



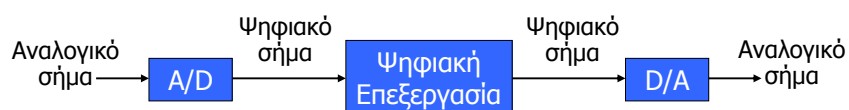
Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Μετατροπή Αναλογικού Σήματος σε Ψηφιακό και Ψηφιακού Σήματος σε Αναλογικό

Επιμέλεια Διαφανειών: Δ. Μπακάλης

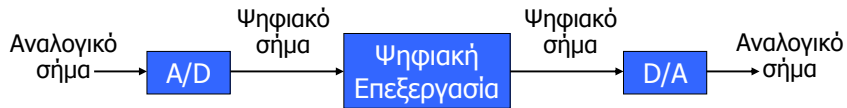
Πάτρα, Φεβρουάριος 2009

Εισαγωγή



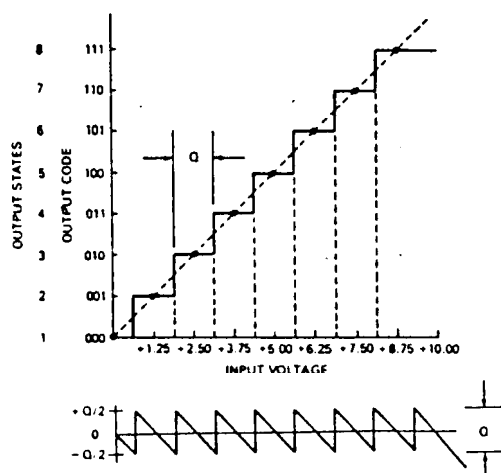
- Η ψηφιακή επεξεργασία και μετάδοση σήματος πλεονεκτεί έναντι της αντίστοιχης αναλογικής λόγω κυρίως της ακρίβειας και της ανοσίας στο θόρυβο.
- Απαιτείται η μετατροπή των αναλογικών σημάτων (π.χ. ακουστικά σήματα) σε ψηφιακή μορφή (ακολουθία από 0 και 1).
- Μετατροπείς αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (Analog-to-Digital Converters – ADCs).
- Μετατροπείς ψηφιακού σήματος σε αναλογικό (Digital-to-Analog Converters – DACs).

Εισαγωγή

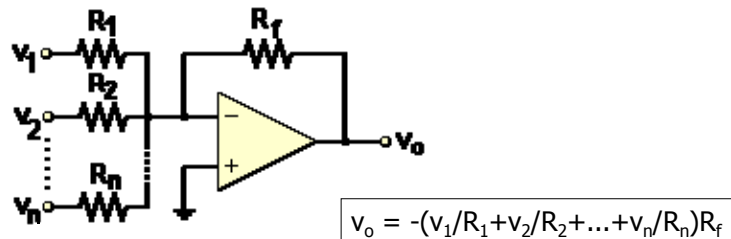


- Η μετατροπή του αναλογικού (ψηφιακού) σήματος στο ψηφιακό (αναλογικό) δημιουργεί μια «αντιστοιχία» ανάμεσα στην τιμή του αναλογικού σήματος και στην ακολουθία 0 και 1 του ψηφιακού σήματος.
- Η μετατροπή από αναλογικό σε ψηφιακό δεν είναι συνεχής αλλά γίνεται κατά διαστήματα (ρυθμός δειγματοληψίας).

