

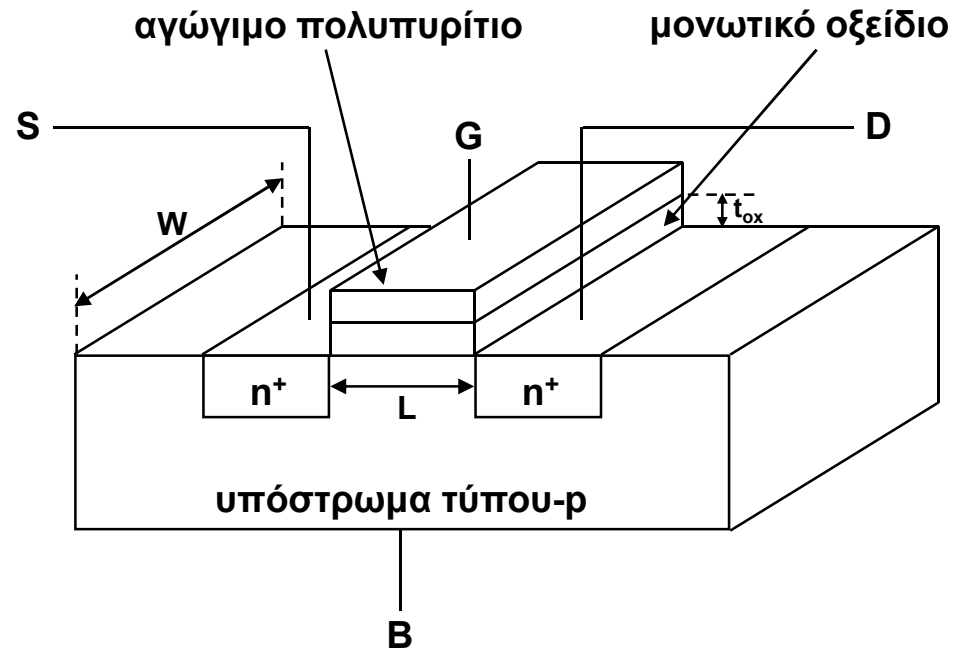
Παρασιτικές ποσότητες τρανζίστορ και αγωγών διασύνδεσης

Εισαγωγή στην Ηλεκτρονική

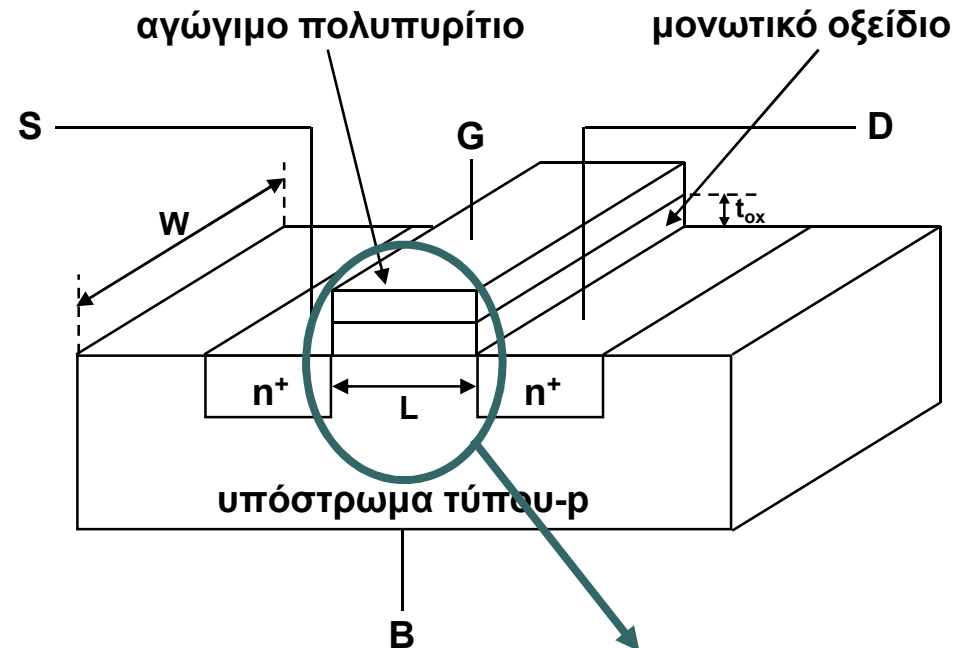
Παράγοντες καθορισμού μεταβατικής απόκρισης λογικών πυλών

