

Τρισδιάστατα εκτυπωμένος παθητικός ενισχυτής σήματος

και η χρησιμότητα του τρισδιάστατου εκτυπωτή στην επιστήμη μας

Κοψιδάς Δημήτριος

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών
Συστημάτων

Δ.Ι.Π.Α.Ε Θεσσαλονίκης
Θεσσαλονίκη, Ελλάδα

jimkopsidas@hotmail.com

***Περίληψη** – Η παρακάτω, τεχνική αναφορά, έχει ως στόχο την παρουσίαση της επιστήμης των τρισδιάστατων εκτυπωτών. Γίνεται σύντομη περιγραφή των σημαντικότερων τεχνικών εκτύπωσης που χρησιμοποιούν εμπορικοί αλλά και βιομηχανικοί τρισδιάστατοι εκτυπωτές. Ως απόδειξη της χρησιμότητας τους γίνεται η παρουσίαση της σχεδίασης, της εκτύπωσης και της υλοποίησης ενός παθητικού ενισχυτή σήματος με την χρήση ενός εκτυπωτή τύπου FDM. Επιπροσθέτως, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από δοκιμές που έγιναν για την αποτελεσματικότητα του παραβολικού κατόπτρου του ενισχυτή σε συνδυασμό με έναν εξωτερικό προσαρμογέα δικτύου. Παρατίθενται και περεταίρω πληροφορίες, σχετικά με την πρόοδο της τεχνολογίας στον τομέα της έρευνας και ανάπτυξης, με εφαρμογές πάνω στους τομείς των επιστημών της Ηλεκτρονικής και της Πληροφορικής.*

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΕΚΤΥΠΩΣΗ

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης(3D Printing) αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1990. Η αρχή λειτουργίας του 3D εκτυπωτή είναι παρόμοια με αυτή ενός κοινού εκτυπωτή. Ο εκτυπωτής είναι εξοπλισμένος με διαφόρων ειδών υλικά όπως μέταλλα ή πλαστικά σε μορφή νήματος ή σκόνης. Με τη χρήση ειδικού λογισμικού ο εκτυπωτής είναι ικανός να δημιουργεί αντικείμενα αποτελούμενα από στρώματα. Η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει μεγάλο εύρος εφαρμογών στους τομείς της ιατρικής[1], της αεροναυπηγικής, της αυτοκινητοβιομηχανίας, της τέχνης, της αρχιτεκτονικής αλλά και της βιομηχανίας τροφίμων.[2]

II. ΕΙΔΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΩΝ ΕΚΤΥΠΩΤΩΝ

Οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές διακρίνονται βάση του τρόπου σύνθεσης του τρισδιάστατου μοντέλου:

A) Fused Deposition Model (FDM)

Οι εκτυπωτές FDM είναι οι πιο κοινοί και ευπρόσιτοι προς το καταναλωτικό κοινό. Αρχικά το υλικό φορτώνεται πάνω στον εκτυπωτή με τη μορφή νήματος(filament), τυλιγμένο γύρω από ένα καρούλι. Έπειτα το νήμα συνδέεται με το στόμιο του εκτυπωτή, το οποίο θερμαίνεται ανάλογα με το υλικό γύρω

στους ~200C. Αφού το στόμιο θερμανθεί στην κατάλληλη θερμοκρασία, ένα μοτέρ πιέζει το νήμα μέσα από το άνοιγμα του στομίου της κεφαλής του εκτυπωτή. Το νήμα λόγω της θερμότητας γίνεται εύπλαστο και με ελεγχόμενες κινήσεις ο εκτυπωτής το αποθέτει σε στρώσεις πάνω στην επιφάνεια κατασκευής. Η συγκεκριμένη τεχνική εκτύπωσης είναι η πιο εύκολα προσβάσιμη, με το μικρότερο κόστος κατασκευής ανά συσκευή και με μεγάλη ποικιλία νήματος. Τα μειονεκτήματα είναι ότι τα αντικείμενα που παράγει δεν είναι αρκετά ανθεκτικά για την κατασκευή μηχανικών μερών στα οποία θα ασκηθούν δυνάμεις. Ακόμα για αντικείμενα με σύνθετη γεωμετρία αναγκαία είναι η χρήση επιπρόσθετου υποστηρικτικού υλικού για να αποφευχθεί η κατάρρευση του αντικειμένου κατά την διάρκεια της εκτύπωσης. Αυτό οδηγεί στην ανάγκη για επεξεργασία σε δεύτερο χρόνο με το τέλος της εκτύπωσης.

