

# ΣΥΠ

## 1 οοση ψεαηηη

Λετ'ς σσε ηρω της ωορκς

### 1.1 Τι σιμαινει διακριτικι ικανοτιτα οργανου;

Λεγεται ι μικροτερι δινατι μεταολι τις μετρουμενις ποσοτιτας που μορει να γινει αντιλιπτι απο το οργανο.

### 1.2 Τι ειναι ι πολωσι οργανου;

Λεγεται ι ταςι του οργανου να δινει διαφορετικι ενδεικσι απο τιν πραγματικη τιμη κατα μια στατηερι ποσοτιτα. Τηετικη η αρνητικη.

### 1.3 Σε τι δαιφερει απο τιν ακριεια διασπορας;

Πολωσι περιγραφει ποσο προσεγγιζει ι ενδεικσι ενος οργανου τιν πραγματικη τιμη του μετρουμενου μεγετηρους, ι δεφτερι περιγραφει τι στατιστικι διασπορα που παρουνιαζουν επαναλαμανομενες μετρισεις του οργανου.

### 1.4 Πως οριζεται ι κλασι ενος οργανου;

Ειναι ι ποσοτιτα  $G = 100 * \frac{Dx}{xt}$ , οπου Δξ μεγιστο απολιτο σφαλμα, ζτ μεγιστι ενδεικσι του οργανου.

### 1.5 Ποια ειναι τα κιριοτερα ειδι σφαλματων;

Ξωριζονται σε σιστιματικα και τψξαια. Τα σιστιματικα ξωριζονται και σε δυναμικα και στατικα και οφειλονται σтин επιδρασι του περιαλλοντος, στις διαφορες ατελειες του οργανου και στις αδυναμίες των μετηοδων μετρισης.

### 1.6 Εαισθησιια οργανου;

Ο λογος τις μεταολις αποκρισης προς τι μεταολι τις διεγερσης.

### 1.7 (Σεπ. 2013) Ένας ηλεκτροκινητήρας για ορισμένες συνθήκες λειτουργίας απορροφά ηλεκτρική ισχύ $1KW$ και παράγει μηχανική ισχύ $0,9HP$ . Αν η μηχανική ισχύ μετρήθηκε με μέγιστο σχετικό σφάλμα $2\%$ και η ηλεκτρική ισχύς με βαττόμετρο κλάσης $1\%$ και μέγιστης κλίμακας $1,5KW\%$ να υπολογιστεί το μέγιστο απόλυτο και σχετικό σφάλμα του βαθμού απόδοσης του κινητήρα.

Παρόμοια με ασκ.3 Σελ. 40, Σελ. 25-6,33 για τύπους

## 2 Προστασία

### 2.1 Ποτε γίνεται το ρεμα επικίνδυνο; (Επικίνδυνα σε θέλω, μέσα μου κυλάααααααας)

Για πάνω από  $100mA$  για διάρκεια ροής  $1 sec$  όπου πατηαίνουμε καρδιακή προσολή. Όλες οι τάσεις κάτω από  $50V$  θεωρούνται ακινδινες.

### 2.2 Ποια είναι τα αποτελέσματα ηλεκτροπληξίας;

Για ξαμλότερες εντάσεις ρεμάτων, καρδιακή προσολή. Για ιπσιότερες, μψυική σψστολή, σψστολή του μψοκαρδίου (καρδιακή προσολή), αναπνεψτικι παραλψση, εγκαματα.

### 2.3 Απο ποσους παραγοντες επιρεαζεται η αντιστασι του αντηρωπινου σωματος;

Κιριως απο τιν καταστασι του δερματος (μικροτερη αντιστασι για μικρο δερμα).

### 2.4 Το σινεξες η το εναλλασσομενο ρεμα ειναι πιο επικινδυνο για τον αντηρωπο;

Το εναλλασσομενο πιο επικινδυνο, ειδικοτερα στις ξαμιλες σιζνοτητες.

### 2.5 Τι ειναι γειωσι προστασιας και γειωσι λειτουργιας;

Ο ουδετερος κομος των τριφασικων ηλεκτρικων δικτψων λεγεται γειωσι λειτουργιας. Η γειωσι προστασιας ειναι το εκσωτερικο μεταλλικο περιλιμα μιας σισκεις.

### 2.6 Τι ειναι αμεσι γειωσι και τι ουδετερωσι;

Η γειωσι προστασιας γινεται ειτε με αμεσι γειωσι η ουδετερωσι. Στην αμεσι γειωσι ο αγωγος προστασιας στον πινακα διανομις σινδεεται μεσω ξαλκινου αγωγου στο ιλεκτροδιο γειωσης που ειναι ψτησιμενο στο εδαφος. Ο αγωγος προστασιας σινδεεται με ολες τι ρεματοληψιες. Στην ουδετερωσι ο αγωγος προστασιας σινδεεται στον πινακα διανομις με τον ουδετερο αγωγο που ειναι γειωμενος κοντα στιν εισοδο τις παροξις του καταναλωτη.

### 2.7 Τι λεγεται αντισταση γειωσης;

Λεγεται η αντισταση διαψψσης σε σειρα με την αντισταση του αγωγου που σινδεει τον αγωγο προστασιας με το ιλεκτροδιο γειωσης. Οσο μικροτερη τοσο καλιτερη γειωση.

### 2.8 Ποιος ειναι ο σκοπος εγκαταστασης μετασξηματιστων απομονωσης;

Αψτοι οι M/T ισξψως ειναι σψνητως 1:1 με αγειωτο δεψτερεων. Αν ενα στοιξειο ταση ακουμπησει το μεταλλικο περιλιμα ενος οργανου, τοτε δεν διατρεξει κινδψνο καποιω που τηα πιασει το περιλιμα του οργανου, γιατι δεν μπορει να κλεισει κψκλωμα αφου το δεψτερεων δεν ειναι γειωμενο και δεν ψπαρξει γαλανικη σψνδεση πρωτεοντος με το δεψτερεων.

### 2.9 Τι ειναι οι διακοπτες διαψψγης;

Ενα ειδος προστασιας απο την ηλεκτροπληκσια. Ψπαρξουν οι διακοπτες διαψψγης τασης και εντασης (διαφορικοι).

Ο διακοπτής διαφύγης τάσης περιέχει ένα πηνίο τάσης. Όταν η τάση ψπερει τα 50V, ελκει τον οπλισμο του και διακοπτει όλες τις φάσεις και τον ουδετερο σε δεκάτα του δεφτερολεπτου. Ο διακοπτής διαφύγης εντάσης περιέχει έναν μετασχηματιστη και ένα πηνίο διακοπής/διαφύγης. Όταν δεν ψπαρξει επαφη μετακσψ στοιξιοψ με τάση και τοψ εκσωτερικου περιληματος, τα ρεματα των αγωγων τροφοδοσιας είναι ισα και διμιοψργαν αντιτητα πολωμενα μαγνητικα πεδια τα οποια αλληλοεθοψδετερωνονται. Όταν ψπαρξει σψνδεση μετακσψ στοιξιοων και περιληματος, επαγεται τάση στο δεφτερεων του M/T, ενεργοποιείται το πηνίο διαφύγης και διακοπτεται το κύκλωμα σε λιγα δεφτερολεπτα.

## **2.10 Πως προστατευονται τα κύκλωματα; Που πανε τα μπαλονια;**

Με ασφαλειες και αψτοματοψς διακοπτες. Αν η εντάση τοψ ρεματος περασει ένα οριο, διακοπτεται το κύκλωμα. Αποφεγεται ετσι η προκληση ψψρκαγιας λογω ραξψκύκλωματος και η καταστροφη των αγωγων των σψσκειων.

## **2.11 Αρξη λειτουργιας αψτοματων διακοπτων**

Εξουν ένα τηερμικο και ένα μαγνητικο στοιξιο.

