



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
MSc ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Υλικοτεχνική αναβάθμιση παραγωγικής μηχανής ταχύως
κινούμενων καταναλωτικών αγαθών.**

Συγγραφέας/είς

Ζέστας Νικόλαος

AM: 80697709

Επιβλέπων/ουσα:

Δρ. Χρ. Δρόσος ΕΔΙΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2023



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION
ENGINEERING
MSc IN INDUSTRIAL AUTOMATION**

Diploma Thesis

Title

**Hardware and software upgrade on a Fast Moving Consumer Goods
production machine.**

Student name and surname:

Zestas Nikolaos

Registration Number:

80697709

Supervisor name and surname:

Dr. Drosos Christos

Athens, November 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

MSc ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ

**Υλικοτεχνική αναβάθμιση παραγωγικής μηχανής ταχέως
κινούμενων καταναλωτικών αγαθών.**

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρόσος Χρήστος		
2	Γκανέτσος Θεόδωρος		
3	Λάσκαρης Νικόλαος		

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/η κάτωθι υπογεγραμμένος/η Ζέστας Νικόλαος, του Αργυρίου, με αριθμό μητρώου **80697709** φοιτητής/τρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών MSc Αυτοματισμός Παραγωγής & Υπηρεσιών του Τμήματος Βιομηχανικού σχεδιασμού και Παραγωγής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι: «Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

**Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.*

Ο/Η Δηλών/ούσα
Ζέστας Νικόλαος



*** Ονοματεπώνυμο /Ιδιότητα**

Ψηφιακή Υπογραφή Επιβλέποντα
(Υπογραφή)

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη και την υποχρέωση να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στους ανθρώπους χωρίς την βοήθεια των οποίων θα ήταν αδύνατο να καταφέρω τον στόχο μου. Έτσι λοιπόν, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους καθηγητές και τα μέλη του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού προγράμματος για την καλή συνεργασία και την προθυμία τους, και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Χρήστο Δρόσο, με την βοήθεια και την συμπαράσταση του οποίου μπόρεσα να ολοκληρώσω την συγκεκριμένη εργασία.

Οφείλω επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους εκείνους που συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της εργασίας μου με οποιαδήποτε.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου, καθώς και τους συγγενείς και τους φίλους για την ηθική υποστήριξη σε όλο το διάστημα των σπουδών μου.

Υλικοτεχνική αναβάθμιση παραγωγικής μηχανής ταχέως κινούμενων καταναλωτικών αγαθών.

Περίληψη

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να αναδείξει τον ρόλο που διαδραματίζουν οι μηχανές ταχέως κινούμενων καταναλωτικών αγαθών στον 21^ο αιώνα. Στο πρώτο μέρος της διπλωματικής εργασίας θα παρουσιαστεί η εξελικτική πορεία των μηχανών αυτών (Fast Moving Consumer Goods - FMCG) τα τελευταία 150 χρόνια και θα αναλυθούν οι αιτίες που πολλές βιομηχανίες επιλέγουν να επενδύσουν σε αυτές καθώς επίσης και οι τρόποι που τις σχεδιάζουν και τις επιτυγχάνουν. Στην συνέχεια, θα γίνει παρουσίαση μιας μηχανής παραγωγής μεταλλικού εξαρτήματος για προϊόν προσωπικής φροντίδας και καλλωπισμού και μέσα από το παράδειγμα της αναβάθμισης του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού της, ο αναγνώστης θα είναι σε θέση να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται ο σχεδιασμός, ο προγραμματισμός και η υλοποίηση μιας αναβάθμισης. Θα γίνει αναλυτική παρουσίαση όλων των βημάτων που ακολουθήθηκαν και θα παρουσιαστούν τα προβλήματα και οι δυσκολίες που προέκυψαν. Η αναβάθμιση αυτή κατάφερε να επιτύχει τους κύριους στόχους της που ήταν η αύξηση της παραγωγικότητας, η βελτιωμένη λειτουργική ευελιξία και ταυτόχρονα η διατήρηση του αριθμού των σταματημάτων σε προηγούμενα επίπεδα.

Hardware and software upgrade on a Fast Moving Consumer Goods production machine.

Abstract

The aim of this thesis is to highlight the role of the fast-moving consumer goods machines in the 21st century. In the first part of the thesis, the evolution of the (FMCG) machines in the last century will be presented and the reasons why many industries choose to invest in them as well as the ways they plan and implement them will be analyzed. Next, there will be a presentation of a body grooming metal part production machine and through the example of its electromechanical equipment upgrade, the reader will be able to understand how an upgrade is organized, planned and implemented. There will be a detailed presentation of all the steps followed and the problems and difficulties that arose will be presented. This upgrade managed to achieve its main objectives of increased productivity, improved operational flexibility and at the same time maintaining the number of stops and lost time at previous levels.

Πίνακας Περιεχομένων

1.	Εισαγωγή.....	10
2.	Βιβλιογραφική επισκόπηση	12
2.1	Μηχανή παραγωγής ταχέως κινούμενων καταναλωτικών αγαθών(FMCG machine)	12
2.2	Ιστορική αναδρομή	14
2.3	Γιατί επενδύουν οι εταιρίες σε FMCG	18
2.4	Σχεδιασμός και εφαρμογή αναβαθμίσεων μηχανών FMCG σε γραμμές παραγωγής.	21
2.5	FMCG Στην εποχή της 4 ^{ης} βιομηχανικής επανάστασης	23
2.6	Ποιος είναι ο στόχος της αναβάθμισης	25
2.7	Τα οφέλη της αναβάθμισης.....	26
3.	3 Η υπό αναβάθμιση μηχανή.....	27
4.1	Οι αιτίες της αναβάθμισης.	32
4.2	Ο σχεδιασμός της αναβάθμισης.....	33
	Φάση 1: Αρχική ιδέα και έναρξη έργου.....	34
	Φάση 2: Προγραμματισμός έργου	38
	Φάση 3: Εκκίνηση ή εκτέλεση έργου.....	41
	Φάση 4: Απόδοση & Έλεγχος Έργου	45
	Φάση 5: Κλείσιμο έργου	47
4.3	Προβλήματα που προέκυψαν	48
4.	4.4 Εξαρτήματα που αγοράστηκαν ή κατασκευάστηκαν	51
5.	5 Συμπεράσματα	69
6.	Βιβλιογραφία	71

1. Εισαγωγή

Σε μια εποχή που η επικοινωνία και η αποδοτικότητα κατέχουν κυρίαρχο ρόλο, οι μηχανές ταχέως κινούμενων καταναλωτικών αγαθών (FMCG) αποτελούν βασικό συστατικό της διαδικασίας παραγωγής για πολλές εταιρείες του κλάδου. Αυτά τα μηχανήματα διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στο να διασφαλίσουν ότι η παραγωγή, η συναρμολόγηση και η συσκευασία γίνονται γρήγορα και αποτελεσματικά για να καλύψουν τη ζήτηση των καταναλωτών. Με τον γρήγορο ρυθμό της βιομηχανίας FMCG, είναι σημαντικό για τις εταιρείες να διατηρούν τα μηχανήματα τους σύγχρονα και αποτελεσματικά. Η αναβάθμιση των μηχανών FMCG είναι μια σημαντική επένδυση για κάθε επιχείρηση, η οποία μπορεί να βελτιώσει την ταχύτητα παραγωγής, να μειώσει το χρόνο των σταματημάτων και να αυξήσει τη συνολική απόδοση.

Τα ταχεία κυκλοφορίας καταναλωτικά αγαθά (FMCG) είναι προϊόντα που έχουν υψηλή ζήτηση, πωλούνται γρήγορα και με σχετικά χαμηλό κόστος. Ο τομέας των FMCG είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικός και οι εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε αυτόν τον χώρο πρέπει συνεχώς να καινοτομούν και να αναβαθμίζουν τα προϊόντα τους, ώστε να παραμείνουν συναφή και να διατηρήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην αγορά. Ένας τρόπος για να επιτευχθεί αυτό είναι η αναβάθμιση ολόκληρης της γραμμής παραγωγής ή κάποιων μηχανών στο εργοστάσιο FMCG.

Η παρούσα διπλωματική εργασία θα επικεντρωθεί στην αναβάθμιση παραγωγικής μηχανής FMCG σε εργοστάσιο κατεργασίας μεταλλικών εξαρτημάτων. Το συγκεκριμένο εργοστάσιο είναι σημαντικός παίκτης στην αγορά, παράγοντας ένα ευρύ φάσμα προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων μεταλλικών εξαρτημάτων προσωπικής φροντίδας και καλλωπισμού. Ο στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι να παρουσιάσει τον τρόπο με τον οποίο ένα εργοστάσιο αναδεικνύει μια ανάγκη που έχει προκύψει, την διαδικασία λήψης των αποφάσεων για την οριστικοποίηση των προαπαιτούμενων της αναβάθμισης, τον καθορισμό των στόχων και τα αποτελέσματα της αναβάθμισης στην παραγωγή. Επιπλέον θα γίνει παρουσίαση της πρότερης κατάστασης και θα αναλυθούν εκτενώς τα οι τεχνολογίες, τα εξαρτήματα και ο κώδικας που θα χρησιμοποιηθεί για την αναβάθμιση της μηχανής. Τέλος, θα γίνει παρουσίαση των αποτελεσμάτων και της πραγματικής επίδρασης που είχε η αναβάθμιση στο εργοστάσιο.

Η εργασία θα ξεκινήσει με την βιβλιογραφική επισκόπηση όπου θα γίνει παρουσίαση ορισμένων θεωρητικών όρων που αφορούν άμεσα το θέμα της εργασίας καθώς επίσης και της υπό αναβάθμιση παραγωγικής μηχανής.

Στην συνέχεια θα γίνει παρουσίαση της λειτουργίας της μηχανής, από την προετοιμασία του αρχικού προϊόντος πριν αυτό εισέλθει στην μηχανή μέχρι την έξοδό και διαχείρισή του ως έτοιμο πλέον προϊόν. Θα γίνει αξιολόγηση της πρότερης κατάστασης της μηχανής και θα εντοπιστούν πιθανά σημεία προς βελτίωση.

Το επόμενο στάδιο της έρευνας θα περιλαμβάνει την ανάπτυξη και την εφαρμογή ενός σχεδίου αναβάθμισης της μηχανής. Αυτό το σχέδιο θα περιλαμβάνει την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών παραγωγής, συμπεριλαμβανομένων των αυτοματισμών, τη βελτίωση της παραγωγικής αποδοτικότητας, τη μείωση του σκάρτου και του χρόνου σταματημάτων.

Η έρευνα θα χρησιμοποιήσει διάφορα αναλυτικά εργαλεία, συμπεριλαμβανομένης της χαρτογράφησης διαδικασιών, της χαρτογράφησης της ροής αξίας και της ανάλυσης του κόστους-οφέλους, για την αξιολόγηση της σκοπιμότητας και της αποτελεσματικότητας των προτεινόμενων επιλογών αναβάθμισης. Μέσω αυτών των αναλύσεων ο αναγνώστης θα κατανοήσει τις μεθόδους που επιλέχθηκαν για τη βελτίωση της μηχανής παραγωγής FMCG του εργοστασίου.

Η τελική φάση της έρευνας θα περιλαμβάνει τη καταγραφή του προηγούμενου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού και η παρουσίαση των νέων εξαρτημάτων και της επίπτωσής τους στην αναβαθμισμένη μηχανή.

Στο τέλος αυτής της εργασίας, ο αναγνώστης θα πρέπει να έχει κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο στοχοθετείται, σχεδιάζεται και εν τέλει πραγματοποιείται μια αναβάθμιση ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού μηχανής FMCG, και πώς αυτή επηρεάζει την γραμμή παραγωγής ενός εργοστασίου.

2. Βιβλιογραφική επισκόπηση

2.1 Μηχανή παραγωγής ταχέως κινούμενων καταναλωτικών αγαθών(FMCG machine)

Στον 21ο αιώνα οι μηχανές FMCG αποτελούν κρίσιμο συστατικό της αλυσίδας εφοδιασμού για τα ταχέως κινούμενα καταναλωτικά αγαθά, καθώς επιτρέπουν στους κατασκευαστές να παράγουν αποτελεσματικά μεγάλους όγκους προϊόντων για να καλύψουν την απαιτούμενη ζήτηση. Αυτά τα μηχανήματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς, όπως πλήρωση πακέτων, συσκευασία, ταξινόμηση, κατεργασία και επεξεργασία, ανάλογα με τις εξειδικευμένες ανάγκες του κάθε κατασκευαστή. (Vaught, 2022)

Μερικά παραδείγματα μηχανών FMCG περιλαμβάνουν:

Μηχανές πλήρωσης: Αυτά τα μηχανήματα χρησιμοποιούνται συνήθως για την πλήρωση φιαλών, κουτιών ή άλλων δοχείων με υγρά προϊόντα, όπως ποτά, μαγειρικά έλαια ή διαλύματα καθαρισμού. Μπορούν να σχεδιαστούν και να κατασκευαστούν σε πολλά και διάφορα μεγέθη και σχήματα. Χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες πλήρωσης, όπως ογκομετρική, βαρομετρική ή πλήρωση μέσω εμβόλου.

Μηχανές συσκευασίας: Χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία προϊόντων σε σάκους, κουτιά ή άλλα δοχεία για λιανική πώληση. Συνήθως περιλαμβάνουν εξοπλισμό όπως χαρτοκιβώτια, συσκευαστές κιβωτίων, μηχανές συρρίκνωσης περιτυλίγματος και σφραγίσματος συσκευασίας. Υπάρχει η δυνατότητα να σχεδιαστούν με γνώμονα συγκεκριμένα υλικά, σχήματα και μέγεθος συσκευασίας.

Μηχανές επισήμανσης: Οι μηχανές αυτές εφαρμόζουν ετικέτες είτε απευθείας επάνω σε προϊόντα είτε σε συσκευασίες, όπως ετικέτες διατροφής, barcode, QR code ή την επωνυμία του προϊόντος και της εταιρείας. Υπάρχει η δυνατότητα χρήσης διαφορετικών τεχνολογιών επισήμανσης, όπως ευαίσθητες στην πίεση, θερμοτήξη ή εκτύπωση και εφαρμογή.

Μηχανές διαλογής: Αυτά τα μηχανήματα χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση προϊόντων με βάση συγκεκριμένα κριτήρια, όπως το μέγεθος, το σχήμα, το βάρος ή το χρώμα.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον διαχωρισμό προϊόντων για ποιοτικό έλεγχο ή κατά την προετοιμασία τους για συσκευασία ή κατεργασία.

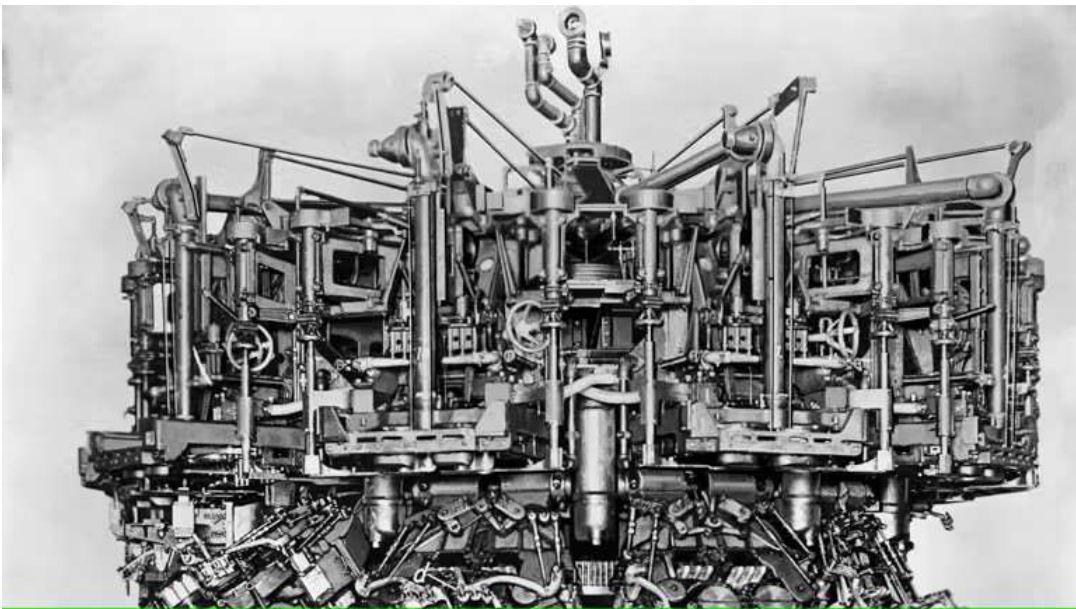
Μηχανές κατεργασίας: Οι μηχανές αυτές χρησιμοποιούνται για μικρές κατεργασίες του παραγόμενου προϊόντος ή μέρος αυτού κατά την παραγωγική διαδικασία. Μερικά παραδείγματα κατεργασίας μπορούν να είναι η τροποποίηση του μήκους μέσω κοπής και η κάμψη μια λαμαρίνας στην επιθυμητή κλίση.

Οι μηχανές FMCG είναι συνήθως σχεδιασμένες με σκοπό την παραγωγή σε πολύ υψηλή ταχύτητα και αποτελεσματική λειτουργία, με έμφαση στην ελαχιστοποίηση του χρόνου διακοπής, της δημιουργίας σκάρτου και στη μεγιστοποίηση της απόδοσης. Οι βιομηχανίες που χρησιμοποιούν τέτοιες μηχανές, έχουν επίσης την δυνατότητα να επενδύσουν σε αυτοματισμούς ή άλλες τεχνολογίες για να βελτιστοποιήσουν περαιτέρω τις μηχανές FMCG τους και να βελτιώσουν έτσι τη συνολική τους απόδοση.

