

○ Συνέχεια



ΘΗΨ3

Ψηφιακά Ηλεκτρονικά

Λογικές οικογένειες (6θ)

Άριστος Πασιάς 2023 – 2024
B ΤΕΣΕΚ ΓΡΗΓΟΡΗ ΑΥΞΕΝΤΙΟΥ ΛΕΜΕΣΟΥ
Παρουσίαση 2



Χαρακτηριστικά λογικών οικογενειών

5. Ικανότητα οδήγησης (Fan-Out)

- Η ικανότητα οδήγησης ή συντελεστής φόρτωσης (Fan-Out) μιας πύλης, είναι ο μέγιστος αριθμός εισόδων, που μπορεί να οδηγήσει η έξοδος της πύλης χωρίς να επηρεαστεί η κανονική λειτουργία της.

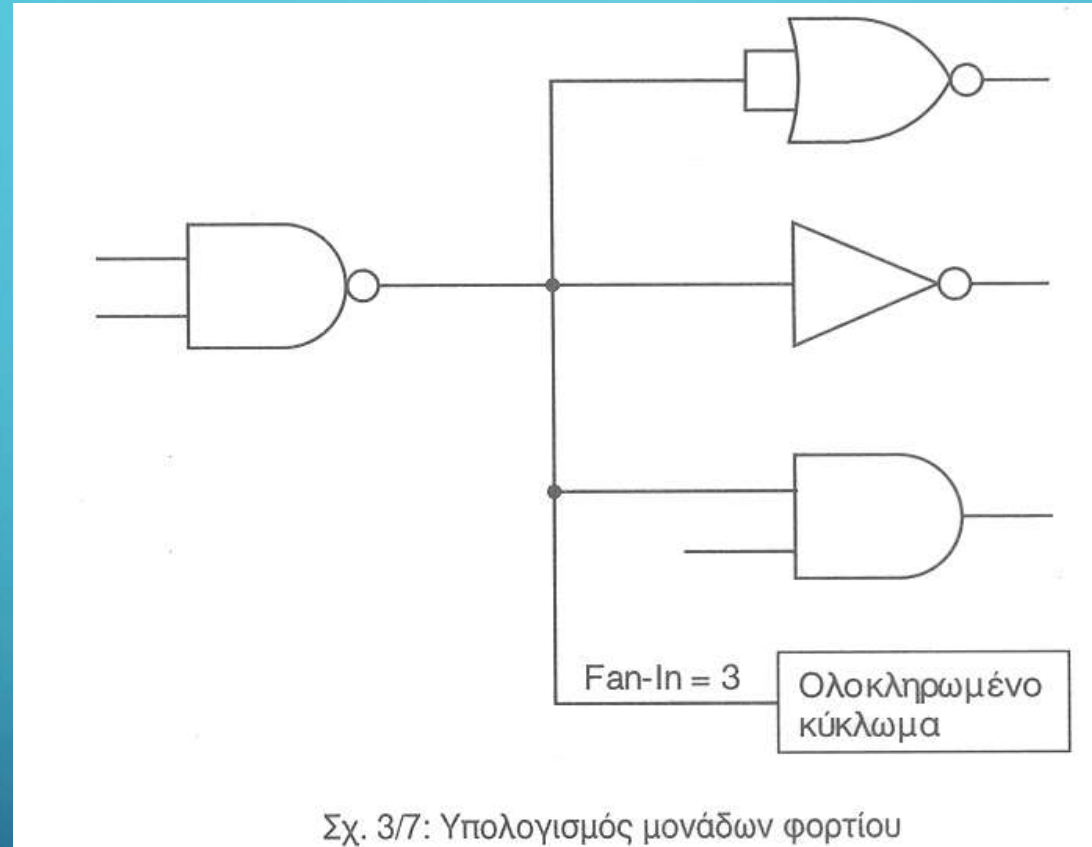
Η κανονική TTL έχει $FAN-OUT = 10$.

- $FAN-IN$ μιας εισόδου είναι ένας αριθμός που δηλώνει πόσες μονάδες φορτίου ισούται το φορτίο μιας εισόδου

$FAN-IN$ μιας κανονικής εισόδου είναι 1.

