

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

**για αναβάθμιση τεχνικών και μηχανικών
στον τομέα των Μηχανικών Κατασκευών
και της Μηχανοτρονικής**

2021

Πίνακας περιεχομένων

ΜΕΡΟΣ 1 ΤΕΧΝΙΚΟΙ.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	Error! Bookmark not defined.
2. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	5
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	Error! Bookmark not defined.
4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	Error! Bookmark not defined.
4.1. Μάθημα 1 - Ηλεκτρισμός.....	7
4.2. Μάθημα 2 - Μηχανισμοί ηλεκτροκίνησης.....	10
4.3. Μάθημα 3 - Πνευματικά και ηλεκτρο-πνευματικά	13
4.4. Μάθημα 4 - Υδραυλική.....	17
4.5. Μάθημα 5 - Κενό και τεχνολογία κενού	21
4.6. Μάθημα 6 - Βελτιστη χρήση πεπιεσμένου αέρα.....	24
4.7. Μάθημα 7 - Λειτουργία μηχανών CNC	27
4.8. Μάθημα 8 - Λειτουργικό αυτοματοποιημένο σύστημα παραγωγής	32
ΜΕΡΟΣ 2 ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ.....	35
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	Error! Bookmark not defined.
2. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	Error! Bookmark not defined.
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	40
4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ	41
4.1. Μάθημα 1 - Βασικά σχήματα σε αυτοματοποιημένα πνευματικά συστήματα	41
4.2. Μάθημα 2 - Ενεργειακή απόδοση σε πνευματικά συστήματα.....	42
4.3. Μάθημα 3 - Υδραυλική, αναλογικά υδραυλικά.....	46
4.4. Μάθημα 4 - Ηλεκτρικοί κινητήρες, σύνθετοι ηλεκτροκινητήρες.....	52
4.5. Μάθημα 5 - Αυτοματοποιημένα κατασκευαστικά συστήματα.....	54
4.6. Μάθημα 6 - Διασφάλιση ποιότητας, ποιοτικός έλεγχος και δοκιμές.....	58
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</u>	63
ΕΝΤΥΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 1.....	63
ΕΝΤΥΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 2	64
ΕΝΤΥΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 3	65

ΜΕΡΟΣ 1 ΤΕΧΝΙΚΟΙ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν πρόγραμμα σπουδών είναι γραμμένο στα πλαίσια του έργου **allCUTE** του προγράμματος ERASMUS +. Έχει σχεδιαστεί για τη βελτίωση των τεχνικών και γενικών δεξιοτήτων των τεχνικών που απασχολούνται στον τομέα των *Μηχανικών Κατασκευών και της Μηχανοτρονικής* ως αποτέλεσμα της μεγάλης απαίτησης αναβάθμισης εκ μέρους των εργοδοτών, ώστε να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις της Βιομηχανίας 4.0.

Το πρόγραμμα σπουδών βασίζεται στα ευρήματα μιας έρευνας που πραγματοποιήθηκε μεταξύ 161 εταιρειών στον παραπάνω τομέα και καλύπτει τις ακόλουθες ευρωπαϊκές περιοχές:

- Γκάμπροβο, Βουλγαρία
- Πλοβντιβ, Βουλγαρία
- Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, Ελλάδα
- Πομορσκιε, Πολωνία
- Νις, Σερβία

Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας, τα ακόλουθα 8 μαθήματα για τεχνικούς έχουν αναγνωριστεί ως προτεραιότητα των εργοδοτών στον αντίστοιχο βιομηχανικό τομέα και υποστηρίζουν αυτό το πρόγραμμα σπουδών:

- Ηλεκτρισμός
- Μηχανισμοί ηλεκτροκίνησης
- Πνευματικά και ηλεκτρο-πνευματικά
- Υδραυλική
- Κενό και Τεχνολογία κενού
- Βέλτιστη χρήση πεπιεσμένου αέρα
- Λειτουργία μηχανών CNC
- Λειτουργικό αυτοματοποιημένο σύστημα παραγωγής

2. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το Πρόγραμμα Σπουδών βασίζεται στη συνδυασμένη μάθηση, όπου οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται πιο στρατηγικά. Το μέρος της ηλεκτρονικής μάθησης βασίζεται σε ανοιχτούς εκπαιδευτικούς πόρους - αυτο-μελέτη και των δύο, θεωρίας, έτσι ώστε οι εκπαιδευόμενοι να μπορούν να προετοιμαστούν εκ των προτέρων για τις παραδοσιακές τάξεις και της πρακτικής τους, έτσι ώστε οι εκπαιδευόμενοι να μπορούν να είναι καλύτερα προετοιμασμένοι για τις δουλειές τους μέσω του μαθαίνω κάνοντας σε θέσεις πραγματικής βιομηχανικής ζωής.

Το παραδοσιακό τμήμα της τάξης βασίζεται σε ενεργές τεχνικές μάθησης (με επίκεντρο τον εκπαιδευόμενο), όπως η αντίστροφη τάξη, η συνεργατική συναρμολόγηση, το σκέψου-συνεργάσου-μοιράσου, η μάθηση με βάση το πρόβλημα και το έργο κ.λπ. με την καθοδήγηση ενός εκπαιδευτικού ΕΕΚ. Μελετώντας εκ των προτέρων το υλικό, οι εκπαιδευόμενοι το συζητούν στην τάξη και επιλύουν προβλήματα με βάση αυτά που έχουν ήδη μάθει βελτιώνοντας έτσι την κριτική, αναλυτική και δημιουργική σκέψη τους, τα κίνητρα, την επικοινωνία, την επίλυση προβλημάτων, τις ψηφιακές δεξιότητες κ.λπ. Επιπλέον, λαμβάνουν υποστήριξη από ομοτίμους και διδάσκουν ο ένας τον άλλον. Ο εκπαιδευτικός ΕΕΚ είναι περισσότερο διαμεσολαβητής και όχι εκπαιδευτής και οι εκπαιδευόμενοι συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία μάθησης και όχι ως παθητικοί θεατές.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία διδασκαλίας αντικατοπτρίζει παγκόσμιες υπερσύγχρονες τεχνικές διδασκαλίας, όπως φαίνεται στο σχήμα 1 παρακάτω.



Σχήμα 1: Πυραμίδα Μάθησης

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τη διάρκεια του μαθήματος και τον τύπο και το εύρος των γνώσεων και δεξιοτήτων που θα αποκτηθούν, η μεθοδολογία αξιολόγησης βασίζεται σε 3 τεχνικές αξιολόγησης:

- Αντανάκλαση με εισαγωγή εγγράφου ενός λεπτού

Στο τέλος του μαθήματος, οι εκπαιδευόμενοι απαντούν σε ερωτήσεις που έθεσε ο δάσκαλος (έγγραφο ενός λεπτού) που τους ώθησε να προβληματιστούν σχετικά με το μάθημα της ημέρας.

Με την εφαρμογή αυτής της τεχνικής αξιολόγησης, αφενός ο δάσκαλος λαμβάνει χρήσιμα σχόλια σχετικά με το πώς προχωρά κάθε εκπαιδευόμενος και ποιες δυσκολίες αντιμετωπίζει και αφετέρου οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν τις εγκάρσιες δεξιότητές τους για να προβληματιστούν, να αναλύσουν και να αυτοαξιολογήσουν την απόδοσή τους.

- Παρατήρηση εισάγοντας Λίστα ελέγχου απόδοσης

Στο τέλος του μαθήματος ο εκπαιδευτής συμπληρώνει τη Λίστα ελέγχου απόδοσης που αναφέρει συγκεκριμένα κριτήρια και επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να συλλέξουν πληροφορίες και να κρίνουν τι γνωρίζουν και μπορούν να κάνουν οι εκπαιδευόμενοι σε σχέση με τα μαθησιακά αποτελέσματα που έχουν τεθεί. Επιπλέον, προσφέρει συστηματικούς τρόπους συλλογής δεδομένων σχετικά με συγκεκριμένες συμπεριφορές, γνώσεις και δεξιότητες.

- Έργο μικρής κλίμακας

Μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος, οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να αναπτύξουν σε ζεύγη ένα έργο μικρής κλίμακας σε μορφή παρουσίασης Power Point. Δουλεύοντας σε ένα μικρό έργο, οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ευκαιρία να δείξουν σε ποιο βαθμό έχουν βελτιώσει την τεχνική τους εμπειρία, να αναπτύξουν εγκάρσιες δεξιότητες, όπως ομαδική εργασία, επικοινωνία, επίλυση προβλημάτων, κριτική σκέψη κ.λπ. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, μπορούν επίσης να ενισχυθούν οι ψηφιακές τους ικανότητες.

Όπου ένα έργο μικρής κλίμακας δεν είναι κατάλληλο, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τεστ για την αξιολόγηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων των εκπαιδευόμενων.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

4.1. Μάθημα 1 - Ηλεκτρισμός

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 3 - 4 ημέρες

Ακαδημαϊκές ώρες : 20 (8 ώρες θεωρία + 12 ώρες πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος :

Το εκπαιδευτικό μάθημα για τον ηλεκτρισμό παρέχει μια θεμελιώδη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της ηλεκτρικής ενέργειας σε εμπορικά και βιομηχανικά περιβάλλοντα. Περιλαμβάνει πρακτική βελτίωση ηλεκτρικών δεξιοτήτων και έχει σχεδιαστεί για να εκπαιδεύει τεχνικούς συντήρησης και άλλο προσωπικό που εργάζεται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και εμπορικά κτίρια.

Σε αυτό το μάθημα, οι εκπαιδευόμενοι βυθίζονται σε πρακτικά, πραγματικά παραδείγματα. Θα μάθουν πώς να χρησιμοποιούν ηλεκτρικό εξοπλισμό δοκιμών στις καθημερινές τους εργασίες πριν προχωρήσουν σε μια εις βάθος συζήτηση σχετικά με τα κύρια ηλεκτρικά εξαρτήματα, πού και πώς λειτουργούν αυτά τα ηλεκτρικά εξαρτήματα και τους σκοπούς τους στα ηλεκτρικά συστήματα. Ο στόχος αυτού του βασικού μαθήματος ηλεκτρικής κατάρτισης είναι να διδάξει στους εκπαιδευόμενους πώς να μειώσουν το χρόνο διακοπής του ηλεκτρικού εξοπλισμού, να βελτιώσουν τη συνολική απόδοση και ασφάλεια και να διορθώσουν προβλήματα που δεν μπόρεσαν να λύσουν μόνοι τους.

Μαθησιακά αποτελέσματα μαθήματος:

- Απόκτηση δεξιοτήτων στην χρήση ηλεκτρικών συσκευών μέτρησης.
- Υπολογισμός σύνθετης αντίστασης, φαινομενικής, ενεργής και άεργης ισχύος και συντελεστή ισχύος σε μονοφασικό κύκλωμα AC και διόρθωσης ενός παράγοντα ισχύος υστέρησης.
- Παρουσίαση των ηλεκτρικών κινδύνων και εφαρμογής βασικών ενεργειών για την αποφυγή μη ασφαλών συνθηκών εργασίας.
- Χρησιμοποίηση του νόμου του Ohm και χρησιμοποίηση του για την επίλυση προβλημάτων με ρεύμα, δυναμικό και αντίσταση σε κυκλώματα DC και AC.
- Χρησιμοποίηση πολυμέτρων, βαττόμετρα, γεφυρών Wheatstone, παλμογράφων κ.λπ. για την μέτρηση ηλεκτρικών ποσοτήτων και την επίλυση ηλεκτρικών προβλημάτων.
- Παρουσίαση παραδειγμάτων χρήσης και πλεονεκτημάτων τριφασικής ισχύος

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.): PC – personal computer, MS Office (Word, Excel, PowerPoint), Multimeter, oscilator, resistors, capacitors, electrical motors, thermal camera etc

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
T1 - Εισαγωγή στην ηλεκτρική ενέργεια 1.1 Τι είναι η ηλεκτρική ενέργεια 1.2 Πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια 1.3 Πώς χρησιμοποιείται η ηλεκτρική ενέργεια	Εκμάθηση των βασικών γνώσεων σχετικά με την ηλεκτρική ενέργεια
T2 - Ηλεκτρική αντίσταση 2.1 Τι είναι η ηλεκτρική αντίσταση; 2.2 Ορισμός 2.3 Μονάδες και μέτρηση αντίστασης	Μέτρηση της αντίστασης
T3 - Τάση 3.1 Τι είναι η τάση 3.2 Μέτρηση τάσης	Μέτρηση της τάσης
T4 - Ηλεκτρικό ρεύμα 4.1 AC εναντίον DC 4.2 Μέτρηση ρεύματος	Μέτρηση της ρεύματος
T5 - Επαγωγείς	Εκμάθηση της θεωρίας για το πηνίο
T6 - Πυκνωτές 6.1 Πυκνωτής 6.2 Φόρτιση και εκφόρτιση πυκνωτή 6.3 Παροδική συμπεριφορά του πυκνωτή	Εκμάθηση μέτρησης πυκνωτή
T7 - Παλμογράφος 7.1 Περιγραφή του παλμογράφου 7.2 Μέτρηση σχήματος κυματομορφής (γράφημα τάσης με την πάροδο του χρόνου) 7.3 Μέτρηση πλάτους και συχνότητας ενός σήματος 7.4 Ανίχνευση βλαβών και θορύβου σε ένα	Εκμάθηση λειτουργίας και μέτρησης ποσοτήτων με παλμογράφο

σήμα	
T8 - Τριφασικό κύκλωμα 8.1 Ηλεκτρική ισχύς μιας και τριών φάσεων ενεργούς αντιδραστικής ισχύος	Κατανόηση τριφασικών κυκλωμάτων
T9 - Θερμογραφικός έλεγχος ηλεκτρικού εξοπλισμού. 9.1 Πώς λειτουργεί η θερμογραφία; 9.2 Πώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί η θερμογραφία για επιθεώρηση ηλεκτρικού εξοπλισμού; 9.3 Ποια είναι τα οφέλη της θερμογραφικής επιθεώρησης; 9.4 Ποιος μπορεί να εκτελέσει θερμογραφικές επιθεωρήσεις; 9.5 Πότε απαιτείται θερμογραφική σάρωση;	Εύρεση σφαλμάτων σε ηλεκτρικό εξοπλισμό
T10 - Ηλεκτρική ασφάλεια	Προφυλάξεις ασφαλείας για το ηλεκτρικό σύστημα

Προτεινόμενοι πόροι μελέτης:

1. JONES, Ray A.; JONES, Ray; JONES, Jane G. *Electrical safety in the workplace*. Jones & Bartlett Learning, 2000.
2. Bird, John. *Electrical circuit theory and technology*. Routledge, 2014.
3. Alexander, Charles K. *Fundamentals of electric circuits*. McGraw-Hill, 2009.
4. <https://www.fluke.com/en-us/learn/blog/thermal-imaging/electrical-systems>
5. Κολλιόπουλος Νίκος, *Βασική ηλεκτρολογία*, εκδ. Ίων, 2001
6. Γιάννης Β. Γκαρούτσος, *Ηλεκτροτεχνία II*, εκδ. SPIN, 2008
7. Ε. Παπαδημητράκη-Χλίλια, *Ηλεκτρισμός*, εκδ. ΖΗΤΗ, 1995
8. Πακτίτης Α. Σ., *Ταλαντωτές*, εκδ. Ίων, 1998
9. Βοβός Α. Ν. & Γιαννακόπουλος Γ., *Ανάλυση κυκλωμάτων ισχύος*, εκδ. Ζήτη, 2020
10. Χριστοδούλου, Χ., Φώτης, Γ., Οικονόμου, Λ., *Υψηλές τάσεις*, εκδ. Τζιόλα, 2016

4.2. Μάθημα 2 - Μηχανισμοί ηλεκτροκίνησης

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 5 ημέρες

Ακαδημαϊκές ώρες: 30 (15 θεωρία + 15 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Αυτό το μάθημα στοχεύει στην απόκτηση θεωρητικών και πρακτικών δεξιοτήτων στον τομέα των ηλεκτρικών οδηγών. Από αυτή την άποψη, μετά από μια σύντομη επισκόπηση των βασικών εννοιών της ηλεκτρολογίας, συζητούνται οι πιο δημοφιλείς τύποι ηλεκτροκινητήρων και μετατροπέων. Μετά την απόκτηση των σχετικών γνώσεων, ξεκινά το επόμενο στάδιο που σχετίζεται με τη μελέτη των ευρύτερα χρησιμοποιημένων σερβόδισκων μεταβλητής συχνότητας.