2.2 Ιστορική αναδρομή

Η ιστορία των μηχανών διαχείρισης ταχέως κινούμενων καταναλωτικών αγαθών (FMCG), χρονολογείται από τις αρχές του 20ου αιώνα, όταν η βιομηχανική επανάσταση βρισκόταν σε πλήρη εξέλιξη. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, υπήρξε κατακόρυφη ανάπτυξη πολλών και διαφόρων τεχνικών μαζικής παραγωγής με σκοπό να καλύψουν την αυξανόμενη ζήτηση της αγοράς για καταναλωτικά αγαθά. (Gumma, 2022)

Μία από τις πρώτες μηχανές FMCG ήταν η μηχανή κονσερβοποίησης, η οποία εφευρέθηκε στις αρχές του 1900. Αυτό το μηχάνημα επέτρεπε στα εργοστάσια παραγωγής τροφίμων να συσκευάζουν προϊόντα σε κουτιά, τα οποία θα μπορούσαν να μεταφερθούν και να αποθηκευτούν πιο εύκολα από τις παραδοσιακές μεθόδους συσκευασίας της εποχής. Ταυτόχρονα σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν οι πρώτες αυτοματοποιημένες μηχανές κατασκευής γυάλινων μπουκαλιών. Η μηχανή αυτή έδωσε την δυνατότητα στις βιομηχανίες να κατασκευάζουν περί τα 50000 γυάλινα μπουκάλια ημερησίως, ενώ παλαιότερα δεν υπήρχε η δυνατότητα κατασκευής περισσότερων από 3000 ημερησίων, με ταυτόχρονη απασχόληση μεγάλου αριθμού προσωπικού.



Εικόνα 1 Μηχανή κατασκευής γυάλινων μπουκαλιών

Στη δεκαετία του 1920, αναπτύχθηκαν οι πρώτες αυτοματοποιημένες γραμμές παραγωγής, οι οποίες επέτρεψαν στις επιχειρήσεις να παράγουν προϊόντα με πολύ ταχύτερο ρυθμό σε σχέση με το παρελθόν. Αυτές οι γραμμές παραγωγής χρησιμοποιούσαν πλέον μια σειρά μηχανών, καθεμία από τις οποίες εκτελούσε μια συγκεκριμένη εργασία στη διαδικασία παραγωγής. Με αυτό τον τρόπο η επιχείρηση μπορούσε να επιτύχει υψηλό βαθμό απόδοσης και ακρίβειας, μειώνοντας ταυτόχρονα δραματικά το σκάρτο.

Καθώς η τεχνολογία προχωρούσε, το ίδιο συνέβαινε και με τις μηχανές FMCG. Στη διάρκεια της δεκαετίας του 1950 αναπτύχθηκαν οι πρώτες πλήρως αυτόματες μηχανές συσκευασίας προϊόντων, οι οποίες επέτρεπαν τη συσκευασία προϊόντων χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση σε κανένα στάδιο. Αυτό όχι μόνο αύξησε την αποτελεσματικότητα αλλά ταυτόχρονα βελτίωσε την υγιεινή και την ασφάλεια μειώνοντας τον κίνδυνο μόλυνσης στην περίπτωση της συσκευασίας τροφίμων.



Μηχανή του 1950

Στη δεκαετία του 1970 παρουσιάστηκαν τα πρώτα μηχανήματα ελεγχόμενα από υπολογιστή, τα οποία επέτρεψαν ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα στην παραγωγή. Αυτά τα μηχανήματα είχαν την δυνατότητα να προγραμματιστούν για να εκτελούν ένα ευρύ φάσμα εργασιών. Επίσης, μπορούσαν εύκολα να προσαρμοστούν σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα ώστε να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες της παραγωγής.

Στη δεκαετία του 1990, τα πρώτα ρομπότ εισήχθησαν στις γραμμές παραγωγής FMCG. Αυτά τα ρομπότ είχαν πλέον την δυνατότητα να εκτελούν εργασίες που ήταν πολύ επικίνδυνες ή επαναλαμβανόμενες για τον άνθρωπο μειώνοντας σημαντικά τον κίνδυνο ατυχήματος στον χώρο εργασίας και ταυτόχρονα αυξάνοντας περαιτέρω την αποτελεσματικότητα.

Σήμερα, οι μηχανές FMCG συνεχίζουν να εξελίσσονται και να βελτιώνονται με ταχύς ρυθμούς. Νέες τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη(AI) και η μηχανική μάθηση (Machine learning) ενσωματώνονται σε μηχανές FMCG, επιτρέποντας ακόμη μεγαλύτερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα στην παραγωγή. Επιπλέον, μέσω αυτών των τεχνολογιών, οι επιχειρήσεις που τις εφαρμόζουν αποκτούν πολύ μεγάλη ευελιξία η οποία τους επιτρέπει είτε να καινοτομούν, είτε να ανταποκρίνονται στις εξελίξεις πιο γρήγορα από τους ανταγωνιστές τους. Οι εταιρείες επενδύουν επίσης σε βιώσιμες μεθόδους παραγωγής και εξοπλισμό, που στοχεύουν στη μείωση των αποβλήτων και της κατανάλωσης ενέργειας.



Εικόνα 2 Σύγχρονη μηχανή συσκευασίας

Συμπερασματικά, η ιστορία των μηχανών FMCG είναι στενά συνδεδεμένη με την ιστορία της βιομηχανικής επανάστασης και την ανάπτυξη των τεχνικών μαζικής παραγωγής. Με τα χρόνια, οι μηχανές FMCG έχουν εξελιχθεί και βελτιωθεί, καθιστώντας τις ταχύτερες, πιο αποτελεσματικές και ακριβέστερες. Σήμερα, οι μηχανές FMCG βρίσκονται στην πρώτη γραμμή της τεχνολογίας, ενσωματώνοντας τις πιο πρόσφατες εξελίξεις της τεχνολογίας για την κάλυψη της αυξανόμενης ζήτησης των καταναλωτικών αγαθών, ενώ παράλληλα προωθούν βιώσιμες μεθόδους παραγωγής, φιλικότερες προς το περιβάλλον.

2.3 Γιατί επενδύουν οι εταιρίες σε FMCG

Τα ταχεία κυκλοφορίας καταναλωτικά αγαθά (FMCG) είναι προϊόντα που συνήθως χαρακτηρίζονται από υψηλό ποσοστό τζίρου και πωλούνται με μεγάλη ταχύτητα σε σχετικά χαμηλές τιμές. Ορισμένα παραδείγματα προϊόντων FMCG περιλαμβάνουν τα συσκευασμένα τρόφιμα, ποτά, προϊόντα περιποίησης και είδη οικιακής χρήσης. Οι κατασκευαστές FMCG επενδύουν σε μηχανές για διάφορους λόγους, όπως η αυξημένη παραγωγικότητα, η εξοικονόμηση κόστους, η βελτίωση της ποιότητας, η βελτιωμένη απόδοση και η ασφάλεια.

Αύξηση της παραγωγικότητας: Ίσως ο σημαντικότερος λόγος που τα εργοστάσια επενδύουν σε μηχανές FMCG είναι η αυξημένη παραγωγικότητα. Οι μηχανές αυτές, έχουν την δυνατότητα να παράγουν αγαθά με πολύ ταχύτερο ρυθμό από τη χειρωνακτική εργασία, μειώνοντας έτσι σημαντικά τον χρόνο που απαιτείται για την παραγωγή μιας συγκεκριμένης ποσότητας προϊόντων. Αυτό σημαίνει ότι τα εργοστάσια μπορούν να παράγουν περισσότερα προϊόντα σε μικρότερο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα αυξημένες πωλήσεις και έσοδα. Επιπλέον, σε αντίθεση με τον άνθρωπο, τα μηχανήματα μπορούν να λειτουργούν συνεχώς χωρίς να κουράζονται, γεγονός που αυξάνει την απόδοση και μειώνει το χρόνο διακοπής λειτουργίας. (SECURITIES, 2022)

Εξοικονόμηση κόστους: Ένας ακόμη λόγος για τον οποίο τα εργοστάσια επενδύουν σε μηχανές FMCG είναι η εξοικονόμηση κόστους. Οι μηχανές FMCG μπορεί να είναι δαπανηρές στην αγορά, αλλά μπορούν να μειώσουν το μακροπρόθεσμο κόστος εξαλείφοντας την ανάγκη για χειρωνακτική εργασία, μειώνοντας το σκάρτο και βελτιστοποιώντας τις διαδικασίες παραγωγής. Ο αυτοματισμός μπορεί επίσης να οδηγήσει σε εξοικονόμηση κόστους μειώνοντας τον κίνδυνο σφαλμάτων και αυξάνοντας την ακρίβεια των μετρήσεων και των διαδικασιών παραγωγής.

Ποιότητα: Ο ποιοτικός έλεγχος είναι ένας άλλος λόγος για τον οποίο τα εργοστάσια επενδύουν σε μηχανές FMCG. Οι μηχανές μπορούν να παράγουν προϊόντα που πληρούν σταθερά πρότυπα ποιότητας, μειώνοντας τον κίνδυνο ελαττωματικών προϊόντων και ελαχιστοποιώντας τα απόβλητα. Οι μηχανές μπορούν επίσης να ανιχνεύσουν και να εξαλείψουν ελαττωματικά προϊόντα προτού αυτά φτάσουν στην αγορά, μειώνοντας τον κίνδυνο ανακλήσεων και βελτιώνοντας την ικανοποίηση των πελατών. Με τα παραπάνω

γίνεται κατανοητό ότι αυξάνεται σημαντικά η συνέπεια του παραγόμενου προϊόντος ως προς την ποιότητα.

Οι μηχανές FMCG μπορούν να αυξήσουν την ασφάλεια στο εργασιακό περιβάλλον μειώνοντας τη χειρωνακτική εργασία, εξαλείφοντας τα επικίνδυνα υλικά, μειώνοντας την κόπωση και βελτιώνοντας την εκπαίδευση. Αυτά τα μέτρα μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο ατυχημάτων και τραυματισμών, με αποτέλεσμα ένα ασφαλέστερο εργασιακό περιβάλλον για τους εργαζόμενους.

Μειωμένη χειρωνακτική εργασία: Οι μηχανές FMCG αυτοματοποιούν πολλές διαδικασίες που προηγουμένως εκτελούνταν με τα χέρια. Έτσι μειώνεται η ανάγκη των εργαζομένων να εκτελούν σωματικά απαιτητικές εργασίες που μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμούς λόγω της συνεχούς καταπόνησης, όπως το σύνδρομο καρπιαίου, και μειώνει τον κίνδυνο ατυχημάτων που μπορεί να συμβούν κατά τη χειρωνακτική εργασία, όπως γλιστρήματα και πτώσεις.

Εξάλειψη επικίνδυνων υλικών: Οι μηχανές FMCG μπορούν να διαχειριστούν επιβλαβή και επικίνδυνα υλικά με ασφάλεια. Για παράδειγμα, μπορούν να εξοπλιστούν με συστήματα εξαερισμού που μειώνουν τον κίνδυνο έκθεσης σε επιβλαβή αέρια ή μπορούν να χρησιμοποιούν αυτοματοποιημένες διαδικασίες που μειώνουν την ανάγκη των εργαζομένων να χειρίζονται απευθείας επικίνδυνα υλικά.

Ενσωματωμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας: Πολλά μηχανήματα FMCG διαθέτουν ενσωματωμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας, όπως αισθητήρες που ανιχνεύουν πότε ένας εργαζόμενος βρίσκεται σε επικίνδυνη περιοχή και εμποδίζουν τη λειτουργία του μηχανήματος. Αυτό μειώνει τον κίνδυνο ατυχημάτων και τραυματισμών που μπορεί να προκύψουν όταν οι εργαζόμενοι έρχονται σε επαφή ή βρίσκονται πολύ κοντά με κινούμενα μέρη της μηχανής.

Κόπωση: Οι μηχανές FMCG μπορούν να λειτουργούν συνεχώς χωρίς να κουράζονται, γεγονός που μειώνει τον κίνδυνο ατυχημάτων που μπορεί να συμβούν όταν οι εργαζόμενοι κουράζονται ή χάνουν τη συγκέντρωσή τους.

Βελτιωμένη εκπαίδευση: Οι μηχανές FMCG απαιτούν εξειδικευμένη εκπαίδευση του προσωπικού για ασφαλέστερη λειτουργία. Αυτή η εκπαίδευση μπορεί να περιλαμβάνει οδηγίες χρήσης, οδηγίες έκτακτης και προληπτικής συντήρησης, καθώς επίσης και οδηγίες για τις σωστές κινήσεις που πρέπει να γίνουν σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Η βελτιωμένη εκπαίδευση μπορεί να μειώσει περαιτέρω τον κίνδυνο ατυχημάτων και τραυματισμών που προκαλούνται από ακατάλληλη χρήση των μηχανών.

Βελτιωμένη απόδοση: Ένας άλλος λόγος για τον οποίο τα εργοστάσια επενδύουν σε μηχανές FMCG. Μέσω του αυτοματισμού, μπορούν να βελτιστοποιηθούν οι διαδικασίες παραγωγής και να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση των εργασιών, γεγονός που αυξάνει την αποδοτικότητα και την παραγωγικότητα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του χρόνου παράδοσης, επιτρέποντας στα εργοστάσια να ανταποκριθούν γρήγορα στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αγοράς.

Η αυξημένη ευελιξία: Ένα πολύτιμο πλεονέκτημα των μηχανών FMCG που μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να παραμείνουν ανταγωνιστικές μέσω της καινοτομίας είναι η σημαντικά αυξημένη ευελιξία που αυτές προσφέρουν. Μια εταιρία που μπορεί να ανταποκριθεί άμεσα στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αγοράς, μειώνοντας το κόστος, αυξάνοντας την παραγωγική ικανότητα, βελτιώνοντας τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και προσφέροντας εξατομικευμένα προϊόντα, μπορεί να διαφοροποιηθεί από τους ανταγωνιστές της και να αποκτήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην αγορά.

Συμπερασματικά, τα εργοστάσια επενδύουν σε μηχανές FMCG για να αυξήσουν την παραγωγικότητα, να επιτύχουν εξοικονόμηση κόστους, να βελτιώσουν τον ποιοτικό έλεγχο και να βελτιστοποιήσουν την απόδοση. Ενώ απαιτείται αρχική επένδυση, τα οφέλη του αυτοματισμού μπορούν να οδηγήσουν σε μακροπρόθεσμη εξοικονόμηση πόρων και αυξημένα έσοδα για τους κατασκευαστές FMCG.

2.4 Σχεδιασμός και εφαρμογή αναβαθμίσεων μηχανών FMCG σε γραμμές παραγωγής

Οι εταιρείες ταχέως κινούμενων καταναλωτικών αγαθών (FMCG) αναζητούν συνεχώς τρόπους βελτίωσης της αποτελεσματικότητας και της παραγωγικότητας στις γραμμές παραγωγής τους. Ένας τρόπος για να το πετύχουν αυτό είναι να αναβαθμίσουν τα μηχανήματα τους για να επωφεληθούν από την πιο πρόσφατη τεχνολογία και δυνατότητες. Ωστόσο, ο σχεδιασμός και η υλοποίηση μιας αναβάθμισης μηχανής FMCG σε μια γραμμή παραγωγής μπορεί να είναι μια πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί προσεκτικό συντονισμό και σχεδιασμό. (consultants, 2023)

Προσδιορισμός της Ανάγκης: Το πρώτο βήμα στον σχεδιασμό μιας αναβάθμισης μηχανής FMCG είναι να εντοπιστεί η ανάγκη για αυτήν. Αυτή μπορεί να οφείλεται σε μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αγοράς, νέους κανονισμούς ή ξεπερασμένο εξοπλισμό. Μόλις εντοπιστεί η ανάγκη, η εταιρεία αξιολογεί τον αντίκτυπο της αναβάθμισης στη γραμμή παραγωγής, συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού, του προσωπικού και της ροής εργασιών. Αυτό βοηθά στον προσδιορισμό της σκοπιμότητας της αναβάθμισης και των πιθανών επιπτώσεων στη διαδικασία παραγωγής.

Ανάπτυξη Σχεδίου: Με βάση την αξιολόγηση, η εταιρεία αναπτύσσει αναλυτικό σχέδιο για την υλοποίηση της αναβάθμισης. Αυτό περιλαμβάνει χρονοδιαγράμματα, προϋπολογισμούς και μια λίστα εργασιών που πρέπει να ολοκληρωθούν. Η εταιρεία συντονίζεται επίσης με πωλητές και προμηθευτές για την προμήθεια του απαραίτητου εξοπλισμού, ανταλλακτικών και υλικών για την αναβάθμιση.

Προετοιμασία της γραμμής παραγωγής: Πριν από την αναβάθμιση, η γραμμή παραγωγής πρέπει να προετοιμαστεί για να διασφαλιστεί η ομαλή μετάβαση. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τον καθαρισμό της περιοχής, την εκπαίδευση των εργαζομένων στον νέο εξοπλισμό και την πραγματοποίηση τυχόν απαραίτητων αλλαγών στη ροή εργασίας.

