

Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα

Από την 1η Ιανουαρίου 1996, όλες οι κατασκευές οικιακού εξοπλισμού πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας που προβλέπει η οδηγία 89/336/εεσ της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σύμφωνα με αυτήν, καμία ηλεκτρονική συσκευή δε θα πρέπει να προκαλεί παρεμβολές ή να είναι ευαίσθητη σε παρεμβολές προερχόμενες από άλλες. Εδώ, με τον όρο παρεμβολή εννοούμε όλα εκείνα τα φαινόμενα που μπορούν να προκαλέσουν ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές στις γραμμές του ηλεκτρικού δικτύου, όπως είναι π.χ. οι εκκνώσεις ηλεκτρικών φορτίων ή τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

Νομοθεσία

Ο ιδιοκατασκευασμένος ηλεκτρονικός εξοπλισμός επιτρέπεται να χρησιμοποιείται μόνο εφόσον είναι σύμφωνος με την οδηγία. Έτσι, αν μετά από κάποιο έλεγχο διαπιστωθεί ότι μια συσκευή δεν πληροί τις προϋποθέσεις της οδηγίας, ο κατασκευαστής της είναι πιθανό να κληθεί για να καταβάλλει αποζημιώσεις για τις βλάβες που τυχόν έχουν προκληθεί.

Ετικέτα CE



965001-1-52

Οι ερασιτέχνες ηλεκτρονικοί, που κατασκευάζουν μόνοι τους τον δικό τους οικιακό ηλεκτρονικό εξοπλισμό, δεν είναι υποχρεωμένοι να επικολλούν την ετικέτα CE πάνω στις κατασκευές τους.

Το περιοδικό Ελέκτορ και η οδηγία

Οι εκδότες του Ελέκτορ βεβαιώνουν ότι οι σχεδιάσεις που παρουσιάζονται στο περιοδικό είναι σύμφωνες με την οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Όπου κρίνεται ότι είναι απαραίτητες επιπλέον επεξηγήσεις, αυτές δίδονται μέσα από το άρθρο. Εάν όμως η κατασκευή που δημοσιεύεται δεν πληροί τις προϋποθέσεις της οδηγίας, αυτό ίσως να οφείλεται σε κάποιο λάθος κατά την κατασκευή όπως π.χ λάθος επιλογής υλικών οπότε βέβαια δεν ευθυνόμαστε σαν περιοδικό εάν υπάρξουν κάποιες επιβλαβείς συνέπειες.

Μερικοί βέβαια θα πουν ότι εδώ δεν συμφωνούν για ενναίο τύπο πρίζας και θα συζητούμε για ακτινοβολίες. Παρ' όλα αυτά όμως το πρόβλημα όμως το πρόβλημα των ακτινοβολιών είναι πολύ σοβαρό.

Το άρθρο αυτό εστιάζει το ενδιαφέρον του σ' όλα εκείνα τα σημεία που πρέπει να προσέχει κάθε αναγνώστης όταν συναρμολογεί μία κατασκευή, έτσι ώστε αυτή να είναι σύμφωνη με την οδηγία. Φυσικά, οι υποδείξεις που αναφέρονται δεν είναι απαραίτητο να ακολουθούνται σε όλες τις κατασκευές. Μία άλλη σειρά υποδείξεων, που αφορά ειδικά τις συσκευές ήχου, δεν πρέπει να θεωρηθεί νέα, αφού επανειλημμένως έχει επισημανθεί για τον έλεγχο της ποιότητας των συγκεκριμένων κατασκευών.

Γιατί τόσο ενδιαφέρον για την ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα;

Αυτό που αναμένεται να επιτευχθεί μακροπρόθεσμα, όταν όλες οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές στο χώρο του σπιτιού, του γραφείου ή της βιομηχανίας γίνουν ηλεκτρομαγνητικά συμβατές, είναι η αρμονική συνεργασία μεταξύ τους, χωρίς καμία αρνητική αλληλεπίδραση.

Ακτινοβολία

Η πιο γνωστή μορφή ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας είναι η ακτινοβολία που εκπέμπεται παρασιτικά από ένα κύκλωμα, είτε μέσα από το ίδιο το κουτί που την περιλαμβάνει, είτε μέσα από τα καλώδια που συνδέονται μ' αυτό. Εκτός από τον περιορισμό αυτής της ακτινοβολίας, η οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπει ότι το ίδιο αυτό κύκλωμα δε θα πρέπει να εισάγει παρασιτικές μορφές ενέργειας στις γραμμές του ηλεκτρικού δικτύου. Δε θα πρέπει επίσης να ακτινοβολεί ενέργεια ούτε στην περιοχή των χαμηλών συχνοτήτων.