- Η δυναμική ή μεταβατική συμπεριφορά μιας λογικής πύλης καθορίζεται κατά κύριο λόγο από τις εξωτερικές χωρητικότητες των πυλών τρανζίστορ που οδηγούνται (fan-out) από την έξοδο της συγκεκριμένης λογικής πύλης
 - Η ταχύτητα εμφάνισης της λογικής κατάστασης στην έξοδο της πύλης καθορίζεται από την καθυστέρηση φόρτισης ή εκφόρτισης της χωρητικότητας εισόδου των οδηγούμενων πυλών
 - Η κατανάλωση ισχύος για αλλαγή της λογικής κατάστασης εξόδου καθορίζεται από την κατανάλωση φόρτισης ή εκφόρτισης της χωρητικότητας εισόδου των οδηγούμενων πυλών
- Το μεταβατικό φαινόμενο της αλλαγής λογικής κατάστασης στην έξοδο μιας λογικής πύλης επηρεάζεται επίσης από τις εξής παρασιτικές ποσότητες:
 - Εσωτερική χωρητικότητα στις περιοχές πηγής/υποδοχής των τρανζίστορ της λογικής πύλης
 - Αντίσταση και χωρητικότητα των αγωγών ή καλωδίων διασύνδεσης της εξόδου της λογικής πύλης με τις εισόδους άλλων λογικών πυλών

Εξωτερική χωρητικότητα πύλης τρανζίστορ MOS

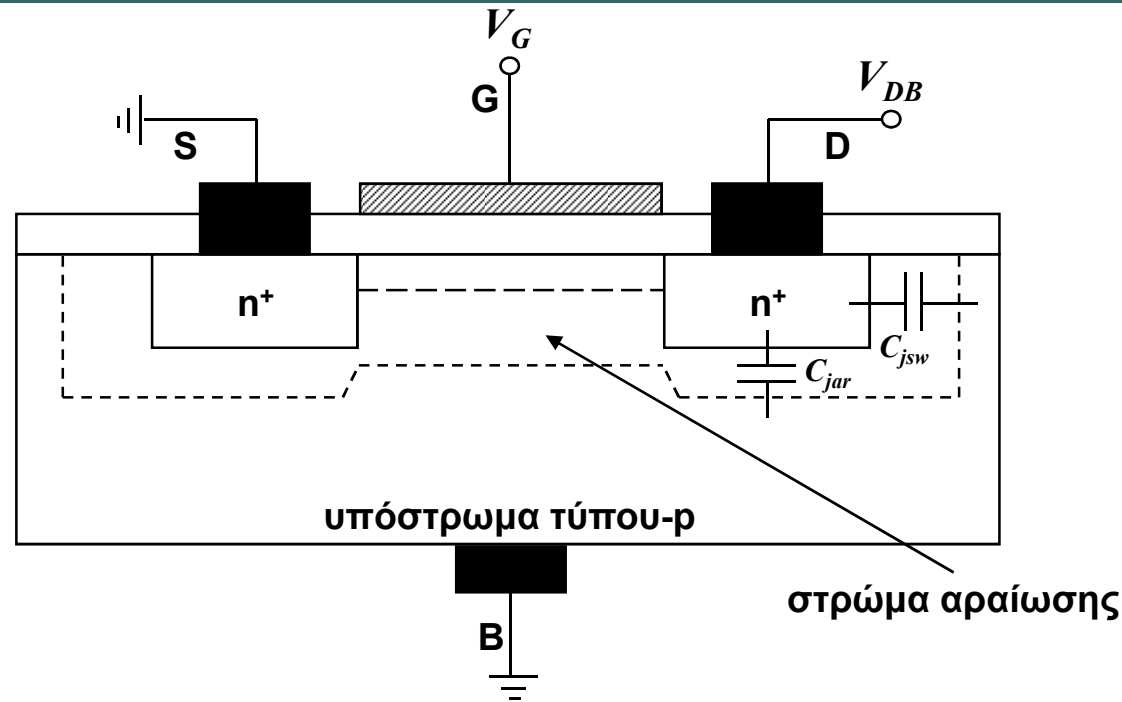


Εξωτερική χωρητικότητα πύλης τρανζίστορ MOS



$$C_g = \frac{\epsilon_{ox}}{t_{ox}} WL$$

Εσωτερική χωρητικότητα επαφής (πηγής/υποδοχής) τρανζίστορ MOS



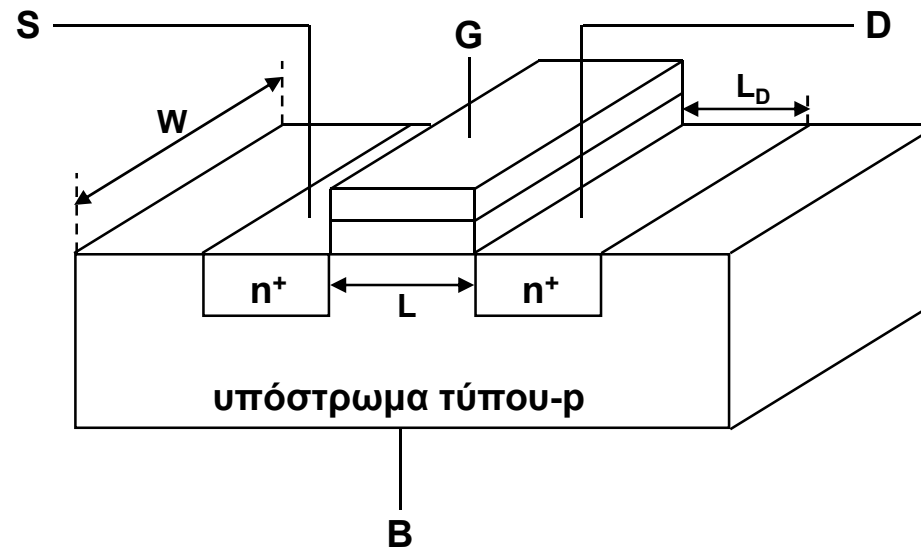
Χωρητικότητα επιφάνειας (area):