Εγκατάσταση και δοκιμή του αναβαθμισμένου μηχανήματος: Μόλις προετοιμαστεί η γραμμή παραγωγής, το αναβαθμισμένο μηχάνημα εγκαθίσταται και δοκιμάζεται για να διασφαλιστεί ότι λειτουργεί σωστά. Οι εργαζόμενοι που θα εργάζονται με το αναβαθμισμένο

μηχάνημα εκπαιδεύονται σχετικά με τον τρόπο λειτουργίας του και τυχόν νέα χαρακτηριστικά που έχουν προστεθεί.

Παρακολούθηση και προσαρμογή: Η εταιρεία παρακολουθεί την απόδοση του αναβαθμισμένου μηχανήματος και προσαρμόζει τη διαδικασία παραγωγής όπως απαιτείται για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης και της παραγωγικότητας. Η τακτική συντήρηση και παρακολούθηση του αναβαθμισμένου μηχανήματος είναι επίσης απαραίτητες για τη διασφάλιση της βέλτιστης λειτουργίας του.

Συμπερασματικά, η αναβάθμιση των μηχανών FMCG στις γραμμές παραγωγής μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση και την παραγωγικότητα, αλλά απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και συντονισμό. Οι εταιρείες πρέπει να προσδιορίσουν την ανάγκη για την αναβάθμιση, να αξιολογήσουν τον αντίκτυπό της στη γραμμή παραγωγής, να αναπτύξουν ένα σχέδιο, να συντονιστούν με πωλητές και προμηθευτές, να προετοιμάσουν τη γραμμή παραγωγής, να εγκαταστήσουν και να δοκιμάσουν το αναβαθμισμένο μηχάνημα, να εκπαιδεύσουν τους υπαλλήλους και να παρακολουθήσουν και να προσαρμόσουν τη διαδικασία παραγωγής ως απαραίτητη. Ακολουθώντας αυτά τα βήματα, οι εταιρείες μπορούν να εφαρμόσουν με επιτυχία αναβαθμίσεις μηχανών FMCG και να παραμείνουν ανταγωνιστικές στην αγορά.

2.5 FMCG Στην εποχή της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης

Οι μηχανές FMCG (Fast Moving Consumer Goods) αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της βιομηχανίας, ειδικά την εποχή της 4^{ης} βιομηχανικής επανάστασης (Industry 4.0). Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση χαρακτηρίζεται από την ενσωμάτωση προηγμένης τεχνολογίας, ψηφιοποίηση και αυτοματισμό στη διαδικασία της παραγωγής και όχι μόνο. Παρακάτω, θα αναλυθεί ο ρόλος των μηχανών FMCG στο Industry 4.0 και τα οφέλη τους.(Jain, 2023)

Οι μηχανές FMCG χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αγαθών που καταναλώνονται καθημερινά, όπως τρόφιμα και ποτά, προϊόντα περιποίησης και προϊόντα καθαρισμού. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι σχεδιασμένες να λειτουργούν σε υψηλές ταχύτητες, με ελάχιστο χρόνο διακοπής λειτουργίας και με την μέγιστη απόδοση. Πλέον, στα πλαίσια του Industry 4.0, οι μηχανές FMCG είναι εξοπλισμένες με προηγμένους αισθητήρες, υπολογιστές και τεχνολογίες επικοινωνίας για τη περαιτέρω βελτιστοποίηση της απόδοσής τους, τη βελτίωση της παραγωγικότητας και τη μείωση του σκάρτου.

Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη των μηχανών FMCG στην εποχή του Industry 4.0 είναι η ικανότητά τους να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Οι αισθητήρες που είναι ενσωματωμένοι, παρακολουθούν τη διαδικασία παραγωγής, ανιχνεύουν ανωμαλίες και παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την απόδοση των μηχανών. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας των μηχανών, τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και την πρόληψη του χρόνου διακοπής λειτουργίας. Επιπλέον, σε πιο ανεπτυγμένα συστήματα, οι μηχανές FMCG μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους, αλλά και με άλλα συστήματα, όπως τα συστήματα προγραμματισμού πόρων επιχειρήσεων (ERP), για να εξορθολογήσουν ολόκληρη τη διαδικασία παραγωγής από μόνες τους.

Ένα ακόμη πλεονέκτημα των μηχανών FMCG στο Industry 4.0 είναι η ευελιξία τους. Οι μηχανές μπορούν εύκολα να αναδιαμορφωθούν και να προσαρμοστούν ώστε να ανταποκρίνονται με τον καλύτερο τρόπο στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των καταναλωτών και τις τάσεις της αγοράς. Για παράδειγμα, μια μηχανή FMCG που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αναψυκτικών, μπορεί να διαμορφωθεί εκ νέου ώστε να παράγει ενεργειακά ποτά, χωρίς να απαιτούνται σημαντικές τροποποιήσεις. Γίνεται αμέσως κατανοητό, ότι η ευελιξία αυτή δίνει την δυνατότητα στις εταιρίες να ανταποκριθούν γρήγορα στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς ώστε να παραμείνουν ανταγωνιστικές.

Οι μηχανές FMCG στο Industry 4.0 έχουν επίσης πολύ σημαντικό αντίκτυπο στην ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων. Οι προηγμένοι αισθητήρες και ελεγκτές που χρησιμοποιούνται στις μηχανές αυτές, μπορούν να ανιχνεύσουν ελαττωματικά τεμάχια και ασυνέπειες σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στον εκάστοτε κατασκευαστή να λάβει άμεσα διορθωτικά μέτρα. Αυτό μειώνει το σκάρτο, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει την ποιότητα των προϊόντων και διασφαλίζει την ικανοποίηση των πελατών.

Συμπερασματικά, οι μηχανές FMCG διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στο Industry 4.0 παρέχοντας στους κατασκευαστές τα εργαλεία που χρειάζονται για να βελτιστοποιήσουν τις λειτουργίες τους, να μειώσουν τα απόβλητα και να βελτιώσουν την ποιότητα των προϊόντων. Η ενσωμάτωση της προηγμένης τεχνολογίας, της ψηφιοποίησης και του αυτοματισμού στις μηχανές FMCG τους επέτρεψε να γίνουν πιο ευέλικτες, αποτελεσματικές και αξιόπιστες από ποτέ. Καθώς η μεταποιητική βιομηχανία συνεχίζει να εξελίσσεται, οι μηχανές FMCG θα συνεχίσουν να διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προώθηση της καινοτομίας και της ανάπτυξης.

2.6 Ποιος είναι ο στόχος της αναβάθμισης

Οι σημαντικότεροι στόχοι της αναβάθμισης είναι η αύξηση της παραγωγικής ταχύτητας των μηχανών κατά 14% , με την διατήρηση ταυτόχρονα του δείκτη OEE (Overall equipment effectiveness) στα ίδια επίπεδα με το παρελθόν.

Στην πράξη, με την συγκεκριμένη αύξηση ταχύτητας, οι μηχανές έχουν πλέον την δυνατότητα να παράγουν 35 επιπλέον τεμάχια ανά λεπτό σε σχέση με το παρελθόν. Αυτό σημαίνει ότι από τα 250 τεμάχια , η κάθε μηχανή θα έχει πλέον την δυνατότητα να παράγει 285 τεμάχια ανά λεπτό.

Επιπλέον, με την προσθήκη σύγχρονων μηχανισμών και τεχνολογιών, η μηχανή γίνεται πιο αξιόπιστη και πιο εύκολη στον έλεγχο και την διαχείρισή της σε σχέση με το παρελθόν.

2.7 Τα οφέλη της αναβάθμισης

Εξαιτίας της αναβάθμισης, προκύπτουν επιπλέον οφέλη για το εργοστάσιο τα οποία έχουν πολύ μεγάλο οικονομικό και περιβαλλοντολογικό αντίκτυπο.

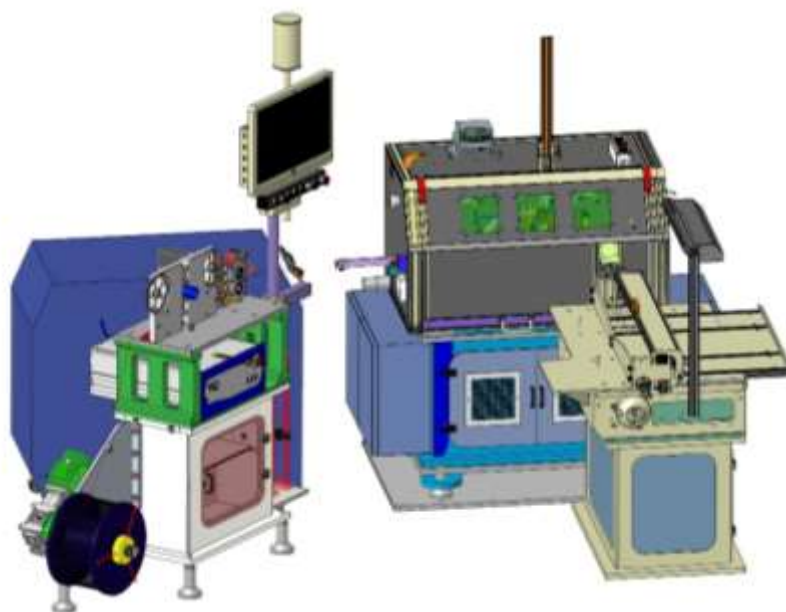
Αύξηση της παραγωγικότητας κατά 14%: Λόγω της αυξημένης ταχύτητας των μηχανών κατά 14%, αλλά και της διατήρησης του ΟΕΕ(Overall equipment efficiency) σε προηγούμενα επίπεδα, γίνεται κατανοητό ότι προκύπτει ανάλογη αύξηση της παραγωγικότητας. Οι μηχανές δηλαδή έχουν την δυνατότητα να παράγουν 14% επιπλέον προϊόν σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα σε σχέση με το παρελθόν.

Μείωση του εργατικού κόστους κατά: Η αύξηση της παραγωγικής ικανότητας, δεν σημαίνει ότι απαραίτητα το εργοστάσιο θα έχει ανάγκη να παράγει μεγαλύτερο αριθμό προϊόντων. Δίνει όμως την δυνατότητα να λειτουργεί τις μηχανές για μικρότερο χρονικό διάστημα. Στην ουσία, λόγω της αύξησης της ταχύτητας, το εργοστάσιο πλέον μπορεί να απασχολεί δύο υπαλλήλους λιγότερους σε σχέση με το παρελθόν.

Εξοικονόμηση ενέργειας: Επιπλέον μειώνεται σημαντικά και η ενέργεια που καταναλώνει το εργοστάσιο, αφού θα χρειάζεται να δουλεύουν λιγότερες μηχανές σε σχέση με την πρότερη κατάσταση.

Άμεση παρακολούθηση: Ο έλεγχος και η παρακολούθηση της εύρυθμης λειτουργίας της μηχανής θα γίνεται πλέον σε πραγματικό χρόνο. Λόγω των αναβαθμισμένων συστημάτων, ο χειριστής και τα εμπλεκόμενα τμήματα συντήρησης θα είναι πλέον σε θέση να γνωρίζουν άμεσα τον λόγο ενός σταματήματος, και να προβλέψουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τον χρόνο που ένα εξάρτημα θα χρειάζεται αντικατάσταση.

3. 3 Η υπό αναβάθμιση μηχανή



Η μηχανή

Παρακάτω θα ακολουθήσει μια παρουσίαση της υπό αναβάθμιση μηχανής, αναλύοντας το σκοπό της λειτουργίας της και τα επιμέρους στάδια που την αποτελούν.

Στα παραγωγικά στάδια που προηγούνται της μηχανής, το προϊόν έχει διαμορφωθεί κατάλληλα και με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Οι ακριβείς διαστάσεις αποτελούν τον σημαντικότερο παράγοντα για την εύρυθμη λειτουργία της μηχανής σε αυτό το στάδιο παραγωγής.

Ήδη από τα προηγούμενα στάδια, το κυρίως μέρος του προϊόντος που θα παραχθεί έχει περάσει από πολλές κατεργασίες και η υπό αναβάθμιση μηχανή είναι η τελευταία πριν από την τελική συναρμολόγηση και το πακετάρισμα. Αυτό συνεπάγεται ένα υψηλό κόστος παραγωγής, και γίνεται κατανοητό πώς είναι πολύ σημαντικό να μην υπάρχει σκάρτο προϊόν σε αυτό το παραγωγικό στάδιο. Η συγκεκριμένη μηχανή έχει ως στόχο να διαμορφώσει και στην συνέχεια να συγκολλήσει το κυρίως εξάρτημα με ένα μεταλλικό έλασμα. Τα δύο αυτά εξαρτήματα μαζί θα αποτελέσουν και το τελικό προϊόν που θα φτάσει στον καταναλωτή.

Η υπό αναβάθμιση μηχανή θα μπορούσε να διαχωριστεί σε πέντε επιμέρους στάδια, ανάλογα και με το είδος της κατεργασίας που υφίσταται το προϊόν σε καθένα απ' αυτά. Τα

στάδια αυτά είναι η εκτύλιξη , η διαμόρφωση, η συγκόλληση, ο διαχωρισμός και τέλος η τοποθέτηση του τελικού προϊόντος σε θήκες ώστε να συσκευαστεί και να φτάσει στον καταναλωτή.

Η μηχανή είναι κατασκευασμένη να δουλεύει σε πολύ υψηλή ταχύτητα και με πολύ μεγάλη ακρίβεια. Η κίνηση δίνεται από ένα μοτέρ μέσω ενός μειωτήρα στροφών , το οποίο είναι συνδεδεμένο και ελέγχεται από ένα PLC για συνεχή ρύθμιση της ταχύτητας λειτουργίας.

Στην συνέχεια μέσω ενός άξονα με έκκεντρα διαμορφωμένα με πολύ στενές ανοχές, η κίνηση μεταφέρεται στο εκάστοτε εξάρτημα της μηχανής. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να γίνει σαφές ότι όλα τα επιμέρους εξαρτήματα της μηχανής δουλεύουν συγχρονισμένα, και ότι η κίνηση είναι βηματική. Δηλαδή το εξάρτημα εισέρχεται στην μηχανή και σταματάει σε όλα τα στάδια της μηχανής για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Ο σωστός και ακριβής χρονισμός όλων των εξαρτημάτων, είτε αυτά είναι μηχανολογικής είτε ηλεκτρολογικής φύσης είναι πρωταρχικής σημασίας για την εύρυθμη λειτουργία της μηχανής. Εάν σε κάποιο σημείο παρουσιαστεί αρρυθμία, οι επιπτώσεις στο παραγόμενο προϊόν θα είναι άμεσες και η μηχανή θα πρέπει να διακόψει την λειτουργία της για τους κατάλληλους ελέγχους και ρυθμίσεις.

Τα μέρη του μηχανολογικού εξοπλισμού περιβάλλονται εξωτερικά από κουβούκλιο κατασκευασμένο από δοκούς αλουμινίου και ανοξείδωτο χάλυβα, το οποίο παρέχει στον χειριστή την ασφάλεια που απαιτείται κατά την παραγωγική λειτουργία της μηχανής. Σε κάθε πλευρά του κουβούκλιου υπάρχει πόρτα από την οποία ο χειριστής έχει πρόσβαση στα εξαρτήματα της μηχανής για την πραγματοποίηση καθαρισμών και ελέγχων. Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι οι πόρτες ασφαλίζουν με interlock και είναι απευθείας συνδεδεμένες με τον υπολογιστή της μηχανής αυξάνοντας περαιτέρω την ασφάλεια. Επίσης στην μπροστινή και στην μια πλαϊνή πόρτα, έχουν προβλεφθεί και τοποθετηθεί, ειδικά διάφανα υλικά (Plexiglass κ.α.) μέσα από τα οποία ο χειριστής μπορεί να πραγματοποιεί οπτικό έλεγχο των κινούμενων εξαρτημάτων κατά την λειτουργία.

Στον κενό χώρο κάτω από το κουβούκλιο, έχει κατασκευαστεί ένα ντουλάπι το οποίο περιέχει τους απαραίτητους ηλεκτρολογικούς πίνακες για την παροχή και την κίνηση της μηχανής. Στον ίδιο χώρο υπάρχουν και τα PLC και άλλα περιφερειακά ηλεκτρολογικά εξαρτήματα.

Εξωτερικά του κουβουκλίου, έχουν προσαρμοστεί περιφερειακά εξαρτήματα όπως το δοχείο του λιπαντικού μέσου, η ελαιολεκάνη συλλογής του σκάρτου λαδιού, συλλέκτης σκάρτου προϊόντος,, καθώς επίσης και θήκες για εργαλεία και άλλα απαραίτητα για τον χειριστή εξαρτήματα.

Ένα από τα σημαντικότερα μέρη της μηχανής είναι η οθόνη χειρισμού. Είναι τοποθετημένη πάνω από τον μηχανισμό εκτύλιξης για να έχει καλή ορατότητα ο χειριστής απ' όλα τα σημεία. Στην οθόνη φαίνονται όλες οι απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση λειτουργίας. Επιπλέον, η οθόνη λειτουργεί ως χειριστήριο καθώς από εκεί γίνονται όλες οι ενέργειες χειρισμού μέσω κουμπιών αφής. Τέλος, μέχρι και πριν την αναβάθμιση ήταν απαραίτητη για την ηλεκτρολογική συντήρηση, καθώς δεν υπήρχε η δυνατότητα απομακρυσμένου ελέγχου της μηχανής.

Στο εσωτερικό του κυρίως μέρους της μηχανής, υπάρχουν πολλοί μηχανισμοί, οι οποίοι ενώ κάνουν ξεχωριστές ενέργειες επάνω στο προϊόν συνεργάζονται με πολύ μεγάλη ακρίβεια για να επιτύχουν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά που απαιτούνται.

Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας των επί μέρους εξαρτημάτων και του σκοπού τους.

1ο Στάδιο-Εκτύλιξη

Μια από τις εργασίες που πρέπει να κάνει ο χειριστής της μηχανής, είναι να εξασφαλίζει με τις ενέργειές του, την συνεχή αυτόματη τροφοδοσία της μηχανής με υλικό το οποίο στην συνέχεια θα συγκολληθεί με το κυρίως εξάρτημα, και μαζί θα αποτελέσουν το τελικό προϊόν.

Το υλικό αγοράζεται απευθείας από εξωτερικό προμηθευτή ο οποίος ειδικεύεται στην κατεργασία μετάλλων, και παραδίδεται τυλιγμένο σε καρούλι. Ένα μοτέρ δίνει κίνηση στο καρούλι αυξομειώνοντας συνεχώς τις στροφές ανάλογα με τις απαιτήσεις της μηχανής, και με αυτό τον τρόπο η ταινία προωθείται μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένους οδηγούς στο επόμενο στάδιο της μηχανής που είναι η διαμόρφωση.

2^ο Στάδιο- Διαμόρφωση

Σε αυτό το σημείο το προϊόν εισέρχεται σε κουβούκλιο , όπου γίνεται και το μεγαλύτερο μέρος της κατεργασίας.

Μόλις η ταινία εισέλθει στο κουβούκλιο, διέρχεται μέσα από μια σειρά ράουλων και οδηγών, τα οποία της δίνουν το επιθυμητό σχήμα. Επιπλέον, γίνεται εκτενής έλεγχος των διαστάσεων καθώς αυτές παίζουν κυρίαρχο ρόλο στην αποδοχή του τελικού προϊόντος. Αυτά τα ράουλα και οι οδηγοί είναι ρυθμίσιμα από τον πίνακα ελέγχου, οπότε εάν ο χειριστής αντιληφθεί ότι κάποια διάσταση είναι εκτός προδιαγραφών μπορεί μέσω κατάλληλων ενεργειών να τα μετακινήσει.

Στην συνέχεια η ταινία σταματάει στιγμιαία και ένας μηχανισμός μεταφέρει και εναποθέτει το κυρίως εξάρτημα επάνω της, σε προκαθορισμένο σημείο με πολύ μεγάλη ακρίβεια.

Το κυρίως εξάρτημα , έρχεται από άλλο στάδιο της παραγωγής σε κατάλληλα διαμορφωμένες θήκες τις οποίες ο χειριστής τοποθετεί σε ειδική υποδοχή σε άλλο σημείο της μηχανής. Ένας μηχανισμός αφαιρεί το πρώτο εξάρτημα της θήκης , και το μεταφέρει για να το εναποθέσει πάνω στην ταινία.

Μόλις η τοποθέτηση ολοκληρωθεί, ο μηχανισμός απελευθερώνει το εξάρτημα, και ξεκινάει την κίνησή του για να παραλάβει το επόμενο εξάρτημα. Ταυτόχρονα τα δυο εξαρτήματα που αποτελούν το τελικό προϊόν μεταφέρονται στο επόμενο στάδιο που είναι η συγκόλληση.

3^ο Στάδιο-Συγκόλληση

Το τρίτο στάδιο της κατεργασίας είναι η συγκόλληση των δύο εξαρτημάτων. Μόλις ολοκληρωθεί η κίνηση από το προηγούμενο στάδιο, μια κεφαλή laser τα συγκολλάει μαζί με πόντες. Από αυτό το σημείο και έπειτα, τα δύο εξαρτήματα που αποτελούν το τελικό προϊόν της μηχανής, κινούνται πλέον μαζί.

Με την ολοκλήρωση της συγκόλλησης συνεχίζεται η βηματική κίνηση της μηχανής και το προϊόν οδηγείται στο τελευταίο στάδιο της κατεργασίας που είναι η τοποθέτησή του στις θήκες μεταφοράς (συσκευασία) προς τις επόμενες μηχανές συναρμολόγησης και ολοκλήρωσης του τελικού προϊόντος προσωπικής φροντίδας και καλλωπισμού.

4^ο Στάδιο-Διαχωρισμός.

Το τελευταίο στάδιο της κατεργασίας είναι ο διαχωρισμός του προϊόντος σε κομμάτια. Όπως και στα προηγούμενα στάδια, η μηχανή κάνει μια βηματική κίνηση. Καθώς σταματάει, ένα κοπτικό εργαλείο διαχωρίζει τα προϊόντα και ταυτόχρονα πραγματοποιεί μια τελική διαμόρφωση στο σχήμα του προϊόντος.

Με την ολοκλήρωση του σταδίου αυτού, το προϊόν εξέρχεται από τον χώρο κατεργασίας και είναι έτοιμο για την συσκευασία του.

5^ο Στάδιο- Συσκευασία

Το τελευταίο στάδιο του κυρίως μέρους της μηχανής είναι η ακριβής τοποθέτηση των προϊόντων παράλληλα το ένα δίπλα στο άλλο.

Καθώς το διαχωρισμένο προϊόν μετακινείται ένα βήμα ακόμη προς τα μπροστά λόγω της βηματικής κίνησης της μηχανής, ένας πείρος μετακινεί το προϊόν κάθετα ως προς την έως τώρα φορά κίνησής του, τοποθετώντας το σε μια θήκη. Μόλις συμπληρωθεί ο απαιτούμενος αριθμός προϊόντων μέσα στην θήκη, αυτή συσκευάζεται και αποθηκεύεται ως την μεταφορά της στο επόμενο στάδιο συναρμολόγησης και ολοκλήρωσης του τελικού προϊόντος προσωπικής φροντίδας και καλλωπισμού. Ένας αυτοματισμός αντικαθιστά την γεμάτη θήκη με μια κενή και η διαδικασία επαναλαμβάνεται εκ νέου.

4.1 Οι αιτίες της αναβάθμισης.

Όπως σχεδόν σε όλες τις αγορές, έτσι και σε αυτή των προϊόντων προσωπικής φροντίδας και καλλωπισμού, παρατηρήθηκε μεγάλη πτώση στον αριθμό των πωλήσεων κατά το πρώτο κύμα της πανδημίας Covid 19. Η πτώση αυτή οφειλόταν κυρίως στο ότι ένα πολύ μεγάλος μέρος των ανθρώπων βρισκόταν σε lockdown, οπότε η ανάγκη για καλλωπισμό του σώματος είχε μειωθεί σε αρκετά μεγάλο βαθμό.

Με το άνοιγμα των αγορών όμως στο τέλος του πρώτου κύματος της πανδημίας, ο αριθμός των πωλήσεων εκτοξεύθηκε, με αποτέλεσμα η γραμμή παραγωγής να μην μπορεί πλέον να καλύψει την απαιτούμενη ζήτηση σε συγκεκριμένους τύπους προϊόντων.

Στηριζόμενη στις προβλέψεις για την παραγωγή των επόμενων χρόνων, η διοίκηση κατάλαβε ότι θα πρέπει να επενδύσει στην αύξηση της παραγωγικότητας των μηχανών της. Πριν από την αναβάθμιση, οι μηχανές δούλευαν στο 98.7% της παραγωγικής τους ικανότητας. Γίνεται εύκολα αντιληπτό, ότι με αυτό το ποσοστό, οποιοδήποτε σταμάτημα της μηχανής είτε για προγραμματισμένη εργασία, είτε λόγω βλάβης επηρέαζε άμεσα την παραγωγική ικανότητα του εργοστασίου και την επίτευξη του στόχου παραγωγής.

Επιπλέον, το σύστημα επικοινωνίας της μηχανής ήταν παλαιότερο με αποτέλεσμα τη μη ύπαρξη απομακρυσμένου ελέγχου και την μεγαλύτερη δυσκολία στην εύρεση σφαλμάτων και συντήρησης. Για να γίνει δηλαδή ακόμα και ο πιο απλός έλεγχος στην μηχανή, το τμήμα ηλεκτρολογικής συντήρησης θα έπρεπε να συνδεθεί επιτόπου, ενέργεια η οποία απαιτούσε πόρους οι οποίοι θα μπορούσαν να αναλωθούν πιο αποδοτικά σε άλλη εργασία.

4.2 Ο σχεδιασμός της αναβάθμισης

Ο σωστός σχεδιασμός ενός έργου διαδραματίζει πρωταγωνιστικό ρόλο, βοηθώντας τους ενδιαφερόμενους φορείς, όπως είναι οι χορηγοί, οι εμπλεκόμενες ομάδες-τιμήματα και ο διαχειριστής, να ολοκληρώσουν πιο εύκολα τις υπόλοιπες φάσεις του έργου. Επίσης, για τον εντοπισμό των επιθυμητών στόχων, τη μείωση των κινδύνων, την αποφυγή χαμένων προθεσμιών και τελικά την παράδοση του συμφωνηθέντος έργου εντός του προκαθορισμένου χρονοδιαγράμματος είναι βέβαιο ότι θα πρέπει να έχει γίνει πολύ καλός σχεδιασμός. Χωρίς προσεκτικό σχεδιασμό, η απόδοση του έργου είναι σχεδόν σίγουρο ότι θα υποφέρει σε έναν ή περισσότερους τομείς. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, είναι ότι από το 2017, υπολογίζεται ότι οι οργανισμοί σπαταλούν κατά μέσο όρο 97 εκατομμύρια δολάρια για κάθε 1 δισεκατομμύριο δολάρια που επενδύονταν, λόγω κακής απόδοσης του έργου που έτρεξαν.

Ένας σωστός σχεδιασμός έργου απαιτεί την κατανομή ενός μεγαλύτερου έργου σε επιμέρους εργασίες, τη συγκέντρωση μιας ομάδας έργου και τον καθορισμό ενός χρονοδιαγράμματος εντός του οποίου θα ολοκληρωθεί η κάθε εργασία. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, υπάρχει η δυνατότητα να προγραμματιστούν ξεχωριστά οι απαιτούμενες ενέργειες για την εκάστοτε εργασία. Έτσι, ο κάθε εμπλεκόμενος φορέας θα μπορεί να κατανοήσει και να προγραμματίσει πιο εύκολα τον στόχο της κάθε εργασίας και τις απαιτούμενες ενέργειες για την ολοκλήρωσή της.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστεί ο τρόπος με τον οποίο σχεδιάστηκε η αναβάθμιση της εργασίας, καθώς επίσης και οι λόγοι πίσω από αυτόν τον σχεδιασμό.

Φάση 1: Αρχική ιδέα και έναρξη έργου.

Για να ξεκινήσει ένα έργο, είναι απαραίτητο να υπάρχει ένας στόχος ή ένα πρόβλημα που πρέπει να λυθεί, όπως στην αναβάθμιση της μηχανής στην συγκεκριμένη εργασία.

Ο Διευθύνων Σύμβουλος αναθέτει μια εργασία σε έναν από τους διευθυντές του, ο οποίος με τη σειρά του θα αναζητήσει έναν κατάλληλο διαχειριστή έργου (PM). Μόλις βρεθεί ένας PM, αυτό το άτομο θα συντονίσει τα επόμενα βήματα του έργου. Αυτά είναι, ο καθορισμός του κατά προσέγγιση πεδίου εφαρμογής του έργου, ο καθορισμός των στόχων, η συγκέντρωση μιας ομάδας και η τεκμηρίωση των κυρίως σημείων του έργου σε έναν χάρτη έργου.

Πρακτικά αυτό που συμβαίνει κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης του έργου είναι μόνο τα πρώτα, αρχικά βήματα ενός έργου. Ουσιαστικά ένας οργανισμός έρχεται σε συμφωνία ότι υπάρχει ένα πρόβλημα που χρήζει βελτίωσης και θα γίνουν οι πρώτες ενέργειες.

Για την αναβάθμιση της μηχανής έγιναν οι παρακάτω ενέργειες:

- **Ορισμός του στόχου**

Αρχικά τεκμηριώθηκαν σαφώς και όσο το δυνατό πιο συνοπτικά οι λόγοι για την ανάληψη του έργου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, οι δύο κύριοι στόχοι της αναβάθμισης ήταν η αύξηση της παραγωγικής ταχύτητας των μηχανών κατά 14%, με την διατήρηση ταυτόχρονα του δείκτη OEE (Overall equipment effectiveness) στα ίδια επίπεδα με το παρελθόν.

Οι μηχανές θα έχουν την δυνατότητα να παράγουν 35 επιπλέον τεμάχια ανά λεπτό σε σχέση με το παρελθόν. Αυτό σημαίνει ότι από τα 250 τεμάχια, η κάθε μηχανή θα έχει πλέον την δυνατότητα να παράγει 285 τεμάχια ανά λεπτό.

- **Καταστατικό του έργου**

Ένα από τα αρχικά και πιο σημαντικά βήματα για τον σωστό σχεδιασμό της αναβάθμισης, ήταν η δημιουργία ενός καταστατικού, με το οποίο επισημοποιείται η έναρξη ενός project, επεξηγούνται οι στόχοι και οι απαιτήσεις, καθώς επίσης μοιράζονται και ορίζονται οι αρμοδιότητες στους εμπλεκόμενους.

Το καταστατικό περιέχει πληροφορίες για τα παρακάτω:

- Στόχος του έργου.
- Συμμετέχοντες στο έργο.

Για το συγκεκριμένο έργο οι συμμετέχοντες ήταν:

- Ο διαχειριστής του έργου
- Η διοίκηση του εργοστασίου
- Ο χορηγός του έργου
- Το σχεδιαστικό τμήμα
- Κατασκευαστικό τμήμα
- Το τμήμα προμηθειών
- Το οικονομικό τμήμα
- Τα τμήματα συντήρησης
- Οι πελάτες(Επόμενα στάδια της παραγωγής)
- Ενδιαφερόμενα μέρη.

Προσδιορίστηκαν οι χορηγοί του έργου και άλλα άτομα που θα επηρεαστούν άμεσα από το έργο και πρέπει να γνωρίζουν για την πρόοδό του.

- **Απαιτήσεις.**

Εδώ συζητήθηκαν οι πόροι που απαιτούνταν για την ολοκλήρωση του έργου βάσει του χρονοδιαγράμματος.

Το κάθε τμήμα που συμμετείχε θα έπρεπε να ενημερωθεί για τους πόρους που θα έπρεπε να διαθέσει για το έργο αυτό είτε αυτό σημαίνει μηχανές είτε ανθρώπινο δυναμικό.

- **Περιορισμοί.**

Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για εμπόδια ή περιορισμούς που θα προκύψουν ,και με αυτόν τον τρόπο είχαν την ευκαιρία να προετοιμαστούν κατάλληλα για την καίρια αντιμετώπισή τους.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, λόγω του μεγάλου όγκου παραγωγής, η αναβαθμιζόμενη μηχανή θα έπρεπε να σταματήσει για δέκα ημέρες το πολύ. Αυτό σημαίνει ότι τα αρμόδια τμήματα συντήρησης, θα πρέπει να κάνουν πολύ καλή προετοιμασία για να μην δημιουργηθεί καθυστέρηση στην παραγωγή

- **Ορόσημα υλοποίησης.**

Το επόμενο βήμα ήταν να οριστούν οι ιδανικές ημερομηνίες για την έναρξη αλλά και την ολοκλήρωση του έργου. Επιπλέον, συζητήθηκαν και ορίστηκαν χρονοδιαγράμματα για καθοριστικά σημεία του έργου όπως η ημερομηνία υποβολής του τελικού σχεδίου και ημερομηνίες διεξαγωγής βασικών δοκιμών.

Ως ημερομηνία έναρξης του έργου ορίστηκε η 1η Φεβρουαρίου 2022, και η τελική ημερομηνία παράδοσης ο Απρίλιος του 2023. Ως ημερομηνία υποβολής του τελικού σχεδίου ορίστηκε η 1η Σεπτεμβρίου 2022, καθώς ήταν απαραίτητο να γίνουν οι απαραίτητες δοκιμές για να εντοπιστούν τυχόν προβλήματα στην λειτουργία.



Χρονοδιάγραμμα έργου

- **Επικοινωνία.**

Προσδιορίστηκε ο τρόπος με τον οποίο ο διαχειριστής του έργου θα επικοινωνεί με τους ιδιοκτήτες, τους συμμετέχοντες και τους βασικούς ενδιαφερόμενους φορείς σε όλο το έργο.

Καθορίστηκαν συναντήσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα για την σωστή ενημέρωση των ενδιαφερόμενων μερών ώστε όλοι να είναι συγχρονισμένοι και να έχουν κοινή αντίληψη των θεμάτων που προκύπτουν.

- **Παραδοτέα.**

Είναι από τα σημαντικότερα μέρη στο καταστατικό του έργου καθώς εδώ ορίζεται τι θα πρέπει να επιτύχει η αναβάθμιση και ποια συγκεκριμένα προϊόντα, διαδικασίες ή υπηρεσίες παρέχει το έργο μετά την ολοκλήρωσή του.

Η εν λόγω αναβάθμιση , θα παρέχει στο εργοστάσιο ένα αναβαθμισμένο πακέτο ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού ,με το οποίο θα επιτευχθεί ο στόχος του έργου. Επιπλέον θα παραδοθεί εγχειρίδιο σωστής χρήσης και συντήρησης της μηχανής, καθώς επίσης θα πραγματοποιηθεί εκπαίδευση του εμπλεκόμενου προσωπικού, όπως οι χειριστές και οι συντηρητές.

