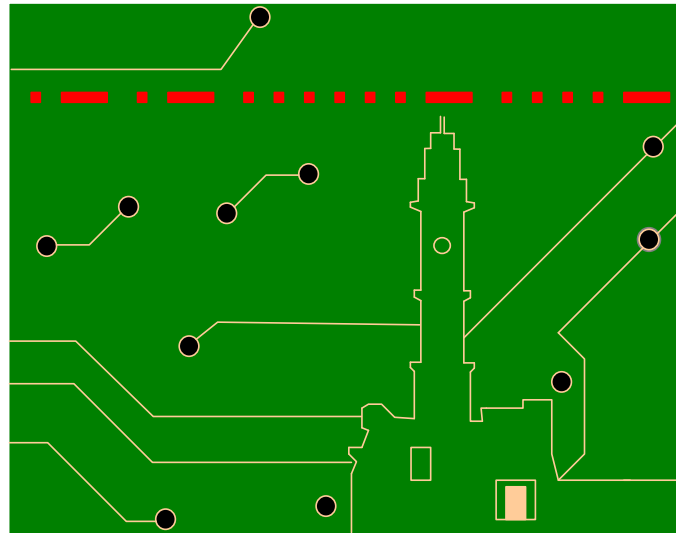


# ΤΗΛ412 Ανάλυση & Σχεδίαση (Σύνθεση) Τηλεπικοινωνιακών Διατάξεων

## Διάλεξη 5



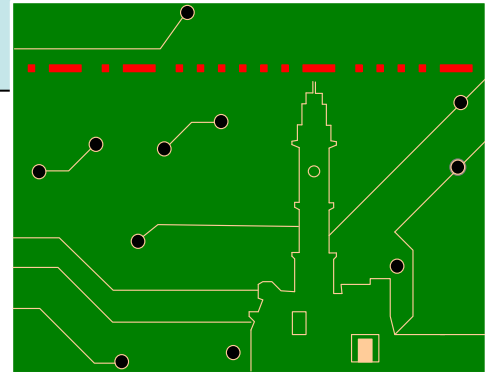
Άγγελος Μπλέτσας

ΗΜΜΥ Πολυτεχνείου Κρήτης, Φθινόπωρο 2014

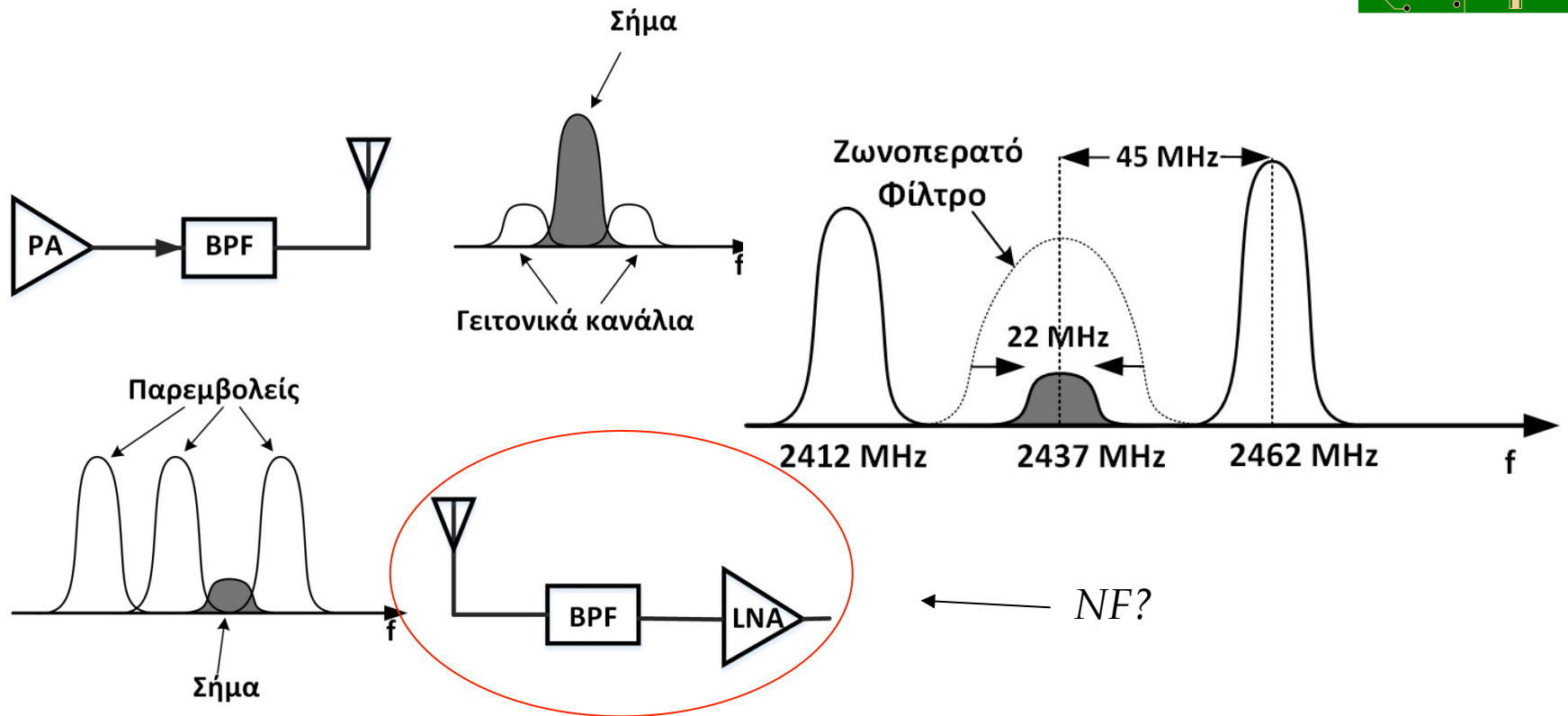
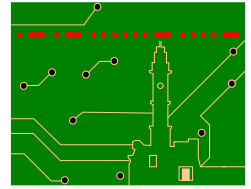
# Διάλεξη 5: Αρχιτεκτονικές Δεκτών

Today,

- Συντελεστής Ποιότητας Q Φίλτρου.
- Ετερόδυνος Δέκτης.
- Δέκτης Απόρριψης Ειδώλου.