$$C_{jar} = \bar{C}_{jar} A_D$$

Χωρητικότητα περιφέρειας (sidewall):

$$C_{jsw} = \bar{C}_{jsw} P_D$$

Εσωτερική χωρητικότητα επαφής (πηγής/υποδοχής) τρανζίστορ MOS



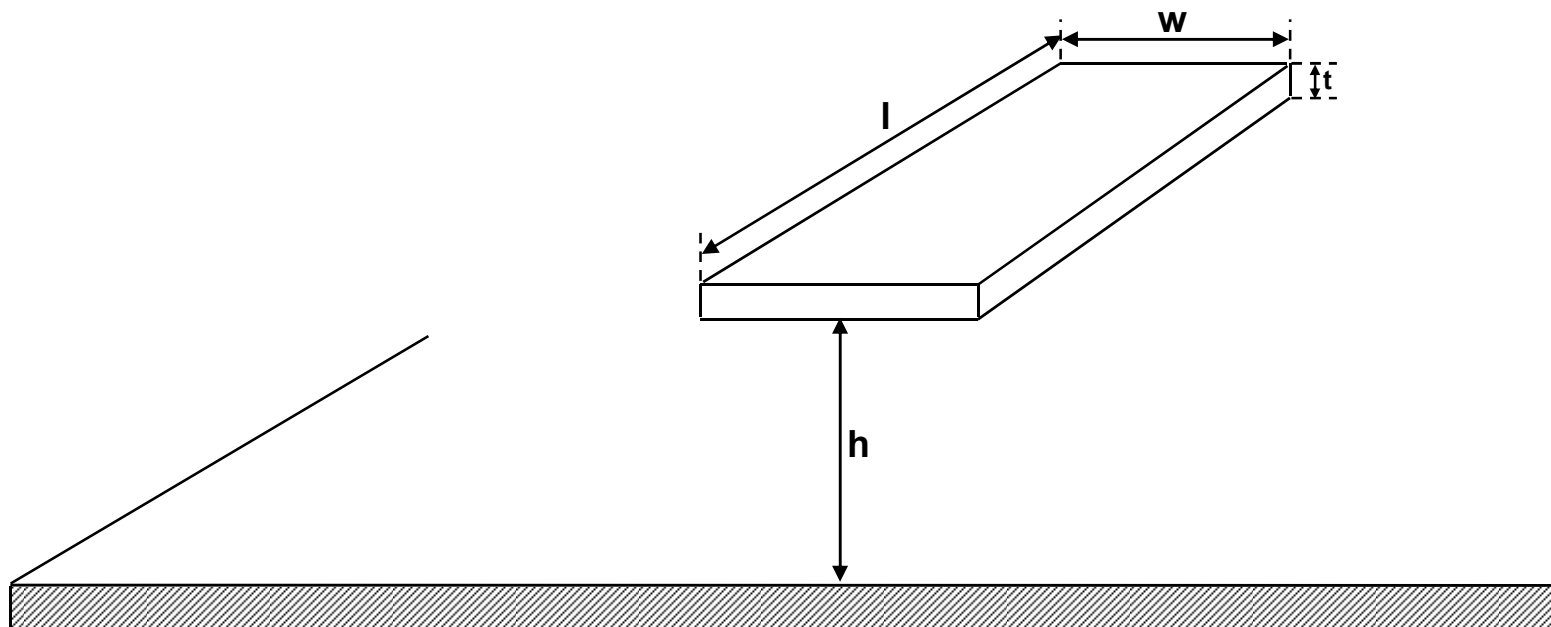
Επιφάνεια πηγής/υποδοχής:

$$A_D = WL_D$$

Περίμετρος πηγής/υποδοχής:

$$P_D = W + 2L_D$$

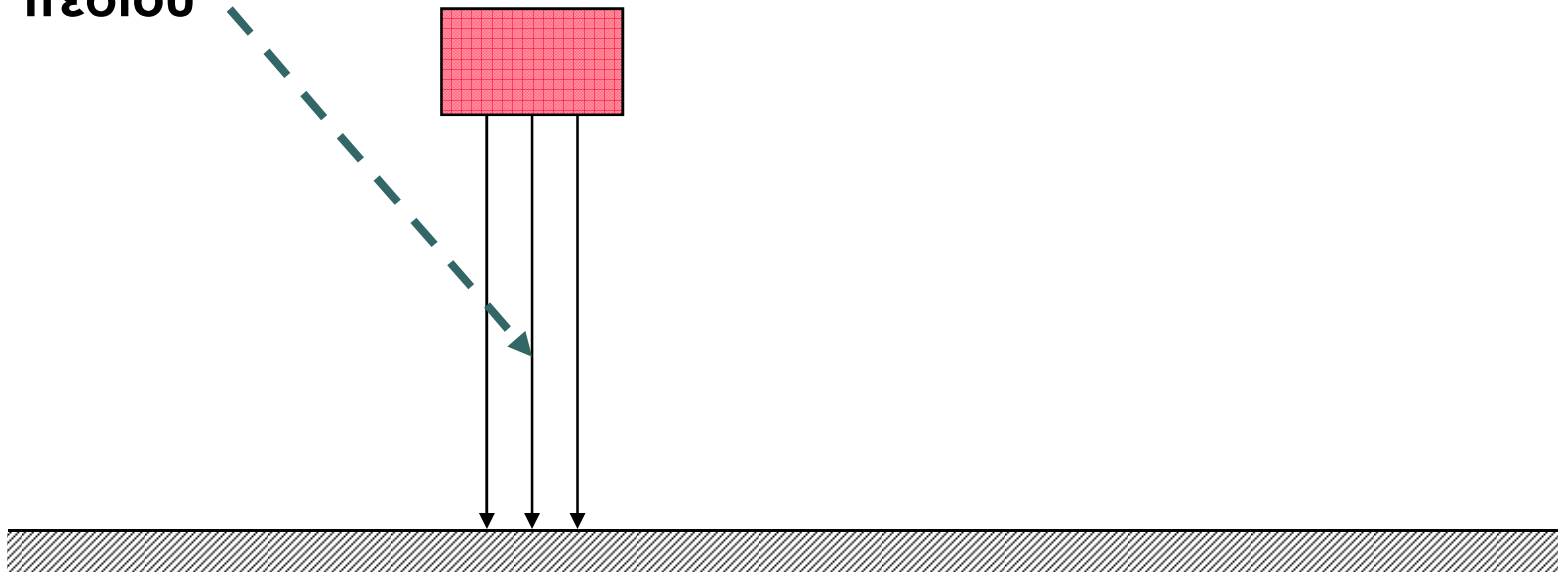
Αγωγοί διασύνδεσης



Χωρητικότητα αγωγών διασύνδεσης

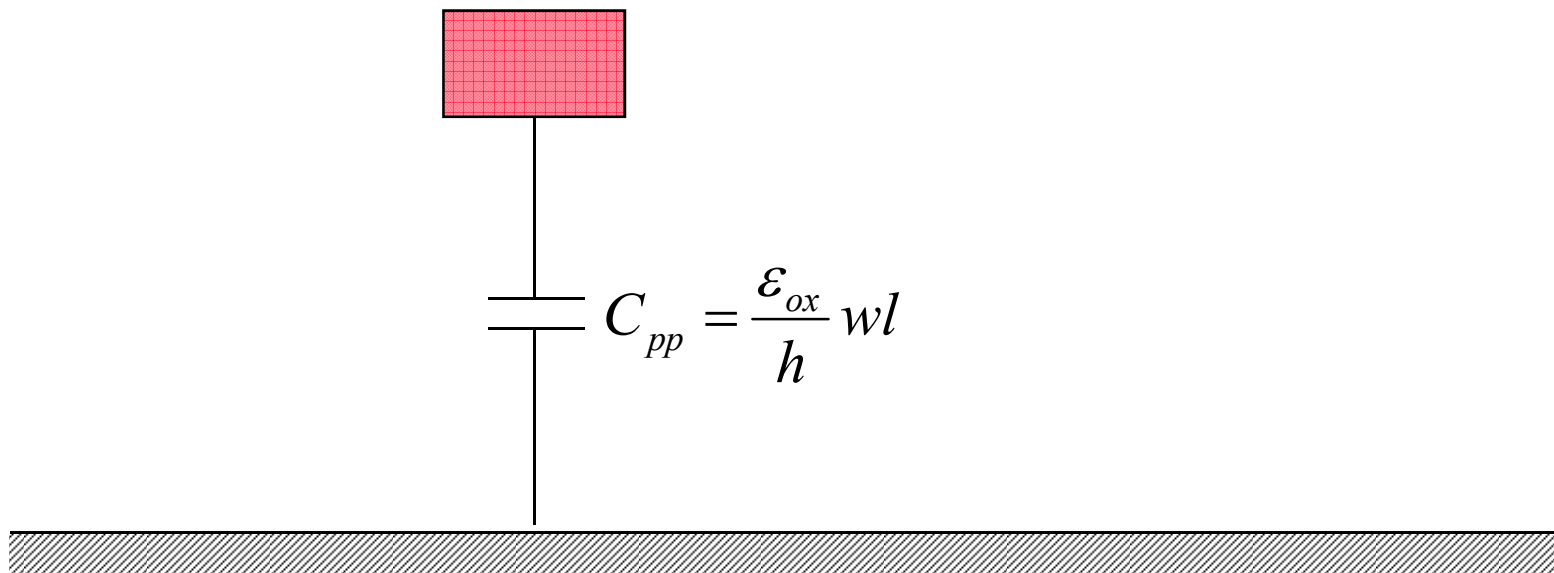
Γραμμές
ηλεκτρικού
πεδίου

$$C_{wire} = \dots$$



