

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ



Τ.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ  
ΜΑΝΔΑΛΩΣΕΩΝ ΣΕ ΥΨΗΛΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΩΝ

ΚΟΥΦΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2016

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

Π. Ραλλη & Θηβών 250, 12244 Αιγάλειο , Αθήνα – Ελλάδα

Τηλ. 210-5381488

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η ..... ΚΟΥΦΟΣ ΠΑΝΑΓΙΟΤΗΣ,  
του ..... ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ..... με αριθμό μητρώου 36921..... φοιτητής / τρια του  
Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την  
εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

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

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

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

Ο Δηλών  


Ημερομηνία  
0.9/06/2016.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

Περίληψη.....	6
Abstract.....	7
1 Περιγραφή παραγωγικής διαδικασίας .....	8
1.1 Παραγωγική Διαδικασία - Έννοιες και ειδικοί όροι.....	8
1.2 Παραγωγική διαδικασία καλλυντικών.....	10
1.2.1 Διαδικασίες.....	11
1.2.2 Απαιτήσεις για την καλή πρακτική .....	13
1.3 Σχέδια διαδικασιών και εξοπλισμού (P&IDs) .....	18
1.3.1 Τι είναι και τι περιλαμβάνουν .....	18
1.3.2 Περιγραφή των P&ID (Johnson&Johnson).....	20
1.4 Διαδικασία Clean-in-place (CIP).....	29
1.4.1 Γραμμή CIP και Καθαρισμός δοχείων .....	30
1.4.2 Επιστροφή CIP .....	31
1.4.3 Βελτιστοποίηση CIP.....	32
1.4.4 Περιγραφή συστήματοςCIP Johnson&Johnson .....	32
2 Αισθητήρια και συστήματα ελέγχου .....	38
2.1 Φωτοκύτταρα.....	38
2.1.1 Λειτουργίες ανίχνευσης.....	39
2.2 Παθητικοί ανιχνευτές υπέρυθρων.....	45
2.3 Σαρωτές Ζώνης (Ενεργοί αισθητήρες υπέρυθρων) .....	46
2.4 Κάμερες .....	47
3 Περιγραφή λειτουργίας μηχανών .....	48
3.1 Ειδικοί όροι.....	48
3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	49
3.2.1 Αναβατόριο Φιαλιδίων (BottleHopper).....	50
3.2.2 Ανορθωτής Φιαλιδίων \ Προσανατολιστής (Unscrambler \ Orienter) .....	51

3.2.3	Γεμιστική \Πωματιστική μηχανή (Filler \ Capper) .....	54
3.2.4	Σύστημα Επι Τόπου Καθαρισμού (Cleaninplace, C.I.P.).....	57
3.2.5	Αναβατόρια Πωμάτων \ Αντλιών (Cap \ PumpHopper) .....	57
3.2.6	Περιστροφικά Μπολ Πωμάτων \ Αντλιών (Cap \ PumpSorter).....	58
3.2.7	Ωμέγα (Omega) .....	58
3.2.8	Μηχανή Ετικετοποίησης (Labeler) .....	59
3.2.9	Δίδυμοι Ιμάντες (TwinsBelts) .....	60
3.2.10	Ζυγός Φιαλιδίων (BottleWeigher).....	61
3.2.11	Μηχανή Προσθήκης Σφραγίδας (Stamp) .....	62
3.2.12	Μηχανή Συρρίκνωσης (ShrinkWrapper).....	63
3.2.13	Μηχανή Προσθήκης Barcode (Print & Apply , P&A).....	63
3.2.14	Μηχανή Εγκιβωτισμού (CasePacker) .....	64
3.2.15	Ζυγός Χαρτοκιβωτίων (CaseWeigher).....	64
3.3	Παλετοποίηση.....	65
3.4	Μεταφορικές Ταινίες (Conveyors) .....	65
4	Επικοινωνία μηχανών με PLC.....	67
4.1	Βασικές μονάδες συστήματος PLC .....	67
4.2	Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) .....	69
4.3	Τροφοδοσία και rack .....	72
4.4	Σύστημα εισόδων-εξόδων (I/O).....	73
4.5	Σύστημα αρίθμησης και Κώδικες.....	75
4.6	Προγραμματιστικά χαρακτηριστικά .....	77
4.7	Η Γλώσσα LADDER .....	78
4.8	Ρύθμιση PLC Johnson&Johnson .....	80
5	TRAKSYS.....	82
5.1	Τι είναι - Μεθοδολογία Λειτουργίας .....	82
5.2	Χαρακτηριστικά.....	84

5.2.1	Σχεδιασμός Παραγωγής & Προγραμματισμός.....	84
5.2.2	Διαχείριση της απόδοσης .....	84
5.2.3	Συνταγή & παρτίδας Διαχείρισης.....	84
5.2.4	Ζύγιση & διανομή .....	84
5.2.5	Διαχείριση ροής εργασίας .....	85
5.2.6	Διαχείριση προσωπικού.....	85
5.2.7	Διαχείριση Εργασίας & Εργασιών σε Εξέλιξη.....	85
5.2.8	Διαχείριση αποθεμάτων.....	85
5.2.9	Μηνύματα & Κοινοποίηση .....	85
5.2.10	Διαχείριση συντήρησης .....	86
5.2.11	Βιωσιμότητα & Διαχείριση Ενέργειας .....	86
5.2.12	Διαχείριση υλικών .....	86
5.2.13	Διαχείριση δεδομένων .....	86
5.2.14	Manufacturing Intelligence .....	86
5.2.15	Ποιότητα & SPC.....	86
5.2.16	Προβολή του συνόλου της επιχείρησης .....	87
5.3	Διάγραμμα ροής πληροφορίας.....	87
	Συμπεράσματα.....	89
	Βιβλιογραφία.....	91
	Εικόνα 1 P&ID μηχανών μόνο.....	22
	Εικόνα 2 Κάμερα Cognex για τον έλεγχο του Barcode.....	24
	Εικόνα 3 P& ID μηχανών και ελεγκτών ροής.....	26
	Εικόνα 4 P& ID μηχανών και interlocks .....	27
	Εικόνα 5 Πλήρες διάγραμμα P& ID.....	28
	Εικόνα 6 Τροφοδοσία συστήματος CIP [1] .....	31
	Εικόνα 7 Πρόπλυση-Απομάκρυνση προϊόντος με απιονισμένο νερό.....	33
	Εικόνα 8 Καθαρισμός με απορυπαντικό .....	34
	Εικόνα 9 Ξέπλυμα γεμιστικού.....	34

Εικόνα 10 Απολύμανση γεμιστικού .....	35
Εικόνα 11 Φύσηγμα γεμιστικού .....	36
Εικόνα 12 Σχέδιο συστήματος CIP .....	37
Εικόνα 13 Το εσωτερικό του φωτοκύτταρου [2] .....	39
Εικόνα 14 Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας σε λειτουργία συγκλίνουσας δέσμης [2] .....	40
Εικόνα 152.1.1.3.1 Λειτουργία διάχυσης με μηχανική Καταστολή φόντου .....	41
Εικόνα 162.1.1.3.2 Λειτουργία διάχυσης με Ηλεκτρονική Καταστολή φόντου .....	42
Εικόνα 17 Retro-αντανακλαστική λειτουργία [2] .....	43
Εικόνα 18 Αναβατόριο Φιαλιδίων .....	51
Εικόνα 19 Ανορθωτής Φιαλιδίων -1 .....	52
Εικόνα 20 Ανορθωτής Φιαλιδίων -2 .....	53
Εικόνα 21 Γεμιστική \ Πωματιστική μηχανή .....	54
Εικόνα 22 Massflowmeter .....	55
Εικόνα 23 έλεγχος πλήρωσης φιαλιδίου .....	55
Εικόνα 24 Νέα τεχνολογία Καπακοτικού (8 κεφαλές): Καθεκεφαλή δικό της βηματικό κινητήρα για καλύτερο έλεγχο .....	56
Εικόνα 25 Αναβατόρια Πωμάτων \ Αντλιών .....	58
Εικόνα 26 Περιτροφικά Μπολ Πωμάτων \ Αντλιών .....	58
Εικόνα 27 Ωμέγα .....	59
Εικόνα 28 Μηχανή Ετικετοποίησης .....	60
Εικόνα 29 Ζυγός Φιαλιδίων .....	61
Εικόνα 30 Μηχανή Προσθήκης Σφραγίδας .....	62
Εικόνα 31 Μηχανή Συρρίκνωσης .....	63
Εικόνα 32 Τα βασικά μέρη του PLC [20] .....	68
Εικόνα 33 Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας εντός του κυκλώματος του μικροελεγκτή του PLC. [20] .....	70
Εικόνα 34 Δομή μικροελεγκτή [20] .....	71
Εικόνα 35 Τροφοδοτικό rack [20] .....	73
Εικόνα 36 Πρόσοψη PLC με ανοιχτές τις θύρες [20] .....	74
Εικόνα 37 Εισαγωγή κάρτας στο PLC [20] .....	75
Εικόνα 38 Παράδειγμα προγραμματισμού PLC με λογική LADDER [10] .....	77
Εικόνα 39 Σήματα εισόδου και εξόδου στο PLC της γραμμής παραγωγής .....	81
Εικόνα 40 Διάγραμμα ροής TrakSYS [4] .....	88

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Στην παρούσα εργασία αναλύεται η διαδικασία παραγωγής σε εργοστάσιο εμφιάλωσης καλλυντικών της Johnson&Johnson. Περιγράφονται περιληπτικά οι διαδικασίες χειρισμού και παραγωγής των καλλυντικών για μια πλήρη γραμμή παραγωγής καθώς και οι απαιτήσεις καλής πρακτικής στην παραγωγή καλλυντικών. Στη συνέχεια γίνεται εκτενής περιγραφή των σχεδίων P&ID της Johnson&Johnson για την εμφιάλωση καλλυντικών. Παράλληλα, διερευνάται η διαδικασία επί τόπου καθαρισμού (CIP) που εφαρμόζεται στην μηχανή γεμίσματος και πωματοποίησης της γραμμής παραγωγής. Γίνεται εκτενής αναφορά στους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στη γραμμή παραγωγής για τον έλεγχο των διαδικασιών, όπως τα φωτοκύτταρα, οι αισθητήρες proximity και οι κάμερες. Στη συνέχεια περιγράφεται λεπτομερώς η διαδικασία παραγωγής μέσω της λειτουργίας των διαφορετικών μηχανών που περιλαμβάνονται σε αυτήν. Παρουσιάζονται τα PLC και τα δομικά στοιχεία τους αλλά και ο τρόπος διασύνδεσης των εισόδων-εξόδων στο PLC της Johnson&Johnson. Τέλος παρουσιάζεται το λογισμικό διαχείρισης βιομηχανικών διεργασιών TrakSYS.

## **ABSTRACT**

---

The present study analyzes the production process in the cosmetic bottling factory of Johnson & Johnson. We summarize the production processes of cosmetics for a complete production line and good practice requirements in the production of cosmetics. Then, we present an extensive description of the P&ID drawings of Johnson & Johnson for cosmetics bottling. At the same time, we investigate the process for cleaning in-place (CIP) applicable to the filling machine of the production line. Extensive reference is made to sensors used in production lines for the control of processes, such as photocells, proximity sensors and cameras. In the following we describe in detail the process of production through the operation of the different machines included therein. We present the PLC and its components and the interconnection of the inputs-outputs in the PLC of Johnson & Johnson. Finally we present the software TrakSYS for the management of industrial processes.



# 1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ

---

## 1.1 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΈΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Η παραγωγή είναι μια διαδικασία που συνδυάζει διάφορες εισροές υλικών και άυλων εισόδων (σχέδια, τεχνογνωσία), προκειμένου να δημιουργηθεί ένα προϊόν που μπορεί να καταναλωθεί (έξοδος - εκροή). Είναι η πράξη της δημιουργίας εξόδου, ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας που έχει αξία και χρησιμότητα.

Σε μια διαδικασία παραγωγής δημιουργείται οικονομική ευημερία. Η οικονομική ευημερία περιλαμβάνει όλες τις οικονομικές δραστηριότητες που αποσκοπούν άμεσα ή έμμεσα, στην ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών. Ο βαθμός στον οποίο οι ανάγκες ικανοποιούνται συχνά εκλαμβάνεται ως μέτρο της οικονομικής ευημερίας. Στην παραγωγή, υπάρχουν δύο χαρακτηριστικά που εξηγούν την αύξηση της οικονομικής ευημερίας. Αυτά είναι, η βελτίωση του λόγου ποιότητας-τιμής των αγαθών και των υπηρεσιών και η αύξηση των εισοδημάτων από την ανάπτυξη και την πιο αποτελεσματική παραγωγή αγοράς.

Οι πιο σημαντικές μορφές της παραγωγής είναι [13]

- Παραγωγή αγοράς
- Δημόσια παραγωγή
- Οικιακά προϊόντα

Για να κατανοήσουμε την προέλευση της οικονομικής ευημερίας πρέπει να κατανοήσουμε αυτές τις τρεις διαδικασίες παραγωγής. Όλες παράγουν αγαθά τα οποία έχουν αξία και συμβάλουν στην ευημερία των ατόμων.

Η ικανοποίηση των αναγκών προέρχεται από τη χρήση των αγαθών και των υπηρεσιών που παράγονται. Η ικανοποίηση των αναγκών αυξάνεται όταν ο λόγος ποιότητα-τιμής των αγαθών και των υπηρεσιών βελτιώνεται και μεγιστοποιεί την ικανοποίηση επιτυγχάνεται με μικρότερο κόστος. Η βελτίωση του λόγου ποιότητας-τιμής των αγαθών και υπηρεσιών, αποτελεί για έναν παραγωγό ουσιαστικό μέσο για να ενισχύσει την απόδοση παραγωγής, αλλά αυτό το είδος των κερδών που διανέμονται στους πελάτες δεν μπορεί να μετρηθεί με τα δεδομένα της παραγωγής.

Οικονομική ευημερία αυξάνει επίσης λόγω της αύξησης των εισοδημάτων που έχουν αποκτηθεί από την αυξανόμενη και πιο αποδοτική παραγωγή αγοράς. Η παραγωγή αγοράς είναι η μόνη μορφή παραγωγής που δημιουργεί και διανέμει εισοδήματα στους ενδιαφερόμενους. Η δημόσια παραγωγή και η παραγωγή οικιακών προϊόντων χρηματοδοτούνται από τα εισοδήματα που παράγονται κατά την παραγωγή αγοράς. Έτσι, η παραγωγή αγοράς έχει διπλό ρόλο στη δημιουργία ευημερίας, δηλαδή το ρόλο της παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών και το ρόλο της δημιουργίας εισοδήματος. Λόγω αυτού του διπλού ρόλου, η παραγωγή αγοράς αποτελεί τον κινητήρα της οικονομικής ευημερίας και ως εκ τούτου [14].

Η βιομηχανική παραγωγή (μεταποίηση) είναι η παραγωγή εμπορευμάτων για χρήση ή πώληση με την αξιοποίηση της ανθρώπινης εργασίας και των μηχανών, εργαλείων, της χημικής και βιολογικής επεξεργασίας κλπ. Ο όρος μπορεί να αναφέρεται σε μια σειρά δραστηριοτήτων, από τη χειροτεχνία ως την υψηλή τεχνολογία, αλλά εφαρμόζεται πιο συχνά στη βιομηχανική παραγωγή, στην οποία οι πρώτες ύλες μετασχηματίζονται σε έτοιμα αγαθά σε μεγάλη κλίμακα. Τέτοια τελικά προϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή άλλων, πιο σύνθετων προϊόντων, όπως αεροσκάφη, οικιακές συσκευές ή αυτοκίνητα, ή πωλούνται σε χονδρεμπόρους, οι οποίοι με τη σειρά τους τα πωλούν στους λιανοπωλητές, οι οποίοι στη συνέχεια τα πωλούν στους τελικούς χρήστες και τους καταναλωτές [15].

Η βιομηχανική παραγωγή έχει καίρια θέση σε όλα τα είδη των οικονομικών συστημάτων. Σε μια οικονομία ελεύθερης αγοράς, η βιομηχανική παραγωγή συνήθως κατευθύνεται προς τη μαζική παραγωγή προϊόντων, προς πώληση στους καταναλωτές με κέρδος. Σε μια κολεκτιβιστική οικονομία, η βιομηχανική παραγωγή πιο συχνά κατευθύνεται από το κράτος, με στόχο την δημιουργία ενός κεντρικά σχεδιασμένου οικονομικού μοντέλου. Σε μικτές οικονομίες, η βιομηχανική παραγωγή υπόκειται κατά ένα βαθμό σε κεντρικό κρατικό έλεγχο.

Η σύγχρονη βιομηχανική παραγωγή περιλαμβάνει όλες τις ενδιάμεσες διαδικασίες που απαιτούνται για την παραγωγή και την ενσωμάτωση των συστατικών ενός προϊόντος. Ο τομέας της βιομηχανικής παραγωγής είναι στενά συνδεδεμένος με την εφαρμοσμένη μηχανική και το βιομηχανικό σχέδιο.

Οι συντελεστές της παραγωγικής διαδικασίας, καλούμενοι αλλιώς και συντελεστές παραγωγής, πόροι, ή εισροές είναι το σύνολο των συστατικών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγική διαδικασία για την παραγωγή εξόδου δηλαδή τα τελικά αγαθά και υπηρεσίες. Η κατανομή των διαφόρων εισροών που χρησιμοποιούνται καθορίζουν την ποσότητα της

παραγωγής, σύμφωνα με μια σχέση που ονομάζεται συνάρτηση παραγωγής. Υπάρχουν τρεις βασικοί πόροι ή συντελεστές παραγωγής: η γη, η εργασία και το κεφάλαιο. Αυτοί οι παράγοντες ονομάζονται συχνά και ως αγαθά του παραγωγού, για να γίνει διάκριση από τα προϊόντα ή τις υπηρεσίες που αγοράζονται από τους καταναλωτές. Και τα τρία αυτά αγαθά απαιτούνται ταυτόχρονα σε συνδυασμό, για να παραχθεί ένα εμπόρευμα [13].

Οι συντελεστές παραγωγής μπορεί επίσης να αναφέρονται ειδικά στους κύριους παράγοντες, που είναι η γη, η εργασία (η ικανότητα για εργασία), και τα κεφαλαιουχικά αγαθά που εφαρμόζονται στην παραγωγή. Τα υλικά και η ενέργεια θεωρούνται δευτερογενείς παράγοντες στην κλασική οικονομία, επειδή προέρχονται από τη γη, την εργασία και το κεφάλαιο. Οι πρωταρχικοί παράγοντες διευκολύνουν την παραγωγή αλλά δεν γίνονται μέρος του προϊόντος (όπως συμβαίνει με τις πρώτες ύλες), ούτε μεταλλάσσονται σημαντικά από την παραγωγική διαδικασία (όπως συμβαίνει με τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στα μηχανήματα). Η γη περιλαμβάνει όχι μόνο το χώρο της παραγωγής, αλλά και τους φυσικούς πόρους πάνω ή κάτω από το έδαφος. Το εργατικό δυναμικό και το απόθεμα των γνώσεων του εργατικού δυναμικού είναι δύο ξεχωριστά αγαθά. Η επιχειρηματικότητα μερικές φορές θεωρείται επίσης ένας συντελεστή παραγωγής. Η συνολική κατάσταση της τεχνολογίας περιγράφεται ως συντελεστή παραγωγής.

Η συσκευασία είναι η τεχνολογία έγκλησης ή προστασίας των προϊόντων με στόχο τη διανομή, αποθήκευση, πώληση και χρήση. Η συσκευασία αναφέρεται επίσης στην διαδικασία του σχεδιασμού, την αξιολόγηση και την παραγωγή των συσκευασιών. Η συσκευασία μπορεί να περιγραφεί ως ένα συντονισμένο σύστημα προετοιμασίας των εμπορευμάτων προς μεταφορά, αποθήκευση, logistics, πώληση, και τελική χρήση.

Πρώτη ύλη είναι το υλικό ή η ουσία που χρησιμοποιείται στην πρωτογενή παραγωγή ή την κατασκευή ενός αγαθού. Οι πρώτες ύλες είναι συχνά φυσικοί πόροι όπως το πετρέλαιο, το σίδηρο και το ξύλο. Πριν χρησιμοποιηθούν στην διαδικασία παραγωγής, οι πρώτες ύλες τροποποιούνται για να μπορούν να χρησιμοποιούνται σε διαφορετικές διαδικασίες. Οι πρώτες ύλες αναφέρονται συχνά ως βασικά εμπορεύματα, τα οποία αγοράζονται και πωλούνται σε ειδικά χρηματιστήρια σε όλο τον κόσμο.

## **1.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΛΛΥΝΤΙΚΩΝ**

Η παραγωγή καλλυντικών είναι ένας ιδιαίτερος τομέας της βιομηχανικής παραγωγής, κυρίως λόγω των πρώτων υλών που χρησιμοποιεί και τον προδιαγραφών που απαιτούνται για το τελικό προϊόν. Στη συγκεκριμένη παράγραφο θα περιγραφούν περιληπτικά οι διαδικασίες χειρισμού και παραγωγής των καλλυντικών για μια πλήρη γραμμή παραγωγής καθώς και οι απαιτήσεις καλή πρακτικής στην παραγωγή καλλυντικών.

### 1.2.1 Διαδικασίες

Η φύση των πρώτων υλών για την παραγωγή καλλυντικών είναι περίπλοκη και αφορά ειδικές διατάξεις που παρουσιάζουν τις προδιαγραφές για τα επιτρεπόμενα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες για την παραγωγή καλλυντικών. Στην συγκεκριμένη παράγραφο θα δώσουμε μια σύντομη περιγραφή μερικών βασικών ουσιών, με στόχο να γίνει κατανοητό το είδος των υλικών και άρα η σημαντικότητα των προδιαγραφών που παρουσιάζονται στην επόμενη παράγραφο [12].

- Επιφανειοδραστικές ουσίες – Είναι ουσίες που μειώνουν την επιφανειακή πίεση του νερού και άλλων υγρών, διευκολύνοντας την αφαίρεση των ρυπογόνων ουσιών, λιπαντικών και άλλων ουσιών.
- Έλαια– Είναι η βάση για το ενεργό συστατικό σε κάποια καλλυντικά προϊόντα υγρής μορφής. Μπορεί να είναι ορυκτέλαιο (παραφίνη), φυσικά έλαια (καστορέλαιο) ή συνθετικά έλαια (μυριστικό ισοπροπύλιο).
- Κεριά – Είναι η βάση για το ενεργό συστατικό σε κάποια καλλυντικά στερεάς μορφής (π.χ. αποσμητικά στικ). Μπορεί να είναι φυσικά ή συνθετικά (κερί παραφίνης)
- Κρεμώδεις βάσεις – Είναι η βάση για το ενεργό υλικό σε κρεμώση καλλυντικά. Περιλαμβάνουν λιπαρές αλκοόλες και οξέα.
- Γαλακτωματοποιητές – Είναι ουσίες που σταθεροποιούν τα γαλακτώματα.
- Υγροσκοπικά - Παράγοντες που προάγουν την κατακράτηση υγρών.
- Πλαστικοποιητές – Πρόσθετα που διατηρούν την ελαστικότητα μιας ουσίας.
- Αντιμικροβιακοί παράγοντες – Πρόσθετα που έχουν αντιμικροβιακή δραστηριότητα.

Στην παραπάνω λίστα προστίθενται και άλλα επιμέρους πρόσθετα και ουσίες ανάλογα με το είδος των καλλυντικών που παράγεται. Η προμήθεια των πρώτων υλών γίνεται σε μεγάλες ποσότητες συνήθως από μεγάλες χημικές βιομηχανίες που παράγουν τις συγκεκριμένες πρώτες ύλες.

Εφόσον παραληφθούν οι πρώτες ύλες και γίνουν οι κατάλληλοι έλεγχοι, ξεκινά η διαδικασία παραγωγής. Κατά τη φάση της παραγωγής οι στερεές πρώτες ύλες αλέθονται, ενώ οι φάσεις ελαίων και νερού αναμειγνύονται ξεχωριστά και στη συνέχεια καταλήγουν στο τελικό προϊόν. Στη συνέχεια το προϊόν φιλτράρεται και μετά εμφιαλώνεται - συσκευάζεται στα κατάλληλα δοχεία.

Υπάρχουν τρεις βασικοί μηχανισμοί ανάμειξης: ελεύθερη ροή, συναγωγής και διάχυτη. Τα στερεά και οι κρέμες αναμειγνύονται με διαδικασίες ελεύθερης ροής, ενώ στα υγρά χρησιμοποιούνται και οι τρεις μηχανισμοί. Τα γαλακτώματα και τα υγρά καλλυντικά παρασκευάζονται είτε με επεξεργασία παρτίδας ή με συνεχή επεξεργασία.

Η παραγωγή παρτίδας είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται στην βιομηχανική παραγωγή, στην οποία το προϊόν δημιουργείται σταδιακά, περνώντας από μία σειρά θέσεων εργασίας, ενώ κατασκευάζονται διαφορετικές παρτίδες προϊόντων [12].

Η παραγωγή παρτίδας συναντάται συχνότερα σε τομείς όπως η αρτοποιεία, η κατασκευή αθλητικών υποδημάτων, φαρμακευτικών συστατικών, στον καθαρισμό του νερού, μελάνια, χρώματα και κόλλες. Στην κατασκευή των μελανιών και χρωμάτων, χρησιμοποιείται μια τεχνική που ονομάζεται color-run.

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα στην παραγωγή παρτίδας. Μπορεί να μειώσει τις αρχικές κεφαλαιουχικές δαπάνες (το κόστος της δημιουργίας των μηχανών), διότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ενιαία γραμμή παραγωγής για την παραγωγή αρκετών προϊόντων. Η παραγωγή παρτίδας μπορεί να είναι χρήσιμη σε μικρές επιχειρήσεις που δεν μπορούν να αντέξουν οικονομικά τις συνεχείς γραμμές παραγωγής. Αν ένας λιανοπωλητής αγοράζει μια παρτίδα ενός προϊόντος που δεν πουλάει, τότε ο παραγωγός μπορεί να σταματήσει την παραγωγή, χωρίς να έχει τεράστιες απώλειες. Η παραγωγή παρτίδας είναι επίσης χρήσιμη στην παραγωγή εποχιακών ειδών, προϊόντα για τα οποία είναι δύσκολο να προβλεφθεί η ζήτηση, σε δοκιμαστικές λειτουργίες της παραγωγής, ή σε προϊόντα που έχουν υψηλό περιθώριο κέρδους [11].

Η παραγωγή παρτίδας έχει και κάποια μειονεκτήματα. Υπάρχουν ανεπάρκειες που σχετίζονται με την παραγωγή αυτού του τύπου, καθώς ο εξοπλισμός πρέπει να σταματήσει

και να διαμορφωθεί εκ νέου. Ο χρόνος αδράνειας μεταξύ των παρτίδων είναι γνωστός ως downtime. Ο χρόνος μεταξύ διαδοχικών παρτίδων ονομάζεται χρόνος κύκλου.

Η συνεχής παραγωγή χρησιμοποιείται για προϊόντα που κατασκευάζονται με παρόμοιο τρόπο. Για παράδειγμα, ένα συγκεκριμένο μοντέλο αυτοκινήτου έχει το ίδιο σχήμα του σώματος και ως εκ τούτου, πολλά αυτοκίνητα ίδιου μοντέλο μπορούν να κατασκευαστούν ταυτόχρονα, χωρίς διακοπή, μειώνοντας το κόστος παραγωγής. Η συνεχής παραγωγή ονομάζεται και συνεχής διαδικασία ή διαδικασία συνεχούς ροής, επειδή τα υλικά, είτε ξηρά ή υγρά που υπόκεινται επεξεργασία, είναι συνεχώς σε κίνηση, υποβάλλονται σε χημικές αντιδράσεις ή υπόκεινται σε μηχανική ή θερμική επεξεργασία. Συνεχής παραγωγή σημαίνει συνήθως λειτουργία 24 ώρες την ημέρα, επτά ημέρες την εβδομάδα, με σπάνιες διακοπές λειτουργίας για τη συντήρηση, μία ή δύο φορές το χρόνο. Μερικά εργοστάσια χημικών λειτουργούν για περισσότερο από ένα ή δύο χρόνια χωρίς διακοπή. Οι υψικάμινοι μπορούν να λειτουργούν από 4 έως 10 χρόνια χωρίς διακοπή.

Κατά την παραγωγή καλλυντικών με τη μέθοδο παρτίδας, χρησιμοποιείται σταδιακή μίξη των πρώτων υλών. Ο εξοπλισμός μείξης περιλαμβάνει ηλεκτρικούς κινητήρες και άλλες συσκευές μείξης. Κατά την συνεχή παραγωγή καλλυντικών, οι δύο φάσεις του γαλακτώματος αναμειγνύονται ξεχωριστά. Στη συνέχεια το γαλάκτωμα εισάγεται με αντλίες σε δοχεία αποθήκευσης.