Μαθησιακά αποτελέσματα μαθήματος:

Αφού παρακολουθήσουν το μάθημα, οι συμμετέχοντες θα μπορούν να προβούν σε:

- καθορισμό τύπων και εξαρτημάτων μετατροπέα ακολουθώντας την κατεύθυνση μεταφοράς ενέργειας
- ορισμό της κατάλληλης μεθόδου ελέγχου, σύμφωνα με τους σχετικούς μετατροπέις
- προσδιορισμό τύπων ηλεκτρικών κινητήρων ανάλογα με την κατασκευή τους και το δίκτυο.
- επιλογή της κατάλληλης ηλεκτρικής μονάδας σύμφωνα με το σχετικό σύστημα.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.):

Ηλεκτρικός πάγκος δοκιμών και πάγκος κινητήρα, Προσωπικός υπολογιστής, λογισμικό προσομοίωσης LTspice, MS Office

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
Τ1. Βασικές έννοιες της ηλεκτρολογίας - Ηλεκτρικό κύκλωμα - Συντονισμός - Ισχύς σε ηλεκτρικό κύκλωμα - Ημιαγωγοί	Επίλυση πρακτικών προβλημάτων στο πεδίο της ηλεκτρολογίας

<p>T2. Ανορθωτές και φίλτρα</p> <ul style="list-style-type: none"> - ανορθωτές με ενεργά φορτία - ανορθωτές με επαγωγικό ή χωρητικό φορτίο - παθητικά φίλτρα 	<p>Μελέτη βασικών συστημάτων ανορθωτή διόδων και συναφών φίλτρων εξομάλυνσης</p>
<p>T3. Μετατροπείς ισχύος</p> <ul style="list-style-type: none"> - αντιστροφείς - μετατροπείς DC-DC 	<p>Ανάλυση διαφορετικών τύπων μετατροπέων ισχύος</p>
<p>T4. Έλεγχος σταθερών και μεταβλητών συχνοτήτων</p> <ul style="list-style-type: none"> - Διαμόρφωση πλάτους παλμού (PWM) - Έλεγχος αλλαγής φάσης 	<p>Δημιουργία PWM και μετατόπισης φάσεων με χρήση μικροελεγκτή</p>
<p>T5. Κινητήρες D.C.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Παραγωγή ροπής - Κινητήρες παράλληλοι, σε σειρά και μικτοί 	<p>Ανάλυση της συμπεριφοράς των κινητήρων DC υπό φορτίο</p>
<p>T6. Επαγωγικοί κινητήρες</p> <ul style="list-style-type: none"> - Το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο - Παραγωγή ροπής Μονοφασικοί επαγωγικοί κινητήρες - Τριφασικοί κινητήρες επαγωγής 	<p>Δοκιμή τριφασικού επαγωγικού κινητήρα</p>
<p>T7. Βηματικοί κινητήρες</p> <ul style="list-style-type: none"> - Εισαγωγή - Αρχή της λειτουργίας του κινητήρα 	<p>Απόκτηση εμπειρίας με έλεγχο με βηματικό κινητήρα</p>
<p>T8. Μηχανισμοί ηλεκτροκίνησης</p> <ul style="list-style-type: none"> - Βασικές έννοιες - Βασικά στοιχεία - Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα 	<p>Προσδιορισμός των βασικών εξαρτημάτων ενός ηλεκτρικού συστήματος κίνησης</p>
<p>T9. Μονάδες μεταβλητής συχνότητας (VFD) - Εισαγωγή</p> <ul style="list-style-type: none"> - Εφαρμογή - Έλεγχος 	<p>Εκτέλεση ελέγχου ταχύτητας κινητήρα χρησιμοποιώντας VFD</p>
<p>T10. Σερβομηχανισμοί</p>	<p>Ανάλυση συστήματος σερβομηχανισμού</p>

<ul style="list-style-type: none">- Εισαγωγή- Εφαρμογή- Έλεγχος	
---	--

Προτεινόμενοι πόροι μελέτης:

- [1] Dokic, B. and Blanusa, B., *Power electronics converters and regulators*. 3th ed. Switzerland: Springer International Publishing, 2015
- [2] Mohan, N. , *Power electronics*. New Jersey: Hoboken , 2011
- [3] Hughes, A., *Electric Motors and Drives. Fundamentals, Types and Applications*, 3th ed., Elsevier, 2006
- [4] Meade, Russell L., *Κυκλώματα συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος*, εκδ. Ίων, 1999
- [5] Μαλατέστας Π., *Ηλεκτρική κίνηση*, 3^η έκδοση, εκδ. Τζιόλα, 2010
- [6] Μανιας Σ. *Ηλεκτρική κίνηση*, εκδ. Τζιόλα, 2002
- [7] Charman Stephen J., Θεοδοουλίδης Θ. (επιμέλεια), “*Ηλεκτρικές μηχανές ac-dc*”, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε., 5η έκδοση 2019
- [8] Χρήστος Μαδεμλής, “*Σερβοκινητήρια συστήματα*”, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Α. ΤΖΙΟΛΑ & ΥΙΟΙ Α.Ε., 1η έκδοση 2010

4.3. Μάθημα 3 - Πνευματικά και ηλεκτρο-πνευματικά

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 3- 4 ημέρες

Ακαδημαϊκές ώρες: 24 (12 θεωρία + 12 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Αυτό το μάθημα εισάγει τους χρήστες στις βασικές αρχές, τους νόμους και τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε πνευματικά και ηλεκτρο-πνευματικά συστήματα. Καλύπτει τους τύπους, τις αρχές λειτουργίας και τα σύμβολα για τα διάφορα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Μαθησιακά αποτελέσματα: Μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος, οι συμμετέχοντες θα μπορούν:

- Να κατανοήσουν τα χαρακτηριστικά, την παραγωγή και την προετοιμασία του αέρα
- Να έχουν μια βάση γνώσεων για τα κύρια στοιχεία των πνευματικών συστημάτων και τις λειτουργίες και τα σύμβολα τους
- Να εντοπίσουν διάφορα σχηματικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται στα πνευματικά, να σχεδιάσουν ένα βασικό πνευματικό συμβολικό σχέδιο από μια δεδομένη απαίτηση.
- Να εντοπίσουν, να επιθεωρήσουν, να ρυθμίσουν και να αντικαταστήσουν ένα ευρύ φάσμα εργαλείων πνευματικών αυτοματισμών - πνευματικές βαλβίδες, ενεργοποιητές, λαβές, λογικά στοιχεία αισθητήρων εγγύτητας, ρελέ, χρονοδιακόπτες, έλεγχοι ροής κ.λπ.
- να γνωρίζουν και να εφαρμόζουν βασικά σχήματα σε πνευματικούς χειριστές σε αυτοματοποιημένα συστήματα
- να καταλάβουν πώς τα PLC διασυνδέονται και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των πνευματικών συστημάτων.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λ.π.): Λογισμικό σχεδίασης πνευματικών κυκλωμάτων (για εκπαίδευση). Λογισμικό προγραμματισμού PLC (για εκπαίδευση)

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
T1. Θεωρητικά βασικά. Διαστάσεις. Πίεση και ροή. Ιδιότητες αερίων. Νόμοι αερίων. Υγρασία. Μέθοδοι μέτρησης.	- Σχέση μεταξύ πίεσης, όγκου και θερμοκρασίας για ένα ιδανικό αέριο.
T2. Παραγωγή πεπιεσμένου αέρα. Παλινδρομικοί συμπιεστές. Κοχλιωτοί συμπιεστές. Δέκτες πίεσης. Ξήρανση πεπιεσμένου αέρα. Διαχωριστές νερού. Σύμβολα. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και συνθήκες στην εφαρμογή των κύριων στοιχείων ανάλογα με τον τύπο παραγωγής πεπιεσμένου αέρα.	- Διαστασιολόγηση πνευματικών συστημάτων
T3. Προετοιμασία πεπιεσμένου αέρα. Φίλτρα Ρυθμιστές πίεσης. Λίπανση πεπιεσμένου αέρα. Συγκροτήματα για την προετοιμασία πεπιεσμένου αέρα.	- Υπολογισμός διαμέτρου αγωγού.
T4. Πνευματικοί ενεργοποιητές. Κύλινδροι (μονής - διπλής δράσης). Τύποι κυλίνδρων. Πνευματικές λαβές. - Σύμβολα - Αισθητήρες - Σύγκριση με υδραυλικούς κυλίνδρους - Εντοπισμός ελαττωμάτων και αφαίρεσή τους	- Υπολογισμός της ταχύτητας διαδρομής ενός κυλίνδρου
T5. Αισθητήρες για πνευματικούς κυλίνδρους. Κύρια χαρακτηριστικά. Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και συνθήκες εφαρμογής.	- Εργαστείτε πάνω σε ένα σχήμα ή μεταγλωττίστε ένα
T6. Πνευματικές βαλβίδες. Τύποι βαλβίδων. Βαλβίδες χειρός, μηχανικές βαλβίδες, βαλβίδες με αέρα. Βαλβίδες άμεσης ενεργοποίησης και ενεργοποίησης πιλότου. Σωληνοειδής βαλβίδες. Σύμβολα.	
T7. Στοιχεία για τη ρύθμιση της ροής, χρονοδιακόπτες, λογικά στοιχεία. Ελεγχος βαλβίδων, ρυθμιστών ταχύτητας, βαλβίδων ταχείας ανακούφισης, ομαλών εκκινήτων κ.λ.π.	

<p>T8. Πνευματικά και μηχανικά ελεγχόμενα κυκλώματα. Έλεγχος κυλίνδρου απλής δράσης. Έλεγχος κυλίνδρου διπλής δράσης. Έλεγχος κύκλου κυλίνδρου απλής δράσης. Έλεγχος κύκλου κυλίνδρου διπλής δράσης. Εύρεση σφαλμάτων σε πνευματικά κυκλώματα.</p>	
<p>T9. Ηλεκτροπνευματικός έλεγχος. Έλεγχος κυλίνδρου απλής δράσης. Έλεγχος κυλίνδρου διπλής δράσης. Βαλβίδα 5/3 - βασικό κύκλωμα. Έλεγχος κύκλου κυλίνδρου με αισθητήρα. Έλεγχος δύο κυλίνδρων διπλής δράσης με αισθητήρες. Εύρεση σφαλμάτων στα ηλεκτρο-πνευματικά κυκλώματα.</p>	
<p>T10. Μέθοδοι λύσεων ακολουθίας. Ακολουθία επαναλαμβανόμενων μοτίβων. Ακολουθία μη επαναλαμβανόμενων μοτίβων.</p>	
<p>T11. Έλεγχος πνευματικού κυκλώματος PLC. Προγραμματισμός, εφαρμογή και επαλήθευση προγραμμάτων.</p>	
<p>T12. Εφαρμογές πνευματικών στη συνεχή διαδικασία παραγωγής.</p>	<p>- Σχεδιασμός ηλεκτροπνευματικών συστημάτων</p>

Προτεινόμενες πηγές μελέτης:

1. Croser P., F. Ebel, Pneumatics, Basic Level, FeSTO Didactic GmbH & Co., Textbook TP 101 edition (January 1, 2002)
2. Jay F., Basic Pneumatics: An Introduction to Industrial Compressed Air Systems and Components, Revised Printing, Carolina Academic Press, 2013
3. <https://learnchannel-tv.com/pneumatics/basic-laws/>
4. <https://www.hydraulicspneumatics.com/technologies/cylinders-actuators/article/21885196/sensor-choices-for-pneumatic-cylinder-positioning>
5. Ρούτουλας Αθ. *Υδραυλικά -Πνευματικά Συστήματα και Εφαρμογές*, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική, 2008

6. Μιγάλης Γ. Σκαρπέτης - Φώτης Ν. Κουμπουλής, *Έλεγχος Υδραυλικών και Πνευματικών Συστημάτων*, ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΓΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΑΙ ΒΟΗΘΗΜΑΤΑ, 2016
7. Βελισσάρης Γ., *Πνευματικά συστήματα*, εκδ. ΙΩΝ, 1992
8. F.S. Chulz – Diere, *Πρακτική Πνευματικών Συστημάτων Ελέγχου*, μετάφραση Μ. Βούλγαρη, εκδ. ΕΤΕ, Αθήνα, 1992

4.4. Μάθημα 4 - Υδραυλική

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 3 - 4 ημέρες

Ακαδημαϊκές ώρες: 24 (12 θεωρία + 12 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Το μάθημα «υδραυλική» στοχεύει στην απόκτηση συστήματος γνώσης από τους εκπαιδευόμενους σχετικά με τη θεωρία, τους υπολογισμούς, το σχεδιασμό και τη λειτουργία στοιχείων και συστημάτων στον τομέα των μηχανισμών που βασίζονται σε υδραυλικά μηχανήματα από τη βιομηχανία. Τα θέματα των μελετών είναι: η δομή, οι αρχές λειτουργίας και τα χαρακτηριστικά των υδραυλικών μηχανών και στοιχείων καθώς και οι μέθοδοι σύνθεσης υδραυλικών συστημάτων οδήγησης και ελέγχου μηχανημάτων και εξοπλισμού. Δίνεται πρωταρχική προσοχή στους τρόπους διαχείρισης των χαρακτηριστικών δύναμης και ταχύτητας, προβλήματα που σχετίζονται με την πραγματοποίηση του κύκλου, συγχρονισμό κ.λπ., λειτουργία, τεχνικές δυσκολίες και αντιμετώπιση προβλημάτων υδραυλικών συστημάτων.