Μετατροπή Αναλογικού-σε-Ψηφιακό

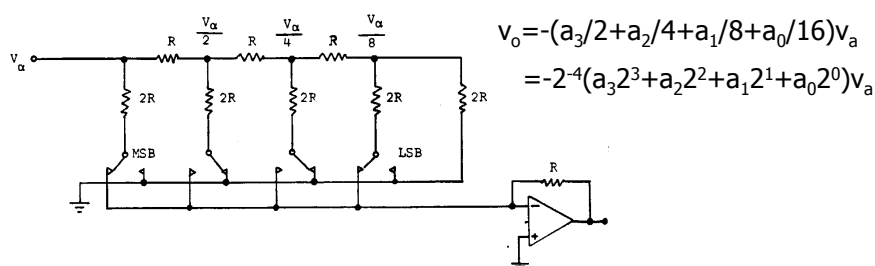


Μετατροπείς D/A



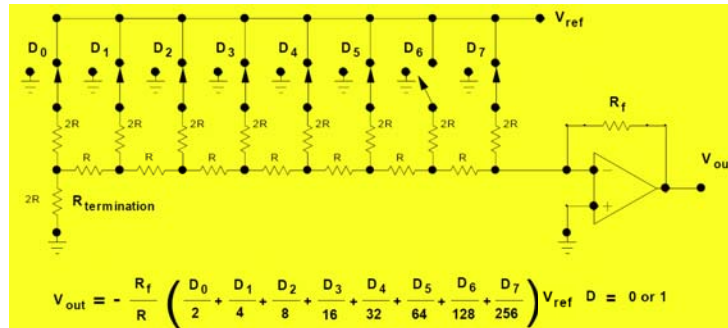
- Οι τιμές των αντιστάσεων επιλέγονται κατάλληλα (διπλάσια η κάθε μία σε σχέση με την προηγούμενη) ώστε να δημιουργούν τα κατάλληλα ρεύματα (μισό σε σχέση με το προηγούμενο).
- Τα ρεύματα αθροίζονται και οδηγούνται στον τελεστικό ενισχυτή.

Μετατροπείς D/A κλίμακας R-2R



- Χρησιμοποιούμε 2 μόνο τιμές αντιστάτων R και 2R.
- Σε κάθε κόμβο η τάση είναι η μισή.
- Σε κάθε αντιστάτη 2R το ρεύμα είναι το μισό.
- Η τάση στην έξοδο είναι ανάλογη του γινομένου της τιμής του ψηφιακού σήματος και της τάσης αναφοράς.

Μετατροπείς D/A κλίμακας R-2R



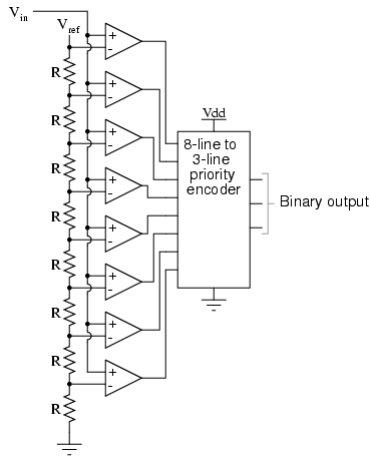
➤ Η τάση στην έξοδο είναι ανάλογη του γινομένου της τιμής του ψηφιακού σήματος και της τάσης αναφοράς.

Μετατροπείς D/A τύπου πολλαπλασιασμού

$$V_o = -V_{ref} (a_{n-1}/2^1 + a_{n-2}/2^2 + \dots + a_1/2^{n-1} + a_0/2^n)$$

- Η τάση εξόδου είναι το γινόμενο της τάσης αναφοράς επί την ψηφιακή είσοδο.
- Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μεταβλητή τάση αναφοράς.
- Όταν η τάση της εξόδου είναι πάντα μικρότερη της μονάδας, τότε το κύκλωμα ονομάζεται «προγραμματιζόμενος εξασθενητής».

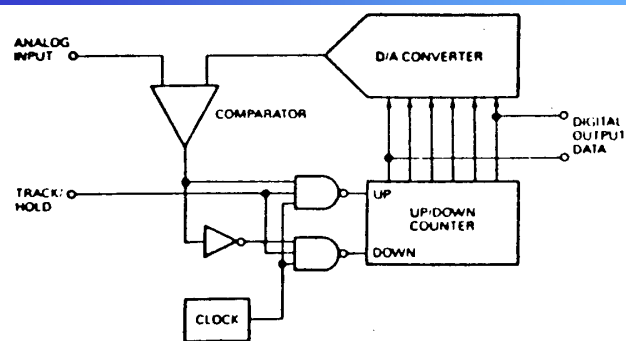
Μετατροπείς A/D παράλληλης μετατροπής



➤ Χρησιμοποιούμε κυκλώματα συγκριτών με πολλές τάσεις αναφοράς που δημιουργούνται από το δίκτυωμα των αντιστατών.

