



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ**  
**ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Internet of Things για παρακολούθηση στη βιομηχανία τροφίμων**

**Πάγκος Ανδρέας**

**A.M :eais 0085**

**Εισηγητής: Δρ Ιωαννης Ελληνας Καθηγητής**

**Αθήνα 2020**

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος Ανδρέας Πάγκος του Γεωργίου, με αριθμό μητρώου Ais 0085 φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, όπως αυτό της μελέτης και της σχεδίασης νέων καινοτόμων εφαρμογών που έχουν σκοπό την καταγραφή και βελτιστοποίηση μιας γραμμής παραγωγής. Στην προσπάθειά μου αυτή υποστήριξε ο επιβλέπων καθηγητής μου, τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά. Ακόμα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιωάννη Έλληνα για τις πολύτιμες συμβουλές του και γνώσεις που μου πρόσφερε. Τέλος Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που κατά την διάρκεια όλων αυτών των χρόνων με στηρίζει, μου δίνει αγάπη, δύναμη και με βοηθάει να κάνω τα όνειρά μου πραγματικότητα. Ένα μεγάλο ευχαριστώ επίσης και τους φίλους μου, οι οποίοι είναι δίπλα μου και με στηρίζουν σε ό,τι πρόβλημα προκύψει.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στην εφαρμογή του Internet of Things στη βιομηχανία και πιο συγκεκριμένα στην βιομηχανία τροφίμων. Σκοπός της εργασίας είναι να αναλύσει τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει η συγκεκριμένη τεχνολογία στην βελτιστοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας. Θα αναλυθούν τα προβλήματα που υπάρχουν σήμερα στην βιομηχανία και θα δοθούν λύσεις μέσω του IoTH παρούσα διπλωματική εργασία έχει και πρακτικό μέρος το οποίο κάνει καταγραφή των δεδομένων μιας συσκευαστικής γραμμής παραγωγής.

## ABSTRACT

This thesis examines the application of “Internet of Things”, not only to the industry in general terms, but also specifically for the food industry and its unique needs and prerequisites. The main purpose is to analyze the benefits that this technology can provide in optimizing the production processes, which is the main key for the field’s development. The current challenges that the industry is facing will be further explained, along with solution finding through IoT.

Πίνακας Περιεχομένων

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	1
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	2
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT .....	4
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	6
Κεφάλαιο 1.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	7
1.1 Περιγραφή του αντικειμένου της πτυχιακής εργασίας .....	8
1.2 Δομή της εργασίας.....	8
Κεφάλαιο 2 Internet of Things.....	9
2.1 Ορισμός.....	9
2.2 Η έννοια των Αντικειμένων .....	9
2.3 Βασικές έννοιες του IoT .....	10
2.4 Οι προκλήσεις στον κόσμο του IoT .....	10
2.5 IoT και βιομηχανική παραγωγή.....	11
Κεφάλαιο 3 Industry 4.0.....	12
3.1 Ορισμός.....	12
3.2 Έναρξη – Αναδρομή.....	13
3.3 Θεμελιώδεις αρχές.....	14
3.4 Βασικά στοιχεία του Industry 4.0 .....	15
3.5 Έξυπνο εργοστάσιο.....	17
3.6 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα.....	18
3.7 Αποτελέσματα .....	18
3.8 Προκλήσεις .....	20
3.9 Ο ρόλος των big data και των analytics.....	20
3.10 Ο αντίκτυπος της Βιομηχανίας 4.0 .....	20
3.11 Τεχνολογικός οδικός χάρτης για τη Βιομηχανία 4.0.....	21
3.12 Τα οφέλη κλειδιά του οδικού χάρτη της τεχνολογίας .....	21
Κεφάλαιο 4 Plc.....	22
4.1 Γενικές έννοιες.....	22
4.2 Δομή και Λειτουργία PLC.....	22
4.3 Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων .....	23
4.4 Μονάδα τροφοδοσίας.....	23

4.5 Είσοδοι / Έξοδοι.....	25
4.6 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	27
Κεφάλαιο 5 Μικροελεγκτές και μικροεπεξεργαστές.....	31
5.1 Μικροελεγκτές και μικροεπεξεργαστές.....	31
5.2 Διαφορές μεταξύ μικροελεγκτή και μικροεπεξεργαστή.....	32
5.3 Ανάλυση μικροεπεξεργαστών.....	33
5.4 Διαδεδομένοι Μικροεπεξεργαστές , Μικροελεγκτες.....	34
5.4.1 Arduino.....	34
5.4.2 Nodemcu Board.....	36
5.4.3 Beaglebone™.....	37
5.4.4 Grove opto 22.....	38
5.4.5 Parallella.....	39
5.4.6 Raspberry Pi 4 Model B.....	40
5.4.7 Raspberry pi Shidl Automation Hat.....	42
Κεφάλαιο 6.....	43
6.1 Node Red.....	43
6.2 Node.js.....	44
6.3 Προγραμματισμός χειρισμού γεγονότων και το ασύγχρονο μοντέλο λειτουργίας.....	45
6.4 Το Event Loop της Node.js.....	45
Κεφάλαιο 7 Παρουσίαση εφαρμογής.....	49
7.1 Μεθοδολογία.....	49
7.2 Καταγραφή κατάστασης μηχανής.....	49
7.3 Ανάλυση ηλεκτρονικού σχεδίου μηχανής.....	50
7.4 Παράρτημα προγράμματος.....	52
7.5 Μελλοντικές προσθήκες.....	55
Παράρτημα Εικόνων:.....	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α'.....	57
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82

## ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

**IoT** Internet of things

**ND** Node Red

**PLC** Programmable Logic Controller

Κεφάλαιο 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται το αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας και γίνεται μια ιστορική αναδρομή αναφορικά με τις μεθόδους που έχουν παρουσιαστεί σε αυτήν την περιοχή.

## 1.1 Περιγραφή του αντικειμένου της πτυχιακής εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη προτύπων συγγραφής των πτυχιακών εργασιών. Σύμφωνα με αυτά τα πρότυπα θα είναι δυνατή η συγγραφή ομοιόμορφων τευχών, τα οποία θα είναι εύκολο να εντοπιστούν στη Βιβλιοθήκη του τμήματος.

## 1.2 Δομή της εργασίας

Η εργασία αποτελείται από επτά (7) κεφάλαια συνολικά, με το 1ο να αποτελεί την εισαγωγή (σκοπός και δομή της εργασίας). Στο 2ο κεφάλαιο αναλύεται η έννοια του IoT internet of things αναλύοντας τις βασικές έννοιες καθώς και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει. Στο 3ο κεφάλαιο ασχολούμαστε λεπτομερώς με την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση ξεκινώντας με μια ιστορική αναδρομή και στην συνέχεια αναλύουμε τα βασικά χαρακτηριστικά και τις θεμελιώδεις αρχές της. Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην αρχή λειτουργίας του Προγραμματιζόμενου Λογικού Ελεγκτή (PLC) παράλληλα γίνεται μια αναφορά στα διαθέσιμα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Τέλος αναλύονται και τα βασικά μέρη που τον αποτελούν. Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στους μικροεπεξεργαστές και στους μικροελεγκτές με τις διαφορές τους. Επιπρόσθετα, γίνεται μια αναφορά στους πιο διαδεδομένους μικροελεγκτές που υπάρχουν στην διαθέσιμοι στην αγορά. Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται μια πρώτη γνωριμία- παρουσίαση του λογισμικού, πλατφόρμας που θα χρησιμοποιηθεί για την δημιουργία της εφαρμογής. Στο 7<sup>ο</sup> και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται η περιγραφή της εφαρμογής και με σχηματικά από την μηχανή παραγωγής που θα παρακολουθεί η τελική συσκευή.

## Κεφάλαιο 2 Internet of Things



Εικόνα 1: IoT Grid

### 2.1 Ορισμός

Η φράση “Internet of Things” ή «Διαδίκτυο των Αντικειμένων» πρωτοεμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990, όταν ο επιχειρηματίας Kevin Ashton προσπάθησε να επεξηγήσει τον όρο. Ο Kevin Ashton, ένας εκ των ιδρυτών του Auto-ID Center στο MIT, παρουσίασε τα αποτελέσματα μίας ερευνητικής ομάδας που ανακάλυψε τον τρόπο να συνδέσει τα αντικείμενα με το διαδίκτυο μέσω μίας ετικέτας RFID. Ο όρος έκτοτε έχει καθιερωθεί και αποδίδει στην ουσία τα δίκτυα επικοινωνίας συσκευών (Αντικειμένων) που επιτρέπουν τη σύνδεση, έλεγχο και ανταλλαγή δεδομένων χωρίς τη διαμεσολάβηση ανθρώπινου παράγοντα.

### 2.2 Η έννοια των Αντικειμένων

Η έννοια των αντικειμένων δεν είναι αυστηρά ή σαφώς προσδιορισμένη. Περιλαμβάνει ένα σύνολο ελεγκτών και αισθητήρων σε συσκευές ή οποίες δεν αναμενόταν να έχουν δυνατότητα συνδεσιμότητας σε δίκτυα ή άλλες «έξυπνες λειτουργίες», όπως π.χ. λαμπτήρες, αισθητήρες αυτοκινήτων, smart houses κ.α. Αναλογιζόμενοι την ανωτέρω περιγραφή, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι παράλληλα με την πρόοδο της τεχνολογίας εξελίσσεται ραγδαία και εμπλουτίζεται περαιτέρω η έννοια των Αντικειμένων. Δεδομένου δε ότι η επικρατούσα τάση υποδεικνύει την ελαχιστοποίηση του μεγέθους και αντίστοιχα του κόστους των ηλεκτρονικών συσκευών και η μαζική ενσωμάτωσή τους, μας ωθεί στο να αντιμετωπίσουμε οποιοδήποτε αντικείμενο χρησιμοποιείται στην καθημερινότητά μας ως Αντικείμενο. Περιορίζοντας τον όρο και συνοψίζοντας τα ανωτέρω, χαρακτηρίζουμε ως Αντικείμενα, συσκευές που ενώ η βασική τους λειτουργία δεν αποτελεί η σύνδεση σε δίκτυα

(π.χ. Η/Υ ή smartphones), αποκτούν τη δυνατότητα συνδεσιμότητας και τον έλεγχο από υπολογιστή ή smartphone.

## 2.3 Βασικές έννοιες του IoT

Το IoT δε μπορεί να θεωρηθεί ως αποτέλεσμα ή απόρροια μίας συγκεκριμένης τεχνολογίας, καθώς προκύπτει από ένα σύνολο συμπληρωματικών τεχνολογικών εξελίξεων που μας επιτρέπουν να γεφυρώσουμε τη φυσική υπόσταση των αντικειμένων με την ψηφιακή τους παρουσία. Στις προαναφερθείσες δυνατότητες συγκαταλέγονται οι ακόλουθες:

- **Επικοινωνία και συνεργασία:** Τα αντικείμενα αποκτούν την ικανότητα να συνδέονται στο διαδίκτυο ή ακόμα και μεταξύ τους, με τη χρήση ενσύρματων και ασύρματων τεχνολογιών και πρωτοκόλλων επικοινωνίας.
- **Δυνατότητα διευθυνσιοδότησης (addressability) και αναγνώρισης (identification):** Με την εφαρμογή μοντέρνων πρωτοκόλλων επικοινωνίας μας παρέχεται η δυνατότητα να εντοπίζουμε και να αναφερόμαστε σε συγκεκριμένα αντικείμενα μέσα σε ένα δίκτυο με τελικό στόχο τον έλεγχό τους. Επιπροσθέτως, είναι πλέον εφικτό να γνωρίζουμε την πηγή των εκάστοτε πληροφοριών σε ένα πλήθος διασυνδεδεμένων συσκευών.
- **Χρήση αισθητήρων και ελεγκτών:** Με τη χρήση των αισθητήρων εξασφαλίζουμε τη συλλογή πληροφοριών αναφορικά με το περιβάλλον των αντικειμένων, ενώ με τους ελεγκτές, μπορούμε να εκτελέσουμε διεργασίες μέσα από το δίκτυο.
- **Ενσωματωμένη διαχείριση πληροφοριών:** Πέραν της συλλογής πληροφοριών, τα «έξυπνα αντικείμενα» διαθέτουν επεξεργαστές καθώς και μονάδες αποθήκευσης, όπου επιτρέπουν την επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων των αισθητήρων.
- **Διεπαφή χρήστη (user interface):** Δυνατότητα επικοινωνίας των αντικειμένων, άμεσα ή έμμεσα, με τον χρήστη, με διάφορους τρόπους.

## 2.4 Οι προκλήσεις στον κόσμο του IoT

Με τη ραγδαία ανάπτυξη των συστημάτων IoT και τις νέες τεχνολογίες, η εφαρμογή των ανωτέρω δυνατοτήτων, εμπεριέχει και αποκαλύπτει νέες τεχνικές προκλήσεις που αποτελούν εμπόδιο στην περαιτέρω ανάπτυξη και διεύρυνση του στόχου του IoT. Οι κυριότερες εκ των προκλήσεων είναι οι ακόλουθες:

- **Επεκτασιμότητα (scalability):** Ένα σύστημα IoT περιλαμβάνει τόσο τοπικά δίκτυα αντικειμένων όσο και διαδικτυακές ή cloud εφαρμογές. Στόχος είναι οι εφαρμογές αυτές να εξυπηρετούν τις βασικές λειτουργίες ενός IoT συστήματος, με την ίδια αποτελεσματικότητα ανεξαρτήτως εύρους. Επιπλέον, συχνά δεν είναι εφικτό να προσδιορίσουμε αυστηρά το εύρος μίας εφαρμογής, επομένως η δυνατότητα εύκολης και αποτελεσματικής διεύρυνσης σύμφωνα με τις εκάστοτε ανάγκες είναι ζωτικής σημασίας.
- **Αυτόματη λειτουργικότητα (plug and play):** Στο πλαίσιο της εξάλειψης του ανθρώπινου παράγοντα, στόχος είναι τα αντικείμενα να συνδέονται και να λειτουργούν σε δίκτυα IoT με την ελάχιστη δυνατή χειροκίνητη παραμετροποίηση.
- **Διαλειτουργικότητα (interoperability):** Στο φάσμα του IoT τα αντικείμενα παρουσιάζουν ευρεία ποικιλία τεχνικών χαρακτηριστικών με διαφορές ως προς την

υπολογιστική ικανότητα και τη διαδικτυακή συνδεσιμότητα. Για την επίτευξη της επικοινωνίας των αντικειμένων είναι απαραίτητη η αυστηρή χρήση των συνήθων πρακτικών και προτύπων. Ειδικής σημασίας αναδεικνύεται η δυνατότητα επικοινωνίας και διευθυνσιοδότησης μεταξύ των αντικειμένων.

- Όγκος και διαχείριση δεδομένων: Ο όγκος των δεδομένων μπορεί να ποικίλει σημαντικά από εφαρμογή σε εφαρμογή, προκαλώντας προβλήματα στη διαχείριση αλλά και την αποθήκευση των δεδομένων.
- Ασφάλεια και Ιδιωτικότητα: Ίσως η σημαντικότερη πρόκληση είναι η ασφάλεια των δεδομένων σε ένα πολύπλοκο δίκτυο IoT, όπως αντίστοιχα και η εξουσιοδότηση που παρέχεται στα αντικείμενα για την ελεγχόμενη πρόσβαση στα δεδομένα. Ακόμα μία φορά, καθίσταται αναγκαίο να χρησιμοποιούνται σύγχρονες πρακτικές και πρότυπα για την ασφάλεια των επικοινωνιών.

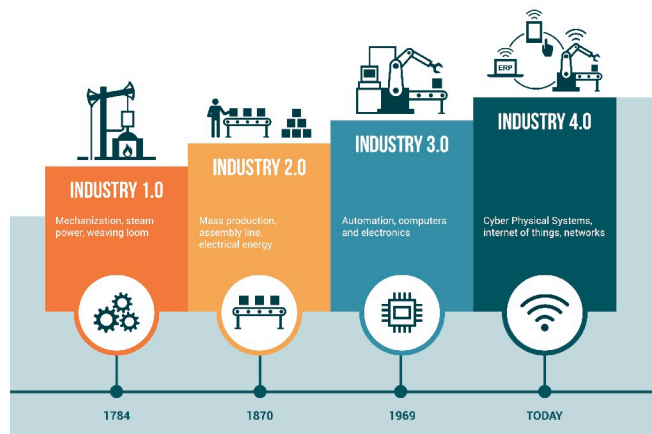
## 2.5 IoT και βιομηχανική παραγωγή

Το IoT μπορεί να βρει πρόσφορο έδαφος τόσο σε καταναλωτικές όσο και σε βιομηχανικές εφαρμογές. Το πεδίο εστίασης αφορά στο βιομηχανικό IoT (Industrial IoT – IIoT) και σε εφαρμογές αυτοματισμού. Το IoT παρέχει λύσεις για αποτελεσματικότερο έλεγχο και παρακολούθηση διεργασιών που εκτελούνται σε βιομηχανικά περιβάλλοντα. Πιο συγκεκριμένα, μέσω διαφόρων πρωτοκόλλων μπορούν να οριστούν τρόποι για την πραγματοποίηση επικοινωνίας μεταξύ μηχανών (machine-to-machine – M2M). Παράλληλα, οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται σε αισθητήρες, εμφανίζονται βελτιωμένες, μειώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο το μέγεθος και το κόστος τους, ενώ δίνουν τη δυνατότητα για ανάπτυξη μιας σειράς πρακτικών εφαρμογών. Επιπροσθέτως, οι αισθητήρες είναι σε θέση να παράσχουν δεδομένα επιπλέον των μετρήσεων, όπως η κατάσταση στην οποία βρίσκονται, κάτι που επιτρέπει την προσαρμογή των ρυθμίσεων ή να διαγνώσουμε πιθανά προβλήματα. Παράλληλα, η ύπαρξη διαδικτυακής σύνδεσης καθιστά δυνατή τη δημιουργία data streams, τα οποία μπορούν να αποθηκεύονται και να επεξεργάζονται στο υπολογιστικό νέφος. Υπό αυτό το καθεστώς, μία εταιρεία έχει πλέον στη διάθεσή της ένα μεγάλο όγκο από νέου τύπου δεδομένα για ανάλυση και βελτιστοποίηση των διαδικασιών που εφαρμόζει. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί ότι το IIoT, όπως άλλωστε και οποιαδήποτε δικτυακή εφαρμογή, απαιτεί την ύπαρξη σύγχρονων δικλείδων ασφαλείας, για την αποφυγή ανεπιθύμητης πρόσβασης σε δεδομένα και συσκευές από επιτιθέμενους χρήστες. Επίσης, από την οπτική γωνία που επιλέγουν οι επιχειρήσεις, είναι ζωτικής σημασίας η υιοθέτηση του IIoT, καθώς επιτρέπει την εξοικονόμηση σημαντικών οικονομικών πόρων από την περαιτέρω αυτοματοποίηση και την επιτάχυνση της παραγωγής, ενώ παράλληλα περιορίζονται σημαντικά τα πιθανά προβλήματα.



Εικόνα 3: IIoT στην βιομηχανία

## Κεφάλαιο 3 Industry 4.0



Εικόνα 2: Industry generation

### 3.1 Ορισμός

Παρόλο που η τεχνολογία της Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών στη μεταποιητική βιομηχανία έκανε την εμφάνισή της τη δεκαετία του 1970, η πρώτη δημοσίευση που αφορούσε στις βασικές ιδέες του Industry 4.0 πραγματοποιήθηκε το 2011. Από αυτό το χρονικό σημείο, συναντάμε εθνικές στρατηγικές που τις ενσωματώνουν, όπως των Η.Π.Α., της Κίνας και της Γερμανίας.

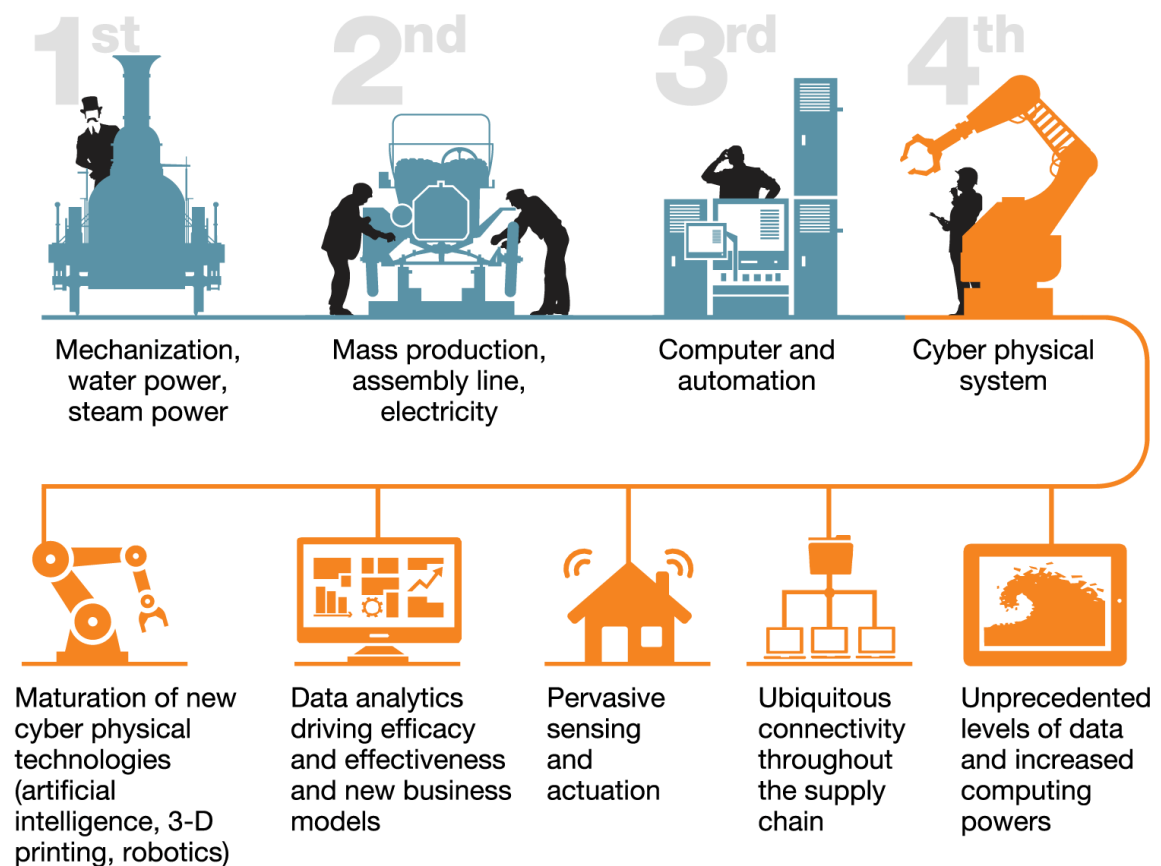
Ενώ το ενδιαφέρον για το Industry 4.0 εκφράζεται ευθέως και σε παγκόσμια εμβέλεια, συναντάμε δυσκολίες ως προς τον σαφή του ορισμό. Ωστόσο, μπορούμε να τον προσδιορίσουμε ως «ένα νέο οργανωτικό και διοικητικό επίπεδο στην αλυσίδα αξίας σε όλη τη διάρκεια ζωής των προϊόντων». Στην ουσία, η έννοια του Industry 4.0 αφορά τη στρατηγική για την ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας. Βασικό της κορμό αποτελεί η βελτιστοποίηση της αλυσίδας αξίας των προϊόντων, καθώς δίνεται η δυνατότητα εφαρμογής αυτοτελούς ελέγχου και δυναμικής παραγωγής. Με σαφές πλάνο την αύξηση της αυτοματοποίησης, πραγματοποιούνται κινήσεις με στόχο τις τεχνολογίες που είναι σε θέση να λειτουργούν αυτόνομα και να αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον παραγωγής τους με τη βοήθεια ελεγκτών, αισθητήρων, διεπαφών επικοινωνίας κ.α.

Με το IoT εξοικειωνόμαστε με τους όρους, «έξυπνο προϊόν», «έξυπνο μηχάνημα» ή «ενισχυμένος χρήστης». Όταν αναφερόμαστε σε ένα «έξυπνο προϊόν», φανταζόμαστε το μετασχηματισμό ενός αντικειμένου όπου πέρα από τα οφέλη χρηστικότητας για τα οποία σχεδιάστηκε να εξυπηρετεί, να αποκτά έναν ενεργό ρόλο σε ένα ευρύτερο σύστημα. Σε ένα τέτοιο αναβαθμισμένο περιβάλλον. Το προϊόν θα αποκτά μνήμη για να αποθηκεύει λειτουργικά δεδομένα, και να παράσχει τους απαιτούμενους πόρους για πιο σύνθετες λειτουργίες ως προς την διαδικασία παραγωγής του. Το «έξυπνο μηχάνημα» εισαγάγει την αντικατάσταση της παραδοσιακής γραμμής παραγωγής με μία εξελεγχόμενη, που επιτρέπει την επικοινωνία της με άλλες συσκευές, μονάδες ή προϊόντα, ενώ ανοίγουν το δρόμο σε μία ευέλικτη και αυτοματοποιημένη διαχείριση. Όσον αφορά στον «ενισχυμένο χρήστη», συναντάμε μία φυσική οντότητα που δρα με περισσότερη ευελιξία που είναι πλέον σε θέση να ορίσει προδιαγραφές, να παρακολουθεί και να επαληθεύει τις επιλεγμένες διεργασίες παραγωγής. Με σύμμαχο τις τεχνολογικές εξελίξεις, λαμβάνει περαιτέρω υποστήριξη και αναβαθμίζεται η ισχύουσα θέση του, καθιστώντας τον υπεύθυνο για την λήψη των αποφάσεων και την επίλυση κρίσιμων ζητημάτων.

### 3.2 Έναρξη – Αναδρομή

Κατά τις δεκαετίες '70 και '80 είχε έντονα διαφανεί ο ρόλος που διαδραματίζει ο ανθρώπινος παράγοντας στην παραγωγική διαδικασία, χαρακτηριζόμενος ως ασταθής. Η βασική λύση που θα μπορούσε να δοθεί έναντι της αστάθειας, ήταν αναπόφευκτα η προώθηση των μηχανών. Το γεγονός αυτό προκάλεσε ιδιαίτερη ανησυχία, δεδομένου ότι μελλοντικά τα μηχανήματα-ρομπότ θα κατείχαν εξέχοντα ρόλο στην παραγωγική διαδικασία, ακολουθώντας το επιτυχές παράδειγμα της χρήσης τους στη βαριά βιομηχανία.

In the fourth industrial revolution, digital analytics enables a new level of operational productivity.



McKinsey&Company | Source: *Forbes*; World Economic Forum

Εικόνα 4: Εξέλιξη στην βιομηχανία

Οι ρίζες της αυτοματοποίησης τοποθετούνται χρονικά στη δεκαετία του '80, όπου υπήρχε σαφής προσανατολισμός για αποδοτικότητα στη μεταποίηση, οδηγώντας στην εξάλειψη χαμηλόμισθων θέσεων εργασίας και εργατικού δυναμικού, κάτι με το πέρασ του χρόνου επιβεβαιώθηκε στην πράξη.

Η στροφή του τεχνολογικού ενδιαφέροντος στράφηκε στην ανάπτυξη των υπολογιστών και την πληροφορική γενικότερα, ταυτίζοντας την 4<sup>η</sup> βιομηχανική επανάσταση με τη μετάβαση στον ψηφιακό μετασχηματισμό στη μεταποιητική βιομηχανία.

Το Industry 4.0 ξεκίνησε ως μία νέα στρατηγική της Γερμανίας για τη μετάβαση της εθνικής βιομηχανίας στην εποχή των Ευφυών Παραγωγικών Συστημάτων (Intelligent Manufacturing Systems – IMS). Τα IMS αντιμετωπίστηκαν ως η νέα γενιά βιομηχανοποίησης, εισάγοντας νέα μοντέλα, παραγωγικά πρότυπα και μεθοδολογίες για το μετασχηματισμό του ισχύοντος παραδοσιακού μοντέλου σε ένα πιο σύγχρονο και έξυπνο σύστημα.

Ο όρος IoT προέρχεται από την πασίγνωστη εταιρεία General Electric, που τον υιοθέτησε για να περιγράψει το διαδίκτυο των Αντικειμένων στη βιομηχανία. Με το IoT η εσωτερική οργάνωση των λειτουργιών και των βασικών παραγωγικών στοιχείων μιας παραγωγικής επιχείρησης, εμπλουτίζεται με την ενσωμάτωση αισθητήρων, εξυπηρετητών, κατάλληλου λογισμικού και συστημάτων αποθήκευσης, διαθέσιμα σε υπολογιστικά κέντρα ή στο υπολογιστικό νέφος. Πρόκειται για μία μέθοδο για την ανάπτυξη των παραγωγικών δραστηριοτήτων με την ανατροφοδότηση που προκύπτει από τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν μέσα από μεγάλο όγκο δεδομένων, που υπέστησαν προηγμένη ανάλυση.

### 3.3 Θεμελιώδεις αρχές

Δομικό στοιχείο του Industry 4.0 αποτελεί η διασύνδεση συστημάτων, μηχανών και παραγωγικών μονάδων έτσι ώστε να διευκολυνθεί η δημιουργία έξυπνων δικτύων που μπορούν αφενός να λειτουργούν ξεχωριστά και αφετέρου να ελέγχουν το ένα το άλλο. Στο σημείο αυτό παρατίθενται οι θεμελιώδεις αρχές σχεδιασμού του Industry 4.0:

#### Διαλειτουργικότητα (Interoperability)

Η διαλειτουργικότητα προϋποθέτει την αλληλεπίδραση πολλαπλών στοιχείων στο παραγωγικό περιβάλλον. Αναφέρεται στη δυνατότητα σύνδεσης των μεμονωμένων οντοτήτων, τη δυνατότητα της μεταξύ τους επικοινωνίας, σύνδεσης και λειτουργίας μέσω του IoT. Αναφέρεται στη δυνατότητα όλων των μονάδων να συνδέονται, να αποκτούν επικοινωνία και να λειτουργούν από κοινού μέσω του IoT.

#### Αποϋλοποίηση (Virtualisation)

Οι φυσικές διεργασίες που εκτελεί μία μηχανή στο φυσικό κόσμο, παρακολουθείται αντίστοιχα με φυσικό τρόπο, ενώ για τα εικονικά μοντέλα, η παρακολούθηση διενεργείται μέσω δεδομένων που λαμβάνονται από αισθητήρες. Οι μηχανικοί αποκτούν το πλεονέκτημα της δοκιμής σε ένα εικονικό περιβάλλον, να προβούν σε δοκιμαστικές αλλαγές ή παραμετροποιήσεις, χωρίς να επηρεάζουν τις φυσικές διαδικασίες που εκτελούνται. Στόχος είναι η δημιουργία του «εικονικού δίδυμου» (virtual twin) και στο στοιχείο αυτό επενδύουν οι παραγωγικές επιχειρήσεις, καθώς είναι πλέον σε θέση να δοκιμάσουν νέες παραγωγικές διαδικασίες και να μειώσουν το χρόνο απόκτησης κερδών μέσα από τη διαθεσιμότητα νέων προϊόντων.

#### Αποκέντρωση (Decentralisation)

Το Industry 4.0 εισάγει την έννοια της αποκέντρωσης, όπου επιτρέπει στα συστήματα να δρουν και να λαμβάνουν αποφάσεις αυτόνομα, διαγράφοντας μία σταθερή πορεία προς τον τελικό στόχο, χωρίς αποκλίσεις.

#### Δυνατότητα λειτουργίας σε πραγματικό χρόνο (Real-time capability)

Το Industry 4.0 εστιάζει ακόμα στην υλοποίηση των εργασιών σε πραγματικό χρόνο. Για να επιτευχθεί αυτό, προαπαιτείται συλλογή δεδομένων από την εξέλιξη της παραγωγικής διαδικασίας και εν συνεχεία η ανατροφοδότηση και παρακολούθηση των διαδικασιών, αντίστοιχα σε πραγματικό χρόνο.

Αν λάβουμε ως παράδειγμα ένα παραγωγικό μοντέλο που βασίζει την παραγωγή του και την αντίστοιχη διανομή βάσει σχετικής ζήτησης (just-in-time) μπορούμε να επιμερίσουμε τη διαδικασία στα ακόλουθα σημεία: α) φυσικός κόσμος: εστιάζει σε φυσικές διαδικασίες, όπως ο σχεδιασμός της ροής, το απόθεμα της αποθήκης, η κατανάλωση του εκάστοτε υλικού και η παράδοσή του. β) συλλογή δεδομένων: διενεργείται σε γεωγραφικές/χωροταξικές διαστάσεις και εστιάζει στην συγκέντρωση επαρκούς δείγματος. γ) κυβερνοκόσμος: ο εικονικός κόσμος που απεικονίζει τη ροή των υλικών ή ακόμα και την παραγγελία της πρώτης ύλης. δ) έλεγχος: αυτόματη διενέργεια ελέγχου και λήψη αποφάσεων αναφορικά με διορθωτικές ενέργειες που απαιτούνται. Οι ενέργειες εκτελούνται αυτόματα και είναι παράλληλα προσβάσιμες από το ανθρώπινο δυναμικό.

#### Υπηρεσιο-Κεντρική Αρχιτεκτονική (ServiceOrientation)

Το IoT αναπτύσσει επιπλέον υπηρεσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από άλλα προγράμματα ή υπηρεσίες τρίτων. Επομένως, τόσο οι εσωτερικές όσο και οι εξωτερικές υπηρεσίες, αποτελούν το ζητούμενο από κάθε έξυπνο εργοστάσιο, γεγονός που αναδεικνύει ακόμα μία φορά τη σημαντικότητα του IoT στο Industry 4.0.

#### Οργάνωση σε ενότητες (Modularity)

Η ύπαρξη ευελιξίας είναι αδιαπραγμάτευτη καθώς είναι απαραίτητο δομικό στοιχείο που θα εξασφαλίσει την προσαρμογή στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες και τις ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις. Οι παραγωγικές μονάδες πρέπει να εξασφαλίζουν εκ των προτέρων ότι σε περίπτωση που μια μεμονωμένη γραμμή του παραγωγικού συστήματος χρειαστεί αντικατάσταση, η πράξη αυτή δε θα επηρεάσει το συνολικό κορμό της παραγωγής.

### 3.4 Βασικά στοιχεία του Industry 4.0

Έχουν καταγραφεί εννέα τεχνολογικές τάσεις που προσδιορίζονται ως κύρια εργαλεία για τη διαμόρφωση της βιομηχανικής παραγωγής. (M. Rüßmann et al, 2018).

#### 1. Ανάλυση Μεγάλου Όγκου Δεδομένων (Big Data Analytics)

Ο τεράστιος όγκος δεδομένων που συγκεντρώνεται από ποικίλες πηγές και η ανάγκη συγκέντρωσης, ταξινόμησης και οργάνωσης αυτών, ώστε να λειτουργήσουν ως εργαλεία για τη λήψη αποφάσεων, αποτελεί μία πρόκληση για το σύγχρονο παραγωγικό κλάδο. Καθώς τα δεδομένα έχουν αναδειχθεί σε πολύτιμο σύμμαχο για τη βελτιστοποίηση της



παραγωγής, της ποιότητας αλλά και πολλών ακόμα εκφάνσεων της καθημερινότητας μιας επιχείρησης, δεν είναι κάτι που μπορούν να παραβλέψουν. Καθώς τα δεδομένα μπορούν να συλλεχθούν από διάφορες φάσεις μιας παραγωγικής διαδικασίας, η ανάλυσή τους μπορεί να οδηγήσει σε συσχετισμούς που θα εντοπίσουν ενδεχόμενες περιττές διαδικασίες που θα μπορούσαν να αναμορφωθούν. Παραδείγματα συσχετίσεων αποτελούν: συνδέσεις αισθητήρων και δικτύων, υπηρεσίες cloud, εικονικά μοντέλα παραγωγής, περιεχόμενο και πλαίσιο παραγωγής και άλλα.

