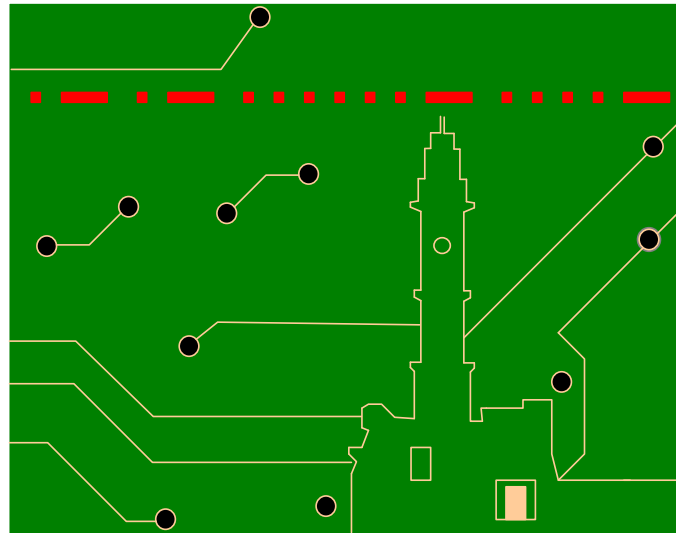


ΤΗΛ412 Ανάλυση & Σχεδίαση (Σύνθεση) Τηλεπικοινωνιακών Διατάξεων

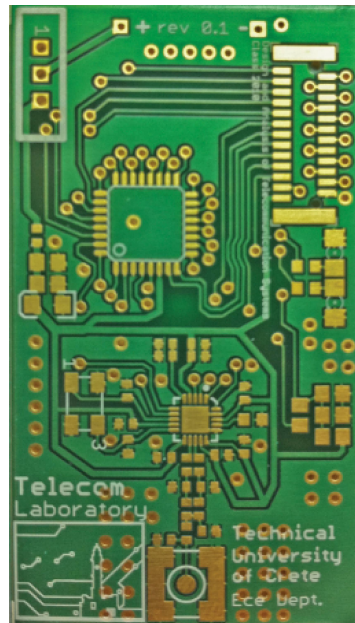
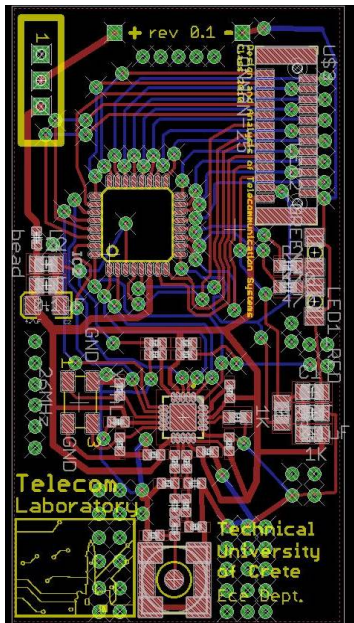
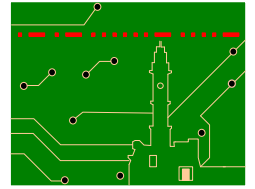
Διάλεξη 7



Άγγελος Μπλέτσας

ΗΜΜΥ Πολυτεχνείου Κρήτης, Φθινόπωρο 2014

Στο Lab4 προχωράμε σε θέματα σχεδίασης/ υλοποίησης

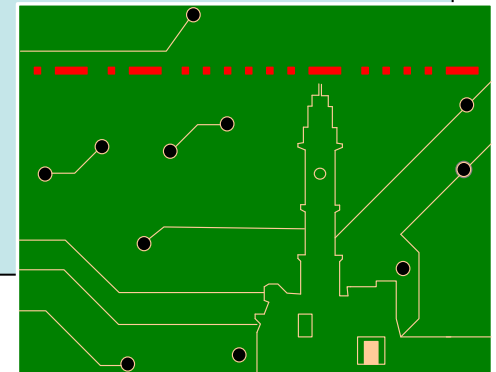


TUC Telecom Lab "iCubes v0.2"

Διάλεξη 7 – Κατανεμημένα Κυκλωματικά Στοιχεία (και οι επιπτώσεις τους στην σχεδίαση/υλοποίηση!)

Προχωράμε σε θέματα σχεδίασης και υλοποίησης

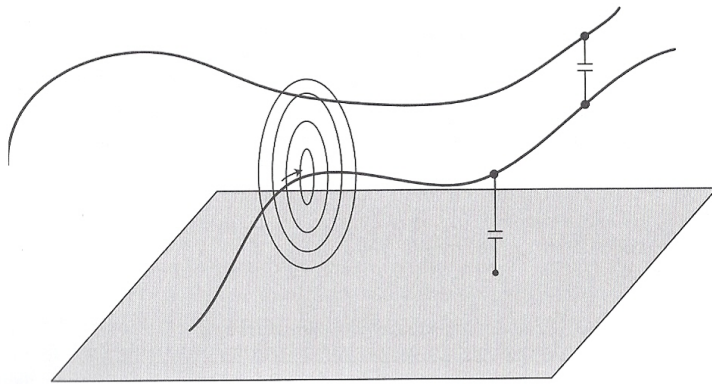
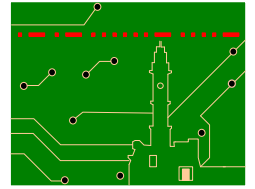
- Γραμμές Μεταφοράς.
- Αίτια παρασιτικών συζεύξεων (coupling).
- Πυκνωτές ως πηνία και αντίστροφα.
- Σημασία SMD τεχνολογίας στην σχεδίαση.



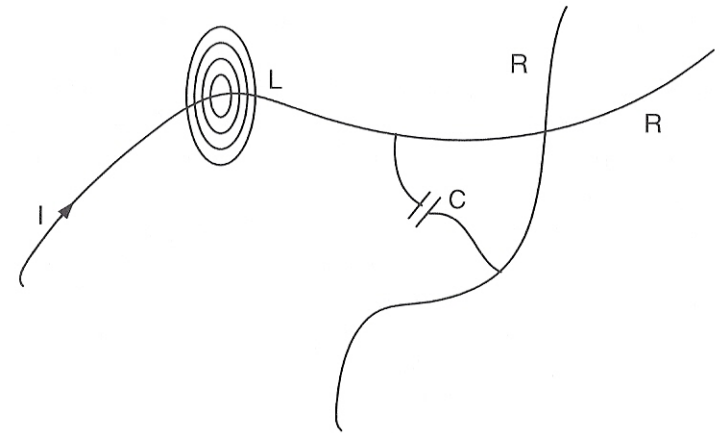
Για την σημερινή διάλεξη έχει χρησιμοποιηθεί υλικό από το βιβλίο
Γεώργιος Δ. Σεργιάδης, «Σύνθεση τηλεπικοινωνιακών διατάξεων,
University Studio Press A.E.»