Μαθησιακά αποτελέσματα: Στο τέλος του μαθήματος οι εκπαιδευόμενοι θα γνωρίζουν τις αρχές λειτουργίας και τους τύπους των υδραυλικών συστημάτων. Θα είναι σε θέση να προσδιορίσουν τι είναι η δύναμη ρευστού και θα γνωρίζουν πού εφαρμόζεται. Θα γνωρίζουν ποια είναι τα βασικά συστατικά των συστημάτων υγρών και ποιοι είναι οι τρόποι για τη σωστή και αξιόπιστη λειτουργία των υδραυλικών συστημάτων. Θα είναι σε θέση να συνθέσουν τα υδραυλικά τους συστήματα και να καθορίσουν σωστά τους τρόπους λειτουργίας των υδραυλικών συστημάτων. Οι εκπαιδευόμενοι θα είναι εξοικειωμένοι με τους τρόπους ελέγχου και ρύθμισης των υδραυλικών συστημάτων και την καθιέρωση αξιόπιστης και αποτελεσματικής λειτουργίας.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.: Υδραυλικός εξοπλισμός, Υπολογιστής, λογισμικό προσομοίωσης, MS Office

Topics Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
Τ1. Εισαγωγή στους υδραυλικούς κινητήρες. Δομή συστημάτων ογκομετρικών υγρών. Λειτουργική αρχή. Ταξινόμηση και εφαρμογή υδροηλεκτρικών συστημάτων. Σύμβολο των στοιχείων.	- Προετοιμασία υδραυλικού συστήματος σύμφωνα με ένα συγκεκριμένο σχήμα.

<p>T2. Βασικές παράμετροι των υδραυλικών δίσκων. Βασικοί υπολογισμοί. Σχέδιο εργασίας. Βασικοί υπολογισμοί - ταχύτητα, πίεση, δυνάμεις, ισχύς, ροή, τρύπα υπό όρους, αποδοτικότητα</p>	<p>- Βασικές παράμετροι υδραυλικών ηλεκτροκινητήρων</p>
<p>T3. Βαλβίδες πίεσης Στοιχεία για ρύθμιση πίεσης στα υδρο-συστήματα. Βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης με άμεσο και έμμεσο έλεγχο. Βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης σε συστήματα με υδραυλικό συσσωρευτή και μη ρυθμιζόμενη αντλία. Βαλβίδες μείωσης πίεσης. Για όλες τις βαλβίδες - αρχή λειτουργίας συσκευής, χαρακτηριστικά, ρύθμιση, επιλογή, θέση σύνδεσης με το σύστημα, σύμβολο.</p>	<p>- Δομή και αρχή λειτουργίας βαλβίδων ελέγχου πίεσης</p>
<p>T4. Βαλβίδες κατεύθυνσης ελέγχου Βαλβίδες κατευθυντικού ελέγχου - Στοιχεία συντονισμού στο σύστημα - κατασκευές, σκοπός, μέθοδοι ελέγχου, κύρια χαρακτηριστικά και παράμετροι, βασικά σχήματα, επιλογή και τόπος σύνδεσης στο σύστημα, σύμβολο Κατευθυντική βαλβίδα ελέγχου.</p>	<p>- Δομή, τεχνικός σχεδιασμός και αρχή λειτουργίας κατευθυντικών βαλβίδων ελέγχου</p>
<p>T5. Κύλινδροι. Υδραυλικοί κύλινδροι - δράση, τύποι, χαρακτηριστικά, επιλογή, σύνδεση στο σύστημα, απόσβεση. Κύλινδροι ισχύος για περιορισμένη περιστροφική κίνηση. Έμβολο και τηλεσκοπικοί κύλινδροι ισχύος. Χαρακτηριστικά εγκατάστασης κυλίνδρων ισχύος.</p>	<p>- Δομή, τεχνική μελέτη και αρχή λειτουργίας υδραυλικών κυλίνδρων</p>
<p>T6. Υδραυλικές συσκευές ελέγχου Υδραυλικές συσκευές για αναλογία ροής -</p>	<p>- Δομή, τεχνικός σχεδιασμός και αρχή λειτουργίας βαλβίδων πεταλούδας</p>

<p>διαίρετες ροής, πολλαπλές βαλβίδες. Αναλογικές συσκευές ελέγχου - αναλογικοί διανομείς, βαλβίδες και ρυθμιστές ροής. Βαλβίδες ελέγχου και τον μονόδρομο περιοριστή - ρυθμιζόμενες. Για όλα τα στοιχεία του θέματος - συσκευή, δράση, χαρακτηριστικά, επιλογή, τόπος συμπερίληψης στο σύστημα, σύμβολο</p>	
<p>T7. Στοιχεία ελέγχου ταχύτητας. Βαλβίδα ελέγχου ροής (περιοριστής) - τύποι, χαρακτηριστικά κατασκευής, λειτουργίας και εγκατάστασης. Βασικοί υπολογισμοί. Επιλογή. Ελάχιστη σταθερή ροή. Τοποθέτηση του περιοριστή στα υδροηλεκτρικά συστήματα. Ρύθμιση "εισόδου", "εξόδου" και στο παράλληλο κύκλωμα.</p>	<p>- Βοηθητικά στοιχεία σε υδραυλικά συστήματα</p>
<p>T8. Βαλβίδα ελέγχου μεταβλητής ροής Βαλβίδες αμφίδρομης ροής - αρχή λειτουργίας, χαρακτηριστικά, επιλογή, θέση του ρυθμιστή στο υδραυλικό σύστημα. Βαλβίδες ελέγχου ροής τριών κατευθύνσεων. Ενεργειακή επίδραση</p>	<p>- Η εύρεση του τρόπου με τον οποίο ο ρυθμός ροής που ρυθμίζεται στη βαλβίδα ρύθμισης ροής γίνεται ανεξάρτητος από τη συνολική διαφορά πίεσης.</p>
<p>T9. Υγρά για υδρο-συστήματα Ιδιότητες πυκνότητας υγρών, συμπιεστότητας, ιξώδους κ.λπ.). Απαιτήσεις και επιλογή υγρού.</p>	<p>- Ιδιότητες υγρών</p>
<p>T10. Βασικά συστήματα υδροδότησης για πρόωση και έλεγχο Βασικά σχήματα σύνδεσης κυλίνδρων μονής και διπλής δράσης. Σχέδια οδήγησης ενός και περισσότερων κινητήρων. Σχέδια ρύθμισης της ταχύτητας ενός κυλίνδρου ισχύος. Συστήματα με</p>	<p>- Εμφάνιση σπηλαίωσης σε γραναζωτές αντλίες.</p>

<p>διαδοχική και σύγχρονη λειτουργία. Συστήματα συγχρονισμού.</p>	
---	--

Προτεινόμενες πηγές μελέτης:

- [1].Joseph H. Spurk, Nuri Aksel, Strömungslehre. Springer
- [2].R.S. Khurmi Textbook of Hydraulics, Fluid Mechanics and Hydraulic Machines, S Chand & Co, 1987
- [3].E. Totten, Victor J. De Negri. Handbook of hydraulic fluid technology CRC Press | 2012 | Second edition.
- [4].David H. Myszka, Machines & Mechanisms Applied Kinematic Analysis 4th Edition ISBN: 9780133464146, 0133464148. VitalSource
- [5].Dr. R. K. Bansal, A Textbook of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines Paperback, Laxmi Publications,2005, ISBN-10-8131808157
- [6].Sukumar Pati, Textbook of Fluid Mechanics & Hydraulic Machines, 1st Edition 1259006239 . 9781259006234, 2012
- [7].V. Sokolov, O. Krol, Installations Criterion of Deceleration Device in Volumetric Hydraulic Drive, Science Direct Procedia Engineering 206 (2017) 936–943
- [8].Τολίκας, Δημήτρης Κ., *Υδραυλικό Πλήγμα*, εκδ. Επίκεντρο, έκδοση 1^η, 2005
- [9].Τσακογιάννης, Ιωάννης Α., *Υδραυλική*, εκδ. Επίκεντρο, έκδοση 1η, 2005
- [10].Λιακόπουλος, Αντώνης, *Υδραυλική*, εκδ. Τζιόλα, έκδοση 1η, 2020
- [11].Οικονόμου Στ., *Τεχνική κατάρτιση υδραυλικών*, εκδ. ΓΣΕΒΒΕ – Ινστιτούτο Μικρών Επιχειρήσεων, 2014

4.5. Μάθημα 5 - Κενό και Τεχνολογία κενού

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 3 ημέρες

Ακαδημαϊκές ώρες: 18 (9 θεωρία + 9 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Αυτό το μάθημα εισάγει τους χρήστες στις βασικές αρχές, τους νόμους και τα στοιχεία της τεχνολογίας κενού που χρησιμοποιούνται στον αυτοματισμό. Καλύπτει τους τύπους, τις αρχές λειτουργίας και τα σύμβολα για τις διάφορες τεχνικές συσκευές που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Μαθησιακά αποτελέσματα μαθήματος: Με την ολοκλήρωση του μαθήματος, οι συμμετέχοντες θα μπορούν:

- Να κατανοήσουν τα χαρακτηριστικά, την παραγωγή και την προετοιμασία κενού πεπιεσμένου αέρα.
- να παρέχουν μια βάση γνώσης των κύριων συστατικών των συστημάτων κενού και των λειτουργιών και των συμβόλων τους ·
- να προσδιορίζουν διάφορα σχηματικά σύμβολα που χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία κενού, να σχεδιάζουν ένα βασικό σχηματικό σχέδιο από μια δεδομένη απαίτηση.
- να προβούν σε εντοπισμό, επιθεώρηση, ρύθμιση και αντικατάσταση ενός μεγάλου εύρους εργαλείων αυτοματισμού κενού - βαλβίδες, ενεργοποιητές, βεντούζες, αισθητήρες, ρελέ, χρονοδιακόπτες, έλεγχοι ροής κ.λπ.
- να σχεδιάζουν και να υπολογίζουν τις απαραίτητες παραμέτρους των συστημάτων κενού.
- να γνωρίζουν και να εφαρμόζουν βασικά σχήματα χειρισμών σε αυτοματοποιημένα συστήματα

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.):

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
Τ1. Βασικές θεωρητικές γνώσεις κενού. Εκφράσεις και μονάδες. Μέθοδοι μέτρησης. Ποιότητα κενού.	<ul style="list-style-type: none"> - Εφαρμογή κενού. Εισαγωγή στη θεωρία των αερίων. - Φαινόμενα απορρόφησης στο κενό.

	<ul style="list-style-type: none"> - Συμπύκνωση και εξάτμιση. - Φυσικές διεργασίες εν κενώ.
<p>T2. Παραγωγή κενού πεπιεσμένου αέρα. Τουρμπίνες κενού. Αντλίες μετατόπισης - αντλία εμβόλου, αντλία μεμβράνης, αντλία πτερυγίων, αντλία roots.</p> <p>Πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και συνθήκες στην εφαρμογή.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Κατασκευή, αρχές λειτουργίας και χαρακτηριστικά τεχνικών μέσων απόκτησης κενού.
<p>T3. Αντλίες εκτόξευσης με πεπιεσμένο αέρα. Εκτοξευτής ενός σταδίου. Εκτοξευτής πολλαπλών σταδίων. Εκτοξευτές με ενσωματωμένα στοιχεία ελέγχου. Μονάδες εξοικονόμησης ενέργειας.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Κατασκευή, αρχές λειτουργίας και χαρακτηριστικά. - Υποστήριξη επιλογής για εκτοξευτήρες κενού.
<p>T4. Συστήματα κενού για χειρισμό υλικών. Κεντρικό και αποκεντρωμένο σύστημα κενού. Στοιχεία προετοιμασίας - δεξαμενές, γραμμές τροφοδοσίας, ρυθμιστές κενού, φίλτρα, διαχωριστικά αποστράγγισης, μονάδες κενού για συστήματα εκτόξευσης και αντλίας κενού.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Αρχές λειτουργίας και κατασκευή ξεχωριστών εξαρτημάτων συστημάτων κενού
<p>T5. Αναρρόφηση (κενού). Τύποι, πλεονεκτήματα και περιορισμοί. Συστήματα νημάτων. Επιλογή αναρρόφησης. Αρθρωτές βεντούζες.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Προσδιορισμός δυνάμεων. - Επιλογή ανάλογα με την εφαρμογή, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και το υλικό εργασίας.
<p>T6. Αισθητήρες κενού και διακόπτες. Κύριες παράμετροι - έξοδος τρανζίστορ, επίπεδο κενού, υστέρηση κ.λπ.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Προσδιορισμός των κύριων παραμέτρων - Εύρος, έκταση, έξοδος τρανζίστορ, επίπεδο κενού, υστέρηση κ.λπ.
<p>T7. Βαλβίδες κενού - τύποι και λειτουργία. Βαλβίδες λειτουργίας, βαλβίδες κλεισίματος και βαλβίδες στεγανοποίησης. Βαλβίδες κενού για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Τύποι ελέγχου.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Προσδιορισμός της σωστής βαλβίδας κενού για τη συγκεκριμένη εφαρμογή.
<p>T8. Κυκλώματα υπό κενό, πνευματικά και ηλεκτροπνευματικά. Χρήση τεχνολογίας στην επιλογή και</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Εντοπισμός βλαβών και εξάλειψή τους.

τοποθέτηση εφαρμογών, χύτευση κενού, συγκράτηση κενού και στραγγαλισμός, συσκευασία και δοσολογία.	
T9. Κυκλώματα ελέγχου αναρρόφησης κενού. Καλιμπράρισμα στοιχείου ελέγχου κενού.	- Εντοπισμός βλαβών και εξάλειψή τους. - Λύσεις για την ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης πεπιεσμένου αέρα.
T10. Ολοκληρωμένες εφαρμογές με πνευματικούς οδηγούς.	- Ενσωμάτωση συσκευών που χρησιμοποιούν κενό σε πνευματικά κυκλώματα. - Έλεγχος εκτοξευτήρων κενού.
T11. Ηλεκτρονικοί ρυθμιστές κενού.	- Προσαρμογή λειτουργίας και παραμέτρων ηλεκτρονικών ρυθμιστών με αναλογική δράση.
T12. Χρήση κενού σε συνεχείς διαδικασίες παραγωγής - ξήρανση με πάγωμα, διήθηση, απόσταξη, εξοπλισμός δοκιμής κ.λ.π.	- Ειδικές απαιτήσεις και λύσεις.