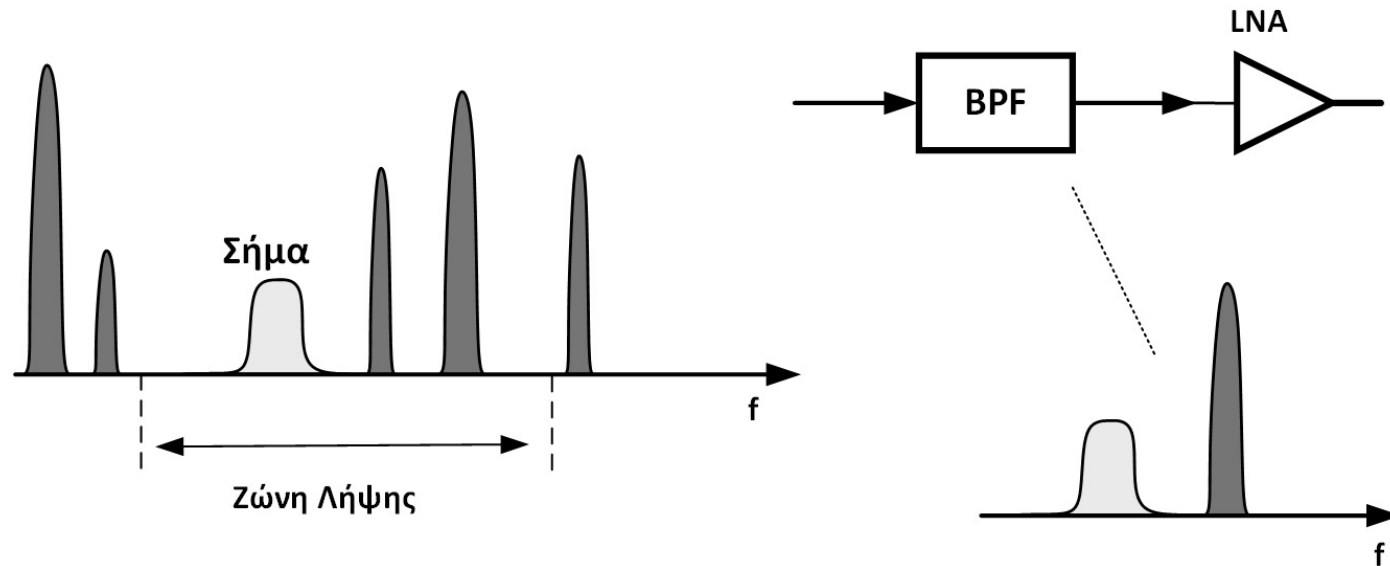
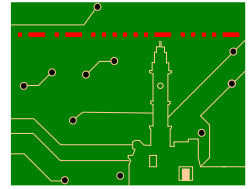


# Συντελεστής Ποιότητας Φίλτρου



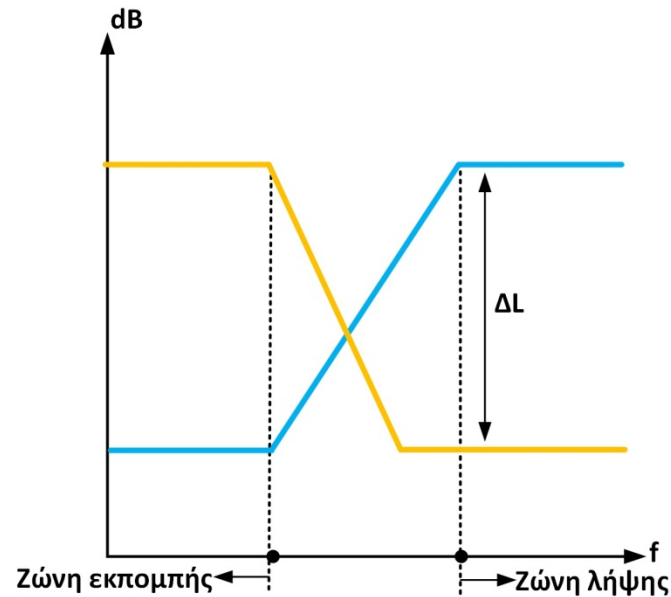
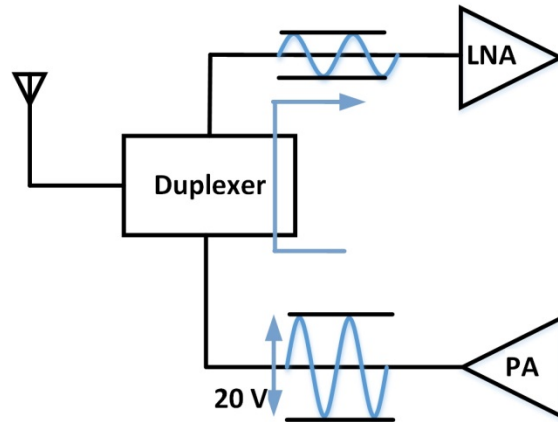
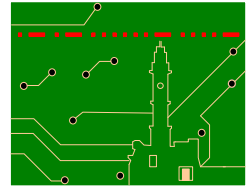
- Φίλτρο χρειάζεται και στον πομπό και στον δέκτη.
- Συντελεστής ποιότητας  $Q = f_c/BW$  (λόγος κεντρικής συχνότητας με εύρος ζώνης φίλτρου).
- $Q$ : ένδειξη πολυπλοκότητας (και κόστους) υλοποίησης του φίλτρου!

# Φιλτράρισμα 2-σταδίων εξαιτίας των απαιτήσεων συντελεστή ποιότητας $Q$



- Πρώτο φίλτρο για απομόνωση της μπάντας (συχνοτήτων) ενδιαφέροντος (πολλαπλά κανάλια)...
- Δεύτερο φίλτρο για την επιλογή του καναλιού ενδιαφέροντος...
- Έτσι, απαιτήσεις συντελεστή ποιότητας  $Q$  φίλτρου δέκτη χαλαρώνουν...