## 2. Ρομποτική

Παρόλο που η χρήση ρομπότ στην παραγωγική διαδικασία δεν αποτελεί πια πρωτόγνωρο δεδομένο καθώς η χρήση τους είναι ήδη καθιερωμένη, αντίστοιχα και αυτά εξελίσσονται και βελτιώνονται διαρκώς. Ο σχεδιασμός τους πια επικεντρώνεται στο να είναι αυτόνομα και αυτόνομα, αλλά και να αλληλεπιδρούν, για να μην αποτελούν απλώς ένα εργαλείο για τον άνθρωπο, αλλά μία διαδραστική μονάδα εργασίας που συνεργάζεται με τον άνθρωπο.

## 3. Προσομοίωση

Με το μέχρι τώρα ισχύον καθεστώς, για να διαπιστωθεί η αποδοτικότητα μιας διαδικασίας, θα έπρεπε να διεξαχθούν πολλαπλές δοκιμές και αντίστοιχα να διαπιστωθούν σφάλματα. Με το Industry 4.0 χρησιμοποιούνται ψηφιακά αντίτυπα για την προσομοίωση μοντέλων και δοκιμών.

Σε προηγούμενες φάσεις, αν οι κατασκευαστές ήθελαν να ελέγξουν εάν μια διαδικασία λειτουργεί αποδοτικά και αποτελεσματικά, απαιτούνταν δοκιμές και σφάλματα. Με τη δυνατότητα της προσομοίωσης σε ασφαλές περιβάλλον, διευκολύνεται η βελτιστοποίηση της παραγωγής αλλά και η ποιότητα της μελλοντικής παραγωγής.

## 4. Οριζόντια και κάθετη ολοκλήρωση συστημάτων

Το Industry 4.0 στοχεύει στην παράλληλη ύπαρξη και σύνδεση λειτουργικών και παραγωγικών συστημάτων. Η πλήρης αυτοματοποίηση απευθύνεται σε δίκτυα πιο ολοκληρωμένα πλέον, με δίκτυα που ενσωματώνουν δεδομένα, συνεργάζονται μεταξύ τους και δημιουργούν ισχυρές αλυσίδες αξίας.

## 5. Βιομηχανικό Διαδίκτυο Αντικειμένων

Ένα ακόμα κομβικό σημείο του Industry 4.0 αποτελεί η ύπαρξη ενσωματωμένων μικρο-υπολογιστών και η επέκταση δικτύων που επιτρέπουν τη σύνδεση μορφοτροπέων (transducers) αλλά και συσκευών. Το IoT επιτρέπει στους μορφοτροπείς και τις νέες συσκευές να ενταχθούν στο παραγωγικό πεδίο, καθώς είναι ήδη συμβατές με το IoT. Οι συσκευές μπορούν να αλληλεπιδρούν και να επικοινωνούν μεταξύ τους, καθώς είναι εξοπλισμένες με ασύρματη δικτύωση χαμηλής ισχύος, και καθιστούν ισχυρή την παρουσία τους στο έξυπνο εργοστάσιο.

## 6. Κυβερνο-ασφάλεια (Cyber security)

Τα βιομηχανικά συστήματα αποτελούν στόχο επιθέσεων καθώς διαθέτουν τρωτά σημεία και είναι ευάλωτα σε απειλές. Για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, θα πρέπει να εφαρμοστούν αυστηρά μέτρα για την ασφάλεια στον κυβερνοχώρο που να καθιστούν τα συστήματα πιο ανθεκτικά και να ανταποκρίνονται στις προκλήσεις των απειλών διατηρώντας όσο πιο ακέραιες τις διαδικασίες βιομηχανικού ελέγχου, προστατεύοντας τις διαδικασίες και τα συστήματα που βρίσκονται συνδεδεμένα στο διαδίκτυο.

### 7. Υπολογιστικό Νέφος (CloudComputing)

Με το μεγάλο όγκο δεδομένων που υφίσταται πλέον και την ανάγκη αξιοποίησής τους με τον κατάλληλο τρόπο, πρέπει να βρεθεί αποτελεσματικός τρόπος για την αποθήκευση και ανάλυσή τους. Οι πάροχοι των υπηρεσιών cloud εξασφαλίζουν τη δημιουργία ιδιωτικών δικτύων κατάλληλων για την αποθήκευση και επεξεργασία του μεγάλου όγκου των παραγωγικών δεδομένων.

### 8. Προσθετική Κατασκευή

Εδώ αναφερόμαστε σε κατασκευές μέσω εκτύπωσης τρισδιάστατων (3D) αντικειμένων, όπου διευκολύνει τους σχεδιαστές ως προς τη σχεδίαση και κατασκευή πρωτότυπων μοντέλων σε σημαντικά μικρότερο χρόνο και με σαφώς λιγότερη απαιτούμενη προσπάθεια. Επιπλέον, είναι ιδανική για την κατασκευή πιλοτικών προϊόντων σε μικρότερες παρτίδες με στόχο την παρουσίασή τους σε μικρές ομάδες χρηστών ή σε ομάδες συγκεκριμένων ενδιαφερόντων.

### 9. Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)

Μετά την εικονική πραγματικότητα, η επαυξημένη πραγματικότητα επιτρέπει τη μείωση σε έξοδα συντήρησης αλλά και κατάρτισης σε όλο το φάσμα της βιομηχανικής παραγωγής, επεκτεινόμενο μέχρι το μάρκετινγκ και τις πωλήσεις. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μία εξίσου αποτελεσματική αποδοτικότητα. Οι κατασκευαστές στρέφονται προς συστήματα που βασίζονται στην επαυξημένη πραγματικότητα για να βελτιώσουν τις διαδικασίες συντήρησής τους, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται το κόστος της παρουσίας ειδικών συμβούλων στο χώρο τους.

## 3.5 Έξυπνο εργοστάσιο

Ένα Έξυπνο Εργοστάσιο χρησιμοποιεί έξυπνες παραγωγικές διαδικασίες που εξασφαλίζουν σημαντικές βελτιωτικές ενέργειες αναφορικά με τους δείκτες παραγωγικότητας και αποδοτικότητας. (A. Gilchrist, 2016).

Για την κατανόηση της λειτουργίας ενός έξυπνου εργοστασίου, μπορούμε να φέρουμε ως παράδειγμα μία γραμμή παραγωγής με διαφορετικές γραμμές για σάλτσες μουστάρδας. Στην περίπτωση αυτή, ένα έξυπνο μηχάνημα θα γεμίσει κάθε συσκευασία με τα ίδια βασικά συστατικά. Κάθε παραλλαγή διαφορετικής μάρκας, μπορεί να περιέχει διαφορετικά πρόσθετα ενισχυτικών γεύσης ή χρώματος, που θα πρέπει να προτεθούν πέραν των βασικών συστατικών προκειμένου να καταλήξει σε ένα ποιοτικό προϊόν, ανάλογο όσων ήδη διατίθενται στην αγορά. Σε μία παραδοσιακή γραμμή παραγωγής, η οποιαδήποτε μικρή διαφοροποίηση στο προϊόν θα προϋπέθετε ξεχωριστές γραμμές παραγωγής για καθένα εξ αυτών. Δηλαδή κάθε συσκευασία θα αντιστοιχούσε σε μία συγκεκριμένη γραμμή παραγωγής και αντίστοιχης διανομής, όπου θα γέμιζε με το προκαθορισμένο μείγμα τη συσκευασία. Για μια εταιρεία όμως, που εμπορεύεται μουστάρδες με διαφορετικές γεύσεις και ποικιλίες, αυτό θα ήταν παραγωγικά ασύμφορο, καθώς πολλά ξεχωριστά μηχανήματα θα ενεργούσαν παράλληλα για να φέρουν το ίδιο αποτέλεσμα. Η λύση στην προκειμένη περίπτωση είναι να είναι σε θέση η παραγωγική μονάδα να αναγνωρίσει την κάθε διαφορετική ποικιλία κατά μήκος της γραμμής παραγωγής και να την γεμίσει όπως αναμένεται.

Αυτή είναι και η πρόκληση που αποδέχτηκε η έξυπνη παραγωγή, δεδομένου ότι μπορεί να παρέχει λύση για τη μείωση του κόστους καθώς και του χρόνου παραγωγής, ενώ παράλληλα να είναι σε θέση να αναγνωρίζει και να προσδιορίζει την εκάστοτε φάση παραγωγής που διανύει το προϊόν, από την ιστορικότητά του μέχρι κάθε μελλοντική του

φάση στο πλαίσιο της παραγωγής. Το παραπάνω μπορεί να πραγματοποιηθεί με διαφορετικούς τρόπους (Shiyong Wang et al, 2016). Ένας τρόπος είναι η χρήση ετικετών RFID που είναι μικροσκοπικού μεγέθους και μπορούν να ενσωματωθούν σε μία ετικέτα, ή εναλλακτικά να χρησιμοποιηθεί η τεχνολογία NFC (κοντά στην επαφή συχνότητας), γνώριμη σε όλους μας από τις συναλλαγές με τραπεζικές κάρτες. Η τεχνολογία NFC είναι πιο εύθραυστη και προϋποθέτει στενή εγγύτητα στον αναγνώστη, ενώ η τεχνολογία RFID έχει ουσιαστικές δυνατότητες με μεγαλύτερη αντοχή. Με τη χρήση RFID, αναγνωρίζεται η ταυτότητα του προϊόντος, η ηλικία του, το στάδιο παραγωγής που έπεται. Αντίστοιχα, μας ενημερώνει για σημαντικές πληροφορίες όπως κατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης, τρόποι και μέθοδοι χειρισμού, που είναι απαραίτητες καθόλη τη διαδικασία παραγωγής και ζωής του προϊόντος.

### 3.6 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Παρατίθενται ορισμένα πλεονεκτήματα του σύγχρονου βιομηχανικού μοντέλου (A. Gilchrist, 2016):

- Αύξηση κερδών των επιχειρήσεων μέσα από τη λειτουργικότερη απόδοση και της επιτάχυνσης της παραγωγικότητας, που οδηγεί στη μείωση των απρογραμμάτιστων διακοπών λειτουργίας και τη βελτιστοποίηση της απόδοσης.
- Αναφέρεται και ως «δύναμη του 1%», καθώς στις περισσότερες βιομηχανίες, με την εξοικονόμηση λειτουργικού κόστους και συνολικά μείωση της αποτελεσματικότητας σε ποσοστό 1%, τα οφέλη που θα προκύψουν σε σύγκριση με την προσπάθεια είναι τεράστια. Έτσι λοιπόν και στο IIoT, με το ποσοστό 1% επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση κερδών.

Σε συνέχεια των ανωτέρω, οφείλουμε να αναγνωρίσουμε ως μειονέκτημα, την αντικατάσταση του εργατικού δυναμικού με ρομπότ, που δεν εκτείνεται μόνο στην απλή χειρωνακτική εργασία, αλλά και σε πιο εξειδικευμένες θέσεις εργασίας που πλέον αντικαθίστανται μέσω λογισμικών. Ωστόσο, δημιουργούνται νέες θέσεις εργασίας σύμφωνα με τις νέες απαιτήσεις του Industry 4.0 σε άρτια καταρτισμένο ανθρώπινο δυναμικό, όπως στα αντικείμενα της ανάλυσης δεδομένων, την ανάπτυξη αλγορίθμων κ.α. Επομένως, παρότι θα μειωθούν οι θέσεις εργασίας σε χαμηλόμισθο εργατικό δυναμικό που προοριζόταν για χειρωνακτικές εργασίες, ανοίγεται ένας νέος επαγγελματικός δρόμος για εξειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό, κατάλληλα καταρτισμένο να εργαστεί αποτελεσματικά στη νέα ψηφιακή εποχή.

### 3.7 Αποτελέσματα

Τον Ιούνιο του 2013, η συμβουλευτική εταιρεία McKinsey, παραχώρησε συνέντευξη με ειδικούς σε στελέχη του Robert Bosch - Siegfried Dais (Συνεργάτης Robert Bosch Industrietreuhand KG) και τον Heinz Derenbach (CEO της Bosch Software Innovations GmbH) - καθώς και εμπειρογνώμονες του McKinsey.

Στο πλαίσιο της συνέντευξης αυτής, έγινε αναφορά στην επικράτηση του Διαδικτύου των Αντικειμένων στον τομέα της μεταποίησης και τις επακόλουθες αλλαγές που βασίζονται στην τεχνολογία, οι οποίες υπόσχονται να προκαλέσουν μια νέα βιομηχανική επανάσταση. Στη Bosch, και γενικά στη Γερμανία, το φαινόμενο αυτό αναφέρεται ως *Βιομηχανία 4.0*

Μερικά παραδείγματα για τη βιομηχανία 4.0 είναι μηχανές που μπορούν να προβλέψουν τις πιθανές αποτυχίες και να ενεργοποιήσουν διαδικασίες συντήρησης με αυτόνομη ή αυτο-οργανωμένη εφοδιαστική, οι οποίες είναι σε θέση να ανταποκρίνονται στις απρόσμενες αλλαγές στην παραγωγή.

Σύμφωνα με τον Dais, «είναι πολύ πιθανό ο κόσμος της παραγωγής να γίνει όλο και περισσότερο συνδεδεμένος με το δίκτυο έως ότου όλα να συνδέονται με όλα τα υπόλοιπα». Ενώ αυτό ακούγεται σαν μια δίκαιη υπόθεση για την κινητήρια δύναμη πίσω από το Διαδίκτυο των αντικειμένων, σημαίνει επίσης ότι η πολυπλοκότητα των δικτύων παραγωγής και προμηθευτών θα αυξηθεί πολύ. Τα δίκτυα και οι διαδικασίες έχουν μέχρι στιγμής περιοριστεί σε ένα εργοστάσιο, αλλά σε ένα σενάριο του Industry 4.0, αυτά τα όρια των επιμέρους εργοστασίων πιθανότατα δεν θα υφίστανται, αλλά θα αρθούν για να διασυνδέσουν πολλά εργοστάσια ή ακόμα και γεωγραφικές περιοχές.

Εντοπίζουμε κομβικές διαφορές μεταξύ ενός παραδοσιακού εργοστασίου και ενός έξυπνου εργοστασίου της βιομηχανίας 4.0. Στο σημερινό βιομηχανικό περιβάλλον, το ζητούμενο είναι η παροχή υπηρεσιών υψηλής ποιότητας ή προϊόντος με το μικρότερο κόστος. Με αυτόν τον τρόπο διατίθενται διάφορες πηγές δεδομένων για την παροχή αξιολογών πληροφοριών σχετικά με διάφορες πτυχές του εργοστασίου. Σε αυτό το στάδιο, η αξιοποίηση δεδομένων για την κατανόηση των τρεχουσών συνθηκών λειτουργίας και η ανίχνευση σφαλμάτων ή και αποτυχιών είναι ένα σημαντικό σκέλος για την έρευνα. π.χ. στην παραγωγή, υπάρχουν διάφορα εμπορικά εργαλεία που είναι διαθέσιμα για να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού (OEE) στη διεύθυνση του εργοστασίου, προκειμένου να επισημανθούν οι βαθύτερες αιτίες των προβλημάτων και πιθανών σφαλμάτων στο σύστημα. Αντίθετα, σε ένα εργοστάσιο Industry 4.0, εκτός από την παρακολούθηση της κατάστασης και τη διάγνωση σφαλμάτων, τα εξαρτήματα και τα συστήματα είναι σε θέση να αποκτήσουν αυτογνωσία και αυτοπροβλεψιμότητα, γεγονός που θα τροφοδοτήσει τη διοίκηση με περισσότερες πληροφορίες για την κατάσταση του εργοστασίου.

Επιπλέον, η μεταφορά δεδομένων μεταξύ συστημάτων και η ανταλλαγή πληροφοριών για την «υγεία» των συστημάτων από διάφορα μηχανήματα παρέχει μια ακριβή πρόβλεψη για την «υγεία» σε επίπεδα συνιστωσών και συστημάτων και οδηγεί τη διοίκηση της επιχείρησης να ενεργοποιήσει την απαιτούμενη συντήρηση στην καλύτερη δυνατή στιγμή ώστε να μειωθεί στο ελάχιστο δυνατό ο απαιτούμενος χρόνος παύσης λειτουργίας των μηχανημάτων για να συντηρηθούν.

Κατά τη διάρκεια της Ανοικτής Καινοτομίας EDP που πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2018 στη Λισαβόνα, η εννοιολογία της Βιομηχανίας 4.0 επεκτάθηκε από την Sensfix B.V., μια ολλανδικής εταιρείας, με την εισαγωγή ορολογίας M2S. Είναι ουσιαστικά ένας κορυφαίος κλάδος εξυπηρέτησης που εξυπηρετεί εκατομμύρια μηχανές που διαχειρίζονται οι ίδιες οι μηχανές, χρησιμοποιώντας Τεχνητή νοημοσύνη που αναπτύσσεται από τον άνθρωπο.

### 3.8 Προκλήσεις

Οι προκλήσεις στην εφαρμογή της βιομηχανίας 4.0:

- Ζητήματα ασφάλειας πληροφορικής, τα οποία επιδεινώνονται σε μεγάλο βαθμό από την ανάγκη να ανοίξουν εκ νέου τα εργοστάσια παραγωγής που είχαν κλείσει προηγουμένως
- Αξιοπιστία και σταθερότητα που απαιτούνται για την κρίσιμη επικοινωνία μεταξύ μηχανής (M2M), συμπεριλαμβανομένων των πολύ σύντομων και σταθερών χρόνων καθυστέρησης
- Ανάγκη διατήρησης της ακεραιότητας των διαδικασιών παραγωγής
- Αναγκαία αποφυγή τυχόν σφαλμάτων πληροφορικής, καθώς αυτά θα προκαλούσαν ιδιαιτέρως δαπανηρές διακοπές παραγωγής
- Ανάγκη προστασίας της βιομηχανικής τεχνογνωσίας
- Έλλειψη κατάλληλων δεξιοτήτων από το εργαζόμενο δυναμικό για να επιταχυνθεί η πορεία προς την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση
- Απειλή για τη σμίκρυνση του υφιστάμενου τμήματος πληροφορικής μιας εταιρείας
- Γενική απροθυμία αλλαγής από τα ενδιαφερόμενα μέρη ή και μετόχους
- Απώλεια πολλών θέσεων εργασίας σε αυτόματες διαδικασίες και διαδικασίες που ελέγχονται από τεχνολογίες πληροφορικής, ειδικά για τα χαμηλόμισθα εργατικά χέρια
- Χαμηλή δέσμευση της ανώτατης διαχείρισης
- Ασαφή νομικά ζητήματα γύρω από την ασφάλεια των δεδομένων
- Ασαφή οικονομικά οφέλη / Υπερβολικές επενδύσεις
- Έλλειψη ρυθμίσεων, προτύπων και μορφών πιστοποιήσεων
- Ανεπαρκής και ελλιπής εξειδίκευση των εργαζομένων

### 3.9 Ο ρόλος των big data και των analytics

Οι σύγχρονες τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, όπως το κυβερνο-φυσικό σύστημα, οι μεγάλες αναλύσεις δεδομένων (big data) και οι υπολογιστικές εφαρμογές cloud, θα ωθήσουν στην έγκαιρη ανίχνευση ελαττωμάτων και αποτυχιών παραγωγής, επιτρέποντας έτσι την πρόβλεψη και αποφυγή τους, άρα ταυτόχρονα θα αυξήσουν την παραγωγή, την ποιότητα και την ευελιξία.

Οι μεγάλες αναλύσεις δεδομένων αποτελούνται από 6Cs στο ολοκληρωμένο περιβάλλον βιομηχανικών συστημάτων 4.0 και Cyber Physical Systems. Το σύστημα 6C περιλαμβάνει:

1. Σύνδεση (αισθητήρας και δίκτυα)
2. Cloud (υπολογισμός και δεδομένα κατόπιν ζήτησης)
3. Cyber (μοντέλο & μνήμη)
4. Περιεχόμενο / Πλαίσιο (έννοια και συσχέτιση)
5. Κοινότητα (κοινή χρήση & συνεργασία)
6. Προσαρμογή (εξατομίκευση και αξία)

### 3.10 Ο αντίκτυπος της Βιομηχανίας 4.0

Οι υποστηρικτές του I4, ισχυρίζονται ότι μακροπρόθεσμα η Industry 4.0 θα επηρεάσει πολλούς τομείς, κυρίως:

1. Της υπηρεσίες και επιχειρηματικά μοντέλα
2. Την αξιοπιστία και την συνεχή παραγωγικότητα
3. Την ασφάλεια πληροφορικής: Οι εταιρείες όπως η Symantec, η Cisco Systems, η Cisco και η Penta Security έχουν ήδη αρχίσει να αντιμετωπίζουν τα ζητήματα της ασφάλειας του Διαδικτύου
4. Την ασφάλεια μηχανών
5. Τις πωλήσεις κατασκευών:
6. Την βιομηχανική αλυσίδα αξίας
7. Την εκπαίδευση και τις δεξιότητες των εργαζομένων
8. Τους κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες
9. Την βιομηχανική επίδειξη: Για να βοηθήσει την βιομηχανία να κατανοήσει τον αντίκτυπο της Βιομηχανίας 4.0, ο Δήμαρχος του Σινσινάτι John Cranley υπέγραψε μια διακήρυξη για να δηλώσει: «Cincinnati to be Industry 4.0 Demonstration City».

Ο τομέας της αεροναυπηγικής, έχει χαρακτηριστεί μερικές φορές ως «πολύ χαμηλού μεγέθους παραγωγή για εκτεταμένο αυτοματισμό», ωστόσο οι αρχές του Industry 4.0 έχουν διερευνηθεί από αρκετές εταιρείες αεροναυπηγικής, έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες για τη βελτίωση της παραγωγικότητας σε βιομηχανίας όπου το κόστος εκκίνησης του αυτοματισμού δεν μπορεί να δικαιολογηθεί. Ένα παράδειγμα είναι η κατασκευάστρια εταιρία εξαρτημάτων αεροσκαφών Meggitt PLC, M4. Η συζήτηση σχετικά με το πώς η μετατόπιση προς τη Βιομηχανία 4.0, ιδίως η ψηφιοποίηση, θα επηρεάσει την αγορά εργασίας συζητείται στη Γερμανία με θέμα το Work 4.0.

### 3.11 Τεχνολογικός οδικός χάρτης για τη Βιομηχανία 4.0

Ένας "χάρτης πορείας" δίνει τη δυνατότητα σε οποιονδήποτε στη βιομηχανία να εφαρμόσει άμεσα κάθε κίνηση και τις όποιες ενέργειες πρέπει να εκτελέσει, ποιος πρέπει να κάνει τι και πότε. Αυτή η μέθοδος αποκωδικοποιείται σε ένα σχέδιο έργου, ορίζοντας τα χαρακτηριστικά της κάθε δραστηριότητας σε κάθε ένα από τα συνοδευτικά στάδια του σχεδιασμού. Λαμβάνοντας υπόψη έναν παγκοσμιοποιημένο κόσμο, η ανάγκη να εφαρμοστούν αναπτυξιακές στρατηγικές που μπορούν να εξασφαλίσουν τη βιώσιμη ανταγωνιστικότητα των εγκαταστάσεων είναι το μείζον ζήτημα.

### 3.12 Τα οφέλη κλειδιά του οδικού χάρτη της τεχνολογίας

- Δημιουργία συμμαχίας τεχνικών και εμπορικών γενικών σχεδίων
- Αποτελεσματικότερη επικοινωνία μεταξύ ομάδων και επιχειρήσεων
- Έλεγχος των αναμενόμενων ανταγωνιστικών στρατηγικών και τρόπων υλοποίησης αυτών των στρατηγικών
- Ικανότητα στον χρόνο διαχείρισης και σχεδίασης/χαρτογράφησης
- Εννοιοποίηση των αποτελεσμάτων, συμπεριλαμβανομένων των στόχων, των δραστηριοτήτων και των εξελίξεων

## Κεφάλαιο 4 Plc

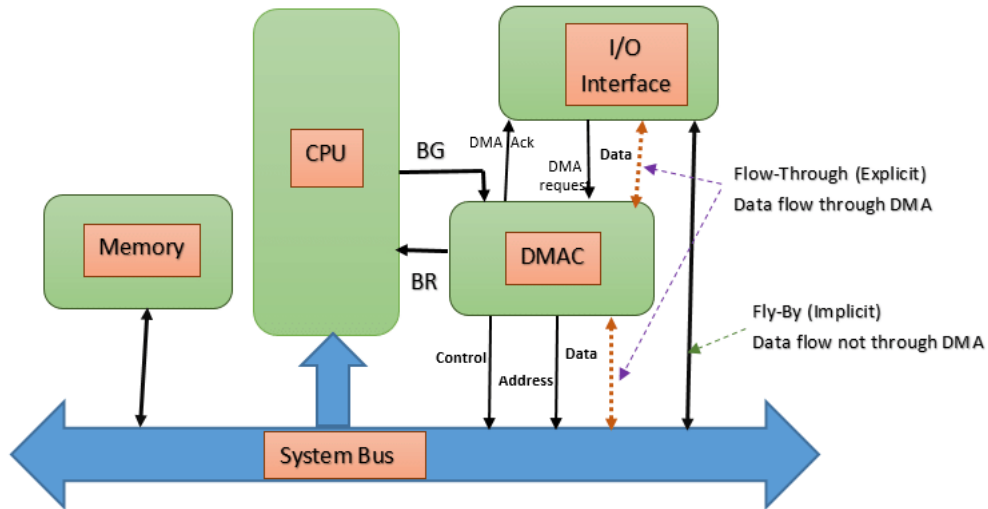
### 4.1 Γενικές έννοιες

Ιστορική αναδρομή Ο Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής (Programmable Logic Controller) είναι ένα ψηφιακό ηλεκτρονικό σύστημα, σχεδιασμένο για χρήση σε βιομηχανικό περιβάλλον, το οποίο χρησιμοποιεί μία προγραμματιζόμενη μνήμη για την αποθήκευση εντολών ώστε να επιτελούνται διάφορες λειτουργίες, όπως λογικές, χρονικές, μετρητικές και αριθμητικές πράξεις, και να ελέγχονται μέσω αναλογικών και ψηφιακών μονάδων διάφορες μηχανές ή διαδικασίες.<sup>1</sup> Τα PLC χρησιμοποιήθηκαν στις αρχές της δεκαετίας του '70, προκειμένου να υλοποιούν και να ελέγχουν σύνθετα κυκλώματα αυτοματισμού, αντικαθιστώντας έτσι τα συστήματα που βασίζονταν σε ηλεκτρομηχανικούς ηλεκτρονόμους (relays). Η ανάγκη για αντικατάσταση των κυκλωμάτων κλασσικού αυτοματισμού προήλθε από τα μειονεκτήματά τους, όπως η περιορισμένη διάρκεια ζωής και η μεγάλη κατανάλωση ενέργειας. Επίσης, σε ένα τέτοιο σύστημα υπάρχει δυσκολία σχεδιασμού και υλοποίησης αλλά και εντοπισμού και διόρθωσης λαθών του συστήματος. Στην αρχή της δεκαετίας του '80 παρατηρήθηκε η μεγάλη απαίτηση για μείωση του κύκλου παραγωγής. Οι απαιτήσεις του χρήστη για αυξημένη ποιότητα και οι πιο σύνθετες διαδικασίες παραγωγής αναπτύσσονταν συνεχώς. Όσο η τεχνολογία προχωρά, με τα πρώτα συστήματα δικτύωσης οι συσκευές επεξεργάζονται πλέον δεδομένα και ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους ή με υπολογιστές, και ο ρόλος του ανθρώπου στη παραγωγική διαδικασία αλλάζει-το φάσμα της εργασίας μεταφέρεται από το μυϊκό στο πνευματικό επίπεδο. Στη δεκαετία του '90 πλέον, σημειώνεται το μεγάλο άλμα που οδηγεί σε μικρότερο μέγεθος των PLC's και στην ανάπτυξη λογισμικού για τον προγραμματισμό τους από προσωπικό υπολογιστή, και όχι από τερματικά σχεδιασμένα αποκλειστικά για τον προγραμματισμό των PLC's. Ο χρήστης συνθέτει το πρόγραμμά του, έχοντας γνώση μόνο της παραγωγικής διαδικασίας, μέσω βιβλιοθηκών του λογισμικού και τα υπόλοιπα γίνονται αυτόματα στο «παρασκήνιο» για λογαριασμό του. Τέλος, υποστηρίζονται γλώσσες προγραμματισμού (Pascal, C++) για χρήστες που είναι εξοικειωμένοι σε τέτοια περιβάλλοντα, παρέχοντας πρόσθετη ευελιξία στον προγραμματισμό του ελεγκτή. Τα PLC σήμερα έχουν επικρατήσει, και χρησιμοποιούνται πλέον σε πολύ πιο σύνθετες εφαρμογές, καθώς ελέγχουν μεγάλο αριθμό διαφορετικών σημάτων και παρακολουθούν παραγωγικές διαδικασίες σε πραγματικό χρόνο. Μια άλλη εφαρμογή είναι ως ελεγκτές κλειστού βρόχου PID, PD, PI. 1 Ακριβής ορισμός από το βιβλίο «Εποπτεία και Διαχείριση Ενεργειακών Συστημάτων», Κορρές Γεώργιος 47

### 4.2 Δομή και Λειτουργία PLC

Το PLC αποτελείται από έναν μικροελεγκτή, δηλαδή μια Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU), περιοχές μνήμης και κατάλληλα κυκλώματα για τη λήψη σημάτων εισόδου και την αποστολή σημάτων εξόδου (εικόνα). Το PLC, λοιπόν, είναι συνδεδεμένο σε διάφορα σημεία της παραγωγής, απ' όπου λαμβάνει σήματα από αισθητήρες και μεταλλάκτες στην είσοδό του. Η CPU αναλαμβάνει την επεξεργασία αυτών των δεδομένων σύμφωνα με το set εντολών που έχουμε αποθηκεύσει στη μνήμη, εκτελεί δηλαδή λογικές και αριθμητικές πράξεις. Έπειτα, τα αποτελέσματα των πράξεων (RLO) στέλνονται στις εξόδους του PLC,

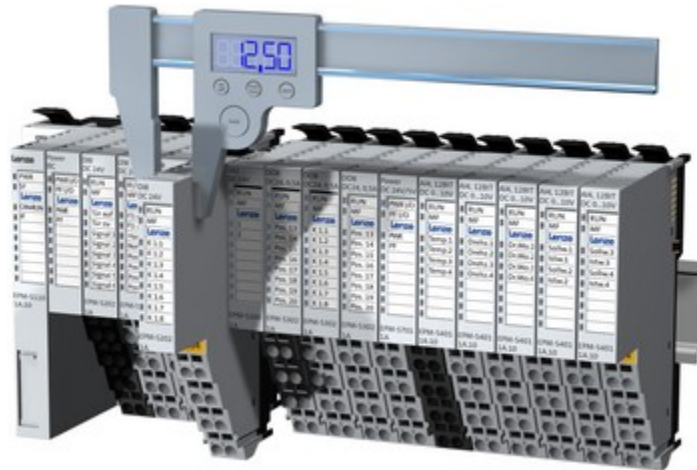
οι οποίες με τη σειρά τους συνδέονται με ηλεκτρονόμους, διακόπτες και άλλα σημεία της παραγωγής. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται περιοδικά κι έτσι επιτυγχάνεται συνεχής έλεγχος και επίβλεψη της παραγωγής.



Εικόνα 5: Δομή λειτουργίας PLC

### 4.3 Πλαίσιο τοποθέτησης μονάδων

Οι μονάδες τοποθετούνται σε ειδικά πλαίσια, στα οποία ενσωματώνεται σύστημα αγωγών για την επικοινωνία τους. Στο κεντρικό πλαίσιο τοποθετούνται η CPU, η μονάδα τροφοδοσίας και οι μονάδες εισόδων/εξόδων. Αν οι εισοδοί/εξοδοί είναι περισσότερες των θέσεων που απομένουν στο κεντρικό πλαίσιο, τότε οι περισσευούμενες τοποθετούνται σε πλαίσιο επέκτασης. Τα πλαίσια επέκτασης συνδέονται με το κεντρικό με ειδική μονάδα διασύνδεσης και καλωδίου και μπορεί να απέχουν από αυτό έως και 600 μέτρα.



Εικόνα 6: Πλαίσιο στήριξης μονάδων PLC της εταιρίας Lenze.

### 4.4 Μονάδα τροφοδοσίας

Η μονάδα τροφοδοσίας συνδέεται με το δίκτυο της ΔΕΗ και μετατρέπει την τάση του δικτύου στην κατάλληλη τάση για τη λειτουργία των κυκλωμάτων του PLC (τυπικές τιμές 5 VDC, 12 VDC, 24 VDC). Το ονομαστικό ρεύμα του τροφοδοτικού πρέπει φυσικά να είναι



μεγαλύτερο από το ρεύμα που καταναλώνουν οι μονάδες του PLC. Στη μονάδα τροφοδοσίας, συνήθως, ενσωματώνεται και μια μπαταρία, προκειμένου να μη χαθεί το πρόγραμμα από τη μνήμη για κάποιο χρονικό διάστημα, σε περίπτωση διακοπής της τάσης που παρέχεται από το δίκτυο.

### 3.1.2.3 Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

Η CPU ελέγχει και εκτελεί όλες τις λειτουργίες του PLC. Ένα εσωτερικό κανάλι επικοινωνίας (bus system) μεταφέρει πληροφορίες από την CPU στη μνήμη και στις μονάδες I/O και αντίστροφα. Η ταχύτητα του επεξεργαστή εκφράζεται από το ρυθμό σάρωσης (scan rate) δεδομένης περιοχής μνήμης. Η CPU αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα (Σχήμα 3.4):

- ο Αριθμητική Μονάδα (Arithmetic Logical Unit - ALU): Αποτελείται από τους κεντρικούς καταχωρητές, στους οποίους αποθηκεύονται οι πληροφορίες από τις εισόδους και εξόδους και εκτελούνται οι λογικές και αριθμητικές πράξεις.
- ο Επεξεργαστής (Processor): Καλεί στη μνήμη εντολές και τις εκτελεί σειριακά, σύμφωνα με τη ροή του προγράμματος. Επεξεργάζεται τις πληροφορίες από τη μνήμη απεικόνισης εισόδων (PII), υπολογίζοντας ταυτόχρονα τα χρονικά, τους ενεργούς απαριθμητές και τα σήματα από βοηθητικές μονάδες.
- ο Λειτουργικό Σύστημα (ROM): Περιέχει τα προγράμματα του συστήματος. Τα προγράμματα αυτά καθορίζουν τον τρόπο εκτέλεσης του προγράμματος ελέγχου, την κατανομή της μνήμης, τον τρόπο διαχείρισης των μονάδων I/O και τη διακίνηση δεδομένων. Το λειτουργικό σύστημα καλεί το πρόγραμμα της εφαρμογής, ανιχνεύει διακοπές και καλεί τα αντίστοιχα Obs, ανιχνεύει και διαχειρίζεται σφάλματα. Τέλος, το λειτουργικό σύστημα δε μπορεί να τροποποιηθεί.
- ο Εσωτερική Μνήμη Προγράμματος (Program Memory): Πρόκειται για μια περιοχή της RAM, στην οποία αποθηκεύεται το πρόγραμμα ελέγχου, το οποίο τροποποιείται εύκολα.

49 Το πρόγραμμα αυτό πρέπει να αποθηκεύεται σε μία εξωτερική μονάδα μνήμης, EPROM ή EEPROM, επειδή χάνεται, αν δεν υπάρχει μπαταρία και σταματήσει η τροφοδοσία του PLC.

- ο Μνήμη απεικόνισης εισόδων (PII - Process Image Input Table): Πρόκειται για μια περιοχή της RAM, όπου αποθηκεύονται τα ψηφιακά σήματα των εισόδων του plc.
- ο Μνήμη απεικόνισης εξόδων (PIQ - Process Image Output Table): Πρόκειται για μια προκαθορισμένη περιοχή της RAM, όπου αποθηκεύονται τα ψηφιακά σήματα προς τις εξόδους του ελεγκτή.