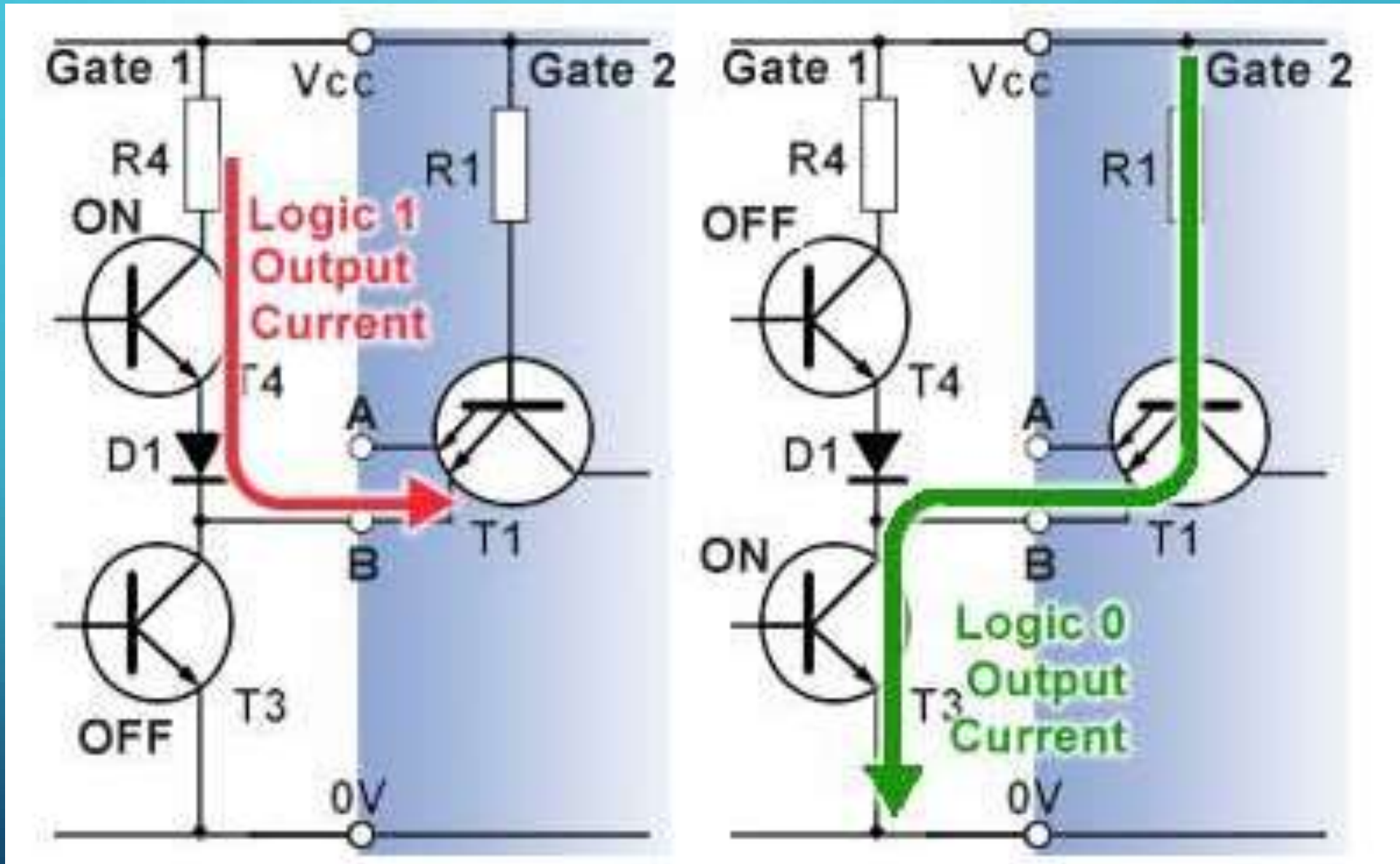
Χαρακτηριστικά λογικών οικογενειών

5. Ικανότητα οδήγησης (Fan-Out)