- **Κόστος.**

Ο προϋπολογισμός του έργου ορίστηκε στα 60000 ευρώ. Από τα χρήματα αυτά τα 50000 αφορούν την αγορά ή την κατασκευή των απαραίτητων εξαρτημάτων για την υλοποίηση της αναβάθμισης, και τα υπόλοιπα 10000 το κόστος της εγκατάστασης.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς της ομάδας, το συγκεκριμένο έργο θα επιστρέφει τα χρήματά τους σε 3,08 έτη. Return of Investment (ROI) year-5 (128%). Η επιχείρηση θα έχει αποσβέσει τα 60000 ευρώ σε 3,08 έτη από την έναρξη της παραγωγικής λειτουργίας της μηχανής. Μετά από 5 χρόνια το έργο θα έχει επιστρέψει το 128% του κόστους της επένδυσης, δηλαδή 76800 ευρώ.

Φάση 2: Προγραμματισμός έργου

Ο προγραμματισμός είναι η πρώτη φάση όπου απαιτείται πραγματικά μεγάλη λεπτομέρεια. Κατά τη φάση αυτή, πρέπει να προγραμματιστεί κάθε πτυχή του έργου, σε εβδομαδιαίο ή ακόμα και σε ημερήσιο επίπεδο.

Η φάση του σχεδιασμού είναι κρίσιμη γιατί η επιτυχία του έργου εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από το πόσο καλά σχεδιασμένα είναι τα βήματα που θα πρέπει να γίνουν.

Οι ενέργειες που πρέπει να γίνουν σε αυτή τη φάση:

- **Καθορισμός των ρόλων και των ευθυνών**

Καθορίστηκαν οι ρόλοι και οι ευθύνες για το κάθε άτομο ή τμήμα που συμμετέχει στο έργο.

- **Δημιουργία δήλωσης πεδίου εφαρμογής**

Η δήλωση πεδίου εφαρμογής είναι ένα έγγραφο που δηλώνει σαφώς τι αναμένεται να παραδώσει το έργο. Καθορίζει επίσης τα όρια, δηλαδή τι δεν αναμένεται από το έργο.

- **Έλεγχος και αξιολόγηση του υπάρχον εξοπλισμού**

Όταν τέθηκαν οι βασικοί στόχοι του έργου, οι πρώτες ενέργειες που προγραμματίστηκαν είχαν να κάνουν με τον έλεγχο του εξοπλισμού της υπάρχουσας μηχανής.

Τα τμήματα έρευνας, παραγωγής και συντήρησης συνεργάστηκαν για τον σχεδιασμό ενός πλάνου δοκιμών, κατά τις οποίες έπρεπε να διερευνηθούν οι δυνατότητες και τα όρια της μηχανής, ώστε να οριστικοποιηθούν τα εξαρτήματα που πρέπει να αντικατασταθούν ώστε να ανταποκριθούν στην αυξημένη ταχύτητα.

- **Δημιουργία σχεδίου έργου**

Δημιουργήθηκε ένα γράφημα Gantt για να οπτικοποιήσει τη ροή του έργου. Έτσι το χρονοδιάγραμμα του έργου θα δώσει σε όλη την ομάδα την απαραίτητη σαφήνεια για το τι πρέπει να γίνει και μέχρι πότε.

- **Ορισμός βασικών ορόσημων**

Τα ορόσημα είναι οι στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν κατά τη διάρκεια του έργου. Ένα ορόσημο θα μπορούσε να είναι η τελική ημερομηνία εγκατάστασης των εξαρτημάτων ή η καταλυτική ημερομηνία διεξαγωγής μιας δοκιμής.

- **Πλάνο επικοινωνίας**

Είναι ένας απλός πίνακας που δείχνει τον τρόπο που η ομάδα και τα ενδιαφερόμενα μέρη θα επικοινωνούν κατά τη διάρκεια του έργου. Η επικοινωνία στο συγκεκριμένο έργο μπορεί να γίνει με τη μορφή συναντήσεων σε αίθουσα, μέσω email ή επιτόπου στον χώρο της μηχανής.

- **Ανάλυση κινδύνου**

Η ομάδα πραγματοποιεί μια ανάλυση κινδύνου για να εντοπίσει τους πιο κρίσιμους κινδύνους που θα μπορούσαν να προκύψουν κατά την διάρκεια του έργου. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπήρξε πρόληψη για εναλλακτικό σχέδιο εάν κάτι δεν μπορούσε να προχωρήσει βάσει του αρχικού σχεδιασμού.

Στο έργο που παρουσιάζετε σε αυτή την εργασία, η ομάδα ανέλυσε τους κινδύνους και εντόπισε δυο σημεία τα οποία ενέχουν ρίσκο για την ολοκλήρωση του έργου.

1. Πιο γρήγορη φθορά των κινούμενων μερών

Λόγω της αυξημένης ταχύτητας λειτουργίας, θεωρήθηκε ότι υπάρχει κίνδυνος να μειωθεί η ζωή ορισμένων κινούμενων μερών, όπως ο άξονα και τα έγκεντρα.

Ο κίνδυνος θεωρήθηκε μικρός και η ομάδα αποφάσισε να θέσει τα εξαρτήματα αυτά σε εντατική παρακολούθηση, ώστε να εντοπίσει άμεσα τυχόν προβλήματα.

2. Μηχανισμός Pick and place(Μεταφορά και εναπόθεση εξαρτήματος)

Το ρίσκο αυτό αφορά τον μηχανισμό που μεταφέρει το κυρίως προϊόν από την θήκη και το ακουμπάει επάνω στην ταινία ώστε στην συνέχεια να συγκολληθούν. Ο μηχανισμός

δουλεύει ήδη με πολύ μεγάλη ταχύτητα και η ομάδα αξιολόγησε το επίπεδο του κινδύνου για αστοχία ως μέσο.

Γι' αυτόν τον λόγο η ομάδα προχώρησε σε ανασχεδιασμό κάποιων εξαρτημάτων του μηχανισμού, και αποφάσισε να παρακολουθεί στενά το συγκεκριμένο σημείο.

Φάση 3: Εκκίνηση ή εκτέλεση έργου

Σε αυτή την φάση ξεκινάει η υλοποίηση του έργου. Όλες οι εργασίες που ορίστηκαν στην προηγούμενη φάση, τώρα πρέπει να εκτελεστούν με μια σειρά , ή μερικές φορές ακόμα και παράλληλα. Η ομάδα έργου που υποστηρίζεται από τα ενδιαφερόμενα μέρη, πρέπει να παράγει πλέον απτά αποτελέσματα.

Είναι μια πολύ δύσκολη φάση που απαιτεί καλή διαχείριση. Εμφανίζονται προβλήματα, οι εργασίες καθυστερούν και πολλές φορές υπάρχει και έλλειψη πόρων. Όλα τα παραπάνω θα συμβούν σε κάποιο βαθμό, και είναι δουλειά του διαχειριστή έργου να διορθώσει αυτά τα ζητήματα και να κατευθύνει το έργο προς την σωστή κατεύθυνση.

Η φάση της εκτέλεσης είναι επίσης αυτή όπου δαπανάται το μεγαλύτερο μέρος του προϋπολογισμού του έργου. Τα μέλη της ομάδας θα εργαστούν πολλές ώρες, κάτι που αυξάνει το κόστος. Επίσης ίσως να χρειαστεί να αγοραστούν επιπλέον αγαθά και υπηρεσίες προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος του έργου.

- **Σχεδιασμός και παραγγελία εξαρτημάτων**

Μετά την ολοκλήρωση της δοκιμαστικής λειτουργίας, οριστικοποιήθηκε η λίστα με τα εξαρτήματα που χρειάζονται και τα αντίστοιχα τμήματα προχώρησαν στον σχεδιασμό και στην συνέχεια την παραγγελία του απαραίτητου εξοπλισμού.

Το τμήμα σχεδίασης ανέλαβε την μελέτη και το σχεδιασμό εξαρτημάτων μηχανολογικού τύπου όπως άξονες κίνησης και έκκεντρα. Τα σχέδια στην συνέχεια δόθηκαν στον μηχανουργείο του εργοστασίου και κατασκευάστηκαν. Σε εκείνη την φάση του έργου ήταν πολύ σημαντικό, η παράδοση των εξαρτημάτων αυτών να γίνει σύμφωνα με το χρονοδιάγραμμα ώστε να μην υπάρχουν καθυστερήσεις στα επόμενα στάδια του έργου.

Το τμήμα παραγωγής σε συνεργασία με το τμήμα προμηθειών παρήγγειλε τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό που ζήτησαν τα τμήματα μηχανολογικής και ηλεκτρολογικής συντήρησης. Εδώ, ήταν επίσης πολύ σημαντικό να γίνει σωστή επικοινωνία και οργάνωση του χρόνου παράδοσης των εν λόγω εξαρτημάτων , καθώς οποιαδήποτε καθυστέρηση θα μπορούσε να καθυστερήσει σημαντικά την ολοκλήρωση του έργου.

- **Εγκατάσταση εξοπλισμού**

Ανά τακτά χρονικά διαστήματα οργανώθηκαν συναντήσεις για την σωστή ενημέρωση των εμπλεκόμενων τμημάτων πάνω στην εξέλιξη του έργου.

Σε αυτές τις συναντήσεις, υπήρχε άμεση ενημέρωση για τα εξαρτήματα που έχουν παραδοθεί και γινόταν οι τελευταίες συνεννοήσεις για την εγκατάστασή τους.

Το κάθε τμήμα ανάλογα με τον εξοπλισμό που έπρεπε να εγκαταστήσει, προχώρησε στις κατάλληλες ενέργειες βάσει του πλάνου και των διαθέσιμων πόρων.

Ένα παράδειγμα είναι το νέο πρόγραμμα που έπρεπε να ετοιμάσει το τμήμα ηλεκτρολογικής συντήρησης, καθώς αναβαθμίστηκε πολύ μεγάλο μέρος του εξοπλισμού. Αυτή η ενέργεια απαιτήσε πολλούς πόρους για να ολοκληρωθεί, καθώς σε πολλά σημεία προέκυψαν κάποιες δυσκολίες στην συνεργασία κάποιων εξαρτημάτων τα οποία έπρεπε είτε να αντικατασταθούν ξανά, είτε να κατεργαστούν.

- **Δοκιμές εξοπλισμού**

Μόλις ολοκληρώθηκε η φάση της εγκατάστασης, επόμενο βήμα ήταν να δοκιμαστεί εάν ο νέος εξοπλισμός ανταποκρίνεται στις νέες απαιτήσεις.

Μέσα από έναν κύκλο συναντήσεων, τα τμήματα συμφώνησαν να προχωρήσουν σε δοκιμές, κάθε μια από τις οποίες θα στόχευε στην δοκιμή ξεχωριστών εξαρτημάτων ή καταστάσεων. Μετά το πέρας της κάθε δοκιμής, η ομάδα ανέλυε τα αποτελέσματα και προχωρούσε κατάλληλα, είτε αφήνοντας την μηχανή ως έχει, είτε με συγκεκριμένες αλλαγές.

Πολύ σημαντικό ρόλο σε αυτό το σημείο έπαιξε ο προγραμματισμός των νέων ηλεκτρολογικών εξαρτημάτων της Allen-Bradley ,όπως ο ελεγκτής , οι κινητήρες και οι κάρτες.

- **Ποιοτικός έλεγχος παραγόμενου προϊόντος**

Η αναβάθμιση της μηχανής θα μπορούσε να επηρεάσει το παραγόμενο προϊόν σε αρκετούς τομείς, με ποιο σημαντικό αυτόν της διάστασης.

Έτσι όταν σεταρίστηκαν οι τελικοί παράμετροι λειτουργίας της μηχανής, το τμήμα ποιότητας πραγματοποίησε εκτεταμένους ελέγχους στο τελικό προϊόν ώστε να διαβεβαιώσει την διοίκηση ότι όλα ήταν εντός των ποιοτικών ορίων.

- **Δημιουργία εγχειριδίων συντήρησης και χρήσης**

Εδώ υπήρξε μια πολύ στενή συνεργασία μεταξύ των τμημάτων συντήρησης και παραγωγής. Η δημιουργία των εγχειριδίων είναι πολύ σημαντική, καθώς είναι απαραίτητα για την σωστή μεταφορά της γνώσης στα άτομα που θα χειρίζονται και θα συντηρούν την μηχανή μελλοντικά.

Η συγγραφή των εγχειριδίων είναι ιδιαίτερα δύσκολη εργασία, γιατί τα περιεχόμενα πρέπει να είναι ιδιαίτερα περιγραφικά αλλά ταυτόχρονα και απλά ώστε να γίνονται κατανοητά απ' όλους.

Τελικά τα εγχειρίδια που ζητήθηκαν ήταν δύο. Το πρώτο απευθύνεται στους χειριστές της μηχανής και περιέχει τις οδηγίες χειρισμού και βήματα για απλές-βασικές συντηρήσεις της μηχανής που μπορούν να πραγματοποιηθούν από ανειδίκευτο προσωπικό.

Το δεύτερο απευθύνεται σε εξειδικευμένο προσωπικό και περιέχει οδηγίες για την προληπτική συντήρηση της μηχανής και αποκατάσταση βλαβών στον εξοπλισμό.

- **Εκπαίδευση προσωπικού**

Πριν από την έναρξη των δοκιμών μεγαλύτερης διάρκειας πραγματοποιήθηκε εκπαίδευση του προσωπικού που θα έρθει σε επαφή με την μηχανή στο επόμενο διάστημα. Επιλέχθηκε ένας αριθμός χειριστών οι οποίοι έλαβαν την κατάλληλη εκπαίδευση από πιο εξειδικευμένο προσωπικό όπως τα τμήματα συντήρησης, ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν σε τυχόν προβλήματα που θα προκύψουν.

- **Προ-παραγωγική φάση δοκιμής**

Η προπαραγωγική φάση είναι η πλέον σημαντική για να εντοπισθούν και να επιλυθούν προβλήματα που δεν φαίνονται με τις δοκιμές μικρής κλίμακας όπως αυτά που έχουν διάρκεια μία ή δύο ημέρες. Η διάρκεια της συγκεκριμένης φάσης είχε οριστεί να είναι 2 μήνες λειτουργίας της μηχανής.

Σε αυτή την φάση εντοπίστηκαν προβλήματα όπως η επιταχυμένη φθορά και η υπερθέρμανση ορισμένων εξαρτημάτων λόγω της αυξημένης ταχύτητας λειτουργίας. Τα προβλήματα επιλύθηκαν μετά από διερεύνηση και επικοινωνία με εξωτερικούς προμηθευτές.

- **Παραγωγική φάση δοκιμής**

Η τελευταία φάση δοκιμών πριν από την παράδοση του έργου είναι η φάση της βιομηχανοποίησης (industrial) . Ο σκοπός της συγκεκριμένης φάσης είναι να δοκιμαστεί και να αξιολογηθεί η μηχανή σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας σε μεγάλο βάθος χρόνου.

Για το συγκεκριμένο έργο η διάρκεια της φάσης αυτής ορίστηκε στους 3 μήνες.

Φάση 4: Απόδοση & Έλεγχος Έργου

Στην ουσία δεν αποτελεί μια ξεχωριστή φάση αλλά περισσότερο ένα συνεχές καθήκον του διαχειριστή του έργου. Ο διαχειριστής πρέπει να παρακολουθεί την πρόοδο του έργου σε σχέση με διάφορους παράγοντες όπως:

- **Η επιτυχία των στόχων**

Τα έργα ξεκινούν με συγκεκριμένο στόχο-σκοπό. Ο διαχειριστής του έργου, θα πρέπει να παρακολουθεί συνεχώς εάν το έργο είναι σε καλό δρόμο για την επίτευξη αυτών των στόχων.

- **Ο προϋπολογισμός**

Η παρακολούθηση του προϋπολογισμού είναι μια από τις απαραίτητες εργασίες ενός διαχειριστή έργου. Πρέπει να αφιερωθούν μερικές ώρες ανά τακτά χρονικά διαστήματα ώστε να υπάρχει συνεχής παρακολούθηση. Είναι πολύ σύνηθες ένα έργο να βγει εκτός προϋπολογισμού αν δεν υπάρχει ο σωστός έλεγχος.

- **Απόκλιση από τον στόχο**

Είναι αρκετά σύνηθες ένα έργο να αντιμετωπίσει απρόβλεπτες αλλαγές, οι οποίες μπορεί να οφείλονται σε αλλαγή των επιθυμιών του πελάτη, σε παύση παραγωγής κάποιων εξαρτημάτων και άλλα.

Αυτές οι αλλαγές πρέπει να αξιολογηθούν από την ομάδα του έργου, καθώς μπορεί να απαιτούν επιπλέον προϋπολογισμό ή ειδικές δεξιότητες από την ομάδα για να εφαρμοστούν.

Στην παρούσα εργασία, με την αναβάθμιση της μηχανής επιτεύχθηκαν και οι δευτερογενείς στόχοι που είχαν τεθεί, οι οποίοι αφορούν την πιο εύκολη μεταφορά την πληροφορίας και τον πιο άμεσο έλεγχο της μηχανής. Αρχικά η επικοινωνία της μηχανής με το σερβομοτέρ γινόταν σειριακά. Αυτός ο τρόπος επικοινωνίας ήταν ξεπερασμένος, και είχε αρνητικό αντίκτυπο στην λειτουργία, λόγω των πολλών σταματημάτων από μαγκώματα και σφάλματα λόγω αυξημένης θερμοκρασίας των μοτέρ.