Το τηερμικο στοιξιο είναι ένα διμεταλλικο ελασμα το οποιο όταν τηερμαντηι κατηως διαρεεται απο ρεμα λιγο περισσοτερο απο το κανονικο, παραμορφωνεται και αναλαμανει την διακοπη του κύκλωματος μετα απο λιγο.

Το μαγνητικο στοιξιο είναι ένα πηνίο με ψψρηνα και έναν οπλισμο το οποιο διεγειρεται και διακοπτει αψτοματα το κύκλωμα όταν το ρεμα γινει πολψ μεγαλο.

## **2.12 Ποιο σκοπο εκσψπηρετουν οι αψτοματοι διακοπτες για ελλειψη τάσης και ποιο οι αψτοματοι για διαδοξη φασεων;**

Οι αψτοματοι διακοπτες για ελλειψη τάσης διακοπτουν το κύκλωμα όταν η τάση πεσει κατω απο μια σψγκεκριμενη τιμη (πρετψ σελψ εξπλανατορψ ρεαλλψ).

Οι αψτοματοι διακοπτες για διαδοξη φασεων διακοπτουν το κύκλωμα αν η τριφασικη σψνδεσμολογια εγινε λατηος και η διαδοξη των φασεων είναι αντιτητη απο την προλεπομενη. Εφαρμοζονται για προστασια ηλεκτροκινητηρων οι οποιοι αλλαζουν φορα περιστροφης όταν αλλαζει η διαδοξη των φασεων.

# **3 Ηλεκτρικός Θόρυβος**

## **3.1 Τι λέγεται ηλεκτρικός θόρυβος;**

Λέγονται οι παρενοχλήσεις από ανεπιθύμητα σήματα στο κύκλωμα που μας ενδιαφέρει.

## **3.2 Ποιές είναι οι κύριες πηγές ηλεκτρικού θορύβου;**

Είναι ημιαγωγοί που χρησιμοποιούνται σαν διακόπτες, οι εκκενώσεις κάθε μορφής, οι ηλεκτροκολλήσεις, οι λάμπες ψθορισμού και οι λυχνίες θύρατρων.

## **3.3 Ποιά είναι τα είδη σύζευξης ηλεκτρικού θορύβου;**

- Ηλεκτροστατική ή χωρητική σύζευξη
- Μαγνητική ή επαγωγική
- Ηλεκτρομαγνητική
- Σύζευξη κοινής αντίστασης
- Ο Merzbow (είναι αντιSOS αυτό δεν πέφτει ποτέ)

### 3.4 Εξηγήστε τη φύση της ηλεκτροστατικής και της μαγνητικής σύζευξης

Λέγονται και οι δύο μικρής απόστασης σύζευξης γιατί εξανεμίζονται όταν η απόσταση μεταξύ πηγής και δέκτη του θορύβου είναι μεγάλη.

Η **ηλεκτροστατική σύζευξη** οφείλεται στην χωρητικότητα μεταξύ πομπού και δέκτη και ο θόρυβος λόγω της ηλεκτροστατικής σύζευξης αυξάνεται όταν:

- Αυξάνεται η συχνότητα
- Αυξάνεται η αντίσταση εισόδου του οργάνου
- Αυξάνεται η χωρητικότητα μεταξύ πομπού και δέκτη του θορύβου

Η **μαγνητική σύζευξη** οφείλεται στην τάση αλληλεπαγωγής μεταξύ πηγής και δέκτη, δηλαδή στις τάσεις που δημιουργούνται από επαγωγή λόγω μεταβολής μαγνητικών πεδίων. Ο θόρυβος αυξάνεται όταν:

- Αυξάνεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου
- Αυξάνεται ο εμπλεκόμενος με το μαγνητικό πεδίο βρόγχος του δέκτη
- Αυξάνεται η ταχύτητα μεταβολής του μαγνητικού πεδίου
- Μικραίνει η αντίσταση εισόδου

### 3.5 Εξηγήστε τη φύση της ηλεκτρομαγνητικής σύζευξης

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπέμπεται από ραδιοφωνικούς και τηλεοπτικούς πομπούς μπορεί να δημιουργήσει θόρυβο κυρίως σε πολύ λεπτές μετρήσεις, ακόμα και σε περιπτώσεις που ο πομπός βρίσκεται πολύ μακριά από τον δέκτη (σύζευξη θορύβου μεγάλης απόστασης).

### 3.6 Πότε εμφανίζεται σύζευξη κοινής αντίστασης;

Εμφανίζεται όταν 2 ή και περισσότερα κυλώματα έχουν πολλούς κοινούς αγωγούς τροφοδοσίας και κατά συνέπεια τα ρεύματα των κυκλωμάτων περνούν από κοινές σύνθετες αντιστάσεις.

### 3.7 Να αναφερθούν τρόποι μείωσης του θορύβου

- Τοποθέτηση των διατάξεων μετρήσεων μακριά από τις πηγές θορύβου (ηλεκτροστατική, μαγνητική)
- Το 'στρίψιμο' των καλωδίων σε ευαίσθητες μετρητικές διατάξεις (ηλεκτροστατική, μαγνητική)
- Χρήση φίλτρων τροφοδοσίας αν υπάρχει θόρυβος που προέρχεται από την τροφοδοσία. Είναι χαμηλοπερατά φίλτρα που αφήνουν να περάσει η συχνότητα τροφοδοσίας και απορρίπτουν τον θόρυβο (κοινής αντίστασης)
- Χρήση θωράκισης, δηλαδή κάλυψης ενός αγωγού/στοιχείου με κάλυμα με συγκεκριμένες ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες που αποτρέπουν λήψη και εκπομπή ηλεκτρικού θορύβου (αγώγιμα πλέγματα για ηλεκτροστατική, σιδηρομαγνητικό υλικό για μαγνητική, αγώγιμο υλικό/στρώματα αγώγιμου και σιδηρομαγνητικού υλικού για ηλεκτρομαγνητική)

- Χρήση σωστών γειώσεων (υποθέτω για κοινή αντίστασης, μαγνητική, ηλεκτροστατική)
- Χρήση αγωγών μικρής αντίστασης (κοινής αντίστασης)
- Αποφυγή κοινών συνδέσεων (κοινής αντίστασης) (duh)

Σελ. 63-4

## 4 Μέτρηση ισχύος και ενέργειας

### 4.1 Να περιγράψετε την αρχή λειτουργίας αντισταθμισμένων βαττόμετρων

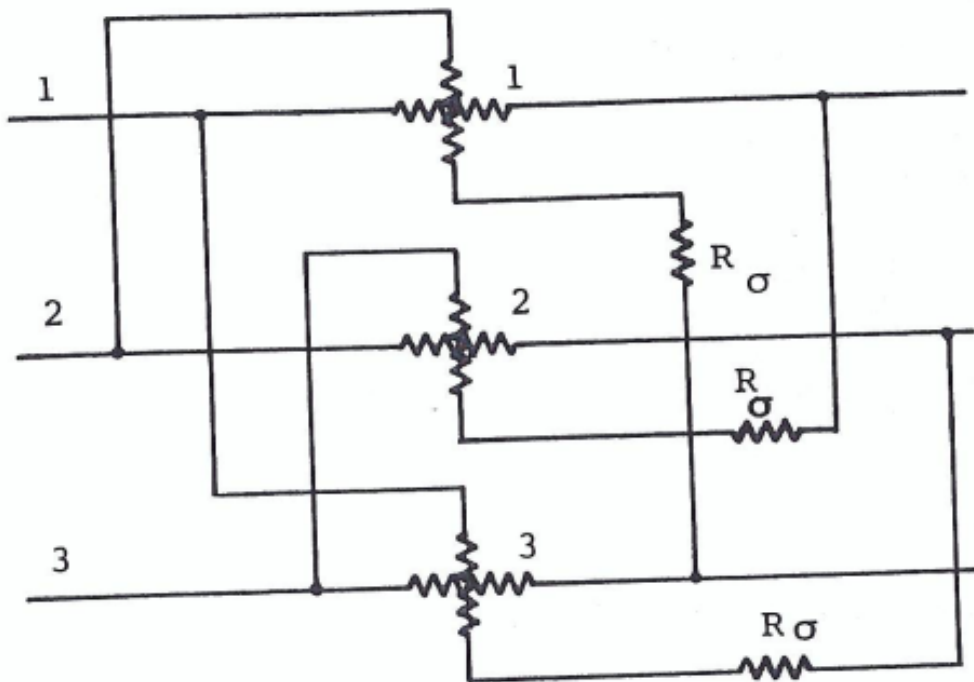
Τα αντισταθμισμένα βαττόμετρα έχουν δύο πηνία τάσης, τα Π1 και Π2. Τα Π1 και Π2 είναι συνδεδεμένα σε σειρά μεταξύ τους και διαρρέονται με το ίδιο ρεύμα. Κατασκευαστικά, όμως, το Π2 είναι παράλληλα του πηνίου έντασης, αφαιρώντας το μαγνητικό πεδίο του Π2 από το πεδίο του πηνίου έντασης. Έτσι, στην ένδειξη του οργάνου δεν συμπεριλαμβάνεται η ισχύς που καταναλίσκεται στο πηνίο τάσης. Πρέπει όμως η σύνδεση του πηνίου τάσης να γίνει από την πλευρά της κατανάλωσης.