# Τα πράγματα δεν είναι τόσο απλά...



- Τα φίλτρα παρουσιάζουν tradeoff (ισολογισμό) μεταξύ Q και απωλειών (μεγαλύτερο Q συνοδεύεται από μεγαλύτερες απώλειες)!

Παράδειγμα: φίλτρο με απώλειες 2dB έχει ως αποτέλεσμα απώλειες 369mW για σήμα εξόδου ενισχυτή ισχύος (PA) 1 Watt!

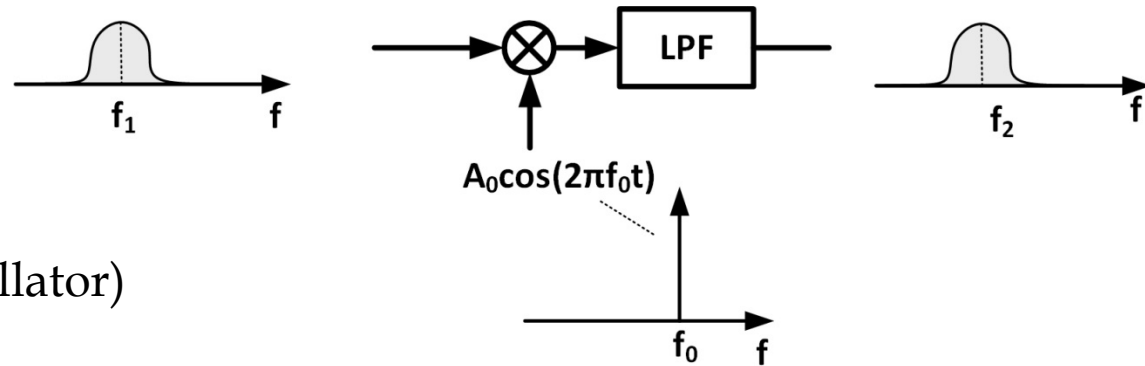
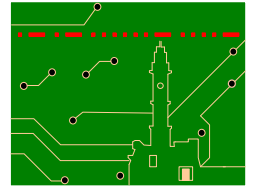
⇒ απώλειες στον πομπό επηρεάζουν την σχεδίαση του δέκτη.

- Δυναμική περιοχή της τάξης των 100dB ή παραπάνω χρειάζεται.

Παράδειγμα: tx 1 W @ 50 Ω antenna => 20V<sub>pp</sub> =>

Διαρροή στο μονοπάτι λήψης (rx leakage για ΔL=56dB) = -26dBm = 32mV<sub>pp</sub> στον δέκτη!

# Ετερόδυνος Δέκτης: μεταφορά σε χαμηλότερη συχνοτική μπάντα

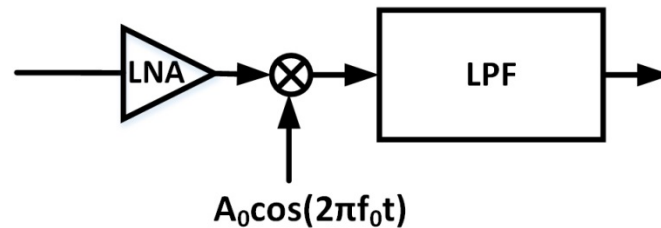


$$f_0 \equiv f_{LO} = f_1 - f_2$$

(LO: Local Oscillator)

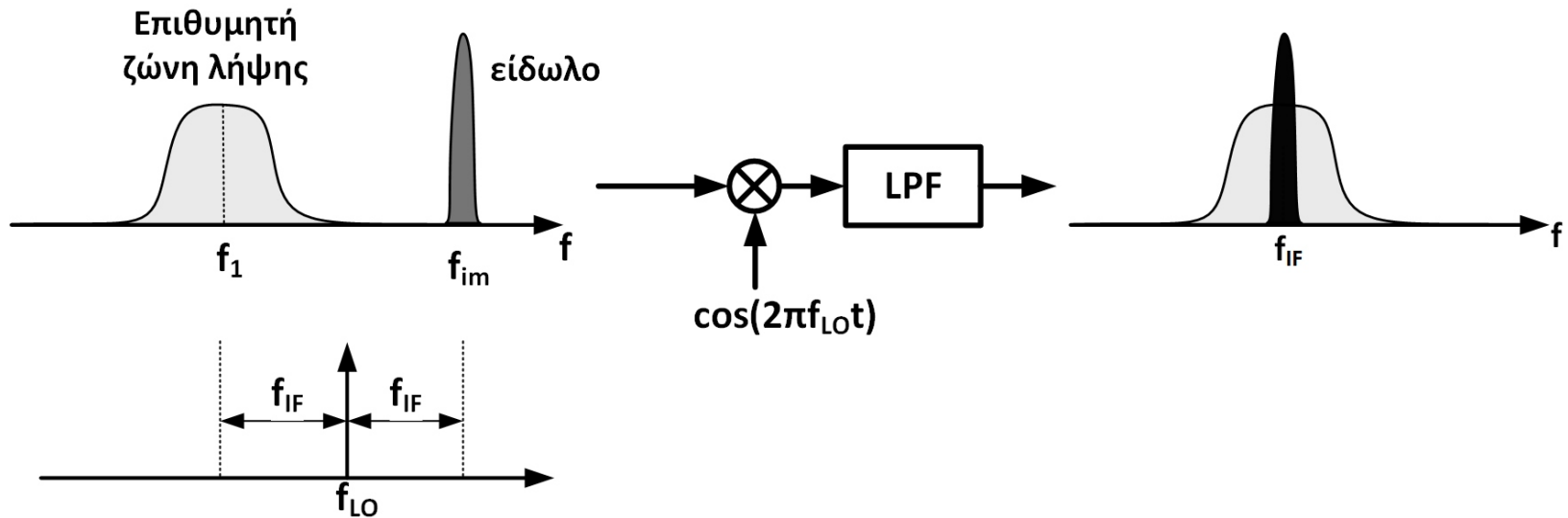
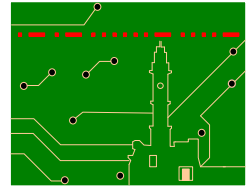
$$f_2 = f_{IF}$$

(IF: Intermediate Frequency)