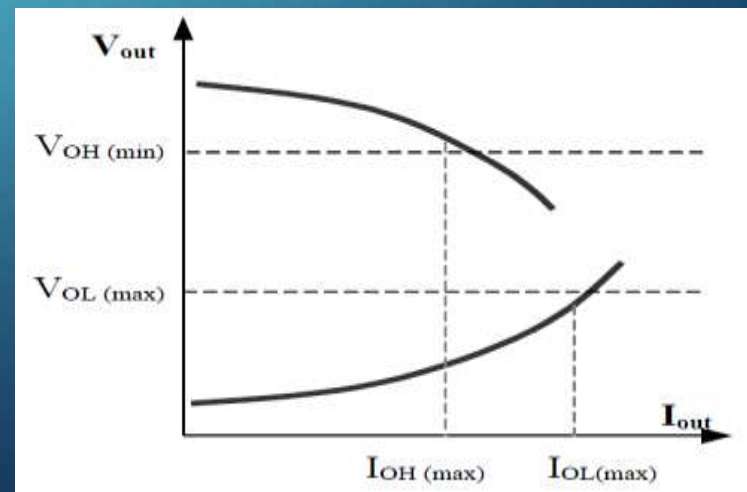
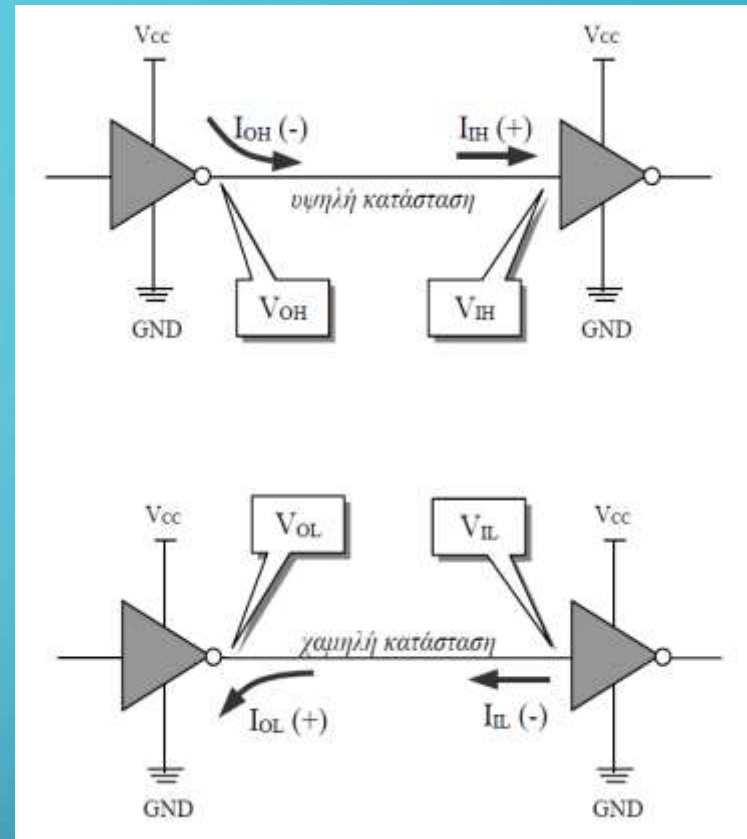
Σχ. 3/7: Υπολογισμός μονάδων φορτίου

$$\text{Fan out} = 2 + 1 + 1 + 3 = 7$$



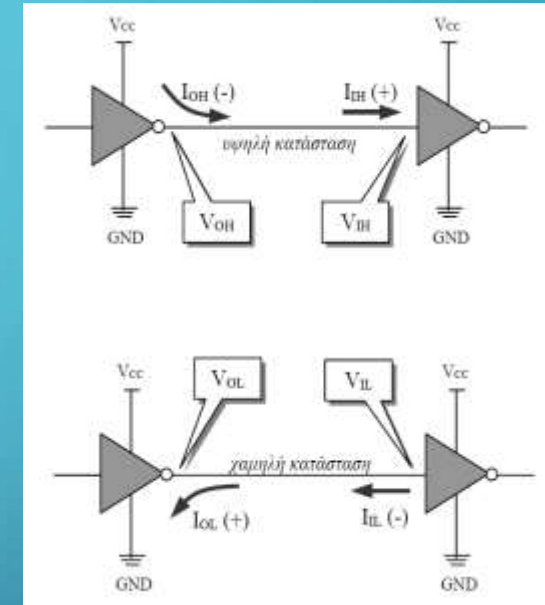
Ικανότητα οδήγησης (Fan-Out)

Η Ικανότητα οδήγησης (Fan-Out) εξαρτάται από την ικανότητα της εξόδου για παροχή ή καταβύθιση ρεύματος προς/από τις εισόδους των οδηγούμενων κυκλωμάτων. Στα φύλλα δεδομένων (datasheets) παρατίθενται οι μέγιστες τιμές ρεύματος που παρέχει ή καταβυθίζει ένα ψηφιακό κύκλωμα στις εξόδους του σε υψηλή ή χαμηλή κατάσταση ($I_{OH(max)}$ και $I_{OL(max)}$ αντίστοιχα). Εάν τα οδηγούμενα κυκλώματα απαιτήσουν μεγαλύτερη ποσότητα ρεύματος από την επιτρεπόμενη, τότε η λογική στάθμη της εξόδου μετατοπίζεται εκτός των ορίων λειτουργίας $V_{OH(min)}$ και $V_{OL(max)}$. Στα φύλλα δεδομένων δίνεται επίσης και η μέγιστη ποσότητα ρεύματος, η οποία απαιτείται για την οδήγηση κάθε εισόδου σε υψηλή και χαμηλή λογική κατάσταση ($I_{IH(max)}$ και $I_{IL(max)}$ αντίστοιχα).