Σελ. 197-8

### 4.2 Να περιγράψετε τη μέτρηση ενεργού ισχύος με τη διάταξη Aron σε τριφασικό σύστημα τριών αγωγών με συμμετρικές τάσεις

Σελ. 202-3 πάνε διάβασε το από το βιβλίο και κουράγιο, μην πανικοβληθείς

### 4.3 Να περιγράψετε τη μέθοδο μέτρησης άεργου ισχύος σε τριφασικό σύστημα μετρήσεων με τρία βαττόμετρα



Σχήμα 1: Μετρητής άεργου ισχύος

Η ένδειξη του βαττόμετρου 1 θα είναι:  $U_{23}I_1 \cos(90^\circ - \phi_1) = \sqrt{3}V_1I_1 \sin(\phi_1) = \sqrt{3}Q_1$

Οι ενδείξεις των 2 και 3 αντίστοιχα:

$$U_{31}I_2 \cos(90^\circ - \phi_2) = \sqrt{3}Q_2$$

$$U_{12}I_3 \cos(90^\circ - \phi_3) = \sqrt{3}Q_3$$

Η τριφασική άεργος ισχύς είναι ίση με με το άθροισμα των ενδείξεων των βαττομέτρων διαιρεμένο δια  $\sqrt{3}$ . Σε περίπτωση συμμετρικού φορτίου, αρκεί ένα από τα τρία βαττόμετρα. Η άεργη ισχύς σε αυτή την περίπτωση θα είναι η ένδειξη του βαττομέτρου επί  $\sqrt{3}$ .

Σελ. 205-6

#### 4.4 Εξηγήστε πως μπορεί να μετρηθεί ο συντελεστής ισχύος συμμετρικού τριφασικού κυκλώματος με τη διάταξη Aron.

Σελ. 208 ντου δις λειτερ

## Μέρος Β

### 5 Εισαγωγή στα Συστήματα Μετρήσεων

#### 5.1 Ποιες συνθήκες πρέπει να πληρούνται ώστε η έξοδος ενός του μετρητικού συστήματος να έχει το ίδιο σχήμα με την είσοδο;

Αν η είσοδος αποτελείται από ένα φάσμα αρμονικών, η έξοδος θα έχει το ίδιο σχήμα με την είσοδο αν το κέρδος του συστήματος είναι σταθερό για όλες τις αρμονικές της εισόδου και αν η διαφορά φάσης  $\varphi$  αυξάνει γραμμικά με τη συχνότητα. Τότε, η έξοδος θα είναι ίδιο σχήμα με την είσοδο, αλλά χρονικά μετατοπισμένη.

Σελ. 299

### 6 Μέτρηση Θέσης

#### 6.1 Να υπολογιστεί η συνάρτηση μεταφοράς ενός ΓΜΔΜ ως προς την είσοδο διαμόρφωσης και να περιγραφεί η αρχή λειτουργίας ΓΜΔΜ

(Δεν ξέρω πόσο ρεαλιστικό είναι το να πέσει ο υπολογισμός της συνάρτησης μεταφοράς του ΓΜΔΜ σαν ερώτηση θεωρίας τβη, μπορεί να το βάλω για λόγους πληρότητας, αν δεν το έβαλα τότε απλά βαριόμουν να το κάνω, σόρρυ)

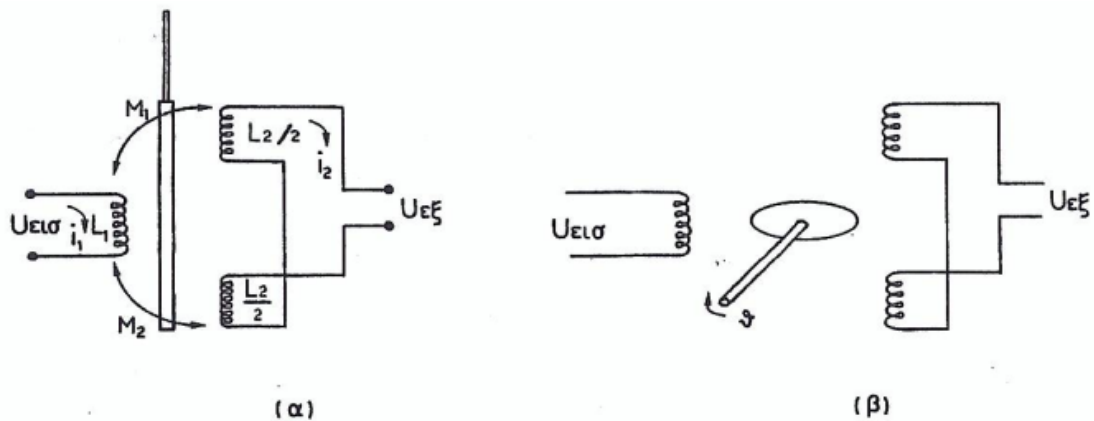
Ο γραμμικός μεταβλητός διαφορικός μετασχηματιστής (ΓΜΔΜ) είναι ένας μετατροπέας διαφορικού μετασχηματιστή που παράγει στην έξοδό του ένα ηλεκτρικό σήμα το οποίο είναι ανάλογο με την μετατόπιση ή περιστροφή του οπλισμού. Ο ΓΜΔΜ έχει ένα πρωτεύον τύλιγμα και δύο δευτερεύοντα τα οποία συνδέονται σε σειρά αλλά έτσι ώστε οι τάσεις τους να αφαιρούνται. Η συχνότητα λειτουργίας των ΓΜΔΜ είναι  $60\text{Hz} - 20\text{KHz}$  και η τάση εισόδου είναι  $3\text{V}$  έως  $15\text{V}$  συνήθως. Όταν ο οπλισμός είναι συμμετρικά τοποθετημένος η τάση εξόδου θεωρητικά είναι μηδενική (πρακτικά πολύ μικρή). Η θέση αυτή ορίζεται σαν μηδενική θέση. Αν ο πυρήνας κινηθεί από τη μηδενική θέση ο συντελεστής ζεύξης του ενός δευτερεύοντος τυλίγματος αυξάνει ενώ του άλλου μειώνεται και έτσι εμφανίζεται μια τάση στην έξοδο η οποία είναι ανάλογη της μετατόπισης.

Ο ΓΜΔΜ λειτουργεί σαν ένας διαμορφωτής. Το φέρον σήμα είναι η τάση τροφοδοσίας και διαμορφώνεται κατά πλάτος από τη θέση του πυρήνα.