B) Stereolithography (SLA)

Οι εκτυπωτές SLA είναι γνωστοί για την ακρίβεια τους και την ομοιόμορφη επιφάνεια των υλικών που παράγουν. Οι εν λόγω εκτυπωτές χρησιμοποιούν γαλβανόμετρα για να στοχεύσουν μια δέσμη laser μέσα σε μια δεξαμενή ρητίνης στερεοποιώντας την και διαμορφώνοντας την διατομή του μοντέλου μέσα στην δεξαμενή. Το μοντέλο αποτελείται από στρώσεις όπως και στους FDM εκτυπωτές. Εξαιτίας αυτού οι εκτυπωτές SLA δεν είναι κατάλληλοι για μηχανικά μέρη πάνω στα οποία θα ασκηθούν δυνάμεις

Γ) Digital Light Processing (DLP)

Οι εκτυπωτές DLP είναι παρόμοιοι με τους SLA. Η ειδοποίησή τους διαφορά βρίσκεται στο γεγονός πως οι DLP χρησιμοποιούν ένα ψηφιακό προβολέα φωτός για να προβάλουν την ολόκληρη την εικόνα ενός στρώματος μέσα στην δεξαμενή ρητίνης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ταχύτερη δημιουργία των αντικειμένων σε σύγκριση με την τεχνική SLA. Η εικόνα προβάλλεται πάνω στην ρητίνη με τη χρήση συστάδων LED ή UV λαμπτήρων οι οποίοι κατευθύνονται με τη χρήση κατευθυντικών πρισμάτων.

Δ) Selective Laser Sintering (SLS)

Για την δημιουργία ενός μοντέλου με την τεχνική SLS χρησιμοποιούνται πολυμερή σε μορφή σκόνης. Για την σύνθεση του μοντέλου το δοχείο της σκόνης θερμαίνεται λίγο κάτω από το σημείο τήξης του υλικού. Έπειτα, μια λεπίδα επίστρωσης αποθέτει μια λεπτή στρώση σκόνης πάνω στην πλατφόρμα κατασκευής. Έπειτα μια δέσμη laser με τη χρήση γαλβανομέτρων τήκει και στερεοποιεί τα κομμάτια της σκόνης, δημιουργώντας μια στρώση του μοντέλου. Όταν η δέσμη στερεοποιήσει το επιθυμητό κομμάτι η πλατφόρμα κατασκευής μετακινείται προς τα κάτω ,παράλληλα στον Υ άξονα. Έπειτα η λεπίδα επίστρωσης επανατοποθετεί άλλο ένα στρώμα σκόνης πάνω στην πλατφόρμα και η δέσμη στερεοποιεί εκ νέου πάνω στο προηγούμενο στερεοποιημένο στρώμα. Η μη στερεοποιημένη σκόνη παραμένει πάνω στην πλατφόρμα κατασκευής λειτουργώντας ως υποστήριξη για μέρη του μοντέλου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εξάλειψη της ανάγκης για επεξεργασία σε δεύτερο χρόνο, που διακρίνεται στις προαναφερθέντες τεχνικές. Επιπροσθέτως λόγω της τήξης των στρώσεων μεταξύ τους η τεχνική SLS δύναται να δημιουργήσει λειτουργικά μηχανικά μέρη και αντικείμενα με σύνθετη γεωμετρία. Τα μειονέκτημα της χαρακτηρίζονται ως μεγαλύτερη διάρκεια κατασκευής και μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με τις προαναφερθέντες τεχνικές

Ε) Material Jetting (MJ)