Χωρητικότητα αγωγών διασύνδεσης

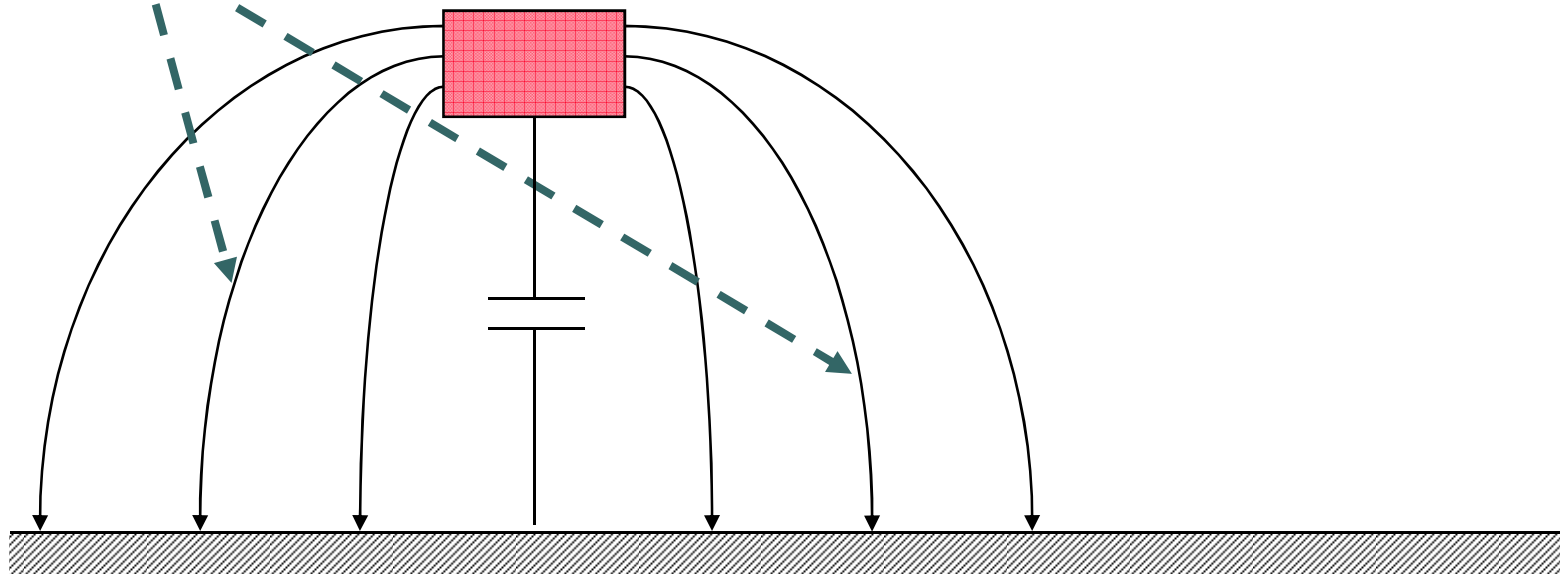
$$C_{wire} = \frac{\epsilon_{ox}}{h} wl + \dots$$



Χωρητικότητα αγωγών διασύνδεσης

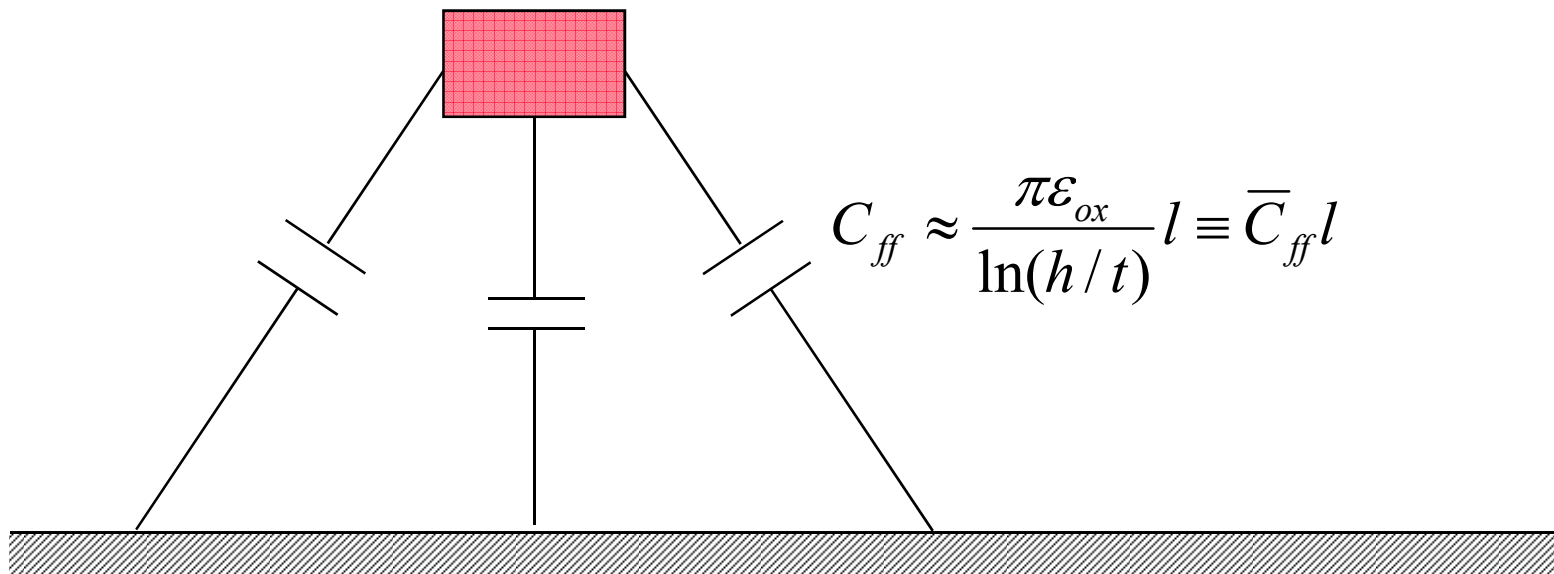
Πλευρικά πεδία
(fringing fields)