Προτεινόμενοι πόροι μελέτης:

- [1].Akram H., A. Fasih, Selection criterion of gauges for vacuum measurements of systems with diverseranges”, Physics Procedia 32, 503-512, 2012.
- [2].Chambers A., Basic Vacuum Technology, 2nd edition, CRC Press, 1998
- [3].T. A. Delchar T., Vacuum Physics and Techniques, St Edmundsbury Press, UK, 1993
- [4].Jousten K., Handbook of Vacuum Technology, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2008
- [5].Umrath W. Fundamentals of Vacuum Technology, Cologne, 1998
- [6].Στεργιούδης Γ., Θέματα επιστήμης και τεχνολογίας του κενού I, εκδ. Ζυγός, 2008
- [7].Ηλιόπουλος Ε., Προχωρημένα Εργαστήρια Φυσικής I Τεχνικές Κενού, Copyright Πανεπιστήμιο Κρήτης, Έκδοση: 1.0. Ηράκλειο, 2014
- [8].B. Πέογλος, I. Ράπτης, Κ. Χριστοδουλίδης, Τεχνικές Πειραματικής Φυσικής, Η Τεχνική του Κενού, 2004
- [9].Μαλιώτης Γ., Αντλίες κενού, Εφαρμογές <http://www.metadosiischios.gr/article.php?ID=154>

4.6. Μάθημα 6 - Βέλτιστη χρήση πεπιεσμένου αέρα

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 4 ημέρες

Ακαδημαϊκές ώρες : 24 (12 θεωρία + 12 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος :

Το μάθημα εισάγει τις βασικές φυσικές πτυχές και την τεχνολογία παραγωγής και χρήσης πεπιεσμένου αέρα σε εργοστάσια παραγωγής. Λαμβάνονται υπόψη οι γενικές διατάξεις για το σχεδιασμό και την κατασκευή ενός πνευματικού συστήματος, τα βασικά του στοιχεία, τις ενεργειακές τιμές και την κατανάλωση καθενός από αυτά, την ισορροπία ενέργειας / εργασίας και τις αρχές αποτελεσματικότητας. Δίνεται προσοχή στα πιο σημαντικά προβλήματα υπό θεωρητικούς και πρακτικούς όρους, που σχετίζονται με τη χρήση, τη μεταφορά και τη συσσώρευση πεπιεσμένου αέρα, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος από επιβλαβείς επιπτώσεις που σχετίζονται με την παραγωγή και κατανάλωση πεπιεσμένου αέρα.

Μαθησιακά αποτελέσματα μαθήματος: Το μάθημα στοχεύει στην παροχή εξειδικευμένων γνώσεων σχετικά με τα κύρια προβλήματα των πνευματικών συστημάτων στην κατασκευή εγκαταστάσεων και λύσεων για ενεργειακή απόδοση. Τα προβλήματα που παρέχονται στο πρόγραμμα στοχεύουν στην περαιτέρω ανάπτυξη των γνώσεων στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης των πνευματικών συστημάτων και στην παροχή πρόσθετων πληροφοριών σχετικά με τις πιθανές ευκαιρίες για πραγματική εξοικονόμηση ενέργειας στην πράξη.

Μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος, οι συμμετέχοντες θα έχουν γνώσεις στους τομείς:

- δομή του πνευματικού συστήματος - ενεργοποιητές, στοιχεία φυσήματος κ.λπ.
- γνώση βασικών εννοιών και χαρακτηριστικών που καθορίζουν την ποιότητα του πεπιεσμένου αέρα, την αγωγιμότητα, την παροχή, τη διαρροή
- προσδιορισμός της ενεργειακής απόδοσης των στοιχείων του πνευματικού συστήματος
- βελτιστοποίηση ροής αέρα, ενεργειακή βελτιστοποίηση εφαρμογών φυσήματος, ενεργοποιητές κ.λπ., ενεργειακή βελτιστοποίηση συστημάτων κενού.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.):

Πνευματικός εξοπλισμός, Υπολογιστής, λογισμικό προσομοίωσης, MS Office

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
T1. Ενεργειακή απόδοση - ουσία, σκοπός και οφέλη της ενεργειακής απόδοσης	
T2. Δομή πνευματικού συστήματος	
T3. Μερικές ιδιότητες του πεπιεσμένου αέρα	
T4. Βασικά προβλήματα με τον πεπιεσμένο αέρα	
T5. Βασικές αιτίες απώλειας ενέργειας στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις	<ul style="list-style-type: none"> - Υπολογισμός της κατανάλωσης αέρα σε πνευματικό σύστημα - Διαστάσεις διαρροών και υπολογισμός των απωλειών από αυτές - Υπολογισμός της απώλειας ενέργειας σε συστήματα παροχής πεπιεσμένου αέρα
T6. Δυνατότητα εξοικονόμησης σε πνευματικά συστήματα στην παραγωγή αέρα. <ul style="list-style-type: none"> - Συμπιεστές - Δυναμικός έλεγχος στην παραγωγή αέρα. - Σκοποί και στόχοι του ελέγχου. 	<ul style="list-style-type: none"> - Υπολογισμός της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας ενός συμπιεστή, κόστος παραγόμενου αέρα - Υπολογισμός εξοικονόμησης κατά τη μείωση της πίεσης εξόδου του συμπιεστή
T7. Δυνατότητα εξοικονόμησης σε πνευματικά συστήματα κατά την προετοιμασία του αέρα	- Διερεύνηση της επίδρασης ενός φραγμένου φίλτρου
T8. Πιθανή εξοικονόμηση σε πνευματικά συστήματα για τη διανομή και παροχή αέρα	<ul style="list-style-type: none"> - Υπολογισμός της πτώσης πίεσης στην κύρια γραμμή - Υπολογισμός της πτώσης πίεσης στη γραμμή τροφοδοσίας

<p>T9. Πιθανή εξοικονόμηση σε συστήματα πεπιεσμένου αέρα στους καταναλωτές</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Μελέτη της επίδρασης της πίεσης εισόδου στην κατανάλωση πεπιεσμένου αέρα - Μέτρηση της πτώσης πίεσης σε διαφορετικά σχήματα καλωδίωσης χωρίς ενεργοποιητές - Μελέτη των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε εφαρμογές φυσήματος - Υπολογισμός της κατανάλωσης πνευματικής μονάδας με περισσότερους από έναν ενεργοποιητές - Έλεγχος ταχύτητας και πίεσης ενός διπλού κυλίνδρου διπλής δράσης μέσω συνδυασμένων ρυθμιστών εξοικονόμησης ενέργειας πίεσης και ροής
<p>T10. Ενεργειακή απόδοση σε συστήματα κενού</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ενεργειακή βελτιστοποίηση συστημάτων κενού
<p>T11. Παρακολούθηση και βελτιστοποίηση</p>	

Προτεινόμενοι πόροι μελέτης:

- [1].Harris P., O'Donnell G.E., Whelan T. (2012) Energy Efficiency in Pneumatic Production Systems: State of the Art and Future Directions. In: Dornfeld D., Linke B. (eds) Leveraging Technology for a Sustainable World. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29069-5_62
- [2].Modelon. Modeling of Pneumatic Systems (Tutorial for the Pneumatics Library), 2010
- [3].Shi, Y., Cai, M., Xu, W. et al. Methods to Evaluate and Measure Power of Pneumatic System and Their Applications. Chin. J. Mech. Eng. 32, 42 (2019). <https://doi.org/10.1186/s10033-019-0354-6>
- [4].Κυριακού,Π.(2016), Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Συστήματα Πεπιεσμένου Αέρα Επιλογή & Εγκατάσταση, Άτλας Κόπκο Ελλάς Α.Ε. Retrieved from http://www.cres.gr/motorchallenge/Praktika/pdf_synedriou/Compressed_air_systems.pdf
- [5]. Γιαννακόπουλος Κ., Πνευματικοί Αυτοματισμοί - Θεωρία & Πράξη, εκδ. Σταμούλη, 2002
- [6]. Αργυρόπουλος Η., Ο πεπιεσμένος αέρας και η εξοικονόμηση ενέργειας, εκδ. ΑΝΑΓΝΩΣΤΗΣ, 2011
- [7]. Τζιαφέρης Ν. – Κωνσταντινίδου Π., Επεξεργασία μαρμάρων με τη χρήση εργαλείων με πεπιεσμένο αέρα, εκδ. ΙΩΝ, 2000

4.7. Μάθημα 7 - Λειτουργικά μηχανήματα CNC

Διάρκεια μαθημάτων (ημέρες): 3 - 4

Ακαδημαϊκές ώρες: 24 (8 θεωρία + 16 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Ο στόχος αυτού του μαθήματος είναι να διδάξει άτομα με τεχνικό υπόβαθρο, πώς να προγραμματίζουν και να χειρίζονται μηχανές Αριθμητικού Ελέγχου Υπολογιστών (CNC), ιδιαίτερα τόνους και μηχανήματα φρεζαρίσματος. Αυτό το μάθημα γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ της κλασικής τεχνικής εκπαίδευσης στην βιομηχανοποίηση και των σύγχρονων τεχνικών παραγωγής με τη χρήση εργαλειομηχανών CNC. Οι μηχανές, οι μονάδες ελέγχου, τα συστήματα συντεταγμένων, τα ανταλλακτικά, τα υλικά, τα εργαλεία και άλλα σημαντικά στοιχεία ευέλικτου και προσαρμόσιμου τεχνολογικού συστήματος καλύπτονται και παρουσιάζονται σε αυτό το μάθημα. Το εγχειρίδιο και οι εντολές προγραμματισμού των μηχανών CNC περιλαμβάνεται στο πρόγραμμα σπουδών και η προσομοίωση και εκτέλεση λογισμικού CAM θα απλά θα παρουσιαστεί στους εκπαιδευόμενους. Κάθε ενότητα εκμάθησης θα έχει θεωρητικό και πρακτικό μέρος. Το θεωρητικό μέρος θα παρουσιάσει και θα εξηγήσει σημαντικές έννοιες, και στο πρακτικό μέρος οι εκπαιδευόμενοι θα εφαρμόσουν τις αποκτηθείσες γνώσεις για την επίλυση διαφορετικών προβλημάτων.

Η καθημερινή αξιολόγηση θα πραγματοποιείται στο τέλος κάθε ημέρας, προκειμένου να ελεγχθεί η γνώση που αποκτήθηκε. Η τελική αξιολόγηση θα πραγματοποιηθεί στο τέλος του μαθήματος, και επίσης, η ποιότητα του μαθήματος θα επικυρωθεί μέσω της αξιολόγησης του εκπαιδευόμενου υλικού και εκπαιδευτών.

Μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος, οι εκπαιδευόμενοι θα μπορούν να δημιουργήσουν ανεξάρτητα ένα πρόγραμμα για την κατασκευή εξαρτημάτων σε μηχανή τόνου ή φρεζαρίσματος.

Μαθησιακά αποτελέσματα μαθήματος:

- Γνωρίζει τις αρχές λειτουργίας και τα εξαρτήματα του μηχανήματος CNC.
- Σχεδιάζει και δημιουργεί κώδικα προγραμματισμού (ο λεγόμενος κωδικός G) για τον έλεγχο της λειτουργίας των μηχανών CNC.

- Δυνατότητα υλοποίησης τεχνολογικών διαδικασιών για μηχανική κατεργασία, χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες λειτουργίες της μονάδας ελέγχου.
- Καθορίζει τις παραμέτρους λειτουργίας / κατασκευής της τεχνολογικής διαδικασίας κατεργασίας.
- Δυνατότητα χρήσης προσομοιωτών για πρωτότυπο κώδικα (σε περίπτωση εφαρμοστέου προσομοιωτή)
- Επανασχεδιασμός του υπάρχοντος G-code.
- Καλή γνώση του συστήματος συντεταγμένων και των σημαντικών σημείων του μηχανήματος.
- Έχει την ικανότητα βαθμονόμησης και μέτρησης εργαλείου
- Εισαγωγικές γνώσεις για υπάρχοντα πακέτα λογισμικού CAM.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λ.π.): Υπολογιστής - προσωπικός υπολογιστής, λογισμικό προσομοίωσης CAM (για επίδειξη), προσομοιωτής κώδικα CNC, MS Office (Word, Excel, Power Point)

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
<p>T1 – Μηχανές CNC, εισαγωγή και αρχές εργασίας</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Εισαγωγή στις μηχανές CNC 2 Διαφορές μεταξύ κλασικών μηχανών και CNC 3 Ταξινόμηση συστημάτων CNC 4 Εξαρτήματα μηχανών CNC 5 Επισκόπηση των αριθμητικών μονάδων ελέγχου 6 Δομές δεδομένων και εισαγωγή δεδομένων 	<p>- Δημιουργία προγράμματος G-code για κατεργασία του εξαρτήματος σε τόρνο CNC</p>
<p>T2 - Έννοιες μηχανών ελέγχου CNC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Εισαγωγή στον έλεγχο CNC 2. Δομή και εξαρτήματα μονάδας ελέγχου CNC 3. Τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας ελέγχου CNC 	

<ol style="list-style-type: none"> 4. Λειτουργικά χαρακτηριστικά της μονάδας ελέγχου CNC 5. Εισαγωγή προγράμματος 6. Ανίχνευση σφαλμάτων προγράμματος 7. Βελτιστοποίηση προγράμματος 8. Συστήματα DNC 9. Προσαρμόσιμος έλεγχος 10. Ευέλικτα τεχνολογικά συστήματα 	
<p>T3 - Μέθοδοι προγραμματισμού συστήματος CNC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Χειροκίνητος προγραμματισμός 2. Εντολές προγραμματισμού 3. Προγραμματισμός συστήματος CAM CNC 	
<p>T4 – Ασφάλεια εργασίας</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Προσωπική συμπεριφορά 2. Ρούχα στο χώρο εργασίας 3. Συνολικοί κανονισμοί ασφαλείας 4. Πρακτικές ασφαλείας CNC 	
<p>T5 - Τεχνολογική προετοιμασία για κατεργασία CNC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Τεχνολογική προετοιμασία για την κατασκευή 2. Συστήματα συντεταγμένων και μηδενικά σημεία 3. Χαρακτηριστικά σημεία του συστήματος κατεργασίας 4. Διαστάσεις δοκιμίου 5. Ανάπτυξη της τεχνολογικής διαδικασίας 6. Διαμόρφωση του σχεδίου κατασκευής 7. Διαμόρφωση του σχεδίου σύσφιξης 	

<p>8. Ορισμός του σετ εργαλείου</p> <p>9. Ορισμός των παραμέτρων κοπής</p> <p>10. Σχεδιασμός διαδρομής και προσομοίωσης εργαλείου</p> <p>11. Επίδειξη της δημιουργίας τεχνολογικής διαδικασίας για τον τόρνο, και μηχανήματα φρεζαρίσματος - παραδείγματα εργασίας.</p>	
<p>T6 Δομή και σύνταξη G-code</p> <p>1. Δομή και σύνταξη προγράμματος</p> <p>2. Βασικές λειτουργίες G και M</p> <p>3. Άλλες εφαρμοστέες λειτουργίες</p> <p>4. Επίδειξη του κώδικα για τόρνο και μηχανή φρεζαρίσματος - παραδείγματα εργασίας.</p>	
<p>T7 – Καλιμπράρισμα εργαλείων και βελτιστοποίηση διαδρομής</p> <p>1. Διορθώσεις και προσαρμογές εργαλείων</p> <p>2. Ορισμός της διαδρομής εργαλείων</p>	
<p>T8 Εισαγωγή στο λογισμικό CAM</p> <p>1. Επίδειξη των διαφόρων λογισμικών CAM</p> <p>2. Προσομοίωση λογισμικού CAM για τη δημιουργία G-Code.</p>	
<p>T9 - Διαχείριση και εκτέλεση προγράμματος (Παράδειγμα κατάρτισης τόρνου)</p>	
<p>T10 - Διαχείριση και εκτέλεση προγράμματος (Παράδειγμα κατάρτισης φρέζας)</p>	
<p>T11 - Ανεξάρτητη εργασία με επίβλεψη και βοήθεια</p>	

Προτεινόμενες πηγές μελέτης:

- [1] Alan Overby, CNC Machining Handbook: Building, Programming, and Implementation Paperback, 2010, [Link](#)
- [2] Lorenzo Rausa, CNC 50 Hour Programming Course: (Second Edition / January 2018), [Link](#)
- [3] Σωτήρης Λ. Ομήρου, Τεχνολογία και προγραμματισμός εργαλειομηχανών CNC, εκδ. Κλειδάριθμος. έκδοση 1^η, 2018
- [4] Σκιττίδης Χ. Φιλήμων, Βασικές αρχές αριθμητικού ελέγχου και προγραμματισμός εργαλειομηχανών CNC, εκδ. Σύγχρονη Εκδοτική, 2000
- [5] Κεχαγιάς, Ι., Εργαλειομηχανές Ψηφιακής Καθοδήγησης. Εκδόσεις ΙΩΝ, 2009
- [6] Μπιλάλης, Ν. & Μαραβελάκης, Ε., Συστήματα CAD/CAM & Τρισδιάστατη Μοντελοποίηση, Εκδ. Κριτική, 2014

4.8. Μάθημα 8 - Λειτουργικό αυτοματοποιημένο σύστημα παραγωγής

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 3 -4

Ακαδημαϊκές ώρες: περίπου 24 (10 θεωρία + 14 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Ο στόχος του μαθήματος είναι να εξοικειωθούν οι συμμετέχοντες με βασικές έννοιες και ζητήματα στον τομέα της αυτοματοποίησης των διαδικασιών κατασκευής και των συστημάτων παραγωγής, λειτουργία και χειρισμό αυτοματοποιημένων συστημάτων παραγωγής· εφαρμογή ευέλικτων μέσων αυτοματισμού και ολοκλήρωσης τεχνολογικών διεργασιών, καθώς και συστημάτων υπολογιστών CAx που υποστηρίζουν την τεχνολογική προετοιμασία της παραγωγής· ένδειξη των τρεχουσών τάσεων και ανάπτυξη κατευθύνσεων σχετικά με τον αυτοματισμό των συστημάτων παραγωγής.