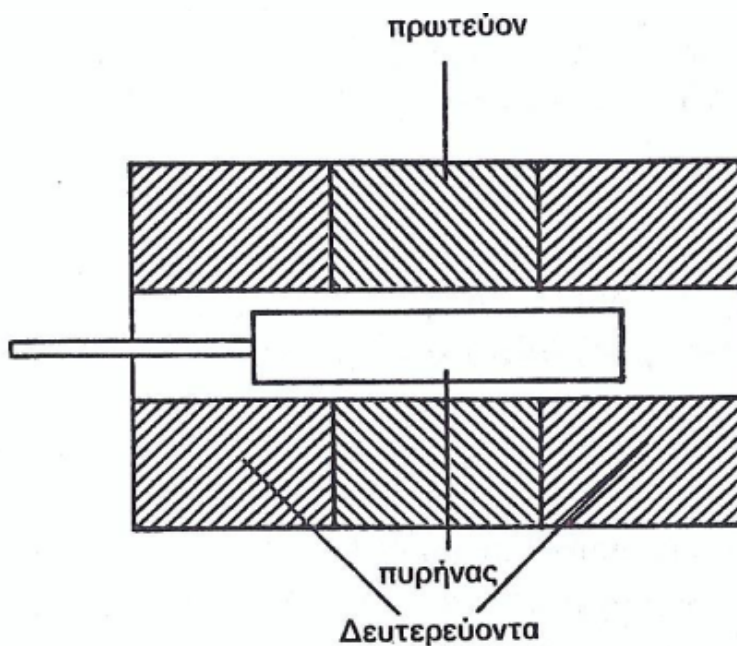
Βασικά χαρακτηριστικά των ΓΜΔΜ:

- Γραμμικότητα μέτρησης.
- Η ευαισθησία των των ΓΜΔΜ είναι συνήθως μεταξύ  $0,6$  και  $30\text{mV}/0,001$  ίντσες. Ένας ΓΜΔΜ με μεγαλύτερη τάσης πρωτεύοντος και με μικρότερη διαδρομή του πυρήνα είναι πιο ευαίσθητος.
- Η δυναμική συμπεριφορά του ΓΜΔΜ περιορίζεται κυρίως από την συχνότητα της τάσης τροφοδοσίας του πρωτεύοντος. Για καλή αποδιαμόρφωση της τάσης εξόδου, θα πρέπει 
$$\frac{\text{συχνότητα τάσης του πρωτεύοντος}}{\text{μέγιστη συχνότητα κίνησης του πυρήνα}} \geq 10$$

- Μεγάλη διακριτική ικανότητα.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Αντοχή σε κραδασμούς και δεν χρειάζονται συντήρηση.
- Γαλβανική απομόνωση μεταξύ πρωτεύοντος και δευτερευόντων τυλιγμάτων.
- Η έξοδος τους είναι αρκετά ισχυρή.



Σχ. 2.24. Σχηματική παράσταση ΓΜΔΜ. α) Για μέτρηση μετατόπισης.  
β) Για μέτρηση γωνίας.



Σχ. 2.26. Διάταξη τυλιγμάτων ΓΜΔΜ.

Σελ. 329-33

## 6.2 Περιγράψτε τη λειτουργία των οπτικών κωδικοποιητών μεταβολής

Οι οπτικοί κωδικοποιητές μεταβολής αποτελούνται από ένα δίσκο ο οποίος αποτελείται από διαδοχικούς διαφανείς και αδιαφανείς τομείς. Πολλές φορές φέρουν δόντια, ώστε οι προεξοχές να έχουν τον ρόλο του αδιαφανούς και οι εσοχές τον ρόλο του διαφανούς τομέα.



Ο κωδικοποιητής προσαρμόζεται σε έναν άξονα και ακολουθεί την περιστροφή του. Από τη μια πλευρά του κωδικοποιητή υπάρχει μια πηγή φωτός και από την άλλη ένας δέκτης φωτός. Καθώς περιστρέφεται ο δίσκος εναλλάσσονται οι διαφανείς και αδιαφανείς τομείς με αποτέλεσμα να παράγεται μια αλληλουχία παλμών το άθροισμα των οποίων δείχνει την γωνιακή θέση του άξονα.

Η διακριτική ικανότητα ενός κωδικοποιητή εξαρτάται από τον αριθμό των παλμών (άρα των διαφανών και αδιαφανών τομέων του δίσκου). Πολλοί κωδικοποιητές χρησιμοποιούν και δεύτερο ζεύγος πομπού και δέκτη, δίνοντας παλμό για κάθε περιστροφή και τρίτο ζεύγος για προσδιορισμό της φοράς περιστροφής.

Το μειονέκτημά τους είναι ότι δεν δείχνουν την απόλυτη θέση του άξονα, για αυτό απαιτούνται εξωτερικά κυκλώματα τα οποία μετρούν τους παλμούς και προσδιορίζουν τη θέση του άξονα κάθε στιγμή.

Σελ. 333-4

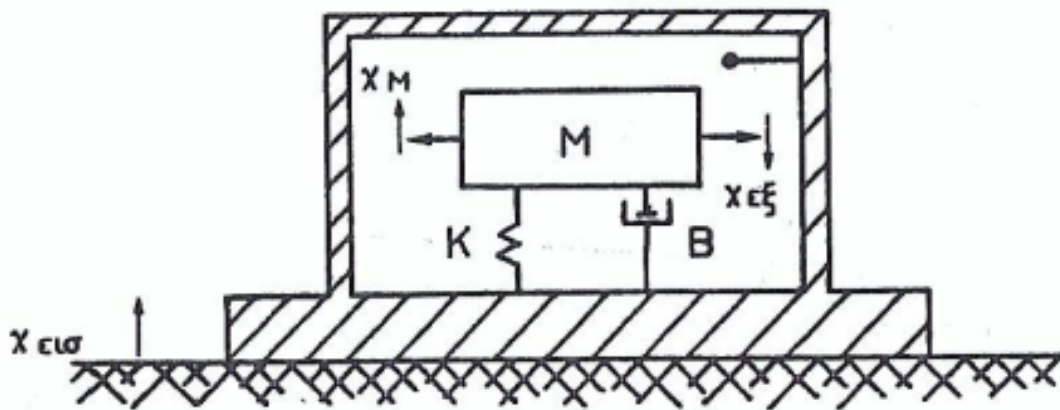
## 7 Μέτρηση Ταχύτητας και Επιτάχυνσης

### 7.1 Περιγράψτε τη στροβοσκοπική μέθοδο μέτρησης περιστροφής ενός άξονα

Ας υποθέσουμε ότι ένας άξονας περιστρέφεται με ταχύτητα περιστροφής  $n$  r/sec και ότι μία λάμπα που φωτίζει τον άξονα αναβοσβήνει με συχνότητα  $f$ . Αν υπάρχει κάποιο σημάδι επάνω στον άξονα θα φαίνεται ακίνητο στην περίπτωση που  $n = kf$ , με  $k$  ακέραιο. Η μέτρηση γίνεται μεταβάλλοντας την συχνότητα  $f$  έως ότου κάποιο σημάδι του άξονα που ορίζεται για αυτό το σκοπό φανεί ακίνητο. Συνήθως η συχνότητα κυμαίνεται από 2 έως 400 Hz.

Σελ. 362-3

### 7.2 Εξηγήστε πότε ένας μετατροπέας ταχύτητας λέγεται σχετικός και πότε απόλυτος



Σχήμα 2: Βασικού τύπου επιταχυνσιόμετρο

- Ο **απόλυτος** μετατροπέας ταχύτητας αποτελείται από ένα επιταχυνσιόμετρο (Σχ. ;;) και έναν μετατροπέα θέσης. Γίνεται χρήση της αδρανειακής δύναμης που ασκείται στη μάζα  $M$  του επιταχυνσιόμετρου για τη μέτρηση της ταχύτητας.
- **Σχετικός** λέγεται ο μετατροπέας ταχύτητας που μετρά τη σχετική ταχύτητα ενός τμήματος του μετατροπέα ως προς ένα άλλο.