Αντοχή έναντι των παρεμβολών

Οι προδιαγραφές που προορίζουν την αντοχή μιας συσκευής στα ηλεκτρομα-

γνητικά παράσιτα έχουν θεσμοθετηθεί σχετικά πρόσφατα. Σύμφωνα μ' αυτές, αν η στάθμη των παρεμβολών που υφίστανται σ' ένα χώρο είναι μικρότερη από ένα καθορισμένο όριο, τότε μια συσκευή που λειτουργεί μέσα σ' αυτόν οφείλει να εργάζεται χωρίς κανένα απολύτως πρόβλημα. Οι προδιαγραφές αυτές είναι πολλές και καλύπτουν ένα μεγάλο πλήθος συσκευών που μπορεί να αποδειχθούν πηγές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών.

Υπολογιστές

Οι υπολογιστές ανήκουν στην πρώτη ομάδα συσκευών που καλύπτει η οδηγία. Αυτοί, και ειδικότερα οι μικροεπεξεργαστές που περιέχουν, αποτελούν τις περισσότερες και ισχυρότερες πηγές παρασιτικής ακτινοβολίας. Βέβαια, είναι και οι ίδιοι ευαίσθητοι σε εξωτερικές παρεμβολές, λόγω του τρόπου που οι εντολές διακινούνται μέσα σ' αυτούς. Τα συχνά "κολλήματα" που ταλαιπωρούν τους χρήστες τους, επιβεβαιώνουν αυτήν την ευαισθησία.

Κουτιά

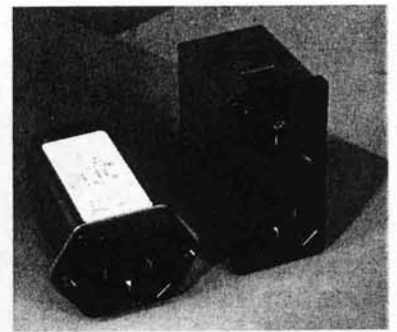
Ένας υπολογιστής συναρμολογημένος στο σπίτι μπορεί να είναι σύμφωνος με την οδηγία ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας μόνο εάν το κουτί, μέσα στο οποίο έχει τοποθετηθεί, είναι μεταλλικό. Μια λιγότερο αυστηρή υπόδειξη προβλέπει, αντί για κουτί, τη χρήση ενός μεταλλικού πλαισίου σχήματος L, το οποίο θα καλύπτει το κάτω και το πίσω μέρος της κατασκευής. Όλα τα καλώδια θα πρέπει να καταλήγουν σ' αυτές τις μεταλλικές επιφάνειες ή, αν αυτό δεν είναι δυνατόν, να φιλτράρονται. Εάν στο μπροστινό μέρος της κατασκευής πρέπει να τοποθετηθούν συνδετήρες τότε, αντί για πλαίσιο τύπου L, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί πλαίσιο τύπου U.

Ακόμα καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται εάν τοποθετηθεί μια χάλκινη λωρίδα πλάτους 20 mm και πάχους 1 mm σε όλο το πλάτος του πλαισίου της πίσω πλευράς. Η λωρίδα αυτή θα πρέπει να στερεωθεί με βίδες που θα απέχουν μεταξύ τους 50 mm. Πάνω στην ίδια λωρίδα, θα πρέπει επίσης να έχουν προβλεφθεί σημεία για την εύκολη γείωση της.

Ένα κλειστό μεταλλικό κουτί αποτελεί φυσικά την καλύτερη επιλογή ανάμεσα στα πλαίσια τύπου L και U. Αξίζει να σημειώσουμε ότι ένα κουτί περιορίζει σημαντικά όχι μόνο την έξοδο, αλλά και την είσοδο της παρασιτικής ακτινοβολίας στο ηλεκτρονικό κύκλωμα.

