



ΔΙΕΘΝΕΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Διεθνές Πανεπιστήμιο Της Ελλάδος  
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
Εφαρμοσμένα Συστήματα  
Αυτοματοποίησης

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΜΕ ΤΙΤΛΟ:**

Αναβάθμιση λειτουργίας συστήματος βιολογικού καθαρισμού με  
την βοήθεια PLC και SCADA  
Upgrading the operation of biological treatment system with the  
help of PLC and SCADA

**Σπουδαστής : Παντόπουλος Αντώνιος**

**Επιβλέπων καθηγητής : Τσαγκάρης Απόστολος**



## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρακάτω διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Διεθνές πανεπιστήμιο της Ελλάδος, στο τμήμα μηχανικών παραγωγής και διοίκησης για το μεταπτυχιακό εφαρμοσμένα συστήματα αυτοματοποίησης. Θα ήθελα λοιπόν να ευχαριστήσω τους γονείς μου, τους φίλους καθώς και τους συναδέλφους για την υπομονή την συμπαράσταση αλλά και την βοήθεια που μου παρείχαν όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Απόστολο Τσαγκάρη διευθυντή του μεταπτυχιακού καθώς και επιβλέπων καθηγητή της διπλωματικής εργασίας καθώς και όλους τους υπόλοιπους καθηγητές και συμφοιτητές του τμήματος για την συνεργασία μας.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο χειρισμός και η εποπτεία ενός συστήματος μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους και διαδικασίες. Με τον κλασσικό αυτοματισμό απαιτείται συνεχής οπτικός έλεγχος και ο ανάλογος χειρισμός μέσω κομβίων βασισμένος στην κρίση του χειριστή. Η αναβάθμιση ενός συστήματος στον σύγχρονο αυτοματισμό, προσφέρει ευκολία στον χειρισμό, στην εποπτεία και διάφορα άλλα πλεονεκτήματα όπως καταγραφή δεδομένων. Για την μετάβαση αυτή θα χρειαστεί μελέτη και ανακατασκευή του πίνακα χρησιμοποιώντας στην συγκεκριμένη περίπτωση υλικά αυτοματισμού (προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές (plc), αισθητήρια στάθμης, αισθητήριο μέτρησης pH, αισθητήριο μέτρησης ροής καθώς και μια οθόνη διεπαφής χειριστή – συστήματος. Για την επίτευξη του σκοπού της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα TIA PORTAL και Eplan.

## **ABSTRACT**

The operation and supervision of a system can be achieved with many processes. Classic automation depends on continuous optical control and operation with switches by hand. The upgrading of a system to synchronous automation can offer easy operation and recording of data. For this conversion, it will need the design and construction of a board using components like PLC, sensors, flow meter, pH meter, and HMI panel. TIA Portal and EPLAN were used to achieve the purpose of the work.



## Περιεχόμενα

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	8
1.1	Scada.....	8
1.2	Plc .....	8
1.3	Μπροστινή όψη της CPU 1217C DC/DC/DC.....	9
1.4	Κάρτα μνήμης SIMATIC (MC) .....	10
1.5	Κατάσταση λειτουργίας της CPU.....	11
1.6	Εμφάνιση κατάστασης και σφαλμάτων .....	12
1.7	Τι είναι το HMI.....	13
2.	ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	14
3.	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ .....	15
	Αντλιοστάσιο .....	15
4.	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ.....	18
4.1	Φυσητήρας Νο1 .....	18
4.2	Βοηθητικό κύκλωμα λειτουργίας κινητήρα M1.....	19
4.3	Αντλία ανύψωσης.....	21
4.4	Αντλία εξισορρόπησης .....	23
4.5	Δοσομετρικές αντλίες οξέος .....	24
5.	ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΠΙΝΑΚΑ.....	25
5.1	Πίνακας σημάτων .....	25
5.2	Επιλογή υλικών plc.....	26
5.3	Προγραμματισμός plc .....	30
5.4	Κυρίως πρόγραμμα .....	37
5.5	Περιβάλλον scada.....	42
5.6	Οθόνη scada .....	44
6.	ΝΕΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.....	48
6.1	Δημιουργία ηλεκτρολογικού σχεδίου .....	48
6.2	Συμπέρασμα ηλεκτρολογικού σχεδίου .....	57
7.	ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΤΟΨΗΣ ΝΕΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ.....	57
8.	ΣΥΝΟΨΗ.....	59
8.1	Πρόταση βελτιστοποίησης συστήματος .....	59
9.	ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	61
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	63

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Scada

Ο όρος SCADA (supervisory control and data acquisition) περιγράφει μια κατηγορία συστημάτων βιομηχανικού αυτομάτου ελέγχου και τηλεμετρίας. Το χαρακτηριστικό των συστημάτων SCADA είναι ότι αποτελούνται από τοπικούς ελεγκτές, που ελέγχουν επί μέρους στοιχεία και μονάδες μιας εγκατάστασης, συνδεδεμένους σε ένα κεντρικό Master (Κύριο Σταθμό Εργασίας). Ο κεντρικός σταθμός εργασίας μπορεί κατόπιν να επικοινωνεί τα δεδομένα που συλλέγει από την εγκατάσταση σε ένα πλήθος από σταθμούς εργασίας σε τοπικό LAN ή και να μεταδίδει τα δεδομένα της εγκατάστασης σε μακρινά σημεία μέσω κάποιου συστήματος τηλεπικοινωνίας, π.χ. μέσω του ενσύρματου τηλεφωνικού δικτύου ή μέσω κάποιου ασύρματου δικτύου. Επίσης είναι δυνατό ο κάθε ένας τοπικός ελεγκτής να βρίσκεται σε απομακρυσμένη τοποθεσία και να μεταδίδει τα δεδομένα προς το master μέσω αплού.

## 1.2 Plc

Μια πολύ διαδεδομένη μορφή εξειδικευμένου υπολογιστή, που τους χρησιμοποιούμε στη βιομηχανία (δηλ. σε εργοστάσια, βιοτεχνίες, βιομηχανίες κ.α.) όταν χρειαζόμαστε κάποια αυτοματοποιημένη διεργασία (αυτοματισμός).

Το PLC υλοποιείται από μια μονάδα επεξεργασίας (που εσωτερικά μοιάζει με μια απλή έκδοση του οικιακού μας υπολογιστή), όπου εκεί εκτελούνται οι εντολές του προγράμματος μας, και τις μονάδες εισόδου και εξόδου. Οι μονάδες εισόδου παίρνουν εντολές, από διακόπτες, αισθητήρες, ενώ οι μονάδες εξόδου δίνουν εντολές σε μοτέρ, ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες. Άρα για κάποιον που «καταλαβαίνει» πως λειτουργεί ένας οικιακός υπολογιστής, δεν έχει πρόβλημα να κατανοήσει τη λειτουργία του PLC. Το μόνο που χρειάζεται είναι μια μικρή εξοικείωση στις διάφορες μονάδες εισόδου και εξόδου που συνδέονται στα PLC. Όμως, μετά από μελέτη στις προδιαγραφές και στην περιγραφή λειτουργίας αυτών των μονάδων η λειτουργία τους θα σας φαίνεται πολύ εύκολη.



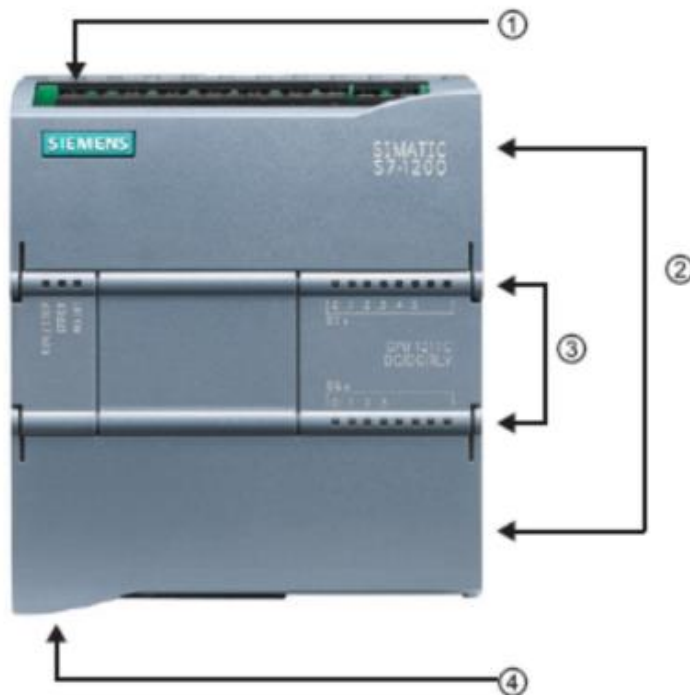
Αυτό που απαιτεί περισσότερο κόπο για την εκμάθησή του, είναι η γλώσσα προγραμματισμού του PLC (Ladder). Ο κάθε κατασκευαστής PLC εμπλουτίζει τη συσκευή του με ποικίλες δυνατότητες όπως χρονικά, απαριθμητές, αναλογικές και ψηφιακές εισόδους / εξόδους . Άρα ο προγραμματισμός των PLC αλλάζει από μοντέλο σε μοντέλο αλλά και από κατασκευαστή σε κατασκευαστή. Αυτό που δεν αλλάζει είναι η γλώσσα προγραμματισμού που, όπως αναφέραμε λέγεται Ladder. Η γλώσσα αυτή αναπτύχθηκε με σκοπό την εύκολη μετάβαση των αυτοματισμών από την εποχή της χρήσης ηλεκτρονόμων (ρελέ) στην εποχή του PLC. Η Ladder είναι μια περιγραφική γλώσσα προγραμματισμού, που συνδυάζει συνδεσμολογίες διακοπών, ηλεκτρονόμων, απαριθμητών, χρονικών κ.α. δομικών στοιχείων. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το plc του οίκου Siemens και σειράς s7-1200.



Εικόνα 1 απεικόνιση plc

### 1.3 Μπροστινή όψη της CPU 1217C DC/DC/DC

Με ενσωματωμένο τροφοδοτικό (σύνδεση 24 V) και ενσωματωμένες εισόδους και εξόδους, η CPU 1217C DC/DC/DC είναι άμεσα έτοιμη για χρήση χωρίς άλλα εξαρτήματα. Η CPU διαθέτει ενσωματωμένη σύνδεση TCP/IP για επικοινωνία με συσκευή προγραμματισμού. Η CPU μπορεί έτσι να επικοινωνεί με συσκευές HMI ή άλλες CPU μέσω ενός δικτύου Ethernet.



Εικόνα 2 απεικόνιση plc

- ① 24 V σύνδεση
- ② Μπλοκ ακροδεκτών βυσμάτων για καλωδίωση χρήστη (πίσω από τα περύγια του καλύμματος)
- ③ LED κατάστασης για το ενσωματωμένο IO και την κατάσταση λειτουργίας της CPU
- ④ TCP/IP σύνδεση (στην κάτω πλευρά της CPU).

#### 1.4 Κάρτα μνήμης SIMATIC (MC)

Η προαιρετική κάρτα μνήμης SIMATIC (MC) αποθηκεύει ένα πρόγραμμα καθώς και δεδομένα, δεδομένα συστήματος, αρχεία και έργα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

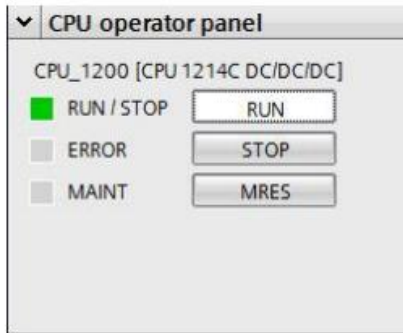
- Μεταφορά προγράμματος σε πολλαπλές CPU
- Ενημέρωση υλικολογισμικού των CPU, των μονάδων σήματος (SMs) και των μονάδων επικοινωνίας (CM)
- Εύκολη αντικατάσταση της CPU.



Εικόνα 3 Εικόνα 1απεικόνιση plc

### 1.5 Κατάσταση λειτουργίας της CPU

Η CPU μπορεί να έχει τις ακόλουθες τρεις καταστάσεις λειτουργίας: Στην κατάσταση λειτουργίας STOP, η CPU δεν εκτελεί το πρόγραμμα και μπορείτε να πραγματοποιήσετε λήψη ενός έργου. Στην κατάσταση λειτουργίας STARTUP, η CPU ξεκινά. Στην κατάσταση λειτουργίας RUN, το πρόγραμμα εκτελείται κυκλικά. Η CPU δεν διαθέτει φυσικό διακόπτη για την αλλαγή της κατάστασης λειτουργίας. Χρησιμοποιείτε το κουμπί στον πίνακα χειριστή του λογισμικού STEP 7 Basic για να αλλάξετε τη λειτουργία κατάσταση (STOP ή RUN). Ο πίνακας χειριστή περιέχει επίσης ένα κουμπί MRES για την εκτέλεση και επαναφέρει τη μνήμη εμφανίζοντας τα LED κατάστασης της CPU.



Εικόνα 4 απεικόνιση κατάστασης και σφαλμάτων plc

## 1.6 Εμφάνιση κατάστασης και σφαλμάτων

Η λυχνία LED κατάστασης RUN/STOP στην μπροστινή πλευρά της CPU υποδεικνύει την τρέχουσα κατάσταση λειτουργίας της CPU από το χρώμα της κατάστασης.



Εικόνα 5 απεικόνιση κατάστασης και σφαλμάτων plc

- Το κίτρινο φως υποδεικνύει την κατάσταση λειτουργίας STOP.
- Το πράσινο φως υποδεικνύει την κατάσταση λειτουργίας RUN.
- Η λυχνία που αναβοσβήνει υποδεικνύει την κατάσταση λειτουργίας εκκίνησης.

Υπάρχουν δύο επιπλέον LED εδώ: ERROR LED για την ένδειξη σφαλμάτων και MAINT LED για την υπόδειξη ότι απαιτείται συντήρηση.

## 1.7 Τι είναι το HMI

Η διεπαφή ανθρώπου-μηχανής (HMI) είναι η διεπαφή μεταξύ της διαδικασίας και των χειριστών. Αυτό είναι το κύριο εργαλείο για τους επόπτες γραμμών συντονίζουν και ελέγχουν τη βιομηχανική και διαδικασία παραγωγής στο εργοστάσιο. Το HMI ουσιαστικά εμφανίζει τις πραγματικές τιμές και πληροφορίες γενικότερα, που χρειάζεται να βλέπει ένας χειριστής. Τα ιδιαίτερα γραφικά που μπορούν να σχεδιαστούν στο HMI δίνουν την πραγματική έννοια για τους κινητήρες, τις βαλβίδες, τις στάθμες των δεξαμεμών και οποιαδήποτε άλλη πληροφορία και παράμετρο. Δίνει επιχειρησιακή εικόνα στη διαδικασία και επιτρέπει τον έλεγχο και βελτιστοποίηση με τη ρύθμιση της παραγωγής. Σύγχρονο HMI εστιάζει την προσοχή του χειριστή. Ο σχεδιασμός πρέπει να βοηθά τους χειριστές να δουν τι συμβαίνει. Συνδέει τους χειριστές ,τις εφαρμογές και τα μηχανήματα για μεγαλύτερη συνεργασία, αποτελεσματικότητα και οικονομία. Το HMI πρέπει να μεταφέρει τις σχετικές πληροφορίες στους κατάλληλους ανθρώπους την κατάλληλη στιγμή, δίνοντας τη δυνατότητα να πάρουν καλύτερες αποφάσεις. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα HMI του οίκου Siemens.



Εικόνα 6 απεικόνιση HMI

## 2. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της εργασίας είναι, όπως αναφέρεται και στον τίτλο, η αναβάθμιση χειρισμού ενός βιολογικού καθαρισμού. Πιο συγκεκριμένα αυτό που θέλουμε να πετύχουμε, είναι να περάσουμε από ένα απλό τοπικό χειρισμό μέσω του αρμόδιου πίνακα, σε χειρισμό και εποπτεία του συστήματος μέσω ενός συστήματος SCADA.

Τι θα περιλαμβάνει η εργασία: Αρχικά θα γίνει η επεξήγηση της υπάρχουσας κατάστασης χειρισμού, και λειτουργίας του συστήματος παρουσιάζοντας το υπάρχων ηλεκτρολογικό σχέδιο του πίνακα. Μετά θα ξεκινήσει η μελέτη για την αναβάθμιση του πίνακα διαλέγοντας ένα PLC με βάση τις ανάγκες (σήματα, ψηφιακές-αναλογικές είσοδοι-έξοδοι). Έπειτα θα πρέπει να περάσουμε από τον κλασσικό αυτοματισμό (αυτοματισμός με απλούς βοηθητικούς ηλεκτρονόμους και υλικά αυτοματισμού πχ χρονικά) σε σύγχρονο αυτοματισμό περνώντας όλα τα σήματα αυτά στο PLC. Για την λειτουργία του βιολογικού θα πρέπει να γίνει προγραμματισμός του PLC με το λογισμικό **TIA-PORTAL**, με βάση τα σήματα που θα λαμβάνει και πλέον θα ορίζει κάθε λειτουργία. Αφού έχει προηγηθεί ο προγραμματισμός του PLC θα πρέπει να γίνει και η διασύνδεση με την οθόνη (software και hardware) η οποία θα είναι αρμόδια. Τέλος για την ολοκλήρωση της αναβάθμισης έρχεται και η δουλειά του σχεδιασμού του νέου ηλεκτρολογικού πίνακα με το λογισμικό **E-Plan**. Θα γίνει λοιπόν νέα μελέτη και υλοποίηση ηλεκτρολογικού σχεδίου για την συναρμολόγηση του πίνακα ώστε να μπορεί να λειτουργήσει κανονικά βάσει του project αναβάθμισης.

### 3. ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

#### Αντλιοστάσιο

Εκεί έρχονται όλα τα νερά επεξεργασίας του εργοστασίου, είτε χημικά είτε προϊόν. Από το αντλιοστάσιο με την βοήθεια των υποβρύχιων φυγοκεντρικών αντλιών στέλνονται όλα στην δεξαμενή εξισορρόπησης, εκεί που με την βοήθεια της ανάδευσης γίνονται όλα ένα μείγμα. Αυτός είναι ο σκοπός της δεξαμενής αυτής ώστε το υλικό που θα επεξεργαστεί να έχει ομοιομορφία. Η ανάδευση γίνεται με την βοήθεια ενός φυσητήρα. Από εκεί πηγαίνει στην δεξαμενή επεξεργασίας ενώ παράλληλα στην έξοδο της εξισορρόπησης με την βοήθεια δοσομετρικών αντλιών ενισχύεται το υλικό με σόδα ή θειικό οξύ ανάλογα το Ph. Σε περίπτωση που το Ph. Είναι πάνω από 8, ενισχύεται με θειικό οξύ ώστε να μειωθεί. Στην περίπτωση που είναι μικρότερο του 5,5 ενισχύεται με σόδα για να αυξηθεί η τιμή. Στο στάδιο επεξεργασίας γίνεται διαχωρισμός νερού με τα στερεά απόβλητα κατά 70%. Τα στερεά αυτά απόβλητα μαζεύονται σε σημείο συλλογής σε μορφή λάσπης. Το υπόλοιπο 30% σε μορφή υγρού καταλήγει στην τελική δεξαμενή, αυτήν του αερισμού. Σε αυτό το στάδιο με την βοήθεια της ανάδευσης μέσω φυσητήρων και έπειτα με την καθίζηση της λάσπης, απομακρύνεται και το υπόλοιπο 30% των αποβλήτων. Πλέον το νερό είναι έτοιμο προς εξαγωγή στην αποχέτευση της πόλης.