### **1.2.2 Απαιτήσεις για την καλή πρακτική**

Οι απαιτήσεις καλής πρακτικής για την παραγωγή καλλυντικών είναι οι εξής [12]:

- **Κτίρια και εγκαταστάσεις**
  - Τα κτίρια και οι εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή πρέπει να έχουν το κατάλληλο μέγεθος, σχεδιασμό και κατασκευή, και να συντηρούνται ώστε να υπάρχει καθαριότητα και οργάνωση. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής θα πρέπει να παρέχουν:
  - Χώρο επαρκούς μεγέθους και κατάλληλης οργάνωσης για την αποφυγή σφαλμάτων επιλογής (π.χ., mix-ups) ή διασταυρούμενης μόλυνσης μεταξύ των αναλωσίμων, πρώτων υλών, ενδιάμεσων σκευασμάτων (δηλαδή, των υλικών της διαδικασίας), και των τελικών προϊόντων. Αυτό ισχύει και για τα δοχεία, πώματα, ετικέτες και τα υλικά σήμανσης.

- Επαρκή έλεγχο για την αποφυγή ρύπανσης και παρασίτων. Η ρύπανση μπορεί να περιλαμβάνει οποιοδήποτε ανάρμοστο θέμα, στο οποίο συνεισφέρει η μόλυνση των ζώων, όπως τρωκτικά, έντομα, ή οποιοδήποτε άλλο ανάρμοστο θέμα δημιουργεί ανθυγιεινές συνθήκες.
- Τα δάπεδα, οι τοίχοι, οι οροφές πρέπει να είναι κατασκευασμένα από λείες επιφάνειες που καθαρίζονται εύκολα.
- Πρέπει να υπάρχει επαρκής φωτισμός και αερισμός, για λόγους βακτηριολογικών ελέγχων, διαλογής, φιλτραρίσματος, αποφυγής της σκόνης, υγρασίας, υψηλής θερμοκρασίας.
- Επαρκείς εγκαταστάσεις καθαρισμού, υδραυλικές εγκαταστάσεις, τουαλέτες και χώροι αποθήκευσης για να καταστεί δυνατή η υγιεινή λειτουργία, ο καθαρισμός των εγκαταστάσεων, του εξοπλισμού, και των σκευών, καθώς και η προσωπική καθαριότητα του ανθρωπίνου δυναμικού.
- Οι εγκαταστάσεις των σωλήνων, αγωγών και των αποχετεύσεων θα πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να αποφεύγεται η συγκέντρωση υγρών και υγρασίας.

- **Εξοπλισμός**

- Θα πρέπει να καθοριστεί αν ο εξοπλισμός και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία, αποθήκευση, μεταφορά και συσκευασία έχουν κατάλληλο σχεδιασμό, μέγεθος, κατασκευή για το σκοπό που προορίζονται, με στόχο την πρόληψη της διάβρωσης, τη συσσώρευση στατικού υλικού ή / και τη νοθεία με λιπαντικά, ψυκτικά, βρωμιά, και ουσίες απολύμανσης. Ο εξοπλισμός (για παράδειγμα, σωληνώσεις, επιφάνειες επαφής των καλλυντικών, κλπ) θα πρέπει:
  - Να διατηρείται καθαρός και σε ομαλή κατάσταση, να απολυμαίνεται σε κατάλληλα χρονικά διαστήματα, και να αποθηκεύονται με τρόπο που προστατεύει από τη σκόνη και άλλους ρυπαντές
  - Κατασκευασμένος για τη διευκόλυνση της προσαρμογής, τον καθαρισμό και τη συντήρηση
  - Κατάλληλου μεγέθους και ακρίβειας για τη μέτρηση, μίξη, και ζύγιση
  - Να βαθμονομείται τακτικά ή να ελέγχεται και τα αποτελέσματα τεκμηριώνονται, κατά περίπτωση.

- Να αφαιρείται από τη γραμμή παραγωγής αν είναι ελαττωματικός, δεν πληροί τις συνιστώμενες ανοχές, ή δεν μπορεί να επισκευαστεί και να βαθμονομηθεί αμέσως.

- **Προσωπικό**

- Θα πρέπει να προσδιοριστεί αν το προσωπικό επίβλεψης εκτέλεσης παραγωγής και ελέγχου των καλλυντικών έχει την εκπαίδευση, την κατάρτιση ή / και την εμπειρία για να εκτελεί τα καθήκοντά του. Επιπλέον:
- Οι εργαζόμενοι που έρχεται σε άμεση επαφή με τις πρώτες ύλες των καλλυντικών, τις ύλες που παράγονται κατά τη διαδικασία παραγωγής, τα τελικά προϊόντα, ή τις επιφάνειες επαφής, πρέπει να φορούν καθαρά ρούχα για τα καθήκοντα που εκτελούν και τα αναγκαία προστατευτικά ενδύματα (για παράδειγμα, στολές, γάντια, γυαλιά ασφαλείας και συστήματα συγκράτησης για τα μαλλιά) .
- Οι εργαζόμενοι πρέπει επίσης να διατηρούν επαρκή καθαριότητα του προσωπικού, και να είναι απαλλαγμένα από μη φυσιολογικές πηγές μικροβιολογικής μόλυνσης (για παράδειγμα, πληγές και μολυσμένες πληγές)
- Η κατανάλωση τροφής, ποτών, ή η χρήση καπνού θα πρέπει να περιορίζεται σε κατάλληλα διαμορφωμένους χώρους μακριά από τις περιοχές αποθήκευσης και επεξεργασίας
- Όλο το προσωπικό και οι επισκέπτες θα πρέπει να εποπτεύεται σωστά, ενώ βρίσκονται στην εγκατάσταση παραγωγής και
- Θα πρέπει να επιτρέπεται μόνο σε εξουσιοδοτημένο προσωπικό η πρόσβαση στην παραγωγή, αποθήκευση, και τις περιοχές ελέγχου του προϊόντος

- **Πρώτες ύλες**

- Θα πρέπει να καθοριστεί εάν οι πρώτες ύλες έχουν αποθηκευθεί, ελεγχθεί, δοκιμαστεί, απογραφεί, για να διασφαλιστεί ότι συμμορφώνονται με τα κατάλληλα πρότυπα και προδιαγραφές. Ειδικότερα, οι πρώτες ύλες πρέπει να:
- Αποθηκεύονται και ελέγχονται για την πρόληψη σφαλμάτων (δηλαδή, αναμειξείς ή σφάλματα επιλογής), τη μόλυνση με μικροοργανισμούς ή



άλλα χημικά, και την υποβάθμιση από την έκθεση σε ακατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ., ζέστη, κρύο, το ηλιακό φως, υγρασία, κλπ)

- Αποθηκεύονται σε κλειστά δοχεία και όχι στο δάπεδο
  - Διατηρούνται σε δοχεία που έχουν επισημανθεί με την ταυτότητα, τον αριθμό παρτίδας, καθώς και το αποτέλεσμα του ελέγχου (αποδέσμευση ή καραντίνα)
  - Υπόκεινται σε δειγματοληψία και να ελέγχονται για τη συμμόρφωση με τις προδιαγραφές και για να διασφαλιστεί η απουσία βρωμιάς, μικροοργανισμών, και άλλων προσμίξεων πριν από την επεξεργασία ή τη χρήση (υλικά φυτικής και ζωικής προέλευσης και αυτά που παράγονται από τις κρύες μεθόδους επεξεργασίας θα πρέπει να ελέγχονται για ρυπαντικές ουσίες ή / και μόλυνση από μικροοργανισμούς)
  - Ταυτοποιηθούν σωστά και να ελέγχονται για την πρόληψη της χρήσης των υλικών που δεν πληρούν τις προδιαγραφές.
- Συγκεκριμένα, για το νερό που χρησιμοποιείται στην διαδικασία παραγωγής, θα πρέπει να προσδιοριστεί αν:
    - Το νερό που χρησιμοποιείται ως καλλυντικό συστατικό χρησιμοποιείται ως έχει (δηλαδή, απευθείας από τη βρύση) ή αν έχει υποστεί επεξεργασία πριν χρησιμοποιηθεί (δηλαδή, έχει υποστεί επεξεργασία με μέσα όπως απιονισμός, απόσταξη, ή αντίστροφη ώσμωση)
    - Υπάρχουν καθιερωμένες διαδικασίες για την εξασφάλιση ότι το νερό που χρησιμοποιείται ως συστατικό καλλυντικών προϊόντων, διαθέτει την καθορισμένη ποιότητα, δεν επηρεάζεται από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στον εξοπλισμό επεξεργασίας νερού και είναι υπό δοκιμή ή παρακολουθείται τακτικά βεβαιώνοντας ότι πληροί τις ισχύουσες προδιαγραφές ποιότητας (χημικά, φυσικά και μικροβιολογικά χαρακτηριστικά)
    - Ολόκληρο το σύστημα για την παροχή νερού που χρησιμοποιείται ως συστατικό των καλλυντικών προϊόντων έχει συσταθεί για να αποφευχθεί η στασιμότητα και οι κίνδυνοι μόλυνσης (Αυτό το σύστημα θα πρέπει να καθαρίζεται τακτικά και να απολυμαίνεται σύμφωνα με μια κατάλληλη διαδικασία)

- **Παραγωγή**

- Θα πρέπει να διαπιστωθεί αν έχουν καθοριστεί γραπτώς οι οδηγίες για την γραμμή παραγωγής και τον έλεγχο (για παράδειγμα, οδηγίες επεξεργασίας, μέθοδοι ελέγχου κατά τη διεργασία, οδηγίες εμφυάλωσης, οδηγίες για τη λειτουργία του εξοπλισμού). Οι διαδικασίες πρέπει να περιλαμβάνουν διατάξεις που εξασφαλίζουν ότι:
- Η επιλογή, η ζύγιση, η μέτρηση των πρώτων υλών και ο προσδιορισμός της τελικής απόδοσης επανεξετάζονται από ένα δεύτερο άτομο.
- Σημαντικός εξοπλισμός, γραμμές μεταφοράς, τα δοχεία και δεξαμενές που χρησιμοποιούνται για τη μεταποίηση, ή την πλήρωση μπορούν να δείξουν το περιεχόμενο, το αναγνωριστικό της παρτίδας και την ονομασία, το στάδιο της κατάστασης επεξεργασίας και ελέγχου
- Έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για την πρόληψη της μόλυνσης από μικροοργανισμούς, χημικές ουσίες, βρωμιά, ή άλλα ξένα υλικά
- Γίνονται έλεγχοι κατά τη διεργασία, ώστε να εξασφαλίζεται η ομοιομορφία του προϊόντος, η ακεραιότητα, το ακριβές γέμισμα των δοχείων ανάμιξης, και η επάρκεια της ανάμειξης.
- Η θεωρητική απόδοση για μια παρτίδα παραγωγής συγκρίνεται με την πραγματική απόδοση
- Η συσκευασία των υγρών προϊόντων στοματικής υγιεινής είναι ανθεκτική στη φθορά και την επισήμανση
- Η αποθήκευση και η επεξεργασία των υλικών συσκευασίας που προορίζονται να έρθουν σε άμεση επαφή με το προϊόν, είναι ανθεκτικά σε σφάλματα επιλογής και μικροβιολογική ή χημική μόλυνση
- Τα ολοκληρωμένα πακέτα προϊόντος φέρουν μόνιμη, μοναδική ένδειξη παρτίδας ή ελέγχου με ένα σύστημα κωδικοποίησης που αντιστοιχεί σε αυτούς τους αριθμούς εργαστηριακών ελέγχων

- **Εργαστηριακοί έλεγχοι**

- Θα πρέπει να γίνει αξιολόγηση των εργαστηριακών ελέγχων, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών συλλογής δειγμάτων και άλλων όπως προδιαγραφές, μέθοδοι δοκιμής, εργαστηριακός εξοπλισμός, και τα προσόντα του τεχνικού δυναμικού. Οι εργαστηριακοί έλεγχοι θα πρέπει να περιλαμβάνει διατάξεις που εξασφαλίζουν ότι:

- Οι πρώτες ύλες (συμπεριλαμβανομένου του νερού), οι ύλες που παράγονται κατά τη διαδικασία και τα τελικά δείγματα των προϊόντων, ελέγχονται και εξετάζονται για την ταυτοποίηση και τη συμμόρφωση με τις ισχύουσες προδιαγραφές (για παράδειγμα, φυσικές και χημικές ιδιότητες), ανοχή στη μικροβιακή μόλυνση και κινδύνους ή σε άλλου είδους χημική μόλυνση
- Τα δείγματα είναι αντιπροσωπευτικά της παρτίδας
- Τα δείγματα του τελικού προϊόντος ελέγχονται για την επάρκεια την αντοχή έναντι μικροβιακής μόλυνσης υπό λογικές συνθήκες αποθήκευσης και χρήσης
- Τα δείγματα των εγκεκριμένων παρτίδων των πρώτων υλών και τελικών προϊόντων διατηρούνται για ένα επαρκές χρονικό διάστημα
- Τα διατηρημένα δείγματα αποθηκεύονται υπό συνθήκες που προστατεύουν την ακεραιότητά τους (για παράδειγμα, για να αποφευχθεί η μόλυνση και η υποβάθμιση των ιδιοτήτων τους), και ελέγχονται σε τακτά χρονικά διαστήματα για την εξασφάλιση της συνεχούς συμμόρφωσης με τις καθορισμένες προδιαγραφές
- Τα επιστρεφόμενα καλλυντικά εξετάζονται για υποβάθμιση, μόλυνση και τη συμμόρφωση με τις προδιαγραφές

### **1.3 ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ (P&IDs)**

#### **1.3.1 Τι είναι και τι περιλαμβάνουν**

Ένα διάγραμμα P&ID (piping and instrumentation diagram/drawing) εμφανίζει το σύνολο των σωληνώσεων και συνδέσεων μιας εγκατάστασης, συμπεριλαμβανομένων της φυσικής ακολουθίας των κλάδων, μειωτήρων, βαλβίδων, εξοπλισμού, όργανα μέτρησης και ελέγχου, καθώς και ασφαλιστικές συναρμογές. Τα διαγράμματα P&ID χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία του συστήματος της διαδικασίας παραγωγής.

Ένα P & ID θα πρέπει να περιλαμβάνει [5]:

- Τα όργανα και τις ονομασίες τους
- Τον μηχανολογικό εξοπλισμό με τα ονόματα και τους αριθμούς
- Όλες τις βαλβίδες και τις ταυτοποιήσεις τους
- Σωληνώσεις, τα μεγέθη και την ταυτοποίηση τους
- Λοιπό βοηθητικό εξοπλισμό - αεραγωγοί, αποχετεύσεις, ειδικά εξαρτήματα, γραμμέςδειγματοληψία, μειωτήρες, πολλαπλασιαστές και swagers
- Γραμμές μόνιμης εκκίνησης
- Κατευθύνσεις ροής
- Αναφορές διασυνδέσεων
- Εισόδους και εξόδουςελέγχου, ασφαλιστικές συναρμογές
- Διεπαφές για αλλαγές κατηγορίας
- Σεισμική κατηγορία
- Επίπεδο ποιότητας
- Είσοδο του συστήματος ελέγχου του υπολογιστή
- Ταυτοποίηση των εξαρτημάτων και υποσυστημάτων που παραδίδονται
- Προβλεπόμενη φυσική αλληλουχία του εξοπλισμού

Τα διαγράμματα P & ID, δεν θα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Διαστασιολόγηση εξοπλισμού (εγκατεστημένη ισχύ κλπ.)
- Τις βαλβίδες του εξοπλισμού
- Ρελέ ελέγχου
- Χειροκίνητους διακόπτες και ενδεικτικές λυχνίες
- Πρωτοβάθμιες σωληνώσεις και βαλβίδες
- Δεδομένα θερμοκρασίας πίεσης και ροής
- Πρότυπα εξαρτήματα
- Εκτεταμένες επεξηγηματικές σημειώσεις

Ένα διάγραμμα / σχέδιο σωληνώσεων και οργάνων (P&ID) ορίζεται ως εξής:

Ένα διάγραμμα το οποίο δείχνει τη διασύνδεση του εξοπλισμού και τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της διαδικασίας. Στη βιομηχανία, χρησιμοποιείται ένα πρότυπο σύνολο συμβόλων για την παρασκευή σχεδίων διεργασιών. Τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται στην πράξη σε αυτά τα σχέδια βασίζονται στο ISA S5. 1.

Τα P&IDs παίζουν σημαντικό ρόλο στη διατήρηση και την τροποποίηση της διαδικασίας που περιγράφουν. Είναι κρίσιμο να περιγράφουν την φυσική αλληλουχία του εξοπλισμού και των συστημάτων, καθώς και τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται αυτά τα συστήματα. Κατά το στάδιο του σχεδιασμού, το διάγραμμα παρέχει επίσης τη βάση για την ανάπτυξη συστημάτων ελέγχου του συστήματος, επιτρέποντας περαιτέρω ελέγχους ασφάλειας και λειτουργίας.

### **1.3.2 Περιγραφή των P&ID (Johnson&Johnson)**

#### ***1.3.2.1 P&ID μηχανών μόνο***

Στα σχέδια που παρουσιάζονται στις Εικόνες 1-X παρουσιάζεται η γραμμή παραγωγής εμφιάλωσης καλλυντικών της εταιρείας Johnson&Johnson. Στην Εικόνα 1, παρουσιάζεται το διάγραμμα P&ID που περιλαμβάνει μόνο τις μηχανές που συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία.

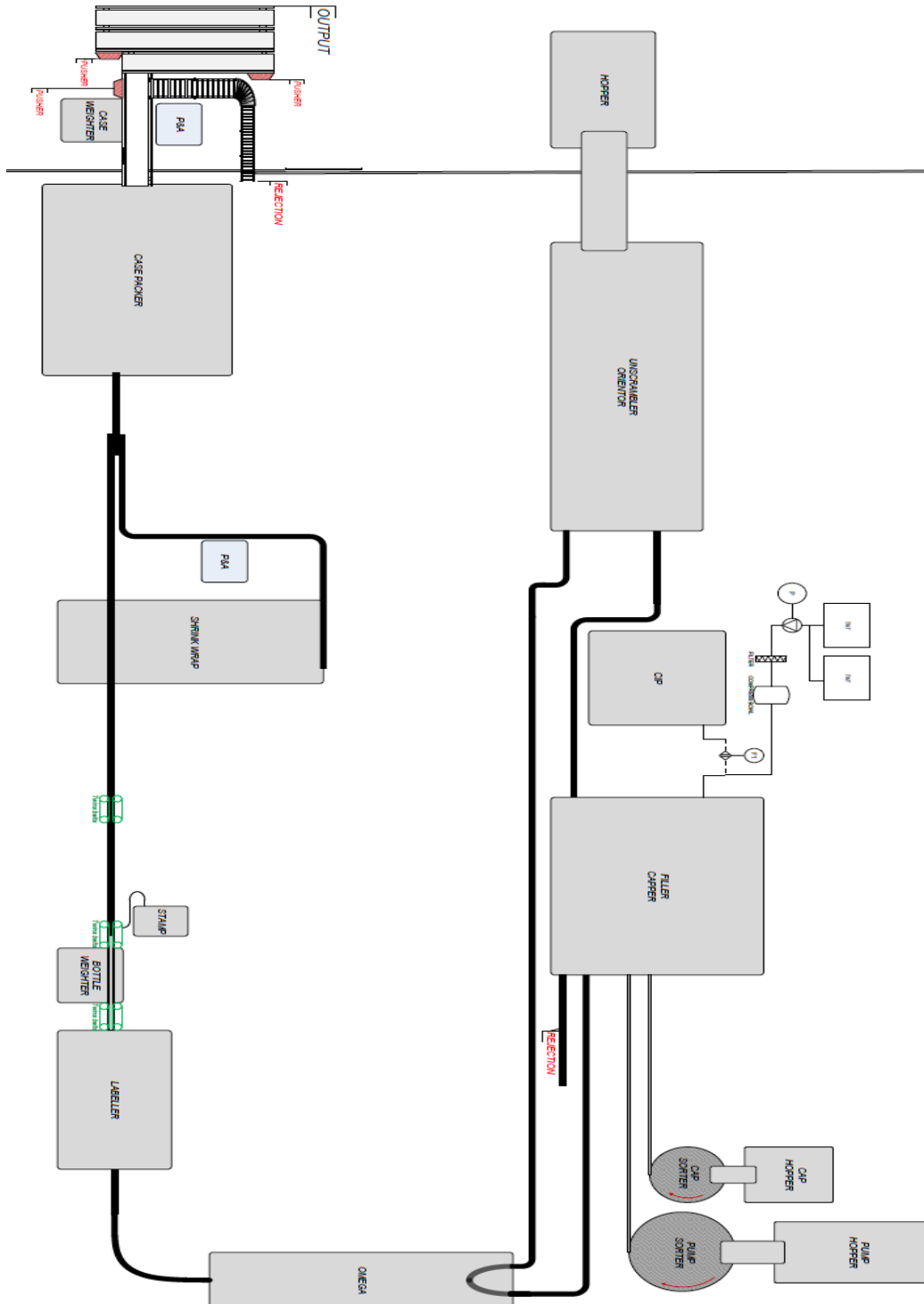
Παρατηρούμε (Εικόνα 1) ότι η εκκίνηση της διαδικασίας γίνεται από την μηχανή Hooper (αναβατόριο φιαλιδίων) που έχει ως σκοπό τη διοχέτευση με φιαλίδια της δεύτερης μηχανής που είναι ο ανορθωτής φιαλιδίων (Unscrambler/Orientator). Συγκεκριμένα οι χρήστες τοποθετούν τα φιαλίδια στο αναβατόριο και αυτό τα διοχετεύει στον ανορθωτή, ο οποίος έχει ως στόχο να τα εναποθέσει όρθια, μέσα σε ειδικές θήκες, και να τα προσανατολίσει όλα προς την ίδια κατεύθυνση. Στη συνέχεια, τα φιαλίδια με ίδιο προσανατολισμό κατευθύνονται στη Γεμιστική και Πωματική μηχανή, η οποία δέχεται τα άδεια φιαλίδια, τα γεμίζει με υγρό προϊόν και τα σφραγίζει με πώμα ή αντλία. Τα πώματα και οι αντλίες εισάγονται στο σύστημα της Γεμιστικής και Πωματικής μηχανής, μέσω δύο αναβατορίων (Αναβατόριο Πωμάτων – CapHopper και Αναβατόριο Αντλιών – PumpHopper). Πριν διοχετεύσουν τα πώματα ή τις αντλίες στην Γεμιστική και Πωματική μηχανή, μεσολαβούν δύο αντίστοιχα περιστροφικά μπολ (Cap/PumpSorters) για την ορθή διάταξη των πωμάτων και αντλιών. Η Γεμιστική και Πωματική μηχανή, απορρίπτει όσα φιαλίδια δεν έχουν γεμιστεί ή σφραγιστεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές (Rejection).

Στη συνέχεια της διαδικασίας παραγωγής (Εικόνα 1) βρίσκεται η μηχανή Ωμέγα, η οποία αφαιρεί τις θήκες από τα γεμάτα και σφραγισμένα πλέον φιαλίδια. Μέσω της μεταφορικής ταινίας, τα ελεύθερα πλέον φιαλίδια μεταφέρονται στην μηχανή ετικετοποίησης (Labeler), όπου τοποθετούνται ετικέτες και στις δύο πλευρές των φιαλιδίων παράλληλα αποφεύγοντας την δημιουργία φυσαλίδων, ενώ ελέγχεται και ο αναγνωριστικός κωδικός κάθε ετικέτας. Οι Δίδυμοι Ιμάντες (TwinsBelts) στη συνέχεια αλλάζουν την απόσταση μεταξύ των φιαλιδίων και στην συνέχεια τα φιαλίδια αυτά διοχετεύονται στον ζυγό φιαλιδίων (BottleWeighter) ο οποίος ελέγχει το βάρος κάθε φιαλιδίου και απορρίπτει αυτά που δεν συμμορφώνονται με τις προδιαγραφές. Στη συνέχεια τα φιαλίδια μεταφέρονται στην μηχανή Προσθήκης Σφραγίδας (Stamp) που τυπώνει στο φιαλίδιο την ώρα και ημερομηνία παραγωγής. Μετά, τα φιαλίδια συσκευάζονται ανά 6 τεμάχια με διάφανο φίλμ από τη μηχανή συρρίκνωσης (ShrinkWrapper), και παράλληλα προστίθεται barcode (P&A). Τέλος, τα φιαλίδια τοποθετούνται σε κιβώτια, στην Μηχανή Εγκιβωτισμού (CasePacker). Τα κιβώτια πριν αποδοθούν στην έξοδο της γραμμής παραγωγής ζυγίζονται (CaseWeighter) και τοποθετούνται σε παλέτες.

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται το P&IDδιάγραμμα της ίδιας γραμμής παραγωγής με προσθήκη των ελεγκτών ροής (FlowController – FC). Η γραμμή παραγωγής διαθέτει 18 διακριτούς ελεγκτές ροής, κάθε ένας από τους οποίους βοηθά στον έλεγχο για τη διατήρηση των προδιαγραφών που έχουν τεθεί κατά τη παραγωγική διαδικασία.

Συγκεκριμένα, ο FC1 ελέγχει αν υπάρχει υπερβολικός αριθμός φιαλιδίων στην έξοδο του Ανορθωτή Φιαλιδίων και αν ανιχνεύσει υπερβολικό αριθμό, σταματά τον Ανορθωτή. Ο FC2ελέγχει αν υπάρχει η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα φιαλιδίων στην είσοδο της Γεμιστικής και Πωματικής Μηχανής και σταματά τη λειτουργία της μηχανής αυτής σε αντίθετη περίπτωση. Ο FC3 βρίσκεται μετά τηΓεμιστική και Πωματική Μηχανή και ελέγχει αν υπάρχει η σωστή ποσότητα φιαλιδίων στη μεταφορική ταινία, ενώ σε αντίθετη περίπτωση σταματά τη μηχανή. Ο FC4 βρίσκεται μετά τηΓεμιστική και Πωματική Μηχανή, πριν την είσοδο στη μηχανή Ωμέγα, και ελέγχει αν στη μεταφορική ταινία τα φιαλίδια βρίσκονται κοντά στην υπερπλήρωση, ενώ σε αυτή τη περίπτωση μειώνει την ταχύτητα εξόδου της Γεμιστικής και Πωματικής Μηχανής.Ο FC4 βρίσκεται στην έξοδο της απόρριψης φιαλιδίων της Γεμιστικής και Πωματικής Μηχανής, ελέγχοντας αν ο αριθμός των φιαλιδίων είναι μέσα στο περιθώριο που πρέπει, και στην αντίθετη περίπτωση σταματά τη μηχανή. Οι ελεγκτές 6-9 βρίσκονται στο σύστημα παροχής πωμάτων και αντλιών της Γεμιστικής και Πωματικής Μηχανής. Ο ελεγκτής 6 ελέγχει αν στην είσοδο της Γεμιστικής και Πωματικής Μηχανής

βρίσκεται ο απαιτούμενος αριθμός πωμάτων και ο ελεγκτής δελέγχει αν στην είσοδο βρίσκεται ο απαιτούμενος αριθμός αντλιών. Σε αντίθετη περίπτωση, δίνουν σήματα παύσης της μηχανής.



Εικόνα 1P&IDμηχανών μόνο

Οι ελεγκτές ροής 7 και 9 (Εικόνα 3) ελέγχουν την υπερπλήρωση της μεταφορικής ταινίας με πώματα και αντλίες αντίστοιχα και σταματούν τα Περιστροφικά Μπολ πωμάτων και αντλιών. Ο FC11 ελέγχει τη ροή των θηκών (rucks) που εισέρχονται στον ανορθωτή φιαλιδίων από τη μηχανή Ωμέγα, ως προς την ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα. Ο FC15 ελέγχει τη ροή των φιαλιδίων που εισέρχονται στη μηχανή Ετικετοποίησης (αν καλύπτεται η ελάχιστη ροή που απαιτείται) από τη μηχανή Ωμέγα. Εάν δεν καλύπτεται η ελάχιστη ροή, σταματούν οι βίδες τροφοδοσίας του Ετικετοποιητή. Ο FC16 ελέγχει τη ροή των φιαλιδίων που εξέρχονται από τη μηχανή Ετικετοποίησης (αν υπάρχει υπερπλήρωση τη ταινίας). Εάν υπάρχει υπερπλήρωση, σταματούν οι βίδες τροφοδοσίας του Ετικετοποιητή.

Ο ελεγκτής FC18 ανιχνεύει την ύπαρξη φιαλιδίων στην είσοδο των Δίδυμων Ιμάντων. Εάν ανιχνεύσει ροή, το εκκινεί τους Δίδυμους Ιμάντες, τον μεταφορέα τροφοδοσίας και τις βίδες τροφοδοσίας. Στην έξοδο των Δίδυμων Ιμάντων, ο ελεγκτής FC19 σταματά τη μηχανή αν ανιχνεύσει μεγαλύτερη ροή φιαλιδίων. Ο ελεγκτής FC20 ανιχνεύει αν υπάρχει ο απαραίτητος αριθμός φιαλιδίων στην είσοδο της Μηχανής Συρρίκνωσης. Εάν δεν υπάρχει, η μηχανή σταματά.

Ο ελεγκτής FC21 ανιχνεύει αν υπάρχει υπερπλήρωση φιαλιδίων στην έξοδο της Μηχανής Συρρίκνωσης προς τη μηχανή Προσθήκης Barcode. Εάν υπάρχει, η μηχανή Συρρίκνωσης σταματά. Ο ελεγκτής FC24 ανιχνεύει αν υπάρχει ο απαραίτητος αριθμός φιαλιδίων στην είσοδο της μηχανής Εγκιβωτισμού. Εάν δεν υπάρχει, η μηχανή Συρρίκνωσης σταματά.