Τροφοδοτικά

Σε οποιοδήποτε τροφοδοτικό θα πρέπει

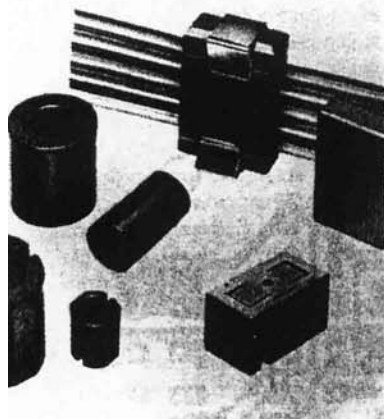


Τυπικά φίλτρα δικτύου με ενσωματωμένη υποδοχή για θηλυκό φιν και διακόπτη ON/OFF. Το μεταλλικό στέλεχος τους θα πρέπει να έχει πολύ καλή επαφή με το μεταλλικό περίβλημα του κουτιού.

να λαμβάνεται πρόνοια ώστε να περιορίζεται στο ελάχιστο η εκπομπή και η επίδραση της παρασιτικής ακτινοβολίας. Πολύ καλή τακτική έχει αποδειχθεί ότι είναι η χρήση ενός τυποποιημένου φίλτρου δικτύου, του οποίου το μεταλλικό στέλεχος καλό είναι να έρχεται σε άμεση επαφή με το κουτί της κατασκευής ή το μεταλλικό της πλαίσιο. Ένα τέτοιο φίλτρο δεν είναι εύκολο να κατασκευαστεί με υλικά του εμπορίου, γι' αυτό είναι προτιμότερη η αγορά ενός που θα περιλαμβάνει επιπλέον ενσωματωμένη υποδοχή καλωδίου, ασφαλειοθήκη και διακόπτη on/off. Η χρήση ενός τέτοιου φίλτρου προάγει, εκτός των άλλων, και την ασφάλεια της κατασκευής στο σύνολό της. Προτού χρησιμοποιηθεί, θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι το πρωτεύον του τερματίζεται στη χαρακτηριστική του αντίσταση, που συνήθως αντιπροσωπεύεται από ένα δικτύωμα σειράς αποτελούμενο από μια αντίσταση 50 Ω, 1 W και έναν πυκνωτή 10 nF, 250 V.

Οι μετασχηματιστές δικτύου θα πρέπει να συνοδεύονται από παρόμοια δικτυώματα RC, τοποθετημένα στα πρωτεύοντα και στα δευτερεύοντα τυλίγματα τους. Το ίδιο θα πρέπει να συμβαίνει και με τις γέφυρες ανόρθωσης. Το ρεύμα φόρτισης κορυφής του πυκνωτή εξομάλυνσης, θα πρέπει να περιορίζεται από την εσωτερική αντίσταση του μετασχηματιστή ή από άλλες αντιστάσεις συνδεδεμένες σε σειρά. Για ακόμα μεγαλύτερη προστασία, προτείνεται η τοποθέτηση, μεταξύ της φάσης και του ουδέτερου του δικτύου, ενός Varistor 250 V, 2 W. Στην πλευρά του δευτερεύοντος, είναι απαραίτητο να τοποθετείται ένας υποβιβαστής μεταβατικών φαινομένων, κατά προτίμηση αμέσως μετά τον πυκνωτή εξομάλυνσης.

Εάν το τροφοδοτικό χρησιμοποιείται με ψηφιακά κυκλώματα, μια επαγωγή, τοποθετημένη στους ακροδέκτες του δευτερεύοντος τυλίγματος του μετασχηματιστή, μπορεί να περιορίσει σημαντικά



Φίλτρα φερρίτη που χρησιμοποιούνται στα σημεία εκείνα που τα καλώδια εισέρχονται ή εξέρχονται από το μεταλλικό περίβλημα του κουτιού.

την ακτινοβολία. Αν το τροφοδοτικό προορίζεται να τροφοδοτήσει κυκλώματα ακουστικών συχνοτήτων, είναι απαραίτητη η τοποθέτηση μιας γειωμένης μεταλλικής θωράκισης μεταξύ του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος. Η σύνδεσή της με τη γη θα πρέπει να γίνει μ' ένα καλώδιο μικρού μήκους.

Το τροφοδοτικό θα πρέπει να εξακολουθεί να αποδίδει την ονομαστική τάση εξόδου, ακόμα και όταν συμβαίνουν διακοπές στο δίκτυο διάρκειας ίσης με 4 το πολύ περιόδους. Το ίδιο θα πρέπει να ισχύει και όταν η τάση του δικτύου μεταβάλλεται μεταξύ +10% και -20% της ονομαστικής της τιμής.