Πλέον, η επικοινωνία γίνεται μέσω καλωδίου Ethernet, το οποίο επιτρέπει πολύ αμεσότερη επικοινωνία με το μοτέρ. Αυτή η αναβάθμιση είχε τα παρακάτω θετικά αποτελέσματα στον έλεγχο της λειτουργίας της μηχανής:

- **Καλύτερος και πιο άμεσος έλεγχος της κίνησης.**

Επειδή πλέον η επικοινωνία μεταξύ μηχανής και σερβομοτέρ γίνεται σε πραγματικό χρόνο, έχουν μειωθεί σημαντικά τα σταματήματα λόγω μαγκώματος. Λόγω της υψηλής ταχύτητας λειτουργίας, αρκετές φορές υπήρχαν μαγκώματα γιατί χανόταν η θέση του σερβομοτέρ. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα μεγάλη καθυστέρηση στην επανεκκίνηση της μηχανής και σκάρτο.

- **Αύξηση θερμοκρασίας**

Στο παρελθόν λόγω της μη ύπαρξης επικοινωνίας της μηχανής, εάν ανέβαινε η θερμοκρασία του μοτέρ δεν γινόταν αντιληπτό παρά μόνο όταν πλέον η μηχανή είχε σταματήσει.

Μετά την αναβάθμιση, υπάρχει άμεση επικοινωνία της μηχανής με το τμήμα ηλεκτρολογικής συντήρησης, οπότε μπορεί να ενεργοποιηθεί απομακρυσμένα ένα σφάλμα και η μηχανή να σταματήσει άμεσα, πριν καταστραφεί κάποιο κομμάτι του εξοπλισμού.

Φάση 5: Κλείσιμο έργου

Το κλείσιμο είναι η τελευταία φάση του κύκλου ζωής του έργου. Ως επί το πλείστον η διάρκειά της είναι μερικές εβδομάδες ή λίγοι μήνες κατά τους οποίους το τελικό αποτέλεσμα του έργου οριστικοποιείται και παραδίδεται στον πελάτη.

Τα βήματα που θα γίνουν εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τον τύπο του έργου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, η φάση κλεισίματος περιλαμβάνει τελικούς ελέγχους, δοκιμές και εκπαίδευση ατόμων.

Ο διαχειριστής του έργου συνήθως ετοιμάζει μια τελική έκθεση με τα τελικά πραγματικά δεδομένα του έργου και την παρουσιάζει στην διοίκηση. Η παρουσίαση αυτή αξιολογεί επίσης τις φάσεις του έργου, ώστε να αποφευχθούν στο μέλλον τυχόν προβλήματα και καθυστερήσεις από τις γνώσεις που αποκομίστηκαν.

4.3 Προβλήματα που προέκυψαν

Όπως σε όλα τα έργα, έτσι και κατά την διάρκεια του συγκεκριμένου προέκυψαν διάφορα προβλήματα, τα οποία έπρεπε να επιλυθούν για να ολοκληρωθεί επιτυχώς η αναβάθμιση. Μερικά από αυτά είχαν προβλεφθεί από την ομάδα κατά την έναρξη του έργου, ενώ άλλα βγήκαν στην πορεία.

- **Φθορά εξαρτημάτων**

Όπως είχε προβλεφθεί, προέκυψε φθορά σε ορισμένα εξαρτήματα μηχανολογικής φύσεως λόγω της αύξησης της ταχύτητας. Για ορισμένα από τα εξαρτήματα αρκούσε απλώς να αλλάξει το πλάνο προληπτικής συντήρησης (Αντικατάσταση ρουλεμάν, λίπανση εδρών και εμβόλων), ενώ για άλλα κρίθηκε απαραίτητος ο ανασχεδιασμός τους, με αποτέλεσμα σε ορισμένες περιπτώσεις το αρκετά μεγάλο κόστος κατασκευής.

Ένα παράδειγμα είναι ο ανασχεδιασμός του άξονα κίνησης, όπου έπρεπε να κατασκευαστεί εκ νέου με νέα διαμόρφωση στα έκκεντρα ώστε να ανταποκριθεί στην μεγαλύτερη ταχύτητα.

- **Μηχανισμός μεταφοράς και εναπόθεσης**

Και σε αυτό το σημείο υπήρξε πρόβλεψη από την ομάδα ήδη από την φάση του σχεδιασμού. Παρουσιάστηκαν αρρυθμίες και αστοχίες στην μηχανή οι οποίες οφειλόταν στο μη σωστό προγραμματισμό του μηχανισμού με αποτέλεσμα να υπάρχει απορρύθμιση και σταμάτημα. Η λύση δόθηκε άμεσα με τον κατάλληλο επαναπρογραμματισμό του συγκεκριμένου μηχανισμού χωρίς κάποιο επιπλέον κόστος.

- **Αστοχία μειωτήρα μοτέρ κίνησης του άξονα της μηχανής**

Στη μηχανή παρουσιάστηκε πρόβλημα με τον μειωτήρα του μοτέρ κίνησης της μηχανής. Ο μειωτήρας παρουσίασε διαρροή λαδιών μετά από 8 ημέρες λειτουργίας σε

ταχύτητα 285bpm. Ωστόσο για τους παρακάτω λόγους η αστοχία δεν μπόρεσε να αποδοθεί στην αύξηση της ταχύτητας της μηχανής.

- Ο μειωτήρας είναι διαστασιολογημένος για πολύ μεγαλύτερες τιμές ροπής και ισχύος από αυτές που απαιτούνται για την κίνηση της μηχανής.
- Ο μειωτήρας ακόμα και όταν λειτούργησε εν κενό, δηλαδή χωρίς να είναι συνδεδεμένος με τη μηχανή, ανέβασε θερμοκρασία. Αυτό δείχνει ότι δεν είναι η μηχανή που προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας του μειωτήρα.
- Αστοχίες μειωτήρων συμβαίνουν και σε άλλες μηχανές οι οποίες παράγουν με 250bpm.
- Η ισχύς που τραβάει ο κινητήρας μετρήθηκε μετά από την εγκατάσταση του μοτέρ και του μειωτήρα και βρίσκεται αρκετά κάτω από την ονομαστική τιμή ισχύος. Η ισχύς που τραβάει το μοτέρ μετρήθηκε περίπου στο 20%-30% της ονομαστικής του ισχύος.

Από την άλλη πλευρά δεν μπορεί να αποκλειστεί το ενδεχόμενο η αυξημένη ταχύτητα της μηχανής να προκαλεί συχνότερη αστοχία στον μειωτήρα.

- **Αύξηση της θερμοκρασίας λειτουργίας**

Κατά τις πρώτες ώρες λειτουργίας στις αρχικές δοκιμές, παρατηρήθηκε αύξηση της θερμοκρασίας λειτουργίας του μειωτήρα κίνησης κατά 13 βαθμούς κελσίου.

Τοποθετήθηκε μεγαλύτερος ανεμιστήρας για σωστή ψύξη του μειωτήρα.

- **Ο νέος controller τραβάει περισσότερο ρεύμα και το παλιό τροφοδοτικό δεν άντεξε οπότε έπρεπε να αντικατασταθεί.**

- **Πρόβλημα επικοινωνίας Controller με το PLC**

Μετά από επικοινωνία με την Rockwell, αγοράστηκε και εγκαταστάθηκε add-on που αναφέρει ότι λύνει το πρόβλημα της επικοινωνίας του controller με το PLC.

Μετά από έρευνα, η παραγωγή ενημερώθηκε ότι έχουν αναφερθεί πολλά προβλήματα από χρήστες των Servodrive Kinetix K300 στην επικοινωνία με PLC.

Όταν εγκαταστάθηκε ο νέος controller που πλέον επικοινωνεί μέσω καλωδίου ethernet με το PLC, η μηχανή έβγαλε μήνυμα “Insufficient Memory” από το PLC. Ο παλιός controller επικοινωνούσε με το PLC με profibus το οποίο είναι ξεπερασμένη τεχνολογία 20ετίας.

Εναλλακτική λύση θεωρήθηκε η προσθήκη CPU στη μηχανή για το μοίρασμα της επεξεργαστικής ισχύος που απαιτεί η μηχανή και το συλλεκτικό συνολικά.

Στην πορεία η δοκιμή με το add-on απέτυχε και τις επόμενες ημέρες έγινε η εγκατάσταση νέου CPU στο PLC και εγκαταστάθηκε νέο Servodrive Kinetix της σειράς 5000.

- **Μικρότερη αύξηση της παραγωγικότητας**

Λόγω των παραπάνω προβλημάτων νεότητας των λύσεων, της αλλά και της προσωρινά μειωμένης εμπειρίας στην μετάφραση της απόδοσή τους, στην παρακολούθηση της αναβαθμισμένης λειτουργίας και στην συντήρηση των νέων εξαρτημάτων της μηχανής, κατά το διάστημα της Industrial φάσης των δοκιμών, παρατηρήθηκε μικρότερη αύξηση στην παραγωγικότητα από το αναμενόμενο. Κατά το διάστημα αυτό, υπήρχαν αρκετά σταματήματα που οφειλόταν κυρίως στη μη σωστή συνεργασία μεταξύ των κινούμενων εξαρτημάτων της μηχανής, όπως ο λυγισμός, ο μηχανισμός Pick and Place και το Grip Linear Feeder.

Η πραγματική ταχύτητα παραγωγής μετρήθηκε με μία αύξηση της τάξεως του 11%, αποτέλεσμα ιδιαίτερα ικανοποιητικό και πολύ κοντά στον αρχικό στόχο Στην πράξη , αυτό σημαίνει ότι πριν την αναβάθμιση, η μηχανή παρήγαγε 250 τεμάχια ανά λεπτό, ενώ μετά την ολοκλήρωση της αναβάθμισης η ταχύτητα αυξήθηκε στα 277 τεμάχια ανά λεπτό.

4. 4.4 Εξαρτήματα που αγοράστηκαν ή κατασκευάστηκαν

- Rockwell automation 2090 Dual Power/Feedback Cables 2090-CFBM7DF-CDAF03



2090-CFBM7DF-CDAF03

Τα καλώδια διπλής τροφοδοσίας/ανάδρασης Rockwell Automation 2090 έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν συνδέσεις τροφοδοσίας και ανάδρασης μεταξύ μιας σερβομηχανής Kinetix και ενός σερβοκινητήρα Kinetix VPL. Τα καλώδια διαθέτουν γρήγορη αποσύνδεση 7 ακίδων στο ένα άκρο και κυκλικό βύσμα DIN στο άλλο άκρο.

Αυτά τα καλώδια έχουν σχεδιαστεί ειδικά για εφαρμογές ελέγχου κίνησης υψηλής απόδοσης, όπως αυτές που βρίσκονται σε περιβάλλοντα βιομηχανικού αυτοματισμού. Είναι κατασκευασμένα με υλικά υψηλής ποιότητας και έχουν σχεδιαστεί για να αντέχουν στις σκληρές συνθήκες που συχνά συναντώνται σε αυτά τα περιβάλλοντα.

Το καλώδιο 2090-CFBM7DF-CDAF03 είναι ένα καλώδιο 3 μέτρων, γεγονός που το καθιστά κατάλληλο για εφαρμογές όπου ο σερβοκινητήρας βρίσκεται σε κάποια απόσταση από τον σερβομηχανισμό. Λόγω του σχεδιασμού διπλής ισχύος και ανάδρασης αυτών των καλωδίων, απλοποιείται η καλωδίωση του συστήματος, μειώνοντας την πολυπλοκότητα της διαδικασίας εγκατάστασης καθώς επίσης και τις πιθανότητες σφαλμάτων καλωδίωσης.

Συνολικά, τα καλώδια Rockwell Automation 2090 Dual Power/Feedback Cables 2090-CFBM7DF-CDAF03 είναι μια αξιόπιστη και υψηλής ποιότητας λύση για συνδέσεις ισχύος και ανάδρασης σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού.

- **Rockwell Automation Speed TEC Cable, 2090-CPWM7DF-16AF03**



2090-CPWM7DF-16AF03

Το Allen-Bradley 2090-CPWM7DF-16AF03 είναι ένα καλώδιο μήκους 3 μέτρων που έχει σχεδιαστεί για να παρέχει μια σύνδεση επικοινωνίας υψηλής ταχύτητας μεταξύ ενός σερβομηχανισμού Kinetix και ενός σερβοκινητήρα Kinetix VPL. Το καλώδιο διαθέτει γρήγορη αποσύνδεση 7 ακίδων στο ένα άκρο και κυκλικό βύσμα DIN στο άλλο άκρο.

Αυτό το καλώδιο έχει σχεδιαστεί ειδικά για χρήση σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού όπου απαιτείται έλεγχος κίνησης υψηλής απόδοσης. Είναι κατασκευασμένο με υλικά υψηλής ποιότητας και έχει σχεδιαστεί για να αντέχει στις σκληρές συνθήκες που συναντώνται συχνά σε αυτά τα περιβάλλοντα.

Το καλώδιο 2090-CPWM7DF-16AF03 έχει σχεδιαστεί για να παρέχει αξιόπιστη και συνεπή επικοινωνία μεταξύ του σερβομοτέρ και του σερβομηχανισμού. Είναι κατάλληλο για εφαρμογές όπου ο σερβοκινητήρας βρίσκεται σε κάποια απόσταση από τον σερβομηχανισμό.

Συνολικά, το Allen- Bradley 2090-CPWM7DF-16AF03 είναι μια αξιόπιστη και υψηλής ποιότητας λύση για επικοινωνία μεταξύ ενός σερβομηχανισμού Kinetix και ενός σερβοκινητήρα Kinetix VPL σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού.

- **Allen Bradley Stratix 5700**



Stratix 5700

Technical Specifications

Mechanical

Width	12.7 cm
Height	12.95 cm
Depth	13.58 cm
Approximate weight	2.04 kg
Screw torque, ground terminal, maximum	0.96 Nm
Screw torque, power and alarm terminals	0.23 Nm

Τεχνικές προδιαγραφές Stratix 5700

Electrical

Number of ports 10/100 Mbps RJ45	16
Number of combination-ports RJ45/Mini GBIC	2
Layer 2	No
Layer 3	No
Manageable	Yes
Power consumption, maximum	30 W
Power dissipation	30 W
Firmware type	Full
Isolation voltage (continuous), basic insulation type, DC power ports to ground, DC power ports to ethernet ports, and DC power ports to alarm ports	50 V
Number of combination ports 10/100 Mbps	2
Number of ports 10/100 Mbps SFP	2

Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών μερών 1

Power consumption at 24V DC, 40 °C	21 W
Total number of ports	20
Wire size, alarm connection, solid or stranded, UL/CSA-rated style 1007 or 1569 twisted-pair copper appliance wiring material (AWM) wire	0.5 mm ²
Wire size, DC power connection, solid or stranded copper wire rated at 75 °C or greater	0.5 mm ²
Wire size, ethernet connection	RJ45 connector according to IEC 60603-7, 2 or 4-pair category 5e minimum cable according to TIA 568-B.1 or category 5 cable according to ISO/IEC 24702
Mounting method	DIN rail (top hat rail)
Ethernet	Yes
Protection type	Alarm not rated
Alarm relay at 30V DC	1 A
Alarm relay at 48V DC	0.5 A
DLR	Yes
Maximum insulation, DC power connection	1.2 mm

Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών μερών 2

Power input at 12 - 48V DC, class 2/SELV	0.5 A
Wire size, ground connection, stranded copper wire, minimum	4 mm ²
Wire strip length, alarm connection	6.3±0.5 mm
Wire strip length, DC power connection	6.3±0.5 mm
Wiring category on console and alarm ports	3
Wiring category on DC power ports	2
Wiring category on Ethernet ports	2

Τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρολογικών μερών 3

Ο AllenBradley Stratix 5700 είναι ένας προγραμματιζόμενος βιομηχανικός διακόπτης (Switch) Ethernet που έχει σχεδιαστεί για να παρέχει ασφαλή και αξιόπιστη συνδεσιμότητα σε βιομηχανικά δίκτυα. Αποτελεί μέρος της σειράς διακοπών Stratix από την AllenBradley, η οποία είναι γνωστή για τα προηγμένα χαρακτηριστικά και τη στιβαρή σχεδιάσή της.

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του μεταγωγέα Stratix 5700 είναι η ικανότητά του να υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα βιομηχανικών πρωτοκόλλων, συμπεριλαμβανομένων των EtherNet/IP, DeviceNet, ControlNet και Profinet. Αυτό τον καθιστά μια ευέλικτη επιλογή για πολλούς και διαφορετικούς τύπους βιομηχανικών εφαρμογών.

Ο διακόπτης Stratix 5700 περιλαμβάνει επίσης προηγμένες δυνατότητες ασφαλείας, συμπεριλαμβανομένης της υποστήριξης για λίστες ελέγχου ταυτότητας και ελέγχου πρόσβασης IEEE 802.1x (ACL). Αυτό βοηθά στην αποτροπή μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στο δίκτυο και στην προστασία από απειλές ασφαλείας.

Επιπλέον, ο διακόπτης Stratix 5700 έχει σχεδιαστεί για εύκολη ενσωμάτωση με άλλο εξοπλισμό βιομηχανικού αυτοματισμού. Διαθέτει διεπαφή (Interface) χρήστη που βασίζεται στο web, η οποία επιτρέπει την εύκολη διαμόρφωση και διαχείριση, καθώς και υποστήριξη για το CommonIndustrialProtocol (CIP) για απρόσκοπτη ενοποίηση με άλλες συσκευές και συστήματα.

Ο διακόπτης Stratix 5700 είναι επίσης σχεδιασμένος να είναι ανθεκτικός και αξιόπιστος σε ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών λειτουργίας και αντοχή σε κραδασμούς. Αυτό τον καθιστά

ιδανικό για χρήση σε σκληρά βιομηχανικά περιβάλλοντα, όπου η αξιοπιστία και η ανθεκτικότητα είναι ζωτικής σημασίας.