Ικανότητα οδήγησης (Fan-Out)

Χρησιμοποιώντας τις μέγιστες τιμές των ρευμάτων εισόδου και εξόδου εξάγεται το fan-out: ο μέγιστος αριθμός των εισόδων όμοιων κυκλωμάτων, τις οποίες μπορεί να οδηγήσει με ασφάλεια μία έξοδος. Το fan-out για τις δύο λογικές καταστάσεις υπολογίζεται ως εξής:



$$FO_{(H)} = \frac{I_{OH(max)}}{I_{IH(max)}} \quad FO_{(L)} = \frac{I_{OL(max)}}{I_{IL(max)}}$$

Τυπικές τιμές ρεύματος για Fan Out of 10

- Παράδειγμα: Ένα καλό TTL IC θα πρέπει:
- Για λογικό «ψηλό», να δίνει στην έξοδο 400 mA διατηρώντας την τάση τουλάχιστον στα 2,4 V. Για λογικό «ψηλό», η είσοδος θα πρέπει να τραβήξει όχι περισσότερο από 40 mA. Αυτό σημαίνει ότι μια υψηλή έξοδος ενός καλού chip θα οδηγήσει σε υψηλό 10 εισόδους .
- Για λογικό «χαμηλό», να τραβήξει 16 mA και να διατηρήσει την τάση στα 0,4 V το μέγιστο. Για ένα λογικό χαμηλό, η είσοδος θα τραβήξει όχι περισσότερο από 1,6 mA. Αυτό σημαίνει ότι μια χαμηλή έξοδος ενός καλού τσιπ θα οδηγήσει τις 10 εισόδους χαμηλές.
- Αυτό σημαίνει το Fan Out of 10.

$$FO_{(H)} = \frac{I_{OH(max)}}{I_{IH(max)}} \quad FO_{(L)} = \frac{I_{OL(max)}}{I_{IL(max)}}$$

Τυπικές τιμές παραμέτρων λογικής οικογένειας TTL

Παράμετρος	ΜΜ	Τυπική περιγραφή
Λογική υψηλή τάση εισόδου, V_{ih} (Λογικό "1")	✓	Η ελάχιστη τάση που η είσοδος ενός ψηφιακού IC TTL αναγνωρίζει ως λογικό "1". Τυπική προδιαγραφή: 2,0 V min.
Λογική χαμηλή τάση εισόδου, V_{il} (Λογικό "0")	✓	Η μέγιστη τάση που η είσοδος ενός ψηφιακού IC TTL αναγνωρίζει ως λογικό "0". Τυπική προδιαγραφή: 0,8 V max.
Λογική υψηλή τάση εξόδου, V_{oh} (Λογικό "1")	✓	Η ελάχιστη τάση που εγγυάται ότι ένα ψηφιακό IC TTL παρέχει στην έξοδο λογικό "1". Τυπική προδιαγραφή: 2,4 V min.
Λογική χαμηλή τάση εξόδου, V_{ol} (Λογικό "0")	✓	Η μέγιστη τάση που εγγυάται ότι η έξοδος ενός ψηφιακού IC TTL είναι λογικό "0". Τυπική προδιαγραφή: 0,4 V max.
Ρεύμα υψηλής λογικής εισόδου, I_{ih}	μΑ	Το ελάχιστο ρεύμα που απαιτείται από μια είσοδο ψηφιακού IC TTL για να παραμείνει στο λογικό "1". Παράδειγμα προδιαγραφής: 50 μΑ όταν V_{cc} = Max; V_{in} = 2.7V
Λογικό χαμηλό ρεύμα εισόδου, I_{il}	μΑ	Το μέγιστο ρεύμα που μπορεί να δεχτεί η είσοδος ενός ψηφιακού IC TTL για να παραμείνει στο Logic "0". Παράδειγμα προδιαγραφής: -1,6 mA όταν V_{cc} = max; V_{in} = 0,5V
Έξοδος βραχυκυκλώματος ρεύματος, I _{os}	μΑ	Το ρεύμα που παρουσιάζει ή μπορεί να χειριστεί μια βραχυκυκλωμένη ψηφιακή έξοδος TTL. Παράδειγμα προδιαγραφής: -40 mA ελάχ, -65 mA τυπ. - 100 mA μέγ. όταν V_{cc} = max; V_{out} = 0V
Παροχή ρεύματος, I _{cc}	μΑ	Αυτό είναι το ρεύμα τροφοδοσίας V _{cc} που εκτίθεται από ένα TTL IC. Παράδειγμα: 30 mA ελάχ., 50 mA μέγ. όταν V_{cc} = μέγ

Χαρακτηριστικά λογικών οικογενειών

6. Τάση τροφοδοσίας

- Κάθε λογική οικογένεια έχει τη δική της τάση τροφοδοσίας.
- Ορισμένες λογικές οικογένειες απαιτούν σταθεροποιημένες τάσεις τροφοδοσίας. Για παράδειγμα, η τάση τροφοδοσίας της λογικής οικογένειας **TTL είναι +5 V**.
- Η τάση τροφοδοσίας μιας λογικής οικογένειας είναι ένας βασικός παράγοντας από τον οποίο εξαρτιόνται τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της λογικής οικογένειας.