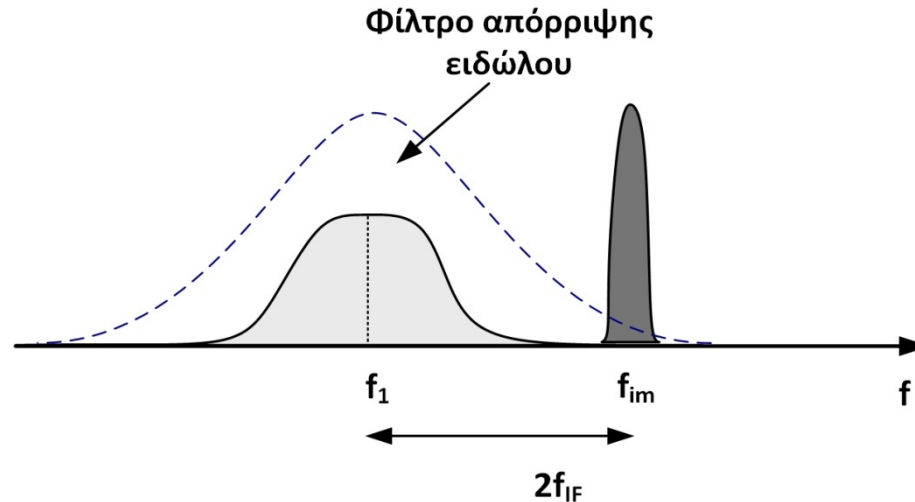
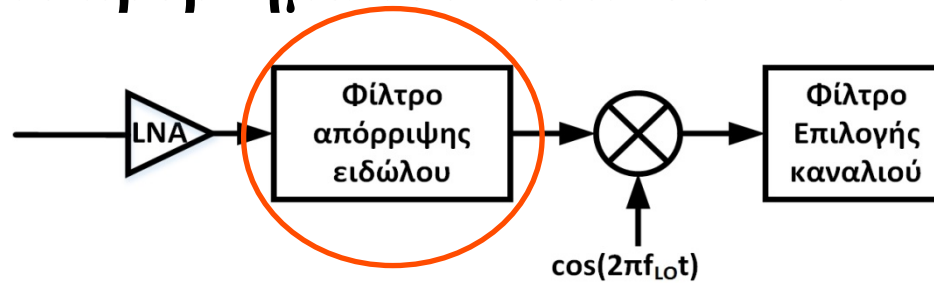
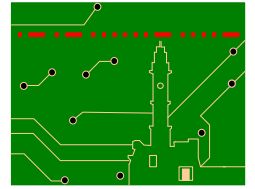
- Μεταφορά σε χαμηλότερη μπάντα (όχι στο DC) χαλαρώνει τις απαιτήσεις για υψηλότερο Q.
- Παρατηρείστε ότι μας ενδιαφέρει η ποσότητα  $|f_1 - f_{LO}| = f_2$ .

# Ετερόδυνος Δέκτης: Το πρόβλημα του Ειδώλου!



- ...όχι μόνο οι επιθυμητές συχνότητες μεταφέρονται...
- Ανεπιθύμητες συχνότητες (είδωλα),  $f_{IF}$  μακριά από  $f_{LO}$  μεταφέρονται επίσης!
- Σοβαρό πρόβλημα!

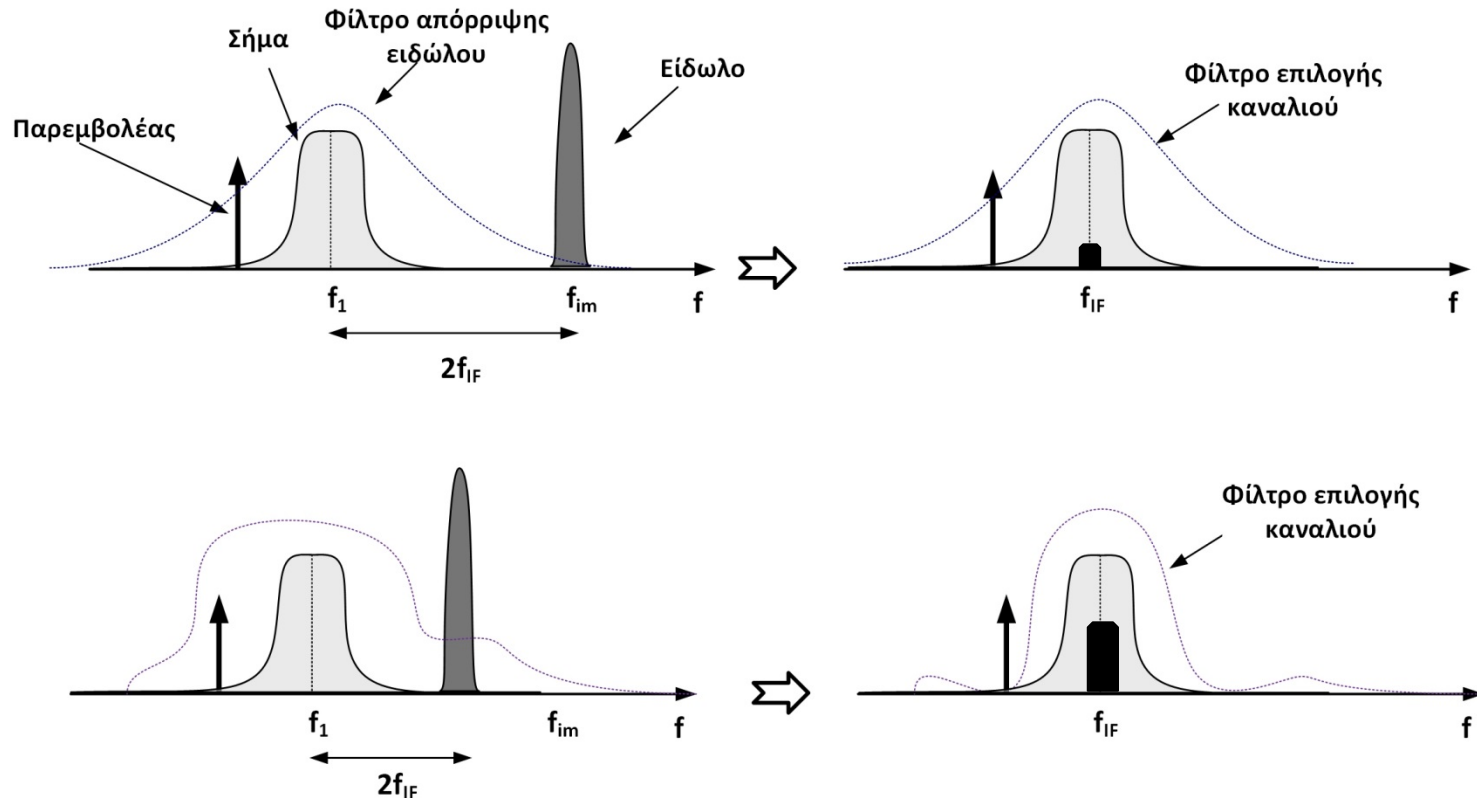
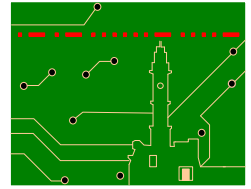
# Μία λύση στο πρόβλημα του Ειδώλου: Pre-filtering



