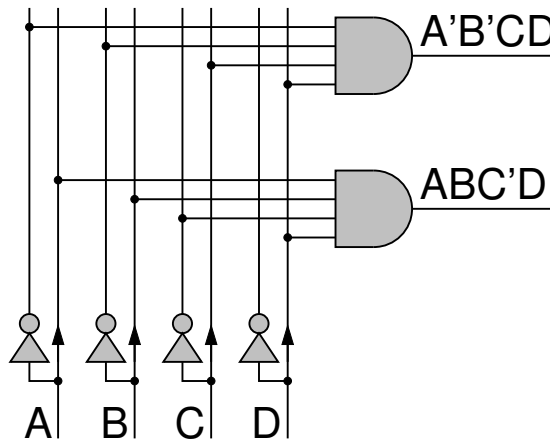


Επανάληψη 1: Συνδυαστικά Κυκλώματα

Φθινόπωρο 2020 – Μανόλης Κατεβαίνης

Συνάρτηση AND, Πίνακες Αληθείας, Χάρτες Karnaugh



T_{0011}

		CD:				
		D		C		
		00	01	11	10	
A	B	00	0	0	1	0
		01	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	
	10	0	0	0	0	

T_{1101}

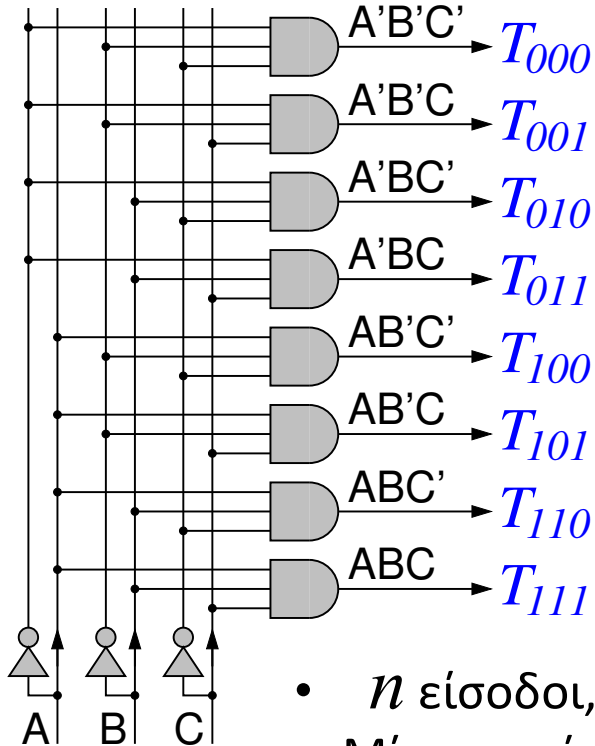
		CD:				
		D		C		
		00	01	11	10	
A	B	00	0	0	0	0
		01	0	0	0	0
	11	0	1	0	0	
	10	0	0	0	0	

A	B	C	D	T_{0011}	T_{1101}
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	0

Πύλες AND που «κοιτάζουν» καθεμία από τις n μεταβλητές εισόδου (καθεμία αληθή ή συμπλήρωμα) ανάβουν για (αναγνωρίζουν) έναν και μόνον έναν από τους 2^n συνδυασμούς αυτών των μεταβλητών

Οι Πίνακες Αληθείας των δύο συναρτήσεων, σε 2 μορφές

Ο Αποκωδικοποιητής (Decoder)



A	B	C	T_{000}	T_{001}	T_{010}	T_{011}	T_{100}	T_{101}	T_{110}	T_{111}
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

- n είσοδοι, 2^n έξοδοι – στην πλήρη και κανονική του μορφή:
- Μία και μόνο μία έξοδος αναμένη, πάντα (σε κάθε γραμμή του Π.Α.)
- Κάθε έξοδος ανάβει για έναν και μόνον έναν συνδυασμό των μεταβλητών εισόδου (δηλαδή σε κάθε στήλη του Πίνακα Αληθείας)

n bits $\Rightarrow 2^n$ Συνδυασμοί

και: 1 By (Byte) = 8 b (bits)

n	2^n
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
9	512

n	2^n
10	1024 = 1 K
11	2 K
12	4 K
13	8 K
14	16 K
15	32 K
16	64 K
17	128 K
18	256 K
19	512 K

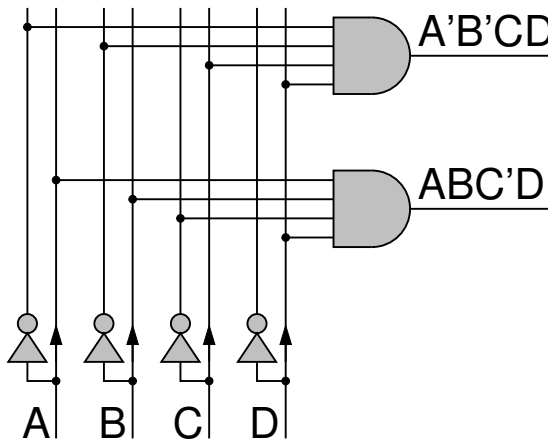
n	2^n
20	1,048,576 = 1 M (Mega)
21	2 M
28	256 M
30	1024 M = 1 G (Giga)
32	4 G
40	1024 G = 1 T (Tera)
50	1024 T = 1 P (Peta)
60	1024 P = 1 E (Exa)

Πολλαπλάσια & Υποπολλαπλ. – κατά χιλιάδες (k ή K)

- 1
- k ή K (kilo)
- M (Mega)
- G (Giga)
- T (Tera)
- P (Peta)
- E (Exa)
- 1
- m (milli)
- μ (micro)
- n (nano)
- p (pico)
- f (femto)
- a (atto)

Συχνότητα-Περίοδος: kHz - ms, MHz - μs, GHz - ns, THz - ps

Συνάρτηση AND, Πίνακες Αληθείας, Χάρτες Karnaugh



T_{0011}

		CD:				
		D				
		00	01	11	10	
A	B	00	0	0	1	0
		01	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	
	10	0	0	0	0	

T_{1101}

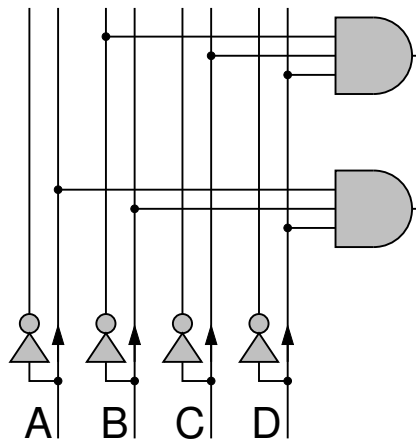
		CD:				
		D		C		
		00	01	11	10	
A	B	00	0	0	0	0
		01	0	0	0	0
	11	0	1	0	0	
	10	0	0	0	0	

A	B	C	D	T_{0011}	T_{1101}
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	0

Πύλες AND που «κοιτάζουν» καθεμία από τις n μεταβλητές εισόδου (καθεμία αληθή ή συμπλήρωμα) ανάβουν για (αναγνωρίζουν) έναν και μόνον έναν από τους 2^n συνδυασμούς αυτών των μεταβλητών

Οι Πίνακες Αληθείας των δύο συναρτήσεων, σε 2 μορφές

Γειτονικά τετράγ. Karnaugh: ανεξ. από μία μτβλ. εισ.



T_{x011}

		CD: $\overbrace{\quad\quad}^D$			
		00	01	11	10
A	00	0	0	1	0
	01	0	0	0	0
	11	0	0	0	0
	10	0	0	1	0

A	B	C	D	T_{x011}	T_{11x1}
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	0	1

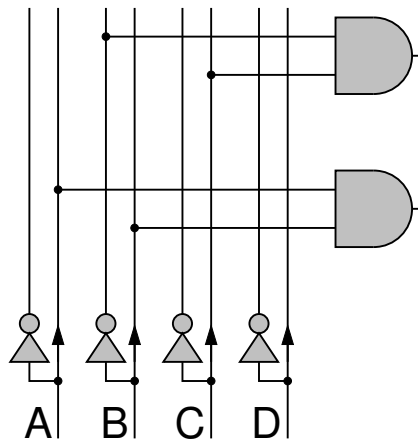
Γειτονικά (στον άξ. x ή y) τετράγωνα στο X. Karnaugh αντιστοιχούν σε αλλαγή ακριβώς μίας μεταβλητής εισόδου ενώ όλες οι άλλες μεταβλητές εισόδου διατηρούν σταθερή τιμή:

T_{11x1}

		CD: $\overbrace{\quad\quad}^D \quad \overbrace{\quad\quad}^C$			
		00	01	11	10
A	00	0	0	0	0
	01	0	0	0	0
	11	0	1	1	0
	10	0	0	0	0

Ίδια τιμή εξόδου σε τέτοια τετράγ. υποδεικνύει ανεξαρτησία από τη μία μτβλ. εισοδ.

Ορθογώνιες Γειτονιές: ανεξαρτησία από μεταβλητές



T_{x01x}

		CD: $\overbrace{\hspace{1.5cm}}^D$				
		00	01	11	10	
A	00	0	0	1	1	B
	01	0	0	0	0	
	11	0	0	0	0	
	10	0	0	1	1	