Χαρακτηριστικά λογικών οικογενειών

7. Γινόμενο Ταχύτητας - Ισχύος

Χρόνος Διάδοσης (s) x Ισχύς (J/s) = Ενέργεια (J)

Είναι μέτρο ποιότητας για την επιλογή της καταλληλότερης λογικής οικογένειας.

Για την κανονική TTL έχουμε τα ακόλουθα:

(α) Καταναλισκόμενη ισχύς: 10 mW

(β) Χρόνος διάδοσης: 10 ns

Γινόμενο = 10 mW · 10 ns = 100 pJ

Όσο πιο μικρό είναι το γινόμενο αυτό, τόσο το καλύτερο

Χαρακτηριστικά λογικών οικογενειών

8. Βαθμός ολοκλήρωσης

Μικρής κλίμακας ολοκλήρωσης, SSI (Small Scale Integration). Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα της κατηγορίας αυτής περιέχουν μέχρι και 12 πύλες. Για παράδειγμα, το IC-7400 έχει τέσσερις πύλες NAND.

Μεσαίας κλίμακας ολοκλήρωσης, MSI (Medium Scale Integration). Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα της κατηγορίας αυτής περιέχουν από 12 μέχρι 100 πύλες. Τέτοιο παράδειγμα είναι το IC-7447, που είναι ένας αποκωδικοποιητής

Μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης, LSI (Large Scale Integration). Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα της κατηγορίας αυτής περιέχουν από 100 μέχρι 10000 πύλες. Τέτοια κυκλώματα είναι, για παράδειγμα, ολοκληρωμένα κυκλώματα μνήμης.

Πολύ μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης, VLSI (Very Large Scale Integration). Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα της κατηγορίας αυτής περιέχουν πάνω από 10000 πύλες σ' ένα περίβλημα. Τέτοια κυκλώματα είναι, για παράδειγμα, κυκλώματα μικροεπεξεργαστών και κυκλώματα μεγάλης διάταξης μνήμης.

Σειρές λογικής οικογένειας TTL

Η λογική τρανζίστορ-τρανζίστορ (transistor-transistor logic – TTL) αποτέλεσε την κύρια τεχνολογία κατασκευής ψηφιακών κυκλωμάτων με **τρανζίστορ διπολικής επαφής**. Τα κυκλώματα TTL βελτίωσαν το κύριο μειονέκτημα της (resistor-transistor logic – RTL, τη μειωμένη δηλαδή ταχύτητα λειτουργίας).

Πύλες TTL αποτέλεσαν την πρώτη μορφή κυκλωμάτων TTL και ονομάζονται **standard TTL**. Οι πύλες αυτές είναι γνωστές με τον κωδικό κατασκευής τους: **74xx**, όπου ο αριθμός **xx** περιγράφει τη λογική λειτουργία της πύλης.

Τα βασικά λειτουργικά χαρακτηριστικά των πυλών Standard TTL, δίνονται από τους κατασκευαστές αλλά η τιμή xx είναι πάντα η ίδια ώστε να υπάρχει συμβατότητα.

Σειρές λογικής οικογένειας TTL

Ονομασία λογικής οικογένειας TTL - Εμπορικός κώδικας

- | | |
|--|-----------|
| 1. Κανονική TTL (Standard TTL) | - 74XXX |
| 2. Χαμηλής ισχύος TTL
(Low Power TTL) | - 74LXXX |
| 3. Ψηλής ταχύτητας TTL
(High - Speed TTL) | - 74HXXX |
| 4. Σιότκι TTL
(Schottky TTL) | - 74SXXX |
| 5. Χαμηλής ισχύος Schottky TTL
(Low Power Schottky TTL) | - 74LSXXX |

Σειρές λογικής οικογένειας TTL

Χαρακτηριστικά Κανονικής TTL (Standard TTL)

1. Τάση τροφοδοσίας : +5V
2. Λογικά επίπεδα :
 - (α) Εξόδου : Λογικό 0 : 0V - 0,4V / Λογικό 1 : 2,4V- 5V
 - (β) Εισόδου : Λογικό 0 : 0V - 0,8V / Λογικό 1 : 2V- 5V
3. Περιθώριο θορύβου : 0,4V
4. Ικανότητα οδήγησης (Fan-Out) : 10
5. Καταναλισκόμενη ισχύς (Power dissipation) : 10 mW
6. Καθυστέρηση διάδοσης (Propagation Delay) : 10ns