Εικόνες πίνακα πριν την μελέτη



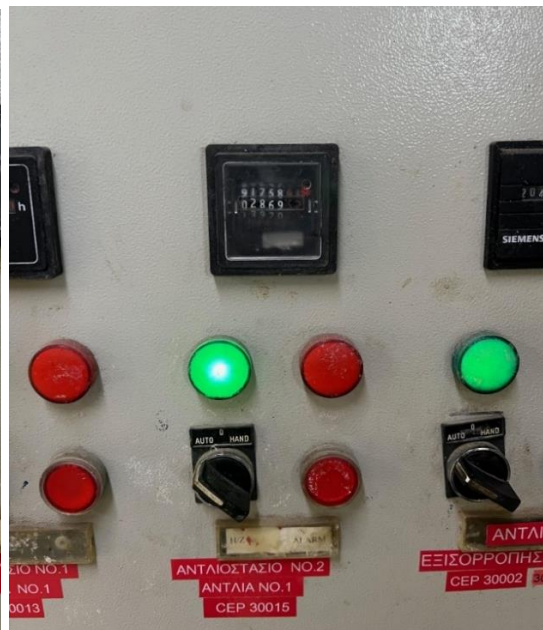
Εικόνα 7 απεικόνιση υπάρχων πίνακα



Εικόνα 8 απεικόνιση υπάρχων πίνακα



Εικόνα 9 απεικόνιση υπάρχων πίνακα



Εικόνα 10 απεικόνιση υπάρχων πίνακα





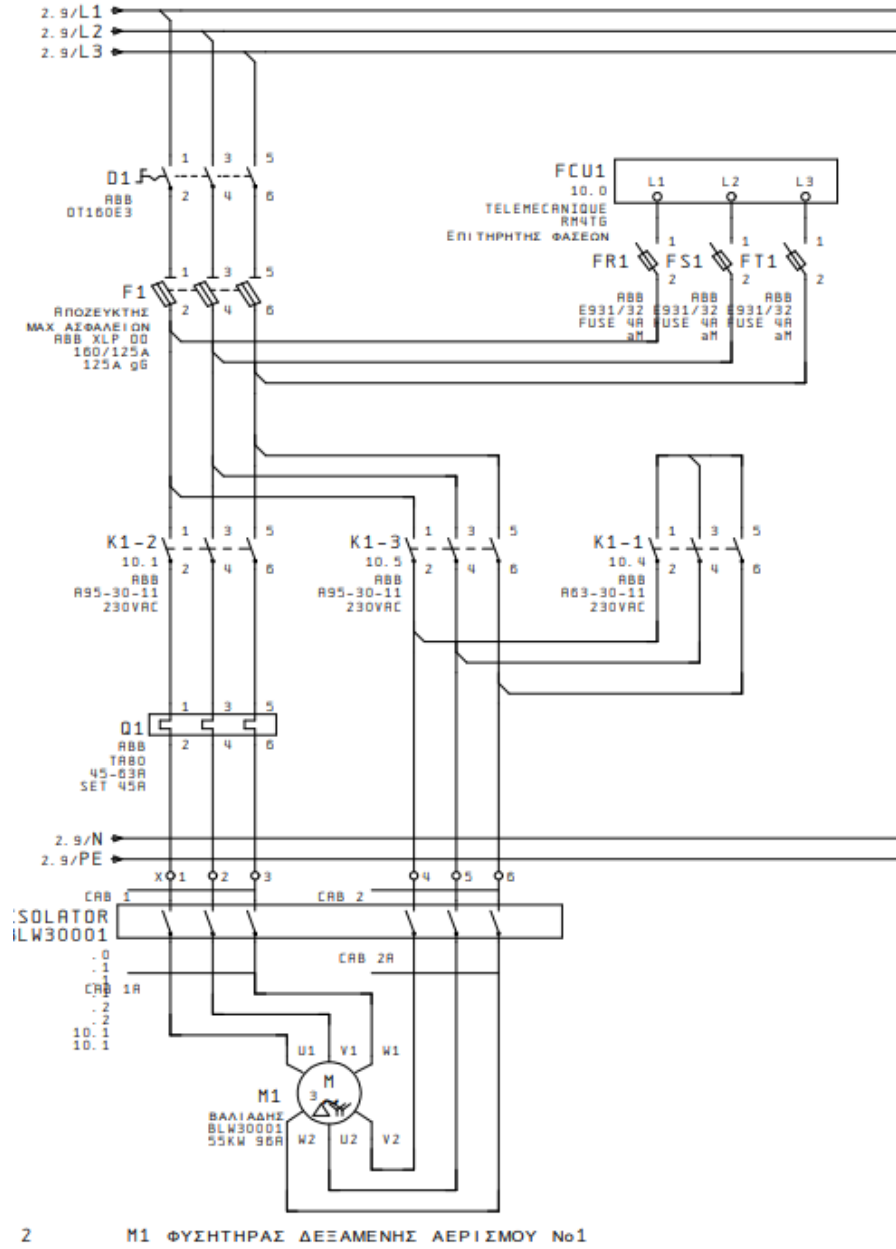
Εικόνα 11 απεικόνιση υπάρχων πίνακα

Στις παραπάνω εικόνες φαίνεται ο αρμόδιος πίνακας λειτουργίας του βιολογικού, τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά. Συγκεκριμένα εξωτερικά στην πόρτα του πίνακα φαίνονται τα κομβία χειρισμού των αντλιών και γενικότερα όλου του συστήματος. Ο χειριστής του βιολογικού πρέπει σε κάθε περίπτωση οπτικά να παρακολουθεί συνεχώς το κάθε στάδιο της διαδικασίας και να χειρίζεται ανάλογα από τον πίνακα. Επίσης υπάρχουν οι λυχνίες ενδείξεων είτε για επιβεβαίωση λειτουργίας κάποιας αντλίας είτε για την ένδειξη σφάλματος αυτής.

Το όργανο δείχνει την τιμή του Ph της δεξαμενής εξισορρόπησης το οποίο και καθορίζει τι είδους υγρό(σόδα, θειικό οξύ) θα προστεθεί στην δεξαμενή εξισορρόπησης.

# 4. ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

## 4.1 Φυσητήρας Νο1

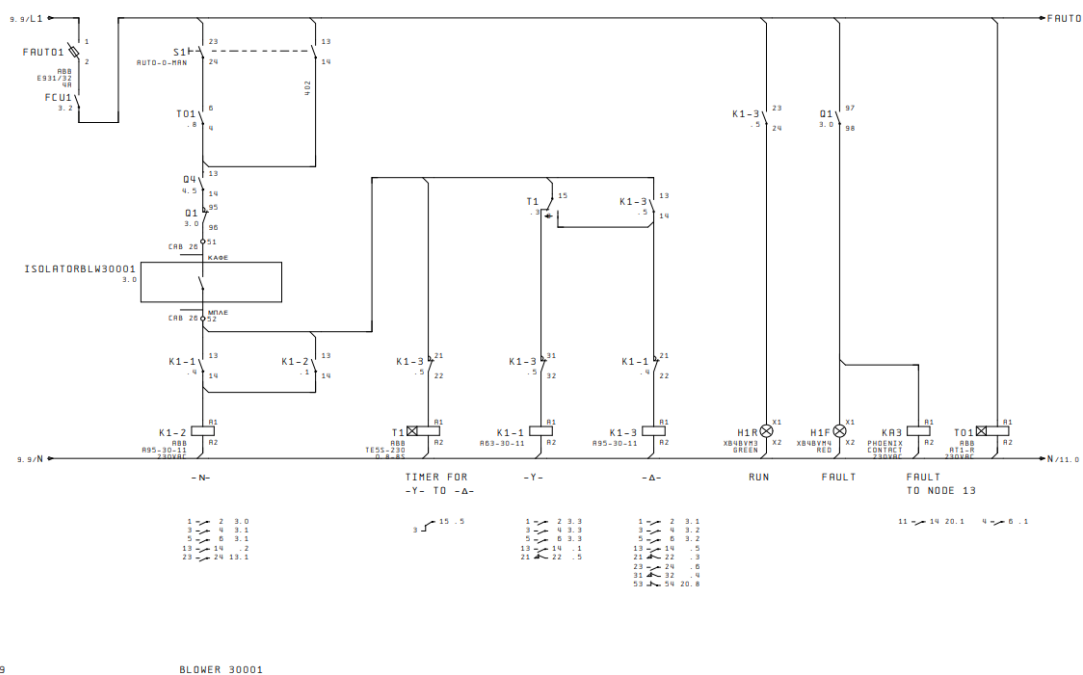


Εικόνα 12 ηλεκτρολογικό σχέδιο ισχύος φυσητήρα

Παραπάνω φαίνεται το κύκλωμα ισχύος του 1<sup>ου</sup> από τους 3 φυσητήρες σε συνδεσμολογία αστέρος - τριγώνου όπου ο έλεγχος των ηλεκτρονόμων γίνεται με κλασσικό αυτοματισμό, όπως θα δείξουμε στην παρακάτω εικόνα. Στο συγκεκριμένο κύκλωμα υπάρχουν τα παρακάτω υλικά αυτοματισμού και προστασίας.

- D1: διακόπτης ισχύος
- F1: ασφάλειο αποζεύκτης μαχαιρωτών ασφαλειών
- FCU1: επιτηρητής φάσεων
- FR1/FS1/FT1: επιμέρους ασφάλειο διακόπτες ανά φάση
- K1-1 / K1-2 / K1-3: ηλεκτρονόμοι ισχύος
- Q1: θερμικό προστασίας κινητήρα
- ISOLATOR: διακόπτης απομόνωσης
- M1: κινητήρας

## 4.2 Βοηθητικό κύκλωμα λειτουργίας κινητήρα M1



Εικόνα 13 ηλεκτρολογικό σχέδιο (βοηθητικό κύκλωμα) φυσητήρα

Στην εικόνα 13 απεικονίζεται το βοηθητικό κύκλωμα του φυσητήρα Νο1. Πιο συγκεκριμένα πρόκειται για ένα κύκλωμα αστέρος – τριγώνου το οποίο για να υλοποιηθεί χρειάζονται κάποια υλικά αυτοματισμού όπως για παράδειγμα χρονικό.

-F1AUTO: ασφάλειο διακόπτης για το βοηθητικό κύκλωμα του φυσητήρα νο1.

-FCU1 contact: επιτρέπει την διέλευση της τάση άρα και λειτουργία μόνο εάν οι 3 φάσεις φτάνουν ως τον επιτηρητή. Διαφορετικά μπορεί για παράδειγμα να έχει καεί κάποια ασφάλεια και δεν επιτρέπει την λειτουργία του κυκλώματος σε καμία περίπτωση.

-S1: επιλεκτικός διακόπτης χειρισμού που παραπέμπει σε αυτόματη και χειροκίνητη λειτουργία με βάση το κύκλωμα.

-T01: χρονικό και επαφή αυτού, λειτουργίας βάσει επιλογής 24 ωρών.

-Q4 contact: επαφή θερμομαγνητικής προστασίας του ανεμιστήρα του κινητήρα. Αυτή η επαφή επιτρέπει την λειτουργία του κυκλώματος μόνο σε περίπτωση που ο ανεμιστήρας ψύξης του κινητήρα βρίσκεται σε κανονική κατάσταση και όχι σε βλάβη.

-Q1 contact: επαφή θερμικού κινητήρα. Αυτή η επαφή επιτρέπει επίσης την λειτουργία του κυκλώματος ή και όχι, μόνο στην περίπτωση που ο κινητήρας είναι σε κανονική κατάσταση και όχι σε βλάβη.

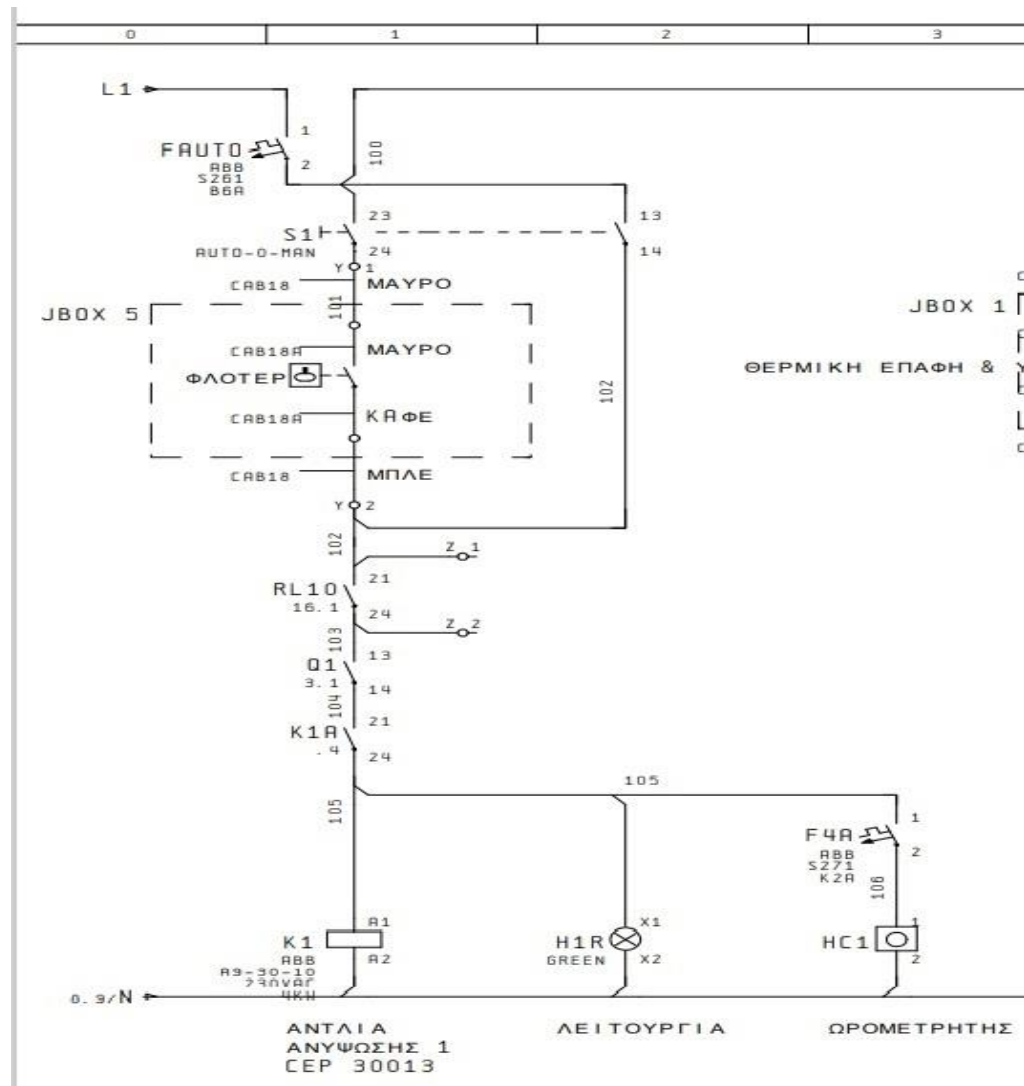
-ISOLATOR contact: ο διακόπτης και η επαφή αυτή συνήθως βρίσκονται δίπλα από τον κινητήρα και διακόπτει τόσο την τάση ισχύος όσο και την βοηθητική για λόγους ασφαλείας, σε περίπτωση που χρειαστεί να γίνει κάποια επέμβαση στον κινητήρα. Έτσι λοιπόν ακόμη και αν δεν έχει απομονώσει τον κινητήρα από τις ασφάλειες του με αυτόν τον τρόπο επιβεβαιώνεται ότι το κύκλωμα δε θα επιτρέψει την λειτουργία του κινητήρα.

-T1: χρονικό καθυστέρησης ενεργοποίησης ή απενεργοποίησης. Χρησιμοποιείται στην περίπτωση του αστέρος – τριγώνου, ώστε να επιτρέψει την λειτουργία σε πρώτο χρόνο (συνήθως στα 8 δευτερόλεπτα) την λειτουργία του κυκλώματος για τον κλάδο που καταλήγει στον ηλεκτρονόμο K1-1 (αστέρας) και με το πέρας των 8 δευτερολέπτων, μέσω της βοηθητικής επαφής αυτού του χρονικού η λειτουργία μεταβαίνει στον κλάδο που καταλήγει στο πηνίο του ηλεκτρονόμου K1-3 (τρίγωνο).

-H1F / H1R: βοηθητικές λυχνίες για την ένδειξη λειτουργίας η και βλάβης.

Επεξήγηση λειτουργίας-χειρισμού με βάσει ηλεκτρολογικού σχεδίου.

### 4.3 Αντλία ανύψωσης



Εικόνα 14 ηλεκτρολογικό σχέδιο βοηθητικού κυκλώματος αντλίας ανύψωσης

Ο παραπάνω κλάδος του ηλεκτρολογικού σχεδίου, απεικονίζει τον αυτοματισμό λειτουργίας της αντλίας ανύψωσης. Το s1 είναι ένας διακόπτης που ο χειριστής καθορίζει την αυτόματη, ή χειροκίνητη λειτουργία της αντλίας. Η αυτόματη λειτουργία εξαρτάται από ένα φλοτέρ το οποίο με βάση τη στάθμη της δεξαμενής αντλιοστασίου ανοίγει ή κλείνει την επαφή του. Σε σειρά με την επαφή θερμικής προστασίας(Q1) της αντλίας καθώς επίσης και προστασίας υγρασίας (K1A) εξασφαλίζουμε την ασφαλή λειτουργία αυτής. Το RL10 είναι επαφή ενός βοηθητικού

ηλεκτρονόμου υψηλής στάθμης της δεξαμενής (εξισορρόπησης) που επρόκειτο να σταλούν. Αφού οι παραπάνω συνθήκες είναι στην κατάλληλη κατάσταση, τότε η τάση καταλήγει τελικά στο πηνίο ενεργοποίησης του ηλεκτρονόμου της αντλίας ανύψωσης. Στην χειροκίνητη λειτουργία όπως φαίνεται στο σχέδιο, παρακάμπτεται η στάθμη της δεξαμενής του αντλιοστασίου. Επίσης υπάρχει λυχνία επιβεβαίωσης λειτουργίας της αντλίας και μετρητής ωρών λειτουργίας.

Συμπέρασμα αυτοματισμού:

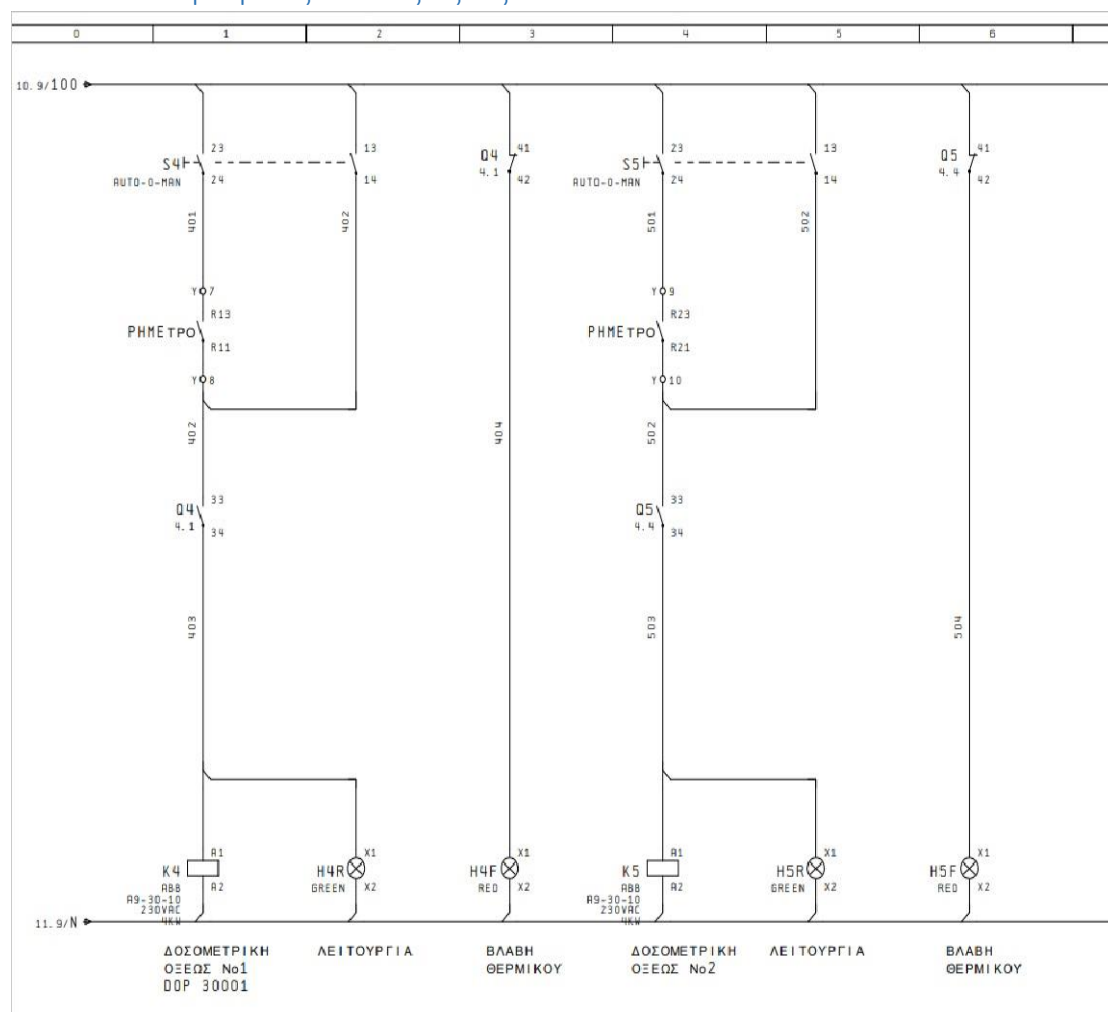
Η αντλία λειτουργεί αυτόματα εφόσον έχει επιλεγθεί από τον διακόπτη s1 και εφόσον η στάθμη της δεξαμενής αντλιοστασίου είναι πάνω από την ελάχιστη ορισμένη στάθμη. Η αντλία λειτουργεί χειροκίνητα εφόσον επιλεγθεί από τον διακόπτη s1 με μόνο κριτήριο την κατάσταση ασφαλείας της.



