
103      Serial.write(0xff);
104  }
105
106  String command = "page0.t3.txt=\"" + getTemp + "\"";
107  Serial.print(command);
108  Serial.write(0xff);
109  Serial.write(0xff);
110  Serial.write(0xff);
111
112  String command1 = "page0.t4.txt=\"" + getHum + "\"";
113  Serial.print(command1);
114  Serial.write(0xff);
115  Serial.write(0xff);
116  Serial.write(0xff);
117
118  String command2 = "page0.t5.txt=\"" + getLight + "\"";
119  Serial.print(command2);
120  Serial.write(0xff);
121  Serial.write(0xff);
122  Serial.write(0xff);
123
124  delay(50);
125 }

```

Γραμμή 61: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης showcase σαν void

Γραμμή 63: Δημιουργώ το String getHum και του αρχικοποιώ την τιμή που λαμβάνει απο το /Classroom/Humidity του project στο Firebase

Γραμμή 64: Δημιουργώ το String getTemp και του αρχικοποιώ την τιμή που λαμβάνει απο το /Classroom/Temperature του project στο Firebase

Γραμμή 65: Δημιουργώ το String getLight και του αρχικοποιώ την τιμή που λαμβάνει απο το /Classroom/Light του project στο Firebase

Γραμμή 68: Ελέγγω αν η τιμή του getTemp σε float είναι μεγαλύτερη απο 28

Γραμμή 69: Δημιουργώ ένα String που εμφανίζει σε ένα αντικείμενο page0.t6.txt το alert1 που αρχικοποίησα παραπάνω

Γραμμή 70: Εμφανίζω το String που δημιούργησα

Γραμμές 71 – 73: Σειριακή αποστολή της τιμής 0xff

Γραμμή 75: Ελέγχω αν η τιμή του getTemp σε float είναι μικρότερη απο 18

Γραμμή 76: Δημιουργώ ένα String που εμφανίζει σε ένα αντικείμενο page0.t6.txt το alert2 που αρχικοποίησα παραπάνω

Γραμμή 77: Εμφανίζω το String που δημιούργησα

Γραμμές 78 – 80: Σειριακή αποστολή της τιμής 0xff

Γραμμή 83: Ελέγχω αν η τιμή του getHum σε float είναι μεγαλύτερη απο 70

Γραμμή 84: Δημιουργώ ένα String που εμφανίζει σε ένα αντικείμενο page0.t7.txt το alert3 που αρχικοποίησα παραπάνω

Γραμμή 85: Εμφανίζω το String που δημιούργησα

Γραμμές 86 – 88: Σειριακή αποστολή της τιμής 0xff

Γραμμή 90: Ελέγχω αν η τιμή του getHum σε float είναι μικρότερη απο 40

Γραμμή 91: Δημιουργώ ένα String που εμφανίζει σε ένα αντικείμενο page0.t7.txt το alert5 που αρχικοποίησα παραπάνω

Γραμμή 92: Εμφανίζω το String που δημιούργησα

Γραμμές 93 – 95: Σειριακή αποστολή της τιμής 0xff

Γραμμή 98: Ελέγχω αν η τιμή του getLight σε float είναι μικρότερη απο 30

Γραμμή 99: Δημιουργώ ένα String που εμφανίζει σε ένα αντικείμενο page0.t8.txt το alert4 που αρχικοποίησα παραπάνω

Γραμμή 100: Εμφανίζω το String που δημιούργησα

Γραμμές 101 - 103: Σειριακή αποστολή της τιμής 0xff

Γραμμή 106: Δημιουργώ ένα String που εμφανίζει σε ένα αντικείμενο page0.t3.txt το getTemp που αρχικοποίησα παραπάνω

Γραμμή 107: Εμφανίζω το String που δημιούργησα

Γραμμές 108 - 110: Σειριακή αποστολή της τιμής 0xff

Γραμμή 112: Δημιουργώ ένα String που εμφανίζει σε ένα αντικείμενο page0.t4.txt το getHum που αρχικοποίησα παραπάνω

Γραμμή 113: Εμφανίζω το String που δημιούργησα

Γραμμές 114 - 116: Σειριακή αποστολή της τιμής 0xff

Γραμμή 118: Δημιουργώ ένα String που εμφανίζει σε ένα αντικείμενο page0.t5.txt το getLight που αρχικοποίησα παραπάνω

Γραμμή 119: Εμφανίζω το String που δημιούργησα

Γραμμές 120 - 122: Σειριακή αποστολή της τιμής 0xff

4.2.4.3 Συνάρτηση ButtonPlusPop()

```
127 void ButtonPlusPop(void *ptr)
128 {
129     dbSerialPrintln("ButtonPlusPop");
130     if (number < 30)number += 1;
131     memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
132     itoa(number, buffer, 10);
133     t10.setText(buffer);
134     client.publish(MQTT_TOPIC_TEMP, String(number));
135 }
```

Γραμμή 127: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης ButtonPlusPop σαν void

Γραμμή 129: Εκτυπώνω το όνομα της συνάρτησης που καλείται

Γραμμή 130: Ελέγγω αν η τιμή της μεταβλητής number είναι μικρότερη απο 30 και αν ισχύει αυτό προσθέτω στην υπάρχουσα τιμή της 1

Γραμμή 131: Αποθηκεύω στο buffer αριθμό byte αντίστοιχο του μεγέθους του buffer με value 0 με την συνάρτηση memset

Γραμμή 132: Μετατρέπω την τιμή της int μεταβλητής number σε char και την αποθηκεύω στον buffer με conversion radix 10

Γραμμή 133: Θέτω την text τιμή του αντικειμένου t10 στο περιεχόμενο του buffer

Γραμμή 134: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_TEMP την τιμή του number σε String

4.2.4.4 Συνάρτηση ButtonMinusPop()

```
137 void ButtonMinusPop(void *ptr)
138 {
139     dbSerialPrintln("ButtonMinusPop");
140     if (number > 18)number -= 1;
141     memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
142     itoa(number, buffer, 10);
