

Συλλογή μεταφορά και έλεγχος Δεδομένων

ΘΟΡΥΒΟΣ - ΓΕΙΩΣΕΙΣ

ΘΟΡΥΒΟΣ - ΓΕΙΩΣΕΙΣ

- Σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα δημιουργούνται ανεπιθύμητα ηλεκτρικά σήματα, που οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, καθώς επίσης και διάφορες απρόβλεπτες επιδράσεις, που επηρεάζουν τη σωστή λειτουργία του κυκλώματος.

Θόρυβος

- Σαν θόρυβο (*noise*) ονομάζουμε παρασιτικά σήματα (οφειλόμενα σε τυχαίες καταστάσεις ή γεγονότα), που εμφανίζονται τόσο σε αισθητήρια, όσο και σε κυκλώματα και παραμορφώνουν το σήμα. Ο θόρυβος είναι αδύνατον να εξαλειφθεί, παρά μόνο να μειωθεί. Σημαντικό δεν είναι τόσο η "ποσότητα" του θορύβου, όσο η σχέση της με το σήμα που αλλοιώνει. Για το λόγο αυτό, η ποσότητα που συνήθως ενδιαφέρει είναι ο λόγος σήμα-προς-θόρυβο (signal-to-noise S/N).

Κατηγορίες θορύβου

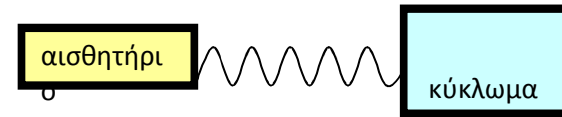
- Σε ένα κύκλωμα υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες θορύβου : ο *έμφυτος (inherent) θόρυβος*, που δημιουργείται από το κύκλωμα, και ο *θόρυβος παρεμβολής (interference)*, που εισέρχεται στο κύκλωμα από εξωτερικούς παράγοντες.
- Επίσης, ένα αισθητήριο ποτέ δεν δημιουργεί ένα ηλεκτρικό σήμα, που να είναι ιδανική απεικόνιση της διέγερσης της εισόδου. Τα αίτια της απόκλισης αυτής οφείλονται στην ακρίβεια και στην ευαισθησία. Επίσης, σφάλματα μπορούν να δημιουργηθούν λόγω κακής κατασκευής, κακής ποιότητας υλικών ή κακής ρύθμισης. Όλους αυτούς τους παράγοντες συνήθως τους χαρακτηρίζουμε σαν θόρυβο του αισθητηρίου.

Κατηγορίες αναλυτικά

- **Έμφυτος θόρυβος.** Για τα αισθητήρια ο έμφυτος θόρυβος σχετίζεται κυρίως με την ακρίβεια του αισθητηρίου. Στο κύκλωμα ενίσχυσης ο θόρυβος μπορεί να οφείλεται στη γραμμή ανατροφοδότησης, στην πόλωση, στον περιορισμό του εύρους συχνοτήτων, στην επίδραση της θερμοκρασίας στις αντιστάσεις (θερμικός θόρυβος) κ.λ.π. Στο κύκλωμα συνεχούς, για να περιορίσουμε το θόρυβο χρησιμοποιούμε αντιστάσεις με μικρές τιμές, κρατάμε χαμηλά το εύρος συχνοτήτων και χρησιμοποιούμε φίλτρα για να αποκόψουμε το θερμικό θόρυβο (χαμηλές συχνότητες). Στο κύκλωμα εναλλασσόμενου ρεύματος, για να περιορίσουμε το θόρυβο Schottky (που οφείλεται σε μετακίνηση φορτίων σε μία επαφή και έχει την μορφή λεπτών παλμών) χρησιμοποιούμε FET και CMOS ημιαγωγούς και χρησιμοποιούμε φίλτρα χαμηλών συχνοτήτων για τα άλλα είδη θορύβων.

Θόρυβος παρεμβολής.

- Κυριότερες πηγές του θορύβου αυτού είναι η **θερμοκρασία**, που αλλάζει τις παραμέτρους εξαρτημάτων, **μηχανικές καταπονήσεις** (κτυπήματα), **ηλεκτρικά ή μαγνητικά πεδία**, **χρήση διακοπών στη γραμμή τροφοδοσίας, πολύ υψηλές τάσεις κ.ά.** και εμφανίζεται τόσο στα αισθητήρια, όσο και στα κυκλώματα. Για να περιορίσουμε την επίδρασή του στα αισθητήρια (που είναι ιδιαίτερα σημαντική, γιατί περνώντας από τον ενισχυτή αποκτά μια σημαντική τιμή), χρησιμοποιούμε αισθητήρια σε ζεύγη, όπου το ένα επηρεάζεται από τη διέγερση, ενώ το άλλο δέχεται σταθερή διέγερση (αναφοράς). Αφαιρώντας τα σήματα των εξόδων τους, ο θόρυβος ελαχιστοποιείται.