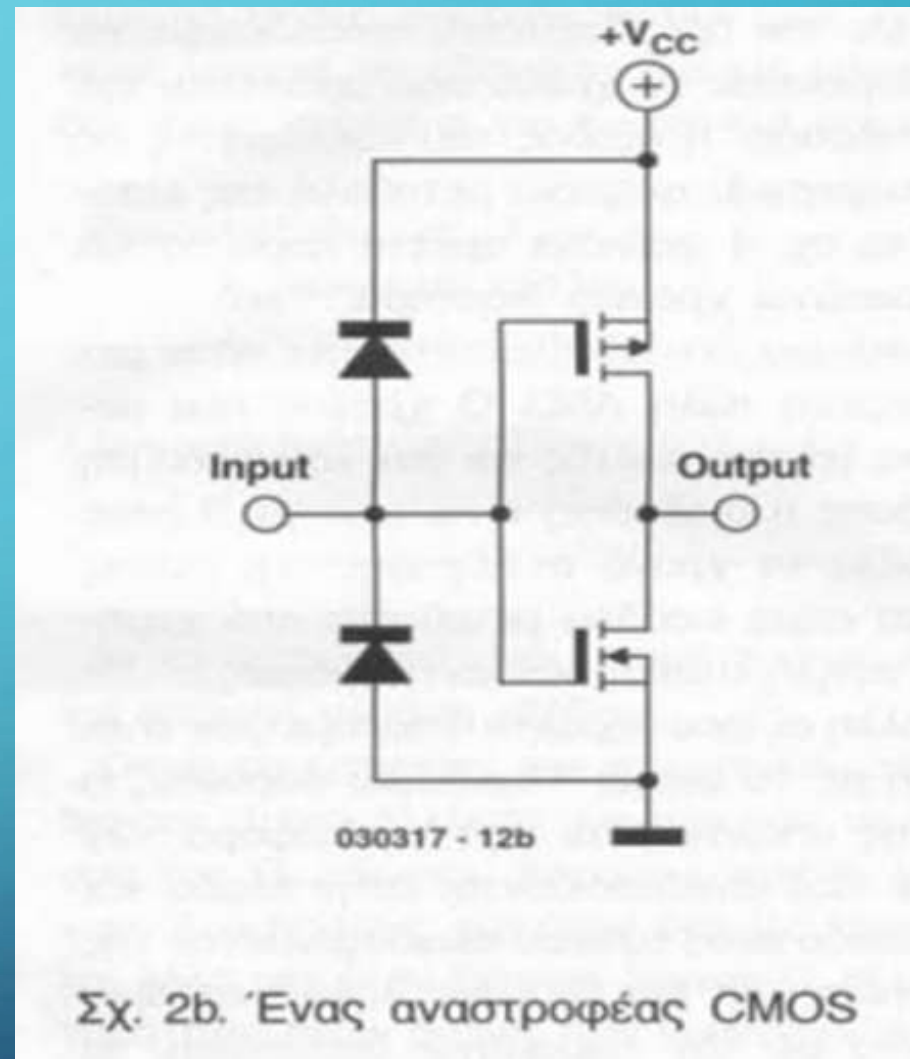
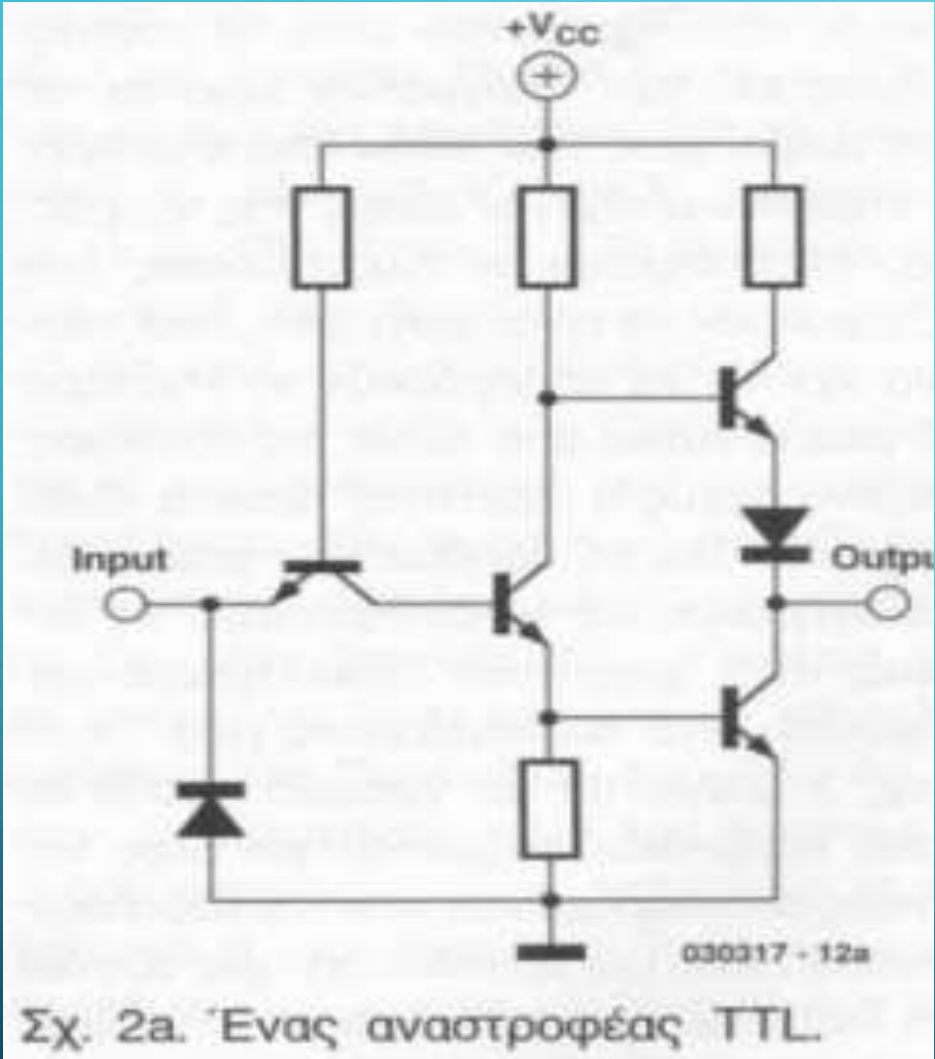
Σειρές λογικής οικογένειας TTL