143     t10.setText(buffer);
144     client.publish(MQTT_TOPIC_TEMP, String(number));
145 }
```

Γραμμή 137: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης ButtonMinusPop σαν void

Γραμμή 139: Εκτυπώνω το όνομα της συνάρτησης που καλείται

Γραμμή 140: Ελέγχω αν η τιμή της μεταβλητής number είναι μεγαλύτερη απο 18 και αν ισχύει αυτό αφαιρώ στην υπάρχουσα τιμή της 1

Γραμμή 141: Αποθηκεύω στο buffer αριθμό byte αντίστοιχο του μεγέθους του buffer με value 0 με την συνάρτηση memset

Γραμμή 142: Μετατρέπω την τιμή της int μεταβλητής number σε char και την αποθηκεύω στον buffer με conversion radix 10

Γραμμή 143: Θέτω την text τιμή του αντικειμένου t10 στο περιεχόμενο του buffer

Γραμμή 144: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_TEMP την τιμή του number σε String

4.2.4.5 Συνάρτηση bt0PopCallback()

```
147 void bt0PopCallback(void *ptr)
148 {
149     uint32_t dual_state;
150     NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr;
151     dbSerialPrintln("bt0PopCallback");
152     memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
153     bt0.getValue(&dual_state);
154
155     if (dual_state)
156     {
157         client.publish(MQTT_TOPIC_ION, "ON");
158     }
159     else
160     {
161         client.publish(MQTT_TOPIC_ION, "OFF");
162     }
163
164 }
```

Γραμμή 147: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης bt0PopCallback σαν void

Γραμμή 149: Δηλώνω την μεταβλητή uint32_t dual_state

Γραμμή 150: Ορίζω ένα pointer τύπου NexDSButton

Γραμμή 151: Εκτυπώνω το όνομα της συνάρτησης που καλείται

Γραμμή 152: Αποθηκεύω στο buffer αριθμό byte αντίστοιχο του μεγέθους του buffer με value 0 με την συνάρτηση memset

Γραμμή 153: Αποθηκεύω την τιμή του bt0 στην μεταβλητή dual_state

Γραμμή 155: Ελέγχω αν η τιμή του dual_state δεν είναι 0

Γραμμή 157: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_ION το ON

Γραμμή 159: Ελέγχω αν η τιμή του dual_state είναι 0

Γραμμή 161: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_ION το OFF

4.2.4.6 Συνάρτηση bt1PopCallback()

```
166 void bt1PopCallback(void *ptr)
167 {
168     uint32_t dual_state1;
169     NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr;
170     dbSerialPrintln("bt1PopCallback");
171     memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
172     bt1.getValue(&dual_state1);
173
174     if (dual_state1)
175     {
176         client.publish(MQTT_TOPIC_PROJ, "ON");
177     }
178     else
179     {
180         client.publish(MQTT_TOPIC_PROJ, "OFF");
181     }
182
183 }
```

Γραμμή 166: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης bt1PopCallback σαν void

Γραμμή 168: Δηλώνω την μεταβλητή uint32_t dual_state1

Γραμμή 169: Ορίζω ένα pointer τύπου NexDSButton

Γραμμή 170: Εκτυπώνω το όνομα της συνάρτησης που καλείται

Γραμμή 171: Αποθηκεύω στο buffer αριθμό byte αντίστοιχο του μεγέθους του buffer με value 0 με την συνάρτηση memset

Γραμμή 172: Αποθηκεύω την τιμή του bt1 στην μεταβλητή dual_state1

Γραμμή 174: Ελέγχω αν η τιμή του dual_state1 δεν είναι 0

Γραμμή 176: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_PROJ το ON

Γραμμή 178: Ελέγχω αν η τιμή του dual_state1 είναι 0

Γραμμή 180: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_PROJ το OFF

4.2.4.7 Συνάρτηση bt2PopCallback()

```
185 void bt2PopCallback(void *ptr)
186 {
187     uint32_t dual_state2;
188     NexDSButton *btn = (NexDSButton *)ptr;
189     dbSerialPrintln("bt2PopCallback");
190     memset(buffer, 0, sizeof(buffer));
191     bt2.getValue(&dual_state2);
192
193     if (dual_state2)
194     {
195         client.publish(MQTT_TOPIC_AIR, "ON");
196     }
197     else
198     {
199         client.publish(MQTT_TOPIC_AIR, "OFF");
200     }
201 }
```

Γραμμή 185: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης bt2PopCallback σαν void

Γραμμή 187: Δηλώνω την μεταβλητή uint32_t dual_state2

Γραμμή 188: Ορίζω ένα pointer τύπου NexDSButton

Γραμμή 189: Εκτυπώνω το όνομα της συνάρτησης που καλείται

Γραμμή 190: Αποθηκεύω στο buffer αριθμό byte αντίστοιχο του μεγέθους του buffer με value 0 με την συνάρτηση memset

Γραμμή 191: Αποθηκεύω την τιμή του bt2 στην μεταβλητή dual_state2

Γραμμή 193: Ελέγχω αν η τιμή του dual_state2 δεν είναι 0

Γραμμή 195: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_AIR το ON

Γραμμή 197: Ελέγχω αν η τιμή του dual_state2 είναι 0

Γραμμή 199: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_AIR το OFF

4.2.4.8 ModePopCallback()

```