- Αν το αισθητήριο βρίσκεται σε απόσταση από το κύκλωμα ελέγχου, συνδέεται σε αυτό μέσω αγωγών. Οι ενώσεις των διαφορετικών μετάλλων των αγωγών και του αισθητηρίου, ή των αγωγών και του κυκλώματος, δημιουργούν παρασιτικά σήματα-θόρυβο που εξαλείφεται αν τα σύρματα των αγωγών σύνδεσης τυλιχθούν μεταξύ τους, όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Ανάλογα με την αιτία τους οι θόρυβοι ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες

- **Θόρυβος Johnson ή θερμικός θόρυβος (thermal noise).** Οφείλεται στην τυχαία κίνηση των ηλεκτρονίων στους αγωγούς, λόγω της θερμικής τους κατάστασης. Έτσι καθώς αυξάνει η θερμοκρασία, τα ηλεκτρόνια κινούνται με μεγαλύτερη ταχύτητα, οπότε αυξάνονται οι κρούσεις τους με τα δομικά στοιχεία των αγωγών, με αποτέλεσμα την αύξηση της αντίστασης του αγωγού.
- **Θόρυβος αιχμής (shot noise).** Παρουσιάζεται κατά την τυχαία μετακίνηση φορτίων κατά μήκος μιας επαφής (π.χ. σε μια λυχνία κενού ηλεκτρόνια μεταπηδούν τυχαία από την κάθοδο στην άνοδο) και έχει την μορφή παλμών μικρής διάρκειας.
- **Υπερβολικός θόρυβος (Excess noise).** Σαν υπερβολικός θεωρείται ο θόρυβος που οφείλεται σε αίτια πέρα του θερμικού και του θορύβου αιχμής και συνήθως εξαρτάται από την συχνότητα. Ο θόρυβος αυτός οφείλεται σε επαγωγικά ρεύματα που δημιουργούνται στους αγωγούς ενός κυκλώματος λόγω της ύπαρξης άλλων ρευματοφόρων αγωγών σε κοντινή τους απόσταση ή στην κυμάτωση της τάσης τροφοδοσίας.

Πηγές θορύβου και πώς ελαχιστοποιείται ο θόρυβος που δημιουργούν

<i>Εξωτερική πηγή</i>	<i>Τυπική ποσότητα</i>	<i>Αντιμετώπιση</i>
60/50 Hz τροφοδοσία	100pA	Θωράκιση, γείωση,
120/100 Hz κυμάτωση τροφοδοσίας	3μV	ισοστάθμιση ισχύος τροφοδοσίας
180/150 Hz μαγνητική επίδραση M/T	0.5μV	Εφαρμογή φίλτρων
ραδιο εκπομπή	1mV	Έλεγχος των εξαρτημάτων
δράση διακοπών	1mV	Θωράκιση
ταλαντώσεις	10pA	Φίλτρο για 5-100MHz,
ταλάντωση καλωδίου	100pA	προστασία, γείωση
πλακέτα κυκλώματος	0.01-10pA/Hz για $f < 10\text{Hz}$	Κατάλληλες μηχανικές συζεύξεις, περιορισμό υψηλών τάσεων πλησίον αισθητηρίων και εισόδων
		Χρήση καλωδίου χαμηλού θορύβου
		Καθαρισμός πλακέτας, χρήση τεφλών για μόνωση

Θωράκιση

- Στον πίνακα αναφέρεται συχνά η **θωράκιση**. Αυτή έχει διπλό σκοπό. Πρώτον, προστατεύει ένα κύκλωμα από την εμφάνιση θορύβου και, δεύτερον, αν ο θόρυβος έχει εμφανιστεί, τον εμποδίζει να προχωρήσει σε ευαίσθητα σημεία του μετατροπέα ή του κυκλώματος.
- Ο συνηθέστερος τρόπος θωράκισης είναι με μεταλλικό κουτί γύρω από τις ευαίσθητες περιοχές, ή με αγώγιμο φύλλο γύρω από τον αγωγό στα καλώδια. Με τον τρόπο αυτό, τα πρόσθετα φορτία που δημιουργούνται (π.χ. από ηλεκτρικό πεδίο) δεν προχωρούν στο εσωτερικό του κλωβού, αλλά κατανέμονται στην εξωτερική του επιφάνεια.