Συμπέρασμα αυτοματισμού:

Η αντλία λειτουργεί αυτόματα εφόσον έχει επιλεγθεί από τον διακόπτη s3 και εφόσον η στάθμη της δεξαμενής εξισορρόπησης είναι πάνω από την ελάχιστη ορισμένη στάθμη. Η αντλία λειτουργεί χειροκίνητα εφόσον επιλεγθεί από τον διακόπτη s3 με μόνο κριτήριο την κατάσταση ασφαλείας της.

#### 4.5 Δοσομετρικές αντλίες οξέος



Εικόνα 16 ηλεκτρολογικό σχέδιο βοηθητικού κυκλώματος αντλιών οξέος

Στο παραπάνω κύκλωμα βλέπουμε τον αυτοματισμό των δοσομετρικών αντλιών οξέος όπου στην αυτόματη λειτουργία εξαρτώνται από το Ρημετρο και ανάλογα της ρύθμισης αυτού όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Στην χειροκίνητη λειτουργία οι αντλίες οξέος λειτουργούν απευθείας με την ενεργοποίηση του κατάλληλου διακόπτη με μόνη προϋπόθεση την επαφή του θερμικού αντλίας.



# 5. ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΠΙΝΑΚΑ

## 5.1 Πίνακας σημάτων

Στην παρακάτω απεικόνιση ενός αρχείου excel έχουν συγκεντρωθεί οι είσοδοι/έξοδοι καθώς και κάποια χαρακτηριστικά τους, που θα χρειαστούν για την αυτόματη λειτουργία του συστήματος και έχουν προκύψει βάσει ηλεκτρολογικού σχεδίου. Ο παρακάτω πίνακας θα βοηθήσει όχι μόνο στον προγραμματισμό αλλά και στην επιλογή κάποιων υλικών, για παράδειγμα σωστή επιλογή plc με βάση τις εισόδους και τις εξόδους που χρειαζόμαστε. Πιο συγκεκριμένα χρειάζονται 31 είσοδοι εκ των οποίων οι 2 αναλογικοί και 55 έξοδοι.

inputs from	outputs to	comments	digital/analog	type	type of contact	tia portal address
RD3 ABB		current monitor	digital	controller	NC contact	M0.3
Merlin gerin pm200		Energy Analyzer	digital	controller	NO contact	M7.7
Q1		motor (blower 1)	digital	thermal conta	NC	M1.0
isolator 3001		isolator contact	digital	auxiliary conta	NO	M1.1
Q2		motor (blower 2)	digital	thermal conta	NC	M1.2
isolator 3002		isolator contact	digital	auxiliary conta	NO	M1.3
Q3		motor (blower 3)	digital	thermomagnet	NO	M1.4
Q4		motor (fan of blower 1)	digital	thermomagnet	NO	M1.5
Q5		motor (fan of blower 2)	digital	thermomagnet	NO	M1.6
Q6		motor (fan of blower 3)	digital	thermomagnet	NO	M1.7
Q7		motor (Cent pump 1)	digital	thermomagnet	NO	M2.0
Q8		motor (Cent pump 2)	digital	thermomagnet	NO	M2.1
Q9		motor (Cent pump 3)	digital	thermomagnet	NO	M2.2
Q10		motor (Cent pump 4)	digital	thermomagnet	NO	M2.3
Q11		motor (Cent pump 5)	digital	thermomagnet	NO	M2.4
Q12		motor (Cent pump 6)	digital	thermomagnet	NO	M2.5
Q13		motor (Cent pump 7)	digital	thermomagnet	NO	M2.6
Q14		motor (Agitator 1)	digital	thermomagnet	NO	M2.7
Q15		Spare	digital	thermomagnet	NO	M3.0
FCU1		voltage monitor	digital	controller	NO contact	M3.1
FCU2		voltage monitor	digital	controller	NO contact	M3.2
	signal to K1-2	main relay of motor (blower 1)	digital	relay coil		M3.4
	signal to K1-1	star relay of motor (blower 1)	digital	relay coil		M3.5
	signal to K1-3	delta relay of motor (blower 1)	digital	relay coil		M3.6
	signal to H1R	run led of motor (blower 1)	digital	led		
	signal to H1F	fault led of motor (blower 1)	digital	led		
	signal to K2-2	main relay of motor (blower 2)	digital	relay coil		M4.4
	signal to K2-1	star relay of motor (blower 2)	digital	relay coil		M4.5
	signal to K2-3	delta relay of motor (blower 2)	digital	relay coil		M4.6
	signal to H2R	run led of motor (blower 2)	digital	led		
	signal to H1F	fault led of motor (blower 2)	digital	led		
	signal to K3-2	main relay of motor (blower 3)	digital	relay coil		M5.1
	signal to K3-1	star relay of motor (blower 3)	digital	relay coil		M5.2
	signal to K3-3	delta relay of motor (blower 3)	digital	relay coil		M5.3

Εικόνα 17 πίνακες σημάτων εισόδων/εξόδων

	signal to K4	main relay of motor (fan of blower 1)	digital	relay coil		M4.2
	signal to H4R	run led of motor (fan of blower 1)	digital	led		
	signal to H4F	fault led of motor (fan of blower 1)	digital	led		
	signal to K5	main relay of motor (fan of blower 2)	digital	relay coil		M4.7
	signal to H5R	run led of motor (fan of blower 2)	digital	led		
	signal to H5F	main relay of motor (fan of blower 2)	digital	led		
	signal to K6	main relay of motor (fan of blower 3)	digital	relay coil		M5.4
	signal to H6R	run led of motor (fan of blower 3)	digital	led		
	signal to H6F	fault led of motor (fan of blower 3)	digital	led		
	signal to K7	main relay of motor (cent pump 1)	digital	relay coil		M0.5 (M0.4 input start)
	signal to H7R	run led of motor (cent pump 1)	digital	led		
	signal to H7F	fault led of motor (cent pump 1)	digital	led		
	signal to K8	main relay of motor (cent pump 2)	digital	relay coil		M5.6
	signal to H8R	run led of motor (cent pump 2)	digital	led		
	signal to H8F	fault led of motor (cent pump 2)	digital	led		
	signal to K9	main relay of motor (cent pump 3)	digital	relay coil		M6.1
	signal to H9R	run led of motor (cent pump 3)	digital	led		
	signal to H9F	fault led of motor (cent pump 3)	digital	led		
	signal to K10	main relay of motor (cent pump 4)	digital	relay coil		M7.2
	signal to H10R	run led of motor (cent pump 4)	digital	led		
	signal to H10F	fault led of motor (cent pump 4)	digital	led		
	signal to K11	main relay of motor (cent pump 5)	digital	relay coil		
	signal to H11R	run led of motor (cent pump 5)	digital	led		
	signal to H11F	fault led of motor (cent pump 5)	digital	led		
	signal to K12	main relay of motor (cent pump 6)	digital	relay coil		M7.5
	signal to H12R	run led of motor (cent pump 6)	digital	led		
	signal to H12F	fault led of motor (cent pump 6)	digital	led		
	signal to K13	main relay of motor (cent pump 7)	digital	relay coil		
	signal to H13R	run led of motor (cent pump 7)	digital	led		
	signal to H13F	fault led of motor (cent pump 7)	digital	led		
	signal to K14	main relay of motor (cent pump 8)	digital	relay coil		
	signal to H14R	run led of motor (cent pump 8)	digital	led		
	signal to H14F	fault led of motor (cent pump 8)	digital	led		

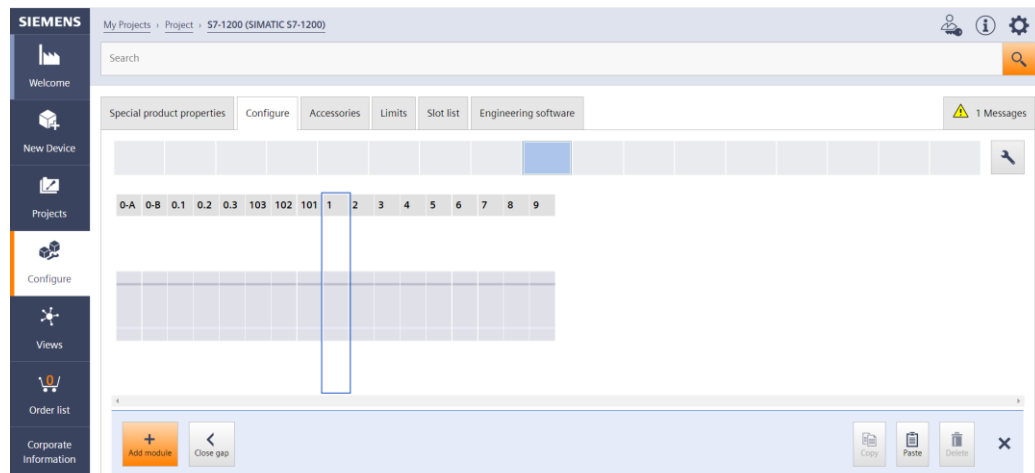
Εικόνα 18 πίνακες σημάτων εισόδων/εξόδων

	signal to K15*	main relay of motor (cent pump 7)	digital	relay coil	
	signal to H15R*	run led of motor (cent pump 7)	digital	led	
	signal to H15F*	fault led of motor (cent pump 7)	digital	led	
	signal to K16*	main relay of motor (cent pump 8)	digital	relay coil	
	signal to H16R*	run led of motor (cent pump 8)	digital	led	
	signal to H16F*	fault led of motor (cent pump 8)	digital	led	
r11		alarm pump station 1	digital	float sensor NO	M3.7
r12		alarm pump station 2	digital	float sensor NO	
r13		alarm balance tank	digital	float sensor NO	M4.0
	signal to beacon	alarm level of tanks	digital	relay coil	
reset beacon			digital	button	
Phmeter			analog	4-20mA	M
Flowmeter			analog	4-20mA	
Emergency stop		safety circuit	digital	button NC	M0.1
humidity sensor of pump 1			digital	humidity conta NC	M6.3
humidity sensor of pump 2			digital	humidity conta NC	M6.4
humidity sensor of pump 3			digital	humidity conta NC	M6.5
Start blower 1					M3.3
Start blower 2					M4.3
Start blower 3					M5.0
Start pump 1					M0.4
Start pump 2					M5.5
Start pump 3 (balance pump)					M6.0
Start pump 4 (exit pump)					M7.1
Start pump 6 (waste pump)					M7.4
Stop blower 1					M6.6
Stop blower 2					M6.7
Stop blower 3					M7.0
Stop pump 1					M0.6
Stop pump 4					M7.3
Stop pump 6					M7.6
		Signal to acid pump			m8.0
		Signal to soda pump			m8.1

Εικόνα 19 πίνακες σημάτων εισόδων/εξόδων

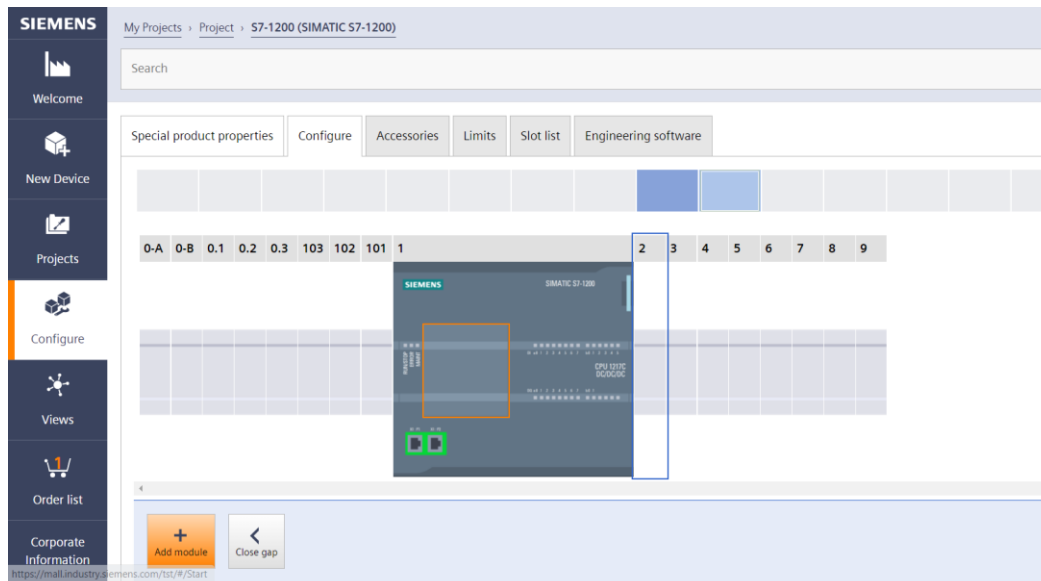
## 5.2 Επιλογή υλικών plc

Για την επιλογή υλικών χρειάστηκε να συγκεντρωθούν με μια πρώτη εκτίμηση τα στοιχεία του παραπάνω πίνακα. Η επιλογή έγινε με την βοήθεια του λογισμικού Siemens selection tool που σου δίνει την δυνατότητα όπως φαίνεται παρακάτω, την μονάδα που χρειάζεται για να καλυφθούν οι απαιτήσεις του κάθε έργου. Στην εικόνα 20 φαίνεται η αρχική σελίδα.



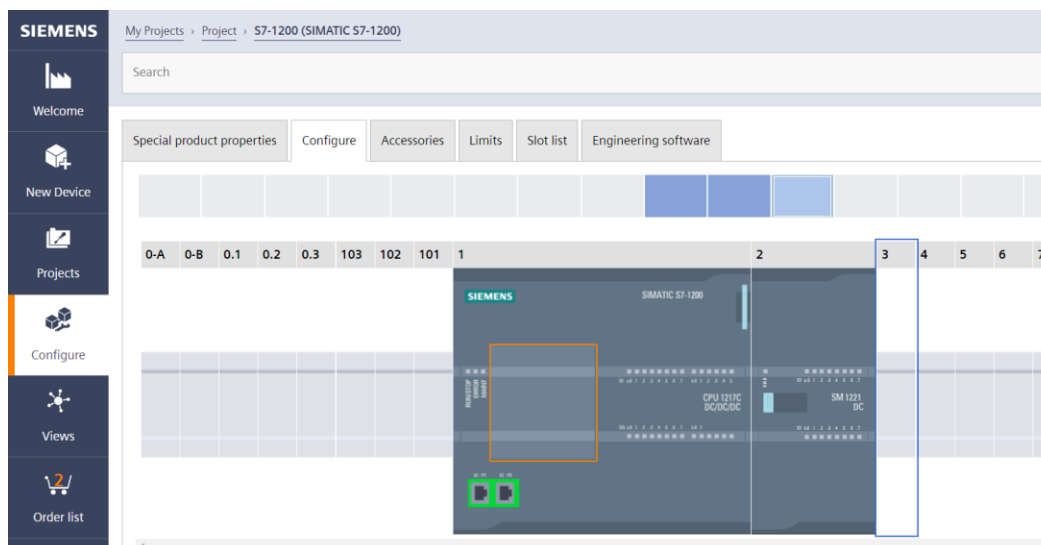
Εικόνα 20 υλικά hardware plc

Παρακάτω έχει προστεθεί η CPU 1217C DC/DC/DC, η οποία περιλαμβάνει 14 digital inputs, 10 digital outputs, 2 analog inputs και 2 analog output.



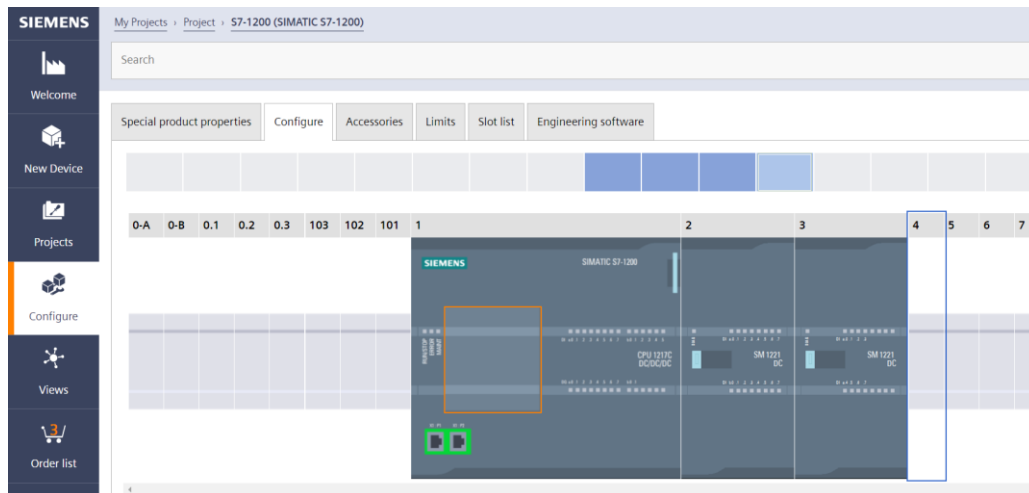
Εικόνα 21 υλικά hardware plc

Στην επόμενη εικόνα έχει προστεθεί η πρώτη κάρτα επέκτασης ψηφιακών εισόδων digital input SM 1221 DC, 16DI 24Vdc.



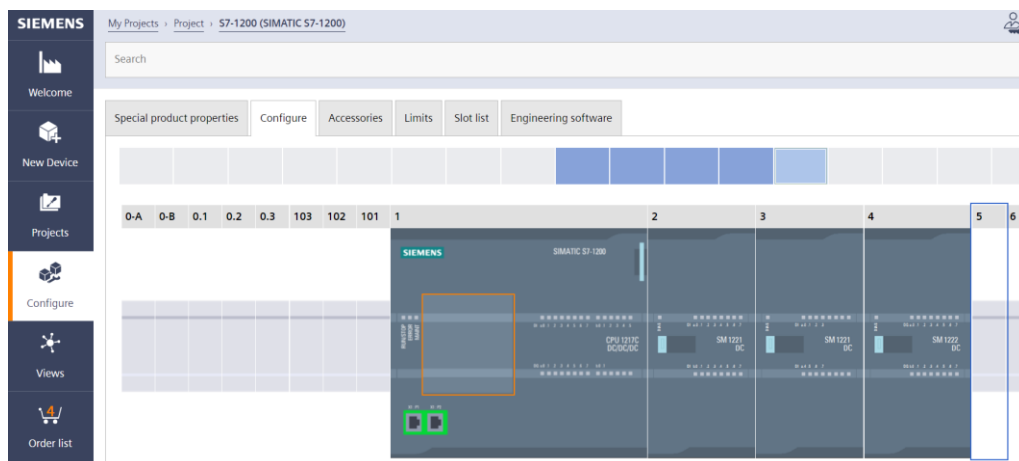
Εικόνα 22 υλικά hardware plc

Στην εικόνα 23 έχει προστεθεί και η δεύτερη κάρτα επέκτασης, αυτή την φορά με 8 ψηφιακών εισόδων digital input SM 1221 DC, 8DI 24Vdc.



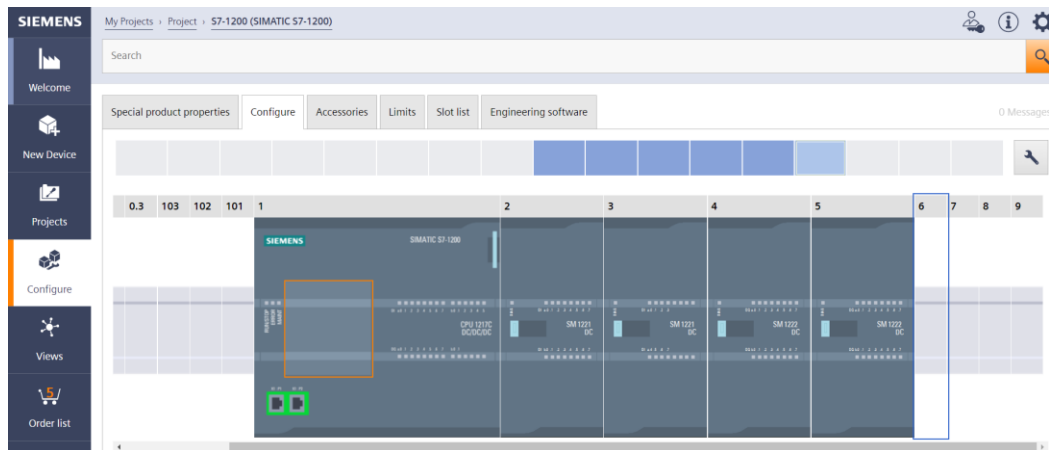
Εικόνα 23 υλικά hardware plc

Στην εικόνα 24 έχει προστεθεί η κάρτα επέκτασης 16 DO ψηφιακών εξόδων SM 1222 DC.



