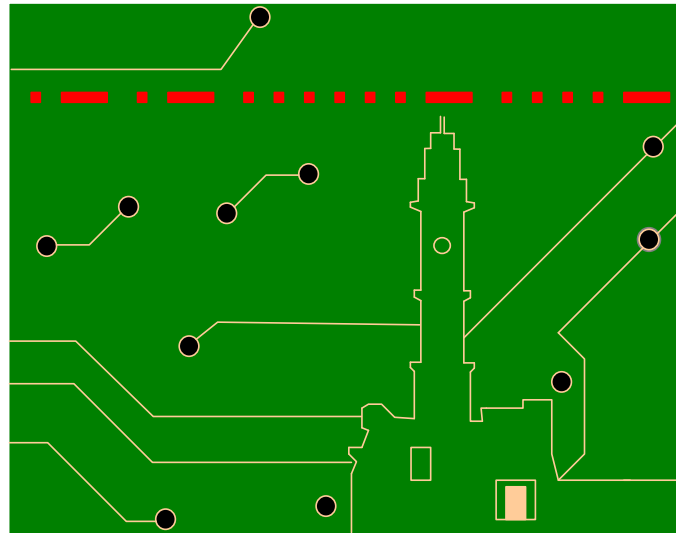


ΤΗΛ412 Ανάλυση & Σχεδίαση (Σύνθεση) Τηλεπικοινωνιακών Διατάξεων

Διάλεξη 6



Άγγελος Μπλέτσας

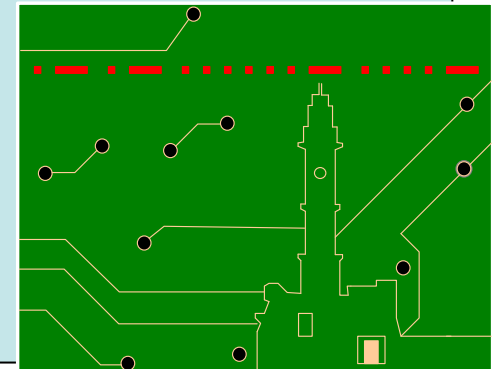
ΗΜΜΥ Πολυτεχνείου Κρήτης, Φθινόπωρο 2016

Διάλεξη 6 – Αρχιτεκτονικές Δεκτών (συνέχεια)

Προηγούμενες διαλέξεις: Συντελεστής Ποιότητας Q
Φίλτρου, Ετερόδουνοι Δέκτες.

Σήμερα,

- Ομόδουνοι Δέκτες (και μειονεκτήματα)!
- Παράδειγμα Υπερετερόδουνου (SuperHet) Δέκτη!
- Δέκτης Υποδειγματοληψίας.
- Δέκτης Ψηφιακής IF.
- Δυναμική Περιοχή ενός ADC.



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

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

HERE THEY ARE:

- Dr. C. M. Blackmore, Chief Radio Engineer, Griggs-Corson Co. (Radio Manufacturer)
- Wesley Church, Chief Engineer, Emerson and Manufacturing Co. (Radio Manufacturer and Distributor)
- Karl Hagedorn, Chief Engineer, Zenith Radio Corporation
- Harvey Hoden, Gen. Manager, Radio Service R.V.V. Chicago
- W. Mackintosh, Service Manager and Sales Engineer, Transradio Corporation of America (Chicago)
- H. C. Title, Chief Radio Eng., Newark Radio Corporation
- F. D. Whitten, Service Manager, Radio Radio and Television Corporation



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: "Doubled 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-future 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



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. CROSELY • 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 R. T. I. students are doing and making. It's FREE. Clip, sign and mail coupon RIGHT NOW!

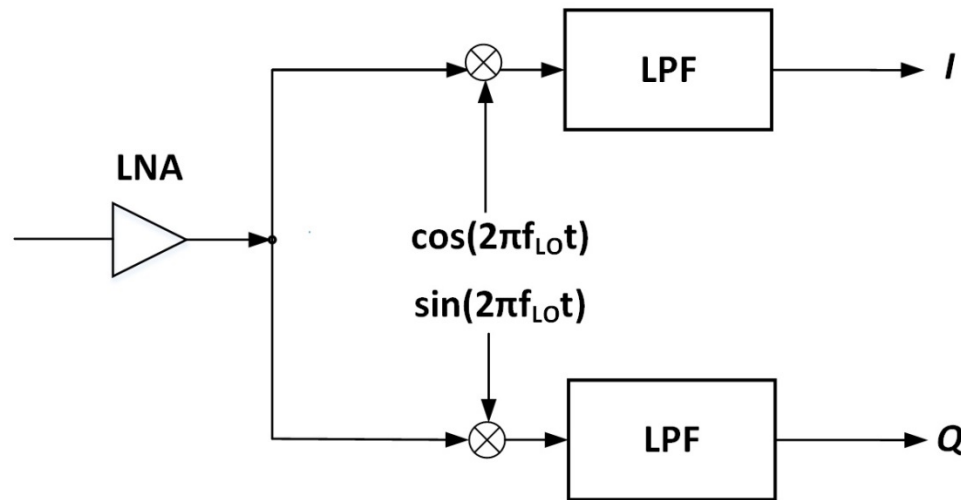
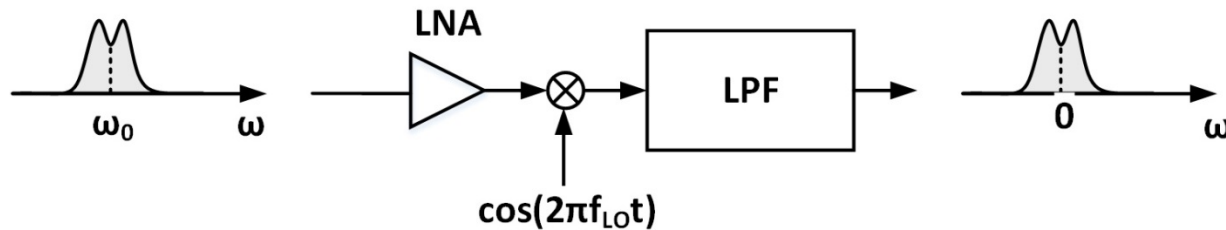
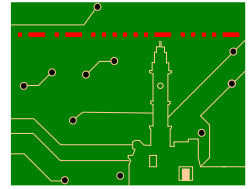
Ray D. Smith, President,
Radio and Television Institute, 28, T. I.,
258 Lawrence Ave., Dept. 42, Chicago, Ill.