Γραμμές μεταφοράς (και παρασιτικές αντιστάσεις)



$L_0 =$ αυτεπαγωγή (H/m)

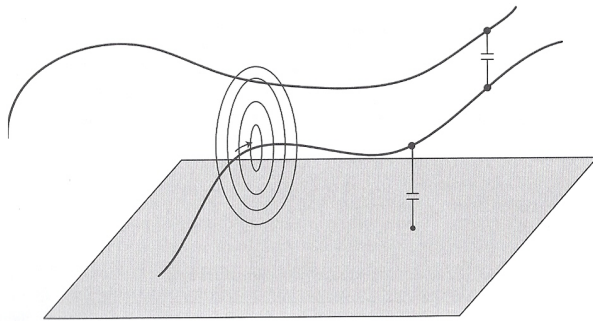
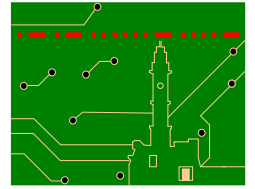


- ροή ρεύματος = μαγνητικό πεδίο = επαγωγική σύζευξη (coupling).
- διαφορά δυναμικού = ηλεκτρικό πεδίο = χωρητική σύζευξη.
- παρασιτικές αντιστάσεις αυξάνονται για «μεγαλύτερες» διαστάσεις...

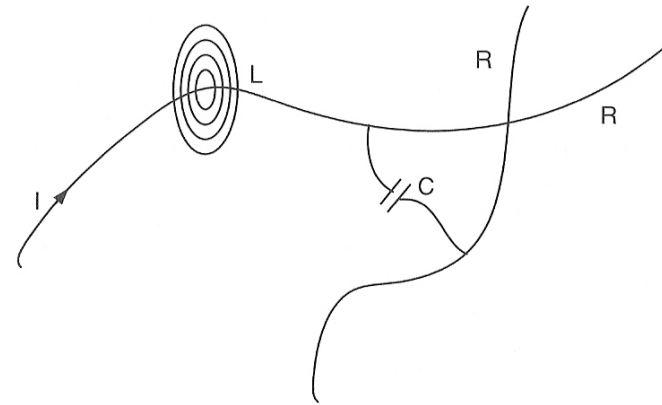
- ...διαστάσεις πάντα συγκρινόμενες με το μήκος κύματος:

$$\lambda = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_r}}$$

Γραμμές μεταφοράς (και παρασιτικές αντιστάσεις)



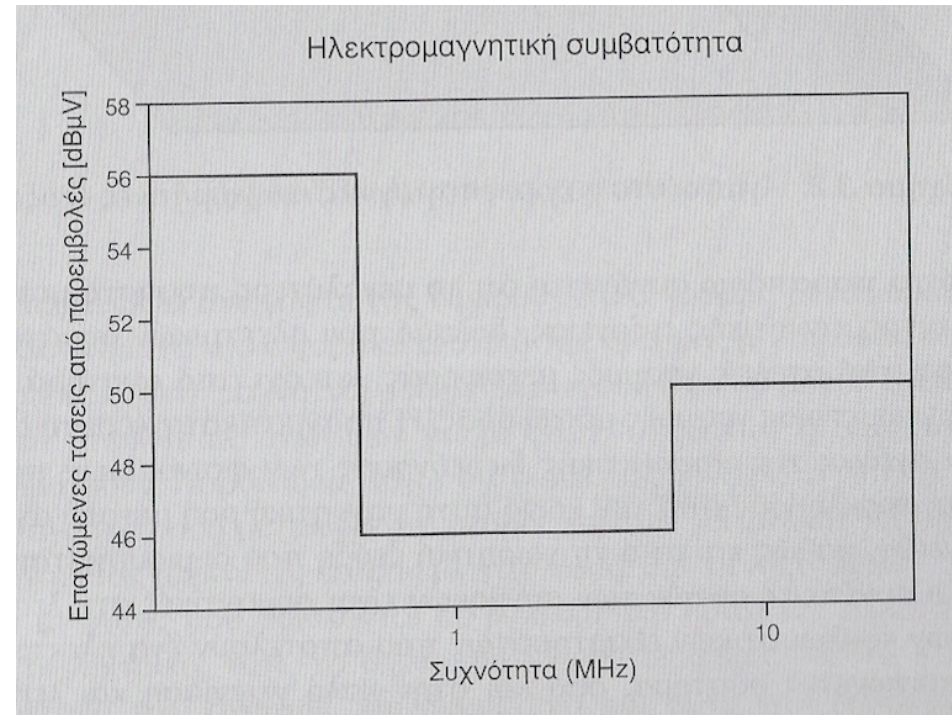
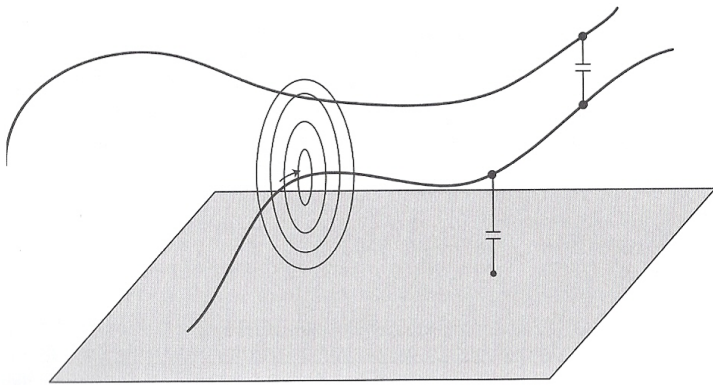
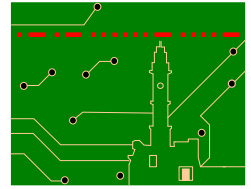
$L_0 =$ αυτεπαγωγή (H/m)



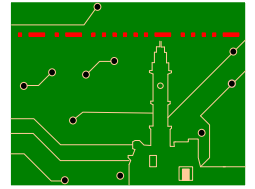
Μεγαλύτερη συχνότητα:

- ανάλογη αύξηση της αποθηκευμένης μαγνητικής ενέργειας = επαγωγικές ζεύξεις πιο σημαντικές...
- ανάλογη αύξηση των αποθηκευμένων φορτίων = χωρητικές ζεύξεις πιο σημαντικές...
- μικρότερο επιδερμικό βάθος = μεγαλύτερες απώλειες...
- απώλειες διηλεκτρικών (δρόμοι αγωγιμότητας)!