Σελ. 369

### 7.3 Να υπολογίσετε τη συνάρτηση μεταφοράς ενός επιταχυνσιόμετρου βασικού τύπου (Σχ. 2)

(Και πάλι δεν ξέρω κατά πόσο πιθανό είναι να πέσει αυτό σαν ερώτηση θεωρίας)

Έστω  $x_{ελσ}$  η μετατόπιση του περιβλήματος,  $x_{εξ}$  η μετατόπιση της μάζας  $M$  ως προς το περίβλημα και  $x_M$  η μετατόπιση της  $M$  ως προς το σύστημα αναφοράς. Οι δυνάμεις που επενεργούν πάνω στη  $M$  όταν υπάρξει κάποια κίνηση της επιφάνειας στήριξης είναι:

Η αντίδραση του ελατηρίου:

$$F_1 = Kx_{εξ}$$

και η αντίδραση του αποσβεστήρα:

$$F_2 = B \frac{dx_{εξ}}{dt}$$

Το άθροισμα των δυνάμεων προκαλεί επιτάχυνση στο σώμα:

$$Kx_{εξ} + B \frac{dx_{εξ}}{dt} = M \frac{d^2 x_M}{dt^2}$$

Ισχύει, όμως, ότι:

$$x_M = x_{ελσ} - x_{εξ} \Rightarrow Kx_{εξ} + B \frac{dx_{εξ}}{dt} = M * \left( \frac{d^2 x_{ελσ}}{dt^2} - \frac{d^2 x_{εξ}}{dt^2} \right)$$

Πάιρνοντας τον μετασχηματισμό Laplace προκύπτει η συνάρτηση μεταφοράς του συστήματος:

$$\frac{X_{εξ}}{X_{ελσ}} = \frac{s^2 M}{s^2 M + sB + K} = \frac{s^2}{s^2 + s \frac{B}{M} + \frac{K}{m}}$$

Θέτοντας:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{K}{M}}$$
$$\zeta = \frac{B}{2\sqrt{KM}}$$

έχουμε:

$$\frac{X_{εξ}}{X_{ελσ}} = \frac{1}{s^2 + 2s\zeta\omega_n + \omega_n^2}$$

Όπου  $\omega_n$  η κυκλική φασική συχνότητα και  $\zeta$  ο συντελεστής απόσβεσης του συστήματος. Η  $\omega_n$  είναι η συχνότητα που θα ταλαντωνόταν το σύστημα αν  $B = 0$ .

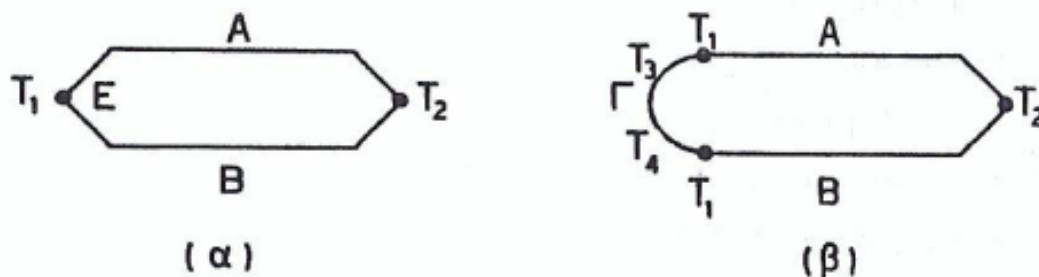
Σελ. 366-8

## 8 Μέτρηση Θερμοκρασίας

### 8.1 Να αναφέρετε και να εξηγήσετε πέντε βασικές ιδιότητες χρήσης θερμοζευγών

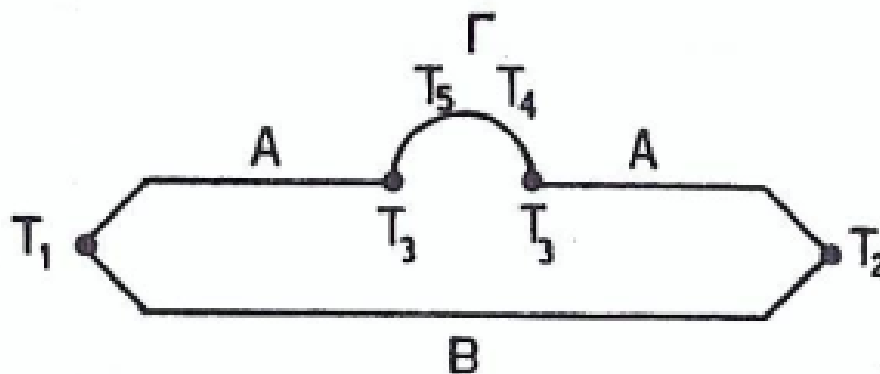
- Αν τα δύο υλικά του θερμοζεύγους είναι ομοιογενή, η θερμοηλεκτρεγερτική του δύναμη δεν εξαρτάται από την θερμοκρασία κανενός σημείου εκτός από τις θερμοκρασίες των ενώσεων 1 και 2.

- Ας υποθέσουμε ότι η θερμοκρασία της ένωσης 1 είναι  $T_1$  και της 2 είναι  $T_2$ , όπως στο σχήμα ;; και η θερμοηλεκτρεγερτική δύναμη είναι  $E$ . Έστω ότι καταστρέφεται η ένωση 1 και μεταξύ των υλικών Α και Β παρεμβάλλεται ένα άλλο υλικό Γ. Αν η θερμοκρασία των νέων ενώσεων ΒΓ και ΑΓ είναι  $T_1$ , τότε η θερμοηλεκτρεγερτική δύναμη θα είναι ίση με  $E$  ακόμα και αν η θερμοκρασία των τμημάτων του Γ έξω από τις ενώσεις ΑΓ και ΒΓ είναι διαφορετική από την  $T_1$ .



Σχήμα 3: Θερμοστοιχείο με τρία υλικά και τρεις ενώσεις

- Αν κοπεί ένα από τα δύο υλικά και παρεβληθεί ένα άλλο υλικό Γ, η ηλεκτρεγερτική δύναμη δεν μεταβάλλεται με την προϋπόθεση ότι οι ενώσεις π.χ. ΑΓ και ΓΑ έχουν την ίδια θερμοκρασία  $T_3$  ακόμη και αν η θερμοκρασία εκτός του Γ έξω από τις ενώσεις είναι διαφορετική από  $T_3$ .



Σχήμα 4: Θερμοστοιχείο με τρία υλικά και τέσσερις ενώσεις

- Έστω ένα θερμοζεύγος παράγει μια θερμοηλεκτρεγερτική δύναμη  $E_1$  όταν οι θερμοκρασίες των ενώσεων 1 και 2 είναι  $T_1$  και  $T_2$  αντίστοιχα. Όταν οι θερμοκρασίες των ενώσεων 1 και 2 είναι  $T_2$  και  $T_3$  αντίστοιχα, έστω η παραγόμενη θερμοηλεκτρεγερτική δύναμη είναι  $E_2$ . Αν οι θερμοκρασίες των ενώσεων 1 και 2 είναι  $T_1$  και  $T_3$  αντίστοιχα, η θερμοηλεκτρεγερτική δύναμη που θα παραχθεί θα είναι  $E_1 + E_2$ .
- Αν η θερμοηλεκτρεγερτική δύναμη μεταξύ των υλικών Α και Γ είναι  $E_{AG}$  και μεταξύ των υλικών Γ και Β είναι  $E_{GB}$  η θερμοηλεκτρεγερτική δύναμη των υλικών Α και Β θα είναι  $E_{AG} + E_{GB}$ .