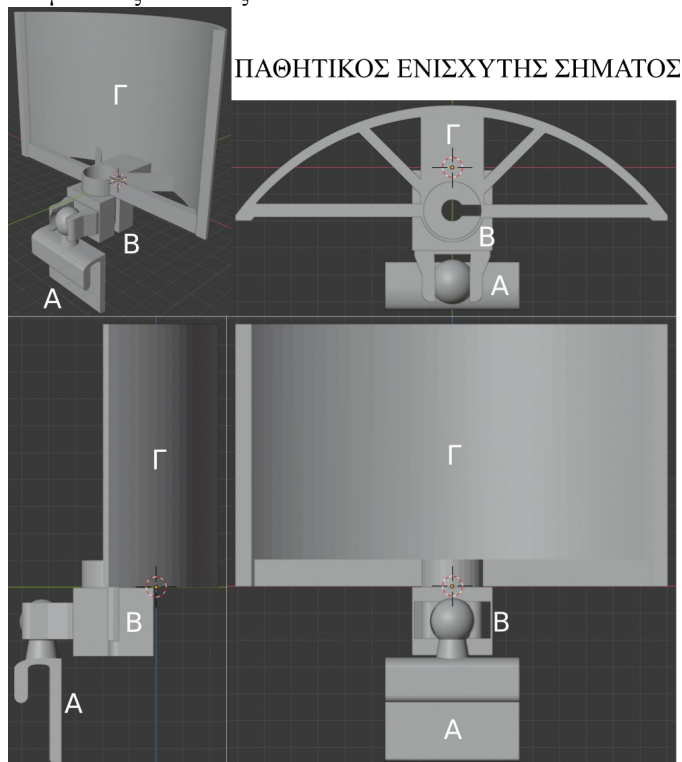
Οι εκτυπωτές MJ λειτουργούν παρόμοια με τους κοινούς inkjet εκτυπωτές. Η διάφορα τους βρίσκεται στο γεγονός ότι αντί για μια στρώση υγρού οι MJ δημιουργούν πολλαπλά στρώματα το ένα πάνω στο άλλο δημιουργώντας ένα τρισδιάστατο αντικείμενο. Συγκεκριμένα η λειτουργία του εκτυπωτή ξεκινάει με την κεφαλή εκτύπωσης να εκτοξεύει σταγόνες πολυμερούς το οποίο αμέσως στερεοποιείται με υπεριώδες φως. Αφού μια στρώση έχει κατατεθεί και στερεοποιηθεί η πλατφόρμα κατασκευής κατεβαίνει προς το κάτω, παράλληλα στον Υ άξονα και επαναλαμβάνεται η διαδικασία μέχρι να δημιουργηθεί το επιθυμητό μοντέλο. Η διάφορα με τις υπόλοιπες τεχνικές 3D εκτύπωσης, οι οποίες αποθέτουν υλικό από ένα σημείο ή στερεοποιούν υλικό σε ένα σημείο η τεχνική MJ καταθέτει υλικό ταυτόχρονα και γραμμικά απο πολλά σημεία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας εκτύπωσης σε σύγκριση με τις υπόλοιπες τεχνικές, καθώς με μια σάρωση της πλατφόρμας κατασκευής, μπορεί να τοποθετηθεί υλικό ταυτόχρονα σε πολλαπλά σημεία. Επιπροσθέτως, το MJ είναι η μοναδική τεχνική η οποία επιτρέπει τη χρήση διαφορετικών υλικών ταυτόχρονα και με τη χρήση διαφορετικών χρωμάτων. Η συγκεκριμένη τεχνική έχει τα ίδια μειονεκτήματα με την τεχνική FDM.

ΣΤ) Direct Metal Laser Sintering(DMLS)

Η συγκεκριμένη τεχνική είναι παρόμοια στην λειτουργία της με την SLS με τη διάφορα ότι η DMLS παράγει μοντέλα από μέταλλα. Παρόλα αυτά το υλικό τήκεται και δεν λιώνει πλήρως με αποτέλεσμα να μπορεί να δημιουργεί μοντέλα από κράματα μετάλλων. Αντίστοιχα, η τεχνική Selective Laser Melting (SLM) λιώνει πλήρως το υλικό με αποτέλεσμα να δημιουργεί ομογενή αντικείμενα από ένα μοναδικό υλικό[3]

III. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΕΝΙΣΧΥΤΗ ΣΗΜΑΤΟΣ

Ο παρακάτω ενισχυτής σήματος αποτελεί προσωπική δημιουργία του συντάκτη. Η λειτουργία του είναι η σημαντική αύξηση της ικανότητας σύνδεσης ενός εξωτερικού προσαρμογέα δικτύου με τη συσκευή εκπομπής, για χρήση σε φορητούς υπολογιστές. Χάρη στις δυνατότητες της τεχνολογίας της 3D εκτύπωσης ο ενισχυτής μπορεί πολύ εύκολα και γρήγορα να τροποποιηθεί ώστε να γίνει συμβατός και με άλλες συσκευές.