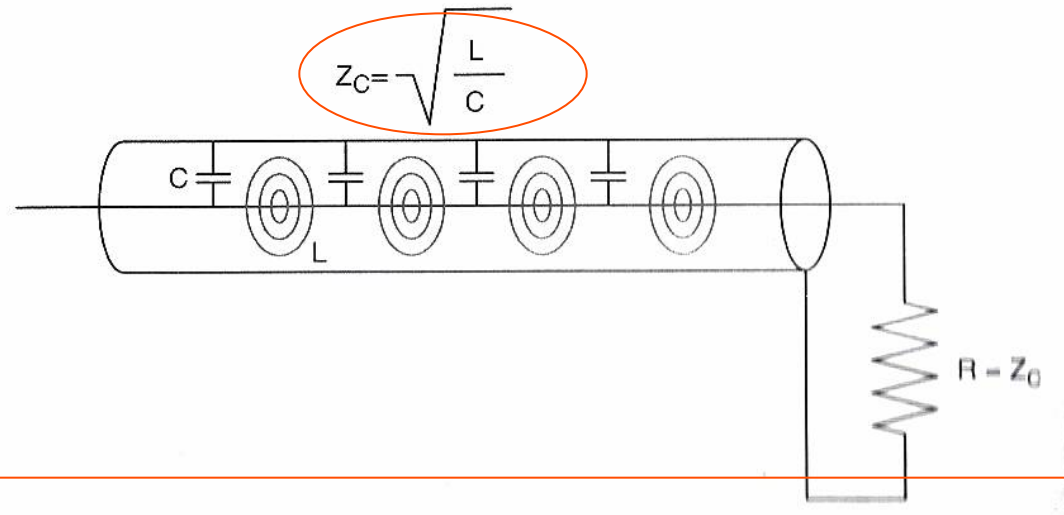
Γραμμές μεταφοράς



- EMC: επαγόμενες τάσεις, λόγω παρασιτικών αντιστάσεων, εντός προκαθορισμένων ορίων.
- Ερώτηση: Γραμμές της ΔΕΗ είναι γραμμές μεταφοράς?
- Ερώτηση: Μπορεί να δουλέψει ένα ΑΜ ραδιόφωνο δίπλα σε ένα PC?

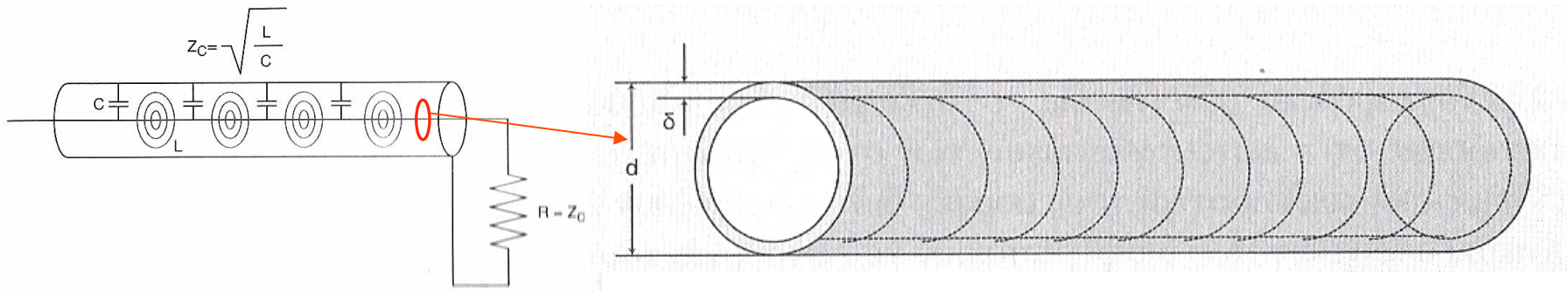
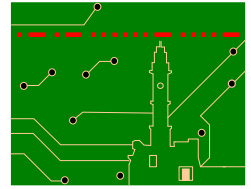


Αντιμετώπιση Παρασιτικών Ζεύξεων (1)



- Κατάλληλη ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ των αγωγών! Παράδειγμα: ομοαξονικό καλώδιο!
- Κυλινδρικός εξωτερικός αγωγός:
 - ... μηδενίζει χωρητικές ζεύξεις με το εξωτερικό περιβάλλον.
 - ... μηδενίζει το μαγνητικό πεδίο εκτός της γραμμής(υπό την προϋπόθεση της τερματισμένης γραμμής στην χαρακτηριστική αντίσταση Z_c της γραμμής).

Γραμμές Μεταφοράς & Επιδερμικό Φαινόμενο

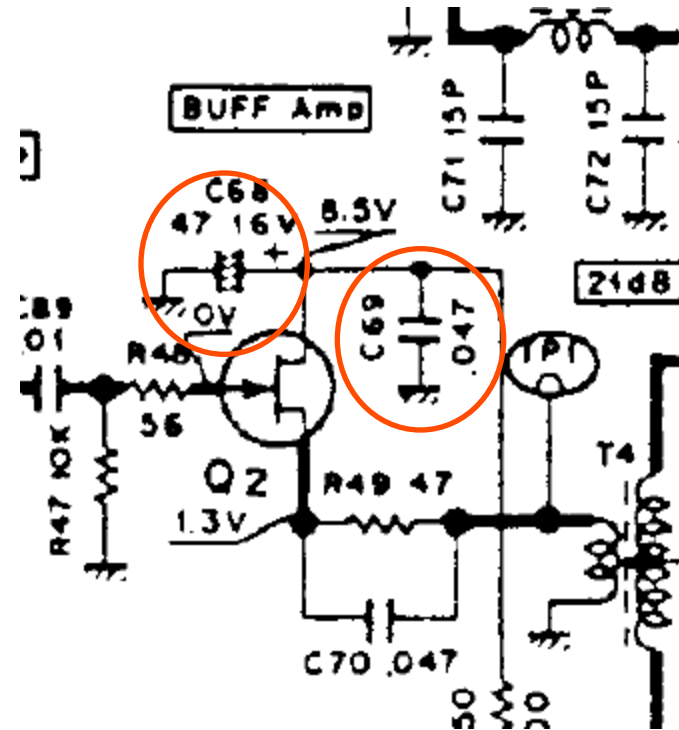
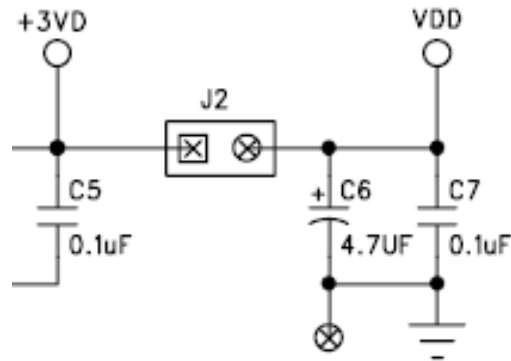
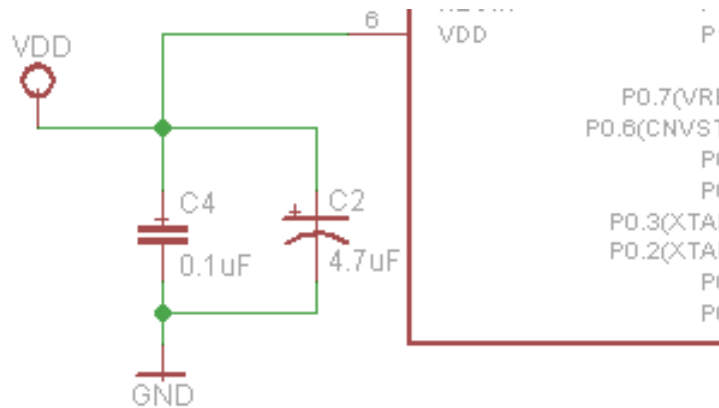
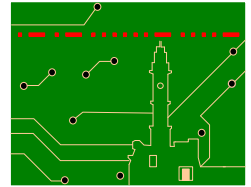


