



Σχολή Γραφικών Τεχνών και Καλλιτεχνικών Σπουδών
Τμήμα Τεχνολογίας Γραφικών Τεχνών

Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα:
Νέες Τεχνολογίες Εκτύπωσης

Τσιγώνιας Μάριος,

Δρ. Τεχνολογίας Γραφικών Τεχνών και
Συσκευασίας (BSc, MSc, MEd, MCounc, PhD)
Μέλος ΣΕΠ Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου
Επιστημ. συνεργάτης ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος
Επιστημ. συνεργάτης Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Τσιγώνιας Αντώνιος,

Τεχνολόγος Γραφικών Τεχνών (BSc, MA, PhD Cand.)
Ακαδημαϊκός Υπότρ. Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής

ΑΘΗΝΑ 2010 (Αναθεώρηση 2020)

Πίνακας Περιεχομένων

Μέρος Ι – Ψηφιακές Εκτυπώσεις

1. Εισαγωγή	6
2. Χαρακτηριστικά της μεθόδου	6
3. Συστήματα εκτύπωσης με ξηρής κατάστασης μελάνι (toner)	7
3.1 Ηλεκτροφωτογραφία	7
3.1.1 Οργανικός φωτοαγωγός (OPC)	8
3.1.2 Toners & χαρακτηριστικά αυτών	9
3.1.3 Απαιτούμενες ιδιότητες από τα toners - πρόσθετα ελέγχου φορτίου	10
3.2 Άλλα συστήματα με βάση τα toners	10
3.2.1 Απόθεση ιόντων (Ιονογραφία)	10
3.2.2 Ηλεκτροστατική μέθοδος	11
3.2.2 Μαγνητογραφική μέθοδος (Μαγνητογραφία)	12
4. Εκτύπωση με ψεκασμό (έγχυση) μελάνης	13
4.1 Τεχνολογίες ψεκασμού μελάνης	13
4.2 Τεχνολογία ψεκασμού συνεχούς ροής	13
4.3 Τεχνολογία ψεκασμού σταγόνων κατά ζήτηση	14
4.3.1 Πιεζοηλεκτρικός έλεγχος σταγονιδίων	15
4.3.2 Τεχνολογία ψεκασμού μελάνης με θερμότητα ή δημιουργία φυσαλλίδων	15
4.3.3 Τεχνολογία ψεκασμού μελάνης με την χρήση ακουστικών συχνοτήτων	16
4.3.4 Ψεκασμός μελάνης με τήξη ή αλλαγή φάσης	17
5. Εκτύπωση με θερμική μεταφορά	18
5.1 Εκτύπωση με θερμική μεταφορά κεριού	18
5.2 Εκτύπωση με εξάχνωση χρωστικών	18
5.3 Εκτύπωση με διάχυση χρωστικών	19
6. Τεχνολογία αφαιρετικής εκτύπωσης με laser	20
7. Αξιολόγηση της μεθόδου	20
8. Συμπεράσματα	21
9. Βιβλιογραφία	21

Μέρος ΙΙ – Τεχνολογίες CTP/Συστήματα εκτύπωσης μέσω υπολογιστή

1. Περίληψη	22
2. Εισαγωγή	22
3. Τεκμηρίωση του ενδιαφέροντος του θέματος	23
4. Τεχνολογίες κατασκευής εκτυπωτικών πλακών βασισμένες στην απευθείας λήψη δεδομένων από υπολογιστικά συστήματα	24
5. Τεχνολογίες Computer to Plate	24
5.1 Οι αναπτυσσόμενες τεχνολογίες Computer to Plate	25
5.1.1 Η τεχνολογία Computer to conventional Plate (εγγραφή συμβατικών πλακών)	25
5.1.2 Η τεχνολογία Computer to Plate με εκπομπή ορατού φωτός	26
5.1.3 Η τεχνολογία Computer to Plate εκπομπής ιώδους laser χωρίς χημική επεξεργασία	26
5.1.4 Η τεχνολογία Computer to Plate θερμικής εκπομπής (IR)	26
6. Τεχνολογίες Computer to Press	27
6.1 Τεχνολογία Computer to Press – DI (Direct Imaging με εκτυπωτική πλάκα μιας εγγραφής)	27
6.2 Τεχνολογία Computer to Press – DI (Direct Imaging με εκτυπωτική πλάκα πολλαπλών εγγραφών)	28
6.2.1 Κατασκευή πλακών Offset με θερμική μεταφορά	29
6.2.2 Κατασκευή πλακών Offset με τεχνικές έγχυσης λιπόφιλης ουσίας	29
6.2.3 Κατασκευή πλακών Offset με μαγνητογραφική μέθοδο (μαγνητολιθογραφία)	29
6.2.4 Κατασκευή πλακών Offset με φωτοηλεκτρολυτικές τεχνικές	30
6.2.5 Κατασκευή πλακών Offset με την χρήση παραμαγνητικών υλικών και την εκμετάλλευση της αλλαγής των ιδιοτήτων φθοριομένων πολυμερών	30
6.2.6 Κατασκευή κυλίνδρων βαθυτυπίας με συστήματα απόξεσης	31
6.2.7 Κατασκευή τελάρων μεταξοτυπίας με τεχνικές έγχυσης κεριού ή μελάνης	31
7. Εκτύπωση από ψηφιακά δεδομένα χωρίς την ύπαρξη εκτυπωτικής πλάκας – Computer to Print/Computer to Paper	31
7.1 Εκτύπωση ψηφιακών δεδομένων χωρίς την ύπαρξη εκτυπωτικής πλάκας – Computer to Print	31
7.2 Εκτύπωση ψηφιακών δεδομένων χωρίς την ύπαρξη εκτυπωτικής πλάκας – Computer to Paper ...	32
8. Πλεονεκτήματα των τεχνολογιών Computer to Plate/Press/Cylinder/Screen	32
9. Συμπεράσματα	33
10. Βιβλιογραφία	34

Μέρος III – Τυπωμένα κυκλώματα

1. Θεμελιώδη χαρακτηριστικά των έξυπνων υλικών	35
2. Έξυπνη ετικέτα	36
3. Χρωνο-χρωμοθερμοκρασιακοί δείκτες	36
4. Έξυπνη μελάνη	37
5. Έξυπνα συστήματα απεικόνισης και διαδραστικότητα προϊόντων	37
6. Συστήματα αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνότητων	38
6.1 Ιστορική αναδρομή	39
6.2 Τι είναι το RFID	40
6.3 Τι περιλαμβάνει το σύστημα RFID	40
6.3.1 Παθητικές ετικέτες - πομποδέκτες	41
6.3.2 Ενεργές ετικέτες - πομποδέκτες	41
6.3.3 Έξυπνες ετικέτες RFID	41
6.3.4 Χαρακτηριστικά των RFID ετικετών	42
6.4 RFID αναγνώστες/εγγραφείς	42
6.5 Το λογισμικό σύστημα ανάγνωσης (host system)	44
6.6 Ενεργειακοί περιορισμοί	44
6.7 Ραδιοσυχνότητες εκπομπής	45
6.8 Εκτύπωση ετικέτας RFID	45
6.8.1 Εκτύπωση ετικετών με τη μέθοδο της μεταξοτυπίας	46
6.8.2 Η εκτύπωση κυκλωμάτων RFID με ψεκασμό μελάνης	46
6.8.3 Τα αγώγιμα μελάνια	49
6.9 Εξελίξεις των RFID ετικετών	49
6.10 Ετικέτες χωρίς μικροκύκλωμα	50
6.11 Σύγκριση ετικετών με chip και chipless RFID ετικετών	50
7. Τυπωμένα ενεργειακά συστήματα	51
8. Βιβλιογραφία	52

Μέρος Ι - Ψηφιακές Εκτυπώσεις

1. Εισαγωγή

Οι ψηφιακές εκτυπώσεις αποτελούν μια ταχύτατα αναπτυσσόμενη αγορά στον χώρο των γραφικών τεχνών. Η ικανοποιητική ποιότητα εκτύπωσης, η γρήγορη επεξεργασία των δεδομένων, η εξατομίκευση των εντύπων που παράγονται και η πληθώρα των σχημάτων και υποστρωμάτων που είναι δυνατό να τυπωθούν με τις ψηφιακές εκτυπώσεις είναι μόνο μερικά από τα πλεονεκτήματα αυτών των τεχνικών εκτύπωσης. Αναφερόμενοι στις ψηφιακές εκτυπώσεις στον πληθυντικό εννοούμε όλες εκείνες τις διαφορετικές τεχνικές που χρησιμοποιούνται είτε με τον ψεκασμό μελάνης στο υπόστρωμα είτε με την καθορισμένη και επιλεκτική, υποβοηθούμενη από οπτοηλεκτρομηχανικό σύστημα εγγραφής και εναπόθεση στερεάς ή υγρής μελάνης σε τύμπανο μεταφοράς. Τα χαρακτηριστικά των μεθόδων αυτών και οι τεχνικές λεπτομέρειες των επιμέρους τεχνικών και συστημάτων αναλύονται στις σελίδες που ακολουθούν.

2. Χαρακτηριστικά της μεθόδου

Ψηφιακές εκτυπώσεις καλούνται όλες εκείνες οι σύγχρονες τεχνολογικά εκτυπωτικές εφαρμογές των οποίων τα πρότυπα της αναπαραγωγής δεν αποτελούν εκτυπωτικές πλάκες (μήτρες) αλλά ψηφιακά διαμορφούμενα πρότυπα κατά την ώρα της εκτύπωσης. Οι ψηφιακές εκτυπώσεις είναι δυνατό να απεικονίσουν το θέμα σε διάφορα υποστρώματα εκτύπωσης με την βοήθεια ειδικών τεχνολογιών εκτύπωσης και υλικών ειδικής τεχνολογίας (τόνερ ξηρής ή υγρής κατάστασης μελάνης). Η διαχείριση αυτής της τεχνολογίας εκτύπωσης γίνεται αποκλειστικά με την χρήση των Η/Υ και των διαμορφωμένων εντολών που παράγουν.

Συνοπτικά τα **χαρακτηριστικά** των ψηφιακών εκτυπώσεων όπως αυτές παρουσιάζονται στην αγορά σήμερα είναι:

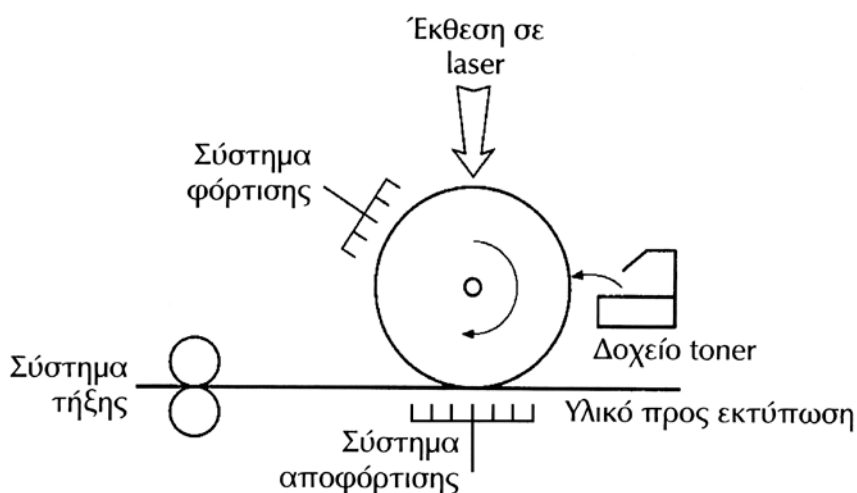
- Μικρή (συγκριτικά με τις άλλες εμπορικές εκτυπώσεις) παραγωγικότητα,
- Δυνατότητα άμεσης αποτύπωσης με ποιοτική ανάλυση χρωμάτων τετραχρωμίας, (υπάρχουν όμως προβλήματα στην συμβατότητα της απόχρωσης με τα εκτυπωτικά δοκίμια),
- Άμεση παράδοση συγκεκριμένων (μικρών) ποσοτήτων,
- Δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων μέσω διαδικτύου σε όλες τις προσβάσιμες περιοχές δικτύων,
- Ευκολία στη διόρθωση-προσθήκη-επανεκδοση των υπό έκδοση εντύπων,
- Μεγάλο κόστος αναλωσίμων ιδιαίτερα για την παραγωγή μεγάλου αριθμού αντιτύπων,
- Μειωμένο κόστος εργασίας (€/h),
- Δυνατότητα ταχείας παράδοσης εντύπων σύμφωνα με την ζήτηση/απαίτηση “on demand” σε συγκεκριμένες ποσότητες, ποιότητες και εξατομικευμένα χαρακτηριστικά,
- Ευελιξία και προσαρμοστικότητα της μεθόδου σε διάφορες εκτυπωτικές εργασίες.

3. Συστήματα εκτύπωσης με ξηρής κατάστασης μελάνι (toner)

Υπάρχουν πέντε κύριοι τύποι συστημάτων που τυπώνουν με toner. Όλοι οι τύποι μπορούν να κατευθύνονται με ηλεκτρονικούς υπολογιστές και χρησιμοποιούν οπτικές ή, ηλεκτρικές τεχνολογίες, για να σχηματίσουν τη λανθάνουσα εικόνα, επάνω στην οποία μπορεί να προσκολληθεί μελάνι σε σκόνη (toner). Αυτές οι μέθοδοι είναι α. η ηλεκτροφωτογραφία, β. η απόθεση ιόντων, γ. η ηλεκτροστατική, δ. η μαγνητογραφική και ε. η ηλεκτρογραφία. Η μέθοδος με την μεγαλύτερη εφαρμογή, είναι η ηλεκτροφωτογραφία.

3.1 Ηλεκτροφωτογραφία

Η ηλεκτροφωτογραφία αναφέρεται κυρίως στη λειτουργία των εκτυπωτών laser με τη χρήση συστημάτων οργανικών φωτοαγωγών και όχι με τύμπανα στρωμένα σε σεληνιο. Η λειτουργία αυτών των εκτυπωτών laser φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 1.1. Σχηματική αναπαράσταση της μεθόδου της ηλεκτροφωτογραφίας

Τα χαρακτηριστικά στάδια της λειτουργίας του συστήματος που φαίνονται στην εικόνα 1, είναι τα ακόλουθα:

1ο στάδιο. Εφαρμόζεται ένα ομοιόμορφο ηλεκτροστατικό φορτίο στο τύμπανο εκτύπωσης με το φωτοαγωγίμο στρώμα.

2ο στάδιο. Αυτό είναι το βήμα όπου η εικόνα μεταφέρεται με laser ή LED, από τον υπολογιστή από ψηφιακή πληροφορία, επάνω στο φωτοαγωγό. Το φως κάνει το φωτοαγωγό ηλεκτρικό αγωγό που γειώνει το φορτίο του επιστρώματος του κυλίνδρου στις περιοχές της εικόνας, αφήνοντας φορτισμένες τις άλλες περιοχές του κυλίνδρου.

3ο στάδιο. Αυτό είναι το στάδιο της εμφάνισης ή ανάπτυξης της λανθάνουσας εικόνας με επικάλυψη στον κύλινδρο σωματιδίων με το ίδιο φορτίο. Το ομώνυμο φορτίο του κυλίνδρου απωθεί τα ομώνυμα σωματίδια του toner και αυτά κολλούν στις αφόρτιστες (φωτισμένες) περιοχές του κυλίνδρου.

4ο στάδιο. Το toner μεταφέρεται στο υλικό προς εκτύπωση. Μια δεύτερη ηλεκτρική εκκένωση κορώνας χρειάζεται για να δώσει στο υλικό προς εκτύπωση ένα αντίθετο φορτίο που βοηθά στη μεταφορά του toner από το τύμπανο OPC στο υλικό προς εκτύπωση.

5ο στάδιο. Το toner θερμαίνεται και τήκεται με θέρμανση επάνω στο τυπωμένο στρώμα δίνοντας σταθερή και ορατή εικόνα.

Κρίσιμο εξάρτημα του ηλεκτροφωτογραφικού συστήματος αποτελεί ο οργανικός φωτοαγωγός (ο επιστρωμένος κύλινδρος που συμμετέχει στην διαμόρφωση της εικόνας και την διάταξη του toner).

3.1.1 Οργανικός φωτοαγωγός (OPC)

Οι οργανικοί φωτοαγωγοί έχουν αντικαταστήσει τα υλικά των ημιαγωγών του σεληνίου σε πολλές εφαρμογές ενώ οι εκτυπωτικές ψηφιακές μηχανές Mitsubishi χρησιμοποιούν άμορφο σεληνίο αντί OPC.

Ο οργανικός φωτοαγωγός αποτελεί ένα σύστημα τυμπάνου δύο στρωμάτων, το πρώτο ένα λεπτό στρώμα δημιουργίας φορτίου (CGL – Charge Generate Layer) επάνω στο οποίο επιστρώνεται ένα παχύτερο στρώμα μεταφοράς φορτίου (CTL – Charge Transfer Layer). Αυτό το διπλό στρώμα τοποθετείται επάνω σε φύλλο πολυεστέρα που είναι επιστρωμένος με λεπτό στρώμα αλουμινίου, γειωμένου.

Το ανακλώμενο φως από μια εικόνα (ή το διερχόμενο από το slide φως) περνά από την ηλεκτροστατικά φορτισμένη επιφάνεια του στρώματος μεταφοράς φορτίου και κτυπά το στρώμα δημιουργίας φορτίου. Το στρώμα δημιουργίας φορτίου περιέχει μια χρωστική που απορροφά φως και με φωτοδιάσπαση παράγει φορτισμένο σύμπλοκο με φορτίο θετικό (P^+) και ηλεκτρόνιο (e^-). Τα παραγόμενα ηλεκτρόνια περνούν και φεύγουν στη γείωση μέσω του γειωμένου λεπτού στρώματος αλουμινίου ενώ το θετικά φορτισμένο σύμπλοκο μεταναστεύει ανάμεσα από τα στρώματα CGL/CTL (δημιουργίας και μεταφοράς φορτίου). Η επιτυχής μεταφορά αυτών των θετικών φορτίων (οπών ηλεκτρονίων) εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την κρυσταλλικότητα της χρωστικής. Οι ατέλειες κρυστάλλωσης δεσμεύουν τα θετικά φορτία και σταματούν τη διαδρομή τους.

Το στρώμα μεταφοράς φορτίου (CTL) περιέχει ένα συστατικό πλούσιο σε ηλεκτρόνια. Αυτό είναι ένας δότης που προσφέρει ηλεκτρόνια σε μια θετική οπή. Η θετική οπή έτσι εξουδετερώνεται αλλά το μόριο δότης Δ γίνεται θετική οπή. Με τον τρόπο αυτό το φορτίο μεταφέρεται διαδοχικά από μόριο σε μόριο.

Αυτός ο κυκλικός μηχανισμός μεταφέρει την οπή του φορτίου υψηλά μέσα από το στρώμα μεταφοράς φορτίου μέχρι να φθάσει στην επιφάνεια του CTL που καλύπτεται με ηλεκτρόνια. Η θετική οπή τότε ενώνεται με ηλεκτρόνιο της επιφάνειας αφήνοντας ουδέτερη περιοχή όπου το φωτόνιο πέρασε από τον OPC. Σχηματίζεται τότε μια λανθάνουσα εικόνα που εμφανίζεται όταν χρησιμοποιηθεί φορτισμένο toner.

3.1.2 Toners & χαρακτηριστικά αυτών

Τα toners (μελάνια ξηρής κατάστασης), είναι χρώματα (αιθάλη/carbon black ή χρώματα) μέσα σε θερμοπλαστικές ρητίνες. Αντίθετα προς τα συμβατικά μελάνια, οι ρητίνες των toners έχουν μια θερμοκρασία τήξεως γύρω στους 65-70 °C όπου σ' αυτό το σημείο μαλακώνουν και ρέουν. Οι θερμοπλαστικές ρητίνες τυπικά είναι συμπολυμερή στυρενίου-ακρυλικών. Σε ορισμένες βέβαια περιπτώσεις οι ρητίνες που χρησιμοποιούνται έχουν σημαντικά μεγαλύτερη θερμοκρασία τήξεως (έως και 180 °C).

Το πλήρες σύστημα του μελανιού (σε ξηρή κατάσταση), περιέχει δύο είδη μορίων. Το πρώτο είναι αυτό που δίνει το χρώμα που μπορεί να είναι μαύρο, κίτρινο, cyan ή magenta. Το δεύτερο είναι αυτό που ελέγχει το φορτίο (CCA) που συμμετέχει στον έλεγχο του ηλεκτροστατικού (τριβοηλεκτρισμός) φορτίου που είναι απαραίτητο για την κατεύθυνση των σωματιδίων του toner προς την επιφάνεια της εικόνας επάνω στο φωτοαγωγίμο τύμπανο.

Το μέγεθος των σωματιδίων του toner καθορίζει την ακρίβεια εκτύπωσης που μπορεί να επιτευχθεί. Όσο μικρότερα είναι τα σωματίδια τόσο σαφέστερη είναι η εικόνα. Τα toners, που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε είναι διαμέτρου 5-10 μm, μέγεθος μικρότερο από το διαμέτρημα μιας ανθρώπινης τρίχας. Κάτω απ' αυτό το μέγεθος είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί το toner και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα. Όμως η χρήση μικρότερης κοκκομετρίας σωματιδίων περιορίζουν την ακρίβεια της εκτύπωσης. Για απόδοση μεγαλύτερων λεπτομερειών τα σωματίδια του toner διασπείρονται μέσα σε υγρό φορέα που επιτρέπει στα σωματίδια να χρησιμοποιηθούν χωρίς να σηκώσουν καπνό. Ο φορέας του toner είναι συνήθως αλειφατικός υδρογονάνθρακας ή ελαφρύ ορυκτέλαιο και πρέπει να μην είναι πολικός ούτε καλός αγωγός του ρεύματος. Πρακτικά τα σωματίδια των ξηρών toners είναι δύσκολο να μεταφερθούν στο τύμπανο OPC, επειδή το μέσο ελέγχου ηλεκτρικού φορτίου που είναι ενσωματωμένο μέσα στους κόκκους, δεν είναι ομοιόμορφα διεσπαρμένο και παρουσιάζει ανομοιομορφία στη συμπεριφορά του. Τα αποτελέσματα είναι μερικοί κόκκοι του toner να είναι λιγότερο φορτισμένοι από άλλους και να μεταφέρονται πιο αργά, φθάνοντας στα άκρα των κουκκίδων του ράστερ ή σε γραμμές δημιουργώντας οριακές ασάφειες του θέματος και ακανόνιστα σχέδια (μη ευθύγραμμο).

Τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του αρνητικού φορτίου που χρησιμοποιούνται είναι κατά κανόνα οργανικά μόρια που έχουν ένα αρνητικό φορτίο επιλεκτικό φόρτισης με τριβοηλεκτρισμό. Τέτοια είναι τα θειονικά οξέα, τα καρβονυλικά οξέα και τα άλατα τους. Τα αντίστοιχα μόρια για τον έλεγχο του θετικού φορτίου είναι οργανικά μόρια με απεντοπισμένο θετικό φορτίο. Συνήθως αποτελούν μείγματα χημικών ενώσεων που περιέχουν φαιναζίνες σε τέλεια κρυστάλλωση.

3.1.3 Απαιτούμενες ιδιότητες από τα toners – πρόσθετα ελέγχου φορτίου

Τα toners πρέπει να είναι σταθερά στη θερμοκρασία ώστε να μη τήκονται και διαρρέουν κατά τη στερέωσή τους στο χαρτί. Αυτό θα ελάττωνε την ακρίβεια εκτύπωσης και θα μπορούσε να δημιουργήσει προβλήματα στην εκτύπωση ημιτονικών εικόνων ή στον έλεγχο της εκτύπωσης. Μια ιδιαίτερη δυσκολία παρουσιάζεται από την ανάγκη του toner να είναι επιδεκτικό φόρτισης με τριβή. Αυτή η ιδιότητα αποδίδεται μόνο στα συστατικά ελέγχου φόρτισης. Στην πράξη όμως τα χρώματα cyan, κίτρινο και magenta περιέχουν διαφορετικά συστατικά για διαφορετικές ιδιότητες επειδή προέρχονται από διαφορετικές χημικές ομάδες. Τα πρόσθετα ελέγχου φορτίου έχουν κάποιο τρόπο ανάλογο μ' αυτές τις διαφορές τους ώστε να δημιουργείται το ίδιο φορτίο τριβηλεκτρισμού επάνω σ' αυτά, σε κάθε είδος χρώματος. Αν δεν συμβεί αυτό, τα σωματίδια δεν θα αποτεθούν στη σωστή αναλογία για να παραχθεί το απαιτούμενο χρώμα στην εικόνα. Το κίτρινο χρώμα βασίζεται σε αζωενώσεις. Το χρώμα magenta βασίζεται στις ενώσεις κιν ακριδόνη/ξανθάνιο ενώ το cyan στις φθαλοκυανίνες.

