

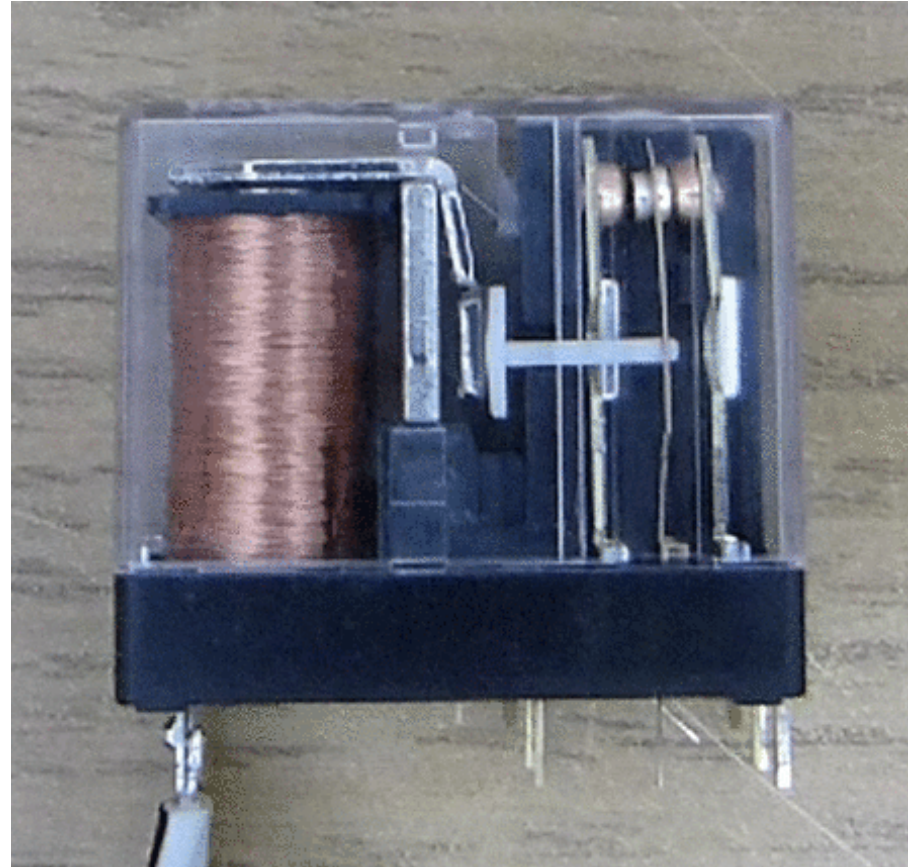
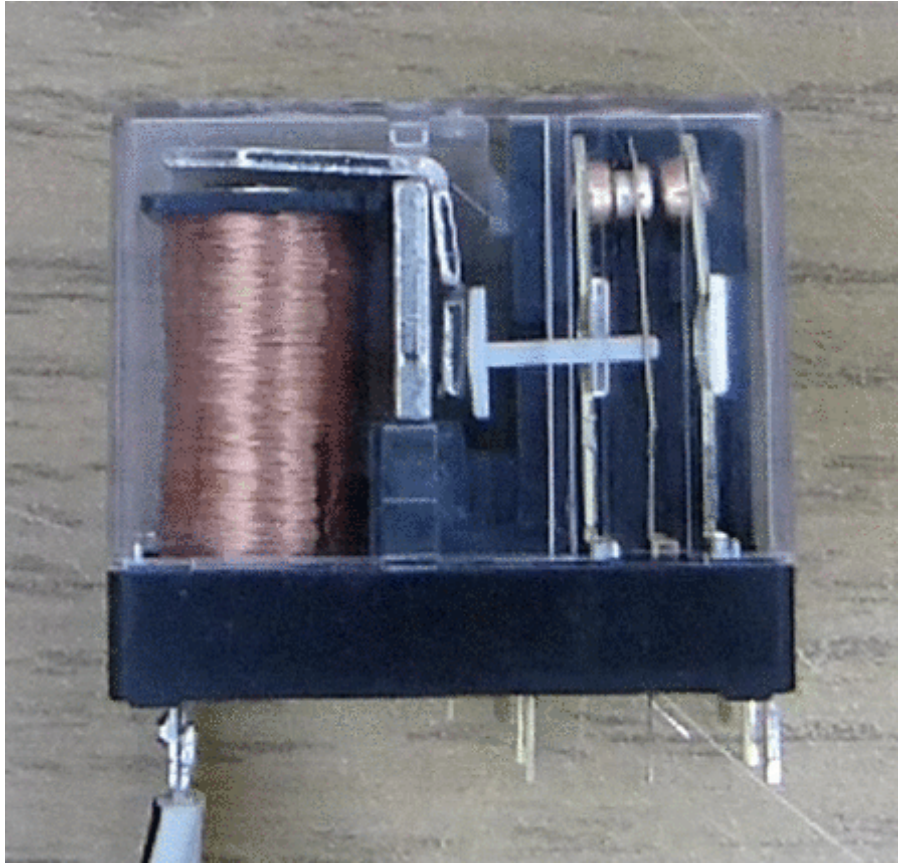
Ηλεκτρονόμοι, Αποκωδικοποιητές, Αναλογικά vs. Ψηφιακά