Συνολικά, ο διαχειριζόμενος βιομηχανικός διακόπτης EthernetAllenBradleyStratix 5700 είναι μια ισχυρή και ευέλικτη λύση δικτύωσης που παρέχει ασφαλή και αξιόπιστη συνδεσιμότητα για βιομηχανικές εφαρμογές. Η υποστήριξή του για ένα ευρύ φάσμα πρωτοκόλλων, τα προηγμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας και η εύκολη ενσωμάτωση με άλλο βιομηχανικό εξοπλισμό το καθιστούν ιδανική επιλογή για πολλούς διαφορετικούς τύπους βιομηχανικών δικτύων. (Automation, Stratix 5700 Industrial Managed Ethernet Switches, 2023)

Τι είναι το CIP;

Το CIP Sync παρέχει ακριβή συγχρονισμό μεταξύ των συνδεδεμένων controller και των συσκευών, είτε σε πραγματικό χρόνο, (Real-World Time) είτε σε ένα συντονισμένο συγχρονισμό, Universal Time (UTC) μέσω δικτύων CIP και του λογισμικού ControlLogix.

Αυτή η τεχνολογία υποστηρίζει εφαρμογές που έχουν ένα μεγάλο εύρος κατανομής, που απαιτούν χρονική ακρίβεια, που υπάρχει ανάγκη καταγραφής μιας ακολουθίας ενεργειών και που υπάρχει έλεγχος ακρίβειας κίνησης και συντονισμός κινήσεων. (Automation, CIP Sync, 2023)

Το CIP Sync παρέχει δυνατότητες για την εκτέλεση των ακόλουθων λειτουργιών:

- Δημιουργία εφαρμογών ακολουθίας συμβάντων
- Συγχρονισμό του χρόνου για όλα τα δίκτυα ενός συστήματος που βασίζονται σε CIP
- Ενσωματωμένη κίνηση στην εφαρμογή δικτύου EtherNet/IP

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι για τους οποίους μια εταιρία θα ήθελε να χρησιμοποιήσει το CIP Sync σε ένα δικό της σύστημα αυτοματισμών. Εάν σε μια εφαρμογή χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα, τότε θα ήταν χρήσιμο το CIP Sync στον αυτοματισμό:

- Πολλαπλοί ελεγκτές

Τα ρολόγια ελεγκτή χρησιμοποιούνται για πολλές λειτουργίες αυτοματισμού. Τα πάντα, από τα alarm διαφόρων βλαβών, τη καταγραφή συμβάντων σε μια βάση δεδομένων, έως και την σηματοδότηση για αλλαγή βάρδιας ή τα μεσημεριανά διαλείμματα, χρησιμοποιούν ρολόγια ελεγκτή. Το CIP Sync παρέχει έναν απλό μηχανισμό, ο οποίος διασφαλίζει ότι όλα τα ρολόγια μέσα σε ένα σύστημα αναφέρουν και ενεργούν βάσει ενός κοινού χρόνου.

- Αλληλουχία συμβάντων (SOE) και συστήματα πρώτων σφαλμάτων

Πολλά συστήματα απαιτούν χρονικές σημάνσεις υψηλής ακρίβειας για σφάλματα και συμβάντα. Συχνά, αυτές οι σημάνσεις πρέπει να ελέγχονται σε σχέση με άλλους ελεγκτές ή εξοπλισμό αυτοματισμού. Ο επιτυχής προσδιορισμός του συμβάντος που συνέβη πρώτο σε ένα σύστημα, μπορεί να βοηθήσει το προσωπικό της συντήρησης να εντοπίσει τη βασική αιτία των σφαλμάτων του μηχανήματος. Ένα σύνολο συναγερμών ή σφαλμάτων πρέπει να έχει ακριβή προσδιορισμό του χρόνου που συνέβη για να έχει νόημα.

- Εφαρμογές υψηλής ταχύτητας

Αρκετά συχνά, μηχανές συσκευασίας, διαλογής ή κατεργασίας που έχουν πολύ γρήγορους κύκλους λειτουργίας, παρουσιάζουν καθυστέρηση σε ένα σημείο(Bottleneck). Μερικές φορές αυτό οφείλεται στους χρόνους σάρωσης του ελεγκτή.

Μεταβαίνοντας σε μια λύση ελέγχου βάσει χρόνου, υπάρχει η δυνατότητα να καταργηθούν αρκετά σημεία σάρωσης και ελέγχου της θέσης, μειώνοντας τον χρόνο αναμονής. Αυτή η τεχνική επιτρέπει την πρόγνωση συμβάντων και τον προγραμματισμό εξόδων χωρίς την ανάγκη αναμονής για σάρωση.

- Έλεγχος κίνησης

Το CIP Sync παρέχει επίσης μια κοινή αναφορά χρόνου για καταναμημένες μονάδες VFD, σερβομηχανισμούς και ελεγκτές σε όλο το φάσμα του συστήματος. Αυτό επιτρέπει στους ελεγκτές να ζητούν από τους άξονες να φτάσουν σε μια προκαθορισμένη θέση σε μια συγκεκριμένη χρονική αναφορά ή να τρέξουν σε μια ταχύτητα χρησιμοποιώντας την ίδια αναφορά. Επειδή όλες οι μονάδες κίνησης και οι ελεγκτές μέσα στο σύστημα έχουν την ίδια αναφορά χρόνου, ο ελεγκτής μπορεί να δώσει πολύ συγκεκριμένα αιτήματα, όπως οι άξονες να φτάσουν σε συγκεκριμένα σημεία σε ένα συγκεκριμένο χρόνο.

- **Allen-Bradley Kinetix 5300 400V Class Servo Drive**



Kinetix 5300 Servodrive

Το Allen-Bradley Kinetix 5300 400V Class Servo Drive είναι ένας σερβομηχανισμός υψηλής απόδοσης που έχει σχεδιαστεί για να παρέχει ακριβή έλεγχο κίνησης σε βιομηχανικές εφαρμογές. Αποτελεί μέρος της οικογένειας σερβομηχανισμών Kinetix 5000 της Allen-Bradley, η οποία είναι γνωστή για τα προηγμένα χαρακτηριστικά και την υψηλή αξιοπιστία της. (Automation, Kinetix 5300 Servo Drives, 2023)

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του σερβομηχανισμού Kinetix 5300 είναι η ικανότητά του να παρέχει υψηλή ροπή και έλεγχο ταχύτητας. Χρησιμοποιεί προηγμένους αλγόριθμους για να παρέχει ομαλό και ακριβή έλεγχο της κίνησης, ακόμη και σε εφαρμογές υψηλής ταχύτητας. Η μονάδα διαθέτει επίσης μια ενσωματωμένη θύρα Ethernet/IP, η οποία καθιστά εύκολη την ενσωμάτωση με άλλες συσκευές και συστήματα.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του σερβομηχανισμού Kinetix 5300 είναι η συμβατότητά του με μια μεγάλη γκάμα κινητήρων. Υποστηρίζει τόσο περιστροφικούς όσο και γραμμικούς κινητήρες, καθώς και μια ποικιλία συσκευών ανάδρασης. Αυτό το καθιστά μια ευέλικτη επιλογή για πολλούς διαφορετικούς τύπους εφαρμογών.

Ο σερβομηχανισμός Kinetix 5300 έχει επίσης σχεδιαστεί με γνώμονα την ασφάλεια. Διαθέτει προηγμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας, όπως Safe Torque Off (STO) και Safe Speed Monitor (SSM), τα οποία βοηθούν στην πρόληψη ατυχημάτων και προστατεύουν τους εργαζομένους από βλάβες.

Επιπλέον, ο σερβομηχανισμός Kinetix 5300 είναι εύκολος στη χρήση και τη διαμόρφωση. Έρχεται με μια ποικιλία εργαλείων λογισμικού και γλωσσών προγραμματισμού, γεγονός που καθιστά εύκολη τη ρύθμιση και τη βελτιστοποίηση για συγκεκριμένες εφαρμογές. Η μονάδα διαθέτει επίσης μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή που απλοποιεί τη διαδικασία εγκατάστασης και παρέχει πληροφορίες κατάστασης σε πραγματικό χρόνο.

Συνολικά, ο σερβομηχανισμός Allen-Bradley Kinetix 5300 400V Class Servo Drive είναι ένας υψηλής απόδοσης και αξιόπιστος σερβομηχανισμός που προσφέρει ακριβή έλεγχο κίνησης και προηγμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας. Η συμβατότητά του με ένα ευρύ φάσμα κινητήρων και η εύχρηστη διεπαφή το καθιστούν μια ευέλικτη και φιλική προς το χρήστη επιλογή για πολλούς διαφορετικούς τύπους βιομηχανικών εφαρμογών.

- **Kinetix 5300 Feedback Connector Kit**



Kinetix 5300 Feedback Connector Kit

Το Kinetix 5300 Feedback Connector Kit έχει σχεδιαστεί για να παρέχει σε έναν ελεγκτή ένα σήμα ανάδρασης, προερχόμενο από έναν κινητήρα εξοπλισμένο με υποδοχή D-Subminiature 15 ακίδων. Αυτό το κιτ είναι συμβατό με τους σερβοκινητήρες της σειράς Kinetix 5500 και 5700 της Allen-Bradley. (Rockwell Automation, 2023)

Το κιτ περιλαμβάνει έναν σύνδεσμο ανάδρασης, μια ασπίδα σύνδεσης ανάδρασης και ένα προεγκατεστημένο σφαιρίδιο φερρίτη για την ελαχιστοποίηση των ηλεκτρικών παρεμβολών. Ο σύνδεσμος και το κάλυμμα έχουν σχεδιαστεί για να τοποθετούνται και να αφαιρούνται εύκολα, καθιστώντας εύκολη τη σύνδεση και την αποσύνδεση της ανάδρασης του κινητήρα.

Αυτό το κιτ σύνδεσης ανάδρασης παρέχει αξιόπιστη σύνδεση μεταξύ του κινητήρα και του ελεγκτή, διασφαλίζοντας ακριβέστατη κίνηση και έλεγχο του κινητήρα. Είναι απαραίτητο συστατικό για συστήματα ελέγχου κίνησης υψηλής απόδοσης και έχει σχεδιαστεί για να αντέχει στα σκληρά βιομηχανικά περιβάλλοντα.

Συνολικά, το Kinetix 5300 Feedback Connector Kit 2198 k53ckd15m είναι μια υψηλής ποιότητας, αξιόπιστη λύση για συνδέσεις ανάδρασης κινητήρα σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού.

- **Allen-Bradley Controller 1769-L30erm**



1769-L30erm Controller

Ο ελεγκτής Allen-Bradley 1769-L30ERM είναι ένας συμπαγής, προγραμματιζόμενος ελεγκτής υψηλής απόδοσης (PLC) που αποτελεί μέρος της σειράς CompactLogix 5370 της Rockwell Automation. Αυτός ο ελεγκτής έχει σχεδιαστεί για χρήση σε εφαρμογές αυτοματισμού μικρού έως μεσαίου μεγέθους που απαιτούν υψηλό επίπεδο λειτουργικότητας και ευελιξίας. (Automation, 1769-L30ERM, 2023)

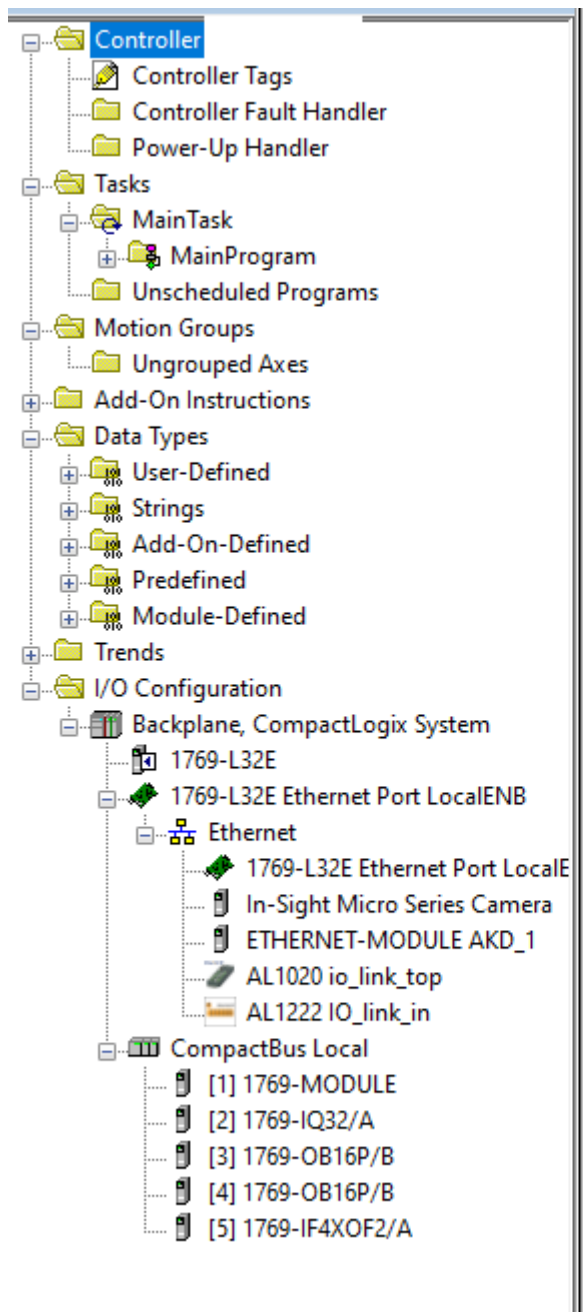
Το 1769-L30ERM είναι εξοπλισμένο με έναν ισχυρό επεξεργαστή διπλού πυρήνα, ο οποίος παρέχει γρήγορη εκτέλεση προγραμμάτων και δυνατότητες διαχείρισης δεδομένων. Διαθέτει επίσης ενσωματωμένη θύρα Ethernet, η οποία επιτρέπει την εύκολη σύνδεση με άλλες συσκευές στο δίκτυο. Ο ελεγκτής υποστηρίζει έως και 16 τοπικές μονάδες I/O και μπορεί να επικοινωνήσει με έως και 32 απομακρυσμένες μονάδες I/O.

Αυτός ο ελεγκτής έχει συμπαγή σχεδιασμό και έχει την δυνατότητα να τοποθετηθεί σε ράγα DIN, η οποία εξοικονομεί χώρο στον πίνακα ελέγχου. Διαθέτει επίσης μια ποικιλία από

ενσωματωμένες θύρες επικοινωνίας, όπως USB, Ethernet και σειριακή, που επιτρέπει την εύκολη σύνδεση με άλλες συσκευές και συστήματα.

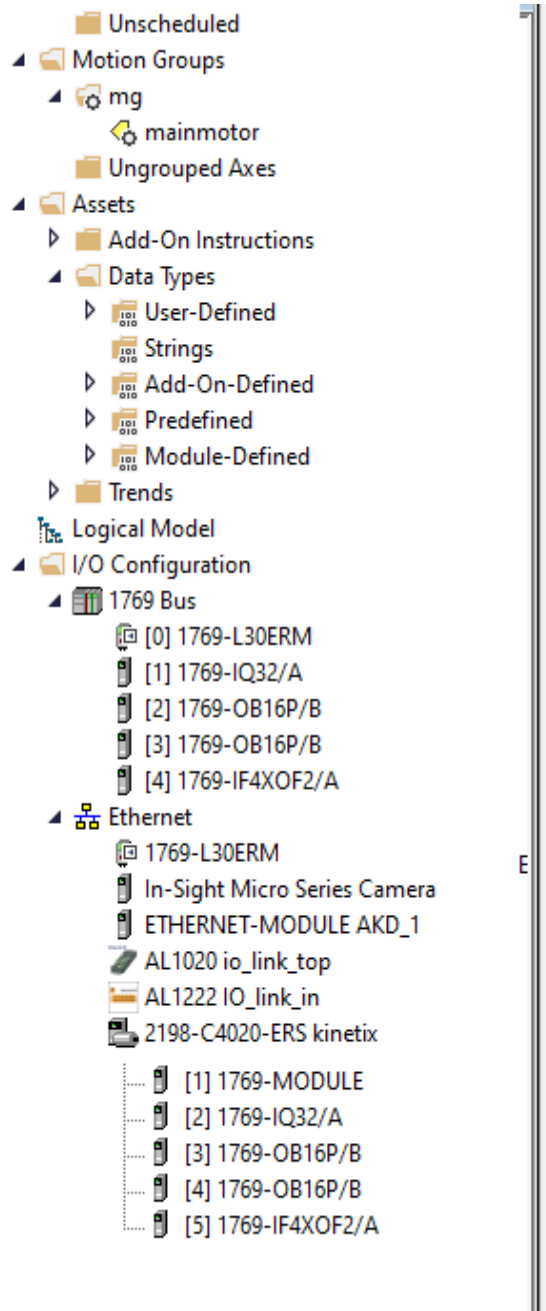
Το 1769-L30ERM χρησιμοποιεί το λογισμικό Rockwell Automation Studio 5000, το οποίο παρέχει μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή και μια σειρά εργαλείων προγραμματισμού. Ο ελεγκτής υποστηρίζει επίσης μια ποικιλία γλωσσών προγραμματισμού, συμπεριλαμβανομένων των γλωσσών Ladder, Structured Text και Function blocks.