T_{11xx}

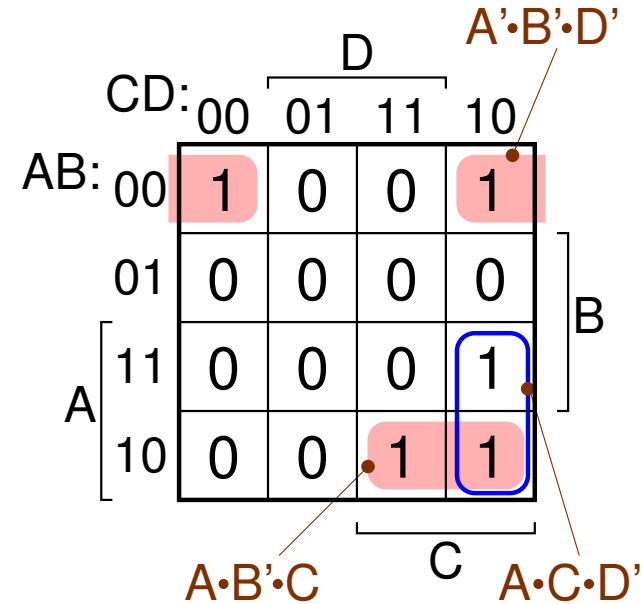
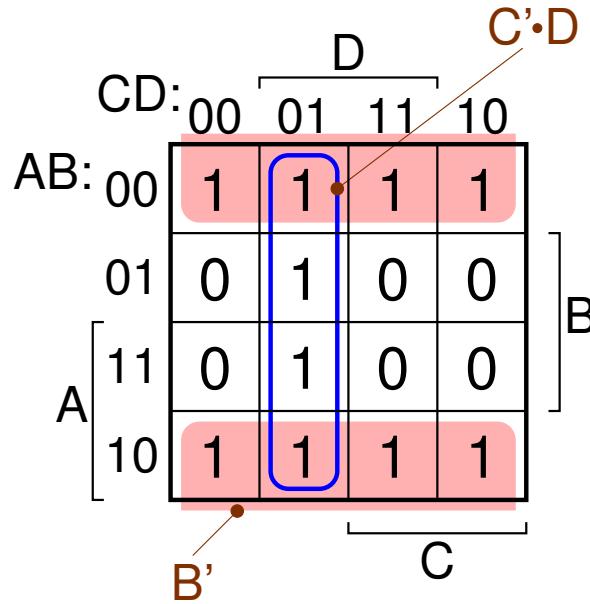
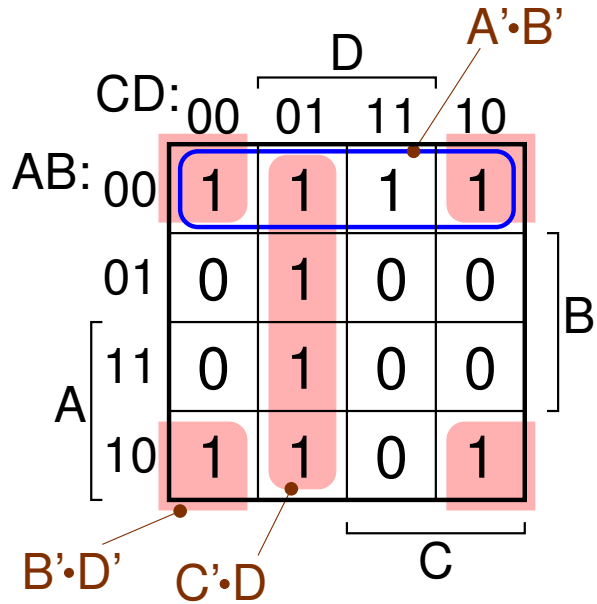
		CD: $\overbrace{\hspace{1.5cm}}^D \quad \overbrace{\hspace{1.5cm}}^C$				
		00	01	11	10	
A	00	0	0	0	0	B
	01	0	0	0	0	
	11	1	1	1	1	
	10	0	0	0	0	

A	B	C	D	T_{x01x}	T_{11xx}
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	0	0	1
1	1	1	1	0	1

Ορθογώνιες γειτονιές Karnaugh μεγέθους δύναμης του 2 αντιστοιχούν σε αλλαγή μερικών μεταβλητών εισόδου ενώ οι υπόλοιπες μεταβλητές εισόδου διατηρούν σταθερή τιμή:

Ίδια τιμή εξόδου σε ορθογ. περιοχές υποδεικνύει ανεξαρτησία από μεταβλητές εισ.

OR: Ένωση Γειτονιών, καθεμία όσο πιά μεγάλη μπορ.



$$B'D' + C'D + A'B'$$

$$B' + C'D$$

$$A'B'C + A'CD' + A'B'D'$$

Μέγεθος «Γειτονιάς» (πλήθος κουτακίων)	1	2	4	8	16
Όρος AND ανεξάρτητος από πόσες μεταβλ.:	0	1	2	3	4
Όρος AND περιέχει πόσες μεταβλ. εισόδου:	4	3	2	1	0

Το σύμβολο “x” (don’t care) στην πλευρά Εισόδων Π.Α.

- Σύντμηση πολλαπλών πανομοιότυπων γραμμών
 - ανεξαρτησία εξόδων από (αδιαφορία για) κάποια μτβλ. εισόδου
 - «ό,τι και να’ναι αυτή η μεταβλητή, εσύ κάνεις το ίδιο»

Χορτο- φάγος;	Χοιρινό τρώτε;	Πιάτο:
1	x	Σαλάτα
0	0	κοτόπουλο
0	1	πριζόλα

Write	DataIn	Μνήμη=
0	x	ό,τι πριν
1	0	0
1	1	1

A	B	A·B
0	x	0
1	0	0
1	1	1

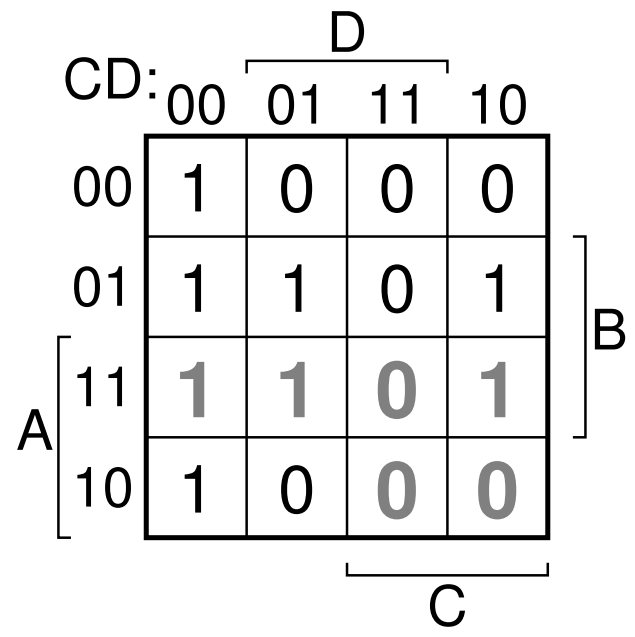
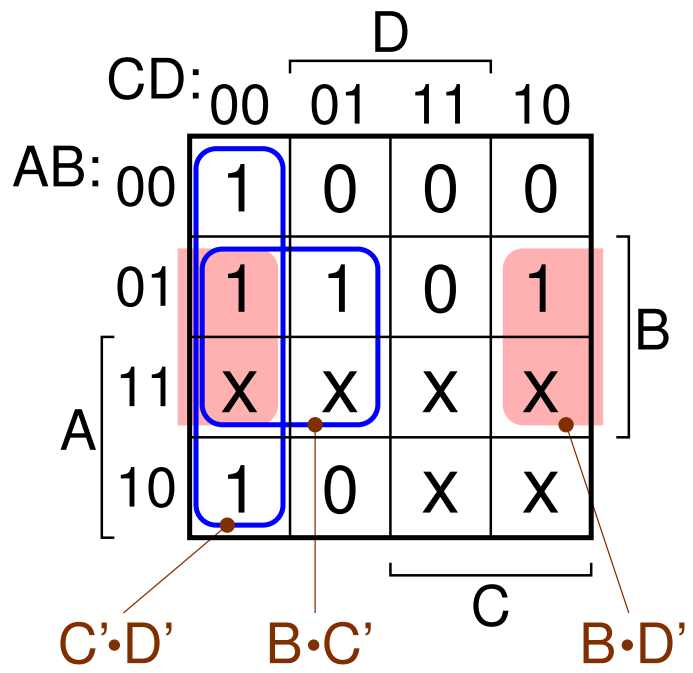
Χορτοφ.;	Χοιρινό;	Πιάτο:
1	0	Σαλάτα
1	1	Σαλάτα
0	0	κοτόπουλο
0	1	πριζόλα

Write	DataIn	Μνήμη=
0	0	ό,τι πριν
0	1	ό,τι πριν
1	0	0
1	1	1

A	B	A·B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

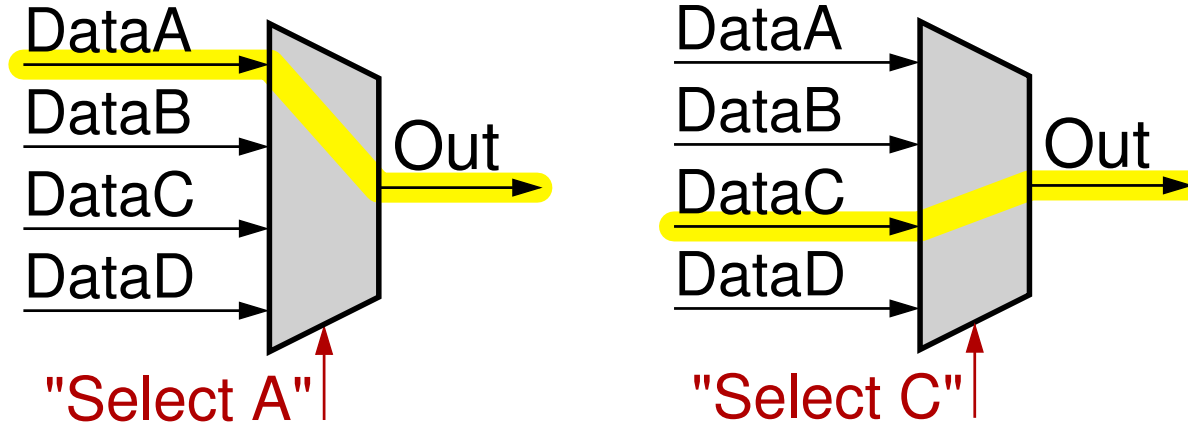
Το σύμβολο “x” (don't care) στην πλευρά Εξόδων Π.Α.

- Προδιαγραφές: «Δεν με νοιάζει – κάνε ό,τι συμφέρει»
 - Τελικά, η έξοδος, ή 0 θα είναι ή 1 θα είναι σε αυτή τη θέση του πίνακα αληθείας – απλά εμείς δεχόμαστε οιοδήποτε εκ των δύο



Ο πελάτης ζήτησε το αριστερό. Ο σχεδιαστής επέλεξε το δεξί. Τα γκρίζα τα επιλέγει ο σχεδιαστής, όπως τον συμφέρει.