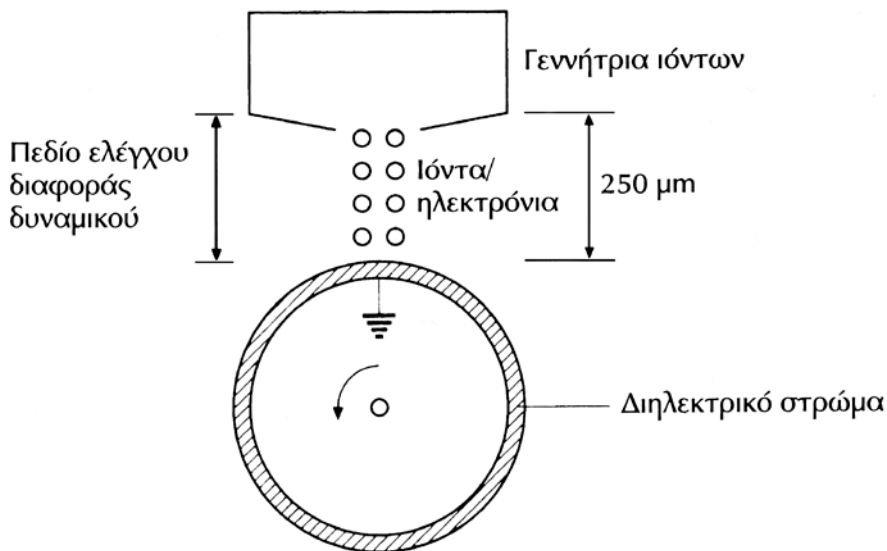
Τα χρώματα έχουν ένα βαθμό αδιαφάνειας και αυτό είναι ανεπιθύμητο χαρακτηριστικό όταν τυπώνονται το ένα χρώμα πάνω στο άλλο. Ένας ιδανικό toner θα αποτελούταν από μια χρωστική και μια ρητίνη, ως φορέα. Η ρητίνη αυτή αντί για πρόσθετα για στερέωση του χρώματος, μπορεί να αποτελείται από συμπολυμερή, οι δομικές μονάδες των οποίων τους αποδίδουν όλα τα επιθυμητά χαρακτηριστικά μεταξύ άλλων και την ιδιότητα του ελέγχου του φορτίου.

Τα toners για εκτυπωτές laser με μεγάλες ταχύτητες και φωτοαντιγραφικά, συνήθως αποτελούνται από μια ξηρή σκόνη που περιέχει δύο συστατικά. Το πρώτο είναι μια ξηρή σκόνη που περιέχει χρώμα σε κόκκους διαμέτρου 5-25 μm και ένα φορέα με χονδρούς κόκκους διαμέτρου περίπου 200 μm. Τα μεγάλα σωματίδια φορτίζονται με τριβή και επαγωγικά φορτίζουν και τους λεπτούς κόκκους τυμπάνου. Η σύνθεση του toner είναι μαύρο του άνθρακα (για μαύρη εκτύπωση), ένα πρόσθετο ρύθμισης φορτίου, 90% πολυμερές συνθετικό (ρητίνη), ξηρά λιπαντικά και πρόσθετα καθαρισμού.

3.2 Άλλα συστήματα με βάση τα toners

3.2.1 Απόθεση ιόντων (Ιονογραφία)

Αυτή η μέθοδος είναι παρόμοια με την ηλεκτροφωτογραφία. Η κύρια διαφορά είναι ότι, αντί να φορτίσει ένα φωτοαγωγίμο τύμπανο και μετά να δημιουργήσει λανθάνουσα εικόνα με φωτισμό, η ηλεκτροστατική εικόνα σχηματίζεται κατ' ευθείαν με χρήση ακτίνας ιόντων ή ηλεκτρονίων, που ελέγχεται και κατευθύνεται με την έξοδο ενός υπολογιστή.



Εικόνα 1.2. Σχηματική αναπαράσταση της μεθόδου της απόθεσης ιόντων

Τα ιόντα που είναι φορτισμένα ηλεκτρικά, παράγονται από μια γεννήτρια ιόντων. Με τη διαβίβαση ψηφιακών πληροφοριών από ένα υπολογιστή, εφαρμόζεται με διαφορά δυναμικού σε ένα πεδίο ελέγχου. Αυτό το πεδίο επιταχύνει τα ιόντα που προέρχονται από τη γεννήτρια ιόντων και τα κατευθύνει προς το τύμπανο που είναι επιστρωμένο με διηλεκτρικό υλικό, που συγκρατεί το ηλεκτρικό φορτίο. Το toner μεταφέρεται στο τύμπανο και από το τύμπανο στο χαρτί με πίεση και όχι με θέρμανση. Το υλικό του τυμπάνου είναι μεγαλύτερης αντοχής στη φθορά από όσο οι φωτοαγώγιμες επικαλύψεις και κατά συνέπεια έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής. Η απουσία σταδίου τήξης με θέρμανση σημαίνει ότι μπορούν να τυπωθούν θερμοπλαστικά και αυτοκόλλητες ταινίες όπως και συστήματα θερμογραφίας (σιδερότυπα, leterset). Όμως ενώ η μέθοδος είναι απλούστερη από την ηλεκτρογραφία, δίνει έντυπα καλύτερης ποιότητας.

Το σύστημα toner για εκτύπωση με απόθεση ιόντων χαρακτηρίζεται σαν υλικό ενός αγωγίμου συστατικού. Τα σωματίδια του toner είναι μαγνητικά και αγωγίμα και έχουν μέγεθος 4-45 μm , ενώ το ανώτερο όριο μεγέθους καθορίζει την ακρίβεια της εκτύπωσης.

Η σύνθεση τυπικά είναι 50-70% μαγνητικό οξείδιο μαζί με πολυμερές σαν συνδετικό, μαύρο του άνθρακα, και πρόσθετα καθαρισμού. Τα toners μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα με απόθεση ιόντων στο τύμπανο ή με σύστημα μαγνητογραφικής μεθόδου.

Η πιο πρόσφατη μέθοδος που εφαρμόζεται είναι της απεικόνισης με ηλεκτρονική ακτίνα (EBI) ή ιονογραφία που δίνει βελτιωμένη εικόνα.

3.2.2 Ηλεκτροστατική μέθοδος

Και αυτή η εφαρμογή είναι άμεση, καθώς το χαρτί περνάει επάνω από μια σειρά ηλεκτροδίων που δημιουργούν μία ηλεκτροστατική λανθάνουσα εικόνα. Το χαρτί δρα σαν ηλεκτροστατικό σώμα με φορτία επάνω του. Τότε στρώνεται επάνω του υγρό toner με κύλινδρο ή με ψεκασμό που συγκρατείται από την

εικόνα. Θερμαίνεται και τήκεται επάνω στην εικόνα. Μπορούν να εκτυπωθούν έτσι τέσσερα χρώματα με επαναλαμβανόμενες ενέργειες για κάθε χρώμα. Η ποιότητα εκτύπωσης δεν είναι καλή και εξαρτάται από την γεωμετρική διάταξη των ηλεκτροδίων.

Μια νέα ηλεκτροστατική τεχνολογία είναι αυτή του TonerJet (Array) κατά την οποία δρά ένα ηλεκτροστατικό πεδίο με ένα πλέγμα μεταλλικό που ελέγχει την διέλευση των κόκκων του άνθρακα (του toner) που τους κατευθύνει προς το χαρτί εκτύπωσης. Η μέθοδος επιτρέπει ποικιλία εκτυπώσεων με 600 κουκίδες στη γραμμική ίντσα (dpi).

3.2.3 Μαγνητογραφική μέθοδος (Μαγνητογραφία)

Σε αυτή τη μέθοδο το τύμπανο έχει επικάλυψη σκληρή, μαγνητική παρόμοια με τις επικαλύψεις οξειδίων σιδήρου και χρωμίου που χρησιμοποιούνται στις ταινίες του μαγνητοφώνου. Αυτές οι μαγνητικές καταγραφικές επικαλύψεις έχουν πολλά σημεία μαγνητικά που μπορούν να προσανατολιστούν με ισχυρά μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται με καταγραφικές κεφαλές.

Σ' αυτές τις τυπογραφικές διατάξεις οι πληροφορίες που πρόκειται να τυπωθούν προέρχονται από υπολογιστές και εγγράφονται σε μαγνητικό τύμπανο με μια σειρά ηλεκτρομαγνητών σαν μαγνητικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά συλλαμβάνουν μαγνητικά toner με το οποίο τυπώνεται η εικόνα σε χαρτί.

Ένα σπουδαίο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου σε σύγκριση με την ηλεκτροφωτογραφία είναι το ότι το περιστρεφόμενο μαγνητικό τύμπανο είναι μεγαλύτερης αντοχής στην τριβή, πράγμα που του αυξάνει τη διάρκεια ζωής.

Υπάρχουν όμως πολλές δυσκολίες με αυτή την τεχνική. Πρώτον ο μαγνητισμός που παραμένει στο τύμπανο είναι δύσκολο να αφαιρεθεί και έτσι η εικόνα παραμορφώνεται με υπερφόρτωση από toner. Δεύτερον τα toners πρέπει να είναι μαγνητικά και η ανάγκη παρουσίας προσθέτων τείνει να καταστήσει τα χρώματα αδιαφανή, εμποδίζοντας έτσι την σωστή αναπαραγωγή χρωμάτων κατά την εκτύπωση. Ίσως το πιο σοβαρό πρόβλημα είναι η ακρίβεια της εκτύπωσης που περιορίζεται από τις διαστάσεις των ηλεκτρομαγνητικών διατάξεων. Οι διατάξεις των ηλεκτρομαγνητών που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρομηχανική τεχνολογία δίνουν σχετικά μικρή πυκνότητα εγγραφής στην κεφαλή εκτύπωσης. Η μέθοδος πρακτικά χρησιμοποιείται μόνο για μονόχρωμη εκτύπωση μεγάλης πυκνότητας.

Σχετικά πρόσφατες βελτιώσεις στην τεχνολογία μικροδομών πυρίτιου έχουν οδηγήσει στην κατασκευή μικροαγωγού· μια σειρά ηλεκτρομαγνητών μπορεί έτσι να διαμορφωθεί πάνω σε έναν ημιαγωγό πυρίτιου. Μολονότι δεν έχει χρησιμοποιηθεί ακόμη στις μαγνητογραφικές κεφαλές εκτύπωσης, προσφέρει τη δυνατότητα για πυκνότητα εκτύπωσης 480 κουκίδων στην ίντσα. Αυτό θα αυξήσει την πυκνότητα γραφής των μαγνητικών κεφαλών εκτύπωσης με συντελεστή τουλάχιστον δύο.

4. Εκτύπωση με ψεκασμό (έγχυση) μελάνης

Η εκτύπωση με ψεκασμό μελανιού σαν βασική αρχή χρησιμοποιείται επί πολλά χρόνια παράλληλα με την αύξηση της ισχύος και των δυνατοτήτων των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Επίσης η τεχνική μεταβλήθηκε από απλή εφαρμογή δυαδικού κώδικα σε εφαρμογές έγχρωμων εκτυπώσεων και σήμερα χρησιμοποιούνται για συστήματα ελέγχου ψηφιακής εκτύπωσης όπως των εταιρειών της Cromalin (DuPont), Stork (Coulter) και Iris (Scitex). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκτύπωση ενός χρώματος σε διάφορα μεγέθη απο ψηφιακές πληροφορίες. Επειδή η εκτύπωση γίνεται χωρίς επαφή, δηλαδή μόνο το μελάνι έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια που τυπώνεται (από απόσταση), μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εκτύπωση σε οποιαδήποτε συμβατή επιφάνεια και μπορεί να ανταγωνιστεί τη μεταξοτυπία όσων αφορά την μεγάλη ποικιλία των εκτυπωμένων προϊόντων που μπορεί να παράγει.

Η αρχή λειτουργίας περιλαμβάνει εκτόξευση μικρών σταγονιδίων μελανιού με κατεύθυνση το χαρτί, από ένα μικρό ακροφύσιο (ράμφος, μπεκ). Ενώ υπάρχουν διάφοροι τρόποι δημιουργίας σταγονιδίων, έχουν το κοινό χαρακτηριστικό του ελέγχου των θέσεων (των στόχων) των σταγονιδίων, με μεγάλης συχνότητας ψηφιακά σήματα προερχόμενα από υπολογιστή. Ο σχηματισμός σταγονιδίων γίνεται με εφαρμογή ελεγχόμενης πίεσης στο υγρό μελάνι όπως αυτό κατευθύνεται στα μπεκ εκτύπωσης. Το ρεύμα του μελανιού διακόπτεται σε σταγονίδια. Ο τρόπος που επιτυγχάνεται αυτό εξαρτάται από την τεχνολογία που εφαρμόζεται.

4.1 Τεχνολογίες ψεκασμού μελάνης

Υπάρχουν δύο κυρίως τεχνολογίες που εφαρμόζουν τον ψεκασμό μελανιού για εκτύπωση, της συνεχούς ροής μελανιού και της εκτόξευσης σταγόνας κατά ζήτηση.

4.2 Τεχνολογία ψεκασμού συνεχούς ροής

Κατά την τεχνολογία εκτόξευσης/ψεκασμού, μία μικρή ποσότητα μελανιού εκτοξεύεται με ώθηση του από ένα στενό ακροφύσιο, με πίεση περίπου 3×10^5 Pa. Το αποτέλεσμα της μεγάλης ταχύτητας είναι η διακοπή της ροής (φλέβας), μελανιού σε μικρά σταγονίδια. Το μέγεθος και η συχνότητα (ο αριθμός) των σταγονιδίων που παράγονται εξαρτώνται πολύ από την επιφανειακή τάση του υγρού μελανιού, από τη διάμετρο του ράμφους (του ακροφυσίου) και την πίεση που εφαρμόζεται. Η επιφανειακή τάση του μελανιού είναι κάτω των 35 mNm^{-1} για να δημιουργηθεί καθορισμένο ρεύμα σταγονιδίων. Για την εξασφάλιση της ομαλότητας στο σχηματισμό σταγονιδίων, εφαρμόζεται μια πίεση από πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο με υψηλή συχνότητα (μέχρι 1 MHz) που προσαρμόζεται στο δοχείο του μελανιού. Ο έλεγχος της κατεύθυνσης των σταγονιδίων επιτυγχάνεται με την επαγωγή ηλεκτρικού φορτίου στα σταγονίδια την στιγμή που εγκαταλείπουν το ακροφύσιο. Τα φορτισμένα σταγονίδια τότε περνούν από μια σειρά φορτισμένων πλακών που τα κατευθύνουν προς την κατάλληλη θέση επάνω στο υπόστρωμα εκτύπωσης.

Το μέγεθος της εκτροπής του μελανιού (διαφοροποίηση της θέσης εκτύπωσης), και κατά συνέπεια η θέση των σταγονιδίων επάνω στην επιφάνεια που τυπώνεται εξαρτάται από το μέγεθος και το φορτίο των σταγονιδίων όταν φεύγουν από το ακροφύσιο. Αυτά πάλι καθορίζονται από την ψηφιακή εντολή που δίνεται από τον υπολογιστή στις φορτισμένες πλάκες εκτροπής και σχετίζεται με την υλοποίηση της ραστεροποιημένης εικόνας από τον RIP. Το μέγεθος του φορτίου που φέρει ένα σταγονίδιο εξαρτάται, από την ηλεκτρική τάση που εφαρμόζεται από τις πλάκες που βρίσκονται στην έξοδο κάθε ακροφύσιου.

Τα μεγέθη φορτίων στις πλάκες εκτροπής προκαθορίζονται σε 32 επίπεδα φορτίου. Ένα φορτίο επιπέδου 0, θα επέτρεπε στις σταγόνες να περάσουν χωρίς αλλαγή πορείας μέσα στον αγωγό μελανιού προς επιστροφή στο δοχείο μελανιού. Ένα φορτίο επιπέδου 32 θα προκαλέσει τη μέγιστη εκτροπή. Με τον τρόπο αυτό τα αφόρτιστα σταγονίδια (της περιοχής χωρίς εικόνα) επιστρέφουν στο αρχικό δοχείο μελανιού.

Τα ακροφύσια συνεχούς ροής, χρησιμοποιούνται κυρίως σε διάταξη σειράς ακροφυσίων με μικρή απόσταση μεταξύ τους που το καθένα δημιουργεί μια σειρά σταγονιδίων. Τα σταγονίδια που παράγουν την εικόνα δε φορτίζονται ηλεκτρικά αλλά κινούνται ευθύγραμμα προς το υπόστρωμα που τυπώνεται. Οι σταγόνες που δεν είναι επιθυμητές φορτίζονται και οδηγούνται στον αγωγό συλλογής μελανιού. Η λειτουργία είναι απλούστερη από την τεχνολογία του απλού ακροφύσιου, αλλά η ακρίβεια των ακροφυσίων ως προς τη θέση είναι απαραίτητη.

Η τεχνολογία Hertz είναι μια μορφή συνεχούς ροής μελανιού με εξαιρετικά μικρά ακροφύσια που δίνουν πολύ μικρά σταγονίδια. Κατά τη λειτουργία, τα λεπτά σταγονίδια ενώνονται επάνω στο χαρτί και σχηματίζουν ακριβέστερη εικόνα. Οι τονικές διαβαθμίσεις της εικόνας που παράγονται με τον σχηματισμό κουκίδων οδηγούν σε πολύ καλό οπτικό αποτέλεσμα.

Τα μειονεκτήματα προέρχονται κυρίως από την άναμειξη του μελανιού μεταξύ των λεπτών φλεβών μελανιού που δημιουργούνται. Σημαντικά προβλήματα παρουσιάζονται λόγω φαινομένων απόφραξης των ακροφυσίων εξαιτίας εξάτμισης του διαλύτη ή συσσωμάτωσης των χρωστικών του μελανιού και άλλα προβλήματα μικρορευστομηχανικής φύσεως. Επιπλέον τα σύγχρονα συστήματα είναι πολύ αργά και μπορεί να χρειάζονται μερικά λεπτά για εκτύπωση τετραχρωμίας σε χαρτί μεγέθους A0.

4.3 Τεχνολογία ψεκασμού σταγόνων κατά ζήτηση

Η διαφορά της τεχνολογίας μεταξύ συνεχούς ροής μελανιού και ψεκασμού μελανιού κατά ζήτηση είναι, ότι κατά τη δεύτερη μέθοδο, η πίεση στο δοχείο μελανιού δεν είναι συνεχής αλλά εξασκεείται όταν χρειάζεται εκτόξευση μιας σταγόνας. Η πίεση εξασκεείται σαν δράση ψηφιακού ηλεκτρονικού σήματος από έναν υπολογιστή που δημιουργεί την εικόνα.

Κατά το σύστημα ψεκασμού με βαλβίδες, μια παράταξη από 7-9 ακροφύσια βρίσκονται σε κατακόρυφη στοίχιση. Οι ηλεκτομηχανικές βαλβίδες είναι μικροβαλβίδες ελεγχόμενες ηλεκτρικά που ανοιγοκλείνουν με εντολές από ηλεκτρονικά ψηφιακά σήματα και επιτρέπουν την εκτόξευση σταγονιδίων με πίεση προς την

επιφάνεια που τυπώνεται. Μολονότι το σύστημα είναι ικανό να τυπώνει χαρακτήρες σε μέγεθος μέχρι 50 mpt, το εκτυπωτικό αποτέλεσμα είναι κακό.

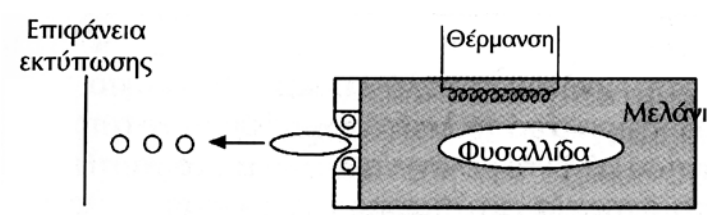
4.3.1 Πιεζοηλεκτρικός έλεγχος σταγονιδίων

Αυτός ο τρόπος ελέγχου σταγόνων μελανιού είναι από τους πιο απλούς στη δημιουργία σταγόνων (ηλεκτρονικά), κατά ζήτηση. Γίνεται εφαρμογή του φαινομένου του πιεζοηλεκτρισμού όπου μικρές ηλεκτρικές ώσεις ασκούνται σε κατάλληλους κρύσταλλους οι οποίοι διαστέλλονται. Το αντίστροφο φαινόμενο συμβαίνει με πίεση του πιεζοηλεκτρικού κρύσταλλου, οπότε δημιουργούνται ηλεκτρικοί παλμοί. Η αρχή εφαρμόζεται στους αναπτήρες αερίου, χωρίς μπαταρία. Ο μετατροπέας του ηλεκτρικού σήματος σε ώσεις (transducer) βρίσκεται μέσα στο δοχείο του μελανιού όπου λαμβάνοντας σήμα από τον υπολογιστή πιέζει το μελάνι. Τα σταγονίδια δημιουργούνται σύμφωνα με τα λαμβανόμενα σήματα.

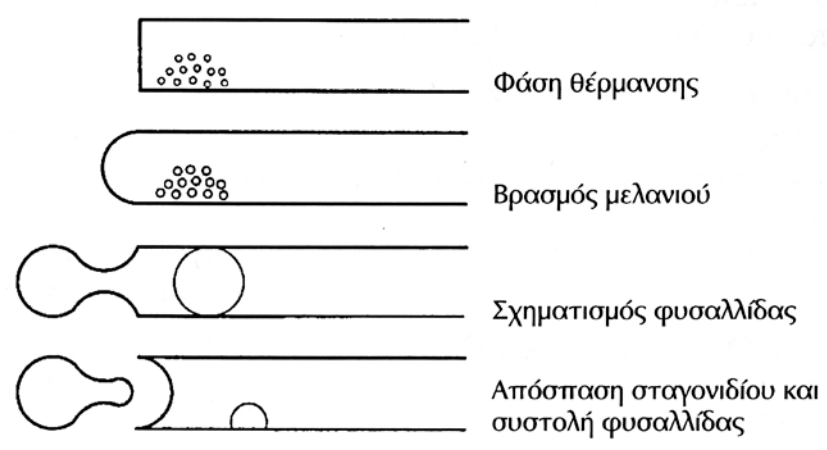
Μια τυπική κατασκευή περιλαμβάνει μια σειρά ακροφυσίων με δικό του πιεζοηλεκτρικό κρύσταλλο το κάθε ένα. Επειδή δεν χρειάζεται εκτροπή των σταγονιδίων, δεν χρειάζεται συλλογή μελανιού που δεν τυπώθηκε και σύστημα ανακυκλοφορίας του, με αποτέλεσμα την απλοποίηση της μελέτης και κατασκευής του συστήματος.

4.3.2 Τεχνολογία ψεκασμού μελάνης με θερμότητα ή με δημιουργία φυσαλλίδων

Ο εκτυπωτής με ψεκασμό με δημιουργία φυσαλλίδων (σύστημα της Canon), χρησιμοποιεί μικρά θερμαντικά στοιχεία μέσα στο δοχείο του μελανιού που δημιουργούν μικρή πίεση. Σαν αποτέλεσμα είναι η εκτόξευση μελανιού κατά βούληση. Η μικρή ποσότητα μελανιού που περιέχει κάθε ακροφύσιο, θερμαίνεται με μια αντίσταση και παίρνει ρεύμα – (δηλαδή εντολή), από ένα υπολογιστή. Το μελάνι εκεί θερμαίνεται (σε σημείο βρασμού) και δημιουργείται φυσαλίδα, τότε αυξάνει η πίεση και εκτοξεύεται ποσότητα μελάνης, ανάλογου όγκου προς το στόχο, στην επιφάνεια που τυπώνεται .