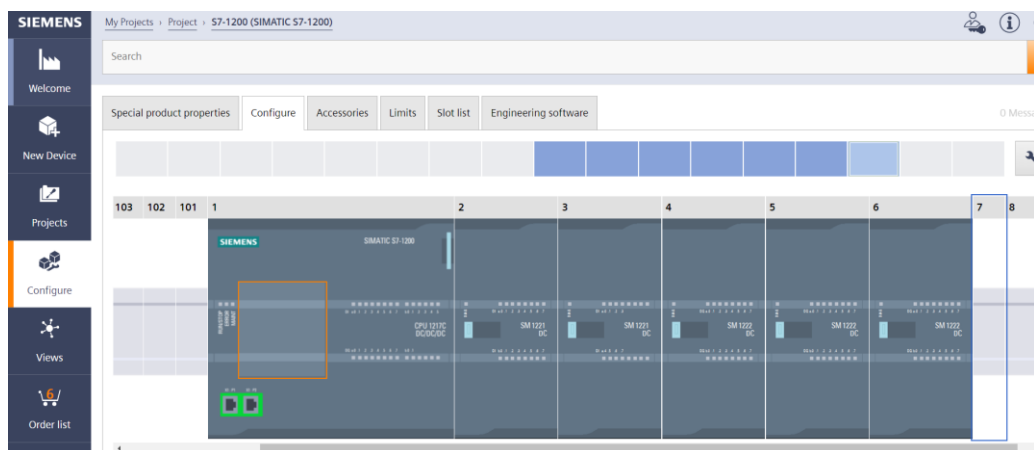
Εικόνα 24 υλικά hardware plc

Στην εικόνα 25 έχει προστεθεί και η δεύτερη κάρτα επέκτασης 16 DO ψηφιακών εξόδων SM 1222 DC.



Εικόνα 25 υλικά hardware plc

Στην εικόνα 26 έχει προστεθεί η Τρίτη κάρτα επέκτασης 16 DO ψηφιακών εξόδων SM 1222 DC.



Εικόνα 26 υλικά hardware plc

Στις εικόνες 27 & 28 φαίνεται η λίστα προϊόντων που έχει βγει από την επιλογή υλικών, δίνοντας την δυνατότητα παραγγελίας.



Εικόνα 27 υλικά hardware plc

Order list Project Project **SIEMENS**

**1. Order list**

S7-1200			
Article number	Name	Quantity	Single parts
6ES7217-1AG40-0XB0	CPU 1217C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI/2AQ	1 Pieces	1
6ES7221-1BH32-0XB0	Digital Input SM 1221, 16DI, 24V DC	1 Pieces	1
6ES7221-1BF32-0XB0	Digital Input SM 1221, 8DI, 24V DC	1 Pieces	1
6ES7222-1BH32-0XB0	Digital Output SM1222, 16 DO, 24V DC	3 Pieces	3

Εικόνα 28 υλικά hardware plc

### 5.3 Προγραμματισμός plc

Το πρόγραμμα το οποίο γράφτηκε για να καλύψει τις ανάγκες και τις απαιτήσεις της εργασίας θα αναφερθεί παρακάτω και θα σχολιαστεί αναλυτικά. Θα περιλαμβάνει τα εξής:

- Δήλωση μεταβλητών που χρειάζεται (βλέπε για βοήθεια πίνακα εισόδων/εξόδων)
- Function Block για περιπτώσεις όπως απευθείας εκκίνηση, εκκίνηση αστέρος τριγώνου, εκκίνηση 2 φορών περιστροφής.
- Κυρίως πρόγραμμα το οποίο κατά περιπτώσεις καλεί και function block
- Οθόνη HMI για χειρισμό και εποπτεία του συστήματος.

## STEP 7 Basic V14 (TIA Portal V14) λογισμικό προγραμματισμού.

Το λογισμικό STEP 7 Basic V14 (TIA Portal V14) είναι το εργαλείο προγραμματισμού για τα ακόλουθα συστήματα αυτοματισμού:

– SIMATIC S7-1200

– Βασικοί πίνακες

Το Basic V14 παρέχει τις ακόλουθες λειτουργίες για την αυτοματοποίηση ενός συστήματος:

– Διαμόρφωση και εκχώρηση παραμέτρων του υλικού

– Προδιαγραφή της επικοινωνίας

– Προγραμματισμός

– Δοκιμή, θέση σε λειτουργία και σέρβις με λειτουργικές/διαγνωστικές λειτουργίες

– Τεκμηρίωση

– Δημιουργία οπτικοποιήσεων για βασικούς πίνακες SIMATIC χρησιμοποιώντας το ενσωματωμένο WinCC Basic Λογισμικό

– Παρέχεται υποστήριξη για όλες τις λειτουργίες μέσω λεπτομερούς ηλεκτρονικής βοήθειας.

### Project

Για να εφαρμόσετε μια λύση για μια εργασία αυτοματισμού και οπτικοποίησης, δημιουργείτε ένα έργο στο TIA PORTAL. Ένα έργο στο TIA PORTAL περιέχει τα δεδομένα διαμόρφωσης και διαμόρφωση διαδικτύου των συσκευών καθώς και των προγραμμάτων και της διαμόρφωσης της οπτικοποίησης.

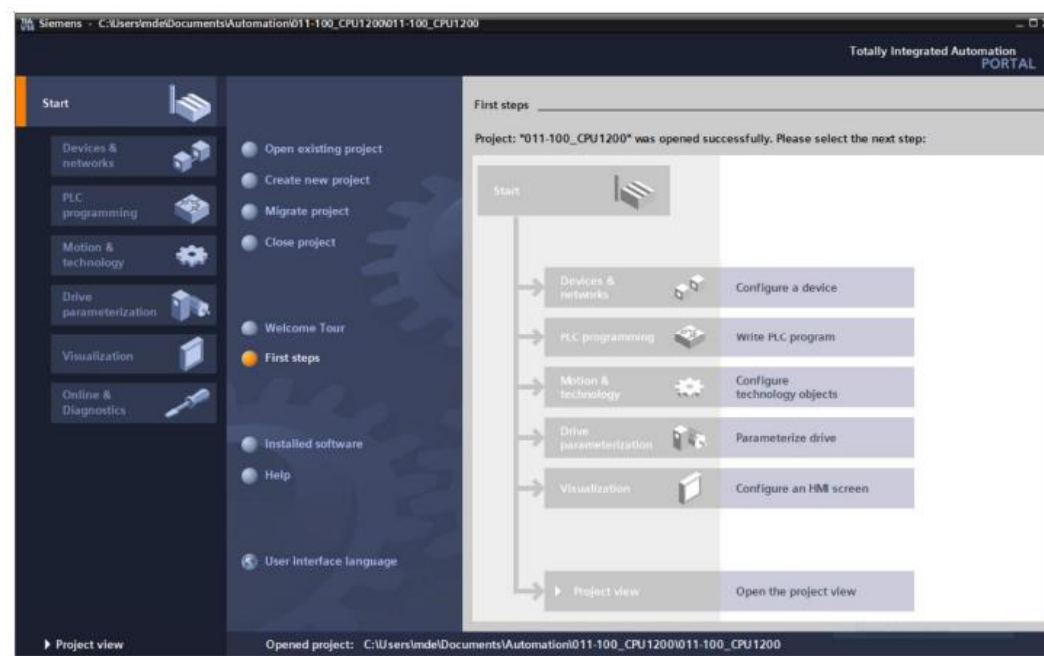
### Διαμόρφωση υλικού

Η διαμόρφωση υλικού περιλαμβάνει τη διαμόρφωση των συσκευών, που αποτελείται από το υλικό του συστήματος αυτοματισμού, οι συσκευές πεδίου στο σύστημα διαύλου PROFINET και το υλικό για την οπτικοποίηση. Η διαμόρφωση των δικτύων καθορίζει την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων εξαρτήματα υλικού. Μεμονωμένα στοιχεία υλικού εισάγονται στο υλικό διαμόρφωση από καταλόγους. Το υλικό των συστημάτων αυτοματισμού SIMATIC S7-1200 περιλαμβάνει τον

ελεγκτή (CPU), τον μονάδες σήματος για σήματα εισόδου και εξόδου (SM), οι μονάδες επικοινωνίας (CM) και άλλα ενότητες ειδικού σκοπού. Οι μονάδες σήματος και οι συσκευές πεδίου συνδέουν τα δεδομένα εισόδου και εξόδου της διαδικασίας που πρόκειται να γίνει αυτοματοποιημένο και οπτικοποιημένο στο σύστημα αυτοματισμού. Η διαμόρφωση υλικού επιτρέπει τη λήψη λύσεων αυτοματισμού και οπτικοποίησης στο σύστημα αυτοματισμού και η πρόσβαση στις συνδεδεμένες μονάδες σήματος από τον ελεγκτή.

### TIA Portal – Προβολή έργου

Το TIA PORTAL έχει δύο σημαντικές προβολές. Κατά την εκκίνηση, το TIA Portal εμφανίζει την προκαθορισμένη προβολή. Αυτή η προβολή διευκολύνει το ξεκίνημα, ειδικά για αρχάριους χρήστες. Η προβολή πύλης παρέχει μια προβολή προσανατολισμένη στην εργασία των εργαλείων για την εργασία στο έργο. Εδώ, μπορείς να αποφασίσεις γρήγορα τι θέλεις να κάνεις και να ανοίξεις το εργαλείο για τη συγκεκριμένη εργασία. Εάν είναι απαραίτητο, η αλλαγή στην προβολή έργου πραγματοποιείται αυτόματα για την επιλεγμένη εργασία. Το σχήμα 1 δείχνει την όψη. Κάτω αριστερά, υπάρχει μια επιλογή για εναλλαγή μεταξύ αυτής της προβολής και την προβολή του έργου.



Εικόνα 29 προβολή διαμόρφωσης έργου



Παρακάτω φαίνεται το πρώτο function block που έγινε για να καλείται σε περιπτώσεις εκκίνησης για κινητήρα 2 φορών περιστροφής.

Totally Integrated Automation Portal					
Project Biological / PLC_1 [CPU 1217C DC/DC/DC] / Program blocks					
2 rotation start motor [FC2]					
<b>2 rotation start motor Properties</b>					
<b>General</b>					
Name	2 rotation start motor	Number	2	Type	FC
Numbering	Automatic			Language	LAD
<b>Information</b>					
Title		Author		Comment	
Version	0.1	User-defined ID		Family	
<b>2 rotation start motor</b>					
Name		Data type		Supervision	Comment
▼ Input					
StartMotor_L		Bool			
StopRotationMotor		Bool			
StartMotor_R		Bool			
Output					
▼ InOut					
Lrotation		Bool			
Rrotation		Bool			
Temp					
Constant					
▼ Return					
2 rotation start motor		Void			
<b>Network 1: 2 rotation</b>					
2 rotation					

Εικόνα 30 προγραμματισμός plc

Το παρακάτω function block ονομάστηκε direct start motor και θα εξυπηρετεί τα σήματα για απευθείας εκκίνηση κινητήρων.

Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Project Biological / PLC\_1 [CPU 1217C DC/DC/DC] / Program blocks

Direct Start motor [FC1]

**Direct Start motor Properties**

**General**

Name	Direct Start motor	Number	1	Type	FC	Language	LAD
Numbering	Automatic						

**Information**

Title		Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

**Direct Start motor**

Name	Data type	Default value	Supervision	Comment
▼ Input				
direct start input	Bool			
direct stop input	Bool			
▼ Output				
direct start output	Bool			
InOut				
Temp				
Constant				
▼ Return				
Direct Start motor	Void			

**Network 1: Direct start motor**

Direct start motor

Εικόνα 31 προγραμματισμός plc

Το επόμενο function block περιλαμβάνει σήματα και ότι χρειάζεται για την εκκίνηση σε συνδεσμολογία αστέρος-τριγώνου.



Totally Integrated Automation Portal								
<b>Project Biological / PLC_1 [CPU 1217C DC/DC/DC]</b>								
<b>PLC tags</b>								
Name	Data type	Address	Retain	Accessi-ble from HMI/OPC UA	Writab-le from HMI/OPC UA	Visible in HMI engi-neering	Supervision	Comment
emergency stop	Bool	%M0.1	False	True	True	True		
safety ok	Bool	%M0.2	False	True	True	True		
rd3 current control ok	Bool	%M0.3	False	True	True	True		
direct start inp pump1	Bool	%M0.4	False	True	True	True		
direct start (out to k7 pump1)	Bool	%M0.5	False	True	True	True		
direct stop inp pump 1	Bool	%M0.6	False	True	True	True		
direct start out	Bool	%M0.7	False	True	True	True		
Q1 blw 1 thermal contact	Bool	%M1.0	False	True	True	True		
Isolator 3001	Bool	%M1.1	False	True	True	True		
Q2 blw 2 thermal contact	Bool	%M1.2	False	True	True	True		
Isolator 3002	Bool	%M1.3	False	True	True	True		
Q3 blw 3 thermomagnetic contact	Bool	%M1.4	False	True	True	True		
Q4 fan of blw 1	Bool	%M1.5	False	True	True	True		
Q5 fan of blw 2	Bool	%M1.6	False	True	True	True		
Q6 fan of blw 3	Bool	%M1.7	False	True	True	True		
Q7 cent pump 1	Bool	%M2.0	False	True	True	True		
Q8 cent pump 2	Bool	%M2.1	False	True	True	True		
Q9 cent pump 3	Bool	%M2.2	False	True	True	True		
Q10 cent pump 4	Bool	%M2.3	False	True	True	True		
Q11 cent pump 5	Bool	%M2.4	False	True	True	True		
Q12 cent pump 6	Bool	%M2.5	False	True	True	True		
Q13 cent pump 7	Bool	%M2.6	False	True	True	True		
Q14 agitator 1	Bool	%M2.7	False	True	True	True		
Q15 spare	Bool	%M3.0	False	True	True	True		
FCU1 voltage monitor	Bool	%M3.1	False	True	True	True		
FCU2 voltage monitor	Bool	%M3.2	False	True	True	True		
Start blw 1 (M1)	Bool	%M3.3	False	True	True	True		
Start Main relay K1-2	Bool	%M3.4	False	True	True	True		
Start Star relay K1-1	Bool	%M3.5	False	True	True	True		
Start Delta relay K1-3	Bool	%M3.6	False	True	True	True		
Level sensor 1 at pumpStation	Bool	%M3.7	False	True	True	True		
level sensor at Balance tank	Bool	%M4.0	False	True	True	True		
ok to transfer from pumpst. to bal-ance tank	Bool	%M4.1	False	True	True	True		
Start fan of blw 1 (out to K4)	Bool	%M4.2	False	True	True	True		
Start blw 2 (M2)	Bool	%M4.3	False	True	True	True		
Start Main relay K2-2	Bool	%M4.4	False	True	True	True		
Start Star relay K2-1	Bool	%M4.5	False	True	True	True		
Start Delta relay K2-3	Bool	%M4.6	False	True	True	True		
Start fan of blw 2 (out to K5)	Bool	%M4.7	False	True	True	True		
Start blw 3 (M3)	Bool	%M5.0	False	True	True	True		
Start Main relay K3-2	Bool	%M5.1	False	True	True	True		
Start Star relay K3-1	Bool	%M5.2	False	True	True	True		
Start Delta relay K3-3	Bool	%M5.3	False	True	True	True		
Start fan of blw 3 (out to K6)	Bool	%M5.4	False	True	True	True		
direct start inp pump2	Bool	%M5.5	False	True	True	True		
direct start (out to k8 pump1)	Bool	%M5.6	False	True	True	True		
direct stop inp pump 2	Bool	%M5.7	False	True	True	True		
direct start inp pump3	Bool	%M6.0	False	True	True	True		
direct start (out to k9 pump3)	Bool	%M6.1	False	True	True	True		
direct stop inp pump 3	Bool	%M6.2	False	True	True	True		
Humidity contact pump1	Bool	%M6.3	False	True	True	True		
Humidity contact pump 2	Bool	%M6.4	False	True	True	True		
Humidity contact pump 3	Bool	%M6.5	False	True	True	True		
Stop blw 1 (M1)	Bool	%M6.6	False	True	True	True		
Stop blw 2 (M2)	Bool	%M6.7	False	True	True	True		
Stop blw 3 (M3)	Bool	%M7.0	False	True	True	True		

Εικόνα 33 προγραμματισμός plc

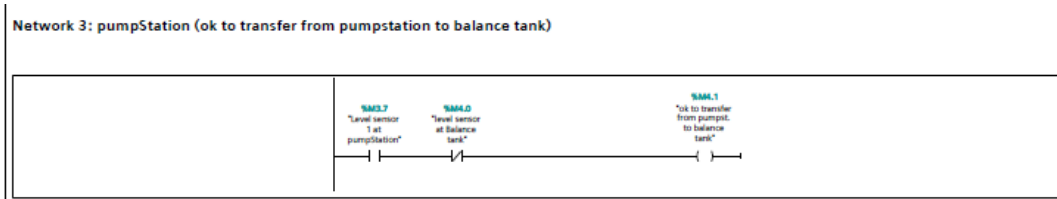
## 5.4 Κυρίως πρόγραμμα

Παρακάτω είναι η απεικόνιση του main program και χωρίζεται σε διάφορα networks.

Totally Integrated Automation Portal					
Project Biological / PLC_1 [CPU 1217C DC/DC/DC] / Program blocks					
Main [OB1]					
<b>Main Properties</b>					
<b>General</b>					
Name	Main	Number	1	Type	OB
Numbering	Automatic			Language	LAD
<b>Information</b>					
Title	"Main Program Sweep (Cycle)"	Author		Comment	
Version	0.1	User-defined ID			
<b>Main</b>					
Name		Data type	Default value	Supervision	Comment
▼ Input					
Initial_Call		Bool			Initial call of this OB
Remanence		Bool			=True, if remanent data are available
▼ Temp					
ret		Bool			
t1value		Bool			
Constant					
<b>Network 1: safety circuit</b>					
<b>Network 2: Start Blower M1</b>					

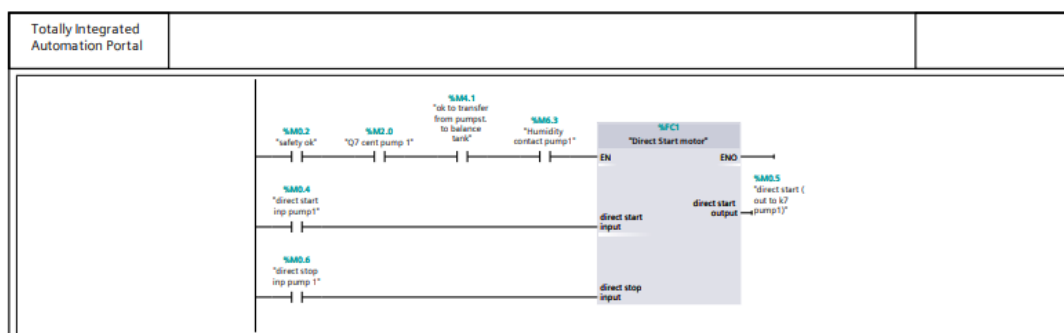
Εικόνα 34 προγραμματισμός plc

Το network 1 περιλαμβάνει τα σήματα ασφαλείας και το emergency stop του κυκλώματος. Το rd3 προέρχεται από την επαφή του επιτηρητή διαρροής ρεύματος. Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση διαρροής ρεύματος το σήμα θα κόψει όπως και το emergency stop κάθε λειτουργία. Στο network 2 έχει ονομαστεί start blower M1 και έχει κληθεί το function block για την εκκίνηση κινητήρα σε συνδεσμολογία αστέρο-τριγώνου. Προστέθηκαν πάνω σε αυτό τα πραγματικά σήματα είσοδοι έξοδοι του κινητήρα(M1).



Εικόνα 35 προγραμματισμός plc

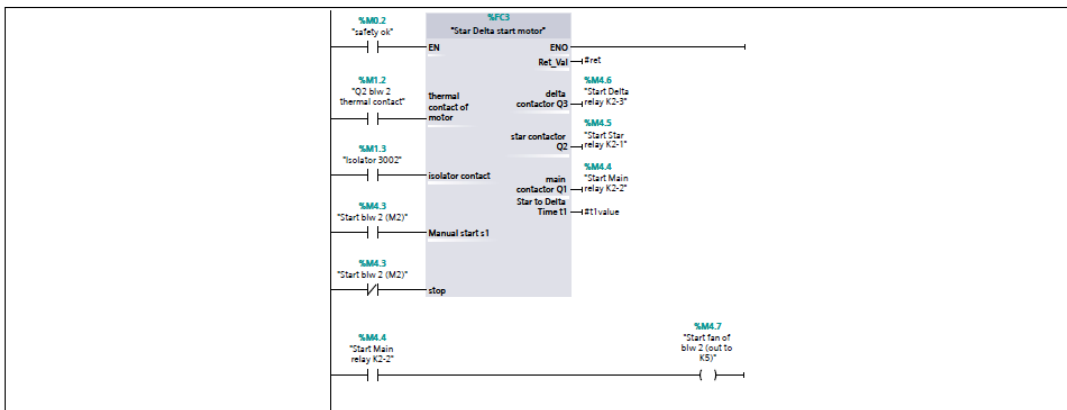
Το network 3 περιλαμβάνει τις επαφές από τα αισθητήρια στάθμης ώστε να επιβεβαιώνεται σε κάθε περίπτωση ότι μπορεί να γίνει μεταφορά από το αντλιοστάσιο προς την δεξαμενή εξισορρόπησης.



