

## ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ D/A ΚΑΙ A/D

### ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

#### Ερώτηση 11-1

Να ορίσετε την διακριτική ικανότητα, την ακρίβεια και το χρόνο αποκατάστασης ενός μετατροπέα D/A.

#### Απάντηση 11-1

**Διακριτική ικανότητα** είναι ο αριθμός των bits της λέξης εισόδου που χρησιμοποιεί ο μετατροπέας D/A για την παραγωγή του αναλογικού σήματος στην έξοδό του. Όσο μεγαλύτερη είναι η διακριτική του ικανότητα τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των υποδιαιρέσεων της περιοχής τάσης λειτουργίας του και επομένως τόσο μικρότερο το βήμα της τάσης που μπορεί να παράγει.

**Ακρίβεια** είναι η διαφορά της πραγματικής εξόδου από την ιδανική. Καθορίζεται ως ένα ποσοστό της περιοχής τάσης λειτουργίας του μετατροπέα D/A.

**Χρόνος αποκατάστασης** είναι ο χρόνος από τη στιγμή που εφαρμόζεται στις εισόδους του μετατροπέα A/D μια ψηφιακή λέξη μέχρι την εμφάνιση της αντίστοιχης αναλογικής εξόδου του. Ο χρόνος αποκατάστασης αποτελεί ένα μέτρο της ταχύτητας ενός μετατροπέα A/D.

#### Ερώτηση 11-2

Ποια είναι η διακριτική ικανότητα ενός μετατροπέα D/A των 12 bits; Αν η περιοχή τάσης λειτουργίας του είναι 10V, ποια είναι η ελάχιστη μεταβολή της αναλογικής τάσης εξόδου του;

#### Απάντηση 11-2

Η διακριτική ικανότητα είναι 12 bits

$$V_{mes} = \frac{\Delta V}{2^N - 1} = \frac{10 V}{2^{12} - 1} = \frac{10 V}{4096 - 1} = \frac{10 V}{4095} = 0,002442 V \cong 2,4 mV$$

Άρα, η ελάχιστη μεταβολή της αναλογικής τάσης εξόδου είναι 2,4 mV

#### Ερώτηση 11-3

Ενας μετατροπέας D/A των 4 bits παράγει μια τάση εξόδου 8V με ψηφιακή λέξη 1000. Αν η ελάχιστη τάση που παράγει ο μετατροπέας D/A είναι 0V, ποια θα είναι η τάση εξόδου του για την ψηφιακή λέξη εισόδου 1111; Ποια είναι η διακριτική ικανότητα του μετατροπέα D/A;

#### Απάντηση 11-3

$$V_{out} = V_{mes} * (b_0 * 2^0 + b_1 * 2^1 + b_2 * 2^2 + b_3 * 2^3) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{out} = V_{mes} * (0 * 1 + 0 * 2 + 0 * 4 + 1 * 8) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{out} = V_{mes} * 8 \Rightarrow V_{mes} = \frac{V_{out}}{8} = \frac{8 V}{8} \Rightarrow V_{mes} = 1 V$$

Η τάση εξόδου για την ψηφιακή λέξη 1111 θα είναι:

$$V_{out} = V_{mes} * (b_0 * 2^0 + b_1 * 2^1 + b_2 * 2^2 + b_3 * 2^3) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{out} = 1V * (1 * 1 + 1 * 2 + 1 * 4 + 1 * 8) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{out} = 1V * 15 \Rightarrow V_{out} = 15 V$$

Άρα η διακριτική ικανότητα είναι 4 bits.

#### Ερώτηση 11-4

Σε μια εφαρμογή πρέπει να επιλέξετε έναν μετατροπέα D/A με ανάλυση μέτρησης 1V και περιοχή λειτουργίας 0V ως 15V. Να καθορίσετε την διακριτική ικανότητα του μετατροπέα D/A που επιλέξατε.

#### Απάντηση 11-4

$$V_{mes} = \frac{\Delta V}{2^N - 1} \Rightarrow 2^N - 1 = \frac{\Delta V}{V_{mes}} \Rightarrow 2^N = \frac{15V - 0V}{1V} + 1 \Rightarrow 2^N = 15 + 1 \Rightarrow 2^N = 16 \Rightarrow N = 4$$

Η διακριτική ικανότητα του μετατροπέα θα είναι 4 bits.

#### Ερώτηση 11-5

**Να ορίσετε την διακριτική ικανότητα, την ακρίβεια και το χρόνο μετατροπής ενός μετατροπέα A/D.**

#### Απάντηση 11-5

**Διακριτική ικανότητα** είναι ο αριθμός των bits που χρησιμοποιεί ο μετατροπέας A/D για να αναπαραστήσει ένα αναλογικό σήμα. Όσο μεγαλύτερη είναι η **διακριτική του ικανότητα** τόσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των υποδιαίρεσεων της περιοχής της περιοχής τάσης λειτουργίας του και επομένως τόσο μικρότερο το βήμα κβάντισης.

**Ακρίβεια** είναι η διαφορά της πραγματικής εξόδου από την ιδανική. Καθορίζεται ως ένα ποσοστό της περιοχής τάσης λειτουργίας του μετατροπέα A/D.

**Χρόνος μετατροπής** είναι ο χρόνος που απαιτείται για την ψηφιοποίηση της αναλογικής τάσης που εφαρμόζεται στην είσοδο του μετατροπέα A/D. Ο χρόνος μετατροπής είναι συνήθως ανάλογος του αριθμού των bits του μετατροπέα.

#### Ερώτηση 11-6

**Ποια είναι η διακριτική ικανότητα ενός μετατροπέα A/D των 12 bits; Αν η συνολική τάση εισόδου του είναι 10V, ποιο είναι το βήμα κβάντισης του μετατροπέα A/D;**

#### Απάντηση 11-6

Η διακριτική ικανότητα είναι 12 bits.