➤ ροή ρεύματος = μαγνητικό πεδίο = μεγαλύτερη πυκνότητα μαγνητικών γραμμών στο κέντρο του αγωγού απ' ότι στην περίμετρο = μεγαλύτερη αυτεπαγωγή στο κέντρο απ' ότι στην περίμετρο = μεγαλύτερη αντίδραση στο κέντρο απ' ότι στην περιμέτρο = πυκνότητα ρεύματος (εκθετικά) μεγαλύτερη στην περίμετρο απ' ότι στο κέντρο!

$$\text{Επιδερμικό βάθος} \quad \delta = \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}}$$

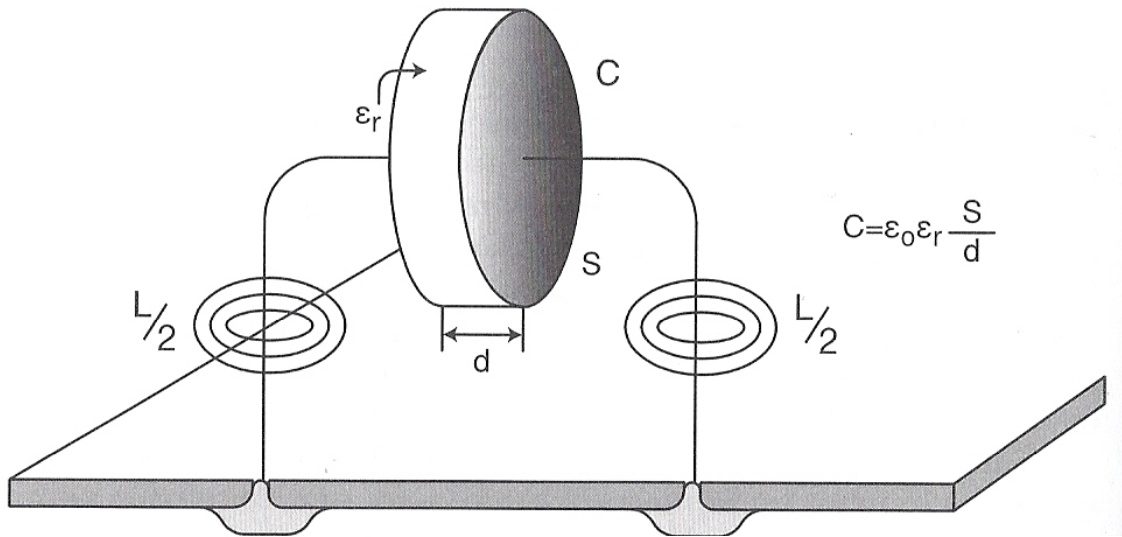
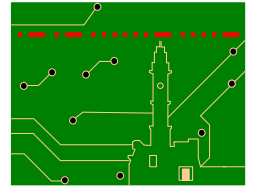
➤ σε υψηλές συχνότητες, μόνο το περίβλημα του αγωγού χρειάζεται!

To be (capacitor) or not to be?

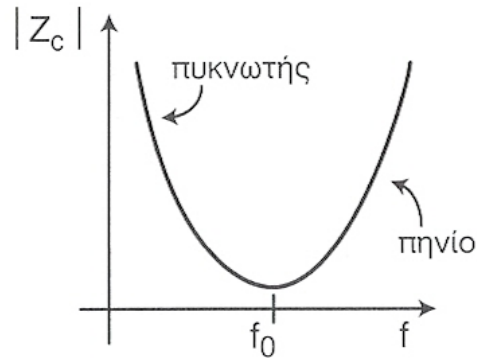
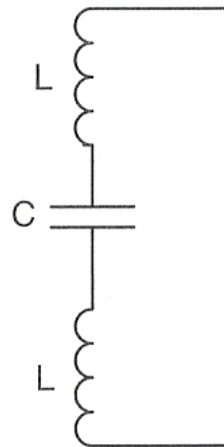
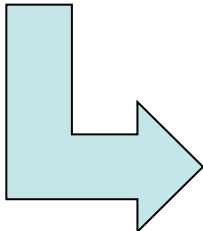


➤ Για ποιό λόγο, δύο πυκνωτές (ένας μεγαλύτερος και ένας μικρότερος) παράλληλα, αντί για ένας?

Πυκνωτής ως Πηνίο?