### Σχήμα 3.4 Λειτουργικό διάγραμμα του επεξεργαστή ενός PLC

### 3.1.2.4 Ψηφιακές και αναλογικές εισοδοί

Οι μονάδες εισόδου λαμβάνουν σήματα και τα μεταφέρουν στην CPU. Διακρίνονται σε ψηφιακές και αναλογικές:

- οι κάρτες ψηφιακών εισόδων ενημερώνουν τη CPU με ψηφιακή πληροφορία από αισθητήρια και επαφές, δηλαδή αυτή που παίρνει τις τιμές 0 ή 1. Η πληροφορία αυτή, για παράδειγμα η ενεργοποίηση ενός τερματικού διακόπτη ή το πάτημα ενός μπουτόν, μεταφέρεται ηλεκτρικά σε κλέμμα της κάρτας εισόδων, ψηφιοποιείται και αποθηκεύεται στη μνήμη απεικόνισης εισόδων. Η λογική τιμή 1 αντιστοιχεί σε τάση 13-30 VDC ενώ η λογική τιμή 0 αντιστοιχεί σε 0-5 VDC. Η κάρτα δεν αντιλαμβάνεται την ενδιάμεση περιοχή τάσεων 6-12 VDC και την αγνοεί. Οι κάρτες που χρησιμοποιούνται είναι 8, 16, 32 εισόδων (bits). Οι κάρτες εισόδου διαθέτουν γαλβανική απομόνωση, δηλαδή η τάση εισόδου δεν οδηγεί απευθείας τα κυκλώματα της CPU. Το πλεονέκτημα της γαλβανικής απομόνωσης είναι ότι παρέχει προστασία στα κυκλώματα της CPU έναντι τυχόν υπερτάσεων ή εσφαλμένων τροφοδοτήσεων στην κάρτα εισόδων.
- Οι κάρτες αναλογικών εισόδων έχουν την ίδια λειτουργία με τις μονάδες ψηφιακών εισόδων. Η διαφορά τους είναι ότι οι αναλογικές κάρτες διαβάζουν συνεχείς τιμές είτε συνεχούς τάσης 0-10 V είτε συνεχούς ρεύματος εύρους 0-20 mA ή 4-20 mA, και τις μετατρέπουν σε έναν ακέραιο αριθμό με έναν ενσωματωμένο A/D transducer.

50 Πριν την κάρτα αναλογικών εισόδων υπάρχει κατάλληλος transducer, ο οποίος μετατρέπει το σήμα στις αποδεκτές τιμές τάσης ή ρεύματος που αναφέρθηκαν. Κάθε κανάλι της κάρτας μετράει τάση ή ρεύμα με την κατάλληλη συνδεσμολογία και δήλωση στο περιβάλλον προγραμματισμού του PLC. Έχουμε κάρτες με 2, 4 ή 8 κανάλια

και κάθε κανάλι καταλαμβάνει 12 ή 14 bits, ανάλογα με την ακρίβεια και το είδος του A/D transducer. Τέλος, διαθέτουν γαλβανική απομόνωση για την ασφάλεια της CPU.

### 3.1.2.5 Ψηφιακές και αναλογικές εξόδους

Οι μονάδες εξόδου στέλνουν σήματα εντολών προς το ελεγχόμενο σύστημα. Διακρίνονται επίσης, σε αναλογικές και ψηφιακές.

- Οι κάρτες ψηφιακών εξόδων αυτές έχουν ως ρόλο να μετατρέπουν τα σήματα που έχει ήδη επεξεργαστεί η CPU σε κατάλληλες τάσεις προς την εγκατάσταση. Οι κάρτες αυτές λειτουργούν ως διακόπτες, οι οποίοι όταν κλείσουν διοχετεύουν την τάση προς το υπόλοιπο κύκλωμα. Όταν η κάρτα είναι ανενεργή έχει τάση 0 VDC, ενώ όταν είναι ενεργοποιημένη 24 VDC (δυναμικό 1).
- Οι κάρτες που χρησιμοποιούνται είναι 8, 16, 32 εισόδων (bits). Τέλος, διαθέτουν γαλβανική απομόνωση για την ασφάλεια της CPU.
- Οι κάρτες αναλογικών εξόδων λειτουργούν αντίστοιχα με τις ψηφιακές κάρτες, με τη διαφορά ότι η έξοδος είναι ένα συνεχές σήμα τάσης εύρους 0-10 V ή ρεύματος (0-20 mA ή 4-20 mA). Το σήμα αυτό, που έχει προκύψει από τις εισόδους και το Ladder, ρυθμίζει και οδηγεί διάφορες διατάξεις της εγκατάστασης. Για τη μετατροπή της ψηφιακής πληροφορίας (12 ή 14 bits) σε συνεχές σήμα, οι κάρτες αναλογικών εξόδων διαθέτουν ένα μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικό (D/A). Και σε αυτήν την περίπτωση εξασφαλίζεται η προστασία της CPU με γαλβανική απομόνωση.

### 3.1.3 Πλεονεκτήματα των PLC's

Τα βασικά πλεονεκτήματα ενός PLC είναι:

- ευκολία στον προγραμματισμό: τροποποιήσεις ελέγχου με αλλαγή στο λογισμικό (πρόγραμμα) κι όχι στη συνδεσμολογία,
- πολλές δυνατότητες που παρέχονται από τη γλώσσα προγραμματισμού (υπάρχουν έτοιμες προγραμματιζόμενες ρουτίνες),
- μικρές διαστάσεις και βάρος,
- σχετικά χαμηλό κόστος αγοράς αλλά και αποκατάστασης βλαβών,
- μεγάλη διάρκεια ζωής,
- αύξηση της αξιοπιστίας

## 4.5 Είσοδοι / Έξοδοι

### Ψηφιακές εισοδοι στο PLC

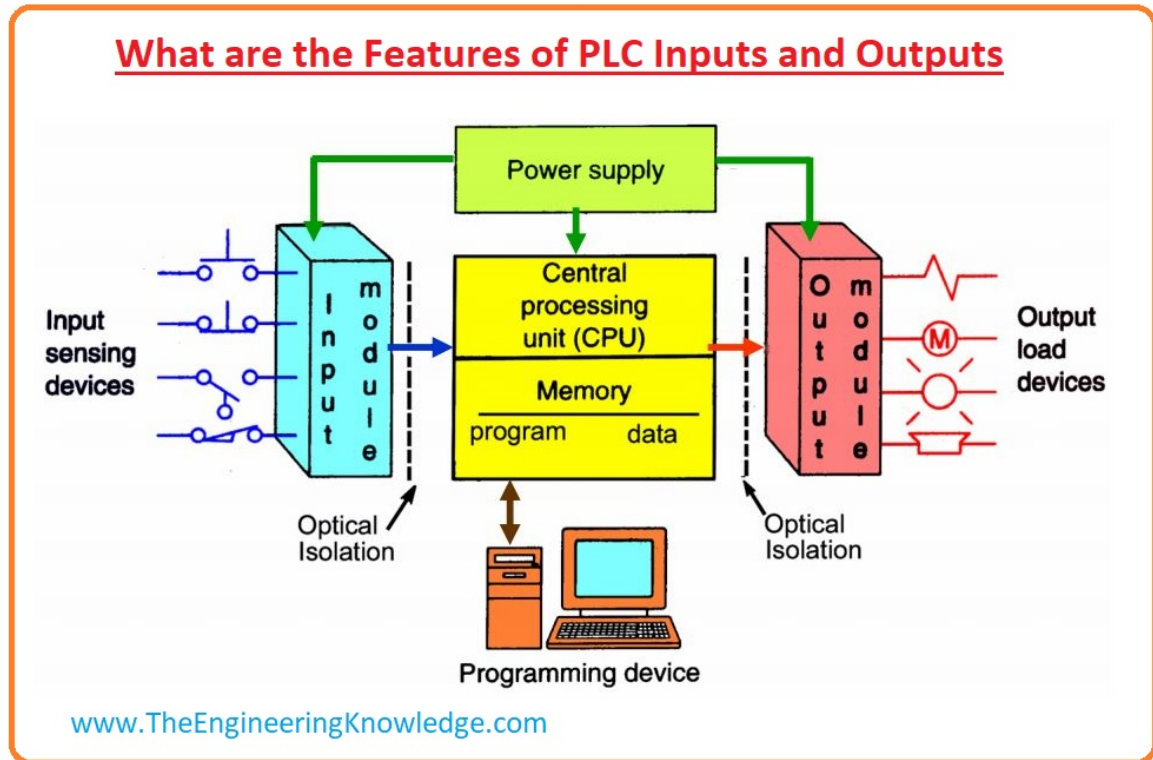
Οι ψηφιακές εισοδοι ενός PLC “αντιλαμβάνονται” (“ανιχνεύουν”, “αναγνωρίζουν”) δύο διακριτές καταστάσεις: την κατάσταση “ON” και την κατάσταση “OFF” που πάντα αντιστοιχούν στην κατάσταση του λογικού 1 και 0 αντίστοιχα και που διοχετεύονται ως πληροφορίες μέσω της διέλευσης (ή όχι) ηλεκτρικού σήματος.

Στις ψηφιακές εισόδους του PLC μπορούμε να συνδέσουμε διάφορων ειδών εξαρτήματα και υλικά (που ανήκουν στην κατηγορία των αισθητηρίων/“sensors”) όπως μπουτόν, επαφές ρελέ, διακόπτες, τερματοδιακόπτες, διακόπτες προσέγγισης (proximity switch) διάφορων τύπων - χωρητικούς, επαγωγικούς κ.λ.π.), φω-τοκύτταρα και πλήθος ακόμα εξαρτήματα.

### Αναλογικές εισοδοι PLC

Σε αυτή την περίπτωση έχουμε το δεύτερο “είδος” εισόδων ενός PLC διαφορετικό από αυτό των ψηφιακών εισόδων. Οι αναλογικές εισοδοι του PLC “αντιλαμβάνονται” (“ανιχνεύουν”, “αναγνωρίζουν”) όχι δύο διακριτές καταστάσεις – όπως στην περίπτωση των ψηφιακών εισόδων – αλλά μια κατάσταση που συνεχώς μεταβάλλεται. Ένα κλασικό παράδειγμα είναι η μέτρηση στάθμης ενός υγρού υλικού σε μια δεξαμενή. Η μεταβαλλόμενη στάθμη του υγρού “μεταφράζεται” από το αισθητήριο σε ένα αντίστοιχα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα που κυμαίνεται σε μία τυποποιημένη κλίμακα έντασης ρεύματος (π.χ. 4 έως 20 mA)

ή τάσης ρεύματος (π.χ. 0-10 V) Η - ειδικού τύπου - αναλογική είσοδος του PLC (διαφορετική στην κατασκευή όπως ήδη είπαμε από την ψηφιακή)\* “αντιλαμβάνεται” τις διαφοροποιήσεις (αυξομειώσεις του ηλεκτρικού σήματος-ρεύματος από π.χ. 4 έως 20 mA ή τάσης π.χ. 0-10 V) και τις “μεταφράζει” σε μεταβολές (αυξομειώσεις) του φυσικού φαινομένου, δηλαδή της στάθμης του υγρού.



Εικόνα 7:Είσοδοι/ έξοδοι PLC.

\*Τα όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω δεν πρέπει να δημιουργήσουν σύγχυση στον αναγνώστη σε σχέση με τη βασική αρχή που λέει ότι η “καρδιά”, ο “εγκέφαλος” του PLC δηλαδή το “ψηφιακό κύκλωμα” που ονομάζεται CPU “αντιλαμβάνεται” πληροφορίες μόνο στη μορφή “ON” - “OFF” ή λογικού 1 ή 0. Απλά στην περίπτωση των αναλογικών σημάτων στη μονάδα των αναλογικών εισόδων υπάρχουν ειδικές ενδιάμεσες διατάξεις (ψηφιακά κυκλώματα) που ονομάζονται “Μετα-τροπείς Αναλογικών σε Ψηφιακά σήματα” (Analog to Digital Converters / A/D Converters) που “μεταφράζουν” το συνεχές μεταβαλλόμενο αναλογικό σήμα με κωδικοποιημένο τρόπο (με αλληλουχίες συνδυασμών 0 και 1) σε ψηφιακό, σε αυτό δηλαδή που η CPU του PLC είναι σε θέση να “αντιληφθεί”.

#### Ψηφιακές έξοδοι

Οι ψηφιακές έξοδοι μπορούν να έχουν κατάσταση ON ή OFF. Σε αυτές συνδέονται και ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται τα φορτία. Η σύνδεση των φορτίων με τις εξόδους γίνεται είτε απ’ ευθείας ή (το πιο συνηθισμένο) μέσω διατάξεων ενεργοποίησης όπως ρελέ

κ.λ.π. Στο παράδειγμα που φαίνεται στο σχήμα μια λάμπα συνδέεται στην έξοδο του PLC και ανάβει όταν η έξοδος είναι ON ή σβήνει όταν η έξοδος είναι OFF.

#### Αναλογικές έξοδοι

Η κατάσταση μιας αναλογικής εξόδου μεταβάλλεται συνεχώς. Για παράδειγμα μια αναλογική έξοδος μπορεί να παρέχει ηλεκτρικό σήμα του οποίου η τάση μεταβάλλεται από 0 έως 10 V και το οποίο οδηγεί ένα αναλογικό όργανο μέτρησης π.χ. θερμοκρασίας, ταχύτητας ή βάρους. Ακόμα μέσω ενός ηλεκτροπνευματικού μετατροπέα το μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα μιας αναλογικής εξόδου μπορεί τελικά να ελέγχει μια βαλβίδα αέρος όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί.

## 4.6 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Το εργοστασιακό δίκτυο (Industrial Ethernet – IE) αναφέρεται στην χρήση του ηλεκτρονικού τρόπου επικοινωνίας μεταξύ των μηχανημάτων και εξαρτημάτων σε ένα εργοστασιακό περιβάλλον. Παλιότερα με την χρήση των κλασικών εγκαταστάσεων η επικοινωνία όλων αυτών γινόταν από τα τυπικά χάλκινα καλώδια. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη χιλιάδων καλωδίων. Η μετάβαση σε αυτό το δίκτυο άργησε λόγω της επιφυλακτικότητας των κατασκευαστών αλλά γρήγορα έδειξε τα πλεονεκτήματά της τα οποία είναι:

1. Μειωμένο χρόνο Υλοποίησης. Από την στιγμή δηλαδή που θα δοθεί η παραγγελία για κατασκευή της εγκατάστασης μέχρι και την στιγμή που θα ξεκινήσει η λειτουργία της.
2. Κατοχή πληροφοριών. Με την ηλεκτρονική μετάδοση των πληροφοριών και τα συστήματα εποπτείας και ελέγχου των επικοινωνιών είναι πιο εύκολη η επιτήρηση και έλεγχος της λειτουργίας της όλης εγκατάστασης.
3. Αυξημένη ασφάλεια. Η δυνατότητα επίλυσης των προβλημάτων και εύρεσης τους είναι μεγαλύτερη και έτσι αυξάνεται η αποτελεσματικότητα επιδιόρθωσης ενός σφάλματος αλλά και ο εντοπισμός του.

Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στην εγκατάσταση πρέπει να σχεδιάζονται για να λειτουργούν σε δύσκολα περιβάλλοντα με μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασιών, υγρασίας και κραδασμών που υπερβαίνουν τις αντοχές των τυπικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε ελεγχόμενα περιβάλλοντα. Καθώς τα IE συστήματα χρησιμοποιούν το ίδιο πρωτόκολλο με τα συστήματα Ethernet σε ένα περιβάλλον γραφείου, ο εξοπλισμός πρέπει να ταιριάζει με το περιβάλλον στο οποίο θα λειτουργεί.

Τα PLC επικοινωνούν χρησιμοποιώντας διάφορα από τα ανοιχτά ή κλειστά πρωτόκολλα επικοινωνίας, τα λεγόμενα FieldBus όπως το Profibus, Modbus, ControlNet, CANopen, DeviceNET ή FOUNDATION FieldBus. Πρωτόκολλα όπως το Profibus και το Sinec H1 χρησιμοποιήθηκαν από μεγάλες εταιρίες κατασκευής PLC όπως είναι η Siemens. Περαιτέρω ανάλυση ορισμένων από τα παραπάνω δίκτυα θα δοθεί παρακάτω.

Η χρήση διαφορετικών πρωτόκολλων επικοινωνίας των PLC είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας επικοινωνίας από 9.6Kbit/s έως και 1 Gbit/s με χρήση του πρωτοκόλλου Gigabit Ethernet μέσω UTP Cat5e/Cat6 καλωδίων ή οπτικών ινών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της απόστασης επικοινωνίας αλλά και την χρήση στάνταρ καλωδίων, διακοπών, σημείων πρόσβασης και διακομιστών. Ακόμη παρέχει την δυνατότητα σύνδεσης πάνω από δύο κόμβων στο δίκτυο το οποίο γίνεται μόνο με την θύρα επικοινωνίας RS-485 και όχι με την RS-232.

Οι δυσκολίες όμως που προέκυψαν κατά την χρήση του IEC ήταν ότι το ελάχιστο μέγεθος προς μεταφορά σε ένα Ethernet είναι 64 bytes, την στιγμή που τα τυπικά εργοστασιακά μεγέθη δεν ξεπερνούν τα 8 bytes. Αυτό το πρωτόκολλο επηρέασε την αποδοτικότητα των μεταφορών των δεδομένων. Ακόμη η χρήση πρωτοκόλλων TCP δυσκολεύει και αυξάνει την πολυπλοκότητα του συστήματος.

### Πρωτόκολλα επικοινωνίας FieldBus

Με τον όρο FieldBus αναφερόμαστε στην <<οικογένεια>> των εργοστασιακών πρωτοκόλλων δικτύου τα οποία χρησιμοποιούνται για την εξ αποστάσεως, σε πραγματικό χρόνο επικοινωνία, χαρακτηρισμένα από το IEC 61158. Σε αυτήν την ιεραρχία, υπάρχει συνήθως μια διεπαφή ανθρώπου-μηχανής Human Machine Interface (HMI) στην κορυφή, όπου ένας χειριστής μπορεί να παρακολουθεί ή να λειτουργήσει το σύστημα. Αυτό συνήθως συνδέεται με ένα μεσαίο στρώμα των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (PLC) μέσω ενός όχι πραγματικού χρόνου συστήματος (π.χ. Ethernet). Στο κάτω μέρος της αλυσίδας ελέγχου είναι η fieldbus που συνδέει τα PLC με τα στοιχεία που πραγματικά κάνουν τη δουλειά, όπως αισθητήρες, ενεργοποιητές, ηλεκτρικοί κινητήρες, φώτα της κονσόλας, διακόπτες, βαλβίδες και διακόπτες.

Το Fieldbus είναι ένα βιομηχανικό δίκτυο με κατακεκομμένο έλεγχο σε πραγματικό χρόνο. Είναι ένας τρόπος για να επιτευχθεί σύνδεση μέσα σε ένα εργοστάσιο παραγωγής. Η τοπολογία του Fieldbus είναι συνήθως (daisy-chain), αστέρα (star), δακτυλίου (ring), και δέντρου. Στο παρελθόν, οι υπολογιστές συνδεόταν χρησιμοποιώντας RS-232 (σειριακή σύνδεση) με την οποία μόνο δύο συσκευές μπορούν να επικοινωνούν.

Το Fieldbus είναι ένα ψηφιακό, αμφίδρομο, σειριακής επικοινωνίας και multidrop δίκτυο, σχεδιασμένο να αντικαταστήσει το πατροπαράδοτο σύστημα αναλογικούσήματος 4-20mA (παλαιότερα, το σήμα ήταν αναλογικό και κυμαινόταν ανάμεσα στις τιμές 4-20mA για να αναπαραστήσει το 0% και το 100% αντίστοιχα). Είναι αυτό που αναλαμβάνει να συνδέσει τις συσκευές χαμηλότερου επιπέδου (field devices). Οι συσκευές αυτές, πρέπει να πούμε, ότι είναι ως ένα βαθμό «έξυπνες», διαθέτουν μία στοιχειώδη υπολογιστική ισχύ για να επιτελέσουν κάποιες βασικές λειτουργίες. Το δίκτυο Fieldbus είναι αυτό που τους επιτρέπει να επικοινωνούν μεταξύ τους αλλά και με τον κεντρικό υπολογιστή ελέγχου. Επιπλέον, δεδομένου ότι οι συσκευές που επικοινωνούν μέσω διαύλου απαιτούν μικροεπεξεργαστή, τα πολλαπλά σημεία παρέχονται συνήθως από την ίδια συσκευή. Ορισμένες συσκευές fieldbus υποστηρίζουν τώρα τα συστήματα ελέγχου, όπως PID έλεγχο από την πλευρά της συσκευής αντί να αναγκάζουν τον ελεγκτή να κάνει την επεξεργασία.

Τα πρότυπα του Fieldbus Το fieldbus είναι ένα γενικότερο πρωτόκολλο στο οποίο ανήκουν κάποια εξειδικευμένα πρότυπα (standards). Σήμερα, στη βιομηχανία χρησιμοποιείται μία πλειάδα τέτοιων. Μερικά από τα πιο διαδεδομένα είναι:

- Το AS-Interface (επίσης γνωστό και ως AS-i), είναι το απλούστερο πρότυπο βιομηχανικής δικτύωσης που χρησιμοποιείται σε ελεγκτές PLC, DCS (διανεμημένα συστήματα ελέγχου) και βασισμένα σε Η/Υ συστήματα αυτοματισμού. Σχεδιάστηκε (κυρίως για τα χαμηλότερα επίπεδα του βιομηχανικού αυτοματισμού) για να συνδέει δυαδικές συσκευές, όπως οι τελεστές και οι αισθητήρες, σε εφαρμογές διεργασιών χρησιμοποιώντας ένα διπλό καλώδιο. Μέσω αυτού του καλωδίου, μεταφέρει δεδομένα και ηλεκτρικό ρεύμα για μία μέγιστη απόσταση 100 μέτρων. Με χρήση επαναληπτών, αυτή η απόσταση μπορεί να αυξηθεί μέχρι τα 200 μέτρα. Το δίκτυο επιτρέπει μέχρι και 31 συσκευές slave. Οι συνδεδεμένοι slaves «ερωτώνται» με τη σειρά από τη συσκευή master μπορεί να είναι ένας ελεγκτής PLC ή ένας Η/Υ. Ένα «φορτωμένο» δίκτυο προσφέρει μέγιστη χρονική απόκριση της τάξης των 5ms ανά

I/O συσκευή. Λιγότερες συσκευές στο δίκτυο σημαίνει και γρηγορότεροι κύκλοι (cycle times).

- Το CAN σχεδιάστηκε για να είναι πολύ ανθεκτικό σε περιβάλλοντα με έντονο ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο. Αν χρησιμοποιηθεί συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων, μπορεί να επιτευχθεί ακόμη μεγαλύτερη ανθεκτικότητα. Σήμερα βρίσκεται σε χρήση σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές ελέγχου. Τα μηνύματα που στέλνονται μέσα από αυτό το δίκτυο είναι μικρά (8 bytes δεδομένων το πολύ) αλλά προστατεύονται από ένα CRC-15 αλγόριθμο αντιμετώπισης σφαλμάτων. Αυτός εγγυάται ότι μέχρι και 5 «χαλασμένα» bits σε μία σειρά θα ανιχνευθούν από κάθε κόμβο στο δίκτυο. Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (bitrate) φτάνει το 1 Mbit/s για μήκος δικτύου έως 40m. Το δίκτυο υλοποιεί ένα αλγόριθμο προτεραιότητας. Ένα CAN μήνυμα υψηλής προτεραιότητας, για παράδειγμα, θα «καταλάβει» το δίκτυο και κάποιος κόμβος ο οποίος θα θέλει να στείλει μήνυμα χαμηλής προτεραιότητας θα το αισθανθεί αυτό, θα σταματήσει τη μετάδοση και θα περιμένει. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση «κυρίαρχων» και «υποτελών» bits.
- Το DeviceNet χρησιμοποιεί το πρότυπο CAN σαν κορμό του. Πρόκειται για ένα σύστημα fieldbus των 8 bytes που στοχεύει σε μεσαίας κατηγορίας βιομηχανικό έλεγχο που συνδέει συνήθως συσκευές όπως αισθητήρες, διακόπτες, σαρωτές barcode κ.α. Το μεγάλο πλεονέκτημα με το DeviceNet είναι ότι πραγματοποιεί τη σύνδεση συσκευών με ένα και μόνο καλώδιο. Αυτό το καλώδιο περιλαμβάνει μέσα του 4 μικρότερα. Ένα για την ηλεκτρική τάση, ένα για τη γείωση και άλλα δύο για τα δεδομένα ελέγχου. Γύρω γύρω από αυτά τα καλώδια, υπάρχει ειδική θωράκιση για προστασία από ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο.
- Το EtherCAT. Είναι ένα γρήγορο, πραγματικού χρόνου master/slave δίκτυο που είναι βασισμένο στο Ethernet. Με το EtherCAT, το πακέτο/πλαίσιο του Ethernet δε λαμβάνεται πλέον, έπειτα μεταφράζεται και μεταφέρεται σαν δεδομένα διεργασίας σε κάθε κόμβο. Οι συσκευές slave στο EtherCAT διαβάζουν τα δεδομένα που απευθύνονται σε αυτές όσο το «μήνυμα» περνά διαμέσω τους. Παρομοίως, δεδομένα εισόδου από τη συσκευή περνάνε στο μήνυμα με τον ίδιο τρόπο. Το πρωτόκολλο του EtherCAT είναι σχεδιασμένο ειδικά για μεταφορά δεδομένων διεργασιών και μεταφέρεται απευθείας μέσα στο πλαίσιο του προτύπου του Ethernet IEEE 802.3. Για ενσωμάτωση ήδη προϋπαρχόντων προτύπων fieldbus (π.χ. DeviceNet, Profibus) σε δίκτυα EtherCAT, διατίθενται ειδικές συσκευές (πύλες / gateways). Επίσης, άλλα πρωτόκολλα βασισμένα στο EtherNet μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με το EtherCAT. Το δίκτυο EtherCAT είναι πλήρως «διαφανές» για τη συσκευή Ethernet, χωρίς να βλάπτονται τα χαρακτηριστικά real-time του δικτύου, δηλαδή η απόκριση σε πραγματικό χρόνο. Όλες λοιπόν οι εφαρμογές διαδικτύου μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο περιβάλλον του EtherCAT, όπως ο ενσωματωμένος web server, e-mail, FTP κλπ.
- PROFIBUS-FMS (Fieldbus Message Specification) που χρησιμοποιείται, βασισμένο στο μοντέλο Client-Server, για την επικοινωνία συσκευών αυτοματισμού.
- PROFIBUS-DP (Decentralised Periphery) που χρησιμοποιείται για γρήγορη, κυκλική διακίνηση δεδομένων μεταξύ των field devices και για διασύνδεση των field devices σε μία συσκευή ελέγχου. Επικοινωνεί στα 93.75 Kbps ή λιγότερα σε απόσταση 1200 μέτρων. Φτάνει μέχρι και τα 12 Mbps αλλά στη μικρή απόσταση των 100 μέτρων. Αποτελεί την ιδανική λύση για απαιτητικά «γρήγορες εφαρμογές», αφού απαιτείται λιγότερο από 2ms για τη μετάδοση δεδομένων 1Kbyte. Αυτό το πρωτόκολλο επικοινωνεί με κυκλική διακίνηση πληροφορίας. Κάθε συσκευή πεδίου ανταλλάσει δεδομένα εισόδου και εξόδου με τον master κάθε τακτά χρονικά διαστήματα, που καλείται cycle time. Η επικοινωνία είναι ομότιμων κόμβων (peer-to-peer), multi-cast ή κυκλική master/slave με χρήση token.

- PROFIBUS-PA (Process Automation) που χρησιμοποιείται για τον παραπάνω σκοπό, αυτό όμως επιτρέπει την ασφαλή μετάδοση δεδομένων και ηλεκτρικού ρεύματος στη γραμμή. Επικοινωνεί στα 31.25 Kbps και έχει μία μέγιστη απόσταση των 1,900 μέτρων ανα κλάδο. Αν χρησιμοποιηθούν επαναλήπτες, φτάνει τα 9500 μέτρα. Χρησιμοποιεί αρχιτεκτονική client/server.
- Industrial Ethernet. Η χρήση του πρωτοκόλλου Ethernet σε ένα βιομηχανικό περιβάλλον για αυτοματισμό και έλεγχο μηχανών σε γραμμές παραγωγής καλείται βιομηχανικό Ethernet (Industrial Ethernet). Σε μία εφαρμογή βιομηχανικού Ethernet, τα πραγματικού χρόνου δεδομένα ελέγχου θα μπορούν να μοιράζονται δικτυακούς πόρους με άλλες ροές δεδομένων (μη σημαντικές) π.χ. με FTP σύνδεση. Χρησιμοποιώντας Quality of Service, μπορούμε να δώσουμε υψηλή προτεραιότητα σε κίνηση UDP (για time-critical δεδομένα) και χαμηλή στις συνδέσεις TCP, αποφεύγοντας πολλές φορές καθυστερήσεις που θα μπορούσαν να επηρεάσουν λειτουργίες ελέγχου στη βιομηχανία.

Για να γίνει ακόμη πιο σαφής ο ορισμός του FieldBus θα το εξετάσουμε σε ένα παράδειγμα πάνω στο Profibus DP (decentralized peripherals) της SIEMENS.

Στο παράδειγμα του Profibus DP ας φανταστούμε την τοποθέτηση πολλών αισθητήρων για μια συγκεκριμένη δουλειά σε ένα σημείο X και την τοποθέτηση του PLC σε ένα σημείο Ψ. Η απόσταση όμως του XΨ είναι αρκετά μεγάλη (έστω 300 μέτρα). Κάθε αισθητήρας θα πρέπει να συνδεθεί με ξεχωριστό δικό του καλώδιο στην ανάλογη είσοδο στο PLC. Αυτό δημιουργεί το πρόβλημα των πολλών παράλληλων καλωδίων που θα ταξιδεύουν για 300 μέτρα από τους αισθητήρες μέχρι το PLC. Αυτό αυξάνει το κόστος και την πολυπλοκότητα της εγκατάστασής όπως και την κατάληψη του χώρου σε εγκαταστάσεις περιορισμένης χωρητικότητας. Για τον λόγο αυτό, της οικονομίας και της απλότητας, μπορούμε να μεταφέρουμε όλες τις εισόδους από την μονάδα του PLC κοντά στους αισθητήρες με σκοπό την μείωση της απόστασης των καλωδίων. Τότε η σύνδεση όλων αυτών των εισόδων γίνεται με το I.M. (Interface Module) αυτό συνδέεται με το PLC μέσω καλωδίου RS – 485. Μέσω αυτού του καλωδίου λοιπόν θα μεταφέρονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες από τις εισόδους στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

Η μεταφορά όλων των ψηφιακών και αναλογικών σημάτων εισόδου μέσω διμεταλλικού γυριστού καλωδίου ή οπτικής ίνας από τον χώρο εργασίας στον χώρο επεξεργασίας τους αυξάνει και την ευκολία εγκατάστασης και μειώνει το κόστος. Ακόμη παρέχει ανοσία στον ηλεκτρονικό θόρυβο λόγω της φύσεως του καλωδίου αλλά και της φύσεως της πληροφορίας η οποία πλέον είναι σε δυαδικό σύστημα. Το μεγάλο, ίσως και μοναδικό μειονέκτημα της εγκατάστασης είναι η ύπαρξη ενός και μόνο καλωδίου το οποίο σε περίπτωση φθοράς ή και καταστροφής μπορεί να φέρει σε παύση την όλη εγκατάσταση μέχρι αντικατάστασής του.

## Κεφάλαιο 5 Μικροελεγκτές και μικροεπεξεργαστές

### 5.1 Μικροελεγκτές και μικροεπεξεργαστές

Ο μικροελεγκτής είναι ένα αυτόνομο υπολογιστικό σύστημα, με πολύ μικρό μέγεθος, σε ένα και μοναδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα (computer on a chip). Όπως και όλα τα VLSI κυκλώματα, αποτελείται από μέρη που κατασκευάζονται με διάφορες λιθογραφικές μεθόδους πάνω σε πλάκες πυριτίου, τα λεγόμενα Silicon Wafers. Πάνω σε αυτά σχηματίζονται χιλιάδες έως εκατομμύρια τρανζίστορ και κατ' επέκταση δημιουργούνται τα λεγόμενα ολοκληρωμένα κυκλώματα που είναι συνδυασμός λογικών πυλών. Συνδυάζοντας τις λογικές πύλες, δημιουργούνται υποομάδες που επιτελούν ορισμένες πιο εξειδικευμένες λειτουργίες στον μικροελεγκτή. Η επιθυμία των κατασκευαστών συστημάτων να δημιουργήσουν συστήματα με περισσότερες δυνατότητες και με μικρότερο μέγεθος οδήγησε στην ανάγκη για ενσωμάτωση όλων των λειτουργιών ενός υπολογιστή σε ένα ή μερικά ολοκληρωμένα κυκλώματα. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των κυκλωμάτων αυτών, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη του μικροεπεξεργαστή.

Μια κύρια διαφορά μεταξύ ενός μικροελεγκτή και ενός μικροεπεξεργαστή είναι πως στον μικροελεγκτή υπάρχει ενσωματωμένη μνήμη και μονάδες ελέγχου περιφερειακών συσκευών. Οι μικροελεγκτές έχουν ως κύριο σκοπό τους να επικοινωνούν με άλλες ηλεκτρονικές διατάξεις και όχι με τον άνθρωπο. Είναι αρκετά βεβαρημένοι με υπολογιστικό φόρτο υπολογιστές, κρυμμένοι σε διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές και οι λειτουργίες τους είναι από περιορισμένες έως πολύπλοκες εργασίες ελέγχου.

Κάποιοι από τις καθημερινές συσκευές, που ελέγχονται εν μέρει ή και πλήρως ακόμη από κάποιον μικροελεγκτή, είναι ηλεκτρονικά ρολόγια, φούρνοι μικροκυμάτων, ηλεκτρικά πλυντήρια, «εγκέφαλοι» αυτοκινήτων κτλ. Επιπλέον, εκτός από εφαρμογές καθημερινής χρήσης, οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται και κατά κόρον σε πληθώρα από επιστημονικούς τομείς για πειραματισμό και έρευνα. Ο προγραμματισμός αυτών των συσκευών γίνεται με ένα σετ εντολών που έχουν συγκεκριμένη σύνταξη και χρησιμοποιούν δύο καταστάσεις το 1 και το 0.

Η γλώσσα που αντιλαμβάνεται ένας μικροελεγκτής όπως και ένας μικροεπεξεργαστής ονομάζεται γλώσσα μηχανής. Στην πράξη ο χρήστης προγραμματίζει τον μικροελεγκτή σε μνημονική γλώσσα Assembly. Η γλώσσα Assembly γενικά θεωρείται χαμηλού επιπέδου καθώς βρίσκεται πολύ κοντά στην γλώσσα μηχανής. Είναι δυνατόν να γράψουμε προγράμματα σε αυτή τη γλώσσα με την βοήθεια εργαλείων που ονομάζονται assemblers. Έτσι, όταν ο προγραμματιστής δώσει εντολές όπως την MOV, ADD, LD, (Μετακίνηση, Πρόσθεση, Φόρτωση) ο assembler αντιστοιχεί την εντολή με μια ακολουθία 0 και 1 που είναι κατανοητή από τον μικροελεγκτή και τα υποσυστήματα του.

Ωστόσο, ακόμη και με αυτή την διευκόλυνση που προσφέρουν τα εργαλεία αυτά, είναι αρκετά οδυνηρό από άποψη χρόνου να γραφεί ένα πρόγραμμα τέτοιου επιπέδου.

Οι εντολές της γλώσσας μηχανής επιτελούν περιορισμένες διεργασίες και πολλές φορές χρειάζεται εκατοντάδες εντολών για να εκτελέσουν πράξεις και λειτουργίες πιο σύνθετες από τις συνηθισμένες. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να γράψουμε το πρόγραμμα σε γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου.