Στην γραμμή παραγωγής υπάρχουν και δύο κάμερες Cognex. Η πρώτη κάμερα βρίσκεται στο σύστημα της Γεμιστικής και Πωματικής Μηχανής, όπου ελέγχει αν έχει γίνει σωστά η τοποθέτηση των πωμάτων στα φιαλίδια. Η δεύτερη κάμερα βρίσκεται στην έξοδο του Ετικετοποιητή και ελέγχει αν έχει προστεθεί σωστά το barcode στα φιαλίδια (Εικόνα 2).





*Εικόνα 2 Κάμερα Cognex για τον έλεγχο του Barcode.*

To interlock (μανδάλωση) είναι ένα συστατικό της γραμμής παραγωγής που συνδέει τις καταστάσεις δύο μηχανισμών ή λειτουργιών ώστε αυτές να είναι αλληλεξαρτώμενες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόληψη ανεπιθύμητων καταστάσεων σε μια μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων, και μπορεί να αποτελείται από οποιεσδήποτε ηλεκτρικές, ηλεκτρονικές, ή μηχανικές συσκευές ή συστήματα. Στις περισσότερες εφαρμογές, η μανδάλωση χρησιμοποιείται για να προστατέψει τον χρήστη της μηχανής ή να αποτρέψει την καταστροφή της μηχανής λόγω της αλλαγής κατάστασης ενός στοιχείου. Για παράδειγμα, οι ανελκυστήρες είναι εξοπλισμένοι με μια ασφάλεια που εμποδίζει το άνοιγμα της πόρτας όταν είναι σε κίνηση και τη μετακίνηση ενώ οι πόρτες είναι ανοικτές. Η μανδάλωση δεν πρέπει να συγχέεται με ένα απλό διακόπτη ασφαλείας. Για παράδειγμα, σε ένα τυπικό φούρνο μικροκυμάτων, ο διακόπτης που απενεργοποιεί το μάγνητρο αν η πόρτα είναι ανοιχτή δεν αποτελεί μανδάλωση. Οι μανδαλώσεις μπορεί να περιλαμβάνουν εξελιγμένα στοιχεία όπως υπέρυθρες ακτίνες, φωτο-ανιχνευτές, έναν υπολογιστή που περιέχει το πρόγραμμα μανδάλωσης, ψηφιακά ή αναλογικά ηλεκτρονικά, ή απλά διακόπτες κλπ.

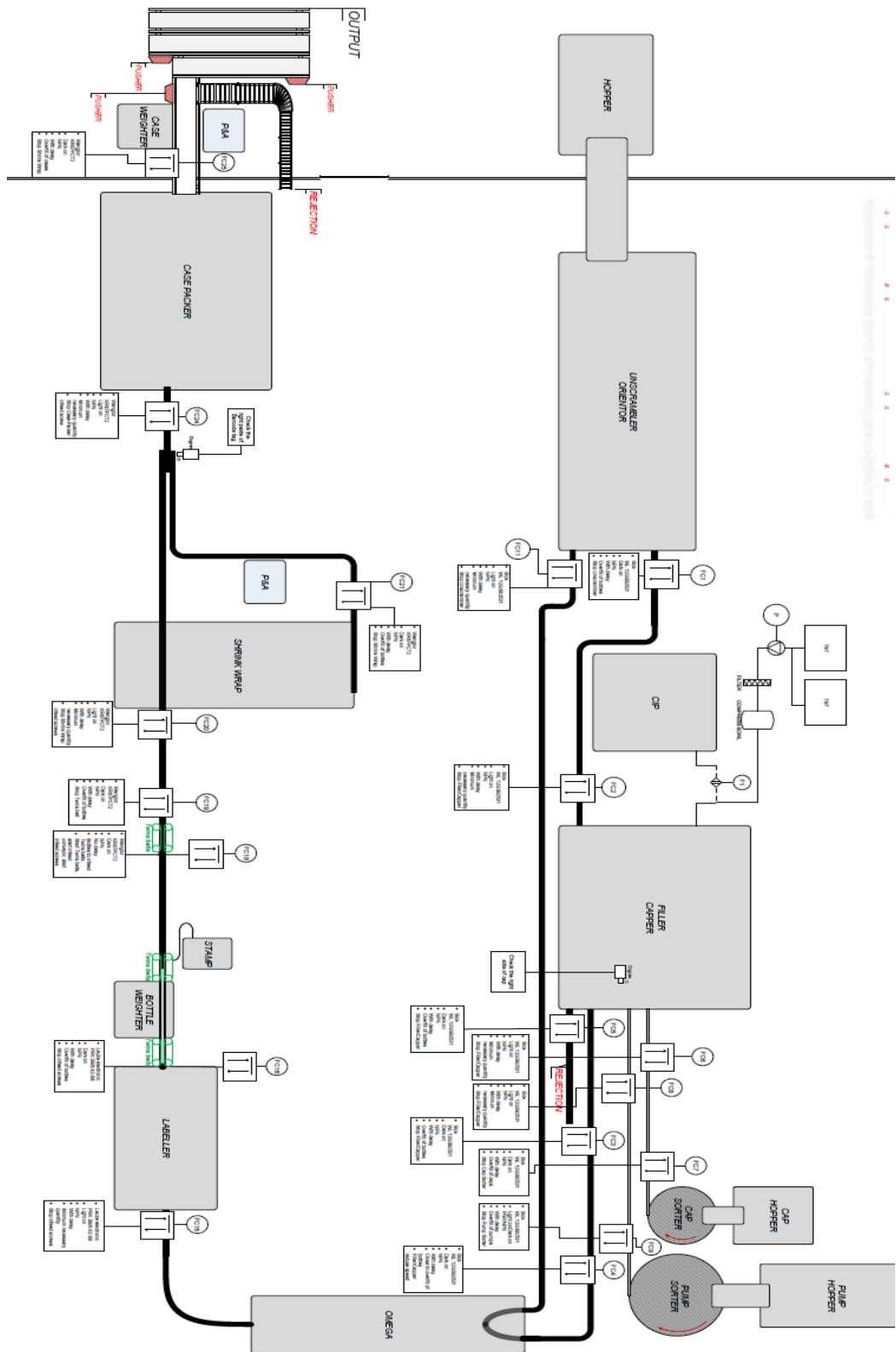
Στη γραμμή παραγωγής της Johnson&Johnson υπάρχουν τρία interlocks, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4. Το πρώτο συνδέεται με τον ελεγκτή ροής FC10, ο οποίος βρίσκεται πριν από τον ελεγκτή FC10 στη μηχανική ταινία που μεταφέρει τις θήκες rucks από τη μηχανή Ωμέγα, πίσω στον Ανορθωτή Φιαλιδίων. Το σύστημα αυτό ελέγχει αν υπάρχει υπερπλήρωση της ταινίας από θήκες και τότε ενεργοποιεί τον πνευματικό διακόπτη 2.

Το δεύτερο σύστημα interlock, περιλαμβάνει τρεις ελεγκτές ροής που βρίσκονται μετά τη μηχανή Ωμέγα. Ο ελεγκτής FC12 ανιχνεύει αν υπάρχουν φιαλίδια που δεν είναι σε ορθή θέση

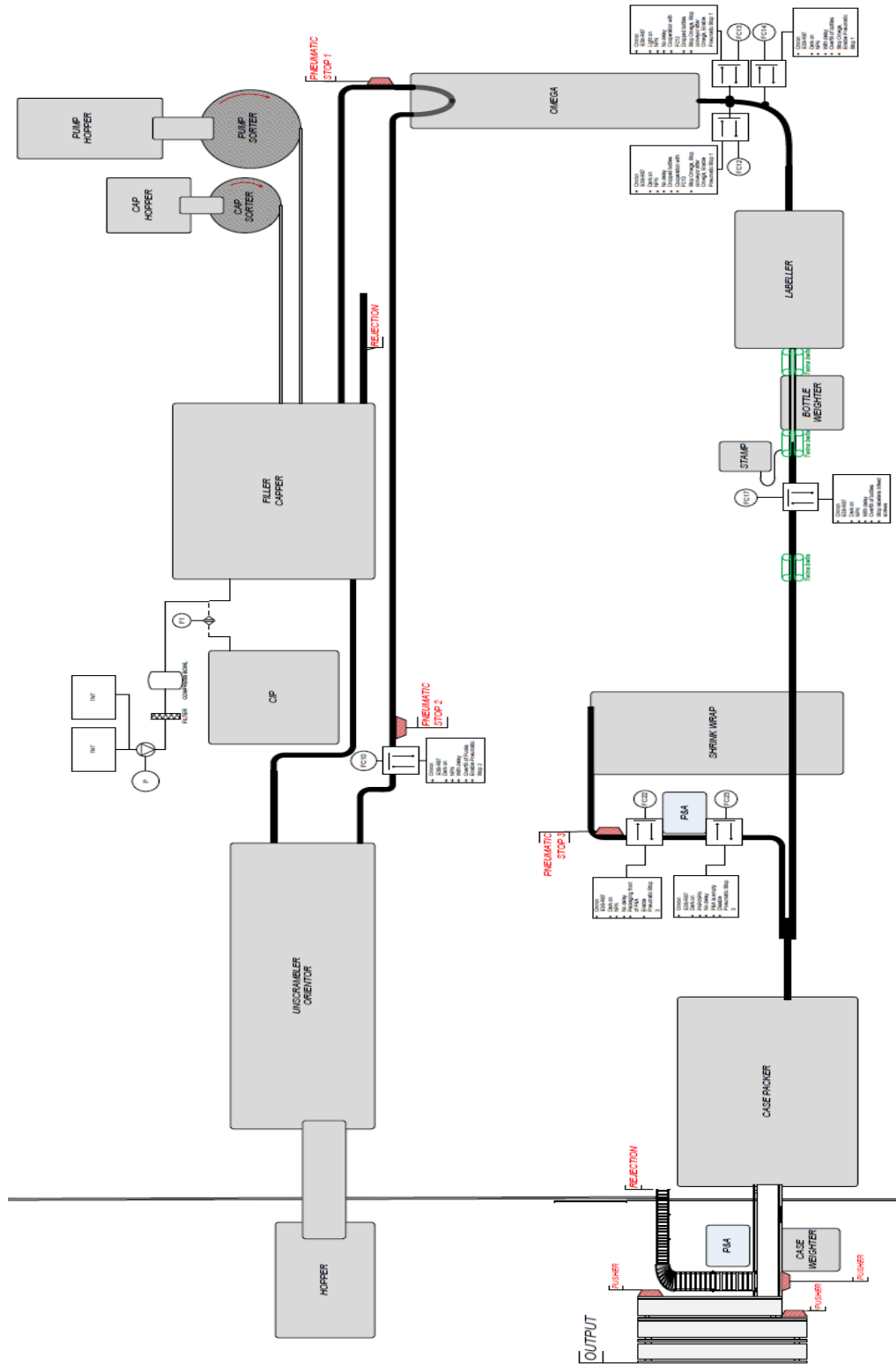
και συνεργάζεται με τον ελεγκτή FC13, ο οποίος ανιχνεύει την ίδια κατάσταση. Αν και οι δύο αυτοί ελεγκτές ροής ανιχνεύσουν ότι υπάρχουν φιαλίδια σε μη ορθή θέση, τότε ενεργοποιούν το πνευματικό διακόπτη 1 στην είσοδο της μηχανής Ωμέγα, σταματούν τη μηχανή Ωμέγα και σταματούν επίσης τον μετακομιστή μετά την μηχανή Ωμέγα. Ο ελεγκτής FC14 ελέγχει την υπερπλήρωση της ταινίας μεταφοράς από φιαλίδια και σταματά τη μηχανή Ωμέγα, μέσω του πνευματικού διακόπτη 1.

Το τρίτο σύστημα interlock, περιλαμβάνει δύο ελεγκτές ροής που βρίσκονται μετά τη μηχανή Συρρίκνωσης, στα ανάντη και κατόντη της μηχανής προσθήκης Barcode. Ο ελεγκτής FC22 ανιχνεύει αν οι συσκευασίες εισέρχονται στην μηχανή Προσθήκης Barcode με τον σωστό προσανατολισμό, ώστε το Barcode να τοποθετηθεί στο σωστό σημείο. Αν δεν ισχύει αυτό, τότε ενεργοποιείται ο πνευματικός διακόπτης 3. Ο ελεγκτής FC14 ελέγχει την υπερπλήρωση της ταινίας μεταφοράς από φιαλίδια και σταματά τη μηχανή Ωμέγα, μέσω του πνευματικού διακόπτη 1. Αν η μηχανή δεν έχει συσκευασίες στην έξοδο της (ανίχνευση μηδενικής ροής από τον ελεγκτή FC 23), τότε απενεργοποιείται ο πνευματικός διακόπτης 3.

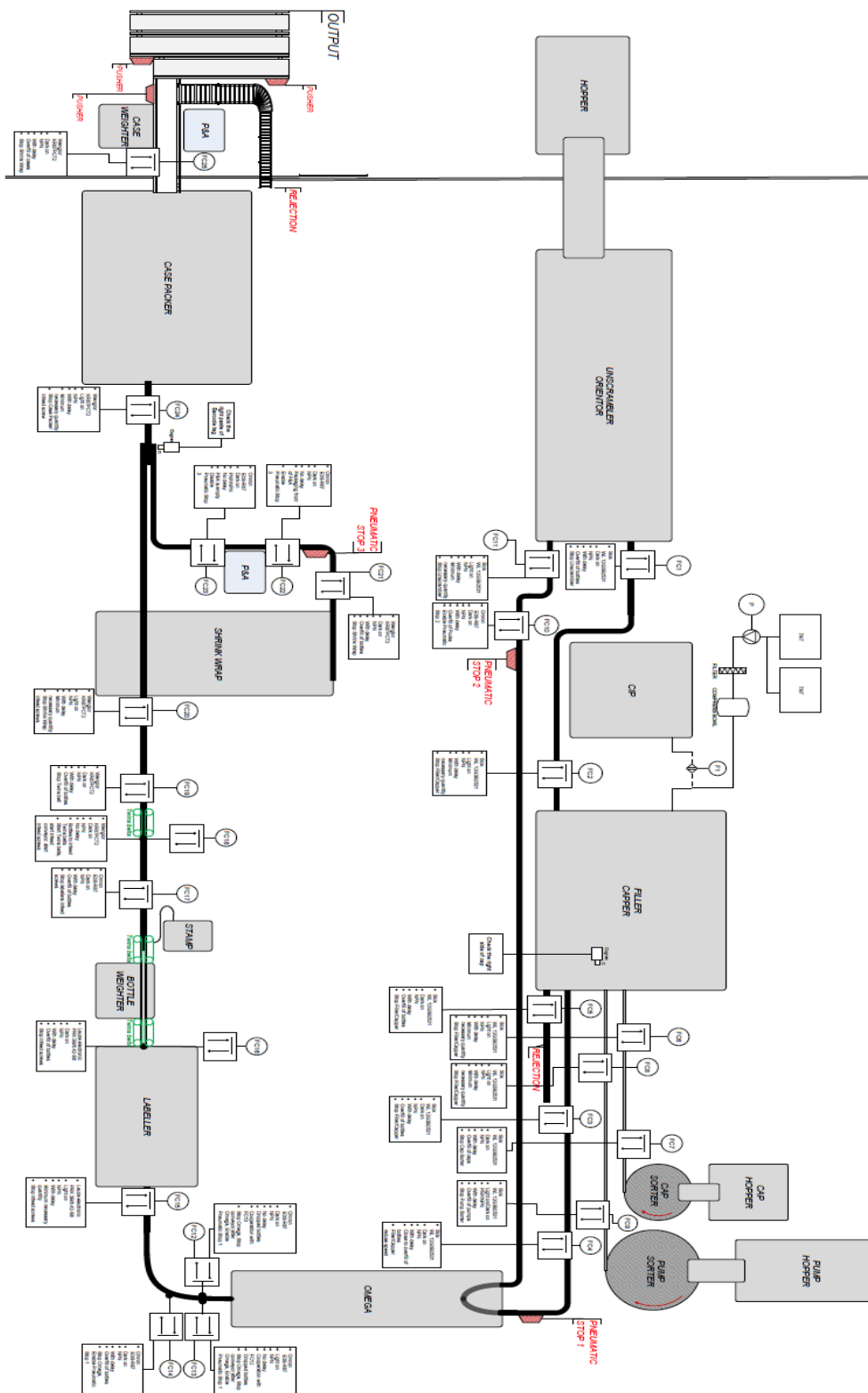
Στην Εικόνα 5, παρουσιάζεται το πλήρες διάγραμμα P&ID της διαδικασίας παραγωγής.



Εικόνα 3 P&ID μηχανών και ελεγκτών ροής



Εικόνα. 4 P & ID μηχανών και interlocks



Εικόνα 5 Πλήρες διάγραμμα P & ID

## 1.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ CLEAN-IN-PLACE (CIP)

Στη διαδικασία παραγωγής καλλυντικών, η υγιεινή και η καθαριότητα είναι πολύ σημαντικές παράμετροι όπως αποδείχθηκε και από την παράγραφο 1.2.2 για την καλή πρακτική.

Η διαδικασία CLEAN-IN-PLACE (CIP) υπάρχει εδώ και περίπου 50 χρόνια, και χρησιμοποιείται ευρέως στις βιομηχανίες όπου είναι κρίσιμη η καλή υγιεινή, όπως τρόφιμα, ποτά και φάρμακα, για τον καθαρισμό ενός μεγάλου εύρους εγκαταστάσεων. Η CIP αναφέρεται στη χρήση ενός συνδυασμού χημικών ουσιών, θερμότητας και νερού για τον καθαρισμό μηχανημάτων, σκαφών ή σωληνώσεων χωρίς αποσυναρμολόγηση του εξοπλισμού. Η διαδικασία μπορεί να είναι ενός βήματος, όπου τα πάντα καταλήγουν στην αποστράγγιση, ή ανάκτησης, κατά την οποία ανακυκλώνεται το μεγαλύτερο μέρος του υγρού. Συνολικά, η CIP μπορεί να είναι ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος καθαρισμού [1].

Οι αρχές της CIP μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε κλάδο της βιομηχανίας όπου η υγιεινή είναι κρίσιμη και η διαδικασία συνήθως αποτελεί αναπόσπαστο μέρος όλων των αυτόματων εγκαταστάσεων. Η ενίσχυση της νομοθεσίας για την Υγιεινή και την Ασφάλεια οδηγεί στην ευρύτερη υιοθέτηση διαδικασιών CIP, γεγονός που επιφέρει μόνο θετικά αποτελέσματα.

Η CIP ασχολείται κυρίως με την απομάκρυνση ακαθαρσιών: οι ακαθαρσίες κάθε είδους δεν θα έπρεπε να υπάρχουν σε ένα καθαρό δοχείο. Οι ακαθαρσίες μπορεί να προκαλέσουν λιποθυμία και συχνά μπορούν να γίνουν αισθητές μέσω της όσφρησης. Μπορεί να είναι ορατές (π.χ. ξένα σώματα,) ή άορατες στη μορφή βακτηρίων, όπως το E coli. Ο χρόνος που απαιτείται για την απομάκρυνση των ακαθαρσιών είναι τουλάχιστον 15 λεπτά, χρησιμοποιώντας ένα κατάλληλο χημικό (η ισχύς του χημικού εξαρτάται από τον προμηθευτή και το συγκεκριμένο προϊόν) σε θερμοκρασίες πάνω από 50 βαθμούς C, αλλά όχι μεγαλύτερη από 75 βαθμούς C, επειδή δεν υπάρχει πλεονέκτημα σε θερμοκρασίες καθαρισμού υψηλότερες από αυτή [9].

Συνήθως χρησιμοποιούνται χημικές ουσίες για την αφαίρεση των ακαθαρσιών που περιλαμβάνουν τη καυστική σόδα, το φωσφορικό και νιτρικό οξύ, το υποχλωριώδες νάτριο (Hypo) και το υπεροξικό οξύ (PAA). Η καυστική σόδα είναι ένα αλκαλικό που χρησιμοποιείται συνήθως κατά 0,5% - 2% του όγκου. Αντιδρά με τα λίπη στις ακαθαρσίες και τα μαλακώνει για αφαίρεση. Ένα μειονέκτημα είναι ότι η καυστική σόδα δεν είναι αποτελεσματική για την απομάκρυνση της κλιμάκωσης. Επιπλέον, συμπλοκοποιητές προστίθενται συχνά για να διατηρήσουν τις ακαθαρσίες σε μορφή διαλύματος [1].

Το φωσφορικό και το νιτρικό οξύ χρησιμοποιούνται σε συνθέσεις απορρυπαντικών για την απομάκρυνση κλίμακας, συχνά σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από ό, τι η καυστική σόδα. Τα οξέα αυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται με προσοχή, δεδομένου ότι μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα σε βαλβίδες και αντλίες. Χρησιμοποιούνται συχνά σε γαλακτοκομεία σε διάρκεια μίας εβδομάδας ανά 6 εβδομάδες για να αφαιρέσουν την κλιμάκωση του γάλατος, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μετά τη θέση σε λειτουργία για την αφαίρεση υπολειμμάτων της εγκατάστασης.

Το υποχλωριώδες νάτριο (Hyro) προσφέρει το πλεονέκτημα του πολύ χαμηλού κόστους. Χρησιμοποιείται κυρίως για την απολύμανση, επειδή η ικανότητά του στην απομάκρυνση ακαθαρσιών είναι περιορισμένη. Η δραστική ουσία του υποχλωριώδους νατρίου είναι το χλώριο (Bleach). Σε υψηλές συγκεντρώσεις το χλώριο μπορεί να διαβρώσει τον ανοξείδωτο χάλυβα και να προκαλέσει προβλήματα σε καλύμματα και το προσωπικό. Αν δεν ξεπλυθεί, θα προκαλέσει μόλυνση και λεκέδες και είναι επικίνδυνο αν αναμιχθεί με οξύ, καθώς σχηματίζει αέριο χλώριο, το οποίο είναι δηλητηριώδες [9].

Το PAA είναι ένα μίγμα ισορροπίας οξικού οξέος και υπεροξειδίου του υδρογόνου. Είναι ένας ισχυρός οξειδωτικός παράγοντας μεικρότητα οξειδωσης υψηλότερη από το υποχλωριώδες νάτριο και το διοξείδιο του χλωρίου, συγκρίσιμη με την οξειδωτική ικανότητα του όζοντος. Το PAA στα 75 mg / L μπορεί να εξολοθρεύσει σε 30 δευτερόλεπτα βακτηριακό πληθυσμό 7 κυττάρων / ml.

#### **1.4.1 Γραμμή CIP και Καθαρισμός δοχείων**

Κατά τον καθαρισμό των γραμμών της διαδικασίας παραγωγής χρησιμοποιώντας CIP, πρέπει να ρυθμιστεί η σωστή ταχύτητα ρευστού για την επίτευξη καλού καθαρισμού. Η στρωτή ροή, σε ταχύτητες κάτω από 1.5m/sec δεν δίνει καλά χαρακτηριστικά καθαρισμού. Αυτό που απαιτείται είναι τυρβώδης ροή σε ταχύτητες μεταξύ 1,5-2,1 m/sec. Δεν υπάρχει κανένα κέρδος σε ταχύτητες πάνω από 2,1 m/sec [1].

Στο καθαρισμό δοχείων χρησιμοποιούνται γενικά δύο κύριες μέθοδοι. Η πρώτη χρησιμοποιεί κεφαλές καθαρισμού υψηλής πίεσης για την απομάκρυνση των ακαθαρσιών με μηχανική δράση: η επιφάνεια του δοχείου είναι σε επαφή με μια σειρά διελεύσεων. Η δεύτερη μέθοδος χρησιμοποιεί κεφαλές καθαρισμού χαμηλής πίεσης που βασίζονται αποκλειστικά στη χημική ενέργεια για την αφαίρεση των ακαθαρσιών [9].



*Εικόνα 6 Τροφοδοσία συστήματος CIP [1]*

#### **1.4.2 Επιστροφή CIP**

Η πλειοψηφία των προβλημάτων στη διαδικασία CIP μπορεί να αποδοθεί στη κακή επιστροφή CIP. Αυτό προκαλεί υπερβολικούς χρόνους της διαδικασίας, η υπερβολική χρήση απορρυπαντικού και θερμότητας με υψηλή αποχέτευση λυμάτων.

Για να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα, το σύστημα επιστροφής πρέπει να επιστρέψει γρήγορα και αποτελεσματικά τα διαλύματα καθαρισμού πίσω στο CIPSet. Κρίσιμη εν προκειμένω είναι η επιλογή της αντλίας απαγωγής των αερίων.

Η κακή επιστροφή επιτρέπει την εφεδρεία διαλύματος καθαρισμού και έχει ως αποτέλεσμα τον κακό καθαρισμό του κατώτερου τμήματος του δοχείου. Αντίθετα, η αποτελεσματική επιστροφή επιτρέπει την επαφή των διαλυμάτων καθαρισμού με τα τοιχώματα των αγγείων και την αποτελεσματική απομάκρυνση των ακαθαρσιών.



### 1.4.3 Βελτιστοποίηση CIP

Οι περισσότερες διαδικασίες CIP δεν μεταβάλλονται από τις ρυθμίσεις μετά την εγκατάσταση. Αποτελούνται συνήθως μια σειρά προεπιλογών που έχουν οριστεί κατά τη θέση σε λειτουργία. Ωστόσο οι υπεύθυνοι του CIP μπορούν να βελτιστοποιήσουν τα συστήματά τους παρακολουθώντας μια σειρά από βασικές παραμέτρους. Αυτές είναι:

- Θερμοκρασία και συγκέντρωση (αγωγιμότητα) των δεξαμενών καυστικών - Συχνά είναι πολύ υψηλές χωρίς πρόσθετο όφελος.
- Εξέταση της Πρόπλυσης – υπάρχει πιθανότητα να συνεχίζεται περισσότερο χρόνο απ’ ότι χρειάζεται.
- Συμπλήρωση καυστικού - πόσο ψηλά έχουν οριστεί η επιστροφή αγωγιμότητας και οι μεταδότες θερμοκρασίας;
- Ενδιάμεσο ξέβγαλμα – εξέταση αν γίνεται αφαίρεση του καυστικού διαλύματος και της θερμοκρασία πριν από την αποστείρωση.
- Αποστείρωση - ποια είναι η ισχύς του παράγοντα αποστείρωσης και ποιος είναι ο χρόνος επαφής;

Τέλος όλες οι αλλαγές που προκύπτουν από τη διαδικασία παρακολούθησης της διαδικασίας CIP θα πρέπει να τεκμηριώνεται και να επικυρώνεται για την κάλυψη τυχόν νομοθετικών ρυθμίσεων, και / ή ειδικών απαιτήσεων του πελάτη.

### 1.4.4 Περιγραφή συστήματος CIP Johnson & Johnson

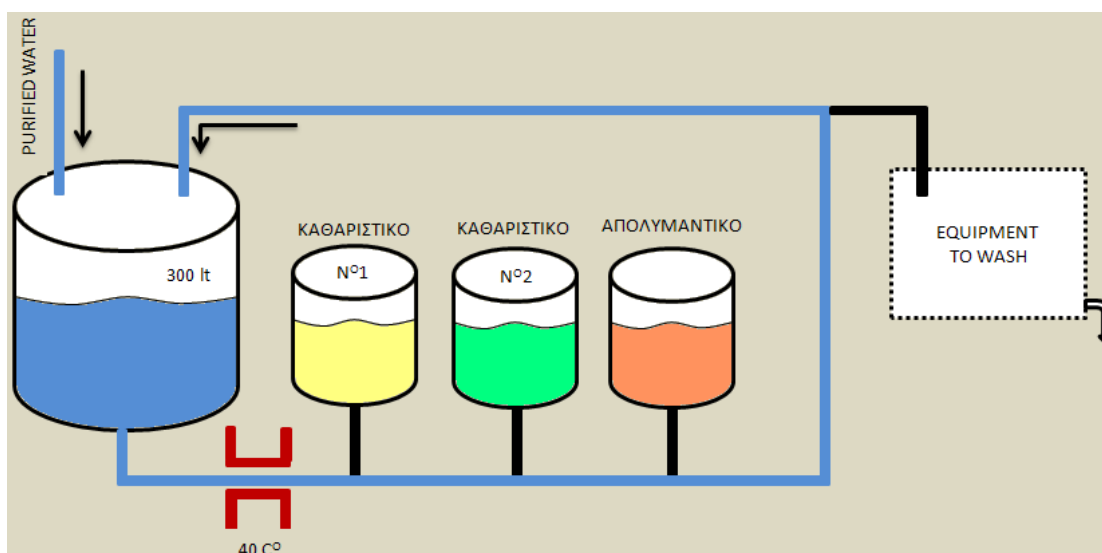
Όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 1, η γραμμή παραγωγής διαθέτει σύστημα Clean-in-Place, το οποίο συνδέεται μόνο με την μηχανή Γεμίσματος και Πωματοποίησης. Ρόλος του είναι η απομάκρυνση των ακαθαρσιών από όλα τα σημεία της μηχανής και χρησιμοποιείται κάθε φορά που αλλάζει το προϊόν εμφιάλωσης ή στο τέλος κάθε παρτίδας.

Ο αλγόριθμος λειτουργίας του CIP για νέα γεμιστική RONCHI είναι ο ακόλουθος:

Οι ποσότητες νερού, καθαριστικών, απολυμαντικού και χρόνοι λειτουργίας (π.χ. χρόνος φουσίματος) είναι μεταβαλλόμενοι.