Σελ. 422-3

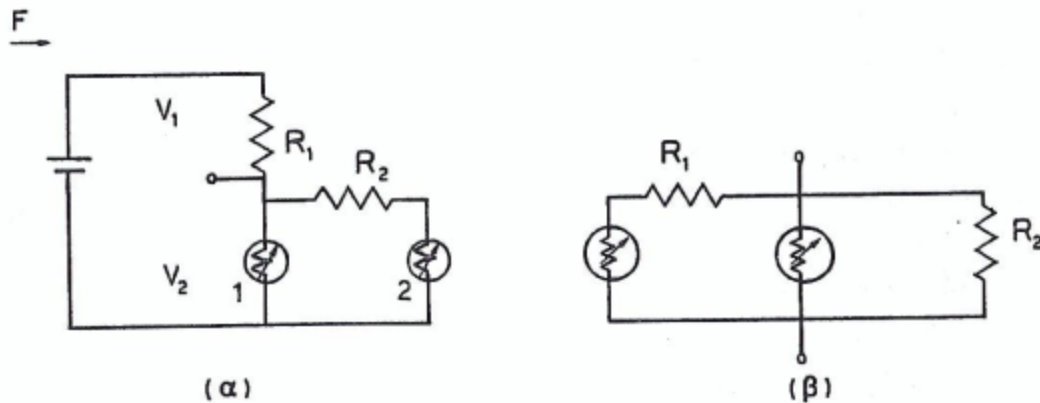
## 8.2 Περιγράψτε τους δύο τρόπους γραμμικοποίησης ενός θερμίστορ

Τα θερμίστορ κατασκευάζονται από οξειδία μετάλλων και η αντίστασή τους μειώνεται καθώς η θερμοκρασία αυξάνει.

Ένας τρόπος γραμμικοποίησης φαίνεται στο σχήμα ;;α. Οι τάσεις  $V_1$  και  $V_2$  εμφανίζουν γραμμική μεταβολή στο μέσον της περιοχής μέτρησης. Η  $V_1$  έχει θετική κλίση και η  $V_2$  αρνητική. Η διάταξη

αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σαν διαιρέτης τάσης που εξαρτάται από τη θερμοκρασία, δηλαδή η  $V_2$  εξαρτάται γραμμικά από τη θερμοκρασία. Η διάταξη στο σχήμα  $\alpha$  χρησιμοποιείται σαν αντίσταση που μεταβάλλεται γραμμικά με τη θερμοκρασία.

(Πώς γίνεται μια ερώτηση θεωρίας να έχει ως απάντηση δύο σχήματα; Πιθανό αλλά μου φαίνεται λίγο περίεργο)



Σχήμα 5: Δύο τρόποι γραμμικοποίησης ενός θερμίστορ

Σελ. 432

**8.3 Ένα θερμοζεύγος έχει τη μία ένωση σε  $25^\circ\text{C}$  και την άλλη σε  $T_1$ . Αν η μετρούμενη τάση είναι  $E_2 = 3,991\text{mV}$  ποιά είναι η τάση στο άκρο  $T_1$ ;**

Μεταξύ  $T_1$  και  $T_2$  υπάρχει θερμοηλεκτρική δύναμη  $E_1 = 3,991\text{mV}$ . Αν θεωρήσουμε  $T_3 = 0^\circ\text{C}$  μεταξύ  $T_2$  και  $T_3$  θα έχουμε  $E_2 = 1,277\text{mV}$  άρα μεταξύ  $T_1$  και  $T_3$  θα έχουμε  $E = E_1 + E_2 = 5,268\text{mV}$  άρα από τον πίνακα  $T_1 = 100^\circ\text{C}$ .

Ασκ. 2, Σελ. 434

## 9 Συστήματα προσαρμογής

**9.1 Ένας μονοπολικός μετατροπέας έχει εύρος μετατροπής  $0 - 25\text{V}$ . Για έξοδο των  $12\text{ bits}$  να υπολογισθεί η διακριτική ικανότητα του μετατροπέα για την περίπτωση του δυαδικού κώδικα και του BCD.**

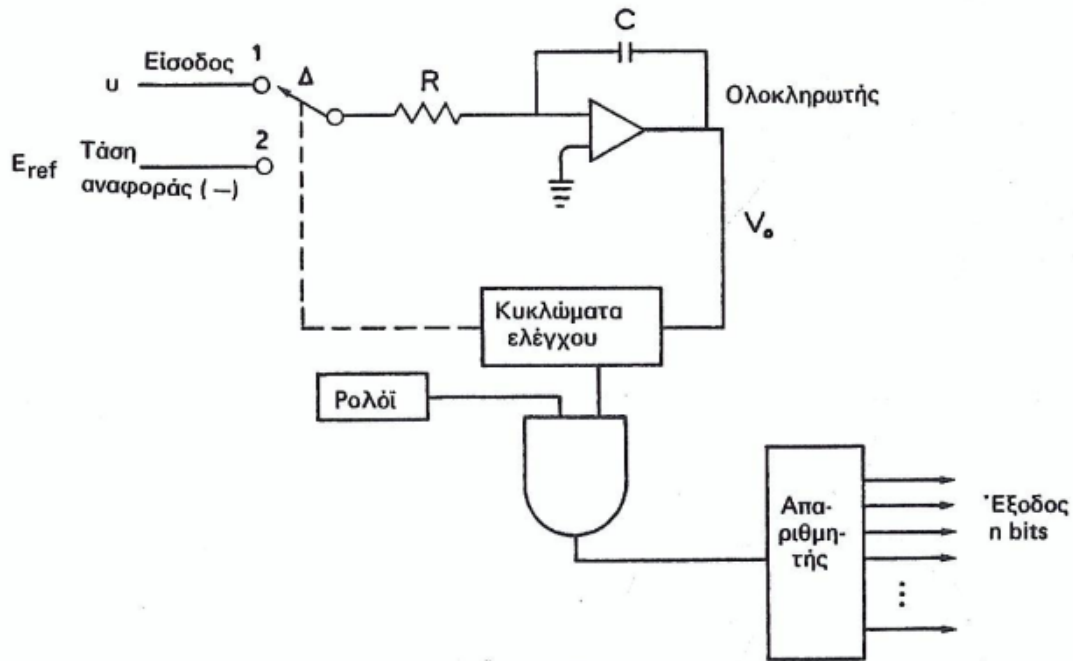
Για την περίπτωση του δυαδικού κώδικα αν ο μετατροπέας έχει  $n\text{ bits}$ , η έξοδος μπορεί να πάρει  $N = 2^n$  διαφορετικές τιμές. Έτσι αν το εύρος μετατροπής είναι  $E$ , η διακριτική ικανότητα του μετατροπέα θα είναι  $E/2^n$ . Στον κώδικα BCD κάθε ψηφίο σε έναν δεκαδικό αριθμό παριστάνεται από  $4\text{ bits}$ . Μετατροπείς που χρησιμοποιούν BCD έχουν αριθμό  $\text{bits}$  που είναι πολλαπλάσιο του 4. Αν ο μετατροπέας BCD έχει  $4\text{ bits}$ , η έξοδος μπορεί να πάρει  $N = 10$  διαφορετικές τιμές ενώ αν έχει  $8\text{ bits}$  η έξοδος μπορεί να πάρει  $N = 100$  διαφορετικές τιμές, άρα η διακριτική ικανότητα για  $12\text{ bits}$  θα είναι  $\Delta E_{BCD} = \frac{2,5}{1000}$ .

