

# Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκαν με Monte Carlo προσομοιώσεις τα φαινόμενα που διέπουν την αγωγιμότητα σε κοκκώδη μαγνητικά υλικά τα οποία κατασκευάζονται σε κάποια συγκεκριμένη συγκέντρωση μαγνητικού υλικού. Τα κοκκώδη αυτά μαγνητικά υλικά παρουσιάζουν ιδιαίτερες και μοναδικές καμπύλες μαγνητοαντίστασης, με απότομες και πολλές διακυμάνσεις σε συγκεκριμένες τιμές του μαγνητικού πεδίου.

Όταν μαγνητικά νανοσωματίδια εναποτίθενται σε ένα μονωτικό υπόστρωμα τείνουν να σχηματίζουν νησίδες. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των νανοσωματιδίων, τόσο περισσότερες είναι οι νησίδες που σχηματίζονται οι οποίες με την πάροδο του χρόνου δημιουργούν μεγάλα *συσσωματώματα* (clusters). Η αγωγιμότητα τέτοιων υλικών καθορίζεται από τους κανόνες που διέπουν το *φαινόμενο της διήθησης* (percolation), το οποίο μας λει ότι για να υπάρξει αγωγιμότητα πρέπει η συγκέντρωση των νησίδων να είναι μεγαλύτερη από κάποια κρίσιμη συγκέντρωση  $p_c$ . Τα πάχος των υλικών στα οποία η συγκέντρωση των νησίδων είναι κοντά στην κρίσιμη συγκέντρωση ονομάζεται *κρίσιμο πάχος*. Τα υλικά που κατασκευάστηκαν κοντά στο κρίσιμο πάχος έδειξαν τις ιδιαίτερες διακυμάνσεις στη μαγνητοαντίσταση. Η εξήγηση που δόθηκε για τις διακυμάνσεις αυτές στηρίχθηκε στη θεωρία της διήθησης και συγκεκριμένα στην ύπαρξη των *κόκκινων δεσμών*. Σαν κόκκινοι δεσμοί ορίζονται οι δεσμοί από τους οποίους περνάει όλο σχεδόν το ρεύμα του υλικού και για αυτό το λόγο θεωρήθηκε ότι οι διακυμάνσεις οφείλονται στην αλλαγή της κατεύθυνσης της μαγνητικής ροπής τέτοιων δεσμών.

Με σκοπό να μελετηθεί καλύτερα το παραπάνω φαινόμενο, έγινε μια προσπάθεια μοντελοποίησης των παραπάνω υλικών. Η μοντελοποίηση στηρίχθηκε στο μοντέλο των δικτυωτών αντιστάσεων (resistor network), το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς στις προσομοιώσεις μαγνητικών υλικών λόγω της απλότητάς του και της ευελιξίας του. Οι κόμβοι του δικτύου των αντιστάσεων θεωρήθηκε ότι είναι μαγνητικά νανοσωματίδια με δύο πιθανές κατευθύνσεις της μαγνητικής ροπής και ότι οι αγωγιμότητες του δικτύου ότι αντικατοπτρίζουν την αγωγιμότητα μεταξύ κάθε ζεύγους κόκκων ή νησίδων που έρχεται σε επαφή. Έτσι έγινε μια ρεαλιστική αναπαράσταση της επιφάνειας του μαγνητικού υλικού. Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων για την μαγνητοαντίσταση του υλικού ήρθαν σε πολύ καλή συμφωνία με τα πειραματικά δεδομένα. Μελετήθηκε επίσης η επιρροή των κόκκινων δεσμών στο σύστημα, μετρώντας τη συνολική αντίσταση πριν και μετά την αφαίρεση ενός κόκκινου δεσμού, για διάφορες τιμές της συγκέντρωσης των νανοσωματιδίων. Βρέθηκε ότι ο λόγος της αντίστασης μετά και πριν την αφαίρεση του κόκκινου δεσμού ( $R_{cut}/R$ ) εμφανίζει φαινόμενο κλίμακας σύμφωνα με τους τύπους  $\kappa^{4/3}/L$  και  $\kappa/L^{1/1.3}$ , όπου  $\kappa$  είναι ο βαθμός αταξίας του συστήματος (αντιστρόφως ανάλογος με την συγκέντρωση) και  $L$  είναι το μέγεθος του συστήματος.