Οι γλώσσες υψηλού επιπέδου μπορούν να μεταφραστούν σε γλώσσα χαμηλού επιπέδου με τη βοήθεια μεταφραστικών εργαλείων, όπως είναι ο compiler (μεταγλωττιστής) και ο interpreter (διερμηνέας). Το πρώτο είναι εργαλείο λογισμικού, το οποίο δέχεται τις εντολές



υψηλού επιπέδου που δίνει ο χρήστης και τις μετατρέπει σε γλώσσα μηχανής. Ο διερμηνέας από την άλλη, είναι υλικό (hardware) μέσα στον μικροελεγκτή το οποίο αποκωδικοποιεί τη γλώσσα υψηλού επιπέδου άμεσα σε γλώσσα μηχανής. Αυτό απαιτεί βεβαίως επεξεργαστική ισχύ από το μέρος του μικροελεγκτή και έχει την τάση να τρέχει πιο αργά από ένα πρόγραμμα που «μεταγλωττίστηκε» (μέσω compiler) σε γλώσσα μηχανής. Ωστόσο έχει το πλεονέκτημα της αμεσότητας, καθώς ο προγραμματιστής μπορεί να αλλάξει ένα σημείο στον κώδικα του και να δει τα αποτελέσματα χωρίς το βήμα της μεταγλώττισης.

## 5.2 Διαφορές μεταξύ μικροελεγκτή και μικροεπεξεργαστή

Στους σύγχρονους μικροεπεξεργαστές για μη ενσωματωμένα συστήματα (πχ τους μικροεπεξεργαστές των προσωπικών υπολογιστών, δίνεται έμφαση στην υπολογιστική ισχύ. Η ευελιξία ανάπτυξης διαφορετικών εφαρμογών είναι μεγάλη, καθώς η λειτουργικότητα του τελικού συστήματος καθορίζεται από τα εξωτερικά περιφερειακά τα οποία διασυνδέονται με την κεντρική μονάδα (μικροεπεξεργαστή), η οποία δεν είναι εξειδικευμένη. Αντίθετα, στους μικροεπεξεργαστές για ενσωματωμένα συστήματα (μικροελεγκτές), οι οποίοι έχουν μικρότερες ή και μηδαμινές δυνατότητες συνεργασίας με εξωτερικά περιφερειακά, αυτού του είδους, η ευελιξία είναι περιορισμένη, καθώς και η υπολογιστική ισχύς. Οι μικροελεγκτές δίνουν έμφαση στο μικρό αριθμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που απαιτείται για τη λειτουργία μιας συσκευής, το χαμηλό κόστος και την εξειδίκευση.

Αναλυτικά, τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών είναι:

- Αυτονομία, μέσω της ενσωμάτωσης σύνθετων περιφερειακών υποσυστημάτων όπως μνήμες και θύρες επικοινωνίας. Έτσι πολλοί μικροελεγκτές δεν χρειάζονται κανένα άλλο ολοκληρωμένο κύκλωμα για να λειτουργήσουν.
- Η ενσωμάτωση περιφερειακών σημαίνει ευκολότερη υλοποίηση εφαρμογών λόγω των απλούστερων διασυνδέσεων. Επίσης, οδηγεί σε χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος, μεγιστοποιώντας τη φορητότητα και ελαχιστοποιεί το κόστος της συσκευής στην οποία ενσωματώνεται ο μικροελεγκτής.
- Χαμηλό κόστος.
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία, και πάλι λόγω των λιγότερων διασυνδέσεων.
- Μειωμένες εκπομπές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και μειωμένη ευαισθησία σε αντίστοιχες παρεμβολές από άλλες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Το πλεονέκτημα αυτό προκύπτει από το μικρότερο αριθμό και μήκος εξωτερικών διασυνδέσεων καθώς και τις χαμηλότερες ταχύτητες λειτουργίας.
- Περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για ψηφιακές εισόδους-εξόδους (για δεδομένο μέγεθος ολοκληρωμένου κυκλώματος), λόγω της μη δέσμευσής τους για τη σύνδεση εξωτερικών περιφερειακών.
- Μικρό μέγεθος συνολικού υπολογιστικού συστήματος.

Λόγω του ισχυρότατου ανταγωνισμού αλλά και της τάσης ενσωμάτωσης των μικροελεγκτών σε κάθε ηλεκτρική και ηλεκτρονική συσκευή, η βιομηχανία μικροελεγκτών έχει καταλήξει στην παραγωγή ανταγωνιστικών μοντέλων μαζικής παραγωγής καθώς και μικροελεγκτών για πιο εξειδικευμένες εφαρμογές. Έτσι διακρίνονται οι εξής κυρίως κατηγορίες:

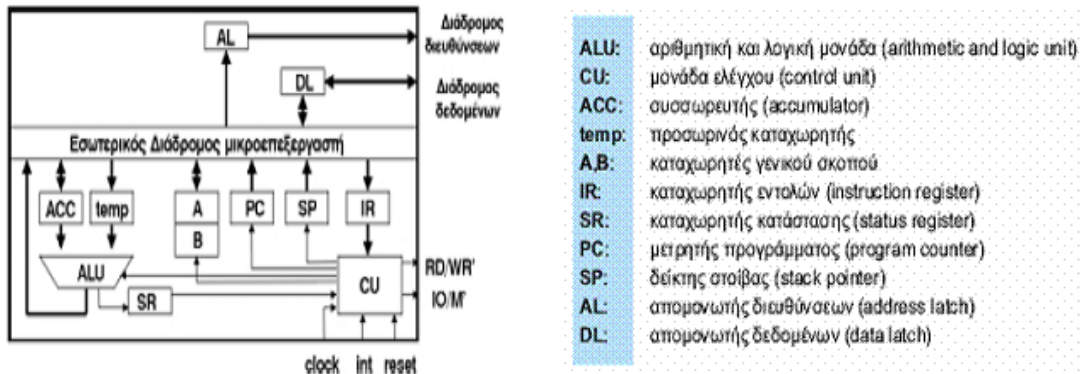
- Μικροελεγκτές (καμιά φορά 4-bit αλλά συνήθως 8-bit) πολύ χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με πολύ μικρό αριθμό ακροδεκτών (ακόμη και λιγότερους από 8). Σχεδιάζονται με έμφαση στη χαμηλή κατανάλωση ισχύος και την αυτάρκεια, ώστε να χρειάζονται ελάχιστα ή και καθόλου εξωτερικά εξαρτήματα και να μη μπορεί να αντιγραφεί εύκολα το εσωτερικό λογισμικό τους. Απουσιάζει η δυνατότητα επέκτασης της μνήμης τους. Μερικά μοντέλα είναι ευρέως γνωστά στους ερασιτέχνες ηλεκτρονικούς, όπως πχ οι περισσότεροι μικροελεγκτές των σειρών PIC (Microchip), AVR (Atmel) και 8051 (Intel, Atmel, Dallas κα).
- Μικροελεγκτές (συνήθως 8-bit αλλά και 16 ή 32-bit) χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με μέτριο έως σχετικά μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Διαθέτουν μεγάλο αριθμό κοινών περιφερειακών, όπως θύρες UART, I<sup>2</sup>C, SPI ή CAN, μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακό και ψηφιακού σε αναλογικό. Στους κατασκευαστές της Άπω Ανατολής (Ιαπωνία, Κορέα), συνηθίζεται η ενσωμάτωση ελεγκτών οθόνης υγρών κρυστάλλων και πληκτρολογίου. Μερικές φορές παρέχουν δυνατότητα εξωτερικής επέκτασης της μνήμης τους.
- Μικροελεγκτές (κυρίως 32-bit) μέσου κόστους, γενικής χρήσης, με μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Χαρακτηρίζονται από έμφαση στην ταχύτητα εκτέλεσης εντολών, υψηλή αυτάρκεια περιφερειακών και μεγάλες δυνατότητες εσωτερικής ή εξωτερικής μνήμης προγράμματος (FLASH) και RAM. Στο χώρο αυτό έχουν ισχυρή παρουσία οι αρχιτεκτονικές με υψηλή μεταφερισιμότητα λογισμικού (portability) από τον ένα στον άλλο κατασκευαστή. Πχ μεταξύ των μικροελεγκτών τύπου ARM ή MIPS, το σύνολο των βασικών εντολών που αναγνωρίζει η ALU είναι ακριβώς το ίδιο, μειώνοντας έτσι τις μεγάλες αλλαγές στο λογισμικό, όταν στο μέλλον ο πελάτης υιοθετήσει ένα μικροελεγκτή άλλου κατασκευαστή (αρκεί, φυσικά, να υποστηρίξει κι αυτός το σύνολο εντολών ARM ή MIPS, αντίστοιχα).
- Μικροελεγκτές εξειδικευμένων εφαρμογών, οι οποίοι ενσωματώνουν συνήθως κάποιο εξειδικευμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο υλοποιείται πάντοτε σε hardware. Τέτοιοι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε τηλεπικοινωνιακές συσκευές όπως τα μόντεμ.

Η μεγάλη μερίδα πωλήσεων των μικροελεγκτών εξακολουθεί να αφορά αυτούς των 8-bit, καθώς είναι η κατηγορία με το χαμηλότερο κόστος και το μικρότερο μέγεθος λογισμικού για το ίδιο αποτέλεσμα, ιδίως επειδή οι σύγχρονες οικογένειες μικροελεγκτών 8-bit έχουν πολύ βελτιωμένες επιδόσεις σε σχέση με το παρελθόν.

### 5.3 Ανάλυση μικροεπεξεργαστών

Ο μικροεπεξεργαστής, είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC) γενικού σκοπού, το οποίο μπορεί να προγραμματιστεί. Η επεξεργασία των δεδομένων γίνεται με μια σειρά από εντολές. Οι εντολές που εκτελούνται από τον μικροεπεξεργαστή είναι εντολές σε γλώσσα μηχανής και είναι αποθηκευμένες στην κύρια μνήμη. Μια εντολή σε γλώσσα μηχανής είναι μια σειρά από δυαδικά ψηφία, όπου είναι κωδικοποιημένο το είδος της εντολής. Το σύνολο αυτών των εντολών χρησιμεύει ως μία διασύνδεση ανάμεσα στο λογισμικό (software) και το υλικό (hardware), δηλαδή ανάμεσα στα προγράμματα και στους επεξεργαστές. Η λειτουργικότητα ενός μικροεπεξεργαστή εξαρτάται πλήρως από το σύνολο εντολών που είναι ικανός να εκτελέσει. Ο μικροεπεξεργαστής είναι υπεύθυνος για όλη τη λειτουργία του υπολογιστή. Αποτελείται εσωτερικά από ένα μεγάλο πλήθος τρανζίστορ (transistor), δηλαδή ηλεκτρονικούς διακόπτες που επιτρέπουν ή απαγορεύουν τη διέλευση ρεύματος, καταχωρητές (registers) και αντιστάτες. Επίσης υπάρχουν εξαρτήματα που εκτελούν συγκεκριμένες εργασίες και τα σημαντικότερα των οποίων είναι:

- Το εσωτερικό ρολόι, που είναι υπεύθυνο για τον συντονισμό των υπόλοιπων εξαρτημάτων στέλλοντας περιοδικά σήματα.
- Η αριθμητική και λογική μονάδα , που εκτελεί τις αριθμητικές ή λογικές πράξεις.
- Η μονάδα ελέγχου που διευθύνει και συντονίζει την επεξεργασία.

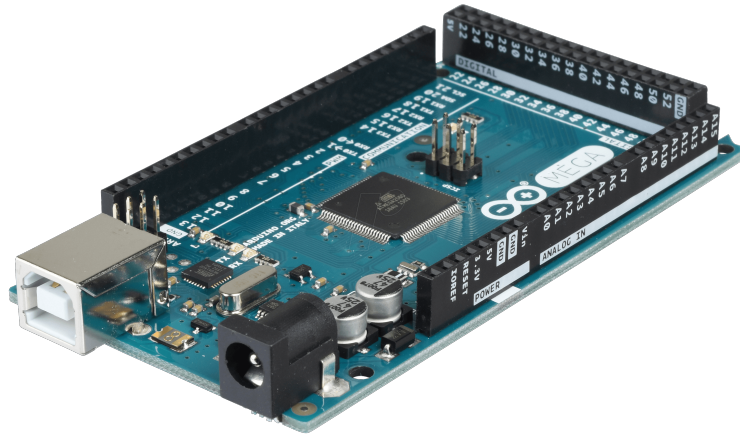


Εικόνα 8: Εσωτερική δομή ενός μικροεπεξεργαστή

## 5.4 Διαδεδομένοι Μικροεπεξεργαστές , Μικροελεγκτες

### 5.4.1 Arduino

Το Arduino είναι μια open source πλατφόρμα η οποία έχει ενσωματωμένο ένα μικροελεγκτή. Η πλατφόρμα αυτή έχει εισόδους και εξόδους τις οποίες μπορούμε να τις προγραμματίσουμε μέσω ενός φιλικού περιβάλλοντος το οποίο διατίθεται δωρεάν. Κατασκευάστηκε για εκπαιδευτικούς λόγους από τους MassimoBanzi και DavidCuartielles. Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί είναι η Wiring η οποία ουσιαστικά πρόκειται για τη C++ με κάποιες μικρές αλλαγές. Έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων, αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, PureData ,Super Collider. Το σχέδιο του Arduino είναι ελεύθερο και δωρεάν και έτσι μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθένα. Για αυτόν τον λόγο έχουν δημιουργηθεί και διάφορες εκδόσεις. μερικές από αυτές είναι οι εξής:Decimila , Due , Duemilanove , Uno ,Leonardo , Mega , Mega2560, Fio ,Nano.Οι εφαρμογές που μπορεί να χρησιμοποιηθεί το Arduino είναι πάρα πολλές λόγω και των διαφόρων shields(Περιφερειακές συσκευές) που μπορούν να συνδεθούν, όπως αισθητήρες συνδέσεις με άλλες ηλεκτρονικές συσκευές μέσω των αντίστοιχων shield wireless, Ethernet, usb καθώς και πολλά ακόμα περιφερειακά.

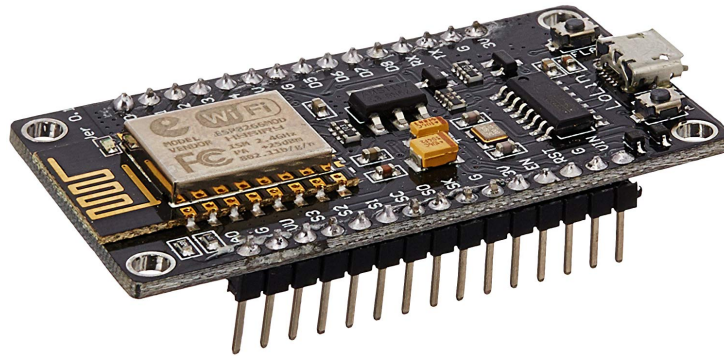


Εικόνα 9: Arduino Mega2560

Τα χαρακτηριστικά του είναι τα εξής :

Μικροελεγκτή :				ATmega2560
Τάση λειτουργίας:	5V			
Τάση εισόδου(προτεινόμενη) :				7-12V
Τάση εισόδου(όρια) :				6-20V
Ψηφιακές Εισόδους /Εξόδους:	54 (εκ των οποίων οι 14 μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν έξοδοι			PWM)
Αναλογική Είσοδος:	16Pins			
Συνεχές ρεύμα ανά I / O:	Pin40			mA
Συνεχές ρεύμα:	3.3V,50		mA,4.5V	ανάPin
Flash Memory:	256	KB	εκ των οποίων	8KB
SRAM:	8			KB
EEPROM:	4			KB
Ταχύτητα ρολογιού:	16	MHz		

## 5.4.2 NodeMcu Board



Εικόνα 10: NodeMcu Board

Οι μονάδες NodeMCU είναι περισσότερο δημοφιλείς σε αρχάριους χρήστες διότι έχουν ενσωματωμένα πάνω σε μία πλακέτα όλα τα ηλεκτρονικά στοιχεία που χρειάζεται ο μικροελεγκτής ESP8266 για να ενεργοποιηθεί και να προγραμματιστεί. Αυτά είναι η γέφυρα USB-to-UART και ένα βύσμα Micro-USB σε συνδυασμό με ένα ρυθμιστή τάσης 3,3V τόσο για παροχή ενέργειας στην πλακέτα, όσο και για την δυνατότητα διασύνδεσης του μικροελεγκτή με τον Η/Υ μέσω του κατάλληλου λογισμικού.

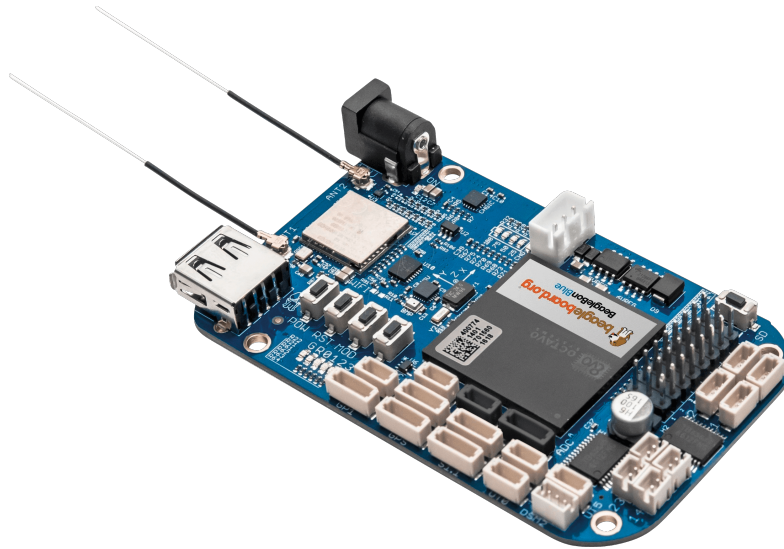
Πριν από την δημιουργία αυτών των ολοκληρωμένων μονάδων αυτά τα στοιχεία έπρεπε να αγοραστούν χωριστά και έπειτα να συνδεθούν με το ESP8266. Πλέον οι συγχρονες μονάδες ESP8266 όπως είναι οι NodeMCU Boards, είναι λιγότερο επώδυνες για την κατασκευή τους και προσφέρουν περισσότερες ακίδες GPIO για μεγαλύτερο εύρος λειτουργιών.

Οι NodeMCU Boards στο μεγαλύτερο κομμάτι τους βασίζονται στο ESP-12E όμως σταδιακά αναπτύσσονται και νέες μονάδες με διαφορετικά μοντέλα ESP8266.

### Χαρακτηριστικά

- Processor: L106 32-bit RISC microprocessor core based on the Tensilica Xtensa Diamond Standard 106Micro running at 80 MHz
- Memory:
  - 32 KiB instruction RAM
  - 32 KiB instruction cache RAM
  - 80 KiB user-data RAM
  - 16 KiB ETS system-data RAM
- External QSPI flash: up to 16 MiB is supported (512 KiB to 4 MiB typically included)
- IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi
  - Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
  - WEP or WPA/WPA2 authentication, or open networks
- 16 GPIO pins
- 10-bit ADC (successive approximation ADC)

### 5.4.3 Beaglebone™



Εικόνα 11:BeagleBone

Το Beagleboard είναι μια πλατφόρμα ανοιχτού λογισμικού και χαμηλής κατανάλωσης που παράγεται από την Texas Instruments σε συνεργασία με την Digi-Key και την Newark element 14. Το BeagleBone σχεδιάστηκε από μια μικρή ομάδα μηχανικών ως ένας μικροελεγκτής για εκπαιδευτικούς σκοπούς που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από πανεπιστήμια σε όλο τον κόσμο προκειμένου να διδάξει το open source software και τις δυνατότητες του open source hardware. Είναι πλήρως λειτουργικό όπως ένας υπολογιστής καθώς περιέχει επεξεργαστή ARM Cortex-A8 που μπορεί να "τρέξει" Debian,Android,Ubuntu,Cloud9 IDE on Node.js w/ BoneScript Library and Python Libraries,National Instruments LabVIEW Home για να παρέχει την δυνατότητα επεξεργασίας 2D και 3D, έξοδο βίντεο που παρέχει συνδέσεις S-video και HDMI, κάρτα επέκτασης SD/MMC καθώς και δυνατότητα δικτύωσης μέσω Wi-Fi.

Παρακάτω έχουμε τα χαρακτηριστικά:

- AM335x 1GHz ARM® Cortex-A8
- SGX530 graphics accelerator
- WiLink 8 WL1835MOD 802.11b/g/n 2.4GHz WiFi, Bluetooth and Bluetooth Smart Module
- USB client: power, debug and device
- USB host
- Micro HDMI output
- 512MB DDR3 800MHz RAM
- 4GB Embedded eMMC Flash with Debian Distribution
- microSD Card Slot

## 5.4.4 Grouve opto 22



Εικόνα 12: Grouve Board

Η πλατφόρμα της Grouve είναι μια ανθεκτική κατασκευή η οποία μπορεί να λειτουργεί απροβλημάτιστα σε δύσκολες συνθήκες. Η συσκευή ουσιαστικά είναι μια τροποποιημένη εκδοχή του raspberry Pi Model b και περιλαμβάνει δύο ανεξάρτητες διεπαφές Ethernet 1 GB και επέκταση USB για διεπαφές ασύρματου LAN.

Η Πλατφόρμα είναι συμβατή με το Node-Red καθώς με τα παρακάτω πρωτόκολλα

- RESTful
- MQTT / Sparkplug
- Ignition Edge®
- OPC-UA
- Modbus® / TCP
- SNAP PAC
- EPIC

Παρέχει εύκολη διασύνδεση με γνωστές εταιρείες PLC όπως Allen-Bradley και Siemens χρησιμοποιώντας το OPC UA. Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο μεταφοράς MQTT με το ωφέλιμο φορτίο Sparkplug.

## 5.4.5 Parallella



Εικόνα 13:Parallella

Η πλατφόρμα Parallella είναι ένας μικρός υπολογιστής σε μέγεθος πιστωτικής κάρτας που βασίζεται σε τσιπ πολλαπλών πυρήνων της Eriphany που αναπτύχθηκε από την Adapteva. Αυτή η προσιτή πλατφόρμα έχει σχεδιαστεί για την ανάπτυξη και την εφαρμογή υψηλής απόδοσης σε εφαρμογές παράλληλης επεξεργασίας που αναπτύχθηκαν για να επωφεληθούν από το ενσωματωμένο τσιπ της Eriphany. Τα τσιπ της Eriphany αποτελούνται από 16 ή 64 πυρήνες αποτελούμενα από μια κλιμακούμενη σειρά από απλούς RISC επεξεργαστές προγραμματισμένοι σε C/C++.[12] Παρακάτω έχουμε αναλυτικά τα χαρακτηριστικά της Parallella:

- Zynq-7000 Series Dual-core ARM A9 CPU (Z-7010 or Z-7020)
- 16 or 64-core Eriphany Multicore Accelerator
- 1GB RAM
- MicroSD Card
- 2x USB 2.0
- general purpose expansion connectors
- 10/100/1000 Ethernet
- HDMI port
- Ships with Ubuntu OS
- 3.4" x 2.15" form factor

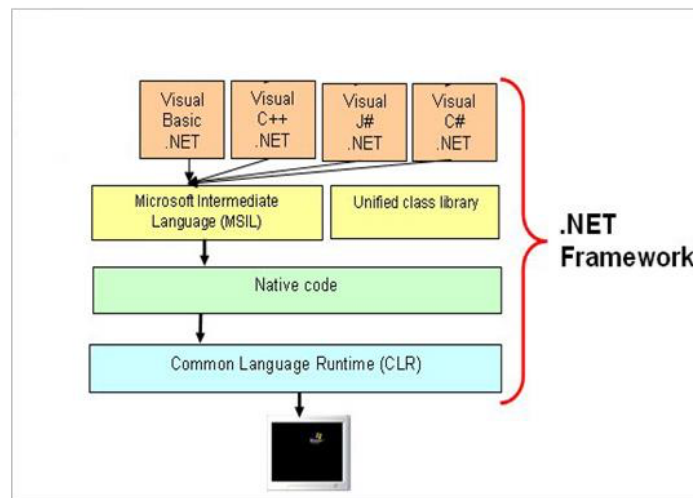


Εικόνα 14:Parallella board

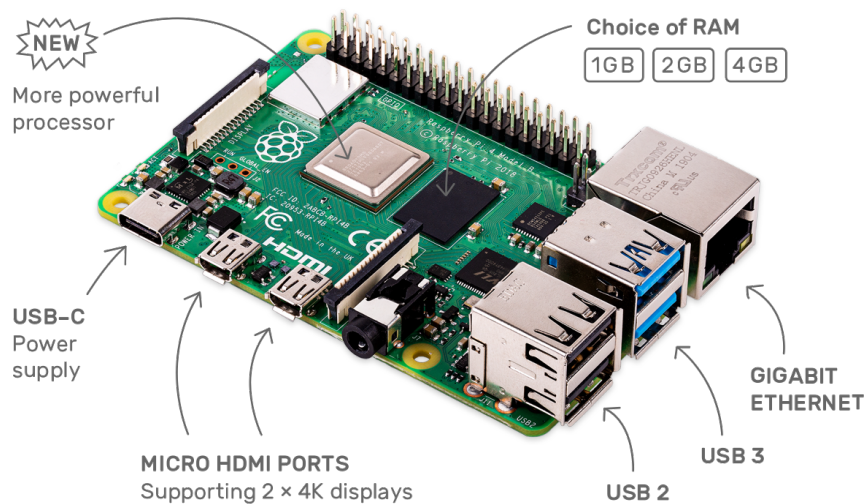


## 5.4.6 Raspberry Pi 4 Model B

Η «καρδιά» του υλικού μέρους του συστήματος αποτελείται από έναν υπολογιστή πλακέτας Raspberry Pi. Ουσιαστικά είναι ένας ολοκληρωμένος υπολογιστής με χαμηλές απαιτήσεις ρεύματος, ενώ το λειτουργικό του σύστημα είναι αποθηκευμένο σε μία κάρτα μνήμης τύπου SD. Είναι χαμηλού κόστους, με μέτρια (για την εποχή μας) υπολογιστική ισχύ, ενώ παράλληλα προσφέρει την δυνατότητα διαχείρισης των ακροδεκτών γενικού σκοπού εισόδου-εξόδου (General Purpose Input Output, GPIO) που διαθέτει. Βασικά χαρακτηριστικά αποτελούν ο επεξεργαστής τύπου ARM και η μνήμη RAM που διαθέτει, ενώ προσφέρει πλήθος διεπαφών εισόδου-εξόδου όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 15: Raspberry flow



Εικόνα 16: Raspberry Pi 4 model B

## Internet of Things για παρακολούθηση στη βιομηχανία τροφίμων

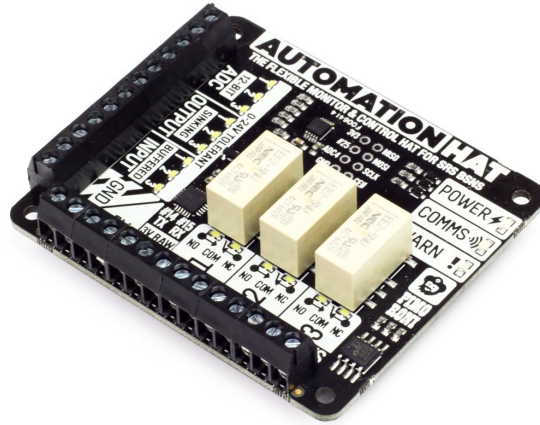
Τα βασικά χαρακτηριστικά αυτού του προϊόντος περιλαμβάνουν, τετραπύρηνο επεξεργαστή υψηλής απόδοσης στα 64 bit, υποστήριξη διπλής οθόνης σε αναλύσεις μέχρι 4K μέσω ενός ζεύγους θυρών micro-HDMI, αποκωδικοποίηση βίντεο μέχρι και 4Kp60, μνήμης RAM έως και 4GB, Διπλής ζώνης (dual-band) 2.4/5.0 GHz ασύρματο LAN, Bluetooth 5.0, Gigabit Ethernet, USB 3.0 και δυνατότητα PoE (μέσω ξεχωριστού πρόσθετου PoE HAT add-on).

Το Raspberry Pi 4 είναι διαθέσιμο σε 3 εκδόσεις με διαφορετική μνήμη η κάθε μια, με 1GB, με 2GB και με 4GB, τις οποίες μπορείτε όλες να τις βρείτε διαθέσιμες στο κατάστημα μας.

Χαρακτηριστικά :

<b>Επεξεργαστής :</b>	Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
<b>Μνήμη :</b>	1GB
<b>Συνδεσιμότητα :</b>	2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 5.0, BLE Gigabit Ethernet 2 × USB 3.0 ports 2 × USB 2.0 ports.
<b>GPIO :</b>	Standard 40-pin GPIO header (fully backwards-compatible with previous boards)
<b>Video &amp; sound :</b>	2 × micro HDMI ports (up to 4Kp60 supported) 2-lane MIPI DSI display port 2-lane MIPI CSI camera port 4-pole stereo audio and composite video port
<b>Multimedia :</b>	H.265 (4Kp60 decode); H.264 (1080p60 decode, 1080p30 encode); OpenGL ES, 3.0 graphics
<b>SD card support :</b>	Micro SD card slot for loading operating system and data storage
<b>Input power :</b>	5V DC via USB-C connector (minimum 3A1) 5V DC via GPIO header (minimum 3A1) Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
<b>Environment :</b>	Operating temperature 0–50oC

## 5.4.7 Raspberry pi Shidl Automation Hat



Εικόνα 17: Automation hat shield board

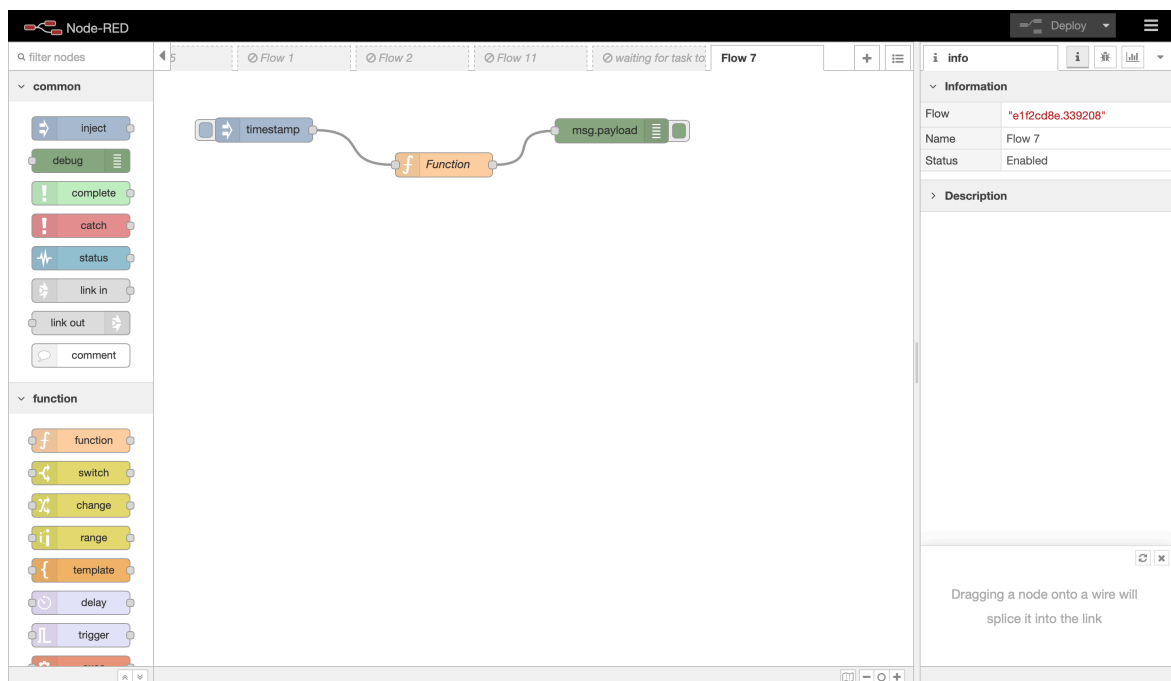
### Χαρακτηριστικά

- 3 x 24V @ 2A relays (NC and NO terminals)
- 3 x 12-bit ADC @ 0-24V
- 3 x 24V tolerant buffered inputs
- 3 x 24V tolerant sinking outputs
- 15 x channel indicator LEDs
- 1 x 12-bit ADC @ 0-3.3V
- 3.5mm screw terminals
- Power, Comms, and Warn! LED indicators
- SPI, TX (#14), RX (#15), #25 pins broken out
- [Automation HAT pinout](#)
- [Compatible with Raspberry Pi 3, 2, B+, A+, Zero, and Zero W](#)
- [Python library](#)

## Κεφάλαιο 6

### 6.1 Node Red

Το Node-Red είναι ένα εργαλείο που βασίζεται σε γραφικό και ανοικτό κώδικα για την δημιουργία εφαρμογών IoT που αναπτύχθηκε από την IBM Emerging Technologies. Το NodeRed αναπτύχθηκε λόγω του ότι σήμερα, πολλές συσκευές IoT συχνά τείνουν να αλληλοεπιδρούν με το κοντινό ή μακρινό περιβάλλον. Έχοντας μια συσκευή που αλληλοεπιδράει με άλλες συσκευές online υπηρεσίες ή ακόμη και πρόσβαση στη δική του σειριακή θύρα που χρησιμοποιείται για να απαιτήσει πολύ χρόνο γράφοντας κώδικα μόνο για να ενεργοποιηθεί επικοινωνία μεταξύ αυτών των μέσων. Αυτό επίσης σήμαινε συνήθως ότι κάποιος έπρεπε να κατέχει όπως είναι η κωδικοποίηση της διαχείρισης βάσεων δεδομένων, τα API, τα πρωτόκολλα, οι δέσμες ενεργειών κ.λπ. που ήταν μεγάλη εμπόδιο. Με το NodeRed όλα αυτά είναι κρυμμένα στο παρασκήνιο ενός εύχρηστου γραφική περιβάλλοντος. Το NodeRed προσφέρει μια παλέτα κόμβων που μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους σε μια ακολουθία και να δημιουργήσουν ροές, προγράμματα πολύπλοκα



Εικόνα 18: Περιβαλλόν προγραμματισμού Node Red

Η πλατφόρμα χωρίζεται σε τρία βασικά μέρη: Στην αριστερή πλευρά παρατηρούμε τα διαθέσιμα nodes. Στην συγκεκριμένη κατηγορία υπάρχουν προ εγκατεστημένα πολλά διαφορετικά nodes (κόμβοι) τα οποία μπορούν να συνδεθούν και να δημιουργήσουν μια εφαρμογή. Στο κεντρικό μέρος υπάρχει ο χώρος εργασίας που εκεί μπορούν να τοποθετηθούν τα nodes και συνδεθούν μεταξύ τους. Στην δεξιά πλευρά υπάρχουν οι ρυθμίσεις καθώς και η debug κονσόλα που είναι πολύ χρήσιμη για την εύρεση των λαθών στο πρόγραμμα.

Το Node-RED είναι ένα visual εργαλείο προγραμματισμού με σκοπό την εύκολη διασύνδεση συσκευών, API, και διαδικτυακών υπηρεσιών. Διαθέτει ένα browser based γραφικό περιβάλλον για την δημιουργία εφαρμογών (flows). Για την δημιουργία των εφαρμογών χρησιμοποιούνται nodes, αυτόνομα instances ενός script, τα οποία πάντα υλοποιούν μία καθορισμένη λειτουργία. Για την μεταφορά πληροφορίας από ένα node στο άλλο χρησιμοποιούνται wires τα οποία υποδηλώνουν την ροή της πληροφορίας γραφικώς όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 19: Node Red flow

Η πλατφόρμα της Node Red είναι γραμμένη σε Javascript και Node.js και χρησιμοποιεί το threading μοντέλο της Node.js, Το Node-RED δεν είναι δημιουργημένο αποκλειστικά με σκοπό την δημιουργία mashup για IoT, αλλά αποσκοπεί στην δημιουργία web mashup ευρύτερα. Παρόλα αυτά, διαθέτει node για MQTT και HTTP που κάνει την επικοινωνία με συσκευές IoT αρκετά εύκολη. Μαζί με το εργαλείο περιλαμβάνονται πολλά nodes για διαφορετικές χρήσεις, με τα κυριότερα να αφορούν την επικοινωνία HTTP, MQTT, function nodes για την άμεση επεξεργασία δεδομένων και debug node για debugging. Επίσης έχει δημιουργηθεί ένα μεγάλο ευρετήριο με open source nodes δημιουργημένα από το community. Ο προγραμματιστής μπορεί εύκολα να επεκτείνει την λειτουργικότητα του εργαλείου δημιουργώντας τα δικά του nodes σε Javascript και Node.js. Οι εφαρμογές αποθηκεύονται τοπικά σε μορφή JSON. Το Node-RED είναι open source και δωρεάν προς χρήση.

