

# **ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ**

Δρ. Δ. Λαμπάκης  
(1<sup>η</sup> σειρά διαφανειών)

# Εισαγωγή

→ Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα, ιδιαίτερα τα ψηφιακά χρησιμοποιούνται για την **υλοποίηση λογικών συναρτήσεων** και την **αποθήκευση** ψηφιακών δεδομένων.

Τυπικά παραδείγματα τέτοιων κυκλωμάτων αποτελούν οι λογικές πύλες, οι μικρο-επεξεργαστές και οι ημιαγωγικές μνήμες.

→ Ψηφιακά ηλεκτρονικά κυκλώματα χρησιμοποιούνται επίσης για τη **μετάδοση** της πληροφορίας και την **αλληλεπίδραση** με τα φυσικά μεγέθη του περιβάλλοντος (αναλογικά σήματα)

# Εισαγωγή

Τα ψηφιακά κυκλώματα διαχειρίζονται την πληροφορία ως μία σειρά από διακριτά “ψηφία” σε αντίθεση με τα αναλογικά κυκλώματα, τα οποία επεξεργάζονται μεγέθη από ένα συνεχές πεδίο τιμών.

Η πλειοψηφία των ψηφιακών συστημάτων χρησιμοποιεί δύο μόνον “ψηφία”, υλοποιώντας τη δυαδική λογική.

Στα ψηφιακά ηλεκτρονικά κυκλώματα κάθε δυαδικό ψηφίο (λογική κατάσταση 0 και 1) αντιπροσωπεύεται από μία φυσική ποσότητα τάσης ή ρεύματος.

# Εισαγωγή

Για την αποφυγή σφαλμάτων λόγω της αναπόφευκτης παρουσίας θορύβου σε κάθε ψηφιακό κύκλωμα, η τάση ή το ρεύμα που αντιστοιχεί σε κάθε δυαδικό στοιχείο δεν έχει μία συγκεκριμένη τιμή· αντιθέτως, κάθε λογική κατάσταση αντιστοιχεί σε μία **προκαθορισμένη περιοχή** τιμών τάσης ή ρεύματος.

Οι περιοχές αυτές προσδιορίζουν τις **λογικές στάθμες** των δύο ψηφίων.

Τα ψηφιακά κυκλώματα λειτουργούν με τέτοιο τρόπο, ώστε να απορρίπτεται κάθε προστιθέμενος θόρυβος, εφόσον αυτός είναι μικρότερος από ένα προκαθορισμένο επίπεδο.

# Εισαγωγή

Π.χ. αν στην ονομαστική στάθμη τάσης  $V_0$  του λογικού ψηφίου 0 προστεθεί θόρυβος  $V_N$ , το αποτέλεσμα  $V_0+V_N$  θα εξακολουθήσει να αντιπροσωπεύει το ψηφίο 0, εάν συνεχίζει να βρίσκεται μέσα στην προκαθορισμένη περιοχή τιμών του ψηφίου 0.

Αν το  $V_0+V_N$  οδηγηθεί στην είσοδο ενός ψηφιακού κυκλώματος, το αποτέλεσμα στην έξοδο θα έχει αποκατασταθεί στην τιμή  $V_0$ , ή αλλιώς θα έχει **αναγεννηθεί**.

Η **αναγέννηση** του ψηφιακού σήματος μεταξύ των διαφόρων βαθμίδων των ψηφιακών κυκλωμάτων είναι σημαντική ιδιότητα, που **αποτρέπει** τη συσσώρευση των επιδράσεων του θορύβου πάνω στο σήμα και **εμποδίζει** τη μετάδοση των αλλοιώσεων στις επόμενες βαθμίδες.

# Εισαγωγή

Τα ψηφιακά ηλεκτρονικά κυκλώματα αντλούν την απαιτούμενη ενέργεια για τη λειτουργία τους και την αναγέννηση του σήματος μέσω δύο γραμμών τροφοδοσίας.

Η θετικότερη συμβολίζεται με  $V_{CC}$ , ενώ η αρνητικότερη (γείωση – GND) αποτελεί συνήθως (όχι πάντοτε) την τάση αναφοράς (0 Volt) του συστήματος.

Τα ψηφιακά κυκλώματα χρησιμοποιούν ημιαγωγούς (τρανζίστορ) ως ενεργά στοιχεία-διακόπτες για την υλοποίηση της δυαδικής λογικής.

Τα τρανζίστορ αυτά λειτουργούν συνήθως σε καταστάσεις αγωγής-αποκοπής ("ON" και "OFF").