$$C_{wire} = \frac{\epsilon_{ox}}{h} wl + \dots$$



Χωρητικότητα αγρών διασύνδεσης

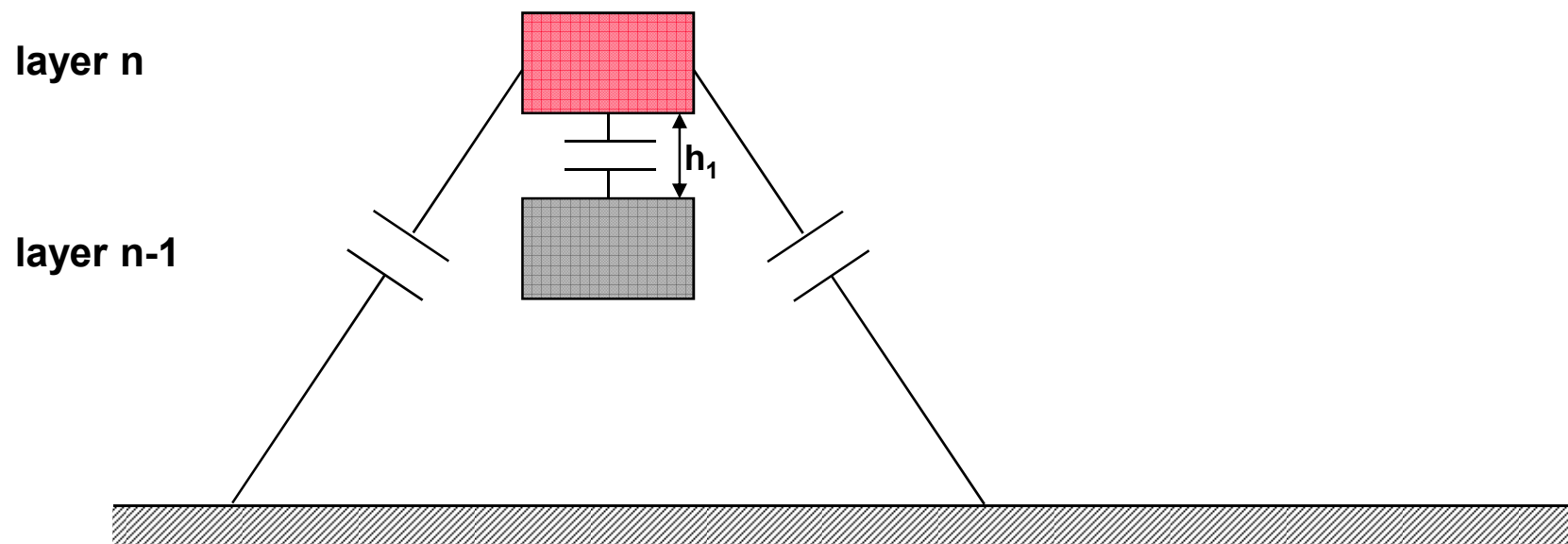
$$C_{wire} = \frac{\epsilon_{ox}}{h} wl + 2\bar{C}_{ff}l$$