(α)

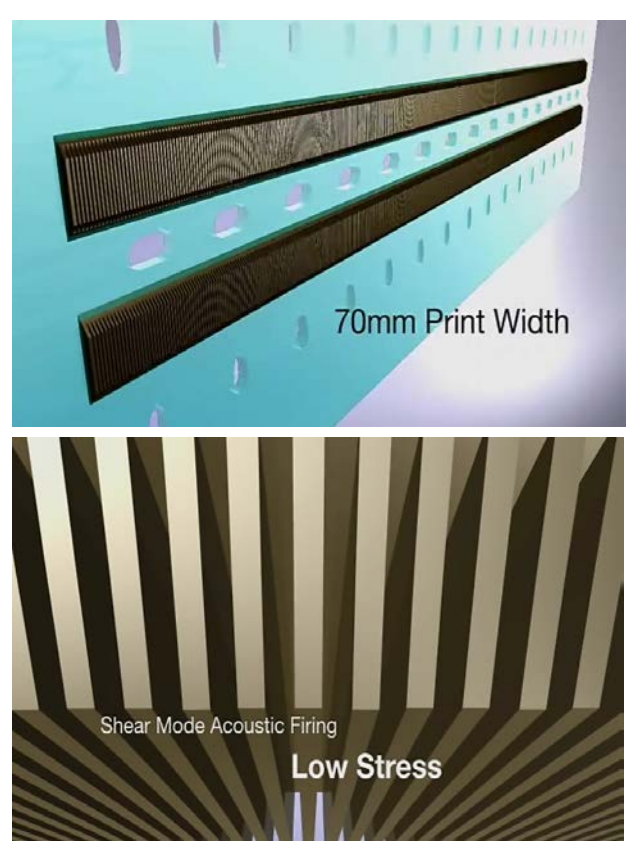


(β)

Εικόνα 1.3. Σχηματική αναπαράσταση της εκτύπωσης ψεκασμού με την μέθοδο της φυσαλίδας

4.3.3 Τεχνολογία ψεκασμού μελάνης με την χρήση ακουστικών συχνοτήτων

Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιεί τις ακουστικές συχνότητες προκειμένου να ελέγξει την θέση και τον ρυθμό των σταγονιδίων που εκτινάσσονται από την κεφαλή. Η κεφαλή της εταιρίας Xaar περιλαμβάνει 1000 ενεργά κανάλια (ακροφύσια) κατά το πλάτος αυτής. Τα κανάλια αυτά ορίζονται από πολύ λεπτά μεταλλικά ελάσματα τα οποία πάλονται με την επιβολή ηλεκτρονικά διαμορφούμενων ακουστικών συχνοτήτων (150 kHz), εκτινάσσοντας μικρά σταγονίδια μελάνης. Η πυκνότητα των ελασμάτων (360/inch) παράγει αντίστοιχης ποιότητας εικόνα. Οι κεφαλές αυτές υφίστανται πολύ μικρές μηχανικές καταπονήσεις και καταναλώνουν πολύ μικρά ποσά ενέργειας. Χαρακτηριστικά αυτών των κεφαλών είναι η υψηλή ποιότητα διαμόρφωσης της σταγόνας, η ικανότητα αυτοκαθαρισμού και η δυνατότητα χρήσης μελανιών μεγάλης κοκκομετρίας πιγμέντου.

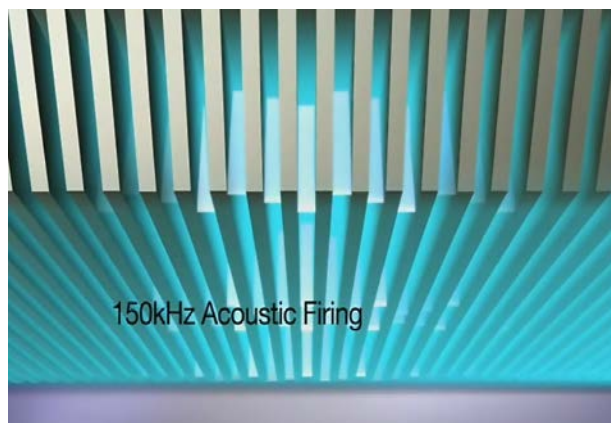


Εικόνα 1.4. Έλεγχος σταγονιδίων με ακουστικούς παλμούς: α.η κεφαλή εκτύπωσης και β. τα κανάλια των ελασμάτων

Με την χρήση τους σε ψηφιακές εκτυπωτικές μηχανές σε συστοιχίες των 20 κεφαλών είναι δυνατό να επιτευχθούν πολύ υψηλές ταχύτητες παραγωγής που αγγίζουν τα 10.000 φύλλα, σχήματος A4, ωριαίως.

Το σύστημα αυτό είναι πατενταρισμένο από την Xaar με την ονομασία Hybrid Side Shooter (HSS) Platform.

Η δυνατότητα του συστήματος να τυπώνει σχεδόν σε κάθε υπόστρωμα το καθιστά πολύ ανταγωνιστικό σε σύγκριση με τα υπόλοιπα συστήματα ψηφιακών εκτυπώσεων. Μεταξύ των υλικών που μπορούν να τυπωθούν με αυτή την τεχνική είναι οι ετικέτες και άλλα προϊόντα συσκευασίας, υφάσματα, διάφορα επιχρησμένα υποστρώματα, τυπωμένα κυκλώματα ενώ τέλος είναι δυνατό να εκτυπωθούν υλικά βιοιατρικών εφαρμογών.



Εικόνα 1.5. Έλεγχος σταγονιδίων με ακουστικούς παλμούς: τα κανάλια των ελασμάτων κατά την επιβολή ακουστικού παλμού

4.3.4 Ψεκασμός μελάνης με τήξη ή αλλαγή φάσης

Αυτή η μέθοδος είναι επέκταση της μεθόδου ψεκασμού με δημιουργία φυσαλλίδων κατά το ότι χρησιμοποιείται θερμαντικό στοιχείο για δημιουργία σταγονιδίων κατά ζήτηση. Η διαφορά είναι στη φύση του μελανιού που είναι σε τήγμα με θέρμανση. Το μελάνι τροφοδοτείται με την μορφή ράβδων έγχρωμου κεριού, μία ράβδος για κάθε χρώμα.

Το κέρι τήκεται μέσα στο δοχείο του και εκεί διατηρείται υγρό με τη θέρμανση. Το υγρό μελάνι, δηλαδή το τήγμα κεριού αντλείται και ψεκάζεται από ακροφύσιο με μέθοδο θερμικής παραγωγής σταγόνας κατά ζήτηση. Εναλλακτικά αντί της θερμικής μεθόδου παραγωγής της σταγόνας χρησιμοποιείται αεροσυμπιεστής που διοχετεύει αέρα με μορφή μικρής φυσαλλίδας αναγκάζοντας την εκτίναξη μικρού σταγονιδίου από το ακροφύσιο. Όταν η σταγόνα φθάσει στην επιφάνεια που τυπώνεται ψύχεται και στερεοποιείται. Επειδή το μελάνι δεν απορροφάται τέλεια από την επιφάνεια, επιτυγχάνεται ισχυρός χρωματισμός και λαμβάνεται μεγάλη σειρά αποχρώσεων.

Πρόσφατα έχει χρησιμοποιηθεί μέθοδος ελέγχου με πιεζοηλεκτρικό στοιχείο στους εκτυπωτές με τήξη μελανιού. Το σύστημα χρησιμοποιεί οκτώ έγχρωμα μελάνια που τροφοδοτούνται σαν ράβδοι, τήκονται και ψεκάζονται επάνω στην επιφάνεια που τυπώνεται με σειρά εκτοξευτών ελεγχόμενων με πιεζοηλεκτρικούς κρυστάλλους. Τα μελάνια έχουν διαφορετικές περιεκτικότητες σε χρώμα, με αποτέλεσμα την εκτύπωση σε διάφορες πυκνότητες χρωμάτων, με ψεκασμό ίδιας ποσότητας μελανιού. Αυτό απλοποιεί την εφαρμοζόμενη τεχνολογία. Όπως και με τους εκτοξευτές με φυσαλλίδες, το μελάνι δεν απορροφάται και

δίνει τα ίδια (καλά) αποτελέσματα ως προς την ένταση των χρωμάτων και τη μειωμένη εξάπλωση της κουκκίδας.

5. Εκτύπωση με θερμική μεταφορά

Οι κυριότερες τεχνολογίες θερμικής μεταφοράς (εκτύπωσης), για τις ψηφιακές μηχανές εκτύπωσης στηρίζονται στην θερμική μεταφορά κεριού, την εξάχνωση και την μεταφορά των χρωστικών με διάχυση. Οι τεχνολογίες αυτές διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους όσο και στην ποιότητα της εκτύπωσης που παράγουν.

5.1 Εκτύπωση με θερμική μεταφορά κεριού

Σε αυτή την τεχνική έγχρωμα κεριά έρχονται σε επαφή με μια θερμική κεφαλή και την προς εκτύπωση επιφάνεια. Η θερμική κεφαλή λαμβάνει ψηφιακές εντολές και μια σειρά αιχμών θερμαίνεται και ψύχεται με μια συχνότητα περίπου 3000 κύκλων ανά δευτερόλεπτο, δίνοντας ανάλογη ταχύτητα στην εκτύπωση. Παρόλο τον μεγάλο βαθμό κόρου των χρωμάτων που παράγονται με τον τρόπο αυτό, η εκτύπωση με μεγάλη ακρίβεια είναι δύσκολη.

5.2 Εκτύπωση με εξάχνωση χρωστικών

Αυτή η τεχνολογία αναπτύχθηκε αρχικά για εκτύπωση υφασμάτων. Παραδοσιακά οι εικόνες που πρέπει να τυπωθούν, τυπώνονται πρώτα επάνω σε χαρτί με συνήθεις τρόπους, συνήθως με μέθοδο της μεταξοτυπίας. Το μελάνι περιέχει χρωστικές που εξαχνώνονται, οι οποίες βρίσκονται σε διασπορά μέσα σε μια πολυμερική μήτρα. Κατά την εξάχνωση ενός στερεού, με θέρμανση του, μετατρέπεται από στερεό σε ατμό χωρίς να περάσει από την ενδιάμεση υγρή φάση (να λειώσει). Με την ψύξη των ατμών μετατρέπονται πάλι σε στερεό χωρίς να περάσει ενδιάμεσα από την υγρή φάση.

Το χαρτί που φέρει την εικόνα έρχεται σε επαφή με το ύφασμα και το όλο σύστημα θερμαίνεται στους 200-230 °C επί 30 δευτερόλεπτα περίπου. Η χρωστική εξαχνώνεται και τα μόρια σαν ατμός περνούν μέσα στο ύφασμα όπου συμπυκνώνονται μετά την απορρόφηση από τις ίνες, επάνω στην επιφάνεια και μέσα στη μάζα του υφάσματος.

Παραδοσιακά, η τεχνική αυτή χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή απλών γραμμικών εικόνων με απλά χρώματα για εκτύπωση υφασμάτων περισσότερο παρά για αναπαραγωγή χρωμάτων για εκτύπωση πολυχρωμίας. Όμως η τεχνική της εξάχνωσης χρωστικών εφαρμόστηκε επίσης σε χαρτιά με χρήση laser και ψηφιακά συστήματα. Όμως επειδή η εξάχνωση χρειάζεται ένα διάκενο αέρος μέσα από το οποίο να μπορούν να διαφεύγουν οι ατμοί, ο διαχωρισμός των έγχρωμων ταινιών από την επιφάνεια που τυπώνεται

πρέπει να ελέγχεται προσεκτικά. Η διάχυση των ατμών στα πλάγια προκαλεί απώλεια στην ακρίβεια της εκτύπωσης.

5.3 Εκτύπωση με διάχυση χρωστικών

Η εκτύπωση με διάχυση χρωστικών γίνεται με σχηματισμό της εικόνας με μεταφορά της χρωστική από έγχρωμη ταινία επάνω στην επιφάνεια του υλικού που θα δεχθεί την εκτύπωση. Η χρωστική κατά την θέρμανσή της μεταφέρεται μέσω μοριακής διάχυσης στο προς εκτύπωση υπόστρωμα. Διάχυση είναι το φαινόμενο μεταφοράς μάζας κατά το οποίο μόρια ή σωματίδια μεταναστεύουν μέσω της μάζας ενός άλλου σώματος, αέριου, υγρού ή και στερεού. Κατά κανόνα η διάχυση των μορίων συμβαίνει με κίνηση των μορίων κάτω από την επιβολή διαφοράς δυναμικού (συγκέντρωση, πίεση κλπ). Ο χρόνος θέρμανσης είναι ανάλογος της ποσότητας της χρωστικής που μεταφέρεται στο προς εκτύπωση υλικό με διάχυση.

Η χρωστική είναι επιστρωμένη σε πολυεστερική ταινία και θερμαίνεται με θερμαντική κεφαλή που περιλαμβάνει μια συστοιχία θερμαντικών σωμάτων (θερμοστοιχεία) τα οποία θερμαίνονται και ψύχονται ακαριαία και ανεξάρτητα μεταξύ τους. Η λειτουργία των θερμοστοιχείων καθορίζεται με ψηφιακά σήματα από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η διάρκεια θέρμανσης και η ένταση του ρεύματος που διαρέει το κάθε θερμοστοιχείο καθορίζει και την ποσότητα της χρωστικής που θα διαχυθεί προς το υλικό της εκτύπωσης.

Η επιτυχημένη μεταφορά της χρωστικής με διάχυση απαιτεί μεγάλο βαθμό στιλπνότητας των δύο επιφανειών (ταινία με χρωστική και υπόστρωμα). Η ταινία με την χρωστική έρχεται σε επαφή με την θερμική κεφαλή με την βοήθεια κυλίνδρου ο οποίος εξασφαλίζει πίεση 10-100 ατμοσφαιρών ενώ η θερμοκρασία αγγίζει τους 350 °C. Κάτω από αυτές της συνθήκες η διάχυση της χρωστικής είναι εφικτή και αποτελεσματική. Η υψηλή πίεση εξασφαλίζει την κάθετη προς το υπόστρωμα μεταφορά της χρωστικής, σε αντίθεση με την τεχνική της εξάχνωσης όπου παρατηρείται και πλευρική μεταφορά αυτής. Ως αποτέλεσμα έχουμε την πολύ καλύτερη και ακριβέστερη μεταφορά των τόνων και την επίτευξη σαφών ορίων στην παραχθήσα εικόνα. Καθώς μάλιστα η ποσότητα της χρωστικής είναι ανάλογη της θερμότητας που απορροφά παράγονται πραγματικοί μεσαίοι (ενδιάμεσοι) τόνοι στην εικόνα. Η χρωματική πυκνότητα καθορίζεται από το εύρος του παλμού θέρμανσης και μπορούν να παραχθούν τετραχρωμίες με την διαδοχική κάλυψη του υποστρώματος με ταινίες κυανού, magenta, κίτρινου και μαύρου χρώματος. Η παραγόμενη οπτική πυκνότητα μπορεί να φτάσει μέχρι και την τιμή 2,0.

Η χρωστική αυτής της μεθόδου βρίσκεται σε κατάσταση διασποράς κράματος (blend), της χρωστικής μέσα σε μήτρα πολυμερική. Ουσιαστικά η διάχυση που λαμβάνει χώρα καθορίζεται από την διάχυση του πολυμερούς στο προς εκτύπωση υπόστρωμα. Η χρωστική απλώς συμπαρασύρεται από τα μακρομόρια του πολυμερούς. Οι χρωστικές που χρησιμοποιούνται είναι προτιμότερο να έχουν μικρό μέγεθος (διευκολύνει την διάχυση) και σφαιρικό κατά το δυνατό σχήμα.

Η ικανότητα της μεθόδου να παράγει συνεχείς τόνους και μεγάλες οπτικές πυκνότητες την καθιστά ικανή να αναπαράγει αξιόλογα αντίτυπα ψηφιακής φωτογραφίας και δοκιμαστικές εκτυπώσεις (εκτύπωση δοκιμών). Από την άλλη μεριά τα δοκίμια αυτά δεν έχουν ιδιαίτερη αξιοπιστία καθώς οι συμβατικές μέθοδοι εκτύπωσης αδυνατούν να αναπαράγουν την τονικότητα και την πυκνότητα της μεθόδου.

6. Τεχνολογία αφαιρετικής εκτύπωσης με laser

Η δημιουργία εικόνας με θερμική έκθεση laser είχε αναπτυχθεί για την κατασκευή πλακών εκτύπωσης και σήμερα χρησιμοποιείται και παρουσιάζει νέο ενδιαφέρον με την ανάπτυξη συστημάτων σχηματισμού εικόνας κατ' ευθείαν σε πλάκα και άπο υπολογιστή σε πλάκα εκτύπωσης. Αυτή η τεχνολογία είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα για εκτύπωση μεγάλου αριθμού αντιτύπων με ψηφιακή μέθοδο, και σχηματίζει πλάκες εκτύπωσης έτοιμες για την τυπογραφική μηχανή. Η εκτυπωτική μηχανή Heidelberg Quick-master DI-46-4 χρησιμοποιεί αυτή την τεχνολογία. Η αφαιρετική τεχνολογία με laser τώρα βρίσκει εφαρμογή στην απευθείας δοκιμαστική εκτύπωση (εκτυπωτικό δοκίμιο), με ψηφιακή μέθοδο με laser (DDCP) και σε συστήματα ψηφιακής εκτύπωσης. Το σύστημα απεικόνισης περιλαμβάνει ένα διαφανές φιλμ με επικάλυψη ενός στρώματος που μπορεί να αποκολληθεί και το οποίο περιέχει σωματίδια άνθρακα, ένα οξειδωτικό συνδετικό και μια ρητίνη με διασύνδεση μεταξύ μορίων και χρώματα που είναι σε διάλυση.

Η ενέργεια των υπέρυθρων ακτίνων laser περνάει μέσα από το διαφανές φιλμ και εισέρχεται στο στρώμα αφαίρεσης όπου συγκρατείται από τα σωματίδια του άνθρακα. Η ενέργεια αυτή μεταφέρεται στη ρητίνη και το οξειδωτικό συνδετικό. Αν το φύλλο είναι σε επαφή με ένα σώμα όπως χαρτί, η μαλακή ρητίνη από τη θέρμανση της, μεταφέρεται στο χαρτί. Το οξειδωτικό συνδετικό, όπως ο PMMA (πολυμεθακρυλικός μεθυλεστέρας), αποσυντίθεται με την πύρωση δίνοντας πτητικά μονομερή που συνδέονται με την έγχρωμη ρητίνη δίνοντας σκληρή επίστρωση επάνω στο χαρτί. Με διαδοχική εφαρμογή φύλλων με ρητίνες κυανή, magenta, κίτρινη και μαύρη, έχουμε πλήρη πολυχρωμία εκτύπωσης δοκιμίου.

7. Αξιολόγηση της μεθόδου

Οι ψηφιακές εκτυπώσεις χαρακτηρίζονται από την μεταβλητότητα του θέματος, την ικανότητα εκτύπωσης σε πολύ διαφορετικά υποστρώματα και την ικανότητα παραγωγής μοναδικών ή λιγοστών αντιτύπων με σχετικά χαμηλά κόστη. Συγκριτικά με τις συμβατικές εκτυπωτικές μεθόδους χαρακτηρίζονται για το μεγάλο κόστος παραγωγής στα μεγάλα τираζ γεγονός που οφείλεται κυρίως στο υψηλό κόστος των αναλωσίμων. Σε σχέση με την παραγόμενη ποιότητα οι ψηφιακές εκτυπώσεις δείχνουν να υστερούν ιδιαίτερα ως προς την επαναληψιμότητα και την χρωματική πιστότητα. Παρόλα αυτά οι τεχνικές αυτές εξελίσσονται και βελτιώνονται διαρκώς με αποτέλεσμα να ανταγωνίζονται τις συμβατικές εκτυπωτικές μεθόδους ιδιαίτερα στα μικρά τираζ ενώ αποτελούν μοναδικές οικονομικές λύσεις για τα μεταβλητά θέματα και τα μεγάλα σχήματα.

8. Συμπεράσματα

Οι ψηφιακές εκτυπώσεις αποτελούν τις πλέον σύγχρονες τεχνολογίες στο χώρο των εκτυπωτικών μεθόδων. Παρόλο που οι τεχνικές που εφαρμόζονται διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους καθώς στηρίζονται σε διαφορετικές αρχές λειτουργίας ομαδοποιούνται ως προς το γεγονός ότι ικανοποιούν όλες ανεξαιρέτως μία βασική παράμετρο, καμία από τις τεχνικές αυτές δεν διαθέτει μόνιμη εκτυπωτική πλάκα, το θέμα διαμορφώνεται κατά την στιγμή της εκτύπωσης. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι το πρότυπο του παραγόμενου εντύπου είναι καθαρά ψηφιακό και η εικόνα αναπαράγεται για πρώτη φορά πάνω στην επιφάνεια του προς εκτύπωση υποστρώματος ή λίγο πριν (λανθάνουσα και ασταθής).

Οι σύγχρονες ψηφιακές εκτυπώσεις είναι σε θέση να εισέλθουν στην αγορά των εμπορικών εκτυπώσεων καθώς οι ταχύτητές τους διαρκώς αυξάνουν και τα κόστη παραγωγής μειώνονται. Τα πιθανά μειονεκτήματα των ψηφιακών εκτυπώσεων είναι δυνατό να εξαλειφθούν από την συνδιαστική χρήση τους με τις συμβατικές εκτυπωτικές μεθόδους (υβριδικές εκτυπώσεις).

9. Βιβλιογραφία

Harald Johnson, 2005, *Digital Printing Start-Up Guide*, Thomson, USA, ISBN 1-59200-504-7

Kipphan H. (ed), 2002, *Handbook of Print Media*, Springer Verlag, Berlin

P. Vernhes, S. Rolland du Roscoat, A. Blayo, J.-F. Bloch, B. Pineaux, 2006, *Dynamic interaction between toner and paper in the nip of an electrophotographic printer*, IARIGAI 2006, Leipzig

Thompson Bob, 2002, *Συστήματα Απεικόνισης στις Εκτυπώσεις*, Εκδόσεις ΙΩΝ, επιμελημένη επανέκδοση στην Ελληνική από τον Ιωάννη Χατήρη, Αρχική έκδοση: *Printing Materials: Science and Technology*, PIRA International, 1998

Yung - Cheng Hsieh, 2006, *A Study of Color Printing Attributes of Inkjet Printers for Artwork Reproduction*, *Visual Communications Journal*, IGAEA, pp. 37-46

Μέρος II – Τεχνολογίες CTP / Συστήματα εκτύπωσης μέσω υπολογιστή

Computer to ... technologies

(Computer to Plate/to Cylinder/to Screen/to Press/to Print/to Paper)

1. Περίληψη

Στο κείμενο που ακολουθεί προσδιορίζονται οι νέες τεχνολογίες μηχανών εκτύπωσης οι οποίες έχουν ως βασικό χαρακτηριστικό τους την απευθείας μεταφορά του προς εκτύπωση θέματος στην εκτυπωτική πλάκα ή/και στο πιεστήριο χωρίς την μεσολάβηση φιλμ. Τα δεδομένα μεταφέρονται στην πλάκα εκτύπωσης με ποικίλες μεθόδους. Τα ψηφιακά αρχεία ραστεροποιούνται από ειδικά συστήματα ψηφιακής ραστεροποίησης (Raster Image Processors) και αναγνωρίζονται από ποικίλους εγγραφείς, που εγγράφουν το θέμα απ' ευθείας στην εκτυπωτική πλάκα. Πρόκειται για τις τεχνολογίες computer to... (press, print, cylinder, plate), δηλαδή τις τεχνολογίες εγγραφής του θέματος από τον υπολογιστή απ' ευθείας στην μήτρα εκτύπωσης ανεξαρτήτως του εάν αυτή βρίσκεται πάνω στην εκτυπωτική μηχανή ή όχι. Καταγράφονται τα κύρια χαρακτηριστικά κάθε τεχνολογίας και γίνεται αναφορά σε μηχανές που χρησιμοποιούν τις τεχνολογίες αυτές. Εν συνεχεία γίνεται αναφορά στις προς ανάπτυξη εκτυπωτικές τεχνολογίες και καταγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τις εξελίξεις των εκτυπωτικών μηχανών.