Εικόνα 1.

Στην Εικόνα 1. παρουσιάζεται ο ενισχυτής εντός του λογισμικού τρισδιάστατης σχεδίασης Blender. Το λογισμικό αυτό διατίθεται δωρεάν και χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά για την σχεδίαση του μοντέλου του ενισχυτή σε τρισδιάστατο περιβάλλον. Ο ενισχυτής αποτελείται από 3 ξεχωριστά κομμάτια

Α) Βάση Στήριξης επί της Οθόνης

Το κομμάτι αυτό έχει συνολικό ύψος 61mm , διάκενο 7mm και είναι σχεδιασμένο για να εφαρμόζει πάνω στο πλαίσιο της οθόνης του φορητού υπολογιστή Turbo X Flynote 3 χωρίς να εμποδίζει στην ορατότητα της οθόνης. Παρόλα αυτά το μοντέλο μπορεί ταχύτατα να τροποποιηθεί στο Blender για να εφαρμόσει πάνω σε οποιαδήποτε άλλη συσκευή. Το σφαιρικό εξόγκωμα στην κορυφή του συνδέεται με το κομμάτι Β και του προσφέρει μεγάλη ελευθερία κινήσεως.

Β)Βάση Μοχλικής Υποστήριξης

Το κομμάτι αυτό έχει συνολικό μήκος 49.2mm πλάτος 30.3mm και ύψος 25.2mm. Η βάση αυτή είναι σχεδιασμένη για να δέχεται ένα καλώδιο επέκτασης USB από την δεξιά του πλευρά το οποίο στερεώνεται στο κέντρο του. Χάρη στα δυο εξογκώματα στο μπροστινό του μέρος, συνδέεται με το σφαιρικό εξόγκωμα του κομματιού Α. Αυτό του επιτρέπει να περιστρέφεται 360 μοίρες παράλληλα με τον Χ άξονα και -25 μοίρες με +205 μοίρες κάθετα προς αυτόν. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται δυνατό το κομμάτι Γ να προσανατολίζεται με το σημείο εκπομπής σήματος. Ένα ακόμα από τα χαρακτηριστικά του κομματιού είναι το κυκλικό αυλάκι πάνω στο οποίο συνδέεται το κομμάτι Γ δίνοντας του τη δυνατότητα να περιστρέφεται 360 μοίρες γύρω από την θηλυκή απόληξη του καλωδίου προέκτασης USB.

Γ)Παραβολικό Κάτοπτρο

Πάνω σε αυτό εφαρμόζει χωρίς τη χρήση κολλάς ένα φύλλο από χαλκό ύψους 88mm , μήκους 170mm και πάχους 0.1mm το οποίο λειτουργεί ως ανακλαστήρας για τον εξωτερικό προσαρμογέα δικτύου. Όπως προαναφέρθηκε η επιφάνεια του ανακλαστήρα είναι ικανή να περιστρέφεται 360 μοίρες γύρω από τον προσαρμογέα δικτύου με σκοπό την ευθυγράμμιση του με το σημείο εκπομπής. Η παραβολική επιφάνεια του κομματιού έχει αποδειχθεί να αυξάνει σημαντικά την ικανότητα του προσαρμογέα δικτύου να συνδέεται και να ανταλλάσσει πληροφορίες με το σημείο εκπομπής