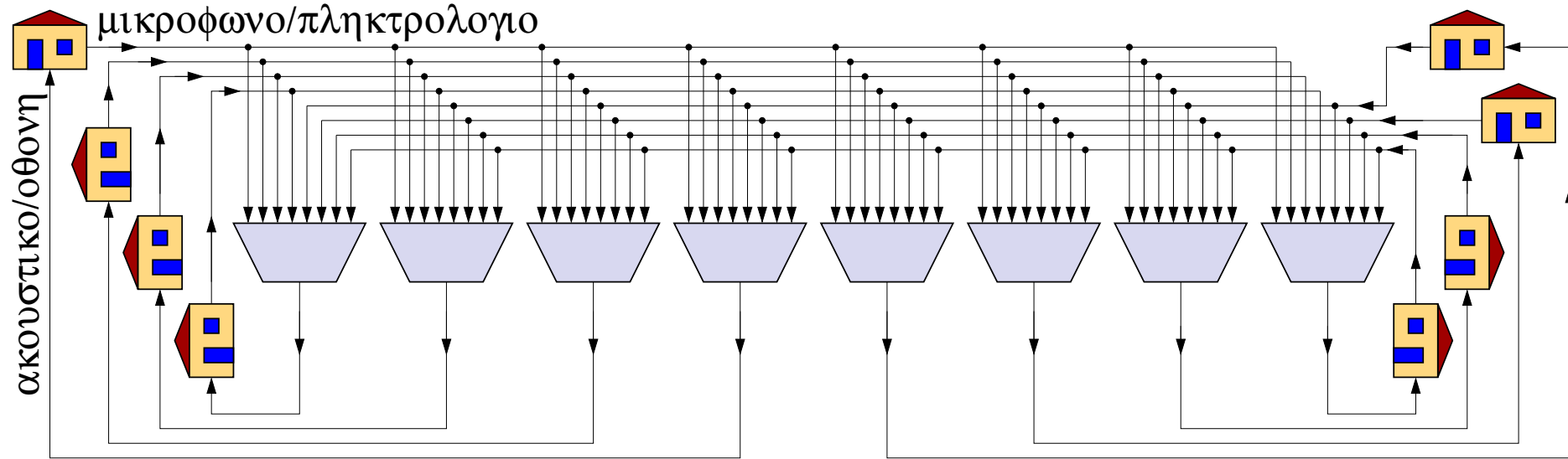
Πολυπλέκτες (Multiplexors – MUX) – μονόμπιτοι



Επιλογή Πληροφορίας μεταξύ πολλαπλών Εισόδων

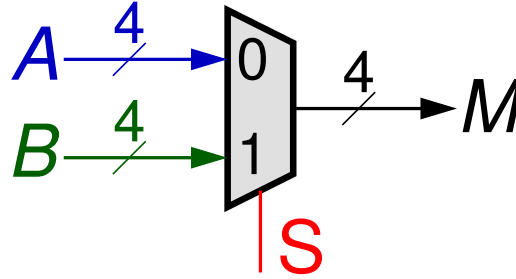
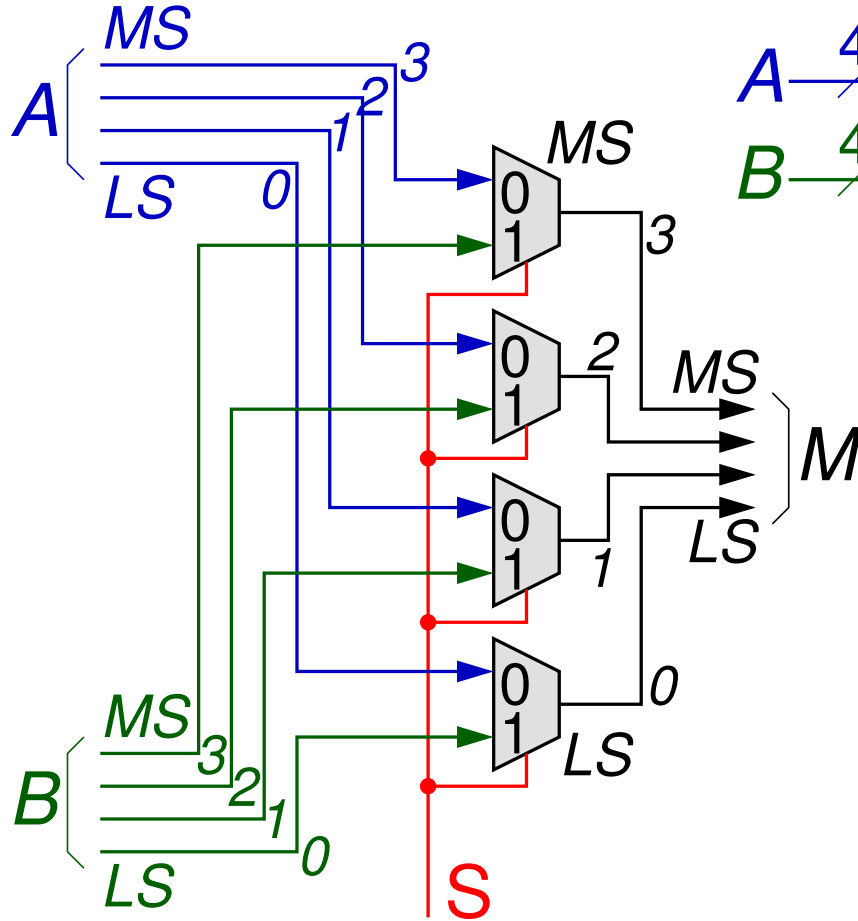
- Μία έξοδος
- Είσοδοι δύο ειδών: Δεδομένα, Επιλογή (έλεγχος)
- Ο έλεγχος/επιλογή μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους

Παραδ. Πολυπλ.: Τηλ. Κέντρο/Δρομολογητής Δικτύου



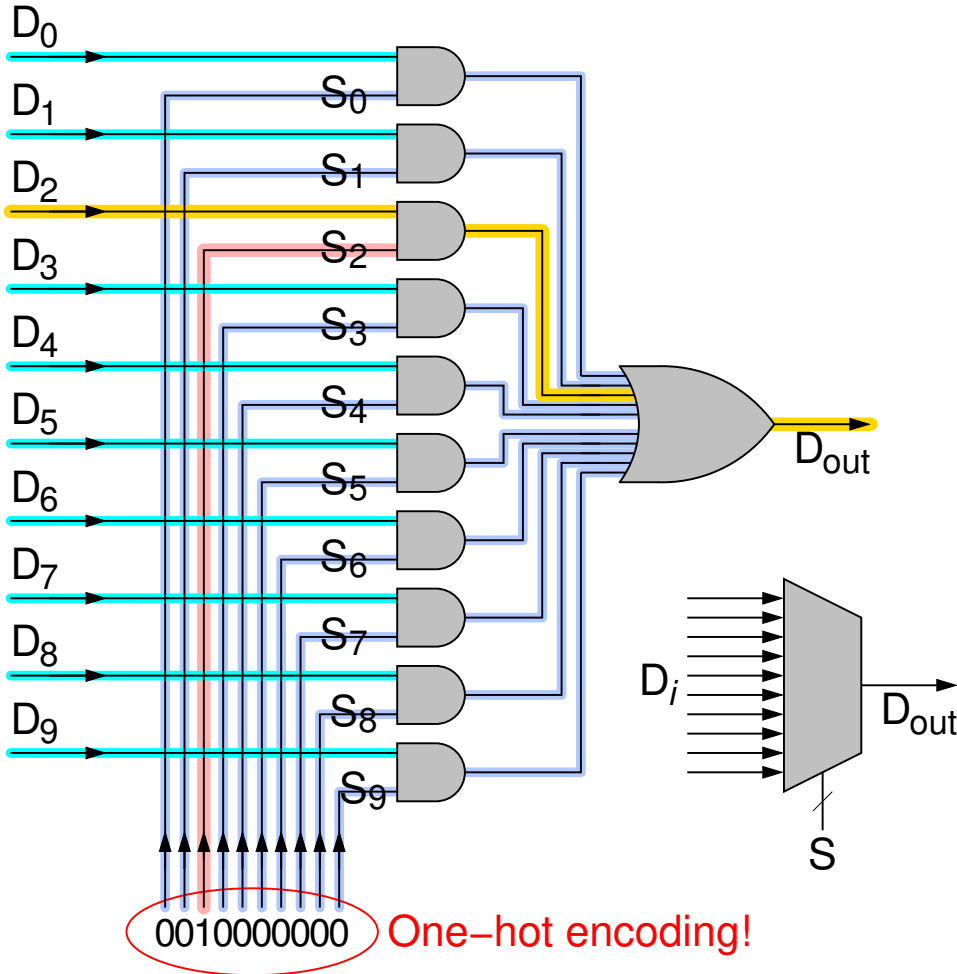
- Ο «δέκτης» του κάθε συνδρομητή (ακουστικό, οθόνη,...) τροφοδοτείται από έναν πολυπλέκτη
- Μέσω αυτού μπορεί να «ακούσει» οιονδήποτε «πομπό»

Πολύμπιτοι Πολυπλέκτες



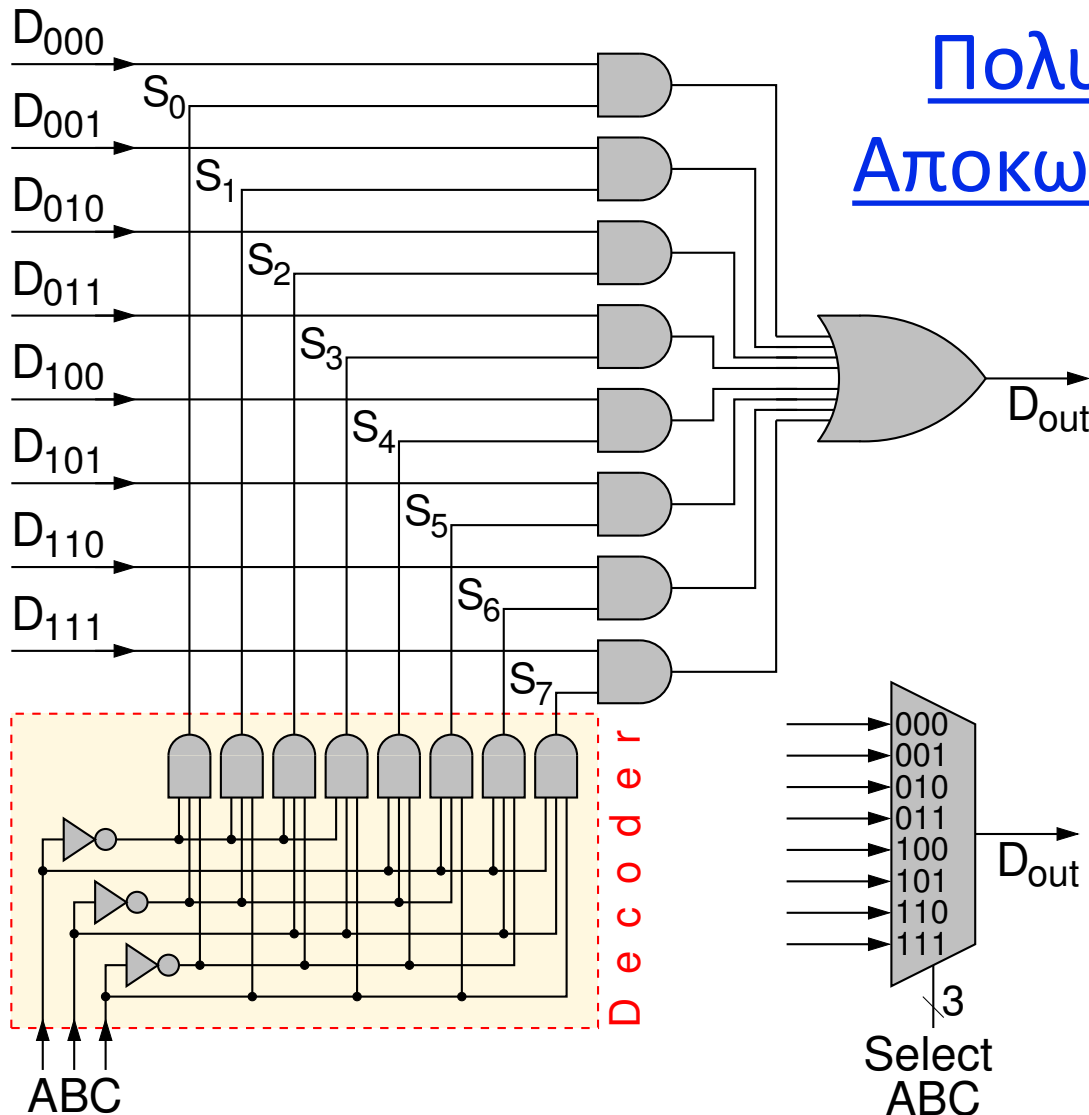
- k -μπιτος πολύπλεκτης από k το πλήθος μονόμπιτους
- Επιλογή όλων των bits της μίας ή της άλλης εισόδου
- Τα αντίστοιχα bits των εισόδων, A_i και B_i – πολύπλέκονται & δίνουν το M_i
- Κοινό σήμα Επιλογής

