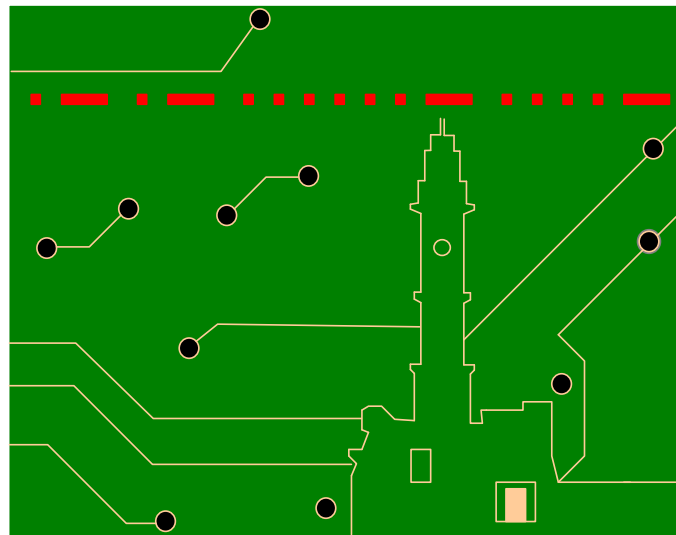


ΤΗΛ412 Ανάλυση & Σχεδίαση (Σύνθεση) Τηλεπικοινωνιακών Διατάξεων

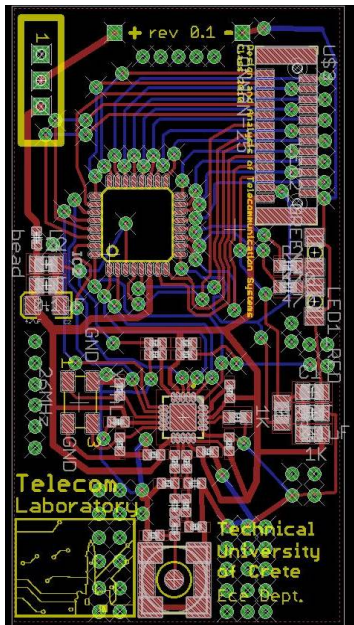
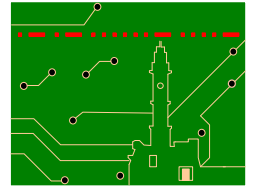
Διάλεξη 8



Άγγελος Μπλέτσας

ΗΜΜΥ Πολυτεχνείου Κρήτης, Φθινόπωρο 2016

Στο Lab4 προχωράμε σε θέματα σχεδίασης/υλοποίησης

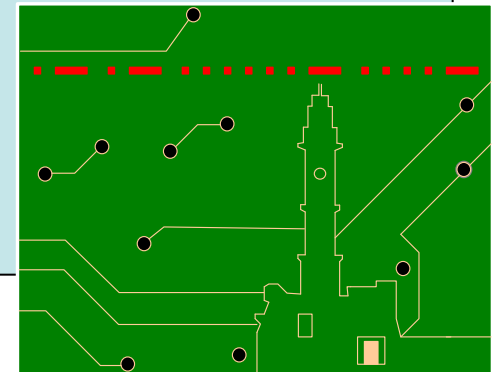


TUC Telecom Lab “iCubes v0.2”, το οποίο σχεδιάστηκε στα πλαίσια του μαθήματος

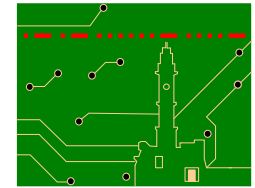
Διάλεξη 8 – Κατανεμημένα Κυκλωματικά Στοιχεία (και οι επιπτώσεις τους στην σχεδίαση/υλοποίηση!)

Προχωράμε σε θέματα σχεδίασης και υλοποίησης -

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



Βασική ερώτηση μαθήματος



RADIO NEWS FOR FEBRUARY, 1934 403

LEARN RADIO FROM REAL RADIO ENGINEERS



HERE THEY ARE:

- Dr. C. W. Macomber, Chief Radio Engineer, General Electric Company
- Donald G. Cook, Chief Engineer, Westinghouse Electric & Manufacturing Co. (Radio Engineering and Maintenance)
- Earl Hunt, Chief Engineer, Radio Radio Club, Worcester
- Harvey Hogan, Chief Engineer, Radio Station KVV, Worcester
- W. W. Condon, Chief Engineer, Worcester Engineering Corporation
- R. C. Thibault, Chief of Radio Engineering, Worcester Telephone and Electric Co.
- F. D. Knapton, Chief of Radio Engineering, Worcester Telephone and Electric Co.

LET THESE ENGINEERS RIGHT FROM THE HEART OF THE BIG RADIO INDUSTRY Train You at Home for GOOD PAY RADIO WORK

MANY R. T. I. TRAINED MEN MAKE \$35 TO \$75 A WEEK

If you're dissatisfied with small pay—work that's getting you nowhere—lay-off and uncertain income—here's an opportunity that's too good to miss. At the cost of only the time it takes you to mail the coupon, you can get my big FREE book, "RADIO'S FUTURE AND YOURS." This book tells you you can learn at home to make more money almost at once in Radio—whether you want to make Radio your life's work, or use it to pack up an extra \$5 to \$20 a week in your spare time.

"RADIO IS GROWING BY LEAPS AND BOUNDS!"

my Radio Craft Magazine. It has forged a lead even in depression years. Where only a few hundred men were employed a short time ago, thousands are employed today. Where a few years ago a hundred jobs paid \$35 to \$75 a week—there are thousands of such jobs today. And more new jobs being created all the time—full time jobs and spare time jobs. Get my book and see how easy it is to learn at home for this good-paying work.

R. T. I. TRAINING IS "SHOP TRAINING" FOR THE HOME

It comes to you right from the Radio Industry—right out of the factories where Radio sets and other vacuum-tube devices are made. It was planned and prepared for you by big radio engineers in these factories, most of whom are the Chief Engineers of these great Radio plants. And NOW these same engineers are actually supervising R-T-I Training. Which means that trained the R-T-I way you'll be trained as the Radio Industry wants you trained—as just as the Radio Industry itself, would train you if it was doing the job.