## 6.2 Node.js

Το Node.js είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού χτισμένη σε περιβάλλον Javascript. Στόχος της Node.js είναι να παρέχει ένα εύκολο τρόπο δημιουργίας κλιμακωτών διαδικτυακών εφαρμογών. Σε αντίθεση από τα περισσότερα σύγχρονα περιβάλλοντα ανάπτυξης εφαρμογών δικτύων μία διεργασία node.js δεν στηρίζεται στην πολυνηματικότητα αλλά σε ένα μοντέλο ασύγχρονης επικοινωνίας εισόδου/εξόδου.

Η Node.js είναι μία πλατφόρμα υλοποιημένη πάνω στην Javascript Runtime Engine, Google V8 Engine η οποία συνοδεύεται με την πλατφόρμα. Σκοπός της, είναι η εύκολη δημιουργία γρήγορα εκτελέσιμων και κλιμακούμενων εφαρμογών. Η πλατφόρμα χρησιμοποιεί Event Driven programming με non-blocking I/O μοντέλο, στοιχείο που την

καθιστά «ελαφριά» και αποδοτική σε εφαρμογές που εκτελούνται σε κατανεμημένες συσκευές.

Η Node.js είναι Open Source, και cross platform, δηλαδή μπορεί να εκτελεστεί σε Microsoft Windows, Apple OS και Linux. Χρησιμοποιούμενη γλώσσα προγραμματισμού είναι η Javascript. Μαζί με την Node.js συνοδεύονται modules για την διευκόλυνση της δημιουργίας εφαρμογών. Σήμερα, η πλατφόρμα χρησιμοποιείται κυρίως για τον προγραμματισμό web server καθώς και desktop εφαρμογών μέσω του Electron Framework.

## 6.3 Προγραμματισμός χειρισμού γεγονότων και το ασύγχρονο μοντέλο λειτουργίας

Η Node.js χρησιμοποιεί το Event Driven μοντέλο σε συνδυασμό με την βιβλιοθήκη Libuv[54] για την εξασφάλιση ασύγχρονης εκτέλεσης και concurrency. Πιο συγκεκριμένα, ο κύριος τρόπος γραφής κώδικα είναι μέσω events. Για να επιτευχθεί αυτό, παρέχεται η Event Emitter Class, με την οποία μπορούμε να δημιουργήσουμε διαφόρων τύπων events. Κάθε δημιουργούμενο event προέρχεται από αυτή τη class, παράδειγμα του οποίου παραθέτουμε στην

## 6.4 Το Event Loop της Node.js

Το Event Loop[58] της Node.js αποτελεί το κυριότερο κομμάτι της πλατφόρμας. Είναι το στοιχείο που επιτρέπει στον προγραμματιστή να εκτελέσει non blocking I/O κώδικα παρά το γεγονός ότι η γλώσσα Javascript τρέχει αποκλειστικά σε ένα thread.

Το Event Loop αποτελείται από 6 φάσεις όπως διακρίνονται και στην Κάθε μία από αυτές αποτελείται από μια λίστα η οποία πληροί το First in – First out σενάριο, δηλαδή το πρώτο αντικείμενο που καταχωρείται στην λίστα είναι και το πρώτο που θα επεξεργασθεί.[58] Στην Node.js αυτές οι λίστες περιέχουν callbacks από κομμάτια κώδικα τα οποία έχουν εκτελεσθεί ασύγχρονα και πρέπει να τελειώσει η επεξεργασία τους. Όταν το Event Loop βρίσκεται σε μία από τις έξι φάσεις, εκτελεί σύγχρονα κατά σειρά προτεραιότητας τις δηλωμένες callbacks ως ότου εκτελεσθούν όλες, ή εκτελεσθεί το μέγιστο όριο του αριθμού των επιτρεπόμενων callbacks.

Κάθε μία από τις φάσεις έχει ευθύνη για την εκτέλεση διαφορετικού είδους callback, στοιχείο που διαχωρίζεται από το είδος του κώδικα που καλεί αυτή τη callback.

## 6.5 Crosser εναλλακτική του Node Red



Εικόνα 20: Crosser lot application

Με μια πρώτη ματιά υπάρχουν πολλές ομοιότητες με τη λύση Crosser Edge Computing. Παρακάτω θα σκιαγραφηθούν οι ομοιότητες και οι βασικές διαφορές και το βασικό σκεπτικό πίσω από μερικά βασικά μέρη της λύσης Edge Computing της Crosser για τη Βιομηχανική Διασύνδεση.

Τόσο το Node-RED όσο και το Crosser υιοθέτησαν μια προσέγγιση βασισμένη σε λειτουργικές μονάδες, όπου προκαθορισμένες ενότητες συνδέονται γραφικά για να καθορίσουν την ακολουθία των λειτουργιών που πρέπει να εκτελεστούν στα δεδομένα. Πρόκειται για μια καλά αποδεδειγμένη έννοια που χρησιμοποιείται σε πολλά εργαλεία αυτοματοποίησης επιχειρήσεων καθώς και σε εργαλεία ανάλυσης δεδομένων / επεξεργασίας σημάτων και επιτρέπει σε μη προγραμματιστές να καθορίσουν διαδικασίες ή αλγόριθμους.

Για βιομηχανικές εφαρμογές IoT χρειάζονται ενότητες για να ληφθούν δεδομένα από τα μηχανήματα ,χρησιμοποιώντας κοινά βιομηχανικά πρωτόκολλα όπως OPC, Modbus, Profinet, MQTT και HTTP. Όταν πραγματοποιούνται αναλύσεις ροής τα αποτελέσματα σε άλλα συστήματα ή υπηρεσίες, θα χρειαστείτε ενότητες που μπορούν να στείλουν δεδομένα σε διαφορετικές υπηρεσίες σύννεφο και σε συστήματα ή μηχανήματα. Τέλος θα χρειαστείτε μονάδες επεξεργασίας (καθαρισμός δεδομένων, κανονικοποίηση, φίλτρα, συνθήκες, αλγόριθμοι ...) που μπορούν να επεξεργαστούν τα δεδομένα σας για να επιτύχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Τόσο η Node-RED όσο και η Crosser προσφέρουν αυτές τις δυνατότητες. Έτσι στην επιφάνεια τα δύο εργαλεία μπορεί να φαίνονται παρόμοια, αλλά υπάρχουν κάποιες σημαντικές διαφορές που έχουν σημαντικό αντίκτυπο στα προϊόντα.

#### Υπολογιστική πλατφόρμα

Πρώτον, το Node-RED είναι γραμμένο σε Javascript που εκτελείται στην πλατφόρμα NodeJS, ενώ ο κόμβος Crosser Edge είναι γραμμένος σε C # που τρέχει σε .NET πυρήνα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τις ακόλουθες βασικές διαφορές:

Απόδοση - Ο κόμβος Crosser Edge μπορεί να επεξεργαστεί σημαντικά περισσότερα δεδομένα στην ίδια πλατφόρμα υλικού. Ο πραγματικός αριθμός θα εξαρτηθεί από την περίπτωση χρήσης, αλλά μια διαφορά 10x δεν είναι ασυνήθιστη.

Ελευθερία - Εκτός από την προσχηματισμένη λειτουργικότητα που προσφέρεται από τη βιβλιοθήκη μονάδων Crosser, μπορείτε εύκολα να προσθέσετε τον δικό σας κώδικα σε ροή χρησιμοποιώντας τις ενότητες κώδικα. Το C # είναι η μητρική γλώσσα για τον κόμβο Crosser αλλά μέσω της ενσωμάτωσης με εξωτερικά περιβάλλοντα εκτέλεσης είναι επίσης εύκολο να προσθέσετε κώδικα σε άλλες γλώσσες, όπως η Python. Μπορείτε επίσης να δημιουργήσετε πλήρως προσαρμοσμένες ενότητες χρησιμοποιώντας το Crosser SDK. Αυτές οι ενότητες είναι στη συνέχεια διαθέσιμες στον οπτικό σχεδιαστή μαζί με τις τυποποιημένες μονάδες.

Εκμάθηση μηχανών - Ο κόμβος Crosser είναι η τέλεια πλατφόρμα για τη λειτουργία των μοντέλων εκμάθησης μηχανών σας στο Edge. Μέσω της ενσωμάτωσης με ένα τυπικό περιβάλλον Python μπορείτε να φιλοξενήσετε μοντέλα που έχουν κατασκευαστεί με οποιαδήποτε από τις κοινές βιβλιοθήκες ML για την Python. Επιπλέον, η υπηρεσία Crosser Cloud διαχειρίζεται τα αρχεία μοντέλων και τα διανέμει αυτόματα στους κόμβους των άκρων όπου χρειάζονται.

#### Βιβλιοθήκες μονάδων

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του Node-RED είναι η εκτενή βιβλιοθήκη των ενοτήτων, σχεδόν οτιδήποτε θέλετε να κάνετε είναι ήδη διαθέσιμο ως μονάδα και εύκολα προσβάσιμο μέσω του ολοκληρωμένου αποθετηρίου. Πολλές από αυτές τις ενότητες παρέχονται από την κοινότητα ανοιχτού κώδικα και αυτό εισάγει ορισμένες προκλήσεις.



Η έλλειψη συνέπειας σημαίνει ότι δεν είναι πάντα ασήμαντο να συνδέετε μονάδες από διαφορετικούς παροχούς και ίσως καταλήξετε να προσθέσετε λογική μετατροπής για να λάβετε δεδομένα από τη μια ενότητα στην επόμενη. Σε πολλές περιπτώσεις υπάρχουν επίσης περισσότερες από μία εναλλακτικές επιλογές για ένα συγκεκριμένο χαρακτηριστικό, ποια πρέπει να χρησιμοποιήσετε και ποια είναι η κατάσταση αυτών των εναλλακτικών λύσεων, έχουν δοκιμαστεί σε περιβάλλοντα παραγωγής και εξακολουθούν να υποστηρίζονται;

Η Crosser παρέχει μια εκτεταμένη βιβλιοθήκη ενότητων που καλύπτει όλες τις συνήθεις περιπτώσεις χρήσης για βιομηχανικές εφαρμογές IoT. Αυτά τα δομοστοιχεία είναι κατασκευασμένα με συνεκτικό μοντέλο ανταλλαγής μηνυμάτων και διεπαφή χρήστη και είναι έτοιμα και πλήρως υποστηριζόμενα. Αυτό απλοποιεί σημαντικά τη χρήση και ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο. Οι ενότητες μπορούν επίσης να παρέχονται από τρίτους υπό παρόμοιες συνθήκες και είναι επίσης δυνατό να δημιουργήσετε τις δικές σας ενότητες χρησιμοποιώντας τις λειτουργικές μονάδες κώδικα ή το ανοικτό SDK.

## Κεφάλαιο 7 Παρουσίαση εφαρμογής

Η συγκεκριμένη εφαρμογή απευθύνεται στην βιομηχανία τροφίμων και πιο συγκεκριμένα σε γραμμές συσκευασίας. Σκοπός της εφαρμογής είναι να γίνεται καταγραφή των δεδομένων των διαφορετικών μηχανών συσκευασίας μέσα σε ένα εργοστάσιο.

Τα δεδομένα αυτά θα καταγράφονται σε βάση δεδομένων για την δημιουργία ιστορικού παραγωγικότητας.

Για την εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε ένα Raspberry pi B + μαζί με ένα extension board (shield) το οποίο είναι το automation hat.

### 7.1 Μεθοδολογία

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζουμε τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία αυτής της εφαρμογής, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών που σχετίζονται με την καταγραφή της κατάστασης της μηχανής και την εξαγωγή δεδομένων.

### 7.2 Καταγραφή κατάστασης μηχανής

Στόχος της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι το σύστημα το οποίο θα δημιουργηθεί να είναι συμβατό με κάθε είδος μηχανήματος ανεξάρτητός κατασκευαστή και χρονολογίας συγχρόνου η μη.

Για αυτόν τον λόγο η συγκεκριμένη εφαρμογή θα « παρακολουθεί» τις μηχανές μέσω των εξόδων- εισόδων του plc καθώς και με την τοποθέτηση κάποιων έξτρα αισθητήριών.

Η καρδιά κάθε γραμμής συσκευασίας είναι ένα Plc στο οποίο πραγματοποιούνται όλοι υπολογισμοί και διεργασίες.

Η εφαρμογή θα μπορεί να καταγράφει τα παρακάτω:

- Τον χρόνο που η μηχανή είναι stand by δηλαδή αναμένει για να ξεκινήσει
- Τον χρόνο που η μηχανή είναι running mode δηλαδή είναι σε παραγωγική διαδικασία.
- Τον χρόνο που η μηχανή είναι σε alarm mode δηλαδή σταματημένη και σε μη παραγωγική διαδικασία.
- Καταγραφή τελικών παραχθέντων προϊόντων Η συγκεκριμένη καταγραφή θα πραγματοποιηθεί με εξωτερικό φωτοκύτταρο το οποίο θα καταγράφει τα παραχθέντα προϊόντα.

Με όλα τα παραπάνω στατιστικά θα μπορούμε να έχουμε μια πλήρη εικόνα της γραμμής συσκευασίας.

Πιο συγκεκριμένα θα μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα που θα είναι χρήσιμα για τα άτομα της παραγωγής. Η αποθήκευση των συγκεκριμένων στατιστικών θα βοηθήσουν την παραγωγή στο να γνωρίζει κάθε ημέρα τον συνολικό αριθμό της συγκεκριμένης συσκευαστικής γραμμής καθώς και τους χρόνους που η μηχανή είναι σταματημένη. Τα παραπάνω στοιχεία είναι πολύ σημαντικά για την παραγωγή γιατί μπορούν να κάνουν πρόβλεψη για μελλοντικές παραγγελίες τον ακριβή χρόνο που θα χρειαστούν ώστε να παραξούν μια συγκεκριμένη ποσότητα.

Με αυτά τα συμπεράσματα έπειτα από πεπερασμένο χρόνο καταγραφής τους θα μπορεί να συγκρίνει συσκευαστικές γραμμές μεταξύ τους ως προς την ταχύτητα την αποδοτικότητα καθώς και τους χρόνους που η μηχανή είναι σταματημένη. Με εύκολο τρόπο το πρόγραμμα θα ενημερώνει τον χρήστη όταν μια μηχανή έχει περισσότερο χρόνο σε alarm από μια φυσιολογική το οποίο υποδηλώνει ότι η μηχανή χρίζει ελέγχου – επισκευής.

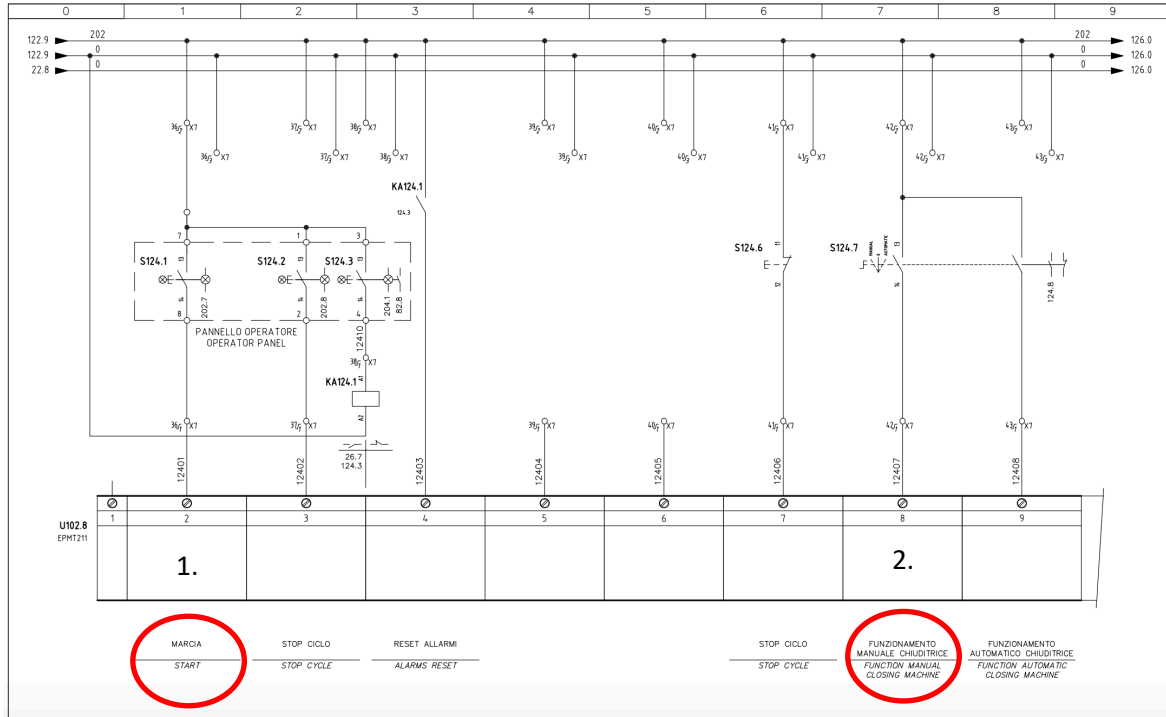
### 7.3 Ανάλυση ηλεκτρονικού σχεδίου μηχανής

Παρακάτω υπάρχει το ηλεκτρονικό διάγραμμα με τις εισόδους μια μηχανής συσκευασίας τροφίμων.

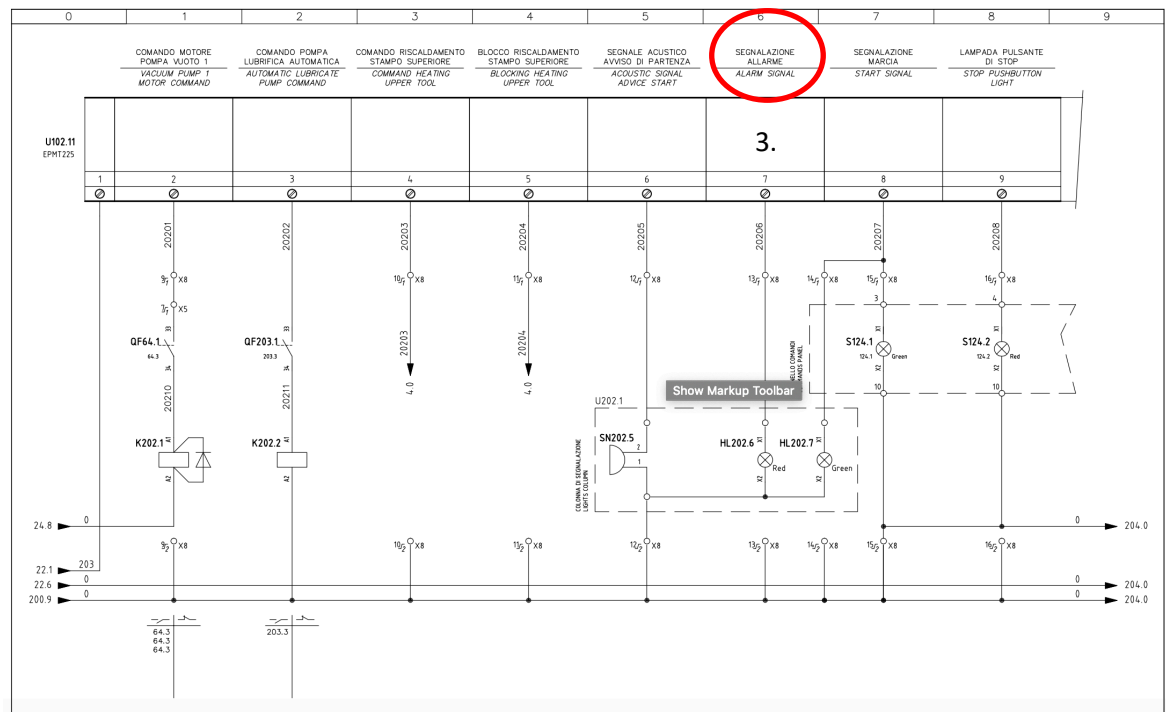
Στα παρακάτω σχεδιαγράμματα έχουν μαρκαριστεί τα σήματα που θα χρησιμοποιηθούν – παρακολουθηθούν για την καταγραφή των καταστάσεων της μηχανής :

- 1. Start signal μας δίνει την πληροφορία ότι η μηχανή ξεκίνησε την παραγωγική διαδικασία.
- 2. function manual η συγκεκριμένη εντολή καθορίζει αν η μηχανή είναι σε χειροκίνητη η σε αυτόματη κίνηση.
- 3. alarm signal η εντολή αυτή μας δίνει την πληροφορία ότι η μηχανή είναι σταματημένη λόγω κάποιου προβλήματος.

# Internet of Things για παρακολούθηση στη βιομηχανία τροφίμων



Εικόνα 21: Plc Input μηχανής 1

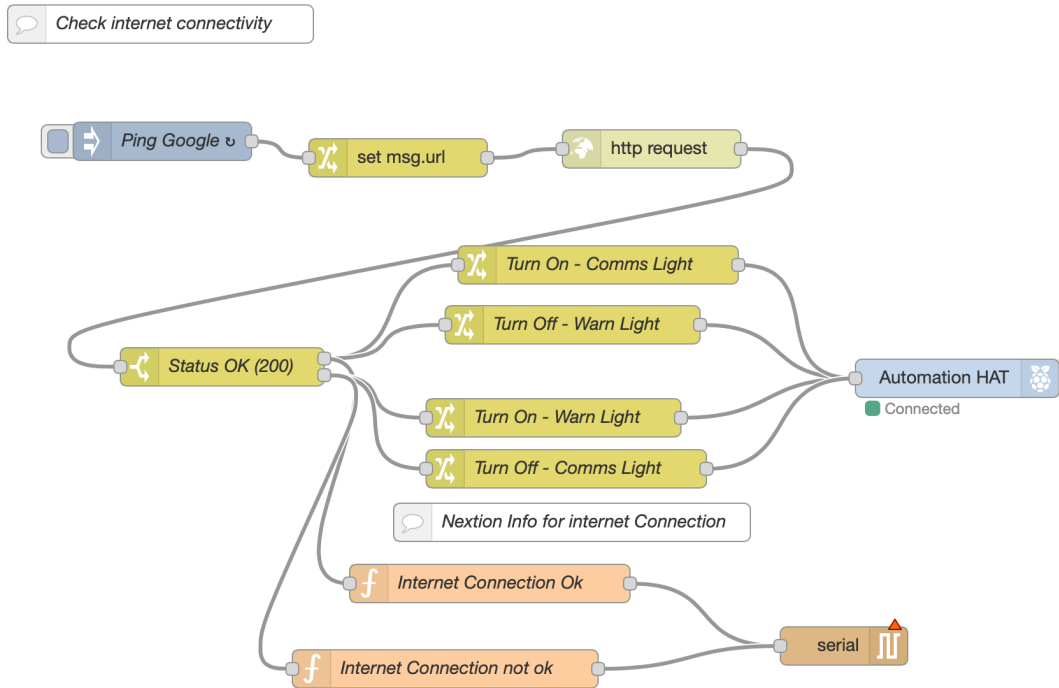


Εικόνα 22: Plc Input μηχανής 2

## 7.4 Παράρτημα προγράμματος

Check Internet Connectivity Flow :

Το παρακάτω Flow είναι για τον έλεγχο αν η εφαρμογή είναι συνδεδεμένη στο διαδίκτυο.

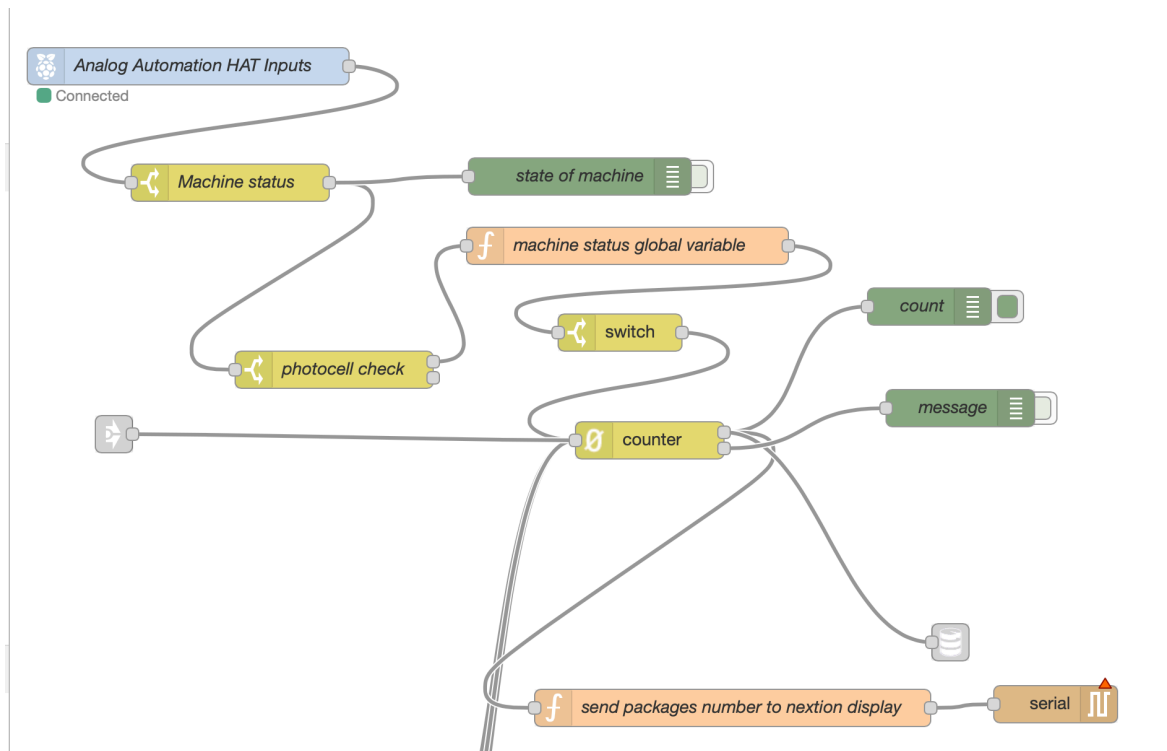


Εικόνα 23: Node red flow Check Internet Connectivity

Είναι σημαντικό ανά τακτά χρονικά διαστήματα να ελέγχουμε αν η εφαρμογή είναι συνδεδεμένη στο διαδίκτυο. Αν δεν είναι συνδεδεμένη τότε η εφαρμογή ενημερώνει τον χρήστη μέσω κάποιου ηχητικό alarm η visual μέσω μιας εξόδου του Raspberry.

Product Counter flow :

Στο συγκεκριμένο Flow παρουσιάζεται η διαδικασία καταγραφής των παραχθέντων πακέτων.

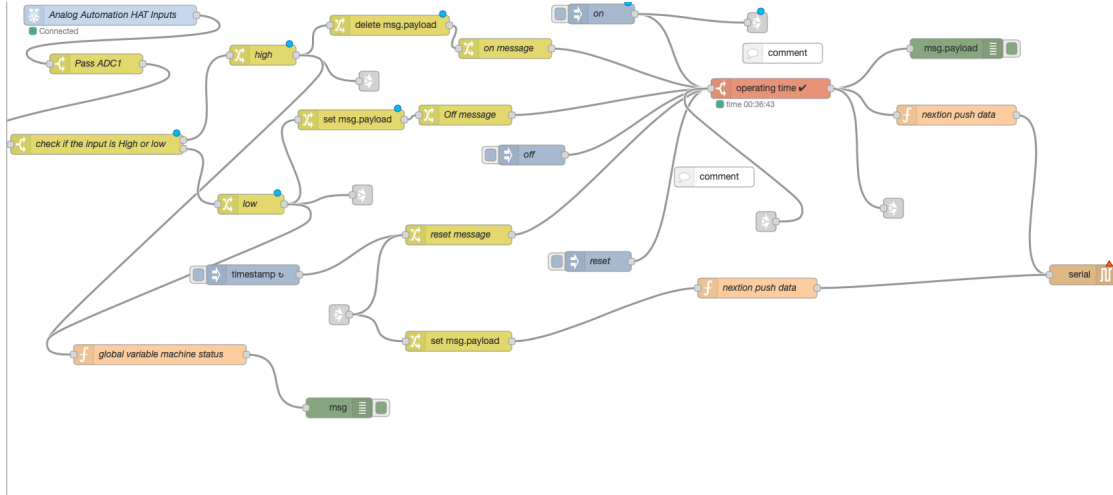


Εικόνα 24: Node red flow Product counter flow

Στο αριστερό μέρος δεχόμαστε ως είσοδο τον παλμό του φωτοκύτταρου και έπειτα από μερικές διεργασίες μέσω των function blocks και την χρήση ενός function counter καταγράφουμε τα πακέτα και τα παρουσιάζουμε στο dashboard της εφαρμογής. Είναι σκόπιμο σε αυτό το σημείο να αναφέρουμε ότι η καταγραφή των πακέτων γίνεται μόνο όταν η μηχανή είναι σε Running Mode με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να εξαλείψουμε την λάθος καταγραφή των πακέτων.

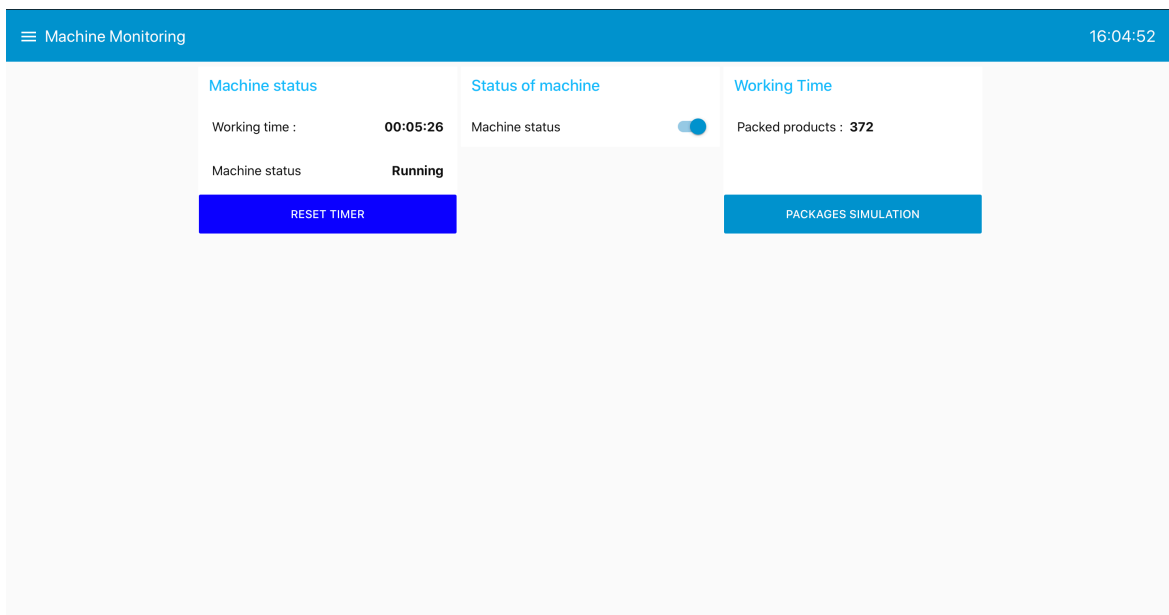
### Status of machine flow:

Στο συγκεκριμένο flow παρακολουθούμε την έξοδο του plc και καταγράφουμε την ώρα που η μηχανή είναι σε Running Mode.



Εικόνα 25: Node red flow status of machine

### Dashboard Παρουσίαση δεδομένων



Εικόνα 26: Node red Dashboard

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ένα στιγμιότυπο το οποίο έχει παρθεί από το Dashboard της εφαρμογής. Σε αυτή την σελίδα ο χρήστης έχει όλες τις κρίσιμες πληροφορίες για την γραμμή παραγωγής. Παράλληλα στο τέλος της παραγωγής υπάρχει

αυτοματοποιημένη διεργασία η οποία αποθηκεύει σε βάση δεδομένων τα στατιστικά της ημέρας.

## 7.5 Μελλοντικές προσθήκες

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούν μερικές μελλοντικές προσθήκες που στο μέλλον θα πλαισιώσουν την εφαρμογή. Αρχικά θα ήταν σωστό για λόγους σταθερότητας και πιστότητας η εφαρμογή να μεταφερθεί σε μια πιο αξιόπιστη συσκευή , όπως το Grouve από την εταιρεία Opto 22 το οποίο είναι αμιγώς για βιομηχανική χρήση. Διαφορετικά πλέον τα περισσότερα Plc μπορούν να προγραμματιστούν με την γλώσσα Node-Red η αλλαγές στο πρόγραμμα είναι ελάχιστες και πιο συγκεκριμένα η αλλαγή των εισόδων – εξόδων.



## Παράρτημα Εικόνων:

Εικόνα 1: IoT Grid

Εικόνα 2: Industry generation

Εικόνα 3: IoT στην βιομηχανία

Εικόνα 4: Εξέλιξη στην βιομηχανία

Εικόνα 5: Δομή λειτουργίας PLC

Εικόνα 6: Πλαίσιο στήριξης μονάδων PLC της εταιρίας Lenze.

Εικόνα 7: Είσοδοι/ έξοδοι PLC.

Εικόνα 8: Εσωτερική δομή ενός μικροεπεξεργαστή

Εικόνα 9: Arduino Mega2560

Εικόνα 10: NodeMcu Board

Εικόνα 11: BeagleBone

Εικόνα 12: Grove Board

Εικόνα 13: Parallella

Εικόνα 14: Parallella board

Εικόνα 15: Raspberry flow

Εικόνα 16: Raspberry Pi 4 model B

Εικόνα 17: Automation hat shield board

Εικόνα 18: Περιβαλλον προγραμματισμού Node Red

Εικόνα 19: Node Red flow

Εικόνα 20: Crosser IoT application

Εικόνα 21: Plc Input μηχανής 1

Εικόνα 22: Plc Input μηχανής 2

Εικόνα 23: Node red flow Check Internet Connectivity

Εικόνα 24: Node red flow Product counter flow

Εικόνα 25: Node red flow status of machine

Εικόνα 26: Node red Dashboard

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

Στο παράρτημα αυτό παρατίθεται ο κώδικας ανάπτυξης της παρούσας εφαρμογής.