Περιφερειακές συσκευές και γειώσεις
Όλα τα καλώδια που προέρχονται ή καταλήγουν σε περιφερειακές συσκευές, όπως π.χ. αισθητήρες μέτρησης ή ηλεκτρονόμους, θα πρέπει να εισέρχονται στο κουτί ή στο πλαίσιο περνώντας μέσα από την μεταλλική του επιφάνεια. Οι γραμμές γείωσης αυτών των καλωδίων θα πρέπει να συνδέονται καταθειαν στους αντίστοιχους ακροδέκτες στο εσωτερικό του κουτιού ή του πλαισίου, μέσω αγωγών μικρότερων από 50 mm. Όταν χρησιμοποιούνται φιο ή πρίζες, το καλώδιο της γείωσης (εάν υπάρχει) θα πρέπει να κολλιέται στην αντίστοιχη ακίδα γείωσης του συνδετήρα ή στο μεταλλικό του περίβλημα.

Γενικότερα, οποιαδήποτε αθωράκιστα καλώδια ή δέσμες καλωδίων θα πρέπει να έχουν από έναν δακτύλιο κατασκευασμένο από φερρίτη μήκους τουλάχιστον 30 mm, τοποθετημένο γύρω από αυτά. Ο δακτύλιος τοποθετείται έξω από το κουτί της κατασκευής. Τυπικό παράδειγμα προστασίας με χρήση δακτυλίου βλέπουμε στο καλώδιο που συνδέει την οθόνη με το κουτί του υπολογιστή.

Οι ακίδες των συνδετήρων με χαρακτηριστική αντίσταση 150 Ω, θα πρέπει να συνοδεύονται από μια ωμική αντίσταση ίδιας τιμής κολλημένης στο εσωτερικό του συνδετήρα. Όπου δυνατόν είναι από τεχνική άποψη, στο ίδιο σημείο θα πρέπει να συνδέεται και ένας πυκνωτής του οποίου το άλλο άκρο θα καταλήγει στη γη. Για την ολοκλήρωση της κατασκευής, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν φίλτρα τύπου T ή Π, μέσα από τα οποία διέρχεται το χρήσιμο σήμα. Σ' όλες τις άλλες περιπτώσεις, για οποιαδήποτε μεταφορά σήματος μέσα στο κουτί θα πρέπει να χρησιμοποιούνται θωρακισμένα καλώδια. Οι συμμετρικές γραμμές μεταφοράς θα πρέπει να κατασκευάζονται από θωρακισμένα καλώδια, των οποίων οι θωρακίσεις είναι αναγκαίο να καταλήγουν στη γη και από τα δύο άκρα της σύνδεσης.

Οι επιφάνειες των τυπωμένων κυκλωμάτων που χρησιμοποιούνται για θωρακίσεις θα πρέπει και αυτές να συνδέονται στην πλησιέστερη ακίδα γείωσης του κουτιού, μέσω μιας εύκαμπτης επίπεδης μεταλλικής λωρίδας ή ενός καλωδίου.

Ηλεκτροστατική εκφόρτιση (ESD)

Όλα τα εξαρτήματα μιας συσκευής που είναι τοποθετημένα στις εξωτερικές επιφάνειές της και είναι πιθανόν να ακουμπήσει κάποιος, καλό είναι να κατασκευάζονται από μονωτικά και αντιστατικά υλικά. Όλα τα εξαρτήματα που είναι τοποθετημένα στις εξωτερικές επιφάνειές της, αλλά καταλήγουν και στο εσωτερικό της, όπως π.χ. τα ποτενοϊόμετρα ή οι λαβές (άξονες) των διακοπών, πρέπει οπωσδήποτε να γειώνονται. Όλες οι εισόδους ή οι εξόδους, των οποίων τα καλώδια ή τις ακίδες των συνδετήρων μπορεί να τις αγγίξει ο χρήστης, πρέπει να περιβάλλονται από μια γειωμένη μεταλλική θωράκιση, έτσι ώστε να μπορεί οποιοδήποτε ηλεκτρικό φορτίο να οδηγηθεί εύκολα προς τη γη. Αυτό είναι πολύ πιο εύκολο να επιτευχθεί, αν χρησιμοποιούνται συνδετήρες των οποίων οι ακίδες ή οι εσοχές είναι "θυθιόμενοι" στο εσωτερικό τους, όπως π.χ. συνδετήρες τύπου sub D.