4 BIG WORKING OUTFITS INCLUDED

These are probably the biggest and most expensive Working Outfits ever included with a home-training course. You are then to build up testing equipment—to experiment with—to do actual Radio work. It's Shop Training for the home.

WE OK

RADIO and TELEVISION INSTITUTE HOME TRAINING

say these 30 Leading Radio Manufacturers and they are talking to YOU

AMERICAN TELEVISION ARCTURUS TUBES BALKMIT • BRUNSWICK CAPHART CLOUGH-BRENLE CO. CROSLEY • CLARION DeFOREST • ECHOPHONE FADA • GREBE • HOWARD HAMMERLUND • HICKOK INTERNATIONAL KENNEDY • KOLSTER • LYRIC MAJESTIC • PHILCO RADIO PRODUCTS CO. SANGAMO ELECTRIC SENTINEL • SHELDON SILVER-MARSHALL CO. STEWART-WARNER STROMBERG-CARLSON UNIVERSAL MICROPHONE ZENITH

AMERICAN TELEVISION ARCTURUS TUBES BALKMIT • BRUNSWICK CAPHART CLOUGH-BRENLE CO. CROSLEY • CLARION DeFOREST • ECHOPHONE FADA • GREBE • HOWARD HAMMERLUND • HICKOK INTERNATIONAL KENNEDY • KOLSTER • LYRIC MAJESTIC • PHILCO RADIO PRODUCTS CO. SANGAMO ELECTRIC SENTINEL • SHELDON SILVER-MARSHALL CO. STEWART-WARNER STROMBERG-CARLSON UNIVERSAL MICROPHONE ZENITH

YOUR MONEY BACK IF YOU ARE NOT SATISFIED

That's my way of doing business. And I'll give you that agreement in writing—an agreement to refund every penny of your tuition if, on completion of my Training, you are not entirely satisfied.

INVESTIGATE! Learn why R-T-I Training is different. Find out why R-T-I Trained men get "Quick Results" and "Big Results." Send today for my big book "Radio's Future and Yours." The book is free.

RAY D. SMITH, President
Radio and Television Institute, Chicago

MAIL COUPON FOR MY FREE BOOK

On your copy of "Radio's Future and Yours" today, it tells you about exciting opportunities in America's new industry. It tells you how R. T. I. educate you today and tomorrow. It's FREE. (It's not mailed unless you fill in now!)

Ray D. Smith, President
Radio and Television Institute, R. T. I.,
258 Lawrence Ave., Dept. 41, Chicago, Ill.

Without obligation on my kindliness, send me a copy of "Radio's Future and Yours." I am interested in your education and the opportunity you get with the great field of Radio for the R. T. I. Trained man.

Name _____
Address _____
City _____ State _____

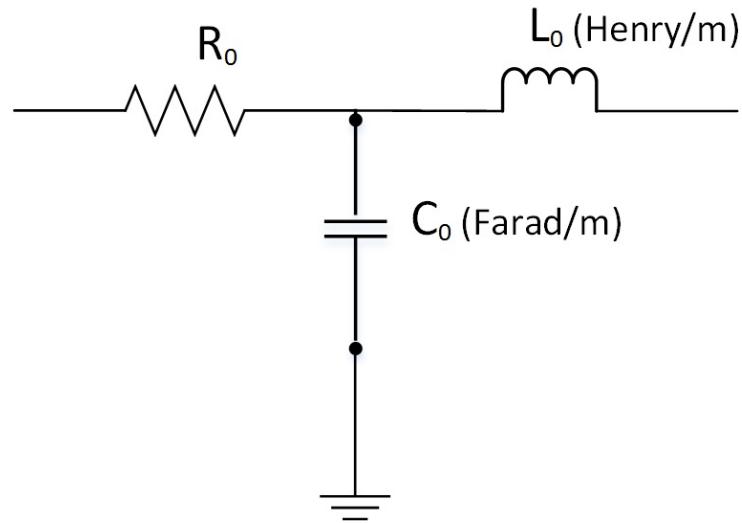
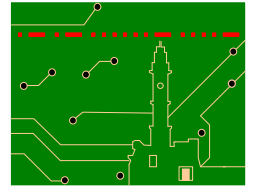
➤ Μπορεί ένας πυκνωτής να λειτουργήσει ως πηνίο ή ένα πηνίο να λειτουργήσει ως πυκνωτής;

Βιβλιογραφία Διάλεξης

**Γεώργιος Δ. Σεργιάδης, Σύνθεση τηλεπικοινωνιακών διατάξεων,
University Studio Press A.E., Θεσσαλονίκη, 2000.**



Γραμμές μεταφοράς (και παρασιτικές αντιστάσεις)

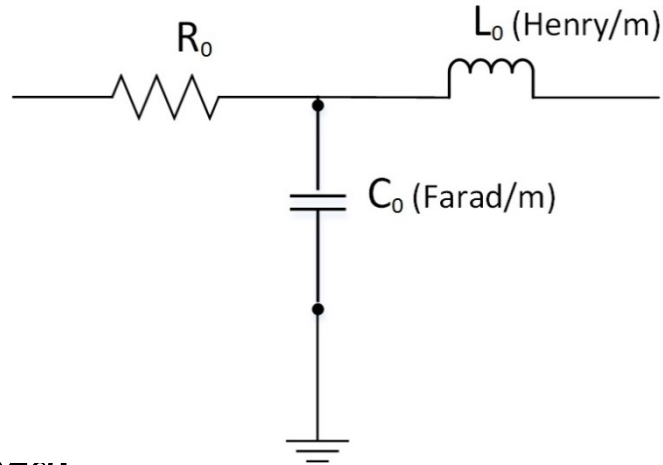
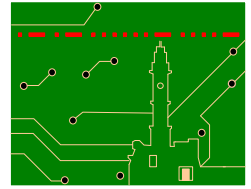


- ροή ρεύματος = μαγνητικό πεδίο = επαγωγική σύζευξη (coupling).
- διαφορά δυναμικού = ηλεκτρικό πεδίο = χωρητική σύζευξη.
- παρασιτικές αντιστάσεις αυξάνονται για «μεγαλύτερες» διαστάσεις...