Στα σύγχρονα ολοκληρωμένα ψηφιακά κυκλώματα χρησιμοποιούνται κυρίως τρανζίστορ CMOS, λόγω του μεγάλου βαθμού ολοκλήρωσης που επιτρέπουν, ενώ τρανζίστορ διπολικής επαφής (BJT) χρησιμοποιούνται σε εξειδικευμένα κυκλώματα πολύ υψηλής ταχύτητας.

# Εισαγωγή

Η μετάδοση της ψηφιακής πληροφορίας μεταξύ των βαθμίδων των ψηφιακών κυκλωμάτων, είτε αυτές βρίσκονται εντός του ιδίου ολοκληρωμένου κυκλώματος είτε σε διαφορετικά ολοκληρωμένα κυκλώματα, προϋποθέτει την **κωδικοποίηση** των λογικών καταστάσεων σε ποσότητες τάσης ή ρεύματος.

Η κωδικοποίηση αυτή μπορεί να είναι **μονοπολική** (unipolar) ή **διπολική** (bipolar).

→ Στη μονοπολική αναπαράσταση οι δύο λογικές καταστάσεις κωδικοποιούνται σε παρουσία ή όχι της φυσικής ποσότητας (π.χ. λογικό 1 = 5V, λογικό 0 = 0V).

→ Στη διπολική αναπαράσταση οι λογικές καταστάσεις αντιπροσωπεύονται από συμμετρικά αντίθετες τιμές (π.χ. λογικό 1 = +2mA, λογικό 0 = -2mA).

# Εισαγωγή

Η μετάδοση της δυαδικής πληροφορίας από το ένα ψηφιακό κύκλωμα στο άλλο επιτυγχάνεται μέσω ενός αγωγού, ο οποίος διασυνδέει την έξοδο του κυκλώματος αποστολής (**οδηγόν κύκλωμα - driver**) με την είσοδο του κυκλώματος λήψης (**οδηγούμενο κύκλωμα - receiver**).

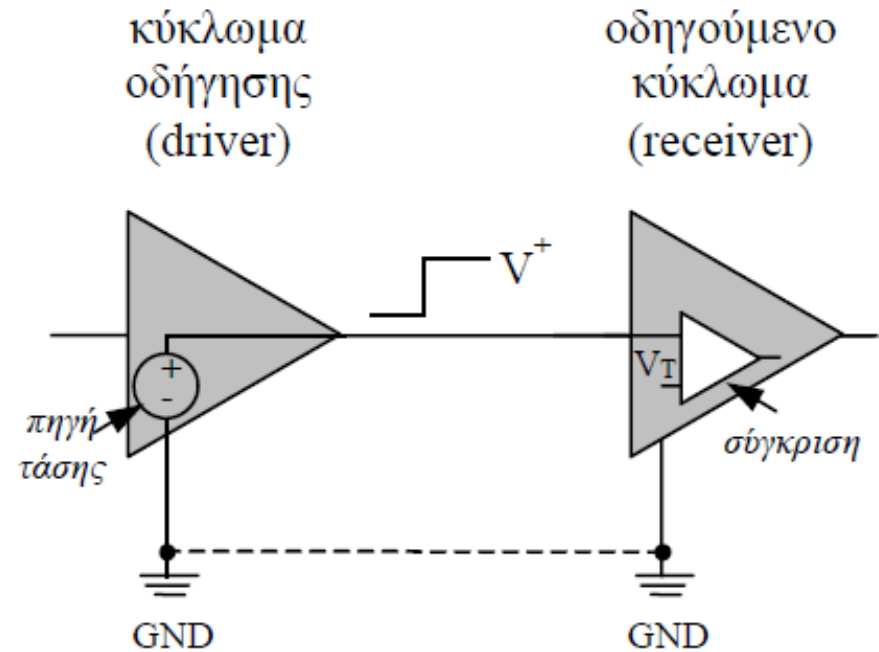
Ο αγωγός μπορεί να βρίσκεται πάνω σε τυπωμένο κύκλωμα ή να αποτελείται από κάποιο είδος καλωδίου.

Η μετάδοση ενός σήματος συμβαίνει στην πραγματικότητα μέσω **ζεύγους αγωγών** (ακόμα κι όταν αυτό δεν είναι φανερό, π.χ. στο τυπωμένο κύκλωμα, όπου ο δεύτερος αγωγός είναι η κοινή γείωση μεταξύ οδηγούντος και οδηγούμενου κυκλώματος).