203 void ModePopCallback(void *ptr)
204 {
205     dbSerialPrintln("ModePopCallback");
206
207     if (Mode != "Auto" && Mode != "Fan" && Mode != "Dry" && Mode != "Heat" && Mode != "Cool")
208     {
209         Mode = "Auto";
210         client.publish(MQTT_TOPIC_MODE, "Auto");
211         b4.setText("Auto 🌀");
212     }
213     else if (Mode == "Auto")
214     {
215         Mode = "Fan";
216         client.publish(MQTT_TOPIC_MODE, "Fan");
217         b4.setText("Fan 🌀");
218     }
219     else if (Mode == "Fan")
220     {
221         Mode = "Dry";
222         client.publish(MQTT_TOPIC_MODE, "Dry");
223         b4.setText("Dry 🌑");
224     }
225     else if (Mode == "Dry")
226     {
227         Mode = "Heat";
228         client.publish(MQTT_TOPIC_MODE, "Heat");
229         b4.setText("Heat *");
230     }
231     else if (Mode == "Heat")
232     {
233         Mode = "Cool";
234         client.publish(MQTT_TOPIC_MODE, "Cool");
235         b4.setText("Cool 🌀");
236     }
237     else if (Mode == "Cool")
238     {
239         Mode = "Auto";
240         client.publish(MQTT_TOPIC_MODE, "Auto");
241         b4.setText("Auto 🌀");
242     }
243 }
```

Γραμμή 203: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης ModePopCallback σαν void

Γραμμή 205: Εκτυπώνω το όνομα της συνάρτησης που καλείται

Γραμμή 207: Ελέγχω αν η μεταβλητή Mode δεν έχει την τιμή Auto ή Fan ή Dry ή Heat ή Cool

Γραμμή 209: Θέτω την μεταβλητή Mode σαν Auto

Γραμμή 210: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_MODE το Auto

Γραμμή 211: Θέτω την text τιμή του αντικειμένου b4 το Auto

Γραμμή 213: Ελέγχω αν η τιμή της μεταβλητής Mode είναι Auto

Γραμμή 215: Θέτω την μεταβλητή Mode σαν Fan

Γραμμή 216: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_MODE το Fan
Γραμμή 217: Θέτω την text τιμή του αντικειμένου b4 το Fan
Γραμμή 219: Ελέγχω αν η τιμή της μεταβλητής Mode είναι Fan
Γραμμή 221: Θέτω την μεταβλητή Mode σαν Dry
Γραμμή 222: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_MODE το Dry
Γραμμή 223: Θέτω την text τιμή του αντικειμένου b4 το Dry
Γραμμή 225: Ελέγχω αν η τιμή της μεταβλητής Mode είναι Dry
Γραμμή 227: Θέτω την μεταβλητή Mode σαν Heat
Γραμμή 228: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_MODE το Heat
Γραμμή 229: Θέτω την text τιμή του αντικειμένου b4 το Heat
Γραμμή 231: Ελέγχω αν η τιμή της μεταβλητής Mode είναι Heat
Γραμμή 233: Θέτω την μεταβλητή Mode σαν Cool
Γραμμή 234: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_MODE το Cool
Γραμμή 235: Θέτω την text τιμή του αντικειμένου b4 το Cool
Γραμμή 237: Ελέγχω αν η τιμή της μεταβλητής Mode είναι Cool
Γραμμή 239: Θέτω την μεταβλητή Mode σαν Auto
Γραμμή 240: Κάνω publish στο MQTT_TOPIC_MODE το Auto
Γραμμή 241: Θέτω την text τιμή του αντικειμένου b4 το Auto

4.2.4.9 page0PushCallback()

```
245 void page0PushCallback(void *ptr)
246 {
247     CurrentPage = 0;
248     counter++;
249 }
```

Γραμμή 245: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης page0PushCallback σαν void

Γραμμή 247: Θέτω την τιμή της μεταβλητής CurrentPage σαν 0

Γραμμή 248: Αυξάνω την τιμή της μεταβλητής counter κατά 1

4.2.4.10 page1PushCallback()

```
251 void page1PushCallback(void *ptr)
252 {
253     CurrentPage = 1;
254     counter++;
255 }
```

Γραμμή 251: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης page1PushCallback σαν void

Γραμμή 253: Θέτω την τιμή της μεταβλητής CurrentPage σαν 1

Γραμμή 254: Αυξάνω την τιμή της μεταβλητής counter κατά 1

4.2.4.11 setup()

```
257 void setup()
258 {
259     nexInit();
260     Serial.begin(9600);
261     WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
262     client.begin("192.168.2.2", net);
263
264     b2.attachPop(ButtonPlusPop);
265     b3.attachPop(ButtonMinusPop);
266     b4.attachPop(ModePopCallback);
267     bt0.attachPop(bt0PopCallback, &bt0);
268     bt1.attachPop(bt1PopCallback, &bt1);
269     bt2.attachPop(bt2PopCallback, &bt2);
270     page0.attachPush(page0PushCallback);
271     page1.attachPush(page1PushCallback);
272 }
```

Γραμμή 257: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης setup σαν void

Γραμμή 259:

Γραμμή 260: Γίνεται καθιέρωση σειριακής επικοινωνίας μεταξύ του board και μιας άλλης συσκευής

Γραμμή 261: Γίνεται σύνδεση στο δίκτυο με το όνομα δικτύου και τον κωδικό δικτύου που έχω ορίσει προηγουμένως

Γραμμή 262: Γίνεται σύνδεση με την IP address του openhab

Γραμμές 264 – 271: Συνδέω τα Nextion αντικείμενα με τις αντίστοιχες συναρτήσεις τους