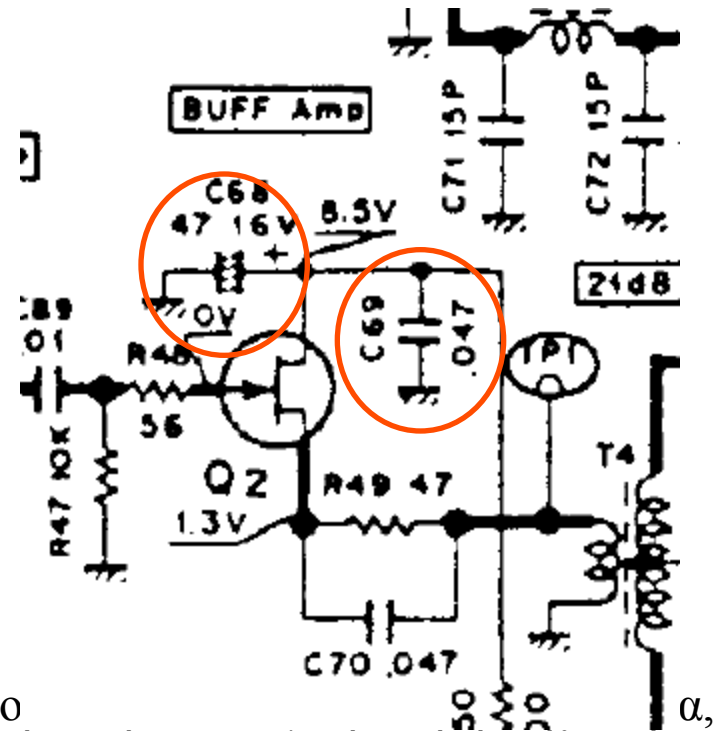
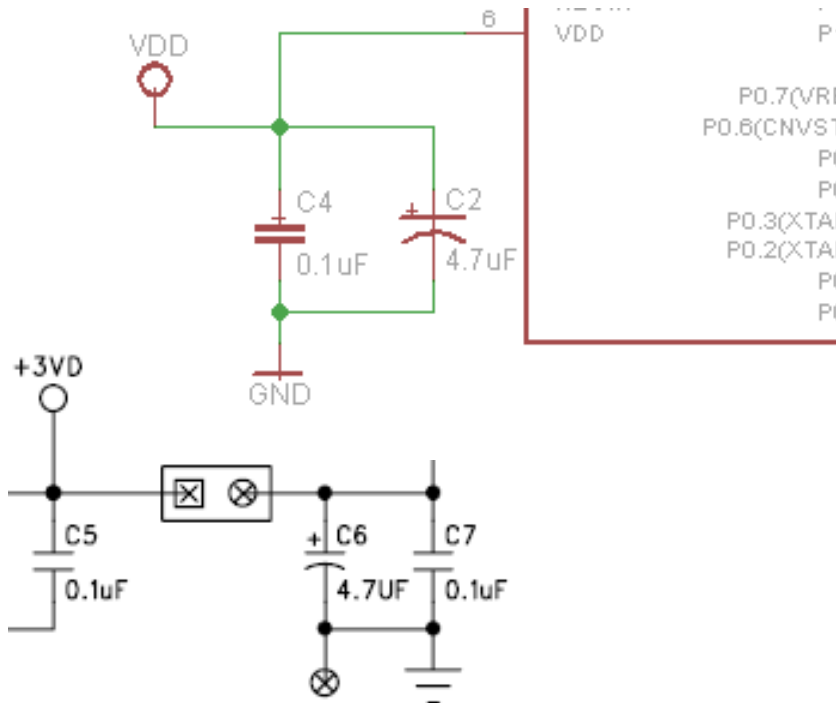
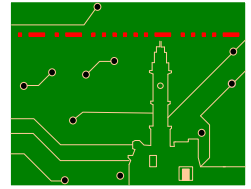


➤ Αγωγοί σύνδεσης = Παρασιτικές επαγωγικές αντιστάσεις εν σειρά = LC circuit!



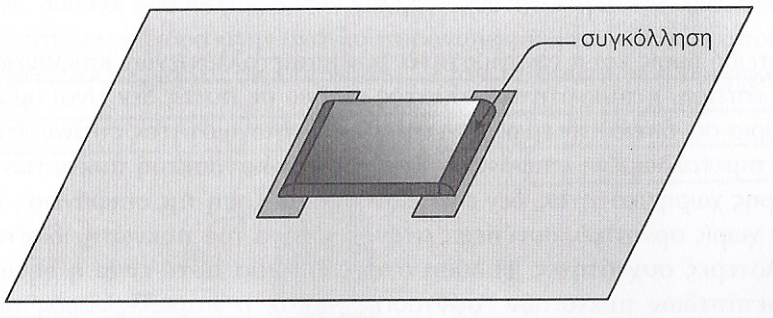
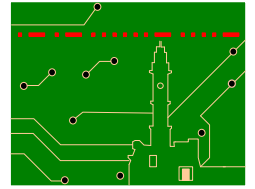
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{2LC}}$$

To be (capacitor) or not to be?



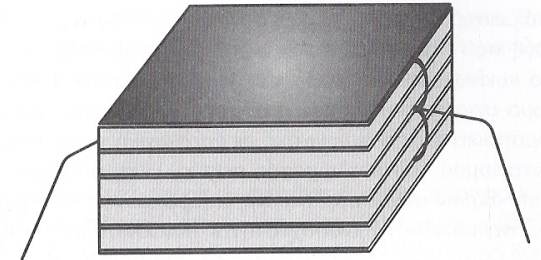
- Ο μεγαλύτερος πυκνωτής εμφανίζει συμπεριφορά σε σχέση με τον μικρότερο πυκνωτή...
- Ο μικρότερος πυκνωτής διατηρεί την επιθυμητή συμπεριφορά Low Pass φίλτρου, στην συχνότητα που ο μεγαλύτερος πυκνωτής αποτυγχάνει...
- Γιατί όχι να χρησιμοποιήσουμε μόνο τον μικρότερο πυκνωτή?

Αυξάνοντας την χωρητικότητα ενός πυκνωτή

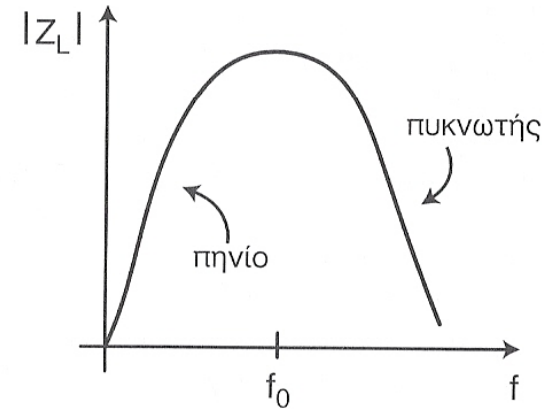
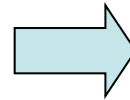
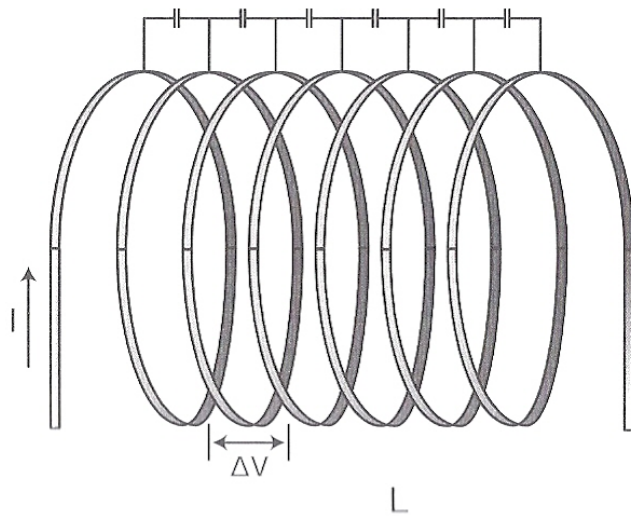
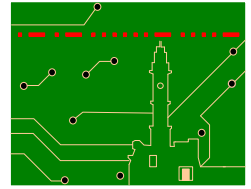


➤ SMD = μικρότεροι αγωγοί σύνδεσης...