# Εισαγωγή

Κατά τη μετάδοση μέσω τάσης το οδηγόν κύκλωμα εισάγει στον αγωγό διασύνδεσης μία στάθμη τάσης. Το κύκλωμα λήψης συγκρίνει την τάση αυτή με μία *τάση κατωφλίου* και εξάγει τη λογική κατάσταση του εισερχόμενου σήματος.

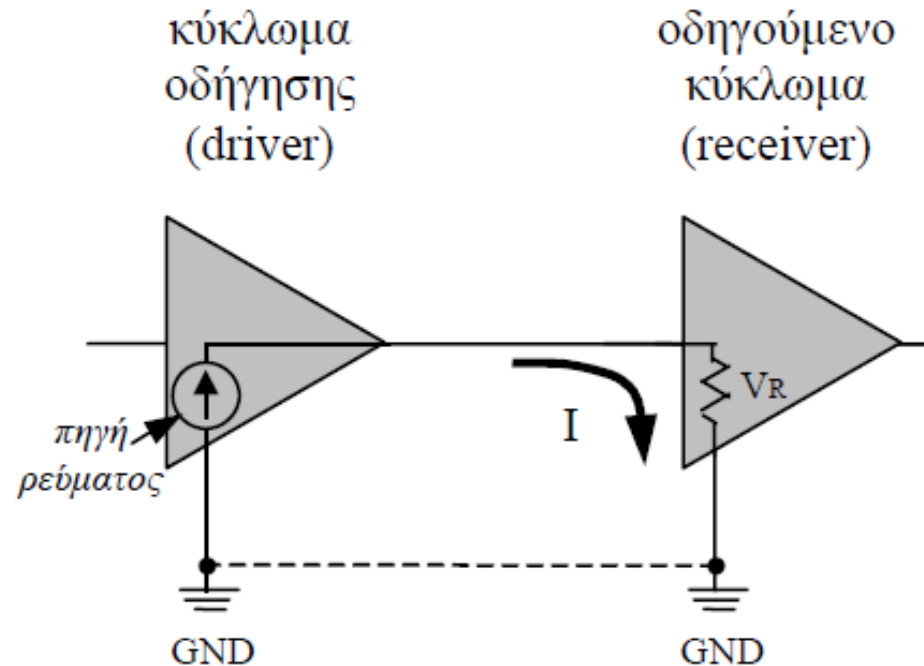


Η τάση κατωφλίου βρίσκεται συνήθως στο μέσον μεταξύ χαμηλής και υψηλής στάθμης. Η γείωση χρησιμοποιείται ως κοινή στάθμη αναφοράς, τόσο για τη στάθμη του μεταδιδόμενου σήματος, όσο και για την τάση κατωφλίου στο κύκλωμα λήψης.

# Εισαγωγή

Παρόμοια είναι και η μετάδοση μέσω ρεύματος, το οποίο κυκλοφορεί στον αγωγό διασύνδεσης ανάλογα με το μεταδιδόμενο ψηφίο.

Εδώ, το ρεύμα οδηγείται σε μία αντίσταση στο κύκλωμα λήψης και η τάση που αναπτύσσεται στα άκρα αυτής της αντίστασης χρησιμοποιείται για την εξαγωγή της κατάστασης του εισερχόμενου ψηφίου.



## ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Τα προηγούμενα παραδείγματα μετάδοσης χρησιμοποιούν έναν αγωγό (και τη γείωση) για τη μετάδοση του σήματος (single-ended transmission).

# Εισαγωγή

Μία εναλλακτική μέθοδος για τη μετάδοση ενός σήματος αποτελεί η **διαφορική μετάδοση** (differential transmission).

Η διαφορική μετάδοση χρησιμοποιεί δύο αγωγούς για τη μετάδοση ενός σήματος, με κάθε αγωγό να μεταφέρει το συμπληρωματικό σήμα του άλλου.

Η διαφορική μετάδοση παρουσιάζει **μεγαλύτερη** ανοχή στον θόρυβο.

# Βιβλιογραφία

**“CAD & ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ” Α. ΚΑΡΑΓΚΟΥΝΗΣ, Γ. ΒΕΛΝΤΕΣ, ΤΕΙ ΛΑΜΙΑΣ**

**ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ “Βασικές Έννοιες  
Ψηφιακών Κυκλωμάτων” Δ.Λιούπης – Μ.Στεφανιδάκης,  
Πανεπιστήμιο Πατρών**