Πρακτικοί κανόνες ηλεκτρικής θωράκισης

- Η θωράκιση πρέπει να συνδέεται σε ένα δυναμικό αναφοράς. Αν το σήμα είναι γειωμένο (σε πλαίσιο ή στο έδαφος), η θωράκιση πρέπει να συνδέεται στην ίδια γείωση.
- Αν χρησιμοποιείται θωρακισμένο καλώδιο, η θωράκιση πρέπει να συνδέεται στον κόμβο αναφοράς του σήματος (π.χ. γείωση).
- Αν η θωράκιση είναι τμηματική (π.χ. καλώδια συνδεδεμένα μεταξύ τους), τότε κάθε κομμάτι θωράκισης πρέπει να συνδέεται με το επόμενο και το πρώτο να συνδέεται στο σημείο αναφοράς του σήματος
- Ο αριθμός των ανεξάρτητων θωρακίσεων σ' ένα κύκλωμα ισούται με τον αριθμό των ανεξάρτητων μετρήσιμων σημάτων . Κάθε σήμα μπορεί να έχει τη δική του θωράκιση.
- Μια θωράκιση πρέπει να γειώνεται σ' ένα μόνο σημείο, κατά προτίμηση μετά το αισθητήριο. Η θωράκιση ενός καλωδίου δεν πρέπει ποτέ να γειώνεται και στα δύο άκρα της.
- Αν ένα αισθητήριο είναι στο εσωτερικό κλωβού θωράκισης και συνδέεται στο κύκλωμα με θωρακισμένο καλώδιο, τότε η θωράκιση του καλωδίου πρέπει να συνδέεται στον κλωβό.
- Μια θωράκιση πρέπει να γειώνεται μέσω λεπτών καλωδίων για να ελαττώνεται η επαγωγή.

Γειώσεις, βρόχος γείωσης

- Όπως αναφέραμε ήδη, σ' ένα κύκλωμα είναι δυνατόν να υπάρχουν παρασιτικές τάσεις ή ρεύματα, που απομακρύνονται με κατάλληλη γείωση. Σε ένα κύκλωμα είναι απαραίτητο να υπάρχουν σημεία γείωσης, ώστε να ελαχιστοποιείται το φαινόμενο επαγωγής που παρουσιάζουν οι γραμμές. Επίσης το σημείο γείωσης είναι το σημείο με μηδενική τάση, ως προς το οποίο μετρούνται όλες οι τάσεις στο κύκλωμα. Υπαρξη διαφορετικών γειώσεων, έχει σαν αποτέλεσμα να μην υπάρχει σταθερό δυναμικό αναφοράς. Η γείωση σ' ένα τυπωμένο κύκλωμα, συνήθως, είναι μία μεταλλική επιφάνειά του.

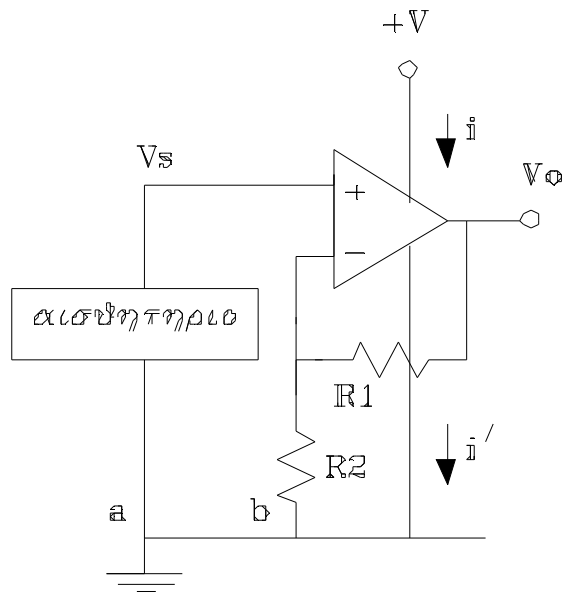
Πρακτικοί κανόνες για τη δημιουργία μιας γείωσης

- Δημιουργήστε μεγάλη επιφάνεια γείωσης, αν είναι δυνατόν στην πλευρά των εξαρτημάτων. Όσο μεγαλύτερες είναι οι συχνότητες των σημάτων, τόσο μεγαλύτερη πρέπει να είναι η επιφάνεια.
- Η γείωση σε ένα κύκλωμα πρέπει να είναι ενιαία.
- Το μήκος των άκρων των εξαρτημάτων να είναι μικρό.