IV. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ FDM ΕΚΤΥΠΩΤΗ

Με το πέρας της σχεδίασης του εκτυπωτή το επόμενο βήμα για την υλοποίηση του είναι η εκτύπωση. Για την δημιουργία του συγκεκριμένου μοντέλου χρησιμοποιήθηκε ο εκτυπωτής τύπου FDM, Creality Ender 3 Pro. Για την έναρξη της εκτύπωσης, ο εκτυπωτής χρειάζεται ένα αρχείο τύπου GCODE το οποίο εμπεριέχει τις εντολές για την κίνηση των μοτέρ της επιφάνειας κατασκευής, της κεφαλής εκτύπωσης και του μοτέρ προώθησης του υλικού μέσα από το στόμιο εκτύπωσης. Για την δημιουργία του .GCODE αρχείου χρησιμοποιούνται προγράμματα γνωστά ως Slicer Software. Για τα 3 κομμάτια του ενισχυτή χρησιμοποιήθηκε το δωρεάν λογισμικό Ultimaker Cura στο οποίο εισήχθηκαν τα τρία 3D μοντέλα με τη μορφή .STL αρχείου. Μερικές σημαντικές ρυθμίσεις του Ultimaker Cura οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν αξίζουν να αναφερθούν. Το εκτυπωμένο μοντέλο έχει ύψος στρώματος(layer height) 0.28mm, έγινε η χρήση υποστηρικτικού υλικού για την εκτύπωση των σύνθετων γεωμετριών οι οποίες θα κατέρρεαν κατά την διαδικασία εκτύπωσης. Το εσωτερικό του μοντέλου έχει συντελεστή γεμίσματος(infill) 100%, απαραίτητο για την δομική ακεραιότητα του μοντέλου, κυρίως για τις προεκτάσεις σφαιρικής σύνδεσης του κομματιού Β με το Α. Το υλικό νήματος είναι το πολυγαλακτικό οξύ (PLA) και εκτυπώθηκε σε θερμοκρασία 230C. Η επιλογή του υλικού έγινε λόγω του χαμηλού κόστους, ευκολίας εκτύπωσης και της ιδιότητας ακαμψίας του υλικού. Παρόλα αυτά το υλικό αυτό δεν είναι κατάλληλο για πολύωρη έκθεση στην ακτινοβολία του ηλίου και στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Η έκθεση του σε αυτά τα

δυο προκαλεί την απώλεια της ακαμψίας του οδηγώντας το σε παραμόρφωση του μοντέλου. Σε περίπτωση ανάγκης παραγωγής ενός μοντέλου βιομηχανικών προδιαγραφών που θα είναι πιο ανθεκτικό στις κλιματολογικές συνθήκες τα υλικά τα οποία θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν στην περίπτωση FDM εκτύπωσης θα πρέπει να είναι τύπου Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) ή Acrylonitrile Styrene Acrylate (ASA) τα οποία είναι πιο ανθεκτικά στην UV ακτινοβολία και στις υψηλές θερμοκρασίες. Στον Πινάκα 1. αναλύονται η διάρκεια εκτύπωσης, η μάζα, η κατανάλωση νήματος σε μετρά και το κόστος του κάθε κομματιού σε ευρώ, για την εκτύπωση με PLA και τις προαναφερθέντες ρυθμίσεις.

Κομμάτια	Διάρκεια Εκτύπωσης	Μάζα	Κατανάλωση νήματος	Κόστος
A	2h36min	28g	9.34m	0.56€
B	2h17min	26g	8.81m	0.52€
Γ	12h8min	124g	41.64m	2.48€
ΣΥΝΟΛΟ	15h1min	178g	142.15m	3.56€

Πίνακας 1.



Εικόνα 2.

Στην Εικόνα 2. απεικονίζεται ο ενισχυτής συναρμολογημένος και συνδεδεμένος με τον φορητό υπολογιστή TurboX Flynote 3 και ο ενισχυτής αποσυναρμολογημένος.

V. ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΑΘΗΤΙΚΟΥ ΕΝΙΣΧΥΤΗ

Οι δοκιμές για την αποδοτικότητα του ενισχυτή έγιναν με τη χρήση του εξωτερικού προσαρμογέα δικτύου TP-Link Mini Wireless N USB Adapter Model No. TL-WN823N. Ως αναμεταδότης χρησιμοποιήθηκε ένα κινητό τηλέφωνο Redmi Note 8T με την λειτουργία hotspot ενεργοποιημένη. Ο

φορητός υπολογιστής εξοπλισμένος με το κάτοπτρο τοποθετήθηκε στο σημείο (0) της Εικόνας 3. και ο αναμεταδότης μετακινήθηκε διαδοχικά στις θέσεις από (1) έως (6).