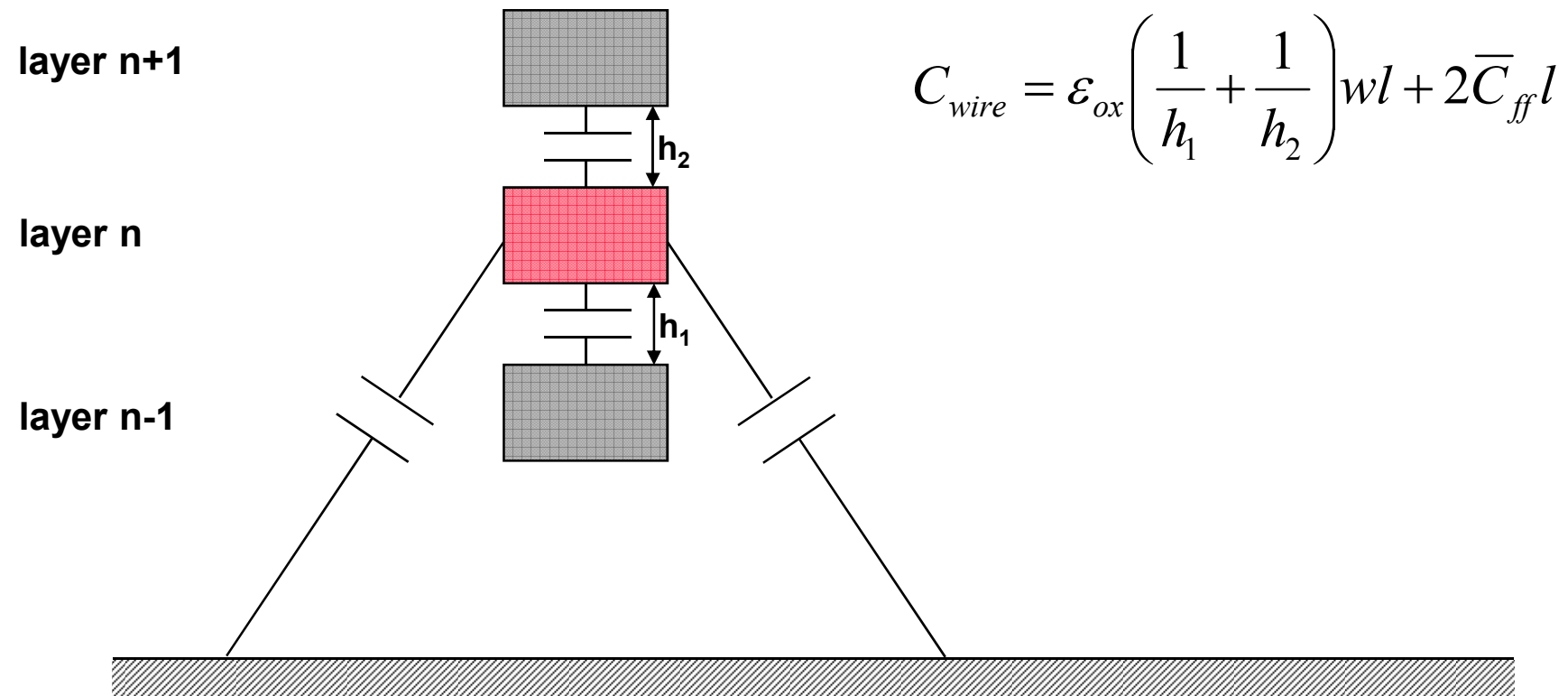
$$C_{ff} \approx \frac{\pi\epsilon_{ox}}{\ln(h/t)} l \equiv \bar{C}_{ff}l$$

Χωρητικότητα αγωγών διασύνδεσης

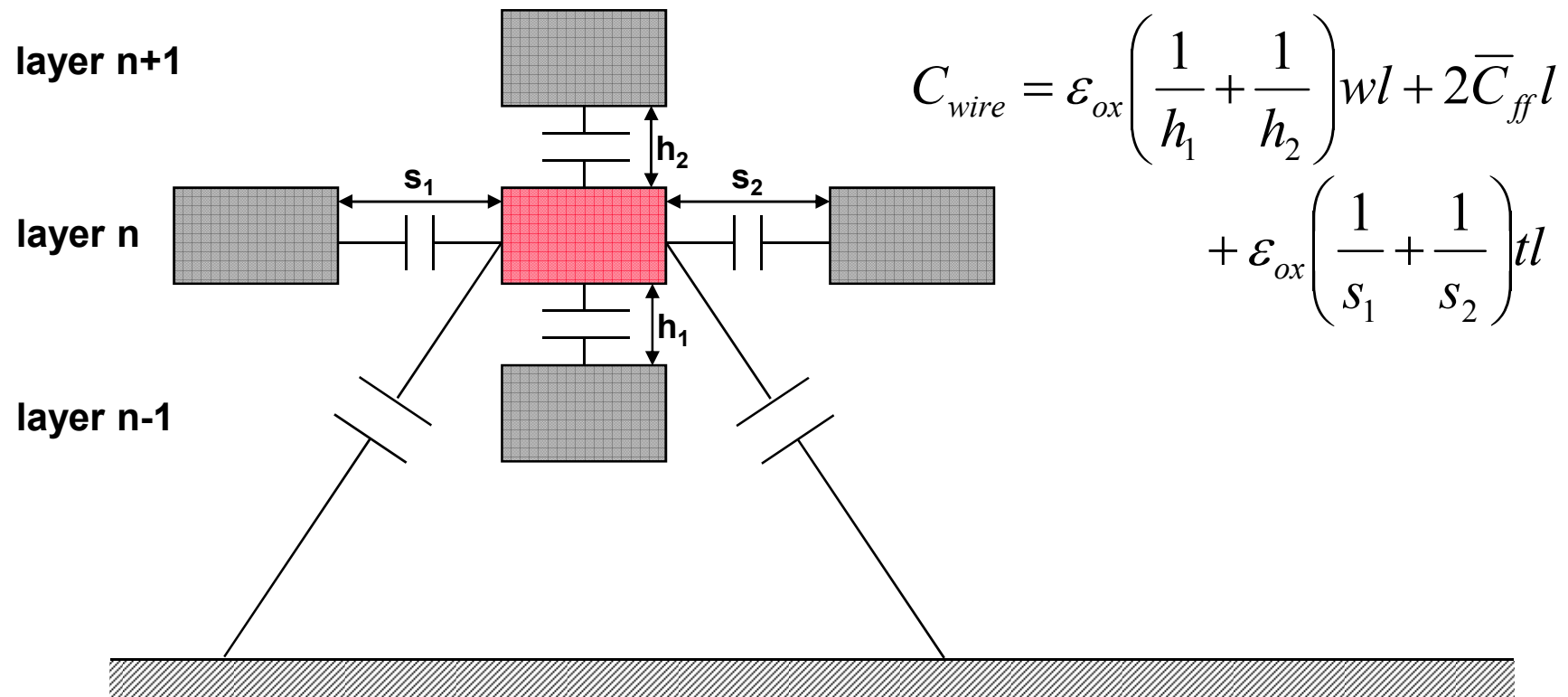
$$C_{wire} = \frac{\epsilon_{ox}}{h_1} wl + 2\bar{C}_{ff}l$$