Πολυπλέκτης με πύλες και επιλογή “One Hot”

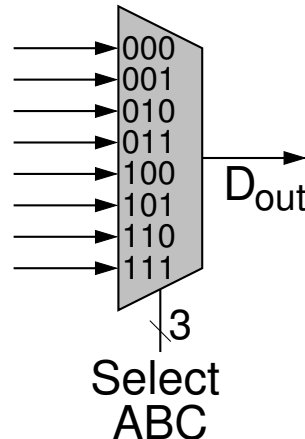


- “One Hot” encoding: ένα και μόνον ένα αναμένο
- Πλήθος εισόδων οσοδήποτε, όχι μόνον δυνάμεις του 2
- Εδώ, πολυπλέκτης 10-σε-1
- Είσοδοι δεδομένων και επιλογής συμμετρικές – διαφέρουν μόνον ως προς τη χρήση
- Είσοδοι επιλογής πρέπει “one hot” – αλλιώς η λειτουργία δεν λέγεται «πολυπλέκτης»

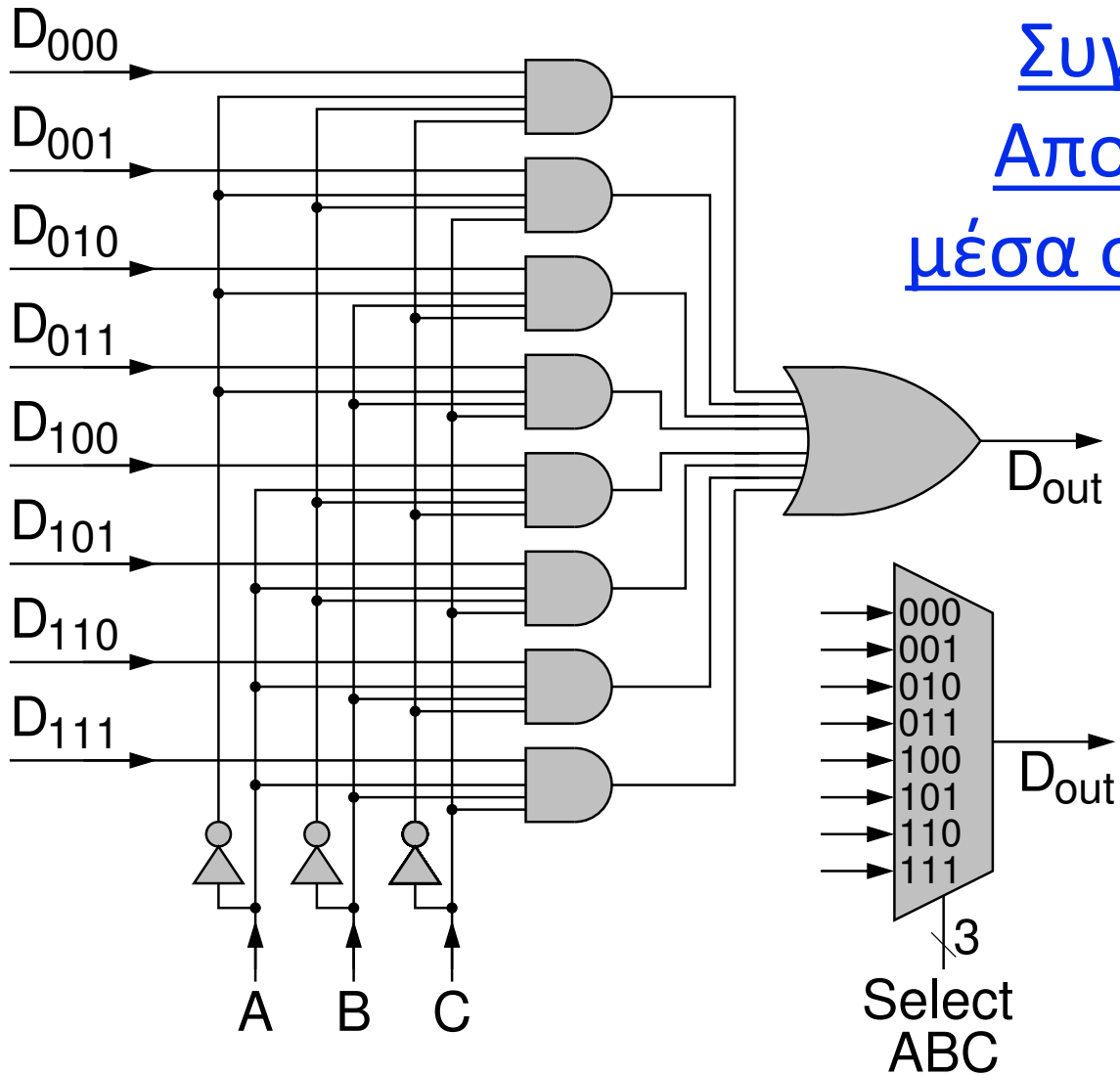
Πολυπλέκτης 8-σε-1 με Αποκωδικοποιητή Επιλογής



- Πολύ λιγότερα εξωτερικά σήματα επιλογής – $\log_2 n$ αντί n
- Ιδιότητα *One Hot* για τα S_i εξασφαλίζεται αυτόματα από τον αποκωδικοποιητή

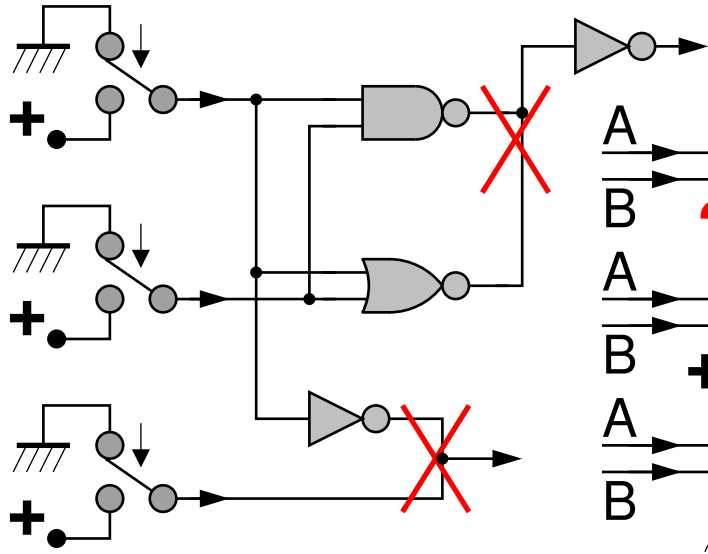
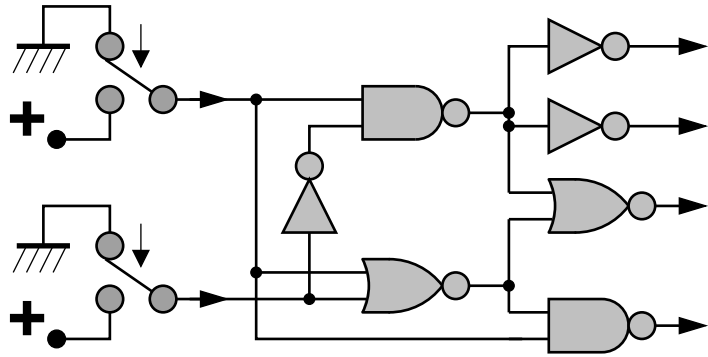


Συγχώνευση του Αποκωδικοποιητή μέσα στον Πολυπλέκτη

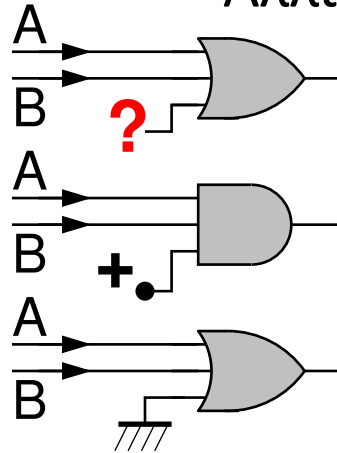


- Οι πύλες AND του αποκωδικοποιητή συγχωνεύονται με τις πύλες AND του πολυπλέκτη

Λάθη επί ποινή μηδενισμού: Βραχυκυκλώματα!

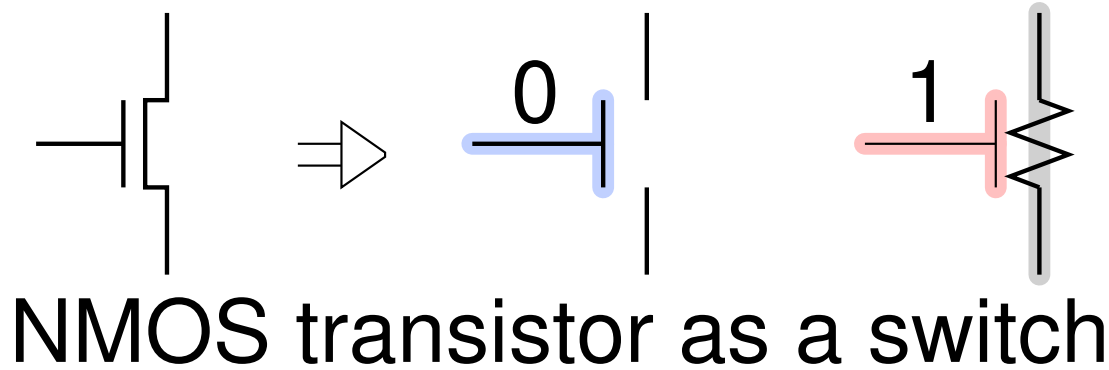


- Για κάθε ηλ. κόμβο, μία και μόνο μία «πηγή πληροφορίας» να τον οδηγεί!
- Έξοδος πύλης = πηγή πληροφορίας
- Εξωτ. είσοδος (διακόπτης, κλπ) = πηγή
- Πόλοι τροφοδοσίας (γή, "+") = πηγές
- Αλλιώς: «τσακωμός» ποιός δίνει τιμή