2. Εισαγωγή

Κατά την διαδικασία παραγωγής ενός έντυπου προϊόντος γραφικών τεχνών χρειάζονται αρκετά στάδια τα οποία απαιτούν εξειδίκευση του προσωπικού στις εφαρμοζόμενες τεχνολογικές διαδικασίες έτσι ώστε να οργανωθεί και να υλοποιηθεί η άρτια παραγωγή των προϊόντων. Εκτός από το εξειδικευμένο προσωπικό που απαιτείται, οι διαδικασίες προετοιμασίας της παραγωγής καταναλώνουν αρκετό χρόνο και χρειάζεται μεγάλη προσοχή από το ανθρώπινο δυναμικό που εφαρμόζει την τεχνολογία για την αποφυγή λαθών που μπορεί να προκύψουν από την φύση των υλικών, από κακή χρήση της τεχνολογίας, από τις μη ελεγχόμενες συνθήκες του περιβάλλοντος χώρου και γενικά από πάρα πολλούς παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ροή εργασιών για την παραγωγή κάθε εκτυπωμένου προϊόντος. Η επινόηση τεχνολογιών, σύμφωνα με τις οποίες τα στάδια κυρίως της προεκτύπωσης αλλά και της μετεκτύπωσης συμπύσσονται για την ασφαλέστερη και ταχύτερη ροή εργασιών, ξεκίνησε από μεγάλες βιομηχανίες παραγωγής μηχανών εκτυπώσεων σε παγκόσμια κλίμακα ήδη από τα μέσα της προηγούμενης δεκαετίας (1995). Βασικός συντελεστής στην ανάπτυξη των τεχνολογιών αυτών είναι η ταυτόχρονη ανάπτυξη ευέλικτων υπολογιστικών συστημάτων και συστημάτων διαχείρισης και μεταφοράς ψηφιακών δεδομένων συμβατών με τις τεχνολογίες των μηχανών που εφαρμόζουν τις νέες τεχνολογίες εκτύπωσης και παραγωγής προϊόντων γραφικών τεχνών. Αρχικά αναπτύχθηκαν τεχνολογίες εικονοθετών (Computer to film) σύμφωνα

με τις οποίες παραλήφθηκε το στάδιο κατασκευής των φιλμ με αναλογικό τρόπο. Κατόπιν με κατάλληλες τεχνικές δόθηκε η δυνατότητα να αποτυπώνεται το θέμα του κάθε ηλεκτρονικού πλέον διαχωρισμού απευθείας στην πλάκα εκτύπωσης (έξω από την μηχανή εκτύπωσης) από αρχείο του υπολογιστή (Computer to Plate/cylinder/screen technologies). Στην συνέχεια επινοήθηκε τεχνολογία σύμφωνα με την οποία πραγματοποιείται ο σχηματισμός του προς εκτύπωση θέματος απευθείας πάνω στην εκτυπωτική μηχανή είτε με την χρήση συμβατικής εκτυπωτικής πλάκας είτε με την χρήση εκτυπωτικού κυλίνδρου ο οποίος μεταβάλλει ψηφιακά τα δεδομένα και συνεχίζει στην εκτύπωση διαφορετικών θεμάτων χωρίς να απαιτείται αλλαγή και αντικατάσταση εκτυπωτικής πλάκας στην μηχανή (Computer to Press -Direct Imaging και Computer to Press/Print technologies). Επιπρόσθετα αναπτύχθηκαν τεχνολογίες σύμφωνα με τις οποίες η εκτύπωση γίνεται απευθείας στο εκτυπωτικό υπόστρωμα χωρίς την μεσολάβηση πλάκας εκτύπωσης (computer to paper). Οι τεχνολογίες εξελίσσονται και παράλληλα αναπτύσσονται νέες οι οποίες έχουν σαν βασική αρχή τους την μείωση των ενδιάμεσων σταδίων για την ελεγχόμενη και την ποιοτική απόδοση της ροής εργασιών και την ταχύτερη παραγωγή των προϊόντων των γραφικών τεχνών.

3. Τεκμηρίωση του ενδιαφέροντος του θέματος

Η ανάπτυξη του θέματος που ακολουθεί μπορεί να χαρακτηριστεί ως καθαρά τεχνολογική και βιβλιογραφική μελέτη. Όσον αφορά την ίδια την βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε η επιλογή της έγινε με δύο βασικά κριτήρια: το επιστημονικό επίπεδο των πηγών που χρησιμοποιήθηκαν και την τεχνολογική λεπτομέρεια με την οποία αναπτύσσονταν η θεματολογία. Παράλληλα χρησιμοποιήθηκαν και πλείστα όσα τεχνικά εγχειρίδια των κατασκευαστικών εταιριών τα οποία όμως δεν αποτέλεσαν αναφερόμενες πηγές αλλά δείγματα γραφής και αξιολόγησης της έκτασης που θα αφιερωθεί σε κάθε τεχνική. Το κριτήριο υπήρξε οι τάσεις εφαρμογών των διάφορων τεχνικών, υλικών και μεθόδων που επικρατούν στην αγορά.

Τα συστήματα και οι τεχνολογίες CTP αποτελούν ένα πεδίο πολύ ελκυστικό για ένα Τεχνολόγο Γραφικών Τεχνών καθώς διευκολύνουν εκπληκτικά το έργο του, παρουσιάζουν μεγάλη τεχνολογική ποικιλομορφία και δεν έχει ακόμα και σήμερα ξεκαθαρίσει ποια από αυτά θα επικρατήσουν στην αγορά των γραφικών τεχνών. Τα συστήματα CTP έχουν ήδη μπει στις επιχειρήσεις μας αλλά ελάχιστοι γνωρίζουν με επιστημονική και τεχνολογική επάρκεια τον πλήρη τρόπο λειτουργίας τους. Επιπλέον αποτελούν πεδίο στο οποίο η τεχνολογική έρευνα έχει πολύ δρόμο να διανύσει και πολλές λεπτομέρειες να ρυθμίσει. Είναι όμως σαφές ότι τα συστήματα αυτά αποτελούν αναπόσπαστα συστατικά του μέλλοντος και των εξελίξεων των Γραφικών Τεχνών.

4. Τεχνολογίες κατασκευής εκτυπωτικών πλακών βασισμένες στην απευθείας λήψη δεδομένων από υπολογιστικά συστήματα.

Υπάρχουν δυο κυρίως κατηγορίες με τις οποίες δίνεται η δυνατότητα να επιτευχθεί εκτύπωση λαμβάνοντας απευθείας δεδομένα από υπολογιστικά συστήματα. Η μία είναι αυτή στην οποία χρησιμοποιείται εκτυπωτική πλάκα και η δεύτερη είναι εκείνη στην οποία πραγματοποιείται επίτευξη εκτύπωσης χωρίς την παρουσία εκτυπωτικής πλάκας.

5. Τεχνολογίες Computer to Plate.

Πρόκειται για τις αναπτυσσόμενες τεχνολογίες σχηματισμού εικόνας με απευθείας ευαισθητοποίηση της εκτυπωτικής πλάκας από κατάλληλα συστήματα εγγραφής του θέματος χωρίς την μεσολάβηση φιλμ. Στην τεχνολογία Computer to Plate η εικόνα δημιουργείται σε μια Desktop Publishing (DTP) εφαρμογή και η έξοδος είναι συνδεδεμένη απευθείας σε ένα εγγραφέα (συσκευή εξόδου) που εγγράφει το διαχωρισμένο προς εκτύπωση θέμα σε κάθε εκτυπωτική πλάκα. Η τεχνολογία μοιάζει πολύ με την τεχνολογία Computer to Film με την διαφορά ότι πλέον γράφει την πληροφορία αντί του φιλμ στην εκτυπωτική πλάκα και αντί εμφάνισης φιλμ και στερέωσης, οι μηχανές εμφανίζουν αυτόματα και προετοιμάζουν την πλάκα έτσι ώστε να είναι έτοιμη για τοποθέτηση στην μηχανή. Χρησιμοποιείται στην τόσο στην εγχώρια όσο και στην παγκόσμια σύγχρονη εκτυπωτική βιομηχανία για την παραγωγή των εκτυπωτικών πλακών (Λεοντόπουλος Ν., Πολίτης Α. & Σταθάκης Κ., 2002).



Εικόνα 2.1. αυτόματο εμφανιστήριο τσίγκων διαθέσιμο από <http://www.manrolanbenelux.be/layout1.php?lid=1&pr=81&sm=510>

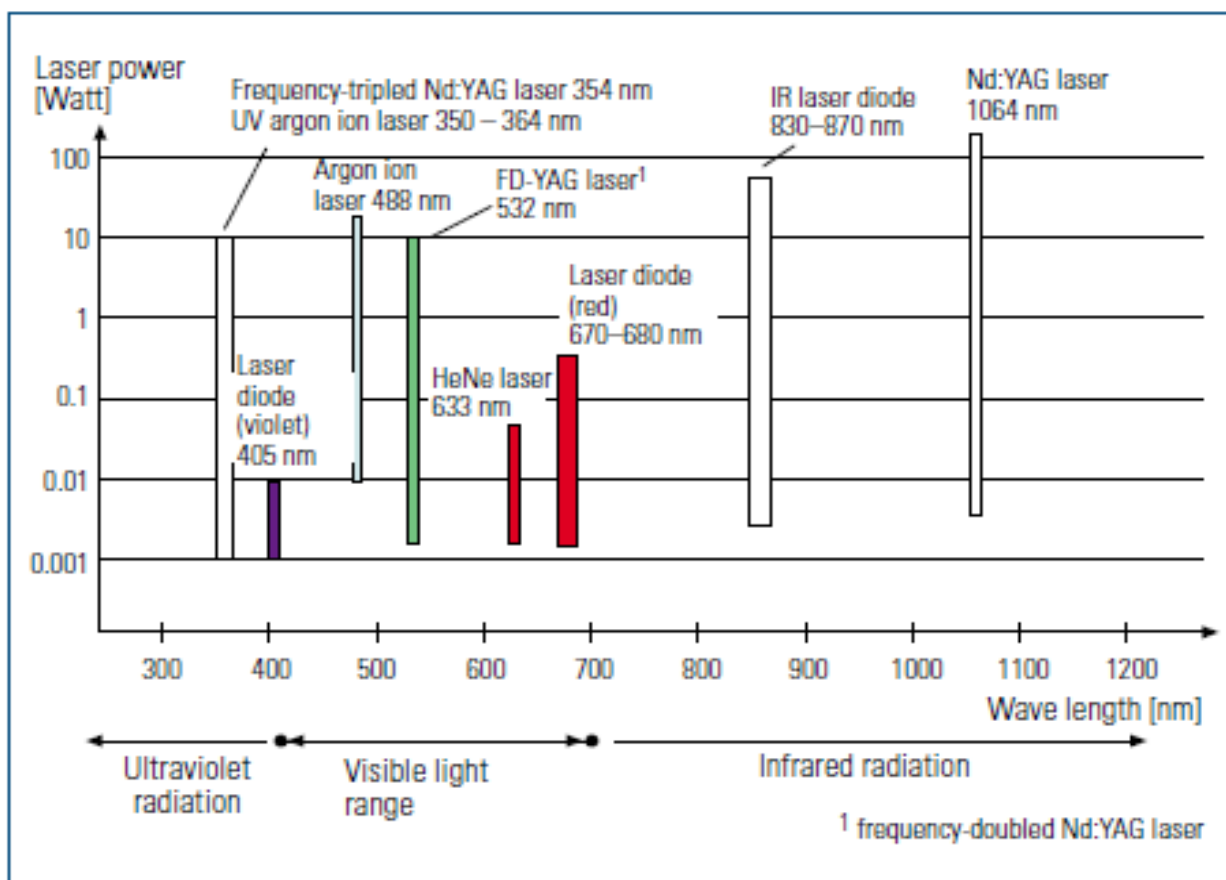


Εικόνα 2.2. αυτόματο εμφανιστήριο τσίγκων Agfa VLF 80 διαθέσιμο από http://www.viprofix.com/newlandingpages/agfa/agfa_xcalibur_vlf_80.html

Στην κατηγορία εντάσσονται και οι τεχνολογίες **Computer to Cylinder** και **Computer to Screen** με την διαφορά ότι αντιστοίχως χρησιμοποιούνται για την εγγραφή των δεδομένων σε κυλινδρικής μορφής εκτυπωτικές πλάκες (για offset, βαθυτυπία, κυλινδρικό τελάρο μεταξοτυπίας) και επίπεδης μορφής για την offset, την φλεξογραφία και μεταξοτυπία έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι εκτυπωτικές πλάκες της κάθε μεθόδου (κύλινδρος βαθυτυπίας, anilox, φλεξογραφικό κλισέ, τσίγκος και τελάρο μεταξοτυπίας).

5.1 Οι αναπτυσσόμενες τεχνολογίες Computer to Plate.

Σε αυτή την κατηγορία έχουν χρησιμοποιηθεί δεκάδες συστήματα εγγραφής της εικόνας στην επιφάνεια της εκτυπωτικής πλάκας. Τα συστήματα αυτά παρακάμπτουν τα στάδια της κατασκευής των φιλμ και των εκτυπωτικών πλακών με τη χρήση φωτογραφικών τεχνικών. Τα περισσότερα συστήματα χρησιμοποιούν πλάκες αλουμινίου στην επιφάνεια του οποίου εναποτίθεται το φωτοευαίσθητο υλικό. Δεν αποκλείεται βέβαια και η χρήση πολυεστερικού ή άλλου υλικού βάσης της εκτυπωτικής πλάκας. Η μεταφορά του θέματος γίνεται απευθείας στην εκτυπωτική πλάκα με την βοήθεια ενός συστήματος laser το οποίο εκπέμπει σε διάφορες περιοχές του φάσματος, από τα 350 έως και τα 1064 nm, ανάλογα με το είδος και την ευαισθησία του φωτοευαίσθητου υλικού επίστρωσης (Berchtold A., 2008).



Εικόνα 2.3. Φάσματα εκπομπής των διάφορων συσκευών εγγραφής και απαιτούμενες ενέργειες.

5.1.1 Η τεχνολογία Computer to conventional Plate (εγγραφή συμβατικών πλακών)

Σε αυτά τα συστήματα οι εκτυπωτικές πλάκες που χρησιμοποιούνται δεν διαφοροποιούνται σε τίποτε από τις πλάκες που χρησιμοποιούνται με τις φωτογραφικές τεχνικές εκφώτισης μέσω φιλμ. Τα υλικά της επίστρωσης της εκτυπωτικής πλάκας είναι διαζοενώσεις ή φωτοπολυμερή και η εκφώτιση γίνεται με την χρήση κεφαλής εκπομπής UV ακτινοβολίας (DMD-digital mirror devices). Τα συστήματα αυτά δεν απαιτούν

σημαντικές τροποποιήσεις στην ήδη υπάρχουσα τεχνολογία αφού η εμφάνιση των εκτυπωτικών πλακών απαιτεί την ίδια επεξεργασία με τις συμβατικές πλάκες και το αυτόματο εμφανιστήριο μπορεί να τοποθετηθεί σε σειρά με την μονάδα εγγραφής της πλάκας (Berchtold A., 2008).

5.1.2 Η τεχνολογία Computer to Plate με εκπομπή ορατού φωτός

Σε αυτή την τεχνική το φωτοευαίσθητο υλικό που χρησιμοποιείται διαφέρει από αυτό των συμβατικών πλακών και είναι αναγκαία τόσο η προμήθειά τους όσο και η διαφοροποίηση του συστήματος επεξεργασίας τους. Η φωτοευαίσθητη επίστρωση των πλακών αυτών στηρίζεται στην χρήση των αλογονιδίων του αργύρου ή φωτοπολυμερών και τα συστήματα επεξεργασίας των πλακών είναι ειδικά συστήματα υγρής χημικής επεξεργασίας. Οι συσκευές εγγραφής του θέματος στην εκτυπωτική πλάκα περιλαμβάνουν διόδους εκπομπής laser συνήθως ιώδους ακτινοβολίας αλλά δεν αποκλείεται και η χρήση εκπομπών σε άλλα μήκη κύματος του ορατού φάσματος (αερίου αργού - 488nm, FD:YAG - 532nm, αερίου ηλίου/νέου - 633nm, laser ερυθρού φάσματος - 670nm) (Berchtold A., 2008).

5.1.3 Η τεχνολογία Computer to Plate εκπομπής ιώδους laser χωρίς χημική επεξεργασία

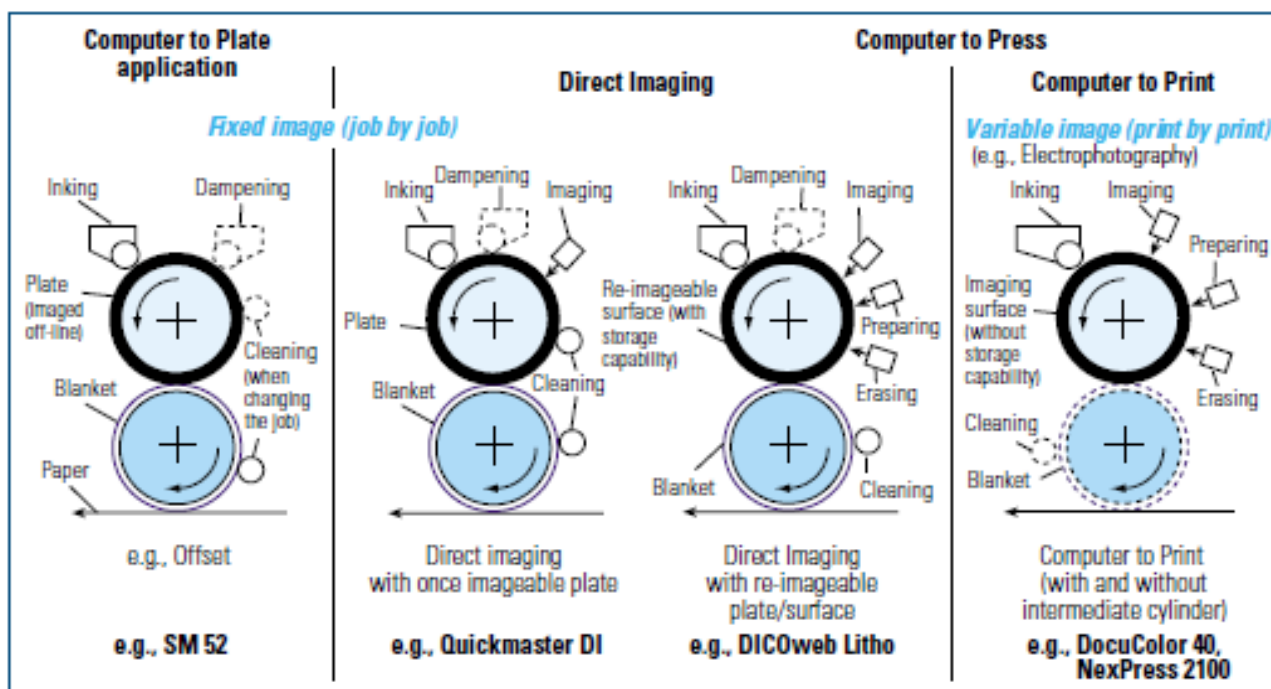
Αυτή η τεχνική δεν διαφοροποιείται πολύ από την προηγούμενη αλλά οι εκτυπωτικές πλάκες που χρησιμοποιούνται δεν χρειάζονται χημικά υλικά για την επεξεργασία εμφάνισής τους και αρκεί η χρήση απλού νερού. Η συσκευή εγγραφής είναι μια δίοδος laser ιώδους εκπομπής και στην διαδικασία επεξεργασίας των πλακών περιλαμβάνει απλή θέρμανση για την μηχανική ενίσχυσή τους και έκπλυση (Berchtold A., 2008).

5.1.4 Η τεχνολογία Computer to Plate θερμικής εκπομπής (IR)

Αυτή η τεχνολογία χρησιμοποιεί διόδους laser ερυθρού φάσματος (830 nm) ή υπέρυθρης εκπομπής Nd:YAG (1064 nm). Χαρακτηριστικό αυτής της τεχνικής είναι ότι η χημική διαφοροποίηση των φωτοευαίσθητων υλικών επιτυγχάνεται με την επιβολή αυξημένης θερμότητας. Για το λόγο αυτό τα υλικά επίστρωσης των εκτυπωτικών πλακών είναι θερμικά πολυμεριζόμενα ή χημικά τροποποιούμενα. Δύο τεχνικές επεξεργασίας εμφάνισης χρησιμοποιούνται ανάλογα με το επιλεγθέν φωτοευαίσθητο υλικό. Η μία τεχνική χρησιμοποιεί θερμική και υγρή χημική επεξεργασία και η άλλη δεν απαιτεί ιδιαίτερη επεξεργασία πέρα από το γομάρισμα της εκτυπωτικής πλάκας επί του πιεστηρίου. (Berchtold A., 2008)

6. Τεχνολογία Computer to Press.

Οφείλουν την ανάπτυξη τους στην ιδέα σύμφωνα με την οποία τα ψηφιακά δεδομένα των προς εκτύπωση θεμάτων μεταφέρονται απευθείας στην μηχανή εκτύπωσης παρακάμπτοντας τα ενδιάμεσα στάδια της παραγωγής φιλμ και εκτυπωτικών πλακών. Στην διαδικασία computer to press, οι εκτυπωτικές πλάκες δεν χρειάζεται να κατασκευάζονται και να τοποθετούνται χειροκίνητα, αφού η όλη διαδικασία γίνεται μέσα στην εκτυπωτική μηχανή, δηλαδή εντός της γραμμής παραγωγής, με αποτέλεσμα να εξαλείφονται σημαντικά λάθη. Τα δεδομένα εγγράφονται συνήθως με κεφαλές που χρησιμοποιούν τεχνολογία laser ακτινοβολίας ή UV. Υπάρχει η δυνατότητα να επανεγγράφονται νέα θέματα μέσα στην μηχανή εκτύπωσης (DI technologies με εκτυπωτική πλάκα πολλαπλών εγγραφών) ή να αφαιρείται η εκτυπωτική πλάκα και να αντικαθίσταται με νέα για να πραγματοποιηθεί η αλλαγή του θέματος (DI technologies με εκτυπωτική πλάκα μιας εγγραφής) (Bob Thomson, 2002).



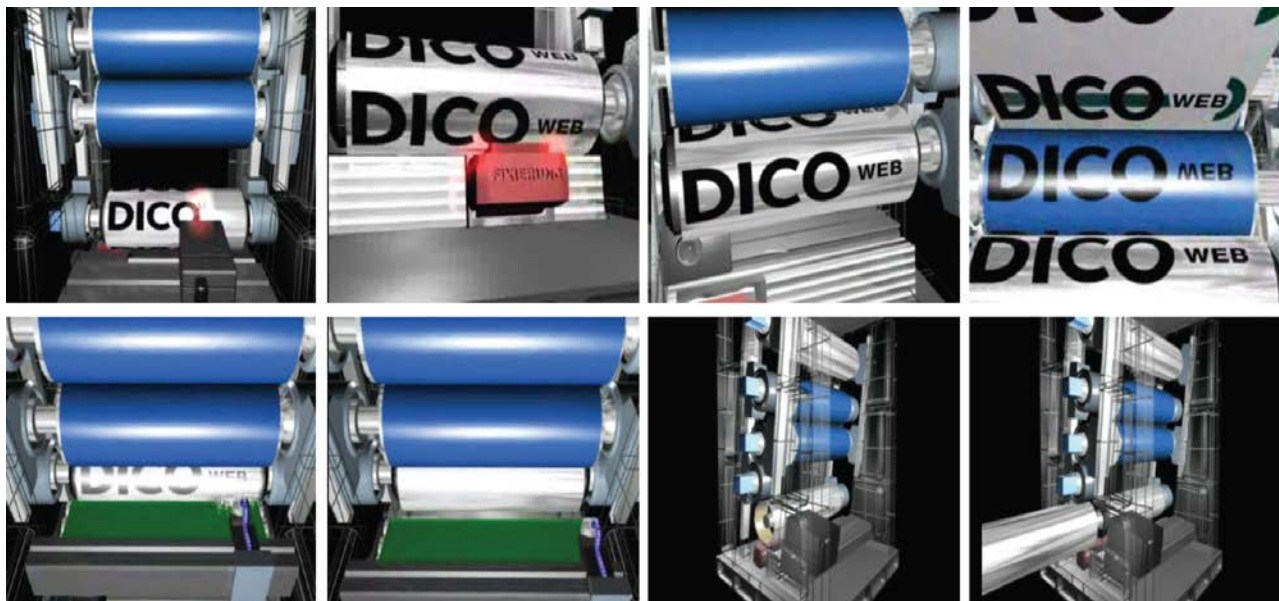
Εικόνα 2.4. Σχηματική απεικόνιση των συστημάτων CTPlate και CTPress.