4.2.4.12 connect()

```
274 void connect() {
275   Serial.println(F("BH1750 Test begin"));
276   Serial.print("Connecting to ");
277   Serial.print(WIFI_SSID);
278   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
279     Serial.print("\n...");
280     delay(1000);
281   }
282   Serial.println();
283   Serial.print("Connected! IP address: ");
284   Serial.println(WiFi.localIP());
285
286   while (!client.connect("797c14b3-d0c8-4436-8411-279386a49fd3", "openhavian", "openhavian")) {
287     Serial.print("\n...");
288     delay(100);
289   }
290   Serial.print("\nClient Connected\n");
291
292   Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
293
294 }
```

Γραμμή 274: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης connect σαν void

Γραμμή 275: Εμφανίζω μήνυμα ενημέρωσης εκκίνησης του BH1750

Γραμμή 276: Εμφανίζω μήνυμα σύνδεσης στο δίκτυο

Γραμμή 277: Εμφανίζω μήνυμα με το όνομα του δικτύου

Γραμμή 278: Γίνεται έλεγχος της κατάστασης σύνδεσης με το δίκτυο με είσοδο σε while loop αν δεν υπάρχει σύνδεση

Γραμμή 279: Εμφανίζω μήνυμα ένδειξης αναμονής σύνδεσης στο δίκτυο

Γραμμή 280: Εφαρμόζεται delay

Γραμμή 282: Εμφανίζω κενό μήνυμα

Γραμμή 283: Εμφανίζω μήνυμα σύνδεσης στο δίκτυο

Γραμμή 284: Εμφανίζω μήνυμα της IP του δικτύου

Γραμμή 286: Γίνεται έλεγχος της κατάστασης σύνδεσης με το orpenhab με είσοδο σε while loop αν δεν υπάρχει σύνδεση

Γραμμή 287: Εμφανίζω μήνυμα ένδειξης αναμονής σύνδεσης στο δίκτυο

Γραμμή 288: Εφαρμόζεται delay

Γραμμή 290: Εμφανίζω μήνυμα σύνδεσης στο δίκτυο

Γραμμή 292: Γίνεται σύνδεση με την βάση δεδομένων Firebase

4.2.4.13 loop()

```
297 void loop() {
298   if (!client.connected()) {
299     connect();
300   }
301
302   nexLoop(nex_listen_list);
303
304   if (counter == 0)
305   {
306     showcase();
307   }
308
309   if (CurrentPage == 0)
310   {
311     showcase();
312   }
313
314   delay(50);
315
316 }
```

Γραμμή 297: Δηλώνω την αρχή της συνάρτησης loop σαν void

Γραμμή 298: Ελέγχω αν υπάρχει σύνδεση με το δίκτυο

Γραμμή 299: Καλώ την συνάρτηση connect() για σύνδεση στο δίκτυο

Γραμμή 302: Καλώ την συνάρτηση nexLoop(nex_listen_list)

Γραμμή 304: Ελέγχω αν η μεταβλητή counter έχει την τιμή 0

Γραμμή 306: Καλώ την συνάρτηση showcase()

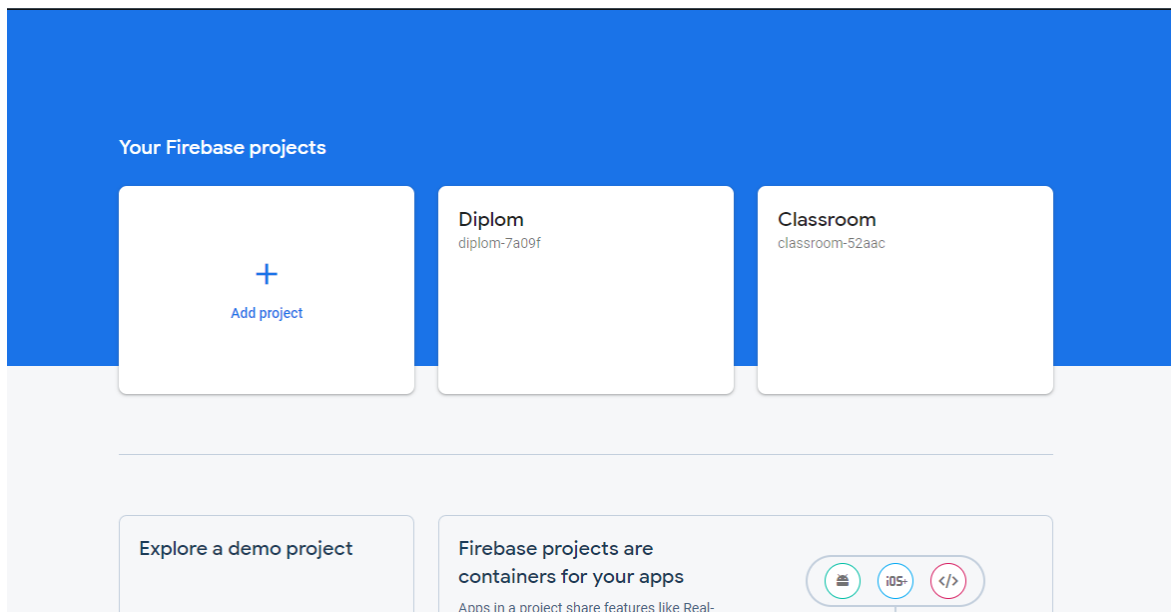
Γραμμή 309: Ελέγχω αν η μεταβλητή CurrentPage έχει την τιμή 0

Γραμμή 311: Καλώ την συνάρτηση showcase()

Γραμμή 314: Εφαρμόζεται delay

4.3 Δημιουργία του Firebase Project

Στην αρχική σελίδα του Firebase κάνουμε κλικ στην επιλογή Add project.



Επιλέγουμε το επιθυμητό όνομα για την βάση δεδομένων μας.

× Create a project (Step 1 of 3)

Let's start with a name for
your project [?]

Enter your project name

my-awesome-project-id


Continue


Αφήνουμε την επιλογή που επιτρέπει τα Google Analytics για αυτό το project ενεργοποιημένα.


Google Analytics for your Firebase project


Google Analytics is a free and unlimited analytics solution that enables targeting, reporting, and more in Firebase Crashlytics, Cloud Messaging, In-App Messaging, Remote Config, A/B Testing, and Cloud Functions.


Google Analytics enables:

 A/B testing [?](#)

 Crash-free users [?](#)

 User segmentation & targeting across
Firebase products [?](#)

 Event-based Cloud Functions triggers [?](#)

 Free unlimited reporting [?](#)

Enable Google Analytics for this project
Recommended


[Previous](#)

[Continue](#)

Επιλέγουμε Default Google Analytics σαν λογαριασμό επιλογής του Google Analytics Account.

Configure Google Analytics

Choose or create a Google Analytics account [?](#)

 Default Account for Firebase

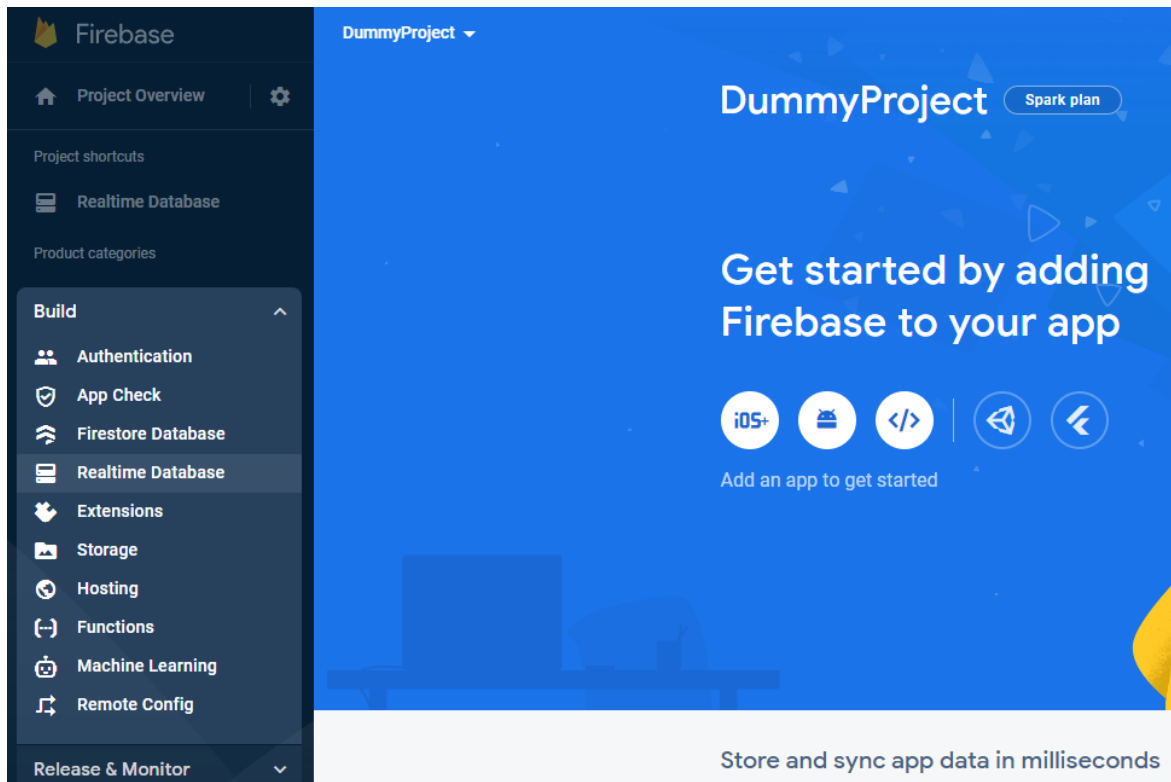
Create a new account

is created in your chosen Google Analytics account and linked to your
Firebase project. This link will enable data flow between the products. Data exported from your Google Analytics property into
Firebase is subject to the Firebase terms of service, while Firebase data imported into Google Analytics is subject to the Google
Analytics terms of service. [Learn more](#)

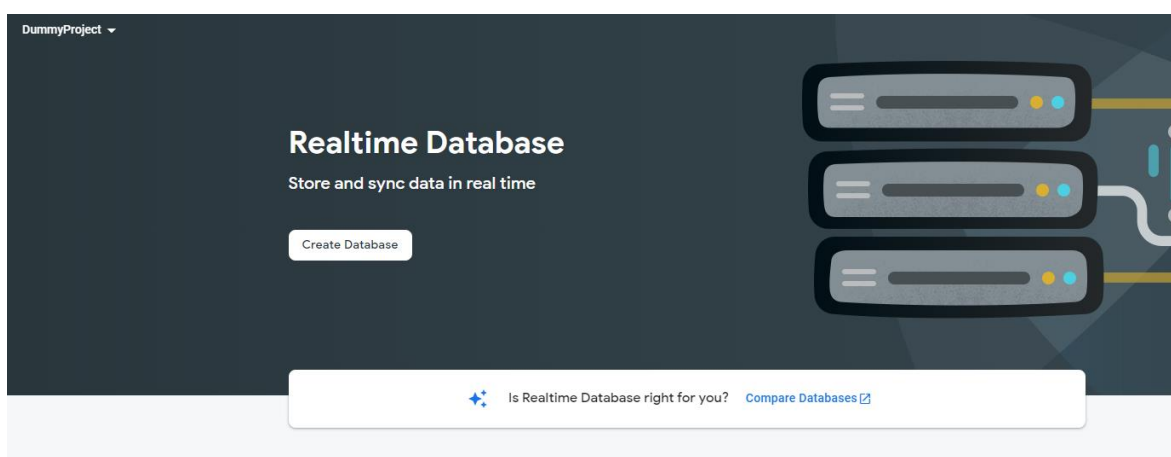
[Previous](#)

[Create project](#)

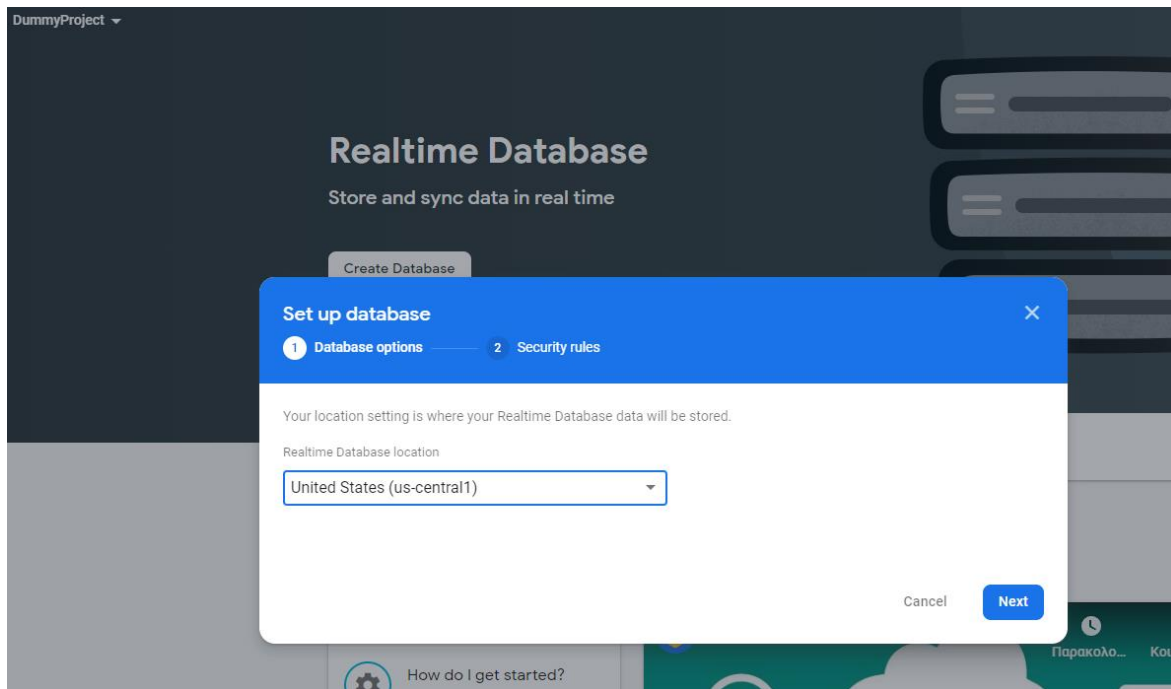
Έπειτα απο αναμονή δημιουργίας της βάσης δεδομένων που θα χρησιμοποιήσουμε κατευθυνόμαστε στο Build > Realtime Database.



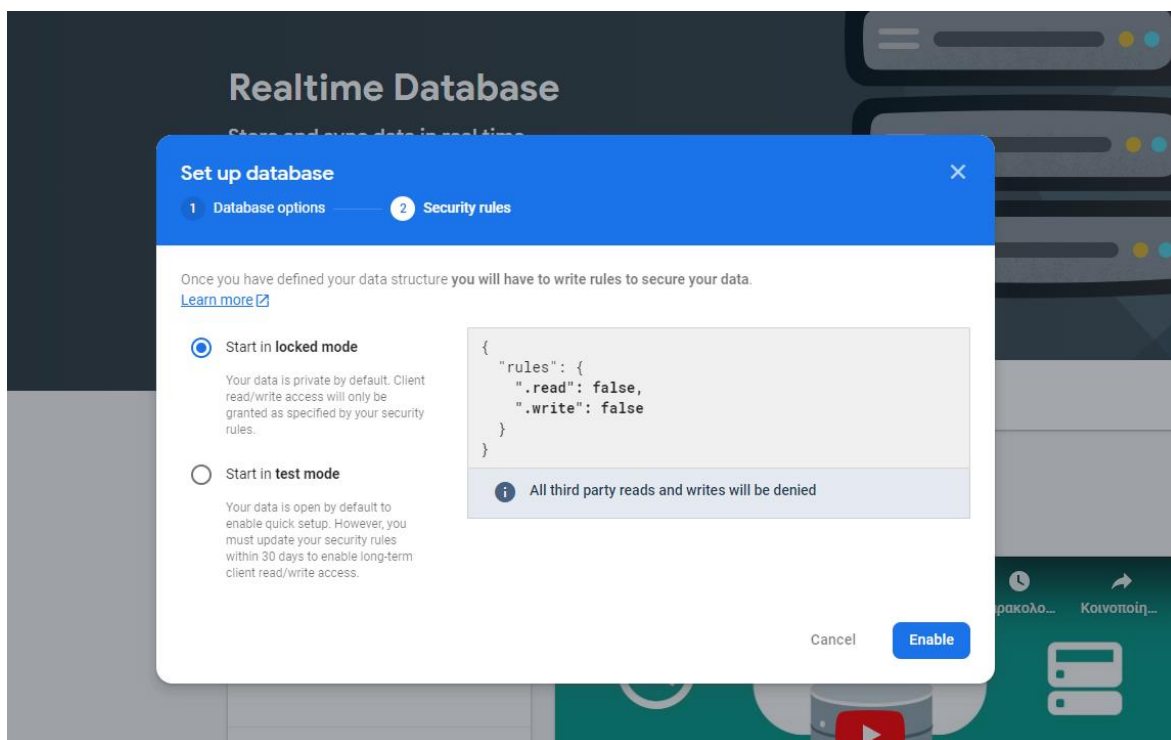
Κάνουμε κλικ στην επιλογή Create Database.



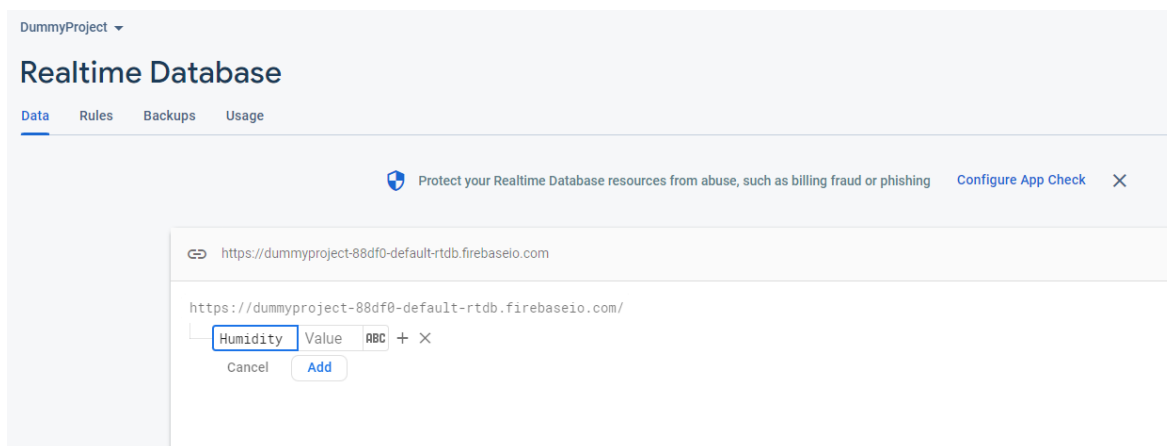
Διαλέγουμε μια εκ των επιλογών τοποθεσίας της βάσης δεδομένων.