Το βήμα κβάντισης του μετατροπέα θα είναι:

$$q = \frac{\Delta V}{2^N - 1} = \frac{10V}{2^{12} - 1} = \frac{10V}{4095} = 0,002442V \approx 2,4mV$$

#### Ερώτηση 11-7

**Ενας μετατροπέας A/D των 4 bits παράγει για τάση εισόδου 1V την ψηφιακή λέξη 1000. Αν η ελάχιστη τάση που ψηφιοποιεί ο μετατροπέας A/D είναι 0V, ποια θα είναι η ψηφιακή του έξοδος για την τάση εισόδου των 1,25V; Να βρείτε το βήμα κβάντισης του μετατροπέα A/D;**

#### Απάντηση 11-7

$$V_{in} = q * (b_0 * 2^0 + b_1 * 2^1 + b_2 * 2^2 + b_3 * 2^3) \Rightarrow V_{in} = q * (0 * 1 + 0 * 2 + 0 * 4 + 1 * 8) \Rightarrow \\ \Rightarrow 1V = q * 8 \Rightarrow q = \frac{1V}{8} \Rightarrow q = 0,125V$$

Το βήμα κβάντισης είναι 0,125

Για την τάση των 1,25V η ψηφιακή έξοδος θα είναι:

$$V_{in} = q * (b_0 * 2^0 + b_1 * 2^1 + b_2 * 2^2 + b_3 * 2^3) \Rightarrow \\ \Rightarrow 1,25V = 0,125 * (b_0 * 2^0 + b_1 * 2^1 + b_2 * 2^2 + b_3 * 2^3) \Rightarrow \\ b_0 * 2^0 + b_1 * 2^1 + b_2 * 2^2 + b_3 * 2^3 = \frac{1,25V}{0,125V} \Rightarrow \\ b_0 * 2^0 + b_1 * 2^1 + b_2 * 2^2 + b_3 * 2^3 = 10$$

Επομένως η ψηφιακή έξοδος θα είναι:

$$10_{10} = 1010_2$$

Ερώτηση 11-8

Αν η ελάχιστη είσοδος ενός μετατροπέα A/D είναι 0V και η μέγιστη 10V, ποια διακριτική ικανότητα πρέπει να έχει ο μετατροπέας A/D ώστε το βήμα κβάντισης να είναι μικρότερο από 20mV;

Απάντηση 11-8

$$q = \frac{\Delta V}{2^N - 1} \Rightarrow 2^N - 1 = \frac{\Delta V}{q} \Rightarrow 2^N > \frac{\Delta V}{q} + 1 = \frac{10 V}{0,02 V} + 1 = 500 + 1 \Rightarrow 2^N > 501$$

Επομένως η διακριτική ικανότητα θα είναι 9 ( $2^9 = 512$ )

Ερώτηση 11-9

Σε μια εφαρμογή πρέπει να επιλέξετε έναν μετατροπέα A/D με βήμα κβάντισης 1V και περιοχή τάσης λειτουργίας 0V ως 15V. Να καθορίσετε την διακριτική ικανότητα του μετατροπέα A/D που θα επιλέξετε.

Απάντηση 11-9

$$q = \frac{\Delta V}{2^N - 1} \Rightarrow 2^N - 1 = \frac{\Delta V}{q} \Rightarrow 2^N = \frac{15V - 0V}{1V} + 1 \Rightarrow 2^N = 15 + 1 \Rightarrow 2^N = 16 \Rightarrow N = 4$$

Επομένως η διακριτική ικανότητα θα είναι 4

Ερώτηση 11-10

Σε μια εφαρμογή μέτρησης θερμοκρασίας του περιβάλλοντος θέλουμε την ψηφιοποίηση της εξόδου ενός κυκλώματος προσαρμογής ενός αισθητήρα θερμοκρασίας. Η περιοχή θερμοκρασιών που θέλουμε να μετρήσουμε είναι από  $-30^\circ\text{C}$  έως  $+70^\circ\text{C}$  σε βήματα των  $1^\circ\text{C}$ . Ποια η διακριτική ικανότητα του μετατροπέα A/D που θα επιλέξουμε για την εφαρμογή αυτή;

Απάντηση 11-10

$$q = \frac{\Delta V}{2^N - 1} \Rightarrow 2^N - 1 = \frac{\Delta V}{q} \Rightarrow 2^N = \frac{70^\circ\text{C} - (-30^\circ\text{C})}{1^\circ\text{C}} + 1 \Rightarrow 2^N = 100 + 1 \Rightarrow 2^N = 101$$

Επομένως η διακριτική ικανότητα θα είναι 7 ( $2^7 = 128$ )

Ερώτηση 11-11

Σε μια εφαρμογή κατασκευής μιας ηλεκτρονικής ψηφιακής ζυγαριάς θέλουμε να ψηφιοποιείται η έξοδος του αισθητήρα ζύγισης. Αν η ζυγαριά πρέπει να ζυγίζει βάρη ως 120 Kgr σε βήματα του 0,5 Kgr, ποια η διακριτική ικανότητα του μετατροπέα A/D που θα επιλέξουμε;

Απάντηση 11-11

$$q = \frac{\Delta V}{2^N - 1} \Rightarrow 2^N - 1 = \frac{\Delta V}{q} \Rightarrow 2^N = \frac{120 Kgr}{0,5gr} + 1 \Rightarrow 2^N = 240 + 1 \Rightarrow 2^N = 241$$

Επομένως η διακριτική ικανότητα θα είναι 8 ( $2^8 = 256$ )