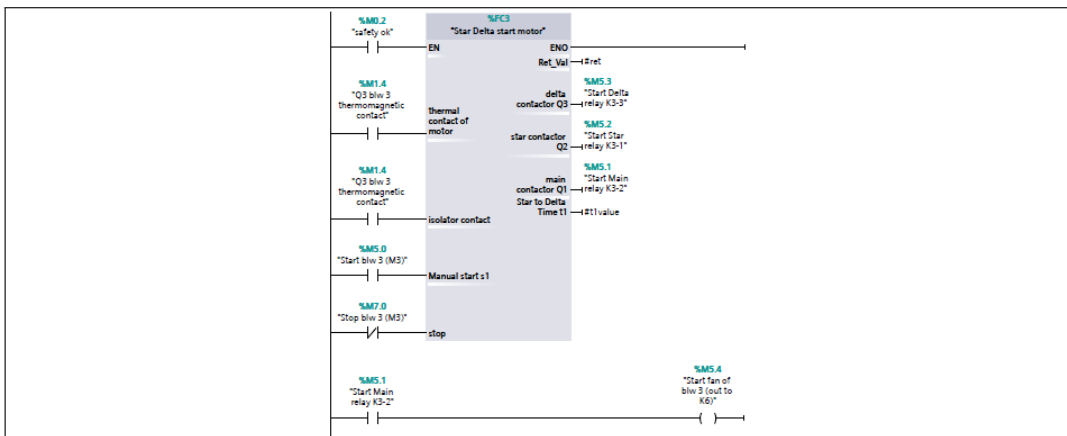
Εικόνα 36 προγραμματισμός plc

Στο network 4 έχει κληθεί το function block για απευθείας εκκίνηση και έχουν προστεθεί τα σήματα της pump 1.

Network 6: Start Blower M2

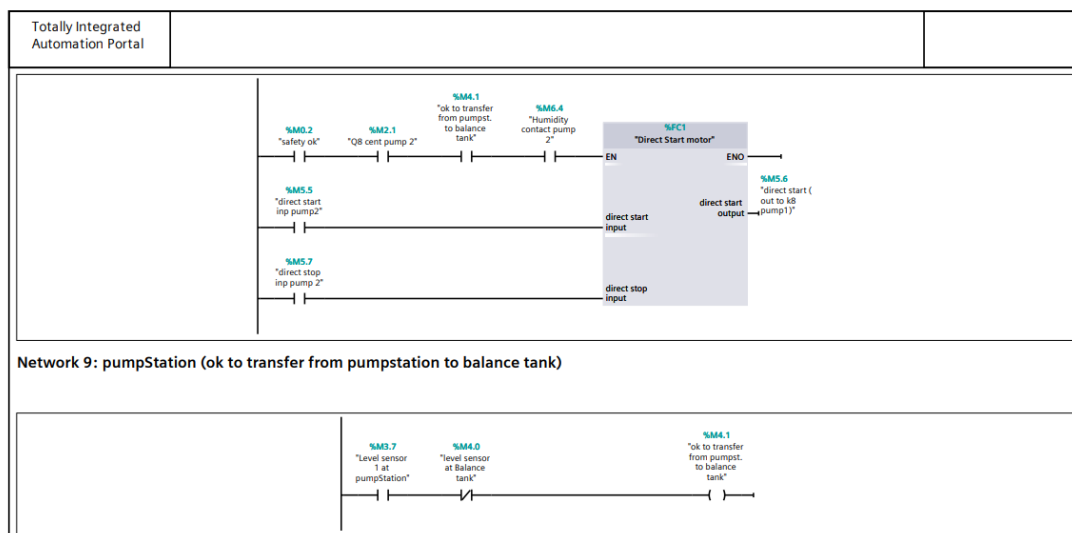


Network 7: Start Blower M3



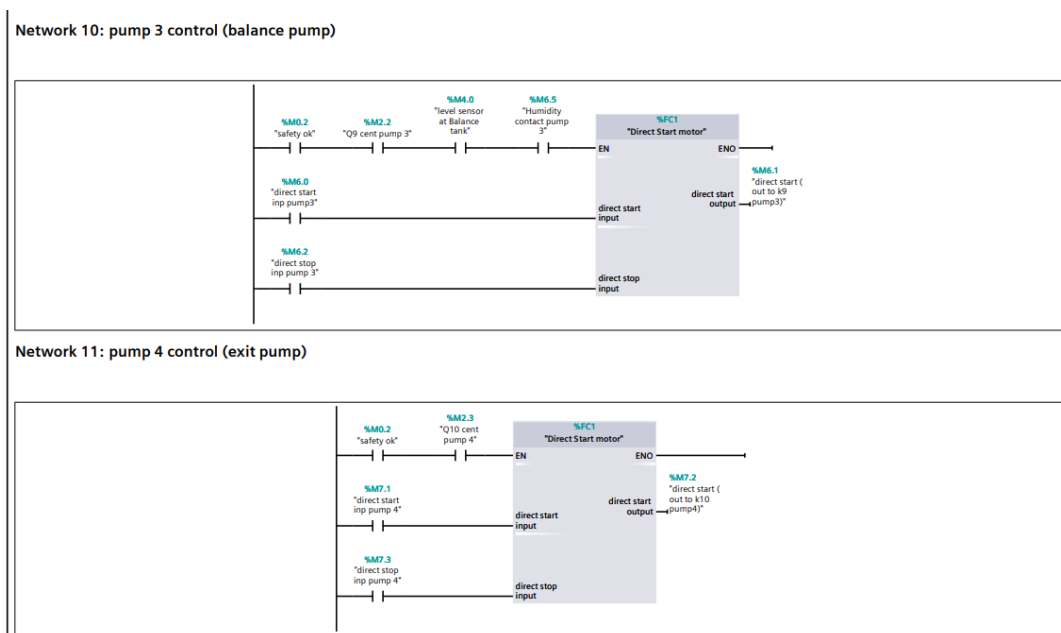
Εικόνα 37 προγραμματισμός plc

Network 6 & 7 πρόκειται για το κύκλωμα των φυσητήρων 2 και 3 καλώντας και πάλι το function block για εκκίνηση αστέρος – τριγώνου. Όπως παρατηρείται ταυτόχρονα με την λειτουργία των φυσητήρων και με την προσθήκη της τελευταίας γραμμής, πραγματοποιείται και η εκκίνηση των ανεμιστήρων ψύξης του κυρίως κινητήρα.



Εικόνα 38 προγραμματισμός plc

Στο network 9 ουσιαστικά είναι μια συνθήκη για να επιτρέπεται στις αντλίες του αντλιοστασίου βάσει στάθμης να λειτουργούν και να μεταφέρουν στην δεξαμενή εξισορρόπησης, λαμβάνοντας υπόψιν και την υψηλή στάθμη της.

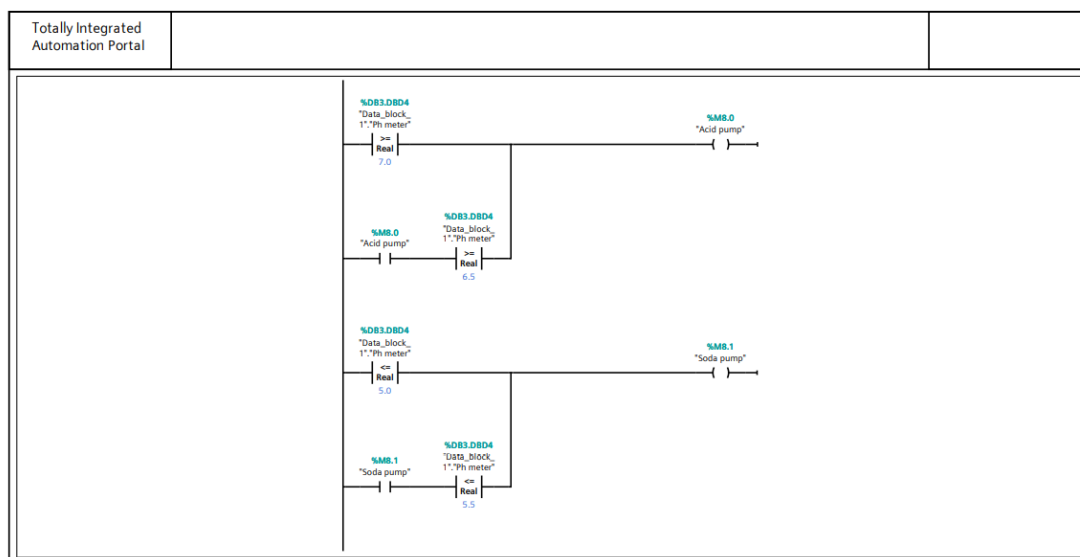


Εικόνα 39 προγραμματισμός plc



Το network 10 & 11 περιλαμβάνει 2 αντλίες απευθείας εκκίνησης.

Network 13: analog signals		



Εικόνα 40 προγραμματισμός plc

Στο network 13 βλέπουμε μια ακόμη συνθήκη, η οποία καθορίζει την αυτόματη λειτουργία των αντλιών οξέος και σόδας ανάλογα με την μέτρηση του pH. Όταν η τιμή του pH είναι μεγαλύτερη ή ίση του 7 τότε η συνθήκη επιτρέπει στην αντλία οξέος να λειτουργεί μέχρι η τιμή να γίνει μικρότερη του 6.5. Αντίστοιχα όταν η τιμή του pH είναι μικρότερη ή ίση του 5 τότε η συνθήκη επιτρέπει στην αντλία της σόδας να λειτουργεί μέχρι η τιμή να πιάσει τα επιθυμητά και πάλι επίπεδα, δηλαδή άνω του 5.5. Έτσι λοιπόν μια μικρή αλλά τόσο σημαντική συνθήκη κρατάει το pH του προϊόντος στη δεξαμενή μέσα στα όρια που έχουν οριστεί, δηλαδή από την τιμή 5.5 μέχρι 6.5.

## 5.5 Περιβάλλον scada

### Λειτουργίες του SCADA

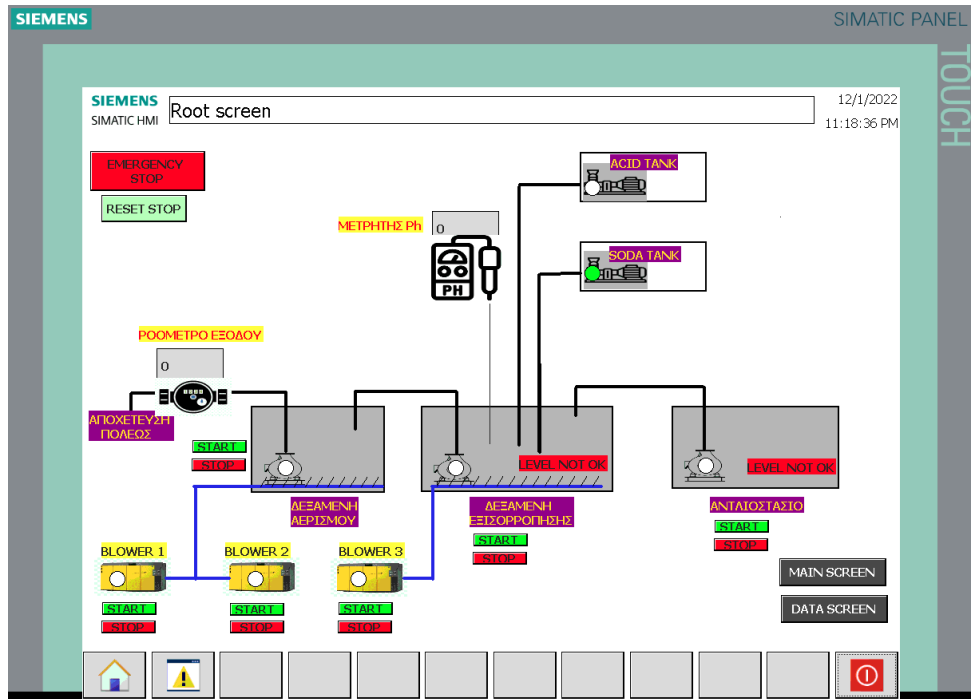
Ένα σύστημα SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), όπως έχει αναλυθεί και σε προηγούμενες ενότητες, είναι σύνολο συσκευών που προσφέρει στους χειριστές του, οι οποίοι δε βρίσκονται σε σημεία κοντά στο ελεγχόμενο σύστημα, δεδομένα για τη κατάσταση του συστήματος, δυνατότητα αποστολής εντολών σε διάφορα στοιχεία του συστήματος (όπως Η/Β, Αντλίες κ.λπ.) καθώς μπορεί να συλλέγει, να απεικονίζει, να αποθηκεύει αλλά να επιτρέπει και στους χειριστές, που έχουν πρόσβαση σε αυτό, να κάνουν και χειρισμούς μέσω αυτού. Στην ουσία το SCADA αποτελεί ένα HMI δηλαδή είναι η διεπαφή μέσω της οποίας γίνεται η αλληλεπίδραση του ανθρώπου/χειριστή με το σύστημα. Γενικότερα οι βασικές λειτουργίες που προσφέρει ένα σύστημα SCADA ως HMI είναι οι εξής :

1. Απεικονίζει σε γραφικές οθόνες όλα τα δυναμικά στοιχεία της εγκατάστασης του συστήματος, για να έχουν πλήρη επίγνωση της κατάστασης του συστήματος οι χειριστές του.
2. Οι χειριστές του μπορούν να τηλε-χειριστούν διάφορα στοιχεία της εγκατάστασης που είναι ενσωματωμένα σε αυτό, παραδείγματος χάρη να αλλάζουν την κατάσταση λειτουργίας μιας αντλίας.
3. Δίνει τη δυνατότητα παρουσίασης των καταγραφών των μετρήσεων είτε σε γραφήματα πραγματικού χρόνου, στα οποία μπορούν οι χειριστές να ανατρέξουν και σε παλιότερες καταγραφές (ιστορικό), είτε σε λίστες στατιστικών.
4. Έχει την ικανότητα να επεξεργάζεται τα δεδομένα που εισέρχονται σε αυτό για τη βέλτιστη εποπτική παρουσίαση προς τους χειριστές αλλά και για αποστολή συναγερμού (Alarm) προς αυτούς, είτε εμφανίζοντας το αντίστοιχο alarm μέσα στις γραφικές οθόνες, είτε στέλνοντας email ή SMS αν το έχουν επιλέξει οι ίδιοι.
5. Μπορεί να παράγει αναφορές ανά προγραμματισμένα χρονικά διαστήματα, επιλεγμένα από τους χειριστές.
6. Μέσω του συστήματος επίσης γίνεται να δοθεί εντολή εκτύπωσης διαφόρων στοιχείων, για παράδειγμα τις αναφορές, τη λίστα με τα στατιστικά, τα γραφήματα κ.λπ.

## Είσοδος στην IoT και Cloud εποχή

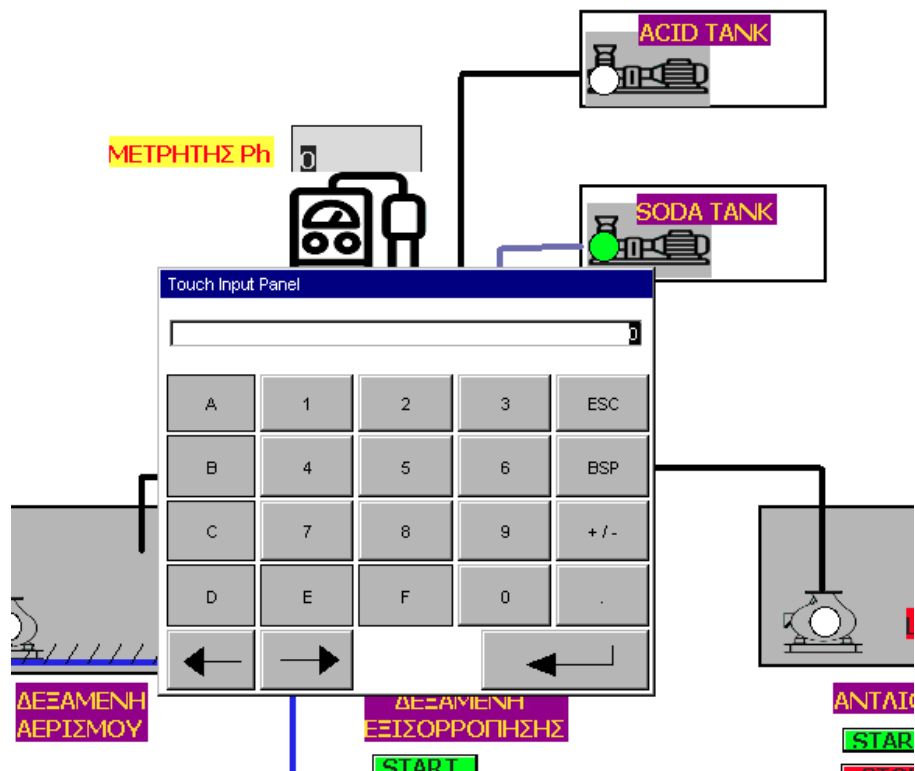
Η ταχεία ανάπτυξη του Internet που έχει ήδη κάνει γιγαντιαία βήματα στην εποχή μας, έχει ανοίξει νέους δρόμους ειδικά στις βιομηχανικές εφαρμογές, ακόμα και στην Ελλάδα. Αρχικά, ξεκίνησαν να κάνουν την εμφάνισή τους οι εφαρμογές που είναι βασισμένες στο Internet, οι οποίες έχουν ιδιαίτερη απήχηση στις βιομηχανίες ακόμα και τώρα. Μέσω των απεριόριστων δυνατοτήτων του Internet, ένα σύστημα απομακρυσμένης εποπτείας επιτρέπει στους χρήστες του να έχουν εξ αποστάσεως έλεγχο της κατάστασης μιας βιομηχανικής εγκατάστασης με τη χρήση ενός smartphone, tablet ή φορητού υπολογιστή σε πραγματικό χρόνο [36]. Μετέπειτα, η ανάπτυξη και η εξέλιξη των Δικτύων Ασύρματων Αισθητήρων (Wireless Sensor Networks), που είναι η τεχνολογία στην οποία βασίζονται οι συσκευές IoT (Internet of Things), οδήγησε στην ραγδαία εξάπλωση των τελευταίων. Κατά συνέπεια της διάδοσης των συσκευών IoT, όπως οι έξυπνοι μετρητές και βάνες, σε συστήματα ελέγχου και κρίσιμες βιομηχανικές υποδομές έχει καθιερώσει σχολαστική επίδοση και κλιμάκωση των απαιτήσεων στα σύγχρονα συστήματα SCADA [37]. Κάνοντας την αρχή οι βιομηχανίες να εκσυγχρονίσουν τις εγκαταστάσεις τους, εκτός από το να ενσωματώσουν στα συστήματά τους IoT συσκευές πρέπει να προβλέψουν πως θα διαχειριστούν και τον μεγάλο όγκο δεδομένων (Big Data) που δημιουργούν αυτές οι συσκευές [38]. Αυτός ο μεγάλος όγκος δεδομένων δεν είναι εφικτό να αποθηκευτεί στους παραδοσιακούς Servers που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες εφαρμογές, γιατί παρόλο που έχουν αναπτυχθεί πιο έξυπνοι και αποτελεσματικοί τρόποι για τη συλλογή, επεξεργασία και αποθήκευση των δεδομένων που παράγουν οι IoT συσκευές, όσες αναβαθμίσεις του hardware και να γίνουν ο όγκος αυτός θα αυξάνεται εκθετικά. Η λύση που προκύπτει είναι το Υπολογιστικό Νέφος (Cloud Computing) που επιτρέπει στα συστήματα IoT να χρησιμοποιούν εξωτερικά λογισμικά και υλικό εξοπλισμό (Data Centers) για την αποτελεσματική και αξιόπιστη διαχείριση του μεγάλου όγκου δεδομένων. Ωστόσο, ο κλάδος της ελληνικής βιομηχανίας παρόλο που πορεύεται με βάση τις εξελίξεις που τρέχουν παγκοσμίως, δυσκολεύεται να συμβαδίσει με αυτές. Για το λόγο βρίσκεται συχνά ένα βήμα πίσω από τις υπόλοιπες χώρες στον τομέα του εκσυγχρονισμού. Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει και κάνουν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα οι εφαρμογές που βασίζονται στο Internet (Internet-based ή Web-based) και γίνεται μια προσπάθεια να γίνουν τα πρώτα βήματα προς την ενσωμάτωση του IoT

### 5.6 Οθόνη scada



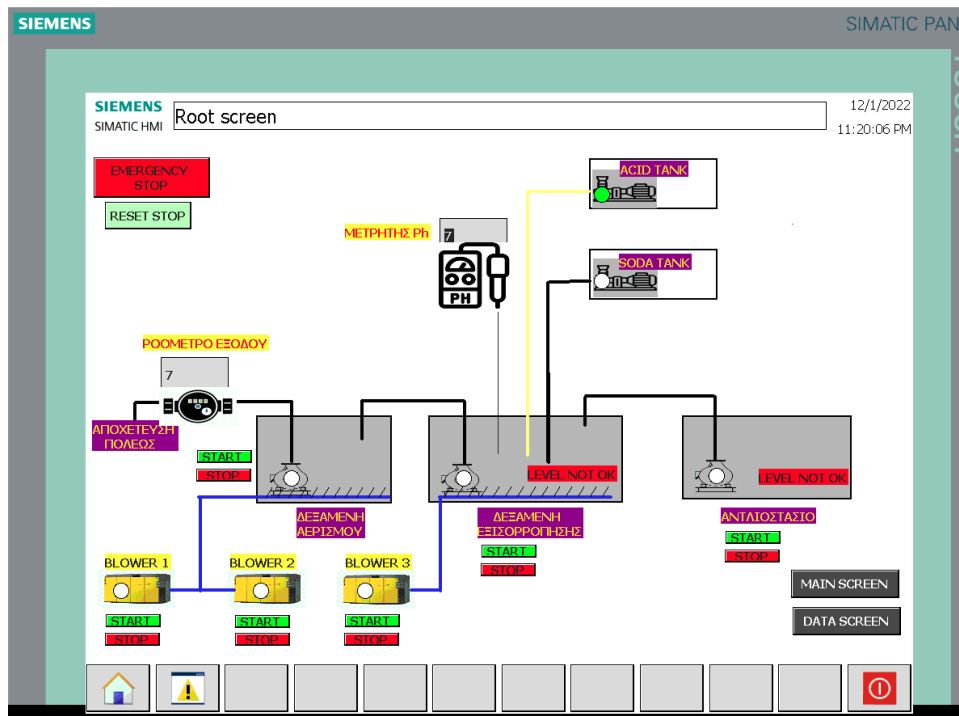
Εικόνα 41 περιβάλλον scada

Στην παραπάνω οθόνη του scada βρίσκεται σε κατάσταση που δεν επιτρέπεται να δουλέψουν οι αντλίες μεταφοράς υλικού από την μια στην άλλη λόγω στάθμης.