6.1 Τεχνολογία Computer to Press – DI

(Direct Imaging με εκτυπωτική πλάκα μιας εγγραφής)

Με την computer to press/ direct imaging τεχνολογία, η εκτυπωτική πλάκα δημιουργείται απευθείας πάνω στη μηχανή. Έτσι, π.χ. για μια τετραχρωμία, πάνω στη μηχανή διαμορφώνονται τέσσερις εκτυπωτικές πλάκες. Οι ρυθμίσεις των συμπτώσεων πλέον είναι θέμα της μηχανής και όχι του χειριστή και των σχετικών μετακινήσεων που απαιτούνται. Στην τεχνολογία DI απαιτείται μια εκτυπωτική πλάκα στην οποία μεταφέρεται το θέμα μέσω laser κεφαλής μέσα στην μηχανή. Αφού μεταφερθεί το θέμα στην συνέχεια στερεώνεται στην εκτυπωτική πλάκα και αρχίζει η εκτύπωση. Μόλις ολοκληρωθεί η εκτύπωση σβήνεται το

θέμα, βγαίνει η εκτυπωτική πλάκα από την μηχανή, τοποθετείται νέα εκτυπωτική πλάκα και συνεχίζει η παραπάνω διαδικασία όπως παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες (Kirrhan H., 2002).



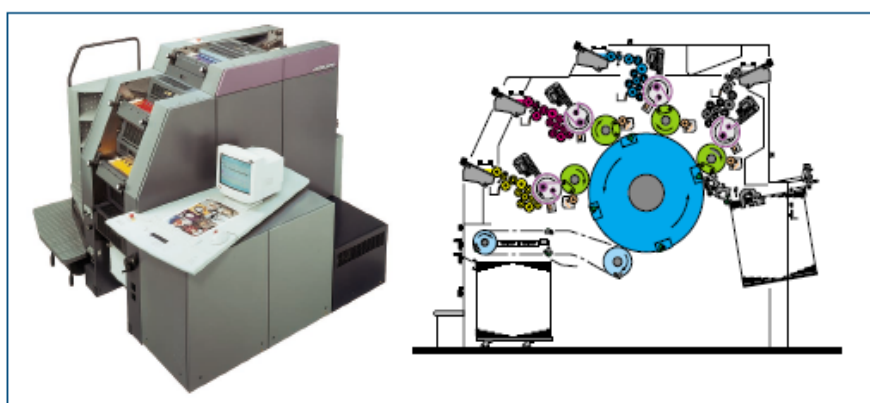
Εικόνα 2.5. Διαδικασία εγγραφής θέματος, στερέωσης, εκτύπωσης, σθησίματος θέματος και αλλαγής εκτυπωτικών πλακών στην μηχανή DICOWeb litho της MAN Roland

(print screen από video διαθέσιμο από <http://www.youtube.com/watch?v=Ty1Gn5ZhDIM>)

6.2 Τεχνολογία Computer to Press – DI

(Direct Imaging με εκτυπωτική πλάκα πολλαπλών εγγραφών)

Στην τεχνολογία Computer to Press- Direct Imaging με εκτυπωτική πλάκα πολλαπλών εγγραφών δίνεται η δυνατότητα σχηματισμού του θέματος απευθείας στην εκτυπωτική μηχανή χωρίς αλλαγή της εκτυπωτικής πλάκας αφού παρέχεται η δυνατότητα στις μηχανές που διαθέτουν την τεχνολογία αυτή να σβήνουν αυτόματα το ήδη τυπωμένο θέμα και να ανασχηματίζουν πάνω στην πλάκα νέο θέμα χωρίς να απαιτείται απομάκρυνση της πλάκας από την μηχανή (Kirrhan H., 2002).



Εικόνα 2.6.
Η μηχανή Heidelberg
QuickMaster QM DI 46-4



Εικόνα 2.7. Μηχανή Quick Master QM 46-4 DI της Heidelberg. Διακρίνονται η μεταφορά του θέματος από ψηφιακό αρχείο, η εγγραφή του στις πλάκες εκτύπωσης, τα μελανεία της και ο κύλινδρος πίεσης καθώς επίσης η διαδικασία καθαρισμού του θέματος και επανασχηματισμός νέου στην ίδια εκτυπωτική πλάκα

(print screen από video διαθέσιμο από http://www.youtube.com/watch?v=_9mrKxYWg_g)

6.2.1. Κατασκευή Πλακών Offset με θερμική μεταφορά

Την τεχνική αυτή χρησιμοποιεί τα πιεστήριο DICOweb litho της MANRoland που απεικονίζεται στην εικόνα 5. Ένα ειδικό πολυμερές εφαρμόζεται θερμικά στην περιφέρεια του κυλίνδρου την πλάκας και αποξέονται οι ανεπιθύμητες περιοχές αυτού με την χρήση θερμικού laser υπερύθρων (IR). Με την τεχνική αυτή μπορεί να δημιουργηθεί εικόνα έως και 2400 dpi. Μετά την εκτύπωση της εργασίας με την χρήση του κλασικού συστήματος ύγρυνσης, μελάνωσης και κυλίνδρου καουτσούκ το πολυμερές απομακρύνεται και ο κύλινδρος που φέρει την εικόνα αδρανοποιείται για να δεχτεί νέο πολυμερές και θέμα σε επιπρόσθετη συσκευή εκτός πιεστηρίου. Στα μειονεκτήματα της μεθόδου συγκαταλέγονται η χρήση επιπρόσθετης συσκευής επεξεργασίας του κυλίνδρου της πλάκας και η δυσκολία χρήσης των μελανόφιλων πολυμερικών υλικών τα οποία απαιτούν εξειδικευμένους χειρισμούς και τυποποιημένες διαδικασίες κατασκευής (Kիրphan H., 2002).

6.2.2. Κατασκευή Πλακών Offset με τεχνικές έγχυσης λιπόφιλης ουσίας.

Στην τεχνική αυτή το μελανόφιλο πολυμερές εγχύεται με την χρήση κεφαλής εκτόξευσης μελάνης (non impact printing technology) στην επιφάνεια της αλουμινένιας εκτυπωτικής πλάκας η οποία έχει οξειδωθεί ηλεκτρολυτικά. Το πολυμερές που χρησιμοποιείται έχει τη μορφή θερμού τήγματος (hot melt). Για την σκλήρυνση του υλικού και την αύξηση της αντοχής του το πολυμερές σταυροδεσμεύεται ή πολυμερίζεται

περαιτέρω με θερμική κατεργασία. Η δυσχρηστία αυτής της μεθόδου οφείλεται στο γεγονός ότι πρέπει να αποκολληθεί το στρώμα του πολυμερούς από την επιφάνεια της πλάκας χωρίς ταυτόχρονα να χαθούν οι υδρόφιλες ιδιότητές της υπόλοιπης πλάκας. Για να καταστεί αυτή η μέθοδος εφικτή πρέπει να γίνουν πολλές ακόμα βελτιώσεις στα χρησιμοποιούμενα υλικά (πολυμερικά μελάνια) και στο σύστημα αδρανοποίησης του τυμπάνου της εικόνας. Μία προσπάθεια χρήσης της τεχνικής αυτής έχει γίνει από την εταιρία Scitex στο σύστημα IRIS 2 Plate με περιορισμένη επιτυχία (Kırphan H., 2002; Χατζηχρηστίδης Ν., 2003).

6.2.3. Κατασκευή Πλακών Offset με μαγνητογραφική μέθοδο (μαγνητολιθογραφία).

Με την τεχνική αυτή η συσκευή εγγραφής του θέματος στο εκτυπωτικό τύμπανο μαγνητίζει προσωρινά τις περιοχές του θέματος που έλκουν στην συνέχεια ένα ειδικό στερεό μελάνι (toner). Αυτό επικάθεται στην επιφάνεια του τυμπάνου και σταθεροποιείται με θερμική τήξη. Το toner αυτό έχει την ιδιότητα να είναι ισχυρά μελανόφιλο και αφού το τύμπανο υγρανθεί και μελανωθεί μεταφέρει το θέμα στον κύλινδρο του καουτσούκ. Η συσκευή αδρανοποίησης και καθαρισμού του τυμπάνου χρησιμοποιεί τόσο μηχανικές όσο και χημικές τεχνικές. Αυτή η μέθοδος δεν έχει ουσιαστικά χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή παρά μόνο πειραματικά (Kırphan H., 2002).

6.2.4. Κατασκευή Πλακών Offset με φωτοηλεκτρολυτικές τεχνικές.

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιεί ένα επινικελωμένο τύμπανο το οποίο έχει οξειδωθεί προς NiO και έρχεται σε επαφή με ηλεκτρολυτικό διάλυμα χαλκού. Το NiO είναι φωτοαγώγιμο υλικό και με την χρήση laser μπορεί να επιτρέψει την διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος (η κάθοδος τοποθετείται στον ηλεκτρολύτη και η άνοδος στο τύμπανο). Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται εναπόθεση χαλκού στην επιφάνεια του τυμπάνου καθοδηγούμενη από την ακτίνα laser. Η επιφάνεια του τυμπάνου λειτουργεί ανάλογα με τις πολύ παλαιότερες διμεταλλικές ή τριμεταλλικές πλάκες νικελίου – χαλκού. Η εκτύπωση γίνεται με την χρήση κλασικών συστημάτων ύγρανσης, μελάνωσης, κυλίνδρου καουτσούκ. Η αδρανοποίηση του τυμπάνου μπορεί να επιτευχθεί με την αναστροφή της πολικότητας σε ηλεκτρολυτικό λουτρό μέσα στο οποίο θα διαλυθούν τα ιόντα του χαλκού και θα αποκαλύψουν την αρχική επιφάνεια (Kırphan H., 2002).

6.2.5. Κατασκευή Πλακών Offset με την χρήση παραμαγνητικών υλικών και την εκμετάλλευση της αλλαγής ιδιοτήτων των φθορισμένων πολυμερών.

Πολλές άλλες τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσουν μελανόφιλες περιοχές στην επιφάνεια του τυμπάνου εγγραφής. Μεταξύ αυτών υπάρχουν τεχνικές που χρησιμοποιούν την ιδιότητα των παραμαγνητικών υλικών να μαγνητίζουν και να προσανατολίζουν κάποια μόρια. Σε άλλες πάλι περιπτώσεις έχουν χρησιμοποιηθεί πολυμερικά υλικά που αλλάζουν ιδιότητες (υδροφιλία) ανάλογα με το αν έχουν

ακτινοβοληθεί ή όχι. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι το PTFE (Teflon) το οποίο παρουσιάζει ανάλογες ιδιότητες (Kirrhan H., 2002 & Παναγιώτου Κ. 2000).

6.2.6 Κατασκευή κυλίνδρων Βαθουτυπίας με συστήματα απόξεσης.

Στη βαθουτυπία έχει αναπτυχθεί μια πολύ καινοτόμος λύση για τις Computer to Press εφαρμογές. Η λύση αυτή μειώνει κατά πολύ το κόστος χάραξης ενός κυλίνδρου. Για κάθε εκτυπωτική εργασία δεν χρειάζεται να χαραχθεί μεταλλικός κύλινδρος. Αντίθετα υπάρχει ένας κύλινδρος χαραγμένος με την φιλοσοφία του anilox της φλεξογραφίας με σταθερή και μεγάλη συχνότητα κυψελίδων. Ο κύλινδρος αυτός εμβαπτίζεται σε ειδικό πολυμερές και γεμίζουν έτσι οι κυψελίδες του. Ακολουθεί απόξεση μέχρι την επιφάνεια του μετάλλου αλλά όχι πιο μέσα. Η επίδραση της ακτινοβολίας ενός θερμικού laser IR μπορεί να σκληράνει και να εξαχνώσει μερικώς το πολυμερές δημιουργώντας έτσι τις επιθυμητές κυψελίδες. Με την βοήθεια ενός ψεκαστήρα νερού υψηλής πίεσης είναι δυνατό να απομακρυνθεί η ποσότητα του πολυμερούς των κυψελίδων προκειμένου να γίνει εγγραφή νέου θέματος (Kirrhan H., 2002; Παναγιώτου Κ., 2000).

6.2.7 Κατασκευή τελάρων Μεταξοτυπίας με τεχνικές έγχυσης κεριού ή μελάνης.

Στην μεταξοτυπία έχει αναπτυχθεί μια τεχνολογία για τις κυλινδρικές μηχανές μεταξοτυπίας. Σύμφωνα με την τεχνολογία αυτή ένα θερμομεταφερόμενο εκτυπωμένο αυτοκόλλητο ενσωματώνεται στην γάζα του κυλινδρικού τελάρου. Το θερμομεταφερόμενο στένσιλ βρίσκεται αποθηκευμένο στο εσωτερικό του κυλινδρικού τελάρου και η εγγραφή του θέματος σε αυτό γίνεται με τη χρήση θερμικού συστήματος ίδιας φιλοσοφίας με αυτό που αναφέρθηκε για την Offset. Το στένσιλ μεταφέρεται στην εσωτερική περιφέρεια του τελάρου και έτσι είναι δυνατή η εκτύπωση με την διέλευση του μελανιού μέσα από τις οπές της γάζας που δεν καλύφθηκαν από το σκληρυμένο στένσιλ (Kirrhan H., 2002).

7. Εκτύπωση από ψηφιακά δεδομένα χωρίς την ύπαρξη εκτυπωτικής πλάκας.

Computer to print/ Computer to paper.

Το βασικό χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν υπάρχει ουσιαστικά καμία εκτυπωτική πλάκα/μήτρα από την οποία να προκύπτουν τα έντυπα. Η εκτύπωση γίνεται άμεσα με την στιγμιαία εγγραφή του θέματος στο τύμπανο εκτύπωσης (Computer to print) ή ακόμα με την απευθείας αποτύπωση του θέματος στο εκτυπωτικό υπόστρωμα (Computer to paper) (Kirrhan H., 2002).

7.1 Εκτύπωση ψηφιακών δεδομένων χωρίς την ύπαρξη εκτυπωτικής πλάκας (Computer to print)

Η εκτυπωτική πλάκα αυτής της μεθόδου σχηματίζεται ουσιαστικά κατά την εκτύπωση του θέματος. Το θέμα δημιουργείται στο κεντρικό τύμπανο της συσκευής με διάφορες τεχνικές (ηλεκτροφωτογραφία, ιονογραφία, μαγνητογραφία κλπ.). Αυτές οι τεχνικές εκμεταλλεύονται τις ιδιότητες των υλικών που χρησιμοποιούν να

έλκουν και να απωθούν τα λεπτά διαμελισμένα σωματίδια των toners. Τα μελάνια αυτά είναι ξηρά ή και διασπορές στερεών σε διαλύτες και η φύση τους είναι κυρίως ανθρακική ή πολυμερική. Τις περισσότερες φορές απαιτούνται σύνθετα συστήματα ή πολυμερικά κράματα (blends) για την επίτευξη των επιθυμητών ιδιοτήτων. Με την χρήση του βασικού συστήματος εγγραφής καταγράφεται η επιθυμητή εικόνα στην επιφάνεια του τυμπάνου και αφού μεταφερθεί το toner στο χαρτί γίνεται θερμική σταθεροποίηση ή σταθεροποίηση με απορρόφηση ακτινοβολίας (βλέπε Μέρος Ι). Η εκτυπωτική πλάκα δεν αποτελεί μήτρα αλλά μετατρέπεται σε τέτοια κατά την εκτυπωτική διαδικασία ανεξάρτητα αν αυτή αφορά απλό ή έντυπο μεταβλητών δεδομένων (Bob Thomson, 2002; Kirphan H., 2002; Image Permanence Institute-RIT, 2004).

7.2 Εκτύπωση ψηφιακών δεδομένων χωρίς την ύπαρξη εκτυπωτικής πλάκας (Computer to paper)

Το βασικό χαρακτηριστικό αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν υπάρχει καμία απολύτως εκτυπωτική πλάκα/μήτρα από την οποία να προκύπτουν τα έντυπα. Η εκτύπωση γίνεται άμεσα με την αποτύπωση του θέματος στην επιφάνεια του εκτυπωτικού υποστρώματος. Η τεχνική της εκτύπωσης με ψεκασμό μελάνης είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της μεθόδου. Η τεχνική αυτή χαρακτηρίζεται και ως ψηφιακή εκτύπωση. Σε γενικές γραμμές σε αυτή την κατηγορία συγκαταλέγονται όλες οι ψηφιακές εκτυπωτικές μέθοδοι (βλέπε Μέρος Ι) κατά τις οποίες δεν απαιτείται η επαφή κάποιου τυμπάνου ή επιφανείας εκτύπωσης με το εκτυπωτικό υπόστρωμα (Non Impact Printing) (Bob Thomson, 2002; Kirphan H., 2002).

8. Πλεονεκτήματα των τεχνολογιών Computer to... Plate/Press/Cylinder/Screen.

Οι τεχνολογίες CTP έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τον συμβατικό τρόπο κατασκευής πλακών. Πρώτο και κύριο είναι το γεγονός ότι με την χρήση των CTP τεχνολογιών ουσιαστικά παρακάμπτεται ένα αρκετά δαπανηρό, χρονοβόρο και σημαντικό ως προς την σωστή εφαρμογή του, στάδιο της προεκτύπωσης (κατασκευή φιλμ και φωτομεταφορά του θέματος στην εκτυπωτική πλάκα-διαδικασία η οποία χρειάζεται εξειδικευμένες γνώσεις για την σωστή μεταφορά του θέματος στην πλάκα και από αυτή εξαρτάται άμεσα η σωστή εκτυπωτική διαδικασία).

Αποφεύγονται φαινόμενα που αλλοιώνουν το ράστερ κατά την φωτογράφιση (λάθος χρόνος φωτογράφισης, κακή εμφάνιση, εγκλωβισμός αέρα ή υγρού κατά την επαφή με αποτέλεσμα εμφάνιση φαινομένων δακτυλίων Νεύτωνα και τα ανεπιθύμητα dot gain ή dot loss).

Μειώνεται στο ελάχιστο η πιθανότητα αλλοίωσης του θέματος που δημιουργείται από εξωτερικούς παράγοντες (σκόνη, γρατζουνιές, νερό) κατά την φωτογράφιση φιλμ με πλάκα.

Υπάρχει δυνατότητα παραγωγής μεγαλύτερου αριθμού πλακών στον ίδιο χρόνο (ταχύτερα συστήματα παραγωγής εκτυπωτικών πλακών).

9. Συμπεράσματα

Είναι προφανές ότι γίνεται μια συνεχής προσπάθεια να απλοποιηθούν οι διαδικασίες τόσο της προεκτύπωσης όσο και της εκτύπωσης και της μετεκτύπωσης. Τα πολλά προεκτυπωτικά στάδια αποτελούν σημαντικό παράγοντα σφαλμάτων και αύξησης του κόστους της εργασίας. Με την χρήση συστημάτων από τον υπολογιστή στην εκτύπωση (CTP Technologies) διασφαλίζεται μια καλύτερη ποιότητα εντύπων σε συντομότερο χρονικό διάστημα με μικρότερο οικονομικό κόστος και κάτω από τελείως ελεγχόμενες συνθήκες.

Παρατηρείται έτσι ένας αγώνας δρόμου μεταξύ των κατασκευαστών τέτοιων συστημάτων για την δημιουργία του απόλυτου λειτουργικού συστήματος, το οποίο θα καθιερωθεί ευρέως στην υπάρχουσα αγορά και θα αποτελέσει κοινό άξονα αναφοράς των εκτυπωτικών διαδικασιών. Είναι κοινώς αποδεκτό ότι το μέλλον είναι ψηφιακό. Η τεχνική που θα επικρατήσει όμως δεν είναι ξεκάθαρο ποια θα είναι. Οι διαδικασίες παραγωγής σίγουρα θα απλουστευτούν και οι αντίστοιχοι χρόνοι θα μειωθούν.

Όσο όμως οι διαδικασίες θα απλουστεύονται, τόσο οι συσκευές που θα χρησιμοποιούνται θα γίνονται πιο σύνθετες και περίπλοκες. Απαιτούνται συνεχώς νέες τεχνικές και χρειάζονται νέες επιστημονικές γνώσεις για να εφαρμοστούν και να δώσουν τεχνολογικά βιώσιμες λύσεις.

Οι επιστημονικές γνώσεις και οι εφαρμογές τους στις σύγχρονες τεχνολογικές προτάσεις του κλάδου των Γραφικών Τεχνών αποτελούν ήδη και θα συνεχίσουν να αποτελούν και στο μέλλον το ισχυρότερο θεμέλιο ανάπτυξης.

Όπως ήδη διαφαίνεται και από το παρόν κείμενο είναι προφανές ότι πλέον είναι ζητούμενο από την αγορά να κατασκευαστούν μηχανές που να μπορούν να εκτυπώνουν κατ' απαίτηση (on demand) έντυπα, γρήγορα και οικονομικά. Η εγγραφή του θέματος θα πρέπει να γίνεται άμεσα πάνω στην εκτυπωτική μηχανή με ελάχιστο κόστος χρόνου και χρήματος και η ποιότητα να παραμένει σταθερή για ένα ή πολλαπλά αντίτυπα.

Όσον αφορά το πια μέθοδος θα επικρατήσει η απάντηση είναι μάλλον εύκολη. Καμία· και αυτό γιατί το μέλλον είναι υβριδικό. Τα καλύτερα αποτελέσματα προέρχονται από τον συνδυασμό των πλεονεκτημάτων των διαφόρων συστημάτων και τεχνικών. Τα συστήματα αυτά αναπτύσσονται παράλληλα με την ανάπτυξη των αντιστοίχων υλικών Γραφικών Τεχνών που μπορούν να παρουσιάσουν εκπληκτικές ιδιότητες που οφείλονται είτε στην φύση τους είτε γιατί έτσι σχεδιάστηκαν από τον ανθρώπινο παράγοντα να λειτουργούν. Τα προηγμένα αυτά υλικά και η κατανόηση του τρόπου που λειτουργούν αποτελούν ένα πεδίο ραγδαία αναπτυσσόμενο για τον χώρο των Γραφικών Τεχνών. Ο μέσος Τεχνολόγος Γραφικών Τεχνών έχει αναχθεί σε πολυκλαδικό επιστήμονα και οφείλει να έχει επιρροή από τους χώρους των θετικών επιστημών, της πληροφορικής και των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Τις επιστημονικές του γνώσεις και δεξιότητες καλείται να τις συσσωρεύει με την ίδια αγάπη που έκανε και στο παρελθόν έχοντας πάντα στο νου του το ίδιο ζητούμενο, την υλοποίηση του -τόσο απαραίτητου για το σύνολο και την μονάδα- εντύπου.