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

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

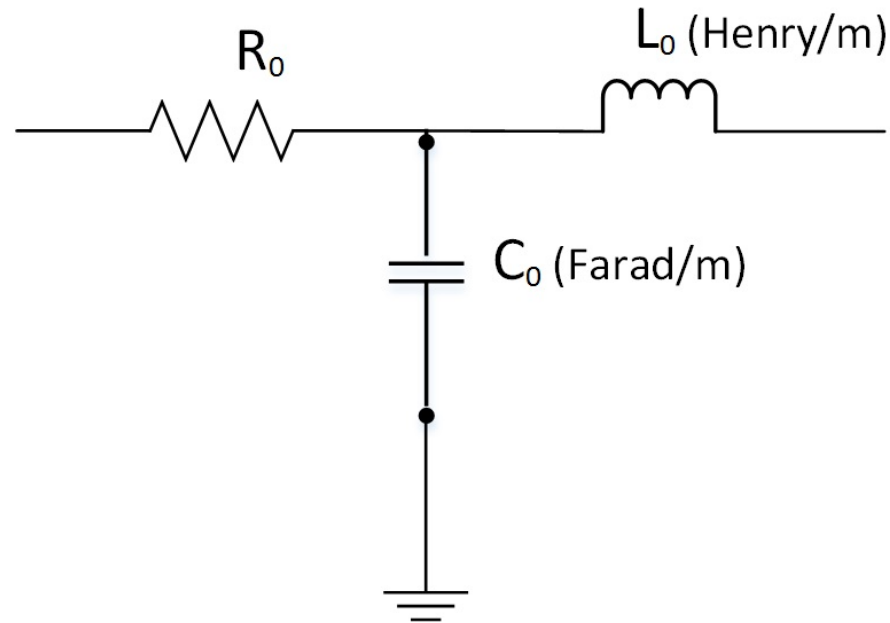
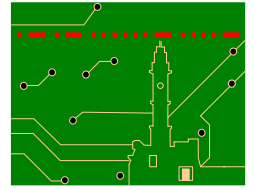
Γραμμές μεταφοράς (και παρασιτικές αντιστάσεις)



Μεγαλύτερη συχνότητα:

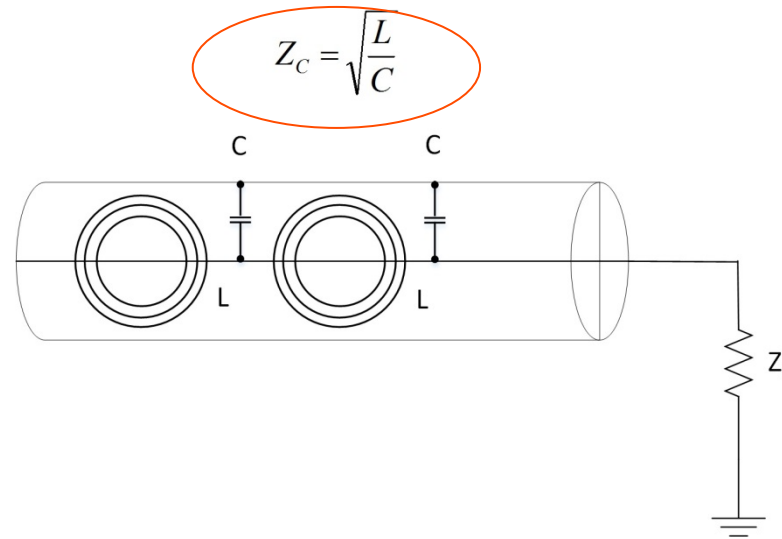
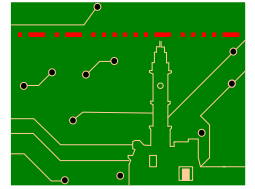
- ανάλογη αύξηση της αποθηκευμένης μαγνητικής ενέργειας = επαγωγικές ζεύξεις πιο σημαντικές...
- ανάλογη αύξηση των αποθηκευμένων φορτίων = χωρητικές ζεύξεις πιο σημαντικές...
- μικρότερο επιδερμικό βάθος = μεγαλύτερες απώλειες...
- απώλειες διηλεκτρικών (δρόμοι αγωγιμότητας)!

Γραμμές μεταφοράς



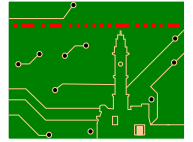
- EMC: επαγόμενες τάσεις, λόγω παρασιτικών αντιστάσεων, εντός προκαθορισμένων ορίων.
- Ερώτηση: Γραμμές της ΔΕΗ είναι γραμμές μεταφοράς?
- Ερώτηση: Μπορεί να δουλέψει ένα ΑΜ ραδιόφωνο δίπλα σε ένα PC?

Αντιμετώπιση Παρασιτικών Ζεύξεων (1)