02b (§ 2.9 - 2.14) – 18 Οκτ. 2021 – Μανόλης Κατεβαίνης

Γιά Συνθέσιμα Ψηφιακά Κυκλ.: Ηλεκτρική Είσοδος

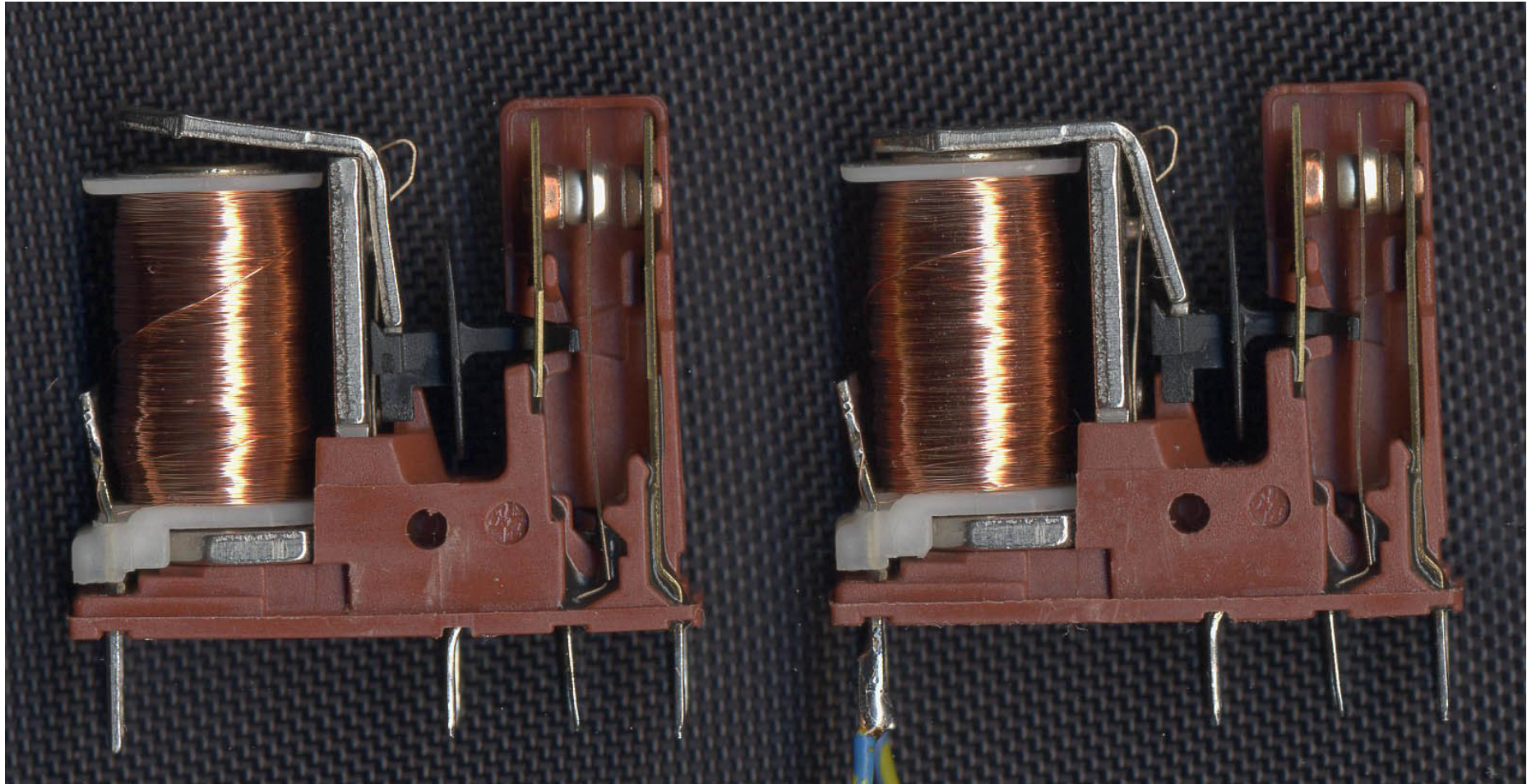
- Μέχρι τώρα: Είσοδος=δάκτυλο, Έξοδος=φώς
 - Είσοδοι Πληροφ. (ανεξάρτητες μτβλ): δάκτυλα πιέζουν διακόπτες
 - Έξοδοι Πληροφορίας (συναρτήσεις των εισόδων): λαμπίτσες
 - Δοθέντων των κυκλωμάτων $f(A)$, $g(B)$, πολύ δύσκολο το $g(f(x))$
- Γιά Συνθέσιμα κυκλώματα, θέλουμε εισόδους και εξόδους της ίδιας μορφής – π.χ. ηλεκτρικό ρεύμα/τάση και τα δύο
 - π.χ. τώρα: με ηλεκτρονόμους (ηλεκτρομαγνητικούς διακόπτες)
 - αμέσως μετά: όπως κανονικά chips, με τρανζίστορες CMOS

Ηλεκτρονόμοι (Relays): Διακόπτες ελεγχ. από ηλ/μαγν.