9.2 Για τη μετατροπή αναλογικού σήματος  $7V$  χρησιμοποιείται ένας μετατροπέας  $A/D$  κλιμακωτής ανόδου και ένας μετατροπέας  $A/D$  διαδοχικών προσεγγίσεων. Και οι δύο έχουν έξοδο  $10\text{ bit}$ ,  $D/A$  με χρόνο μετατροπής  $2\mu s$  και το εύρος μετατροπής τους είναι  $0-12V$ . Να υπολογισθεί ο χρόνος μετατροπής και των δύο μετατροπέων  $A/D$  αν θεωρήσουμε ότι ο χρόνος μετατροπής τους εξαρτάται μόνο από τον χρόνο μετατροπής του  $D/A$

- Για την κλιμακωτή άνοδο έχουμε ότι  $LSB = \frac{12}{2^{10}} = 11.71875mV$  και εφόσον η έξοδος του  $D/A$  θα αυξάνει συνεχώς κατά την τιμή ενός  $LSB$  μέχρι να φτάσει τα  $7V$ , θα έχουμε  $x = \lfloor \frac{7000}{LSB} \rfloor = 598$  επαναλήψεις, άρα ο χρόνος μετατροπής θα είναι  $598 * 2\mu s = 1.196ms$
- Η τεχνική των διαδοχικών προσεγγίσεων απαιτεί όσες μετατροπές όσα τα  $bits$  στην έξοδο του  $A/D$ , άρα  $x = n = 10$  και  $\Delta t = x * 2\mu s = 20\mu s$

Σελ. 462-3

9.3 Περιγράψτε τη λειτουργία του μετατροπέα  $A/D$  διπλής ολοκλήρωσης



Σχήμα 6: Μετατροπέας A/D διπλής ολοκλήρωσης απλής μορφής

Μόλις δοθεί το ΣΕ ο διακόπτης  $\Delta$  πηγαίνει στη θέση 1. Η ολοκλήρωση διαρκεί για ένα χρονικό διάστημα  $T$  το οποίο μετρείται στον απαριθμητή και αντιστοιχεί σε  $N_1$ .  $N_1$  είναι το μέγιστο περιεχόμενο του απαριθμητή. Μετά την παρέλευση του χρονικού διαστήματος  $T$  η έξοδος του ολοκληρωτή είναι:

$$V_o = -\frac{1}{RC} \int_0^T v dt = -\frac{v}{RC} T$$

Στη συνέχεια ο διακόπτης  $\Delta$  πηγαίνει στη θέση 2 και ο απαριθμητής μηδενίζεται. Έτσι ο απαριθμητής αρχίζει να μετράει από το μηδέν ενώ η έξοδος του ολοκληρωτή μειώνεται γραμμικά δεδομένου ότι η είσοδός του είναι η αρνητική τάση αναφοράς. Όταν μηδενισθεί η έξοδος του ολοκληρωτή τελειώνει η μετατροπή. Το περιεχόμενο  $N_2$  του απαριθμητή είναι η ψηφιακή παράσταση της αναλογικής εισόδου. Η έξοδος του ολοκληρωτή είναι:

$$V_o = -\frac{v}{RC} T + \frac{1}{RC} \int_0^t E_{ref} dt = -\frac{v}{RC} T + \frac{E_{ref}}{RC} t$$

Όταν  $V_o = 0$ , τότε  $t = \frac{v}{E_{ref}} T$  και  $N_2 = \frac{v}{E_{ref}} N_1$ .

Σε αυτόν τον μετατροπέα οι μεταβολές με το χρόνο ή την θερμοκρασία των  $R$ ,  $C$  και της συχνότητας του ρολογιού δεν παίζουν ρόλο (εκτός αν αλλάξουν κατά τη διάρκεια μιας μετατροπής). Η γραμμικότητα αυτού του μετροπέα είναι πολύ καλή, αλλά ο χρόνος μετατροπής είναι πολύ μεγάλος.

Σελ. 464-5

**9.4** Πρόκειται να σχεδιαστεί ένα σύστημα μετατροπής A/D με εύρος μετατροπής  $-10V$  έως  $10V$  και  $10 \text{ bits}$  που μπορεί να μετατρέπει αναλογικά σήματα με μέγιστη ταχύτητα  $5kHz$  και ταχύτητα δειγματοληψίας  $100 \text{ samples/sec}$ . Να υπολογισθεί ο απαιτούμενος χρόνος συγκράτησης του S/H και ο χρόνος μετατροπής του μετατροπέα A/D

$$\Delta E = \frac{20}{2^{10}} = 19,53125 \cdot 10^{-3} \text{ (δεν καταλαβαίνω γιατί αυτό είναι απαραίτητο)}$$

Χρόνος συγκράτησης:

$$\Delta t = \frac{1}{2\pi 5 * 10^3 * 2^{10}}$$

Χρόνος μετατροπής:

$$f_{conv} = \frac{100}{100^{-3}} = 100kHz \Rightarrow \Delta t = \frac{1}{100 * 10^3} = 10^{-5}s$$

Σελ. 467

### 9.5 Για έναν μονοπολικό μετατροπέα $A/D$ με $n$ bits και κύκλωμα συγκράτησης $S/H$ να υπολογίσετε τη μέγιστη συχνότητα που μπορεί να μετατρέψει χωρίς σφάλμα

Έστω πλάτος σήματος  $E_{FS}$ . Αν  $\Delta E$  το αναλογικό σήμα που αντιπροσωπεύει ένα  $LSB$  μετατροπής, τότε η μέγιστη επιτρεπτή μεταβολή του σήματος προς μετατροπή είναι  $\frac{\Delta E}{2}$ . Αν το σήμα εισόδου είναι ημιτονοειδές με πλάτος  $E_{FS}$  και φάση του είναι  $2\pi ft$ , ο μέγιστος ρυθμός μεταβολής εμφανίζεται για  $t = 0$  και είναι  $2\pi f E_{FS}$ . Τότε,  $2 * 2\pi f E_{FS} \leq \Delta E$ . Αφού έχουμε μονοπολικό μετατροπέα,  $\Delta E = \frac{E_{FS}}{2^n}$  άρα έχουμε ότι  $f \leq \frac{1}{4\pi 2^n \Delta t}$  όπου  $\Delta t$  ο χρόνος συγκράτησης του κυκλώματος  $S/H$ .

Σελ. 467

### 9.6 Να εξηγήσετε τη χρησιμότητα ενός κυκλώματος συγκράτησης ( $S/H$ ) και του πολυπλέκτη

Κύκλωμα συγκράτησης: Για να γίνει σωστή η μετατροπή  $A/D$ , η αναλογική είσοδος δεν πρέπει να μεταβάλλεται πάνω από το όριο μεταβολής  $1/2LSB$ . Παρατηρούμε ότι κανονικά, πολύ χαμηλές συχνότητες θα μπορούσαν να μετατραπούν από τους γρηγορότερους μετατροπείς. Για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα, η είσοδος πρέπει να κρατηθεί σταθερή. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται τα κυκλώματα συγκράτησης, τα οποία κρατούν την έξοδό τους σταθερή (είσοδος του μετατροπέα) όταν λαβουν εντολή συγκράτησης. Υπάρχει, βέβαια χρόνος συγκράτησης, όμως είναι πολύ μικρός σε σχέση με το χρόνο μετατροπής, επτρέποντας την μετατροπή υψηλότερων συχνοτήτων.

Πολυπλέκτης: Έαν θέλουμε να μετατρέψουμε πολλά αναλογικά σήματα σε ψηφιακά, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε έναν μετατροπέα  $A/D$  για κάθε σήμα. Όμως αυτή η λύση είναι πολύ ακριβή, για αυτό έναν μετατροπέα  $A/D$  μετά από έναν πολυπλέκτη. Η μετατροπή των σημάτων γίνεται διαδοχικά, με την προϋπόθεση ότι η ταχύτητα δειγματοληψίας που απαιτείται για κάθε σήμα είναι τέτοια, ώστε να προλαβαίνει να ανταποκρίνεται ο μετατροπέας  $A/D$ .

Όταν έρθει η εντολή εκκίνησης στον πολυπλέκτη, η τιμή στην είσοδο των διευθύνσεων τη στιγμή εκείνη καθορίζει ποιά αναλογική είσοδος θα περάσει στην έξοδο, ενώ οι υπόλοιπες αναλογικές εισόδους θα απομονωθούν.