Παρακάτω υπάρχει το εξαγόμενο αρχείο σε Jason των flows που χρησιμοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη εφαρμογή.

```
{
  "id": "98274db3.776748",
  "type": "tab",
  "label": "product counter input 1",
  "disabled": false,
  "info": "photocell is connected on the input 1 and counts\nthe products ",
  "id": "3734abf5.d2da44",
  "type": "tab",
  "label": "Check internet Connection",
  "disabled": false,
  "info": "This flow checks the internet connection and\nlights up the blue led Comms if the connection\nis established and the red on Warning if not\n",
  "id": "54819a32.a09914",
  "type": "tab",
  "label": "Nextion shows Ip",
  "disabled": false,
  "info": "",
  "id": "1f0161ee.3b423e",
  "type": "tab",
  "label": "Status of machine",
  "disabled": false,
  "info": "",
  "id": "c4219cb4.8bc04",
  "type": "tab",
  "label": "Dashboard",
  "disabled": false,
  "info": "",
  "id": "e5dfbe82.e8ff9",
  "type": "tab",
  "label": "On off relay and output on Automation Hat",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "808fa8d.87c6c58",
  "type": "tab",
  "label": "input example",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "f7bb1df8.3eede8",
  "type": "tab",
  "label": "Rf signals for tele plugs",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "e40961b1.ad649",
  "type": "tab",
  "label": "weather station example",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "5544b009.11cba",
  "type": "tab",
  "label": "Flow 3",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "c189c293.2317f",
  "type": "tab",
  "label": "Flow 5",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "6a82990b.4a44c8",
  "type": "tab",
  "label": "Flow 1",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "aea10dbf.8a2c",
  "type": "tab",
  "label": "Flow 2",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "c6f3ee1f.fd08",
  "type": "tab",
  "label": "Flow 11",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "3fb4c40a.2a8c6c",
  "type": "tab",
  "label": "waiting for task to finish",
  "disabled": true,
  "info": "",
  "id": "8c79fe46.7b645",
  "type": "mqtt-broker",
  "z": "",
  "broker": "192.168.0.203",
  "port": "1883",
  "clientId": "",
  "usetls": false,
  "compatmode": true,
  "keepalive": "60",
  "cleansession": true,
  "birthTopic": "",
  "birthQos": "0",
  "birthPayload": "",
  "willTopic": "",
  "willQos": "0",
  "willPayload": "",
  "id": "5ae4f0be.6f3d9",
  "type": "influxdb",
  "z": "",
  "hostname": "127.0.0.1",
  "port": "8086",
  "protocol": "http",
  "database": "WEATHER",
  "name": "Weather",
  "usetls": false,
  "tls": "",
  "id": "e414bdfe.fd972",
  "type": "mqtt-broker",
  "z": "",
  "broker": "192.168.0.203",
  "port": "1883",
  "clientId": "",
  "usetls": false,
  "compatmode": true,
  "keepalive": "60",
  "cleansession": true,
  "birthTopic": "",
  "birthQos": "0",
  "birthPayload": "",
  "willTopic": "",
  "willQos": "0",
  "willPayload": "",
  "id": "373fa459.54e07c",
  "type": "influxdb",
  "z": "",
  "hostname": "127.0.0.1",
  "port": "8086",
  "protocol": "http",
  "database": "WEATHER",
  "name": "Weather",
  "usetls": false,
  "tls": "",
  "id": "d154c64d.3a6338",
  "type": "ui_base",
  "theme": {
    "name": "theme-light",
    "lightTheme": {
      "default": "#0094CE",
      "baseColor": "#0094CE",
      "baseFont": "-apple-system,BlinkMacSystemFont,Segoe UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica Neue,sans-serif",
      "edited": true,
      "reset": false,
      "darkTheme": {
        "default": "#097479",
        "baseColor": "#097479",
        "baseFont": "-apple-system,BlinkMacSystemFont,Segoe"
      }
    }
  }
}
```

UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica Neue,sans-serif","edited":false},"customTheme":{"name":"Untitled Theme 1","default":"#4B7930","baseColor":"#4B7930","baseFont":"-apple-system,BlinkMacSystemFont,Segoe UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica Neue,sans-serif"},"themeState":{"base-color":{"default":"#0094CE","value":"#0094CE","edited":false},"page-titlebar-backgroundColor":{"value":"#0094CE","edited":false},"page-backgroundColor":{"value":"#fafafa","edited":false},"page-sidebar-backgroundColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"group-textColor":{"value":"#1bbfff","edited":false},"group-borderColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"group-backgroundColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"widget-textColor":{"value":"#111111","edited":false},"widget-backgroundColor":{"value":"#0094ce","edited":false},"widget-borderColor":{"value":"#ffffff","edited":false},"base-font":{"value":"-apple-system,BlinkMacSystemFont,Segoe UI,Roboto,Oxygen-Sans,Ubuntu,Cantarell,Helvetica Neue,sans-serif"}},"angularTheme":{"primary":"indigo","accents":"blue","warn":"red","background":"grey"},"site":{"name":"Node-RED Dashboard"},"hideToolbar":"false","allowSwipe":"false","lockMenu":"false","allowTempTheme":"true","dateFormat":"DD/MM/YYYY","sizes":{"sx":48,"sy":48,"gx":6,"gy":6,"cx":6,"cy":6,"px":0,"py":0}},"id":"f61df4f2.7e98c8","type":"ui\_group","z":"","name":"Working Time","tab":"3e48fbcf.0f76b4","order":1,"disp":true,"width":"6","collapse":false},"id":"fca76478.56fc58","type":"ui\_group","z":"","name":"Bench Light","tab":"","order":2,"disp":true,"width":"6"},"id":"f0ed49f4.becae8","type":"sqlitedb","z":"","db":"/home/pi/dbs/iot.db"},"id":"9de5b4e4.805bc8","type":"twitter-credentials","z":"","screen\_name":"@spiessa"},"id":"2742ad4c.1aa302","type":"twitter-credentials","z":"","screen\_name":"@SensorsIOT"},"id":"bcb2fe0c.6ec2f","type":"mqtt-broker","z":"","broker":"192.168.0.203","port":"1883","clientId":"","usetls":false,"compatmode":true,"keepalive":"60","cleansession":true,"birthTopic":"","birthQos":"0","birthPayload":"","willTopic":"","willQos":"0","willPayload":"","id":"2970ed65.d876f2","type":"websocket-listener","path":"/ws/audio","wholemsg":"false"},"id":"4fd52db4.df1334","type":"ui\_group","z":"","name":"Machine status","tab":"7379b01a.1aaea","order":1,"disp":true,"width":"6","collapse":false},"id":"901975ed.e8f378","type":"ui\_group","z":"","name":"Bench Light","tab":"","order":2,"disp":true,"width":"6"},"id":"f46ef6c8.2d1e48","type":"ui\_group","z":"","name":"MiFlora","tab":"","order":2,"disp":true,"width":"6"},"id":"aac830bd.d89bb","type":"ui\_group","z":"","name":"Report","tab":"","order":2,"disp":true,"width":"18"},"id":"f4d01b54.f91498","type":"ui\_group","z":"","name":"Selection","tab":"","order":1,"disp":true,"width":"5"},"id":"7c46e1d9.f9ebc","type":"ui\_group","z":"","name":"MiFlora","tab":"","order":2,"disp":true,"width":"6"},"id":"cd8fbcc4.0998d","type":"ui\_group","z":"","name":"Report","tab":"","order":2,"disp":true,"width":"18"},"id":"a7801d12.a12d5","type":"ui\_group","z":"","name":"Selection","tab":"","order":1,"disp":true,"width":"5"},"id":"a58597c5.b57208","type":"sqlitedb","z":"","db":"/home/pi/dbs/iot.sav"},"id":"85c3b7c7.e2ebf8","type":"ui\_group","z":"","name":"Mailbox","tab":"","disp":true,"width":"6"},"id":"9e5819b1.353b18","type":"ui\_group","z":"","name":

```

"Weather
Station", "tab": "", "order": 1, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "d278d993.f4
7b38", "type": "ui_group", "z": "", "name": "Sensor
1", "tab": "", "order": 2, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "e2308f5c.3ea22", "
type": "ui_group", "z": "", "name": "Sensor
2", "tab": "", "order": 3, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "6f7038bf.017c98",
"type": "ui_group", "z": "", "name": "New
Devices", "tab": "", "order": 5, "disp": true, "width": "18"}, {"id": "fbcbf06.e8dff1", "type": "ui_
group", "z": "", "name": "Magnet", "tab": "", "order": 4, "disp": true, "width": "6", "collapse": fal
se}, {"id": "93a8e879.9bb5a8", "type": "ui_group", "z": "", "name": "Digoo RS8
Sensor", "tab": "", "order": 2, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "7ebec9d4.6
0da08", "type": "ui_group", "z": "", "name": "New
Devices", "tab": "", "order": 5, "disp": true, "width": "18", "collapse": false}, {"id": "8d0b9fef.
0c8f3", "type": "ui_group", "z": "", "name": "Door
Bell", "tab": "", "order": 4, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "fc73ac1f.9094",
"type": "ui_group", "z": "", "name": "Maplin Weather
Station", "tab": "", "order": 1, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "12c26cc8.6
20cf3", "type": "sqlitedb", "z": 0, "db": "/home/pi/sqlite/nodered"}, {"id": "45ee3f57.79236
", "type": "sqlitedb", "z": "", "db": "/home/pi/dbs/nodered", "mode": "RW"}, {"id": "eb79950
5.1fdc08", "type": "ui_group", "z": "", "name": "switches", "tab": "", "order": 1, "disp": true, "
width": "6", "collapse": false}, {"id": "d0725315.5be298", "type": "telegram
bot", "z": "", "botname": "samplebot", "usernames": "", "chatids": "", "baseapiurl": "", "pollin
terval": "300"}, {"id": "a4a4f0e2.c1ea18", "type": "telegram
bot", "z": "", "botname": "Industry4.0", "usernames": "Apagkos_bot", "chatids": "", "basea
piurl": "", "updatemode": "polling", "pollinterval": "", "sockshost": "", "socksport": "", "socks
username": "", "sockspassword": "", "bothost": "", "localbotport": "", "publicbotport": "", "pr
ivatekey": "", "certificate": "", "verboseLogging": false}, {"id": "49564a99.0df23c", "type": "t
elegram
bot", "z": "", "botname": "Industry4.0", "usernames": "Apagkos_bot", "chatids": "", "basea
piurl": "", "pollinterval": "", "sockshost": "", "socksport": "", "socksusername": "", "sockspa
ssword": "", "bothost": "", "localbotport": "", "publicbotport": "", "privatekey": "", "certificate"
: "", "verboseLogging": false}, {"id": "1143ffe3.7f827", "type": "telegram
bot", "z": "", "botname": "TV
Power", "usernames": "", "chatids": ""}, {"id": "e8f7ee35.630b7", "type": "telegram
bot", "z": "", "botname": "samplebot", "usernames": "", "chatids": "", "baseapiurl": "", "pollin
terval": "300"}, {"id": "baf808d9.447998", "type": "sqlitedb", "z": "", "db": "/home/pi/sqlite/
diagnostic"}, {"id": "2d760946.ca7776", "type": "ui_group", "z": "", "name": "State
Administration", "tab": "", "disp": true, "width": "6"}, {"id": "bf9cd76b.e356", "type": "ui_gro
up", "z": "", "name": "System
Administration", "tab": "", "order": 3, "disp": true, "width": "6"}, {"id": "95a48842.f4f4e8", "ty
pe": "ui_group", "z": "", "name": "System
Status", "tab": "", "disp": true, "width": "6"}, {"id": "1d135e26.715dea", "type": "ui_group", "
z": "", "name": "System
Messages", "tab": "", "disp": true, "width": "24"}, {"id": "ab05eb97.d2698", "type": "sqlitedb
", "z": "", "db": "/home/pi/sqlite/nodered"}, {"id": "63ac6d99.d3cb74", "type": "ui_group", "
z": "", "name": "Graph", "tab": "", "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "3201502
f.6768a", "type": "mqtt-
broker", "z": "", "name": "Localhost", "broker": "localhost", "port": "1883", "clientid": "", "us
etls": false, "compatmode": true, "keepalive": "60", "cleansession": true, "birthTopic": "", "
birthQos": "0", "birthPayload": "", "closeTopic": "", "closeQos": "0", "closePayload": "", "wil

```

```

{"id":"73dbbf1d.88a7a","type":"mqtt-
broker","z":"","name":"","broker":"192.168.100.24","port":"1883","clientid":"","usetls
":false,"compatmode":true,"keepalive":"15","cleansession":true,"birthTopic":"","birt
hQos":"0","birthPayload":"","closeTopic":"","closePayload":"","willTopic":"","willQos
":"0","willPayload":"","id":"cc193b2a.9e73f8","type":"mqtt-
broker","z":"","broker":"localhost","port":"1883","clientid":"NodeRedUI","usetls":fals
e,"compatmode":true,"keepalive":"15","cleansession":true,"birthTopic":"","birthQos
":"0","birthPayload":"","willTopic":"","willQos":"0","willPayload":"","id":"7e24a7aa.b
5c1f8","type":"ui_group","z":"","name":"MQTT","tab":"","disp":true,"width":"6"},{"id":
"caec84f1.d79658","type":"ui_group","z":"","name":"Context","tab":"","disp":true,"wi
dth":"6"},{"id":"53e96dc3.dbd854","type":"ui_group","z":"","name":"Graph","tab":"","
disp":true,"width":"6","collapse":false},{"id":"644df901.522f38","type":"mqtt-
broker","z":"","name":"Localhost","broker":"localhost","port":"1883","clientid":"","us
etls":false,"compatmode":true,"keepalive":"60","cleansession":true,"birthTopic":"","
birthQos":"0","birthPayload":"","closeTopic":"","closeQos":"0","closePayload":"","wil
lTopic":"","willQos":"0","willPayload":"","id":"4feffffb.f64cc","type":"ui_group","z":"","
name":"Testing
Motions","tab":"","disp":true,"width":"10"},{"id":"5885309d.55128","type":"mqtt-
broker","z":"","name":"Localhost","broker":"localhost","port":"1883","clientid":"","us
etls":false,"compatmode":true,"keepalive":"60","cleansession":true,"birthTopic":"","
birthQos":"0","birthPayload":"","closeTopic":"","closeQos":"0","closePayload":"","wil
lTopic":"","willQos":"0","willPayload":"","id":"299cacdf.37a60c","type":"serial-
port","z":"54819a32.a09914","serialport":"/dev/ttyUSB0","serialbaud":"9600","data
bits":"8","parity":"none","stopbits":"1","newline":"100","bin":"bin","out":"time","addch
ar":false,"responsetimeout":""},{"id":"3d9d145a.6492b4","type":"serial-
port","z":"54819a32.a09914","serialport":"/dev/ttyAMA0","serialbaud":"9600","data
bits":"8","parity":"none","stopbits":"1","newline":"500","bin":"bin","out":"time","addch
ar":false},{"id":"5ec8d0cb.8fbeb","type":"serial-
port","z":"","serialport":"/dev/ttyUSB0","serialbaud":"9600","databits":"8","parity":"n
one","stopbits":"1","newline":"\n","bin":"false","out":"char","addchar":false,"respons
etimeout":"10000"},{"id":"e3ef9255.75891","type":"serial-
port","z":"5544b009.11cba","serialport":"/dev/ttyUSB0","serialbaud":"9600","databit
s":"8","parity":"none","stopbits":"1","newline":"500","bin":"bin","out":"time","addchar
":false,"responsetimeout":""},{"id":"c8d08ef4.e2ab08","type":"ui_group","name":"Gr
oup
1","tab":"","order":1,"disp":true,"width":6},{"id":"6739dc81.85e704","type":"mqtt-
broker","z":"","broker":"192.168.24.2","port":"1883","clientid":"","usetls":false,"comp
atmode":false,"keepalive":"15","cleansession":true,"birthTopic":"","birthQos":"0","bi
rthPayload":"","willTopic":"","willQos":"0","willPayload":"","id":"5e1e42e4.170c8c",
"type":"ui_group","z":"","name":"Default","tab":"","disp":true,"width":"6"},{"id":"134cf
655.c39c6a","type":"mqtt-
broker","z":"","broker":"192.168.24.2","port":"1883","clientid":"","usetls":false,"comp
atmode":false,"keepalive":"15","cleansession":true,"birthTopic":"","birthQos":"0","bi
rthPayload":"","willTopic":"","willQos":"0","willPayload":"","id":"672c993f.988d48",
"type":"influxdb","z":"","hostname":"127.0.0.1","port":"8086","protocol":"http","datab
ase":"WEATHER","name":"","usetls":false,"tls":""},{"id":"e484372d.7552e8","type":"
ui_group","z":"","name":"Temperatuur
Node","tab":"","order":1,"disp":true,"width":"12"},{"id":"cd31a0ca.abacb","type":"ui_
group","z":"","name":"Linha
1","tab":"","disp":true,"width":"25","collapse":false},{"id":"8eb4d6fd.677408","type":"

```

mqtt-

```
broker", "z": "", "broker": "127.0.0.1", "port": "1883", "clientid": "nodered", "usetls": false, "compatmode": true, "keepalive": "60", "cleansession": true, "birthTopic": "", "birthQos": "0", "birthPayload": "", "willTopic": "", "willQos": "0", "willPayload": "", {"id": "7c52294b.699458", "type": "ui_group", "z": "", "name": "Buttons", "tab": "", "disp": true, "width": "10"}, {"id": "d97b1257.61ae", "type": "mqtt-broker", "z": "", "broker": "localhost", "port": "1883", "clientid": "", "usetls": false, "compatmode": true, "keepalive": "15", "cleansession": true, "birthTopic": "", "birthQos": "0", "birthPayload": "", "willTopic": "", "willQos": "0", "willPayload": ""}, {"id": "7379b01a.1aaea", "type": "ui_tab", "z": "", "name": "Machine Monitoring", "icon": "dashboard", "disabled": false, "hidden": false}, {"id": "18542645.de43aa", "type": "ui_group", "z": "", "name": "Packages", "tab": "3e48fbcf.0f76b4", "order": 1, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "3e48fbcf.0f76b4", "type": "ui_tab", "z": "", "name": "Packages", "icon": "dashboard", "disabled": false, "hidden": false}, {"id": "3f909443.65a55c", "type": "ui_group", "z": "", "name": "Signin", "tab": "462c493c.302108", "order": 1, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "2d9f8baa.cb7b04", "type": "ui_group", "z": "", "name": "SensorData", "tab": "462c493c.302108", "order": 2, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "f60889c8.1935c8", "type": "ui_group", "z": "", "name": "History", "tab": "462c493c.302108", "order": 3, "disp": true, "width": "6", "collapse": false}, {"id": "462c493c.302108", "type": "ui_tab", "z": "", "name": "Dashboard", "icon": "dashboard", "order": 1}, {"id": "ba778ed2.ff864", "type": "mqtt-in", "z": "e40961b1.ad649", "name": "", "topic": "RFLINK_REC/#", "qos": "0", "broker": "e414bdfe.fd972", "x": 107, "y": 82, "wires": [{"c773303.7246cd"}]}, {"id": "c773303.7246cd", "type": "function", "z": "e40961b1.ad649", "name": "Parse message", "func": "var msg433 = {};\nmsg.payload = msg.payload.replace(/(\\r\\n|\\n|\\r)/gm, '\\ '); \nvar parts433 = msg.payload.split('\\ '); \n\nmsg433.p1 = parts433[0]; \nmsg433.p2 = parts433[1]; \nmsg433.name = parts433[2]; \nfor (var i=3; i<parts433.length; i++) \n{\n  var keyvalue = parts433[i].split('\\ ='); \n  if (keyvalue.length===2) \n  {\n    msg433[keyvalue[0]] = keyvalue[1]; \n  } \n} \n\nmsg.msg433 = msg433; \nmsg.topic='\\ rflink\\ '; \n\nreturn msg; \n\n// So firstly a generic means of getting incoming items into an object\n\nvar the433 = {};\nmsg.payload = msg.payload.replace(/(\\r\\n|\\n|\\r)/gm, '\\ '); \nnode.warn(msg.payload); \nvar parts433 = msg.payload.split('\\ '); \n\nthe433.p1 = parts433[0]; \nthe433.p2 = parts433[1]; \nthe433.name = parts433[2]; \n\nvar a = 3; \nwhile (a < parts433.length) \n{\n  var bits433 = parts433[a].split('\\ ='); \n  switch (bits433[0]) \n  {\n    case '\\ID\\': the433.id = bits433[1]; break; \n    case '\\SWITCH\\': the433.switch = bits433[1]; break; \n    case '\\SET_LEVEL\\': the433.set_level = parseInt(bits433[1], 10); break; \n    case '\\TEMP\\': the433.temp = parseInt(bits433[1], 16) / 10; break; \n    case '\\HUM\\': the433.hum = parseInt(bits433[1], 10); break; \n    case '\\BARO\\': the433.baro = parseInt(bits433[1], 16); break; \n    case '\\HSTATUS\\': the433.hstatus = parseInt(bits433[1], 10); break; \n    case '\\BFORECAST\\': the433.bforecast = parseInt(bits433[1], 10); break; \n    case '\\UV\\': the433.uv = parseInt(bits433[1], 16); break; \n    case '\\LUX\\': the433.lux = parseInt(bits433[1], 16); break; \n    case '\\BAT\\': the433.bat = bits433[1]; break; \n    case '\\RAIN\\': the433.rain = parseInt(bits433[1], 16) / 10; break; \n    case '\\RAIN\\': the433.rainrate = parseInt(bits433[1], 16) / 10; break; \n    case '\\WINSPI\\': the433.winspi = parseInt(bits433[1], 16) / 10; break; \n    case '\\AWINSPI\\': the433.awinspi =
```

```

parseInt(bits433[1], 16) / 10; break;\n      case \"WINGS\": the433.wings =
parseInt(bits433[1], 16); break;\n      case \"WINDIR\": the433.windir =
parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"WINCHL\": the433.winchl =
parseInt(bits433[1], 16); break;\n      case \"WINTMP\": the433.wintmp =
parseInt(bits433[1], 16); break;\n      case \"CHIME\": the433.chime =
parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"SMOKEALERT\": the433.smokealert
= bits433[1]; break;\n      case \"PIR\": the433.pir = bits433[1]; break;\n      case
\"CO2\": the433.co2 = parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"SOUND\":
the433.sound = parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"KWATT\":
the433.kwatt = parseInt(bits433[1], 16); break;\n      case \"WATT\": the433.watt
= parseInt(bits433[1], 16); break;\n      case \"CURRENT\": the433.current =
parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"CURRENT2\": the433.current2 =
parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"CURRENT3\": the433.current3 =
parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"DIST\": the433.dist =
parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"METER\": the433.meter =
parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"VOLT\": the433.volt =
parseInt(bits433[1], 10); break;\n      case \"RGBW\": the433.rgbc =
parseInt(bits433[1].substring(0, 2), 16);\n      the433.rgbw =
parseInt(bits433[1].substring(2, 4), 16); break;\n    }\n    a++;\n  }\n\n// SO - the
above is general... here is my specific setup for temporarily displaying\n// the
Acurite info\nif ((the433.p1 == \"20\") && (the433.name == \"Acurite\") &&
(the433.id == \"c826\")) {\n  if (typeof the433.temp !== 'undefined') temp =
the433.temp;\n  if (typeof the433.hum !== 'undefined') hum = the433.hum;\n  if
(typeof the433.bat !== 'undefined') bat = the433.bat;\n  if (typeof the433.rain !==
'undefined') rain = the433.rain;\n  if (typeof the433.winsp !== 'undefined') winsp =
the433.winsp;\n  if (typeof the433.windir !== 'undefined') windir =
the433.windir;\n\n  node.warn(\"Temperature: \" + temp +
\"c\");\n  node.warn(\"Humidity: \" + hum + \"%\");\n  node.warn(\"Battery: \" +
bat);\n  node.warn(\"Rain: \" + rain + \"mm\");\n  node.warn(\"Wind Speed: \" +
winsp + \"km/h\");\n  node.warn(\"Wind Dir: \" + (windir * 22.5) + \"
degrees\");\n}\n\n*//\", \"outputs\":1, \"noerr\":0, \"x\":322, \"y\":105, \"wires\":[[\"6dee95b8.6ef8
2c\"]], {\"id\": \"6dee95b8.6ef82c\", \"type\": \"function\", \"z\": \"e40961b1.ad649\", \"name\": \"TE
MP conversion\", \"func\": \"if (msg.msg433.TEMP!==undefined) {\n  if
(parseInt(msg.msg433.TEMP, 16) >= 0x8000) {\n    msg.msg433.TEMP =
(parseInt(msg.msg433.TEMP, 16) & 0x7FFF) / 10 * -1;\n  } else
{\n    msg.msg433.TEMP = parseInt(msg.msg433.TEMP, 16) / 10;\n  }\n} else
msg.msg433.TEMP=-999.0;\nnode.status({fill: \"blue\", shape: \"ring\", text:
msg.msg433.TEMP });\nreturn
msg;\", \"outputs\":1, \"noerr\":0, \"x\":329, \"y\":178, \"wires\":[[\"7afe7037.54ce3\"]], {\"id\": \"7afe
7037.54ce3\", \"type\": \"function\", \"z\": \"e40961b1.ad649\", \"name\": \"HUM
conversion\", \"func\": \"if (msg.msg433.HUM!==undefined) {\n  msg.msg433.HUM =
parseInt(msg.msg433.HUM, 10);\n}\nelse msg.msg433.HUM=-
999.0;\nnode.status({fill: \"blue\", shape: \"ring\", text: msg.msg433.HUM });\nreturn
msg;\n\", \"outputs\":1, \"noerr\":0, \"x\":318, \"y\":239, \"wires\":[[\"7cb270d7.c88b1\"]], {\"id\": \"7c
b270d7.c88b1\", \"type\": \"function\", \"z\": \"e40961b1.ad649\", \"name\": \"ID
conversion\", \"func\": \"if (msg.msg433.ID!==undefined) {\n  msg.msg433.ID =
parseInt(msg.msg433.ID, 16);\n}\n}\nreturn
msg;\n\", \"outputs\":1, \"noerr\":0, \"x\":319, \"y\":298, \"wires\":[[\"b9ba4380.32c7\"]], {\"id\": \"b9
ba4380.32c7\", \"type\": \"function\", \"z\": \"e40961b1.ad649\", \"name\": \"RAIN
conversion\", \"func\": \"var global_name = \"rainstat\"; // Name of the global

```

```

variable\n\nvar rainstat = global.get(global_name);\n\n msg.msg433.RAINRATE =
-999;\n\nif (msg.msg433.RAIN!==undefined) {\n  msg.msg433.RAIN =
parseInt(msg.msg433.RAIN, 16) /10;\n  msg.msg433.RAINRATE =
msg.msg433.RAIN - rainstat;\n  global.set(global_name,msg.msg433.RAIN);\n}
else msg.msg433.RAIN=-999.0;\nnode.status({fill:"blue",shape:"ring",text:
rainstat });\n\nreturn
msg;\n", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 330, "y": 351, "wires": [[["1d9e07b2.0f0f58"]]], {"id": "1
d9e07b2.0f0f58", "type": "function", "z": "e40961b1.ad649", "name": "WINSP
conversion", "func": "if (msg.msg433.WINSP!==undefined)
{\n  msg.msg433.WINSP = parseInt(msg.msg433.WINSP, 16) /10;\n} else
msg.msg433.WINSP=0;\nnode.status({fill:"blue",shape:"ring",text:
msg.msg433.WINSP });\n\nreturn
msg;\n", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 331, "y": 413, "wires": [[["cd3cb6d2.640358"]]], {"id": "c
d3cb6d2.640358", "type": "function", "z": "e40961b1.ad649", "name": "WINGS
conversion", "func": "if (msg.msg433.WINGS!==undefined)
{\n  msg.msg433.WINGS = parseInt(msg.msg433.WINGS , 16)/10;\n}\n\nelse
msg.msg433.WINGS=0;\nnode.status({fill:"blue",shape:"ring",text:
msg.msg433.WINGS });\n\nreturn
msg;\n", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 331, "y": 483, "wires": [[["47f9b92f.6ec698"]]], {"id": "4
7f9b92f.6ec698", "type": "function", "z": "e40961b1.ad649", "name": "WINDIR
conversion", "func": "if (msg.msg433.WINDIR!==undefined)
{\n  msg.msg433.WINDIR = parseInt(msg.msg433.WINDIR , 10) * 22.5;\n}\n\nelse
msg.msg433.WINDIR=-999.0;\nnode.status({fill:"blue",shape:"ring",text:
msg.msg433.WINDIR });\n\nreturn
msg;\n", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 334, "y": 549, "wires": [[["b75fde7b.7dca"]]], {"id": "b75
fde7b.7dca", "type": "function", "z": "e40961b1.ad649", "name": "SWITCH
conversion", "func": "if (msg.msg433.SWITCH !==undefined)
{\n  msg.msg433.SWITCH = parseInt(msg.msg433.SWITCH , 16);\n}\n\nelse
msg.msg433.SWITCH=-999.0;\nnode.status({fill:"blue",shape:"ring",text:
msg.msg433.SWITCH });\n\nreturn
msg;\n", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 342, "y": 616, "wires": [[["84795aea.3a1228"]]], {"id": "8
4795aea.3a1228", "type": "function", "z": "e40961b1.ad649", "name": "CHIME
conversion", "func": "if (msg.msg433.CHIME !==undefined)
{\n  msg.msg433.CHIME = parseInt(msg.msg433.CHIME , 16);\n} else
msg.msg433.CHIME=-999.0;\nnode.status({fill:"blue",shape:"ring",text:
msg.msg433.CHIME });\n\nreturn
msg;\n", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 331, "y": 682, "wires": [[["3b4359cd.bb59b6"]]], {"id": "8
dba2f7d.abaa8", "type": "change", "z": "e40961b1.ad649", "name": "Set
Topic", "rules": [{"t": "set", "p": "topic", "pt": "msg", "to": "rflink", "tot": "str"}], "action": "", "pro
perty": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 501.6328125, "y": 752.3046875, "wires": [[["50
8256b3.31cd68", "fab8599c.3ad538"]]], {"id": "508256b3.31cd68", "type": "function", "
z": "e40961b1.ad649", "name": "Weather Station", "func": "msg.payload = {\n  name:
msg.msg433.name,\n  temp: msg.msg433.TEMP,\n  wind:
msg.msg433.WINSP,\n  gust: msg.msg433.WINGS,\n  direction:
msg.msg433.WINDIR,\n  rain: msg.msg433.RAIN,\n  rainrate:
msg.msg433.RAINRATE,\n  humidity: msg.msg433.HUM,\n  battery:
msg.msg433.BAT\n}\n\nreturn
msg;","outputs": 1, "noerr": 0, "x": 678, "y": 752, "wires": [[["21825ef.819c2a2"]]], {"id": "3b
4359cd.bb59b6", "type": "function", "z": "e40961b1.ad649", "name": "BAT
conversion", "func": "if (msg.msg433.BAT === undefined)

```



```

msg.msg433.BAT="\n";\nnode.status({fill:"blue",shape:"ring",text:
msg.msg433.BAT });\nreturn
msg;\n","outputs":1,"noerr":0,"x":321,"y":750,"wires":[["8dba2f7d.abaa8"]],{"id":"fe
1dcc9.31ead3","type":"inject","z":"e40961b1.ad649","name":"","topic":"","payload":
"20;02;DKW2012;ID=0043;TEMP=8010;HUM=57;WINSF=0031;WINGS=0049;RA
IN=0c22;WINDIR=0004;BAT=OK;","payloadType":"str","repeat":"","crontab":"","on
ce":false,"onceDelay":0.1,"x":97,"y":142,"wires":[["c773303.7246cd"]],{"id":"fab85
99c.3ad538","type":"debug","z":"e40961b1.ad649","name":"","active":true,"tosideb
ar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"true","x":695,"y":833,"wires":[]},
{"id":"21825ef.819c2a2","type":"influxdb
out","z":"e40961b1.ad649","influxdb":"672c993f.988d48","name":"Weather","meas
urement":"stations","precision":"s","retentionPolicy":"","x":891,"y":748,"wires":[]},{"i
d":"40222a20.fc1794","type":"rpi-automation-hat
out","z":"f7bb1df8.3eede8","name":"","x":762,"y":371,"wires":[]},{"id":"522eae88.99
3d38","type":"rpi-automation-hat in","z":"f7bb1df8.3eede8","name":"Analog
Automation HAT
Inputs","input":true,"analog":false,"threshold":"0.00","x":152,"y":111,"wires":[["2043
3af1.dd3f0e"]],{"id":"20433af1.dd3f0e","type":"switch","z":"f7bb1df8.3eede8","nam
e":"Pass
ADC1","property":"topic","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"automationhat/
analog.1","vt":"str"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":1,"x":372,"y":111,"wire
s":[["b3d4d44a.a06a7","fc82a554.f6994"]],{"id":"b3d4d44a.a06a7","type":"switch",
"z":"f7bb1df8.3eede8","name":"Check Moisture
Level","property":"payload","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"0","vt":"num
"},{"t":"else"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":2,"x":596,"y":155,"wires":[["e
4ab076d.99c678"],["e4ab076d.99c678"]],{"id":"e4ab076d.99c678","type":"debug",
"z":"f7bb1df8.3eede8","name":"","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tost
atus":false,"complete":"payload","x":837.5,"y":146,"wires":[]},{"id":"fc82a554.f6994",
"type":"debug","z":"f7bb1df8.3eede8","name":"","active":true,"tosidebar":true,"con
sole":false,"tostatus":false,"complete":"false","x":555.5,"y":55,"wires":[]},{"id":"dd60
ae52.ad58f","type":"inject","z":"f7bb1df8.3eede8","name":"","topic":"","payload":"","
payloadType":"date","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"x":227.5
,"y":496,"wires":[["d935a11.a1e15e"]],{"id":"d935a11.a1e15e","type":"http
request","z":"f7bb1df8.3eede8","name":"tele plug 2
off","method":"GET","ret":"txt","url":"192.168.100.222/rcswitch?decimal=4216268",
"tls":"","x":414,"y":496,"wires":[]},{"id":"3af2a270.e32a8e","type":"rpi-automation-
hat
out","z":"3734abf5.d2da44","name":"","x":809,"y":341,"wires":[]},{"id":"bd88312d.fe
3ab8","type":"http
request","z":"3734abf5.d2da44","name":"","method":"GET","ret":"txt","url":"","tls":"","
x":569,"y":161,"wires":[["92157aae.181938"]],{"id":"60463117.64a05","type":"inje
ct","z":"3734abf5.d2da44","name":"Ping
Google","topic":"","payload":"www.google.gr","payloadType":"str","repeat":"30","cr
ontab":"","once":true,"onceDelay":"0.1","x":185,"y":155,"wires":[["7917cbfc.d511f4"
]],{"id":"7917cbfc.d511f4","type":"change","z":"3734abf5.d2da44","name":"","rules"
:[{"t":"set","p":"url","pt":"msg","to":"payload","tot":"msg"}],"action":"","property":"","fr
om":"","to":"","reg":false,"x":370,"y":168,"wires":[["bd88312d.fe3ab8"]],{"id":"92157
aae.181938","type":"switch","z":"3734abf5.d2da44","name":"Status OK
(200)","property":"statusCode","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"200","vt
":"str"},{"t":"else"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":2,"x":232,"y":332,"wires":