Μαθησιακά αποτελέσματα μαθήματος:

- εξοικείωση με βασικά θέματα και έννοιες στον τομέα της αυτοματοποίησης των διαδικασιών παραγωγής και των συστημάτων παραγωγής,
- παροχή δομημένης και σε βάθος γνώσης της λειτουργίας και του χειρισμού αυτοματοποιημένων συστημάτων παραγωγής χρησιμοποιώντας τα μέσα ευέλικτου αυτοματισμού και ολοκλήρωσης των τεχνολογικών διαδικασιών,
- παρουσίαση παραδειγμάτων μέσων και εργαλείων υπολογιστών που υποστηρίζουν την τεχνολογική προετοιμασία της παραγωγής,
- συζήτηση των αναπτυξιακών τάσεων στον αυτοματισμό των συστημάτων παραγωγής.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.):

CAD software – Inventor; CAM software – Edgcam; CAPP software – Preactor APS

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
T1. Αριθμητικά ελεγχόμενες εργαλειομηχανές.	- Προγραμματισμός μύλου CNC με χρήση

T2. Προγραμματισμός μερών σε αυτόματη λειτουργία.	αυξητικού προγραμματισμού G91 - Ασκήσεις CAD
T3. Παραδείγματα τεχνολογικών διαδικασιών που υποστηρίζονται από συστήματα CAM.	
T4. Προηγμένα συστήματα CAM.	
T5. Δομή προγραμμάτων ανταλλακτικών CNC.	
T6. Προγραμματισμός CNC – πρόσθετες λειτουργίες.	
T7. Περίληψη.	

Recommended reading resources:

- [1] Karkalos, N. E., Markopoulos, A. P., & Davim, J. P. (2019). *Computational Methods for Application in Industry 4.0*. Springer International Publishing.
- [2] Rawat, D. B., Brecher, C., Song, H., & Jeschke, S. (2017). *Industrial Internet of Things: Cybermanufacturing Systems*. Springer.
- [3] Gunal, Murat M. (Ed.) (2019). *Simulation for Industry 4.0 Past, Present, and Future Series: Springer Series in Advanced Manufacturing*.
- [4] Selected articles from the journals:

- *Journal of Manufacturing Systems, e.g.*

Deja, M., & Siemiatkowski, M. S. (2018). Machining process sequencing and machine assignment in generative feature-based CAPP for mill-turn parts. *Journal of Manufacturing Systems, 48*, 49-62.

- *Journal of Intelligent Manufacturing, e.g.*

Deja, M., & Siemiatkowski, M. S. (2013). Feature-based generation of machining process plans for optimised parts manufacture. *Journal of Intelligent Manufacturing, 24(4)*, 831-846.

- [5] Αντωνιάδης, Α.Θ., Μηχανουργική τεχνολογία –Β’ Κατεργασίες Κοπής, εκδ. Τζιόλα, 2011
- [6] Μπιλάλης, Ν., Μαραβελάκης, Ε., Συστήματα CAD/CAM και τρισδιάστατη μοντελοποίηση, 2^η έκδοση, εκδ. Κριτική, 2014
- [7] Κρανάς Γ. & Δασκαλόπουλος Ε., Βιομηχανικοί Αυτοματισμοί, εκδ. Ίων, 2005
- [8] Γιαννατσής Ι., Δεδούσης Β., Κανελλίδης Β., Σύγχρονες τεχνολογίες κατασκευής με τη βοήθεια Η/Υ, εκδ. ΣΕΑΒ, ΚΑΛΛΙΠΟΣ, 2015

ΜΕΡΟΣ 2 ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν πρόγραμμα σπουδών είναι γραμμένο στα πλαίσια του έργου **allCUTE** του προγράμματος ERASMUS +. Έχει σχεδιαστεί για τη βελτίωση των τεχνικών και γενικών δεξιοτήτων των μηχανικών που απασχολούνται στον τομέα των *Μηχανικών Κατασκευών και της Μηχανοτρονικής* ως αποτέλεσμα της μεγάλης απαίτησης αναβάθμισης εκ μέρους των εργοδοτών, ώστε να αντιμετωπίσει τις προκλήσεις της Βιομηχανίας 4.0.

Το πρόγραμμα σπουδών βασίζεται στα ευρήματα μιας έρευνας που πραγματοποιήθηκε μεταξύ 161 εταιρειών στον παραπάνω τομέα και καλύπτει τις ακόλουθες ευρωπαϊκές περιοχές:

- Γκάμπροβο, Βουλγαρία
- Πλοβντιβ, Βουλγαρία
- Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, Ελλάδα
- Πομορσκιε, Πολωνία
- Νις, Σερβία

Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας, τα ακόλουθα 6 μαθήματα για μηχανικούς έχουν αναγνωριστεί ως προτεραιότητα των εργοδοτών στον αντίστοιχο βιομηχανικό τομέα και υποστηρίζουν αυτό το πρόγραμμα σπουδών:

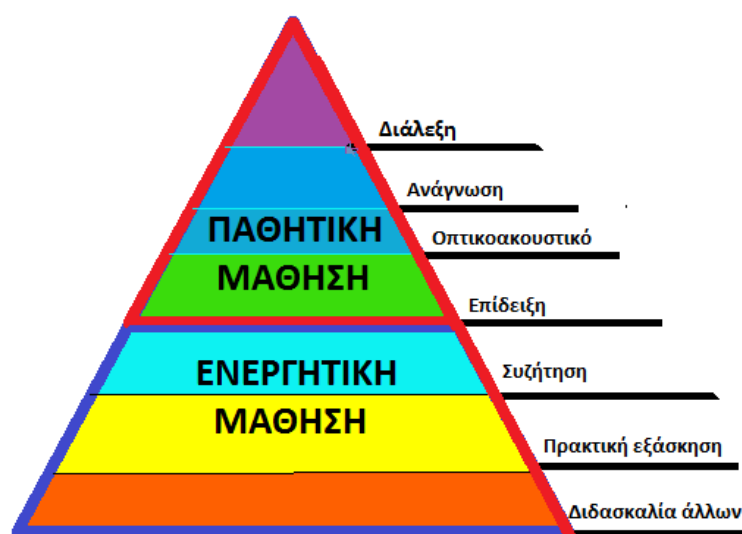
- Βασικά σχήματα σε αυτοματοποιημένα πνευματικά συστήματα
- Ενεργειακή απόδοση σε πνευματικά συστήματα
- Υδραυλική, αναλογικά υδραυλικά
- Ηλεκτρικοί κινητήρες και πολυσύνθετοι ηλεκτροκινητήρες
- Αυτοματοποιημένα συστήματα παραγωγής
- Διασφάλιση ποιότητας, ποιοτικός έλεγχος και δοκιμές.

2. ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το Πρόγραμμα Σπουδών βασίζεται στη συνδυασμένη μάθηση, όπου οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται πιο στρατηγικά. Το μέρος της ηλεκτρονικής μάθησης βασίζεται σε ανοιχτούς εκπαιδευτικούς πόρους - αυτο-μελέτη και των δύο, θεωρίας, έτσι ώστε οι εκπαιδευόμενοι να μπορούν να προετοιμαστούν εκ των προτέρων για τις παραδοσιακές τάξεις και της πρακτικής τους, έτσι ώστε οι εκπαιδευόμενοι να μπορούν να είναι καλύτερα προετοιμασμένοι για τις δουλειές τους μέσω του μαθαίνω κάνοντας σε θέσεις πραγματικής βιομηχανικής ζωής.

Το παραδοσιακό τμήμα της τάξης βασίζεται σε ενεργές τεχνικές μάθησης (με επίκεντρο τον εκπαιδευόμενο), όπως η αντίστροφη τάξη, η συνεργατική συναρμολόγηση, το σκέψου-συνεργάσου-μοιράσου, η μάθηση με βάση το πρόβλημα και το έργο κ.λπ. με την καθοδήγηση ενός εκπαιδευτικού ΕΕΚ. Μελετώντας εκ των προτέρων το υλικό, οι εκπαιδευόμενοι το συζητούν στην τάξη και επιλύουν προβλήματα με βάση αυτά που έχουν ήδη μάθει βελτιώνοντας έτσι την κριτική, αναλυτική και δημιουργική σκέψη τους, τα κίνητρα, την επικοινωνία, την επίλυση προβλημάτων, τις ψηφιακές δεξιότητες κ.λπ. Επιπλέον, λαμβάνουν υποστήριξη από ομοτίμους και διδάσκουν ο ένας τον άλλον. Ο εκπαιδευτικός ΕΕΚ είναι περισσότερο διαμεσολαβητής και όχι εκπαιδευτής και οι εκπαιδευόμενοι συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία μάθησης και όχι ως παθητικοί θεατές.

Η προτεινόμενη μεθοδολογία διδασκαλίας αντικατοπτρίζει παγκόσμιες υπερσύγχρονες τεχνικές διδασκαλίας, όπως φαίνεται στο σχήμα 1 παρακάτω.



Σχήμα 1: Μαθησιακή πυραμίδα

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τη διάρκεια του μαθήματος και τον τύπο και το εύρος των γνώσεων και δεξιοτήτων που θα αποκτηθούν, η μεθοδολογία αξιολόγησης βασίζεται σε 3 τεχνικές αξιολόγησης:

- Αντανάκλαση με εισαγωγή εγγράφου ενός λεπτού

Στο τέλος του μαθήματος, οι εκπαιδευόμενοι απαντούν σε ερωτήσεις που έθεσε ο δάσκαλος (έγγραφο ενός λεπτού) που τους ώθησε να προβληματιστούν σχετικά με το μάθημα της ημέρας.

Με την εφαρμογή αυτής της τεχνικής αξιολόγησης, αφενός ο δάσκαλος λαμβάνει χρήσιμα σχόλια σχετικά με το πώς προχωρά κάθε εκπαιδευόμενος και ποιες δυσκολίες αντιμετωπίζει και αφετέρου οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν τις εγκάρσιες δεξιότητές τους για να προβληματιστούν, να αναλύσουν και να αυτοαξιολογήσουν την απόδοσή τους.

- Παρατήρηση εισάγοντας Λίστα ελέγχου απόδοσης

Στο τέλος του μαθήματος ο εκπαιδευτής συμπληρώνει τη Λίστα ελέγχου απόδοσης που αναφέρει συγκεκριμένα κριτήρια και επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να συλλέξουν πληροφορίες και να κρίνουν τι γνωρίζουν και μπορούν να κάνουν οι εκπαιδευόμενοι σε σχέση με τα μαθησιακά αποτελέσματα που έχουν τεθεί. Επιπλέον, προσφέρει συστηματικούς τρόπους συλλογής δεδομένων σχετικά με συγκεκριμένες συμπεριφορές, γνώσεις και δεξιότητες.

- Έργο μικρής κλίμακας

Μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος, οι εκπαιδευόμενοι θα πρέπει να αναπτύξουν σε ζεύγη ένα έργο μικρής κλίμακας σε μορφή παρουσίασης Power Point. Δουλεύοντας σε ένα μικρό έργο, οι εκπαιδευόμενοι έχουν την ευκαιρία να δείξουν σε ποιο βαθμό έχουν βελτιώσει την τεχνική τους εμπειρία, να αναπτύξουν εγκάρσιες δεξιότητες, όπως ομαδική εργασία, επικοινωνία, επίλυση προβλημάτων, κριτική σκέψη κ.λπ. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, μπορούν επίσης να ενισχυθούν οι ψηφιακές τους ικανότητες.

Όπου ένα έργο μικρής κλίμακας δεν είναι κατάλληλο, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τεστ για την αξιολόγηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων των εκπαιδευόμενων.

4. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

4.1. Μάθημα 1 - Βασικά σχήματα σε αυτοματοποιημένα πνευματικά συστήματα

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 4 - 5

Ακαδημαϊκές ώρες : 30 (15 θεωρία + 15 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος :

Αυτό το μάθημα παρέχει στο προσωπικό συντήρησης τις δεξιότητες και τις γνώσεις που απαιτούνται για την εκτέλεση εργασιών συντήρησης σε πνευματικά και ηλεκτρο-πνευματικά συστήματα. Το μάθημα αναβαθμίζει τη γνώση των πνευματικών και ηλεκτρο-πνευματικών συστημάτων που αποκτήθηκαν από ένα βασικό επίπεδο. Μια πρακτική προσέγγιση εφαρμόζεται στο μάθημα. Η εκπαίδευση βασίζεται σε βιομηχανικά τυποποιημένα συστατικά που χρησιμοποιούνται ευρέως σε βιομηχανικά συστήματα.

Μαθησιακά αποτελέσματα μαθήματος:

- Υπολογισμός βασικών παραμέτρων στα στάδια παραγωγής πεπιεσμένου αέρα και σε τοπικούς σταθμούς ή χειριστές.
- Αξιολόγηση, χρησιμοποίηση και προσαρμογή διαφόρων αισθητήρων.
- Ανάπτυξη βασικών συστημάτων ελέγχου ακολουθίας.
- Αξιολόγηση, χρησιμοποίηση και προσαρμογή περιφερειακών όπως χρονοδιακόπτες, μετρητές, προγραμματιζόμενα ρελέ κ.λπ.
- Εφαρμογή ενός ελεγκτή με δράση εντολής σε συνδυασμό με έλεγχο ακολουθίας.
- Χρησιμοποίηση σχεδίων πνευματικών κυκλωμάτων ως βοήθημα στη συστηματική εύρεση σφαλμάτων.
- Πραγματοποίηση επισκευών σε πνευματικά συστήματα.
- Κατανόηση πώς συνδέονται τα PLC και χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των πνευματικών συστημάτων.
- Χρήση και ρύθμιση πνευματικών ενεργοποιητών και ρυθμιστών με αναλογικό έλεγχο.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.): Λογισμικό σχεδίασης πνευματικών κυκλωμάτων. Λογισμικό προγραμματισμού PLC.