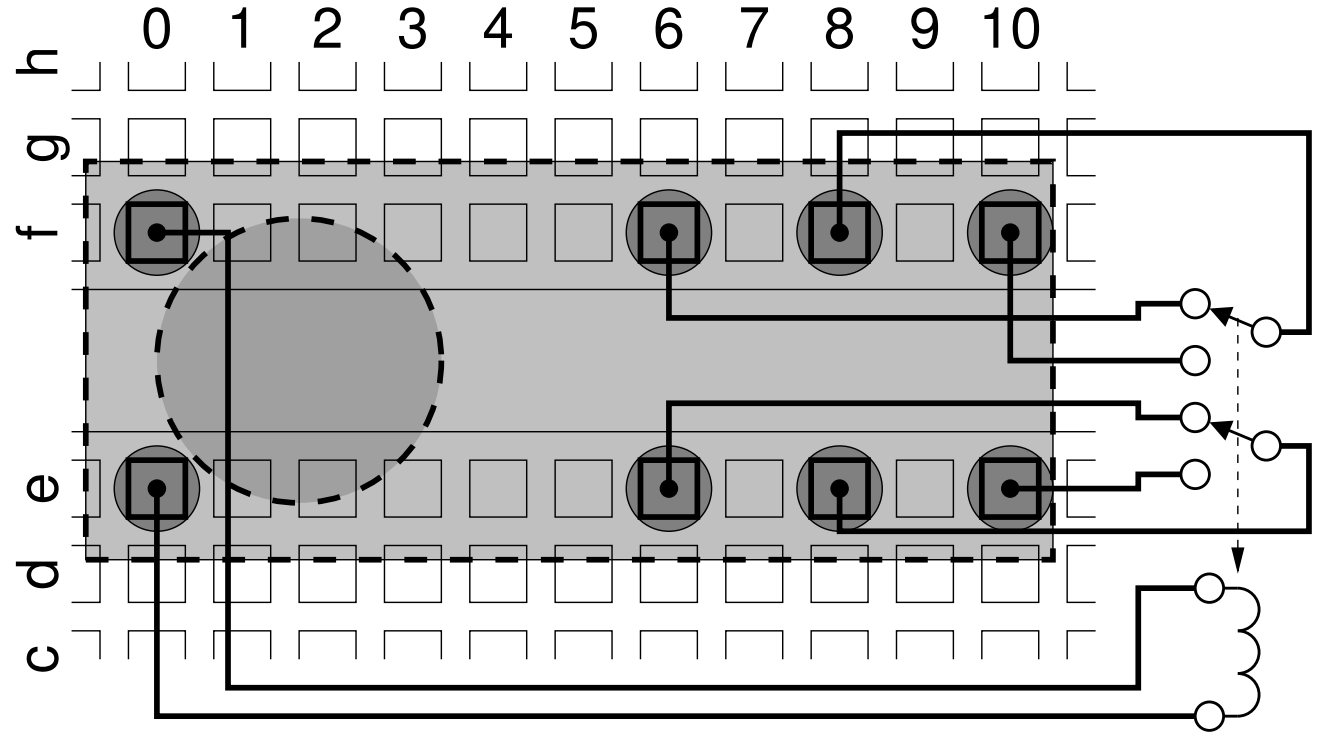
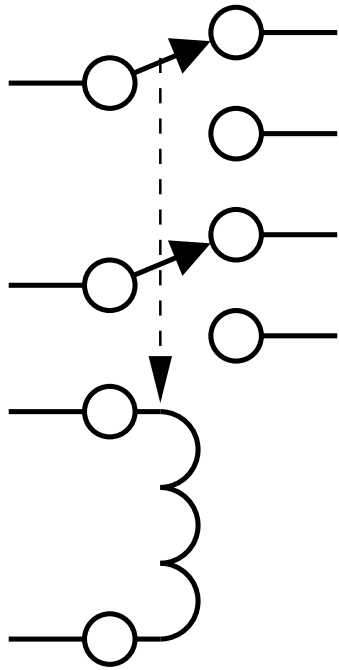


- Ρεύμα στο πηνίο κινεί τους (ηλ. μονωμένους) διακόπτες

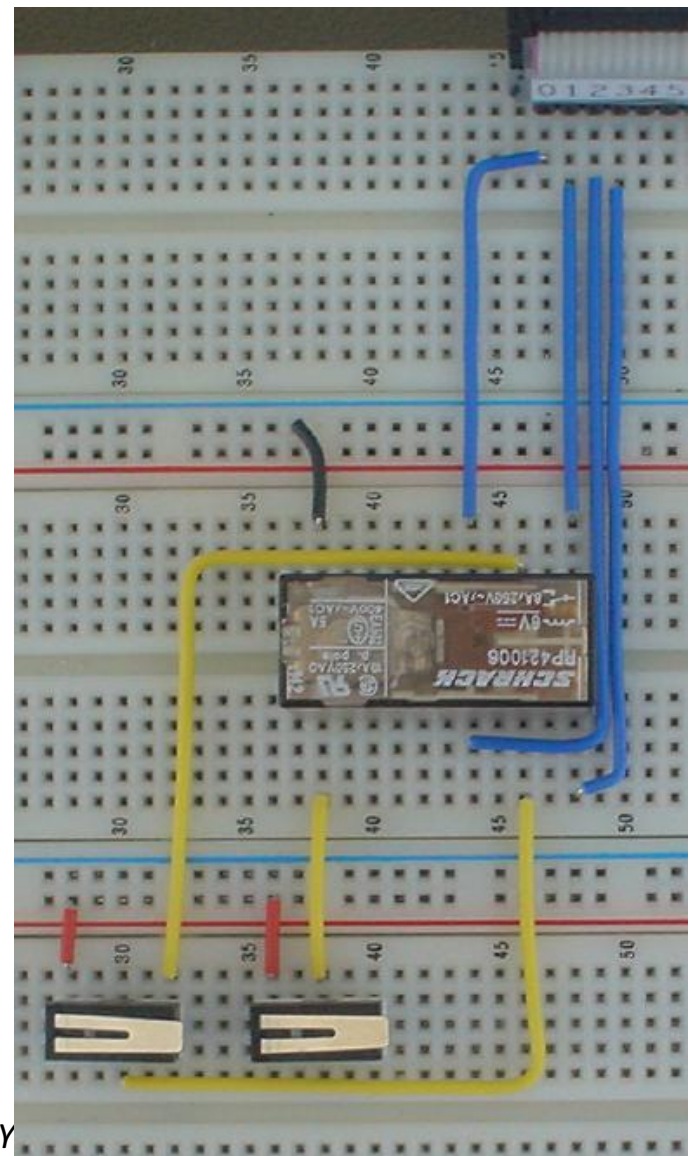
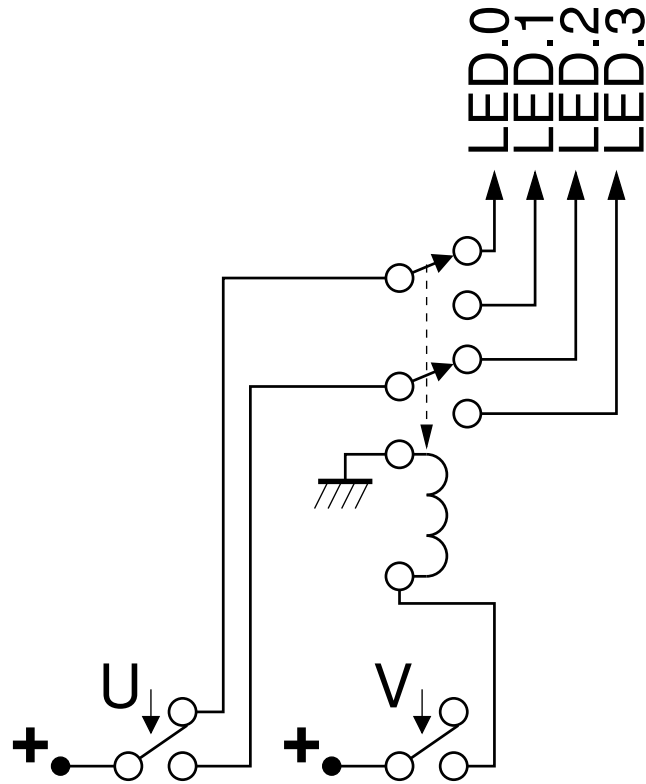
Οι Ηλεκτρονόμοι του Εργαστηρίου μας