- μεγαλύτερο S ? ...στις μεγαλύτερες συχνότητες εμφανίζονται απώλειες αγωγιμότητας (επιδερμικό φαινόμενο)...
- μικρότερο d ? ... μικρότερη τάση διάσπασης του διηλεκτρικού...
- λύση: multilayer capacitor = μεγαλύτερη συχνότητα συντονισμού σε σχέση με μονοεπίπεδο πυκνωτή ίδιας χωρητικότητας!

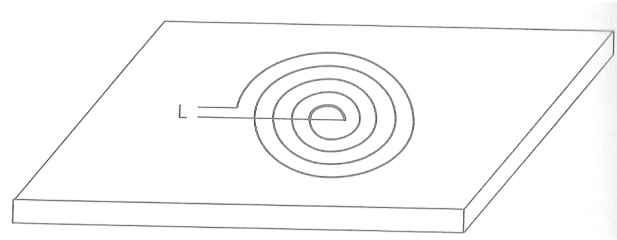
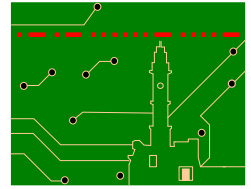


Πηνίο ως Πυκνωτής?



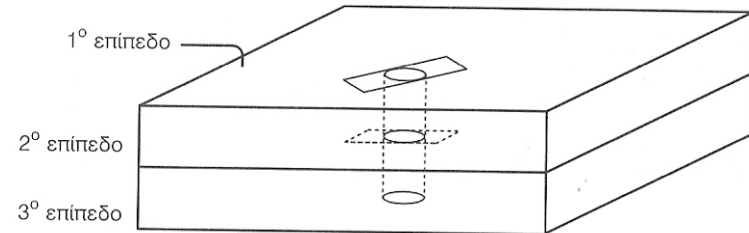
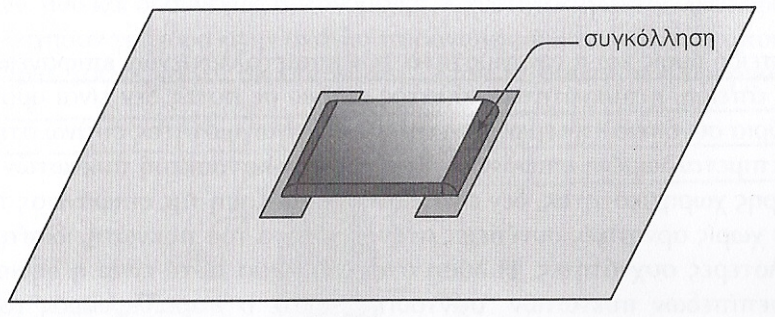
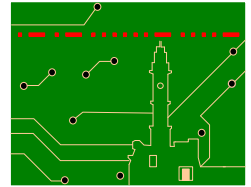
- Μεγάλη αυτεπαγωγή = μεγάλο μήκος = ελικοειδές πηνίο = παρασιτικές χωρητικότητες!
- Μεγάλο μήκος και μεγάλη συχνότητα = μεγάλες ωμικές απώλειες (επιδερμικό φαινόμενο).

Αυξάνοντας την αυτεπαγωγή ενός πηνίου



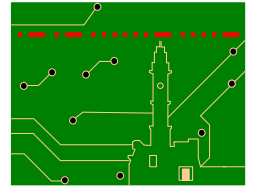
- Μεγάλο μήκος και μεγάλη συχνότητα = μεγάλος αριθμός σπειρών = = μεγάλες ωμικές απώλειες (επιδερμικό φαινόμενο).
- ...περιέλιξη πυρήνα με μαγνητικό υλικό ...μαγνητική διαπερατότητα από 10-10000...
- ...μέγιστη τιμή ρεύματος καθορίζεται από ωμικές απώλειες ή απώλειες δινορρευμάτων μέσα στο μαγνητικό υλικό ...μαγνητικός πυρήνας πρέπει να βρίσκεται μακριά από τον κορεσμό...
- Τυπωμένα πηνία περιορίζονται σε μικρές τιμές μόνο – μεγαλύτερες τιμές απαιτούν χώρο (συνήθως όχι διαθέσιμο)...
- Στην πράξη, όταν απαιτούνται πηνία μεγάλου L , σχεδιάζονται πυκνωτές σε λειτουργία πάνω από την ιδιοσυχνότητά τους!

Αντιμετώπιση Παρασιτικών Ζεύξεων (2)

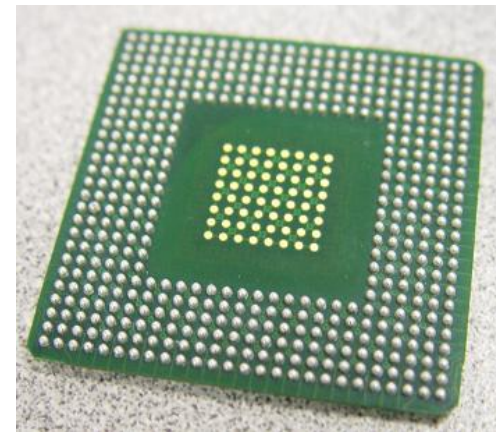


- Ελαχιστοποίηση αγωγών συνδέσεων = Surface Mount Technology (SMT).
- Ελαχιστοποίηση μήκους αγωγών (πιστών) στο τυπωμένο = multi-layer printed circuits.
- ...δυστυχώς, multi-layer circuits = χωρητικές συζεύξεις (ϵ_r διηλεκτρικού = 2-6).
- Αντιμετώπιση προβλήματος: τερματισμένες strip lines (απαιτούνται γνώσεις ηλεκτρομαγνητισμού) και νέα, συνθετικά υλικά (π.χ. teflon).

SMD examples

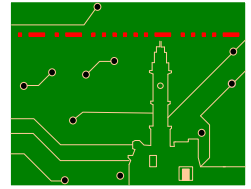


Soldering an SMD component.

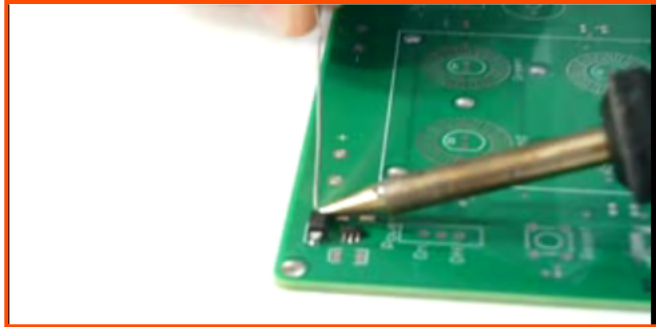


Ball Grid Array (BGA) footprint.