Εικόνα 3.

Όπως φαίνεται παρακάτω στον Πίνακα 2. μετά το σημείο (2) ο υπολογιστής αδυνατούσε να συνδεθεί με τον αναμεταδότη δίχως τη βοήθεια του κατόπτρου. Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι στην περιοχή είναι ενεργοί πολλοί δρομολογητές ασυρμάτου δικτύου που πιθανόν να παρεμβάλουν στην παραπάνω διασύνδεση, μειώνοντας την ακρίβεια των μετρήσεων, γεγονός που δεν μπορεί να μετρηθεί επί του παρόντος πειράματος. Τα αποτελέσματα του πειράματος αποδεικνύουν την επίτευξη του σκοπού για τον οποίο δημιουργήθηκε ο ενισχυτής σήματος καθώς αυξάνει την εμβέλεια του υπόψη προσαρμογέα δικτύου στο 100%. Παρόμοιες εφαρμογές μπορούν να δημιουργηθούν για την βελτίωση της επικοινωνίας μεταξύ συσκευών, εύκολα και με ελάχιστο κόστος χάρη στη χρήση της τεχνολογίας του 3D εκτυπωτή. Με αφαίρεση του κομματιού Γ από το Β επιτυγχάνεται η μέτρηση με ή χωρίς τον ανακλαστήρα σημάτων, χωρίς να μετακινείται ο προσαρμογέας δικτύου.

Τα παρακάτω αποτελέσματα συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας την υπηρεσία της ιστοσελίδας www.speedtest.net.

Το ping έχει μετρηθεί σε ms και οι ταχύτητες λήψης και μεταφόρτωσης σε mbps.

Σημεία	Ping με κάτοπτρο	Λήψη με κάτοπτρο	Μεταφόρτωση με κάτοπτρο	Ping χωρίς	Λήψη χωρίς	Μεταφόρτωση χωρίς
1	64	3,12	1,64	99	0,29	0,84
2	103	0,5	1,19	111	0,14	0,93
3	41	0,41	2,58	-	-	-
4	45	1,46	3,76	-	-	-
5	43	1,09	0,54	-	-	-
6	78	0,28	0,45	-	-	-

Πίνακας 2.

Η απόσταση του κάθε σημείου από το σημείο 0 μετρήθηκε με την υπηρεσία Google Earth και είναι ως εξής:

1)20m ,2)48m ,3)84m ,4)116m ,5)150m ,6)198m

VI. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Παραπάνω παρουσιάστηκε μια απλή αλλά χρήσιμη και λειτουργική εφαρμογή της τεχνολογίας της 3D εκτύπωσης. Παρακάτω, θα γίνει αναφορά σε σημαντικές εξελίξεις στον τομέα της ερευνάς και ανάπτυξης με εφαρμογές στην επιστήμη της Ηλεκτρονικής και της Πληροφορικής.

A. Εύκαμπτα Ηλεκτρονικά Κυκλώματα

Η ιδιότητα των 3D εκτυπωτών να χρησιμοποιούν ταυτόχρονα πολλαπλά υλικά έχει συνδράμει στην ευκολότερη ανάπτυξη στρεπτών ηλεκτρονικών και “έξυπνων” υφασμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκτύπωση λειτουργικών μερών, ενσωματώνοντας τα μέσα σε κατασκευές από νήματα εύκαμπτων πολυμερών, όπως το νάιλον.[4] Τα λειτουργικά μέρη συνθέτονται από έναν ξεχωριστό εξωθητή πάστας μετάλλου όπως ασήμι ,χαλκός ,νικέλιο και αλουμίνιο. Σε δοκιμές, τα ενσωματωμένα κυκλώματα εντός των πολυμερών διατηρούσαν την ακεραιότητα και την λειτουργικότητα τους ακόμα και αν το υλικό του πολυμερούς δεχόταν κάμψη ,με παρενέργεια ,όμως, την αύξηση της ολικής αντίστασης.[5].