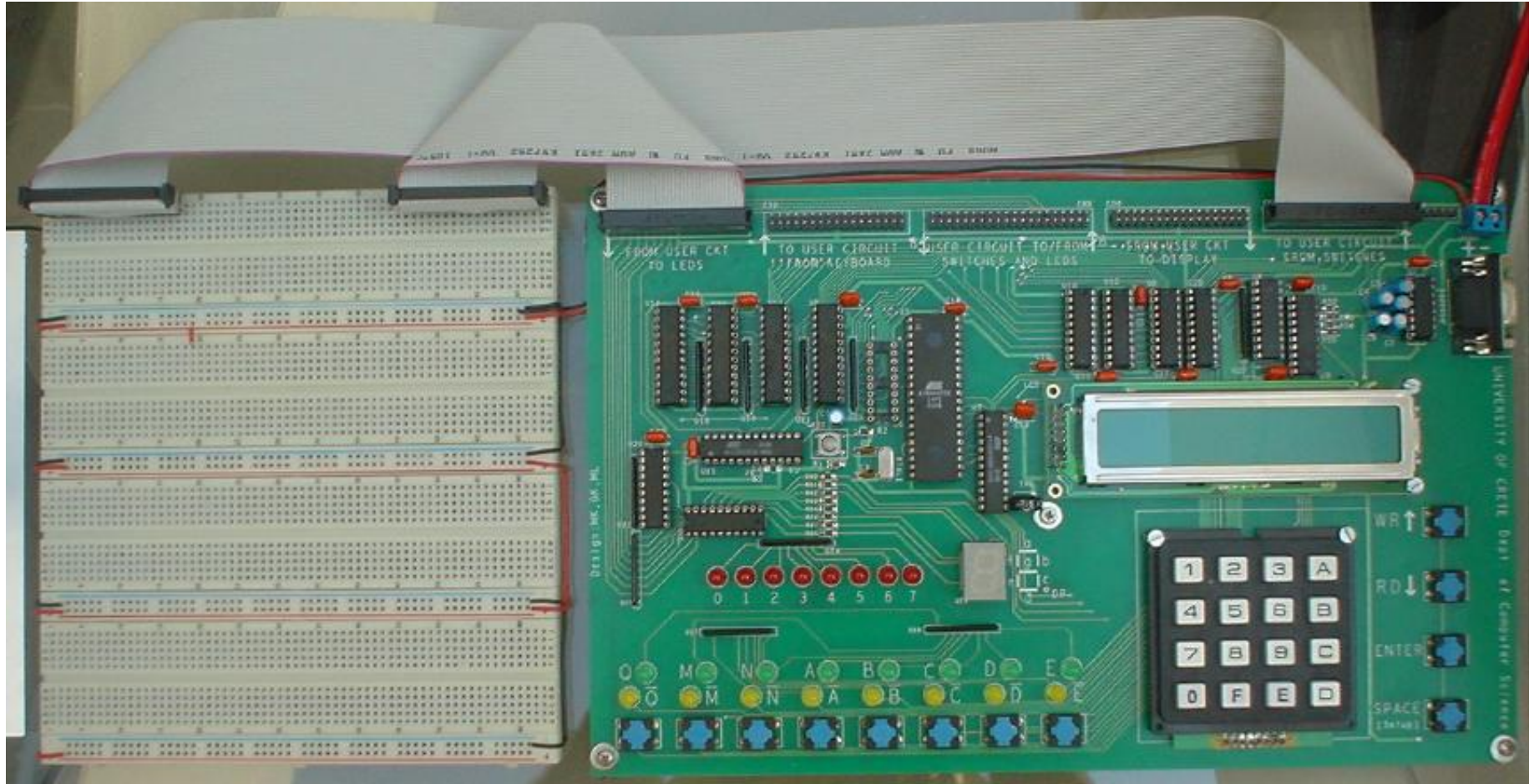
Σύμβολο και συνδεσμολογία Ηλεκτρονόμου



Αποκωδικοποιητής 2-σε-4 με Ηλεκτρονόμους



Η Πλακέτα Εισόδων/Εξόδων στο Εργαστήριο



Συνδέσεις με την Πλακέτα Εισόδων/Εξόδων