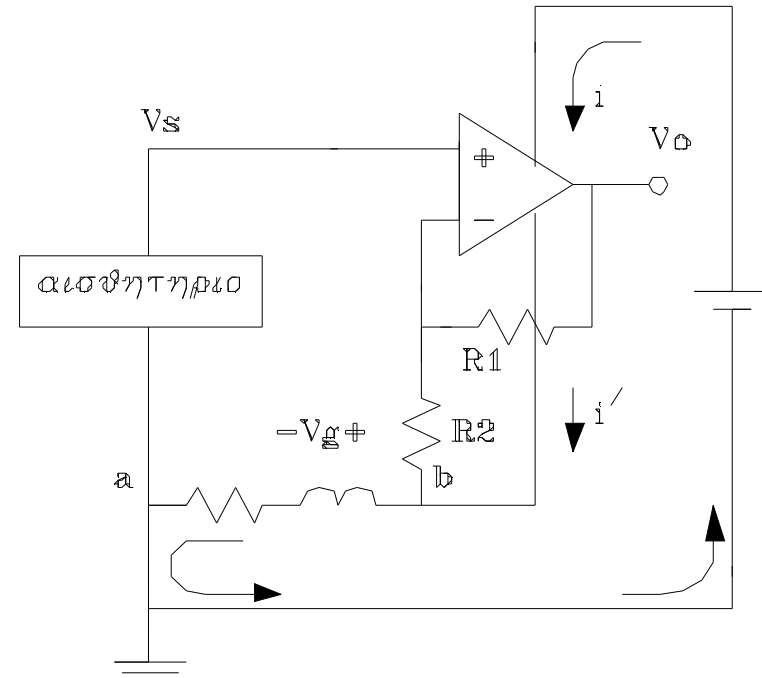
Οδηγίες

- Όταν ένα κύκλωμα χρησιμοποιείται για μικρά σήματα, τότε τα προβλήματα της γείωσης ή της θωράκισης, επηρεάζουν την ακρίβεια της λειτουργίας του. Κατά το σχεδιασμό ενός κυκλώματος, είναι απαραίτητη η δημιουργία γραμμών τροφοδοσίας (power supply bus) και γραμμών γείωσης (ground bus). Μία γραμμή τροφοδοσίας μεταφέρει το ρεύμα τροφοδοσίας σε όλα τα σημεία του κυκλώματος, ενώ μια γραμμή γείωσης μεταφέρει επίσης το ρεύμα τροφοδοσίας, αλλά χρησιμοποιείται και για να καθορίσει το σημείο αναφοράς για τα ηλεκτρικά σήματα. Η αλληλεπίδραση των δύο αυτών λειτουργιών οδηγεί σε ένα πρόβλημα, που λέγεται βρόχος γείωσης.

Σύνδεση αισθητηρίου - τελεστικού ενισχυτή



(A)



(B)

- Ένας βασικός κανόνας για την αποφυγή δημιουργίας βρόχων γείωσης είναι όλες οι γραμμές γείωσης να ενώνονται σε ένα σημείο (το σημείο b του κυκλώματος του σχήματος 3.6.3).

Ερωτήσεις

- Τι ονομάζουμε θόρυβο και τι λόγο σήμα-προς-θόρυβο. Από ποιό μπορούμε να συμπεράνουμε για το μέγεθος του θορύβου;
- Τι επιτυγχάνουμε με τη θωράκιση ενός τμήματος του κυκλώματος;
- Πώς μπορούμε να αποφύγουμε τη δημιουργία βρόχου γείωσης σε ένα κύκλωμα;
- Σε ένα κύκλωμα υπάρχει ο θόρυβος που δημιουργείται από το και ο θόρυβος που εισέρχεται στο κύκλωμα από
- Σκοπός της είναι να απομακρύνει παρασιτικές και
- Για να έχουμε ακριβή εικόνα της αλλοίωσης ενός σήματος από θόρυβο, πρέπει να γνωρίζουμε
 - i. το μέγεθος του σήματος
 - ii. το μέγεθος του θορύβου
 - iii. τον λόγο σήμα προς θόρυβο