```

```
[["d2fd3999.784f5","3247cffe.452fd8","ff331608.a61d38"],["1c8db7d5.6c593","a117b67f.2d56e","608c8b07.11c724"]],{"id":"1c8db7d5.6c593","type":"change","z":"3734abf5.d2da44","name":"Turn On - Warn
Light","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"on","tot":"str"},{"t":"set","p":"topic","pt":"msg","to":"light.warn","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":492,"y":372,"wires":["3af2a270.e32a8e"]},{"id":"3247cffe.452fd8","type":"change","z":"3734abf5.d2da44","name":"Turn Off - Warn
Light","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"off","tot":"str"},{"t":"set","p":"topic","pt":"msg","to":"light.warn","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":507,"y":299,"wires":["3af2a270.e32a8e"]},{"id":"d2fd3999.784f5","type":"change","z":"3734abf5.d2da44","name":"Turn On - Comms
Light","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"on","tot":"str"},{"t":"set","p":"topic","pt":"msg","to":"light.comms","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":527,"y":252,"wires":["3af2a270.e32a8e"]},{"id":"a117b67f.2d56e","type":"change","z":"3734abf5.d2da44","name":"Turn Off - Comms
Light","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"off","tot":"str"},{"t":"set","p":"topic","pt":"msg","to":"light.comms","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":502,"y":412,"wires":["3af2a270.e32a8e"]},{"id":"d5bcadf5.782c58","type":"comment","z":"3734abf5.d2da44","name":"Check internet
connectivity","info":"","x":212.5,"y":83,"wires":[]},{"id":"6fe1bd41.84a5ec","type":"inject","z":"e5dfbe82.e8ff9","name":"Light Power
On","topic":"","payload":"topic","payloadType":"str","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"x":158,"y":53,"wires":["e4b3f9ff.d52248"]},{"id":"e4b3f9ff.d52248","type":"change","z":"e5dfbe82.e8ff9","name":"Turn ON - Power
Light","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"on","tot":"str"},{"t":"set","p":"topic","pt":"msg","to":"light.power","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":404.5,"y":55,"wires":["a74b6f2a.c98d2"]},{"id":"a2d0eb23.acf13","type":"change","z":"e5dfbe82.e8ff9","name":"Turn Off - Power
Light","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"off","tot":"str"},{"t":"set","p":"topic","pt":"msg","to":"light.power","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":401.5,"y":140,"wires":["a74b6f2a.c98d2"]},{"id":"b862c550.48e038","type":"inject","z":"e5dfbe82.e8ff9","name":"Light Power
Off","topic":"","payload":"topic","payloadType":"str","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"x":144.5,"y":140,"wires":["a2d0eb23.acf13"]},{"id":"a74b6f2a.c98d2","type":"rpi-automation-hat
out","z":"e5dfbe82.e8ff9","name":"","x":684,"y":100,"wires":[]},{"id":"47c9f093.0e43f8","type":"inject","z":"e5dfbe82.e8ff9","name":"","topic":"","payload":"topic","payloadType":"str","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"x":134,"y":271,"wires":["e060ac20.2fed4"]},{"id":"e060ac20.2fed4","type":"change","z":"e5dfbe82.e8ff9","name":"Relay 1 On
","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"on","tot":"str"},{"t":"set","p":"topic","pt":"msg","to":"relay.1","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":362.5,"y":243,"wires":["a74b6f2a.c98d2"]},{"id":"4e7e219f.f76da8","type":"change","z":"e5dfbe82.e8ff9","name":"Relay 1 Off
","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"off","tot":"str"},{"t":"set","p":"topic","pt":"msg","to":"relay.1","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":374.5,"y":315,"wires":["a74b6f2a.c98d2"]},{"id":"81e52d20.bfc478","type":"inject","z":"e5dfbe82.e8ff9","name":"","topic":"","payload":"","payloadType":"date","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"x":129,"y":338,"wires":["4e7e219f.f76da8"]},{"id":"658923be.02080c","type":"change","z":"e5dfbe82.e8ff9","name"
```

```

:"Relay 2 On
", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "on", "tot": "str"}, {"t": "set", "p": "topic", "pt": "msg", "to": "relay.2", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 380.5, "y": 386, "wires": [{"a74b6f2a.c98d2"}], {"id": "52becedd.752e08", "type": "change", "z": "e5dfbe82.e8ff9", "name": "Relay 2 Off
", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "off", "tot": "str"}, {"t": "set", "p": "topic", "pt": "msg", "to": "relay.2", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 383.5, "y": 445, "wires": [{"a74b6f2a.c98d2"}], {"id": "dcda5dd.16833a", "type": "inject", "z": "e5dfbe82.e8ff9", "name": "", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "crontab": "", "once": false, "onceDelay": 0.1, "x": 126, "y": 398, "wires": [{"658923be.02080c"}], {"id": "113ecc73.76e604", "type": "inject", "z": "e5dfbe82.e8ff9", "name": "", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "crontab": "", "once": false, "onceDelay": 0.1, "x": 105, "y": 460, "wires": [{"52becedd.752e08"}], {"id": "f260cda9.c7d438", "type": "change", "z": "e5dfbe82.e8ff9", "name": "output 3 On
", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "on", "tot": "str"}, {"t": "set", "p": "topic", "pt": "msg", "to": "output.3", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 375.5, "y": 513, "wires": [{"a74b6f2a.c98d2"}], {"id": "4158b084.ac18d8", "type": "change", "z": "e5dfbe82.e8ff9", "name": "output 3 Off
", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "off", "tot": "str"}, {"t": "set", "p": "topic", "pt": "msg", "to": "output.3", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 378.5, "y": 572, "wires": [{"a74b6f2a.c98d2"}], {"id": "9138ad9.9a1c15", "type": "inject", "z": "e5dfbe82.e8ff9", "name": "", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "crontab": "", "once": false, "onceDelay": 0.1, "x": 148.5, "y": 527, "wires": [{"f260cda9.c7d438"}], {"id": "89c812e6.317888", "type": "inject", "z": "e5dfbe82.e8ff9", "name": "", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "crontab": "", "once": false, "onceDelay": 0.1, "x": 127.5, "y": 589, "wires": [{"4158b084.ac18d8"}], {"id": "986abb2f.f92658", "type": "change", "z": "808fa8d.87c6c58", "name": "Relay 1 On
", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "on", "tot": "str"}, {"t": "set", "p": "topic", "pt": "msg", "to": "relay.1", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 614, "y": 317, "wires": [{"427ff4f7.e62114"}], {"id": "faeee308.b6aa48", "type": "rpi-automation-hat in", "z": "808fa8d.87c6c58", "name": "Analog Automation HAT Inputs", "input": true, "analog": false, "threshold": "", "x": 135, "y": 77, "wires": [{"bbd88643.61bba"}], {"id": "bbd88643.61bba", "type": "switch", "z": "808fa8d.87c6c58", "name": "Pass ADC1", "property": "topic", "propertyType": "msg", "rules": [{"t": "eq", "v": "automationhat/input.1", "vt": "str"}], "checkall": "true", "repair": false, "outputs": 1, "x": 174, "y": 315, "wires": [{"e095b7c7.446cd", "2a3518d6.21f1e8"}], {"id": "e095b7c7.446cd", "type": "switch", "z": "808fa8d.87c6c58", "name": "Check Moisture Level", "property": "payload", "propertyType": "msg", "rules": [{"t": "eq", "v": "1", "vt": "num"}, {"t": "neq", "v": "0", "vt": "str"}], "checkall": "true", "repair": false, "outputs": 2, "x": 385, "y": 346, "wires": [{"986abb2f.f92658", "24a8ce0b.cb84e2"}, {"2e2c3ba8.51213c", "89a241df.6a31c8"}], {"id": "2a3518d6.21f1e8", "type": "debug", "z": "808fa8d.87c6c58", "name": "", "active": true, "tosidebar": true, "console": false, "tostatus": false, "complete": "topic", "x": 468.5, "y": 199, "wires": []}, {"id": "2e2c3ba8.51213c", "type": "change", "z": "808fa8d.87c6c58", "name": "Relay 1 Off
", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "off", "tot": "str"}, {"t": "set", "p": "topic", "pt": "msg", "to": "relay.1", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 609, "y": 499, "wires": [{"427ff4f7.e62114"}], {"id": "427ff4f7.e62114", "type": "rpi-automation-hat out", "z": "808fa8d.87c6c58", "name": "", "x": 831.5, "y": 380, "wires": []}, {"id": "98f0ba31.f

```

```

2ff1", "type": "http request", "z": "f7bb1df8.3eede8", "name": "tele plug 2
on", "method": "GET", "ret": "txt", "url": "192.168.100.222/rcswitch?decimal=4216259",
"tls": "", "x": 414, "y": 444, "wires": [], {"id": "9af78e4f.6c7bf", "type": "inject", "z": "f7bb1df
8.3eede8", "name": "", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "cront
ab": "", "once": false, "onceDelay": 0.1, "x": 228.5, "y": 443, "wires": [{"id": "98f0ba31.f2ff1"}]}, {"i
d": "2d78af42.80855", "type": "inject", "z": "f7bb1df8.3eede8", "name": "", "topic": "", "payl
oad": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "crontab": "", "once": false, "onceDelay": 0.1, "
x": 222, "y": 390, "wires": [{"id": "c02d874.69cea78"}]}, {"id": "c02d874.69cea78", "type": "http
request", "z": "f7bb1df8.3eede8", "name": "tele plug 2
off", "method": "GET", "ret": "txt", "url": "192.168.100.222/rcswitch?decimal=4216124",
"tls": "", "x": 408.5, "y": 390, "wires": [], {"id": "a8b8c324.6738d8", "type": "http
request", "z": "f7bb1df8.3eede8", "name": "tele plug 1
on", "method": "GET", "ret": "txt", "url": "192.168.100.222/rcswitch?decimal=4216115",
"tls": "", "x": 408.5, "y": 338, "wires": [], {"id": "944ecfb8.f72ba8", "type": "inject", "z": "f7bb
1df8.3eede8", "name": "", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "cr
ontab": "", "once": false, "onceDelay": 0.1, "x": 223, "y": 337, "wires": [{"id": "a8b8c324.6738d8
"}]}, {"id": "acb096e3.07a21", "type": "inject", "z": "f7bb1df8.3eede8", "name": "", "topic": "
", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "crontab": "", "once": false, "onceDela
y": 0.1, "x": 218, "y": 606, "wires": [{"id": "3e637086.46d03"}]}, {"id": "3e637086.46d03", "type":
"http request", "z": "f7bb1df8.3eede8", "name": "tele plug 3
off", "method": "GET", "ret": "txt", "url": "192.168.100.222/rcswitch?decimal=4216588",
"tls": "", "x": 404.5, "y": 606, "wires": [], {"id": "1e1a3576.7a7ccb", "type": "http
request", "z": "f7bb1df8.3eede8", "name": "tele plug 3
on", "method": "GET", "ret": "txt", "url": "192.168.100.222/rcswitch?decimal=4216579",
"tls": "", "x": 404.5, "y": 554, "wires": [], {"id": "1d836f64.04d459", "type": "inject", "z": "f7b
b1df8.3eede8", "name": "", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "c
rontab": "", "once": false, "onceDelay": 0.1, "x": 219, "y": 553, "wires": [{"id": "1e1a3576.7a7cc
b"}]}, {"id": "89a241df.6a31c8", "type": "change", "z": "808fa8d.87c6c58", "name": "Turn
Off - Warn
Light", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "off", "tot": "str"}, {"t": "set", "p": "to
pic", "pt": "msg", "to": "light.warn", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "r
eg": false, "x": 608, "y": 560, "wires": [{"id": "427ff4f7.e62114"}]}, {"id": "24a8ce0b.cb84e2", "ty
pe": "change", "z": "808fa8d.87c6c58", "name": "Turn On - Warn
Light", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "on", "tot": "str"}, {"t": "set", "p": "to
pic", "pt": "msg", "to": "light.warn", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "r
eg": false, "x": 611, "y": 249, "wires": [{"id": "427ff4f7.e62114"}]}, {"id": "4a7b3bc1.202bec", "ty
pe": "rpi-automation-hat in", "z": "98274db3.776748", "name": "Analog Automation
HAT
Inputs", "input": true, "analog": false, "threshold": "", "x": 130, "y": 80, "wires": [{"id": "23c7682f.
2c82d8"}]}, {"id": "23c7682f.2c82d8", "type": "switch", "z": "98274db3.776748", "name":
"Pass
ADC1", "property": "topic", "propertyType": "msg", "rules": [{"t": "eq", "v": "automationhat/
input.1", "vt": "str"}], "checkall": true, "repair": false, "outputs": 1, "x": 110, "y": 180, "wires"
: [{"id": "f93cf8f8.07266", "f0193129.cd5d6"}]}, {"id": "f93cf8f8.07266", "type": "switch", "z": "9
8274db3.776748", "name": "photocell
check", "property": "payload", "propertyType": "msg", "rules": [{"t": "eq", "v": "1", "vt": "num
"}, {"t": "neq", "v": "0", "vt": "str"}], "checkall": true, "repair": false, "outputs": 2, "x": 160, "y":
280, "wires": [{"id": "816fb1d3.12609"}, {"id": "f0193129.cd5d6"}]}, {"id": "f0193129.cd5d6", "type": "debug", "z": "982
74db3.776748", "name": "", "active": false, "tosidebar": true, "console": false, "tostatus": f
alse, "complete": "topic", "x": 382.5, "y": 147, "wires": [], {"id": "a147a092.4b013", "type": "

```

```

inject", "z": "98274db3.776748", "name": "decrement", "topic": "", "payload": "", "payload
Type": "date", "repeat": "", "crontab": "", "once": false, "onceDelay": "", "x": 100, "y": 500, "wi
res": [{"3a5486b9.b6ee62"}], {"id": "ab26c63a.91db9", "type": "inject", "z": "98274db3.7
76748", "name": "increment", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "",
"crontab": "", "once": false, "onceDelay": "", "x": 100, "y": 460, "wires": [{"bb67dc3d.63911
8"}]}, {"id": "41e9594f.822fc8", "type": "inject", "z": "98274db3.776748", "name": "reset", "
topic": "", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "crontab": "", "once": false, "on
ceDelay": "", "x": 90, "y": 540, "wires": [{"1295e5bb.1002aa"}]}, {"id": "bb67dc3d.639118"
, "type": "function", "z": "98274db3.776748", "name": "msg
object", "func": "msg.increment = 3;\nreturn
msg;", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 270, "y": 460, "wires": [{"b207653f.600e5"}]}, {"id": "129
5e5bb.1002aa", "type": "function", "z": "98274db3.776748", "name": "msg
object", "func": "msg.reset = 0;\nreturn
msg;", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 270, "y": 540, "wires": [{"b207653f.600e5"}]}, {"id": "3a5
486b9.b6ee62", "type": "function", "z": "98274db3.776748", "name": "msg
object", "func": "msg.decrement = 1;\nreturn
msg;", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 270, "y": 500, "wires": [{"b207653f.600e5"}]}, {"id": "8a5
ae1b9.60fd58", "type": "debug", "z": "98274db3.776748", "name": "count", "active": true
, "tosidebar": true, "console": false, "tostatus": false, "complete": "payload", "x": 770, "y": 2
60, "wires": []}, {"id": "b207653f.600e5", "type": "counter", "z": "98274db3.776748", "nam
e": "", "init": "0", "step": "1", "lower": "", "upper": "", "mode": "increment", "outputs": "2", "x": 5
20, "y": 360, "wires": [{"8a5ae1b9.60fd58", "ca34deb1.a909e8", "cdc0e107.6c54f"}, {"6
1782ef7.c593e"}]}, {"id": "61782ef7.c593e", "type": "debug", "z": "98274db3.776748", "
name": "message", "active": false, "tosidebar": true, "console": false, "tostatus": false, "co
mplete": "true", "x": 740, "y": 400, "wires": []}, {"id": "684e81ed.b159b", "type": "inject", "z": "
54819a32.a09914", "name": "", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "str", "repeat": "6
0", "crontab": "", "once": true, "onceDelay": "60", "x": 104, "y": 52, "wires": [{"e1668bfd.f759
2", "4a8a5f2a.50f378"}]}, {"id": "e1668bfd.f7592", "type": "function", "z": "54819a32.a09
914", "name": "nextion push data", "func": "s_object = \"ip_text.txt=\\n;\\ns_text
= msg.payload;\nvar arr = [];\nfor (var i = 0, l = s_object.length; i < l; i++) {\n  var
ascii = s_object.charCodeAt(i);\n  arr.push(ascii);\n}\narr.push(0x22);\nfor (var i =
0, l = s_text.length; i < l; i++) {\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\n  arr.push(ascii);\n}\narr.push(0x22);\narr.push(0xFF);\narr
r.push(0xFF);\narr.push(0xFF);\nmsg.payload = new Buffer(arr);\nreturn
msg;", "outputs": 1, "noerr": 0, "x": 599, "y": 65, "wires": [{"14ae2fab.a71368"}]}, {"id": "14a
e2fab.a71368", "type": "serial
out", "z": "54819a32.a09914", "name": "", "serial": "299cacdf.37a60c", "x": 789, "y": 164, "
wires": []}, {"id": "4a8a5f2a.50f378", "type": "hostip", "z": "54819a32.a09914", "name": "H
ost
IP", "x": 107.5, "y": 140, "wires": [{"7561eab1.e4a844", "336e2bf4.a5f7f4"}]}, {"id": "7561
eab1.e4a844", "type": "debug", "z": "54819a32.a09914", "name": "", "active": false, "tosi
debar": true, "console": false, "tostatus": false, "complete": "payload", "x": 206.5, "y": 268,
"wires": []}, {"id": "336e2bf4.a5f7f4", "type": "change", "z": "54819a32.a09914", "name": "
", "rules": [{"t": "move", "p": "payload[0].address", "pt": "msg", "to": "payload", "tot": "msg"}]
, "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 331.5, "y": 149, "wires": [{"36a1
cfe8.051898", "e1668bfd.f7592"}]}, {"id": "36a1cfe8.051898", "type": "debug", "z": "548
19a32.a09914", "name": "", "active": true, "tosidebar": true, "console": false, "tostatus": fa
lse, "complete": "false", "x": 480.5, "y": 254, "wires": []}, {"id": "74fd25.d298badc", "type": "i
nject", "z": "5544b009.11cba", "name": "", "topic": "", "payload": "", "payloadType": "str", "r
epeat": "", "crontab": "", "once": false, "onceDelay": "", "x": 245, "y": 240, "wires": [{"ebfd1be

```

```

7.81a708","c65621df.220fc8","ac6eefff.d2d0d8"]],{"id":"ebfd1be7.81a708","type":"
function","z":"5544b009.11cba","name":"","func":"s_object =
\"ip_text.txt=\\\";ns_text = \"Hello World\\\";\\nvar arr = [];\\nfor (var i = 0, l =
s_object.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_object.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\nfor (var i = 0, l =
s_text.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\narr.push(0xFF);\\nar
r.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\narr.push(0xFF
);\\nmsg.payload = new Buffer(arr);\\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":405,"y":239,"wires":[["235289a8.3a7f4e"]],{"id":"23
5289a8.3a7f4e","type":"serial
out","z":"5544b009.11cba","name":"","serial":"e3ef9255.75891","x":753,"y":242,"wi
res":[]},{"id":"42c96a74.8df6ec","type":"serial
in","z":"5544b009.11cba","name":"","serial":"e3ef9255.75891","x":229,"y":518,"wir
es":[["d8720055.d6bff"]],{"id":"d8720055.d6bff","type":"debug","z":"5544b009.11c
ba","name":"","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"comple
te":"payload","x":515,"y":521,"wires":[]},{"id":"c65621df.220fc8","type":"function","z
":"5544b009.11cba","name":"","func":"s_object = \"t1.txt=\\\";\\nns_text =
\\\"Line 2\\\";\\nvar arr = [];\\nfor (var i = 0, l = s_object.length; i < l; i++) {\\n  var
ascii = s_object.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\nfor (var i =
0, l = s_text.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\narr.push(0xFF);\\nar
r.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\nmsg.payload = new Buffer(arr);\\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":405.5,"y":303,"wires":[["235289a8.3a7f4e"]],{"id":"a
c6eefff.d2d0d8","type":"exec","z":"5544b009.11cba","command":"vcgencmd
measure_temp","addpay":false,"append":"","useSpawn":"false","timer":"","oldrc":fa
lse,"name":"measure
temp","x":351.5,"y":415,"wires":[["3638e0e0.d4db3"],[],[]]},{"id":"3638e0e0.d4db3",
"type":"function","z":"5544b009.11cba","name":"","func":"s_object =
\\\"packages_text.txt=\\\";ns_text = \"andreassssssssss\\\";\\nvar arr = [];\\nfor (var i = 0,
l = s_object.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_object.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\nfor (var i = 0, l =
s_text.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\narr.push(0xFF);\\nar
r.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\nmsg.payload = new Buffer(arr);\\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":666.5,"y":390,"wires":[["235289a8.3a7f4e"]],{"id":"c
a34deb1.a909e8","type":"function","z":"98274db3.776748","name":"send
packages number to nextion display","func":"s_object =
\\\"packages_text.txt=\\\";ns_text = msg.payload.toString();\\nvar arr = [];\\nfor (var i =
0, l = s_object.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_object.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\nfor (var i = 0, l =
s_text.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\narr.push(0xFF);\\nar
r.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\narr.push(0xFF
);\\nmsg.payload = new Buffer(arr);\\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":645,"y":616,"wires":[["3e3c927c.c2f4a6"]],{"id":"3e3
c927c.c2f4a6","type":"serial
out","z":"98274db3.776748","name":"","serial":"5ec8d0cb.8fbeb","x":926,"y":614,"
wires":[]},{"id":"ccbe85e8.4b1818","type":"serial
in","z":"c189c293.2317f","name":"","serial":"5ec8d0cb.8fbeb","x":84.5,"y":177,"wire

```

```
s:{"id":"1f3de35d.b5bb85","type":"switch","z":"c189c293.2317f","name":"return data
type","property":"payload[0]","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"102","vt":"num"},{"t":"eq","v":"101","vt":"str"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":2,"x":279.5,"y":287,"wires":[{"4e4b4e8c.6af06","ff33f9d.de3d388"},["6c19ba3b.ca4054","bb1c8321.7c29f"]]},{"id":"4e4b4e8c.6af06","type":"function","z":"c189c293.2317f","name":"set global page","func":"var
page=msg.payload[1];\nflow.set('page',page);\nnode.status({'text':'page: ' +
page});\n\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":483.5,"y":164,"wires":[{"7642b1c6.8d70a8"}]},{"id":"6c19ba3b.ca4054","type":"function","z":"c189c293.2317f","name":"button
capture","func":"var page = msg.payload[1];\nvar component=
msg.payload[2];\nvar event =msg.payload[3];\n\n//0=release 1 = press\nvar mode =
global.get('mode');\n\n\nswitch (component){\n  case 4 ://button mode\n  // if
(mode=="automatic") mode="manual";\n  // else
mode="automatic";\n  // global.set('mode',mode);\n  msg.payload="button
pressed ole";\n  break;\n  \n  //case 9:// button k1\n  // if (mode
=="manual"){
\n    \n  // var k1=global.get('k1');\n    \n  //if(k1=="ON") k1=
"OFF";\n  //else k1="ON"; \n  //msg.payload=
k1\n    \n  // };
\n  \n  // break;\n  \n  \n}\n\n\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":530.5,"y":312,"wires":[{"231bbaaf.037c66"}]},{"id":"7642b1c6.8d70a8","type":"debug","z":"c189c293.2317f","name":"","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"false","x":703.5,"y":165,"wires":[]},{"id":"231bbaaf.037c66","type":"debug","z":"c189c293.2317f","name":"","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"payload[2]","x":749.5,"y":434,"wires":[]},{"id":"bb1c8321.7c29f","type":"debug","z":"c189c293.2317f","name":"","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"payload[0]","x":539.5,"y":256,"wires":[]},{"id":"ff33f9d.de3d388","type":"debug","z":"c189c293.2317f","name":"","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"payload[0]","x":396.5,"y":73,"wires":[]},{"id":"ff331608.a61d38","type":"function","z":"3734abf5.d2da44","name":"Internet Connection Ok","func":"s_object = \"int_status.txt=\";\ns_text = \"YES\";\nvar arr = [];\nfor (var i = 0, l = s_object.length; i < l; i++) {\n  var ascii =
s_object.charCodeAt(i);\n  arr.push(ascii);\n}\narr.push(0x22);\nfor (var i = 0, l =
s_text.length; i < l; i++) {\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\n  arr.push(ascii);\n}\narr.push(0x22);\narr.push(0xFF);\narr.push(0xFF);\narr.push(0xFF);\nmsg.payload = new Buffer(arr);\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":442,"y":502,"wires":[{"2d814090.faf8f"}]},{"id":"2d814090.faf8f","type":"serial
out","z":"3734abf5.d2da44","name":"","serial":"5ec8d0cb.8fbef","x":720,"y":551,"wires":[]},{"id":"608c8b07.11c724","type":"function","z":"3734abf5.d2da44","name":"Internet Connection not ok","func":"s_object = \"int_status.txt=\";\ns_text = \"NO\";\nvar arr = [];\nfor (var i = 0, l = s_object.length; i < l; i++) {\n  var ascii =
s_object.charCodeAt(i);\n  arr.push(ascii);\n}\narr.push(0x22);\nfor (var i = 0, l =
s_text.length; i < l; i++) {\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\n  arr.push(ascii);\n}\narr.push(0x22);\narr.push(0xFF);\narr.push(0xFF);\narr.push(0xFF);\nmsg.payload = new Buffer(arr);\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":407,"y":569,"wires":[{"2d814090.faf8f"}]},{"id":"e90ce5b1.7adab8","type":"inject","z":"6a82990b.4a44c8","name":"Inject","topic":"","payload":"","payloadType":"date","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"
```

```

x":171,"y":206,"wires":[["9bade030.ac0d"]],{"id":"9bade030.ac0d","type":"switch",
z":"6a82990b.4a44c8","name":"Context based
routing","property":"state","propertyType":"flow","rules":[{"t":"eq","v":"1","vt":"num"},
{"t":"eq","v":"2","vt":"num"},{"t":"eq","v":"3","vt":"num"}],"checkall":"true","repair":false,
"outputs":3,"x":381,"y":206,"wires":[["b0811384.8fddd"],["dc3875ee.4cef48"],["42
e6a25d.7cfe0c"]],{"id":"b0811384.8fddd","type":"debug","z":"6a82990b.4a44c8","
name":"Output
1","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":true,"complete":"payload
","x":621,"y":146,"wires":[],{"id":"dc3875ee.4cef48","type":"debug","z":"6a82990b.
4a44c8","name":"Output
2","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":true,"complete":"payload
","x":621,"y":206,"wires":[],{"id":"42e6a25d.7cfe0c","type":"debug","z":"6a82990b.
4a44c8","name":"Output
3","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":true,"complete":"payload
","x":621,"y":266,"wires":[],{"id":"af43de63.8b497","type":"inject","z":"6a82990b.4a
44c8","name":"Set state
0","topic":"","payload":"0","payloadType":"num","repeat":"","crontab":"","once":false
,"onceDelay":0.1,"x":181,"y":286,"wires":[["c05c9b63.1eb718"]],{"id":"cb75f44d.d6
8718","type":"inject","z":"6a82990b.4a44c8","name":"Set state
1","topic":"","payload":"1","payloadType":"num","repeat":"","crontab":"","once":false
,"onceDelay":0.1,"x":181,"y":326,"wires":[["c05c9b63.1eb718"]],{"id":"d89c9f79.7c
725","type":"inject","z":"6a82990b.4a44c8","name":"Set state
2","topic":"","payload":"2","payloadType":"num","repeat":"","crontab":"","once":false
,"onceDelay":0.1,"x":181,"y":366,"wires":[["c05c9b63.1eb718"]],{"id":"a9afb574.e3
ff48","type":"inject","z":"6a82990b.4a44c8","name":"Set state
3","topic":"","payload":"3","payloadType":"num","repeat":"","crontab":"","once":false
,"onceDelay":0.1,"x":181,"y":406,"wires":[["c05c9b63.1eb718"]],{"id":"c05c9b63.1e
b718","type":"change","z":"6a82990b.4a44c8","name":"Set
flow.state","rules":[{"t":"set","p":"state","pt":"flow","to":"payload","tot":"msg"}],"action
":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":401,"y":326,"wires":[[]],{"id":"74c7f6
30.2be7f8","type":"comment","z":"3734abf5.d2da44","name":"Nextion Info for
internet
Connection","info":"","x":506.5,"y":454,"wires":[],{"id":"dae727a6.cf6a98","type":"rp
i-automation-hat in","z":"6a82990b.4a44c8","name":"Analog Automation HAT
Inputs","input":true,"analog":false,"threshold":"","x":135,"y":550,"wires":[["b445513
c.0aa7c"]],{"id":"b445513c.0aa7c","type":"switch","z":"6a82990b.4a44c8","name":
"Pass
ADC1","property":"topic","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"automationhat/
input.2","vt":"str"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":1,"x":146,"y":633,"wires"
:[["9eaccde0.7e6b3","6d44c88f.ed3d38"]],{"id":"9eaccde0.7e6b3","type":"switch","
z":"6a82990b.4a44c8","name":"Check Moisture
Level","property":"payload","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"1","vt":"num
"},{"t":"neq","v":"0","vt":"str"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":2,"x":350,"y":
703,"wires":[[],[]],{"id":"6d44c88f.ed3d38","type":"debug","z":"6a82990b.4a44c8","
name":"","active":false,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"
topic","x":382.5,"y":627,"wires":[],{"id":"49d29696.6bd528","type":"debug","z":"6a8
2990b.4a44c8","name":"","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":fa
lse,"complete":"payload","x":796.5,"y":691,"wires":[],{"id":"850d9901.3b1318","typ
e":"function","z":"6a82990b.4a44c8","name":"","func":"msg.payload = msg.payload
+ \" - \\\" + new Date().toString();\n\n\nreturn

```



```

msg;,"outputs":1,"noerr":0,"x":495.5,"y":809,"wires":[[]]},{id:"de07329b.072ff","ty
pe":"change","z":"1f0161ee.3b423e","name":
high","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"ON","tot":"str"},{"t":"set","p":"to
pic","pt":"msg","to":"device1","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","re
g":false,"x":330,"y":100,"wires":["566cb099.84f45","fd7b3ac.b51e6","4066ebbe.6
07204"]},{id:"fa63a904.e51348","type":"rpi-automation-hat
in","z":"1f0161ee.3b423e","name":"Analog Automation HAT
Inputs","input":true,"analog":false,"threshold":"","x":155,"y":30,"wires":["8b786d23.
4e42c"]},{id:"8b786d23.4e42c","type":"switch","z":"1f0161ee.3b423e","name":"P
ass
ADC1","property":"topic","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"automationhat/
input.2","vt":"str"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":1,"x":132,"y":118,"wires"
:[["b1d2b581.e0bf58"]],{id:"b1d2b581.e0bf58","type":"switch","z":"1f0161ee.3b4
23e","name":"check if the input is High or
low","property":"payload","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"1","vt":"num"},
{"t":"neq","v":"1","vt":"str"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":2,"x":190,"y":20
0,"wires":["de07329b.072ff"],["83c5faf1.a94f98"]},{id:"83c5faf1.a94f98","type":"c
hange","z":"1f0161ee.3b423e","name":"low","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"m
sg","to":"OFF","tot":"str"},{"t":"set","p":"topic","pt":"msg","to":"device1","tot":"str"}],"a
ction":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":390,"y":240,"wires":["3ab7bc0
2.39cd94","bf9aed60.34db6","4066ebbe.607204"]},{id:"566cb099.84f45","type":"
link out","z":"1f0161ee.3b423e","name":"machine status
High","links":["d37215f.ae848e8","9f5df74e.2c4578"],"x":455,"y":120,"wires":[],{id
:"3ab7bc02.39cd94","type":"link out","z":"1f0161ee.3b423e","name":"machine
status
low","links":["7ef5de55.9f79b","7614d6f.d548728"],"x":535,"y":300,"wires":[],{id":"
d37215f.ae848e8","type":"link
in","z":"54819a32.a09914","name":"","links":["566cb099.84f45"],"x":162.5,"y":458,"
wires":["4a78fa37.7d3f64"]},{id:"4a78fa37.7d3f64","type":"function","z":"54819a
32.a09914","name":"nextion machine running","func":"s_object =
\\m_status.txt=\\;\\ns_text = \\Running\\;\\nvar arr = [];\\nfor (var i = 0, l =
s_object.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_object.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\nfor (var i = 0, l =
s_text.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\narr.push(0xFF);\\nar
r.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\nmsg.payload = new Buffer(arr);\\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":350,"y":460,"wires":["14ae2fab.a71368"]},{id:"f5a
d233b.26c62","type":"function","z":"54819a32.a09914","name":"nextion machine
stopped","func":"s_object = \\m_status.txt=\\;\\ns_text = \\stopped\\;\\nvar arr =
[];\\nfor (var i = 0, l = s_object.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_object.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\nfor (var i = 0, l =
s_text.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\narr.push(0xFF);\\nar
r.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\nmsg.payload = new Buffer(arr);\\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":349,"y":557,"wires":["14ae2fab.a71368"]},{id:"7ef
5de55.9f79b","type":"link
in","z":"54819a32.a09914","name":"","links":["3ab7bc02.39cd94","3be9c9bd.3596
66"],"x":163.5,"y":555,"wires":["f5ad233b.26c62"]},{id:"8ef2dfc.153ef","type":"ui
_template","z":"c4219cb4.8bc04","group":"f61df4f2.7e98c8","name":"Clock
Toolbar","order":4,"width":0,"height":0,"format":"<script id=\\titleScript\\

```

```

type="text/javascript">\n $('#clock').remove();\n var toolbar = $('<div/>');\n var div = $('<div/>');\n var p = $('<p/>');\n var id = $('#clock');\n $('#titleScript').parent().hide();\n div.append(p);\n div[0].style.margin = '5px 5px 5px auto';\n toolbar.append(div);\n\n function displayTitle(lh) {\n p.text(lh); \n }\n\n function updateTime() {\n var d = new Date();\n p.text(d.toLocaleTimeString('de-AT'));\n }\n\n // Watch the payload and update the title\n (function(scope) {\n scope.$watch('msg.payload', function(data) {\n displayTitle(data);\n });\n setInterval(updateTime,1000);\n })(scope);\n</script>","storeOutMessages":false,"fwdInMessages":false,"templateScope": "local","x":300,"y":60,"wires":[]],{"id":"636d0e67.27eb4","type":"interval-length","z":"aea10dbf.8a2c","format":"human","bytopic":false,"minimum":"","maximum":"","window":"","timeout":false,"msgTimeout":"1","minimumunit":"msecs","maximumunit":"msecs","windowunit":"msecs","msgTimeoutUnit":"secs","reset":true,"startup":false,"msgField":"payload","timestampField":"timestamp","repeatTimeout":true,"name":"","x":514,"y":274,"wires":[[{"id":"1bde68f4.0841e7"},{"id":"215e5bc9.a93154"}]],{"id":"121479a.d924286","type":"inject","z":"aea10dbf.8a2c","name":"","topic":"","payload":"start","payloadType":"str","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"x":81,"y":207,"wires":[[{"id":"177689f5.e0ed56"}]],{"id":"1bde68f4.0841e7","type":"debug","z":"aea10dbf.8a2c","name":"","active":false,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"payload","x":759,"y":76,"wires":[]}, {"id":"a55f597f.9b9778","type":"inject","z":"aea10dbf.8a2c","name":"","topic":"","payload":"stop","payloadType":"str","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"x":86,"y":301,"wires":[[{"id":"485597ee.619c78"}, {"id":"636d0e67.27eb4"}, {"id":"d4524acf.db8438"}]],{"id":"485597ee.619c78","type":"change","z":"aea10dbf.8a2c","name":"","rules":[{"t":"set","p":"reset","pt":"msg","to":"true","tot":"bool"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":239,"y":353,"wires":[[{"id":"177689f5.e0ed56"}]],{"id":"177689f5.e0ed56","type":"rbe","z":"aea10dbf.8a2c","name":"","func":"rbe","gap":"","start":"","inout":"out","property":"payload","x":256,"y":158,"wires":[[{"id":"636d0e67.27eb4"}, {"id":"d8c28b0f.eab278"}]],{"id":"d8c28b0f.eab278","type":"debug","z":"aea10dbf.8a2c","name":"","active":false,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"payload","x":491,"y":143,"wires":[]}, {"id":"215e5bc9.a93154","type":"function","z":"aea10dbf.8a2c","name":"save time","func":"context.global.startTime = new Date().getTime();\n\nreturn msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":499,"y":494,"wires":[[{"id":"d4524acf.db8438"}]],{"id":"d4524acf.db8438","type":"function","z":"aea10dbf.8a2c","name":"time elapsed","func":"var currentTime = new Date().getTime();\nvar timeElapsed = (currentTime - context.global.startTime);\nmsg.payload = \"TimeElapsed \" + timeElapsed + \"seconds\";\n\nreturn msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":243,"y":704,"wires":[[{"id":"4542e361.57cebc"}]],{"id":"4542e361.57cebc","type":"debug","z":"aea10dbf.8a2c","name":"","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"false","x":461,"y":687,"wires":[]}, {"id":"27e705a7.7a446a","type":"debug","z":"aea10dbf.8a2c","name":"","active":false,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"payload","x":820.5,"y":507,"wires":[]}, {"id":"e136df31.88454","type":"inject","z":"1f0161ee.3b423e","name":"on","topic":"on","payload":"","payloadType":"date","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"x":950,"y":20,"wires":[[{"id":"8c7e65b5.288438"}]],{"id":"a57f1e56.a48ce","type":"inject","z":"1f0161ee.3b423e","name":"off","topic":"off","payload":"","payloadType":"date","repeat":"","crontab":"","once":false,"onceDelay":0.1,"x":790,"y":240,"wires":[[{"id":"8c7e65b5.288438"}]],{"id":"4ee42216.0c9ecc","type":"inje