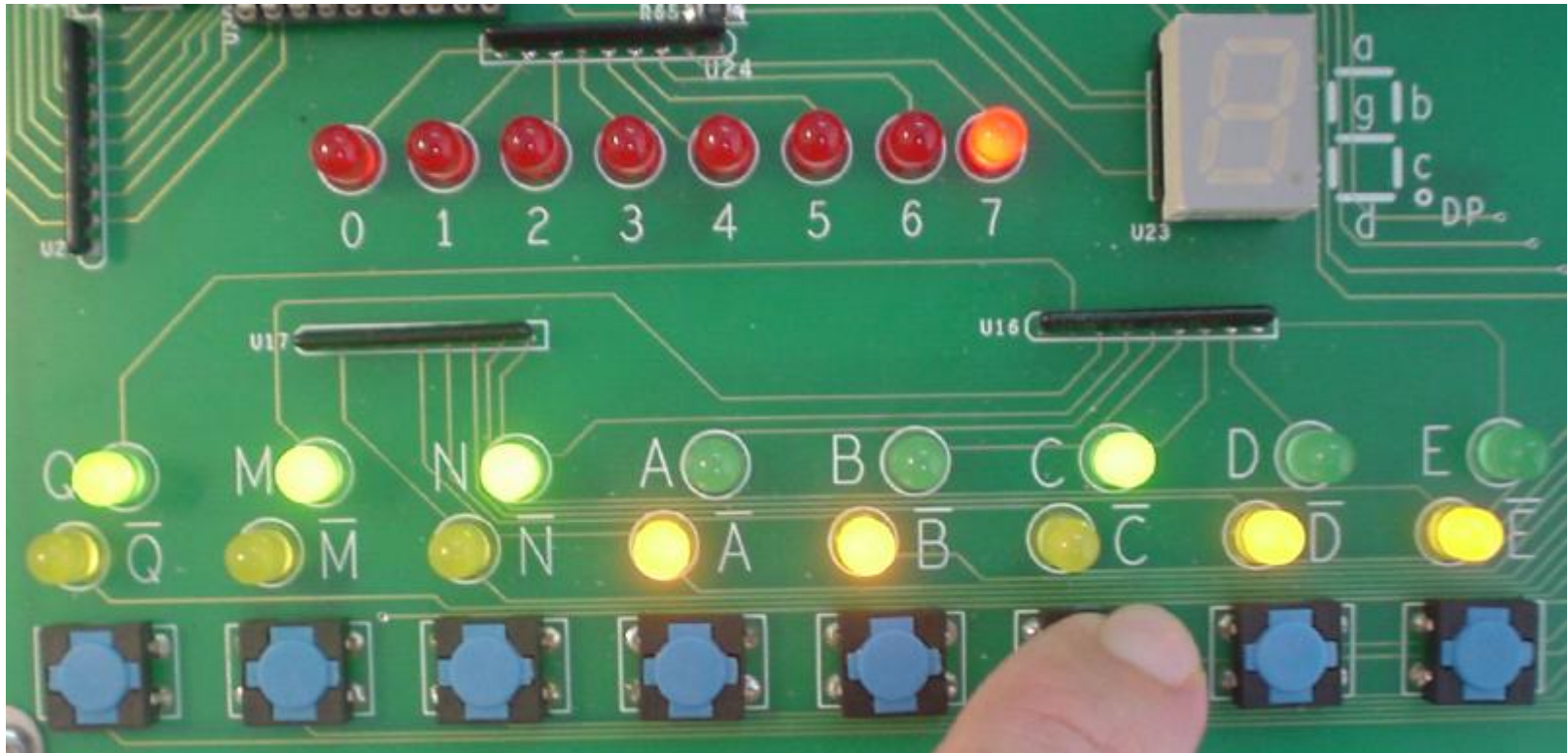


- Έξοδοι από δεξιά διακόπτες
- Είσοδοι προς breadboard



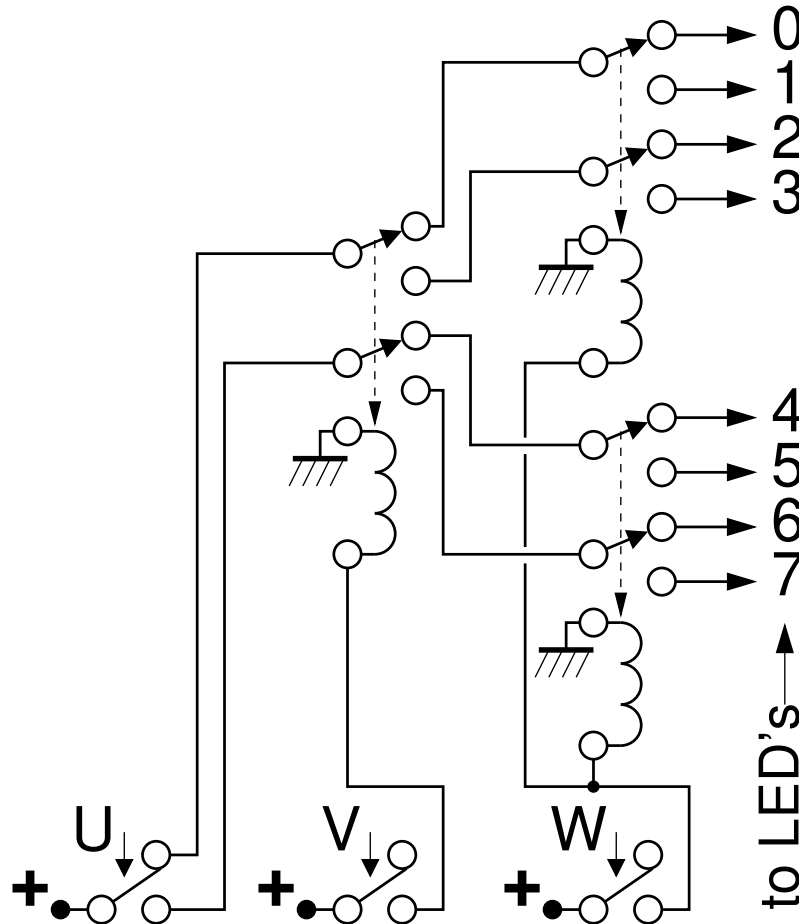
- Έξοδοι από breadboard
- Είσοδοι για δεξιά LED