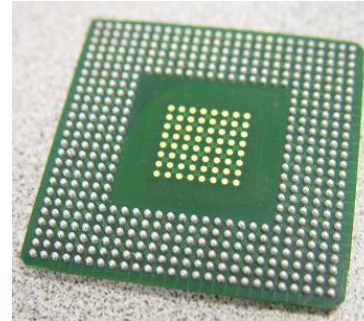
SMD examples



Soldering an SMD component.



Ball Grid Array (BGA) footprint.



Soldering SMD (1) [Diode]

<http://www.youtube.com/profile?user=sparkfun#p/u/40/bQHGVrovpok>

Soldering SMD (2)

<http://www.youtube.com/profile?user=sparkfun#p/u/39/AAHfTO73nr8>

Soldering SMD (3) [SOT23, unsuccessfully]

<http://www.youtube.com/profile?user=sparkfun#p/u/48/jXsAtdmhO8E>

Soldering SMD (4) - wicking and fixing

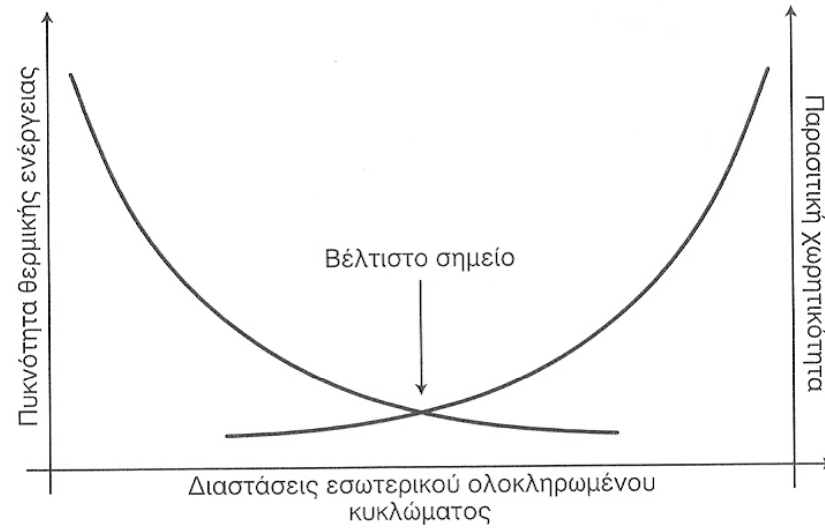
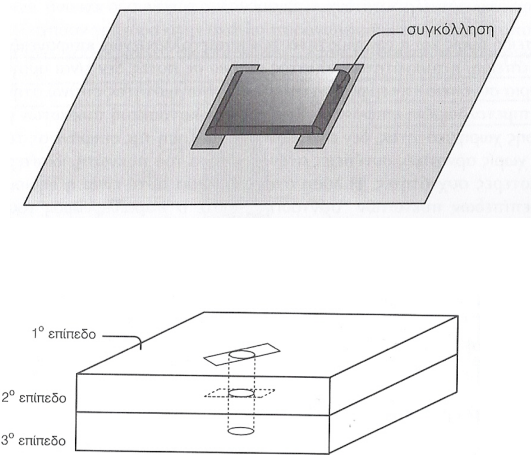
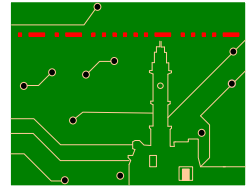
<http://www.youtube.com/profile?user=sparkfun#p/u/47/rsklO0sM37g>

Soldering SMD (5) [TQFP32 with wicking]

<http://www.youtube.com/profile?user=sparkfun#p/u/43/lhDsNbqIToc>

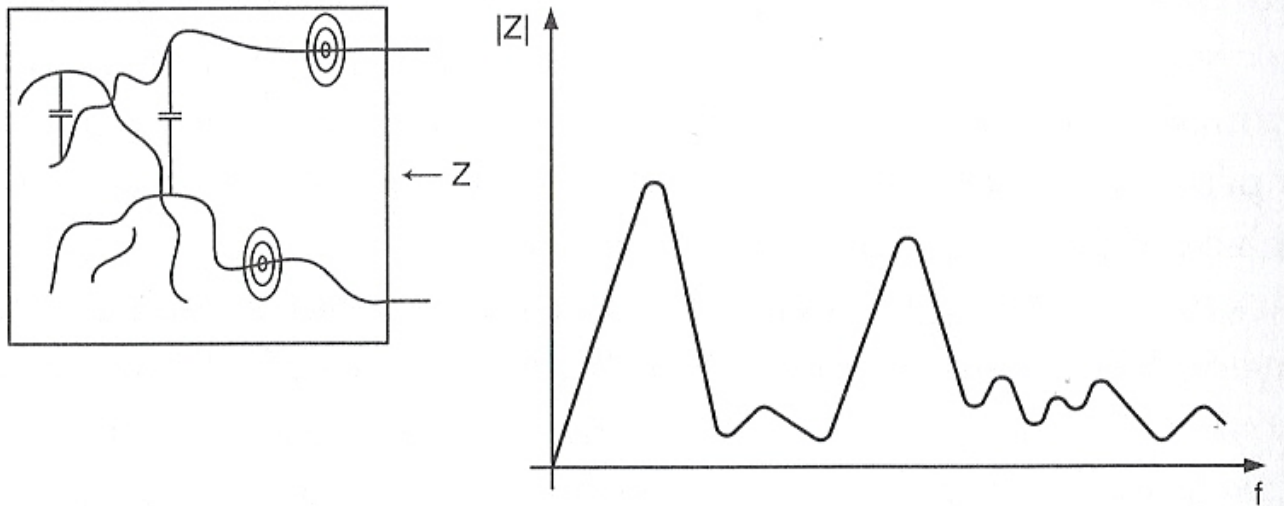
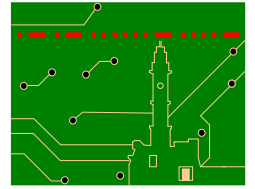
Watch them!!!