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 _____

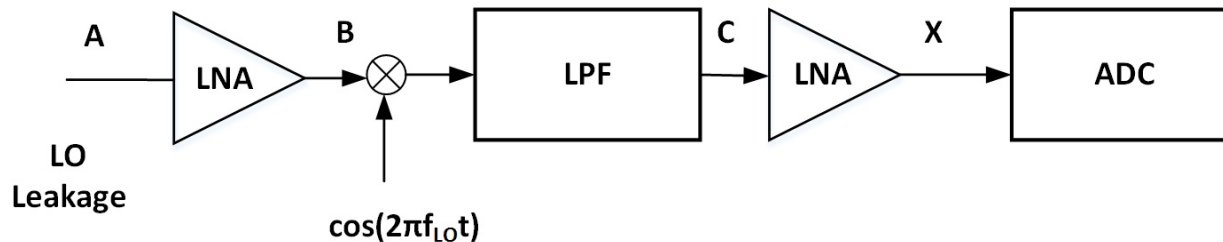
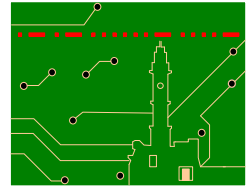
Διαφήμιση του 1934 σχετικά με Radio Engineering ως ένα επιφανές επάγγελμα!

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;

Βασικό πρόβλημα Ομόδυνων Δεκτών: DC Offset



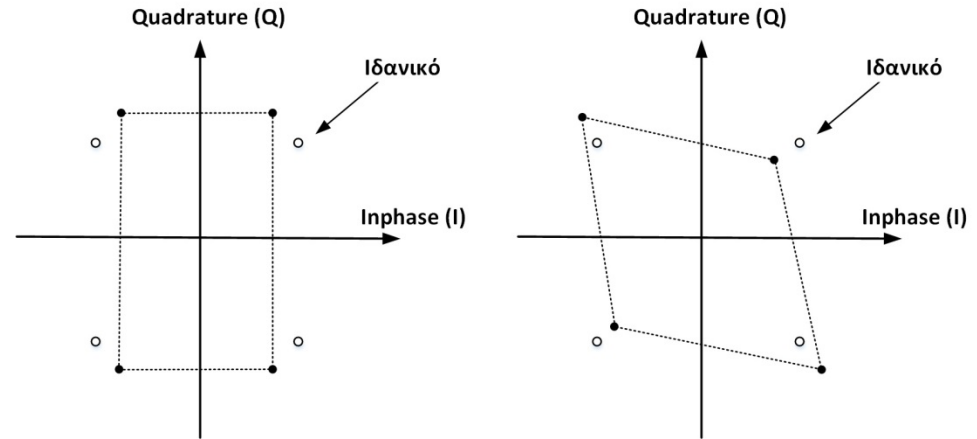
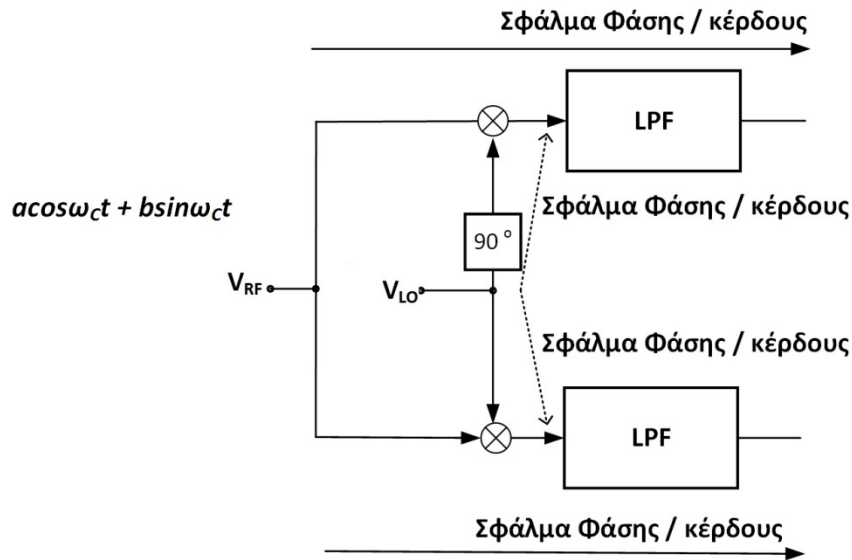
- Βασικό πρόβλημα: διαρροή τοπικού ταλαντωτή (LO) λόγω χωρητικής σύζευξης και σύζευξης υποστρώματος (ή σύζευξης λόγω καλωδίου αν χρησιμοποιείται εξωτερικό καλώδιο μεταφοράς του σήματος LO).
- Για υψηλότερη συχνότητα, το φαινόμενο είναι πιο έντονο.
- διαρροή \Rightarrow DC offset \Rightarrow κορεσμός των επόμενων σταδίων!
- πιθανές λύσεις: DC-free κωδικοποίηση ή απομάκρυνση DC-offset.