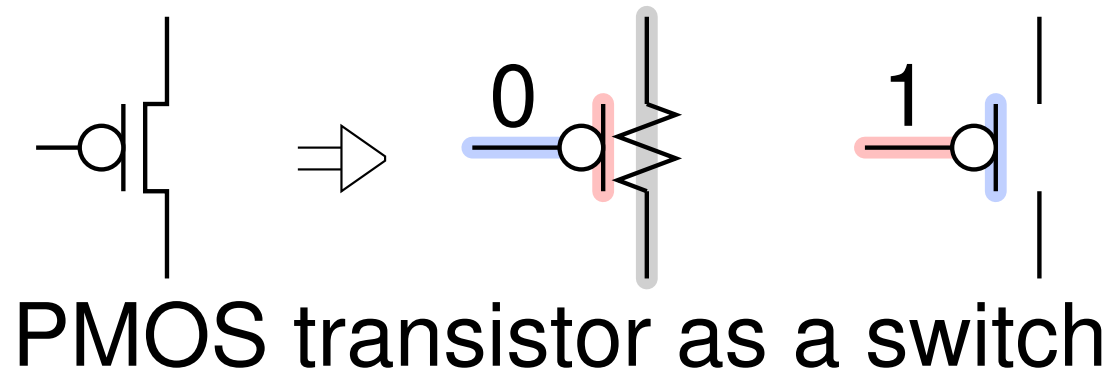


- Ανοικτοκύκλωμα (ασύνδετη είσοδος πύλης) σε CMOS = άγνωστη τιμή (θόρυβος)! $\neq 0$, $\neq 1$
- Αχρησιμοποίητες εισοδοί πρέπει να συνδέονται: "-" ή "+"

Τα τρανζίστορς CMOS ως Διακόπτες

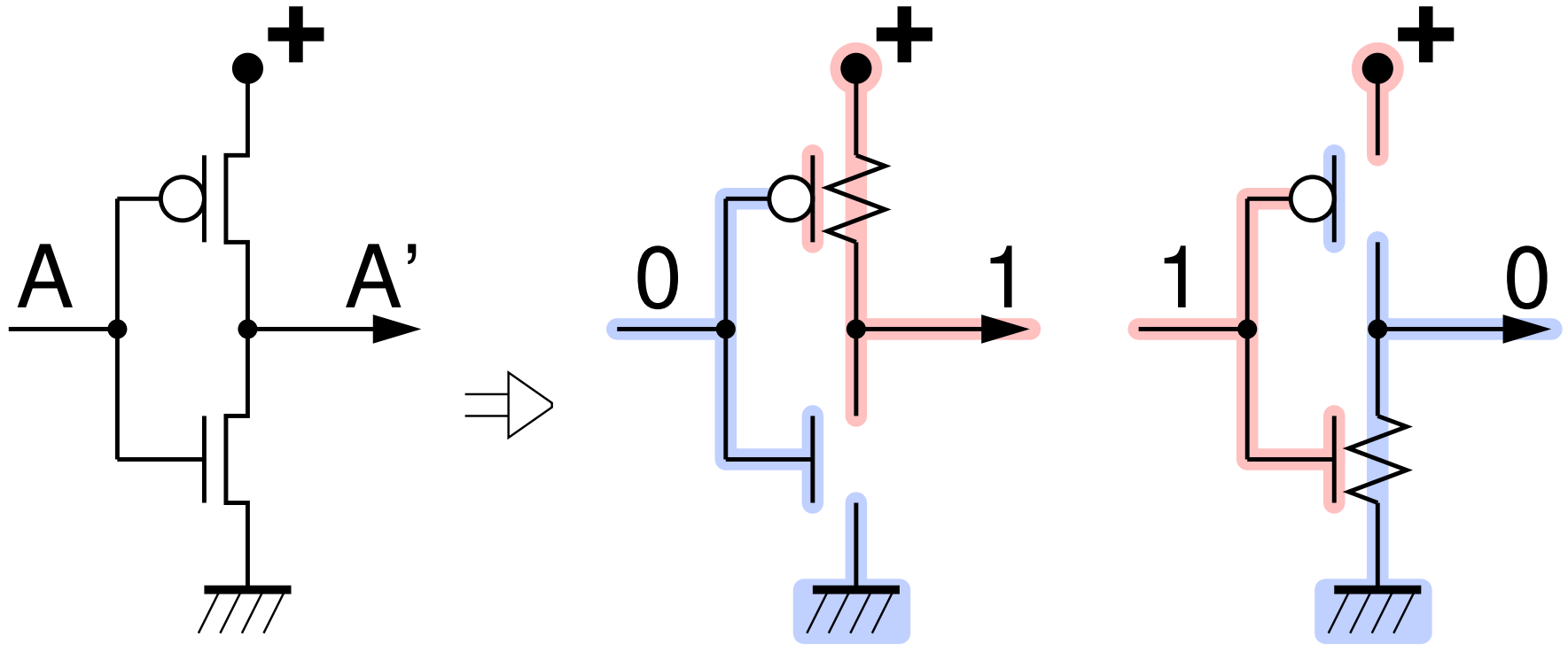


- Τα NMOS μοιάζουν με θετικές επαφές ηλεκτρονίων (κάτω επαφές)



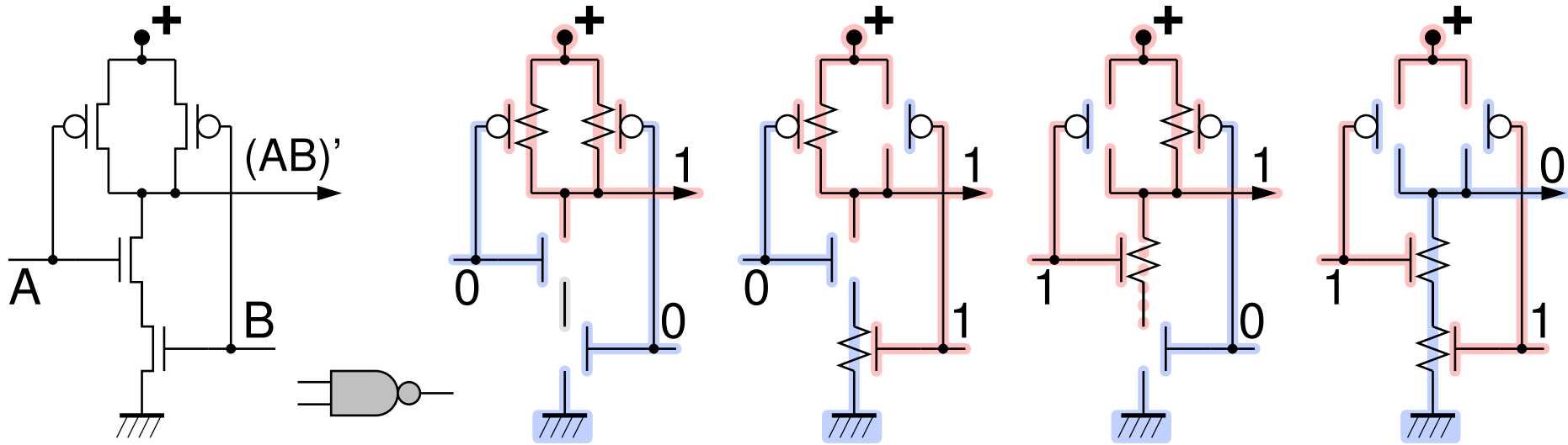
- Τα PMOS μοιάζουν με αρνητικές επαφές ηλεκτρονίων (πάνω επαφές)

Ο Αντιστροφέας (πύλη NOT) με τρανζίστορες CMOS



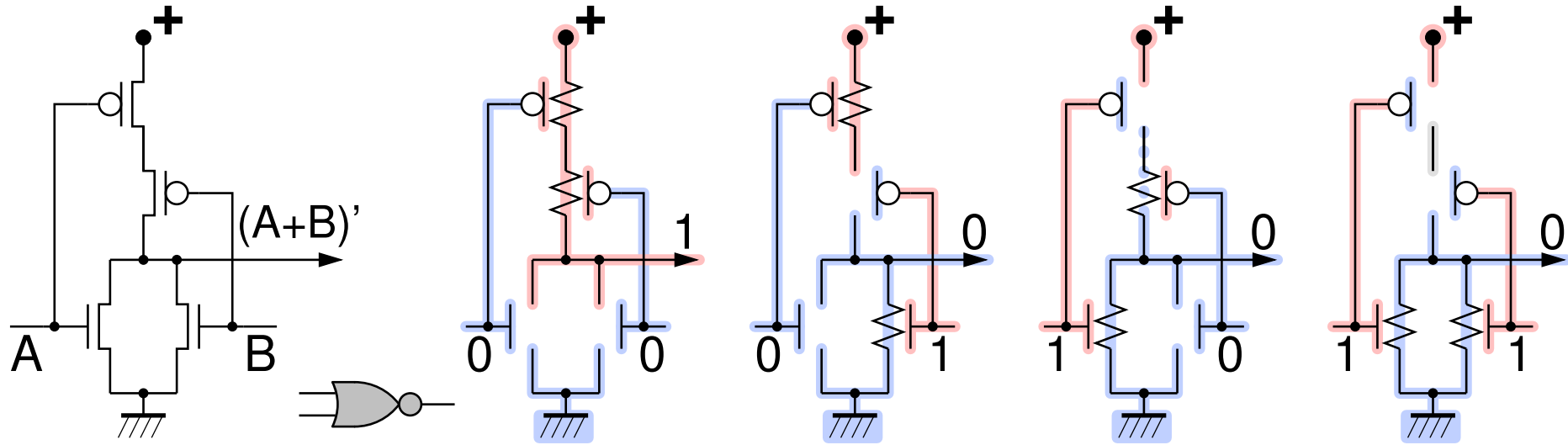
- PMOS όπως και με ηλεκτρονόμους: αρνητική επαφή
- NMOS: τώρα το χρειαζόμαστε και αυτό... (επόμενη διαφ.)

