



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ
ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΕΣΩ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΩΝ

ΗΛΙΑΣ ΖΕΡΗΣ

A.M.:112978

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ:

κ. ΣΤΕΡΓΙΟΠΟΥΛΟΣ ΦΩΤΙΟΣ-ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

κ. ΜΠΕΧΤΣΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ- ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2017

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία και τα συμπεράσματά της, σε οποιαδήποτε μορφή, αποτελούν συνιδιοκτησία του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Αλεξάνδρειου ΤΕΙ Θεσσαλονίκης και του φοιτητή. Οι προαναφερόμενοι διατηρούν το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής (τμηματικά ή συνολικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να αναφέρεται ο τίτλος, ο συγγραφέας, ο επιβλέπων και το τμήμα του ΑΤΕΙΘ.

Η έγκριση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του τμήματος.

Ο υπογεγραμμένος δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα Πτυχιακή Εργασία είναι εξ' ολοκλήρου δικό μου έργο και συγγράφηκε ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος σπουδών του Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.

Δηλώνω υπεύθυνα ότι κατά τη συγγραφή ακολούθησα την πρέπουσα ακαδημαϊκή δεοντολογία αποφυγής λογοκλοπής και έχω αποφύγει οποιαδήποτε ενέργεια που συνιστά παράπτωμα λογοκλοπής.

Όνομα Υπογραφή Ημερομηνία

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον πρόεδρο της εταιρίας National Can Hellas κ. **Αθανάσιο Σαββάκη** για την κάλυψη των εξόδων του εξοπλισμού που χρειάστηκε για την δημιουργία της πτυχιακής,τους προϊστάμενους μου στην εταιρία κ.**Ιωαννίδη Ιωάννη** και κ.**Θεοδοσιάδη Σταύρο** για την βοήθεια που μου πρόσφεραν σε ότι χρειάστηκα,τους καθηγητές μου κ.**Στεργιόπουλο Φώτιο** και κ.**Μπεχτσή Δημήτριο** για την καθοδήγησή τους και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν στην ανάθεση του συγκεκριμένου θέματος και τους **γονείς** μου που σε όλη μου την ζωή με στηρίζουν και είναι δίπλα μου και στους οποίους και αφιερώνω και την συγκεκριμένη εργασία.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο χώρο της κυτιοποιίας στην Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στην κυτιοποιία λευκοσιδήρου η National Can Hellas A.E. με έδρα τη Μεθώνη Περίας είναι μία ελληνική εταιρία που παράγει σε ετήσια βάση έναν πολύ μεγάλο αριθμό κυτίων. Απαραίτητη θεωρείται η παρακολούθηση της παραγωγής και η καταγραφή των ποσοτήτων των παραγόμενων προϊόντων καθώς και των απωλειών που υπάρχουν κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας σε καθημερινή βάση κατά την λειτουργία του εργοστασίου. Η συγκεκριμένη εργασία είχε σαν στόχο τη μελέτη της διαδικασίας που ακολουθείται για την παραγωγή των κυτίων και μετέπειτα, αφού είχε γίνει σωστή κατανόηση της διαδικασίας, η εγκατάσταση ενός συστήματος καταγραφής κυτίων σε ένα τμήμα μίας (1) εκ των πέντε (5) γραμμών παραγωγής του εργοστασίου με σκοπό την συνεχή καταγραφή των τεμαχίων της παραγωγής και των απωλειών που υπάρχουν στο τμήμα που εγκαταστάθηκε το σύστημα καταγραφής, οι οποίες υπάρχουν για λόγους που θα περιγραφούν αναλυτικά στη συνέχεια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΤΙΟΠΟΙΑ

ΣΕΛ.

Γενικά στοιχεία για την κυτιοποιία -----	8
1.1) Ιστορική αναδρομή -----	8
1.2) Μεταλλικές συσκευασίες -----	9
1.3) Πρώτη ύλη -----	9
1.4) Εκτυπωτική διαδικασία -----	10
1.5) Είδη κουτιών -----	10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΥΤΙΟΥ

2.1) Γενική περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας -----	11
2.2) Slitter (Ψαλίδι) -----	13
2.2) Bodymaker (Κορμοκατασκευαστική) -----	14
2.3) Φούρνος -----	15
2.4) Necking -----	16
2.5) Flanger -----	17
2.6) Beader (Κορδονιέρα) -----	18
2.7) Seamer (Κλειστικό) -----	19
2.8) Tester -----	20
2.9) Paletizer -----	21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Διαδικασία εγκατάστασης -----	22
3.1)Επιλογή σημείων ελέγχου -----	22
3.2)Εξοπλισμός -----	23
3.3)Περιγραφή διαδικασίας διαχείρισης σημάτων -----	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Κατασκευή ηλεκτρολογικού πίνακα

Κατασκευή ηλεκτρολογικού πίνακα -----	29
---------------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5:ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΟ PLC

5.1)Γενικά -----	35
5.2)Προγραμματισμός του PLC -----	36
5.3)Υλοποίηση του Κεντρικού μετρητή -----	39
5.4)1 ^η Βάρδια -----	42
5.5)2 ^η Βάρδια -----	47
5.6)3 ^η Βάρδια -----	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 :Οθόνη HMI

6.1)Γενικά -----	56
------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7:ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ PROJECT ΣΤΟ INDUSOFT WEB STUDIO

Δημιουργία του Project στο <i>Indusoft Web Studio</i> -----	62
7.1) Διαδικασία εγκατάστασης επικοινωνίας μεταξύ του INDUSOFT WEB STUDIO και του PLC -----	64
7.2) Διαδικασία αποθήκευσης καταγραφών στη βάση δεδομένων MySql -----	65

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8:ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ ----- 71

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ -----72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΤΙΟΠΟΙΙΑ

Ο τομέας της κυτιοποιίας αποσκοπεί στην προβολή και, κατ' επέκταση, στην προώθηση ενός προϊόντος στο καταναλωτικό κοινό. Για το λόγο αυτό το προϊόν της κυτιοποιίας πρέπει να συγκεντρώνει συγκεκριμένες προδιαγραφές, όπως για παράδειγμα να προστατεύει το προϊόν, να ικανοποιεί αισθητικά, να είναι πρακτικό και να μην είναι ακριβό. Σήμερα επιπλέον προσόν θεωρείται και ο οικολογικός χαρακτήρας της παραγωγής κουτιών.

1.1) ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Ο άνθρωπος προβληματίστηκε από πολύ νωρίς σχετικά με την αποθήκευση και τη διευκόλυνση της μεταφοράς των προϊόντων που παρήγε. Πριν καταλήξει στην κατασκευή κουτιών, εφεύρε αρκετούς τρόπους για να αποθηκεύσει και να μεταφέρει τα προϊόντα του. Μία πρώτη προσπάθεια αποτέλεσε η κατεργασία δερμάτων ζώων και η ύφανση σακίων. Με την πάροδο των χρόνων, άρχισε να κατασκευάζει πήλινους αμφορείς, μεταλλικά, σιδερένια, χρυσά και χάλκινα σκεύη. Μία κατάκτησή του, αξιοσημείωτη για το σκοπό αυτό, αποτέλεσε η εφεύρεση και η αξιοποίηση του γυαλιού.

Ωστόσο το υλικό που έδωσε ως μέσο συσκευασίας το κουτί, με μορφή παραπλήσια με τη σημερινή, ήταν το ξύλο. Η κατεργασία του ξύλου εξυπηρέτησε τον άνθρωπο στην κατασκευή ξύλινων κουτιών, κασελών κ.λ.π. Διάφορα ξύλινα κιβώτια ή βαρέλια που είχαν υποστεί μία σχετική αδιαβροχοποίηση, ήταν ένας από τους συνηθισμένους τρόπους μεταφοράς και συσκευασίας στους Ελληνιστικούς και Ρωμαϊκούς χρόνους.

Από τις τελευταίες κατακτήσεις στον τομέα της κυτιοποιίας μπορεί να αναφερθεί, όσον αφορά στα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία, η ανάπτυξη της μεταλλοτυπίας και της τεχνικής της τελικής μορφοποίησης μεταλλικών συσκευασιών, όπως είναι οι κονσέρβες, τα αναψυκτικά, τα αεροζόλ κ.λ.π.

Παράλληλα με την εξέλιξη των υλικών που χρησιμοποιούνται στην κυτιοποιία, συντελέστηκε ανάπτυξη στον τομέα των εκτυπώσεων, με την εφεύρεση νέων τεχνικών, όπως της όφσετ, της ξηράς όφσετ, της βαθυτυπίας και της φλεξογραφίας. Με τη βιομηχανική επανάσταση, ο άνθρωπος απέκτησε μηχανές που εξασφάλισαν το χάραγμα, το δίπλωμα, το κόλλημα και την τελική μορφοποίηση των κουτιών.

Αξίζει να αναφερθεί ότι οι βασικοί τύποι κουτιών που υπάρχουν σήμερα, είναι ίδιοι με αυτούς που υπήρχαν στο τέλος του 19^{ου} αιώνα. Το μόνο που άλλαξε, είναι τα

συστήματα εκτύπωσης και ο τρόπος της μηχανικής τους επεξεργασίας, στο στάδιο της τελικής μορφοποίησης

1.2)ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ

Η συσκευασία των προϊόντων σε μέταλλο είναι πολύ συνηθισμένη, εξαιτίας της πρόσθετης ασφάλειας που αυτό παρέχει, λόγω της μεγαλύτερης μηχανικής του αντοχής. Τα πρώτα κουτιά από μέταλλο κατασκευάστηκαν από επικασσιτερωμένο σίδηρο στην Αγγλία, το 1812. Οι λόγοι ανάπτυξης αυτού του είδους συσκευασίας είναι:

- η εξαιρετική αντοχή του μετάλλου απέναντι στις εξωτερικές παραμορφώσεις
- η προστασία που παρέχει το μέταλλο από τον ήλιο, τον αέρα, τους μικροοργανισμούς και, γενικά, από τις κλιματολογικές συνθήκες, στο προϊόν που περιέχει
- η δυνατότητα υποβολής του προϊόντος που εσωκλείει, σε συνθήκες αποστείρωσης.

1.3)ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ

Ανάλογα με το πρωτογενές υλικό κατασκευής των κουτιών, αυτά χωρίζονται σε:

- κουτιά από **λευκοσίδηρο** (επικασσιτερωμένο χάλυβα): το υλικό αυτό παρουσιάζει πλεονεκτήματα όπως το ότι έχει μεγάλη αντοχή στις παραμορφώσεις, δεν διαβρώνεται από το προϊόν, είναι αρκετά φθηνό, μορφοποιείται και συγκολλάται εύκολα και δεν είναι τοξικό. Τα μειονεκτήματά του είναι ότι έχει μεγάλο ειδικό βάρος, δεν ενδείκνυται για κάποιες κατηγορίες τροφίμων και παρουσιάζει δυσκολία στο άνοιγμα.
- κουτιά από **αλουμίνιο**: πλεονεκτήματα του αλουμινίου είναι το ότι είναι μη τοξικό υλικό, είναι ελαφρύ και μορφοποιείται εύκολα. Αντίστοιχα ωστόσο μειονεκτήματα είναι ότι έχει υψηλό κόστος και ότι δε συγκολλάται εύκολα.
- κουτιά από **επιχρωμιωμένο χάλυβα ή από χάλυβα χωρίς επικασσιτέρωση**: πλεονεκτήματά τους είναι ότι είναι πιο φθηνό από το λευκοσίδηρο και ότι αντέχουν σε υψηλότερες θερμοκρασίες κατεργασίας. Μειονέκτημά τους ωστόσο είναι ότι δεν μπορούν να συγκολληθούν στη ραφή του κουτιού με τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται σήμερα (κασσιτεροκόλληση ή ηλεκτροσυγκόλληση)

Η συγκεκριμένη εργασία εκπονήθηκε στην παραγωγική μονάδα της National Can Hellas A.E., η οποία χρησιμοποιεί κουτιά λευκοσιδήρου.

1.4)ΕΚΤΥΠΩΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Κατά την εκτύπωση σε μέταλλο λαμβάνονται υπόψη πολλές παράμετροι για να εξασφαλιστούν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Οι μεταλλικές επιφάνειες που θα τυπωθούν και θα μορφοποιηθούν σε κουτιά, περνάνε από τα εξής στάδια:

- το **λακάρισμα**, για την προστασία της εξωτερικής επιφάνειας από τη διάβρωση και γενικότερα για τη μεγαλύτερη καλαισθησία του κουτιού
- την **εκτύπωση** με τη μέθοδο όφσετ· στο τέλος της εκτύπωσης τα μελάνια στεγνώνουν σε ειδικούς φούρνους, καθώς το μέταλλο δεν είναι απορροφητικό. Μετά το στέγνωμα ακολουθεί, συνήθως, και βερνίκωμα των επιφανειών
- το **κόψιμο** των επιφανειών· αυτό γίνεται με ειδικά ψαλίδια. Στη συνέχεια τα κομμένα μέταλλα μορφοποιούνται σε κουτιά και συγκολλούνται
- το **ξεχείλωμα των άκρων** για το κλείσιμο του κουτιού
- τη **δημιουργία ραβδώσεων**, αν απαιτηθεί, στην επιφάνεια του κουτιού, για μεγαλύτερη αντοχή
- το **κλείσιμο** του κουτιού με ειδικά κλειστικά μηχανήματα.

1.5)ΕΙΔΗ ΚΟΥΤΙΩΝ

Τα μεταλλικά κουτιά κατατάσσονται βάσει του σχήματός τους στις παρακάτω κατηγορίες:

- κουτιά **τριών τεμαχίων**: αποτελούνται από τρία τεμάχια, έναν κεντρικό κορμό, κυλινδρικού ή παραλληλεπίπεδου σχήματος και δύο καπάκια. Το ένα από τα δύο προσαρμόζεται από τον χρήστη του κουτιού, μετά το γέμισμά του με το προϊόν
- κουτιά **δύο τεμαχίων**: αποτελούνται από δύο τεμάχια. Η παράπλευρη επιφάνεια, χωρίς πλάγια ραφή, και η μία βάση είναι ένα ενιαίο κομμάτι. Η άλλη βάση αποτελεί το δεύτερο τεμάχιο του κουτιού
- κουτιά **γενικής χρήσης**: η κατασκευή τους είναι παραπλήσια με εκείνη των κουτιών τριών τεμαχίων, με τη διαφορά ότι το κάλυμμα προσαρμόζεται από τον κατασκευαστή
- δοχεία **τύπου αεροζόλ**: παρέχουν το προϊόν που περιέχουν με εκνέφωση.

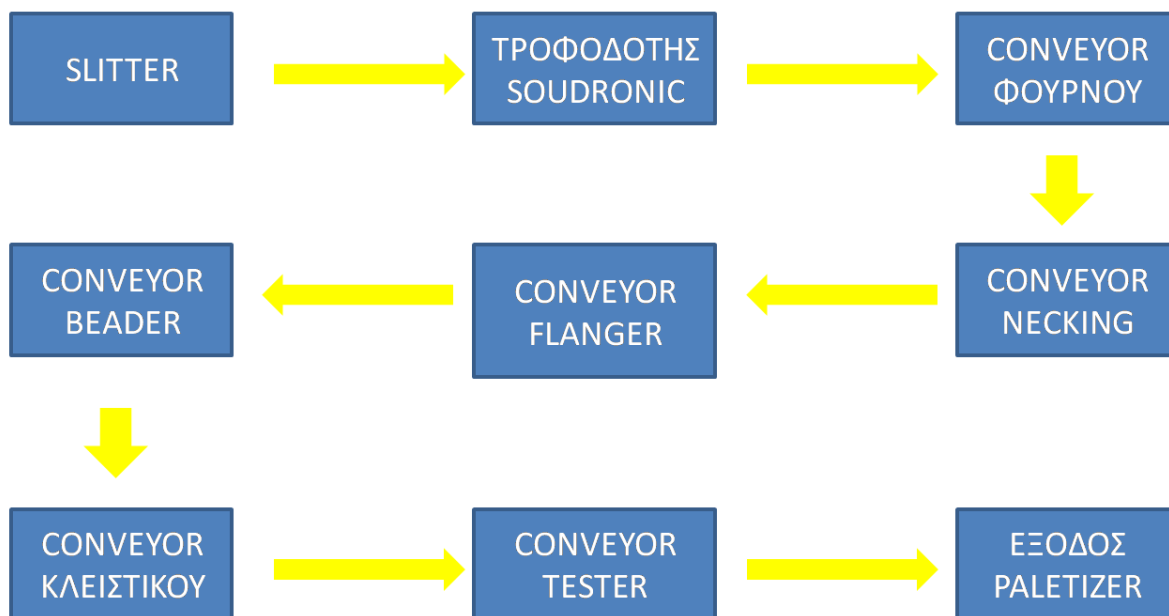
* Σημειώνεται ότι για τους σκοπούς εκτέλεσης της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν κουτιά γενικής χρήσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1) Γενική περιγραφή της παραγωγικής διαδικασίας

Η παραγωγική διαδικασία μεταλλικών κυτίων δίνεται στο παρακάτω σχήμα:

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΥΤΙΟΥ



Σχήμα 1: Γενικό διάγραμμα παραγωγικής διαδικασίας

Η διαδικασία παραγωγής κυτίου είναι η εξής: τα φύλλα λευκοσιδήρου, τα οποία αποτελούν την πρώτη ύλη, περνάνε από το ψαλίδι όπου και κόβονται σε μικρότερα όμοια κομμάτια, τα οποία μεταφέρονται στην Κορμοκατασκευαστική (bodymaker) όπου και πέρνουν το χαρακτηριστικό κυλινδρικού τους σχήμα. Στη συνέχεια περνάνε από τον Φούρνο όπου και θερμαίνονται. Ακολουθεί το μηχάνημα Necking το οποίο δημιουργεί τον “λαιμό” στα κουτιά. Στη συνέχεια της διαδικασίας περνάνε από το Flanger που κάνει ξεχείλωμα των άκρων των κουτιών για να μπορέσει στη συνέχεια να τοποθετηθεί καπάκι στα κουτιά και ακολουθεί η Κορδονιέρα (Beader) η οποία δημιουργεί τις χαρακτηριστικές ραβδώσεις στην επιφάνεια του κουτιού για πρόσθετη

αντοχή. Στη συνέχεια το Κλειστικό (Seamer) αναλαμβάνει το κλείσιμο των κουτιών με καπάκι. Αφού πλέον έχει τοποθετηθεί και καπάκι στα κουτιά ακολουθεί το κομμάτι του ποιοτικού ελέγχου με τον έλεγχο μέσω του μηχανήματος Tester για τυχόν σφάλματα στην κατασκευή των κουτιών. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με τη στοίβαξη των κουτιών σε παλλέτες στον Παλετοποιητή (Paletizer).

Για την ακριβή καταγραφή των υλικών της παραγωγικής διαδικασίας σε κάθε τμήμα της παραγωγής όπως αυτή παρουσιάζεται στο προηγούμενο σχεδιάγραμμα είναι απαραίτητο να εγκατασταθούν τα κατάλληλα αισθητήρια ούτως ώστε ανά πάσα στιγμή να έχουμε την δυνατότητα να καταγράψουμε την συνολική παραγωγή αλλά κυρίως τις απώλειες υλικών που υπάρχουν ανά τμήμα της παραγωγής από την στιγμή που θα ξεκινήσει η διαδικασία με το κόψιμο του φύλλου λευκοσιδήρου από το slitter(ψαλίδι) μέχρι και την παλετοποίηση των κυτιών στο τμήμα του paletizer όπου και ολοκληρώνεται η διαδικασία παραγωγής.

Στη National Can Hellas A.E. υπάρχουν 5 γραμμές παραγωγής. Η κάθε γραμμή προορίζεται για παραγωγή κουτιού διαφορετικών χαρακτηριστικών ανάλογα με μέγεθος του, τη διάμετρό του και το υλικό το οποίο προορίζεται να αποθηκευτεί στο κουτί. Η διαδικασία παραγωγής για κάθε γραμμή είναι ίδια με κάποιες τροποποιήσεις από γραμμή σε γραμμή, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κάθε προϊόντος.

Στις επόμενες παραγράφους δίνεται μια περιγραφή των κυριότερων τμημάτων μιας γραμμής παραγωγής.

2.2)SLITTER(ΨΑΛΙΔΙ)



Σχήμα 2: Φωτογραφία του ψαλιδιού της γραμμής παραγωγής

Η κατεργασία με το ψαλίδι είναι το πρώτο στάδιο της διαδικασίας επεξεργασίας της πρώτης ύλης που είναι το φύλλο λευκοσιδήρου (επικασσιτερωμένος χάλυβας). Υπάρχουν 5 διαφορετικά ψαλίδια εγκατεστημένα, ένα για κάθε γραμμή παραγωγής. Η λειτουργία που επιτελεί το ψαλίδι είναι η εξής: στη είσοδο του(feeder) τροφοδοτείται με την πρώτη ύλη, τα φύλλα λευκοσιδήρου. Το κάθε φύλλο περνάει από δύο φάσεις κοψίματος. Στην πρώτη φάση γίνεται οριζόντιο κόψιμο του φύλλου. Ανάλογα με το ψαλίδι και με το μέγεθος του κουτιού που παράγει η συγκεκριμένη γραμμή αλλάζει και ο αριθμός των κομματιών στα οποία κόβεται το φύλλο, δηλαδή το φύλλο λευκοσιδήρου μπορεί να κοπεί από 2 μέχρι 6 κομμάτια στην πρώτη φάση. Στη δεύτερη φάση γίνεται το κάθετο κόψιμο των κομματιών που πέρασαν από την πρώτη φάση και όπως και στην πρώτη φάση ο αριθμός των κομματιών που κόβεται κάθε κομμάτι ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του κουτιού που παράγει η συγκεκριμένη γραμμή.