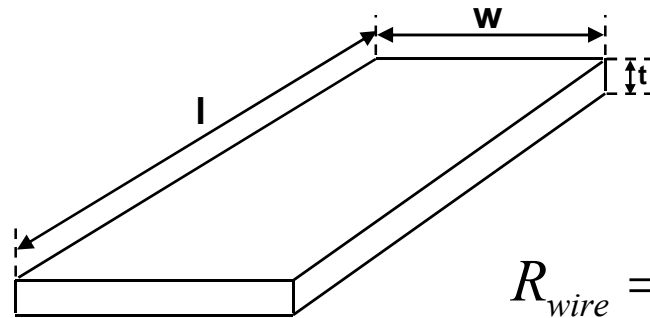
Χωρητικότητα αγρών διασύνδεσης



Χωρητικότητα αγωγών διασύνδεσης



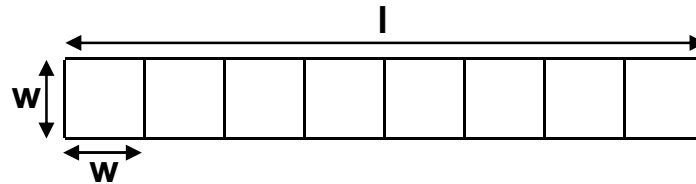
Αντίσταση αγωγών διασύνδεσης



$$R_{wire} = \frac{\rho}{t} \frac{l}{w} \equiv R_{sq} \frac{l}{w}$$

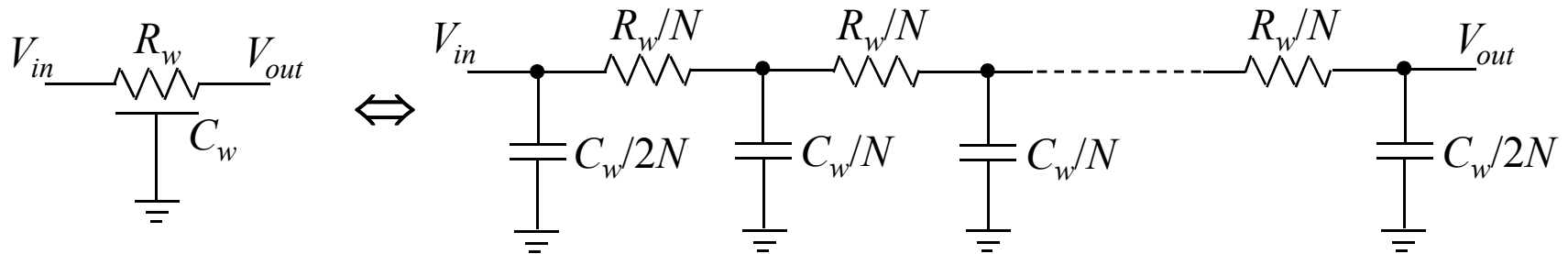
R_{sq} : Αντίσταση φύλλου (sheet resistance) σε Ω/sq
(= αντίσταση ενός τετραγώνου πλευράς w)

l/w : Αριθμός τετραγώνων πλευράς w



Κατανεμημένα μοντέλα RC αγωγών διασύνδεσης

- Η αντίσταση και η χωρητικότητα ενός αγωγού διασύνδεσης είναι στην πραγματικότητα *κατανεμημένες* ποσότητες, οπότε (ειδικά στην περίπτωση αγωγών μεγάλου μήκους) η αναπαράσταση θα πρέπει να γίνει μέσω ενός κατανεμημένου δικτύου RC N -τμημάτων, ως εξής (για εκτέλεση προσομοίωσης με το SPICE):



όπου R_w και C_w είναι η *συνολική* αντίσταση και χωρητικότητα του αγωγού

Μοντελοποίηση αγωγών διασύνδεσης

- Βραχυκύκλωμα:
(για αγωγούς μικρού μήκους)
- Χωρητικότητα:
(για αγωγούς μεσαίου μήκους)
- Κατανεμημένο μοντέλο RC:
(για αγωγούς μεγάλου μήκους)