- Pre-filtering ΠΡΙΝ την μείξη απομακρύνει τα ανεπιθύμητα είδωλα!
- Φίλτρο Απόρριψης Ειδώλων!



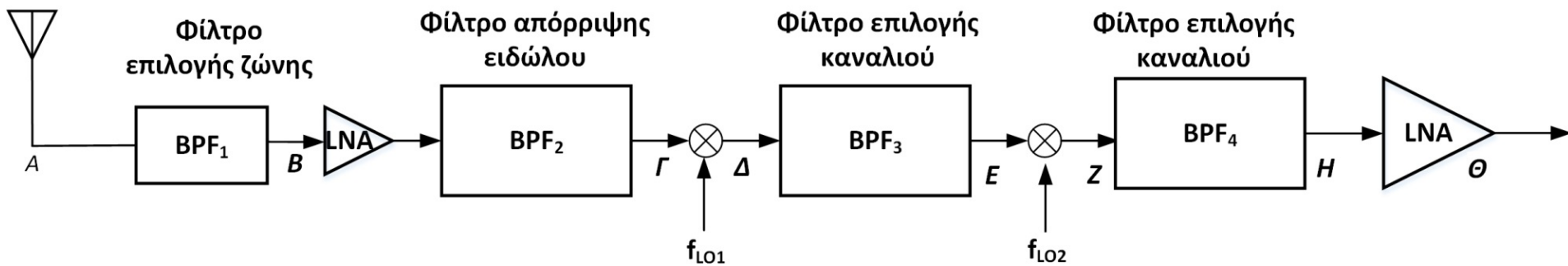
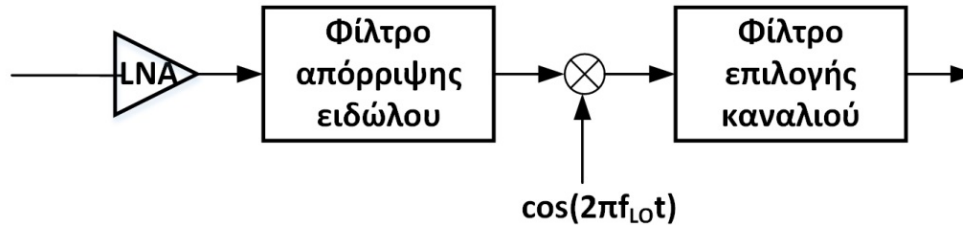
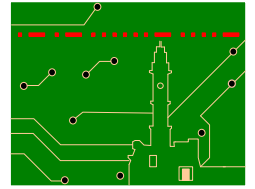
# Ετερόδυνος δέκτης: Επιλεξιμότητα vs Ευαισθησία



Όχι τόσο απλό, όσο φαίνεται:

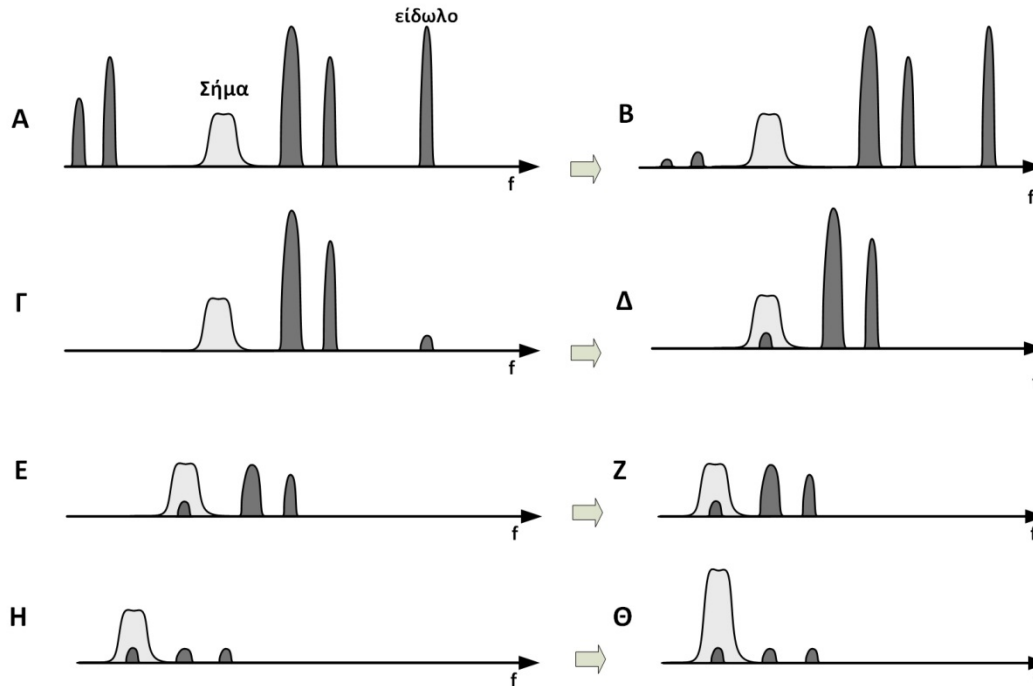
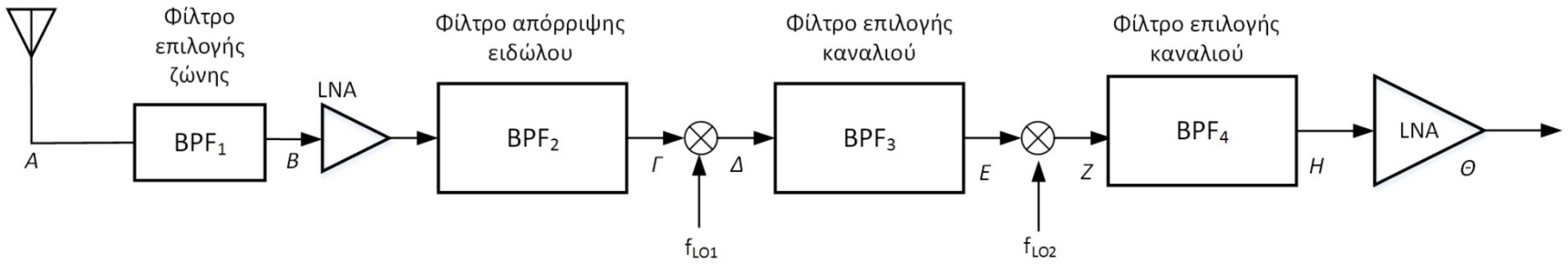
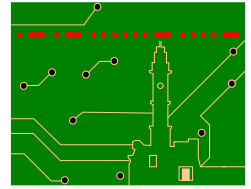
- υψηλότερη  $f_{IF}$  έχει ως αποτέλεσμα καλύτερη απόρριψη ειδώλου (καλύτερη ευαισθησία)...
- ωστόσο, υψηλότερη  $f_{IF}$  απαιτεί υψηλότερο  $Q$  για επιλογή συχν. καναλιού => πρακτικά αδύνατο => χειρότερη επιλεξιμότητα!