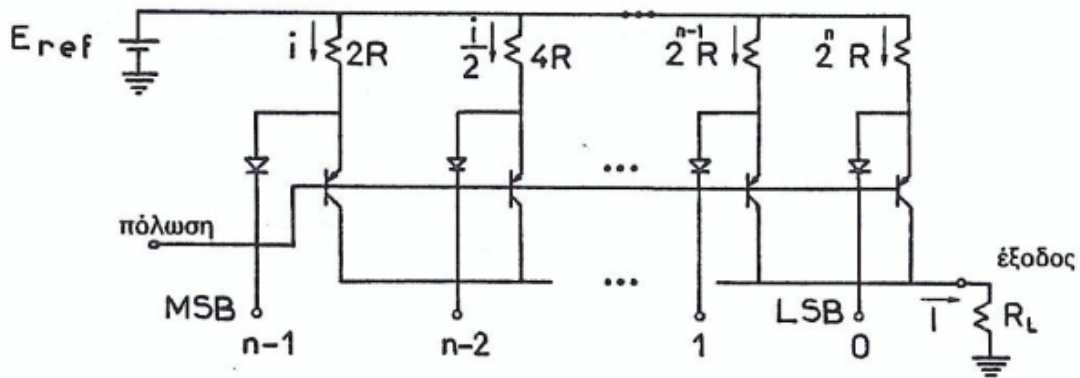
Σελ. 467-8

### 9.7 Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας ενός μετατροπέα $D/A$ ρεύματος

Οι μετατροπείς  $D/A$  ρεύματος λειτουργούν μέσω κυκλωμάτων που δημιουργούν ρεύματα  $i, i/2, i/4$  κλπ. τα οποία αθροίζονται στην έξοδο (Σχήμα ;). Αν μία διόδος συνδεθεί σε λογικό 0, άγει και βραχυκυκλώνει το αντίστοιχο τρανζίστορ από το οποίο δεν περνάει ρεύμα. Αν μία διόδος συνδεθεί σε λογικό 1, δεν άγει και το ρεύμα περνάει από το αντίστοιχο τρανζίστορ. Έτσι, το ρεύμα εξόδου εξαρτάται από την ψηφιακή είσοδο και η τιμή του καθορίζεται από τη σχέση (υποθέτουμε ότι η ψηφιακή λέξη είναι 8bit):

$$I = K E_{ref} (b_7/2 + b_6/4 + b_5/8 + b_4/16 + b_3/32 + b_2/64 + b_1/128 + b_0/256)$$

Σελ. 470-1



Σχήμα 7: Απλός μετατροπέας  $D/A$  ρεύματος. Έχει πολλά μειονεκτήματα, όπως σημαντική εξάρτηση από θερμοκρασία, μεγάλη διαφορά στις τιμές των αντιστάσεων κλπ.

## 9.8 Να περιγραφεί η αρχή λειτουργίας ενός μετατροπέα $D/A$ τάσης

Οι μετατροπείς  $D/A$  μετατρέπουν ένα ψηφιακό σήμα σε αναλογικό συγκρίνοντας την αναλογική τάση που αντιπροσωπεύει το ψηφιακό σήμα με την τάση αναφοράς. Για ψηφιακή λέξη  $8bit$  έχουμε έξοδο:

$$v = KE_{ref} (b_7/2 + b_6/4 + b_5/8 + b_4/16 + b_3/32 + b_2/64 + b_1/128 + b_0/256)$$

Έστω ότι η είσοδος είναι Έστω ότι η είσοδος είναι 00000001. Ένα δυαδικό 1 συνδέει τον αντίστοιχο διακόπτη στη θέση 1 (δηλαδή στο αρνητικό άκρο της πηγής αναφοράς, Σχήμα ;). Έτσι μόνο η 1η αντίσταση συνδέεται στην πηγή αναφοράς ενώ οι άλλες αντιστάσεις συνδέονται στη γη. Κατά συνέπεια η έξοδος θα είναι  $v = -\frac{E_{ref}}{256R}R_o$ . Αν η είσοδος είναι 00000011,  $v = -3\frac{E_{ref}}{256R}R$ .

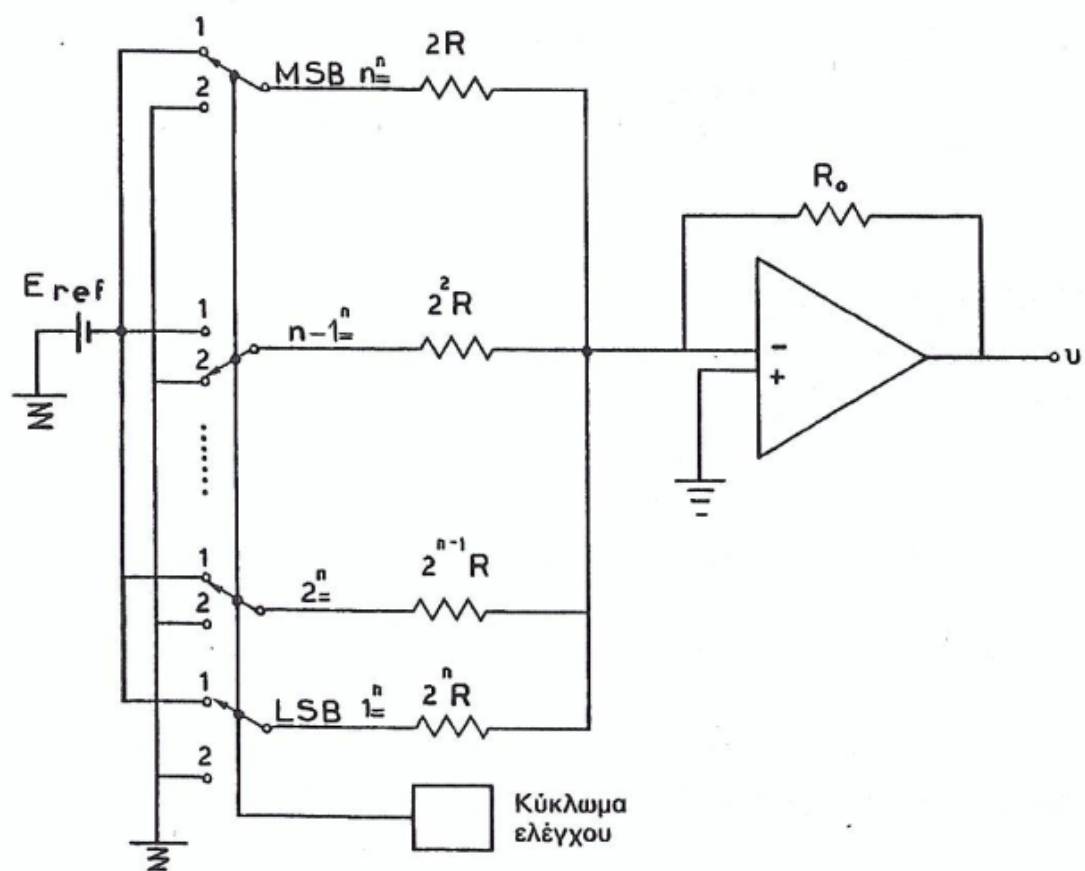
Σελ. 469-70

## 9.9 Τι είναι χρόνος αποκατάστασης σε έναν μετατροπέα $D/A$ ;

Ο χρόνος που μεσολαβεί έως ότου η έξοδος φτάσει την τελική τιμή με ακρίβεια  $\pm 1/2LSB$ . Αυτόν τον χρόνο εννοούμε όταν λέμε χρόνος μετατροπής. Εξαρτάται από το είδος των διακοπών, το είδος των αντιστάτων (αν έχουν αυτεπαγωγή ή όχι) και από τον ενισχυτή εξόδου (αν υπάρχει). Προδιαγράφεται για μια ορισμένη χωρητικότητα στην έξοδο.

Σελ. 473





Σχήμα 8: Μια απλή διάταξη μετατροπέα  $D/A$  τάσης