## 1. ΠΡΟΠΛΥΣΗ/ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ ΜΕ ΑΠΙΟΝΙΣΜΕΝΟ ΝΕΡΟ

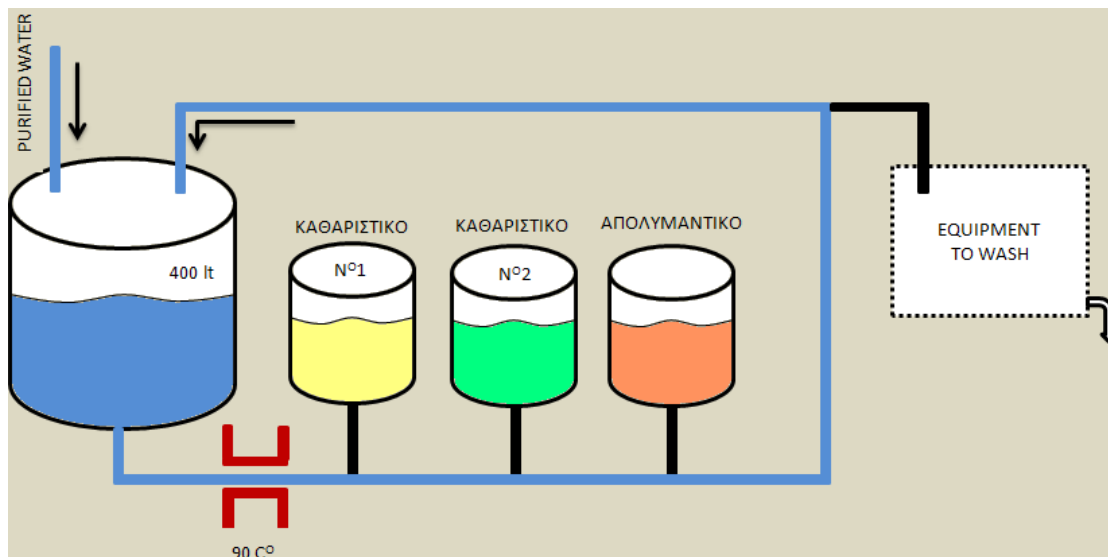
Το δοχείο CIP unit θα γεμίσει με 300 λίτρα ιονισμένο νερό. Υπάρχει ελεγκτής πλήρωσης ο οποίος δίνει εντολή στην παροχή να μην σταματήσει εάν δεν γεμίσει το δοχείο με 300 λίτρα ιονισμένου νερού. Εφόσον γίνει η πλήρωση του δοχείου η παροχή διακόπτεται. Στη συνέχεια γίνεται εκκίνηση της παροχής ατμού και ανακυκλοφορίας έως ότου η θερμοκρασία φτάσει στους 40° C, οπότε και θα διακοπή η παροχή ατμού ενώ παράλληλα θα εκκινήσει το γεμιστικό. Εφ' όσον λάβει σήμα επιβεβαίωσης από τη γεμιστική μηχανή, το CIP θα ξεκινήσει να δίνει υγρό ως ότου αδειάσει. Όταν το δοχείο αδειάσει, τότε θα δοθεί σήμα στην παροχή υγρού αλλά και στη γεμιστική μηχανή ώστε να σταματήσουν.



Εικόνα 7 Πρόπλυση-Απομάκρυνση προϊόντος με απιονισμένο νερό

## 2. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΜΕ ΑΠΟΥΡΥΠΑΝΤΙΚΟ

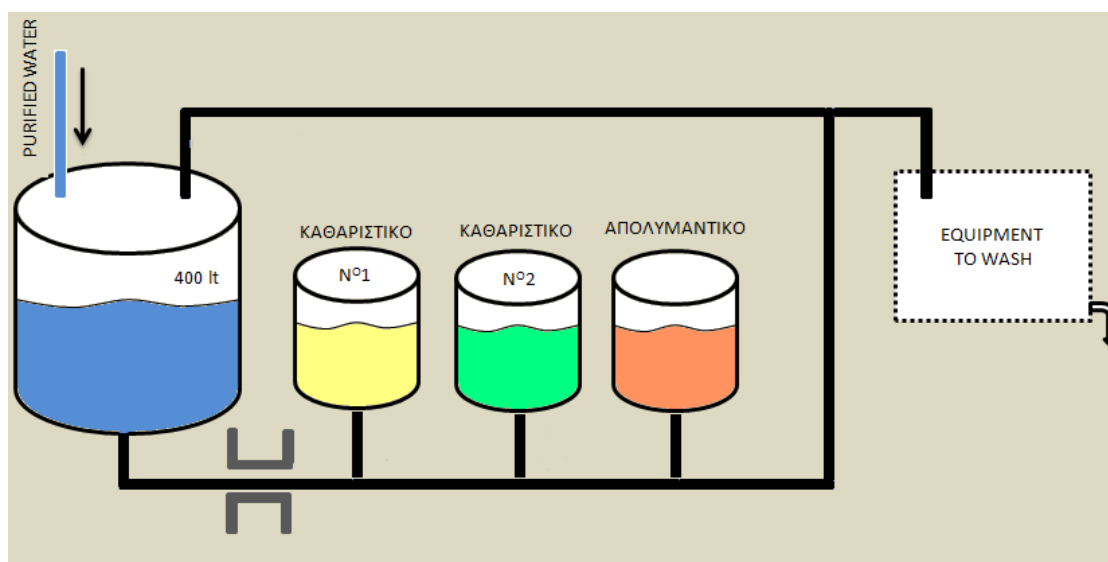
Το δοχείο CIP unit θα γεμίσει με 400 λίτρα ιονισμένο νερό και θα το φτάσει σε θερμοκρασία 90° C, με τον έλεγχο πλήρωσης και θερμοκρασίας που περιεγράφηκε παραπάνω. Θα πρέπει να εισέλθουν ήπια με ανακυκλοφορία στο δοχείο CIP 8 lt καθαριστικό No1 και 8lt καθαριστικό No2. Το CIP θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να ξεκινήσει και εφ' όσον λάβει σήμα επιβεβαίωσης από το γεμιστικό θα ξεκινήσει να δίνει έως ότου αδειάσει. Θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να σταματήσει.



Εικόνα 8 Καθαρισμός με απορρυπαντικό

### 3. ΞΕΠΛΥΜΑ ΓΕΜΙΣΤΙΚΟΥ

Το δοχείο CIP unit θα γεμίσει με 400 λίτρα ιοντισμένο νερό, θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να ξεκινήσει και εφ' όσον λάβει σήμα επιβεβαίωσης από το γεμιστικό θα ξεκινήσει να δίνει έως ότου αδειάσει. Θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να σταματήσει.



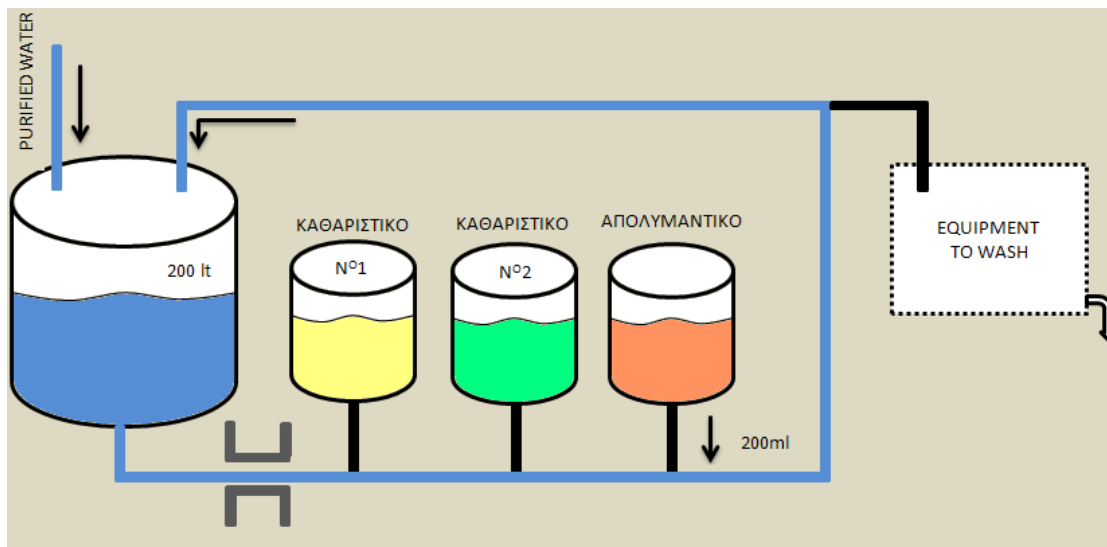
Εικόνα 9 Ξέπλυμα γεμιστικού

### 4. ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ ΓΕΜΙΣΤΙΚΟΥ

Το δοχείο CIP unit θα γεμίσει με 200 λίτρα ιονισμένο νερό. Θα πρέπει να εισέλθουν με ανακυκλοφορία 400 ml απολυμαντικού.

Το CIP θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να ξεκινήσει και εφ' όσον λάβει σήμα επιβεβαίωσης από το γεμιστικό θα ξεκινήσει να δίνει το διάλυμα έως ότου λάβει σήμα από την γεμιστική να σταματήσει να δίνει.

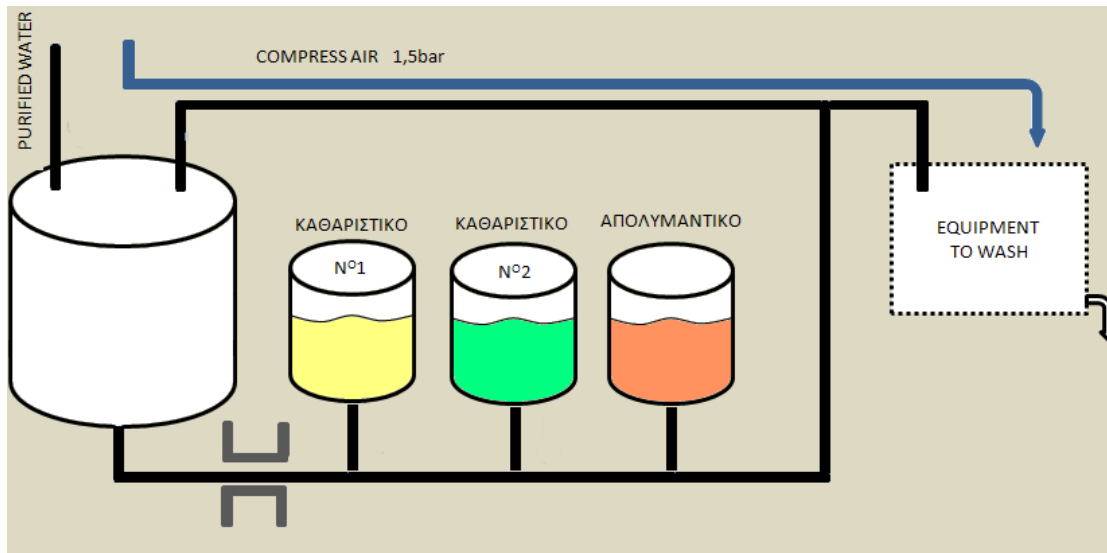
Μετά η γεμιστική θα δώσει σήμα στο CIP να ξεκινήσει να δίνει υγρό έως ότου αδειάσει. Θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να σταματήσει.



Εικόνα 10 Απολύμανση γεμιστικού

## 5. ΞΕΠΛΥΜΑ ΓΕΜΙΣΤΙΚΟΥ

Το δοχείο CIP unit θα γεμίσει με 400 λίτρα ιονισμένο νερό. Το CIP θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να ξεκινήσει και εφ' όσον λάβει σήμα επιβεβαίωσης από το γεμιστικό θα ξεκινήσει να δίνει έως ότου αδειάσει. Θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να σταματήσει.



Εικόνα 11 Φύσημα γεμιστικού

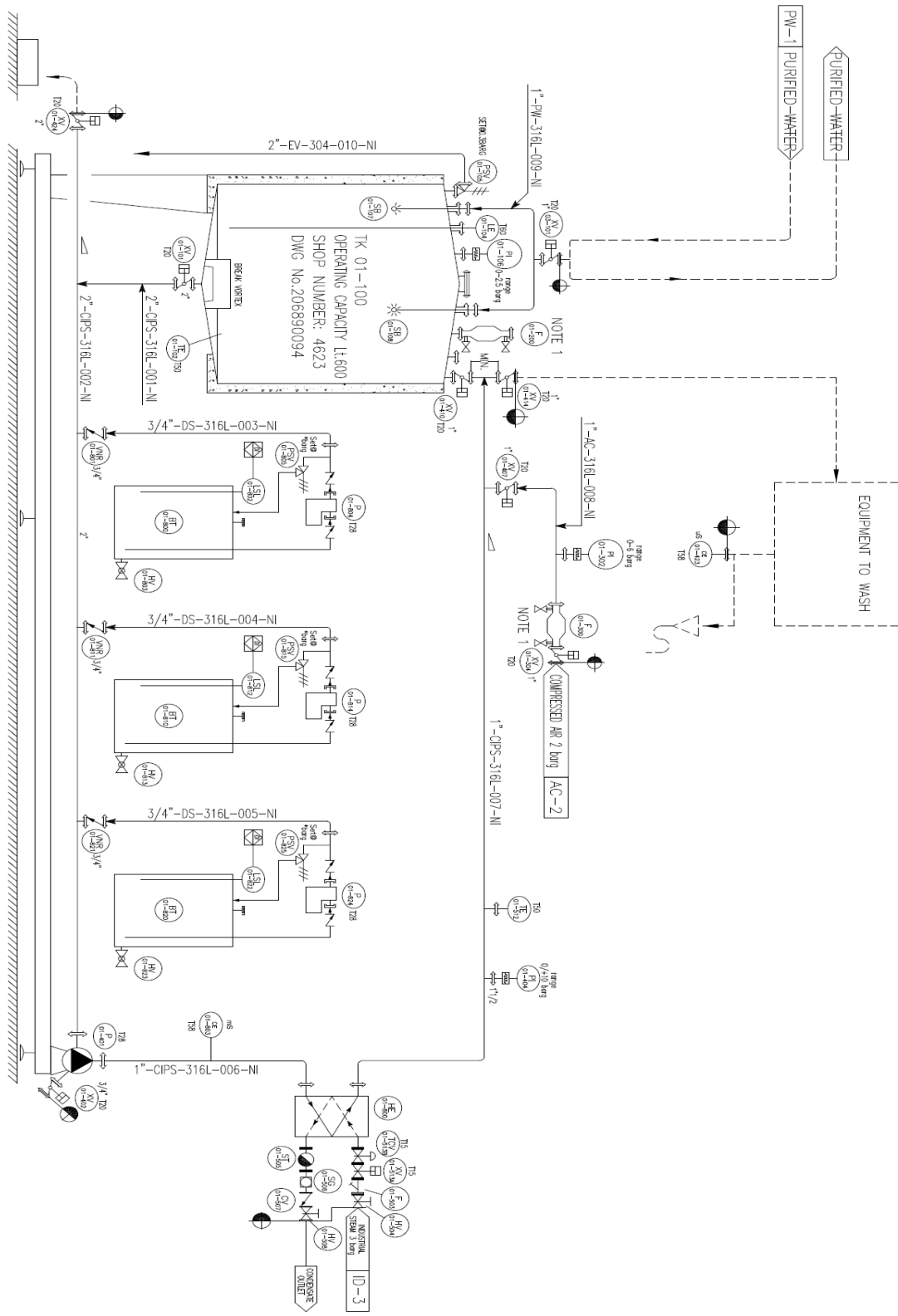
## 6. ΦΥΣΗΓΜΑ ΓΕΜΙΣΤΙΚΟΥ

Το CIP θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να ξεκινήσει και εφ' όσον λάβει σήμα επιβεβαίωσης από το γεμιστικό θα ξεκινήσει να φυσά για 3' σε πίεση 1,5 bar. Ολοκλήρωση του προγράμματος CIP. Θα δώσει σήμα στο γεμιστικό να σταματήσει.

7. Το CIP θα στραγγίξει για ορισμένο χρονικό διάστημα.
8. Ολοκλήρωση του προγράμματος.

Στην Εικόνα 7 φαίνεται η εγκατάσταση του συστήματος CIP σε ένα διάγραμμα P&ID.

Το μεγάλο δοχείο χωρητικότητας 600 λίτρων είναι το δοχείο του απιονισμένου νερού. Διαθέτει παροχή για απιονισμένο νερό και συμπιεσμένο αέρα (στο πάνω μέρος του) και ατμό (περίπου στη μέση του δοχείου). Επικοινωνεί με τρία μικρότερα δοχεία χωρητικότητας 316 λίτρων, τα δύο από τα οποία περιλαμβάνουν καθαριστικά υγρά και το τρίτο περιλαμβάνει απολυμαντικό. Ο έλεγχος της θερμοκρασίας του νερού που παρέχεται στη Γεμιστική και Πωματική Μηχανή γίνεται από το κάτω μέρος του δοχείου απιονισμένου νερού, στην εκροή του δοχείου προς τη μηχανή. Το νερό που επιστρέφει από τη μηχανή, εισέρχεται στο πάνω μέρος του δοχείου.



Εικόνα 12 Σχέδιο συστήματος CIP

## 2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

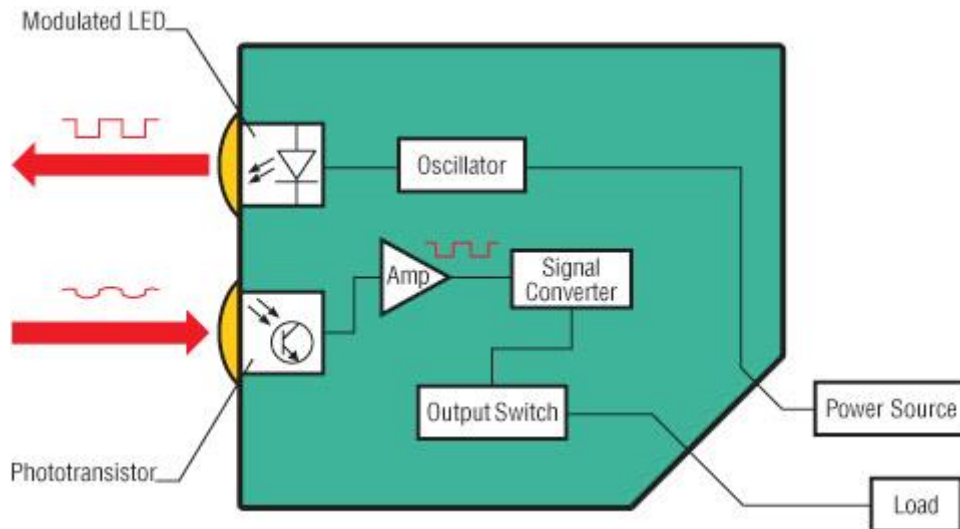
---

### 2.1 ΦΩΤΟΚΥΤΤΑΡΑ

Στην γραμμή παραγωγής της Johnson&Johnson υπάρχουν φωτοηλεκτρικοί αισθητήρες (ή αλλιώς φωτοκύτταρα) σε διάφορα σημεία. Συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται φωτοκύτταρα στην γραμμή επιστροφής των θηκών-pucks από τον διαχωριστή στον ανορθωτή, στον έλεγχο των πεσμένων φιαλιδίων και στην έξοδο του διαχωριστή, καθώς επίσης και στην είσοδο του συρρικνωτή [2].

Τα φωτοκύτταρα είναι ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει την απόσταση, την απουσία ή την παρουσία ενός αντικειμένου χρησιμοποιώντας ένα πομπό υπέρυθρου φωτός και ένα φωτοηλεκτρικό δέκτη. Χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανική παραγωγή. Ένας φωτοηλεκτρικός αισθητήρας είναι μια συσκευή που ανιχνεύει μια αλλαγή στην ένταση του φωτός. Συνήθως, αυτό σημαίνει είτε μη-ανίχνευση ή ανίχνευση της εκπεμπόμενης πηγής φωτός του αισθητήρα. Ο τύπος του φωτός και η μέθοδος με την οποία ανιχνεύεται ο στόχος διαφέρει ανάλογα με τον αισθητήρα [6].

Το φωτοκύτταρο αποτελείται από μια πηγή φωτός (LED), ένα δέκτη (φωτοτρανζίστορ), ένα μετατροπέα σήματος, και έναν ενισχυτή. Το φωτοτρανζίστορ αναλύει το εισερχόμενο φως, επαληθεύει ότι είναι από το LED, και ενεργοποιεί την κατάλληλη έξοδο.



Εικόνα 13 Το εσωτερικό του φωτοκύτταρου [2]

Τα φωτοκύτταρα προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες. Τα εύρη ανίχνευσης στα φωτοκύτταρα ξεπερνά κατά πολύ τις τεχνολογίες υπερήχων, την επαγωγική, τη χωρητική και τις μαγνητικές συσκευές. Το μικρό τους μέγεθος σε σχέση με την εμβέλεια και μια μοναδική ποικιλία περιβλημάτων τους καθιστά άρτια επιλογή για σχεδόν οποιαδήποτε εφαρμογή. Τέλος, με τη συνεχή πρόοδο της τεχνολογίας, τα φωτοκύτταρα έχουν ανταγωνιστική τιμή σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες ανίχνευσης.

### 2.1.1 Λειτουργίες ανίχνευσης

Οπτικοί αισθητήρες παρέχουν τρεις κύριες μεθόδους ανίχνευσης του στόχου: λειτουργία διάχυτου φωτός, ανακλαστική και thru-beam, με τις παραλλαγές της κάθε μίας [2].

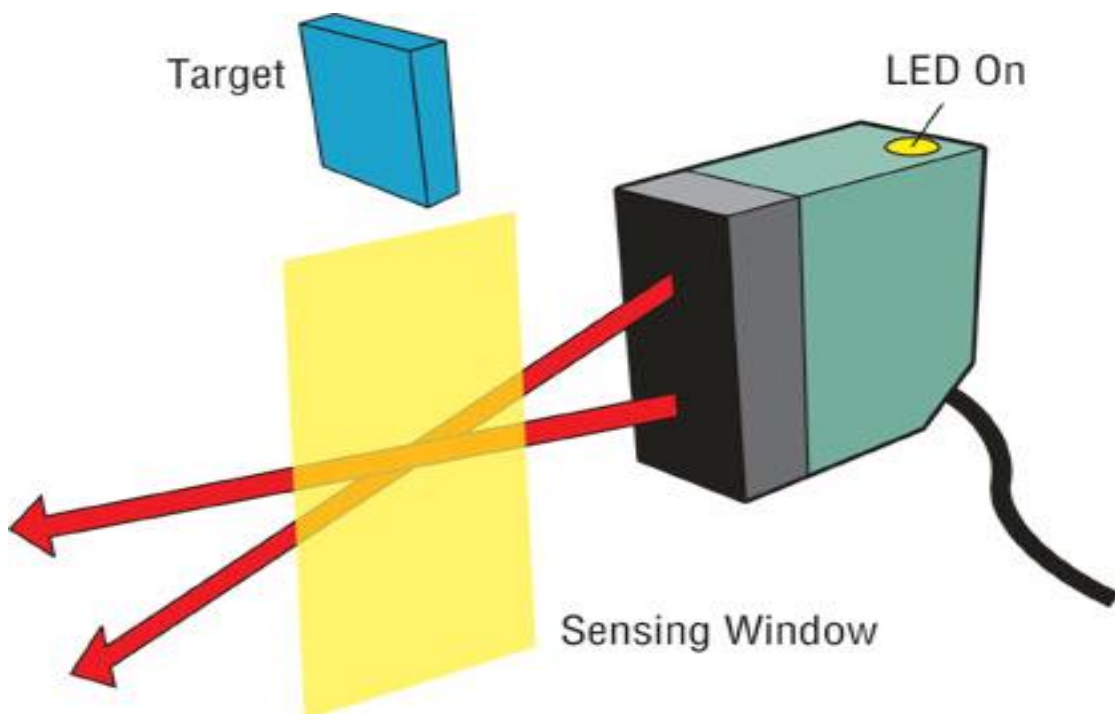
#### 2.1.1.1 Λειτουργία διάχυτου φωτός – Proximity mode

Στην ανίχνευση διάχυτου φωτός, που μερικές φορές ονομάζεται λειτουργία εγγύτητας, ο πομπός και ο δέκτης είναι στο ίδιο περιβάλλον. Το φως από τον πομπό χτυπάει το στόχο, ο οποίος αντανακλά το φως σε αυθαίρετες γωνίες. Μέρος του ανακλώμενου φωτός επιστρέφει στο δέκτη, και ο στόχος ανιχνεύεται. Επειδή ένα μεγάλο μέρος της μεταδιδόμενης ενέργειας χάνεται λόγω της γωνίας του στόχου και της ικανότητας του να αντανακλά το φως, η



λειτουργία του διάχυτου φωτός έχει ως αποτέλεσμα μικρότερες αποστάσεις ενεργοποίησης από ό, τι είναι εφικτό με την ανακλαστική λειτουργία ή την λειτουργία thru-beam.

Το πλεονέκτημα είναι ότι μία δευτερεύουσα συσκευή, όπως ένας ανακλαστήρας ή ένας ξεχωριστός δέκτη, δεν είναι απαραίτητη. Παράγοντες που επηρεάζουν το διάχυτο φάσμα ανίχνευσης περιλαμβάνουν το χρώμα του στόχου, το μέγεθος, και το φινίρισμα επειδή αυτά επηρεάζουν άμεσα την ανακλαστικότητα του στόχου και ως εκ τούτου, την ικανότητά του να αντανακλά το φως πίσω στο δέκτη του αισθητήρα.



Εικόνα 14 Φωτοηλεκτρικός αισθητήρας σε λειτουργία συγκλίνουσας δέσμης [2]

#### 2.1.1.2 Λειτουργία συγκλίνουσας δέσμης

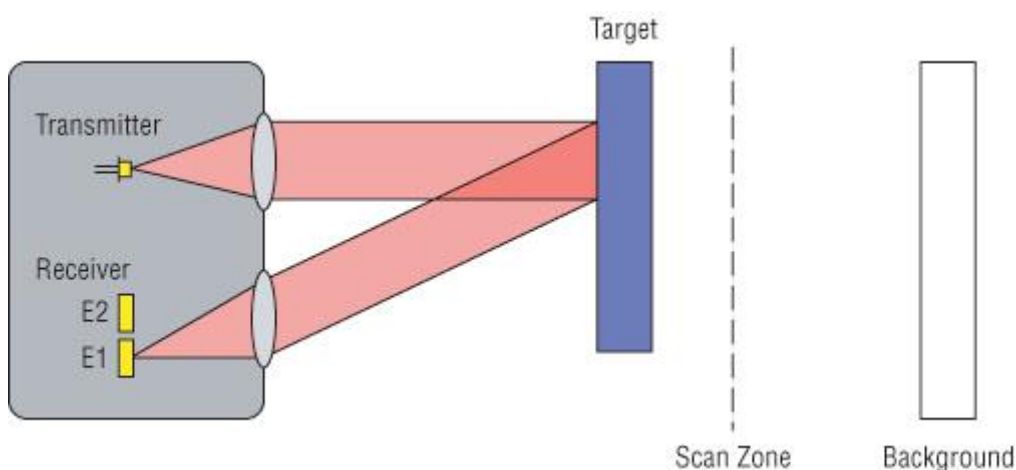
Η λειτουργία αυτή είναι μια πιο αποτελεσματική μέθοδος διάχυτης ανίχνευσης. Στη λειτουργία αυτή, ο φακός του πομπού εστιάζεται σε ένα ακριβές σημείο μπροστά από τον αισθητήρα, και ο φακός του δέκτη εστιάζεται στο ίδιο σημείο. Το εύρος ανίχνευσης είναι σταθερό και ορίζεται ως το σημείο εστίασης. Ο αισθητήρας είναι τότε σε θέση να ανιχνεύσει ένα αντικείμενο σε αυτό το σημείο εστίασης, συν ή πλην κάποια απόσταση, που είναι γνωστή

ως "παράθυρο ανίχνευσης". Τα αντικείμενα που βρίσκονται μπροστά ή πίσω από αυτό το παράθυρο ανίχνευσης αγνοούνται. Το παράθυρο ανίχνευσης εξαρτάται από την ανακλαστικότητα του στόχου και τη ρύθμιση της ευαισθησίας. Επειδή όλη η εκπεμπόμενη ενέργεια εστιάζεται σε ένα μόνο σημείο, μια μεγάλη ποσότητα περισσειας κέρδους είναι διαθέσιμο, το οποίο επιτρέπει στον αισθητήρα την εύκολη ανίχνευση μικρώνστόχων ή στόχων χαμηλήςανακλαστικότητας.

### 2.1.1.3 Λειτουργία Διάχυσης με Καταστολή φόντου

Η λειτουργία διάχυσης με καταστολή φόντου ανιχνεύει στόχους μόνο μέχρι μια ορισμένηαπόσταση "cut-off", αλλά αγνοεί τα αντικείμενα πέρα από την απόσταση αυτή. Η λειτουργία αυτή ελαχιστοποιεί επίσης την ευαισθησία στο χρώμα ενός στόχου σε σύγκριση με τις άλλες παραλλαγές της λειτουργίας διάχυσης. Ένα κύριο πλεονέκτημα της λειτουργίας με καταστολή φόντου είναι η δυνατότητα να αγνοήσει ένα αντικείμενο που βρίσκεται στο φόντο, το οποίο θα μπορούσε να ταυτοποιηθεί λανθασμένα ως στόχος από ένα τυπικόφωτοηλεκτρικό αισθητήρα διάχυσης.