Βασικό πρόβλημα Ομόδυνων Δεκτών: IQ Mismatch

$$\cos \theta \cos \varphi = \frac{\cos(\theta - \varphi) + \cos(\theta + \varphi)}{2}$$

$$\sin \theta \sin \varphi = \frac{\cos(\theta - \varphi) - \cos(\theta + \varphi)}{2}$$

$$\sin \theta \cos \varphi = \frac{\sin(\theta + \varphi) + \sin(\theta - \varphi)}{2}$$



$$x_{LO,I}(t) = 2 \left(1 + \frac{\varepsilon}{2} \right) \cos \left(\omega_c t + \frac{\theta}{2} \right)$$

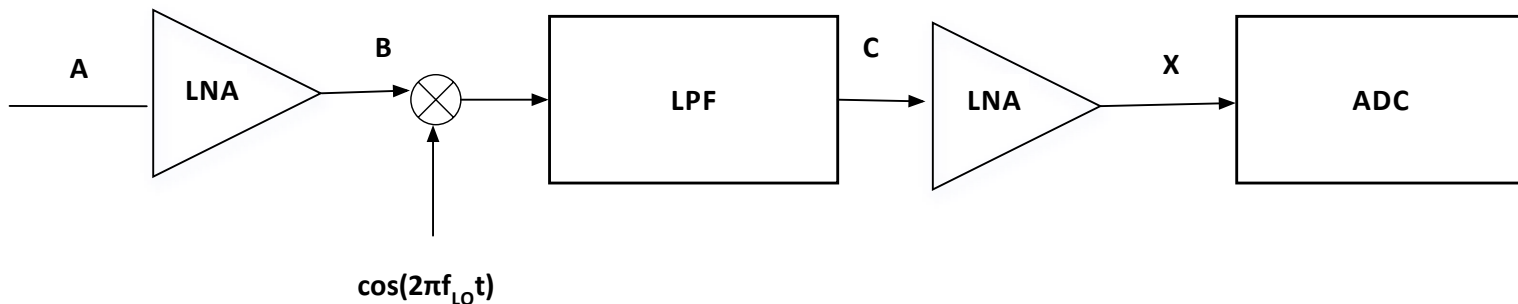
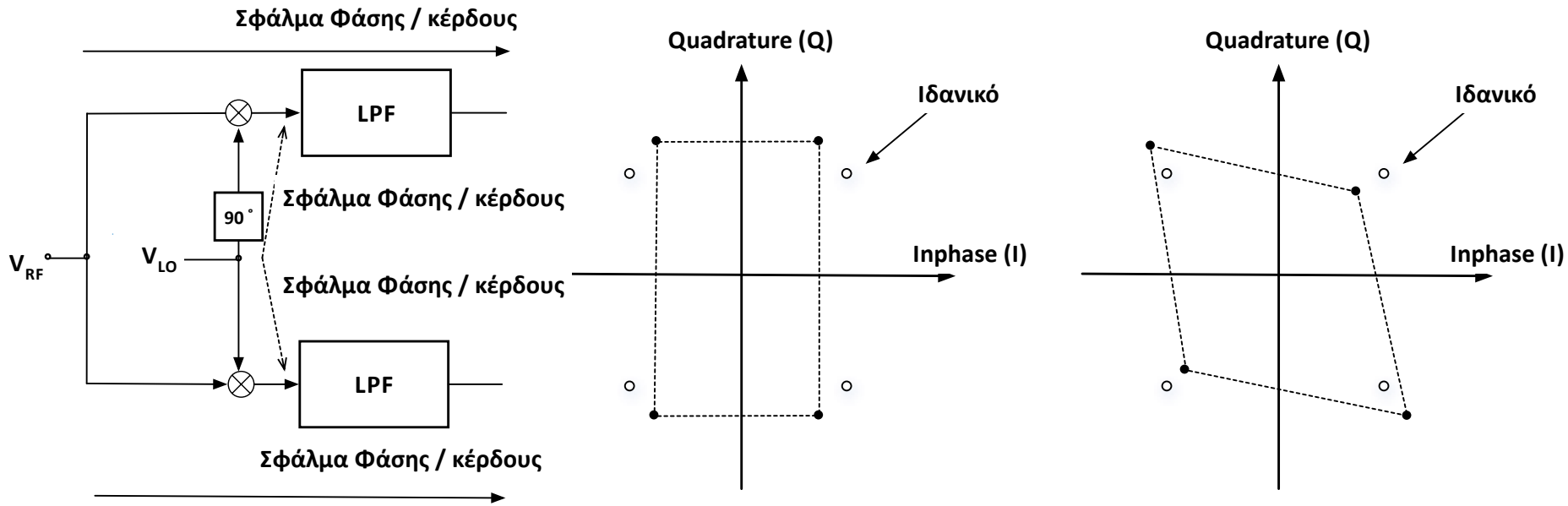
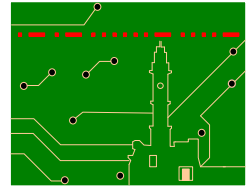
$$x_{LO,Q}(t) = 2 \left(1 - \frac{\varepsilon}{2} \right) \sin \left(\omega_c t - \frac{\theta}{2} \right)$$