B. Ασύρματη Μεταφορά Ισχύος

Οι περισσότερες εφαρμογές συστημάτων ασύρματης μεταφοράς ισχύος είναι διεισδυτικές. Παρόλα αυτά η χρήση της τεχνολογίας της 3D εκτύπωσης στην σχεδίαση και δημιουργία διευκολύνει στην σύζευξη των δυο πηνίων αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα και μειώνοντας την απώλεια ενέργειας. Πειράματα έχουν διενεργηθεί με την

χρήση υποστρώματος από PLA και πάστας ασημιού για την υλοποίηση του κυκλώματος. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν ότι μια τέτοια εφαρμογή είναι εφικτή[6]

C. Αυτοματοποιημένη Διαδικασία Εκτύπωσης Ηλεκτρονικών Συστημάτων

Σημαντική πρόοδος έχει γίνει προς τη υλοποίηση του πλήρους αυτοματισμού κατασκευής κατά παραγγελία ηλεκτρονικών συσκευών και κυκλωμάτων. Η διαδικασία υλοποίησης βασίζεται στις τεχνικές εκτύπωσης SLA και MJ. Ένας πρωτότυπος εκτυπωτής έχει σχεδιαστεί ο οποίος δημιουργεί το περίβλημα από ρητίνη με την τεχνική SLA και τα αγωγία μέρη με την χρήση ειδικού εκτυπωτή inkjet MJ. Το σύστημα αυτό το οποίο αναπτύχθηκε από τον Kenji Tsukada και τους συνεργάτες του είναι ικανό να ενσωματώνει και έτοιμα εξαρτήματα κατασκευάζοντας αυτόματα λειτουργικές ηλεκτρονικές συσκευές.[7]

D. Κεραίες Κυκλικής Πόλωσης

Οι κεραίες κυκλικής κώωσης χρησιμοποιούνται στις δορυφορικές επικοινωνίες και στην τεχνολογία πλοήγησης. Μια πρωτότυπη κεραία μικρού μεγέθους άλλα υψηλής αποδοτικότητας και μεγάλου εύρους δέσμης κατασκευάστηκε με την χρήση 3D εκτυπωτή.[8]Για την κατασκευή της συγκεκριμένης κεραίας χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός εκτύπωσης SLA και MJ.

VII. ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Έχει αποδειχθεί ότι οι τρισδιάστατοι εκτυπωτές παράγουν μικροσωματίδια, διαμέτρου μικρότερης των 100nm.Ατομα τα οποία πλήττονται από παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, όπως το άσθμα, θα πρέπει να χρησιμοποιούν προστατευτικό εξοπλισμό, καθώς είναι ευπαθείς στα εν λόγω σωματίδια. Εισπνοή των εν λόγω σωματιδίων σε μεγάλο βαθμό, είναι πιθανόν να προξενηθεί ζημιά στα πνευμόνια, στο συκώτι και στην σπλήνα. Επιπροσθέτως, η θέρμανση μερικών πλαστικών νημάτων παράγει τοξικές αναθυμιάσεις επικίνδυνες για τον άνθρωπο.[9]Για αυτόν τον λόγο, είναι σημαντικό οι 3D εκτυπωτές να λειτουργούν σε καλά εξαεριζόμενους χώρους για να αποφευχθεί ζημιά στην υγεία των χειριστών τους, ιδιαίτερα σε εργαστήρια και χώρους όπου λειτουργούν ταυτόχρονα πολλοί εκτυπωτές. Αν είναι δυνατόν οι εκτυπωτές θα πρέπει να τοποθετούνται σε ξεχωριστούς χώρους με παράθυρα ή ενσωματωμένο σύστημα εξαερισμού για την απομάκρυνση των επιβλαβών εκπομπών. Ο προτεινόμενος ρυθμός ανανέωση του αέρα είναι ο εξαερισμός του συνολικού όγκου του χώρου 8 φορές την ώρα.[10]Επιπροσθέτως αν ο εκτυπωτής χρησιμοποιεί υπεριώδες φως στην λειτουργία του αναγκαία είναι η χρήση προστατευτικών γυαλιών. Σημαντική είναι και η χρήση προστατευτικών γαντιών για να αποφευχθεί ζημιά στα άκρα των χειριστών σε περίπτωση που αυτά έρθουν σε επαφή με θερμαινόμενες επιφάνειες ή κινούμενα μέρη.