Χαρακτηριστικά Κανονικής TTL (Standard TTL) ...συνέχεια

7. Εμπορικός κωδικός : 74XXX
8. Θερμοκρασίες λειτουργίας :
 - (α) σειράς 74XXX 0°C ως 70°C
 - (β) σειράς 54 (για στρατιωτικούς σκοπούς) -55°C ως +125°C
9. Κατασκευή από διπολικά τρανζίστορ
10. Συμπεριφορά ασύνδετης εισόδου :

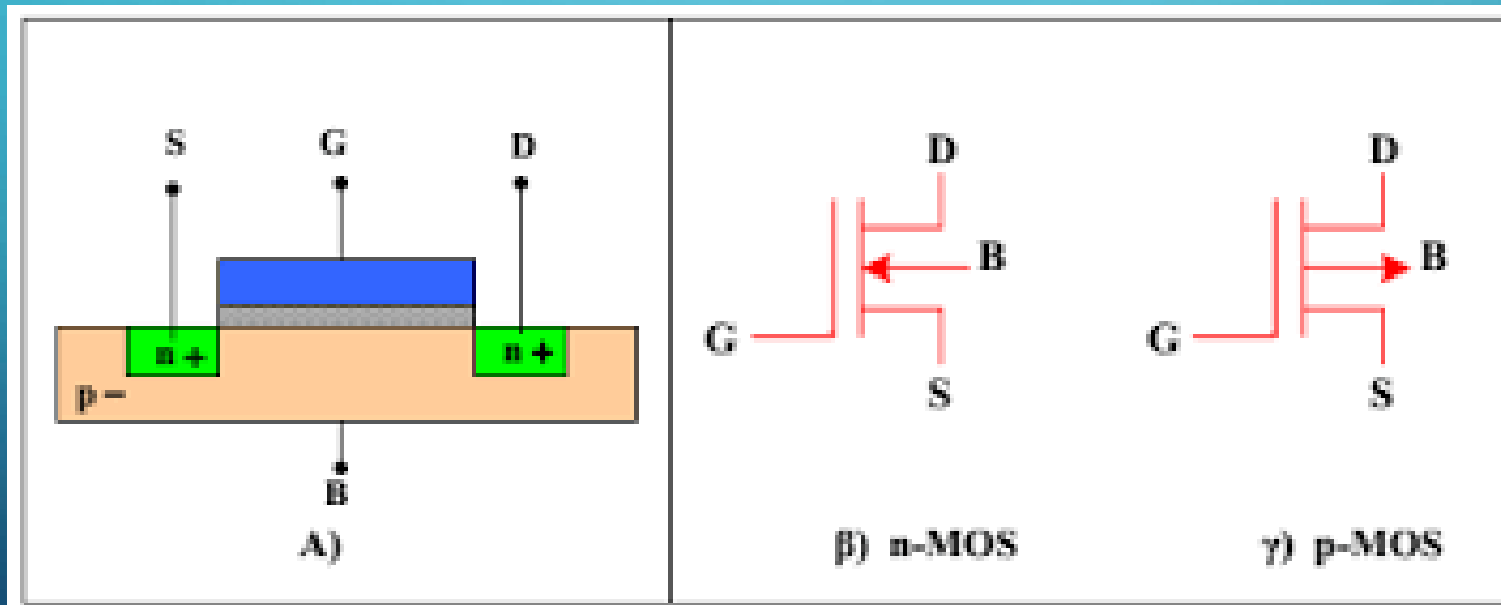
Μια ασύνδετη είσοδος συμπεριφέρεται ως να είναι συνδεδεμένη στο λογικό 1.