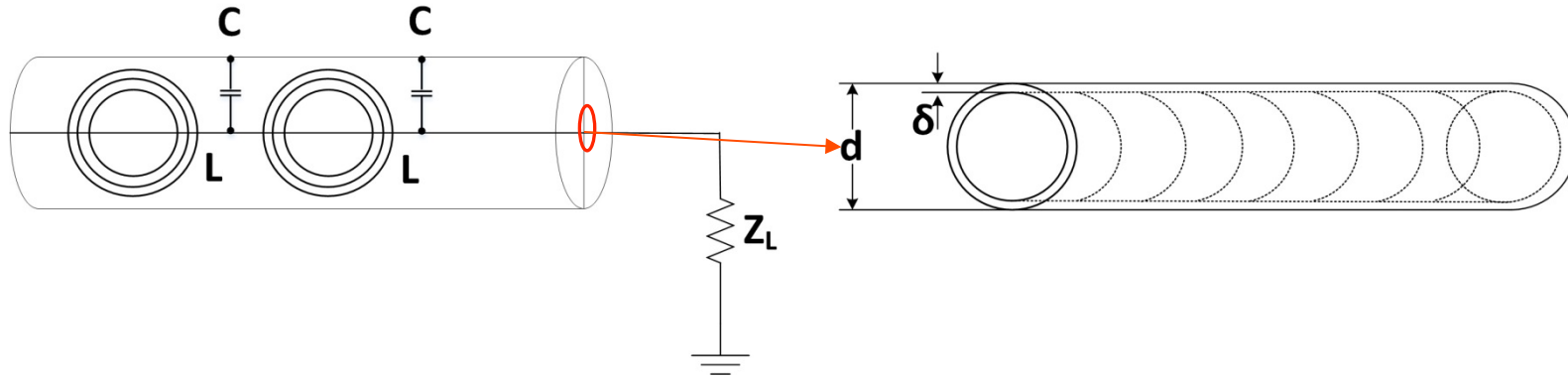


- Κατάλληλη ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ των αγωγών! Παράδειγμα: ομοαξονικό καλώδιο!
- Κυλινδρικός εξωτερικός αγωγός:
 - ... μηδενίζει χωρητικές ζεύξεις με το εξωτερικό περιβάλλον.
 - ... μηδενίζει το μαγνητικό πεδίο εκτός της γραμμής
(υπό την προϋπόθεση της τερματισμένης γραμμής στην χαρακτηριστική αντίσταση Z_c της γραμμής).

Γραμμές Μεταφοράς & Επιδερμικό Φαινόμενο



$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

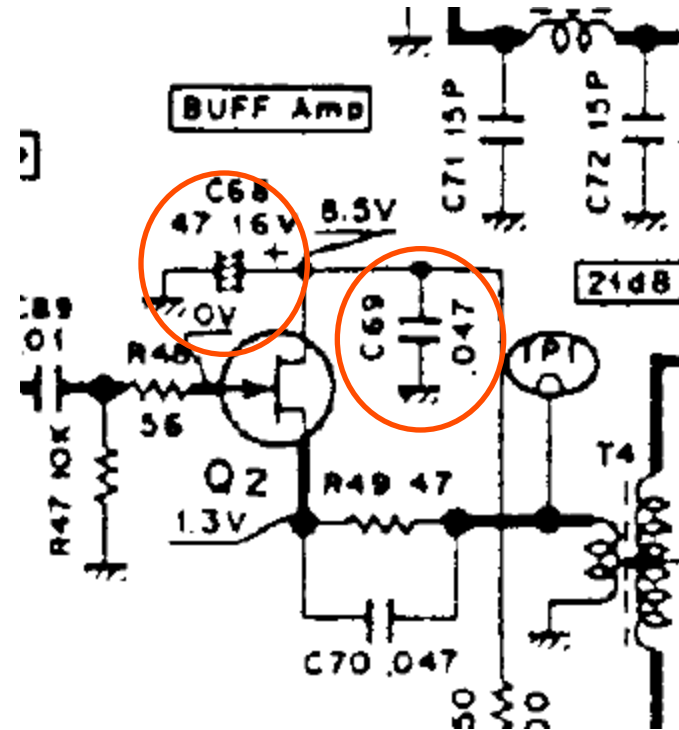
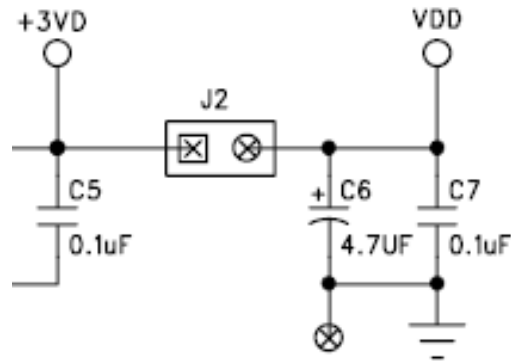
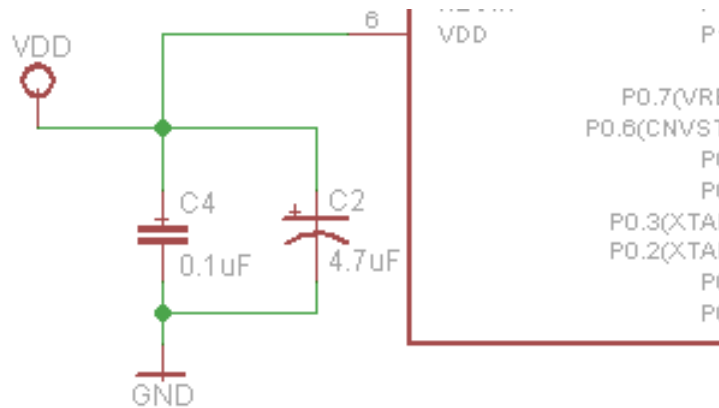
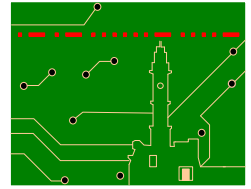


➤ ροή ρεύματος = μαγνητικό πεδίο = μεγαλύτερη πυκνότητα μαγνητικών γραμμών στο κέντρο του αγωγού απ'ότι στην περίμετρο = μεγαλύτερη αυτεπαγωγή στο κέντρο απ'ότι στην περίμετρο = μεγαλύτερη αντίδραση στο κέντρο απ'ότι στην περιμέτρο = πυκνότητα ρεύματος (εκθετικά) μεγαλύτερη στην περίμετρο απ'ότι στο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