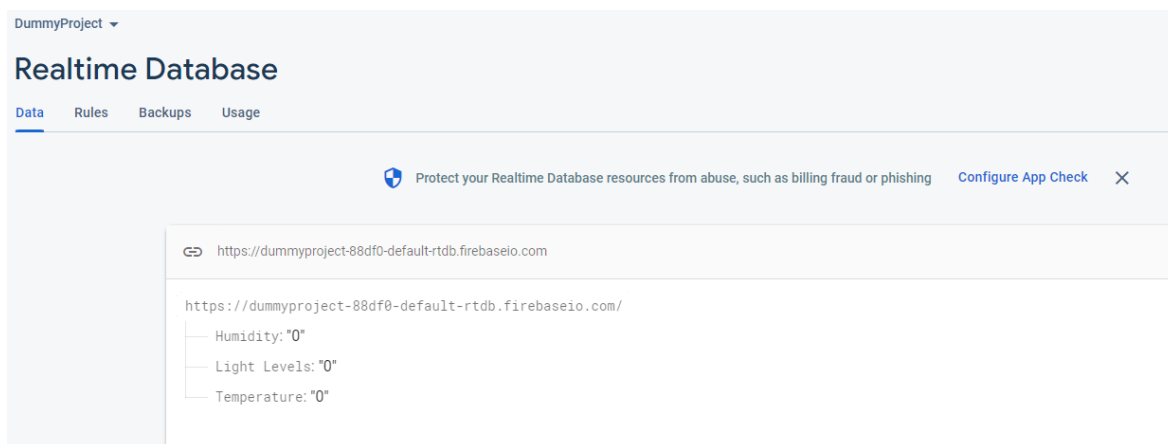
Επιλέγουμε την εκκίνηση σε locked mode.



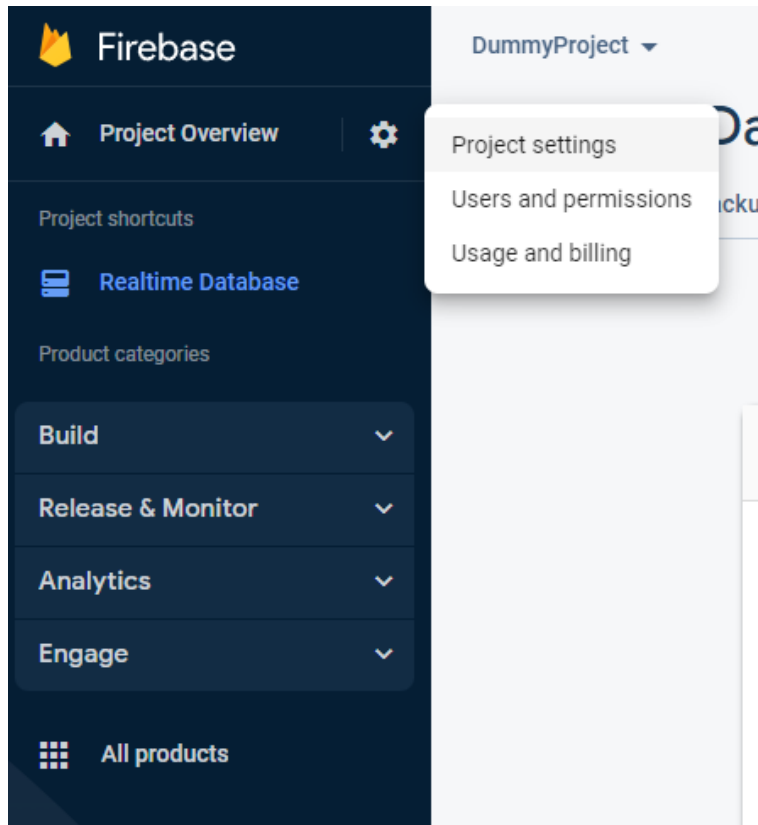
Μετά την δημιουργία του Realtime database επιλέγουμε το + κουμπί δίπλα απο το όνομα την βάσης και δημιουργούμε ένα sub channel με όνομα Humidityκαι επιλογή στοιχείων String.



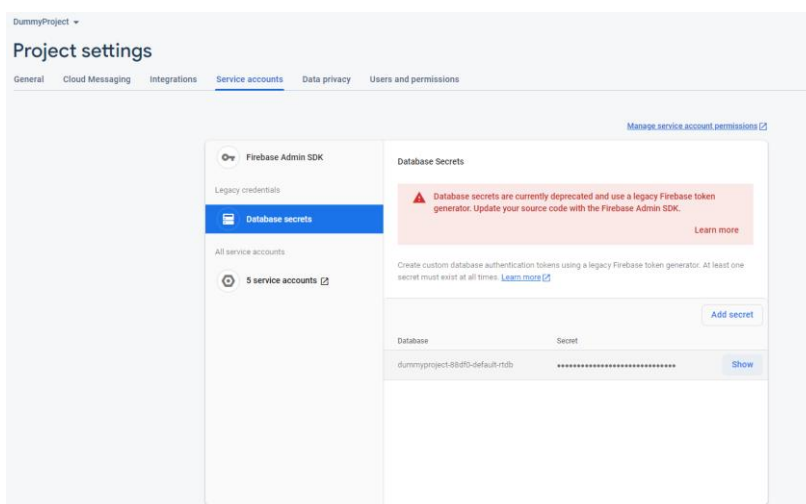
Επαναλαμβάνουμε το παραπάνω βήμα άλλες 2 φορές μέχρι να έχουμε ένα sub channel για κάθε αισθητήρα που διαθέτουμε.



Για την εύρεση του κλειδιού επικοινωνίας με την βάση δεδομένων, το οποίο συμπεριλαμβάνουμε στον κώδικά μας κατευθυνόμαστε στο Project Overview > Project settings.

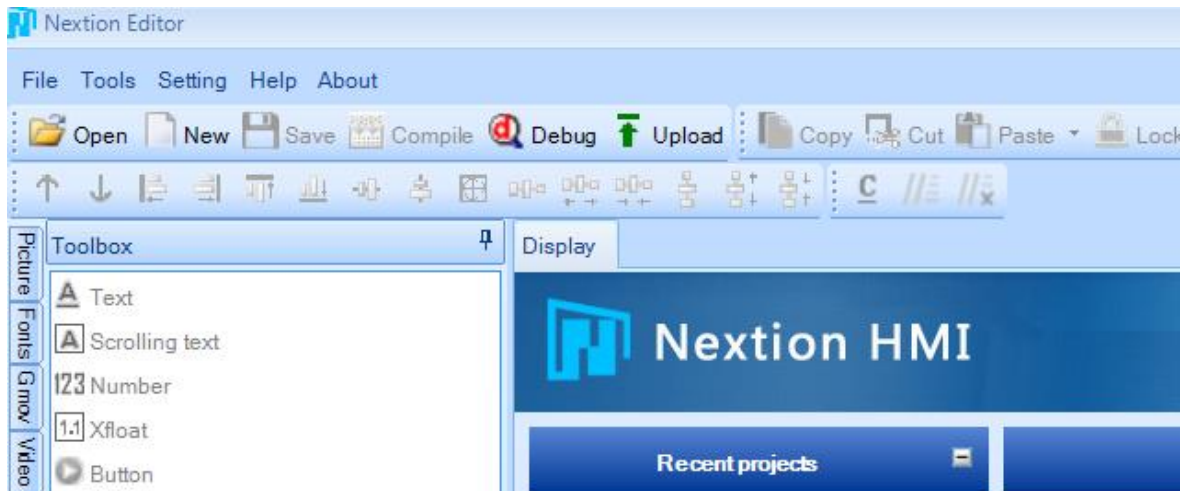


Απο το μενού επιλογών που μας εμφανίζεται κατευθυνόμαστε στο Service accounts > Database secrets και με την επιλογή Show μπορούμε να δούμε το secret της βάσης το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για αποστολή των τιμών των δειγμάτων απο τους αισθητήρες στην βάση δεδομένων του Firebase.