Η λειτουργία διάχυσης με καταστολή φόντου μπορεί να λειτουργήσει σε μια σταθερή απόσταση ή σε μεταβλητή απόσταση. Η καταστολή φόντου μπορεί να επιτευχθεί τεχνικά με δύο τρόπους, είτε μηχανικά είτε ηλεκτρονικά.



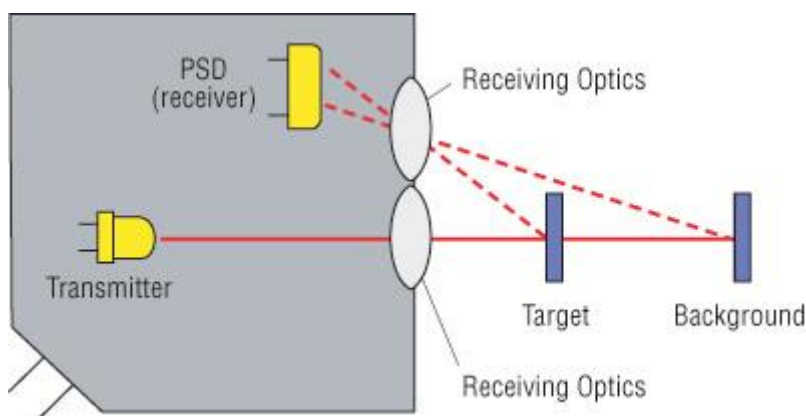
Εικόνα 152.1.1.3.1 Λειτουργία διάχυσης με μηχανική Καταστολή φόντου

### 2.1.1.3.1 Λειτουργία διάχυσης με μηχανική Καταστολή φόντου

Για μηχανική καταστολή φόντου, υπάρχουν δύο στοιχεία λήψεως στον φωτοηλεκτρικό αισθητήρα, ένα από τα οποία λαμβάνει φως από το στόχο και το άλλο δέχεται φως από το φόντο. Όταν το ανακλώμενο φως στο δέκτη του στόχου είναι μεγαλύτερο από ότι στο δέκτη του φόντου, ο στόχος ανιχνεύεται και η έξοδος ενεργοποιείται. Όταν το ανακλώμενο φως στο δέκτη του φόντου είναι μεγαλύτερο από ότι στο δέκτη του στόχου, ο στόχος δεν έχει ανιχνευθεί και η έξοδος δεν αλλάζει κατάσταση. Το σημείο εστίασης μπορεί να ρυθμιστεί μηχανικά για αισθητήρες μεταβλητής απόστασης.

### 2.1.1.3.2 Λειτουργία διάχυσης με Ηλεκτρονική Καταστολή φόντου

Με την ηλεκτρονική καταστολή φόντου, μια συσκευή ευαίσθητη στη θέση (PSD) χρησιμοποιείται στο εσωτερικό του αισθητήρα αντί για μηχανικά μέρη. Ο πομπός εκπέμπει μια δέσμη φωτός, η οποία αντανακλάται πίσω σε δύο διαφορετικά σημεία στο PSD τόσο από το στόχο όσο και από το υλικό του φόντου. Ο αισθητήρας αξιολογεί το φως που χτυπά αυτά τα δύο σημεία στο PSD και συγκρίνει αυτό το σήμα με την προ-ρυθμισμένη τιμή ώστε να καθοριστεί αν η έξοδος αλλάζει κατάσταση.

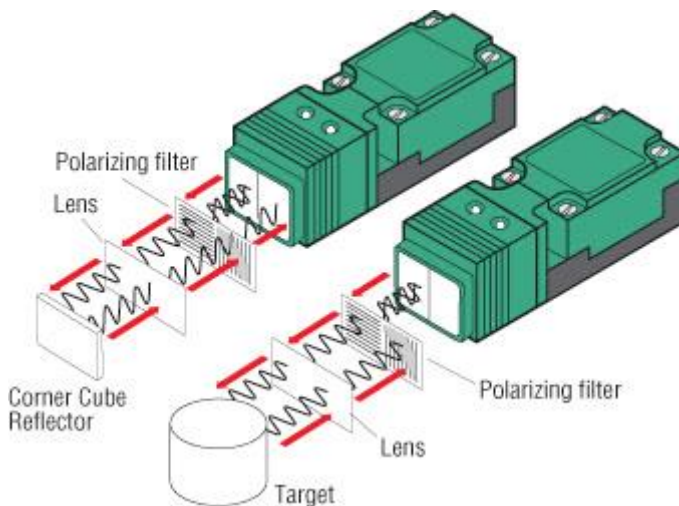


Εικόνα 162.1.1.3.2

Λειτουργία διάχυσης με Ηλεκτρονική Καταστολή φόντου

#### 2.1.1.4 Retro-αντανακλαστική λειτουργία

Η Retro-αντανακλαστική λειτουργία είναι ο δεύτερος κύριος τρόπος λειτουργίας του φωτοηλεκτρικού αισθητήρα. Όπως και στην λειτουργία διάχυσης, ο πομπός και ο δέκτης είναι στο ίδιο περίβλημα, αλλά ένας ανακλαστήρας χρησιμοποιείται για να αντανακλά το φως από τον πομπό πίσω στο δέκτη. Ο στόχος ανιχνεύεται όταν μπλοκάρει τη δέσμη από το φωτοηλεκτρικό αισθητήρα προς τον ανακλαστήρα. Η Retro-αντανακλαστική λειτουργία συνήθως επιτρέπει μεγαλύτερα εύρη ανίχνευσης από τη διάχυτη κατάσταση, λόγω της αύξησης της αποδοτικότητας του ανακλαστήρα σε σχέση με την ανακλαστικότητα των περισσότερων στόχων. Το χρώμα του στόχου και το φινίρισμα δεν επηρεάζουν το εύρος ανίχνευσης στην ανακλαστική λειτουργία όπως κάνουν στη λειτουργία διάχυσης [7].



Εικόνα 17 Retro-αντανακλαστική λειτουργία [2]

Τα φωτοκύτταρα με Retro-αντανακλαστική λειτουργία είναι διαθέσιμα με ή χωρίς φίλτρα πόλωσης. Ένα φίλτρο πόλωσης επιτρέπει φως μόνο σε μια ορισμένη γωνία φάσης πίσω στον δέκτη, γεγονός που επιτρέπει στον αισθητήρα να ανιχνεύσει ένα λαμπερό αντικείμενο ως στόχο και όχι ως ανακλαστήρα. Αυτό συμβαίνει επειδή το φως που ανακλάται από τους ανακλαστήρες μετατοπίζει τη φάση του φωτός, ενώ το φως που ανακλάται από ένα λαμπερό στόχο δεν προκαλεί μετατόπιση. Ένας πολωμένος ανακλαστικός φωτοηλεκτρικός αισθητήρας πρέπει να χρησιμοποιείται με έναν ανακλαστήρα γωνίας κύβου, ο οποίος είναι ένας τύπος ανακλαστήρα με δυνατότητα να επιστρέψει με ακρίβεια την φωτεινή ενέργεια, σε ένα

παράλληλο άξονα, πίσω στο δέκτη. Οι πολωμένοι ανακλαστικοί αισθητήρες συνιστώνται για κάθε εφαρμογή με ανακλαστικούς στόχους [8].

Τα μη-πολωμένα ανακλαστικά φωτοκύτταρα συνήθως επιτρέπουν μεγαλύτερα εύρη ανίχνευσης από τα πολωμένα, αλλά μπορεί ψευδώς να εντοπίσουν ένα λαμπερό στόχο ως ανακλαστήρα.

#### 2.1.1.4.1 Retro-αντανακλαστική λειτουργία για την ανίχνευση διαυγών αντικειμένων

Η ανίχνευση διαυγών αντικειμένων μπορεί να επιτευχθεί με φωτοηλεκτρικό αισθητήρα ανίχνευσης διαυγούς αντικειμένου. Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούν ένα κύκλωμα χαμηλής υστέρησης που ανιχνεύει μικρές αλλαγές στο φως που συχνά συμβαίνουν κατά την ανίχνευση διαυγών αντικειμένων. Οι αισθητήρες αυτοί χρησιμοποιούν πολωμένα φίλτρα τόσο στον πομπό όσο και στο δέκτη του αισθητήρα για τη μείωση των ψευδών αντιδράσεων που προκαλούνται από ανακλάσεις από το στόχο [10].

#### 2.1.1.4.2 Retro-αντανακλαστική λειτουργία με καταστολή προσκηνίου

Τα φωτοκύτταρα ανάκλασης με καταστολή προσκηνίου δεν θα αναγνωρίσουν ψευδώς τους στόχους ως ανακλαστήρες όταν βρίσκονται μέσα σε μια ορισμένη απόσταση, ή νεκρή ζώνη. Αυτή η λειτουργία είναι κατάλληλη για την ανίχνευση παλετών με συσκευασία φιλμ συρρίκνωσης, καθώς ένας τυπικός αισθητήρας ανακλαστικής λειτουργίας μπορεί να εκλάβει το γυαλιστερό περίβλημα ως ανακλαστήρα και να μην αλλάξει κατάσταση. Οπτικά ανοίγματα μπροστά από τα στοιχεία πομπού και δέκτη μέσα στο περίβλημα του αισθητήρα παράγουν μια ζώνη για την εξάλειψη εσφαλμένης ανίχνευσης του ανακλαστικού υλικού.

#### 2.1.1.5 *Thru-beam* λειτουργία

Η λειτουργία *Thru-beam* ονομάζεται επίσης *mode* αντίθεσης -- είναι η τρίτη και τελευταία κύρια μέθοδος ανίχνευσης στα φωτοκύτταρα. Η λειτουργία αυτή χρησιμοποιεί δύο ξεχωριστά περιβλήματα, ένα για τον πομπό και ένα για τον δέκτη. Το φως από τον πομπό κατευθύνεται

προς τον δέκτη και όταν ένας στόχος σπάει αυτή τη δέσμη φωτός, η έξοδος του δέκτη είναι ενεργοποιημένη. Αυτή η λειτουργία είναι η πιο αποτελεσματική από τις τρεις, και επιτρέπει το μεγαλύτερο δυνατό εύρος ανίχνευσης στα φωτοκύτταρα [2].

Οι αισθητήρες κατάστασης thru-beam είναι διαθέσιμοι σε μια ποικιλία διαμορφώσεων. Η πιο κοινή περιλαμβάνει ένα περίβλημα για τον πομπό, ένα για τον δέκτη και μία ακτίνα φωτός μεταξύ των δύο περιβλημάτων. Ένας άλλος τύπος είναι οι φωτοηλεκτρικοί αισθητήρες «υποδοχής» που ενσωματώνουν τόσο τον πομπό όσο και τον δέκτη μέσα σε ένα περίβλημα, χωρίς να απαιτείται ευθυγράμμιση.

#### **2.1.1.6 Αισθητήρες οπτικών ινών**

Οι αισθητήρες οπτικών ινών καθοδηγούν το φως από τον πομπό μέσω πλαστικών ή γυάλινων καλωδίων που ονομάζονται καλώδια οπτικών ινών. Σε εφαρμογές που περιλαμβάνουν μικρούς στόχους ή δυσμενείς συνθήκες, τα καλώδια οπτικών ινών μπορεί να είναι η βέλτιστη λύση. Τα καλώδια οπτικών ινών επιτρέπουν είτε τη λειτουργία διάχυσης ή την ανίχνευση κατάστασης thru-beam [10].

Τα γυάλινα καλώδια οπτικών ινών είναι κατασκευασμένα από μικροσκοπικά τμήματα γυαλιού που ομαδοποιούνται μέσα σε μια συγκεκριμένη θήκη. Τα γυάλινα καλώδια οπτικών ινών είναι συνήθως πιο ανθεκτικά από τα πλαστικά, πιο αποτελεσματικά στην μετάδοση του φωτός με αποτέλεσμα το μεγαλύτερο εύρος ανίχνευσης, και λειτουργούν καλά τόσο με το ορατό κόκκινο όσο και το υπέρυθρο φως.

Τα πλαστικά μονόινακαλώδια οπτικών ινών κατασκευάζονται από ένα ελαφρύ αγωγίμο πλαστικό υλικό και στεγάζονται σε ένα προστατευτικό χιτώνιο από PVC. Τα πλαστικά καλώδια οπτικών ινών είναι συνήθως πιο ευέλικτα και αποδοτικά από τα γυάλινα, μπορούν να κοπούν κατά μήκος, και λειτουργούν μόνο με το ορατό φως.

## **2.2 ΠΑΘΗΤΙΚΟΙ ΑΝΙΧΝΕΥΤΕΣ ΥΠΕΡΥΘΡΩΝ**

Οι παθητικοί υπέρυθροι αισθητήρες χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση κίνησης ενός αντικειμένου μέσα σε μια καθορισμένη περιοχή ανίχνευσης ή ζώνη. Ο όρος «παθητικοί» χρησιμοποιείται επειδή ο αισθητήρας δεν εκπέμπει κανένα φως, αλλά αντ' αυτού ανιχνεύει

τις εκπομπές υπερύθρων από ένα αντικείμενο με μια θερμοκρασία η οποία είναι διαφορετική από το περιβάλλον. Μια τυπική εφαρμογή για παθητικούς αισθητήρες υπερύθρων είναι ο έλεγχος των αυτόματων θυρών ή των φωτών [2].

Όλα τα αντικείμενα με θερμοκρασία πάνω από το απόλυτο μηδέν εκπέμπουν θερμική ενέργεια με τη μορφή ακτινοβολίας. Συνήθως αυτή η ακτινοβολία είναι αόρατη στο ανθρώπινο μάτι, επειδή ακτινοβολεί σε υπέρυθρα μήκη κύματος, αλλά μπορεί να ανιχνευθεί με ηλεκτρονικές συσκευές σχεδιασμένες για ένα τέτοιο σκοπό.

Αυτές οι συσκευές δεν δημιουργούν ή ακτινοβολούν οποιαδήποτε ενέργεια για σκοπούς ανίχνευσης. Εργάζονται εξ ολοκλήρου από την ανίχνευση της ενέργειας που εκπέμπεται από άλλα αντικείμενα. Οι αισθητήρες PIR δεν ανιχνεύουν ή μετρούν "θερμότητα", όμως ανιχνεύουν την υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπεται ή αντανακλάται από ένα αντικείμενο. Η υπέρυθρη ακτινοβολία εισέρχεται μέσω του μπροστινού τμήματος του αισθητήρα, που καλείται «πρόσωπο αισθητήρα». Στον πυρήνα ενός αισθητήρα PIR υπάρχει ένας στερεός αισθητήρας κατάσταση ή σύνολο αισθητήρων, κατασκευασμένος από υλικά πυροηλεκτρονικού που παράγει ενέργεια όταν εκτίθεται σε θερμότητα. Τυπικά, οι αισθητήρες έχουν μικρή επιφάνεια περίπου 40 mm<sup>2</sup>, με τη μορφή μιας λεπτής μεμβράνης. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως σε αισθητήρες PIR περιλαμβάνουν το νιτρίδιο του γαλλίου (GaN), το νιτρικό καίσιο (CsNO<sub>3</sub>), το φθοριούχο πολυβινύλιο, παράγωγα της φαινυλ-πυριδίνης και φθαλοκυανίνη. Οι αισθητήρες κατασκευάζονται ως μέρος ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος [6].

### **2.3 ΣΑΡΩΤΕΣ ΖΩΝΗΣ (ΕΝΕΡΓΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ ΥΠΕΡΥΘΡΩΝ)**

Οι σαρωτές ζώνης μοιάζουν πολύ με τους παθητικούς αισθητήρες υπερύθρων. Οι σαρωτές περιοχής χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση της παρουσίας ή κίνησης ενός αντικειμένου μέσα σε μια καθορισμένη περιοχή ανίχνευσης ή ζώνη. Η κύρια διαφορά είναι ότι οι ενεργοί αισθητήρες υπερύθρων εκπέμπουν φως και είναι σε θέση να ανιχνεύουν την κίνηση ενός αντικειμένου στο χώρο, όταν η θερμοκρασία του στόχου δεν μπορεί να προσδιοριστεί [8].

Οι ενεργοί αισθητήρες βασίζονται σε μεταδόσεις φωτός και ανάδραση για την ανίχνευση μεταβολών στην περιοχή κάλυψης. Στέλνοντας ένα σταθερό ρεύμα ερεθισμάτων, οι αισθητήρες αυτοί στη συνέχεια μετρούν και συγκρίνουν τις αλλαγές από τις

προηγούμενες αναγνώσεις. Λόγω αυτής της αέναης δραστηριότητας, οι ενεργοί αισθητήρες υπερύθρων καταναλώνουν σημαντικά μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας σε σύγκριση με τις παθητικές εναλλακτικές λύσεις [10].

## **2.4 ΚΑΜΕΡΕΣ**

Στην γραμμή παραγωγής χρησιμοποιούνται σταθερές κάμερες Cognex για την ανάγνωση του barcode και τον έλεγχο της σωστής τοποθέτησης του (barcodescanner).

Οι περισσότεροι σαρωτές barcode αποτελούνται από τρία διαφορετικά μέρη, συμπεριλαμβανομένου του συστήματος φωτισμού, του αισθητήρα, και τον αποκωδικοποιητή. Σε γενικές γραμμές, ένας barcodescanner "σαρώνει" τα μαύρα και λευκά στοιχεία ενός γραμμικού κώδικα με το φωτισμό του κώδικα με ένα ερυθρό φως, το οποίο στη συνέχεια μετατρέπεται σε αντίστοιχο κείμενο. Πιο συγκεκριμένα, ο αισθητήρας του σαρωτή γραμμικού κώδικα ανιχνεύει το ανακλώμενο φως από το σύστημα φωτισμού (το κόκκινο φως) και παράγει ένα αναλογικό σήμα που αποστέλλεται στον αποκωδικοποιητή. Ο αποκωδικοποιητής ερμηνεύει αυτό το σήμα, επικυρώνει το barcode χρησιμοποιώντας το ψηφίο ελέγχου, και το μετατρέπει σε κείμενο [3].

Αυτό το κείμενο που έχει μετατραπεί παραδίδεται από το σαρωτή σε ένα σύστημα λογισμικού ηλεκτρονικών υπολογιστών που κατέχει μια βάση δεδομένων του κατασκευαστή.

Επειδή οι σαρωτές barcode είναι πολλοί και περιλαμβάνουν ποικίλες δυνατότητες, μερικά είναι καλύτερα προσαρμοσμένες για ορισμένες βιομηχανίες λόγω της απόστασης ανάγνωσης και τη χωρητικότητα εργασίας. Οι σαρωτές που εγκαθίστανται σε κάμερα (όπως αυτοί της Cognex) εφαρμόζουν τεχνικές επεξεργασίας εικόνας στην ανάγνωση των barcodes [3].



### 3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΗΧΑΝΩΝ

---

Μια σύγχρονη γραμμή παραγωγής εμφιάλωσης καλλυντικών αποτελείται από μια ακολουθία μηχανών με σκοπό να παραλάβει το υγρό προϊόν και να το εμφιαλώσει, δηλαδή να το διοχετεύσει σε φιαλίδια και να τα σφραγίσει με πώμα ή αντλία, ανάλογα με τις απαιτήσεις του τελικού προϊόντος. Έπειτα απ τη παραπάνω διαδικασία φροντίζει να προσδώσει ετικέτα στα φιαλίδια ενώ τέλος τα τυλίγει με φιλμ συρρίκνωσης και τα τοποθετεί σε χαρτοκιβώτια ώστε να διευκολύνεται η μεταφορά.

Αναλυτικότερα τώρα η εκκίνηση της παραγωγικής διαδικασίας γίνεται με την τοποθέτηση φιαλιδίων απ' τους χειριστές της γραμμής στη πρώτη μηχανή, το αναβατόριο φιαλιδίων το οποίο αναλαμβάνει να τα διοχετεύσει σταδιακά στον ανορθωτή φιαλιδίων.

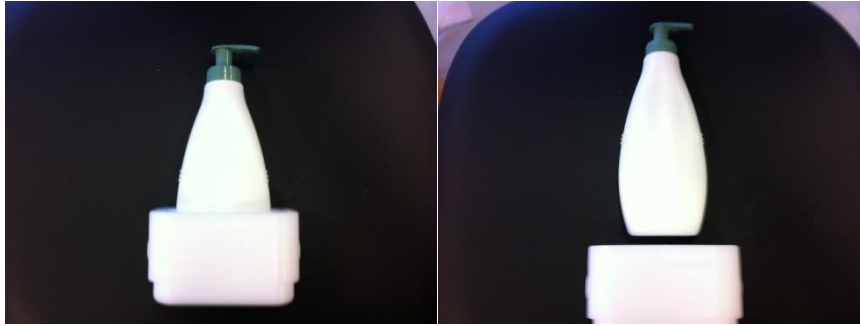
Ο ανορθωτής φιαλιδίων έχει ένα πολυσύνθετο ρόλο μιας και θα πρέπει να απομονώσει τα φιαλίδια, και να τα εναποθέσει όρθια (με το “λαιμό” του φιαλιδίου προς τα πάνω) μέσα σε ειδικές θήκες Pucks. Πριν οδηγήσει στην έξοδο του τις γεμάτες πλέον με φιαλίδια θήκες φροντίζει όλα τα φιαλίδια να έχουν τον ίδιο προσανατολισμό ώστε να δίνει τη δυνατότητα στην επόμενη μηχανή να σφραγίσει χωρίς καμία δυσκολία το πώμα ή την αντλία αντίστοιχα.

#### 3.1 ΕΙΔΙΚΟΙ ΟΡΟΙ

Στην ακόλουθη περιγραφή θα χρησιμοποιηθούν ειδικοί όροι, ορισμός των οποίων δίνεται εδώ:

**Format:** Με αυτόν τον όρο διαχωρίζουμε τα προϊόντα μεταξύ τους. Το Format αλλάζει για κάθε μια απ' τις παρακάτω αλλαγές: Αλλαγή φιαλιδίου (τύπος, μέγεθος, χρώμα), αλλαγή υγρού προϊόντος, αλλαγή πώματος (χρώμα, καπάκι/αντλία),

**Pucks:** Ειδικά διαμορφωμένες βάσεις από τεφλόν ώστε να ενθυλακώνονται τα φιαλίδια μέσα τους. Χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν κενά φιαλίδια μέσα σε μηχανές και πάνω σε μεταφορικές ταινίες αποφεύγοντας έτσι τις συνεχείς πτώσεις.



TNT: Ειδικό μεταλλικό τετράγωνο κουτί στο οποίο περιέχεται σακούλα με το υγρό προϊόν και στη βάση του υπάρχει υποδοχή για να κουμπώσει η σωλήνα η οποία συνδέεται με την αντλία προϊόντος. Χρησιμοποιείται για την μεταφορά και την άντληση του υγρού προϊόντος διότι επιδεικνύει μεγάλη αντοχή σε τυχόν χτυπήματα αλλά και την αλλαγή θερμοκρασίας.

QRcode: Ο κώδικας QR, "QuickResponse" (Γρήγορη Ανταπόκριση), είναι ένα γραμμωτός κώδικας δύο διαστάσεων ο οποίος εφευρέθηκε, απ' την εταιρία Denso-Wave. Εξυπηρετεί παρόμοιους σκοπούς με το Barcode έχοντας όμως τα συγκριτικά πλεονεκτήματα να αποθηκεύει περισσότερα δεδομένα, να χρειάζεται λιγότερο χώρο για να εφαρμοστεί, να έχει μεγάλη αντοχή στη φθορά ενώ προσφέρει επίσης τη δυνατότητα ανάγνωσης από όλες τις κατευθύνσεις εντός 360°.

Barcode: Ραβδωτός Κώδικας (Barcode) ονομάζεται η εφαρμογή οπτικής αναγνώρισης, η οποία αποτελείται από μια σειρά γραμμών και ανάλογων αριθμών που αντιστοιχεί στην περιγραφή και τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, την τιμή, την ημερομηνία λήξης αλλά και το υπόλοιπο σε μια αποθήκη ή τον κωδικό παρτίδας κ.ά.

### **3.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΩΝ**

Στην παραγωγική διαδικασία μιας γραμμής εμφιάλωσης καλλυντικών χρησιμοποιούνται πλήρως αυτοματοποιημένες μηχανές και ο ανθρώπινος παράγοντας περιορίζεται στο χειρισμό και τον ανεφοδιασμό των παραπάνω μηχανών. Λόγω της πολιτικής που ακολουθεί το Ελληνικό εργοστάσιο, σε σχέση με άλλα εργοστάσια της Johnson&Johnson, οι γραμμές έχουν σχεδιαστεί με γνώμονα την ευελιξία σε εναλλαγή παραγωγής προϊόντων ή Format όπως λέγεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα για τη γραμμή παραγωγής την προσθήκη όλων εκείνων των μηχανών που χρειάζονται για να εξυπηρετήσουν κάθε διαφορετικό Format που

έχει οριστεί να παράγει. Παρακάτω παρουσιάζεται μια σύντομη περιγραφή των κύριων και περιφερειακών μηχανών της γραμμής όπως επίσης αναλύεται η λειτουργία τους και οι τεχνολογικές τους διατάξεις και ιδιαιτερότητες σε όσες εξ' αυτών υπάρχουν.

### **3.2.1 Αναβατήριο Φιαλιδίων (BottleHopper)**

- Εταιρία κατασκευής: Packfeeder
- Ταχύτητα: πάνω απο 200 μπουκάλια το λεπτό

Η πρώτη μηχανή που συναντάμε σε μια τέτοια γραμμή παραγωγής είναι το Αναβατήριο Φιαλιδίων το οποίο τροφοδοτείται με μεγάλη ποσότητα κενών φιαλιδίων στην είσοδο του απ' τον χειριστή της γραμμής, με σκοπό να τα διοχετεύσει σταδιακά στον Ανορθωτή Φιαλιδίων.

Το Αναβατήριο Φιαλιδίων αποτελείται από ένα μεγάλο κάδο ο οποίος καταλήγει σε μια χοάνη που εκκινεί απ τη βάση του κάδου, αναλαμβάνει τα φιαλίδια και τα μεταφέρει στον Ανορθωτή Φιαλιδίων. Στη βάση του κάδου βρίσκεται μια μεταφορική ταινία μεγάλου πλάτους η οποία επιφορτίζεται με την τροφοδοσία μιας δεύτερης, κάθετης προς αυτήν, ταινίας που βρίσκεται κατα μήκος της χοάνης. Η πρώτη ταινία συνεργάζεται με ένα φωτοκύτταρο που ελέγχει τη στάθμη των φιαλιδίων στο σημείο ταύτισης των δύο ταινιών. Όταν η στάθμη είναι υψηλή η ταινία της βάσης κάνει αντίθετη κίνηση με τη δεύτερη ταινία ώστε να αποφεύγεται η συμφόρηση, όταν η στάθμη είναι χαμηλή τότε η ταινία οδηγεί τα φιαλίδια προς τη δεύτερη ταινία ώστε να επιτυγχάνεται μια σχετικά σταθερή ποσότητα τροφοδοσίας. Η ταινία της χοάνης διαθέτει ανα μερικά εκατοστά πτερύγια τα οποία συγκρατούν τα φιαλίδια κατα την ανύψωση. Αυτή η μεταφορική ταινία δέχεται εντολή απ τον Ανορθωτή Φιαλιδίων για την εκκίνηση και παύση της λειτουργίας της.



*Εικόνα 18 Αναβατόριο Φιαλιδίων*

### **3.2.2 Ανορθωτής Φιαλιδίων \ Προσανατολιστής (Unscrambler \ Orienter)**

- Εταιρία κατασκευής: Packfeeder
- Ταχύτητα: περίπου 180 μπουκάλια το λεπτό



*Εικόνα 19 Ανορθωτής Φιαλιδίων -1*





*Εικόνα 20 Ανορθωτής Φιαλιδίων -2*

Ο ρόλος του Ανορθωτή Φιαλιδίων είναι να τοποθετεί τα φιαλίδια σε ειδικά διαμορφωμένες βάσεις από τεφλόν που τις ονομάζουμε Pucks και να τα οδηγεί στον Προσανατολιστή ο οποίος τα περιστρέφει κατάλληλα ώστε όλα τα φιαλίδια να έχουν προκαθορισμένη φορά. Έπειτα τα Pucks με τα κενά φιαλίδια ελευθερώνονται στην μεταφορική ταινία έως την επόμενη μηχανή.