$$x_I(t) = a \left(1 + \frac{\varepsilon}{2} \right) \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) - b \left(1 + \frac{\varepsilon}{2} \right) \sin \left(\frac{\theta}{2} \right)$$

$$x_Q(t) = -a \left(1 - \frac{\varepsilon}{2} \right) \sin \left(\frac{\theta}{2} \right) + b \left(1 - \frac{\varepsilon}{2} \right) \cos \left(\frac{\theta}{2} \right)$$

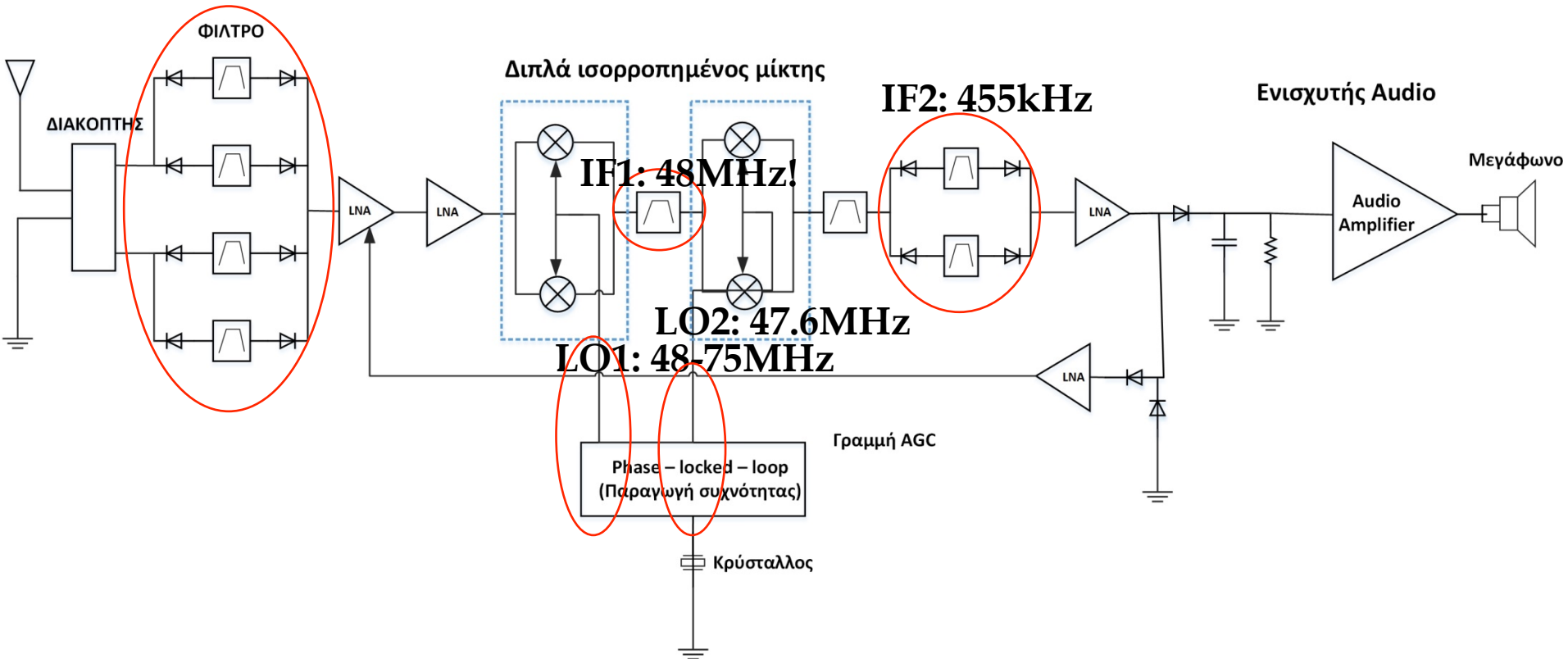
- Θυμηθείτε: Υψηλότερη συχνότητα τοπικού ταλαντωτή (LO) σημαίνει μεγαλύτερα παρασιτικά (και επομένως μεγαλύτερο λάθος φάσης/κέρδους => IQ mismatch) – το πρόβλημα είναι μικρότερο σε ετερόδυνους.