Πύλη NAND: NMOS εν σειρά, PMOS εν παραλλήλω



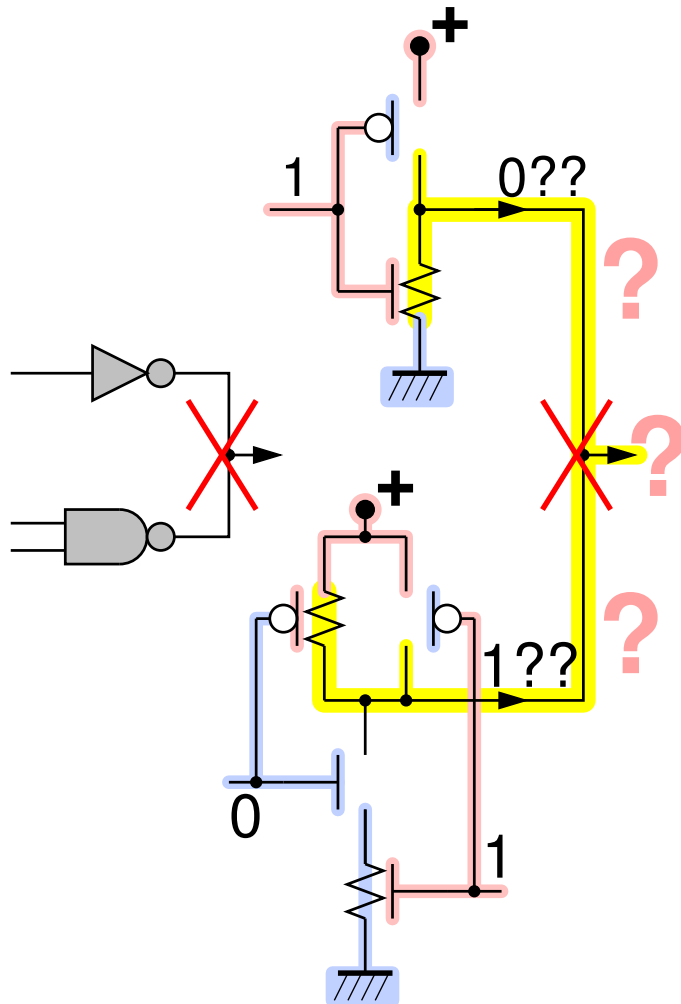
- Έξοδος = 0 (καθέλκυση ON) όταν $(A==1)$ ΚΑΙ $(B==1)$
- Έξοδος = 1 (ανέλκυση ON) όταν ΟΧΙ (καθέλκυση ON), δηλ. όταν ΟΧΙ $[(A==1)$ ΚΑΙ $(B==1)]$, δηλ. όταν: $(A==0)$ Ή $(B==0)$

Πύλη NOR: NMOS εν παραλλήλω, PMOS εν σειρά



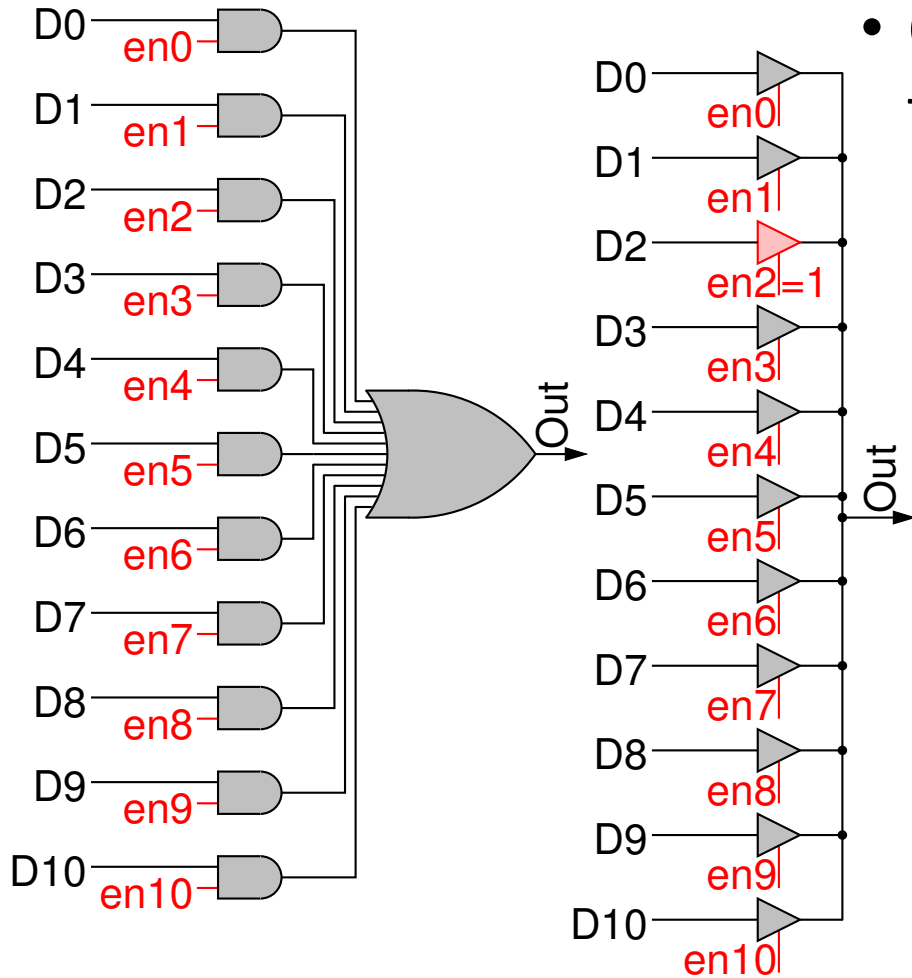
- Έξοδος = 0 (καθέλκυση ON) όταν $(A==1)$ Η $(B==1)$
- Έξοδος = 1 (ανέλκυση ON) όταν ΟΧΙ (καθέλκυση ON), δηλ. όταν ΟΧΙ $[(A==1)$ Η $(B==1)]$, δηλ. όταν: $(A==0)$ ΚΑΙ $(B==0)$

Βραχυκύκλωμα Εξόδων = Πολύ Ρεύμα, Υπερθέρμανση

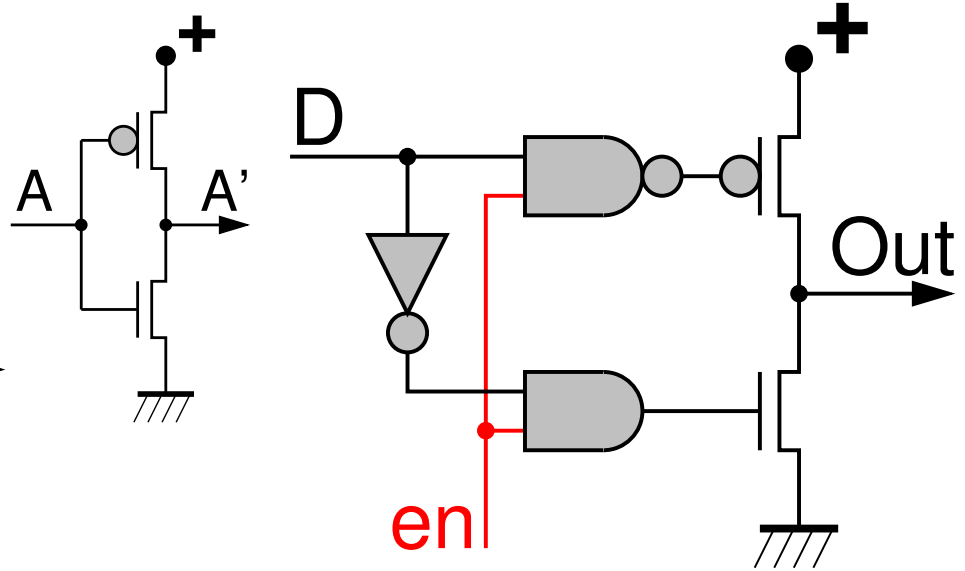


- Η μία πύλη-πηγή λέει “0”
- Η άλλη πύλη-πηγή λέει “1”
- Ο κόμβος θα έχει μία τάση
- Τι τάση;; Μάλλον άκυρη!!
- Καθέλκυση πρώτης πύλης ON
- Ανέλκυση δεύτερης πύλης ON
- Πολύ ρεύμα!
- Υπερθέρμανση! – Κίνδυνος!!
- Σπατάλη Ενέργειας!

Πολυπλέκτης με Τρικατάστατους Οδηγητές

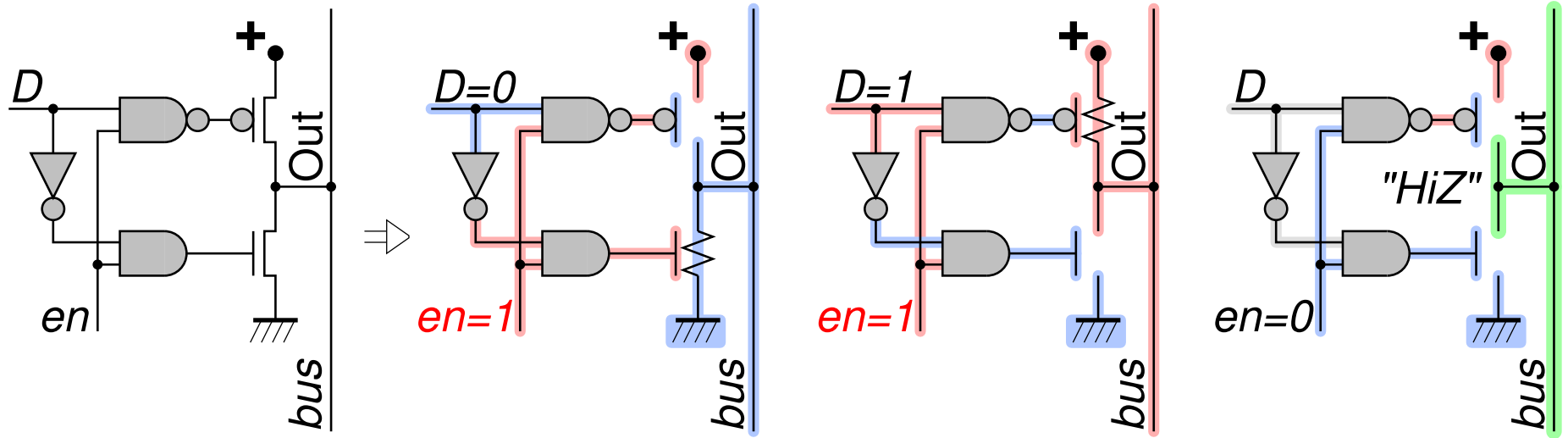


- Οι κλασικές πύλες οδηγούν πάντα την έξοδό τους σε 0 ή 1



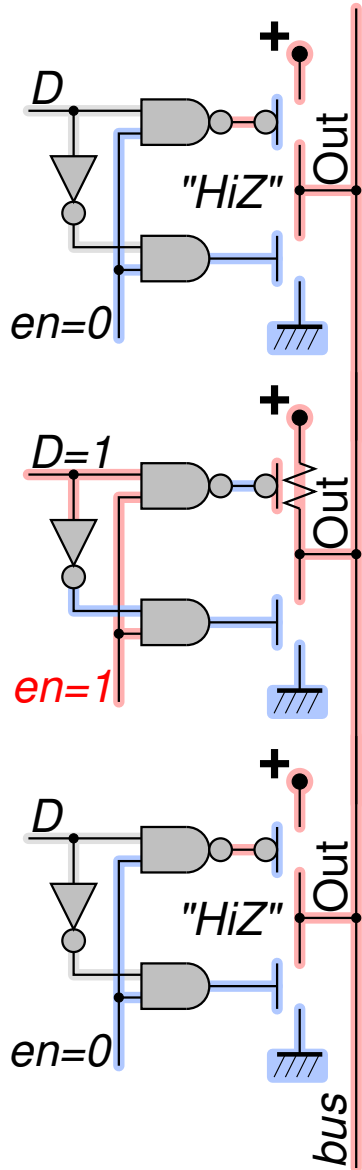
- Οι τρικατάστατοι οδηγητές μπορούν και να αφήσουν την έξοδό τους «ανοδήγητη»