Η λειτουργία του Ανορθωτή Φιαλιδίων χωρίζεται σε πέντε επιμέρους "σταθμούς". Ο πρώτος σταθμός αφορά την υποδοχή των φιαλιδίων απ' το Αναβατόριο Φιαλιδίων, γι' αυτό το σκοπό υπάρχει ένας νέος κάδος όπου ομοία με τη παραπάνω μηχανή διαθέτει μεταφορική ταινία στη βάση και οδηγεί τα φιαλίδια στον επόμενο σταθμό. Ο επόμενος σταθμός ουσιαστικά παραλαμβάνει τα φιαλίδια και τα οδηγεί στα χτένια. Τα χτένια είναι ένα αναβατόριο φιαλιδίων με πλαστικά αποσπώμενα πτερύγια σε σχηματισμό χτένας, τα παραπάνω εξαρτήματα αλλάζουν για κάθε διαφορετικό τύπο φιαλιδίου και εξυπηρετούν στην απομόνωση των φιαλιδίων. Έπειτα τα φιαλίδια φτάνουν στο σημείο υποδοχής των Pucks. Εκεί τα φιαλίδια περνούν απ' τους οριζόντιους οδηγούς και καταλήγουν σε ένα κενό όπου παραλαμβάνονται απ' τους κάθετους οδηγούς με τη βάση προς τα κάτω. Στη βάση των κάθετων οδηγών βρίσκονται τα κενά Pucks πάνω σε μια νέα μεταφορική ταινία που τα οδηγεί προς την έξοδο. Ανάλογα με τον τύπο κάθε φιαλιδίου ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται ο προσανατολιστής φιαλιδίων ώστε πριν αποχωρήσουν τα Pucks να καθορίζεται η φορά του φιαλιδίου. Αυτό συμβαίνει διότι μερικοί τύποι φιαλιδίων έχουν συγκεκριμένους οδηγούς για να βιδωθεί το πόμα. Πριν τα φιαλίδια περάσουν λοιπόν τον προσανατολιστή, μια φωτογραφική κάμερα ελέγχει τη φορά τους και δίνει την κατάλληλη εντολή στον προσανατολιστή. Αν η φορά είναι ορθή τότε τα Pucks συνεχίζουν τη πορεία τους, αν όχι τότε ο προσανατολιστής τα περιστρέφει ακαριαία και έπειτα τους επιτρέπει να συνεχίσουν τη



πορεία τους. Ο προσανατολιστής αποτελείται από μία περιστροφική βάση και δύο πλαϊνούς μεταλλικούς οδηγούς για να αποφεύγονται οι πτώσεις.

### 3.2.3 Γεμιστική \Πωματιστική μηχανή (Filler \ Capper)

- Εταιρία κατασκευής: Ronchi
- Μοντελο: Exacta/R
- Ταχύτητα: 150 μπουκάλια το λεπτό
- Νέα τεχνολογία Γεμιστικου (16 κεφαλές): MassFlowMeter



Εικόνα 21 Γεμιστική \Πωματιστική μηχανή



Εικόνα 22 Massflowmeter



Εικόνα 23 Έλεγχος πλήρωσης φιαλιδίου





Εικόνα 24Νεα τεχνολογία Καπακοτικών (8 κεφαλές): Καθεκεφαλή δικό της βηματικό κινητήρα για καλύτερο έλεγχο

Επόμενη μηχανή της γραμμής είναι η Γεμιστική και Πωματιστική μηχανή. Αποτελεί τη κυριότερη μηχανή της γραμμής παραγωγής ενώ επίσης οριοθετεί και τις δυνατότητες της. Δέχεται τα κενά φιαλίδια στην είσοδο της, τους προσθέτει το υγρό προϊόν και στη συνέχεια τα σφραγίζει με πώμα ή αντλία σύμφωνα με τις προδιαγραφές που απαιτούνται για κάθε Format. Πριν τα ελευθερώσει και πάλι στη μεταφορική ταινία, απορρίπτει τα φιαλίδια που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις τις οποίες θέτει ο έλεγχος ορθής τοποθέτησης του πώματος ή της αντλίας αντίστοιχα. Η Γεμιστική μηχανή συνεργάζεται κατά τη λειτουργία της με την αντλία προϊόντος και ένα πιεστικό δοχείο, τα οποία αντλούν το προϊόν από τα TNT και της το παρέχουν. Επίσης για τον καθαρισμό της χρησιμοποιείται ένα σύστημα καθαρισμού επι τόπου (CleanInPlace ή όπως συνηθίζεται C.I.P.). Επιπροσθέτως η Πωματιστική μηχανή συνεργάζεται κατά τη λειτουργία της με ένα Αναβατήριο Πωμάτων και ένα Περιστροφικό Μπολ Πωμάτων, για τα Format που χρησιμοποιούν πώματα, και οι οποίες μηχανές αναλαμβάνουν το έργο της τροφοδοσίας της Πωματιστικής μηχανής. Για τα Format που χρησιμοποιούν αντλίες διατίθενται επίσης αντίστοιχο Αναβατήριο Αντλιών και Περιστροφικό Μπολ Αντλιών.

### 3.2.4 Σύστημα Επι Τόπου Καθαρισμού (Cleaninplace, C.I.P.)

Εταιρία κατασκευής: Techninox



Το σύστημα καθαρισμού επι τόπου (CleanInPlace ή όπως συνηθίζεται C.I.P.) είναι ένα σύστημα που αναλαμβάνει να καθαρίσει και να απολυμάνει όλα τα σημεία της γεμιστικής μηχανής απ τα οποία επιτυγχάνεται η ροή του υγρού προϊόντος. Αυτό το σύστημα χρησιμοποιείται κάθε φορά που αλλάζει το Format ή στο τέλος μιας παρτίδας. Το σύστημα C.I.P. επιστρατεύτηκε στη γραμμή παραγωγής για να κερδίσουμε πολύτιμο χρόνο και μεγάλο κόπο, μιας και η προγενέστερη διαδικασία απαιτούσε την αποσυναρμολόγηση όλων των σημείων της γεμιστικής μηχανής που έχουν επαφή με το υγρό προϊόν και “πλήσιμο στο χέρι”.

### 3.2.5 Αναβατόρια Πωμάτων \ Αντλιών (Cap \ PumpHopper)

- Εταιρία κατασκευής: Ronchi

Τα Αναβατόρια Πωμάτων\ Αντλιών τα οποία λειτουργούν κατα τον ίδιο τρόπο με το Αναβατόριο Φιαλιδίων, δέχονται πάματα ή αντλίες στην είσοδο τους με σκοπό να τα διοχετεύσουν σταδιακά στο Περιστροφικό Μπολ Πωμάτων ή Αντλιών αντίστοιχα.



Εικόνα 25 Αναβατόρια Πωμάτων \ Αντλιών

### 3.2.6 Περιστροφικά Μπολ Πωμάτων \ Αντλιών (Cap \ PumpSorter)

- Εταιρία κατασκευής: Ronchi



Εικόνα 26 Περιστροφικά Μπολ Πωμάτων \ Αντλιών

Τα Περιστροφικά Μπολ Πωμάτων \ Αντλιών δέχονται τα πόματα ή τις αντλίες απ τα αντίστοιχα αναβατόρια με σκοπό να τα οδηγήσουν, μέσα απ τις πνευματικές ράγες, στην πωματιστική μηχανή χωρίς προδιαγεγραμμένη φορά αλλά με προκαθορισμένη πλευρά ( για παράδειγμα το καλαμάκι της αντλίας θα είναι πάντα στην κάτω πλευρά).

### 3.2.7 Ωμέγα (Omega)

- Εταιρία κατασκευής: Flexlink



*Εικόνα 27 Ωμέγα*

Εφόσον τα φιαλίδια εμπεριέχουν πλέον προϊόν, ελαχιστοποιούνται οι πιθανότητες πτώσης τους καθώς κινούνται. Αυτός είναι και ο πρώτος λόγος που χρησιμοποιείται ο διαχωριστής Ωμέγα ο οποίος προσλαμβάνει τα φιαλίδια με τα Pucks απ την μεταφορική ταινία στην είσοδο του και τα παραδίδει ελεύθερα (χωρίς Pucks) στην μεταφορική ταινία που βρίσκεται στην έξοδο του. Το Ωμέγα παράλληλα χρησιμοποιείται για να επιτρέπει στους χειριστές της γραμμής την ελεύθερη και γρήγορη μετάβαση σε σημεία χειρισμού στην πίσω πλευρά των μηχανών κι αυτό επιτυγχάνεται ανυψώνοντας τα φιαλίδια περίπου 2.5m και για 1.5m μήκος εως ότου τα επαναφέρει στο ύψος της υπόλοιπης γραμμής.

### **3.2.8 Μηχανή Ετικετοποίησης (Labeler)**

- Εταιρία κατασκευής: Packlab
- Ταχύτητα: πάνω απο 150 μπουκάλια το λεπτό





*Εικόνα 28 Μηχανή Ετικετοποίησης*

Είναι η μηχανή που δέχεται τα φιαλίδια που εξέρχονται απ το Ωμέγα, τους δίνει συγκεκριμένο βήμα και στη συνέχεια αναλαμβάνει την επικόλληση της ετικέτας του προϊόντος (η οποία είναι διαφορετική για κάθε Format). Πριν τα φιαλίδια εξέλθουν απ την Μηχανή Ετικετοποίησης θα πρέπει να έχει αποβληθεί ο τυχόν ενθουλακωμένος αέρας ανάμεσα σε φιαλίδιο και ετικέτα άρα να εξαλειφθούν οι φυσαλίδες που ενδεχομένως έχουν δημιουργηθεί και να επιτευχθεί η τέλεια επίστρωση της ετικέτας. Κατά την έξοδο των φιαλιδίων θα πρέπει να έχει εξασφαλισθεί ότι κάθε ετικέτα έχει τον σωστό QRcode και ότι έχει επικολληθεί ετικέτα και στις δύο όψεις του φιαλιδίου.

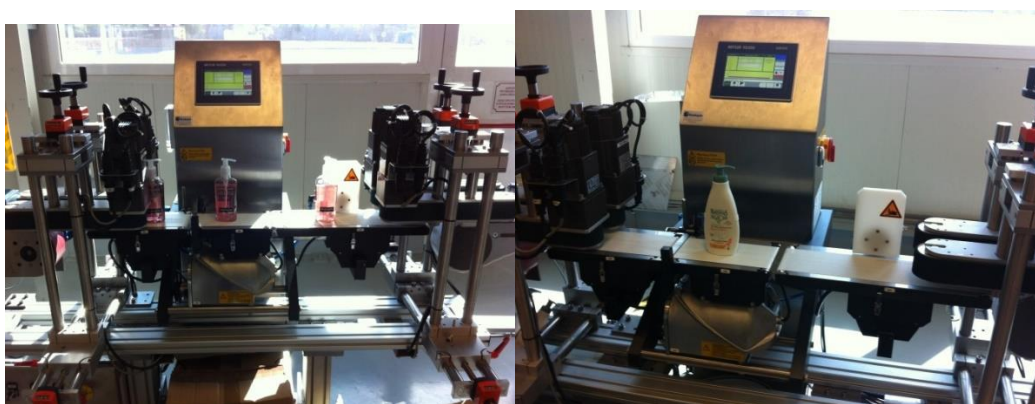
### **3.2.9 Δίδυμοι Ιμάντες (TwinsBelts)**

- Εταιρία κατασκευής: Mettler Toledo

Οι Δίδυμοι Ιμάντες τοποθετούνται στη γραμμή παραγωγής σε σημεία μετάβασης από μία μεταφορική ταινία στην επόμενη. Επειδή όμως αποτελούν ξεχωριστή μηχανή της γραμμής μας δίνει τη δυνατότητα να τους χρησιμοποιήσουμε ώστε να μπορέσουμε να αλλάξουμε τις αποστάσεις μεταξύ των φιαλιδίων ελέγχοντας την ταχύτητα τους. Εκτός αυτού μας επιτρέπει να έχουμε πρόσβαση στον πάτο του φιαλιδίου και γι αυτό το λόγο τοποθετούμαι απο κάτω τη Μηχανή Προσθήκης Σφραγίδας όπως θα παρουσιαστεί παρακάτω.

### 3.2.10 Ζυγός Φιαλιδίων (BottleWeigher)

- Εταιρία κατασκευής: Mettler Toledo



Εικόνα 29 Ζυγός Φιαλιδίων

Ο Ζυγός Φιαλιδίων έχει ελεγκτικό ρόλο στη γραμμή παραγωγής και ουσιαστικά ζυγίζει ένα προς ένα τα φιαλίδια ώστε να απορρίψει εκείνα που παρουσιάζονται ελλιποβαρής ή υπέρβαρα. Επειδή υπάρχουν αστάθμητοι παράγοντες, είναι αδύνατο όλα τα φιαλίδια να έχουν ακριβώς το ίδιο βάρος επόμενως ορίζονται ανώτερο και ελάχιστο αποδεκτό όριο βάρους και μόνον τα φιαλίδια που βρίσκονται εντός των ορίων συνεχίζουν τη πορεία τους στη γραμμή παραγωγής. Έδω θα πρέπει να σημειώσουμε ότι το ελάχιστο όριο βάρους ορίζεται συνήθως πάνω απ' την ποσότητα βάρους που αναγράφεται στην ετικέτα σύμφωνα με τις διατάξεις της *Johnson&Johnson*.

### 3.2.11 Μηχανή Προσθήκης Σφραγίδας (Stamp)



Εικόνα 30 Μηχανή Προσθήκης Σφραγίδας

Η Μηχανή Προσθήκης Σφραγίδας είναι η μηχανή που ψεκάζει στη βάση των φιαλιδίων την ώρα και την ημερομηνία παραγωγής του προϊόντος. Αυτό συμβαίνει για δύο λόγους ο πρώτος είναι για τον καταναλωτή ο οποίος έχει τη δυνατότητα να γνωρίζει την ακριβή ημερομηνία παραγωγής του προϊόντος και ο δεύτερος για εσωτερική χρήση του εργοστασίου σε περίπτωση που χρειαστεί να γνωρίζουμε την ακριβή ώρα παραγωγής κάθε προϊόντος (ενδεχομένως σε κάποια βλάβη που έχει επηρεάσει προϊόντα).

### 3.2.12 Μηχανή Συρρίκνωσης (ShrinkWrapper)

- Εταιρία κατασκευής: Pester
- Ταχύτητα: πάνω από 150 μπουκάλια το λεπτό



Εικόνα 31 Μηχανή Συρρίκνωσης

Νέα τεχνολογία: ρομποτικός βραχίονας (παραλαμβάνει τα μπουκάλια απ' τους κοχλίες ελέγχου ροής, αφού συμπληρώσουν βαδά και τα τοποθετούν στην ταινία που οδηγεί στο φιλμ συρρίκνωσης)

Ο ρόλος της Μηχανής Συρρίκνωσης στη γραμμή παραγωγής είναι να παραλαμβάνει τα φιαλίδια και ανα έξι τα τυλίγει με διάφανοφίλμ συρρίκνωσης και τα περνά από ένα ειδικό φούρνο μετά τον οποίο παραλαμβάνουμε συσκευασίες φιαλιδίων ώστε να τα τοποθετήσουμε στα κιβώτια. Εδώ θα πρέπει να προσθέσουμε ότι η Μηχανή Συρρίκνωσης ενδέχεται να μη χρησιμοποιείται για όλα τα Format όταν όμως συμβαίνει αυτό δε παίζει κανένα ρόλο στη γραμμή παραγωγής και απλά επιτρέπει την ελεύθερη διέλευση των φιαλιδίων.

### 3.2.13 Μηχανή Προσθήκης Barcode (Print & Apply, P&A)

- Εταιρία κατασκευής: Avery Dennison

Η Μηχανή Προσθήκης Barcode αποτελεί περιφερειακή μηχανή της γραμμής παραγωγής και χρησιμοποιείται σε δύο σημεία της. Όταν έχουμε Format με συρρίκνωση, όλες οι συσκευασίες περνούν μπροστά απ' το P&A ώστε να τους επικολληθεί ετικέτα ενώ το δεύτερο σημείο επικόλληση ετικέτας Barcode είναι λίγο πριν το τέλος της γραμμής και επικολλάται στο χαρτοκιβώτιο.



### 3.2.14 Μηχανή Εγκιβωτισμού (CasePacker)

- Εταιρία κατασκευής:Pester
- Ταχύτητα: πάνω απο 150 μπουκάλια το λεπτό



Ο ρόλος της μηχανής εγκιβωτισμού είναι να τοποθετεί τα φιαλίδια στα χαρτοκιβώτια με τα οποία μεταφέρονται. Αυτή η μηχανή έχει δύο εισόδους. Η πρώτη εξυπηρετεί τα Format χωρίς συρρίκνωση ενώ η δεύτερη τα Format με συρρίκνωση. Στη Δεύτερη είσοδο λαμβάνει χώρα έλεγχος από φωτογραφική κάμερα η οποία είναι τοποθετημένη για να “διαβάζει” την ορθή τοποθέτηση της ετικέτας Barcode όπως επίσης και την ορθότητα της συρρικνωμένης συσκευασίας στο βαθμό που είναι εφικτό. Εφόσον τα φιαλίδια έχουν περάσει πλέον εντός της Μηχανής Εγκιβωτισμού εκείνη αναλαμβάνει να τα τοποθετήσει σε χαρτοκιβώτια και να τα σφραγίσει με ταινία. Στο σημείο αυτό να προσθέσουμε ότι υπάρχει πληθώρα χαρτοκιβωτίων διότι σε κάθε Formatαντιστοιχεί ένα ή περισσότερα. Ενδεικτικά θα αναφέρουμε ότι υπάρχουν χαρτοκιβώτια που δέχονται δύο εξάδες φιαλιδίων (2X6) και άλλα που δέχονται τέσσερις εξάδες (4 X6). Επίσης μερικά εξ’ αυτών έχουν ανοιχτή την επάνω πλευρά τους ενώ τα υπόλοιπα είναι κλειστά πάνω και κάτω.

### 3.2.15 Ζυγός Χαρτοκιβωτίων (CaseWeigher)

- Εταιρία κατασκευής:Mettler Toledo



Ο Ζυγός Χαρτοκιβωτίων έχει παρόμοια λειτουργία με το Ζυγό Φιαλιδίων και άρα έχει κι αυτός ελεγκτικό ρόλο στη γραμμή παραγωγής. Αυτή τη φορά ζυγίζεται όλο το χαρτοκιβώτιο και ουσιαστικά ανακόπτει την έξοδο σε χαρτοκιβώτια που εμφανίζονται λιποβαρή και άρα από κάποια βλάβη ή στιγμιαία αστοχία λειτουργίας κάποιας μηχανής, δεν έχει τοποθετηθεί ο ακριβής αριθμός φιαλιδίων εντός του χαρτοκιβωτίου.

### **3.3 ΠΑΛΕΤΟΠΟΙΗΣΗ**

Για την παλετοποίηση των χαρτοκιβωτίων δεν προβλέπεται κάποια μηχανή και έτσι αναλαμβάνουν οι συσκευαστές του εργοστασίου οι οποίοι είναι παράλληλα υπεύθυνοι, σε συνεργασία με τον χειριστή της γραμμής παραγωγής, για την τροφοδοσία των παραπάνω μηχανών. Θα μπορούσαμε εδώ να συμπεριλάβουμε την ειδικά διαμορφωμένη έξοδο της γραμμής ώστε να δημιουργείται χώρος και χρόνος (Buffer) με σκοπό να προλαβαίνουν οι συσκευαστές την ταχύτητα της γραμμής.

### **3.4 ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΕΣ ΤΑΙΝΙΕΣ (CONVEYORS)**

- Εταιρία κατασκευής: FLEXLINK
- Μοντελο: X10

Η μεταφορά των φιαλιδίων από μηχανή σε μηχανή γίνεται πάνω στις μεταφορικές ταινίες οι οποίες επειδή ακριβώς έχουν ανεξάρτητη με τις μηχανές κίνηση εξυπηρετούν και συμμετέχουν και στις μανδαλώσεις της γραμμής.

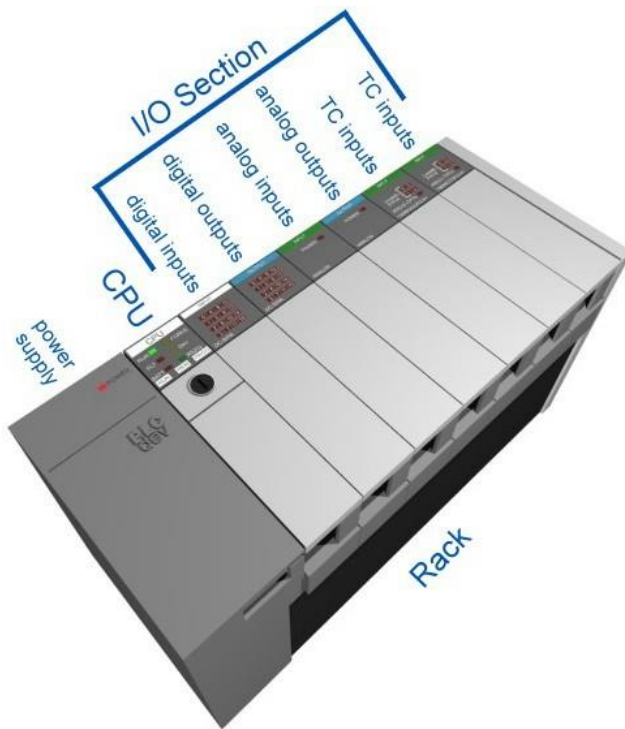
## 4 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝΜΕ PLC

---

Ένας προγραμματιζόμενος λογικός ελεγκτής, PLC, ή προγραμματιζόμενος ελεγκτής είναι ένας ψηφιακός υπολογιστής που χρησιμοποιείται για την αυτοματοποίηση τυπικών βιομηχανικών ηλεκτρομηχανολογικών διεργασιών, όπως ο έλεγχος των μηχανημάτων στις γραμμές παραγωγής του εργοστασίου. Τα PLCs χρησιμοποιούνται σε πολλές βιομηχανίες. Είναι σχεδιασμένα για πολλαπλές ρυθμίσεις ψηφιακών και αναλογικών εισόδων και εξόδων, όλο το εύρος θερμοκρασιών, ανοσία σε ηλεκτρικό θόρυβο, και αντοχή σε κραδασμούς. Τα προγράμματα για τον έλεγχο της λειτουργίας της γραμμής παραγωγής αποθηκεύονται συνήθως σε μη πτητική μνήμη ή μνήμη που έχει εφεδρεία μπαταριών. Το PLC είναι ένα σύστημα πραγματικού χρόνου, καθώς το αποτέλεσμα εξόδου πρέπει να παράγεται σε συνάρτηση με τις συνθήκες εισόδου μέσα σε ένα περιορισμένο χρονικό διάστημα [14].

### 4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ PLC

Ένας Προγραμματιζόμενος Λογικός Ελεγκτής, ή PLC για συντομία, είναι μια ειδική υπολογιστική συσκευή που χρησιμοποιείται σε βιομηχανικά συστήματα ελέγχου. Χρησιμοποιείται σε πολλές βιομηχανίες, όπως τα διυλιστήρια πετρελαίου, γραμμές παραγωγής, συστήματα μεταφοράς και ούτω καθεξής. Όπου υπάρχει ανάγκη για τον έλεγχο συσκευών, το PLC παρέχει ένα ευέλικτο τρόπο για να συνδεθούν τα επιμέρους τμήματα του συστήματος χωρίς σκληρές συνδέσεις [15].



Εικόνα 32 Τα βασικά μέρη του PLC[20]

Κάθε μονάδα PLC διαθέτει μια κεντρική μονάδα επεξεργαστή (CPU) που είναι αφιερωμένος στο να τρέχει ένα πρόγραμμα και να παρακολουθεί μια σειρά από διαφορετικές εισόδους, ώστε να χειρίζεται τις εξόδους με στόχο την επίτευξη του επιθυμητού ελέγχου. Οι επεξεργαστές του PLC είναι πολύ ευέλικτοι στον τρόπο με τον οποίο μπορούν να προγραμματιστούν, ενώ παρέχουν επίσης το πλεονέκτημα της υψηλής αξιοπιστίας (απρόσκοπτη λειτουργία προγράμματος και αντοχή στις μηχανικές βλάβες), είναι συμπαγείς και έχουν χαμηλό κόστος σε αντίθεση με τα παραδοσιακά συστήματα ελέγχου [16].

Η επεξεργασία και υλοποίηση των εντολών του προγράμματος που εκτελεί το PLC βασίζεται κυρίως στην λειτουργία του μικροεπεξεργαστή που αποτελεί βασικό τμήμα του PLC. Επιπλέον του επεξεργαστή, τα PLC διαθέτουν το τμήμα του τροφοδοτικού και του rack, καθώς και το τμήμα των συνδέσεων εισόδου-εξόδου I/O (Εικόνα 32).

Τα PLCs διατίθενται σε πολλά σχήματα και μεγέθη. Μπορούν να είναι τόσο μικρά ώστε να χωράνε στην τσέπη, ενώ τα συστήματα με πιο περίπλοκες διαδικασίες ελέγχου απαιτούν μεγάλα racks. Τα μικρότερα PLCs είναι συνήθως σχεδιασμένα με σταθερά σημεία I/O. Τα περισσότερα συστήματα βασίζονται σε σπονδυλωτά rack. Αυτά λέγονται σπονδυλωτά (modular), επειδή η σχάρα μπορεί να δεχτεί πολλούς διαφορετικούς τύπους μονάδων I/O που απλώς τοποθετούνται σε αυτήν και συνδέονται.

## 4.2 Η ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ (CPU)

Ο εγκέφαλος του PLC είναι η μονάδα CPU. Αυτή η μονάδα συνήθως βρίσκεται στην υποδοχή δίπλα από το τροφοδοτικό. Οι κατασκευαστές προσφέρουν διάφορα είδη CPUs βάση της πολυπλοκότητας που απαιτείται για το σύστημα [14].

Η CPU αποτελείται από έναν μικροεπεξεργαστή, τσιπ μνήμης και άλλα ολοκληρωμένα κυκλώματα για τον έλεγχο της λογικής, την παρακολούθηση και την επικοινωνία. Η CPU έχει διαφορετικούς τρόπους λειτουργίας. Στη λειτουργία προγραμματισμού (programmingmode) δέχεται το πρόβλημα λογικής που φορτώνεται από έναν υπολογιστή. Η CPU στη συνέχεια τοποθετείται σε κατάσταση λειτουργίας (runmode), έτσι ώστε να μπορεί να εκτελέσει το πρόγραμμα και να λειτουργήσει η διαδικασία [15].

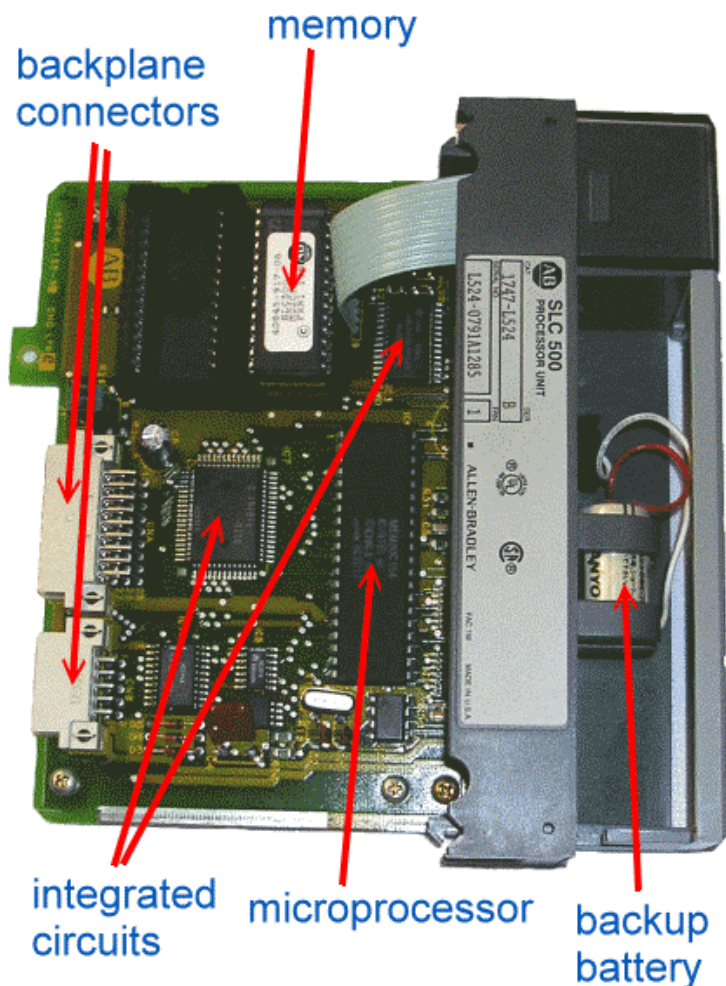
Δεδομένου ότι ένα PLC είναι ένας αφιερωμένος ελεγκτής, θα επεξεργάζεται μόνο αυτό το ένα πρόγραμμα ξανά και ξανά. Ένας κύκλος προγράμματος ονομάζεται χρόνος σάρωσης και περιλαμβάνει την ανάγνωση των εισόδων από τις άλλες μονάδες, την εκτέλεση της λογικής με βάση αυτά τα δεδομένα και στη συνέχεια την κατάλληλη επικαιροποίηση των εξόδων. Ο χρόνος σάρωσης είναι πολύ μικρός (της τάξεως του 1/1000 του δευτερολέπτου). Η μνήμη της CPU αποθηκεύει το πρόγραμμα και την κατάσταση των εισόδων-εξόδων και παρέχει ένα μέσο για την αποθήκευση των μεταβλητών [20].

Ο μικροελεγκτής (microcontroller) είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα υψηλής κλίμακας ολοκλήρωσης που περιλαμβάνει την κεντρική μονάδα επεξεργασίας, μονάδες εισόδου-εξόδου, καταχωρητές και κυκλώματα μνήμης. Ως αποτέλεσμα, ο μικροελεγκτής λαμβάνει και στέλνει σήματα σε εξωτερικές διατάξεις, εκτελεί πράξεις μεταξύ μεταβλητών και καταχωρεί τιμές στη μνήμη που διαθέτει.