Επιπλέον προβλήματα: ακτινοβολία/θερμότητα



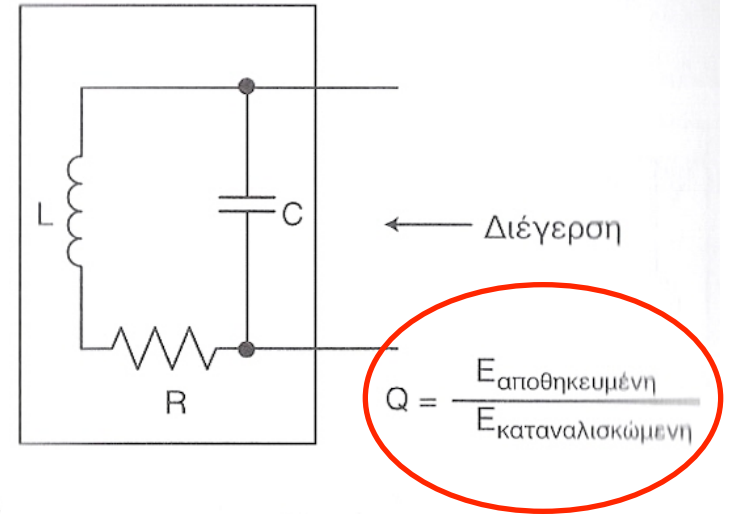
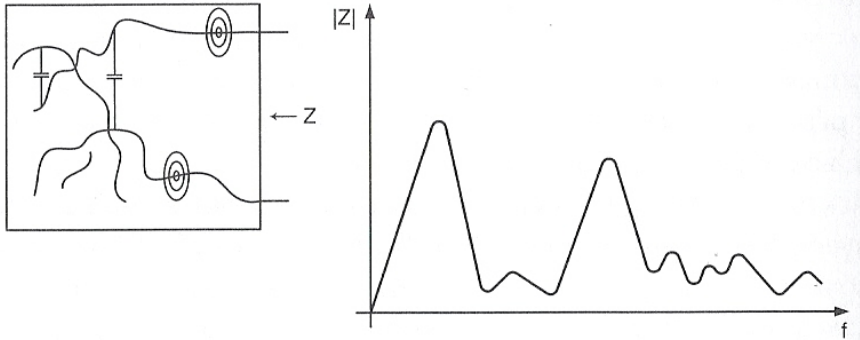
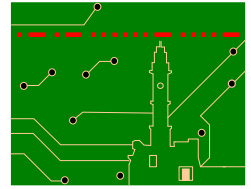
- ...μη τερματισμένοι αγωγοί, συγκρίσιμοι με μήκος κύματος, λειτουργούν ως κεραίες, δηλ. ακτινοβολούν!
- μεγαλύτερη πυκνότητα κυκλωματικών στοιχείων = μεγαλύτερη πυκνότητα ρεύματος = μεγαλύτερη δυσκολία απαγωγής θερμότητας...
- ανάγκη για νέα υλικά και νέες μεθόδους κατασκευής τυπωμένων...

Κυκλωματικό Δίπολο



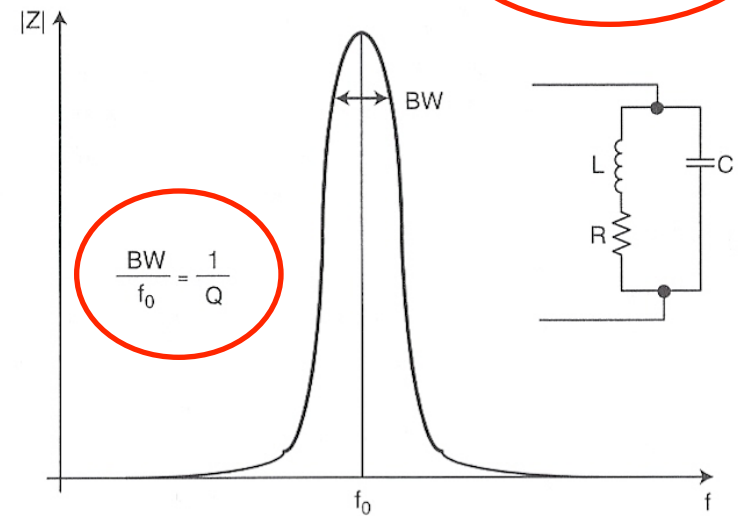
- Λόγω παρασιτικών χωρητικοτήτων και αυτεπαγωγών, παρουσιάζεται ανταλλαγή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας!
- Ανταλλαγή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας = συντονισμένο κύκλωμα.
- Παρουσιάζεται συντονισμός σε παραπάνω από μια συχνότητα.

Κυκλωματικό Δίπολο

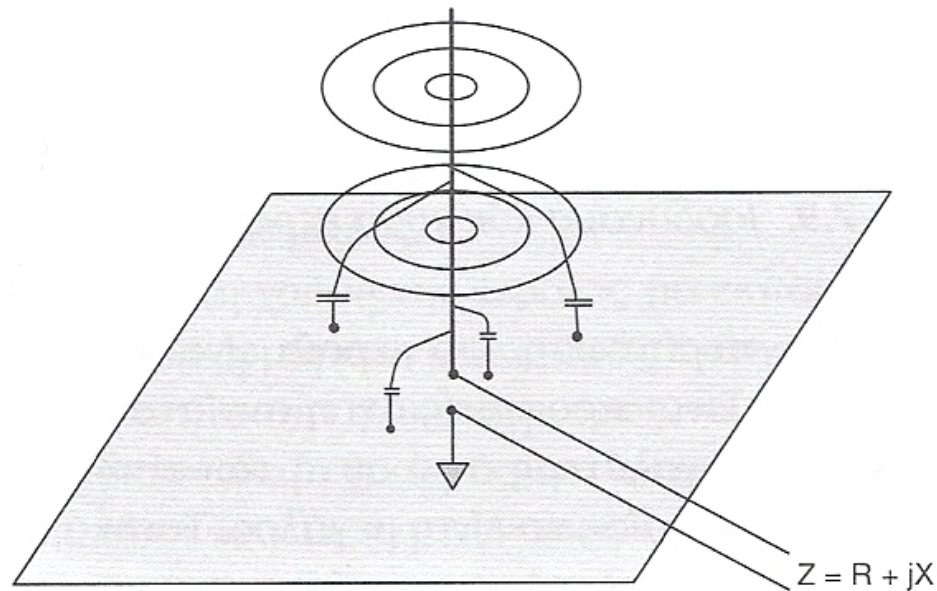
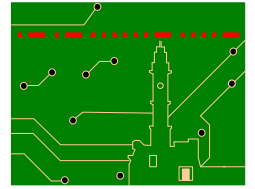


➤ Θυμηθείτε: Η ανταλλαγή Η/Μ ενέργειας αξιοποιείται στα συντονισμένα κυκλώματα!

➤ Q?



Αξιοποίηση παρασιτικών αντιστάσεων (σε συντονισμένο κύκλωμα)?



- σύζευξη ενός μη τερματισμένου αγωγού με το περιβάλλον του = κεραία!
- κεραία = συντονισμένο κύκλωμα = μετατροπέας Η/Μ κύματος από/σε ηλεκτρικό ρεύμα υψηλής συχνότητας.

Questions?