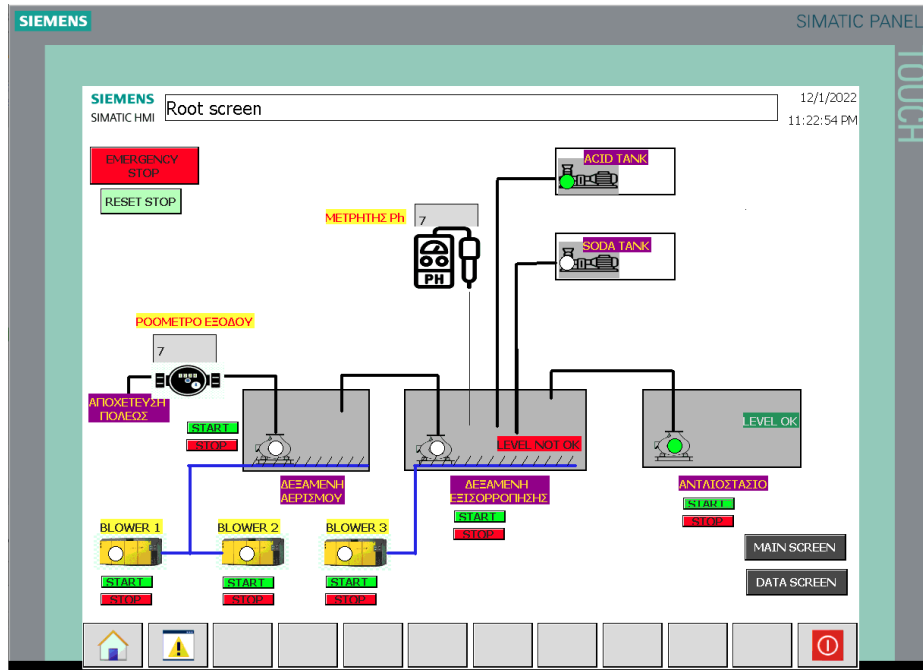
Εικόνα 42 περιβάλλον scada

Στο συγκεκριμένο παράθυρο εφόσον δεν υπάρχει πραγματική τιμή του pH, ορίζεται η τιμή και αυτόματα αλλάζει η λειτουργία των αντλιών ανάλογα.



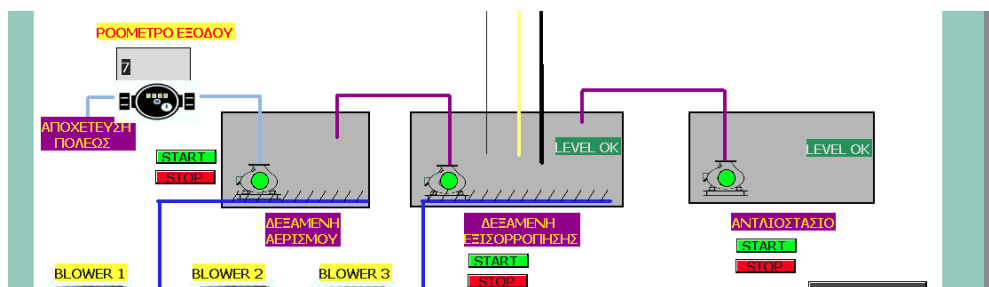
Εικόνα 43 περιβάλλον scada

Εδώ φαίνεται η αυτόματη αλλαγή που προαναφέρθηκε και αλλάζει η κατάσταση των αντλιών με βάση την τιμή της μέτρησης του pH. Στη δεδομένη αυτή κατάσταση λειτουργεί η αντλία του οξέος με σκοπό να κατεβάσει την τιμή του pH. Στην περίπτωση που η τιμή είναι κάτω του 5 τότε θα τεθεί σε λειτουργία η αντλία σόδας μέχρι να φτάσει άνω του 5.5.



Εικόνα 44 περιβάλλον scada

Πλέον βλέπουμε την στάθμη της δεξαμενής αντλιοστασίου σε αποδεκτά επίπεδα όπως φαίνεται και στην οθόνη, και έτσι λοιπόν επιτρέπει στην αντλία (pump 1) να λειτουργεί.



Εικόνα 45 περιβάλλον scada

Από τα σήματα που φαίνονται σε αυτή την περίπτωση είναι κατανοητό πως η στάθμη των δεξαμενών σε αποδεκτό ποσοστό καθώς επίσης φαίνονται και τα σήματα επιβεβαίωσης λειτουργίας (feedback) των αντλιών.

## 6. ΝΕΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Για την ολοκλήρωση του project και την πραγματική υλοποίηση αυτού χρειάζεται ένα νέο ηλεκτρολογικό σχέδιο βάσει του οποίου θα ελέγχονται πλέον οι ηλεκτρονόμοι του πίνακα. Για τη σχεδίαση του νέου ηλεκτρολογικού κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε το Eplan education.

Είναι ένα γρήγορο πρόγραμμα σχεδίασης ηλεκτρικών κυκλωμάτων, υποστηρίζει μεγάλη ποικιλία από μεθόδους μηχανικής. Από χειροκίνητη λειτουργία έως και τα πρότυπα που πρέπει να τηρούνται. Προσφέρει πολλά στην σχεδίαση των σχηματικών διαγραμμάτων, με αποτέλεσμα να είναι ένα από τα πιο αξιόπιστα προγράμματα σχεδίασης. Το πρόγραμμα παρέχει τις εξής ικανότητες :

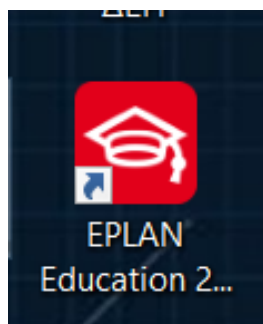
- Υπάρχουν 12 τύποι αναπαράστασης κυκλώματος, με 312 πιθανές παραλλαγές, η σχεδίαση είναι πολύ εύκολη, όπου το λογισμικό παρέχει την δυνατότητα προσωρινής αποθηκευτικής τοποθεσίας του εξαρτήματος, πριν την αλλαγή τοποθέτησής του.
- Η δυνατότητα αυτόματης σύνδεσης επιτρέπει στο λογισμικό, να συνδέει αυτόματα τα εξαρτήματα – σύμβολα των κυκλωμάτων, εξασφαλίζοντας μια πιο γρήγορη σχεδίαση και μια καλύτερη ποιότητα ως προς την σχεδίαση.
- Υποστήριξη των παγκοσμίων προτύπων IEC, NFPA, GOST, GB, το λογισμικό διαθέτει την δυνατότητα προσαρμοσμένων βάσεων δεδομένων μετάφρασης, μέσω του Unicode.
- Υποστήριξη νέων χρηστών, μέσω της νέας πλατφόρμας EPLAN 2022, όπου ο χρήστης μαθαίνει γρήγορα και αποτελεσματικά την νέα σύγχρονη λειτουργία και φιλοσοφία του προγράμματος, διευκολύνοντας και τους έμπειρους χρήστες.
- Γρήγορη σχεδίαση πινάκων διανομής.
- Το EPLAN προσφέρει ολοκληρωμένες μηχανολογικές λύσεις, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η παραγωγικότητα του προσχεδιασμού έως και την συντήρησή.

### 6.1 Δημιουργία ηλεκτρολογικού σχεδίου

Για την δημιουργία ενός νέου ηλεκτρολογικού σχεδίου ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα.

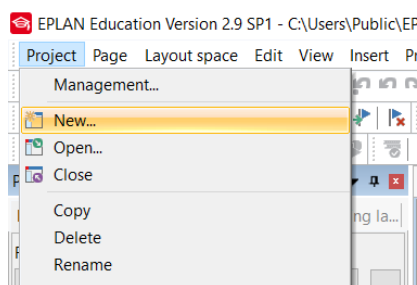


Εφόσον υπάρχει διαθέσιμο και εγκατεστημένο, πρέπει να ανοίξει το πρόγραμμα Eplan education.

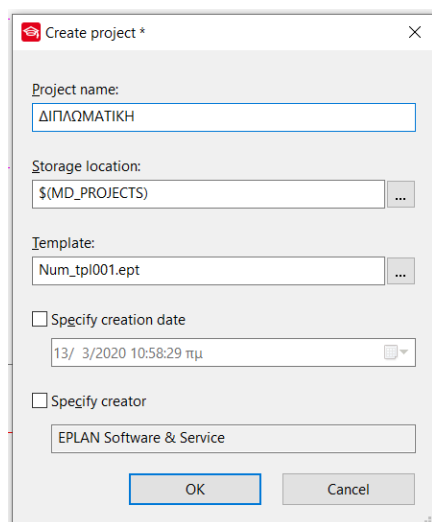


Εικόνα 46 συντόμευση προγράμματος Eplan

Για να εμφανιστεί το περιβάλλον εργασίας πρέπει να ανοίξει μια νέα εργασία και να επιλεγθεί το σωστό template το οποίο θα περιέχει τα ηλεκτρολογικά σύμβολα που απαιτούνται.

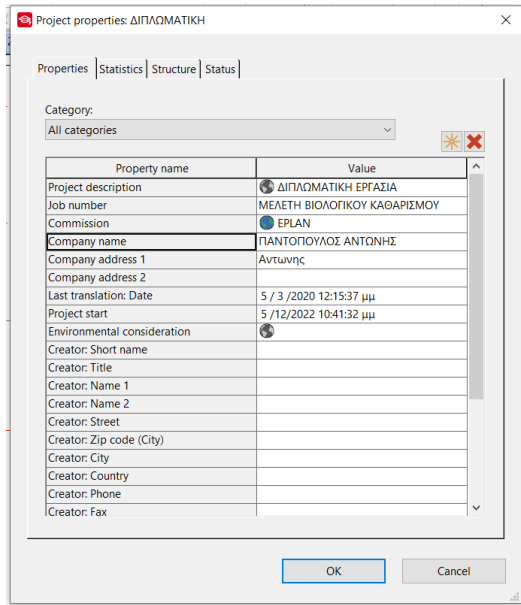


Εικόνα 47 Δημιουργία νέας εργασίας



Εικόνα 48 Ονομασία & πρότυπο της εργασίας

Στο παρακάτω πεδίο συμπληρώνονται διάφορα χαρακτηριστικά και λεπτομέρειες του έργου τα οποία εμφανίζονται στο πλαίσιο της κάθε σελίδας.

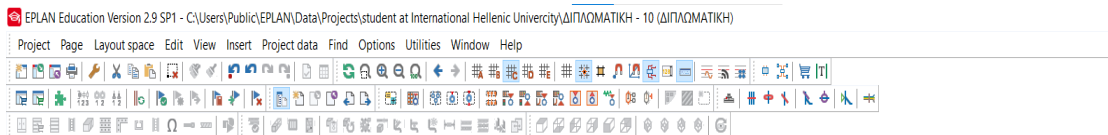


Εικόνα 49 Πληροφορίες και χαρακτηριστικά της εργασίας

Date	7/12/2022	EPLAN	ΠΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΗΣ	Ουτρε Q2.0-Q2.7	*
Ed. state		ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ			*
Name	Original	Replacement of	Replacement by		ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ

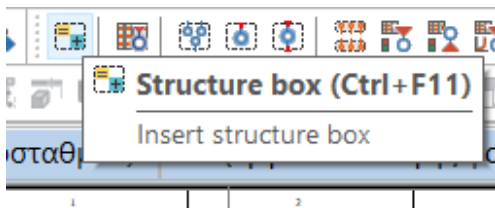
Εικόνα 50 πλαίσιο σελίδων

Στη μπάρα εργαλείων βρίσκονται διάφορες επιλογές που χρειάζεται κατά την διαδικασία της σχεδίασης όπως για παράδειγμα, σήμανση καλωδίων, ενημέρωση αναφορών καλωδίων, προσθήκη κλεμμών και άλλα.



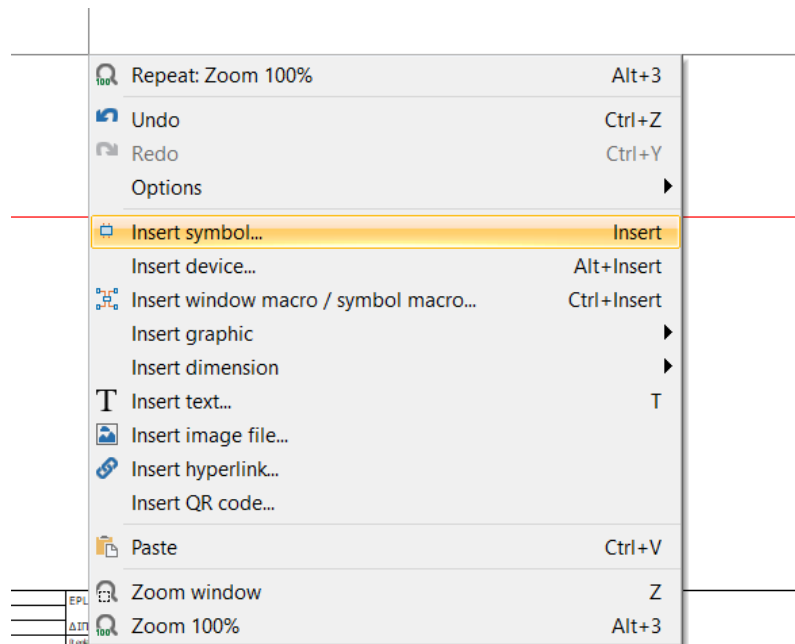
Εικόνα 51 μπάρα εργαλείων

Με την επιλογή structure box σχεδιάστηκαν τα πλαίσια του plc που εικονίζεται στο ηλεκτρολογικό σχέδιο παρακάτω, καθώς πάνω από την επιλογή structure box βρίσκονται και οι κλέμμες plc οι οποίες επίσης χρησιμοποιήθηκαν.



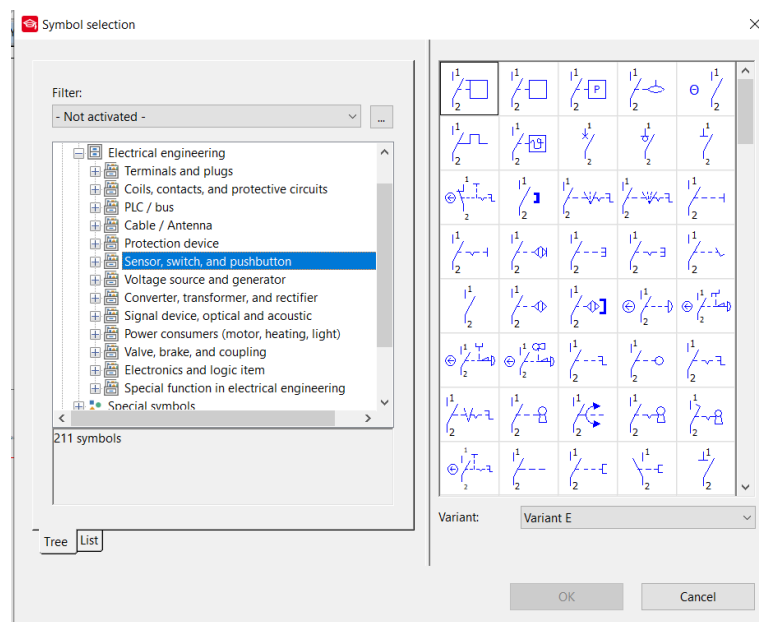
Εικόνα 52 δημιουργία structure box

Με δεξί κλικ εμφανίζεται το παράθυρο από το οποίο μπορούμε να κάνουμε εισαγωγή των ηλεκτρολογικών συμβόλων και άλλα πολλά όπως εισαγωγή εικόνων, συσκευών, κειμένων και ότι άλλο φαίνεται.



Εικόνα 53 insert symbol

Επιλέγοντας λοιπόν την εισαγωγή συμβόλων εμφανίζονται οι κατηγορίες των συμβόλων και οι υποκατηγορίες του κάθε υλικού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.



Εικόνα 54 πίνακας συμβόλων

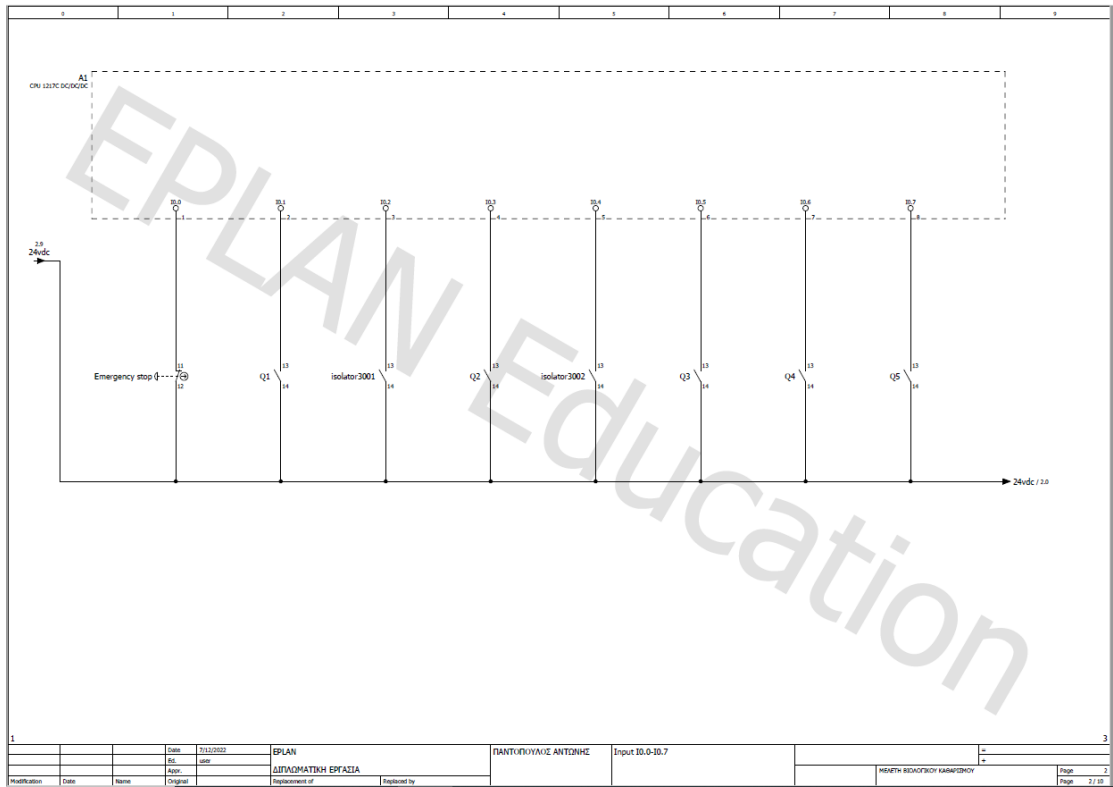
Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες και λεπτομέρειες δημιουργήθηκε το νέο ηλεκτρολογικό σχέδιο.