Ουσιαστικά είναι ένας τύπος επεξεργαστή, μια παραλλαγή του μικροεπεξεργαστή, με τη διαφορά ότι μπορεί να λειτουργήσει με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα, λόγω των πολλών ενσωματωμένων υποσυστημάτων που διαθέτει. Η σημαντικότερη διαφορά όμως είναι ότι η λειτουργία του μικροελεγκτή είναι dedicated, δηλαδή κάθε φορά που ξεκινά τη λειτουργία του εκτελεί μια προκαθορισμένη σειρά εντολών οι οποίες έχουν καταχωρηθεί στην προγραμματιζόμενη μόνιμη μνήμη του. Με άλλα λόγια, ο μικροελεγκτής είναι ένα σύστημα ειδικού σκοπού, αφιερωμένο στην εξυπηρέτηση ενός συγκεκριμένου αυτοματισμού.

Αντιθέτως, ο μικροεπεξεργαστής θα πρέπει να συνδεθεί σε εξωτερικές μνήμες ROM ή RAM προκειμένου να εκτελέσει μια λογική ακολουθία εντολών αλλά δεν διαθέτει ενσωματωμένα αυτά τα στοιχεία [15].

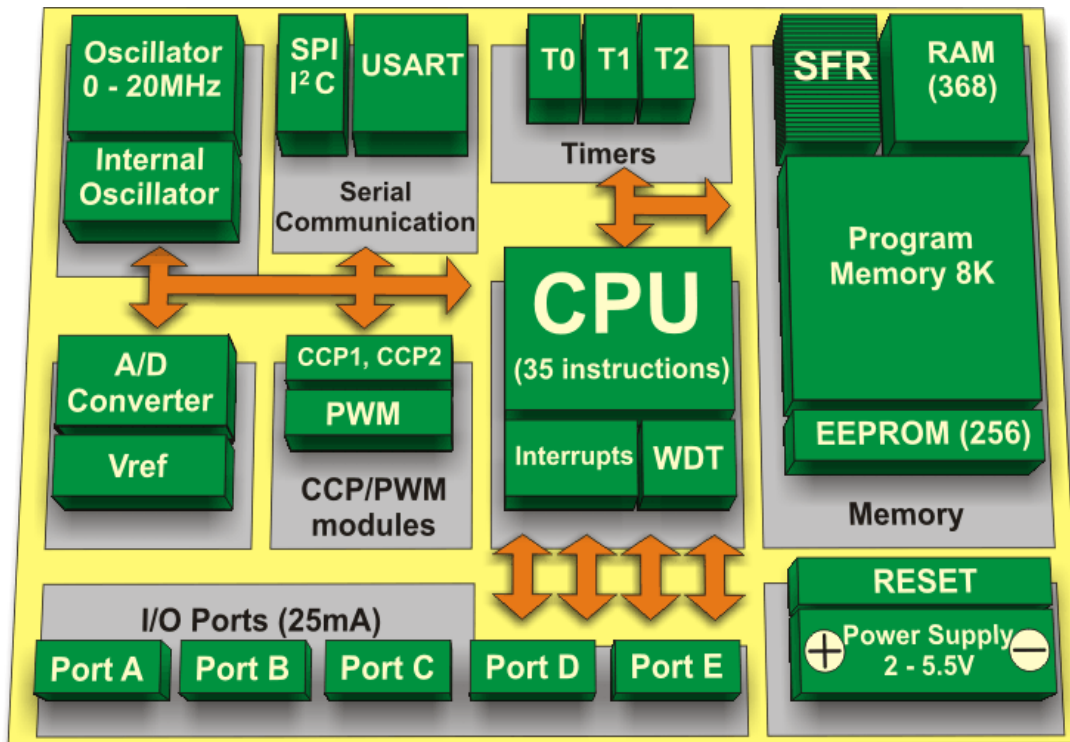
Οι μικροελεγκτές έχουν περιορισμένες δυνατότητες συνεργασίας με εξωτερικά περιφερειακά. Έτσι, η ευελιξία αλλά και η υπολογιστική ισχύς είναι μικρές. Κατά τον σχεδιασμό τους γίνεται εστίαση στο χαμηλό κόστος και άρα τον μικρό αριθμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, και την εξειδικευμένη εστίαση σε συγκεκριμένες λειτουργίες. Αντίθετα, οι σύγχρονοι επεξεργαστές προσφέρουν υψηλή υπολογιστική ισχύ. Ως εκ τούτου, υπάρχει ευελιξία στην ανάπτυξη διαφορετικών εφαρμογών, με τη σύνδεση εξωτερικών περιφερειακών συσκευών στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας, που δεν εστιάζει σε εξειδικευμένη λειτουργία, οι οποίες αλλάζουν την λειτουργικότητα του τελικού συστήματος ανάλογα με την εφαρμογή [16].



Εικόνα 33 Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας εντός του κυκλώματος του μικροελεγκτή του PLC.[20]



Ο μικροελεγκτής μπορεί να προσαρμόζεται σε συστήματα χαμηλού και μεσαίου κόστους, ως κεντρική μονάδα του συστήματος ελέγχου τους. Βρίσκει πεδίο εφαρμογής στους αυτοματισμούς, τα ηλεκτρονικά καταναλωτικά προϊόντα (από ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές έως παιχνίδια), ηλεκτρικές συσκευές και κάθε είδους αυτοκινούμενα τροχοφόρα οχήματα.



Εικόνα 34 Δομή μικροελεγκτή [20]

Τα βασικά στοιχεία του κυκλώματος του μικροελεγκτή, τα οποία περιλαμβάνονται στο ίδιο ολοκληρωμένο κύκλωμα, είναι τα εξής:

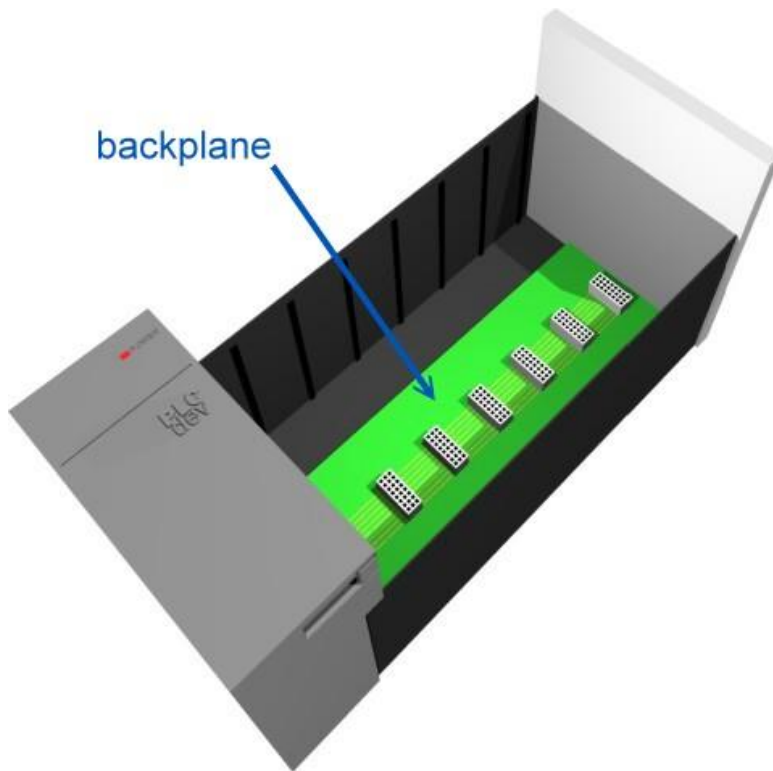
- στοιχειώδεις καταχωρητές ειδικού σκοπού (συσσωρευτή, καταχωρητή κατάστασης, μετρητή προγράμματος, καταχωρητή εντολών, καταχωρητή δείκτη)
- εσωτερικοί χρονιστές –απαριθμητές υψηλής ταχύτητας (hardware timer-counter)
- κύκλωμα συνδετικής λογικής (glue logic) για τη σύνδεση των εξωτερικών μνημών και άλλων περιφερειακών παράλληλης σύνδεσης στην αρτηρία δεδομένων (bus) του επεξεργαστή.
- αριθμητική και λογική μονάδα (ALU)



- μονάδα αποκωδικοποίησης εντολών
- μνήμη προγράμματος (ROM ή EPROM) η οποία περιέχει το λογισμικό του συστήματος.
- μνήμη καταχωρητών/μεταβλητών (RAM) πολύ υψηλής ταχύτητας (cache memory)
- μόνιμη μνήμη αποθήκευσης παραμέτρων λειτουργίας (τύπου EEPROM ή NVRAM).
- κυκλώματα χρονισμού και ελέγχου
- ανεξάρτητες ψηφιακές θύρες εισόδου/εξόδου (ParallelInput-Output, PIO)
- Κύκλωμα αρχικοποίησης (reset).
- Διαχειριστή αιτήσεων διακοπής (interruptrequestcontroller).
- Κύκλωμα επιτήρησης τροφοδοσίας (brown-outdetection) το οποίο παρακολουθεί την τροφοδοσία και αρχικοποιεί ολόκληρο το σύστημα όταν αυτή πέσει κάτω από τα ανεκτά όρια, προλαμβάνοντας έτσι την αλλοίωση των δεδομένων.
- Κύκλωμα επιτήρησης λειτουργίας (watchdogtimer) το οποίο αρχικοποιεί το σύστημα, αν αυτό εμφανίσει σημάδια δυσλειτουργίας λόγω κολλήματος (hang).
- Τοπικό ταλαντωτή για την παροχή παλμών χρονισμού (clock).
- Ρολόι πραγματικού χρόνου (Real TimeClock, RTC) το οποίο τροφοδοτείται από ανεξάρτητη μπαταρία και γι αυτό πρέπει να έχει πολύ χαμηλή κατανάλωση ρεύματος.

### **4.3 ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΑΙ RACK**

Εάν αφαιρέσουμε όλα τα τμήματα του PLCθα μείνει μόνο το τροφοδοτικό και το rack, όπως φαίνεται στην Εικόνα 35 [20].



Εικόνα 35 Τροφοδοτικό και rack [20]

Το rack είναι το στοιχείο που κρατά τα πάντα μαζί. Ανάλογα με τις ανάγκες του συστήματος ελέγχου μπορεί να παραγγελθεί σε διάφορα μεγέθη για να στεγάσει περισσότερες μονάδες. Το rack έχει ένα πίσω επίπεδο στο πίσω μέρος, το οποίο επιτρέπει στις κάρτες να επικοινωνούν με την CPU. Η παροχή ρεύματος συνδέεται στο rack και τροφοδοτεί με ρυθμιζόμενη DC ισχύ τις άλλες μονάδες που συνδέονται σε αυτό. Τα πιο δημοφιλή τροφοδοτικά λειτουργούν με τροφοδοσία 120 VAC ή 24 VDC [16].

#### 4.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΙΣΟΔΩΝ-ΕΞΟΔΩΝ (I/O)

Το σύστημα I/O παρέχει τη φυσική σύνδεση μεταξύ των συσκευών εισόδου-εξόδου και του PLC. Ανοίγοντας τις θύρες σε μια κάρτα I/O αποκαλύπτεται ένα τερματικό, όπου οι συσκευές συνδέονται μεταξύ τους (Εικόνα 36).

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη καρτών I/O που χρησιμεύουν για να ρυθμίσουν τον τύπο της εισόδου ή της εξόδου, ώστε η CPU να μπορεί να χρησιμοποιήσει τα δεδομένα στο λογικό κύκλωμα. Αυτό που είναι απαραίτητο, είναι να καθοριστούν οι είσοδοι και οι έξοδοι που απαιτούνται για τη λειτουργία του κυκλώματος ώστε να επιλεγούν οι κατάλληλες κάρτες και

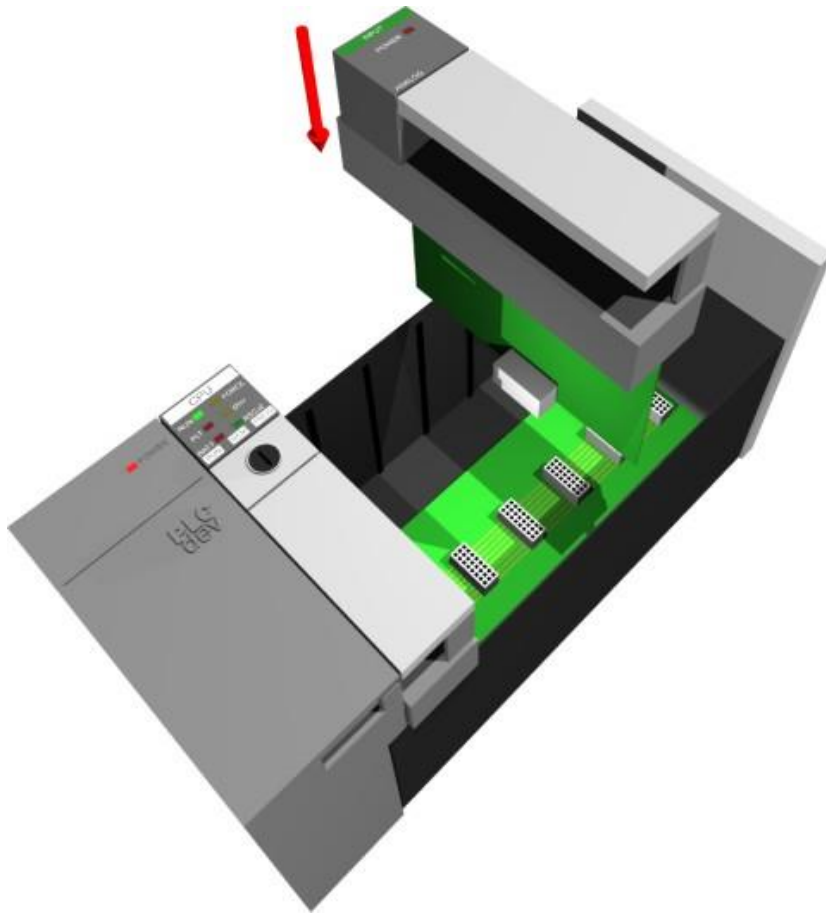
στη συνέχεια να διαχειριστούν καταλλήλως από το πρόγραμμα επεξεργασίας της κεντρικής μονάδας [17].



Εικόνα 36 Πρόσοψη PLC με ανοιχτές τις θύρες [20]

#### 4.4.1.1 Είσοδοι

Οι συσκευές εισόδου μπορεί να αποτελούνται από ψηφιακές ή αναλογικές συσκευές. Μια ψηφιακή κάρτα εισόδου διαχειρίζεται ψηφιακά όργανα και συσκευές που δίνουν ένα σήμα ON-OFF, όπως ένα μπουτόν, ένας διακόπτης, αισθητήρες ή διακόπτες επιλογής. Μια αναλογική κάρτα εισόδου μετατρέπει ένα σήμα τάσεως ή ρεύματος (π.χ. ένα σήμα που μπορεί να έχει τιμή από μηδέν έως 20mA) σε έναν ψηφιακό ισοδύναμο σήμα που μπορεί να γίνει κατανοητό από την CPU. Παραδείγματα αναλογικών συσκευών είναι οι μετατροπείς πίεσης, οι μετρητές ροής και τα θερμοστοιχεία για μετρήσεις θερμοκρασίας.



Εικόνα 37 Εισαγωγή κάρτας στο PLC [20]

#### 4.4.1.2 Έξοδοι

Οι συσκευές εξόδου μπορεί επίσης να αποτελούνται από ψηφιακές ή αναλογικές συσκευές. Μια ψηφιακή κάρτα ανοίγει ή κλείνει μια συσκευή όπως LED, μικρούς κινητήρες, και ρελέ. Μια αναλογική κάρτα εξόδου θα μετατρέψει ένα ψηφιακό αριθμό που αποστέλλεται από την CPU σε ένα αναλογικό σήμα τάσης ή ρεύματος. Τα τυπικά σήματα εξόδου μπορεί να κυμαίνονται μεταξύ 0-10 VDC ή 4-20mA και χρησιμοποιούνται για να οδηγήσουν ελεγκτές ροής μάζας, ρυθμιστές πίεσης και ελεγκτές θέσης [15].

## 4.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΡΙΘΜΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΩΔΙΚΕΣ

Στην καρδιά κάθε υπολογιστικού συστήματος βρίσκονται τα συστήματα αρίθμησης και ψηφιακών κωδικών που χρησιμοποιούνται για τις εντολές και τη μνήμη αποθήκευσης. Εκτός από τα ψηφία 1 και 0, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πώς αυτά τα bits μεταφράζονται σε κώδικες, όπως BCD και Gray. Η κατανόηση αυτών των εννοιών επιτρέπει στον προγραμματιστή να διαχειριστεί το PLC στο πιο βασικό επίπεδο. Στο μεγαλύτερο μέρος του βασικού προγραμματισμού του PLC, αυτές οι έννοιες θα είναι απλές και εύκολα κατανοήσιμες, αλλά υπάρχουν περιπτώσεις όπου χρειάζεται μια πιο λεπτομερής ανάλυση [15].

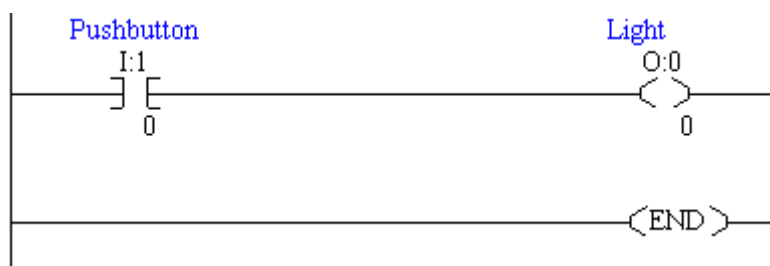
Η σημασία του δυαδικού συστήματος, το οποίο, όπως υπονοεί και το όνομά του, έχει μόνο δύο σύμβολα (0 και 1) είναι ότι είναι το μόνο σύστημα των σύγχρονων ψηφιακών υπολογιστών. Θα πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι στο επίκεντρο αυτών των συσκευών είναι μια κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU), που είναι ουσιαστικά μια μηχανή πεπερασμένων καταστάσεων που αποτελείται από τρανζίστορ και μικρο-κύκλωμα που παρέχει εκατοντάδες εκατομμύρια διασυνδεδεμένων διακοπών υψηλής ταχύτητας. Η κατάσταση του κάθε διακόπτη μπορεί να είναι είτε εντός είτε εκτός, έτσι ώστε κάθε διακόπτης μπορεί να αντιπροσωπεύει μόνο 1 ή 0. Παρά το γεγονός ότι μπορεί να επεξεργαστεί τεράστιες ποσότητες δεδομένων και να προβαίνει σε εκατομμύρια υπολογισμούς ανά δευτερόλεπτο, οι πράξεις στις οποίες βασίζεται η μηχανή υλοποιούνται με βάση το χειρισμό των δυαδικών τιμών χρησιμοποιώντας διάφορους τύπους της λογικής του κυκλώματος. Ακόμη και τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στη μνήμη εργασίας (RAM) και σε μαγνητικούς ή οπτικούς δίσκους είναι αποθηκευμένα ως δυαδικά δεδομένα - τα δισεκατομμύρια των επιμέρους δυαδικών ψηφίων ("bits"), όλα έχουν την τιμή 0 ή 1. Ενώ ακέραιες τιμές σε ορισμένες άλλες βάσεις μπορούν να αναπαρασταθούν με ακρίβεια χρησιμοποιώντας ένα δυαδικό αριθμητικό σύστημα, πολλοί πραγματικοί αριθμοί (αυτοί με κλασματικές τιμές) δεν μπορούν. Ως εκ τούτου, οι εν λόγω τιμές απεικονίζονται κατά προσέγγιση, αν και ο βαθμός ακρίβειας που επιτυγχάνεται αυξάνει με τον αριθμό των bit που χρησιμοποιούνται στην αντιπροσώπευση τους, με το κόστος του περισσότερου χώρου αποθήκευσης στη μνήμη εργασίας ή στο δίσκο [14].

Διαφορετικά συστήματα μέσα σε ένα υπολογιστή μπορεί να χρησιμοποιούν διαφορετικούς αριθμούς bit. Για παράδειγμα, οι περισσότεροι σύγχρονοι επεξεργαστές μπορούν να διαβάσουν / γράψουν 64 bits δεδομένων σε μια στιγμή από / προς RAM, ενώ το λειτουργικό σύστημα των Windows 7 έρχεται σε δύο εκδόσεις 32 και 64 bit.

## 4.6 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα σύγχρονα PLCs μπορούν να προγραμματιστούν με ποικίλους τρόπους, για παράδειγμα με τη λογική LADDER που προέρχεται από τα κυκλώματα ρελέ, ή με γλώσσες προγραμματισμού, όπως ειδικά προσαρμοσμένες διάλεκτοι της BASIC και της C. Μια άλλη μέθοδος είναι η λογική κατάστασης, μια γλώσσα προγραμματισμού πολύ υψηλού επιπέδου που έχει σχεδιαστεί για τον προγραμματισμό των PLCs με βάση τα διαγράμματα μετάβασης κατάστασης [15].

Στη σύγχρονη εποχή, για τον προγραμματισμό των PLC χρησιμοποιείται ένα PC με ειδικό λογισμικό από τον κατασκευαστή του PLC. Η πιο διαδεδομένη μορφή προγραμματισμού ονομάζεται λογική LADDER. Η λογική LADDER χρησιμοποιεί σύμβολα, αντί για λέξεις, για να μιμηθεί τον πραγματικό κόσμο του λογικού ελέγχου σε συστήματα ρελέ. Αυτά τα σύμβολα είναι διασυνδεδεμένα με γραμμές που δείχνουν τη ροή του ρεύματος, όπως επαφές και πηνία. Κατά τη διάρκεια των χρόνων, ο αριθμός των συμβόλων έχει αυξηθεί για να παρέχει ένα υψηλό επίπεδο λειτουργικότητας.



Εικόνα 38 Παράδειγμα προγραμματισμού PLC με λογική LADDER [10]

Το ολοκληρωμένο πρόγραμμα του παραδείγματος της Εικόνας 38 μοιάζει με μια σκάλα, αλλά στην πραγματικότητα αποτελεί ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Οι κάθετες γραμμές στα αριστερά και τα δεξιά δείχνουν τη θετική τάση και τη γείωση του τροφοδοτικού. Τα σκαλοπάτια αντιπροσωπεύουν την καλωδίωση μεταξύ των διαφόρων συνιστωσών που, στην περίπτωση ενός PLC, είναι όλες στον εικονικό κόσμο του CPU. Έτσι, αν κάποιος μπορεί να κατανοήσει

τη λογική των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, τότε μπορεί να κατανοήσει και τη λογική LADDER [17].

Σε αυτό το απλουστευμένο παράδειγμα (Εικόνα 8), όταν ενεργοποιείται μια ψηφιακή είσοδος (όπως ένα κουμπί που συνδέεται με την πρώτη θέση στην κάρτα) ανάβει μία έξοδος η οποία ενεργοποιεί μία ενδεικτική λυχνία.

Το ολοκληρωμένο πρόγραμμα φορτώνεται από το PC στο PLC, χρησιμοποιώντας ένα ειδικό καλώδιο που είναι συνδεδεμένο στο μπροστινό μέρος του επεξεργαστή. Η CPU στη συνέχεια τοποθετείται σε λειτουργία Run, έτσι ώστε να μπορεί να αρχίσει η σάρωση της λογικής και ο έλεγχος των εξόδων [18].

## 4.7 Η ΓΛΩΣΣΑ LADDER

Η λογική LADDER που επεξηγήθηκε στο παραπάνω κείμενο, αναφέρεται στη γλώσσα LADDER που αποτελεί τον πιο συχνά χρησιμοποιούμενο τρόπο προγραμματισμού των PLC [19].

Η λογική LADDER ήταν αρχικά μια γραπτή μέθοδος για την τεκμηρίωση του σχεδιασμού και της κατασκευής των συστημάτων ρελέ που χρησιμοποιούνται στην διαδικασία ελέγχου. Κάθε συσκευή εκπροσωπείται από ένα σύμβολο στο διάγραμμα LADDER με συνδέσεις μεταξύ των συσκευών. Επιπλέον, άλλα στοιχεία εκτός του τωρνελέ όπως αντλίες, θερμαντήρες, και ούτω καθεξής θα μπορούσαν επίσης να φαίνονται στο διάγραμμα LADDER [15].

Η λογική LADDER έχει εξελιχθεί σε μια γλώσσα προγραμματισμού για την απεικόνιση ενός προγράμματος με ένα γραφικό διάγραμμα. Η λογική LADDER χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη λογισμικού για προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές (PLC) που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές ελέγχου. Το όνομα βασίζεται στην παρατήρηση ότι τα προγράμματα σε αυτή τη γλώσσα μοιάζουν με σκάλες, με δύο κάθετες γραμμές και μια σειρά από οριζόντιες βαθμίδες μεταξύ τους. Ενώ τα διαγράμματα LADDER ήταν κάποτε ο μόνος διαθέσιμος συμβολισμός για την σύνταξη προγραμμάτων προγραμματιζόμενων ελεγκτών, σήμερα έχουν τυποποιηθεί και άλλες μορφές προγραμματισμού με το πρότυπο IEC 61131-3 (για παράδειγμα, ως εναλλακτική λύση για τη

γραφική μορφή της λογικής LADDER, υπάρχει στο πρότυπο IEC 61131-3 μια πιο συμβολική γλώσσα που ονομάζεται λίστα εντολών (instructionlist) [16].

Η λογική LADDER χρησιμοποιείται ευρέως για τον προγραμματισμό των PLC, όπου απαιτείται διαδοχικός έλεγχος μιας διαδικασίας παραγωγής. Η λογική LADDER είναι χρήσιμη σε απλά, αλλά κρίσιμα συστήματα ελέγχου ή για την αναβάθμιση των παλαιών ενσύρματων κυκλωμάτων ρελέ. Καθώς οι προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές έγιναν πιο εξελιγμένοι, η λογική LADDER έχει επίσης χρησιμοποιηθεί σε πολύ πολύπλοκα συστήματα αυτοματισμού. Συχνά, η λογική του προγράμματος LADDER χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με ένα πρόγραμμα HMI που λειτουργεί σε έναν υπολογιστή που αποτελεί σταθμό εργασίας [15].

Το κίνητρο για την εκπροσώπηση της λογικής ελέγχου σε ένα διάγραμμα LADDER ήταν να επιτρέψει στους μηχανικούς και τεχνικούς του εργοστασίου την ανάπτυξη λογισμικού, χωρίς πρόσθετη εκπαίδευση για να μάθουν μια γλώσσα όπως η FORTRAN ή άλλες γλώσσες υπολογιστών γενικής χρήσης. Η ανάπτυξη και συντήρηση, απλοποιήθηκε λόγω της ομοιότητας με τα γνωστά συστήματα υλικού ρελέ. Οι εφαρμογές της λογικής LADDER έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως η διαδοχική εκτέλεση και υποστήριξη σε λειτουργίες ελέγχου ροής.

Οι κατασκευαστές των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών παρέχουν επίσης συστήματα προγραμματισμού με τη λογική LADDER. Συνήθως οι γλώσσες λογικής LADDER από δύο κατασκευαστές δεν θα είναι πλήρως συμβατές, Η λογική LADDER περιγράφεται καλύτερα ως ένα σύνολο στενά συνδεδεμένων γλωσσών προγραμματισμού και όχι ως μία γλώσσα. Το πρότυπο IEC 61131-3 συνέβαλε στη μείωση των περιττών διαφορών, αλλά η μετεξέλιξη των προγραμμάτων των συστημάτων απαιτεί ακόμη σημαντική προσπάθεια. Ακόμη και διαφορετικά μοντέλα προγραμματιζόμενων ελεγκτών εντός της ίδιας οικογένειας, μπορεί να έχουν διαφορετική σημειογραφία LADDER με αποτέλεσμα τα προγράμματα να μην μπορούν να εναλλάσσονται αρμονικά μεταξύ των μοντέλων [18].

Η λογική LADDER μπορεί να θεωρηθεί μια γλώσσα με βάση τους κανόνες και όχι μια διαδικαστική γλώσσα. Ένα «σκαλί» αντιπροσωπεύει έναν κανόνα. Όταν υλοποιηθούν, με ρελέ και άλλες ηλεκτρομηχανικές διατάξεις, οι διάφοροι κανόνες "εκτελούνται" ταυτόχρονα και άμεσα. Όταν εφαρμόζονται σε ένα προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή, οι κανόνες συνήθως εκτελούνται διαδοχικά από το λογισμικό, σε συνεχή ροή (σάρωση). Με την εκτέλεση του βρόχου αρκετά γρήγορα, συνήθως πολλές φορές ανά δευτερόλεπτο, η επίδραση



της ταυτόχρονης και άμεσης εκτέλεσης επιτυγχάνεται, εάν θεωρηθούν διαστήματα μεγαλύτερα από τον "χρόνο σάρωσης" που απαιτείται για να εκτελέσει όλες τις βαθμίδες του προγράμματος. Η σωστή χρήση των προγραμματιζόμενων ελεγκτών απαιτεί την κατανόηση των περιορισμών της τάξης εκτέλεσης των βαθμίδων [20].

#### **4.8 ΡΥΘΜΙΣΗ PLC JOHNSON&JOHNSON**

Στην γραμμή παραγωγής του εργοστασίου εμφιάλωσης καλλυντικών, ο έλεγχος γίνεται μέσω του PLC που συλλέγει σήματα από τους αισθητήρες που περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 1 και 2 και στη συνέχεια λαμβάνει τις κατάλληλες αποφάσεις και μεταφέρει τα σήματα ελέγχου στις μηχανές. Στην Εικόνα 39 παρουσιάζονται τα σήματα εισόδου και εξόδου του PLC.