Οι τρεις καταστάσεις του Οδηγητή



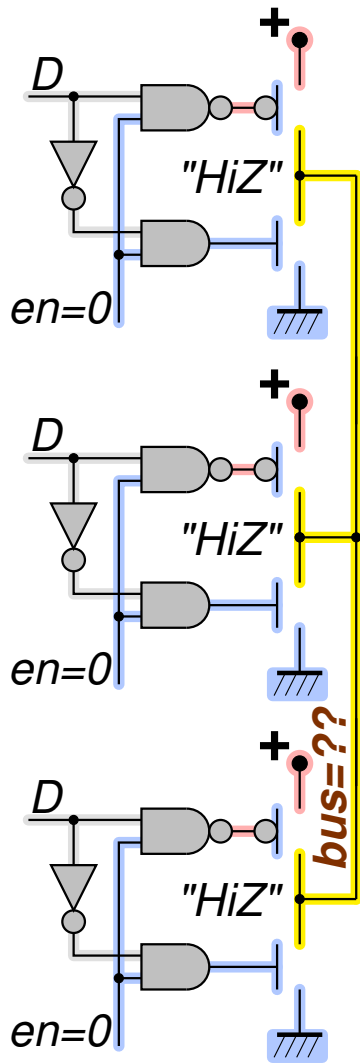
- Όταν *enable*=1, οδηγεί την έξοδο (*bus*) σε ό,τι είναι τα *Data*
- Όταν *enable*=0, δεν οδηγεί την έξοδο – τρίτη «κατάσταση»
- “*HiZ*” (*high impedance* – υψηλή εμπέδηση/αντίσταση): αυτός ο οδηγητής δεν καθορίζει την τάση του *bus* – κάποιος άλλος την καθορίζει

Ακριβώς ένας τρικατάστατος αναμένος: η σωστή λειτουργία



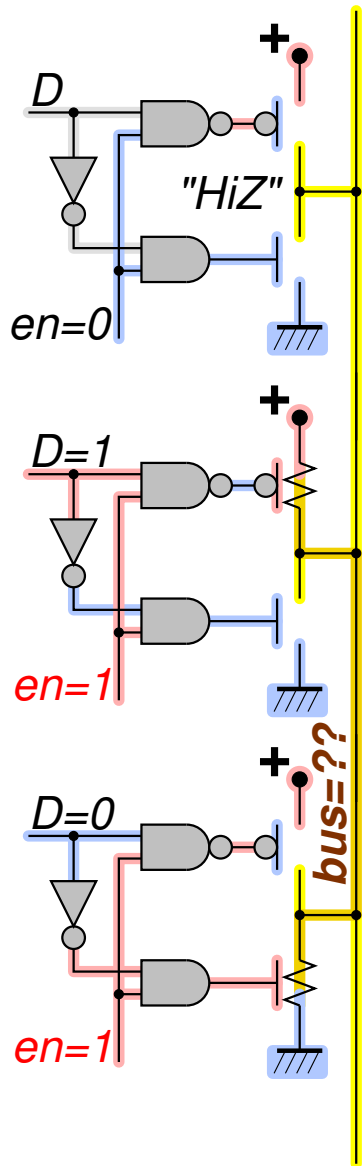
- Ένας και μόνον ένας οδηγητής αναμένος (εδώ ο μεσαίος)
- Το σύρμα "bus" έχει τάση – αυτήν που του δίνει ο αναμένος οδηγητής
- Οι σβηστοί οδηγητές (κατάσταση / περίπτωση "HiZ") δεν επιβάλλουν τάση στο *bus* – αφήνουν τον αναμένο να επιβάλει ό,τι τάση θέλει εκείνος

Κανένας τρικατάστατος αναμένος: άγνωστη τάση στο bus / σκουπίδια



- Εάν κανένας οδηγητής αναμένος:
 - ⇒ “floating” bus – ασύνδετο με οιαδήποτε πηγή τάσης
 - ⇒ για λίγα ms: παλαιά τάση («δυναμική μνήμη»), μετά... απροσδιόριστα ρεύματα διαρροής
 - ⇒ Απροσδιόριστη τάση: σκουπίδια / θόρυβος (OK εάν κανείς δεν την καταγράφει ή χρησιμοποιεί)

≥2 τρικατάστατοι αναμένονι: υπερθέρμανση, σπατάλη, σκουπίδια



- Εάν ανάψουν δύο ή περισσ. οδηγητές, τότε αυτοί διαφωνούν στα Data τους:
- ταυτόχρ. αναμένα pull-up & pull-down
⇒ υψηλό ρεύμα
- Υπερθέρμανση – κίνδυνος καψίματος
- Σπατάλη ενέργειας
- Ενδιάμεση τάση = λάθος, σκουπίδια

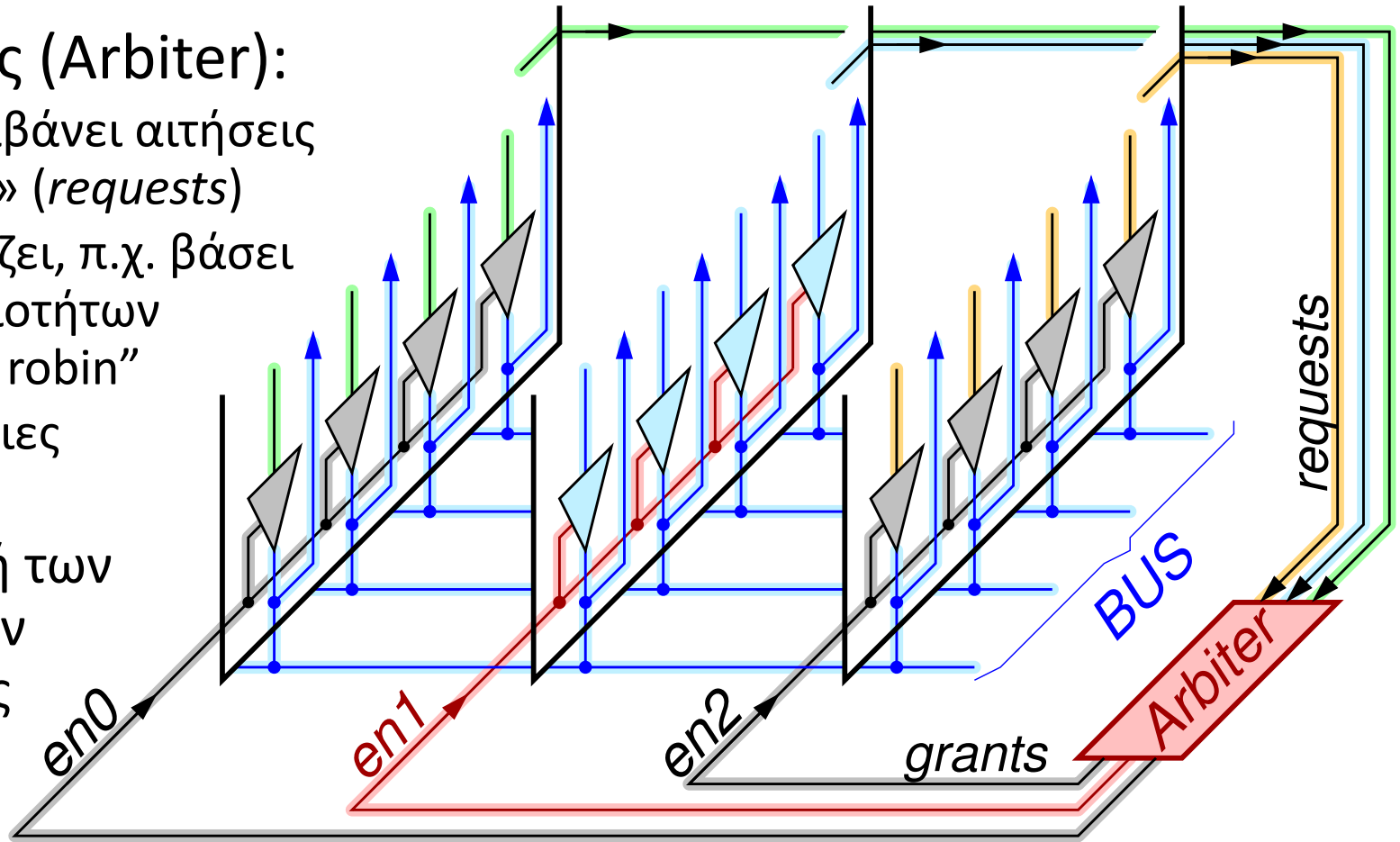
⇒ **Απαγορεύεται!!**

Λεωφόροι: Διαιτησία, Παραλαβή των Δεδομένων

Διαιτητής (Arbiter):

- παραλαμβάνει αιτήσεις «ομιλίας» (*requests*)
- αποφασίζει, π.χ. βάσει προτεραιοτήτων ή “round robin”
- δίνει άδειες (*grants*)

Παραλαβή των δεδομένων σε όλες τις πλακέτες από τους ίδιους ακροδέκτες



Άλγεβρα Boole 1: Θεώρημα De Morgan

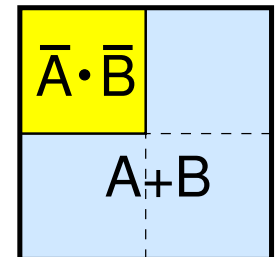
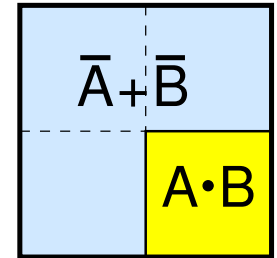
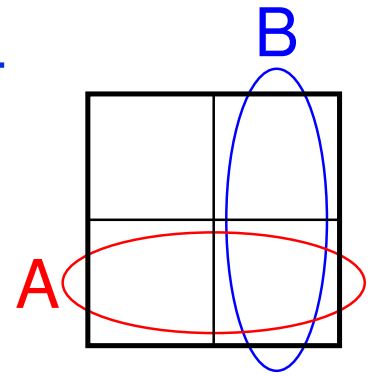
- Δύο αρνήσεις = μία κατάφαση:

$$(A')' = A$$

- De Morgan / Δυϊσμός ΚΑΙ - Ή:

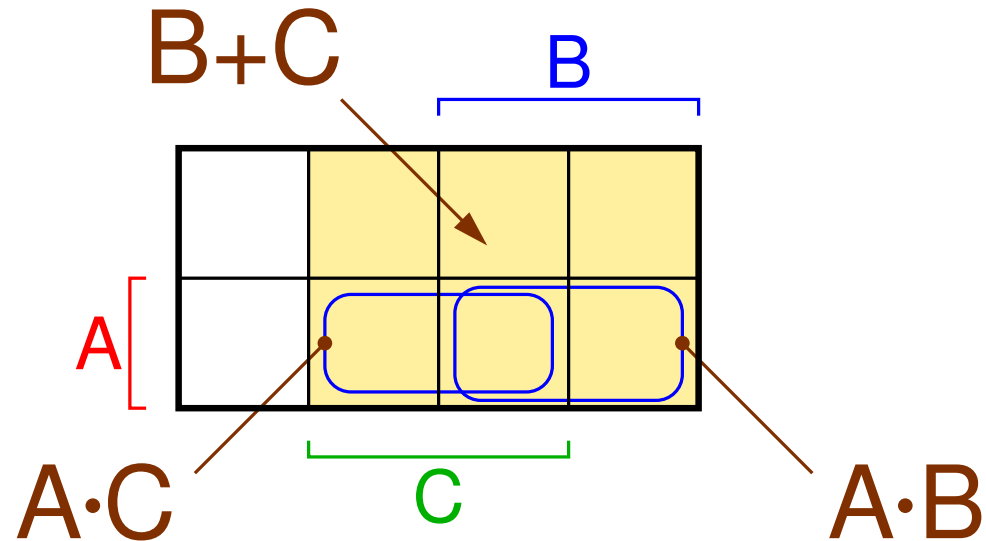
$$(A \cdot B)' = A' + B'$$

$$(A + B)' = A' \cdot B'$$



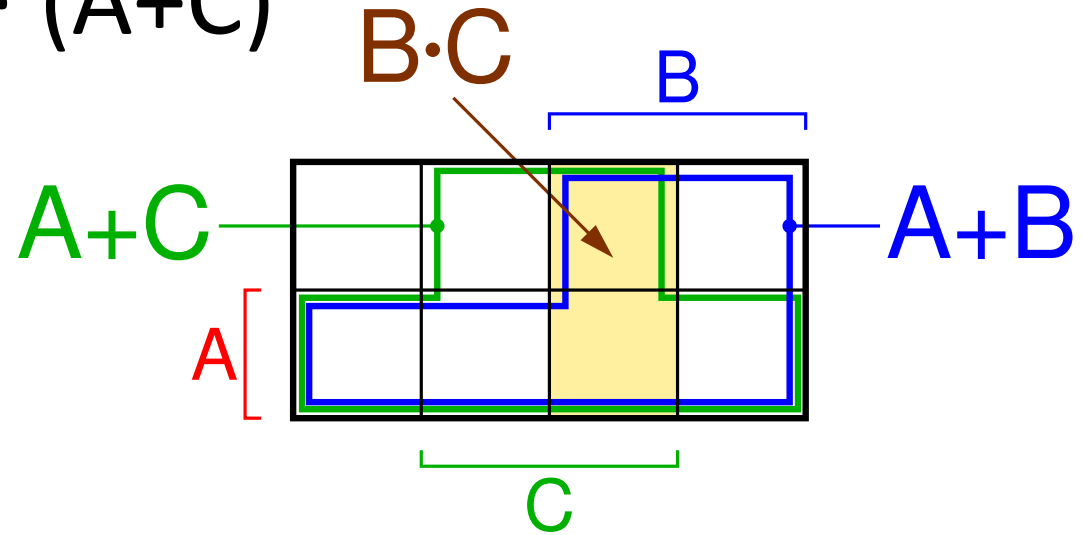
Επιμεριστική ιδιότητα του **KAI** ως προς το **Ή**

$$A \cdot (B+C) = A \cdot B + A \cdot C$$



Και το Δυϊκό: Επιμεριστική ιδ. του \underline{H} ως προς το \underline{KAI}

$$A + (B \cdot C) = (A+B) \cdot (A+C)$$



Δυϊσμός: Σε κάθε ταυτότητα της άλγεβρας Boole, εάν αλλάξουμε τα \underline{KAI} σε \underline{H} , τα \underline{H} σε \underline{KAI} , τις σταθερές **0** σε **1**, και τις **1** σε **0**, προκύπτει μιά άλλη, δυϊκή της, αληθής ταυτότητα!

Απόδειξη του Δυϊκού χρησιμοποιώντας το ευθύ

$$A+(B \cdot C) =$$

$$= [(A+(B \cdot C))']'$$

$$= [A' \cdot (B \cdot C)']'$$

$$= [A' \cdot (B' + C')]'$$

$$= [(A' \cdot B') + (A' \cdot C')]'$$

$$= (A' \cdot B')' \cdot (A' \cdot C')'$$

$$= (A''+B'') \cdot (A''+C'')$$

$$= (A + B) \cdot (A + C)$$

← Δύο αρνήσεις

← Εσωτ. ΟΧΙ του Ή (De Morgan)

← Εσωτ. ΟΧΙ του ΚΑΙ (De Morgan)

← **Επιμεριστική ΚΑΙ προς Ή (ευθύ)**

← Εξωτ. ΟΧΙ του Ή (De Morgan)

← Εσωτ. ΟΧΙ του ΚΑΙ (De Morgan)

← Δύο αρνήσεις

Άλλες Ταυτότητες της Άλγεβρας Boole & τα Δυϊκά τους

$$A \cdot B = B \cdot A$$

$$A+B = B+A$$

(αντιμεταθετική)

$$(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$$

$$(A+B)+C = A+(B+C)$$

(προσεταιριστική)

$$A \cdot 0 = 0$$

$$A+1 = 1$$

(annihilator element)

$$A \cdot 1 = A$$

$$A+0 = A$$

(identity element)

$$A \cdot A = A$$

$$A+A = A$$

(idempotent)

$$A \cdot A' = 0$$

$$A+A' = 1$$

(complementation)

$$A \cdot (A+B) = A$$

$$A+A \cdot B = A$$

(absorption)

$$A \cdot (A'+B) = A \cdot B$$

$$A + A' \cdot B = A+B$$

Αποκλειστικό-Ή (exclusive-OR), Συνάρτηση Ισότητας

- Συνάρτηση που να αλλάζει πάντα τιμή: όποτε αλλάζει τιμή μία από τις μεταβλητές εισόδου της, με τις υπόλοιπες σταθερές

Αποκλ.-Ή (XOR)		Κ	
		0	1
Π	0	0	1
	1	1	0

- Ή ο ένας ή ο άλλος αλλά όχι και οι δύο αναμενοι
- Σχήμα σκακιέρας

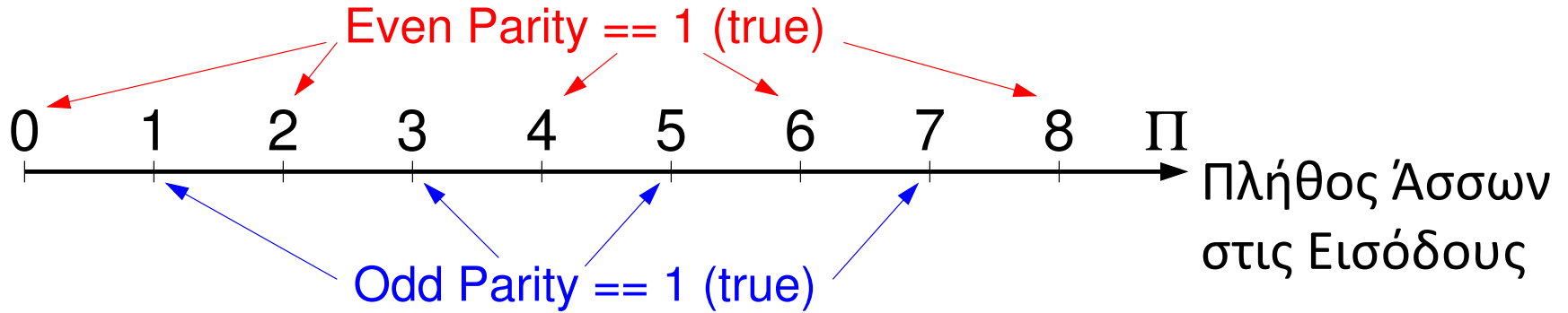
Ισότητα (Π==Κ)		Κ	
		0	1
Π	0	1	0
	1	0	1

- Ανάβει όταν και οι δύο μηδέν, ή όταν και οι δύο άσσοι, δηλ. όταν είναι ίσοι μεταξύ τους

Γενίκευση: Ποιές Συναρτήσεις δεν αγνοούν εισόδους;

- Ποιές συναρτήσεις αλλάζουν πάντα τιμή όποτε αλλάζει τιμή μία από τις μεταβλητές εισόδου της, με τις υπόλοιπες σταθερές;
- Δηλαδή ποιές συναρτήσεις δεν αγνοούν ποτέ μίαν είσοδό (η τιμή τους δεν είναι ποτέ ανεξάρτητη από μίαν είσοδο) για κάποιον(ους) συνδυασμό(ούς) τιμών των άλλων εισόδων;
- Μετράμε το πλήθος των άσων μεταξύ των εισόδων
 - $f(0, 1, 0, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0) \rightarrow$ πέντε (5) άσοι στις 10 εισόδους
 - $f(0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0) \rightarrow$ τέσσερεις (4) άσοι στις 10 εισόδους
- Θεώρημα: όποτε αλλάζει μία και μόνο μία είσοδος, το πλήθος των άσων αλλάζει πάντα κατά +1 ή κατά -1.

Οι Συναρτήσεις Άρτιας και Περιττής Ισοτιμίας



- *Άρτια Ισοτιμία (Even Parity)*: ορίζεται \rightarrow “το πλήθος των άσσεων είναι **άρτιος** αριθμός” (1 εάν αληθές, 0 εάν ψευδές)
- *Περιττή Ισοτιμία (Odd Parity)*: ορίζεται \rightarrow “το πλήθος των άσσεων είναι **περιττός** αριθμός” (1 εάν αληθές, 0 εάν ψευδές)
 - Odd Parity = γενίκευση του XOR, Even Parity = γενίκευση XNOR
- **Θεώρημα**: όποτε αλλάζει οιαδήποτε μία και μόνο μία είσοδος, αλλάζει πάντοτε το Parity των εισόδων.

Ανίχνευση ενός Σφάλματος Μετάδοσης μέσω Parity

- Πομπός & δέκτης συμφωνούν: πάντα **Odd Parity** (msg + check bit)
- Μήνυμα: 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 (4 άσσοι)
- Add **check bit**: 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 **1** (5 άσσοι – πάντα Odd)
- Μετάδοση (έως ένα πιθανό σφάλμα): **check Odd Parity**
- Σωστή Μετάδ.: 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 (5 άσσοι – oddP true)
- Λάθος Μετάδ.: 0 1 0 0 0 **0** 1 0 1 0 1 (4 άσσοι – oddP **false**)
- Λάθος Μετάδ.: **1** 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 (6 άσσοι – oddP **false**)
- Λάθος Μετάδ.: 0 1 0 0 0 1 1 0 1 0 **0** (4 άσσοι – oddP **false**)
- Για ανίχνευση 2, 4, κλπ. σφαλμάτων: άλλοι κώδικες, άλλο μάθημα...