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

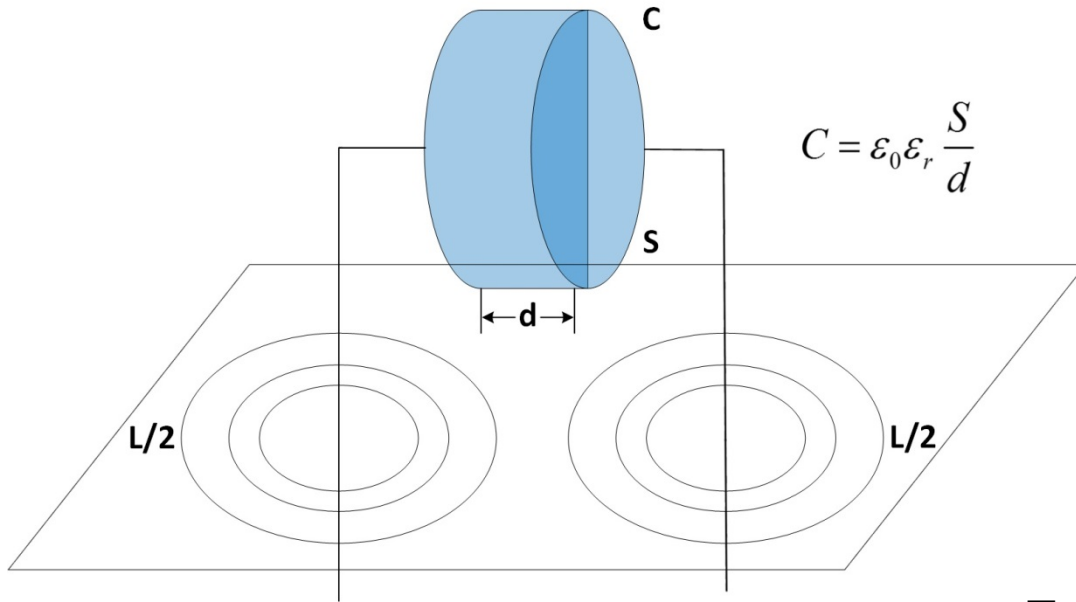
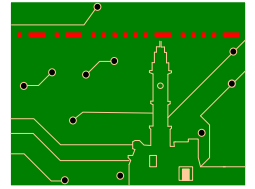
➤ σε υψηλές συχνότητες, μόνο το περίβλημα του αγωγού χρειάζεται!

To be (capacitor) or not to be?

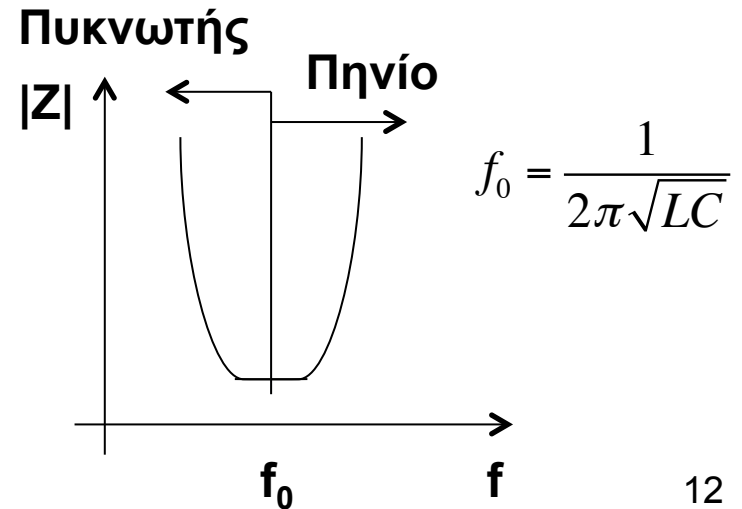
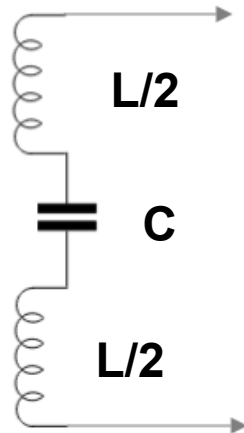
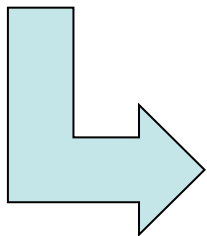


➤ Για ποιό λόγο, δύο πυκνωτές (ένας μεγαλύτερος και ένας μικρότερος) παράλληλα, αντί για ένας?

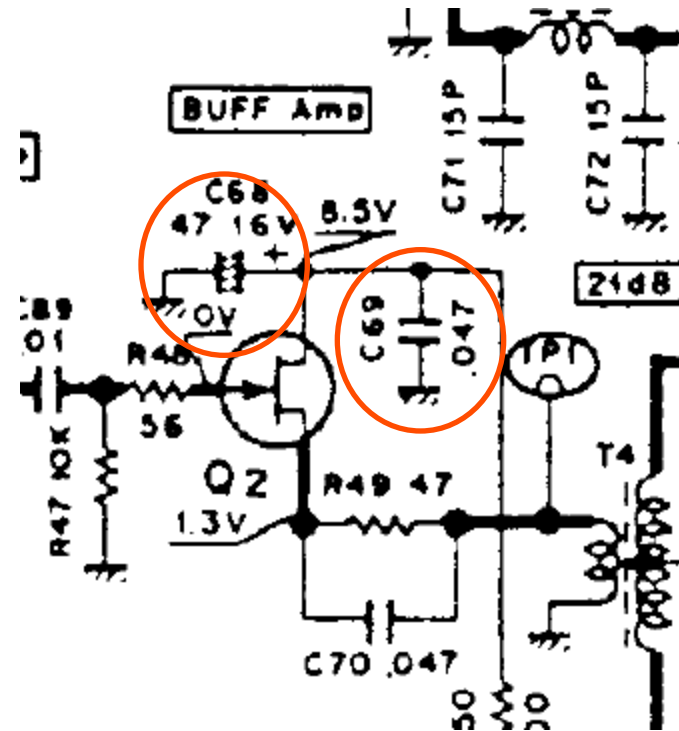
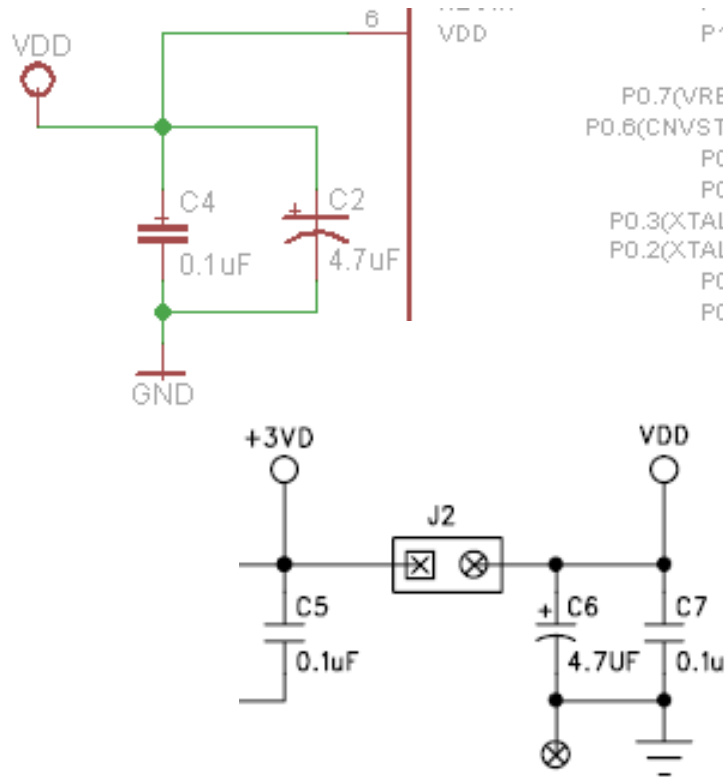
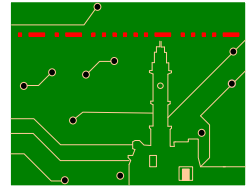
Πυκνωτής ως Πηνίο?