2.3)BODYMAKER (ΚΟΡΜΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ)



Σχήμα 3: Φωτογραφία της κορμοκατασκευαστικής

Η κατεργασία αυτή είναι το επόμενο στάδιο στη διαδικασία παραγωγής μετά το ψαλίδι. Εδώ το φύλλο απο παραλληλόγραμμο μετατρέπεται σε κύλινδρο. Τα κομμένα από το ψαλίδι φύλλα μεταφέρονται είτε μέσω μιας μεταφορικής ταινίας (conveyor) είτε μέσω ενός κινητού βραχίονα, το επονομαζόμενο “ρομπότ” στην είσοδο του Bodymaker. Από εδώ η μηχανή δίνει πλέον στα φύλλα το χαρακτηριστικό κυλινδρικό σχήμα τους. Αφου πλέον έχει γίνει κύλινδος, το κουτί κολλάται με σύρμα χαλκού υπό πολύ υψηλή ένταση ρεύματος στη ραφή. Μετά την κόλληση ακολουθεί ο εσωτερικός ψεκασμός του κουτιού με ειδικό βερνίκι ή ειδική πούδρα ανάλογα με το είδος του προϊόντος που θα αποθηκευτεί στη συνέχεια στο κουτί. Η μηχανή Bodymaker είναι το πιο σημαντικό σημείο στην παραγωγή των κυτίων αφού είναι η μηχανή που έχει την πιο πολύπλοκη λειτουργία διαθέτοντας ένα συνδυασμό μεγάλου αριθμού μηχανολογικών και ηλεκτρικών εξαρτημάτων τα οποία πρέπει να συνεργάζονται κατάλληλα. Επιπλέον, σχετικά με τη λειτουργία της μηχανής, ο χειριστής της μηχανής πρέπει να διαθέτει μεγάλη εμπειρία και πληθώρα γνώσεων πάνω στη μηχανή ώστε να μπορέσει να την χειριστεί με τον κατάλληλο τρόπο για να υπάρξει το επιθυμητό αποτέλεσμα. Για να μπορέσει κάποιος να αποκτήσει εξιδίκευση πάνω στην μηχανή και να μπορεί να αντιμετωπίσει κατάλληλα τα τυχόν προβλήματα που προκύπτουν είτε αυτή είναι μηχανολογικής είτε ηλεκτρικής φύσης πρέπει να έχει απασχοληθεί σχετικά με τη λειτουργία της για ένα χρονικό διάστημα τουλάχιστον 10 ετών σε καθημερινή βάση.

2.4) ΦΟΥΡΝΟΣ



Σχήμα 4: Ο φούρνος της γραμμής παραγωγής

Ο Φούρνος είναι το επόμενο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας μετά την Κορμοκατασκευαστική. Από αυτό το σημείο της παραγωγής η διαδικασία είναι τελείως αυτοματοποιημένη και τα κουτιά μετακινούνται κατά μήκος της γραμμής παραγωγής χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση και χωρίς την παρουσία χειριστή με χρήση μεταφορικών ταινιών (conveyors). Τα κουτιά αφού έχουν πάρει το χαρακτηριστικό κυλινδρικό τους σχήμα περνάνε μέσα από έναν φούρνο ο οποίος χρησιμοποιεί σαν καύσιμη ύλη το προπάνιο. Η θερμοκρασία στην οποία θερμαίνονται τα κουτιά είναι οι 200 °C. Ο ρόλος του φούρνου είναι πολύ σημαντικός στην ποιότητα του κουτιού και η θερμοκρασία στην οποία γίνεται η θέρμανση πρέπει να είναι σταθερή καθώς μια θερμοκρασία υψηλότερη των 200 °C μπορεί να προκαλέσει κάψιμο του λευκοσιδήρου και το κουτί να έχει πλέον αχρηστευτεί ενώ θέρμανση σε θερμοκρασία χαμηλότερη της καθορισμένης μπορεί να αφήσει υπολείμματα βερνικιού ή πούδρας στο κουτί.

2.5)ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΛΑΙΜΟΥ (NECKING)



Σχήμα 5: Φωτογραφία του μηχανήματος Necking

Στη συνέχεια της παραγωγικής διαδικασίας ακολουθεί το μηχάνημα Necking. Η λειτουργία του συγκεκριμένου μηχανήματος είναι πιο απλή σε σχέση με τα προηγούμενα. Συγκεκριμένα το κουτί, αφού έχει θερμανθεί στον φούρνο, μεταφέρεται στο Necking το οποίο δημιουργεί το χαρακτηριστικό “λαιμό” στο κουτί. Το χαρακτηριστικό αυτό δεν είναι απαραίτητο κομμάτι της παραγωγικής διαδικασίας αφού μερικά είδη κουτιών που παράγονται στο εργοστάσιο δεν διαθέτουν λαιμό. Σε αυτήν την περίπτωση το Necking δεν αποτελεί τμήμα της παραγωγικής διαδικασίας.

2.6)ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΚΥΡΤΟΤΗΤΑΣ (FLANGER)



Σχήμα 6: Φωτογραφία του μηχανήματος Flanger

Μετά το Necking ακολουθεί το μηχάνημα Flanger το οποίο δίνει μια κυρτότητα προς τα έξω στην μία πλευρά του κουτιού ούτως ώστε στη συνέχεια να μπορέσει να τοποθετηθεί στο κουτί καπάκι από το Κλειστικό μηχάνημα (Seamer).

2.7)ΚΟΡΔΟΝΙΕΡΑ(BEADER)



Σχήμα 7: Φωτογραφία της Κορδονιέρας

Η κορδονιέρα (Beader) δημιουργεί τα χαρακτηριστικά “κορδόνια” (ή δαχτυλίδια ή νεύρα) στον κορμό του κουτιού. Ο ρόλος που παίζουν αυτά τα “κορδόνια” είναι ότι συντελούν στην αύξηση της μηχανικής αντοχής του κουτιού. Όπως και στην περίπτωση του Necking η Κορδονιέρα δεν είναι απαραίτητο μηχανήμα για όλα τα κουτιά αφού ορισμένοι τύποι κουτιών παράγονται χωρίς να περάσουν από αυτό το στάδιο της παραγωγής. Στην περίπτωση αυτή το μηχανήμα δεν συμμετέχει στην παραγωγική διαδικασία

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα μηχανήματα Flanger, Necking, Beader μορφοποιούν διαφορετικά τα κουτιά από γραμμή σε γραμμή παραγωγής. Επίσης μπορούν να ρυθμιστούν ούτως ώστε να αλλάζουν την μορφή που δίνουν στα κουτιά, ανάλογα με το είδος του τελικού προϊόντος.

2.8)ΚΛΕΙΣΤΙΚΟ(SEAMER)



Σχήμα 8: Φωτογραφία του Κλειστικού μηχανήματος

Το Κλειστικό (Seamer) είναι το τελευταίο στάδιο στην διαδικασία διαμόρφωσης της μορφής του κουτιού. Σε αυτό το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας τοποθετείται καπάκι στη μία πλευρά του κουτιού ενώ η άλλη πλευρά του κουτιού μένει ανοιχτή ούτως ώστε να μπορέσει να αποθηκευτεί μέσα στο κουτί το προϊόν για το οποίο κατασκευάστηκε αφού πλέον έχει μεταφερθεί στον εκάστοτε πελάτη.

2.9)ΜΗΧΑΝΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ(TESTER)

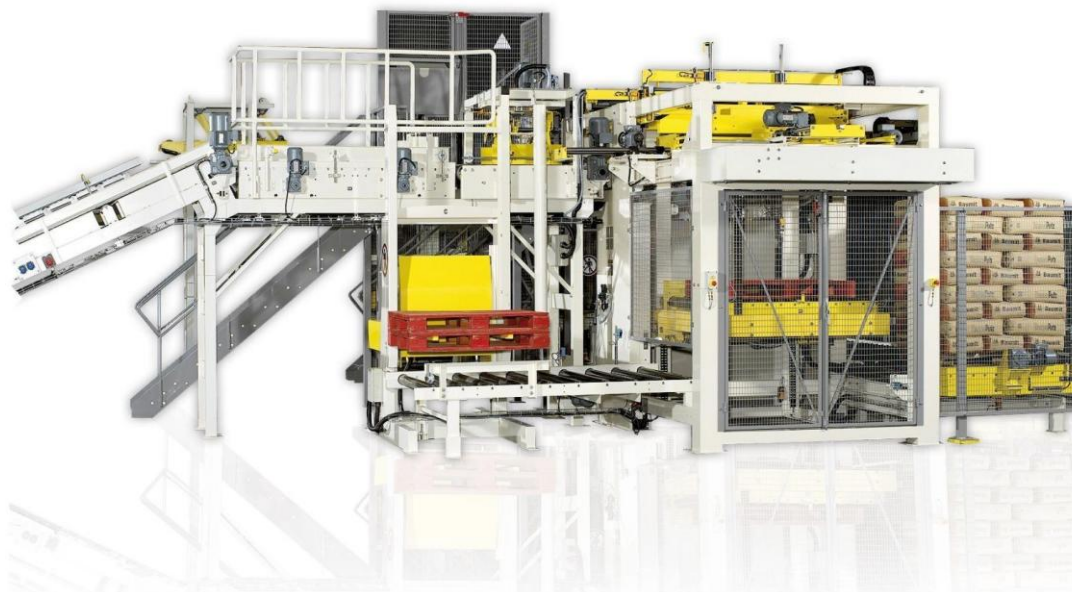


Σχήμα 9: Φωτογραφία του μηχανήματος Tester

Το μηχάνημα ελέγχου (Tester) είναι το σημείο που γίνεται ο ποιοτικός έλεγχος μετά το τέλος της διαδικασίας παραγωγής των κουτιών. Εδώ εξετάζεται αν υπάρχει κάποια “τρύπα” στα κουτιά με τον εξής τρόπο: κάθε κουτί εισέρχεται κάθετα σε μια υποδοχή με την κλειστή του πλευρά προς τα κάτω. Από πάνω του και στην ανοιχτή του πλευρά τοποθετείται μια κεφαλή η οποία διοχετεύει αέρα υπό πίεση στο εσωτερικό του κουτιού. Πάνω στην υποδοχή στην οποία κάθετα το κουτί υπάρχει τοποθετημένος ένας πρεσοστάτης. Αν στον πάτο του κουτιού υπάρχει κάποιο τρύπημα ο αέρας που έχει διοχετευτεί στο εσωτερικό του μέσω της κεφαλής θα εξέλθει από

εκεί και θα αναγνωριστεί από τον πρεσοστάτη. Εάν συμβεί αυτό ο πρεσοστάτης θα ενεργοποιηθεί και θα στείλει σήμα ούτως ώστε το κουτί που κάθεται στην συγκεκριμένη θέση του Tester κατά την έξοδο του από το μηχάνημα να απορριφθεί σαν ελλατωματικό. Σε αντίθετη περίπτωση τα κουτιά συνεχίζουν κανονικά στο επόμενο στάδιο της παραγωγής, την παλετοποίηση.

2.10) ΠΑΛΕΤΟΠΟΙΗΤΗΣ (PALETIZER)



Σχήμα 10: Φωτογραφία του Παλετοποιητή

Ο Παλετοποιητής είναι το σημείο στο οποίο καταλήγουν πλέον τα κουτιά αφού έχει ολοκληρωθεί και ο ποιοτικός τους έλεγχος. Εδώ ουσιαστικά γίνεται η τοποθέτηση των κουτιών σε σειρές πάνω σε παλέτες. Ο αριθμός των σειρών, ο αριθμός των κουτιών ανά σειρά και άρα και ο συνολικός αριθμός των κουτιών που έχει κάθε παλέτα εξαρτάται καθαρά από το μέγεθος του κουτιού και διαφοροποιείται από γραμμή σε γραμμή. Ο παλετοποιητής απαιτεί την συνεχή παρουσία χειριστή για να λειτουργήσει.

Μετά το πέρας της παραγωγικής διαδικασίας οι παλέτες με τα κουτιά τοποθετούνται στο χώρο αποθήκευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο έγινε η περιγραφή των κυριότερων σταδίων της διαδικασίας παραγωγής κουτιών. Η κατανόηση των διαφορετικών τμημάτων, της φύσης και της ιδιαιτερότητας των εργασιών που επιτελούνται σε κάθε στάδιο είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την δημιουργία ενός συνολικού εποπτικού πλάνου, ώστε να μπορεί να σχεδιαστεί κατάλληλα ένα σύστημα καταγραφής.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, για την βαθύτερη κατανόηση της παραγωγικής διαδικασίας καταλυτικό ρόλο είχε η εκτέλεση του προγράμματος πρακτικής άσκησης, μέσω των καθημερινών δραστηριοτήτων του οποίου έγινε δυνατή η εμβάθυνση στη λειτουργία των διαφόρων τμημάτων της γραμμής παραγωγής

3.1)ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

Ο σωστός έλεγχος της παραγωγής προϋποθέτει τη δημιουργία σημείων καταγραφής των κουτιών που περνάνε από όλα τα τμήματα της παραγωγικής διαδικασίας και δη μετά από κάθε μηχάνημα. Ξεκινώντας από το ψαλίδι κ.ο.κ. έπρεπε να εγκαταστηθούν μετά από κάθε μηχάνημα τα κατάλληλα αισθητήρια που θα καταγράφουν τα κουτιά που περνάνε και μετέπειτα να γίνεται επεξεργασία αυτών των δεδομένων. Μετά από συζητήσεις με υπευθύνους της γραμμής παραγωγής και στα πλαίσια βελτιστοποίησης της σχέσης κόστους/οφέλειας της εφαρμογής, λήφθηκε η απόφαση εγκατάστασης συνολικά πέντε (5) σημείων καταγραφής των κυτιών στη Γραμμή Παραγωγής 3 της National Can Hellas. Τα σημεία αυτά ήταν:

- 1. η έξοδος του φούρνου,**
- 2. η έξοδος του μηχανήματος Necking,**
- 3. η έξοδος του μηχανήματος Flanger,**
- 4. η έξοδος του μηχανήματος Beader,**
- 5. και η έξοδος του μηχανήματος Tester μετά από την κάμερα ελέγχου του εσωτερικού των κυτιών.**

3.2)ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας με τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και το κόστος τους.

A/A	ΠΡΟΙΟΝ	ΚΩΔΙΚΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ (ΣΕ €)
1	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ ΠΟΜΠΟΣ	O6S202	ΤΕΜΑΧΙΟ	5	250
2	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ ΔΕΚΤΗΣ	O6E202	ΤΕΜΑΧΙΟ	5	300
3	ΚΟΝΕΚΤΟΡΑΣ	EVC145	ΤΕΜΑΧΙΟ	10	200
4	ΒΑΣΗ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΟΥ	E21271	ΤΕΜΑΧΙΟ	10	157,5
5	PLC FATEK	FBs-60MCJ2	ΤΕΜΑΧΙΟ	1	400,3
6	ΚΑΛΩΔΙΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ PLC				50
7	WEINTEK ΗΜΙ ΟΘΟΝΗ	MT8102iE	ΤΕΜΑΧΙΟ	1	450
8	ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟ 24V DC		ΤΕΜΑΧΙΟ	1	70
9	ΚΑΛΩΔΙΟ 4Χ1 ΕΥΚΑΜΠΤΟ		ΜΕΤΡΟ	500	270
				ΣΥΝΟΛΟ:	2147,8

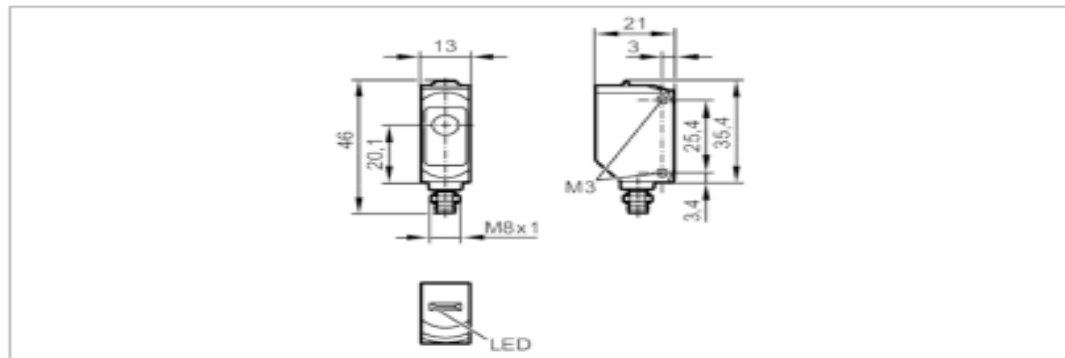
Πίνακας 1: Κατάσταση κυριότερου εξοπλισμού εφαρμογής

Στη συνέχεια δίνονται οι βασικές πληροφορίες του πομπού O6S202 και του δέκτη O6E202 της εταιρείας IFM.

O6S202

Through-beam sensor transmitter

O6S-O0KG/AS2P



Application		Through-beam sensor
Function principle		Through-beam sensor
Electrical data		
Operating voltage	[V]	10...30 DC
Current consumption	[mA]	11; ((24 V))
Protection class		III
Type of light		red light
Wave length	[nm]	633
Range		
Transmitter / receiver		transmitter
Range	[m]	< 10
Max. light spot diameter	[mm]	300
Light spot dimensions refer to		at maximum range
Operating conditions		
Ambient temperature	[°C]	-25...60
Protection		IP 65; IP 67
Tests / approvals		
EMC		EN 60947-5-2
MTTF	[years]	2600
UL Approval no.		E002

O6S202**Through-beam sensor transmitter**

O6S-00K0/ASBP



Mechanical data		
Weight	[g]	18.8
Housing		rectangular
Dimensions	[mm]	35.4 x 13 x 21
Materials		housing: ABS; PPSU; connector thread: brass coated; Sealing: EPDM
Lens material		PMMA
Material nut		brass
Tightening torque	[Nm]	0.5

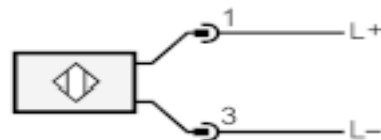
Displays / operating elements		
Display	operation	1 x LED, green

Remarks		
Remarks	operating voltage "supply class 2" according to cULus	
Pack quantity	1 pcs.	

Electrical connection		
Connector: 1 x M8; Locking: , brass, coated		



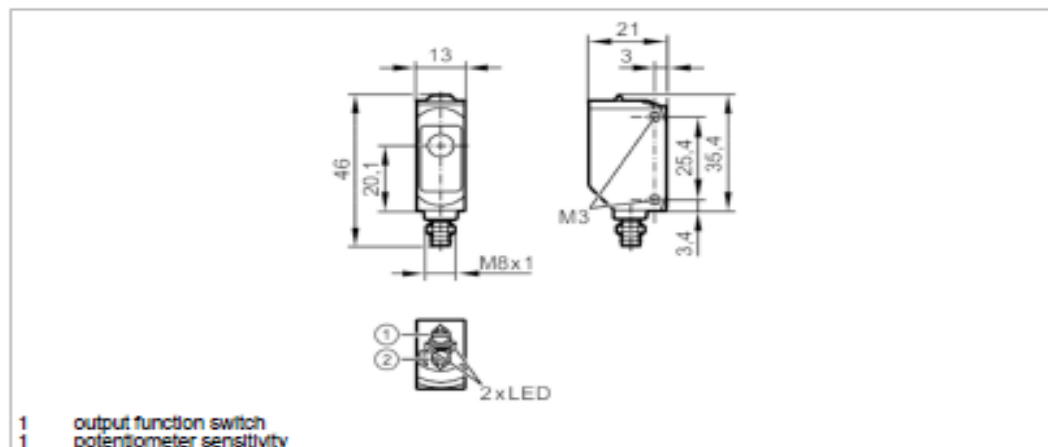
Connection		
------------	--	--



O6E202

Through-beam sensor receiver

O6E-FPK0JA53P



Application		Through-beam sensor
Function principle		Through-beam sensor
Electrical data		
Operating voltage	[V]	10...30 DC
Current consumption	[mA]	7; ((24 V))
Protection class		III
Reverse polarity protection		yes
Type of light		red light
Wave length	[nm]	633
Outputs		
Output function		light-on/dark-on mode; (selectable)
Max. voltage drop switching output DC	[V]	2.5
Permanent current rating of switching output DC	[mA]	100
Switching frequency DC	[Hz]	1000
Electrical design		PNP
Short-circuit protection		yes
Type of short-circuit protection		pulsed
Range		
Transmitter / receiver		receiver
Range	[m]	< 10
Range adjustable		yes

O6E202

Through-beam sensor receiver

O6E-PPKQJAS3P



Operating conditions		
Ambient temperature [°C]		-25...60
Protection		IP 65; IP 67
Tests / approvals		
EMC		EN 60947-5-2
MTTF [years]		956
UL Approval no.		E001
Mechanical data		
Weight [g]		19.2
Housing		rectangular
Dimensions [mm]		46 x 13 x 21
Materials		housing: ABS; PPSU; connector thread: brass coated; Sealing: EPDM
Lens material		PMMA
Material nut		brass
Tightening torque [Nm]		0.5
Displays / operating elements		
Display	switching status	1 x LED, yellow
	operation	1 x LED, green
Remarks		
Remarks		operating voltage "supply class 2" according to eULus
Pack quantity		1 pcs.
Electrical connection		
Connector: 1 x M8; Locking: , brass, coated		