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
T1. Βασικά βήματα για τον υπολογισμό και την επιλογή εξοπλισμού προετοιμασίας αέρα.	- Επιλογή αεροσυμπιεστή με βάση τις τιμές χωρητικότητας και πίεσης.
T2. Βασικά βήματα για την κατασκευή συστημάτων σωληνώσεων πεπιεσμένου αέρα.	
T3. Σχεδίαση πλήρων συστημάτων πνευματικού ελέγχου.	- Υπολογίστε την απαιτούμενη αγωγιμότητα σε ένα σύστημα
T4. Σχεδιασμός πνευματικών και ηλεκτρο-πνευματικών κυκλωμάτων ελέγχου για μονάδες τροφοδοσίας.	
T5. Σχεδιασμός πνευματικών και ηλεκτρο-πνευματικών κυκλωμάτων ελέγχου με χρονοδιακόπτες.	- Έλεγχος ηλεκτροπνευματικού συστήματος
T6. Σχεδιασμός πνευματικών και ηλεκτρο-πνευματικών κυκλωμάτων ελέγχου με μετρητές.	- Ανάπτυξη βασικών κυκλωμάτων ελέγχου ακολουθίας με μετρητές (πνευματικούς και ηλεκτρονικούς).
T7. Σχεδιασμός πνευματικών και ηλεκτρο-πνευματικών κυκλωμάτων ελέγχου με προγραμματιζόμενο ρελέ πίεσης. Πολυλειτουργικοί πομποί πίεσης.	
T8. Σχεδιασμός πνευματικών και ηλεκτρο-πνευματικών κυκλωμάτων ελέγχου με λογικά στοιχεία.	
T9. Σχεδιασμός πνευματικών και ηλεκτρο-πνευματικών κυκλωμάτων ελέγχου με εξοπλισμό κενού.	
T10. Σχεδιασμός πνευματικών κυκλωμάτων με	- Έλεγχος στάθμης δεξαμενής που βασίζεται σε

χρήση PLC.	PLC
T11. Ενεργοποιητές και θέσεις τοποθέτησης πνευματικών βαλβίδων. Αρχή λειτουργίας, παραμέτρων και εφαρμογών.	- Ρύθμιση πνευματικών ενεργοποιητών - διάφραγμα, βαλβίδα πεταλούδας και πτερύγιο. - Ρύθμιση θέσης - χαρακτηριστικά διαδρομής, ευαισθησία κ.λπ.
T12. Ηλεκτρονικοί ρυθμιστές πίεσης. Αρχή λειτουργίας, παραμέτρων και εφαρμογών.	Προσαρμογή λειτουργίας και παραμέτρων ηλεκτρονικών ρυθμιστών με αναλογική δράση.

Προτεινόμενοι πόροι μελέτης:

1. [Parambath J.](#), Pneumatic Systems and Circuits - Advanced Level (Pneumatic Book Series), 2020
2. Parr A., Hydraulics and Pneumatics , 3rd Edition, Butterworth-Heinemann, 2011
3. [Sivaraman I.](#), Pneumatics and Pneumatic Circuits, [Dr. Ilango Sivaraman](#), 2015
4. Turner I, Engineering Applications of Pneumatics and Hydraulics, Routledge, 2020
5. Γιαννακόπουλος Κ. Ε., Πνευματικοί Αυτοματισμοί, Θεωρία & Πράξη, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, 2002
6. Κωστόπουλος Θ. Ν., Υδραυλικά και Πνευματικά Συστήματα, Εκδόσεις Συμεών, 1999
7. Borelbach, K. H., Αυτοματισμοί ψηφιακού ελέγχου με SIMATIC S 5, εκδ. Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, 1996
8. Πανταζής Α. Νικόλαος, PLC, εκδ. Εκδοτικός Όμιλος Ίων, 1997

4.2. Μάθημα 2 - Ενεργειακή απόδοση σε πνευματικά συστήματα

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 4 - 5

Ακαδημαϊκές ώρες: 25 (10 ώρες θεωρία + 15 ώρες πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Ένα σύστημα ισχύος ρευστού είναι ένα σύστημα που μεταδίδει και ελέγχει την ενέργεια μέσω της χρήσης υγρού ή αερίου υπό πίεση. Στα Πνευματικά, αυτό το μέσο είναι ο αέρας. Αυτός προέρχεται φυσικά από την ατμόσφαιρα και μειώνεται ο όγκος από την συμπίεση, αυξάνοντας έτσι την πίεση του. Ο πεπιεσμένος αέρας χρησιμοποιείται κυρίως για να δουλεύει ενεργώντας σε ένα έμβολο - παράγοντας για παράδειγμα κάποια χρήσιμη κίνηση. Καθώς πολλές πτυχές της βιομηχανίας χρησιμοποιούν πεπιεσμένο αέρα, θεωρείται το γενικό πεδίο της βιομηχανικής πνευματικής. Η σωστή χρήση του πνευματικού ελέγχου απαιτεί επαρκή γνώση των πνευματικών στοιχείων και τη δράση τους για να διασφαλιστεί η ενσωμάτωσή τους σε ένα αποτελεσματικό σύστημα εργασίας. Είναι πάντοτε ευθύνη του υπογράφοντος να πιστοποιεί την ασφάλεια σε όλες τις συνθήκες - συμπεριλαμβανομένης και της περίπτωσης αστοχίας. Όπως με οποιαδήποτε άλλη πηγή ενέργειας, ο πεπιεσμένος αέρας μπορεί να προκαλέσει ζημιά εάν δεν χρησιμοποιηθεί σωστά.

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αποτελεί προτεραιότητα σχεδόν σε κάθε μονάδα παραγωγής και βιομηχανική εγκατάσταση, καθώς καμία εταιρεία δεν έχει την οικονομική δυνατότητα να πετάξει χρήματα χρησιμοποιώντας μηχανήματα και διαδικασίες που σπαταλούν ενέργεια. Επειδή τα πνευματικά συστήματα χρησιμοποιούνται άφθονα σε όλη την παραγωγική διαδικασία και αντιπροσωπεύουν μεγάλο μέρος του κόστους ισχύος μιας εγκατάστασης, είναι εξαιρετικά σημαντικό να λειτουργούν αποδοτικά. Ευτυχώς, υπάρχουν τρόποι βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των πνευματικών συστημάτων χρησιμοποιώντας τακτικές που κυμαίνονται από καλύτερες μηχανολογικές αποφάσεις στο στάδιο του σχεδιασμού, έως τις ρυθμίσεις και τη συντήρηση σε υπάρχοντα συστήματα. Παρόλο που ο ηλεκτρονικός έλεγχος που χρησιμοποιεί προγραμματιζόμενο διαδοχέα ή άλλο λογικό ελεγκτή μπορεί να έχει βελτιωθεί, είναι ακόμη απαραίτητο να γνωρίζουμε τη βασική λειτουργία των πνευματικών εξαρτημάτων.

Αυτό το μάθημα προτείνει το ακόλουθο σχέδιο δράσης για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στα πνευματικά συστήματα:

- Αρχές ισχύος ρευστού, βασικά χαρακτηριστικά και βελτιστοποίηση πεπιεσμένου αέρα

- σωστά μεγέθη εξαρτημάτων σε πνευματικούς ενεργοποιητές, αισθητήρες και εξαρτήματα ελέγχου
- επίδραση της διαρροής, της τεχνητής ζήτησης και της ακατάλληλης χρήσης στην αποδοτικότητα του συστήματος
- βελτιστοποίηση πίεσης, πνευματικών κυκλωμάτων και συστημάτων
- έλεγχος για ευκαιρίες σε επίπεδο στοιχείων
- έλεγχος για ευκαιρίες σε επίπεδο ελέγχου συστήματος
- βελτιστοποίηση των συστημάτων ελέγχου στο σημείο χρήσης
- αποφυγή χρήσης υπερβολικής πίεσης και σχεδιασμός βελτιστοποιημένων πνευματικών συστημάτων
- συνέχιση να παρακολουθήσης και να βελτιστοποιήσης του συστήματος.

Μαθησιακά αποτελέσματα μαθήματος:

Μετά την ολοκλήρωση αυτού του μαθήματος, ο συμμετέχοντας θα μπορεί:

- Να μετρήσει την κατανάλωση αέρα διαφόρων πνευματικών εφαρμογών και της λειτουργίας του ηλεκτρικού πνευματικού κυκλώματος ισχύος.
- Να κατανοήσει και αξιολογήσει τη σχέση μεταξύ της κατανάλωσης και του κόστους των πηγών ενέργειας του πνευματικού συστήματος κατά τη διαδικασία
- Να βελτιώσει την απόδοση του συστήματος πεπιεσμένου αέρα.
- Να εφαρμόσει μέτρα αποδοτικότητας στην προετοιμασία και διανομή πεπιεσμένου αέρα
- Να εφαρμόσει μέτρα αποδοτικότητας στην κατανάλωση πεπιεσμένου αέρα
- Να διορθώσει τις αστοχίες που προκάλεσαν σπατάλη ενέργειας.
- Να εφαρμόσει μέτρα απόδοσης σε πνευματικά κυκλώματα, μηχανήματα και εξαρτήματα.
- Να επιλέξει αποδοτικά στοιχεία για διάφορες εφαρμογές.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία και λογισμικό):

Υπολογιστής - προσωπικός υπολογιστής, λογισμικό προσομοίωσης PneuCalc (για επίδειξη) ή λογισμικό Automation Studio 5.5 για σχεδιασμό, εκπαίδευση, συντήρηση και αντιμετώπιση προβλημάτων υδραυλικού και πνευματικού συστήματος, MS Office (Word, Excel, Power Point)

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
T1 1.1 Μείωση την πτώση πίεσης στο σύστημα διανομής 1.2 Αποφυγή ακατάλληλης χρήσης πεπιεσμένου αέρα.	- Υπολογίστε τη δύναμη του κυλίνδρου σε πνευματικά συστήματα - Υπολογίστε το έργο και την ενέργεια των πνευματικών συστημάτων
T2. Απενεργοποίηση ενέργειας κατά τη διακοπή λειτουργίας πνευματικών συστημάτων	
T3. Εμπλοκή του OEM στο σχεδιασμό πιο ενεργειακά αποδοτικών μηχανών και συστημάτων συμπιεστή αέρος.	
T4. Προσθήκη αισθητήρων σε υψηλής πίεσης και κατανάλωσης μηχανές και διαδικασίες.	
T5 5.1 Μείωση της διαρροής 5.2 Μείωση των διαρροών συστήματος αέρα.	
T6. Βελτιστοποίηση συστημάτων πεπιεσμένου αέρα.	
T7. Ενσωμάτωση κύκλωμάτων εξοικονόμησης αέρα όπου ενδείκνυται.	
T8. Η εξοικονόμηση ενέργειας ξεκινά στην κορυφή των οργανισμών και βασίζεται σε πλήρους περιεχομένου ομάδες.	

Προτεινόμενοι πόροι μελέτης:

1. <https://www.semanticscholar.org/paper/Analysis-of-the-Energy-Efficiency-of-a-Pneumatic-Yang-Tadano/900fdb305237bd818a244b9060a136d381be3434>
2. <https://www.semanticscholar.org/paper/Air-recovery-assessment-on-high-pressure-pneumatic-Trujillo-Gamez-Montero/9983842d395f396ce577cc8c2779e78753887421>

3. <https://www.semanticscholar.org/paper/Cost-effectiveness-of-restoring-energy-in-execution-Blagojevic-Seslija/ba33382d0d71757134dac756dd4773414c626f8f>
4. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-New-Efficiency-Index-for-Analysing-and-Minimizing-Parkkinen-Zenger/42c4b2064b84ff66e95a257943c76d44366a761d>
5. <https://www.semanticscholar.org/paper/Energy-saving-measures-on-pneumatic-drive-systems-Hepke-Weber/1b672cf1b4ce068f5541c389f3482fb37b6dfcc4>
6. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S240584402030671X>
7. <https://www.semanticscholar.org/paper/Energy-efficiency-of-high-pressure-pneumatic-Trujillo/b0218db6e2ee138ae75e49a329bd577e63159c16>
8. <http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0354-9836/2016/0354-98361600022S.pdf>
9. https://swsu.ru/sbornik-statey/pdf/InTech-Increasing_the_energy_efficiency_in_compressed_air_systems.pdf
10. Κίνγκ Ρ.Ε., Ευφύης Έλεγχος, Εκδόσεις Τζιόλα, 2004.
11. Βασιλειάδου Σ. & Καλλιγερόπουλος Δ., Ιστορία της Τεχνολογίας & των Αυτομάτων, Σύγχρονη Εκδοτική, Αθήνα, 2005
12. Πνευματικά: Νέα για παροχή πεπιεσμένου αέρα στη Βιομηχανία 4.0
<https://el.developmentscout.com/industrie/fluidtechnik/pneumatik>
13. Κωστόπουλος Θ., Υδραυλικά & Πνευματικά Συστήματα, Εκδόσεις Συμεών, 2009
14. Σκαρπέτης, Μ. & Κουμπουλής, Φ., Βασικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες πνευματικών συστημάτων, <http://hdl.handle.net/11419/6267>, 2016
15. Πανταζής Ν., Πνευματικά συστήματα αυτόματου ελέγχου, Εκδοτικός Όμιλος Ίων, 1992
16. Ogata K., Συστήματα Αυτόματου ελέγχου, 5η Έκδοση, εκδ. Foundas, 2011
17. Γιαννακόπουλος Κ., Πνευματικοί Αυτοματισμοί - Θεωρία & Πράξη, εκδ. Σταμούλη, 2002

4.3. Μάθημα 3 - Υδραυλικά, αναλογικά υδραυλικά

Διάρκεια μαθημάτων (ημέρες): 3 - 4

Ακαδημαϊκές ώρες: περίπου 24 (10 θεωρία + 14 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Το αντικείμενο του μαθήματος καλύπτει θέματα από τα βασικά και στοιχειώδη υδραυλικά ισχύος έως τον προηγμένο έλεγχο των ενεργοποιητών με τη χρήση αναλογικών και σερβο τεχνικών.

Οι αντλίες, οι υδραυλικοί κινητήρες, οι ενεργοποιητές (actuators) και ο έλεγχος στοιχείων χαρακτηρίζονται μαζί με τις αρχές της επιλογής τους για ένα υδραυλικό σύστημα.

Το μάθημα καλύπτει επίσης την ανάλυση και την αρχή λειτουργίας τόσο απλών όσο και των πιο πολύπλοκων (αναλογικών και σερβο) υδραυλικών συστημάτων.