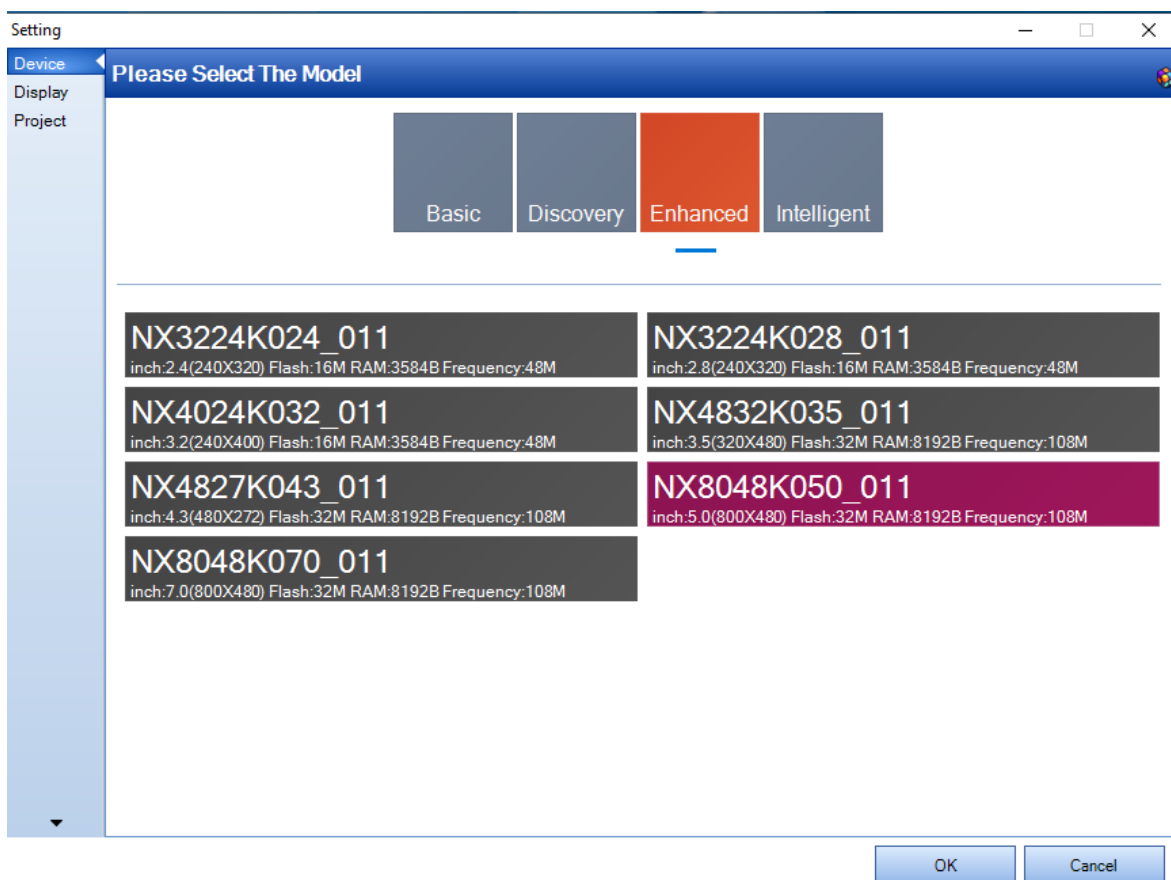


4.4 Δημιουργία του GUI στο Nextion Editor

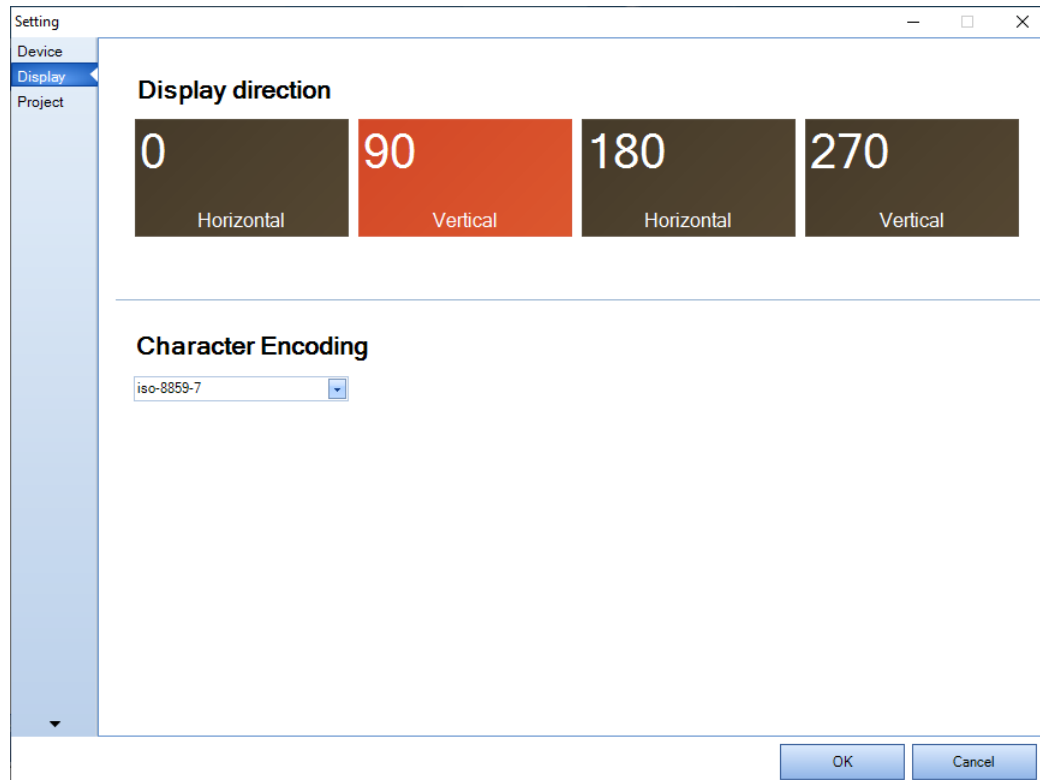
Αρχικά για την δημιουργία ενός Nextion GUI επιλέγουμε στην μπάρα επιλογών το New.



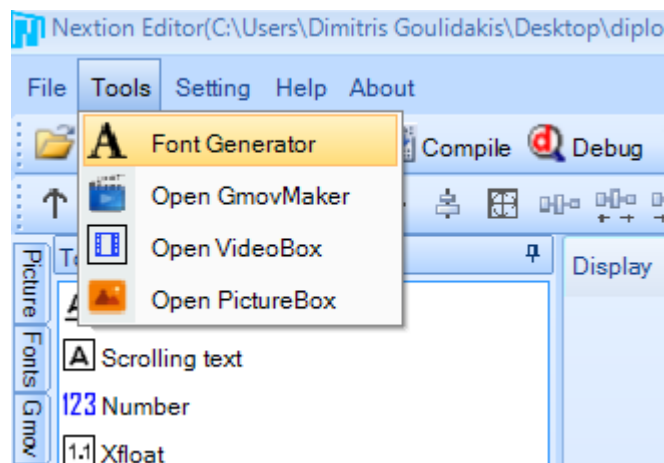
Συνεχίζουμε διαλέγοντας το μοντέλο της Nextion οθόνης που θα χρησιμοποιήσουμε.



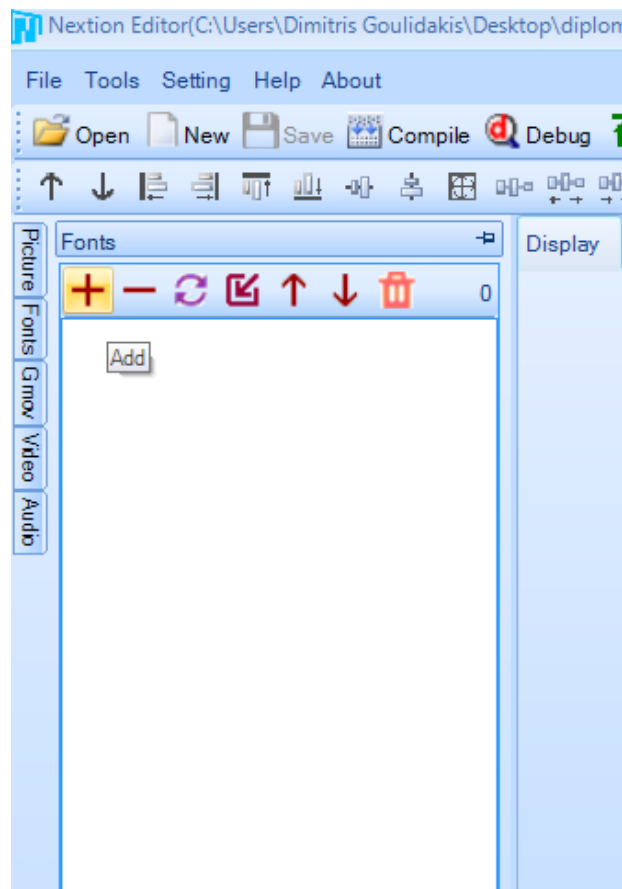
Έπειτα επιλέγουμε την επιθυμητή διάταξη της οθόνης.



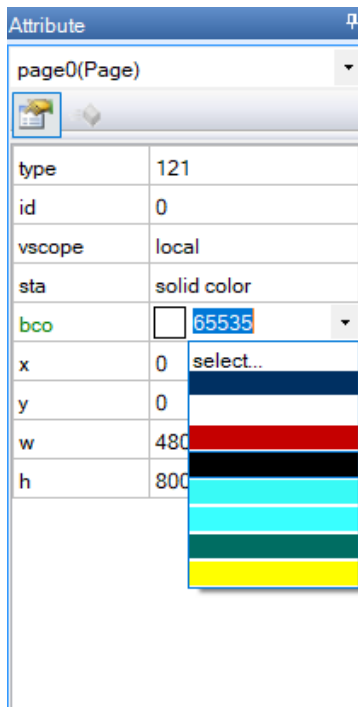
Μόλις δημιουργήσουμε την βάση του GUI θέλουμε να εισάγουμε μια γραμματοσειρά. Η δημιουργία αυτής γίνεται μέσω Tools > Font Generator όπου επιλέγουμε γραμματοσειρα και μέγεθος γραμματοσειράς.