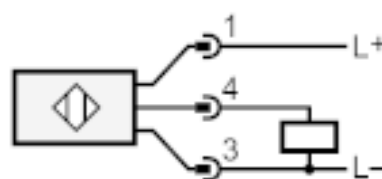
O6E202

Through-beam sensor receiver

O6E-PPKQJAS3P



Connection

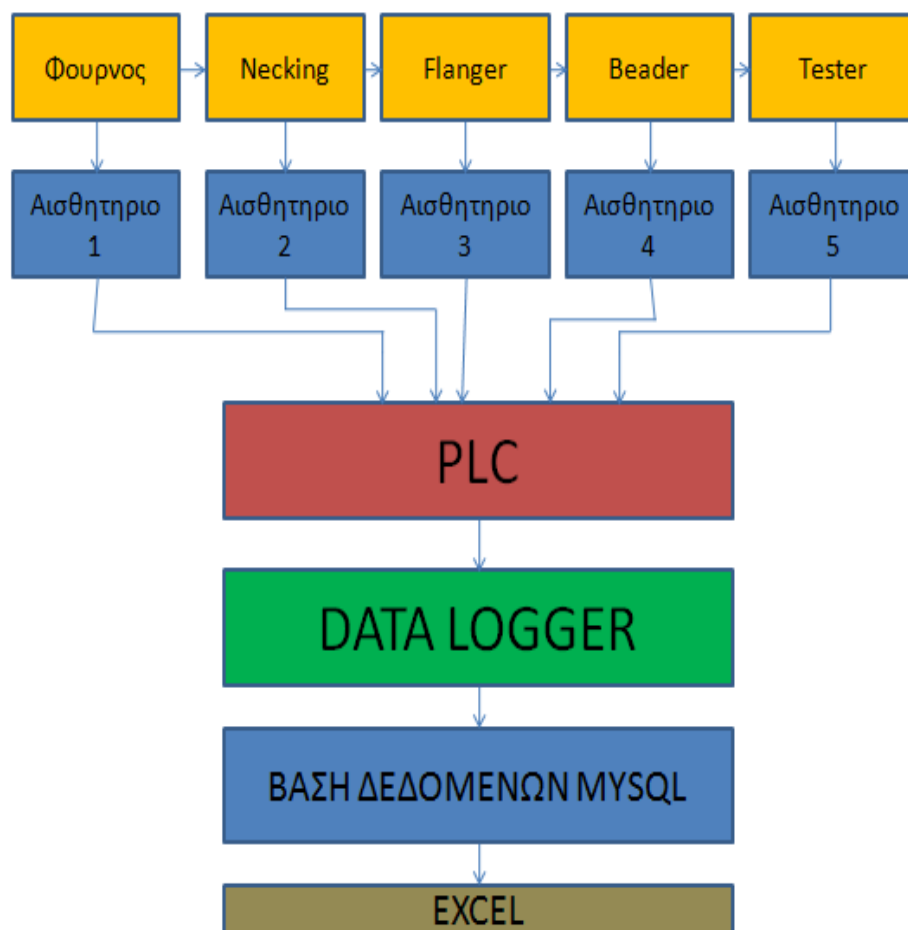


3.3) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ

Η διαδικασία καταγραφής της παραγωγής βασίζεται στην υλοποίηση των παρακάτω σταδίων:

Αρχικά γίνεται η τοποθέτηση των σημείων καταγραφής. Όπως έχει τονιστεί, τα αισθητήρια τοποθετούνται σε βασικά τμήματα της γραμμής παραγωγής. Τα σήματα εξόδου των αισθητηρίων, τα οποία αντιπροσωπεύουν τα κουτιά που διακινούνται στη γραμμή παραγωγής συλλέγονται από το PLC και αποθηκεύονται σε ένα σύστημα καταγραφής δεδομένων (data logger) που δημιουργήθηκε με τη βοήθεια του προγράμματος Indusoft Web Studio, ιδιοκτησίας της εταιρίας. Τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί, μεταφέρονται στο τέλος κάθε βάρδιας σε μία βάση δεδομένων MySQL για περαιτέρω επεξεργασία και εξαγωγή συμπερασμάτων από τους υπεύθυνους της γραμμής παραγωγής.

Το παρακάτω μπλοκ διάγραμμα παρουσιάζει τη βασική φιλοσοφία υλοποίησης:



Σχημα 11: Μπλοκ διάγραμμα της εφαρμογής

Στη συνέχεια παρουσιάζονται εικόνες από τα εγκατεστημένα αισθητήρια:



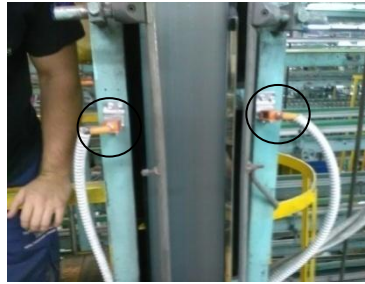
Αισθητήριο 1(Φούρνος)



Αισθητήριο 2(Necking)



Αισθητήριο3(Flanger)



Αισθητήριο 4(Beader)



Αισθητήριο5(Tester)

Σχήμα 12:Φωτογραφίες θέσης αισθητηρίων στη γραμμή παραγωγής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ

Παρακάτω παρουσιάζεται ο ηλεκτρολογικός πίνακας που κατασκευάστηκε για τις ανάγκες του project. Ο πίνακας αυτός στεγάζει το PLC του τροφοδοτικού και την οθόνη HMI. Στον πίνακα αυτό καταλήγουν τα σήματα από τα αισθητήρια που έχουν εγκατασταθεί.



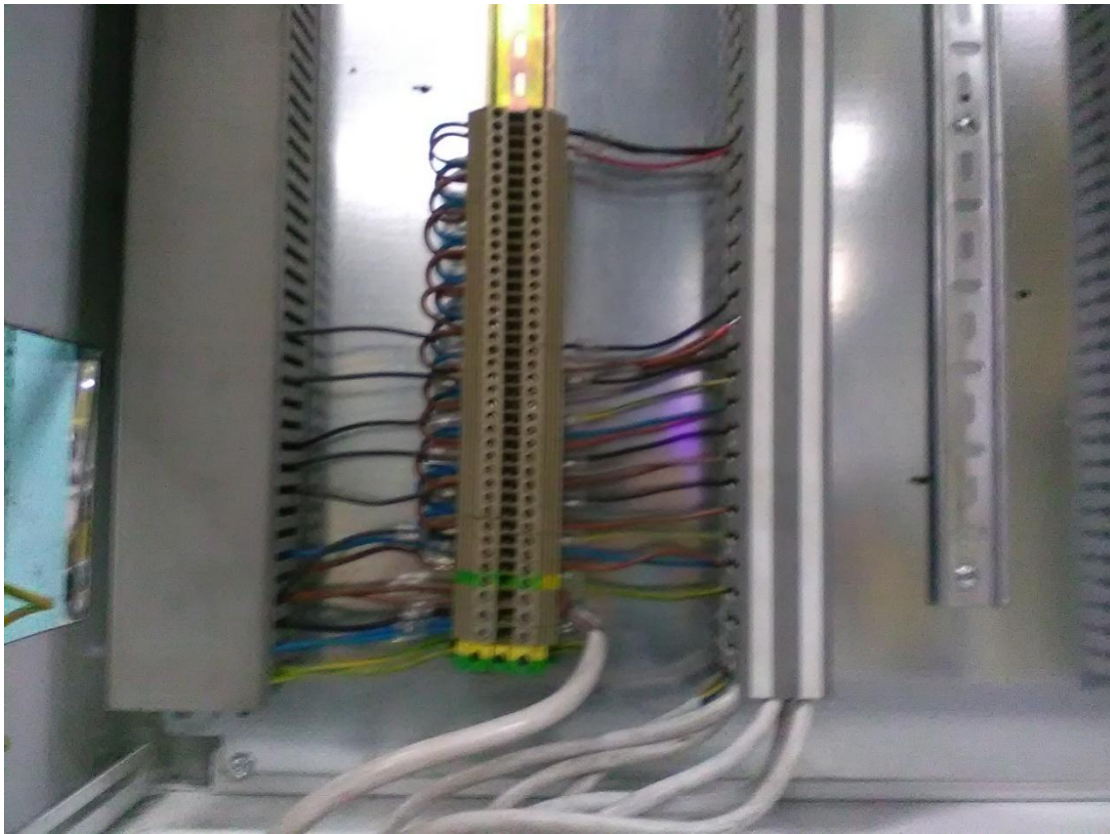
Σχήμα 13: Πρόσοψη ηλεκτρολογικού πίνακα



Σχήμα 14: Φωτογραφία του εσωτερικού του πίνακα



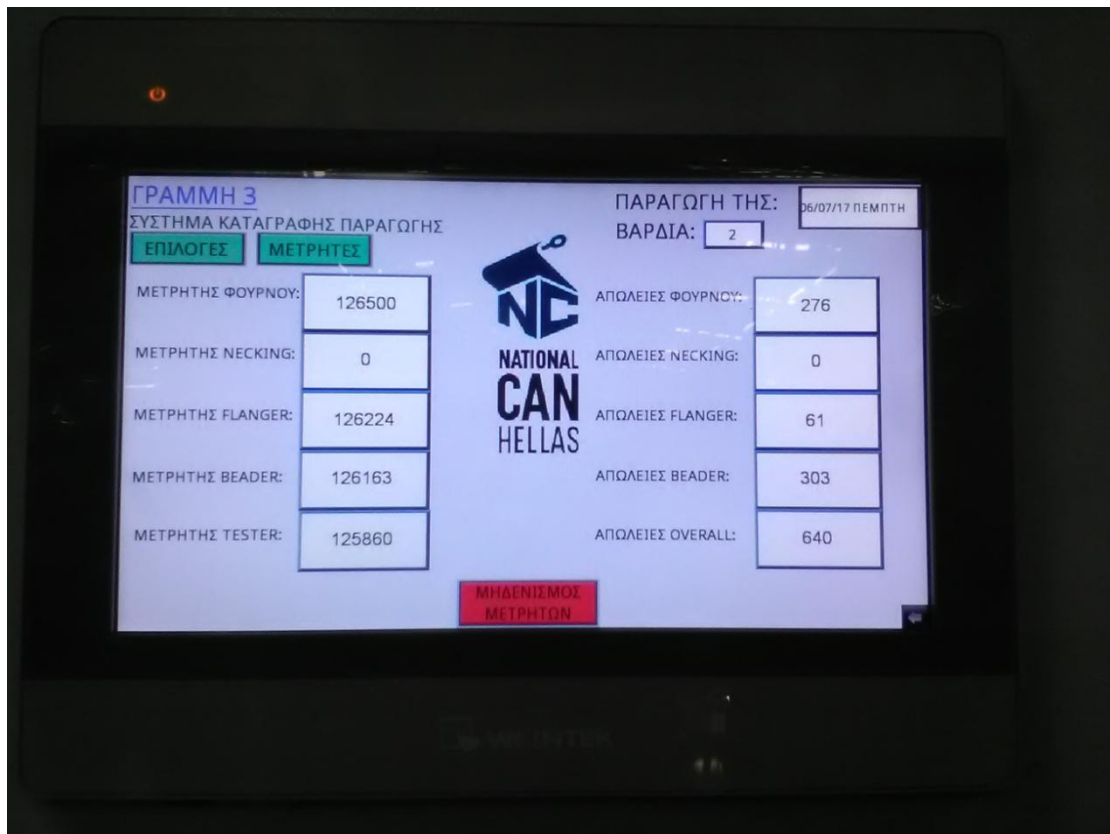
Σχήμα 15: Λεπτομέρεια του ηλεκτρολογικού πίνακα που απεικονίζει το τροφοδοτικό



Σχήμα 16: Φωτογραφία απεικόνισης άφιξης σημάτων αισθητηρίων

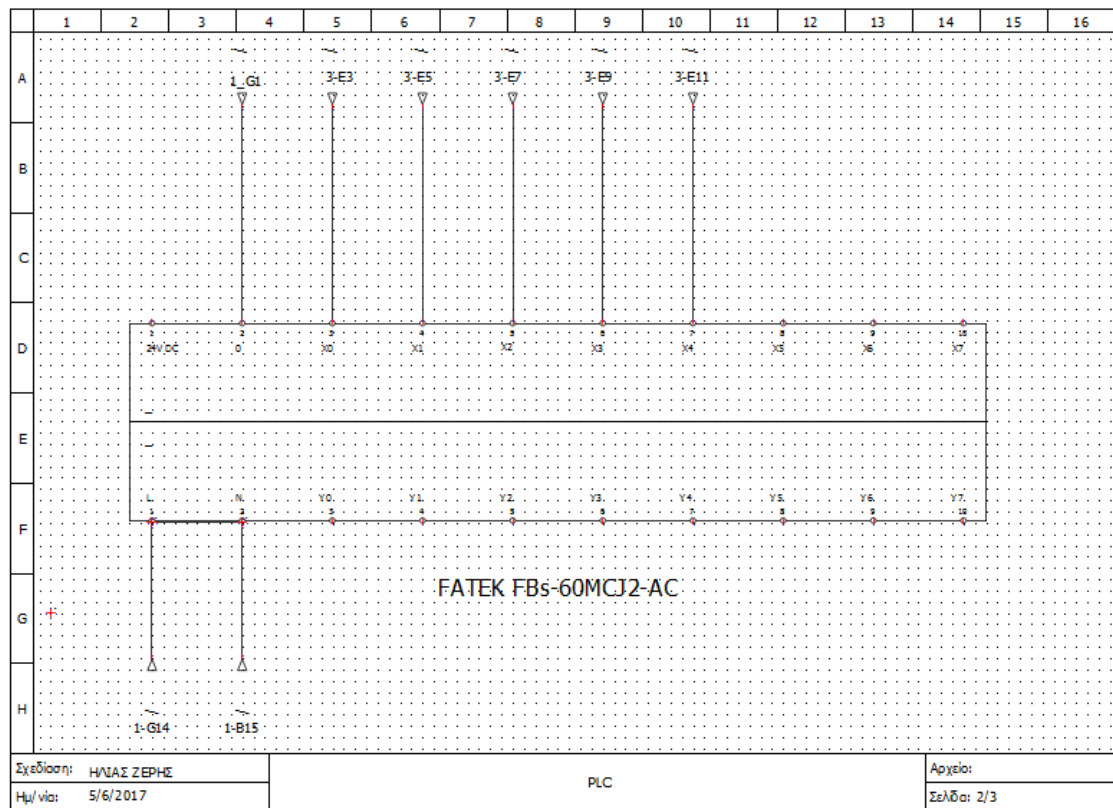
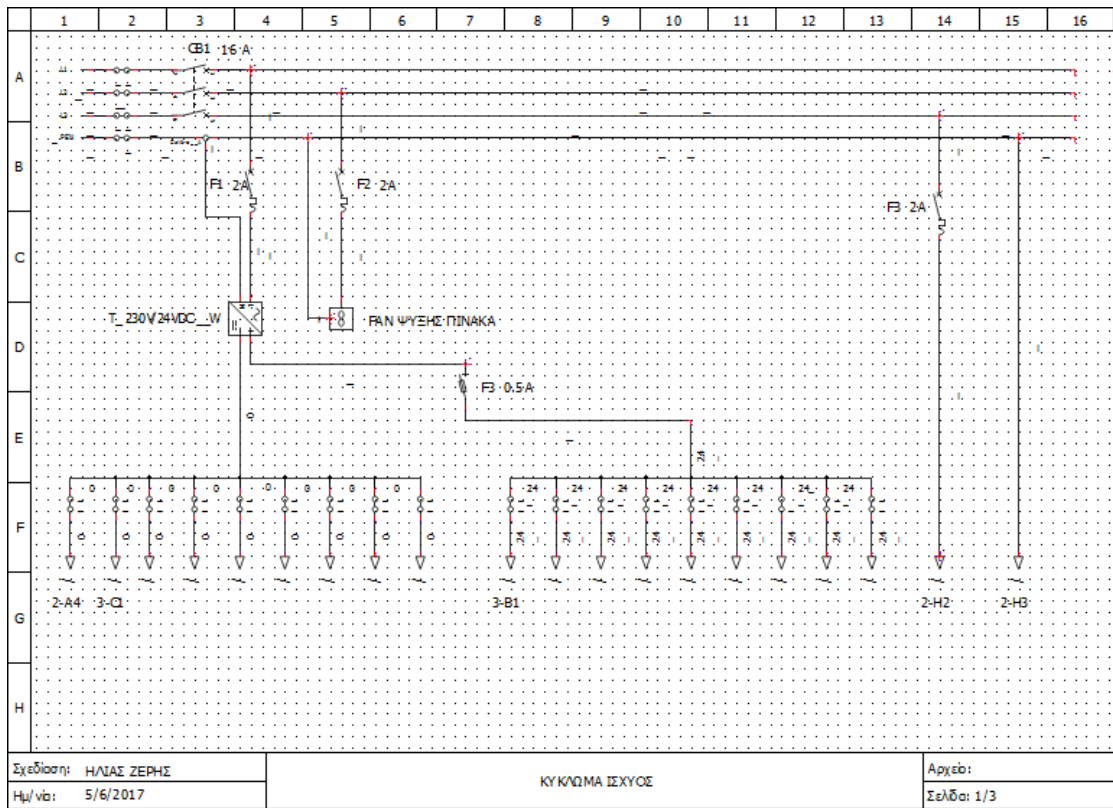


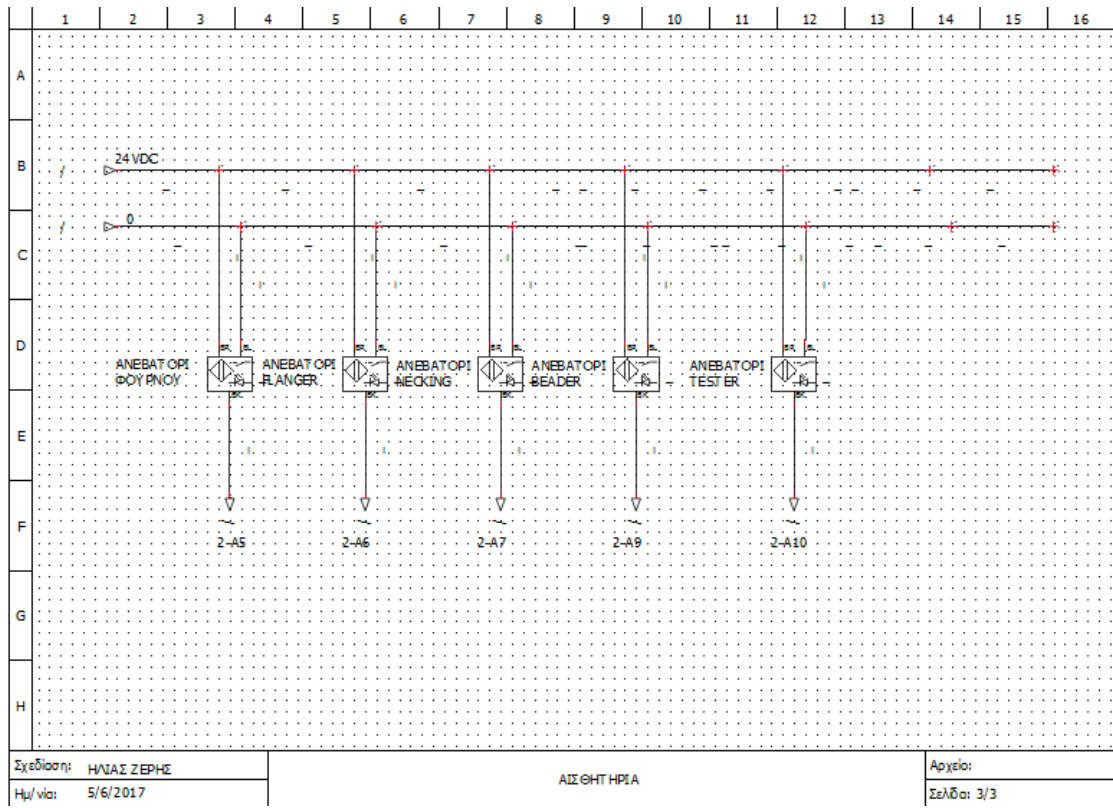
Σχήμα 17: Φωτογραφία της πίσω όψης της οθόνης HMI



Σχήμα 18: Φωτογραφία οθόνης HMI

Στις επόμενες σελίδες δίνονται τα βασικά ηλεκτρολογικά σχέδια του πίνακα.





Σχήμα 19 : Βασικά ηλεκτρολογικά σχέδια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΤΟ PLC

5.1) Γενικά

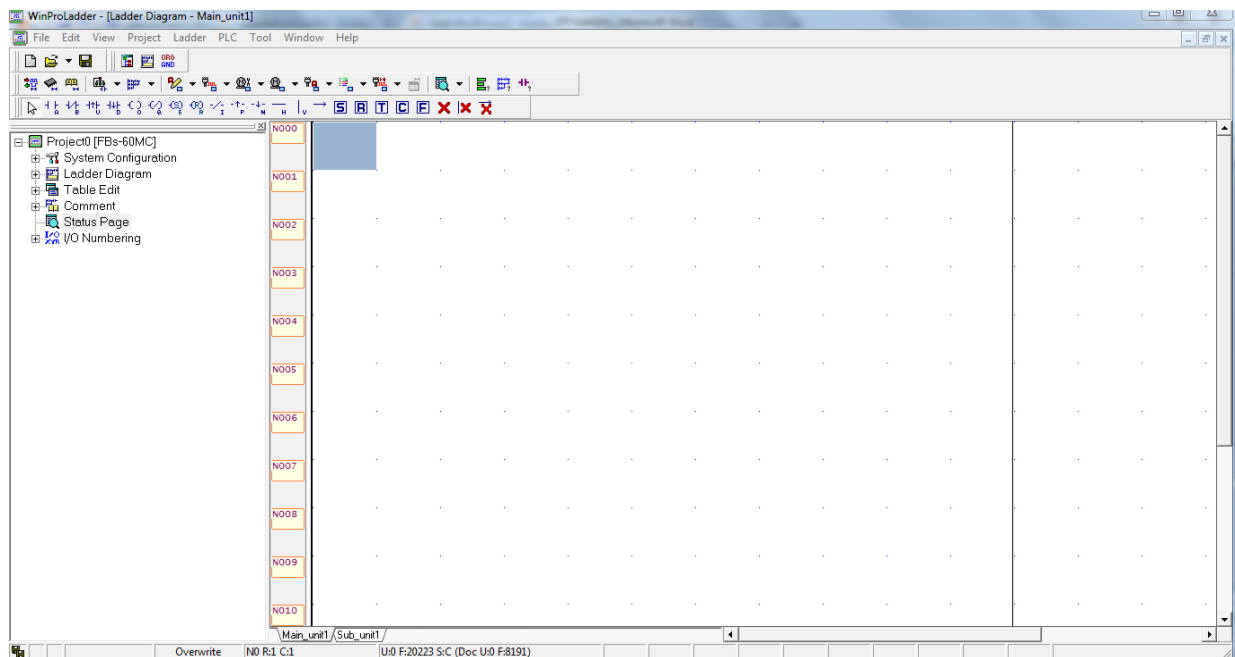
Τα σήματα των αισθητηρίων οδηγούνται σε εισόδους του PLC. Για τις ανάγκες της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το PLC τύπου FBs-60 MC-J2 της εταιρίας FATEK, καθώς αυτό ήταν διαθέσιμο στους χώρους της γραμμής παραγωγής.