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

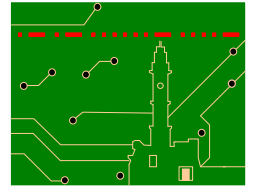


To be (capacitor) or not to be?



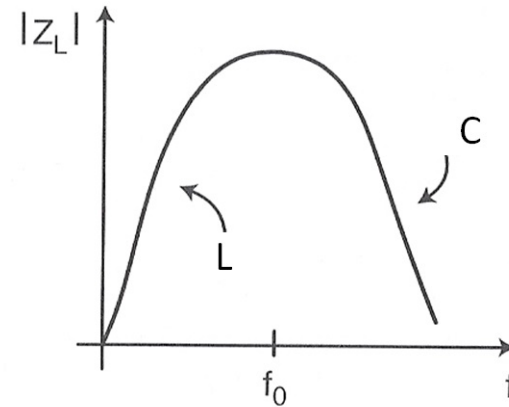
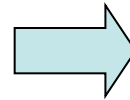
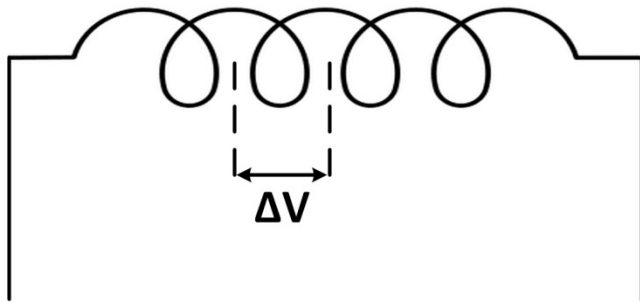
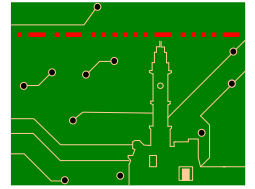
- Ο μεγαλύτερος πυκνωτής εμφανίζει συμπεριφορά πηνίου σε μικρότερη συχνότητα, σε σχέση με τον μικρότερο πυκνωτή...
- Ο μικρότερος πυκνωτής διατηρεί την επιθυμητή συμπεριφορά Low Pass φίλτρου, στην συχνότητα που ο μεγαλύτερος πυκνωτής αποτυγχάνει...

Αυξάνοντας την χωρητικότητα ενός πυκνωτή



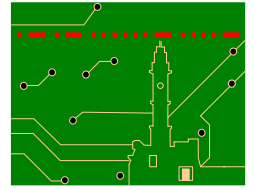
- SMD = μικρότεροι αγωγοί σύνδεσης...
- μεγαλύτερο S ? ...στις μεγαλύτερες συχνότητες εμφανίζονται απώλειες αγωγιμότητας (επιδερμικό φαινόμενο)...
- μικρότερο d ? ...μικρότερη τάση διάσπασης του διηλεκτρικού...
- λύση: multilayer capacitor = μεγαλύτερη συχνότητα συντονισμού σε σχέση με μονοεπίπεδο πυκνωτή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

Πηνίο ως Πυκνωτής?



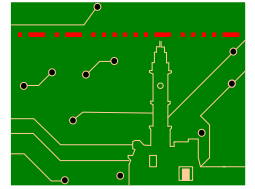
- Μεγάλη αυτεπαγωγή = μεγάλο μήκος = ελικοειδές πηνίο = παρασιτικές χωρητικότητες!
- Μεγάλο μήκος και μεγάλη συχνότητα = μεγάλες ωμικές απώλειες (επιδερμικό φαινόμενο).

Αυξάνοντας την αυτεπαγωγή ενός πηνίου



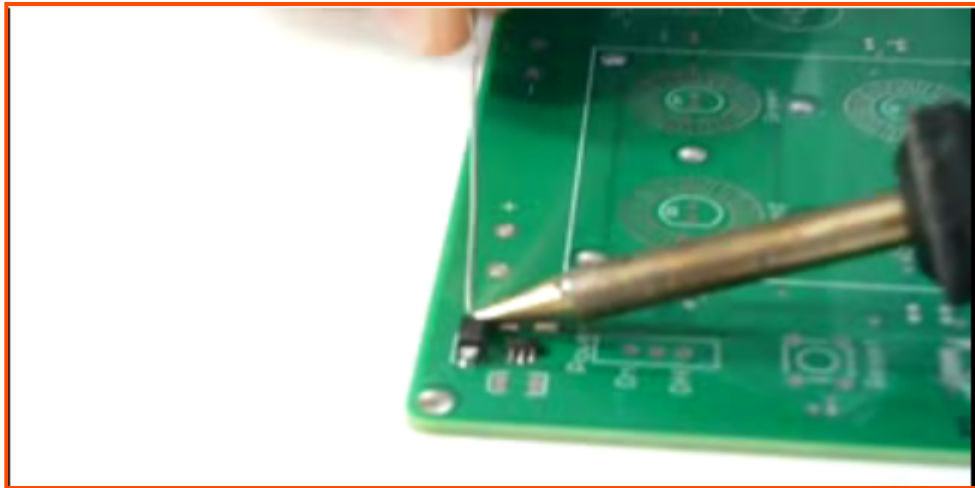
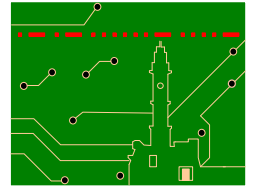
- Μεγάλο μήκος και μεγάλη συχνότητα = μεγάλος αριθμός σπειρών = = μεγάλες ωμικές απώλειες (επιδερμικό φαινόμενο).
- ...περιέλιξη πυρήνα με μαγνητικό υλικό ...μαγνητική διαπερατότητα από 10-10000...
- ...μέγιστη τιμή ρεύματος καθορίζεται από ωμικές απώλειες ή απώλειες δινορρευμάτων μέσα στο μαγνητικό 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)