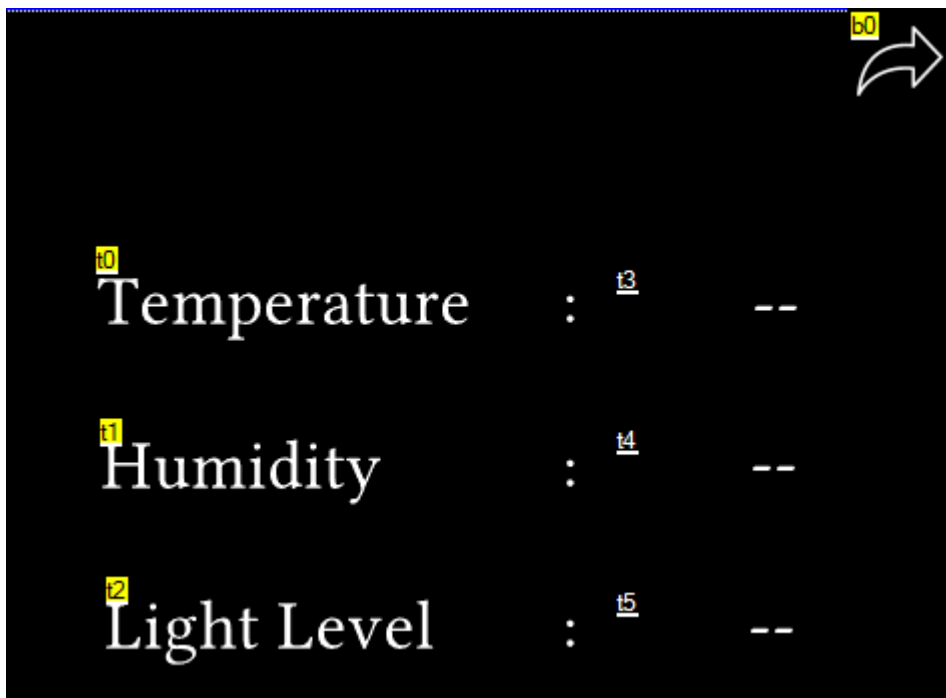
Αφού την δημιουργήσουμε την εισάγουμε κλικάροντας στην πλαϊνή μπάρα Fonts > Add.



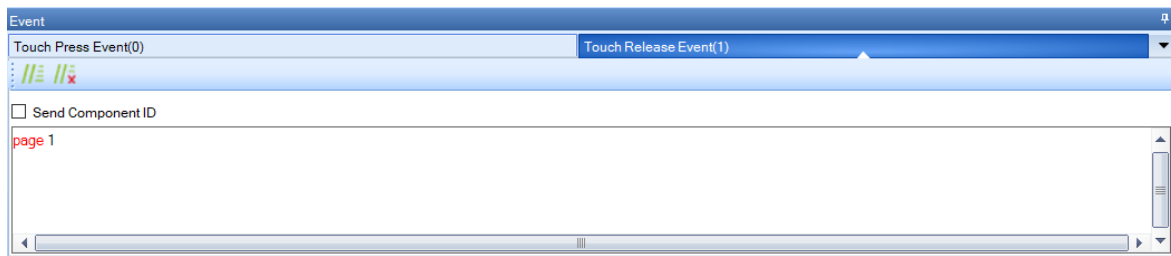
Συνεχίζοντας θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε μαύρο χρώμα σαν background color επιλέγοντας το page0 και στο πεδίο bco επιλέγω το μαύρο.



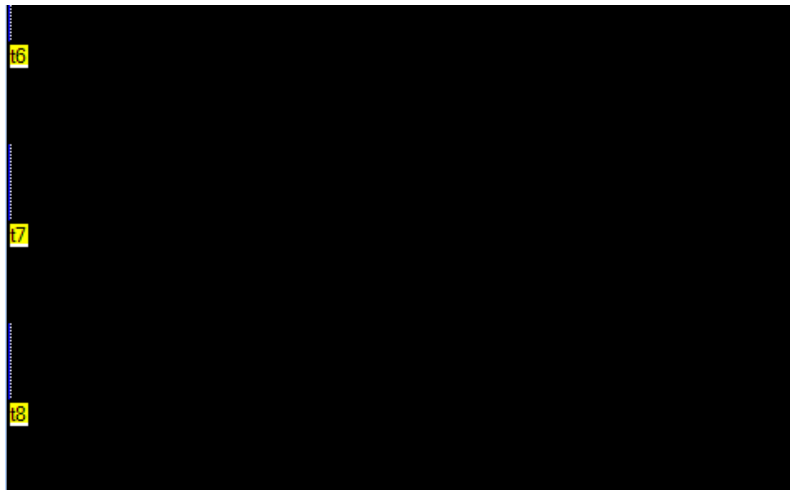
Έχοντας την βάση πλέον εισάγω 6 στοιχεία τύπου text για θερμοκρασία, υγρασία, επίπεδα φωτός και τις τιμές αυτών καθώς και ένα στοιχείο τύπου button για την αλλαγή σελίδας.



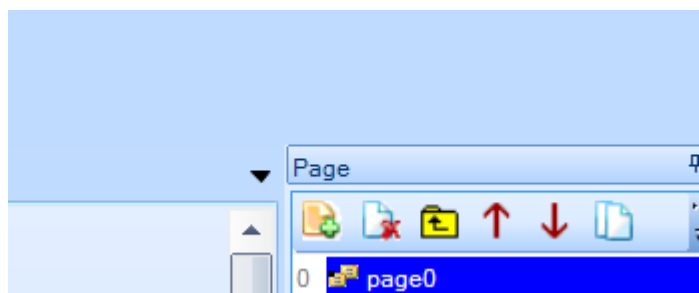
Επιλέγοντας το στοιχείο b0, στο πεδίο Touch Release Event γράφω την εντολή page1 το οποίο εκτελεί αλλαγή στην σελίδα 1 όταν ενεργοποιείται.



Έπειτα δημιουργώ 3 στοιχεία τύπου text που θα εμφανίζουν τα μηνύματα προτροπής χρήσης των multimedia.

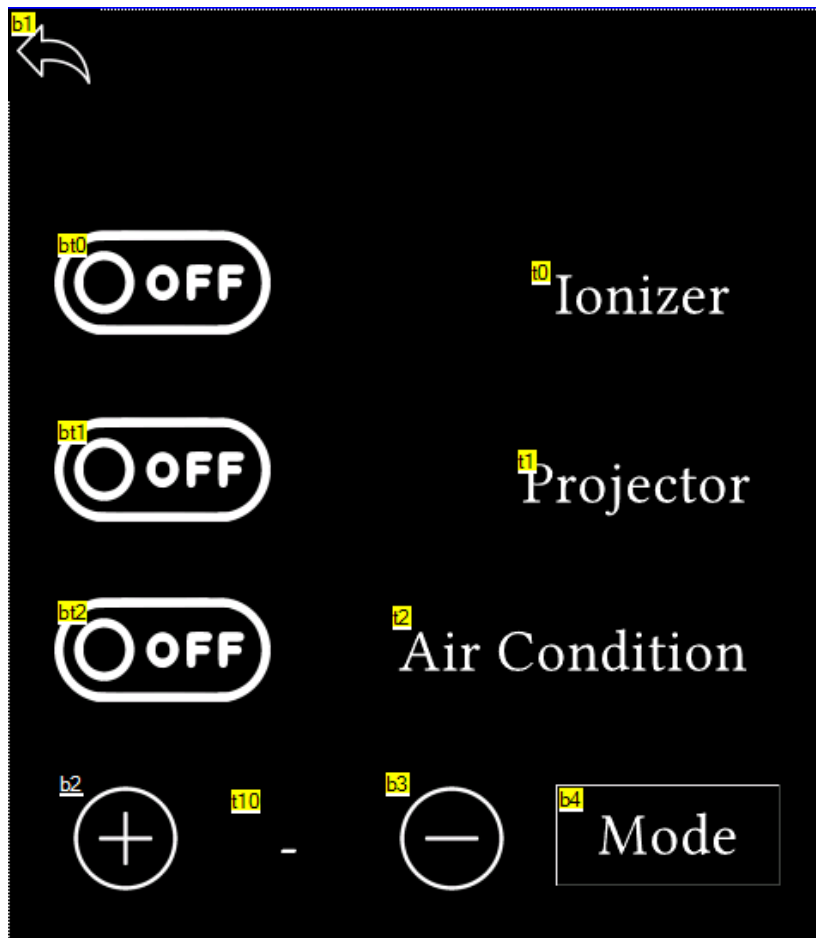


Έπειτα για την δημιουργία μίας δεύτερης σελίδας επιλέγω στο πεδίο Page > Add.

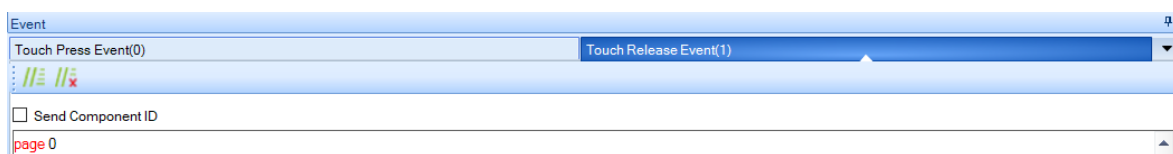


Εφόσον δημιουργήσω την επόμενη σελίδα θέτω το background color σαν μαύρο επιλέγοντας το page1 και στο πεδίο bco επιλέγω το μαύρο. Συνεχίζοντας δημιουργώ ένα στοιχείο τύπου button για αλλαγή σελίδας, 4 στοιχεία τύπου text, 3 στοιχεία τύπου double

state button για άνοιγμα και κλείσιμο των συσκευών και 3 στοιχεία τύπου button για αυξομείωση θερμοκρασίας και αλλαγή του mode της συσκευής air condition.