Μαθησιακά αποτελέσματα:

Μετά την ολοκλήρωση της εκπαίδευσης, ο εκπαιδευόμενος θα είναι σε θέση:

- να αναλύσει, να διαγνώσει και να εξηγήσει την αρχή λειτουργίας ενός υδραυλικού συστήματος.
- να επιλέξει εξαρτήματα για ένα υδραυλικό σύστημα.
- να σχεδιάσει βασικά υδραυλικά συστήματα.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.):

Συνιστάται η διεξαγωγή διδακτικών μαθημάτων σε εργαστήριο υδραυλικής, Τμήματος (σχολής) Μηχανολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Πλοίων.

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
T1. Ηλεκτρομαγνήτες.	- Επιλογή αναλογικών κατευθυντικών βαλβίδων - Υπολογίστε την παροχή σε μια αναλογική βαλβίδα
T2. Αναλογικές βαλβίδες.	
T3. Χαρακτηριστικά των αναλογικών κατευθυντικών βαλβίδων ελέγχου.	

T4. Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου για αναλογικές βαλβίδες.	
T5. Επιλογή αναλογικής κατευθυντικής βαλβίδας – παράδειγμα.	

Προτεινόμενοι πόροι μελέτης:

- [1] Yeaple F.: Fluid power design handbook. Macel Dekker INC. 1984.
- [2] Hydraulic Trainer Volume 1. Basic principles and components.
- [3] Hydraulic Trainer Volume 2. Proportional and Servo Valve Technology.
- [4] Cundiff J.: Fluid Power Circuits and Controls. CRC Press 2002.
- [5] Akers A., Gassman M., Smith R.: Hydraulic Power System Analysis. CRC Press 2006.
- [6] Parr A.: Hydraulics and Pneumatics. Elsevier 1999.
- [7] Dindorf R.: Napędy Płynowe. Podstawy teoretyczne i metody obliczania napędów hydrostatycznych i pneumatycznych. Kielce University of Technology Publishing House. Kielce 2009.
- [8] Doddannavar R., Barnard A.: Hydraulic Systems. Operation and troubleshooting for Engineers & Technicians. Elsevier 2005.
- [9] Κουτίτας Χ., Υπολογιστική υδραυλική, εκδ. Επίκεντρο, 2005
- [10] Ρούτουλας Α. Τ., Υδραυλικά - πνευματικά συστήματα, εκδ. Σύγχρονη Εκδοτική, 2008
- [11] Parr A., Υδραυλικά και Πνευματικά Συστήματα Ιδιότητες και αρχές λειτουργίας, Επιστ. Επιμ. Παπουτσιδάκης Μ., εκδ. Εύδοξος, 2020
- [12] Πανταζής Α. Ν., Συστήματα Αυτομάτου Ελέγχου και Αυτοματισμοί, εκδ. ΣΤΑΜΟΥΛΗ, 2015
- [13] Γιαννακόπουλος Κ., Υδραυλική Ισχύς - Θεωρία και Πράξη Τόμος Β', εκδ. Σταμούλη, 1999

4.4. Μάθημα 4 - Ηλεκτρικές μηχανές, σύνθετοι ηλεκτροκινητήρες

Διάρκεια μαθημάτων (ημέρες): 3 - 4

Ακαδημαϊκές ώρες: περίπου 24 (10 θεωρία + 14 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Τα τελευταία 30 χρόνια, η εισαγωγή ηλεκτρονικών μονάδων ισχύος με κινητήρες οδήγησε σε νέες ευκαιρίες σχεδιασμού. Η αυξημένη ενσωμάτωση αυτών των δίσκων και μηχανών προκάλεσε ένα κβαντικό άλμα στην παραγωγικότητα, την αποδοτικότητα και την εκτέλεση του συστήματος. Αυτό το χρήσιμο, πρακτικό μάθημα θα σας δώσει μια σταθερή εισαγωγή σε αυτόν τον ταχέως αναπτυσσόμενο τομέα υπό την καθοδήγηση ειδικών του κλάδου.

Μαθησιακά αποτελέσματα:

- γενικές αρχές κατασκευής και φυσικά στοιχεία ηλεκτρικών μηχανών και κινητήρων.
- γενικές πληροφορίες για την κατασκευή, την απόδοση και τη μοντελοποίηση γεννητριών ή σετ κινητήρα με μεταβλητή ταχύτητα.
- γενικές γνώσεις για προσομοίωση, μοντελοποίηση και ανάπτυξη ηλεκτρικών κινητήρων.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.):

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
T1. Μια σύντομη ανασκόπηση των σύγχρονων ηλεκτροκινητήρων.	- Χαρακτηριστικά μόνιμης κατάστασης κινητήρα συνεχούς ρεύματος
T2. Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα.	- Συνάρτηση μεταφοράς κινητήρα DC
T3. Επαγωγική μηχανή.	
T4. Μηχανές μόνιμου μαγνήτη χωρίς ψήκτρες.	
T5. Μοτέρ DC.	

Προτεινόμενοι πόροι μελέτης:

- [1] Gieras J.: Advancements in electric machines. Springer Netherlands, 2008

- [2] Bishop Robert H. (Editor): The Mechatronics Handbook. CRC Press, 2002.
- [3] Krause P.C. : Analysis of Electric Machinery and Drive Systems, Wiley-IEEE Press, 2013
- [4] Gerling D.: Electrical Machines. Mathematical Fundamentals of Machine Topologies, 2015
- [5] Karnopp D. C., Margolis D. L., Rosenberg R. C.: System dynamics, modeling and simulation of mechatronic systems. John Wiley Inc, 2000.
- [6] Lyshevski S. E., Nano- and micro-electromechanical systems: Fundamental of micro- and nano-engineering. CRC Press, 2000.
- [7] Τουλόγλου Σ., Ηλεκτρικές Μηχανές Συνεχούς και Εναλλασσόμενου Ρεύματος, εκδ. Εκδοτικός Όμιλος Ίων, 1999
- [8] Μαλατέστας Β. Π. & Μανιάς Ν. Σ., Ηλεκτρική κίνηση, 3^η έκδοση, εκδ. Τζιόλας, 2002
- [9] Αντωνόπουλος Σ., Επισκευές και συντήρηση ηλεκτρικών κινητήρων συνεχούς και εναλλασσόμενου ρεύματος, εκδ. Ίων, 1998
- [10] Μαλατέστας, Π. Β. & Μανιάς Ν. Σ., Συστήματα οδήγησης ηλεκτρικών κινητήρων, εκδ. Συμεών, 1997

4.5. Μάθημα 5 - Αυτοματοποιημένα συστήματα παραγωγής

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 3 - 4

Ακαδημαϊκές ώρες : 24 (8 θεωρία + 16 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Ο στόχος αυτού του μαθήματος είναι να διδάξει άτομα με μηχανολογικό και τεχνικό υπόβαθρο, πώς να σχεδιάσει και να αναλύσει αυτοματοποιημένα συστήματα παραγωγής. Αυτό το μάθημα γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ της κλασικής τεχνικής εκπαίδευσης στην βιομηχανοποίηση και των σύγχρονων τεχνικών αυτοματισμού, ειδικά χρησιμοποιώντας προγραμματιζόμενους λογικούς ελεγκτές PLC-s. Οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές, η αυτόματη αναγνώριση δεδομένων, η Δυαδική λογική, τα κοινά και προηγμένα συστήματα ελέγχου και οι προγραμματιζόμενοι ελεγκτές λογικής καλύπτονται και παρουσιάζονται σε αυτό το μάθημα. Κλιμακοειδής λογική, λίστα οδηγιών και λειτουργικό αδροδιάγραμμα περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα σπουδών. Κάθε μονάδα εκμάθησης θα έχει ένα θεωρητικό μέρος και ένα πρακτικό μέρος. Το θεωρητικό μέρος θα εισαγάγει και θα εξηγήσει σημαντικές έννοιες, και στο πρακτικό μέρος, οι εκπαιδευόμενοι θα εφαρμόσουν γνώση που αποκτήθηκε για την επίλυση διαφορετικών προβλημάτων.

Η καθημερινή αξιολόγηση θα διεξάγεται στο τέλος κάθε ημέρας για τον έλεγχο των αποκτηθέντων γνώσεων. Μια τελική αξιολόγηση θα πραγματοποιηθεί στο τέλος του μαθήματος και η ποιότητα του μαθήματος θα επικυρωθεί μέσω της αξιολόγησης του εκπαιδευόμενου υλικού και εκπαιδευτών.

Μαθησιακά αποτελέσματα:

- Γνώση των αρχών λειτουργίας των αισθητήρων και των ενεργοποιητών.
- Γνώση σημαντικών αριθμητικών, αλφαριθμητικών κωδικών και αυτόματων τεχνικών αναγνώρισης δεδομένων.
- Δυνατότητα σχεδιασμού και υλοποίησης λογικών συναρτήσεων, λογικών κυκλωμάτων και τεχνικών ελαχιστοποίησης.
- Γνώση ανάλυσης και σχεδιασμού συστημάτων ελέγχου και προηγμένων συστημάτων ελέγχου.
- Γνώση της αρχιτεκτονικής και της δομής των προγραμματιζόμενων ελεγκτών λογικής PLC-s.
- Καλή γνώση της επικοινωνίας και δικτύωσης PLC.
- Δυνατότητα προγραμματισμού PLC από λογική κλίμακας, προγραμματισμός λίστας οδηγιών και λειτουργικό προγραμματισμό μπλοκ.
- Εισαγωγικές γνώσεις για υπάρχοντα πακέτα λογισμικού PLC.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λ.π.): Υπολογιστής - προσωπικός υπολογιστής, λογισμικό προσομοίωσης PLC (για επίδειξη), MS Office (Word, Excel, PowerPoint)

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
<p>T1. Αισθητήρες</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ταξινόμηση αισθητήρων και μέθοδοι μέτρησης μη ηλεκτρικών ποσοτήτων. - Αισθητήρες οπτικών ινών. 	<p>- Σχεδιασμός της ελάχιστης λογικής λειτουργίας πνευματικού ανελκυστήρα με τέσσερις κυλίνδρους</p>
<p>T2. Ενεργοποιητές</p> <ul style="list-style-type: none"> - Πιεζοηλεκτρικοί ενεργοποιητές. - Μικρομηχανικοί ενεργοποιητές (μικρομηχανικοί διακόπτες, διαμορφωτές φωτός και στοιχεία οπτικής απεικόνισης, μικρομηχανικές βαλβίδες και αντλίες, στοιχεία μικροθέτησης, μικροκινητήρες). 	
<p>T3. Αριθμοί και δεδομένα</p> <ul style="list-style-type: none"> - Εισαγωγή στις νουμερικές βάσεις, τους κωδικούς και την κωδικοποίηση. - Βάσεις αριθμών: δυαδικό, οκταδικό, δεκαδικό, δεκαεξαδικό. - Μετατροπή αριθμών μεταξύ διαφορετικών συστημάτων αρίθμησης. - Κωδικοί και κωδικοποίηση: BCD, Aiken Code, Gray Code, ASCII Code. - Αυτόματη αναγνώριση δεδομένων: Γραμμικός κώδικας, RFID. 	
<p>T4. Σχεδιασμός Δυαδικής Λογικής</p> <ul style="list-style-type: none"> - Εισαγωγή στη Δυαδική άλγεβρα. - Βασικές λογικές συναρτήσεις μιας μεταβλητής. - Βασικές λογικές συναρτήσεις δύο μεταβλητών. 	

<ul style="list-style-type: none"> - Αξιώματα και θεωρήματα της Δυαδικής άλγεβρας. - Λογικά Κυκλώματα. - Πίνακας αλήθειας. - Ελαχιστοποίηση Boolean συναρτήσεων. - Αλγόριθμος Quine-McCluskey. - Χάρτες Karnaugh. 	
<p>T5. Ανάλυση και σχεδιασμός συστημάτων ελέγχου</p> <ul style="list-style-type: none"> - Λειτουργία μεταφοράς, δήλωση χώρου και μπλοκ - Αναπαράσταση διαγράμματος συστήματος. - Ελεγχιμότητα και παρατηρησιμότητα. - Απόκριση συστήματος σε χρόνο και συχνότητα. - Μέθοδοι ανάλυσης σταθερότητας συστήματος ελέγχου. - Σχεδιασμός συστήματος ελέγχου με τη μέθοδο Root Locus. - Σχεδιασμός συστήματος ελέγχου με τεχνικές απόκρισης συχνότητας. - Έλεγχος PID. - Σχεδίαση συστήματος ελέγχου με χρήση μεθόδων State-space. 	
<p>T6. Προηγμένα συστήματα ελέγχου</p> <ul style="list-style-type: none"> - Μη γραμμικά συστήματα ελέγχου. - Συστήματα ψηφιακού ελέγχου. - Συστήματα βέλτιστου ελέγχου. - Έλεγχος μοντέλου πρόβλεψης. - Ασαφής μοντελοποίηση και έλεγχος. - Έλεγχος λειτουργίας ολίσθησης. - Συρόμενος έλεγχος ασαφής έλεγχος. - Τεχνικές μηχανικής εκμάθησης. 	

<p>- Ευρυτικές και Μεταευρυτικές για Ρύθμιση παραμέτρων συστήματος ελέγχου</p>	
<p>T7. Προγραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές - PLC-s</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ελεγκτές Προγραμματιζόμενης λογικής - Εισαγωγή, Λειτουργία PLC. - Δομή υλικού PLC. - Επικοινωνία και δικτύωση PLC. - Εγκατάσταση και καλωδίωση PLC. - Προγραμματισμός PLC. - Κλιμακοειδής λογική - Προγραμματισμός λίστας οδηγιών. - Λειτουργικός προγραμματισμός μπλοκ. 	

Προτεινόμενες πηγές μελέτης:

- [1] Ogata, K., Modern control engineering. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 1997.
- [2] Siddique Nazmul, Hojjat Adeli, Computational intelligence: synergies of fuzzy logic, neural networks and evolutionary computing. John Wiley & Sons, 2013.
- [3] William Bolton, Programmable Logic Controllers, Sixth Edition (6th. ed.). Newnes, USA, 2015
- [4] Γρούμπος Π., "Οι ανάγκες της Ελληνικής Βιομηχανίας για ενημέρωση και εκπαίδευση στις νέες τεχνολογίες του αυτοματισμού και της πληροφορικής", Περιοδικό Plant, Δεκέμβριος 1995 - Ιανουάριος 1996.
- [5] "Τα βιομηχανικά ρομπότ. Ο ρόλος τους στη Μεταποιητική Βιομηχανία", Μελέτη του Ο.Ο.Σ.Α., Ελληνικό Κέντρο Παραγωγικότητας, 1986.
- [6] Ρουμπής Σ., Αυτοματισμός με προγραμματιζόμενους ελεγκτές, εκδ. Συμεών, 1998
- [7] Μπιτζιώνης, Δ. Β., Βιομηχανικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, εκδ. Τζιόλα, 2011
- [8] Βούκαλης Χ. Δ., Θεωρία πληροφοριών – κώδικες, εκδ. Ίων, 1994
- [9] Βούκαλης Χ. Δ., Θεωρία δυναμικών συστημάτων, εκδ. Ίων, 1994
- [10] Εμίρης, Δ., Κουλουριώτης, Δ., Ρομποτική, 3η έκδοση, ΣΕΛΚΑ-4Μ Τ εκδοτική, Αθήνα, 2006

4.6. Μάθημα 6 - Διασφάλιση ποιότητας, έλεγχος ποιότητας και δοκιμές

Διάρκεια μαθήματος (ημέρες): 3 - 4

Ακαδημαϊκές ώρες: (8 θεωρία + 16 πρακτική)

Επισκόπηση μαθήματος:

Πρόκειται για ένα τριήμερο πρόγραμμα στο οποίο οι συμμετέχοντες μαθαίνουν τα βασικά της μηχανολογικής εμπειρίας, της διασφάλισης ποιότητας, του ποιοτικού ελέγχου και των δοκιμών. Επίσης, θα δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη θεωρία του σχεδιασμού και στην ανάλυση βιομηχανικών πειραμάτων καθώς και στην ανάλυση των επιπτώσεων της λειτουργίας αποτυχίας. Ο στόχος αυτού του μαθήματος είναι να εισαγάγει την ασημαντότητα και τοποθέτηση για έννοια, διαδικασία, μεθόδους και παραδείγματα ποιότητας προϊόντος (QA / QC), έλεγχο στατιστικών διεργασιών (SPC), σχεδιασμό πειραμάτων (DOE) και Ανάλυση αποτελεσμάτων λειτουργίας αποτυχίας (FMEA).