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει μία φωτογραφία του PLC της εφαρμογής.



Σχήμα 20: Το PLC FATEK της εφαρμογής

Το συγκεκριμένο PLC έχει 36 εισόδους (X0-X35) και 24 εξόδους (Y0-Y23) και έχει την δυνατότητα εγκατάστασης μονάδας επέκτασης εισόδων-εξόδων για τυχόν μελλοντική εξέλιξη του project και στις υπόλοιπες γραμμές παραγωγής του εργοστασίου.



Σχήμα 21: Η αρχική οθόνη του WinProLadder

5.2) Προγραμματισμός του PLC

Ο προγραμματισμός του PLC έγινε στη γλώσσα προγραμματισμού Ladder και το software που χρησιμοποιήθηκε ήταν το WinProLadder που παρέχεται ελεύθερα από τη σελίδα της εταιρείας FATEK στο διαδίκτυο (www.fatek.com).

Η λειτουργία του εργοστασίου την περίοδο εγκατάστασης του συστήματος καταγραφής είναι 24ωρη και αποτελείται από 3 βάρδιες οι οποίες είναι :

Βάρδια 1)06:00-14:00

Βάρδια 2)14:00-22:00

Βάρδια 3)22:00-06:00

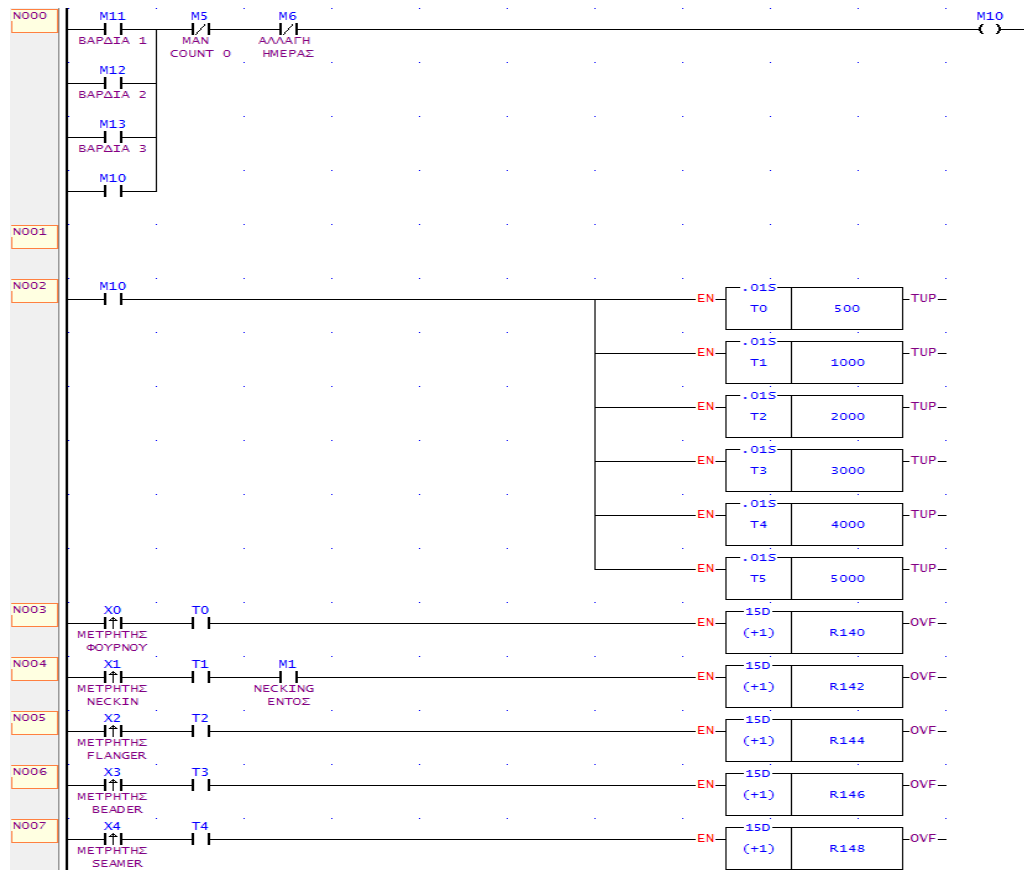
Το σκεπτικό ανάπτυξης της εφαρμογής είναι η δημιουργία ενός κεντρικού μετρητή για κάθε μηχανήμα στο οποίο εγκαταστάθηκαν τα αισθητήρια καταγραφής που θα τρέχει όλο το 24ωρο από την έναρξη της πρώτης βάρδιας της ημέρας στις 06:00 μέχρι και την ολοκλήρωση της τρίτης βάρδιας της ημέρας στις 06:00 της επόμενης μέρας και 3 ξεχωριστούς μετρητές για κάθε βάρδια ούτως ώστε να γίνεται καταγραφή της παραγωγής σε κάθε βάρδια. Με την ολοκλήρωση της κάθε βάρδιας θα γίνεται αποθήκευση των μετρήσεων στην βάση δεδομένων και με την ολοκλήρωση και της τρίτης βάρδιας της ημέρας στις 06:00 όπου και ουσιαστικά τελειώνει η προηγούμενη μέρα και ξεκινάει η επόμενη θα γίνεται ο μηδενισμός όλων των μετρητών για την καταγραφή των μετρήσεων της καινούργιας μέρας για την κάθε βάρδιά της.

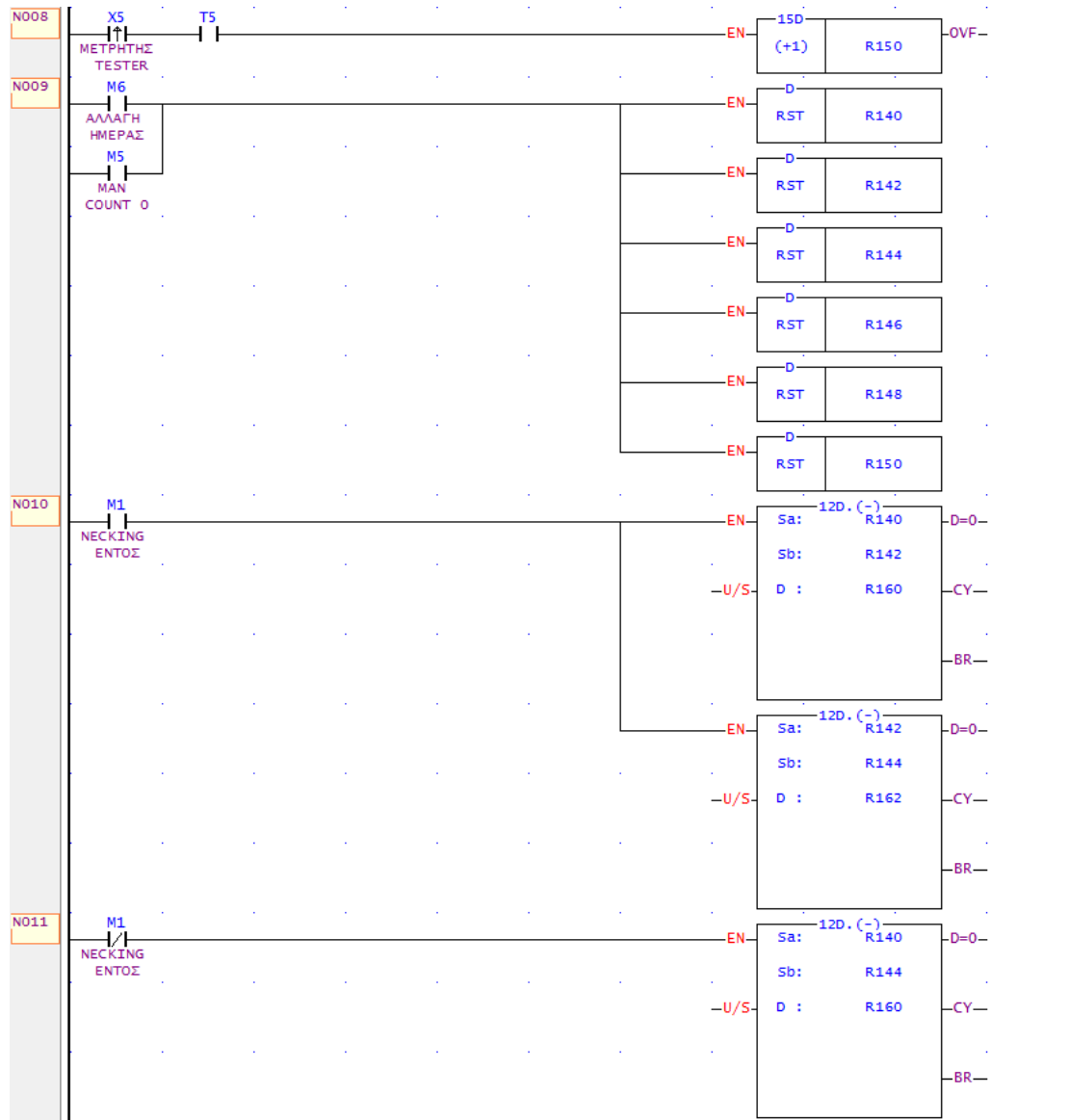
Παράλληλα με τις μετρήσεις θα τρέχει και η λειτουργία της καταγραφής των απωλειών που υπάρχουν κατά τη διαδικασία παραγωγής. Αυτό υλοποιείται με την αφαίρεση του αριθμού των κουτιών που καταγράφονται από μηχανήμα σε μηχανήμα. Πιο συγκεκριμένα:

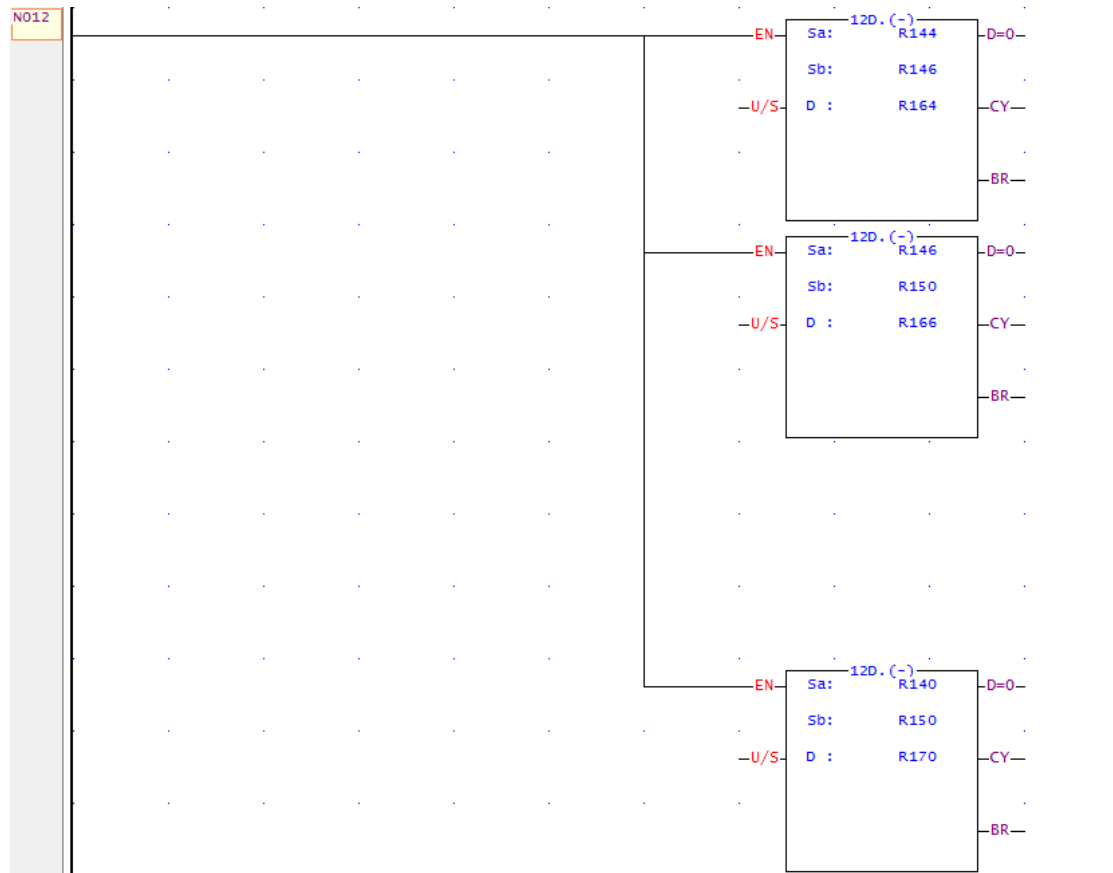
- η διαφορά του αριθμού των κουτιών μεταξύ του μετρητή εισόδου του Φούρνου και του μετρητή εισόδου του Necking αποτελεί τις απώλειες του φούρνου
- η διαφορά του αριθμού των κουτιών μεταξύ του μετρητή εισόδου του Necking και του μετρητή εισόδου του Flanger αποτελεί τις απώλειες του Necking.
- η διαφορά του αριθμού των κουτιών μεταξύ του μετρητή εισόδου του Flanger και του μετρητή εισόδου του Beader αποτελεί τις απώλειες του Flanger
- η διαφορά του αριθμού των κουτιών μεταξύ του μετρητή εισόδου του Beader και του μετρητή εισόδου του Tester αποτελεί τις απώλειες του Beader
- η διαφορά του αριθμού των κουτιών μεταξύ του μετρητή εισόδου του Tester και του μετρητή εισόδου του Φούρνου αποτελεί τις συνολικές απώλειες

5.3) ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΜΕΤΡΗΤΗ

Παρακάτω δίνεται το διάγραμμα της Ladder που έχει να κάνει με τον προγραμματισμό του κεντρικού μετρητή.







Σχήμα 22: Διάγραμμα ladder κεντρικού μετρητή

ΕΙΣΟΔΙ PLC (PLC INPUTS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
X0	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ ΦΟΥΡΝΟΥ
X1	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ NECKING
X2	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ FLANGER
X3	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ BEADER
X4	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ SEAMER
X5	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ TESTER

Πίνακας 1: Είσοδοι PLC

ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ (REGISTERS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
R140	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΦΟΥΡΝΟΥ
R142	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ NECKING
R144	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ FLANGER
R146	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ BEADER
R148	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ SEAMER
R150	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ TESTER
R160	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΦΟΥΡΝΟΥ ΗΜΕΡΑΣ
R162	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ NECKING ΗΜΕΡΑΣ
R164	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ FLANGER ΗΜΕΡΑΣ
R166	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ BEADER ΗΜΕΡΑΣ
R170	SUBTRACTION FUNCTION	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΗΜΕΡΑΣ

Πίνακας 2: Καταχωρητές PLC

ΧΡΟΝΙΚΑ (TIMERS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
T0	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ ΦΟΥΡΝΟΥ
T1	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ NECKING
T2	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ FLANGER
T3	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ BEADER
T4	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ SEAMER
T5	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ TESTER

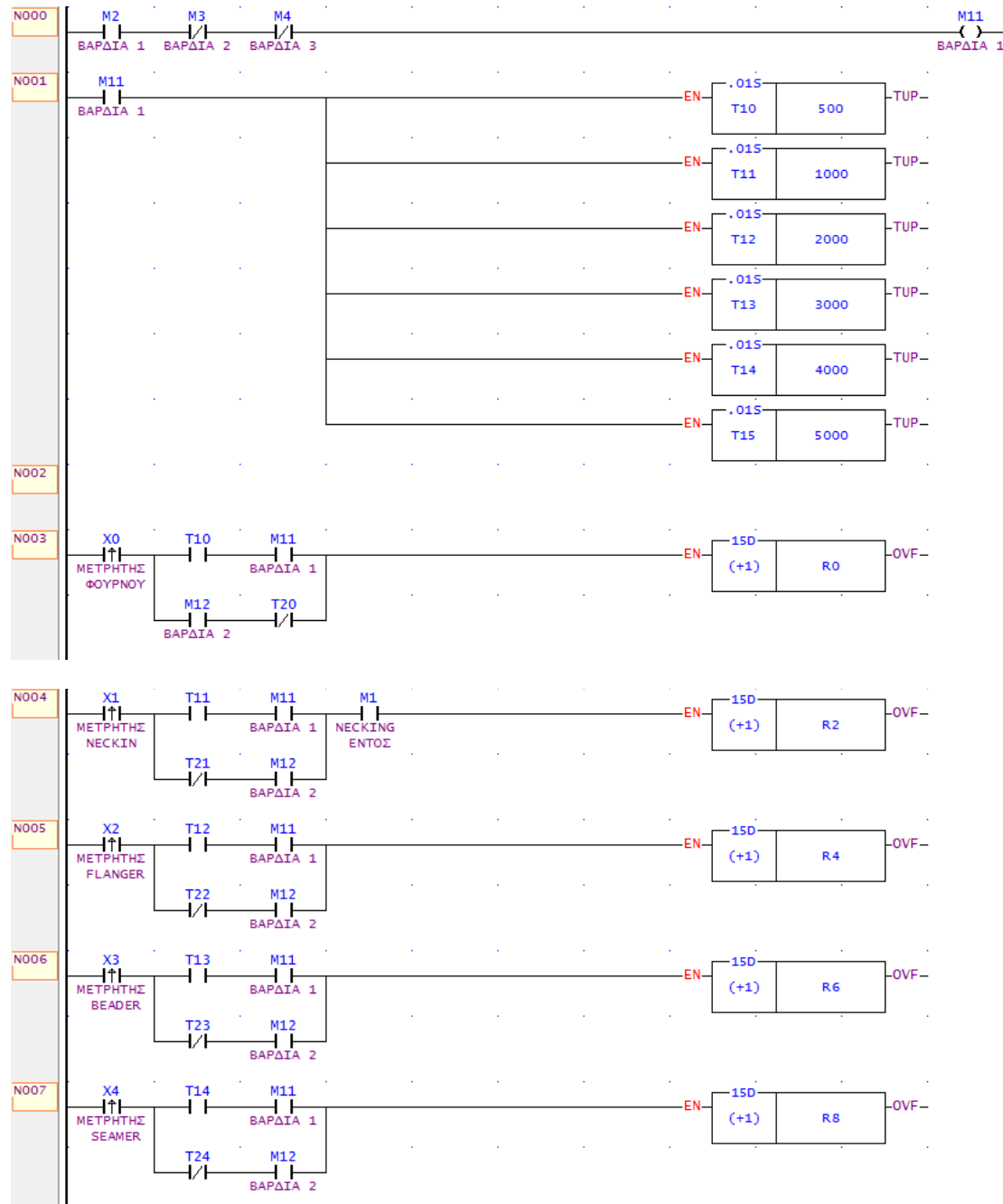
Πίνακας 3: Χρονικά PLC

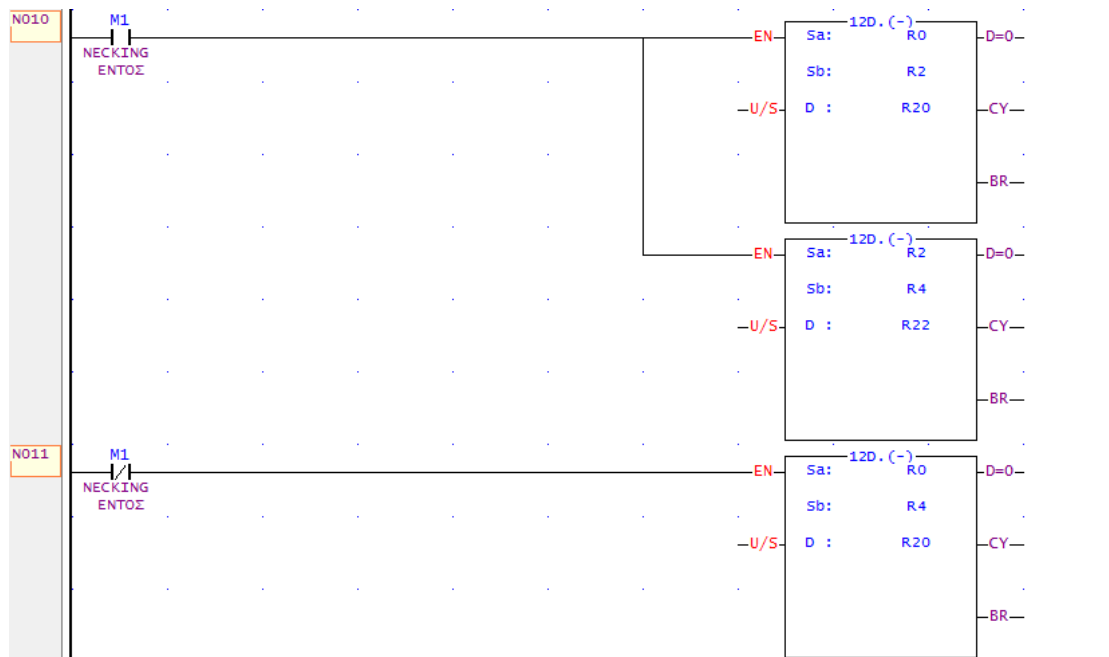
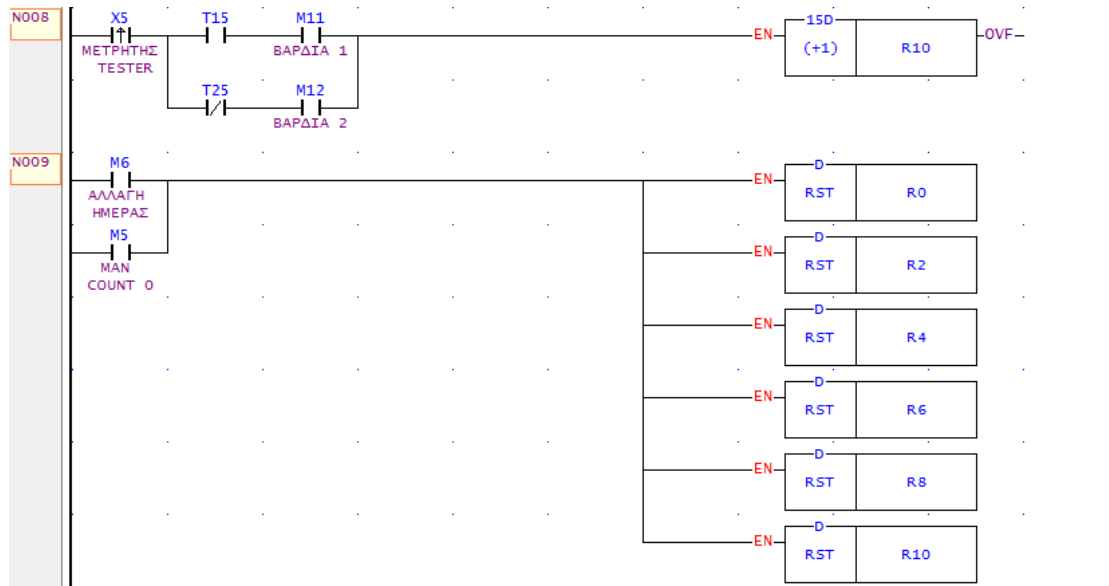
ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΠΑΦΕΣ	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
M1	NO-NC	NECKING ΕΝΤΟΣ-ΕΚΤΟΣ
M5	NO-NC	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΤΩΝ
M6	NO-NC	ΑΛΛΑΓΗ ΗΜΕΡΑΣ
M10	NO	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ
M11	NO	ΒΑΡΔΙΑ 1
M12	NO	ΒΑΡΔΙΑ 2
M13	NO	ΒΑΡΔΙΑ 3