10. Βιβλιογραφία

Λεοντόπουλος Ν., Πολίτης Α. & Σταθάκης Κ., 2002, *Τεχνολογία Γραφικών Τεχνών, Προεκτύπωση*, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα

Παναγιώτου Κ., 2000, *Επιστήμη και Τεχνολογία Πολυμερών*, Εκδόσεις Πήγασος, Θεσσαλονίκη

Χατζηρησιτίδης Ν., 2003, *Σημειώσεις χημείας πολυμερών*, Πανεπιστημιακό σύγγραμμα ΕΚΠΑ, Αθήνα

Barnard M., Peacock J.& Berrill C., 2003, *Τεχνολογία Παραγωγής Εντύπου*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα

Berchtold A., 2008, *Computer to plate - Materials, Equipment and Workflow for Digital Offset Plate Making*, σημειώσεις από διάλεξη στο ΕΑΠ τον Μάιο 2008, Αθήνα

Bob Thomson 2002, *Συστήματα απεικόνισης στις Εκτυπώσεις*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα

Kirphan H. (ed), 2002, *Handbook of Print Media*, Springer Verlag, Berlin

Yung – Cheng Hsieh, 2003, A Capability Study of Dot Reproduction for CTP Plates, Visual Communications Journal, IGAEA, pp. 27-40

International paper 2008, *digital printing equipment*, [on-line], διαθέσιμο από

<http://glossary.ippaper.com/default.asp?req=knowledge/article/441&catitemid=55> [28 Δεκεμβρίου 2008]

Image Permanence Institute, 2004, *A Consumer Guide to Traditional and Digital Print Stability*, Rochester Institute of Technology

Creo, R. d.13 February 2002, Vancouver Response Center, Daryl Spencer Product Manager, *Imaging and Media* [on-line], διαθέσιμο από

<http://graphics1.kodak.com/documents/The%20Digital%20Plate%20Imaging%20Market%20White%20Paper.pdf> [20 Δεκεμβρίου 2008]

Heidelberg druck maschinen 2008, [on-line], διαθέσιμο από

http://www.fr.heidelberg.com/wwwbinaries/bin/files/fra/en/products/expert_guides/plate_imaging_with_ctp_en.pdf [25 Δεκεμβρίου 2008]

Manroland, 2008, *prepress*, [on-line], διαθέσιμο από

<http://www.manrolandbenelux.be/layout1.php?lid=1&pr=81&sm=510> [25 Δεκεμβρίου 2008]

Viprofix, 2008, *prepress equipment*, [on-line], διαθέσιμο από

http://www.viprofix.com/newlandingpages/agfa/agfa_xcalibur_vlf_80.html [20 Δεκεμβρίου 2008]

Μέρος III – Τυπωμένα κυκλώματα

Έξυπνα υλικά, RFID, Δείκτες και αισθητήρες, τυπωμένα φωτοβολταϊκά

1. Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά των Έξυπνων Υλικών

Ο όρος “Έξυπνα Υλικά” (smart materials) χρησιμοποιείται ευρύτατα στις μέρες μας για να χαρακτηρίσει υλικά, συστήματα και προϊόντα ακόμα, με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που τα κάνουν να συμπεριφέρονται ποικιλότροπα ανάλογα με τις συνθήκες ή τις καταστάσεις του περιβάλλοντος.

Τα υλικά αυτά μπορεί να αποτελούνται από ένα (χημικά) συστατικό το οποίο εμφανίζει εντελώς διαφορετική συμπεριφορά σε διαφορετικό περιβάλλον (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, pH, κ.ο.κ.). Τα υλικά αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες παράγοντας συνήθως οπτική ένδειξη ή να χρησιμοποιηθούν ως πηγή πληροφοριών αποτελώντας μέρος ηλεκτρονικού κυκλώματος. Είναι δυνατό να παραχθούν έξυπνα υλικά με τη χρήση μορίων ή ουσιών βιολογικής προέλευσης και να χρησιμοποιηθούν ως βιοαισθητήρες με στόχο την ανίχνευση ουσιών, τον προσδιορισμό παραμέτρων του περιβάλλοντος και την παροχή κάθε είδους πληροφοριών από το περιβάλλον σε ένα ηλεκτρονικό σύστημα. Τέλος θα λέγαμε ότι η σύγχρονη νανοτεχνολογία είναι σε θέση να κατασκευάσει τεχνητές διατάξεις με ανάλογες δράσεις χρησιμοποιώντας μεικτές τεχνικές και υβριδικά συστήματα για να κάνει πραγματικότητα την πολυαισθητηριακή λειτουργία και την, με τον τρόπο αυτό, αναγωγή τους σε συστήματα υψηλής αιχμής και τεχνολογίας.

Τα έξυπνα υλικά διαβαθμίζονται ως προς το βαθμό πολυπλοκότητας, το τεχνολογικό τους επίπεδο και την ικανότητα αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον και τον χρήστη τους.

Τα έξυπνα υλικά δεν είναι ανάγκη να είναι πάντα πολύπλοκα. Μπορεί να στηρίζονται σε μία μόνο βασική αρχή λειτουργίας και να αποτελούνται από πολύ απλά υλικά. Η πολυπλοκότητά τους μπορεί ωστόσο να κλιμακωθεί σε πολύ υψηλά επίπεδα και να δώσει μηχανισμούς εξαιρετικά σύνθετους και αφάνταστα λειτουργικούς. Το τεχνολογικό τους επίπεδο μπορεί να κυμαίνεται από πολύ χαμηλού επιπέδου (δείκτες) ή σημαντικά υψηλότερου (βιοαισθητήρες, νανολειτουργικά συστήματα). Αν προσδώσουμε με κάποιον τρόπο σε αυτά τα συστήματα την ικανότητα αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον και τον χρήστη τους τότε είναι δυνατό να συζητάμε για πραγματικά ευφυή (intelligent) συστήματα και προϊόντα με δυνατότητες να πληροφορούν και να συμβουλεύουν τον άνθρωπο - χρήστη σε πραγματικό χρόνο. Η δυνατότητα αλληλεπίδρασης είναι πια εφικτή με την χρήση συστημάτων αναγνώρισης/ταυτοποίησης μέσω ραδιοσυχνοτήτων (RFID). Τα ευφυή αυτά συστήματα είναι πολύ πιθανό να λύσουν σημαντικά προβλήματα του ανθρώπινου είδους ή να ικανοποιήσουν πολλές από τις διαρκώς αυξανόμενες ανάγκες του.

Τα έξυπνα και ευφυή υλικά έχουν βρεί εφαρμογές εκτός από την ιατρική, τις επιστήμες, την πολεμική βιομηχανία και στη συσκευασία με στόχο την καλύτερη πληροφόρηση του αγοραστικού ή καταναλωτικού κοινού σε θέματα ποιότητας, χρήσης, διακίνησης και αποθήκευσης ή έκθεσης των προϊόντων.

2. Έξυπνη ετικέτα

Η έξυπνη ετικέτα είναι μια συνήθως ηλεκτρονική επίπεδη συσκευή απόκρισης. Οι περισσότερες ηλεκτρονικές συσκευές κατασκευάζονται επίπεδες λόγω της ευκολίας ελαχιστοποίησης του κόστους τους και της ικανότητάς τους να ενσωματώνονται σε δυσπρόσιτα σημεία όπως τα υλικά συσκευασίας. Παρόλα αυτά οι έξυπνες ετικέτες είναι πιο εξειδικευμένες. Σε αυτές περιλαμβάνονται τα έξυπνα εισιτήρια και οι ενσωματωμένες ετικέτες αλλά όχι οι έξυπνες κάρτες ακόμα και στην περίπτωση που λειτουργούν εντός πεδίου μεγάλου εύρους. Αυτές αποτελούν διαφορετική αλλά συναφή περίπτωση. Οι έξυπνες ετικέτες εξελίσσονται σε θέμα τεράστιας σημασίας τόσο για την κοινωνία όσο και τις προοπτικές βιομηχανικής και εμπορικής αξιοποίησης. Επί παραδείγματι είναι δυνατό να σώσουν ανθρώπινες ζωές ή να δημιουργήσουν νέες μεγάλες αγορές και επιχειρήσεις.

Σήμερα υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι έξυπνων ετικετών. Αυτές χρησιμοποιούνται πρωτίστως για τον εντοπισμό κλοπών σε καταστήματα και βιβλιοθήκες. Αυτές οι ετικέτες δεν περιέχουν δεδομένα και υφίστανται σε τρία ασύμβατα συστήματα που αναγκάζουν τον κατασκευαστή που προσαρμόζει τις ετικέτες να τηρεί τρία διαφορετικά αποθέματα από αυτές κατά την κατασκευή κάθε παραλλαγής του προϊόντος.

Ο όρος παθητικές ετικέτες αναφέρεται στις RFID ετικέτες που τροφοδοτούνται αποκλειστικά από τον RFID αναγνώστη. Ο αναγνώστης εκπέμπει σε μια ραδιοσυχνότητα (RF) που τροφοδοτεί το ολοκληρωμένο κύκλωμα πυριτίου στην ετικέτα όσο αυτό βρίσκεται εντός του πεδίου της ραδιοσυχνότητας. Όταν το ενεργειακό επίπεδο του ολοκληρωμένου κυκλώματος της ετικέτας φτάσει το κατώφλι τάσης που απαιτείται για την ενεργοποίησή του τότε αυτό είναι σε θέση να επανεκπέμψει πληροφορίες στην ίδια ραδιοσυχνότητα. Η εμβέλεια εκπομπής περιορίζεται συνήθως σε μερικά μέτρα.

Ο όρος ενεργητικές ετικέτες αναφέρεται στις RFID ετικέτες που έχουν ενεργειακή αυτονομία και μπορούν να λαμβάνουν ένα πιο αδύναμο σήμα από τον αναγνώστη (που μπορεί να βρίσκεται σε απομακρυσμένη θέση) ενώ η πηγή τροφοδοσίας της ετικέτας ενισχύει το σήμα επιστροφής. Αυτός ο τύπος ετικετών έχει εμβέλεια μεταξύ αρκετών δεκάδων έως και μερικών εκατοντάδων μέτρων αλλά έχουν υψηλότερο κόστος λόγω του μεγέθους και της πολυπλοκότητας τους. Ο χρόνος ζωής του ξηρού ηλεκτρικού στοιχείου (μπαταρία) καθορίζει την διάρκεια ζωής της ετικέτας.

Ο όρος ημιπαθητικές ετικέτες αναφέρεται σε ετικέτες με ενεργειακή πηγή (συνήθως ενσωματωμένη - συστρωματωμένη -, εύκαμπτη και χαμηλού κόστους πηγή).

3. Χρόνο-χρωμοθερμοκρασιακοί δείκτες, (TTI – Time-Temperature Indicators or Integrators)

Οι χρόνο-χρωμοθερμοκρασιακοί δείκτες (TTI) αποτελούν ένα σύστημα επισήμανσης των τροφίμων και φαρμακευτικών ειδών που μπορεί να λειτουργήσει ταυτόχρονα με την ημερομηνία λήξης του προϊόντος. Παρουσιάζονται στην μορφή μίας «ενεργού», χαμηλού κόστους αυτοκόλλητης ετικέτας η οποία είναι ενσωματωμένη στην ίδια τη συσκευασία του προϊόντος. Οι TTI, επιτρέπουν τον έλεγχο της ενδεχόμενης

κακομεταχείρισης του προϊόντος, όσον αφορά στην θερμοκρασία συντήρησης. Είναι χημικά ενεργοί και απεικονίζουν μία εύκολα μετρήσιμη, σωρευτική χρωματική αλλαγή. Οι δείκτες TPI, παρακολουθούν το χρονοθερμοκρασιακό ιστορικό των τροφίμων σε όλη τους την πορεία, από το σημείο παραγωγής, τις ενδιάμεσες φάσεις διανομής, μέχρι τον τελικό καταναλωτή [12].

4. Έξυπνη μελάνη

Η χρήση της έξυπνης μελάνης επιτρέπει την εκτύπωση ολοκληρωμένων κυκλωμάτων μέσω απλών εκτυπωτών ψεκασμού μελάνης αλλά όχι μόνο. Η εφαρμογή της έξυπνης μελάνης δημιουργεί δομές σε νανοκλίμακα, εκμεταλλευόμενη την ικανότητα αυτοοργάνωσης των μορίων. Οι έξυπνες μελάνες κατασκευάζονται από την διάλυση και διασπορά μορίων που «αυτοοργανώνονται» (ζύμες, μικύλια, ιονισμένα συσσωματώματα, πρωτεΐνες ή άλλα πολυμερή), σε κάποιο διαλύτη. Καθώς ο διαλύτης εξατμίζεται ή καθώς επιβάλλεται πεδίο στη διασπορά τα διαλυμένα μόρια αναδιατάσσονται αυθορμήτως και σχηματίζουν συγκεκριμένες δομές που μπορεί να διατάσσονται σε κανονικά σχήματα (π.χ. κυψελοειδή) ή κάθε είδους «φρακταλικές» διαμορφώσεις (fractals). Η χρήση αυτών των μελανιών εξασφαλίζει την κατασκευή μικροαπεικονιστικών συστημάτων στην επιφάνεια κάθε υποστρώματος συσκευασίας (χαρτί, εύκαμπτη συσκευασία - πολυμερή) κατά τρόπο που να επιτρέπεται η απεικόνιση μεγάλου πλήθους πληροφοριών για το προϊόν στην συσκευασία αυτού. Η ανάκληση και η επεξεργασία αυτών των πληροφοριών είναι δυνατό να γίνει μέσω ενός από τα συστήματα που αναφέρθηκαν με πολύ σημαντικά οφέλη για την ροή των προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα.

5. Έξυπνα συστήματα απεικόνισης και διαδραστικότητα των προϊόντων

Τα έξυπνα συστήματα απεικόνισης έχουν σαφή και κύριο ρόλο στην παραγωγή και λειτουργία των ευφυών μηχανισμών και προϊόντων αφού τους διασφαλίζουν ένα βασικό χαρακτηριστικό τους, αυτό της ικανότητάς τους να αλληλεπιδρούν τόσο με το περιβάλλον όσο και με τους χρήστες τους. Με την χρήση αυτών των συστημάτων μπορεί να γίνει εφικτή η επικοινωνία των ευφυών προϊόντων με τον καταναλωτή μέσω των οπτικών μηνυμάτων που είναι σε θέση απεικονιστούν στην συσκευασία τους.

Τα συστήματα αυτά θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω βασικές προϋποθέσεις: να είναι εύκολα εφαρμόσιμα (ει δυνατόν εκτυπώσιμα) στη συσκευασία, να είναι εύκαμπτα (στις περισσότερες των περιπτώσεων), να μπορούν να λάβουν πληροφορίες από υπολογιστικό σύστημα ή μέσω δικτύου, να έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση ή και αυτονομία και να έχουν χαμηλό κόστος.

Πολλά είναι τα συστήματα που έχουν προταθεί ως μέσα απεικόνισης πληροφοριών επί της συσκευασίας των προϊόντων. Οι εφαρμοσμένες μελέτες των εταιριών Xerox και Philips οδήγησαν στην κατασκευή των προϊόντων Gyricon και E-Ink αντίστοιχα. Και οι δύο προσπάθειες στηρίζονται σε συστήματα που χρησιμοποιούν την επιβολή ηλεκτρικών πεδίων για τον έλεγχο της όψης κανονικά διαταγμένων στο

υπόστρωμα μικροσφαιριδίων. Η κανονική διάταξη των μικροσφαιριδίων πάνω στα εύκαμπτα εκτυπωτικά υποστρώματα γίνεται με την χρήση διάφορων εκτυπωτικών μεθόδων ενώ για την επίτευξη του ηλεκτρικού πεδίου χρησιμοποιούνται στρώματα διάφανων αγώγιμων πολυμερικών μεμβρανών. Η βασική διαφορά των δύο τεχνολογιών είναι ότι το Gyriscop αποτελείται από χρωματισμένα σφαιρίδια με λευκές και έγχρωμες (μαύρες/μπλέ) όψεις και για την δημιουργία της εικόνας πρέπει να περιστραφεί προς την όψη ανάγνωσης του μέσου ολόκληρο το φορτισμένο σφαιρίδιο. Αντίθετα το E-Ink αποτελείται από διάφανα σφαιρίδια που περιέχουν μελάνι (dye) και λευκά φορτισμένα νανοσωματίδια (TiO_2) τα οποία με την επιβολή του πεδίου μετακινούνται εντός του σφαιριδίου επιτρέποντάς του να εμφανίζεται έγχρωμο ή λευκό.

Το πρόβλημα της ανταλλαγής δεδομένων είναι πλέον ανύπαρκτο με την χρήση των αγώγιμων και ημιαγώγιμων πολυμερών που μπορούν να αποτελέσουν τα εκτυπωτικά υποστρώματα ή τα μελάνια για την εκτύπωση των κατάλληλων κυκλωμάτων. Οι πιο σύγχρονες τεχνολογίες προσπαθούν να λύσουν διάφορα προβλήματα που έχουν παρατηρηθεί όπως το να μειώσουν στο ελάχιστο την ενεργειακή κατανάλωση των συστημάτων αυτών, να αυξήσουν το ρυθμό ανανέωσης των εικόνων, να επιτύχουν έγχρωμη απεικόνιση, να μειώσουν την προκαλούμενη φθορά των συστημάτων από την επιβολή τάσης και μηχανικών καταπονήσεων και να περιορίσουν το κατασκευαστικό κόστος.

6. Συστήματα αναγνώρισης μέσω ραδιοσυχνότητας (RFID)

Η ολοένα αυξανόμενη ανάγκη για την δυναμική καταγραφή περισσότερων πληροφοριών κατά τη διακίνηση ενός προϊόντος, οδήγησαν στη ανάπτυξη νέων συστημάτων επισήμανσης μεγαλύτερης χωρητικότητας και λιγότερων λειτουργικών απαιτήσεων από τα ήδη υπάρχοντα (σύστημα γραμμωτών κωδικών). Έτσι, δημιουργήθηκε μια νέα τεχνολογία επισήμανσης, που εφαρμόζει την τεχνολογία των ραδιοσυχνοτήτων (radio frequency), η οποία παρέχει μεγαλύτερη ευκολία και ταχύτητα στην ανάγνωση των πληροφοριών, που συνοδεύουν και "χαρακτηρίζουν" ένα προϊόν.

Βασικό χαρακτηριστικό αυτής της τεχνολογίας επισήμανσης είναι το γεγονός ότι δεν χρησιμοποιεί τη μέθοδο οπτικής επαφής για ανάγνωση (που εχρησιμοποιείτο στο σύστημα των γραμμωτών κωδικών). Η ανάγνωση των δεδομένων γίνεται με την εκπομπή ραδιοσυχνοτήτων, που εφαρμόζεται στο σύστημα, κάτι που το κάνει ιδιαίτερα ευέλικτο και ταχύτερο στη διακίνηση των προϊόντων. Σε αντίθεση με το σύστημα των γραμμωτών κωδικών οι πληροφορίες για τα προϊόντα λαμβάνονται μέσω της ίδιας της ετικέτας, η οποία περιέχει τη βάση δεδομένων. Η μετάδοση των πληροφοριών γίνεται πάντα ασύρματα και ενεργοποιείται αυτόματα, είτε από την ίδια την ετικέτα (ενεργές ή ενεργητικές ετικέτες), είτε από τη συσκευή ανάγνωσης, που ενεργοποιεί την ετικέτα (παθητικές ετικέτες) όταν αυτή εισέλθει στο πεδίο εμβέλειας της συσκευής. Η ετικέτα ραδιοσυχνοτήτων (RFID) ουσιαστικά λειτουργεί σύμφωνα με το πρότυπο πομπός- δέκτης, μόνο που εδώ ο πομπός είναι η ίδια η ετικέτα και ο δέκτης η συσκευή ανάγνωσης,

πράγμα που σημαίνει ότι δεν υπάρχει βάση δεδομένων σε κάποιον υπολογιστή, αλλά όλες οι αναγκαίες πληροφορίες βρίσκονται αποθηκευμένες στην ετικέτα.

Αν και η τεχνολογία αυτή είχε ως αρχικό σκοπό να εφαρμοστεί σαν μέθοδος παρακολούθησης και κατασκοπίας, χρησι-μοποιήθηκε τελικά στη διακίνηση καταναλωτικών προϊόντων, όπου είχε γεννηθεί η ανάγκη για τη χρήση παρόμοιας τεχνολογίας για την σωστή διακίνηση και έγκυρη πληροφόρηση για τα αγαθά. Γι' αυτό τον λόγο, η χρήση των ετικετών ραδιο-συχνοτήτων, έχει διχάσει καταναλωτές και εμπόρους όσον αφορά την προστασία των προσωπικών δεδομένων και είναι εύλογη και κατανοητή η αντίδραση τους προς την εφαρμογή της νέας τεχνολογίας και τις επιπτώσεις της στο κοινωνικό σύνολο, δεδομένου ότι η ενημέρωση για την χρήση της και τις εφαρμογές της είναι ελλιπής.

Τέλος, η υιοθέτηση μιας τέτοιας τεχνολογίας απαιτεί αρχικά σωστή πληροφόρηση για την κατανόηση της από τους χρήστες της και όχι απερίσκεπτο ενθουσιασμό και επιτακτική εφαρμογή της.

6.1 Ιστορική αναδρομή

Ο ηλεκτρονικός κώδικας προϊόντων δεν αποτελεί μια επανάσταση (όπως διάφοροι ισχυρίζονται) αλλά μια συνέχεια και εξέλιξη του γραμμωτού κώδικα. Ενδεικτικός είναι ο απλοϊκός χαρακτηρισμός του ως "Radio Barcode". Στη μια περίπτωση του γραμμωτού κώδικα οι αριθμοί που αποτελούν το μοναδική ταυτότητα ενός προϊόντος μετατρέπονται σε σύστημα γραμμών που εκπέμπουν και απορροφούν το προσπίπτον φως. Στην περίπτωση του ηλεκτρονικού κώδικα RFID οι ίδιοι αριθμοί μετατρέπονται σε ραδιοκύματα. Και στις δύο περιπτώσεις τα σήματα αποκωδικοποιούνται με κάποια κατάλληλη συσκευή και στέλνονται στο υπολογιστικό σύστημα.

Έχουν σχεδόν συμπληρωθεί 35 χρόνια από την εμπορική εφαρμογή του γραμμωτού κώδικα που απετέλεσε μια επανάσταση στο λιανεμπόριο. Ο γραμμωτός κώδικας βασίστηκε στην πολύ παλαιότερη δουλειά δύο αμερικανών μεταπτυχιακών φοιτητών στο Drexel Institute of Technology: των Woodland και Silver. Δικό τους είναι το ιστορικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας του 1952: Classifying Apparatus and Method.

Χρειάστηκαν εικοσιπέντε ολόκληρα χρόνια από τη δημοσίευση της ευρεσιτεχνίας για να φτάσουμε σε μια ολοκληρωμένη κωδικοποίηση για την παγκόσμια εφαρμογή του γραμμωτού κώδικα. Δύο βασικοί οργανισμοί (το UCC-Uniform Code Council στη Βόρειο Αμερική και EAN-European Article Numbering στην Ευρώπη) συνεργάστηκαν και συνεργάζονται για να φτάσουμε από τον αρχικό οκταψήφιο κωδικό στον Global Trade Item Number (GTIN) που άρχισε να εφαρμόζεται από τον Ιανουάριο του 2005.

Η σύντομη ιστορική αναδρομή για τους γραμμωτούς κώδικες έγινε για να σημειώσουμε ότι σήμερα υπάρχει όλη η οργάνωση και η υποδομή που απαιτείται για την παγκόσμια εφαρμογή κάθε νέας μορφής ταυτότητας προϊόντων σε παγκόσμια κλίμακα και σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η συγκέντρωση εξάλλου του εμπορίου σε λίγα μεγάλα πολυεθνικά συγκροτήματα διευκολύνει ακόμη περισσότερο τη γρήγορη προώθηση μιας νέας τεχνολογίας εφόσον θεωρείται οικονομικά και εμπορικά συμφέρουσα.

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα τυποποίησης και εμπορικής εφαρμογής της ηλεκτρονικής ταυτότητας θα είναι έτοιμο σύντομα και ίσως πριν να έχουν λυθεί τα τεχνικά προβλήματα και τα θέματα κόστους που σχετίζονται με την ηλεκτρονική ετικέτα. Ήδη το EPC global Network, το joint venture της EAN (Article Numbering Code) και του UCC (Uniform Code Council) έχουν κάνει μεγάλα βήματα προς αυτή την κατεύθυνση.