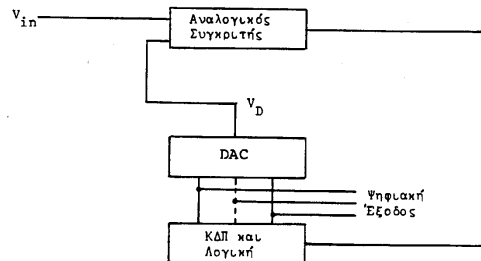
➤ Οδηγούμε τις εξόδους των συγκριτών σε ένα ψηφιακό κύκλωμα το οποίο παράγει μία ακολουθία 0 και 1 για κάθε τιμή του σήματος εισόδου.

Μετατροπείς A/D με σύγκριση με απαριθμηση



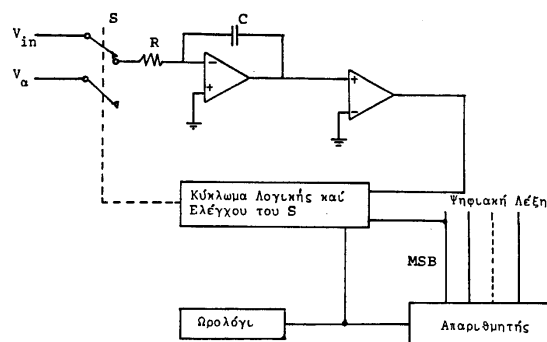
- Όταν ξεκινήσει η διαδικασία της μετατροπής, ο απαριθμητής ξεκινά να απαριθμεί.
- Η έξοδος του απαριθμητή μετατρέπεται σε αναλογικό σήμα μέσω ενός D/A μετατροπέα και οδηγείται σε ένα συγκριτή.
- Η έξοδος του συγκριτή καθοδηγεί την είσοδο επίτρεψης μέτρησης του απαριθμητή.
- Ο χρόνος μετατροπής εξαρτάται από την τιμή του αναλογικού σήματος.

Μετατροπείς A/D διαδοχικών προσεγγίσεων



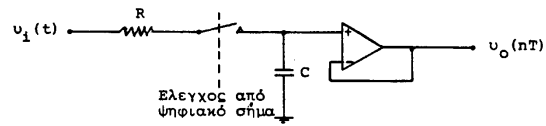
- Ο αναριθμητής αντικαθίσταται από έναν καταχωρητή με κατάλληλη λογική.
- Εφαρμόζεται διαδικασία εκτίμησης και δοκιμής (trial and error).

Μετατροπείς A/D διπλής κλίσεως



- Χρησιμοποιείται κύκλωμα αναλογικού ολοκληρωτή ο οποίος τροφοδοτείται από το αναλογικό σήμα για ορισμένο χρόνο.
- Στη συνέχεια απομακρύνεται το σήμα από την είσοδο του ολοκληρωτή και εφαρμόζεται μία τάση αναφοράς αντίθετης πολικότητας.
- Ο χρόνος για να επανέλθει ο ολοκληρωτής στην αρχική του κατάσταση αποτελεί μέτρο του αναλογικού σήματος και καταγράφεται ως ένας αριθμός παλμών ρολογιού.

Δειγματοληψία - Κράτηση



➤ Το αναλογικό σήμα μετατρέπεται σε μια σειρά παλμών οι οποίοι οδηγούνται στον αναλογικό-σε-ψηφιακό μετατροπέα.

Βιβλιογραφία

1. Ηλεκτρονικά Ψηφιακά Κυκλώματα, Θ. Δεληγιάννης, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, 2005
2. Circuit Simulator (<http://www.falstad.com>)