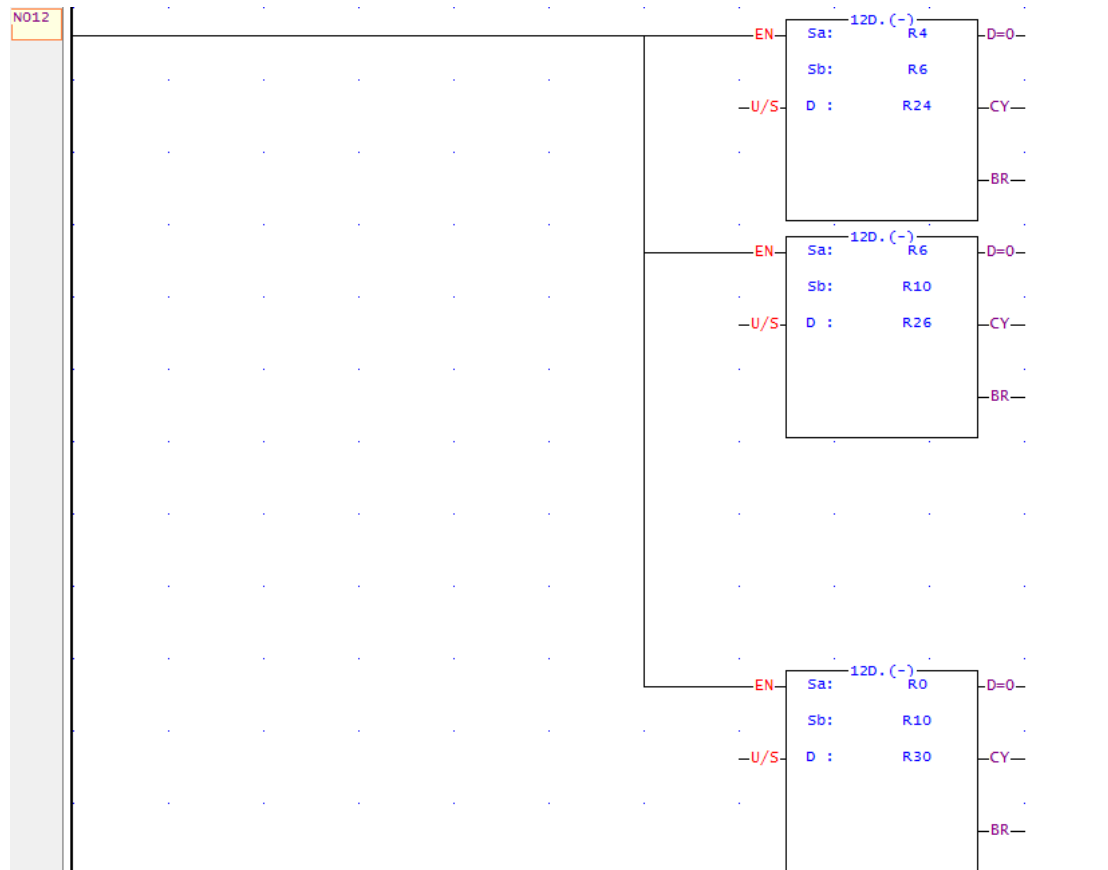
Πίνακας 4: Βοηθητικές επαφές PLC

5.4)1^η ΒΑΡΔΙΑ

Το διάγραμμα Ladder της 1^{ης} Βάρδιας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:







Σχήμα 23: Διάγραμμα ladder 1^{ης} βάρδιας

ΕΙΣΟΔΙ PLC (PLC INPUTS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
X0	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ ΦΟΥΡΝΟΥ
X1	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ NECKING
X2	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ FLANGER
X3	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ BEADER
X4	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ SEAMER
X5	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ TESTER

Πίνακας 5: Είσοδοι PLC 1^{ης} βάρδιας

ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ (REGISTERS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
R0	INCREMENT FUNCTION	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΦΟΥΡΝΟΥ ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R2	INCREMENT FUNCTION	ΜΕΤΡΗΤΗΣ NECKING ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R4	INCREMENT FUNCTION	ΜΕΤΡΗΤΗΣ FLANGER ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R6	INCREMENT FUNCTION	ΜΕΤΡΗΤΗΣ BEADER ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R8	INCREMENT FUNCTION	ΜΕΤΡΗΤΗΣ SEAMER ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R10	INCREMENT FUNCTION	ΜΕΤΡΗΤΗΣ TESTER ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R20	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΦΟΥΡΝΟΥ ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R22	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ NECKING ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R24	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ FLANGER ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R26	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ BEADER ΒΑΡΔΙΑΣ 1
R30	SUBTRACTION FUNCTION	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΒΑΡΔΙΑΣ 1

Πίνακας 6: Καταχωρητές 1^{ης} βάρδιας

ΧΡΟΝΙΚΑ (TIMERS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
T10	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ ΦΟΥΡΝΟΥ
T11	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ NECKING
T12	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ FLANGER
T13	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ BEADER
T14	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ SEAMER
T15	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ TESTER

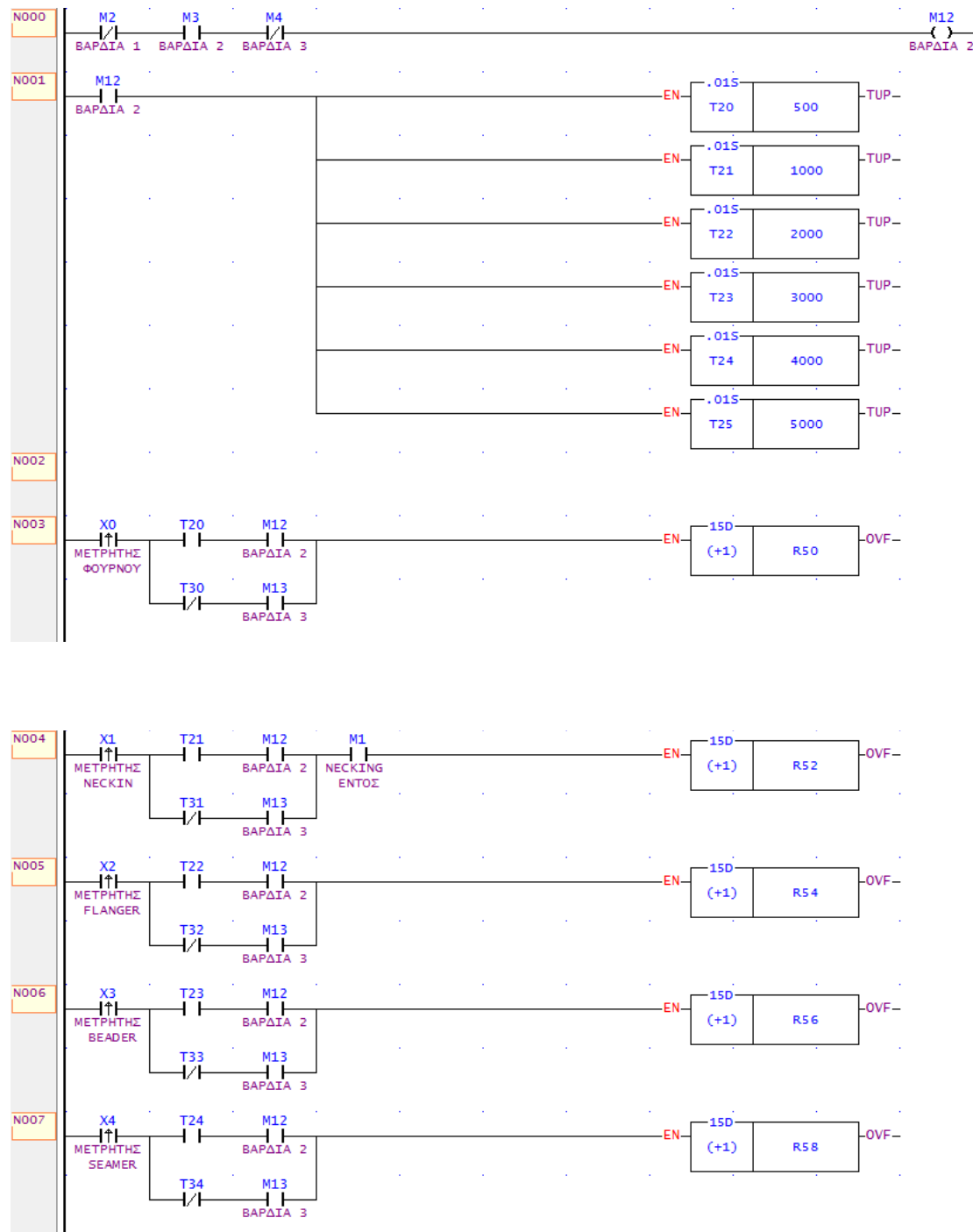
Πίνακας 7: Χρονικά 1^{ης} βάρδιας

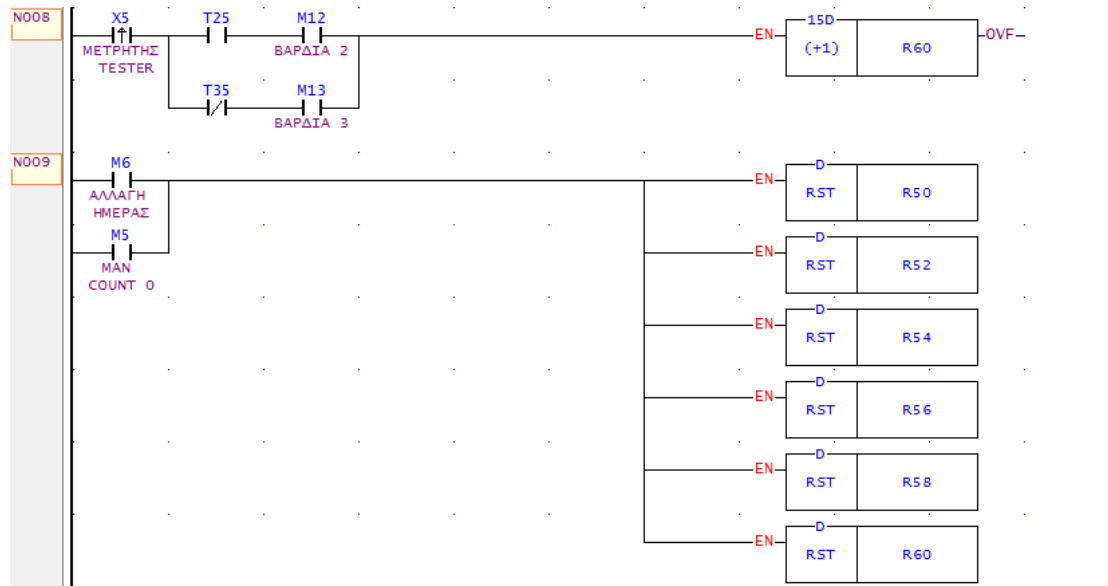
ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΠΑΦΕΣ	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
M1	NO-NC	NECKING ΕΝΤΟΣ-ΕΚΤΟΣ
M2	NO-NC	ΒΑΡΔΙΑ 1
M3	NO-NC	ΒΑΡΔΙΑ 2
M4	NO-NC	ΒΑΡΔΙΑ 3
M5	NO-NC	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΤΩΝ
M6	NO-NC	ΑΛΛΑΓΗ ΗΜΕΡΑΣ
M10	NO	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ
M11	NO	ΒΑΡΔΙΑ 1
M12	NO	ΒΑΡΔΙΑ 2
M13	NO	ΒΑΡΔΙΑ 3

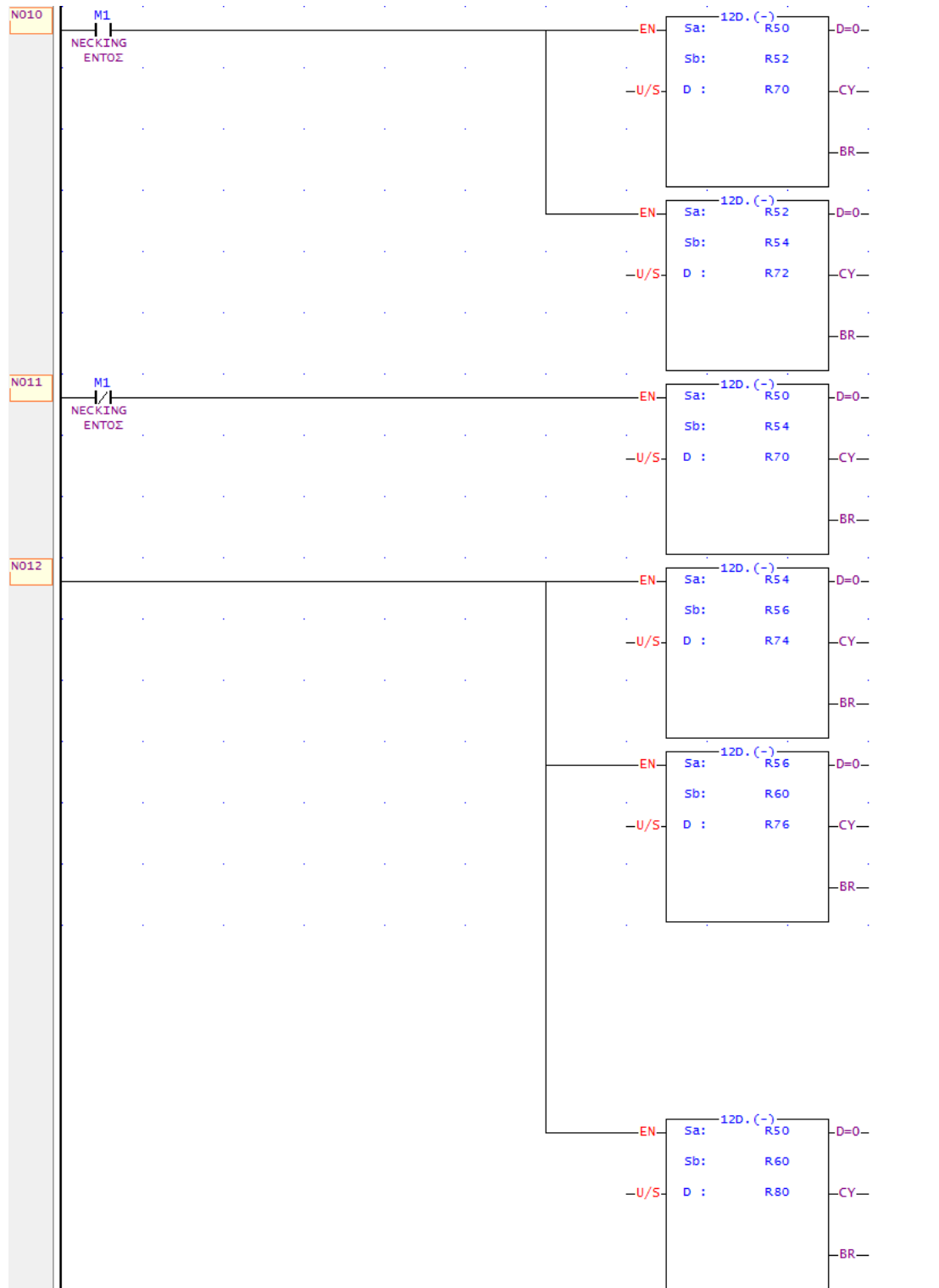
Πίνακας 8: Βοηθητικές επαφές 1^{ης} βάρδιας

5.5) 2^η ΒΑΡΔΙΑ

Το διάγραμμα Ladder της 2^{ης} Βάρδιας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:







Σχήμα 24: Διάγραμμα ladder 2^{ης} βάρδιας

ΕΙΣΟΔΟΙ PLC (PLC INPUTS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
X0	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ ΦΟΥΡΝΟΥ
X1	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ NECKING
X2	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ FLANGER
X3	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ BEADER
X4	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ SEAMER
X5	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ TESTER

Πίνακας 9: Είσοδοι PLC 2^{ης} βάρδιας

ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ (REGISTERS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
R50	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΦΟΥΡΝΟΥ
R52	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ NECKING
R54	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ FLANGER
R56	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ BEADER
R58	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ SEAMER
R60	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ TESTER
R70	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΦΟΥΡΝΟΥ ΗΜΕΡΑΣ
R72	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ NECKING ΗΜΕΡΑΣ
R74	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ FLANGER ΗΜΕΡΑΣ
R76	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ BEADER ΗΜΕΡΑΣ
R80	SUBTRACTION FUNCTION	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΗΜΕΡΑΣ

Πίνακας 10: Καταχωρητές 2^{ης} βάρδιας

ΧΡΟΝΙΚΑ (TIMERS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
T20	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ ΦΟΥΡΝΟΥ
T21	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ NECKING
T22	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ FLANGER
T23	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ BEADER
T24	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ SEAMER
T25	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ TESTER