Για το σκοπό αυτό καλύπτονται θεωρητικά θεμέλια του ποιοτικού ελέγχου μαζί με έναν ορισμό όρων DOE όπως ανεξάρτητες (είσοδος) και εξαρτημένες μεταβλητές (έξοδος), παράγοντες, θόρυβος, επίπεδα, μήτρα σχεδίασης, σφάλμα κ.λπ. Το θεωρητικό μέρος, επίσης, παρέχει μια επισκόπηση και ανάλυση των βασικών παραμέτρων και συνθηκών για την εφαρμογή της επεξεργασίας υλικού μέσω της μεθόδου FMEA, παρέχει τη δυνατότητα προσδιορισμού των συντελεστών στάθμισης για τη σοβαρότητα του σφάλματος, τη συχνότητα και την ικανότητα εντοπισμού σφαλμάτων.

Η καθημερινή αξιολόγηση θα πραγματοποιείται στο τέλος κάθε ημέρας, για να γίνεται έλεγχος των γνώσεων που αποκτήθηκαν. Οι εκπαιδευόμενοι θα έχουν την ευκαιρία να αναλύσουν διαφορετικές μελέτες περιπτώσεων και να τις αναλύσουν σε χαρτί και στον υπολογιστή. Η τελική αξιολόγηση θα πραγματοποιηθεί στο τέλος του μαθήματος, και επίσης, η ποιότητα του μαθήματος θα επικυρωθεί μέσω της αξιολόγησης των εκπαιδευόμενων, του υλικού και των εκπαιδευτών.

Μαθησιακά αποτελέσματα μαθήματος:

- Εισαγωγή στην τυποποίηση, ένα σύστημα ποιότητας στην επεξεργασία υλικών και διαχείριση πρακτικών προβλημάτων ποιότητας.

- Απόκτηση βασικών δεξιοτήτων και γνώσεων απαραίτητων για τη διαχείριση της ποιότητας, η οποία θα πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων / υπηρεσιών, τη μείωση του κόστους και την αύξηση των κερδών.
- Αυξημένη κατανόηση της σημασίας της διαχείρισης ποιότητας στους οργανισμούς.
- Εκμάθηση των βασικών εννοιών του DOE, της στρατηγικής του πειραματισμού και των βασικών αρχών.
- Προσδιορισμός του πότε και γιατί εφαρμόζεται το DOE (στόχος πειράματος, κατάλληλοι παράγοντες και απαντήσεις).
- Ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου για την αναπαράσταση της διεργασίας / συστήματος που βρίσκεται υπό διερεύνηση.
- Ερμηνεία του αποτελέσματος των σχεδιασμένων πειραμάτων.
- Μεταφορά υψηλής γνώσης και τεχνικής εμπειρίας με τη μέθοδο FMEA.
- Προσδιορισμός και ποσοτικός προσδιορισμός ορισμένων βασικών σφαλμάτων στη διαδικασία σχηματισμού μετάλλων.

Απαιτούμενοι πόροι (π.χ. εξοπλισμός, υλικά, εργαλεία, λογισμικό κ.λπ.):

PC – προσωπικός υπολογιστής, MS Office (Word, Excel, PowerPoint)

Θέματα	Προβλήματα προς επίλυση
H1. T1 - Εισαγωγή στον ποιοτικό έλεγχο και τη διασφάλιση ποιότητας 1.1. Η έννοια της ποιότητας του προϊόντος 1.2. Ιστορία διασφάλισης ποιότητας και τυποποίησης	<ul style="list-style-type: none"> - Έλεγχος παραμέτρων στη διαδικασία συγκόλλησης με υπερήχους χρησιμοποιώντας τον πειραματικό σχεδιασμό Plackett – Burman - Υπολογισμός της δύναμης παραμόρφωσης και των εργασιών παραμόρφωσης της διαδικασίας διάτρησης και τυφώματος με ανάλυση βέλτιστων λυμάτων και Ανάλυση Επιπτώσεων Τρόπου Βλάβης για την τεχνολογία παραγωγής
H1.T2 – Η έννοια του ποιοτικού ελέγχου στη βιομηχανοποίηση 2.1. Τι είναι ο ποιοτικός έλεγχος; 2.2. Οφέλη από τη χρήση ποιοτικού ελέγχου στην κατασκευή 2.3. Ποιότητα μέτρησης και αβεβαιότητα	

<p>μέτρησης</p>	
<p>H1.Θ3 - Στατιστικός έλεγχος διεργασιών (SPC)</p> <p>3.1. Βασικές στατιστικές μέθοδοι στη μηχανολογική / βιομηχανική πρακτική</p> <p>3.2. Θεμελιώδη στατιστικής και μέθοδοι βελτίωσης της ποιότητας</p> <p>3.3. Στατιστική ανάλυση δειγμάτων</p>	
<p>H2.T4 - Εισαγωγή στον βιομηχανικό πειραματισμό</p> <p>4.1. Στόχοι DOE</p> <p>4.2. Γενικό μοντέλο διαδικασίας / συστήματος</p> <p>4.3. Τυπικές εφαρμογές πειραματικού σχεδιασμού</p> <p>4.4. Στρατηγικές για τη διεξαγωγή βιομηχανικών πειραμάτων</p>	
<p>H2.T5 Οδηγίες για το σχεδιασμό βιομηχανικών πειραμάτων</p> <p>5.1. Βασικές αρχές του DOE</p> <p>5.2. Βασικά βήματα στο σχεδιασμό, την εκτέλεση και την ανάλυση βιομηχανικών πειραμάτων</p> <p>5.3. Επισκόπηση των παραγόντων και των επιδόσεων της διαδικασίας</p> <p>5.4. Ορολογία DOE</p>	
<p>H2.T6 – Εργοστασιακοί σχεδιασμοί</p> <p>6.1. Σχεδιασμός πειραματικής μήτρας</p> <p>6.2. Εκτίμηση και ανάλυση των επιπτώσεων αλληλεπίδρασης</p> <p>6.3. Ανάπτυξη μαθηματικού μοντέλου και της στατιστικής αξιολόγησης του</p>	

<p>H2.T7 Ανάλυση μελέτης περιπτώσεων - μοντελοποίηση και ανάλυση δεδομένης βιομηχανικής διαδικασίας / συστήματος - παραδείγματα εργασίας</p>	
<p>H2.T8 Ανεξάρτητη εργασία με επίβλεψη και βοήθεια</p>	
<p>H3.T9 Εισαγωγή στη μέθοδο FMEA, ορισμοί συντελεστών βάρους και αναγνώρισης επιπέδου κινδύνου</p>	
<p>H3.T10 – Διαμόρφωση ελασμάτων μετάλλων</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. FMEA ανάλυση της διαδικασίας διάτρησης και εκκένωσης και δημιουργούμενου RPN επιπέδου εντοπισμού σφαλμάτων 2. MEA ανάλυση της διαδικασίας κάμψης και δημιουργούμενου RPN επιπέδου εντοπισμού σφαλμάτων 	
<p>H3. Ανεξάρτητη εργασία με επίβλεψη και βοήθεια</p>	
<p>H4.T11 - Μορφοποίηση μετάλλων σκραπ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. MEA ανάλυση της διαδικασίας σφυρηλάτησης εν θερμώ και δημιουργούμενου RPN επιπέδου εντοπισμού σφαλμάτων 2. MEA ανάλυση της διαδικασίας εξώθησης κοίλων στοιχείων σε υψηλή θερμοκρασία και δημιουργούμενου RPN επιπέδου εντοπισμού σφαλμάτων 	

Προτεινόμενοι πόροι μελέτης:

- [1] Quality Assurance and Quality Control Guidelines FTA-IT-90-5001-02.1 - Federal Transit Administration | PDF Free Download
- [2] Amitava Mitra, (2008). Fundamentals of Quality Control and Improvement, John Wiley & Sons
- [3] Neyestani, B. (2017). Seven Basic Tools of Quality Control: The Appropriate Techniques for Solving Quality Problems in the Organizations

- [4] Muhammad Hashim, (2013). Quality control, Quality assurance, systems and application.
- [5] E. A. Cudney, S. L. Furterer, (2012). Design for Six Sigma in Product and Service Development, Applications and Case Studies, Taylor & Francis Group
- [6] Z. Marciniak, J.L. Duncan, S.J. Hu, (2002). Mechanics of Sheet Metal Forming, Butterworth-Heinemann.
- [7] Montgomery, D., (2013). Design and analysis of experiments, John Wiley & Sons.
- [8] Antony, J. (2014). Design of experiments for engineers and scientists. Elsevier
- [9] Σιώμκος Γ., Βασιλικοπούλου Α., Εφαρμογή μεθόδων ανάλυσης στην έρευνα αγοράς, εκδ. Σταμούλης, Αθήνα, 2005
- [10] Λιαμαρκόπουλος Μ. Α., Διοίκηση Ολικής Ποιότητας: Σχεδίαση, οργάνωση, έλεγχος και βελτίωση της ποιότητας, εκδ. Λύχνος, Αθήνα – Πάτρα, 2005
- [11] Βουλγαρόπουλος Α., Γηρούση Σ., Ζαχαριάδης Γ., Έλεγχος και Διασφάλιση Ποιότητας με Στοιχεία Μετρολογίας και Χημειομετρίας, εκδ. ΖΗΤΗ, 2013
- [12] Τσιότρας Γ., Βελτίωση Ποιότητας, Εκδ. Μπένου, 2002
- [13] Παπαργύρης Δ. Α., Παπαργύρης Α. Δ., Ποιοτικός Έλεγχος Παραγωγής, εκδ. ΖΗΤΗ, 2010
- [14] Καλκάνης Γ., Χατήρης Ι., Προεστάκης Α. Ε., Ποιοτικός Έλεγχος Υλικών, έκδοση 2^η, εκδ. Ίων, 1997
- [15] Seaver Matt, Συστήματα ποιότητας ISO 9000:2000 με εφαρμογή στην πράξη, επιστ. Επιμ. Αυγερινός Ι., εκδ. Έλλην, 2010
- [16] Κωστής Ι., Ανάπτυξη Συστήματος ISO 9001:2000, εκδ. Σύγχρονη Εκδοτική, 2010
- [17] Χρυσουλάκης Ι., Παντελής Δ., «Επιστήμη και Τεχνολογία των Μεταλλικών Υλικών», Παπασωτηρίου, 1996

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΕΝΤΥΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 1

Έγγραφο ενός λεπτού (αυτό-αξιολόγηση σε ημερήσια βάση)

Ημερομηνία: _____ Μάθημα: _____

Όνομα: _____

Το θέμα σήμερα ήταν

Σχετικά με το θέμα ήδη γνωρίζω

Μου άρεσε περισσότερο

Δεν μου άρεσε

Σήμερα έμαθα

Δεν κατάλαβα

Χρειάζεται ακόμη να βελτιωθώ

Θα ήθελα να ζητήσω επιπλέον πληροφορίες σχετικά με

Εκτιμώ την απόδοσή μου σήμερα ως

Πολύ καλή

καλή

ικανοποιητική

μη ικανοποιητική

ΕΝΤΥΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 2

Λίστα ελέγχου απόδοσης							
Όνομα:			Μάθημα:				
Κριτήρια αξιολόγησης			Κλίμακα βαθμολογίας				
5 – υψηλότερο/ 1 – χαμηλότερο			5	4	3	2	1
Αναπαραγωγή γνώσεων και οργάνωση							
ικανότητα να εφαρμόσει το μαθησιακό υλικό σε μια οικεία μαθησιακή κατάσταση							
ικανότητα να εφαρμόσει παλιές γνώσεις σε μια οικεία μαθησιακή κατάσταση							
Μεταφορά γνώσεων, δημιουργικότητα, επίλυση προβλημάτων							
εφαρμόζει τις γνώσεις που αποκτήθηκαν σε νέες καταστάσεις μάθησης							
προβάλλει ιδέες, εντοπίζει νέα προβλήματα και βρίσκει εναλλακτικές λύσεις							
Αυτό-μελέτη							
ολοκληρώνει εργασίες χωρίς καμία βοήθεια ή υποστήριξη							
θέτει στόχους για τον εαυτό του / της							
Κίνητρα για μάθηση							
προσπαθεί να ολοκληρώσει τις εργασίες							
δεν αποθαρρύνεται όταν αποτύχει να λύσει το πρόβλημα αμέσως							
Ικανότητα επικοινωνίας, αλληλεπίδρασης και συνεργασίας							
εργάζεται πρόθυμα σε μια ομάδα							
δέχεται βοήθεια από άλλα μέλη της ομάδας							
έτοιμος/η να βοηθήσει άλλα μέλη της ομάδας							
Ψηφιακές δεξιότητες							
μπορεί να εργαστεί με το Microsoft Office ή άλλες εφαρμογές που απαιτούνται							
είναι σε θέση να αναζητά και να βρίσκει εύκολα πληροφορίες στο Διαδίκτυο							

Ημερομηνία:

Διδάσκοντας:

ΕΝΤΥΠΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ 3

Αξιολόγηση έργου και παρουσίασης		
Όνομα:		
Θέμα:		
Μάθημα:		
Μέλη ομάδας:		
	Υψηλότεροι βαθμοί	Βαθμοί που επιτεύχθηκαν
Παρουσίαση 60%		
1. Δομή (π.χ. εισαγωγή, συμπεράσματα, μεταβάσεις)	2	
2. Γλωσσική κατανόηση και ακρίβεια	1	
3. Ισορροπία μεταξύ κειμένου και οπτικών στοιχείων	1	
4. Σε βάθος και επιστημονικά ακριβές περιεχόμενο	4	
5. Παρουσίαση των πληροφοριών	4	
Έργο 40%		
6. Διάταξη (δομή, ιδέες, γραφικά)	3	
7. Πηγές	1	
8. Σε βάθος και επιστημονικά ακριβές περιεχόμενο	4	
Συνολικοί βαθμοί	20	
Σχόλια:		

Βαθμός:

Ημερομηνία:

**Υπογραφή:
(διδάσκοντας)**