Επιπλέον Προβλήματα Ομόδυνων



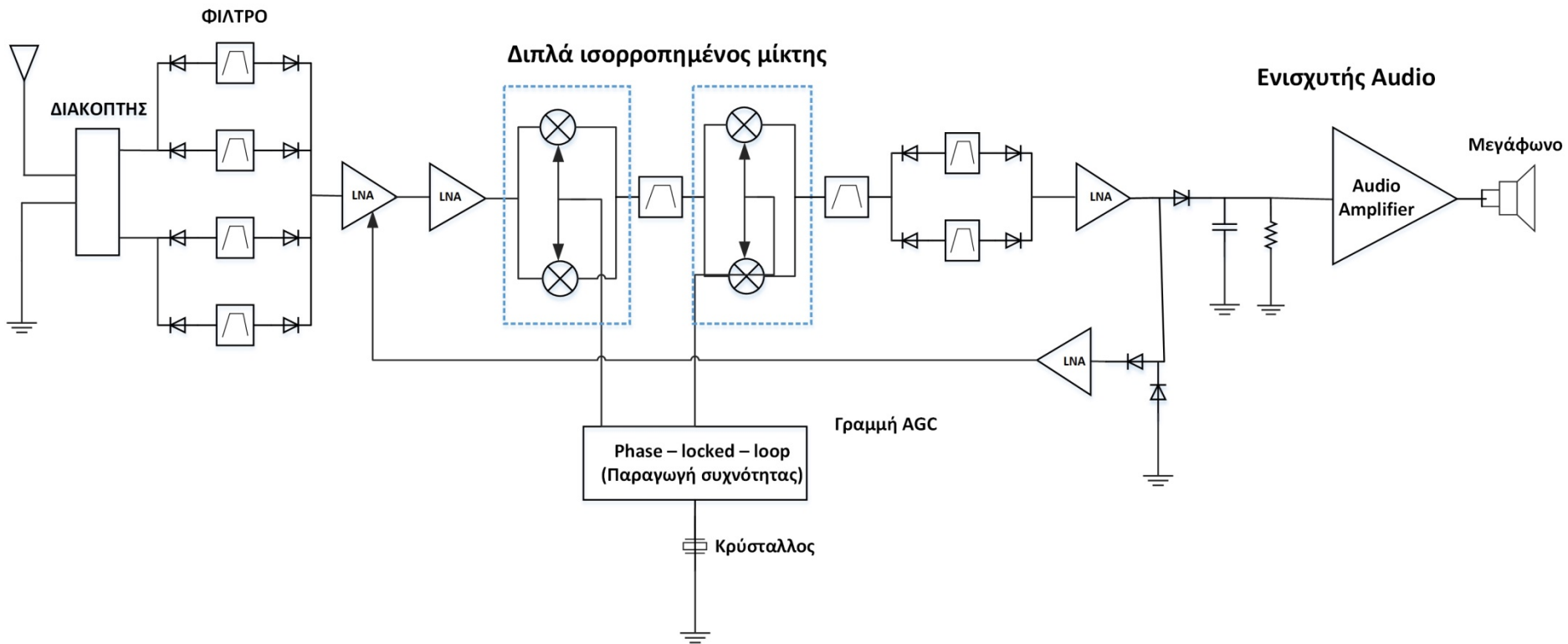
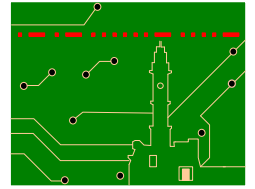
- Θόρυβος 1/f (flicker) και παραμόρφωση άρτιας τάξης.