# Αντιμετωπίζοντας το tradeoff: τοπολογία διπλής IF



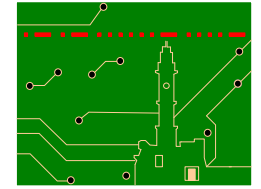
- Μετατροπή σε δύο στάδια (αντί για ένα)!

# Αντιμετωπίζοντας το tradeoff: τοπολογία διπλής IF (2)

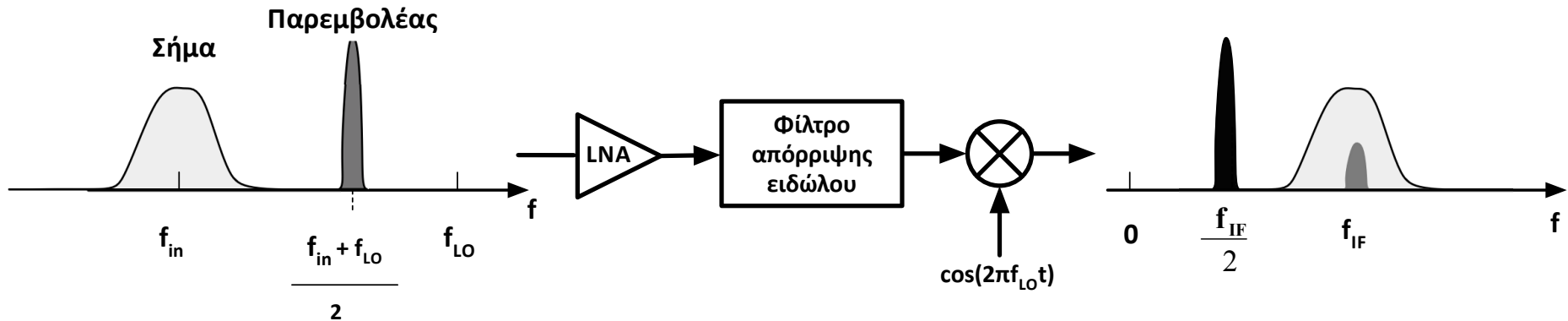


**Πρώτο στάδιο:**  
 βελτιστοποιεί την  
 απόρριψη ειδώλου  
 (ευαισθησία)

**Δεύτερο στάδιο:**  
 βελτιστοποιεί την  
 επιλογή συχν.  
 καναλιού  
 (επιλεξιμότητα)



## Άλλο ένα πρόβλημα του Ετερόδυνου Δέκτη: half-IF



➤ Παραμόρφωση δεύτερης τάξης στον δέκτη (LNA ή μείκτη):

$$\frac{f_{in} + f_{LO}}{2} \Rightarrow f_{in} + f_{LO}$$

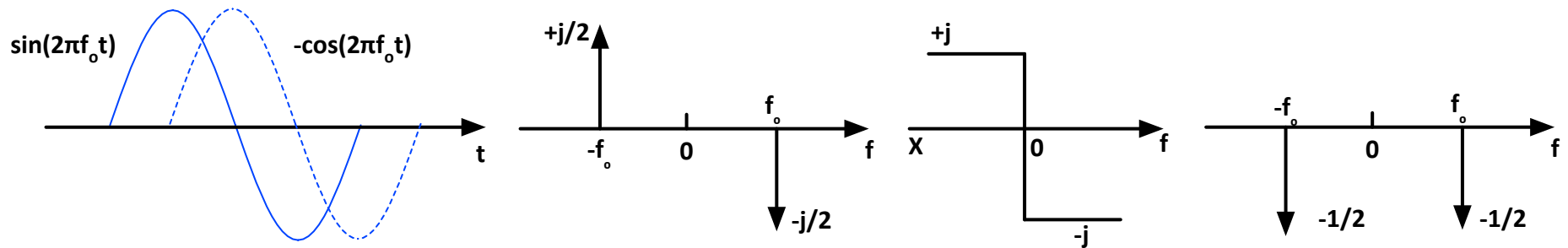
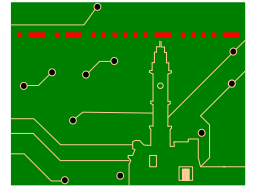
$$\Rightarrow 2f_{LO} - (f_{in} + f_{LO}) = f_{LO} - f_{in} = f_{IF}$$

$$f_{LO} \Rightarrow 2f_{LO}$$

➤ ...ή παρεμβολέας σε συχνότητα  $f_{IF}/2$  και παραμόρφωση δεύτερης τάξης στον δέκτη.