Συσκευές ήχου

Η πιο σημαντική απαίτηση από μια συσκευή ήχου είναι η αντοχή της στα ηλεκτρομαγνητικά παράσιτα. Για τις συσκευές αυτές προτείνεται η χρήση θωρακισμένων καλωδίων σε οποιαδήποτε βαθμίδα τους. Όπου αυτό δεν είναι δυνατό, όπως π.χ. στα καλώδια που οδηγούν τα ηχεία, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται φίλτρα. Για το σκοπό αυτό διατίθενται στην αγορά φίλτρα υψηλών ρευμάτων τύπου T και Π, που δεν επηρεάζουν καθόλου την αναπαραγωγή των χαμηλών συχνοτήτων (μπάσων). Αυτά τα φίλτρα, συνδέονται με κάθε αγωγό και τοποθετούνται στα τοιχώματα των μεταλλικών κουτιών που περιστεοιχίζουν τους συνδετήρες των ηχείων.

Μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας

Τα θωρακισμένα καλώδια στο εσωτερικό μιας συσκευής δεν εμποδίζουν δυστυχώς την ακτινοβολία χαμηλής συχνότητας (μικρότερη από μερικά ΚHz), που εκπέμπει ένας μετασχηματιστής τροφοδοσίας, να εισέλθει μέσα στους αγωγούς που προφυλάσσουν. Γι' αυτό το λόγο, τα καλώδια θα πρέπει να στερεώνονται όσο το δυνατόν πιο κοντά στα μεταλλικά τοιχώματα της συσκευής. Επιπλέον, το μεταλλικό τους πλέγμα θα πρέπει να συνδέεται, από τη μια μεριά του καλωδίου, σε μια ακίδα γείωσης. Στις περιπτώσεις που οι επιδράσεις εξακολουθούν να είναι σημαντικές, προτείνεται η τοποθέτηση της βαθμίδας τροφοδοσίας στο εσωτερικό ενός ατσάλινου κουτιού. Μετασχηματιστές ειδικής κατασκευής (δακτυλιοειδείς, ή αλλιώς τοροειδείς) μειώνουν ακόμα περισσότερο την ένταση των παρασιτικών μαγνητικών πεδίων που παράγονται, με αποτέλεσμα την περαιτέρω μείωση του θόμβου.

Πεδία υψηλής συχνότητας

Τα πεδία υψηλής συχνότητας, που πα-

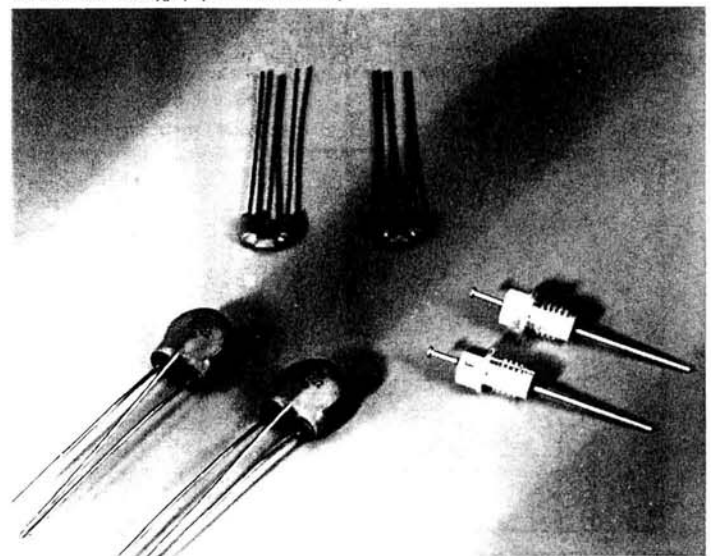
ράγονται στο εσωτερικό των κουτιών, δεν πρέπει να διαπερνούν το μεταλλικό κουτί που περιέχει την κατασκευή. Όλα τα εξωτερικά καλώδια ακουστικών συχνοτήτων θα πρέπει να θωρακίζονται, συνδέοντας το πλέγμα τους σ' ένα εξωτερικό σημείο γείωσης. Αυτό φυσικά προϋποθέτει τη χρήση συνδετήρων που είναι μεταλλικοί σ' όλη τους την επιφάνεια. Όλα τα εσωτερικά καλώδια που καταλήγουν στους συνδετήρες, θα πρέπει να έχουν συνδεδεμένο το πλέγμα τους στο εσωτερικό του συνδετήρα. Για λόγους που έχουν σχέση με το επιδερμικό φαινόμενο, το πάχος των τοιχωμάτων του μεταλλικού κουτιού θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 2 mm, ώστε να εξασφαλίζεται η απομόνωση των εσωτερικών πεδίων από τα εξωτερικά. Οι τρύπες που θα ανοιχθούν στα τοιχώματα του κουτιού θα πρέπει να έχουν διάμετρο μικρότερη από 20 mm ή, εάν αυτό δεν είναι δυνατό, να καλύπτονται μ' ένα μεταλλικό πλέγμα.