Σειρές λογικής οικογένειας TTL



Λογικές οικογένειες MOS (Metal – Oxide – Semiconductor)

- P-MOS, N-MOS, C-MOS
- Κατασκευή με τρανζίστορ MOSFET



Λογικές οικογένειες MOS

Πλεονεκτήματα

- Μικρή κατανάλωση ισχύος – χρησιμοποιούνται σε συσκευές που λειτουργούν με μπαταρίες.
- Εύκολη και φθηνή κατασκευή
- Μικρός όγκος των τρανζίστορ => Μεγάλη Πυκνότητα ολοκλήρωσης (Δεν έχουν αντιστάσεις στα κυκλώματά τους)
- Μεγάλο περιθώριο θορύβου
- Δεν απαιτούν σταθερή τάση τροφοδοσίας

Λογικές οικογένειες MOS

Μειονεκτήματα

- Χρόνος διάδοσης σχετικά μεγάλος => ταχύτητα λειτουργίας μικρή
- Τα IC MOS είναι ευαίσθητα στο στατικό ηλεκτρισμό.
Μέτρα προστασίας τους:
 - (α) φυλάσσονται σε ειδικό αγώγιμο αφρώδες υλικό ή σε αλουμινόχαρτο
 - (β) Όλες οι συνδέσεις πρέπει να γίνονται χωρίς τροφοδοσία
 - (γ) Οι είσοδοι που δεν χρησιμοποιούνται πρέπει να συνδέονται στη γείωση για το λογικό 0 και στη τροφοδοσία για το λογικό 1.
 - (δ) Ο τεχνικός πρέπει να είναι γειωμένος (να μην έχει ηλεκτροστατικό φορτίο) όταν χειρίζεται τα κυκλώματα MOS.
 - (ε) Τα σήματα εισόδου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερα από την τάση τροφοδοσίας.

Σειρές Λογικής οικογένειες CMOS

Τύπος

Standard

Λειτουργικά συμβατή με TTL

Εμπορικός κωδικός

40XX

74CXX

40XXB

Ψηλής ταχύτητας

Low voltage(3,3V)

Προηγμένη CMOS

74HCXX

74LVXX

74ACXX

Ψηλή ταχύτητα,
χαμηλή κατανάλωση,
λογικά επίπεδα εισόδου
της TTL

74ACTXX

Σύγκριση λογικής οικογένειας CMOS με TTL

Χαρακτηριστικά	CMOS	TTL
Κατανάλωση ισχύος P	10μW	10mW
Τάση τροφοδοσίας	3-15V	5V
Θερμοκρασία λειτουργίας	-40~+85C	0C-70C
Ικανότητα οδήγησης	50	10
Περιθώριο θορύβου	40% V _{cc}	0,4V
Κατασκευή	απλή	πολύπλοκη
Πυκνότητα ολοκλήρωσης	μεγάλη	μικρότερη
Ταχύτητα λειτουργίας	χαμηλή	ψηλή
Ευαισθησία στο στατικό ηλεκτρισμό	πολύ μεγάλη	Όχι μεγάλη

DEVICE FAMILIES:

- TTL (74xx) True TTL
- 74L Low power
- 74S Schottky
- 74H High speed
- 74LS Low power - Schottky
- 74AS Advanced - Schottky
- 74ALS Advanced - Low power - Schottky
- 74F(AST) Fast - (Advanced - Schottky)
- 74C CMOS.....check Vcc levels
- 74HC (U) High speed - CMOS (Unbuffered output)
- 74HCT High speed - CMOS - TTL inputs
- 74AHC Advanced - High speed - CMOS
- 74AHCT Advanced - High speed - CMOS - TTL inputs
- 74FCT (-A) Fast - CMOS - TTL inputs (speed variations)
- 74FCT (-T, -AT) Fast - CMOS - TTL inputs (speed variations)
- 74AC Advanced - CMOS
- 74ACT Advanced - CMOS - TTL inputs
- 74FACT AC, ACT (Q) series
- 74ACQ Advanced - CMOS - Quiet outputs
- 74ACTQ Advanced - CMOS - TTL inputs - Quiet outputs

Τέλος ενότητας