Παράδειγμα Υπερετερόδυνου Δέκτη έως 32MHz

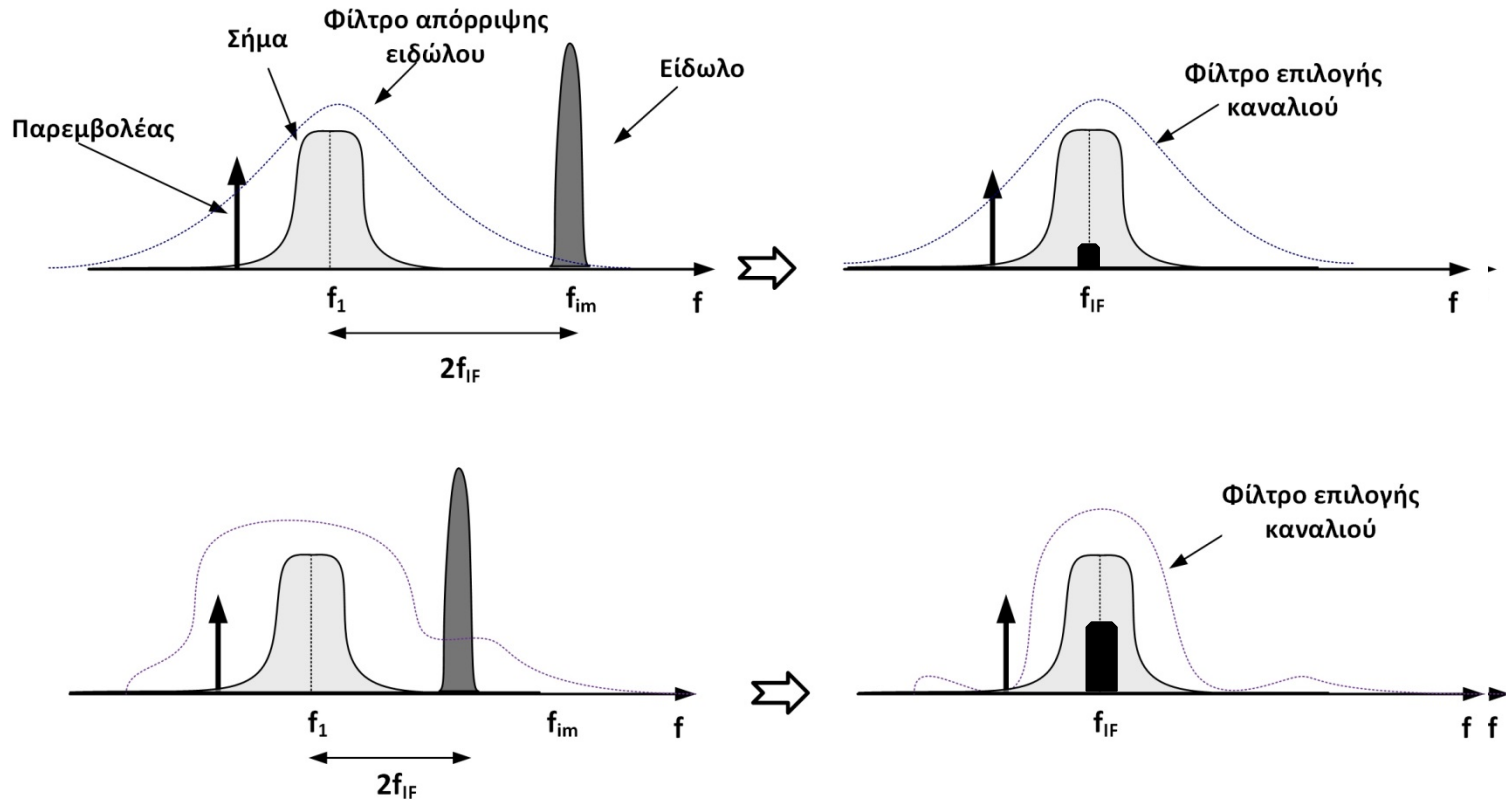
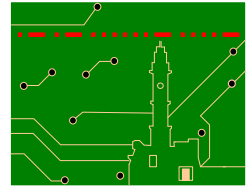


- Υπερετερόδυνος δέκτης: πρώτη IF > συχνότητα σήματος!

Πλεονέκτημα Υπερετερόδυνου Δέκτη?

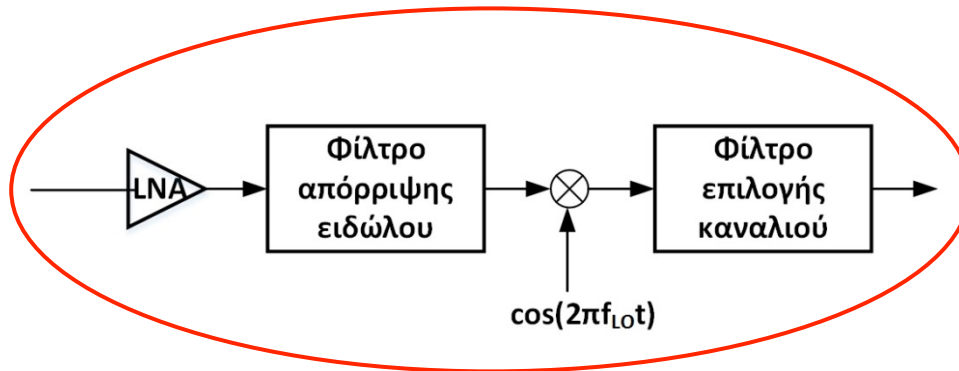
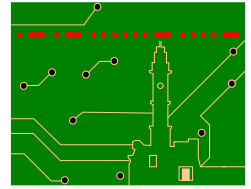


Ετερόδυνος δέκτης: Επιλεξιμότητα vs Ευαισθησία



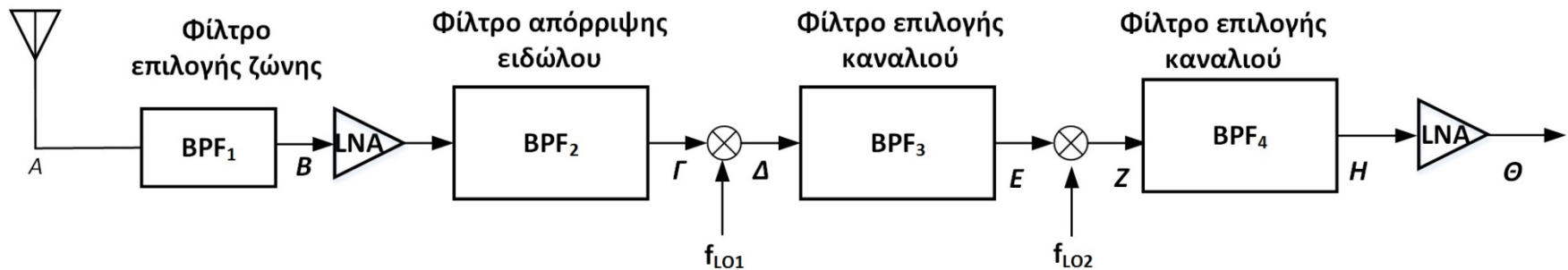
- υψηλότερη f_{IF} έχει ως αποτέλεσμα καλύτερη απόρριψη ειδώλου (καλύτερη ευαισθησία)...
- ωστόσο, υψηλότερη f_{IF} απαιτεί υψηλότερο Q για επιλογή συχν. καναλιού => πρακτικά αδύνατο => χειρότερη επιλεξιμότητα!