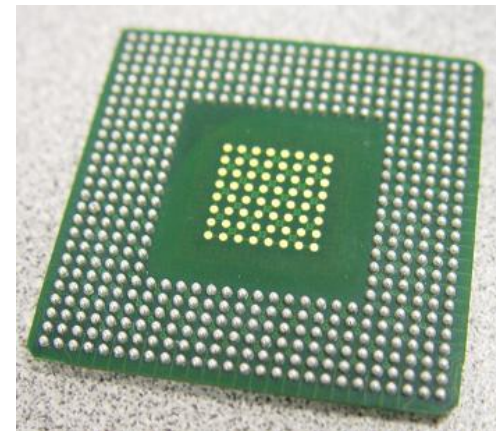


- Ελαχιστοποίηση αγωγών συνδέσεων = Surface Mount Technology/Device (SMT/SMD).
- Ελαχιστοποίηση μήκους αγωγών (πιστών) στο τυπωμένο = multi-layer printed circuits.
- ...δυστυχώς, multi-layer circuits = χωρητικές συζεύξεις (ϵ_r διηλεκτρικού = 2-6).
- Αντιμετώπιση προβλήματος: τερματισμένες strip lines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

Παραδείγματα SMT/SMD

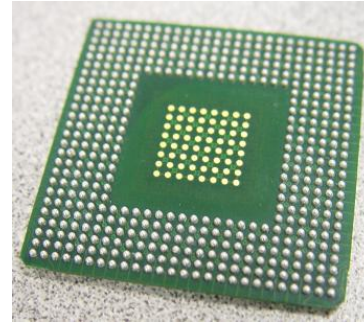
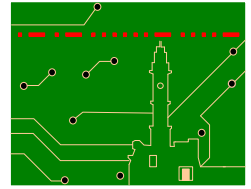


Κόλληση ενός SMD στοιχείου.



Ball Grid Array (BGA) footprint.

Παραδείγματα SMT/SMD (2)



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>

Παρακολουθήστε τα!!!

Soldering SMD (3) [SOT23, unsuccessfully]

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

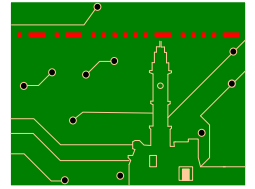
Soldering SMD (4) - wicking and fixing

<http://www.youtube.com/profile?user=sparkfun#p/u/47/rskIO0sM37g>

Soldering SMD (5) [TQFP32 with wicking]

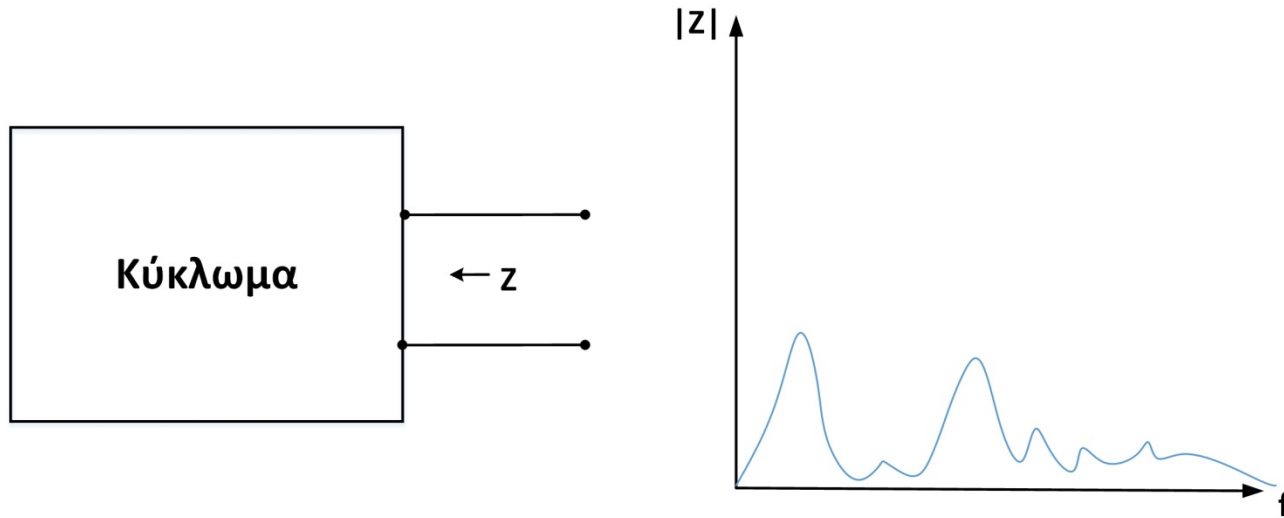
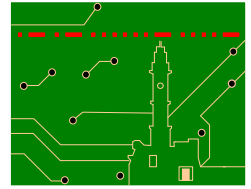
<http://www.youtube.com/profile?user=sparkfun#p/u/43/IhDsNbqIToc>