Ψύκτες

Οι απαγωγείς θερμότητας (ψύκτες) είναι καλύτερο να τοποθετούνται στο εσωτερικό του κουτιού και να γειώνονται σε πολλά σημεία. Ψύκτες που μένουν αγωγίστες σε κυκλώματα παλμοτροφοδοτικών (μεταγωγής) προξενούν, σχεδόν πάντοτε, προβλήματα. Για τον περιορισμό των παρασίτων είναι επίσης καλό να τοποθετείται ένα γειωμένο φύλλο μεταξύ των τρανζίστορ και του ψύκτη. Οι τρύπες που ενδεχομένως έχουν ανοιχθεί για την κυκλοφορία του αέρα, θα πρέπει να είναι καλυμμένες με μεταλλικά πλέγματα, εκτός και αν είναι μικρότερες των 20 mm. Τυχόν ανεμιστήρες στερεώνονται στο εσωτερικό του κουτιού.

Καλώδια

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται στις



Τα φίλτρα τύπου T και Π εγγυώνται ότι τα παρασιτικά σήματα δεν μπορούν να εξέλθουν, αλλά ούτε και να εισέλθουν, στο εσωτερικό μιας συσκευής μέσω των καλωδίων που μεταφέρουν χρήσιμα σήματα. Είναι διαθέσιμα σε πολλές μορφές ώστε να αντέχουν σε χαμηλά ή ισχυρά ρεύματα και να αποκόπτουν χαμηλές ή υψηλής συχνότητες.

συσκευές συμπεριφέρονται συχνά σαν κεραίες εκπομπής / λήψης. Το ίδιο ισχύει και για τα θωρακισμένα καλώδια. Το πλέγμα ενός θωρακισμένου καλωδίου θα πρέπει να εράπττεται ομοιόμορφα στην μεταλλική επιφάνεια του συνδετήρα που καταλήγει. Θα πρέπει ακόμα να μπορεί να συμπεριφέρεται σαν αγωγός επιστροφής, έτσι ώστε να θωρακίζει και το μαγνητικό πεδίο. Για τη θωράκιση έναντι μαγνητικών πεδίων χαμηλής συχνότητας είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται θωρακισμένα συστρεμμένα καλώδια. Αν χρησιμοποιούνται καλωδιωταίριες, είναι σκόπιμο κάθε αγωγός που μεταφέρει ένα χρήσιμο σήμα να περιστοιχίζεται, όπου αυτό είναι δυνατόν, από δύο άλλους που θα μεταφέρουν το δυναμικό της γης. Συνιστάται επίσης να είναι θωρακισμένες από την μια επιφάνειά τους ή γύρω - γύρω. Τα καλώδια που μεταφέρουν σήματα με συχνότητα μεγαλύτερη από 10 KHz και δεν φιλτράρονται στο εσωτερικό της συσκευής, θα πρέπει να συνοδεύονται από έναν δακτυλιοειδή φερρίτη ο οποίος, στην περίπτωση αυτή, συμπεριφέρεται σαν επαγωγής.

Πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων

Οι πλακέτες που συνοδεύουν κάθε κατασκευή του Ελεγκτή περιλαμβάνουν επιμεταλλωμένες οπές οι οποίες συνδέονται με τη γη του κυκλώματος. Με αυτόν τον τρόπο, για να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυνατή σύνδεση της πλακέτας με τη γη του κυκλώματος. Όπου είναι απαραίτητο, οι πλακέτες περιλαμβάνουν επίσης ένα τυπωμένο πλέγμα το οποίο μπορεί να κολληθεί, εφόσον είναι εφικτό, σε μια ακίδα γείωσης. Οι πλακέτες που έχουν σχεδιαστεί μ' αυτόν τον τρόπο, δεν περιλαμβάνουν συνήθως κανένα άλλο σημείο γείωσης, ούτε διαθέτουν επιμεταλλωμένες οπές για την εξασφάλιση περαιτέρω θωράκισης.