Διακόπτες και LED στην Πλακέτα Εισόδων/Εξόδων



- Q, M, N έχουν «μνήμη»
- Παρέχονται και τα ΟΧΙ
- A, B, C, D, E είναι απλά «μπουτόν» («Συμπληρώματα»)

Εργ. 2.14: Αποκωδικοποιητής 3-σε-8 με Relays

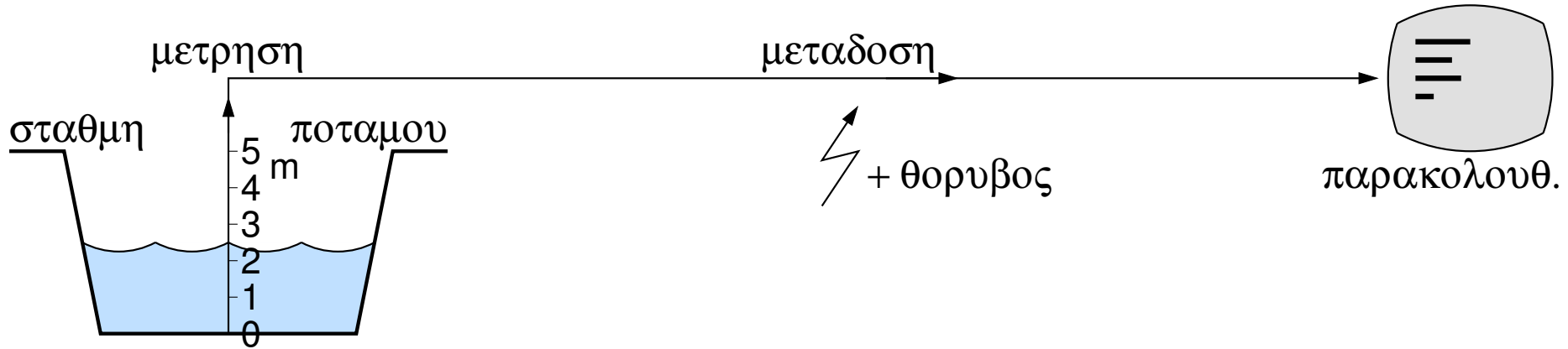


- Ο αριστερός ηλεκτρονόμος «αντιγράφει» το V δύο φορές
- Οι δύο δεξιοί διπλοί ηλεκτρονόμοι «αντιγράφουν» το W τέσσερις φορές

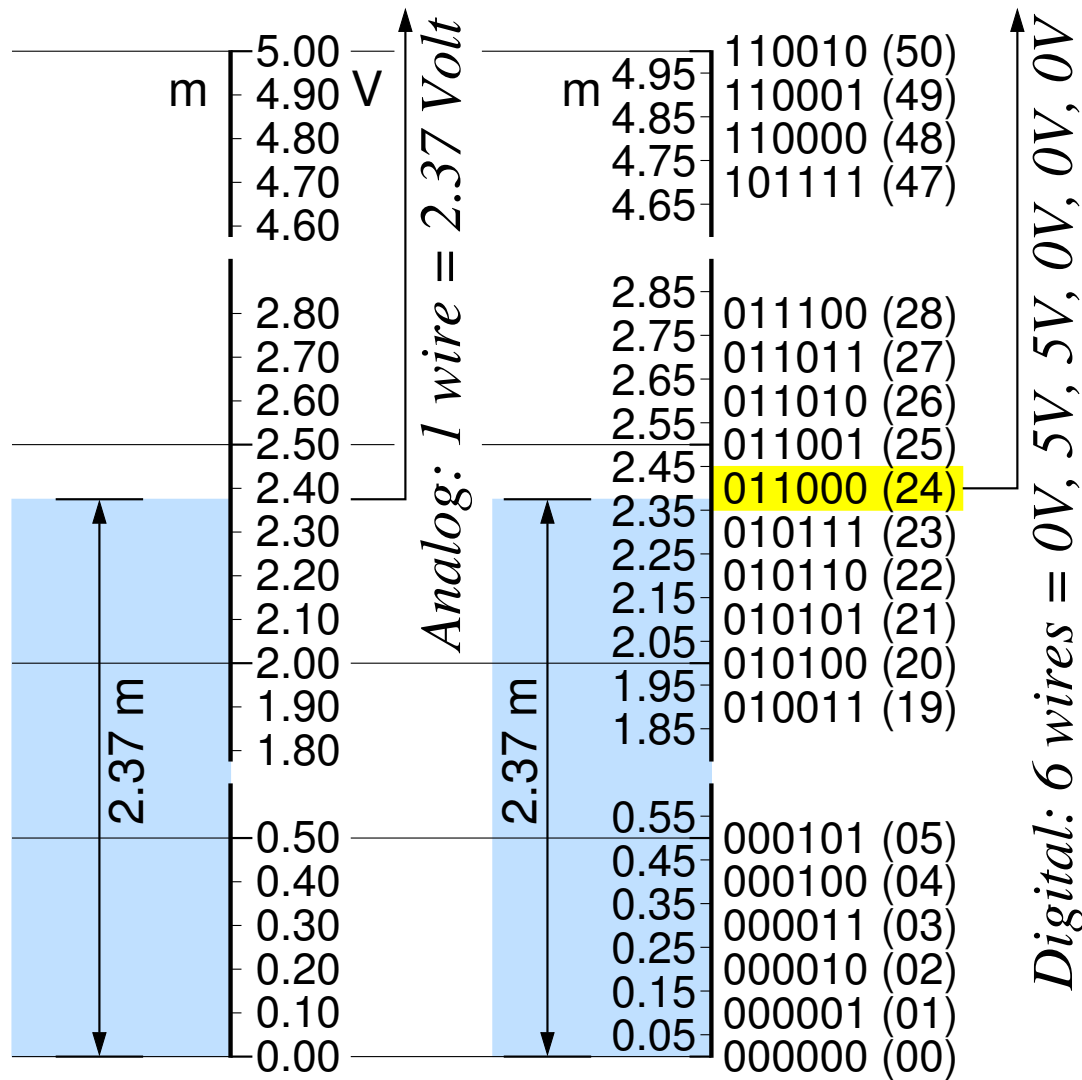
Αναλογική vs. Ψηφιακή Αναπαράστ. Πληροφορίας