▪ Λύση: ελαχιστοποίηση παραμόρφωσης δεύτερης τάξης ή/και φιλτράρισμα.

# Άλλη λύση στο πρόβλημα του ειδώλου: Δέκτης Απόρριψης Ειδώλου

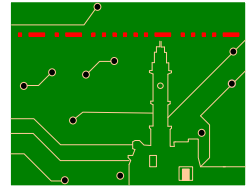


- Βασική Ιδέα: επεξεργασία σήματος ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗ από επεξεργασία ειδώλου (και τελικά απόρριψης του ειδώλου).
- Μηχανισμός: Μετασχηματισμός Hilbert («μετατόπιση  $90^0$ »)!

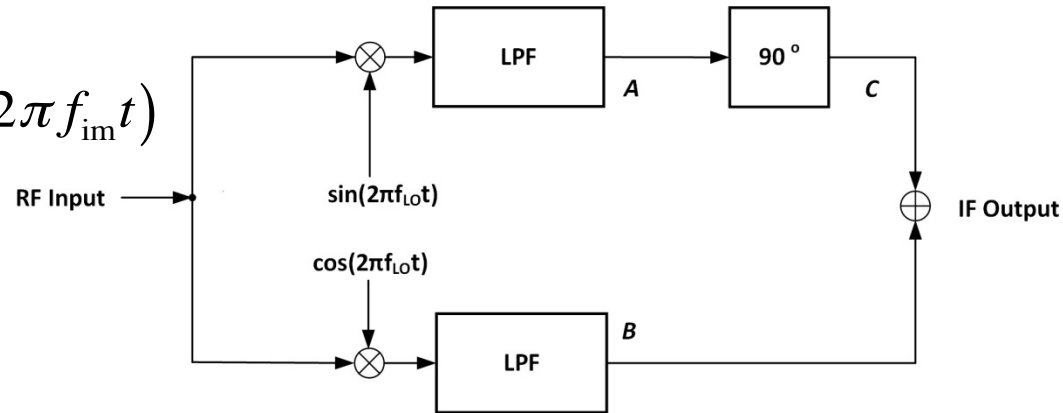
$$H(f) = -j \operatorname{sgn}(f)$$

- Στην πράξη,  $\cos(2\pi ft)$  μετατρέπεται σε  $\sin(2\pi ft)$  και  $\sin(2\pi ft)$  σε  $-\cos(2\pi ft)$  [μετατόπιση κατά  $(t-T/4)$ ].

# Δέκτης Απόρριψης Ειδώλου: Αρχιτεκτονική Hartley



$$x(t) = A_{RF} \cos(2\pi f_{RF}t) + A_{im} \cos(2\pi f_{im}t)$$



$$x_A(t) = \frac{A_{RF}}{2} \sin[2\pi(f_{LO} - f_{RF})t] + \frac{A_{im}}{2} \sin[2\pi(f_{LO} - f_{im})t]$$

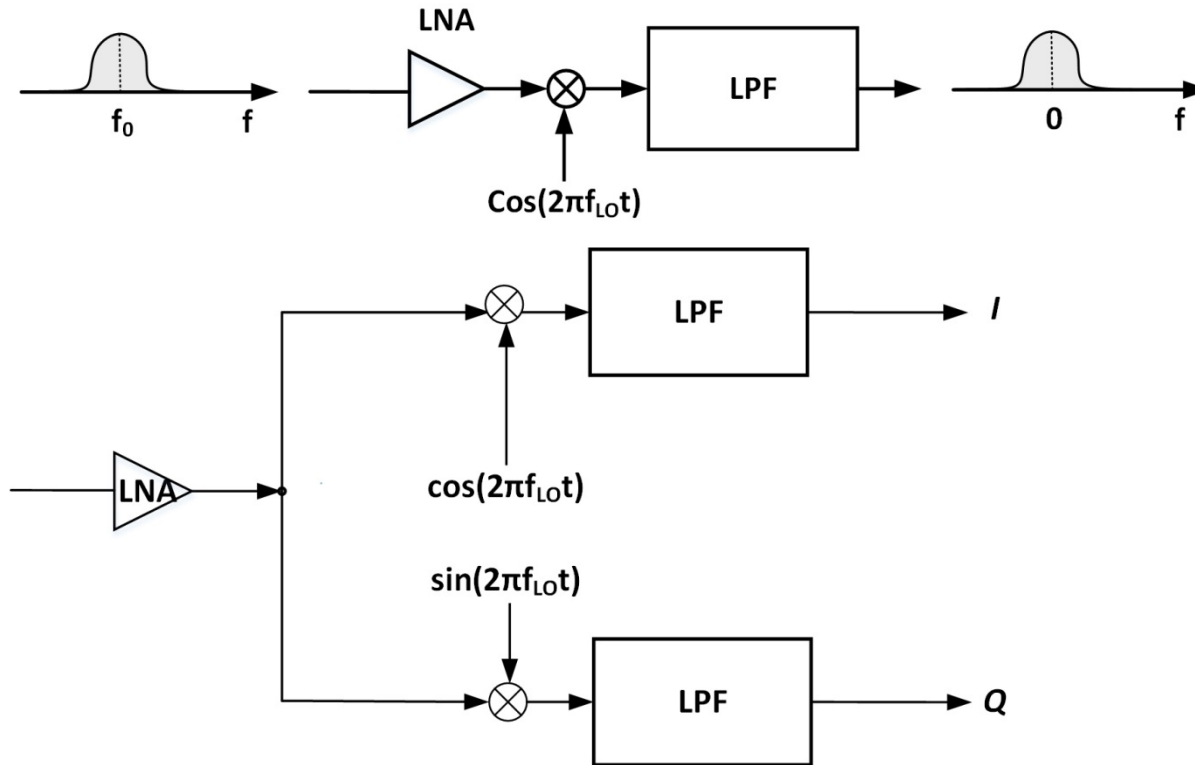
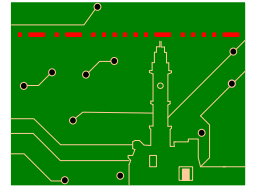
$$x_B(t) = \frac{A_{RF}}{2} \cos[2\pi(f_{LO} - f_{RF})t] + \frac{A_{im}}{2} \cos[2\pi(f_{LO} - f_{im})t]$$