Επιπλέον προβλήματα: ακτινοβολία/θερμότητα



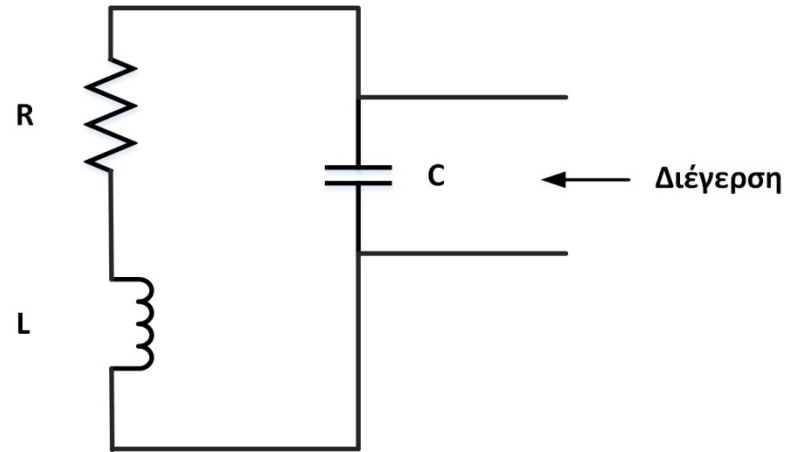
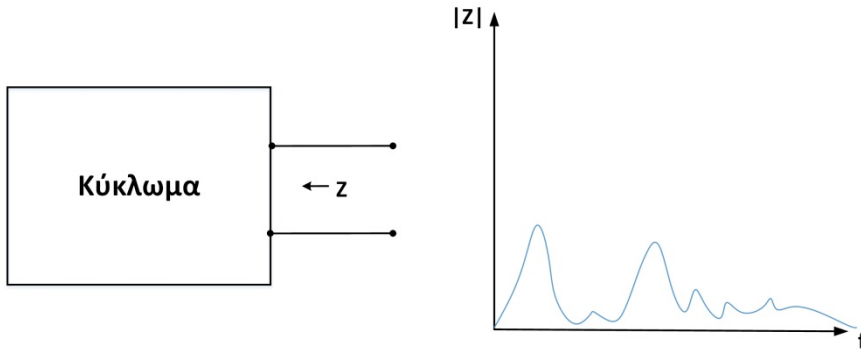
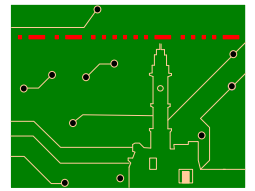
- ...μη τερματισμένοι αγωγοί, συγκρίσιμοι με μήκος κύματος, λειτουργούν ως κεραίες, δηλ. ακτινοβολούν!
- μεγαλύτερη πυκνότητα κυκλωματικών στοιχείων = μεγαλύτερη πυκνότητα ρεύματος = μεγαλύτερη δυσκολία απαγωγής θερμότητας...
- ανάγκη για νέα υλικά και νέες μεθόδους κατασκευής τυπωμένων...

Κυκλωματικό Δίπολο



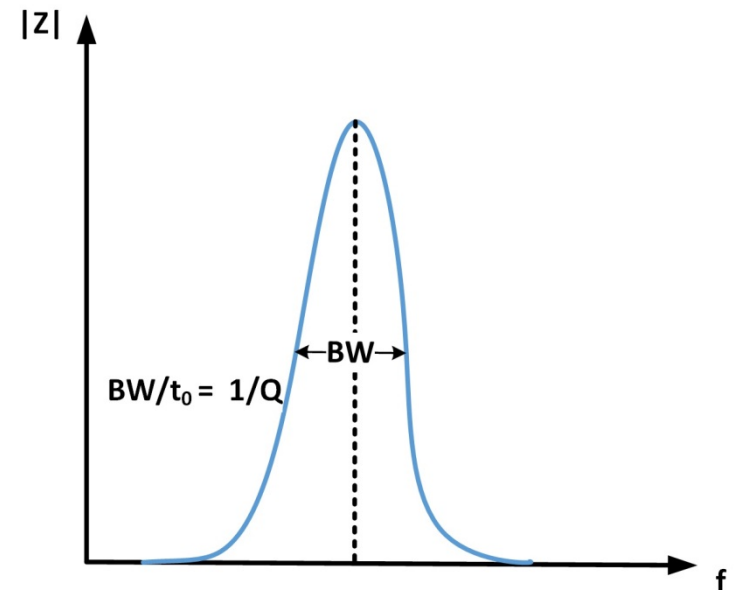
- Λόγω παρασιτικών χωρητικοτήτων και αυτεπαγωγών, παρουσιάζεται ανταλλαγή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας!
- Ανταλλαγή ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας = συντονισμένο κύκλωμα.
- Παρουσιάζεται συντονισμός σε παραπάνω από μια συχνότητα.

Κυκλωματικό Δίπολο (2)

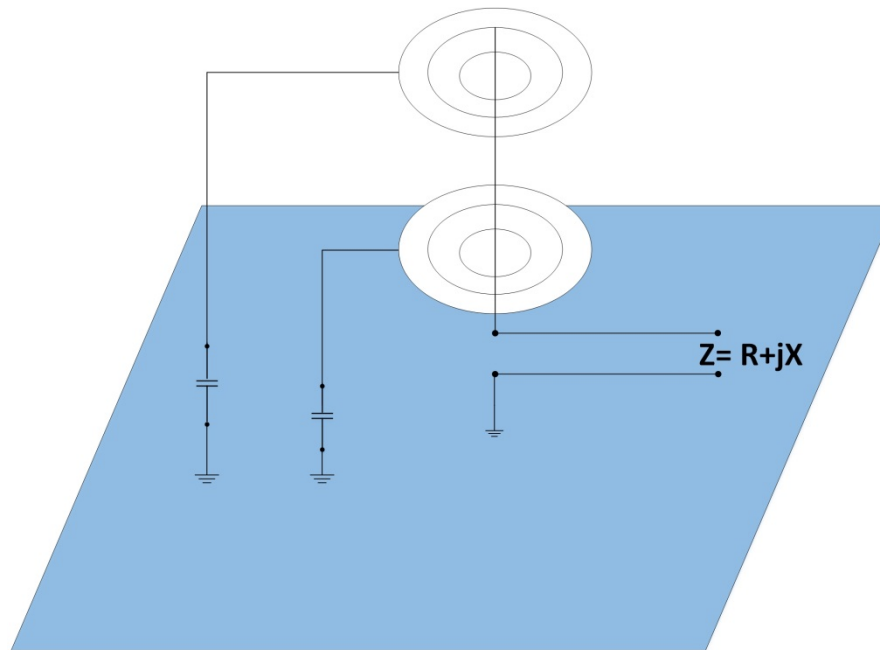
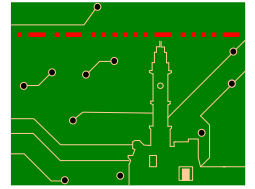


➤ Θυμηθείτε: Η ανταλλαγή H/M ενέργειας αξιοποιείται στα συντονισμένα κυκλώματα!

➤ 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.

Ερωτήσεις?