Αντιμετωπίζοντας το tradeoff: τοπολογία διπλής IF



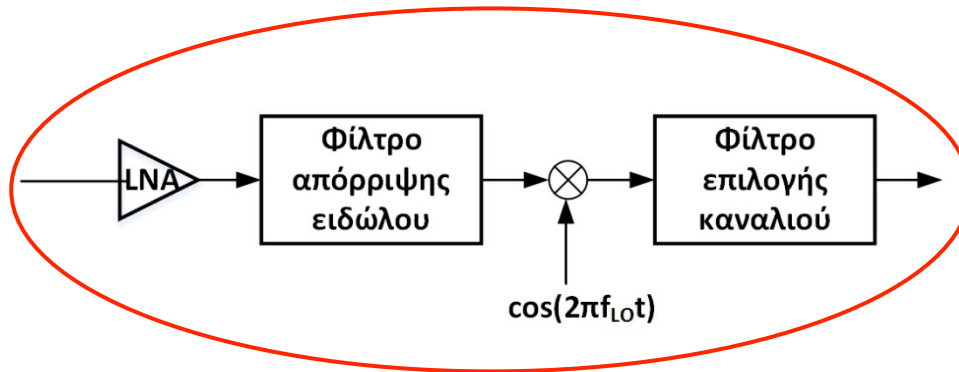
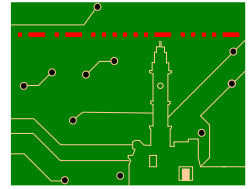
Τοπολογία μονής IF

Τοπολογία διπλής IF

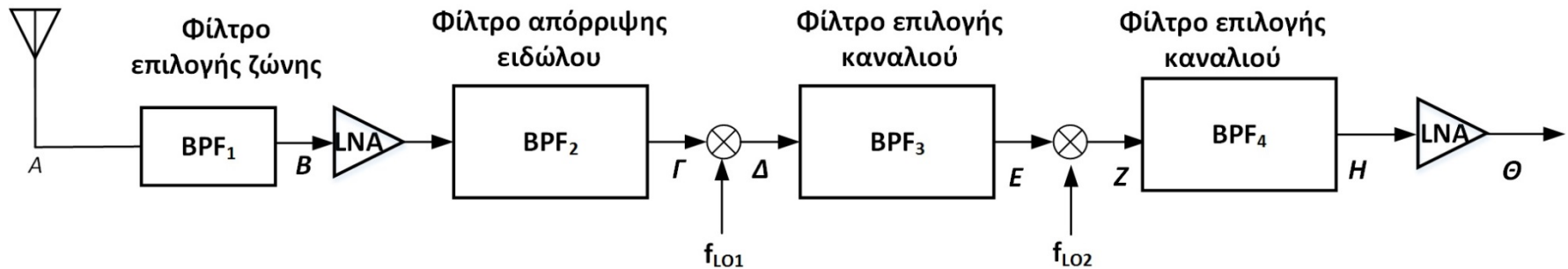


- up conversion: δεν υπάρχει όριο (ή πιο χαλαρά όρια) στην IF frequency (σε σχέση με down conversion)...
- υψηλότερη IF => καλύτερη απόρριψη ειδώλου => μεγαλύτερη ευαισθησία...
- δεύτερη μετατροπή λύνει το πρόβλημα της επιλεξιμότητας!

Αντιμετωπίζοντας το tradeoff: τοπολογία διπλής IF (2)