$$x_A(t) = -\frac{A_{RF}}{2} \sin[2\pi(f_{RF} - f_{LO})t] + \frac{A_{im}}{2} \sin[2\pi(f_{LO} - f_{im})t]$$

$$x_C(t) = \frac{A_{RF}}{2} \cos[2\pi(f_{RF} - f_{LO})t] - \frac{A_{im}}{2} \cos[2\pi(f_{LO} - f_{im})t]$$

Αφαιρούνται...

# Ομόδυνος (zero-IF) Δέκτης



- Κατευθείαν μετατροπή στο DC ( $f_{LO}=f_{in}=f_1, f_{IF}=0$ ).
- Γιατί δεν χρησιμοποιούμε πάντα zero-IF (ομόδυνα) αντί για ετερόδυνα δέκτη; (απάντηση στην επόμενη διάλεξη)

# LEARN RADIO FROM REAL RADIO ENGINEERS

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**

**HERE THEY ARE:**  
Dr. C. M. Blackmore, Chief Radio Engineer, Graduate Research Council (Washington)  
Woodell Church, Chief Engineer, Radio Engineering Co. (Radio Engineers and Manufacturers)  
Charles Reed, Chief Engineer, Radio Engineering Co. (Radio Engineers and Manufacturers)  
Karl Haskin, Chief Engineer, Radio Engineering Co. (Radio Engineers and Manufacturers)  
Harvey Hagen, Chief Engineer, Radio Engineering Co. (Radio Engineers and Manufacturers)  
W. Mackintosh, Chief Engineer, Radio Engineering Co. (Radio Engineers and Manufacturers)  
Transmitter, Chief Engineer, Radio Engineering Co. (Radio Engineers and Manufacturers)  
H. C. Title, Chief Engineer, Radio Engineering Co. (Radio Engineers and Manufacturers)  
F. D. Whitten, Chief Engineer, Radio Engineering Co. (Radio Engineers and Manufacturers)



If you're dissatisfied with small pay — work that's getting you nowhere — lay-offs and uncertain income — here's an opportunity that's too good to miss. At the cost of only the size it takes you to mail the coupon, you can get my big FREE book, "RADIO'S FUTURE AND YOURS." This book tells how 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 pick up an extra \$5 to \$20 a week in your spare time.

**"RADIO IS GROWING BY LEAPS AND BOUNDS"**

says *Radio Craft Magazine*. It has forged ahead 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 \$15 to \$25 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-pay week.

**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 — 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 use them to build up testing equipment — to experiment with — to do actual Radio work. It's Shop Training for the home.

**SOUND PICTURES, P. A. SYSTEMS, PHOTO CELLS, TELEVISION, ETC. ALL INCLUDED**

Radio service work is just the starting point in R-T-I Training. From there we take you up through the very latest developments in Radio, and then on into the new and larger field of Electronics — Sound Pictures, Public Address Systems, Photo Cells, and Television. This feature alone makes R-T-I the outstanding home training in Radio.

**YOU GET "QUICK RESULTS"**

C. E. Reed, 311 Third St., Alexandria, La., says "Made my first money 11 days after starting your training — cleared \$1.25."  
Frank E. Klemann, Lisle, Ill., writes: "Doubtful my pay in less than six months."  
Harry L. Stark, Ft. Wayne, Ind., writes: "Now making three times as much money as I was when I started your training."

**AGE OR LACK OF EDUCATION NO HANDICAP**

You don't have to be a high school graduate. It isn't necessary that you should have finished the grades. My Training in Radio is so simple, so easy, and so practical, that it offers every man, regardless of age, education, or previous experience, the chance to get out of a small-pay, no-advance job, into good pay, big future work in Radio.

**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 & Television Institute, Chicago

We OK

**RADIO and TELEVISION INSTITUTE HOME TRAINING**

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

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



**MAIL COUPON FOR MY FREE BOOK**

Get your copy of "Radio's Future and Yours" today. It tells you about Radio's amazing opportunities. It describes my Course. It tells you why R. T. I. students are doing so well. It's FREE. Clip, sign and mail coupon RIGHT NOW!

Ray D. Smith, President,  
Radio and Television Institute, 28, T. I.,  
258 Lawrence Ave., Dept. 42, Chicago, Ill.

Without obligation of any kind please send me a copy of "Radio's Future and Yours." I am interested in your home training and the opportunity you are selling in the great field of Radio for the R. T. I. Trained man.

Name \_\_\_\_\_  
Address \_\_\_\_\_  
City \_\_\_\_\_ State \_\_\_\_\_

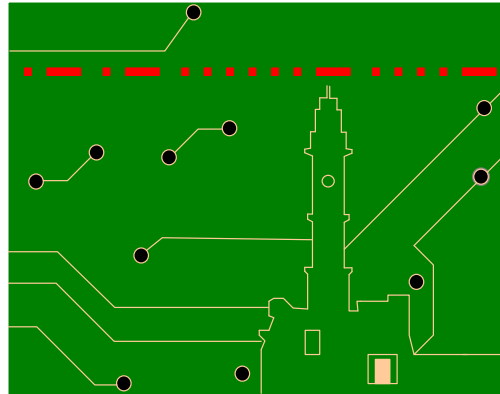
Διαφήμιση του 1934 σχετικά με Radio Engineering ως ένα επιφανές επάγγελμα!



# **Βιβλιογραφία**

**B. Razavi, RF Microelectronics, Prentice Hall, Έκδοση 1998.**

# Ερωτήσεις?



Επόμενη διάλεξη: ομόδυνοι δέκτες (συνέχεια)  
και αρχιτεκτονική δεκτών