FILLER-CAPPER	1	<b>SIEMENS LOGO PLC</b>	1	UNSCRAMBLER
CONVEYOR (CAPPER-OMEGA)	2		2	C.I.P.
PNEUMATIC STOP 1	3		3	FILLER-CAPPER
PNEUMATIC STOP 2	4		4	PHOTOELECTRIC SENSOR X (ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ PUCKS)
OMEGA	5		5	OMEGA
CONVEYOR (OMEGA-LABELLER)	6		6	PHOTOELECTRIC SENSOR Y (ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΕΣΜΕΝΩΝ ΦΙΑΛΙΔΙΩΝ)
LABELLER SCREW	7		7	PHOTOELECTRIC SENSOR Z (ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΕΣΜΕΝΩΝ ΦΙΑΛΙΔΙΩΝ)
LABELLER	8		8	PHOTOELECTRIC SENSOR 9 (ΕΞΟΔΟΣ ΩΜΕΓΑ)
BOTTLE CHECKWEIGHER	9		9	LABELLER
CONVEYOR (BOTTLE CHECKWEIGHER - SHRINK WRAP)	10		10	BOTTLE CHECKWEIGHER
SHRINK WRAP	11		11	STAMP
BEACON ALLERT RED	12		12	PHOTOELECTRIC SENSOR 13 (ΕΙΣΟΔΟΣ SHRINK WRAP)
BEACON ALLERT YELLOW	13		13	SHRINK WRAP
BEACON ALLERT GREEN	14		14	COGNEX CASE PACKER
SIMATIC TOUCH PANEL	15		15	EMERGENCY STOP (ΣΥΣΚΕΥΑΣΤΩΝ)
	16		16	
	17		17	
	18		18	
	19		19	
	20		20	

Εικόνα 39 Σήματα εισόδου και εξόδου στο PLC της γραμμής παραγωγής

## 5 TRAKSYS

---

### 5.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Το TrakSYS™ είναι ένα πακέτο λογισμικού που διαχειρίζεται τις εργασίες μιας παραγωγικής διαδικασίας σε πραγματικό χρόνο με στόχο την υψηλή απόδοση. αυτό υλοποιείται μέσω συλλογής δεδομένων από διάφορες πηγές, την διαδραστική συμμετοχή των ενδιαφερόμενων μελών και τη λεπτομερή ανάλυση. Ο χρήστης μπορεί κατ' απαίτηση να έχει πρόσβαση σε ιστορικά δεδομένα και δεδομένα πραγματικού χρόνου. Η λήψη αποφάσεων μέσω του TrakSYS γίνεται βάσει έξυπνων συστημάτων διαχείρισης. Τα δεδομένα που μπορεί να διαχειρίζεται το TrakSYS σε μια γραμμή παραγωγής έχουν να κάνουν με το χρονοδιάγραμμα, τις εργασίες, τα καθήκοντα, το εργατικό δυναμικό, τα υλικά, την παρτίδα, την ποιότητα, την καταναλισκόμενη ενέργεια, τη συντήρηση [4].

Οι κατασκευαστικές εταιρείες αντιμετωπίζουν απaráμιλλη πίεση για τη βελτίωση της ποιότητας και της βιωσιμότητας, μειώνοντας παράλληλα το συνολικό κόστος των εργασιών. Υπάρχουν επίσης περισσότερες προκλήσεις, όπως το κόστος της εργασίας, η έλλειψη εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού, η συμμόρφωση με τα πρότυπα και τη νομοθεσία, η προστασία του brand.

Το TrakSYS™ έχει σχεδιαστεί για να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις, προσφέροντας ένα πλήρες φάσμα χαρακτηριστικών και λειτουργιών για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας της λειτουργίας παραγωγής μεθοδικά, αποτελεσματικά και οικονομικά. Το TrakSYS™ μπορεί εύκολα να επεκταθεί ώστε να συμβαδίσει με τις εξελισσόμενες ανάγκες της επιχείρησής, χωρίς να επηρεάζει αρνητικά την επένδυσή σε λογισμικό, υλικό, υπηρεσίες, και κατάρτιση. Αυτό είναι δυνατό λόγω της καινοτόμου web-based τεχνολογίας και του σχεδιασμού του. Το TrakSYS™ είναι μία ενιαία και ολοκληρωμένη εφαρμογή λογισμικού που έχει ως στόχο την απόδοση των εργασιών κατά τον σχεδιασμό, την υλοποίηση, την εγκατάσταση και υποστήριξη [21].

Το TrakSYS™ βοηθά τους κατασκευαστές να βελτιώσουν σημαντικά την αξιοποίηση των πόρων τους και την αποτελεσματικότητα, υποστηρίζει την μείωση του κόστους παραγωγής, μειώνει το χρόνο παραγωγής και τα βιομηχανικά απόβλητα.

Η βελτίωση των κατασκευαστικών διαδικασιών γίνεται χωρίς να διακοπούν ή να μεταβληθούν οι εργασίες, με βελτιστοποίηση της παρούσας υποδομής ανεξάρτητα από τους προμηθευτές. Όλες οι διαδικασίες και οι αποφάσεις μέσω του λογισμικού αυτού, συμμορφώνονται με τα πρότυπα της βιομηχανίας. Συγκεκριμένα η βελτιστοποίηση γίνεται με την παροχή σχετικών δεδομένων υψηλής ποιότητα, σε κατάλληλο χρονισμό και με την κατάλληλη κατανομή. Με αυτό τον τρόπο, είναι δυνατή η λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο, η χρηστικότητα των πόρων και η αυξημένη απόδοση της διαδικασίας.

Το TrakSYS χρησιμοποιεί τρεις μεθοδολογίες σε συνεργασία για τη βελτιστοποίηση των διεργασιών. Αυτές είναι οι OEE, Lean και 6Sigma [4]:

OEE (Overall equipment effectiveness) – Σχετίζεται με τον εξοπλισμό, είναι απλή, γρήγορη και εφαρμόζεται τοπικά. Η μεθοδολογία αυτή (OEE) είναι μια ιεραρχία μετρήσεων που αναπτύχθηκε από τον Seiichi Nakajima στη δεκαετία του 1960 για να αξιολογήσει πόσο αποτελεσματικά χρησιμοποιείται μια διαδικασία παραγωγής. Τα αποτελέσματα αναφέρονται σε μια γενική μορφή που επιτρέπει τη σύγκριση μεταξύ των μονάδων παραγωγής σε διαφορετικές βιομηχανίες. Ωστόσο, δεν αποτελεί απόλυτο μέτρο και χρησιμοποιείται για να καθοριστούν οι δυνατότητες για βελτίωση της απόδοσης της διαδικασίας, και των μεθόδων βελτίωσης. Εάν για παράδειγμα μειωθεί ο χρόνος κύκλου, η OEE θα αυξηθεί, καθώς παράγεται περισσότερο προϊόν με λιγότερους πόρους. Η μέτρηση της OEE συνήθως χρησιμοποιείται ως βασικός δείκτης απόδοσης (KPI), σε συνδυασμό με τη μεθοδολογία lean, για να παρέχουν μια ένδειξη της απόδοσης.

Lean- Είναι μια συστηματική μέθοδος για την εξάλειψη των αποβλήτων σε ένα σύστημα παραγωγής. Η μέθοδος Lean λαμβάνει επίσης υπόψη τα απόβλητα που δημιουργούνται μέσω των υπερκείμενων και τα απόβλητα που δημιουργούνται μέσα από ανωμαλίες στα φορτία εργασίας. Η μέθοδος Lean είναι μια φιλοσοφία διαχείρισης που προέρχεται κυρίως από το Σύστημα Παραγωγής της Toyota (TPS). Από την οπτική γωνία του πελάτη που καταναλώνει ένα προϊόν ή μια υπηρεσία, η αξία είναι οποιαδήποτε ενέργεια ή διαδικασία για την οποία ένας πελάτης είναι πρόθυμος να πληρώσει. Ουσιαστικά, η μέθοδος αυτή επικεντρώνεται στο να κάνει προφανές τι προσθέτει αξία μειώνοντας οτιδήποτε άλλο.

Six (6) Sigma - Είναι ένα σύνολο τεχνικών και εργαλείων για τη βελτίωση της διαδικασίας. Εισήχθη από τον μηχανικό Bill Smith, ενώ εργαζόταν στη Motorola το 1986. Ο Jack Welch της έδωσε κεντρικό ρόλο στην επιχειρηματική στρατηγική του στην General Electric το 1995. Σήμερα, χρησιμοποιείται σε πολλούς βιομηχανικούς τομείς. Η Six Sigma επιδιώκει να

βελτιώσει την ποιότητα της εξόδου μιας διαδικασίας με τον εντοπισμό και την εξάλειψη των αιτιών των ελαττωμάτων και την ελαχιστοποίηση της μεταβλητότητας στην κατασκευή και τις επιχειρηματικές διαδικασίες. Χρησιμοποιεί ένα σύνολο μεθόδων διαχείρισης ποιότητας, κυρίως εμπειρικές, στατιστικές μεθόδους, και δημιουργεί μια ειδική υποδομή ατόμων μέσα στην οργάνωση, οι οποίοι είναι ειδικοί σε αυτές τις μεθόδους. Κάθε έργο SixSigmaπου πραγματοποιείται στο πλαίσιο ενός οργανισμού ακολουθεί μια καθορισμένη σειρά από βήματα και έχει συγκεκριμένους στόχους αξίας, όπως για παράδειγμα: μείωση χρόνου κύκλου διαδικασίας, μείωση της ρύπανσης, μείωση του κόστους, αύξηση της ικανοποίησης των πελατών, και αύξηση των κερδών.

## **5.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

Τα χαρακτηριστικά του TrakSYSείναι [4]:

### **5.2.1 Σχεδιασμός Παραγωγής & Προγραμματισμός**

Το TrakSYS™ αξιοποιεί σύνδεση με το ERP και τα συστήματα παραγωγής για να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ του σχεδιασμού και της εκτέλεσης. Το TrakSYS™ παρέχει αναλυτικές πληροφορίες σχετικά με τα πρότυπα της ροής εργασίας, δυνατότητες διαδικασίας, και τους περιορισμούς της παραγωγής με στόχο τον τεκμηριωμένο σχεδιασμό και προγραμματισμό (APS).

### **5.2.2 Διαχείριση της απόδοσης**

Ένας από τους πρωταρχικούς στόχους τουTrakSYS™ είναι να παραδώσει σε πραγματικό χρόνο, ακριβή, και έξυπνη πληροφορία στους φορείς λήψης αποφάσεων για σημαντική βελτίωση της παραγωγικότητας, ενώ εξισορροπεί τους υπάρχοντες πόρους και τις υποδομές.

### **5.2.3 Συνταγή & παρτίδας Διαχείρισης**

Η ενσωματωμένη λειτουργικότητα παρτίδων στο TrakSYS™ καθιστά δυνατή την επιβολή Τυποποιημένων Διαδικασιών Λειτουργίας και εργασιών. Μια πλήρης ηλεκτρονική διαδρομή ελέγχου μπορεί να είναι διαθέσιμη για να ικανοποιήσει τις πιο αυστηρές απαιτήσεις σχεδιασμού.

### **5.2.4 Ζύγιση & διανομή**

Το σύστημα αξιοποιεί τυπικές λειτουργίες για τη διαχείριση εξοπλισμού και λοιπών πόρων, και έχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης στα υπάρχοντα επιχειρησιακά συστήματα και

αυτοματισμούς. Μπορεί να προσαρμοστεί σε χειροκίνητες και αυτόματες λειτουργίες ζύγισης και διανομής.

### **5.2.5 Διαχείριση ροής εργασίας**

Το TrakSYS™ επιτρέπει στον χρήστη να διαχειριστεί τους κανόνες, τις διαδικασίες, τις εργασίες και τις ειδοποιήσεις ώστε να ενσωματώνονται αρμονικά στις διάφορες πτυχές της ροής εργασίας για τη βέλτιστη εκτέλεση. Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση καθιστά δυνατόν να έχουμε λεπτομερή ηλεκτρονική διαδρομή ελέγχου και εκτενή αναφορά για τη λειτουργία του εργοστασίου.

### **5.2.6 Διαχείριση προσωπικού**

Στο πλαίσιο της εκτέλεσης των εργασιών κατασκευής, το TrakSYS™ διαχειρίζεται αναθέσεις του προσωπικού, τις ταξινομήσεις, το χρονοδιάγραμμα, και την κατανομή του χρόνου. Επιπλέον, το TrakSYS™ παρέχει τη δυνατότητα αξιολόγησης των επιπτώσεων ανάθεσης του προσωπικού στις θέσεις εργασίας για να βοηθήσει τη βελτιστοποίηση της κατανομής των ανθρώπινων πόρων και τη συμβολή τους.

### **5.2.7 Διαχείριση Εργασίας & Εργασιών σε Εξέλιξη**

Το TrakSYS™ δίνει τη δυνατότητα προγραμματισμού, διαχείρισης, επιλογής και εκτέλεσης εργασιών. Οι θέσεις εργασίας δημιουργούνται άμεσα ή λαμβάνονται από το ERP. Το TrakSYS™ περαιτέρω αναλύει κάθε εργασία σε ειδικές μονάδες για τη διαχείριση σε πραγματικό χρόνο των εργασιών σε εξέλιξη (WIP) σε όλο τη διαδρομή της παραγωγής.

### **5.2.8 Διαχείριση αποθεμάτων**

Μέσω ανάλυσης και συγκριτικής αξιολόγησης, το TrakSYS™ καθορίζει άμεσα τα ιδανικά επίπεδα αποθεμάτων με βάση τις δυνατότητες της διαδικασίας, τη ποιότητα, τα καταναλωτικά πρότυπα, την απόδοση, τους περιορισμούς της παραγωγής, και την απόδοση των πόρων.

### **5.2.9 Μηνύματα & Κοινοποίηση**

Με την παροχή δυναμικής και ακριβούς δυνατότητας ειδοποιήσεων σε πραγματικό χρόνο, το TrakSYS™ εξασφαλίζει ότι δεν θα χαθούν σημαντικές πληροφορίες και εργασίες που θα μπορούσαν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην επιχείρησή. Αυτό γίνεται με τη χρήση οριζόμενων ρόλους, ευθυνών, και τη συνδρομή προς τους τύπους των πληροφοριών που παρουσιάζουν ενδιαφέρον.

### **5.2.10 Διαχείριση συντήρησης**

Το λογισμικό εκτελεί μια επισκόπηση των βλαβών του εξοπλισμού, και των συχνοτήτων τους καθώς και των βασικών αιτιών αυτών. Έτσι παρέχει τη δυνατότητα καλύτερης διαχείρισης των δραστηριοτήτων συντήρησης, των διαστημάτων, των πόρων, των ανταλλακτικών και του κόστους συντήρησης.

### **5.2.11 Βιωσιμότητα & Διαχείριση Ενέργειας**

Το TrakSYS™ μετρά τη χρήση των πόρων σε πραγματικό χρόνο και πλαισιώνει τα δεδομένα με τις συνθήκες λειτουργίας, την απόδοση των πόρων, καθώς και συγκεκριμένους στόχους για τη βέλτιστη παραγωγικότητα. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να έχει μια σαφή κατανόηση των μοντέλων κατανάλωσης, των αιτιών της υπερβολικής χρήσης, και της επίδρασης του σχεδιασμού στην παραγωγή.

### **5.2.12 Διαχείριση υλικών**

Οι διαχειριστές ενός εργοστασίου είναι σημαντικό να διατηρούν ηλεκτρονικά αρχεία των θέσεων εργασίας, σημαντικών συναλλαγών, αριθμών παρτίδας, κινήσεων, τοποθεσιών και σημείων κατανάλωσης. Το TrakSYS™ διαχειρίζεται αποτελεσματικά τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τα υλικά σε όλη την έκταση της γραμμής παραγωγής. Στόχος αυτής της λειτουργίας είναι η ενίσχυση της ποιότητας και η τήρηση των προδιαγραφών.

### **5.2.13 Διαχείριση δεδομένων**

Το TrakSYS™ επιτρέπει την εισαγωγή ετικετών (tags) στα δεδομένα ώστε τα δεδομένα να καταχωρούνται, να ταξινομούνται και να είναι εύκολη η δημιουργία αναφορών. Υπάρχουν επιλογές για τους κανόνες συλλογής δεδομένων, το φιλτράρισμα, τη συμπίεση, την αρχειοθέτηση, και την αυτόματη εκκαθάριση ιστορικών δεδομένων με βάση τις ετικέτες τους.

### **5.2.14 Manufacturing Intelligence**

Το TrakSYS™ καθιστά δυνατή τη συλλογή σχετικών στοιχείων από διαφορετικές πηγές - με τη χρήση τυποποιημένων πρωτοκόλλων - χωρίς να χρειάζεται να τροποποιηθούν τα συστήματα που παράγουν τα δεδομένα. Αυτό είναι κρίσιμης σημασίας, καθώς το TrakSYS™ γίνεται τόσο ο διαχειριστής των δεδομένων, όσο και η πηγή των analytics.

### **5.2.15 Ποιότητα & SPC**

Η ποιότητα είναι μια κρίσιμη πτυχή της παραγωγικότητας και τη βιωσιμότητας της επιχείρησης. Με το TrakSYS™, ο χρήστης μπορεί να διαχειριστεί όλα τα βασικά στοιχεία

ποιότητας, όπως οι τυποποιημένες διαδικασίες, οι εργασίες, η ιχνηλασιμότητα, η διαδρομή ελέγχου και ανάλυσης.

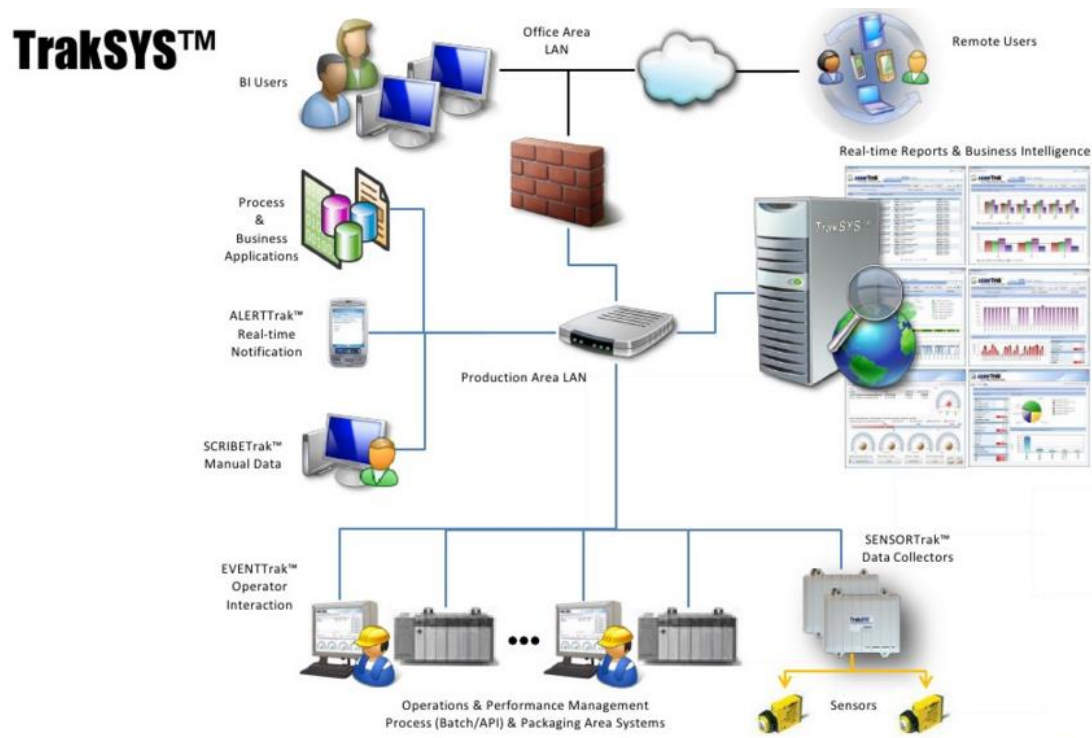
#### **5.2.16 Προβολή του συνόλου της επιχείρησης**

Πολλές μεταποιητικές επιχειρήσεις έχουν συχνά εγκαταστάσεις σε διάφορες περιοχές του πλανήτη. Το TrakSYS™ επιτρέπει στα δεδομένα από μεμονωμένες περιοχές να συγκεντρώνονται σε ένα κεντρικό αποθετήριο πληροφοριών. Η δικτυακή πύλη της επιχείρησης εμφανίζει διάφορα ταμπλό και είδη αναφορών για τη συγκριτική αξιολόγηση της επιχειρηματικής ευφυΐας (BI) σε ολόκληρη την επιχείρηση.

### **5.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ**

Το διάγραμμα ροής της πληροφορίας στο TrakSYS παρουσιάζεται στην Εικόνα 40. Το σύστημα λαμβάνει δεδομένα από αισθητήρες και μηχανές της παραγωγικής διαδικασίας, τα εισάγει στο σύστημα διαχείρισης και εξάγει αναφορές και πληροφορίες που έχει θέσει ο χρήστης. Στη συνέχεια οι πληροφορίες αυτές μεταδίδονται στα γραφεία της επιχείρησης, σε απομακρυσμένους χρήστες, τόσο σε προσωπικούς υπολογιστές όσο και σε κινητά. Επίσης το σύστημα μπορεί να ειδοποιήσει τους υπευθύνους σε περίπτωση συναγερμού [21].





Εικόνα 40 Διάγραμμα ροής TrakSYS [4]

Με την αντίστροφη ροή πληροφορίας, ο διαχειριστής της παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να λάβει αποφάσεις και να δώσει εντολές στο σύστημα σε πραγματικό χρόνο. Επίσης μπορεί να εισάγει μεθόδους και πληροφορίες από διάφορες εφαρμογές της επιχείρησης [21].

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Στην παρούσα εργασία αναλύθηκε η διαδικασία παραγωγής σε εργοστάσιο εμφιάλωσης καλλυντικών της Johnson&Johnson. Αρχικά έγινε ανάλυση του εννοιολογικού πλαισίου του όρου παραγωγική διαδικασία στη βιομηχανία και των παραγόντων που δημιουργούν αξία. Καθώς η παραγωγή καλλυντικών είναι ένας ιδιαίτερος τομέας της βιομηχανικής παραγωγής, κυρίως λόγω των πρώτων υλών που χρησιμοποιεί και τον προδιαγραφών που απαιτούνται για το τελικό προϊόν, περιγράφονται περιληπτικά οι διαδικασίες χειρισμού και παραγωγής των καλλυντικών για μια πλήρη γραμμή παραγωγής καθώς και οι απαιτήσεις καλής πρακτικής στην παραγωγή καλλυντικών. Στη συνέχεια παρουσιάστηκαν τα σχέδια διαδικασιών και εξοπλισμού P&ID που εμφανίζουν το σύνολο των σωληνώσεων και συνδέσεων μιας εγκατάστασης και έγινε εκτενής περιγραφή των σχεδίων P&ID της Johnson&Johnson για την εμφιάλωση καλλυντικών. Παράλληλα, διερευνήθηκε και η διαδικασία επί τόπου καθαρισμού (CIP) που εφαρμόζεται στην μηχανή γεμίσματος και πωματοποίησης της γραμμής παραγωγής. Συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν σχέδια του εξοπλισμού CIP με το δοχείο του απιονισμένου νερού και τα δοχεία δραστικών ουσιών, τις αντλίες και τις βάνες που απαιτούνται. Επίσης παρουσιάστηκε αναλυτικά και ο αλγόριθμος λειτουργίας της μονάδας σε όλες τις φάσεις λειτουργίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο έγινε εκτενής αναφορά στους αισθητήρες που χρησιμοποιούνται στη γραμμή παραγωγής για τον έλεγχο των διαδικασιών, όπως τα φωτοκύτταρα, οι αισθητήρες proximity και οι κάμερες. Στη συνέχεια περιγράφηκε λεπτομερώς η διαδικασία παραγωγής μέσω της λειτουργίας των διαφορετικών μηχανών που περιλαμβάνονται σε αυτήν. Συγκεκριμένα έγινε αναφορά στο αναβατόριο φιαλιδίων, στον ανορθωτή φιαλιδίων στη γεμιστική και πωματική μηχανή και το σύστημα καθαρισμού της, στα αναβατόρια πωμάτων και αντλιών, στον διαχωριστή ωμέγα, στο ετικετοποιητή, στους δίδυμους ιμάντες, στον συρρικνωτή και στη μηχανή συσκευασίας.

Η λειτουργία του PLC είναι η καρδιά κάθε βιομηχανικού συστήματος, εφόσον αυτό συλλέγει πληροφορίες από τις μηχανές και τους αισθητήρες και λαμβάνει αποφάσεις ελέγχοντας πνευματικούς διακόπτες ή interlocks. Ως εκ τούτου έγινε εκτενής αναφορά στα PLC και τα δομικά στοιχεία τους αλλά και στον τρόπο διασύνδεσης των εισόδων-εξόδων στο PLC της Johnson&Johnson. Τέλος παρουσιάστηκε το λογισμικό διαχείρισης βιομηχανικών

διεργασιών TrakSYS και αναλύθηκαν η μεθοδολογία λειτουργίας και τα κύρια χαρακτηριστικά του.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. Helen Christopher.2011. What is Cleaning in Place and How Does it Work? Bürkert Fluid Control Systems. URL: <http://www.process-worldwide.com/what-is-cleaning-in-place-and-how-does-it-work-a-320588/index2.html>
2. Frigyes, Myers and Allison. Fundamentals of Photoelectric Sensors. URL: <http://www.automation.com/library/articles-white-papers/sensors-sensing-technologies/fundamentals-of-photoelectric-sensors>
3. <http://www.wasppbarcode.com/buzz/how-barcode-scanners-work/>
4. [http://www.slideshare.net/wondergt/trak-sys-presentation-mfg?next\\_slideshow=1](http://www.slideshare.net/wondergt/trak-sys-presentation-mfg?next_slideshow=1)
5. <https://www.edrawsoft.com/knowning-pid.php>
6. Solutionsfor the packaging industry - Intelligent sensors for your automation – Industry Guide URL: <https://mysick.com/saqqara/im0028045.pdf>
7. Kalaiselvi et al. 2012. PLC Based Automatic Bottle Filling and Capping System With User Defined Volume Selection. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering (ISSN 2250-2459, Volume 2. Issue 8)
8. SENSORS FOR THEPACKAGING INDUSTRY- Industry Guide URL: <http://vanpee.se/kataloger/Sensorsforpackagingindustry.pdf>
9. Benjamin Jude and Eric Lemaire. 2013. How to Optimize Clean-in-Place (CIP) Processes in Food and Beverage Operations. Schneider Electric White Paper.
10. Control and FieldInstrumentationDocumentation. CONTROL LOOP FOUNDATION: BATCH AND CONTINUOUS PROCESSES URL: <https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwippKfJpO3KAhVECPoKHaRNBn4QFggdMAA&url=https%3A%2F%2Fwww.isa.org%2Fpdfs%2Fnews%2Fchapter7-control-loop%2F&usg=AFQjCNHT33EDVM7I4O5ZkcaM6yPEcj2-3g&sig2=dJ7uaVLPxYszBEyCVYVN1g&bvm=bv.113943665,d.bGs>
11. Chemical Works – cosmetics and toiletries manufacturing works. Department of the Environment Industry profile. URL: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/290803/scho0195bjjz-e-e.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290803/scho0195bjjz-e-e.pdf)
12. Guidance for Industry - Cosmetic Good Manufacturing PracticesDraft Guidance. URL: <http://www.fda.gov/CosmeticGuidances>
13. <http://www.mediacollege.com/glossary/p/production-process.html>

14. The father of invention: Dick Morley looks back on the 40th anniversary of the PLC". Manufacturing Automation. (2008).
15. Gregory K. McMillan, Douglas M. Considine (ed), Process/Industrial Instruments and Controls Handbook Fifth Edition, McGraw-Hill, 1999 ISBN 0-07-012582-1 Section 3 Controllers
16. Μάνεσης (2009) Συστήματα προγραμματιζόμενων βιομηχανικών αυτοματισμών. Καθηγητής Πανεπιστημίου Πατρών. Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών.
17. Λουκάκος (2009) Μελέτη συστήματος ηλεκτρικών τάσεων ελεγχόμενων μέσω PLC σε εργαστηριακό χώρο, λειτουργία ζεύγους μηχανών στα τέσσερα τεταρτημόρια. Πανεπιστήμιο Πατρών Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τομέας Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, Διπλωματική Εργασία.
18. Μπαλατσούκας (2009) Μελέτη συστήματος ελέγχου παροχής ηλεκτρικών τάσεων σε εργαστηριακό χώρο μέσω διατάξεων αυτοματισμού PLC και εποπτικού ελέγχου SCADA. Πανεπιστήμιο Πατρών Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών Τομέας Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, Διπλωματική Εργασία.
19. Pertuzella (2000) Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές, Δεύτερη Έκδοση. Εκδόσεις Τζιόλα.
20. <http://www.plcdev.com/book/export/html/9>
21. [http://www.parsec-corp.com/wp-content/uploads/resources/Brochures\\_TrakSYS\\_Architecture\\_Overview.pdf](http://www.parsec-corp.com/wp-content/uploads/resources/Brochures_TrakSYS_Architecture_Overview.pdf)