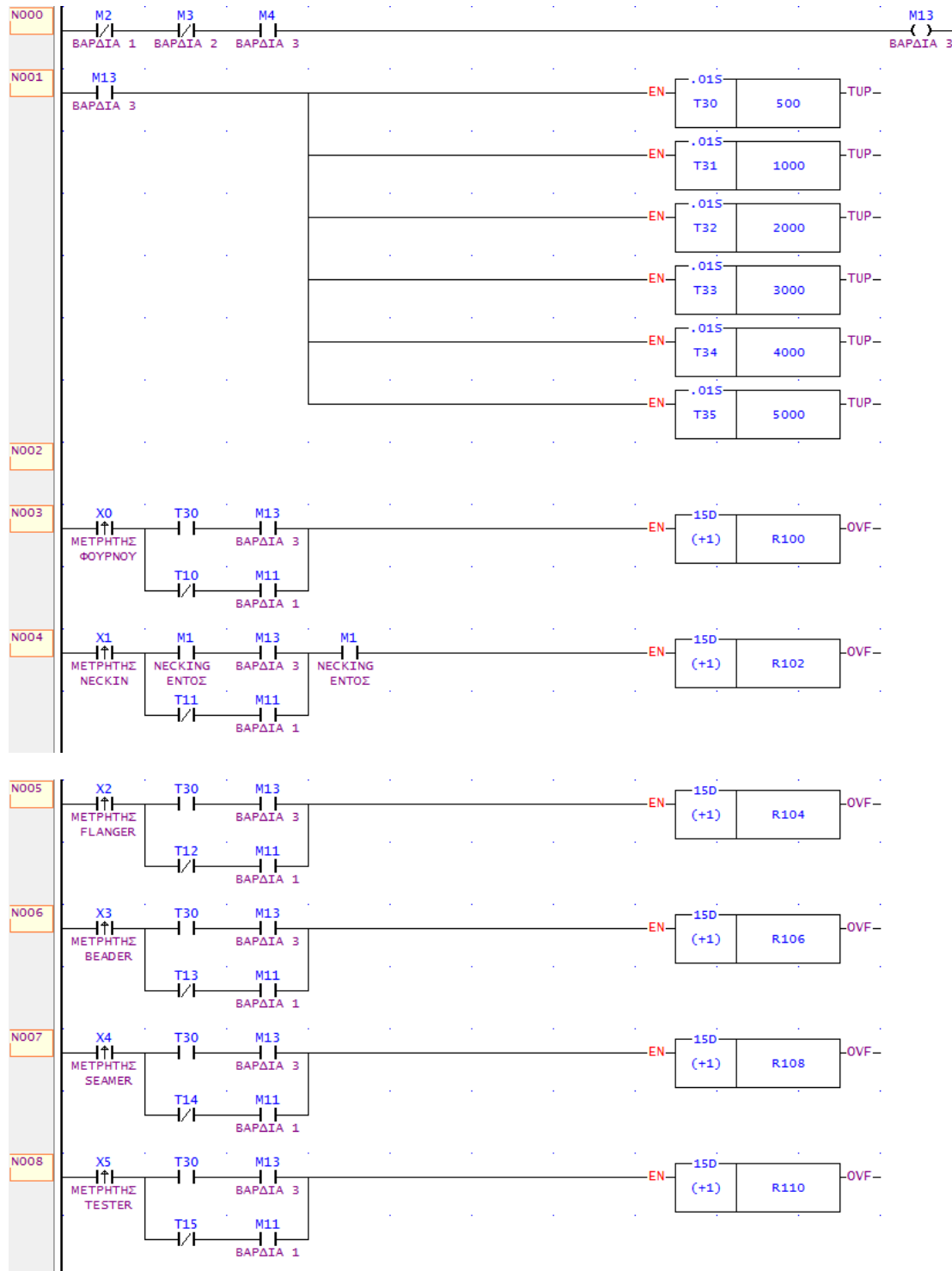
Πίνακας 11: Χρονικά 2^{ης} βάρδιας

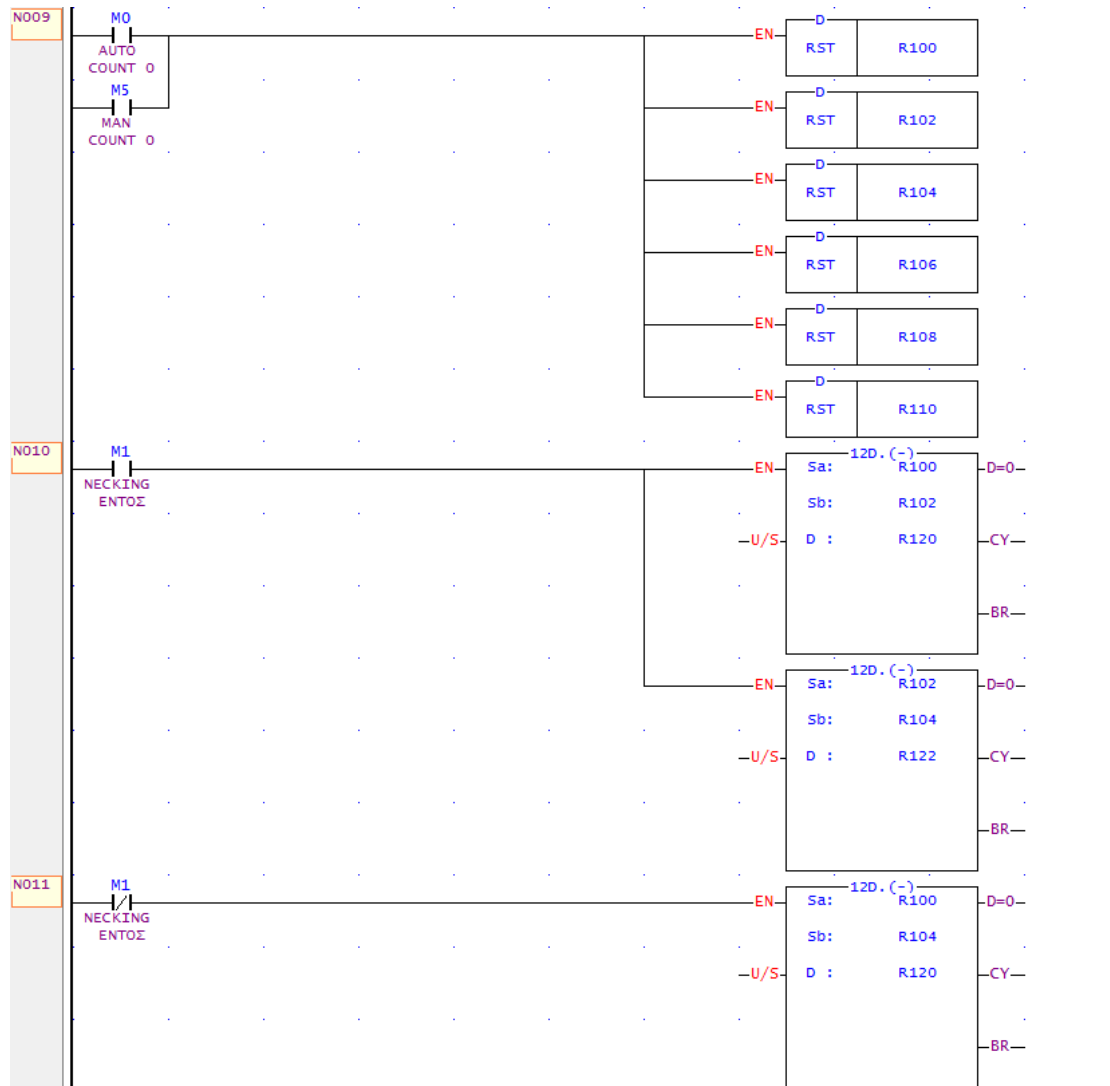
ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΠΑΦΕΣ	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
M1	NO-NC	NECKING ΕΝΤΟΣ-ΕΚΤΟΣ
M2	NO-NC	ΒΑΡΔΙΑ 1
M3	NO-NC	ΒΑΡΔΙΑ 2
M4	NO-NC	ΒΑΡΔΙΑ 3
M5	NO-NC	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΤΩΝ
M6	NO-NC	ΑΛΛΑΓΗ ΗΜΕΡΑΣ
M10	NO	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ
M11	NO	ΒΑΡΔΙΑ 1
M12	NO	ΒΑΡΔΙΑ 2
M13	NO	ΒΑΡΔΙΑ 3

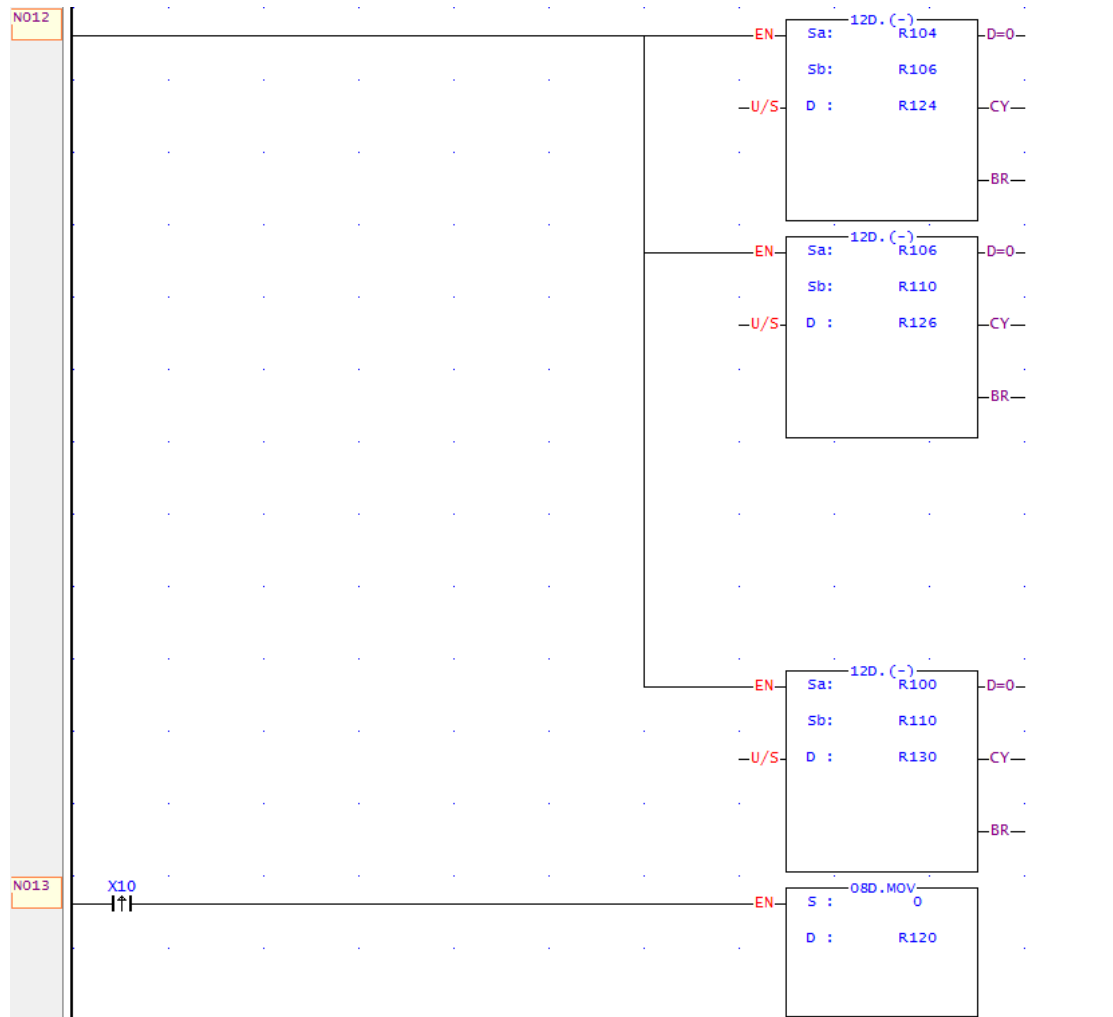
Πίνακας 4: Βοηθητικές επαφές 2^{ης} βάρδιας

5.6) 3^η ΒΑΡΔΙΑ

Το διάγραμμα Ladder της 3^{ης} Βάρδιας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα:







Σχήμα 25: Διάγραμμα ladder 3^{ης} βάρδιας

ΕΙΣΟΔΟΙ PLC (PLC INPUTS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
X0	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ ΦΟΥΡΝΟΥ
X1	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ NECKING
X2	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ FLANGER
X3	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ BEADER
X4	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ SEAMER
X5	ΕΠΑΦΗ ΤΥ	ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΟ TESTER

Πίνακας 13: Είσοδοι PLC 3^{ης} βάρδιας

ΚΑΤΑΧΩΡΗΤΕΣ (REGISTERS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
R100	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΦΟΥΡΝΟΥ
R102	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ NECKING
R104	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ FLANGER
R106	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ BEADER
R110	INCREMENT FUNCTION	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ TESTER
R120	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΦΟΥΡΝΟΥ ΗΜΕΡΑΣ
R122	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ NECKING ΗΜΕΡΑΣ
R124	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ FLANGER ΗΜΕΡΑΣ
R126	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ BEADER ΗΜΕΡΑΣ
R128	SUBTRACTION FUNCTION	ΑΠΩΛΕΙΕΣ SEAMER ΗΜΕΡΑΣ
R130	SUBTRACTION FUNCTION	ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΗΜΕΡΑΣ

Πίνακας 14: Καταχωρητές 3^{ης} βάρδιας

ΧΡΟΝΙΚΑ (TIMERS)	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ⁵⁸
T30	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ ΦΟΥΡΝΟΥ
T31	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ NECKING
T32	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ FLANGER
T33	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ BEADER
T34	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ SEAMER
T35	DELAY ON	ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΤΡΗΤΗ TESTER

Πίνακας 15: Χρονικά 3^{ης} βάρδιας

ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΕΠΑΦΕΣ	ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
M1	NO-NC	NECKING ΕΝΤΟΣ-ΕΚΤΟΣ
M2	NO-NC	ΒΑΡΔΙΑ 1
M3	NO-NC	ΒΑΡΔΙΑ 2
M4	NO-NC	ΒΑΡΔΙΑ 3
M5	NO-NC	ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΣ ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΤΩΝ
M6	NO-NC	ΑΛΛΑΓΗ ΗΜΕΡΑΣ
M10	NO	ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ
M11	NO	ΒΑΡΔΙΑ 1
M12	NO	ΒΑΡΔΙΑ 2
M13	NO	ΒΑΡΔΙΑ 3

Πίνακας 16: Βοηθητικές επαφές 3^{ης} βάρδια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΟΘΟΝΗ HMI

6.1) ΓΕΝΙΚΑ

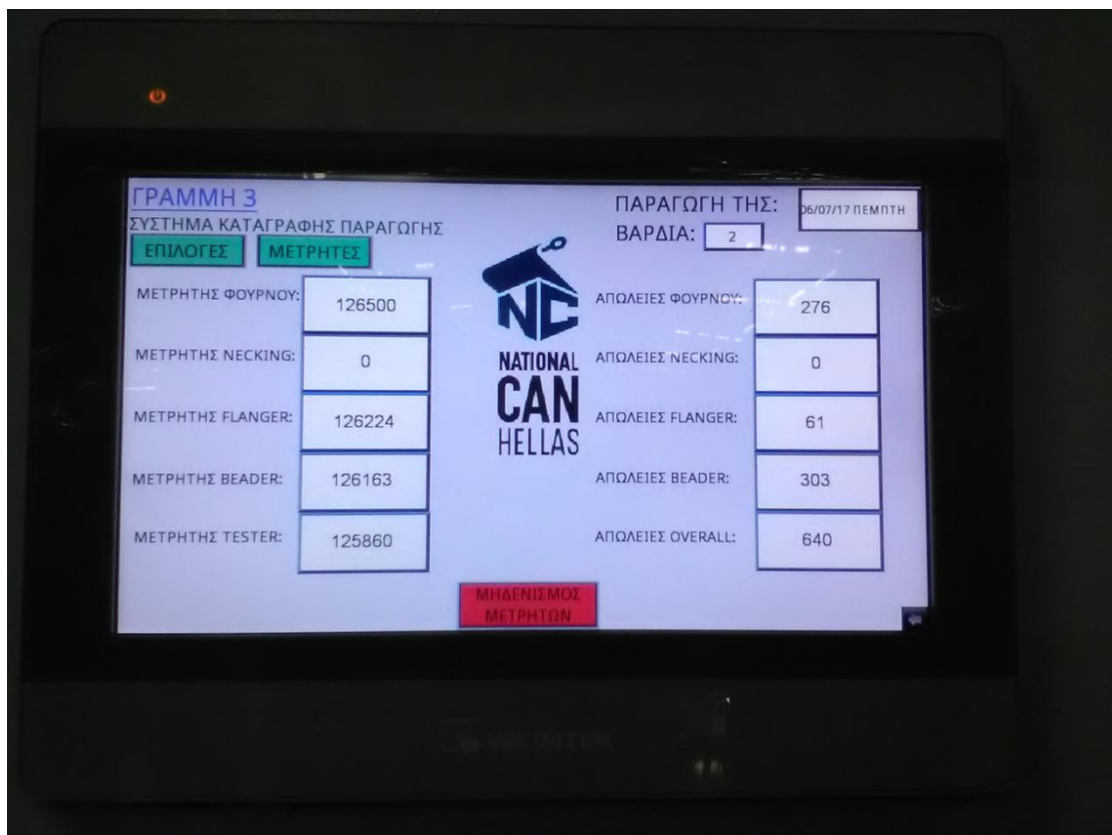
Για την συνεχή απεικόνιση των των μετρήσεων στην πρόσοψη του ηλεκτρολογικού πίνακα εγκαταστάθηκε μια οθόνη HMI, όπως φαίνεται στην παρακάτω φωτογραφία της εταιρίας Weintek, με κωδικό προϊόντος MT8102iE.



Σχήμα 26: Φωτογραφία πρόσοψης ηλεκτρολογικού πίνακα όπου φαίνεται η οθόνη HMI

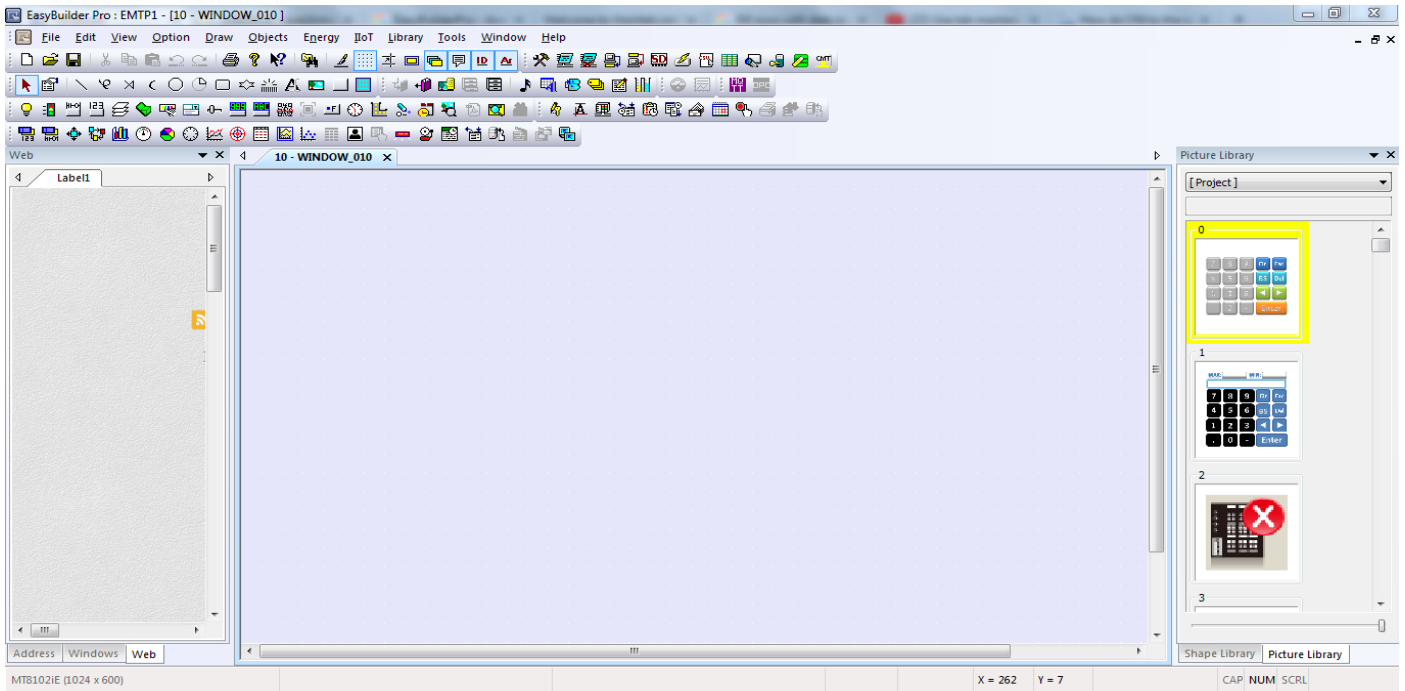


Σχήμα 27: Η πίσω όψη της οθόνης HMI



Σχήμα 28: Φωτογραφία οθόνης χειριστή

Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τον προγραμματισμό της οθόνης είναι το EasyBuilderPro της εταιρίας Weintek. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα προσφέρεται ελεύθερα από τον ιστότοπο της εταιρίας (www.weintek.com).