- *Γιά αριθμητική πληροφορία, π.χ. φυσικό μέγεθος, που παίρνει οιαδήποτε τιμή μέσα σ' ένα εύρος τιμών –όχι μόνον πεπερασμένες διακριτές τιμές.*
- *Αναλογική αναπαράσταση*: μέσω ενός άλλου φυσικού μεγέθους, συχνά ηλεκτρική τάση ή ρεύμα, του οποίου το μέγεθος είναι ανάλογο προς τον αρχικό αριθμό.
- *Ψηφιακή αναπαράσταση*: προεπιλεγμένο μενού αριθμών μέσα στο εύρος διακύμανσης, ψηφιακή κωδικοποίηση του μενού αυτού, κβαντισμός του αρχικού αριθμού στην πλησιέστερη επιλογή από το μενού.

Παράδειγμα: Τηλεμέτρηση στάθμης ποταμού



- Αρχική πληροφορία (φυσ. μεγ., αριθμός): Ύψος (νερού)
- Εύρος διακύμανσης: από 0.00 έως 5.00 m (μέτρα)
- Μετάδοση της μέτρησης σε απόσταση
 - ηλεκτρικός θόρυβος ανάλογος της απόστασης
 - προστίθεται στα σφάλματα των οργ. μέτρησης & παρακολουθ.



Αναλογική vs. Ψηφιακή Μετάδ.

- Αναλογική: Τάση από 0.0 έως 5.0 V, οιαδήποτε ενδιάμεση τιμή
- Ψηφιακή: εδώ 6 bits, έξι τάσεις, καθεμία είτε ≈ 0 V είτε ≈ 5 V
- Ακρίβεια (resolution, σφάλμα κβαντισμού) $\leq \pm 0.05$ m (για 6-bit)

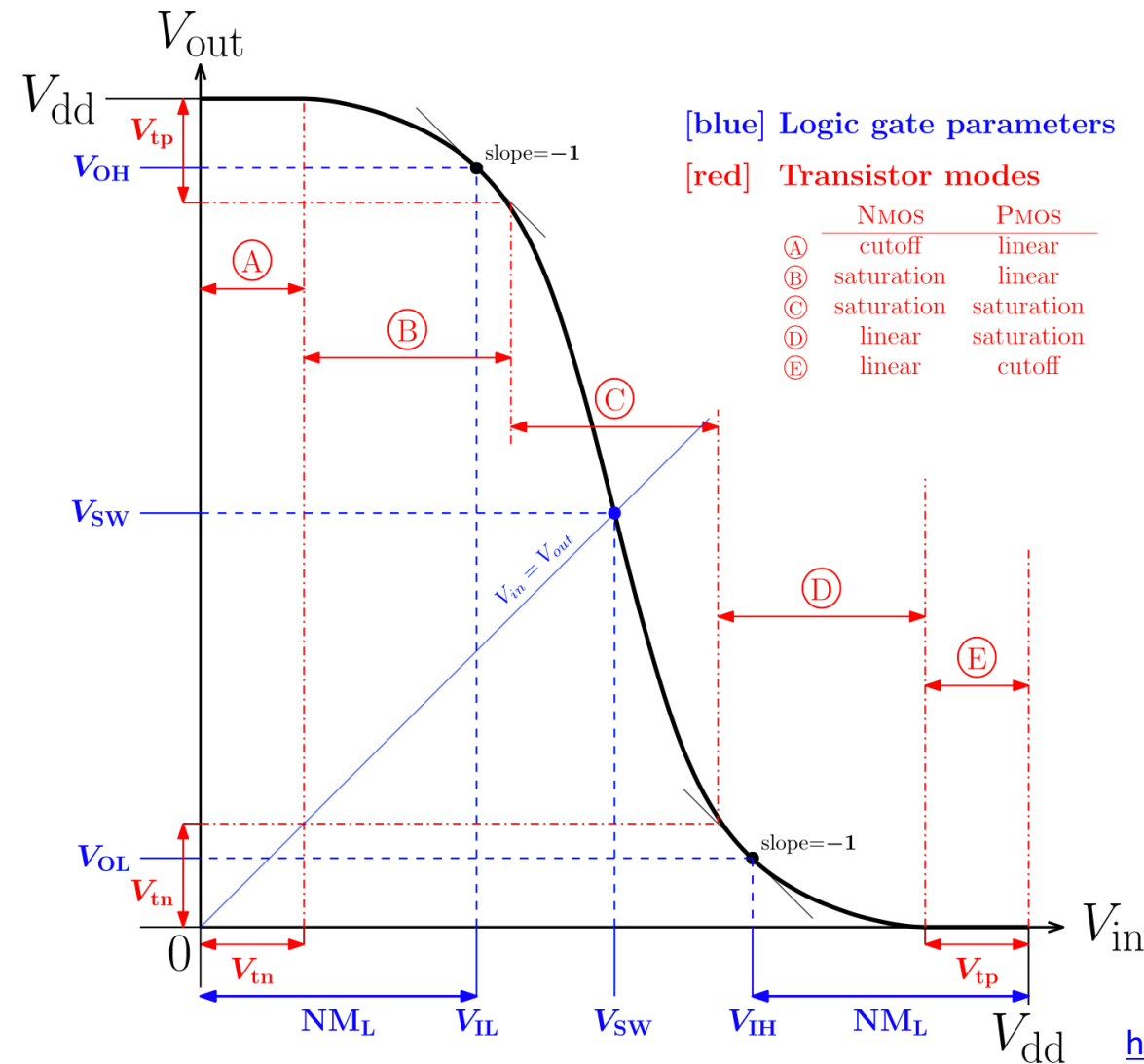
Τι ακρίβεια έχει η Αναλογική μετάδοση (& μέτρ.);