VIII. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης αποδεικνύεται πολύτιμο και χρήσιμο εργαλείο για την έρευνα τόσο του Ηλεκτρονικού Μηχανικού όσο και του Μηχανικού Πληροφορικής. Οι εφαρμογή της, συγκεκριμένα στον τομέα της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να βοηθήσει στην υλοποίηση λύσεων για τις εργασίες των φοιτητών ,τις διπλωματικές εργασίες άλλα και σε γενικότερα πρότζεκτ και προγράμματα του τμήματος κύριως για την κατασκευή προτοτύπων με μεγάλη ακρίβια. Με το πείραμα κατασκευής του παθητικού ενισχυτή σήματος αποδείχθηκε ότι ο τρισδιάστατος εκτυπωτής ,ακόμα και στα χεριά ενός πρωτοετή φοιτητή, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο ικανό να προσφέρει πρωτοφανείς λύσεις. Κατόπιν των παραπάνω κρίνεται σκόπιμη η δραστηριοποίηση του τμήματος στον χώρο της τρισδιάστατης εκτύπωσης και η ενσωμάτωση μια τέτοιας συσκευής στην εργαστηριακή διδασκαλία του τμήματος , για την εκμάθηση και όχι μόνο στο επίπεδο χρήσης των υπόψη εκτυπωτών αλλά και σε ολη την εκταση της προγραμματιστικής υποδομής για την αναπτυξη προτοτυπων μοντέλων από την ερευνα – σχεδιαση έως την υλοποιηση.

Αναφορες

- [1] Ali Akpek ,”Three Dimensional Bioprinting of Tissue Engineered Artificial Heart Valves by Stereolithography “,Gebze Teknik Üniversitesi ,
- [2] Hongqian Lu,Xingxing Song,Renren Wang,Hongwei Chen,”Design and Control of Movabale Cement 3D Printing System”,School of Electrical Engineering and Automation,Qilu University of Techonology,2019
- [3] <https://3dinsider.com/3d-printer-types/>
- [4] Callen Votzke,Uranbileg Daalkaijav,Yi’git Mengüç,Matthew L. Johnston,”3D-Printer Liquid Metal Interconnects for Stretchable Electronics”,Oregon State University,2019
- [5] Habib Nassar, Markellos Ntagios, William Taube Navaraj, Ravinder Dahiya,”Multi-material 3D Printed Bendable Smart Sensing Structures”,Bendable Electronics and Sensing Technologies (BEST) Group, University of Glasgow,2018
- [6] Tao Hou, Yu Song, Willemijn S. Elkhuisen, Jiehui Jiang, Jo M.P. Geraedts ,”3D Wireless power Transfer Based on 3D Printer Electronics”,Department of Design Engineering, Faculty of Industrial Design Engineering, Delft University of Technology and School of Mechanical Engineering and Automation, Shanghai University ,2018
- [7] Kenji Tsukada,Akihiro Kawajiri,Yoshikata Hashimoto,Katsuaki Makihara,Ryojiro Tominaga,Masatoshi Fujita,Takeshi Sato,”Functional Inkjet 3D Printing System for Customized Electronics”,Development Center,Fuji Machine Mfg. Co.,2017
- [8] X. Chen,Y.J. Guo,P.Y. Qin,G.Fu,”Low-cost 3D Printed Compact Circularly Polarized Antenna with High efficiency and Wide beamwidth”, National Key Laboratory of Antennas and Microwave Technology,Xidian University,Global Big Data Technologies Centre, University of Technology Sydney,2016
- [9] Tyler S. Love,Ken Roy,”3D Printing : What's the harm?”,Department of Technology and Engineering Education,University of Maryland Eastern Shore,2017
- [10] Susan A. Randolph,”3D Printing What are the Hazards?”,Occupational Safety and Health Education and Research Center,University of North Carolina,2018