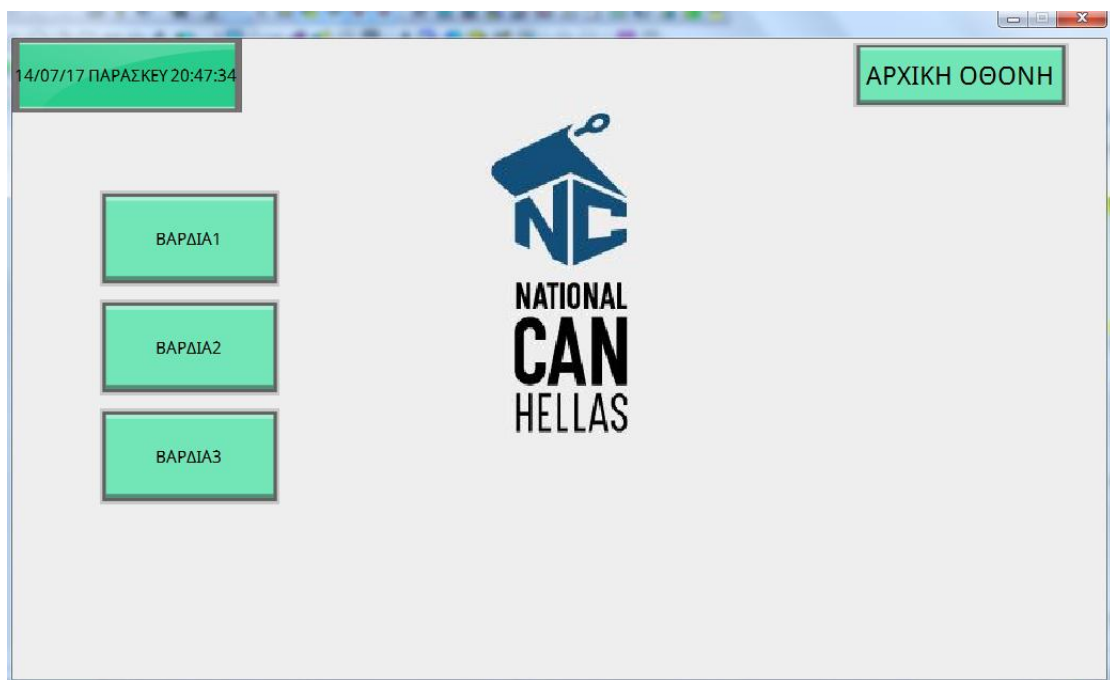


Σχήμα 29: Η αρχική οθόνη του EasyBuilderPro

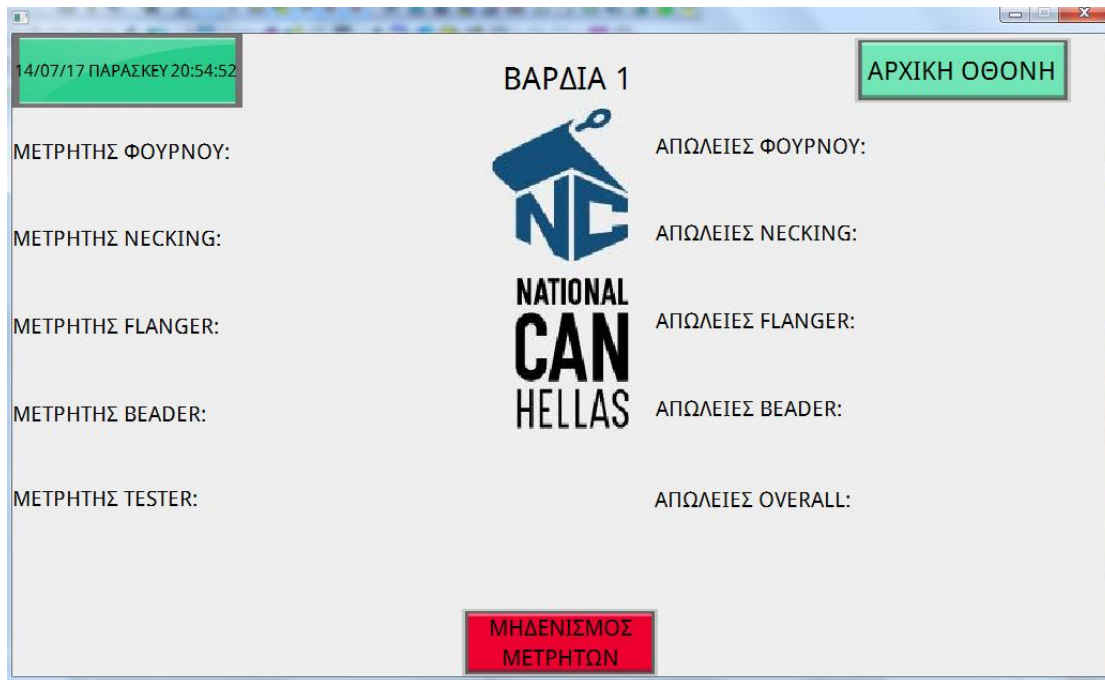
Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι οθόνες που κατασκευάστηκαν στο πρόγραμμα EasyBuilderPro.



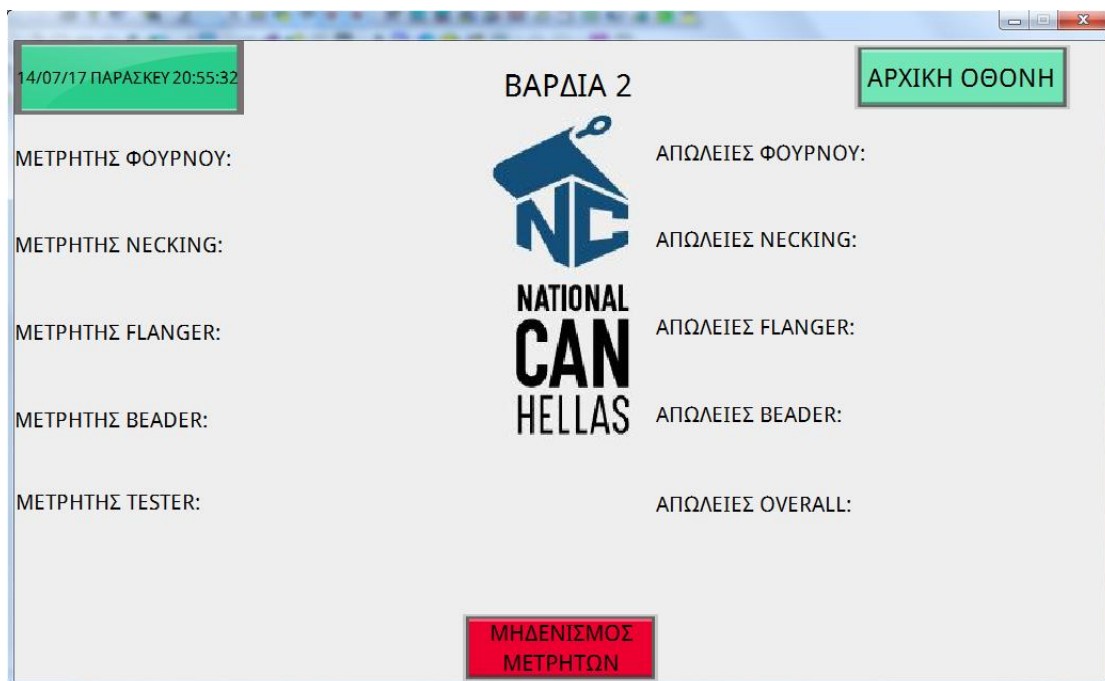
Σχήμα 30: Απεικόνιση της κεντρικής οθόνης στην οποία φαίνονται οι καταγραφές του κεντρικού μετρητή



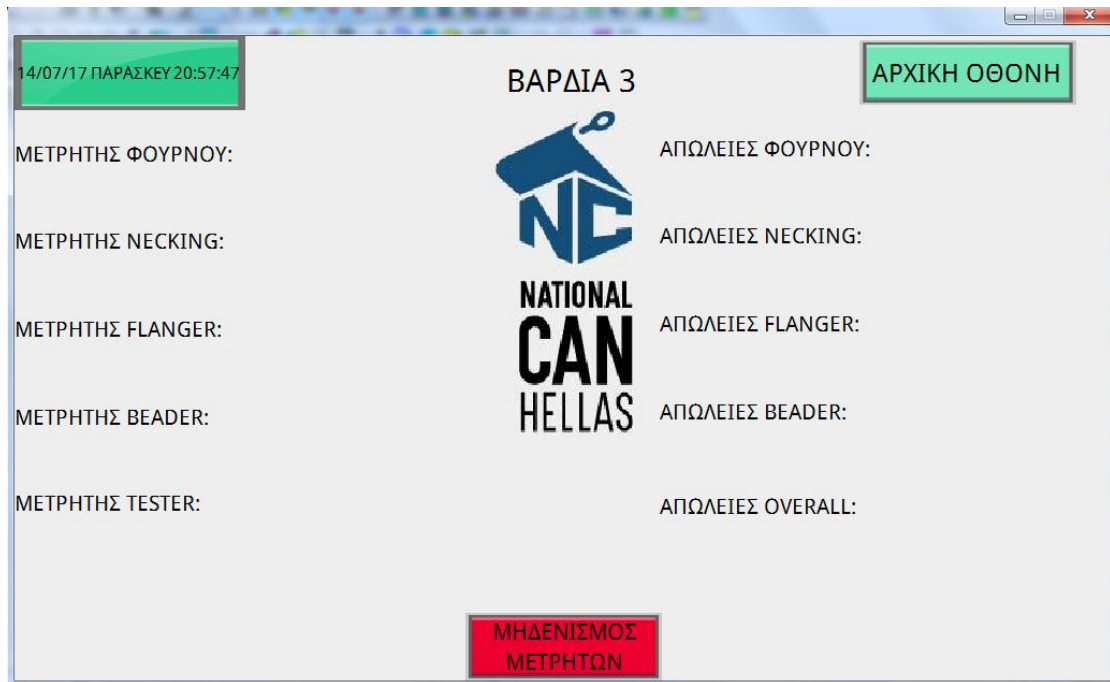
Σχήμα 31: Απεικόνιση της οθόνης των μετρητών από την οποία μπορεί να επιλέξει ο χρήστης την βάρδια προβολής.



Σχήμα 32: Απεικόνιση της οθόνης της 1^{ης} Βάρδιας



Σχήμα 33: Απεικόνιση της οθόνης της 2^{ης} Βάρδιας



Σχήμα 34: Απεικόνιση της οθόνης της 3^{ης} Βάρδιας

Για τους κεντρικούς μετρητές και τους μετρητές της κάθε βάρδιας έχουν χρησιμοποιηθεί οι αντίστοιχες διευθύνσεις του PLC που έχουν αναφερθεί στο Κεφάλαιο 5.

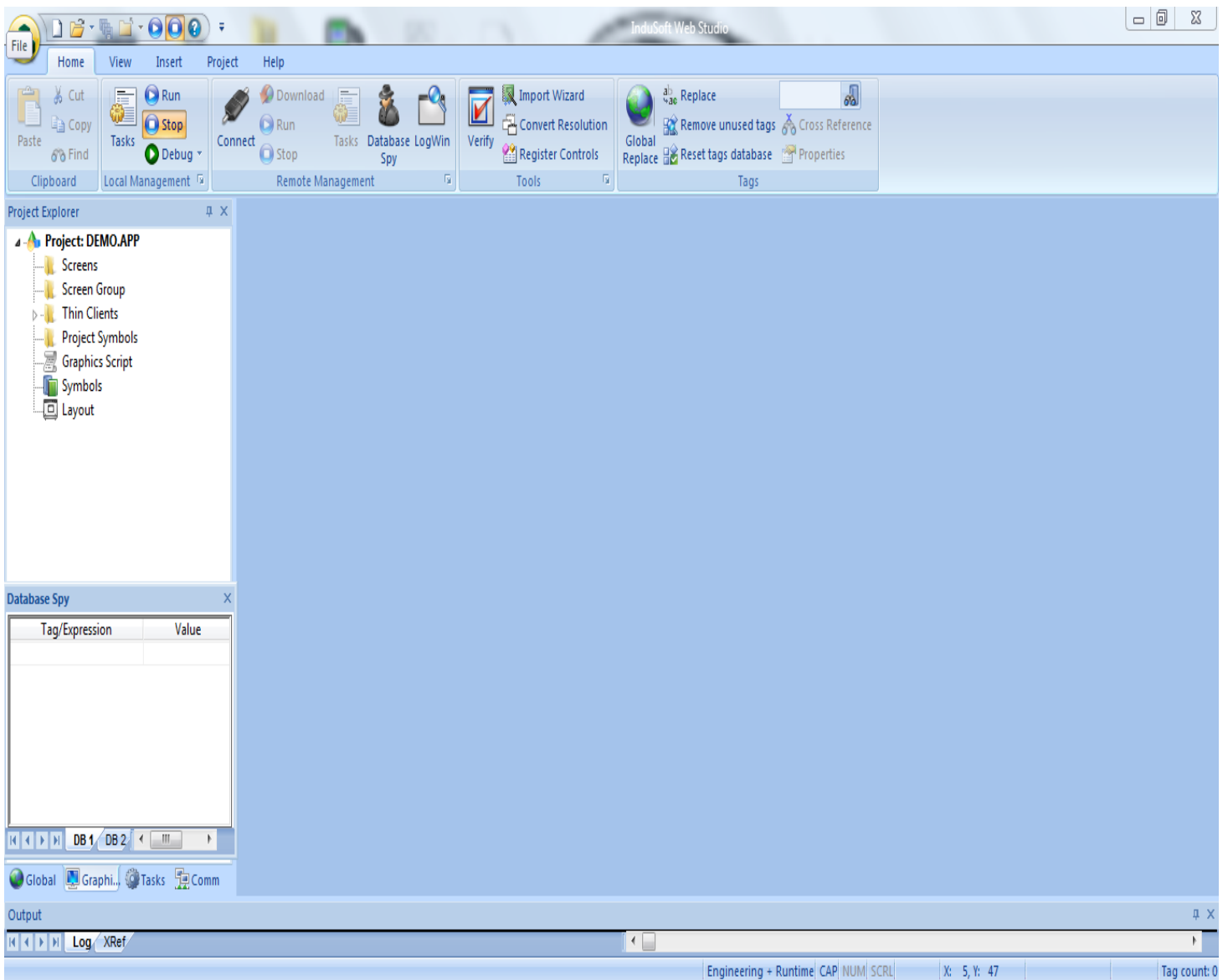
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Δημιουργία του Project στο *Indusoft* **Web Studio**

7.1) ΓΕΝΙΚΑ

Το *Indusoft* είναι ένα πρόγραμμα της εταιρίας *Wonderware* η οποία ανήκει στον όμιλο της *Schneider Electric*. Πρόκειται για μια σουίτα ανάπτυξης εφαρμογών SCADA/HMI. Το πρόγραμμα προσφέρεται σε trial έκδοση από τη σελίδα www.indusoft.com με διάρκεια 40 ωρών και έπειτα κλειδώνει. Για το κατέβασμα του χρειάζεται μόνο η δημιουργία λογαριασμού χρήστη στην σελίδα που αναφέρθηκε παραπάνω. Το κόστος αγοράς του είναι αρκετά μεγάλο (περίπου 2000€). Η εταιρεία το είχε στη διάθεση της από προηγούμενα project που είχαν αναπτυχθεί στο χώρο της και δόθηκε η δυνατότητα χρήσης του.

Το συγκεκριμένο πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε για να δημιουργηθεί ο data logger ο οποίος θα χρησιμοποιεί τις διευθύνσεις του PLC που έχουν επισημανθεί στο κεφάλαιο 4 για να καταγράφει τις μετρήσεις των κουτιών ανά σημείο ελέγχου και βάρδια και με το πέρας της κάθε βάρδιας να αποθηκεύει αυτά τα δεδομένα σε μια βάση δεδομένων MySQL.

Πρόκειται για το πιο σημαντικό κομμάτι της εργασίας καθώς μέσω του συγκεκριμένου προγράμματος γίνεται ο διαχωρισμός του 24ωρου της ημέρας στις προκαθορισμένες 3 βάρδιες που δουλεύει το εργοστάσιο και η αποθήκευση των καταγραφών στη βάση δεδομένων της MySQL.



Σχήμα 35: Απεικόνιση της αρχικής οθόνης του Indusoft Web Studio

7.2)ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥ INDUSOFT WEB STUDIO ΚΑΙ ΤΟΥ PLC

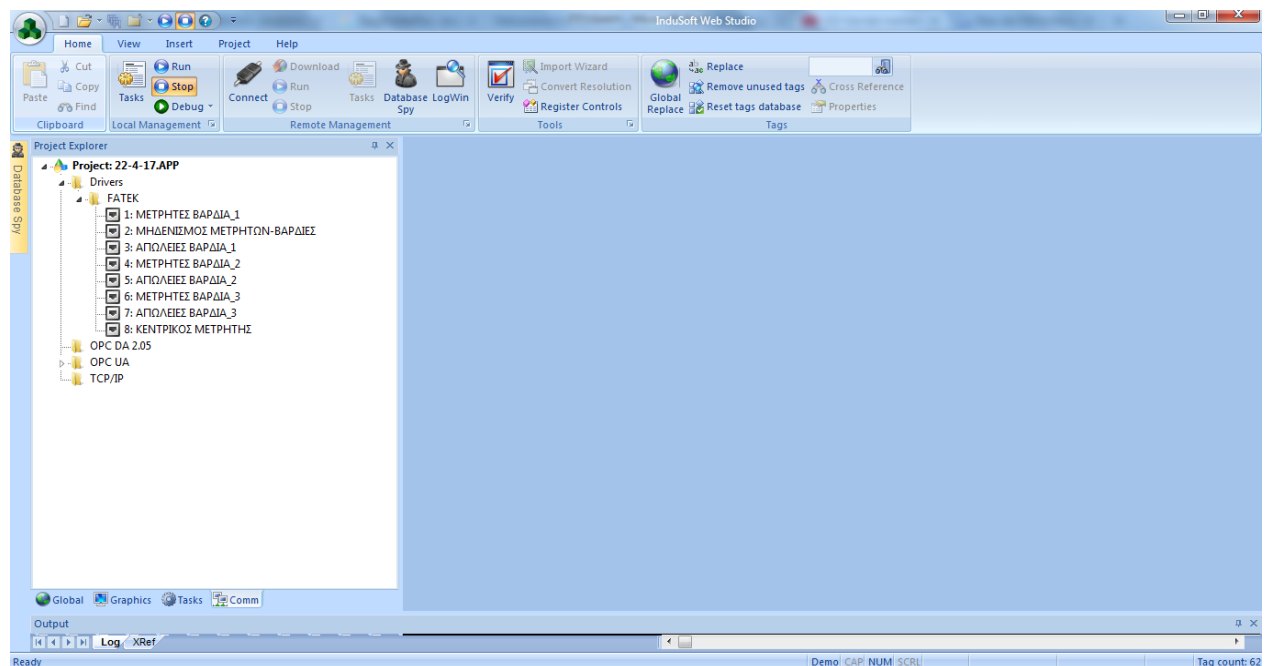
Η διαδικασία εγκατάστασης επικοινωνίας ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

Από την καρτέλα *Comm* του *Project Explorer* κανουμε δεξί κλικ στον φάκελο *Drivers→Add/Remove Drivers*. Εμφανίζεται η λίστα με τους Drivers οι οποίοι υπάρχουν προεγκατεστημένοι στο πρόγραμμα. Επιλέγουμε τον Driver που αντιστοιχεί στο PLC το οποίο χρησιμοποιείται, δηλαδή το FATEK. Εμφανίζεται το παράθυρο διάλογου για επιλογή των ρυθμίσεων της διασύνδεσης. Επιλέγουμε το πρωτόκολλο επικοινωνίας TCP/IP και στο πεδίο της IP συμπληρώνουμε την IP του PLC η οποία για το συγκεκριμένο PLC είναι η 192.168.2.3.

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία εγκατάστασης επικοινωνίας στον φάκελο *Drivers* υπάρχει πλέον ο φάκελος *FATEK*. Κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε *Insert*. Δημιουργείται έτσι καρτέλα εισαγωγής διευθύνσεων από το PLC. Για τις ανάγκες της εργασίας δημιουργήθηκαν συνολικά 8 καρτέλες:

1. ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΒΑΡΔΙΑ_1
2. ΜΗΔΕΝΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΤΩΝ-ΒΑΡΔΙΕΣ
3. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΒΑΡΔΙΑ_1
4. ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΒΑΡΔΙΑ_2
5. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΒΑΡΔΙΑ_2
6. ΜΕΤΡΗΤΕΣ ΒΑΡΔΙΑ_3
7. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΒΑΡΔΙΑ_3
8. ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΜΕΤΡΗΤΗΣ

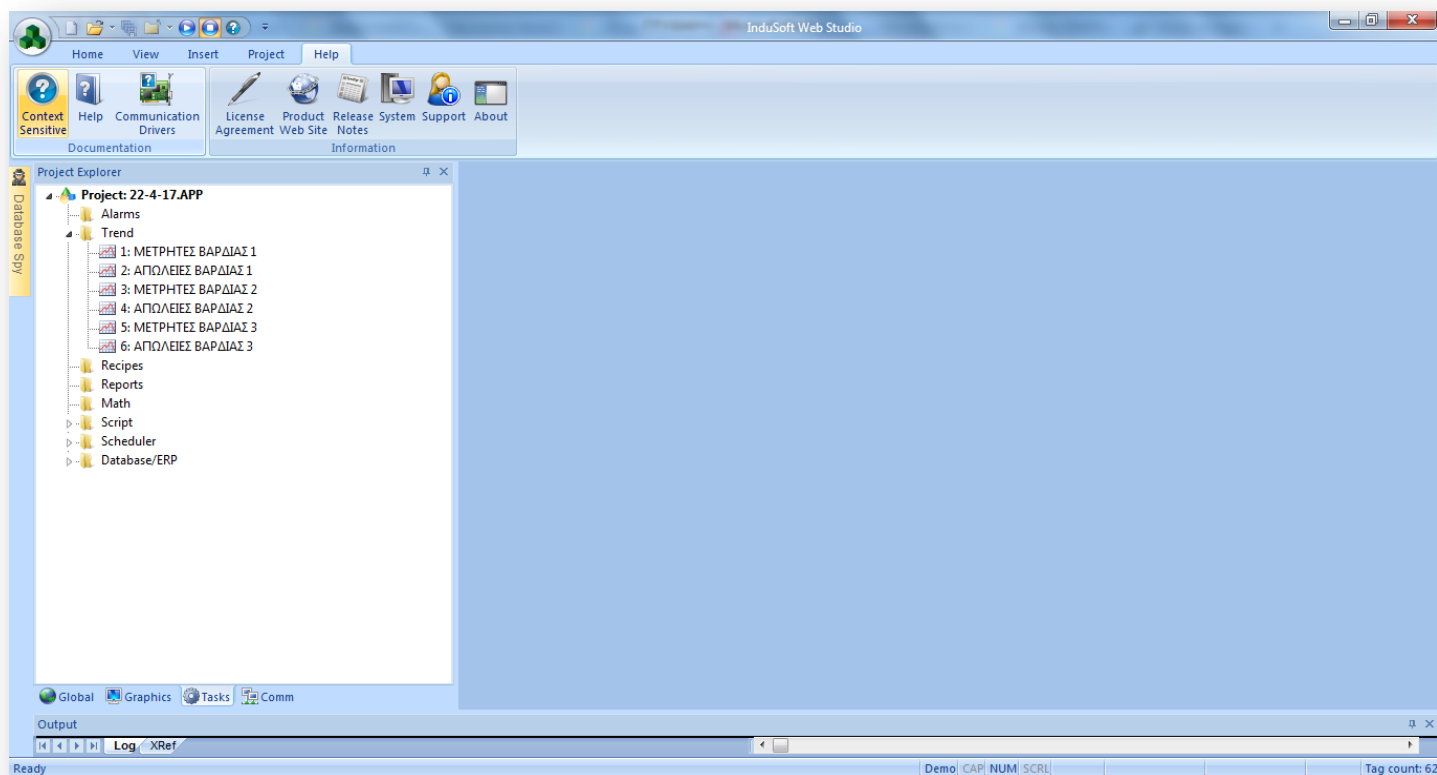
Στην κάθε καρτέλα αντιστοιχούν οι αντίστοιχες διευθύνσεις του PLC όπως παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 5.