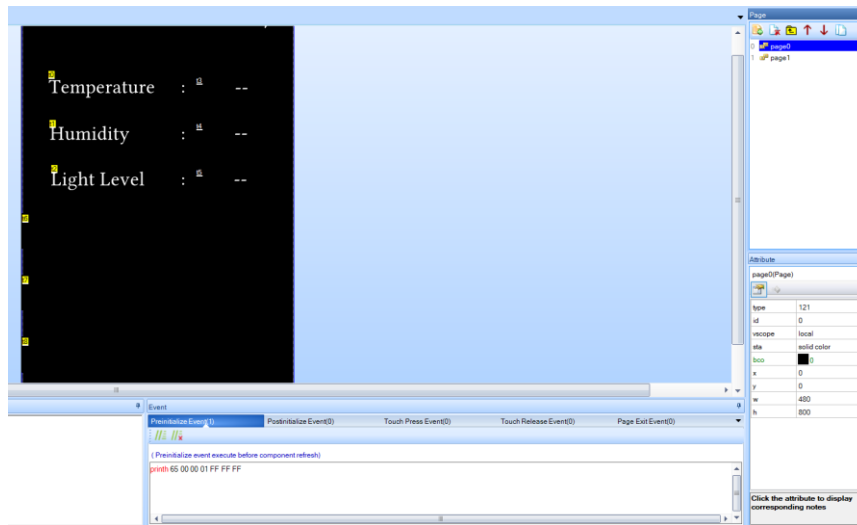


Επιλέγοντας το στοιχείο b1, στο πεδίο Touch Release Event γράφω την εντολή page0 το οποίο εκτελεί αλλαγή στην σελίδα 0 όταν ενεργοποιείται.

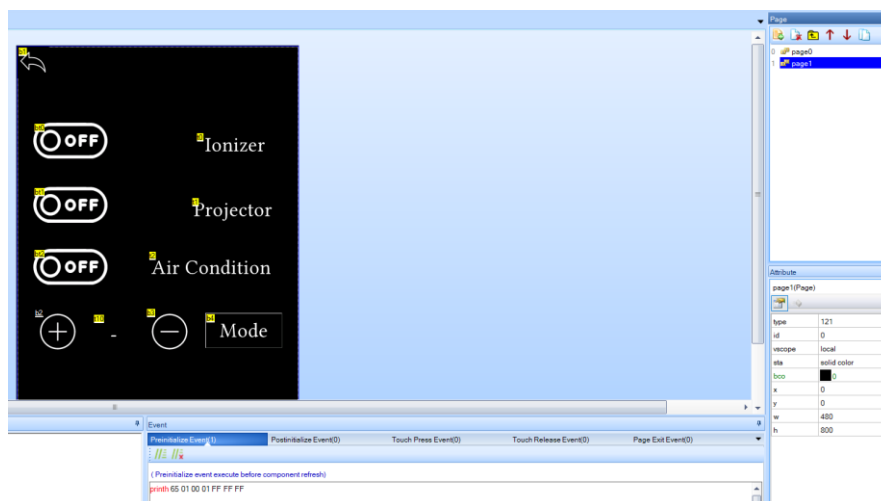


Τέλος επιλέγουμε το page0 απο το πεδίο Pages και στο πεδίο Preinitialize Event γράφουμε την εντολή printh 65 00 00 01 FF FF FF ώστε όταν γίνεται η μεταβίβαση στην σελίδα να

γίνεται σειριακή εκτύπωση της τιμής της σελίδας. Αυτό λειτουργεί συνεργατικά με την συνάρτηση page0PushCallback() του κώδικα.



Επιπρόσθετα επιλέγουμε το page1 απο το πεδίο Pages και στο πεδίο Preinitialize Event γράφουμε την εντολή printh 65 01 00 01 FF FF FF ώστε όταν γίνεται η μεταβίβαση στην σελίδα να γίνεται σειριακή εκτύπωση της τιμής της σελίδας. Αυτό λειτουργεί συνεργατικά με την συνάρτηση page1PushCallback() του κώδικα.



Μετά απο αυτό το βήμα ολοκληρώθηκε η δημιουργία του Nextion GUI που χρησιμοποιήσα στην υλοποίηση της εργασίας. Συνοψίζοντας έδωσα ιδιαίτερη έμφαση στο να είναι χρηστική

και απλή στον μέσο χρήστη. Χρησιμοποίησα μαύρο background ώστε η όραση του χρήστη να μην επιβαρύνεται και λευκό χρώμα γραμμάτων για αντίθεση.

4.5 Μελλοντικές Επεκτάσεις

Όπως προαναφέρθηκε στην ανάλυση του πρακτικού μέρους, η εργασία αυτή αποτελείται πρακτικά απο 3 αισθητήρες, 2 arduino board και 1 Nextion οθόνη. Προαναφέρθηκε επίσης σε άνωθεν κεφάλαια ο,τι η Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος αφορά πολλούς διαφορετικούς παράγοντες. Παρατηρώ έτσι ο,τι μια ευδιάκριτη μελλοντική επέκταση είναι η εισαγωγή πιο εξειδικευμένων αισθητήρων στο κύκλωμα. Έτσι θα μπορούσα να εστιάσω στην κάλυψη περισσότερων παραγόντων της Π.Ε.Π. Μία άλλη ευδιάκριτη προσθήκη θα μπορούσε να είναι αισθητήρες μεγαλύτερης ακρίβειας απο τους ήδη υπάρχοντες.

Καθώς μέρος της εργασίας δεν είναι μόνο η λήψη τιμών μέσω αισθητήρων αλλά και το κομμάτι της ανθρώπινης ανταπόκρισης σε αυτές, μέρος των μελλοντικών επεκτάσεων αυτής της εργασίας θα μπορούσε να στηριχθεί εκεί. Μέσω της ήδη υπάρχουσας λειτουργικότητας μπορεί ο χρήστης να χειριστεί 3 πολυμεσικές συσκευές. Σε αυτές μπορούν να γίνουν προσθήκες ως προς την Π.Ε.Π (π.χ. ένα ρελέ για έλεγχο επιπέδων φωτός κ.τ.λ.) αλλά και ως προς την άνεση του εκπαιδευτή (π.χ. ανεβοκατέβασμα επιφάνειας προβολής projector κ.τ.λ.).

Τέλος θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν κάποιες επιπρόσθετες πληροφορίες σε μια καινούργια σελίδα του GUI της Nextion οθόνης (π.χ. πληροφορίες δικτύου). Συνοψίζοντας η υλοποίηση της εργασίας είναι κάτι που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλης κλίμακας συγκροτήματα κτιρίων αλλά και σε διαφορετικά εκπαιδευτικά σενάρια. Οι προσθήκες μπορούν να γίνουν με ευκολία και η υλοποίηση μπορεί να τροποποιηθεί έτσι ώστε να καλύπτει τις ανάγκες του κάθε χρήστη σε κάθε πιθανό σενάριο.

Βιβλιογραφία

Choi I, Rhiu I, Lee Y, et al. A systematic review of hybrid brain-computer interfaces: taxonomy and usability perspectives.

John V, Kondziolka DS. Device for multicentric brain modulation, repair and interface.

Kim IS. Human reliability analysis in the man machine interface design review. Ann Nucl Energy.

Lech MM, Hill TD, Arvidson AL, et al. Quality management system with human machine interface for industrial automation.

Papcun P, Kajati E, Koziorek J. Human Machine Interface in Concept of Industry 4.0, 2018 World Symposium on Digital Intelligence for Systems and Machines (DISA).

Pickering CA, Bunnham KJ, Richardson MJ. A review of automotive human machine interface technologies and techniques to reduce driver distraction. 2nd Institution of Engineering and Technology International Conference on System Safety.

Shi Q, Zhang Z, Chen T, et al. Minimalist and multi- functional human machine interface (HMI) using a flexible wearable triboelectric patch.

Wei L, Hu H. A hybrid human-machine interface for hands-free control of an intelligent wheelchair.

Vassanelli S. Brain-chip interfaces: the present and the future. Procedia Comput Sci.

Vassanelli S, Mahmud M, Girardi S, et al. On the way to large-scale and high-resolution.

Paraskevopoulos G, Raikos J, Ποιότητα Εσωτερικού Περιβάλλοντος σε κτίρια ξενοδοχείων et al, 2015

Karatzounis A, Sofianou Ch, Noise Study of the Campus in the National Technical University of Athens, et al 2022

Budhiyanto A, Yun-Shang Chiou Prototyping a Lighting Control System Using LabVIEW with Real-Time High Dynamic Range Images (HDRis) as the Luminance Sensor, et al 2022

Goulidakis D, Application of a Building Management System used in the Supervision of the Quality of Interior Environments and Multimedia Control in Educational Classrooms et al 2022