- Θεωρητικά, εξαιρετική – π.χ. $2.369 \text{ m} \leftrightarrow 2.369 \text{ Volt}$
- Πρακτικά, περιορίζεται από σειρά παραγόντων:
 - ακρίβεια οργάνου μέτρησης (π.χ. φλοτέρ & μετατρ. σε τάση)
 - ακρίβεια οργάνου παρακολούθησης (π.χ. βολτόμετρο)
 - ηλεκτρικός θόρυβος (παρεμβολές) πάνω στο σύρμα μετάδοσης
- Παράδειγμα:
 - όργανο μέτρησης $\leq \pm 4 \text{ cm} \leftrightarrow \pm 40 \text{ mV}$
 - βολτόμετρο παρακολούθησης $\leq \pm 10 \text{ mV} \leftrightarrow \pm 1 \text{ cm}$
 - ηλεκτρικός θόρυβος μετάδοσης $\leq \pm 0.7 \text{ V} \leftrightarrow \pm 70 \text{ cm}$
 - \Rightarrow Συνολικό σφάλμα $\leq \pm 0.75 \text{ V} \leftrightarrow \pm 75 \text{ cm}$

Τι ακρίβεια έχει η Ψηφιακή μετάδοση (& μέτρ.);

- Παράδειγμα κατ' αναλογία:
 - όργανο μέτρησης (φλοτέρ) $\leq \pm 4 \text{ cm} \leftrightarrow \pm 40 \text{ mV}$
 - μετατροπέας αναλογικού-σε-ψηφιακό $\leq \pm 10 \text{ mV} \leftrightarrow \pm 1 \text{ cm}$
 - σφάλμα κβαντισμού (για 6 bits) $\leq \pm 5 \text{ cm}$
 - \Rightarrow Συνολικό σφάλμα $\leq \pm 10 \text{ cm} \ll 75 \text{ cm}$ στο αναλογικό
 - το σφάλμα κβαντισμού μικραίνει, π.χ. 9 bits $\Rightarrow \leq \pm 0.5 \text{ cm}$
- Απάλειψη θορύβου στην ψηφιακή μετάδοση
 - πομπός στέλνει: “0” $\rightarrow 0.0 \text{ V}$, “1” $\rightarrow 5.0 \text{ V}$
 - εάν θόρυβος $\leq \approx \pm 2 \text{ V} \Rightarrow$ τα 0 V το πολύ να ανέβουν στα 2V,
τα 5 V το πολύ να κατέβουν στα 3 V
 - δέκτης ερμηνεύει: τάσεις $\leq 2.0 \text{ V} \rightarrow$ “0”, τάσεις $\geq 3.0 \text{ V} \rightarrow$ “1”

Λεπτομέρειες



- Τυπική καμπύλη τάσεων εισόδου (οριζόντια) – εξόδου (κατακόρυφα) πυλών CMOS, βλ. §3.6
- Χαμηλές τάσεις εισόδου, αριστερά, μέχρι «λίγο» πριν \approx τη μισή τάση τροφοδοσίας, V_{dd} , δίνουν «πολύ» ψηλές τάσεις εξόδου, επάνω αριστερά
- Αντίστοιχα και για ψηλές τάσεις εισόδου, δεξιά...

Credit: Dan White, CC BY-SA 4.0
via Wikimedia Commons

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

Γιατί & πότε Αναλογικά, γιατί & πότε Ψηφιακά

- Διεπαφές (interfaces) με ανθρώπους (ήχος, εικόνα) ή με μηχανές (π.χ. κινητήρες, φρένα) απαιτούν Αναλογικά
- Σε περίπου όλα τ' άλλα, τα Ψηφιακά υπερέχουν σαφώς:
 - + Απλούστερα, μικρότερα, φτηνότερα, εύρωστα (robust) κυκλώματα επεξεργασίας
 - + Απάλειψη θορύβου (μέχρις ενός λογικού ορίου)
 - + Εκτός από φυσικά μεγέθη / αριθμούς, δυνατότητα επεξεργασίας και άλλων συμβολικών / διακριτών πληροφοριών, π.χ. κείμενο, δομές, σχέσεις, σημασία