Σχήμα 36: Απεικόνιση καρτελών στο πρόγραμμα InduSoft Web Studio

7.3)ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΩΝ ΣΤΗ ΒΑΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ MYSQL

Η διαδικασία της μεταφοράς και αποθήκευσης των καταγραφών στη βάση δεδομένων είναι η ακόλουθη: από την καρτέλα *Tasks* στο *Project Explorer* κάνουμε δεξί κλικ στο στοιχείο *Trend*→*Insert*. Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται επιλέγουμε τη βάση δεδομένων στην οποία θέλουμε να αποθηκεύονται τα δεδομένα που θα επιλέξουμε να εισάγουμε σε κάθε στοιχείο *Trend*, δεδομένα τα οποία είναι οι διευθύνσεις του PLC. Δημιουργήθηκαν συνολικά 6 διαφορετικά στοιχεία *Trend*, δύο(2) για κάθε βάρδια. Το ένα θα αποθηκεύει στη βάση δεδομένων τις μετρήσεις που παίρνουμε από κάθε σημείο ελέγχου και το άλλο τις απώλειες που υπάρχουν από σημείο ελέγχου σε σημείο ελέγχου.



Σχήμα 32: Οθόνη αποθήκευσης καταγραφών

Με την μεταφορά την δεδομένων στη βάση ενημερώνεται και ένα αρχείο Excel το οποίο βρίσκεται σε επικοινωνία με την βάση δεδομένων. Αυτό συμβαίνει ούτως ώστε ο εκάστοτε υπεύθυνος να μπορεί να βρει άμεσα τις καταγραφές που επιθυμεί και να τις διαχειριστεί με τον τρόπο τον οποίο επιθυμεί.

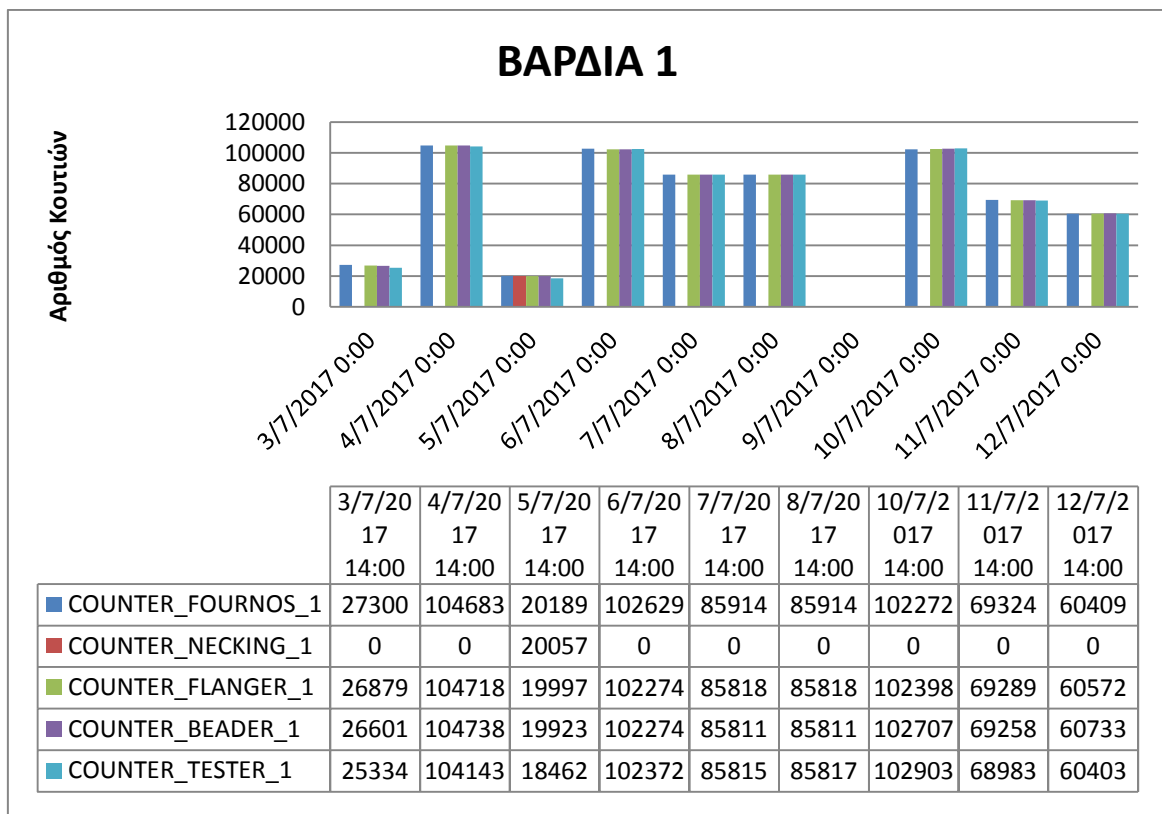
Παρακάτω παρουσιάζονται τα φύλλα του Excel με τις καταγραφές που έχουν γίνει σε ένα χρονικό διάστημα 9 ημερών στο εργοστάσιο συνεχούς λειτουργίας.

KΑΤΑΓΡΑΦΕΣ - Microsoft Excel

Time_Stamp	COUNTER_NECKING_1	COUNTER_FLANGER_1	COUNTER_BEADER_1	COUNTER_TESTER_1	COUNTER_FOURNOS_1
3/7/2017 14:00	0	26879	26601	25334	27300
4/7/2017 14:00	0	104718	104738	104143	104683
5/7/2017 14:00	20057	19997	19923	18462	20189
6/7/2017 14:00	0	102274	102274	102372	102629
7/7/2017 14:00	0	85818	85811	85815	85914
8/7/2017 14:00	0	85818	85811	85817	85914
10/7/2017 14:00	0	102398	102707	102903	102272
11/7/2017 14:00	0	69289	69258	68983	69324
12/7/2017 14:00	0	60572	60733	60403	60409

Time_Stamp	APWL_FOURNOU_1	APWL_NECKING_1	APWL_FLANGER_1	APWL_BEADER_1	APWL_OVERALL_1
3/7/2017 14:00	421	0	278	1267	1966
4/7/2017 14:00	-35	0	-20	595	540
5/7/2017 14:00	192	60	74	1461	1727
6/7/2017 14:00	355	60	0	-98	257
7/7/2017 14:00	96	60	7	-5	98
8/7/2017 14:00	96	60	7	-6	97
10/7/2017 14:00	-126	60	-309	-196	-631
11/7/2017 14:00	35	60	31	275	341
12/7/2017 14:00	-163	60	-161	330	6

Σχήμα 38: Πρόγραμμα EXCEL 1^{ης} βάρδιας

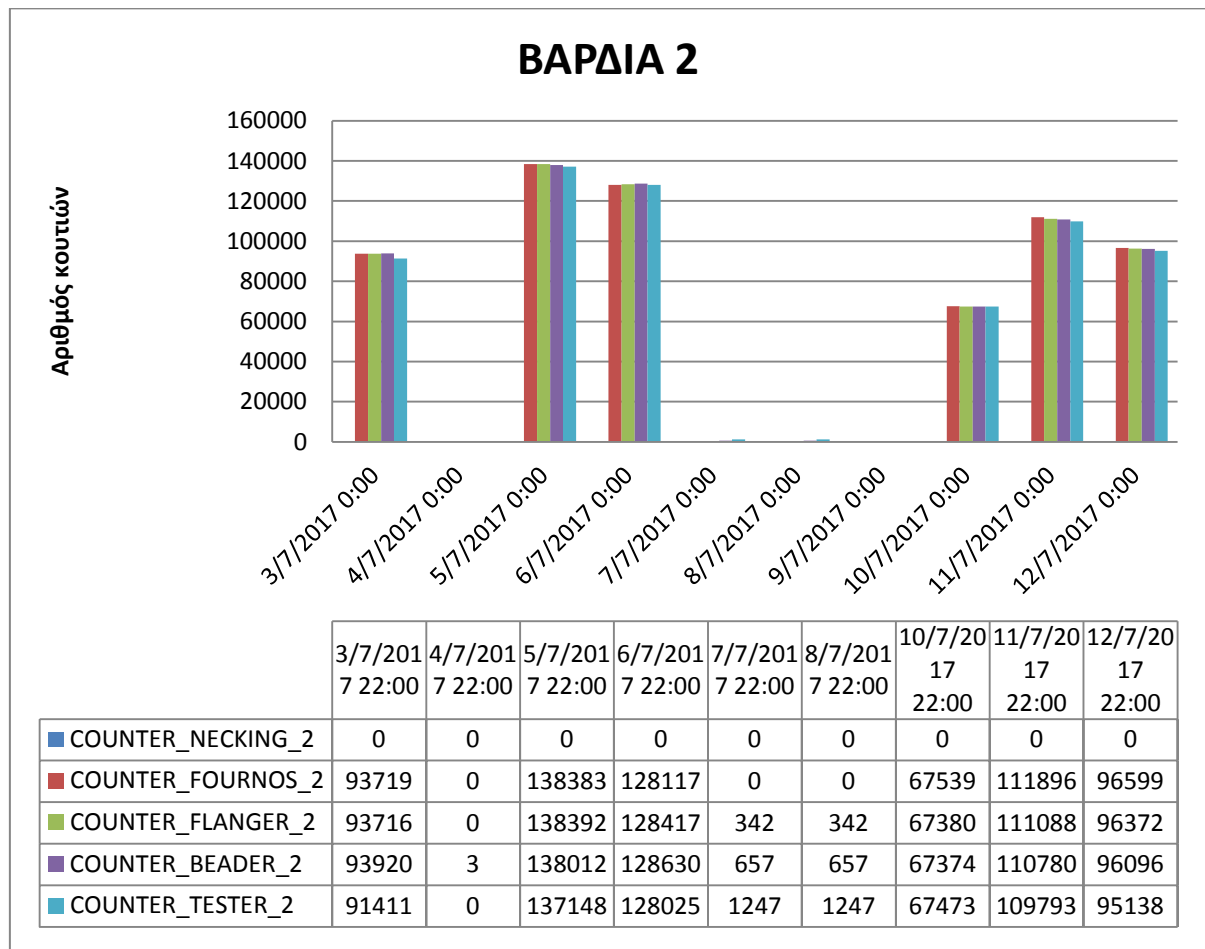


ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ - Microsoft Excel

Time_Stamp	Time_Stamp_ms	COUNTER_NECKING_2	COUNTER_FOURNOS_2	COUNTER_FLANGER_2	COUNTER_BEADER_2	COUNTER_TESTER_2
3/7/2017 22:00	171	0	93719	93716	93920	91411
4/7/2017 22:00	234	0	0	0	3	0
5/7/2017 22:00	156	0	138383	138392	138012	137148
6/7/2017 22:00	218	0	128117	128417	128630	128025
7/7/2017 22:00	218	0	0	342	657	1247
8/7/2017 22:00	218	0	0	342	657	1247
10/7/2017 22:00	218	0	67539	67380	67374	67473
11/7/2017 22:00	234	0	111896	111088	110780	109793
12/7/2017 22:00	234	0	96599	96372	96096	95138

Time_Stamp	Time_Stamp_ms	APWL_FOURNOS_2	APWL_NECKING_2	APWL_FLANGER_2	APWL_BEADER_2	APWL_OVERALL_2
3/7/2017 22:00	187	3	0	-204	2509	2308
4/7/2017 22:00	265	0	0	-3	3	0
5/7/2017 22:00	171	-9	0	380	864	1235
6/7/2017 22:00	234	-300	0	-213	605	92
7/7/2017 22:00	234	-342	0	-315	-590	-1247
8/7/2017 22:00	234	-342	0	-315	-590	-1247
10/7/2017 22:00	234	159	0	6	-99	66
11/7/2017 22:00	265	808	0	308	987	2103
12/7/2017 22:00	281	227	0	276	958	1461

Σχήμα 39: Πρόγραμμα EXCEL 2^{ης} βάρδιας



3^η Βάρδια

ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ - Microsoft Excel

Table Tools

Home Insert Page Layout Formulas Data Review View Developer Team Design

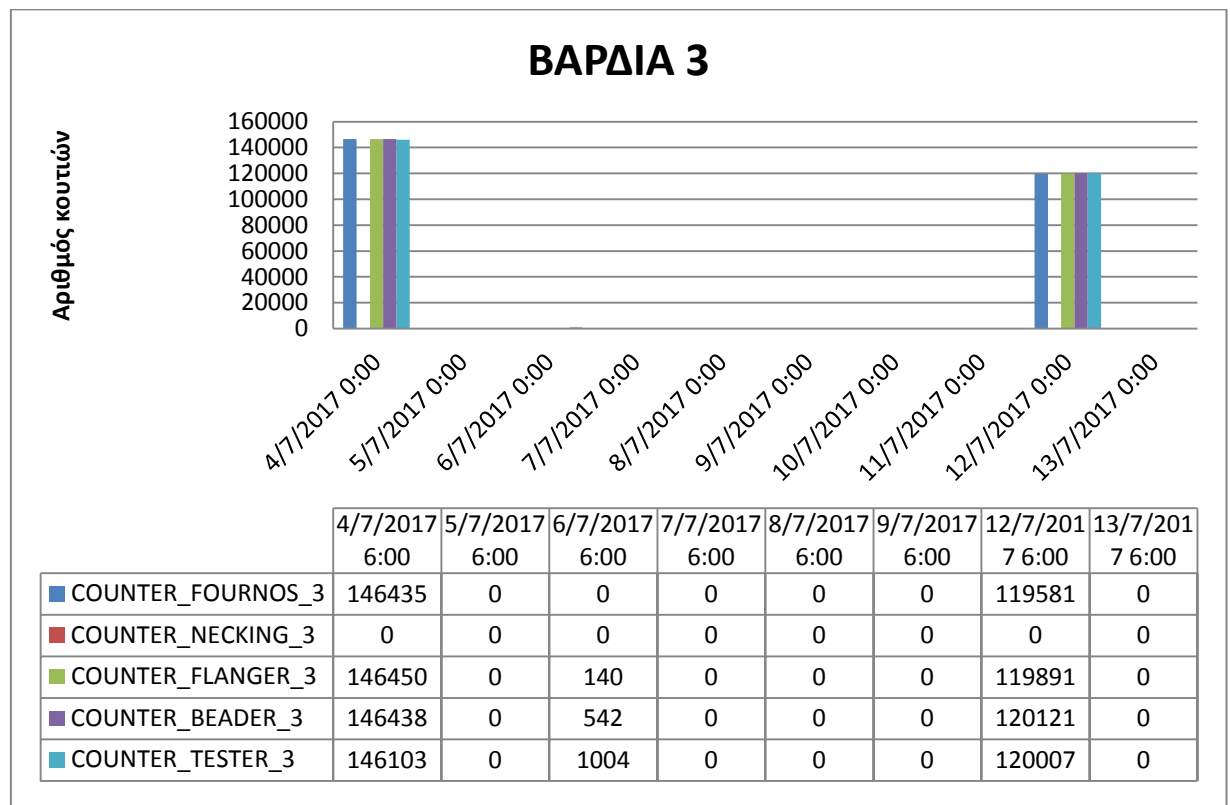
PivotTable Table Picture Clip Art Shapes SmartArt Column Line Pie Bar Area Scatter Other Charts Hyperlink Text Box Header & Footer WordArt Signature Object Symbol

A2 4/7/2017 6:00:50 πμ

1	Time_Stamp	Time_Stamp_ms	COUNTER_FOURNOS_3	COUNTER_NECKING_3	COUNTER_FLANGER_3	COUNTER_BEADER_3	COUNTER_TESTER_3
2	4/7/2017 6:00	234	146435	0	146450	146438	146103
3	5/7/2017 6:00	234	0	0	0	0	0
4	6/7/2017 6:00	156	0	0	140	542	1004
5	7/7/2017 6:00	218	0	0	0	0	0
6	8/7/2017 6:00	218	0	0	0	0	0
7	9/7/2017 6:00	218	0	0	0	0	0
8	12/7/2017 6:00	234	119581	0	119891	120121	120007
9	13/7/2017 6:00	234	0	0	0	0	0
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16	Time_Stamp	Time_Stamp_ms	APWL_FOURNOS_3	APWL_NECKING_3	APWL_FLANGER_3	APWL_BEADER_3	APWL_OVERALL_3
17	4/7/2017 6:00	250	-15	0	12	335	332
18	5/7/2017 6:00	250	0	0	0	0	0
19	6/7/2017 6:00	171	-140	0	-402	-462	-1004
20	7/7/2017 6:00	234	0	0	0	0	0
21	8/7/2017 6:00	250	0	0	0	0	0
22	9/7/2017 6:00	234	0	0	0	0	0
23	12/7/2017 6:00	250	-310	0	-230	114	-426
24	13/7/2017 6:00	281	0	0	0	0	0
25							

Ready

Σχήμα 40: Πρόγραμμα EXCEL 3ης βάρδιας



Παρατηρούμε στους πίνακες παραπάνω ότι ο μετρητής του Necking είναι μηδενικός σε κάποιες βάρδιες. Αυτό συμβαίνει διότι το μηχάνημα Necking βγαίνει εκτός της παραγωγικής διαδικασίας σε αυτές τις περιπτώσεις διότι το κουτί που παράγεται δεν πρέπει να έχει τον χαρακτηριστικό “λαιμό” που δημιουργείται από το συγκεκριμένο μηχάνημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8:ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Γίνεται ευκόλως κατανοητό ότι σε ένα εργοστάσιο τέτοιου μεγέθους με τέτοιες παραγόμενες ποσότητες προϊόντων σε καθημερινή βάση η εγκατάσταση και λειτουργία ενός τέτοιου καταγραφικού συστήματος κρίνεται απαραίτητη. Το συγκεκριμένο σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής της παραγωγικής διαδικασίας όπως αναπτύχθηκε στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας παρέχει μια καλή εικόνα για το μέγεθος της παραγωγής και τις απώλειες που υπάρχουν στη διάρκειά της αλλά υπάρχουν πολλά περιθώρια βελτίωσης στο υπάρχων πλέον σύστημα.

Για καλύτερο έλεγχο της παραγωγής θα πρέπει:

1. Αρχικά να εγκατασταθεί παρόμοιος μετρητής στην αρχή της παραγωγικής διαδικασίας δηλαδή στην είσοδο του ψαλιδιού. Για κάθε ατόφιο φύλλο λευκοσιδήρου που θα εισέρχεται στο ψαλίδι θα πρέπει να υπολογίζεται μέσω software ο αριθμός των κομματιών στα οποία κόβεται το φύλλο ανάλογα με το πως είναι ρυθμισμένο να λειτουργεί το ψαλίδι.Εάν από τον συνολικό αριθμό αυτών των κομματιών λευκοσιδήρου στο τέλος της κάθε βάρδιας αφαιρεθεί ο αριθμός των κουτιών που φεύγουν από το Tester προς το Paletizer η διαφορά που θα προκύψει αποτελεί και τις συνολικές απώλειες της παραγωγής στη βάρδια.
2. Με το τέλος της κάθε βάρδιας θα πρέπει οι γραμμές να αδειάζουν από τυχόν εναπομείναντα κουτιά πριν ξεκινήσει η επόμενη βάρδια ώστε να μην υπάρχει θέμα με μέτρηση κουτιών που παράχθηκαν στην προηγούμενη βάρδια από την επόμενη.Αυτό φυσικά για να συμβεί θα πρέπει σε κάθε αλλαγή βάρδιας η γραμμή παραγωγής να μένει σταματημένη για ένα χρονικό διάστημα το οποίο όμως θεωρείται ζημιογόνο για την επιχείρηση.Για αυτό το λόγο και στον προγραμματισμό του PLC έχουν συμπεριληφθεί κάποια χρονικά για την καθυστέρηση στην αλλαγή των μετρητών της κάθε βάρδιας.Δηλαδή να μην η κάθε βάρδια αλλάζει στον καθορισμένο χρόνο αλλά για κάθε μετρητή στα αντίστοιχα μηχανήματα υπάρχει μια χρονοκαθυστέρηση στην έναρξη της μέτρησης για την καινούρια βάρδια ώστε τα κουτιά που έχουν αρχίσει τη διαδικασία επεξεργασίας τους εντός της προηγούμενης βάρδιας να μην συμπεριλαμβάνονται στις μετρήσεις της επόμενης βάρδιας.Επειδή όμως ο χρόνος που χρειάζεται η γραμμή για να διώξει τα “παλιά” κουτιά δεν είναι ποτέ ίδιος προκύπτει σύγχυση στη μέτρηση των κουτιών και γιαυτό μπορεί να προκύψουν και αρνητικές απώλειες κουτιών δηλαδή ο μετρητής ενός μηχανήματος να μετρήσει περισσότερα κουτιά από τον μετρητή του προηγούμενου μηχανήματος κάτι που φυσικά και είναι αδύνατο.

Μία πιθανή λύση βελτίωσης θα ήταν η εξέταση ενός κατάλληλου τρόπου αλλαγής βάρδιας ή σε περίπτωση αρνητικής τιμής αυτή να μεταφέρεται στην προηγούμενη βάρδια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ιστότοποι (εγχειρίδια χρήσης):

1)<http://www.bizdim.gr>

2)<http://www.fatek.com>

3)<http://www.weintek.com>

4)<http://www.indusoft.com>

5)<http://www.mysql.com>