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΠΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ  
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ**

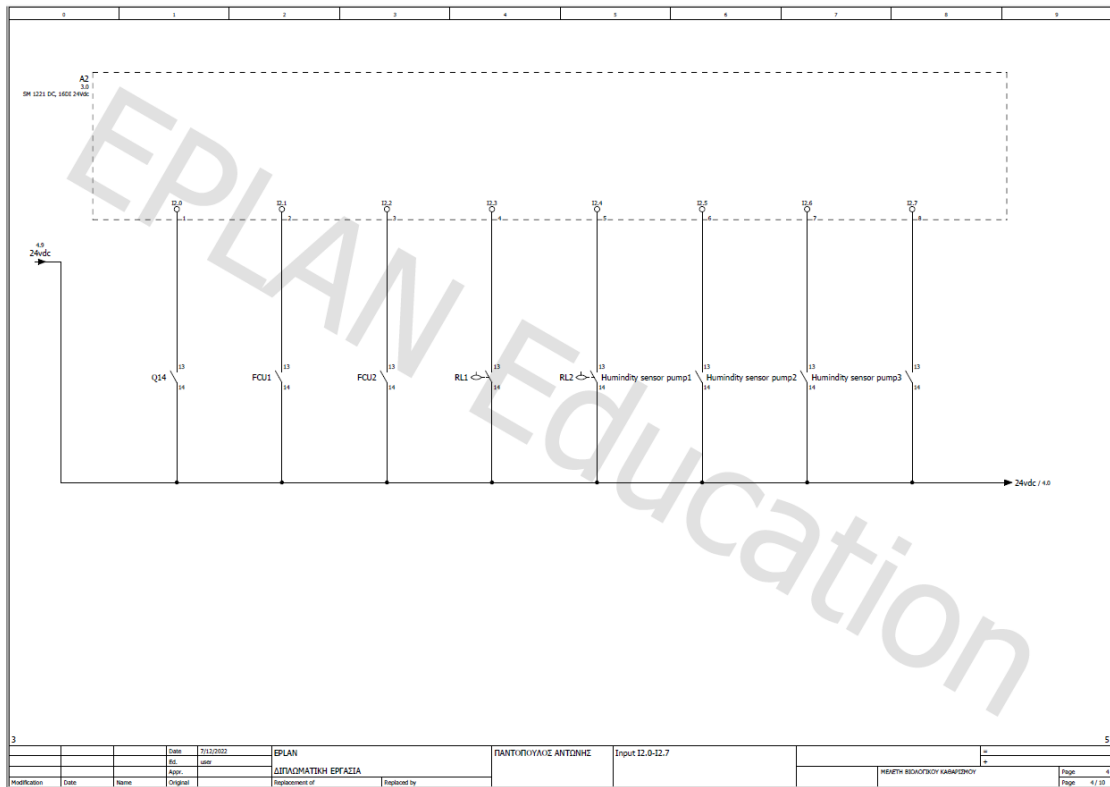
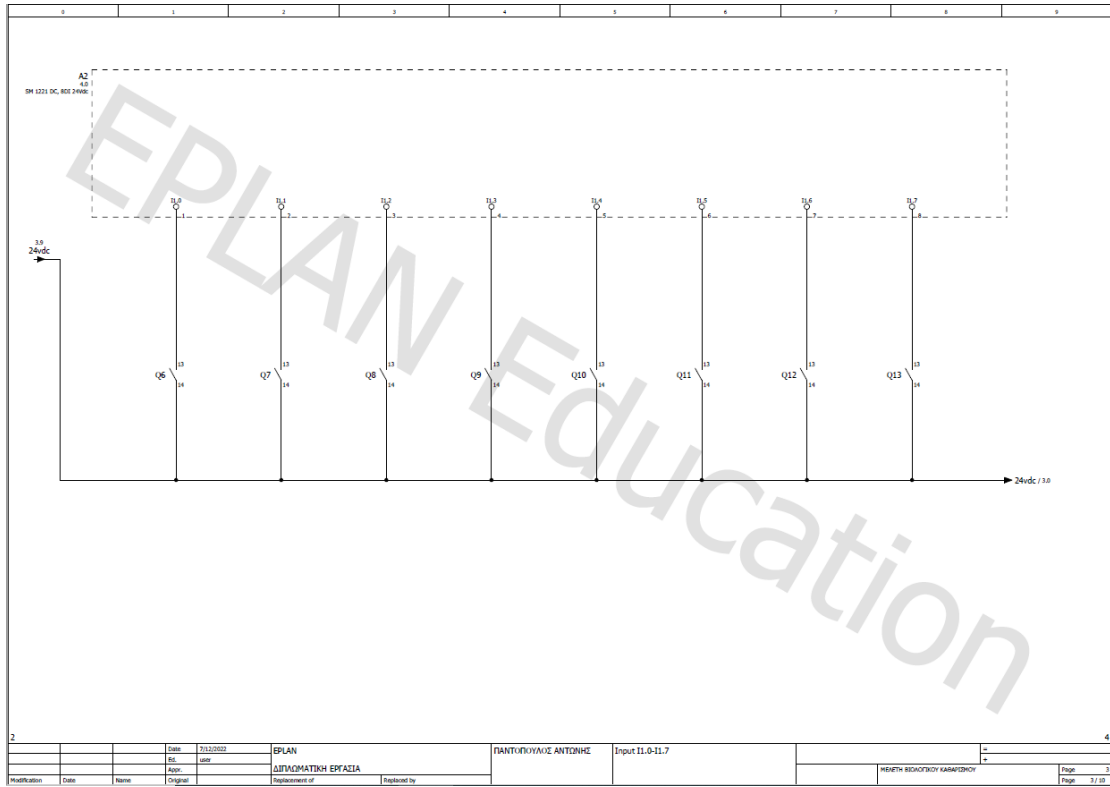


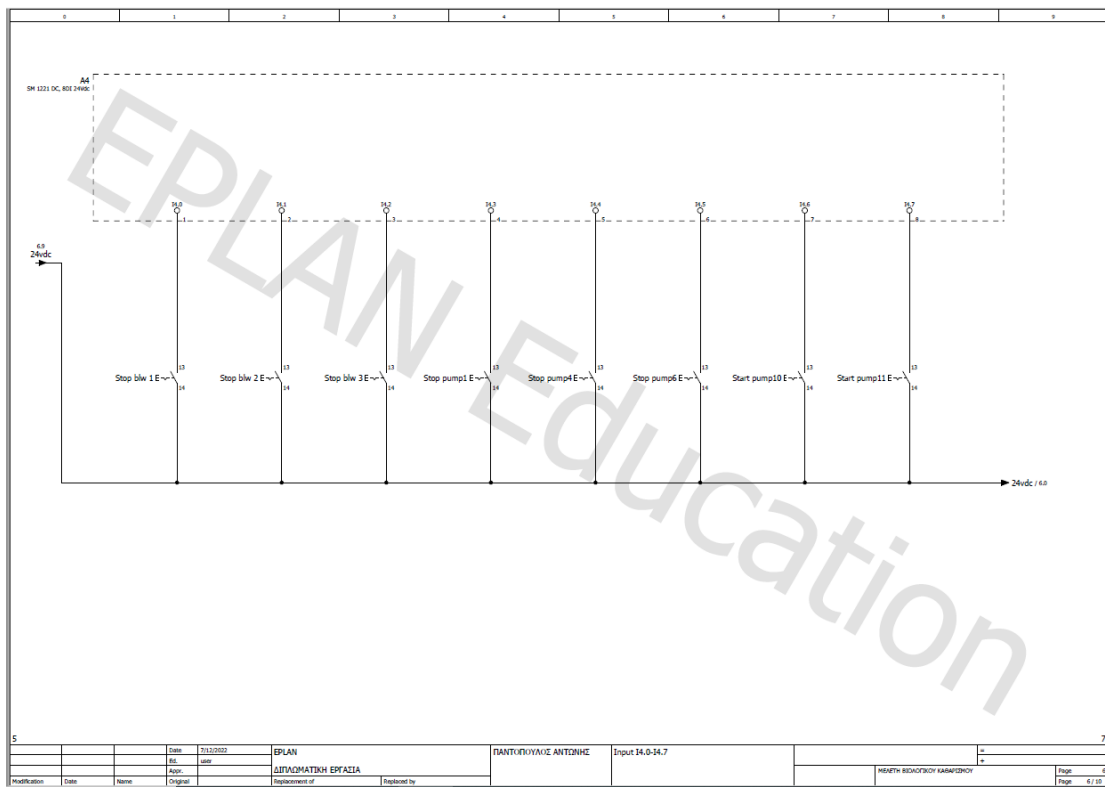
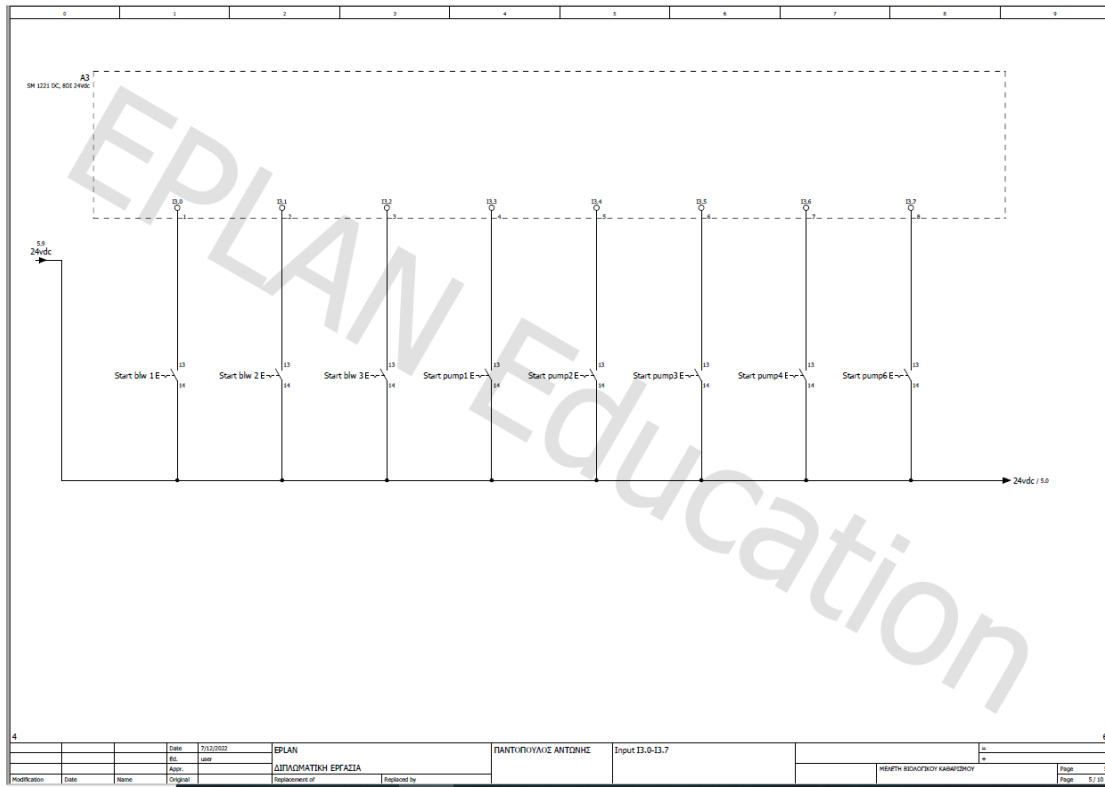
**ΔΙΕΘΝΕΣ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ**

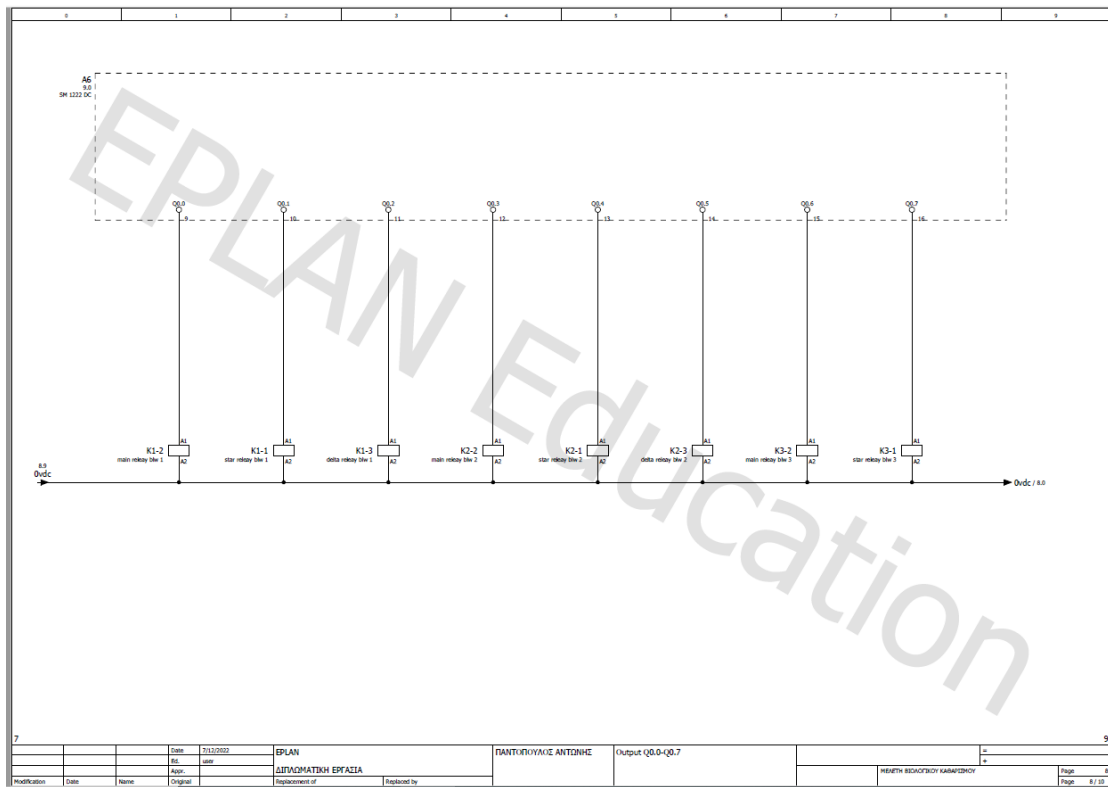
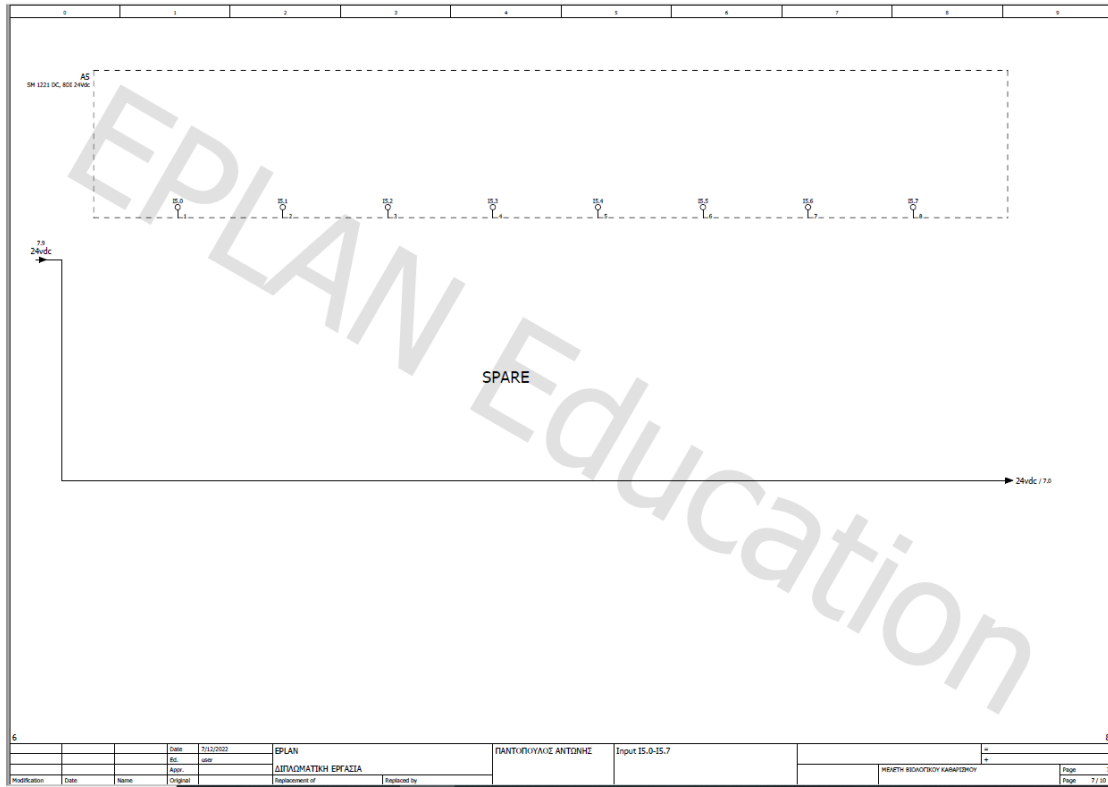
Date	7/12/2022	ΕΡΛΑΝ	ΠΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	ΕΣΘΥΛΑΝΟ	+
ES	user	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ			+
APP		Department of			
Modification	Date	Name	Original	Department of	Prepared by
					ΚΩΣΤΗΣ ΒΕΛΟΥΣΤΣΟΥ ΚΑΜΑΤΣΟΥ
					Page 1
					Page 1 / 10