Συνολικά, ο ελεγκτής Allen-Bradley 1769-L30ERM είναι μια αξιόπιστη και υψηλής απόδοσης λύση για μικρού έως μεσαίου μεγέθους εφαρμογές αυτοματισμού. Προσφέρει μια σειρά προηγμένων χαρακτηριστικών και επιλογών συνδεσιμότητας, καθιστώντας το μια ευέλικτη και ευέλικτη επιλογή για μια ποικιλία εφαρμογών βιομηχανικού αυτοματισμού.



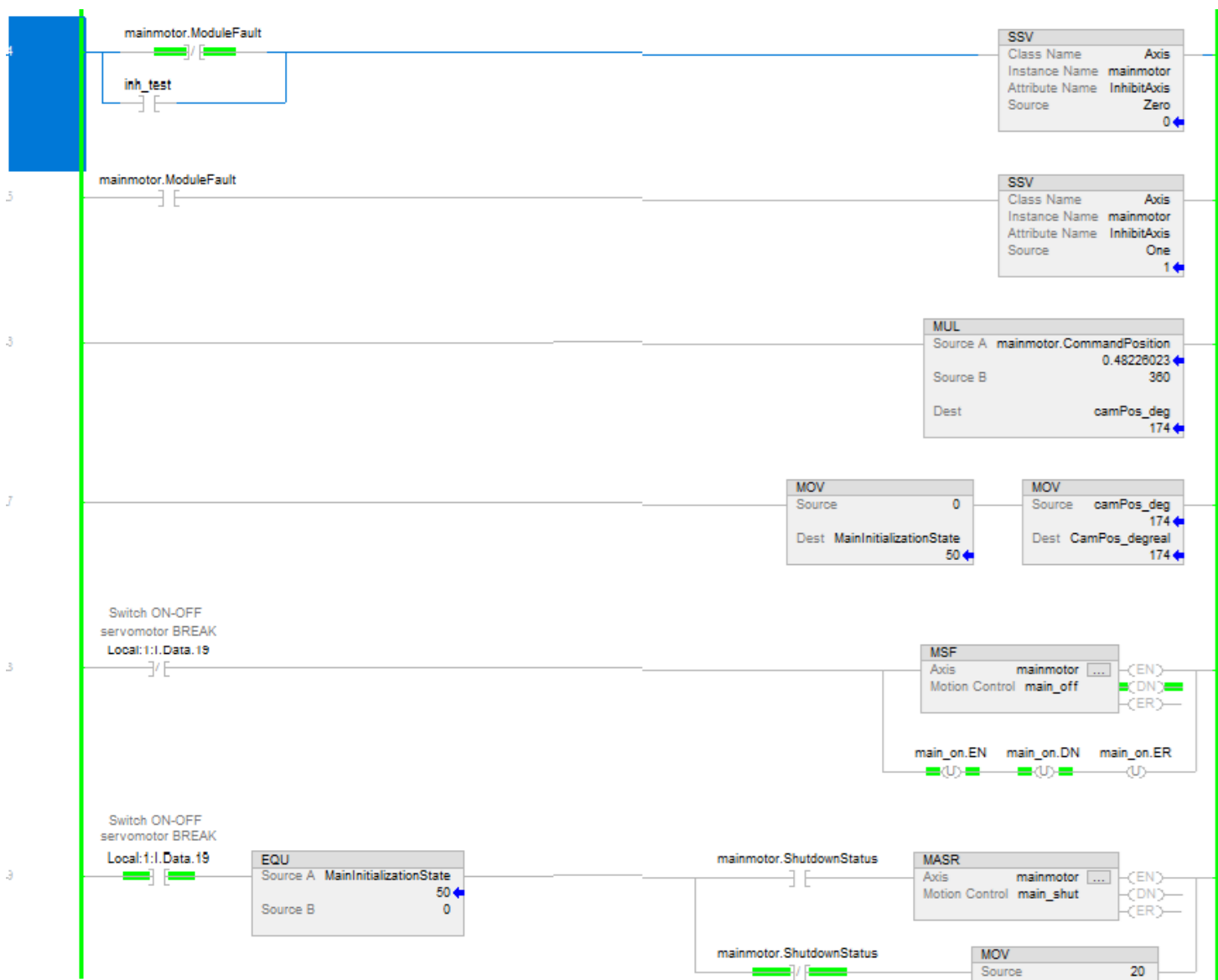
Πρότερη κατάσταση

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ο τρόπος σύνδεσης του ελεγκτή με το μοτέρ μέσω input-output. Σε εκείνη την περίπτωση η επικοινωνία ήταν αργή με αποτέλεσμα συχνές βλάβες και καθυστερήσεις. Επίσης για να γίνει ο οποιοσδήποτε έλεγχος της μηχανής, ένας μηχανικός έπρεπε να πάει στην μηχανή και να συνδεθεί μέσω καλωδίου, υπήρχε δηλαδή αρκετά μεγάλη καθυστέρηση.



Παρούσα κατάσταση

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ο τρόπος σύνδεσης του ελεγκτή kinetix με το μοτέρ. Πλέον η επικοινωνία είναι σε πραγματικό χρόνο καθώς γίνεται μέσω καλωδίου Ethernet. Αυτό μεταφράζεται σε πολύ πιο εύκολο έλεγχο και χειρισμό της μηχανής, ο οποίος πλέον μπορεί να γίνει και απομακρυσμένα.



Εντολές κίνησης του μοτέρ

Στην παραπάνω εικόνα φαίνονται σε Ladder οι διάφορες εντολές που δέχεται το μοτέρ κίνησης ώστε να επιτύχει την προβλεπόμενη λειτουργία.

- **Rockwell automation MPL-B430P-MK72AA**



MPL-B430P-MK72AA

Ο MPL-B430P-MK72AA είναι ένας σερβοκινητήρας υψηλής απόδοσης σχεδιασμένος για χρήση σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού οι οποίες απαιτούν ακριβή έλεγχο της κίνησης. Αποτελεί μέρος της σειράς σερβοκινητήρων Kinetix 6000 της Rockwell Automation. (Automation, Rockwell Automation, 2023)

Αυτός ο σερβοκινητήρας έχει συμπαγή σχεδιασμό και υψηλή ροπή, γεγονός που τον καθιστά ιδανικό για χρήση σε εφαρμογές όπου ο χώρος είναι περιορισμένος. Είναι επίσης σχεδιασμένος να παρέχει ομαλή και αθόρυβη λειτουργία, συμβάλλοντας με αυτόν τον τρόπο στη μείωση των κραδασμών και στη βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος.

Ο σερβοκινητήρας MPL-B430P-MK72AA είναι εξοπλισμένος με έναν κωδικοποιητή υψηλής ανάλυσης, ο οποίος παρέχει ακριβέστατη ανατροφοδότηση σχετικά με τη θέση και την ταχύτητα του κινητήρα. Αυτό επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο του κινητήρα και βοηθά στη διασφάλιση σταθερής και ακριβούς απόδοσης.

Ο σερβοκινητήρας είναι επίσης εξοπλισμένος με μια ποικιλία προηγμένων χαρακτηριστικών, όπως λειτουργία υψηλής ταχύτητας, υψηλή απόδοση ροπής και μια σειρά επιλογών επικοινωνίας. Μπορεί εύκολα να ενσωματωθεί σε μια σειρά συστημάτων αυτοματισμού και είναι συμβατό με μια ποικιλία σερβομηχανισμών της Rockwell Automation.

Συνολικά, ο σερβοκινητήρας MPL-B430P-MK72AA είναι μια αξιόπιστη και υψηλής απόδοσης λύση για ακριβή έλεγχο της κίνησης σε εφαρμογές βιομηχανικού αυτοματισμού. Τα προηγμένα χαρακτηριστικά και ο συμπαγής σχεδιασμός του το καθιστούν μια ευέλικτη επιλογή

για μια σειρά εφαρμογών, από μικρά μηχανήματα έως συστήματα αυτοματισμού μεγάλης κλίμακας.

- **Νέος άξονας κίνησης**

Υπήρξε η ανάγκη σχεδίασης και κατασκευής ενός νέου άξονα κίνησης με ελαφρώς διαφοροποιημένο σχεδιασμό σε σχέση με το παρελθόν, ο οποίος θα μπορεί να ανταποκριθεί στην αυξημένη ταχύτητα περιστροφής.

Ο νέος άξονας κατασκευάστηκε από ανοξείδωτο χάλυβα Inox 304. Αφιερώθηκε αρκετός χρόνος στη σωστή κατανομή της μάζας ώστε να απαιτηθεί η λιγότερη δυνατή ζυγοστάθμιση κατά την εγκατάσταση.

Η σημαντικότερη σχεδιαστική διαφορά του νέου άξονα, έχει να κάνει με το σχήμα των εκκέντρων. Η αυξημένη ταχύτητα προϋποθέτει ότι η κίνηση όλων των εξαρτημάτων της μηχανής θα πρέπει να γίνει πιο σύντομη, κάτι που επιτεύχθηκε με αυτή την σχεδιαστική αλλαγή.

5. 5 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, η επιτυχημένη αναβάθμιση της μηχανής FMCG αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό επίτευγμα στον τομέα της παραγωγής και της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας του εργοστασίου. Η συγκεκριμένη ερευνητική μελέτη επικεντρώθηκε στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που μπορεί να προκύψουν σε μια επιχείρηση στον τομέα της βιομηχανίας FMCG όσον αφορά την αποτελεσματικότητα, την παραγωγικότητα και την προσαρμοστικότητα. Επιπλέον, ο αναγνώστης είναι πλέον σε θέση να καταλάβει τον τρόπο επιλογής ορισμένων εξαρτημάτων αναβάθμισης και τον ρόλο που αυτά θα διατελέσουν στο τελικό αποτέλεσμα. Μέσα από σχολαστική ανάλυση, στρατηγικό σχεδιασμό και επιμελή εφαρμογή, το έργο της αναβάθμισης έδειξε αξιοσημείωτα αποτελέσματα και συνέβαλε στη συνολική βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας της επιχείρησης.

Οι γνώσεις που αποκτήθηκαν από αυτή την αναβάθμιση υπογραμμίζουν τη σημασία της υιοθέτησης των τεχνολογικών προόδων και της επένδυσης σε πρωτοβουλίες συνεχούς βελτίωσης στον τομέα των FMCG. Η αναβαθμισμένη μηχανή παρουσίασε βελτιωμένες μετρήσεις απόδοσης, όπως αυξημένη παραγωγή κατά 11% και βελτιωμένη λειτουργική ευελιξία, ενώ ταυτόχρονα διατήρησε σε προηγούμενα επίπεδα τον χρόνο διακοπής της λειτουργίας και την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Τα θετικά αυτά αποτελέσματα μεταφράζονται άμεσα σε βελτιωμένη ικανοποίηση των ενδιαφερόμενων τμημάτων του εργοστασίου, μειωμένο κόστος παραγωγής και αυξημένη κερδοφορία για τον οργανισμό. Το έργο επίσης πέτυχε και δευτερογενείς στόχους όπως είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και ο αμεσότερος και ευκολότερος έλεγχος της μηχανής.

Επιπλέον, η επιτυχής αναβάθμιση της μηχανής FMCG έχει εκτεταμένες επιπτώσεις πέρα από το άμεσο αντικείμενο του έργου. Χρησιμεύει ως σημείο αναφοράς για μελλοντικές αναβαθμίσεις της επιχείρησης, εμπνέοντας ή ακόμα και οδηγώντας άλλα τμήματα να αναλάβουν παρόμοιες πρωτοβουλίες για τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής τους. Η γνώση που αποκτήθηκε από αυτό το έργο μπορεί να αξιοποιηθεί για την ενημέρωση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων, την καθιέρωση βέλτιστων πρακτικών και την προώθηση της καινοτομίας στον τομέα των μηχανών FMCG της επιχείρησης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ολοκλήρωση του έργου της αναβάθμισης κατέστη δυνατή με τη συνεργασία και τον συντονισμό διαφόρων εμπλεκόμενων φορέων από πολλούς τομείς της επιχείρησης. Η διεπιστημονική προσέγγιση, η οποία περιελάμβανε την τεχνογνωσία

μηχανικών, τεχνικών και προσωπικού της παραγωγής, εξασφάλισε την όσο το δυνατό απρόσκοπτη ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών, αποτελεσματικών προγραμμάτων εκπαίδευσης προσωπικού και αποτελεσματικών στρατηγικών διαχείρισης αλλαγών. Μεταξύ άλλων, αυτή η συνεργασία προώθησε περαιτέρω την κουλτούρα συνεχούς βελτίωσης και ανταλλαγής γνώσεων που υπάρχει στην επιχείρηση.

Ενώ το έργο της αναβάθμισης απέφερε εντυπωσιακά αποτελέσματα, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η βιομηχανία FMCG χαρακτηρίζεται από ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις και αλλαγές στις απαιτήσεις των καταναλωτών και των εμπλεκόμενων στην παραγωγή τμημάτων. Ήδη πριν από την τελική παράδοση του έργου, είχαν ξεκινήσει συζητήσεις για επιπλέον αύξηση της παραγωγικότητας της μηχανής λόγω αλλαγών στις προβλέψεις του προγράμματος παραγωγής των επόμενων ετών. Γίνεται κατανοητό, ότι η επιχειρησιακή αριστεία θα πρέπει να θεωρείται ως μια διαρκής διαδικασία και όχι ως μια μοναδική εκδήλωση όταν παρουσιαστεί η ανάγκη. Η συνεχής παρακολούθηση, οι περιοδικές αξιολογήσεις και οι τακτική ανατροφοδότηση είναι απαραίτητες για να διασφαλιστεί ότι το αναβαθμισμένο μηχάνημα παραμένει ευθυγραμμισμένο με τις απαιτήσεις της αγοράς και τους οργανωτικούς στόχους της επιχείρησης.

Συμπερασματικά, η επιτυχημένη αναβάθμιση της μηχανής FMCG αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ορόσημο στην επιδίωξη της λειτουργικής αριστείας της επιχείρησης. Αποτελεί παράδειγμα της δυνατότητας αξιοποίησης της τεχνολογίας, βελτιστοποίησης διαδικασιών και συνεργασίας για την αντιμετώπιση των προκλήσεων και την επίτευξη αξιοσημείωτων αποτελεσμάτων. Καθώς ο τομέας των FMCG συνεχίζει να εξελίσσεται, η υιοθέτηση μιας προορατικής προσέγγισης για την καινοτομία και τη βελτίωση θα είναι κρίσιμης σημασίας για τους οργανισμούς, οι οποίοι θα πρέπει να διατηρήσουν το ανταγωνιστικό τους πλεονέκτημα και να προσφέρουν ανώτερα προϊόντα και υπηρεσίες στην συνεχώς απαιτητική καταναλωτική βάση.

6. Βιβλιογραφία

- Automation, R. (2023, 4 19). Retrieved from Rockwell Automation: <https://www.rockwellautomation.com/en-pr/products/details.MPL-B430P-MK72AA.html>
- Automation, R. (2023, 5 2). *1769-L30ERM*. Retrieved from Rockwell Automation- Allen Bradley: <https://www.rockwellautomation.com/en-tr/products/details.1769-L30ERM.html>
- Automation, R. (2023, 4 23). *Cip Sync*. Retrieved from https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/at/ia-at003_-en-p.pdf
- Automation, R. (2023, 4 27). *Kinetix 5300 Servo Drives*. Retrieved from Rockwell Automation: <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/hardware/allen-bradley/motion-control/servo-drives/single-axis-control/kinetix-5300.html>
- Automation, R. (2023, 4 22). *Stratix 5700 Industrial Managed Ethernet Switches*. Retrieved from Rockwell Automation: <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/hardware/allen-bradley/network-security-and-infrastructure/ethernet-networks/stratix-5700-industrial.html>
- consultants, T. (2023, February 13). *How to Implement an Effective Integrated Business Planning Process into an FMCG Business*. Retrieved from [traceconsultants.com: https://www.traceconsultants.com.au/thinking/how-to-implement-an-effective-integrated-business-planning-process-into-an-fmcg-business](https://www.traceconsultants.com.au/thinking/how-to-implement-an-effective-integrated-business-planning-process-into-an-fmcg-business)
- Gumma, T. D. (2022, 5 8). *Amazing History of consumer goods culture all fmcg salesman should know world over*. Retrieved from Digital Gumma: <https://www.digitalgumma.com/amazing-history-of-consumer-goods-culture-all-fmcg-salesman-should-know-world-over/>
- Jain, S. (2023, 6 30). *How industry 4.0 revolution and new-age technologies are transforming the FMCG industry*. Retrieved from [timesofindia.com: https://timesofindia.indiatimes.com/blogs/voices/how-industry-4-0-revolution-and-new-age-technologies-are-transforming-the-fmcg-industry/](https://timesofindia.indiatimes.com/blogs/voices/how-industry-4-0-revolution-and-new-age-technologies-are-transforming-the-fmcg-industry/)
- Rockwell Automation. (2023, 5 2). Retrieved from Kinetix 5300 Feedback Connector Kit: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/in/2198-in023_-en-p.pdf
- SECURITIES, I. (2022, 10 20). *WHAT ARE THE FACTORS TO LOOK OUT FOR BEFORE INVESTING IN FMCG STOCKS?* Retrieved from [icidirect.com: https://www.icidirect.com/research/equity/finace/factor-to-look-out-before-investing-in-fmcg-stocks](https://www.icidirect.com/research/equity/finace/factor-to-look-out-before-investing-in-fmcg-stocks)
- Vaught, J. (2022). *A Complete List Of FMCG Categories*. Retrieved from SmashBrand: <https://www.smashbrand.com/articles/fmcg-categories/>