```

```

ct", "z": "1f0161ee.3b423e", "name": "reset", "topic": "reset", "payload": "", "payloadType": "date", "repeat": "", "crontab": "", "once": false, "onceDelay": 0.1, "x": 890, "y": 400, "wires": [{"8c7e65b5.288438"}], {"id": "18c0ede7.9e8802", "type": "debug", "z": "1f0161ee.3b423e", "name": "", "active": true, "tosidebar": true, "console": false, "tostatus": false, "complete": "payload", "x": 1430, "y": 80, "wires": []}, {"id": "8c7e65b5.288438", "type": "dsm", "z": "1f0161ee.3b423e", "name": "operating time", "sm_config": "\n  \currentState\":\n  \stopped\\",\n  \states\": {\n    \stopped\": {\n      \on\":\n      \started\\"\n    },\n    \started\": {\n      \incl\": \counting\\",\n      \off\":\n      \stopped\\"\n    },\n    \counting\": {\n      \incl\":\n      \counting\\",\n      \off\": \stopped\\"\n    }\n  },\n  \data\":\n  {\n    \prev_time\": null,\n    \time\": 0,\n    \seconds\": 0,\n    \interval\": 1,\n    \interval_output\": true,\n    \hms_format\": true\n  },\n  \methods\":\n  {\n    \init\": [\n      \sm.calc_time = function() {\n        \var now = Date.now();\n        \sm.data.time += now - sm.data.prev_time;\n        \sm.data.prev_time = now;\n        \sm.data.seconds = Math.round(sm.data.time / 1000);\n        \};\n        \sm.sec2hhmmss = function(sec) {\n          \var t = {};\n          \t.h = pad(Math.floor(sec / 3600));\n          \sec %= 3600;\n          \t.m = pad(Math.floor(sec / 60));\n          \t.s = pad(sec % 60);\n          \return t.h+':'+t.m+':'+t.s;\n        };\n        \n    ],\n    \on\": [\n      \if (sm.currentState === 'started') {\n        \sm.data.prev_time = Date.now();\n        \resume('inc', msg);\n        \}\n        \output = false;\n      ],\n      \incl\": [\n        \timeout.interval = setTimeout(function() {\n          \sm.calc_time();\n          \msg.data = sm.data;\n          \if (sm.data.interval_output) {\n            \msg.payload = sm.data.hms_format ? sm.sec2hhmmss(sm.data.seconds):\n            sm.data.seconds;\n          }\n          \node.send(msg);\n          \}\n          \resume('inc', msg);\n          \}, sm.data.interval*1000);\n          \output = false;\n        ],\n        \off\":\n        [\n          \clearTimeout(timeout.interval);\n          \sm.calc_time();\n          \n        ],\n        \msg.payload = sm.data.hms_format ? sm.sec2hhmmss(sm.data.seconds):\n        sm.data.seconds;\n        \n      ],\n      \reset\": [\n        \sm.data.time = 0;\n        \sm.data.seconds = 0;\n        \n      ],\n      \status\": {\n        \fill\": {\n          \get\": \sm.currentState === 'counting' ? 'green' : 'grey';\n          \n        },\n        \shape\": \dot\\",\n        \text\": {\n          \get\": \time + (sm.data.hms_format ? sm.sec2hhmmss(sm.data.seconds):\n          sm.data.seconds);\n          \n        }\n      }\n    }\n  },\n  \x\": 1150, \y\": 140, \wires\": [{"18c0ede7.9e8802", "e2f03aa5.747ec8", "c5be8c87.5d29f"}], {"id": "13b2843a.8bd9ec", "type": "change", "z": "1f0161ee.3b423e", "name": "on message", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "", "tot": "date"}, {"t": "set", "p": "topic", "pt": "msg", "to": "on", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 750, "y": 80, "wires": [{"8c7e65b5.288438"}], {"id": "b7150a4f.92b6f8", "type": "change", "z": "1f0161ee.3b423e", "name": "Off message", "rules": [{"t": "set", "p": "payload", "pt": "msg", "to": "", "tot": "date"}, {"t": "set", "p": "topic", "pt": "msg", "to": "off", "tot": "str"}], "action": "", "property": "", "from": "", "to": "", "reg": false, "x": 690, "y": 180, "wires": [{"8c7e65b5.288438"}], {"id": "e2f03aa5.747ec8", "type": "function", "z": "1f0161ee.3b423e", "name": "nextion push data", "func": "s_object = \work_time.txt=\;ns_text = msg.payload;\nvar arr = [];\nfor (var i = 0, l = s_object.length; i < l; i++) {\n  var ascii =

```

```

s_object.charCodeAtAt(i);\n  arr.push(ascii);\n}\narr.push(0x22);\nfor (var i = 0, l =
s_text.length; i < l; i++) {\n  var ascii =
s_text.charCodeAtAt(i);\n  arr.push(ascii);\n}\narr.push(0x22);\narr.push(0xFF);\narr
r.push(0xFF);\narr.push(0xFF);\nmsg.payload = new Buffer(arr);\nreturn
msg;,"outputs":1,"noerr":0,"x":1430,"y":180,"wires":[[{"id":"4
7565c4.93701a4"},"type":"serial
out","z":"1f0161ee.3b423e","name":"","serial":"5ec8d0cb.8fbcb","x":1620,"y":420,"
wires":[]],{"id":"23ab4c91.714294"},"type":"change","z":"1f0161ee.3b423e","name":
"reset
message","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"","tot":"date"},{"t":"set","p":
"topic","pt":"msg","to":"reset","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","re
g":false,"x":680,"y":360,"wires":[[{"id":"e56fca78.793d68"},"type":"inject","z":"1f0161ee.3b423e","name":"","topic":"","payload":"","payloadType":
"date","repeat":"","crontab":"48 20 * *
*","once":false,"onceDelay":0.1,"x":370,"y":420,"wires":[[{"id":"23ab4c91.714294"}],{"id":
"bf9aed60.34db6"},"type":"change","z":"1f0161ee.3b423e","name":"","rules":[{"t":"s
et","p":"payload","pt":"msg","to":"","tot":"date"}],"action":"","property":"","from":"","to
":"","reg":false,"x":520,"y":180,"wires":[[{"id":"b7150a4f.92b6f8"}],{"id":"fdf7b3ac.b51e6"
,"type":"change","z":"1f0161ee.3b423e","name":"","rules":[{"t":"delete","p":"payload
","pt":"msg"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":530,"y":80,"wire
s":[[{"id":"13b2843a.8bd9ec"}],{"id":"cdc0e107.6c54f"},"type":"link
out","z":"98274db3.776748","name":"product counter
","links":[[{"id":"d95ecda1.3b5c1"},"x":760,"y":520,"wires":[],"icon":"node-
red/leveldb.png"},{"id":"d95ecda1.3b5c1"},"type":"link
in","z":"c4219cb4.8bc04","name":"","links":[[{"id":"cdc0e107.6c54f"},"x":115,"y":260,"wire
s":[[{"id":"ced63f80.a309b"},"ee328a0d.bff6f8"}],{"id":"ced63f80.a309b"},"type":"debug","
z":"c4219cb4.8bc04","name":"","active":true,"tosidebar":true,"console":false,"tostat
us":false,"complete":false,"x":310,"y":180,"wires":[]],{"id":"ee328a0d.bff6f8"},"type
":"ui_text","z":"c4219cb4.8bc04","group":"f61df4f2.7e98c8","order":1,"width":0,"hei
ght":0,"name":"","label":"Packed products :
","format":"{{msg.payload}}","layout":"row-
left","x":390,"y":260,"wires":[]],{"id":"c5be8c87.5d29f"},"type":"link
out","z":"1f0161ee.3b423e","name":"operating time input 2
","links":[[{"id":"cfb96ab8.9712e8"},"x":1335,"y":320,"wires":[]],{"id":"cfb96ab8.9712e8"},"t
ype":"link
in","z":"c4219cb4.8bc04","name":"","links":[[{"id":"c5be8c87.5d29f"},"x":155,"y":720,"wire
s":[[{"id":"5e80ad9f.8b0ef4"}],{"id":"5e80ad9f.8b0ef4"},"type":"ui_text","z":"c4219cb4.8b
c04","group":"4fd52db4.df1334","order":1,"width":0,"height":0,"name":"","label":"W
orking time :","format":"{{msg.payload}}","layout":"row-
spread","x":540,"y":720,"wires":[]],{"id":"449d6d20.aba0d4"},"type":"ui_text","z":"c4
219cb4.8bc04","group":"4fd52db4.df1334","order":2,"width":0,"height":0,"name":"","
label":"Machine status","format":"{{msg.payload}}","layout":"row-
spread","x":580,"y":460,"wires":[]],{"id":"9f5df74e.2c4578"},"type":"link
in","z":"c4219cb4.8bc04","name":"","links":[[{"id":"566cb099.84f45"},"x":80,"y":460,"wires
":[[{"id":"793d2e53.36aad"}],{"id":"7614d6f.d548728"},"type":"link
in","z":"c4219cb4.8bc04","name":"","links":[[{"id":"3ab7bc02.39cd94"},"x":80,"y":540,"wir
es":[[{"id":"c5b82743.c99b18"}],{"id":"793d2e53.36aad"},"type":"change","z":"c4219cb4.
8bc04","name":"","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"Running","tot":"str
"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":240,"y":460,"wires":[[{"id":"449d
6d20.aba0d4"}],{"id":"c5b82743.c99b18"},"type":"change","z":"c4219cb4.8bc04","n

```

```

ame":"","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg","to":"Stopped","tot":"str"}],"action":
":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":240,"y":540,"wires":[["449d6d20.aba
0d4"]]},{"id":"a216c0e8.d651","type":"ui_button","z":"c4219cb4.8bc04","name":"","g
roup":"4fd52db4.df1334","order":3,"width":0,"height":0,"passthru":false,"label":"Re
set timer
","tooltip":"","color":"","bgcolor":"blue","icon":"","payload":"","payloadType":"str","top
ic":"","x":130,"y":620,"wires":[["2ad7611d.c97a0e","80b959e5.aa0e08"]]},{"id":"2ad
7611d.c97a0e","type":"link out","z":"c4219cb4.8bc04","name":"Reset timer by
dashboard","links":["4f646290.c9ffec"],"x":275,"y":620,"wires":[]},{"id":"4f646290.c9
ffec","type":"link
in","z":"1f0161ee.3b423e","name":"","links":["2ad7611d.c97a0e"],"x":500,"y":480,"
wires":[["123224c.f22cbdb","23ab4c91.714294"]]},{"id":"123224c.f22cbdb","type":"
change","z":"1f0161ee.3b423e","name":"","rules":[{"t":"set","p":"payload","pt":"msg
","to":"00:00:00","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":"","to":"","reg":false,"x":6
80,"y":520,"wires":[["5d981929.ca7cc8"]]},{"id":"e430f70d.8b0cf8","type":"comment
","z":"c4219cb4.8bc04","name":"Reset timer of working
time","info":"","x":440,"y":580,"wires":[]},{"id":"5d981929.ca7cc8","type":"function",
"z":"1f0161ee.3b423e","name":"nextion push data","func":":s_object =
\\work_time.txt=\\;\\ns_text = \\00:00:00\\;\\nvar arr = [];\\nfor (var i = 0, l =
s_object.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_object.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\nfor (var i = 0, l =
s_text.length; i < l; i++) {\\n  var ascii =
s_text.charCodeAt(i);\\n  arr.push(ascii);\\n}\\narr.push(0x22);\\narr.push(0xFF);\\nar
r.push(0xFF);\\narr.push(0xFF);\\nmsg.payload = new Buffer(arr);\\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":1130,"y":440,"wires":[["47565c4.93701a4"]]},{"id":"8
0b959e5.aa0e08","type":"change","z":"c4219cb4.8bc04","name":"","rules":[{"t":"set
","p":"payload","pt":"msg","to":"00:00:00","tot":"str"}],"action":"","property":"","from":
":"","to":"","reg":false,"x":300,"y":680,"wires":[["5e80ad9f.8b0ef4"]]},{"id":"8d8ad47b.
cf0e38","type":"ui_form","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Dashboard Sign-
In","label":"","group":"3f909443.65a55c","order":0,"width":0,"height":0,"options":[{"l
abel":"username","value":"username","type":"text","required":true},{"label":"passwo
rd","value":"password","type":"password","required":true}],{"formValue":{"username
":"","password":""},"payload":"","submit":"submit","cancel":"cancel","topic":"","x":11
0,"y":140,"wires":[["4359f557.39d16c","df921d6b.3349b"]]},{"id":"c125a415.45939
8","type":"debug","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Debug Account Log
","active":false,"tosidebar":true,"console":false,"tostatus":false,"complete":"payload
","x":496,"y":102,"wires":[]},{"id":"2942b0cc.b28ad","type":"comment","z":"c6f3ee1f.
fd08","name":"Sign-In
Section","info":"","x":102,"y":77,"wires":[]},{"id":"4359f557.39d16c","type":"function
","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Account Log","func":":var accountlog
= flow.get(\\accountlog\\) || [] ; \\n\\naccountlog.push({ accessAt : new Date(),
username : msg.payload.username});\\n\\nflow.set(\\accountlog\\
, accountlog);\\n\\nmsg.payload = accountlog;\\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":301,"y":104,"wires":[["c125a415.459398"]]},{"id":"df
921d6b.3349b","type":"function","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Account
Verification","func":":var accounts = flow.get(\\accounts\\) || [ { username :
\\admin\\, password : \\admin\\},{ username : \\guest\\, password : \\guest\\} ] ;
\\n\\nvar username = msg.payload.username ;\\nvar password =
msg.payload.password ; \\n\\nvar newMsg = {}; newMsg.payload =
1;\\n\\naccounts.forEach(function ( account ) {\\n  if ( account.username ==

```

```

username ) {\n    newMsg.payload = 2;\n    if ( account.password == password
) {\n        newMsg.payload = 0;\n    } \n } \n});\n\nreturn
newMsg;,"outputs":1,"noerr":0,"x":325,"y":174,"wires":[["bb93c64e.f52c78"]],{"id":
"bb93c64e.f52c78","type":"switch","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"","property":"payloa
d","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"0","vt":"str"},{"t":"eq","v":"1","vt":"str"},
{"t":"eq","v":"2","vt":"str"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":3,"x":493,"y":176,
"wires":[["16675ee5.b70871"],["3e582728.1b7ab8"],["8bc98348.6213a"]],{"id":"16
675ee5.b70871","type":"function","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"= 0 :
Success","func":"/* activate session timer */\nvar sessionTimer
= flow.get(\"sessionTimer\") || 0; \nvar currTime =
Date.now();\nflow.set(\"sessionTimer\", currTime);\n\n/* ui-control payload */\nvar
msg = {};\nmsg.payload = { group: {\n    show : [\"Dashboard_SensorData\",
\"Dashboard_History\"],\n    hide : [\"Dashboard_Signin\"]\n};\n\nreturn
msg;,"outputs":1,"noerr":0,"x":653,"y":142,"wires":[["60d76bab.2c52d4"]],{"id":"3e
582728.1b7ab8","type":"function","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"= 1 : Unknown
User","func":"msg.payload = \"Username Doesn't exist!!!\"\nreturn
msg;,"outputs":1,"noerr":0,"x":673,"y":181,"wires":[["75ff553e.4d912c"]],{"id":"8bc
98348.6213a","type":"function","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"= 2 : Wrong
Password","func":"msg.payload = \"Invalid Password\";\nreturn
msg;,"outputs":1,"noerr":0,"x":676,"y":220,"wires":[["75ff553e.4d912c"]],{"id":"60d
76bab.2c52d4","type":"ui_ui_control","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Go to
Sensor/History
Group","x":942,"y":141,"wires":[[]],{"id":"75ff553e.4d912c","type":"ui_toast","z":"c6f
3ee1f.fd08","position":"dialog","displayTime":"3","highlight":"","outputs":1,"ok":"OK"
,"cancel":"","topic":"Authentication Failed","name":"Authentication Failure
Dialog","x":943,"y":202,"wires":[[]],{"id":"3f7b8455.67e50c","type":"comment","z":"
c6f3ee1f.fd08","name":"Session Management - 15 secs for this
demo","info":"","x":191.5,"y":260.0000066757202,"wires":[[]],{"id":"e9a7b6ab.c78b2
8","type":"function","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Detect Session Timer","func":"var
sessionTimer = flow.get(\"sessionTimer\") || 0; \nvar currTime = Date.now();\nvar
SESSION_TIMEOUT = 15000; //15 secs\n\nif ( sessionTimer === 0 /* Inactive, No
user signed in */ ) {\n    msg.payload = 2;\n} else {\n    if ( currTime - sessionTimer
> SESSION_TIMEOUT ) {\n        msg.payload = 0; \n    } else {\n        msg.payload =
1; \n    } \n}\n\nreturn
msg;,"outputs":1,"noerr":0,"x":276,"y":324.99999809265137,"wires":[["27974c9b.
40de44"]],{"id":"27974c9b.40de44","type":"switch","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"","
property":"payload","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"0","vt":"str"},{"t":"eq"
,"v":"1","vt":"str"},{"t":"eq","v":"2","vt":"str"}],"checkall":"true","repair":false,"outputs":
3,"x":450.00000381469727,"y":324.99999809265137,"wires":[["44ca1f16.b03a4"],["
cf5e085d.c17b68"],["4d3be00b.762f6"]],{"id":"44ca1f16.b03a4","type":"function","
z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Time-Out","func":"/* activate session timer */\nvar
sessionTimer = flow.get(\"sessionTimer\") || 0; \nflow.set(\"sessionTimer\",
0);\n\nmsg.payload = \"Session Expired! Please singin again!\";\nreturn
msg;,"outputs":1,"noerr":0,"x":590,"y":285,"wires":[["f796d529.9fd758","f9e1c0af.2
dc93"]],{"id":"f796d529.9fd758","type":"ui_toast","z":"c6f3ee1f.fd08","position":"dia
log","displayTime":"3","highlight":"","outputs":1,"ok":"OK","cancel":"","topic":"Sessi
on Timeout","name":"Time-Out
Dialog","x":779.5000457763672,"y":262.00000953674316,"wires":[[]],{"id":"59e49
7d6.162458","type":"ui_ui_control","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Go to Signin
Group","x":987.5000190734863,"y":302.99999713897705,"wires":[[]],{"id":"f9e1c0

```

```
af.2dc93","type":"function","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Sign-In
Redirection","func":"var msg = {};\nmsg.payload = { group: {\n  hide :
[\"Dashboard_SensorData\", \"Dashboard_History\"],\n  show :
[\"Dashboard_Signin\"]\n}\n};\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":790.0000457763672,"y":303.00000286102295,"wires":[[["59e497d6.162458"]],{"id":"5f29fffe.fac77","type":"ui_toast","z":"c6f3ee1f.fd08","position":"bottom
right","displayTime":"1","highlight":"","outputs":0,"ok":"OK","cancel":"","topic":"Time
r","name":"Display Remaining
Time","x":606.4999923706055,"y":426.99999809265137,"wires":[]},{"id":"fa0936b9
.88abf8","type":"comment","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Sensor Data
Collection","info":"","x":121,"y":478.0000057220459,"wires":[]},{"id":"1809a1d7.960
d8e","type":"comment","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"MQTT ?
CoAP?","info":"Expecting data from the actual
sensors.","x":268.5,"y":514.9999980926514,"wires":[]},{"id":"668884f0.47090c","type":"function","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Calculating Remaining Time
(Debug)","func":"var sessionTimer = flow.get(\"sessionTimer\") || 0; \nvar
currTime = Date.now();\nvar remainingSecs = Math.floor((15000 - (currTime -
sessionTimer))/1000) + 1;\n  \nif ( sessionTimer == 0 /* Inactive, No user signed
in */ ) {\n  return null;\n} else {\n  \n  if ( remainingSecs <= 7 ) msg.payload =
\"Remaining : \" + remainingSecs + \" secs\";\n  else return null;\n}\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":324,"y":426.00001335144043,"wires":[[["5f29fffe.fac
77"]],{"id":"acfa91a5.4a1cf","type":"ui_text","z":"c6f3ee1f.fd08","group":"2d9f8baa
.cb7b04","order":0,"width":0,"height":0,"name":"Label
Display","label":"","format":"{{msg.payload}}","layout":"row-
spread","x":1006.5000076293945,"y":638.0001049041748,"wires":[]},{"id":"511bb7
37.827318","type":"function","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Decode MySensor
Message","func":"\nvar mySensorsMessage = {}\nvar newPayload = {};\nvar
timestamp = new Date();\n\nnewPayload.nodId = 3;\nnewPayload.type
= Math.floor( Math.random() * Math.floor(2)); // 0 or 1\nif ( newPayload.type ===
0 /* temperature */ ) newPayload.value = Math.floor( Math.random() *
Math.floor(30)) + 10; // 10 - 39\nelse newPayload.value = Math.floor(
Math.random() * Math.floor(40)) + 40; // 40 - 79\n\nmsg.payload = newPayload;\n\nreturn
msg;","outputs":1,"noerr":0,"x":289.5,"y":556.000020980835,"wires":[[["3988bf89.9
a473","10cb8d66.bf60e3"]],{"id":"3988bf89.9a473","type":"function","z":"c6f3ee1f.f
d08","name":"Filter : temperature","func":"if (msg.payload.nodId == 3 &&
msg.payload.type === 0) {\n  var msg;\n  msg.payload =
msg.payload.value;\n  msg.topic = \"Temperature\"\n  return
msg;\n}  ","outputs":1,"noerr":0,"x":494.5000762939453,"y":500.0000066757202,
"wires":[[["9bab75e6.d4e6b8","154b1f57.49dba1","6692b5bb.86bfec"]],{"id":"9bab
75e6.d4e6b8","type":"ui_gauge","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Gauge :
Temperature","group":"2d9f8baa.cb7b04","order":0,"width":0,"height":0,"gtype":"ga
ge","title":"Temperature DHT22","label":"MySensors
v2","format":"{{value}}°C","min":0,"max":"50","colors":["#66ccff","#ff8000","#ca3838
"],"seg1":"","seg2":"","x":757.5000228881836,"y":493.99998664855957,"wires":[]},
{"id":"10cb8d66.bf60e3","type":"function","z":"c6f3ee1f.fd08","name":"Filter :
humidity","func":"if (msg.payload.nodId == 3 && msg.payload.type === 1)
{\n  var msg;\n  msg.payload = msg.payload.value;\n  msg.topic =
\"Humidity\"\n  return
```

```

msg;\n}  ", "outputs":1, "noerr":0, "x":481.50008392333984, "y":618.000009536743
2, "wires":[[["aeaf5e4b.f1179", "154b1f57.49dba1", "6692b5bb.86bfec"]], {"id": "aeaf5
e4b.f1179", "type": "ui_gauge", "z": "c6f3ee1f.fd08", "name": "Gauge :
Humidity", "group": "2d9f8baa.cb7b04", "order":0, "width": "0", "height": "0", "gtype": "ga
ge", "title": "Humidity DHT22", "label": "MySensors
v2", "format": "{{value}}%", "min":0, "max": "100", "colors": ["#1a25ab", "#e6e600", "#ca3
838"], "seg1": "", "seg2": "", "x":748.5000648498535, "y":535.0000324249268, "wires":[
]], {"id": "154b1f57.49dba1", "type": "function", "z": "c6f3ee1f.fd08", "name": "Attention :
temperature & humidity", "func": "context.data = context.data || new
Object();\n\nswitch (msg.topic) {\n  case
\"Temperature\":\n    context.data.temperature = msg.payload;\n    msg =
null;\n    break;\n  case \"Humidity\":\n    context.data.humidity =
msg.payload;\n    msg = null;\n    break;\n  default:\n    msg =
null;\n  \tbreak;\n\n}\n\nif(context.data.temperature !== null &&
context.data.humidity !== null && context.data.temperature !== undefined &&
context.data.humidity !== undefined) {\n\tmsgOut = \"\"; //new
Object();\n  msgOut = \"Temerature : \"\n  msgOut +=
context.data.temperature.toString();\n  msgOut += \"°C - Humidity : \";
\n  msgOut += context.data.humidity.toString();\n  msgOut +=
\"%\";\n  context.data=null;\n  var msg = {};\n  msg.payload = msgOut;\n\treturn
msg;\n} \n//else return
msg;"; "outputs":1, "noerr":0, "x":770.4999694824219, "y":638.0000381469727, "wire
s":[[["acfa91a5.4a1cf"]], {"id": "6692b5bb.86bfec", "type": "ui_chart", "z": "c6f3ee1f.fd0
8", "name": "History : Temperature &
Humidity", "group": "f60889c8.1935c8", "order":0, "width": "6", "height": "9", "label": "Te
mperature &
Humidity", "chartType": "line", "legend": "true", "xformat": "%H:%M", "interpolate": "linea
r", "nodata": "No Data
Yet", "dot": false, "ymin": "0", "ymax": "80", "removeOlder": "12", "removeOlderPoints": "",
"removeOlderUnit": "3600", "cutout": "", "useOneColor": false, "colors": ["#1f77b4", "#ae
c7e8", "#ff7f0e", "#2ca02c", "#98df8a", "#d62728", "#ff9896", "#9467bd", "#c5b0d5"], "u
seOldStyle": true, "x":798.5000495910645, "y":576.0000829696655, "wires": [[], []], {"i
d": "87b479e9.542168", "type": "ui_ui_control", "z": "c6f3ee1f.fd08", "name": "Stay in
Sensor
Group", "x":976.4999694824219, "y":340.99999237060547, "wires": [[[]], {"id": "cfee08
5d.c17b68", "type": "function", "z": "c6f3ee1f.fd08", "name": "Sensor/History
Goup", "func": "var msg = {};\nmsg.payload = { group: {\n  show :
[\"Dashboard_SensorData\", \"Dashboard_History\"],\n  hide :
[\"Dashboard_Signin\"]\n}\n};\nreturn
msg;"; "outputs":1, "noerr":0, "x":664.5, "y":345.9999942779541, "wires": [[["87b479e9.
542168"]], {"id": "4d3be00b.762f6", "type": "function", "z": "c6f3ee1f.fd08", "name": "Sig
nin Goup", "func": "var msg = {};\nmsg.payload = { group: {\n  hide :
[\"Dashboard_SensorData\", \"Dashboard_History\"],\n  show :
[\"Dashboard_Signin\"]\n}\n};\nreturn
msg;"; "outputs":1, "noerr":0, "x":641.5000228881836, "y":386.0000219345093, "wire
s": [[["42361f82.85373"]], {"id": "42361f82.85373", "type": "ui_ui_control", "z": "c6f3ee1f
.fd08", "name": "Go to Signin
Group", "x":981.5000762939453, "y":382.0000343322754, "wires": [[[]], {"id": "8906c7
a4.990a58", "type": "function", "z": "3fb4c40a.2a8c6c", "name": "Wait for all tasks to
finish", "func": "context.data = context.data || new Object();\n\nswitch (msg.topic)

```



```

{\n case \"task1\\\":\n context.data.task1 = msg.payload;\n msg =
null;\n break;\n case \"task2\\\":\n context.data.task2 =
msg.payload;\n msg = null;\n break;\n case
\"task3\\\":\n context.data.task3 = msg.payload;\n msg =
null;\n break;\n \n default:\n msg =
null;\n \tbreak;\n\n}\n\nif(context.data.task1 != null && context.data.task2 != null
&& context.data.task3 != null) {\n\tmsg2 = new Object();\n msg2 =
context.data;\n context.data=null;\n\treturn msg2;\n} else return
msg;\",\"outputs\":1,\"x\":630,\"y\":280,\"wires\":[[\"26ba6596.ba58ea\"]]],{\"id\":\"654c5da8.9
6be84\",\"type\":\"delay\",\"z\":\"3fb4c40a.2a8c6c\",\"name\":\"Random
delay\",\"pauseType\":\"random\",\"timeout\":\"5\",\"timeoutUnits\":\"seconds\",\"rate\":\"1\",\"rat
eUnits\":\"second\",\"randomFirst\":\"1\",\"randomLast\":\"5\",\"randomUnits\":\"seconds\",\"dr
op\":false,\"x\":372,\"y\":189,\"wires\":[[\"8906c7a4.990a58\"]]],{\"id\":\"26ba6596.ba58ea\",
\"type\":\"debug\",\"z\":\"3fb4c40a.2a8c6c\",\"name\":\"\",\"active\":true,\"console\":\"false\",
\"complete\":\"true\",\"x\":837,\"y\":279,\"wires\":[]},{\"id\":\"80fa6986.97e618\",\"type\":\"delay\",
\"z\":\"3fb4c40a.2a8c6c\",\"name\":\"Random
delay\",\"pauseType\":\"random\",\"timeout\":\"5\",\"timeoutUnits\":\"seconds\",\"rate\":\"1\",\"rat
eUnits\":\"second\",\"randomFirst\":\"1\",\"randomLast\":\"5\",\"randomUnits\":\"seconds\",\"dr
op\":false,\"x\":376,\"y\":285,\"wires\":[[\"8906c7a4.990a58\"]]],{\"id\":\"3c976f36.71c8d\",
\"type\":\"delay\", \"z\":\"3fb4c40a.2a8c6c\", \"name\":\"Random
delay\", \"pauseType\":\"random\", \"timeout\":\"5\", \"timeoutUnits\":\"seconds\", \"rate\":\"1\", \"rat
eUnits\":\"second\", \"randomFirst\":\"1\", \"randomLast\":\"5\", \"randomUnits\":\"seconds\", \"dr
op\":false, \"x\":373, \"y\":369, \"wires\":[[\"8906c7a4.990a58\"]]], {\"id\":\"7dbb5784.2e62b8\",
\"type\":\"function\", \"z\":\"3fb4c40a.2a8c6c\", \"name\":\"Task1\", \"func\":\"msg.topic=\\\"task1\\\";
\nmsg.payload=\\\"Task1's payload\\\"\\nreturn
msg;\",\"outputs\":1,\"x\":204,\"y\":189,\"wires\":[[\"654c5da8.96be84\"]]],{\"id\":\"5d5ac239.9
0593c\", \"type\":\"function\", \"z\":\"3fb4c40a.2a8c6c\", \"name\":\"Task2\", \"func\":\"msg.topic=\\
\"task2\\\";\\nmsg.payload=\\\"Task2's payload\\\"\\nreturn
msg;\",\"outputs\":1,\"x\":207,\"y\":284,\"wires\":[[\"80fa6986.97e618\"]]],{\"id\":\"f0b43fa0.ba
c0b\", \"type\":\"function\", \"z\":\"3fb4c40a.2a8c6c\", \"name\":\"Task3\", \"func\":\"msg.topic=\\\"t
ask3\\\";\\nmsg.payload=\\\"Task3's payload\\\"\\nreturn
msg;\",\"outputs\":1,\"x\":202,\"y\":368,\"wires\":[[\"3c976f36.71c8d\"]]],{\"id\":\"a44e1813.9d
1868\", \"type\":\"inject\", \"z\":\"3fb4c40a.2a8c6c\", \"name\":\"Start\", \"topic\":\"\", \"payload\":\"\",
\"payloadType\":\"none\", \"repeat\":\"\", \"crontab\":\"\", \"once\":false, \"x\":38, \"y\":273, \"wires\":[[\"7d
bb5784.2e62b8\", \"5d5ac239.90593c\", \"f0b43fa0.bac0b\"]]], {\"id\":\"4066ebbe.607204\",
\"type\":\"function\", \"z\":\"1f0161ee.3b423e\", \"name\":\"global variable machine
status\", \"func\":\"global.set(\\\"status_machine\\\",msg.payload);\", \"outputs\":1, \"noerr\":0,
\"x\":230, \"y\":540, \"wires\":[[\"35bacd5c.d86152\"]]], {\"id\":\"35bacd5c.d86152\", \"type\":\"deb
ug\", \"z\":\"1f0161ee.3b423e\", \"name\":\"\", \"active\":true, \"tosidebar\":true, \"console\":false,
\"tostatus\":false, \"complete\":\"true\", \"x\":500, \"y\":620, \"wires\":[]}, {\"id\":\"bca33f14.3fc4b\",
\"type\":\"function\", \"z\":\"98274db3.776748\", \"name\":\"machine status global
variable\", \"func\":\"var ObtainedData = global.get(\\\"status_machine\\\");\\nmsg.payload
= ObtainedData;\\nreturn
msg;\",\"outputs\":1, \"noerr\":0, \"x\":350, \"y\":900, \"wires\":[[\"1a9bb7f1.ed08b8\"]]], {\"id\":\"1a
9bb7f1.ed08b8\", \"type\":\"debug\", \"z\":\"98274db3.776748\", \"name\":\"\", \"active\":true, \"tos
idebar\":true, \"console\":false, \"tostatus\":false, \"complete\":\"false\", \"x\":650, \"y\":900, \"wire
s\":[]}, {\"id\":\"ca563fe0.0b756\", \"type\":\"inject\", \"z\":\"98274db3.776748\", \"name\":\"\", \"topic
\":\"\", \"payload\":\"\", \"payloadType\":\"date\", \"repeat\":\"\", \"crontab\":\"\", \"once\":false, \"onceDe
lay\":0.1, \"x\":120, \"y\":900, \"wires\":[[\"bca33f14.3fc4b\"]]], {\"id\":\"816fb1d3.12609\", \"type\":
\"function\", \"z\":\"98274db3.776748\", \"name\":\"machine status global

```

```
variable","func":"var ObtainedData = global.get(\"status_machine\");\nmsg.payload\n= ObtainedData;\nreturn\nmsg;","outputs":1,"noerr":0,"x":510,"y":200,"wires":[["aba70276.6108b"]],{"id":"aba\n70276.6108b","type":"switch","z":"98274db3.776748","name":"","property":"payloa\nd","propertyType":"msg","rules":[{"t":"eq","v":"ON","vt":"str"}],"checkall":"true","repa\nir":false,"outputs":1,"x":420,"y":300,"wires":[["b207653f.600e5"]]}
```

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Salman, L., Salman, S., Jahangirian, S., Abraham, M., German, F., Blair, C., & Krenz, P. (2016). Energy efficient IoT-based smart home. 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things (WF-IoT). doi:10.1109/wf-iot.2016.7845449
- [2] S. Z. Li, Markov Random Field Modeling in Computer Vision, Springer-Verlag, 1995.
- [3] Ι. Μελετόπουλου, “Τεχνικές σύνταξης πτυχιακής εργασίας”, *Πτυχιακή εργασία*, Τμήμα Ηλεκτρονικών Υπολογιστών Συστημάτων, ΤΕΙ Πειραιά, 2004.
- [4] The Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. New York, NY, USA: 2003. IEEE, Wireless medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications for low-rate wireless personal area networks (LR-WPANs).
- [5] R. Santos, «Random Nerd Tutorials,» 2016. [Ηλεκτρονικό], Available: <https://randomnerdtutorials.com/9-home-automation-open-source-platforms-for-your-projects/>.
- [6] D. Crippin, «Alarm New England,» 4 February 2019. [Ηλεκτρονικό], Available: <https://www.alarmnewengland.com/blog/home-automation-protocols>.
- [7] C. R. Muthu, R. Prabakaran και M. Shanmugaraj, «Study on ZigBee technology,» σε *2<sup>η</sup> 3<sup>rd</sup> International Conference on Electronics Computer Technology*, 2011.
- [8] «Raspberry Pi,» What is a Raspberry Pi, [Ηλεκτρονικό], Available: <https://www.raspberrypi.org/help/videos/#what-is-a-raspberry-pi>.
- [9] Plc lenze <http://www.dpaonthenet.net/article/46160/Lenze-extends-I-O-system-in-response-to-customer-demand.aspx>
- [10] <https://ict4u.net/components/memory.php>
- [11] <https://www.opto22.com>
- [12] <https://www.se.com/gr/el/product-range-presentation/1144-profibus/>
- [13] <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0952197619300995>