6.2 Τι είναι το RFID

Το RFID (Radio Frequency IDentification) είναι μια τεχνολογία αυτόματου προσδιορισμού με την χρήση ραδιοσυχνοτήτων, όπως φαίνεται άλλωστε και από την ονομασία. Με τη τεχνολογία RFID τα ψηφιακά στοιχεία ενός προϊόντος κωδικοποιούνται σε μια ετικέτα RFID και στη συνέχεια λαμβάνονται από τον αναγνώστη με την χρήση ραδιοσυχνοτήτων. Η ετικέτα είναι έτσι διαμορφωμένη ώστε να έχει αποθηκευμένα τα στοιχεία για το προϊόν σε μια μνήμη που βρίσκεται ενσωματωμένη πάνω σε αυτή, ενώ υπάρχουν δυο είδη ετικετών, οι ενεργές ή ενεργητικές (self powered-active tags) ετικέτες και οι παθητικές ετικέτες (passive tags). Η τεχνολογία RFID είναι κατάλληλη μέθοδος για τον προσδιορισμό των προϊόντων και των προτεραιοτήτων σε περιβάλλον αλυσίδων ανεφοδιασμού. Αν και σε μερικές χώρες του εξωτερικού (Γερμανία, Ιαπωνία και Αμερική) η τεχνολογία RFID εφαρμόζεται εδώ και αρκετά χρόνια σε υπηρεσίες του δημοσίου, το κόστος της τεχνολογίας είναι το βασικό εμπόδιο για την ευρεία υιοθέτηση της.

6.3 Τι περιλαμβάνει το σύστημα RFID

Το σύστημα RFID περιλαμβάνει την ετικέτα RFID, τον αναγνώστη/ εγγραφέα και το λογισμικό σύστημα ανάλυσης (host system).

Η ετικέτα RFID αποτελείται από την κεραία RF, και συνδέεται με ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (IC-integrated circuit), το οποίο αποτελεί και την μνήμη της ετικέτας, και βρίσκονται ενσωματωμένα πάνω στην ετικέτα. Μορφολογικά μια ετικέτα RFID είναι μια μικρή σερπαντίνα καλωδίων, που προστατεύεται με πλαστικοποίηση. Τα μεγέθη και τα σχέδια των ετικετών ποικίλουν ανάλογα με τον προορισμό χρησιμοποίησης τους, ενώ υπάρχουν και ετικέτες σε μέγεθος κόκκου ρυζιού. Οι ετικέτες RFID χωρίζονται σε ενεργές και παθητικές και ανάλογα με το είδος τους διαφοροποιούνται και τα χαρακτηριστικά τους.

Έτσι, οι ενεργές ετικέτες (self powered) έχουν ενσωματωμένη μια πηγή ενέργειας που τους επιτρέπει να αποστέλλουν μόνες τους τις πληροφορίες στον αναγνώστη, δηλαδή χωρίς να χρειάζονται το ερέθισμα από τον αναγνώστη, ενώ οι παθητικές ετικέτες πρέπει να δεχθούν το ερέθισμα του αναγνώστη μέσω των ραδιοσυχνοτήτων, ώστε να στείλουν σε αυτόν τις πληροφορίες που ζητούνται.

6.3.1 Παθητικές ετικέτες- πομποδέκτες

Οι παθητικοί πομποδέκτες δεν έχουν δική τους πηγή ενέργειας (μπαταρία) και επομένως όλη η ενέργεια που απαιτείται για την λειτουργία τους πρέπει να έρχεται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του αναγνώστη. Ανάλογα με την χρησιμοποιούμενη συχνότητα και την εκπεμπόμενη ενέργεια του αναγνώστη η ακτίνα δράσης του πομποδέκτη κυμαίνεται από μερικά εκατοστά μέχρι 10 μέτρα.

Α) Το μικροσίπ αποθηκεύει και παρέχει τις απαιτούμενες πληροφορίες.

Β) Η αντένα δέχεται και στέλνει πληροφορίες από και προς τον αναγνώστη και μεταβιβάζει την απαραίτητη ενέργεια από τον αναγνώστη στο μικροσίπ.

Γ) Το περίβλημα προστατεύει τόσο το μικροσίπ όσο και την αντένα και καθιστά δυνατή την οπτική αναγνώριση.



Εικόνα 3.1. Εφαρμογή κεραίας και ολοκληρωμένου κυκλώματος σε πιστωτική κάρτα

6.3.2 Ενεργές ετικέτες- πομποδέκτες

Οι ενεργοί πομποδέκτες έχουν ενσωματωμένη μπαταρία, που τους προμηθεύει όλη ή μέρος της απαιτούμενης ενέργειάς τους. Αυτό συνήθως έχει σαν συνέπεια να έχουν μεγαλύτερο μέγεθος και τιμή, αλλά και μεγαλύτερη ακτίνα δράσης (μέχρι 100 μέτρα)

(Παραδείγματα: πομποδέκτες διοδίων, πομποδέκτες ασφαλείας containers)

6.3.3 Έξυπνες ετικέτες RFID

Μεταγενέστερη μορφή των ετικετών RFID είναι η έξυπνη ετικέτα. Η "έξυπνη ετικέτα" αποτελεί μια καινοτόμο μορφή της ετικέτας RFID και λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο. Καλούνται "έξυπνες ετικέτες" λόγω των δυνατοτήτων κάλυψης που παρέχονται από το τσιπ πυριτίων που ενσωματώνεται στις inlay ετικέτες. Μια έξυπνη ετικέτα αποτελείται από μια συγκολλητική ετικέτα που ενσωματώνεται με μια ultra-thin RFID ετικέτα (inlay), δηλαδή το ολοκληρωμένο κύκλωμα ετικετών συν την τυπωμένη κεραία. Οι έξυπνες ετικέτες συνδυάζουν την μπάρα ανάγνωσης και την δυνατότητα επεξεργασίας του RFID με την ευκολία και την ευελιξία της εκτύπωσης ετικετών αναζήτησης. Μπορούν ακόμα να προεκτυπωθούν και να

προκωδικοποιηθούν. Κατά την εφαρμογή τους οι inlay ετικέτες μπορούν να κωδικοποιηθούν με σταθερά ή μεταβλητά στοιχεία και να εξεταστούν πριν τυπωθούν, ενώ μπορούν να περιέχουν όλους τους κώδικες, το κείμενο και την γραφική παράσταση ράβδων που χρησιμοποιείται σε κάθε εφαρμογή.

6.3.4 Χαρακτηριστικά των RFID ετικετών

Οι ετικέτες κατασκευάζονται σε πολλές συχνότητες, ώστε να υπάρχει εύρος στο τρόπο χρήσης τους. Έτσι, έχουμε ετικέτες σε συχνότητες των 125 KHz, των 13.56 MHz, των 2.45 GHz και γύρω στα 900 MHz.

Κάθε ετικέτα κατασκευάζεται με δικό της μοναδικό αριθμό αναγνώρισης, πράγμα που προσφέρει ιδιαίτερη ασφάλεια στο χρήστη, αφού αγοράζοντας μια παρτίδα ετικέτες από την κατασκευάστρια εταιρεία, αυτή παρέχει στον αγοραστή τον αριθμό αναγνώρισης της κάθε ετικέτας, ώστε να κάνει τον προγραμματισμό που επιθυμεί σύμφωνα με το που θα χρησιμοποιήσει τις ετικέτες αυτές. Επιπλέον, ανάλογα με τον τύπο και την προδιαγραφή ετικετών έχουν τη δυνατότητα να αποθηκεύσουν περισσότερα στοιχεία. Το ποσό των στοιχείων, που μπορούν να αποθηκευτούν σε μια ετικέτα ποικίλει ανάλογα με το είδος των ετικετών, οπότε έχουμε μέχρι 512 bit για τις παθητικές ετικέτες και μέχρι 32 Kb για ενεργές ετικέτες. Υπάρχουν επίσης οι ετικέτες RFID χρωμάτων, που αποθηκεύουν μεγάλα ποσά στοιχείων, όπως επίσης και οι ετικέτες high-end, οι οποίες έχουν χωρητικότητα μνήμης 1 Mb (megabyte). Οι ετικέτες μπορούν να είναι μόνο αναγνώσιμες (RO- Read Only), εγγράψιμες για μια φορά και αναγνώσιμες για πολλές (WORM- Write Once Read Many) ή επανεγγράψιμες (RW- ReWritable). Οι ετικέτες τύπου WORM μπορούν να προγραμματιστούν από τον χρήστη με τη συσκευή ανάγνωσης/ εγγραφής, χωρίς όμως να μπορεί να αλλάξει τα δεδομένα που θα αποθηκεύσει, σε αντίθεση με τις ετικέτες τύπου RW, που ενώ ο προγραμματισμός γίνεται πάλι μέσω της συσκευής ανάγνωσης/ εγγραφής, ο προγραμματιστής μπορεί ανά πάσα στιγμή να αλλάξει τα δεδομένα της ετικέτας σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προϊόντος που συνοδεύει η ετικέτα ή σε περίπτωση που θέλει να χρησιμοποιήσει την ίδια ετικέτα για κάποιο άλλο προϊόν. Η επιλογή του είδους της ετικέτας εξαρτάται από το που θα χρησιμοποιηθεί και από τις απαιτήσεις του χρήστη.

Μια ετικέτα RFID, μπορεί επίσης να περιβληθεί με πλαστικά επιστρώματα, πράγμα που την καθιστά ιδιαίτερα ανθεκτική κατά την πορεία σκληρών διαδικασιών παραγωγής.

6.4 RFID αναγνώστες / εγγραφείς

Ο αναγνώστης/ εγγραφέας είναι η συσκευή με την οποία γίνεται η ανάγνωση των στοιχείων που περιλαμβάνονται σε μια ετικέτα, όπως και η εγγραφή τους σε αυτή. Η συσκευή αυτή αποτελείται από μια κεραία RF που είναι συνδεδεμένη με κάποια στοιχεία κυκλώματος. Ο αναγνώστης/ εγγραφέας έχει τη δυνατότητα να εκπέμπει ραδιοσυχνότητες, που ελέγχονται από ένα ψηφιακό επεξεργαστή σημάτων και να λαμβάνει τα δεδομένα που βρίσκονται αποθηκευμένα σε μια ετικέτα είτε με την ενεργοποίηση της ετικέτας (όταν πρόκειται για παθητικές ετικέτες) είτε με απευθείας μετάδοση των δεδομένων από την ετικέτα (όταν

πρόκειται για ενεργές ετικέτες). Έτσι, όταν μια ετικέτα περάσει από το πεδίο της συσκευής ανάγνωσης/εγγραφής τα δεδομένα της παρουσιάζονται απευθείας στην οθόνη του υπολογιστή, όπου βρίσκεται συνδεδεμένη η συσκευή. Η σύνδεση του αναγνώστη με τον κεντρικό υπολογιστή μπορεί να γίνει ενσύρματα (π.χ. καλώδιο RS) ή ασύρματα. Οι πληροφορίες μεταφράζονται από ένα ενδιάμεσο λογισμικό σύστημα, ώστε να γίνουν κατανοητές από το κεντρικό σύστημα της εφαρμογής.

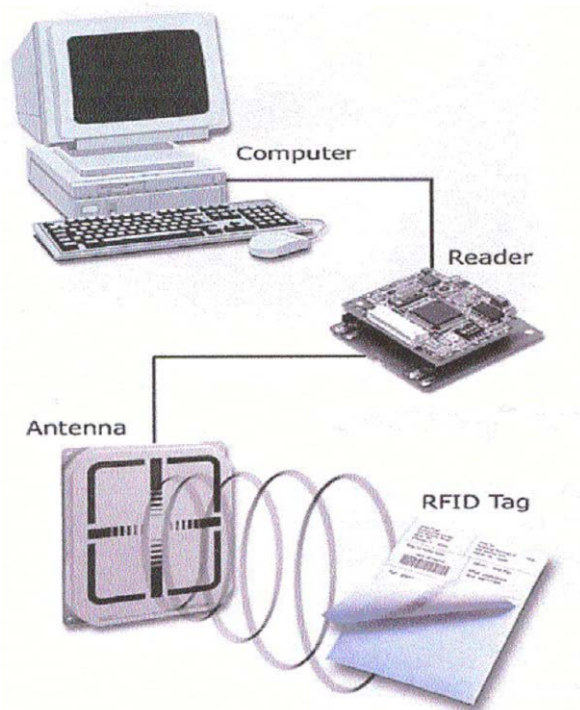
Οι αναγνώστες/ εγγραφείς υπάρχουν σε ποικίλα μεγέθη και με διαφορετικά χαρακτηριστικά ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζονται: οι όρθιοι αναγνώστες, που μπορούν να μπουν σε μια στάσιμη θέση (π.χ. στην είσοδο ενός καταστήματος, αποθήκης ή εργοστασίου), οι φορητοί αναγνώστες, που μπορούν να είναι ενσωματωμένοι σε έναν φορητό υπολογιστή (laptop) ή ακόμα θα μπορούσαν να ενσωματωθούν σε κάποιο μηχάνημα κατασκευής ετικετών, όπως σε εκτυπωτή ετικετών, ώστε ο προγραμματισμός τους να γίνεται απευθείας μετά την κατασκευή της ετικέτας.



Εικόνα 3.2. Όρθιος αναγνώστης RFID στην αποθήκη υπερκαταστήματος

Συνοπτικά:

- Ο αναγνώστης ανιχνεύει περιοδικά την περιοχή, που ελέγχει η κεραία του.
- Οι ετικέτες απαντούν στην ανίχνευση του αναγνώστη μεταδίδοντας τον σειριακό αριθμό τους (αριθμό ταυτότητάς τους).
- Η επικοινωνία μεταξύ αναγνώστη και μικροσίπ ξεκινάει.
- Οι πληροφορίες μεταφράζονται από ένα ενδιάμεσο λογισμικό σύστημα, ώστε να γίνουν κατανοητές από τον κεντρικό υπολογιστή της εφαρμογής.
- Παραλαμβάνουν στοιχεία και τα προωθούν στο κεντρικό σύστημα.
- Παραλαμβάνουν στοιχεία από το κεντρικό σύστημα και ενημερώνουν τις ετικέτες.



Εικόνα 3.3. Πλήρες σύστημα RFID (ετικέτα, κεραία, σύστημα ανάγνωσης, ηλεκτρονικός υπολογιστής)

6.5 Το λογισμικό σύστημα ανάγνωσης (host system)

Το λογισμικό σύστημα ανάγνωσης (host system) των ετικετών επικοινωνεί με τον κεντρικό υπολογιστή είτε ενσύρματα είτε ασύρματα και είναι μία γραμμή εφαρμογής ολοκληρωμένων συστημάτων επιχειρησιακού προγραμματισμού (ERP-Effective Radiated Power) με την οποία επιτυγχάνεται η αποκωδικοποίηση και ανάγνωση των στοιχείων που φέρει η ετικέτα. Μέσω του λογισμικού του συστήματος εκτός από την αποκωδικοποίηση και ανάγνωση των ετικετών μπορούμε να αλλάξουμε δεδομένα και στοιχεία στις ετικέτες, να περάσουμε επιπρόσθετα στοιχεία καθώς επίσης και να "κλειδώσουμε" ή να αποκρύψουμε την πρόσβαση σε ορισμένα από τα στοιχεία που θεωρούμε απόρρητα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί όχι σε όλες τις ετικέτες αλλά σε αυτές που είναι επανεγγράψιμες ή ανάγνωσης και εγγραφής.

Ουσιαστικά το host system αποτελείται από το λειτουργικό (hardware) και το λογισμικό (software) που δίνει τη δυνατότητα επικοινωνίας της ετικέτας μέσω του αναγνώστη με το πρόγραμμα ανάγνωσης. Υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουμε τον υπολογιστή μας ή μόνο το λογισμικό για να λειτουργήσει το host system, αφού αυτό είναι αυτόνομο και δεν εξαρτάται από κανένα άλλο πρόγραμμα.

Συνοπτικά το host system περιλαμβάνει:

- Προγράμματα για αναγνώστες.
- Επικοινωνία μεταξύ πομποδεκτών και αναγνωστών.
- Προγράμματα επικοινωνίας με ERP, WMS (Warehouse Management System) κλπ
- Hardware

6.6 Ενεργειακοί περιορισμοί

Για την χρήση των ραδιοσυχνοτήτων στις συσκευές ανάγνωσης/ εγγραφής και κατ' επέκταση των ετικετών (ενεργών) υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί όσον αφορά την χρησιμοποιούμενη ενέργεια εκπομπής λόγω κοινοτικών κανονισμών που εφαρμόζει η Ευρωπαϊκή Ένωση για την ασφάλεια των πολιτών. Έτσι, στην Ευρώπη η επιτρεπόμενη ενέργεια εκπομπής είναι μέχρι 2 Watt, ενώ στη Β. Αμερική φτάνει μέχρι και τα 4 Watt (ERP- effective radiated power). Συνέπεια των ανωτέρω είναι να έχουμε στην Ευρώπη χαμηλότερη ακτίνα δράσης και πιο αργές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων με τον ίδιο πομποδέκτη (ετικέτα-αναγνώστης/ εγγραφέας).

6.7 Ραδιοσυχνότητες εκπομπής

Οι χρησιμοποιούμενες ραδιοσυχνότητες εκπομπής που μπορεί να εφαρμόσει το σύστημα RFID είναι οι εξής:

LF (low frequency- χαμηλές συχνότητες) από 125 μέχρι 134 KHz

HF (high frequency- υψηλές συχνότητες) 13.56 MHz

UHF (ultra high frequency- υπερυψηλή συχνότητα) για Β. Αμερική από 868 μέχρι 928 MHz και για Ευρώπη από 869.4 μέχρι 869.6 MHz

Microwave (μικροκύματα) 2.45 GHz

Ραδιοσυχνότητα	Πλεονεκτήματα	Περιορισμοί
LF (125 ως 134 KHz)	Παγκόσμια αποδεκτή συχνότητα για ISM. Καλή λειτουργικότητα με μέταλλα. Χρησιμοποιείται ευρέως.	Περιορισμένη ακτίνα δράσης: Μέχρι 0,5 μέτρο
HF (13.56 MHz)	Παγκόσμια αποδεκτή συχνότητα για ISM. Καλή λειτουργικότητα σε υγρό περιβάλλον. Χρησιμοποιείται ευρέως	Δεν λειτουργεί καλά κοντά σε μέταλλα. Περιορισμένη ακτίνα δράσης: Μέχρι 1 μέτρο
UHF (US 868 ως 928 MHz) (Europe 869.4 - 869.6 MHz)	Ακτίνα δράσης μέχρι 3 μέτρα. Αυξανόμενη χρήση	Λειτουργικά προβλήματα όταν οι πομποδέκτες είναι κοντά μεταξύ τους. Δεν λειτουργεί καλά σε υγρό περιβάλλον.
Microwave (2.45 GHz)	Μεγαλύτερη ακτίνα δράσης με μικρότερη εκπεμπόμενη ενέργεια.	Δύσκολη ανάπτυξη των σχετικών συστημάτων.

6.8 Εκτύπωση ετικέτας RFID

Ένας από τους τρόπους μείωσης του κόστους παραγωγής του RFID είναι να εκτυπώνεται και όχι να διαμορφώνεται. Δηλαδή μέχρι στιγμής, η ετικέτα RFID, που είναι ουσιαστικά ένα σπείρωμα (πηνίο) συνδεδεμένο με ένα μικροκύκλωμα και προστατευμένο από πλαστικοποίηση. Το σπείρωμα μορφοποιείται αρχικά από αγώγιμα μέταλλα (συνήθως από ένα φύλλο χαλκού απομακρύνονται κάποια τμήματα ή στρώματα ώστε αυτό να πάρει τελικά την επιθυμητή μορφή) και στη συνέχεια πλαστικοποιείται ώστε να προστατευθεί το κύκλωμα κατά τον προγραμματισμό της ετικέτας και την εκτύπωσή της. Όλες αυτές οι διαδικασίες αυξάνουν χαρακτηριστικά το κόστος και τον χρόνο παραγωγής των ετικετών RFID, κάτι που σαφώς εμποδίζει την ευρεία εφαρμογή του συστήματος RFID.

6.8.1 Εκτύπωση ετικέτων με την μέθοδο της μεταξοτυπίας

Στην προσπάθεια μείωσης του κόστους παραγωγής οι εταιρείες κατασκευής ετικετών έχουν κάνει κάποιες δοκιμές για την εκτύπωση κεραιών RFID με τη μέθοδο της μεταξοτυπίας. Αυτό παραγωγικά είναι εφικτό, από τη στιγμή που μορφολογικά οι ετικέτες δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους (μόνο εάν πρόκειται για ενεργές ετικέτες RFID) ενώ ο προγραμματισμός τους, που είναι διαφορετικός από ετικέτα σε ετικέτα, γίνεται στη συνέχεια με την χρήση του αναγνώστη-εγγραφέα. Η εκτύπωση των ετικετών, βέβαια, δεν μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε μελάνια, εφόσον πρόκειται για εκτύπωση κυκλώματος. Μια τέτοια εκτύπωση μπορεί να γίνει μόνο με ειδικά τροποποιημένα μελάνια, που περιέχουν στην σύστασή τους μόρια μεταλλικών στοιχείων (συνήθως νικελίου, αργύρου, χαλκού), απευθείας στο υπόστρωμα της ετικέτας, που μπορεί να είναι από χαρτί ή χαρτόνι. Αυτά τα μελάνια είναι γνωστά ως αγώγιμα μελάνια και έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί για εκτύπωση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων για παράδειγμα, σε πλακέτες μητρικής κάρτας (motherboard) για ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Παρ' όλα αυτά η χρήση των αγώγιμων μελανιών δεν έχει φτάσει ακόμα στην πλήρη εφαρμογή της. Για το μέλλον προβλέπονται εφαρμογές των μελανιών αυτών σε πολλούς τομείς, όπως για δημιουργία τυπωμένων διακοπών σε τοίχους μέχρι και για έξυπνες συσκευασίες φαρμάκων, οι οποίες θα έχουν την δυνατότητα να διαβάζουν τα συστατικά μεγάλωφωνα (!).

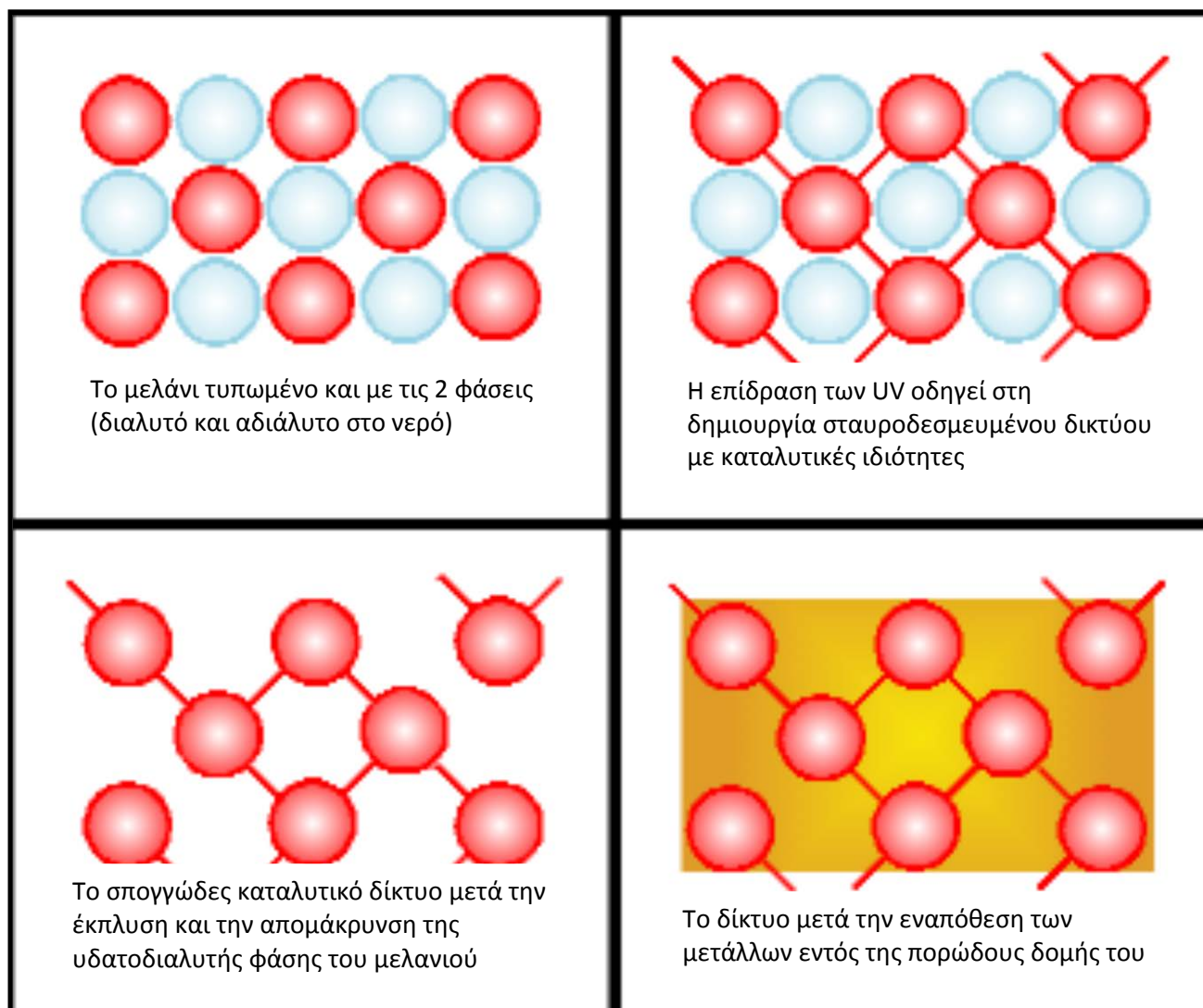
Το μειονέκτημα της χρήσης των αγώγιμων μελανιών είναι ο περιορισμός της επιλογής του υποστρώματος εκτύπωσης, αφού για να τυπωθούν χρειάζονται κάποια επεξεργασία -θέρμανση-, πράγμα που εμποδίζει την εκτύπωση σε ειδικά υποστρώματα όπως για παράδειγμα τα πολυεστερικά, που παραμορφώνονται εύκολα από την θέρμανση του μελανιού.