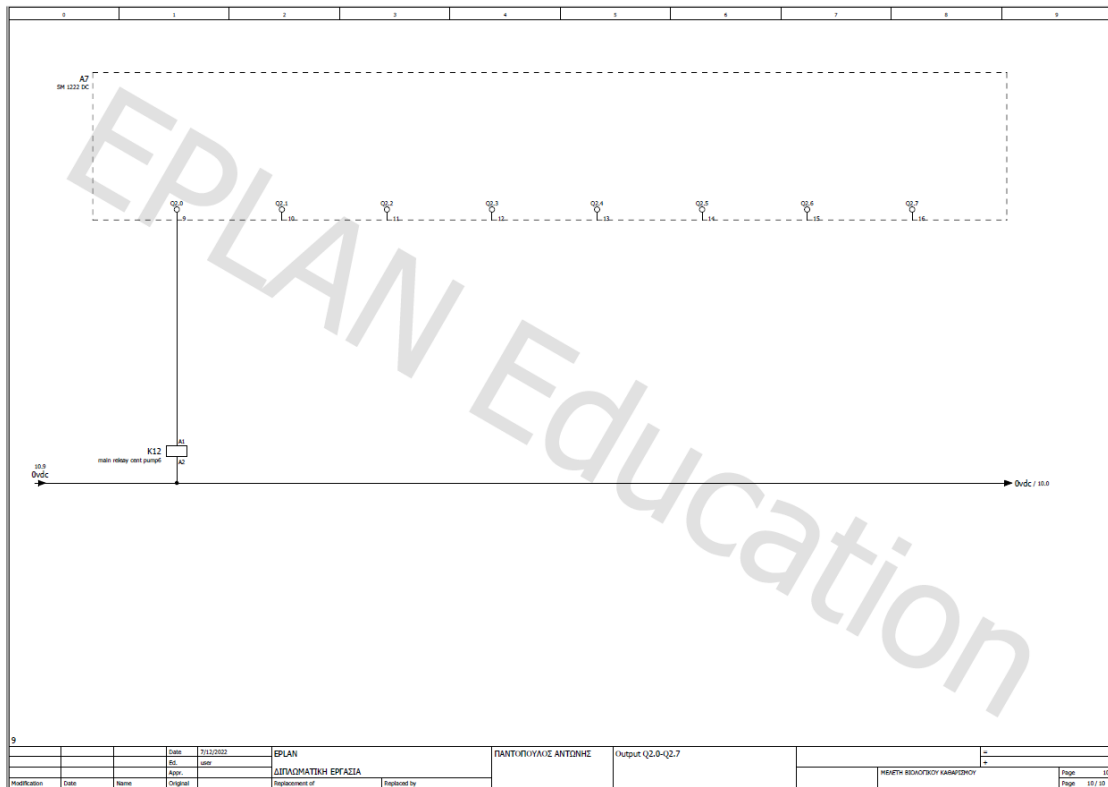
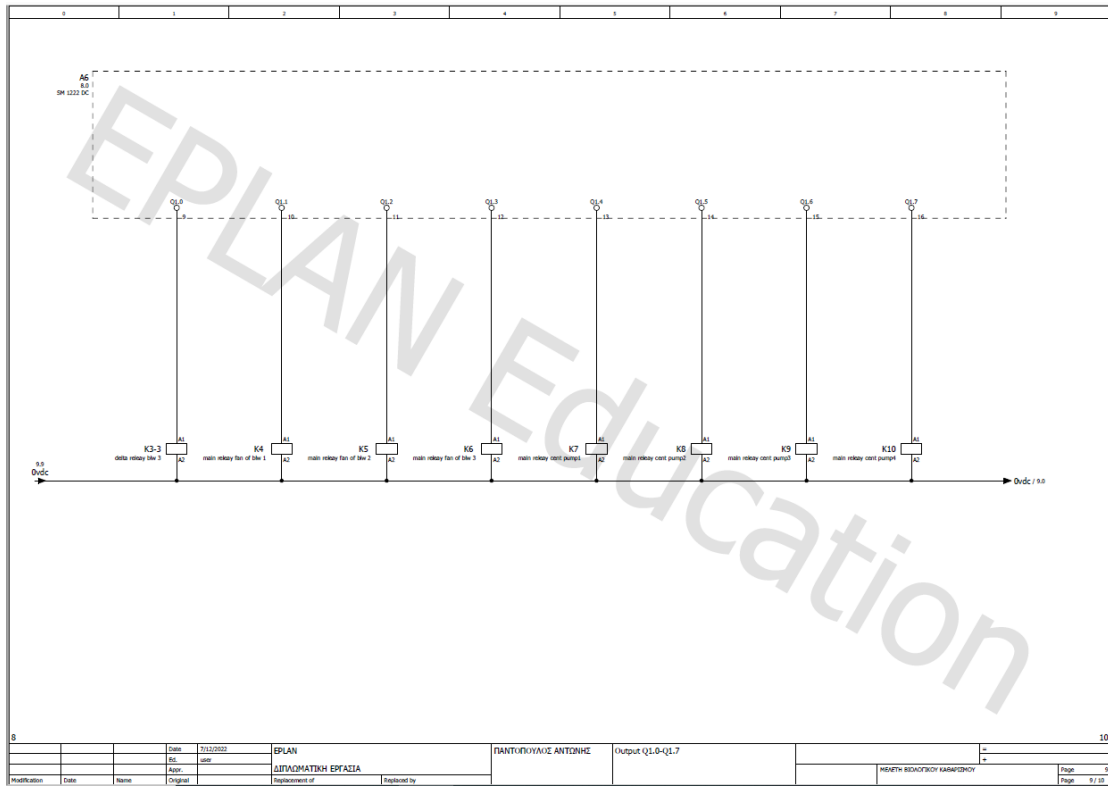


Date	7/12/2022	ΕΡΛΑΝ	ΠΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΤΩΝΙΟΣ	Εργαστ 03.0-03.7	+
ES	user	ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ			+
APP		Department of			
Modification	Date	Name	Original	Department of	Prepared by
					ΚΩΣΤΗΣ ΒΕΛΟΥΣΤΣΟΥ ΚΑΜΑΤΣΟΥ
					Page 2
					Page 2 / 10









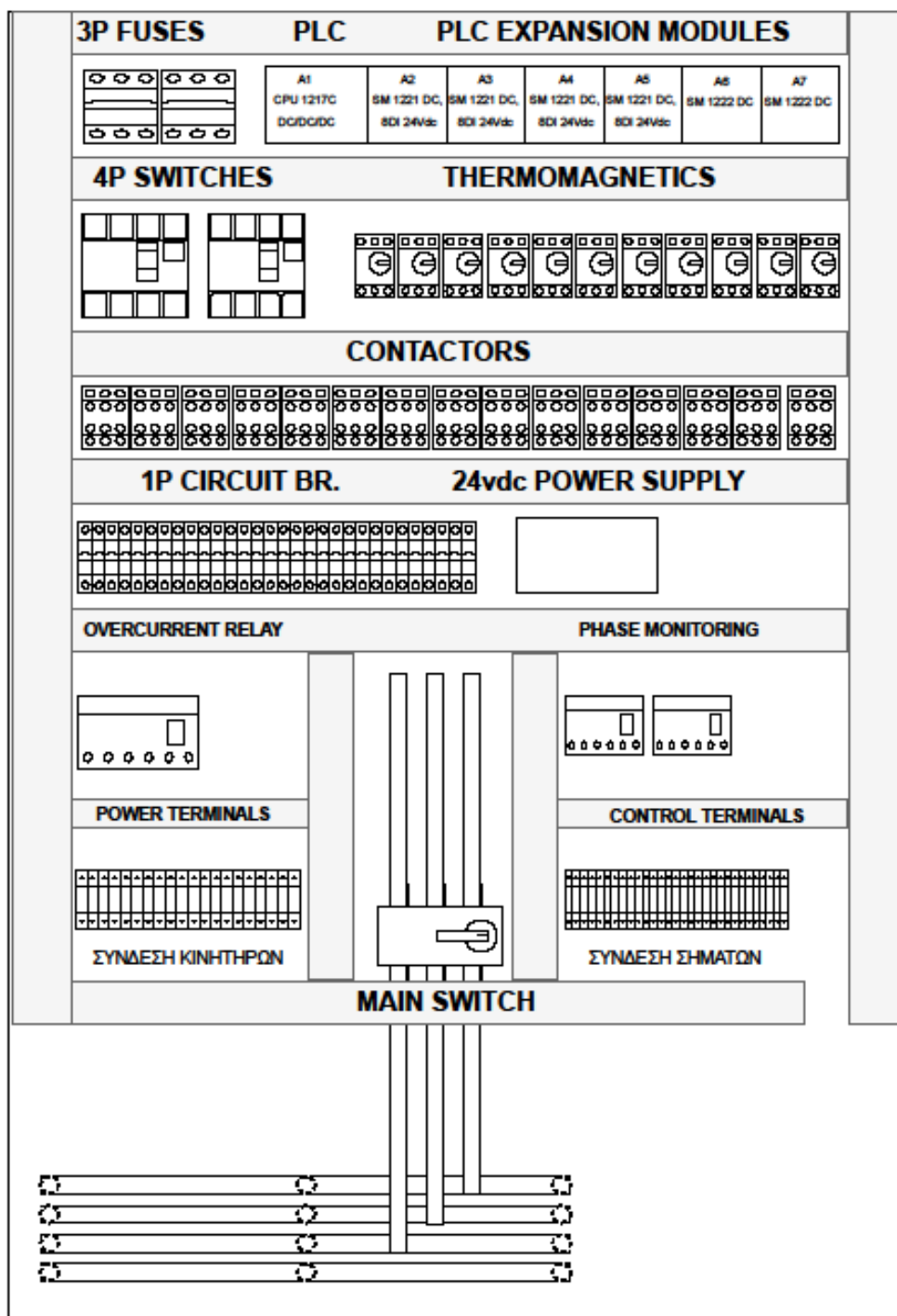


## 6.2 Συμπέρασμα ηλεκτρολογικού σχεδίου

Το νέο ηλεκτρολογικό σχέδιο περιλαμβάνει όλο το βοηθητικό κύκλωμα, εισόδους εξόδους καθώς και όλη την διάταξη των υλικών του plc που θα χρειαστούν πραγματικά για την υλοποίηση. Υπάρχει μια απόκλιση σχετικά με την αρχική μελέτη και τον πίνακα σημάτων. Αυτό συμβαίνει γιατί κάποιες από τις εξόδους που υπολογίστηκαν, στην πραγματικότητα τις μεταφέραμε σαν απλό εικονικό σήμα στην οθόνη του HMI. Για παράδειγμα την στάθμη μιας δεξαμενής, η ακόμη και κάποια alarm από θερμική επαφή η επαφή υγρασίας μιας αντλίας δεν τα δίνουμε σε κάποια έξοδο όπως αρχικά υπολογίστηκε. Η πληροφορία δεν χάνεται και δεν μένει ανεκμετάλλευτη καθώς δεν ξεκινάει καμία διεργασία χωρίς τα απαραίτητα αυτά σήματα. Ο λόγος που στο νέο κύκλωμα δεν υπάρχει το ισχύος, είναι γιατί δεν χρειάζεται να αλλάξει απολύτως τίποτα σχετικά με αυτό, παρα μόνο η διαδικασία του αυτοματισμού όπως ήταν εξαρχής και στόχος της εργασίας. Συνδυάζοντας λοιπόν το παλαιό κύκλωμα ισχύος με μαζί με το νέο σχέδιο και υλικά αυτοματισμού plc, HMI κ.α φτάνουμε στην αναβάθμιση του συγκεκριμένου συστήματος.

## 7. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΤΟΨΗΣ ΝΕΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΠΙΝΑΚΑ

Ένα ακόμη λογισμικό το οποίο βοήθησε στην υλοποίηση του στόχου είναι το DRAWIO. Με το συγκεκριμένο λογισμικό δημιουργήθηκε η μελέτη της κάτοψης, του απαιτούμενου πίνακα. Το draw.io είναι λογισμικό για τη δημιουργία διαγραμμάτων και γραφημάτων. Το λογισμικό επιτρέπει να επιλέξετε από μια λειτουργία αυτόματης διάταξης ή να δημιουργήσετε μια προσαρμοσμένη διάταξη. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία σχημάτων και εκατοντάδες οπτικά στοιχεία για να κάνουν το διάγραμμα μοναδικό στο είδος του. Η δυνατότητα μεταφοράς και απόθεσης διευκολύνει τη δημιουργία ενός διαγράμματος ή γραφήματος με υπέροχη εμφάνιση. Το Draw.io έχει ακόμη και την δυνατότητα αποθήκευσης γραφημάτων στο cloud.



Εικόνα 55 κάτωψη νέου ηλ. Ερμαρίου

## 8. ΣΥΝΟΨΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο συνοψίζεται όλη η διαδικασία της διπλωματικής εργασίας, αναλύονται δηλαδή όλα τα βήματα τα οποία πραγματοποιήθηκαν για την μελέτη και την ανακατασκευή της αναβάθμισης του συστήματος. Αρχικά θέλοντας να ξεκινήσει η μελέτη για την διαδικασία, υπολογίστηκαν τα σήματα εισόδων και εξόδων. Γνωρίζοντας λοιπόν τις απαιτήσεις έγινε η επιλογή υλικών αυτοματισμού. Μετά την επιλογή υλικών, με την βοήθεια του λογισμικού TIA PORTAL γίνεται το hardware configuration. Εκεί ξεκινάει ο προγραμματισμός του plc ο οποίος περιλαμβάνει την δημιουργία των function block, main program, την διαμόρφωση της οθόνης και την αντιστοιχία σημάτων στο περιβάλλον αυτής. Τα function block γίνονται μια φορά, περιέχουν κάποιες συνθήκες οι οποίες μπορούν να καλούνται ανα πάσα στιγμή και δίχως περιορισμό μέσα στο κυρίως πρόγραμμα. Το κυρίως πρόγραμμα περιέχει όλες τις εισόδους, τις εξόδους αλλά και τις διεργασίες που χρειάζονται για να πετύχει η σωστή διαδικασία-λειτουργία του συστήματος. Εφόσον έχει ολοκληρωθεί ο προγραμματισμός είναι εφικτή η διαμόρφωση της οθόνης διεπαφής του χειριστή με το λογισμικό. Αυτό απαιτεί τόσο τον σχεδιασμό ενός περιβάλλοντος που θα βοηθάει οπτικά τον χειριστή στην παρακολούθηση της λειτουργίας, όσο και την διασύνδεση των σημάτων από το plc. Τα σήματα μεταφέρονται στην οθόνη με την βοήθεια κάποιων εικόνων ή σχημάτων διαφόρων χρωματισμού και έτσι προσομοιώνουν το πραγματικό σύστημα δίνοντας την δυνατότητα στον χειριστή όχι μόνο να παρακολουθεί το σύστημα αλλά και να επεμβαίνει σε αυτό με διάφορες κινήσεις.

### 8.1 Πρόταση βελτιστοποίησης συστήματος

Το πλέον αναβαθμισμένο σύστημα θα μπορούσε να βελτιστοποιηθεί και να αναβαθμιστεί ακόμη περισσότερο. Η πρόταση είναι η εξής. Θα μπορούσε να γίνει μια ακόμη σελίδα στο scada, αυτή των καταγραφών διάφορων σημαντικών πληροφοριών όπως για παράδειγμα οι πραγματικές ώρες λειτουργίας κάθε αντλίας ή μετρήσεις σχετικά με τα λίτρα εισόδου-επεξεργασίας-εξόδου από και προς το σύστημα. Θα ήταν πολύ χρήσιμο στην οργάνωση και σχεδίαση προληπτικών

συντηρήσεων με βάση όλα αυτά τα στοιχεία, ώστε να αποφευχθούν διάφορες ζημιές από αμέλεια συντήρησης του εξοπλισμού. Επίσης με βάση τα στοιχεία επεξεργασίας θα μπορούν να υπάρχουν στατιστικά σχετικά με αναλώσιμα που χρησιμοποιούνται για την διαδικασία ή ακόμη και για τον υπολογισμό του επωφελούμενου προϊόντος που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι το νερό και η λάσπη.

## 9. ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1 απεικόνιση plc.....	9
Εικόνα 2 απεικόνιση plc.....	10
Εικόνα 3 Εικόνα 1 απεικόνιση plc.....	11
Εικόνα 4 απεικόνιση κατάστασης και σφαλμάτων plc.....	12
Εικόνα 5 απεικόνιση κατάστασης και σφαλμάτων plc .....	12
Εικόνα 6 απεικόνιση HMI.....	13
Εικόνα 7 απεικόνιση υπάρχων πίνακα	
Εικόνα 8 απεικόνιση υπάρχων πίνακα	
Εικόνα 9 απεικόνιση υπάρχων πίνακα	
Εικόνα 10 απεικόνιση υπάρχων πίνακα .....	16
Εικόνα 11 απεικόνιση υπάρχων πίνακα .....	17
Εικόνα 12 ηλεκτρολογικό σχέδιο ισχύος φυσητήρα .....	18
Εικόνα 13 ηλεκτρολογικό σχέδιο (βοηθητικό κύκλωμα) φυσητήρα .....	19
Εικόνα 14 ηλεκτρολογικό σχέδιο βοηθητικού κυκλώματος αντλίας ανύψωσης.....	21
Εικόνα 15 ηλεκτρολογικό σχέδιο βοηθητικού κυκλώματος αντλίας εξισορρόπησης.....	23
Εικόνα 16 ηλεκτρολογικό σχέδιο βοηθητικού κυκλώματος αντλιών οξέος.....	24
Εικόνα 17 πίνακες σημάτων εισόδων/εξόδων .....	25
Εικόνα 18 πίνακες σημάτων εισόδων/εξόδων	
Εικόνα 19 πίνακες σημάτων εισόδων/εξόδων .....	25
Εικόνα 20 υλικά hardware plc.....	26
Εικόνα 21 υλικά hardware plc.....	26
Εικόνα 22 υλικά hardware plc.....	27
Εικόνα 23 υλικά hardware plc.....	27
Εικόνα 24 υλικά hardware plc.....	28
Εικόνα 25 υλικά hardware plc.....	28
Εικόνα 26 υλικά hardware plc.....	29
Εικόνα 27 υλικά hardware plc.....	30
Εικόνα 28 υλικά hardware plc.....	30
Εικόνα 29 προβολή διαμόρφωσης έργου .....	32
Εικόνα 30 προγραμματισμός plc .....	33
Εικόνα 31 προγραμματισμός plc .....	33
Εικόνα 32 προγραμματισμός plc .....	34
Εικόνα 34 προγραμματισμός plc .....	37
Εικόνα 35 προγραμματισμός plc .....	37
Εικόνα 36 προγραμματισμός plc .....	38
Εικόνα 37 προγραμματισμός plc .....	39
Εικόνα 38 προγραμματισμός plc .....	40
Εικόνα 39 προγραμματισμός plc .....	40
Εικόνα 40 προγραμματισμός plc .....	41
Εικόνα 41 περιβάλλον scada .....	44
Εικόνα 42 περιβάλλον scada .....	45
Εικόνα 43 περιβάλλον scada .....	46
Εικόνα 44 περιβάλλον scada .....	47
Εικόνα 45 περιβάλλον scada .....	47
Εικόνα 46 συντόμευση προγράμματος Eplan.....	49
Εικόνα 47 Δημιουργία νέας εργασίας.....	49
Εικόνα 48 Ονομασία & πρότυπο της εργασίας .....	49
Εικόνα 49 Πληροφορίες και χαρακτηριστικά της εργασίας .....	50
Εικόνα 50 πλαίσιο σελίδων .....	50
Εικόνα 51 μπάρα εργαλείων .....	50
Εικόνα 52 δημιουργία structure box.....	50

Εικόνα 53 insert symbol .....	51
Εικόνα 54 πίνακας συμβόλων .....	51
Εικόνα 55 κάτοψη νέου ηλ. Ερμαρίου .....	58

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ➔ <https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-portal/learn-training-textbook-s7-1200-en.pdf>
- ➔ <https://el.wikipedia.org/>
- ➔ <https://sci-hub.se/https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs40903-017-0071-3>
- ➔ <https://scholar.google.com/>
- ➔ <https://cds.cern.ch/record/532624/files/mc1i01.pdf>
- ➔ <https://www.eplan-software.com/solutions/eplan-for-educational-institutions/eplan-education-for-students/>
- ➔ <https://draw-io.en.softonic.com/>
- ➔ [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61493128/liquid-level-monitoring-and-flow-based-liquid-IJERTV8IS12004820191212-117232-ksxy0w-libre.pdf?1576148313=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT\\_Liquid\\_Level\\_Monitoring\\_and\\_Flow\\_b.pdf&Expires=1671655798&Signature=HjqXsla5muTn2f11~O8LyvfSKdA9DJN08kwumNqHYVK~NN8lo0jCGgQnGY4B9SiED1MolgpvzjhUYUP~9A6bIXvmyNyGes1RM2qEtNAkHgafQbtueX6zxKBIPxd3NxIZ3nU7DeJPB3sDaxmQsSgcEUMWLSmDQ6l4cQISTPObZXRp0YeG1eccSt0LJa6zeO7pNs3VVyq1DST7md3vWTqqRhVR SxpAGoDx7JUF7U0j8j3B2LuiOZ44Q2Bop096iUxLoEG8bGrwjT6oj4KgykENpNAa~nJHNzx8Cl--eslgJhjh~JUg~-p2thUhjJyg6UPsHCnT0O~0JzgCAfbngr4Fag\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61493128/liquid-level-monitoring-and-flow-based-liquid-IJERTV8IS12004820191212-117232-ksxy0w-libre.pdf?1576148313=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DIJERT_Liquid_Level_Monitoring_and_Flow_b.pdf&Expires=1671655798&Signature=HjqXsla5muTn2f11~O8LyvfSKdA9DJN08kwumNqHYVK~NN8lo0jCGgQnGY4B9SiED1MolgpvzjhUYUP~9A6bIXvmyNyGes1RM2qEtNAkHgafQbtueX6zxKBIPxd3NxIZ3nU7DeJPB3sDaxmQsSgcEUMWLSmDQ6l4cQISTPObZXRp0YeG1eccSt0LJa6zeO7pNs3VVyq1DST7md3vWTqqRhVR SxpAGoDx7JUF7U0j8j3B2LuiOZ44Q2Bop096iUxLoEG8bGrwjT6oj4KgykENpNAa~nJHNzx8Cl--eslgJhjh~JUg~-p2thUhjJyg6UPsHCnT0O~0JzgCAfbngr4Fag__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)
- ➔ [https://www.researchgate.net/profile/Aravind-Dhandapani/publication/365375670\\_SBR\\_SEWAGE\\_TREATMENT\\_PLANT\\_AUTOMATION\\_USING\\_PLC\\_AND\\_SCADA/links/6373734237878b3e87b152f5/SBR-SEWAGE-TREATMENT-PLANT-AUTOMATION-USING-PLC-AND-SCADA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Aravind-Dhandapani/publication/365375670_SBR_SEWAGE_TREATMENT_PLANT_AUTOMATION_USING_PLC_AND_SCADA/links/6373734237878b3e87b152f5/SBR-SEWAGE-TREATMENT-PLANT-AUTOMATION-USING-PLC-AND-SCADA.pdf)