6.8.2 Η εκτύπωση κυκλωμάτων RFID με ψεκασμό μελάνης

Σε άρθρο του ηλεκτρονικού περιοδικού "Μηνιαία Τεχνική Επιθεώρηση" (www.mte.gr) και με βάση τα στοιχεία που δόθηκαν από το St. John's Innovation Centre, ένα από τα κέντρα ανταποκρίσεων καινοτομιών της Μ. Βρετανίας, αναφέρονται τα ακόλουθα:

"Μια μικρή Βρετανική εταιρεία έχει αναπτύξει ψηφιακή τεχνολογία, η οποία παρέχει τη δυνατότητα απευθείας εκτύπωσης μιας κεραιάς UHF επάνω στην ετικέτα. Είναι σημαντικό ότι αυτή η διαδικασία εκτύπωσης μπορεί να πραγματοποιηθεί με συνεχή τρόπο (roll-to-roll) διατηρώντας το κόστος χαμηλά και διαχωρίζοντας την εκτύπωση από την επιμετάλλωση. Η τεχνολογία χρησιμοποιεί ένα ειδικά διαμορφωμένο μελάνι που εκτυπώνεται απευθείας επάνω στο υπόστρωμα της ετικέτας, το οποίο μπορεί να είναι από χαρτόνι, πολυεστέρα, πολυστυρένιο κ.α. Η εκτύπωση πραγματοποιείται εύκολα με χρήση της μεθόδου ψεκασμού μελάνης (inkjet) έχοντας υψηλή ευκρίνεια, ενώ το συγκεκριμένο μελάνι αποτελείται από δύο φάσεις - μία ευδιάλυτη στο νερό και μια αδιάλυτη - με το διαχωρισμό φάσεων να λαμβάνει χώρα τελικά σε μοριακό επίπεδο.

Στη συνέχεια γίνεται σκλήρυνση (curing) της εκτύπωσης με χρήση ακτινοβολίας UV και κατόπιν η μια φάση του μελανιού απομακρύνεται μέσω πλύσης οπότε και παραμένει η αδιάλυτη φάση σε μορφή σπογγώδους καταλύτη επάνω στο τυπωμένο υπόστρωμα της ετικέτας.



Εικόνα 3.4. Φάσεις κατασκευής κυκλωμάτων με τεχνική εναπόθεσης μετάλλου σε διφασικό μελάνι

Στο τρίτο στάδιο χρησιμοποιείται ένα υγρό ως δότης μετάλλου για την επιμετάλλωση. Το υπόστρωμα εμβαπτίζεται σε υδατικό διάλυμα ιόντων μετάλλων όπου χωρίς παρουσία ηλεκτροδίου τα ιόντα των μετάλλων εναποτίθενται επάνω και μέσα στη σπογγώδη δομή του καταλύτη. Τα μεταλλικά αυτά στοιχεία (μπορεί να είναι χαλκός, νικέλιο, κοβάλτιο, άργυρος, παλάδιο, πλατίνα και χρυσός) εμφανίζουν εξαιρετική πρόσφυση σε όλους τους τύπους υποστρωμάτων και σε αντίθεση με τα αγώγιμα μελάνια που συνήθως χρησιμοποιούνται δεν απαιτούν κανενός είδους θερμική επεξεργασία, η οποία ενδέχεται να προκαλέσει παραμόρφωση του υποστρώματος. Το πάχος του μεταλλικού στρώματος μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με

τις επιμέρους απαιτήσεις της εφαρμογής. Αν απαιτείται επιπρόσθετο πάχος μετάλλου αυτό μπορεί να προστεθεί με ηλεκτροαπόθεση.

Προς το παρόν είναι δυνατό να κατασκευαστούν γραμμές εύρους 50 μm, αλλά με τη βοήθεια ακτινοβολίας laser η εν λόγω εταιρεία έχει δείξει τη δυνατότητα μείωσης των διαστάσεων στην περιοχή των 5 μm. Η νέα τεχνολογία μειώνει το συνολικό κόστος κατασκευής κεραιών (συμπεριλαμβανομένων των υλικών, του χώρου αλλά και του ύψους της επένδυσης που απαιτούνται) περίπου στο μισό συγκριτικά με τις συμβατικές μεθόδους κατασκευής κεραιών από χαλκό. Τέλος τα προϊόντα της συγκεκριμένης μεθόδου εμφανίζουν άψογη λειτουργικότητα και απόδοση.

Η κύρια εφαρμογή της συγκεκριμένης τεχνολογίας όπως ήδη αναφέρθηκε είναι η κατασκευή ετικετών για συστήματα RFID. Είναι όμως δυνατό να αξιοποιηθεί στην κατασκευή αντιστοίχων κεραιών UHF για εφαρμογές έξυπνων καρτών (SMART cards) και για την προστασία προσωπικών πληροφοριών που αυτές μπορούν να παρέχουν, λόγω της δυνατότητας μετάδοσης στοιχείων χωρίς καμία επαφή. Αυτές οι εφαρμογές περιλαμβάνουν πληρωμές τελών, αναγνώριση προσώπων, ηλεκτρονικά διαβατήρια, πιστωτικές κάρτες κα. Μερικές πρόσθετες δυνατότητες εφαρμογής περιλαμβάνουν τα διάφορα τυπωμένα κυκλώματα, οι συλλέκτες ηλιακής ενέργειας, τα πλαστικά ηλεκτρονικά, η θωράκιση από ραδιοκύματα (RF shielding), οθόνες, αισθητήρες κα.

Βασικό γνώρισμα της νέας αυτής ψηφιακής τεχνολογίας είναι ο διαχωρισμός της εκτύπωσης ψεκασμού μελάνης από τη διαδικασία επιμετάλλωσης. Βασικό πλεονέκτημα είναι η παραγωγή επιφάνειας με άριστα φυσικά χαρακτηριστικά κατά τρόπο συνεχή και με χαμηλό κόστος. Η χρήση της μελάνης γίνεται με τρόπο αξιόπιστο, ενώ βελτιστοποιείται σημαντικά και η ποιότητα της εναπόθεσης του μετάλλου καθώς παράγεται μια επιφάνεια η οποία εμφανίζει τα χαρακτηριστικά του στοιχείου που χρησιμοποιείται και έχει σαφώς βελτιωμένη ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η μέτρηση της επιφανειακής ηλεκτρικής αντίστασης έχει δείξει τιμές μικρότερες των 10 mohms/m² με το πάχος του μεταλλικού στρώματος να διαμορφώνεται ανάλογα με τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Τα μεταλλικά films που παράγονται είναι ανθεκτικά, στιλπνά και έχουν δυνατότητα συγκόλλησης. Τέλος όλες οι διαδικασίες που ακολουθούνται περιλαμβάνουν λιγότερα στάδια επεξεργασίας, ενώ διακρίνονται για τη φιλικότητά τους προς το περιβάλλον.

Μια σειρά από αιτήσεις για διπλώματα ευρεσιτεχνίας έχουν ήδη κατατεθεί στη Μ. Βρετανία με στόχο να επεκταθούν σε παγκόσμια κλίμακα για θέματα που σχετίζονται με τη χημεία, τη διαδικασία και τις εφαρμογές της μεθόδου.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία βρίσκεται προς το παρόν σε φάση εξέλιξης. Οι αρχικές πρωτότυπες διατάξεις έχουν ήδη δοκιμασθεί με επιτυχία και πλέον γίνονται προσαρμογές τους σε πραγματικές συνθήκες σύμφωνα με τις απαιτήσεις συγκεκριμένων πελατών. Πρόσφατα (Ιούλιος 2005) εγκαταστάθηκε και λειτουργεί πλήρως ένα τέτοιο συνεχές σύστημα υψηλής ταχύτητας (0,5 m/sec) για επίδειξη σε εταιρείες τις οποίες θα ενδιέφερε η εκχώρηση σχετικής άδειας εκμετάλλευσης της τεχνολογίας αυτής." (sic)

Η εκτύπωση των κεραιών ετικετών RFID αποτελεί μόνο την αρχή στην προσπάθεια μείωσης του κόστους κατασκευής. Πολλές εταιρείες προσπαθούν συνεχώς να βρίσκουν νέες μεθόδους, ώστε να απλοποιήσουν την κατασκευή των συστημάτων και να μειώσουν το κόστος, όπως για παράδειγμα τα πολυεστερικά μικροκυκλώματα (chip), τα μελάνια που μπορούν εύκολα να τυπωθούν με διάφορες εκτυπωτικές μεθόδους και τα μελάνια που με το στέγνωμά τους με ακτινοβολία UV δημιουργούν αγωγίμο κύκλωμα.

6.8.3 Τα αγωγήμα μελάνια

Τα αγωγήμα μελάνια αποτελούν το βασικό επιστημονικό πεδίο γύρω από το οποίο αναπτύσσεται όλη η τεχνολογία εκτύπωσης κυκλωμάτων και κεραιών για χρήση σε συστήματα RF και όπου αλλού. Η σύσταση αυτών των μελανιών ποικίλει και η ικανότητά τους να παρουσιάζουν μικρή ή μεγάλη αγωγιμότητα σχετίζεται άμεσα από αυτή. Έχουν λοιπόν αναπτυχθεί διάφορες μορφές αγωγίμων μελανιών. Τα αγωγήμα πολυμερή είναι η βασική επιστημονική βάση της ανάπτυξης αυτής της τεχνολογίας. Παρουσιάζουν παρόλα αυτά το μειονέκτημα της μειωμένης αγωγιμότητας σε σύγκριση με τα μέταλλα. Το γεγονός αυτό οι επιστήμονες τείνουν να εξαλείψουν δημιουργώντας κατάλληλες διασπορές (για την ακρίβεια αγωγήμα πολυμερικά κράματα - blends) με την χρήση μεταλλικών νανοσωματιδίων, φουλερενίων ή νανοσωλήνων άνθρακα.

6.9 Εξελίξεις των RFID ετικετών (πλαστικές ετικέτες)

Ακόμα μια προσπάθεια μείωσης του κόστους παραγωγής του RFID γίνεται με την προσπάθεια κατασκευής ετικετών RFID - chip και αντέννα - από πολυμερή, τα οποία θα τυπώνονται απευθείας σε διαφάνειες (foil). Μια τέτοια πετυχημένη προσπάθεια έγινε από την γερμανική εταιρεία PolyIC (ένας συνεταιρισμός των SIEMENS AG και Kurz GmbH KG) που κατασκεύασε ένα εξολοκλήρου πλαστικό chip από αγωγήμα πολυμερή, με την δυνατότητα να τυπώνεται "με τον ίδιο τρόπο που τυπώνεται μια εφημερίδα σε χαρτί". Η εταιρεία, δεν υποστηρίζει ότι έφτιαξε το πρώτο εξελιγμένο κύκλωμα από πολυμερή, αλλά παρ' όλα αυτά έχει κατασκευάσει το πιο γρήγορο, μέχρι σήμερα, chip - στα 600 KHz - και όντως καινοτόμησε στη τεχνική εκτύπωσης κυκλωμάτων απευθείας σε διαφάνειες. Αν και ακόμα βρισκόμαστε στην αρχή για την χρήση πολυμερών (οργανικά υλικά) στην μαζική παραγωγή ετικετών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε συστήματα RFID, οι προσπάθειες συνεχίζονται ασταμάτητα για το επίτευγμα αυτό.

Η εταιρεία PolyIC με την εφαρμογή της τεχνικής της έχει πετύχει την κατασκευή μιας πλαστικής 4-bit ετικέτας που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές, όπως το ετικετάρισμα εξαγόμενων προϊόντων, ενώ το επόμενο βήμα της είναι η δημιουργία ενός chip προορισμένο για εφαρμογές στα logistics. Μέχρι το 2008 είχε ολοκληρώσει τη δημιουργία μιας ετικέτας με χωρητικότητα αποθήκευσης δεδομένων 256 bits και ταχύτητα επεξεργασίας 13.56 MHz, ώστε να έρχεται σε συμφωνία με τα πρότυπα του RFID, τη στιγμή που οι συμβατικές ετικέτες barcode έχουν αποθηκευτική ικανότητα των 44 bits.

Οι πρωτότυπες πλαστικές ετικέτες περιέχουν το λιγότερο τέσσερα στρώματα τοποθετημένα πάνω σε διαφανές υπόστρωμα φτιαγμένο από ειδικό τύπο πολυεστέρα. Τα ηλεκτρόδια (κεραία) αποτελούνται από αγώγιμα πολυμερή και επικαλύπτονται από ένα ημιαγώγιμο στρώμα κατασκευασμένο από πολύ(3)αλκυλοθειοφαίνιο. Ακολουθεί ένα μονωμένο πολυμερικό στρώμα και το chip της ετικέτας. Οι πλαστικές ετικέτες έχουν διάσταση μόνο μερικά τετραγωνικά εκατοστά και πάχος 1 μικρόμετρο ($1 \times 10^{-9} \text{m}$), ενώ η κεραία και το ημιαγώγιμο στρώμα μόνο μερικά εκατοντάδες νανόμετρα στο σύνολο.

Στην εργαστηριακή διαδικασία εκτύπωσης οι ερευνητές χρησιμοποιούν σφραγίδες για την εκτύπωση των αγωγών και στη συνέχεια καλύπτουν τη διαφάνεια με το ημιαγωγό και το μονωτικό στρώμα με τη μέθοδο του λαμιναρίσματος, κάτι συνηθισμένο στην παραγωγή εντύπων.

Σκοπός της PolyIC είναι η παραγωγή RFID με κόστος κάτω των 1,3 λεπτών.

6.10 Ετικέτες χωρίς μικροκύκλωμα (chipless RFID tags)

Οι ετικέτες chipless (χωρίς chip) RFID είναι μια ακόμα καινοτομία, που μελετάται και γίνονται συζητήσεις, ώστε να εφαρμοστεί σε ευρεία κλίμακα, αφού το κόστος παραγωγής τους είναι πολύ μικρότερο από αυτό των ετικετών με chip. Αυτές οι ετικέτες δεν περιλαμβάνουν chip ή κάποιο άλλο είδος ολοκληρωμένου κυκλώματος, αλλά είναι κατασκευασμένες από κατάλληλα υλικά, τα οποία προσδίδουν στις ετικέτες ιδιαίτερα χαρακτηριστικά.

Οι chipless ετικέτες χωρίζονται σε δύο είδη ανάλογα με τα υλικά κατασκευής τους. Υπάρχουν ετικέτες κατασκευασμένες από ειδικά διαμορφωμένα υλικά που έχουν την δυνατότητα να ανακλούν τα ραδιοκύματα τα οποία στέλνει ο αναγνώστης, και να τα επιστρέφουν σε αυτόν. Με αυτό τον τρόπο ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής αναλύει τα ραδιοκύματα και τα χρησιμοποιεί σαν δακτυλικό αποτύπωμα για να αναγνωρίσει το αντικείμενο με την ετικέτα. Ουσιαστικά η λειτουργία της εν λόγω ετικέτας RFID είναι παρόμοια με αυτή των barcode, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιεί τα ραδιοκύματα για να "ξεκλειδώσει" τις πληροφορίες από τη βάση δεδομένων.

Άλλες ετικέτες είναι κατασκευασμένες από ηλεκτρομαγνητικά υλικά (μαγνητοελαστικά υλικά) που έχουν τη δυνατότητα αποθήκευσης πληροφοριών, ενώ η ανάγνωσή τους γίνεται με ραδιοσυχνότητες (ηχητικό κύμα). Με την εφαρμογή ενός επιφανειακού ηχητικού κύματος (SAW-Surface Acoustic Wave) τα δεδομένα περνάνε από την ετικέτα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή που στη συνέχεια τα αναλύει και αναγνωρίζει το αντικείμενο με την ετικέτα.

6.11 Σύγκριση ετικετών RFID με chip και chipless RFID ετικετών

Οι διαφορές των ετικετών με chip και αυτών χωρίς τόσο στο κόστος όσο και στην απόδοση κάνουν δύσκολο τον μεταξύ τους ανταγωνισμό. Οι ετικέτες με chip μπορούν να αποθηκεύσουν μεγαλύτερη ποσότητα δεδομένων αλλά κοστίζουν πολύ περισσότερο λόγω της τιμής των υλικών και των διαδικασιών που

απαιτούνται για την κατασκευή του chip. Έτσι οι ετικέτες RFID με chip δεν διαθέσιμες με τιμή μικρότερη από 10 λεπτά (cents €) σε παραγγελίες μικρότερες του ενός εκατομμυρίου τεμαχίων. Οι chipless ετικέτες RFID, για τις οποίες ισχύουν τελείως διαφορετικές διαδικασίες κατασκευής, είναι πολύ φθηνότερες αφού το κόστος τους περιορίζεται μόνο στα υλικά κατασκευής τους, που συνήθως είναι διαθέσιμα σε μεγάλες ποσότητες. Βέβαια λόγω της απουσίας μικροκυκλώματος καθίσταται πιο δύσκολη η αποθήκευση δεδομένων σε μια μικρή επιφάνεια (μέγεθος A6 και μικρότερο) με αποτέλεσμα οι ετικέτες χωρίς chip να έχουν περιορισμένη χωρητικότητα δεδομένων (λιγότερα από 64 bits) και εύρος επικοινωνίας ένα μέτρο, εκτός από τις περιπτώσεις των ετικετών RFID SAW που έχουν δυνατότητα αποθήκευσης 256 bits και εύρος 10 περίπου μέτρα. Το κόστος των chipless RFID ετικετών κυμαίνεται από 0,5 ως 10 λεπτά (cents €) ακόμα, για παραγγελίες των 100.000 ή λιγότερων τεμαχίων, ενώ για παραγγελίες εκατομμυρίων το κόστος μπορεί να μειωθεί μεταξύ 0,1 και 1 λεπτών €.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η επιλογή της ετικέτας που θα χρησιμοποιηθεί γίνεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Έτσι όταν κύρια απαίτηση είναι η διαχείριση των δεδομένων οι ετικέτες με chip είναι κατάλληλες, ενώ όταν βασικό κριτήριο είναι η τιμή της ετικέτας σε συνδυασμό με μεγάλη ποσότητα ετικετών για τη χρήση τους σε φθηνά προϊόντα, οι chipless ετικέτες είναι ιδανικές.

7. Τυπωμένα ενεργειακά συστήματα

Μεταξύ των τυπωμένων εφαρμογών των αγώγιμων μελανιών συγκαταλέγονται και τα τυπωμένα ενεργειακά συστήματα. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως για δυο σκοπούς: την παροχή ενεργειακής αυτονομίας σε συστήματα RFID ή άλλα έξυπνα υλικά και προϊόντα και την αυτή καθ' αυτή παραγωγή και διαχείριση ενέργειας με την εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών. Παραδείγματα τέτοιων εφαρμογών αποτελούν οι τυπωμένοι ενεργειακοί συσσωρευτές και τα τυπωμένα φωτοβολταϊκά.

Τα τυπωμένα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούν αγώγιμα πολυμερικά μελάνια για να καθοριστούν τα κυκλώματα παροχής και μεταφοράς του ηλεκτρικού κυκλώματος και πολυστρωματικά νανολειτουργικά συστήματα που μετατρέπουν την φωτεινή ακτινοβολία σε ροή ηλεκτρονίων στο κύκλωμα.



Εικόνες 3.5 & 3.6.
Εύκαμπτος
τυπωμένος
συσσωρευτής και
ενεργειακή κάρτα

8. Βιβλιογραφία

- Aernouts T. et al., 2004, Printable anodes for flexible organic solar cell modules, *Thin Solid Films* 451 –452, pp. 22–25
- Brabec C., 2004, Organic photovoltaics: technology and market, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 83, pp. 273–292
- Fengling Zhang and Olle Inganäs, 2005, *Conducting and Transparent Polymer Electrodes*, Taylor & Francis Group, LLC
- Kakizis N., Tsigonias M., Politis A., Nils E., Nomikos S., Kanellopoulou A., Trapalis C. and Kanellopoulos N., 2008, Development of Micrograna Synthesis Methodology for Application in E-paper Applications, Review of Current Technologies and Prospects, 6th International Conference on Imaging Science and Hardcopy - ICISH 2008, Zhanjiang, P.R. China
- Krebs F. et al., 2004, Production of large-area polymer solar cells by industrial silk screen printing, lifetime considerations and lamination with polyethyleneterephthalate, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 83, pp. 293–300
- Michael H.-C. Jin and Liming Dai, 2005, *Vertically Aligned Carbon Nanotubes for Organic Photovoltaic Devices* Taylor & Francis Group, LLC
- Nomikos S., Politis A., Renieri D., Tsigonias M., and Kakizis N., 2008, Printed Technologies for Intelligent Packaging Applications and their impact on printed electronics market, 6th International Conference on Imaging Science and Hardcopy - ICISH 2008, Zhanjiang, P.R. China
- Tsigonias M., Kakizis N., Politis A., Nils E., Nomikos S., Kanellopoulou A., Trapalis C. and Kanellopoulos N., 2007, On the optimization of the microencapsulation process for the development of electrophoretic ink solutions for e-paper systems, INSIDE POREs - network of excellence 3rd international workshop conference, Alicante, Spain
- Παναγιώτου Κ., 2000, *Επιστήμη και Τεχνολογία Πολυμερών*, Εκδόσεις Πήγασος, Θεσσαλονίκη
- Τσιγώνιας Α. & Τρυπαναγνωστόπουλος Κ., 2005, Νέες μέθοδοι επισήμανσης στη συσκευασία, Πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Αθήνας
- Τσιγώνιας Μ., 2008, Θεμελιώδη Χαρακτηριστικά των Έξυπνων Υλικών, Εισήγηση στο Εκπαιδευτικό Σεμινάριο του ΤΕΙ Αθήνας με τίτλο: Έξυπνη συσκευασία (RFID) και τυπωμένα ηλεκτρονικά, Αιγάλεω
- Τσιγώνιας Μ., 2008, Έξυπνα συστήματα απεικόνισης και διαδραστικότητα των προϊόντων, Εισήγηση στο Εκπαιδευτικό Σεμινάριο του ΤΕΙ Αθήνας με τίτλο: Έξυπνη συσκευασία (RFID) και τυπωμένα ηλεκτρονικά, Αιγάλεω
- Χατζηρησιτίδης Ν., 2003, *Σημειώσεις χημείας πολυμερών*, Πανεπιστημιακό σύγγραμμα ΕΚΠΑ, Αθήνα