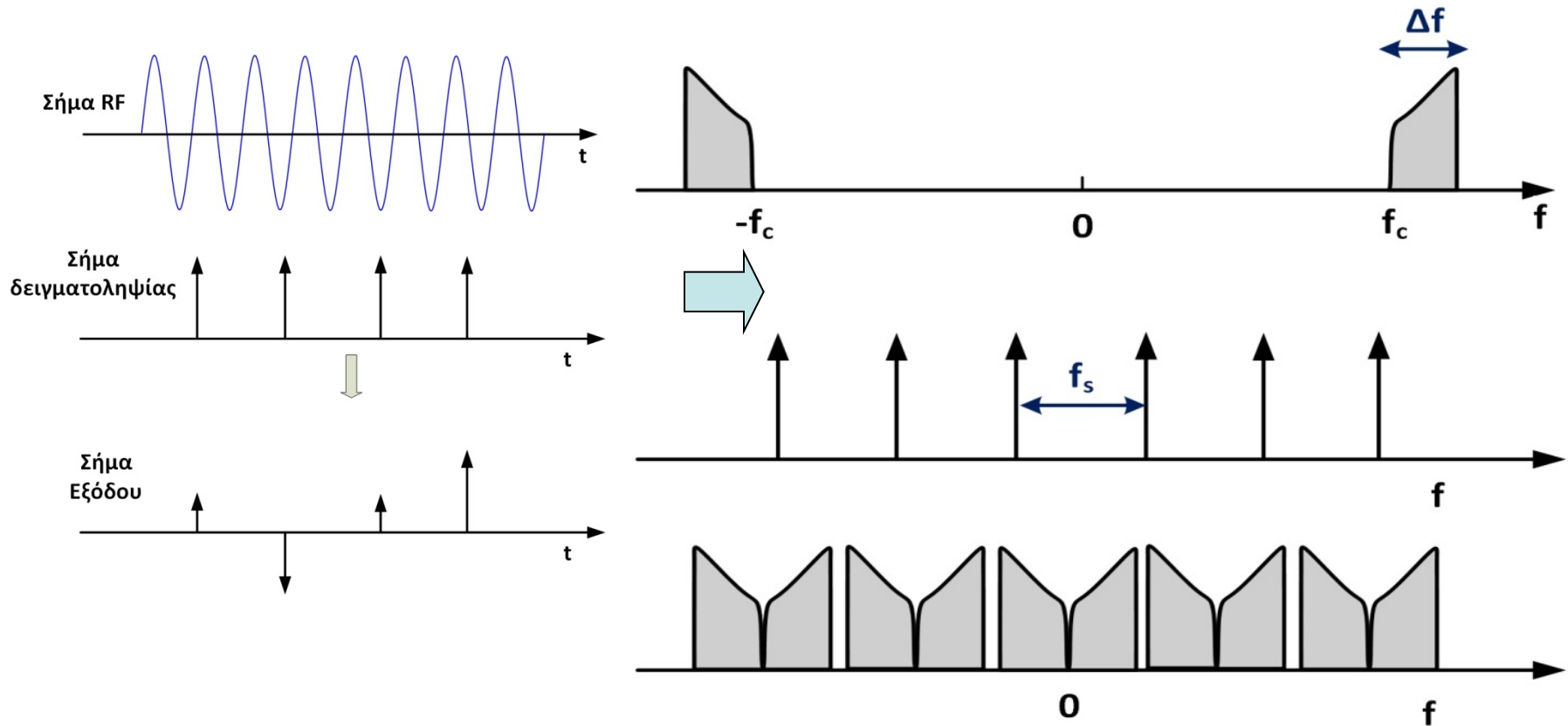
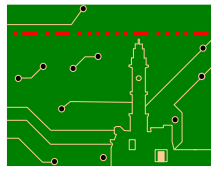
Τοπολογία μονής IF



Τοπολογία διπλής IF

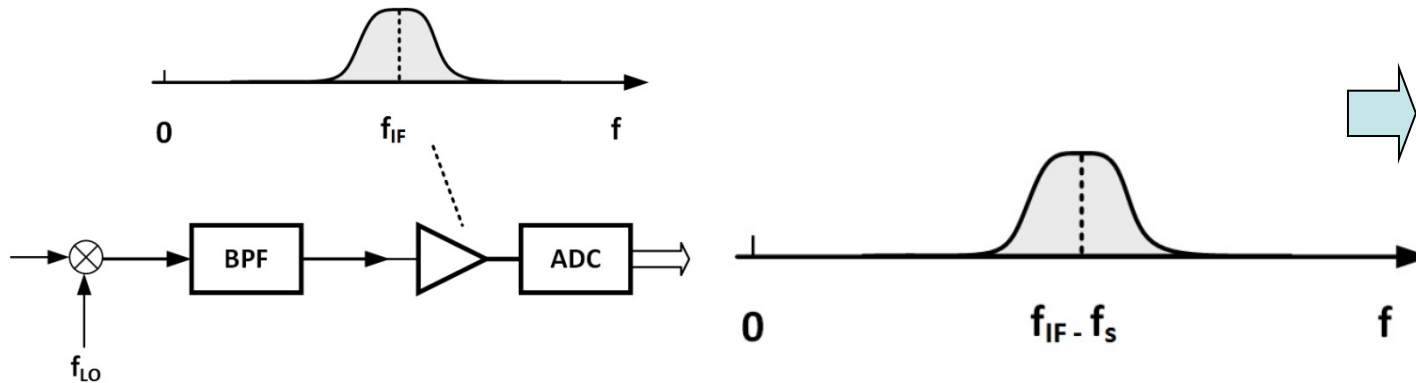
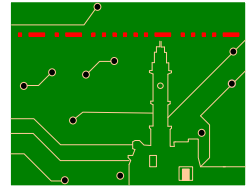
- Τί γίνεται με το είδωλο της δεύτερης IF?
- Υπάρχει σε χαμηλότερη συχνότητα από την LO2...

Δέκτης Υποδειματοληψίας



- Για SSB σήμα εύρους ζώνης διέλευσης Δf , δειγματοληψία με $f_s > 2 \Delta f$ (ΠΡΟΣΟΧΗ: το σήμα είναι SSB).
- $f_c = m f_s$ (m ακέραιος)...
- Κύκλωμα δειγματοληψίας πιο απλό από κύκλωμα μείκτη...
- Βασικό μειονέκτημα: aliasing θορύβου (ο θόρυβος ενισχύεται)!

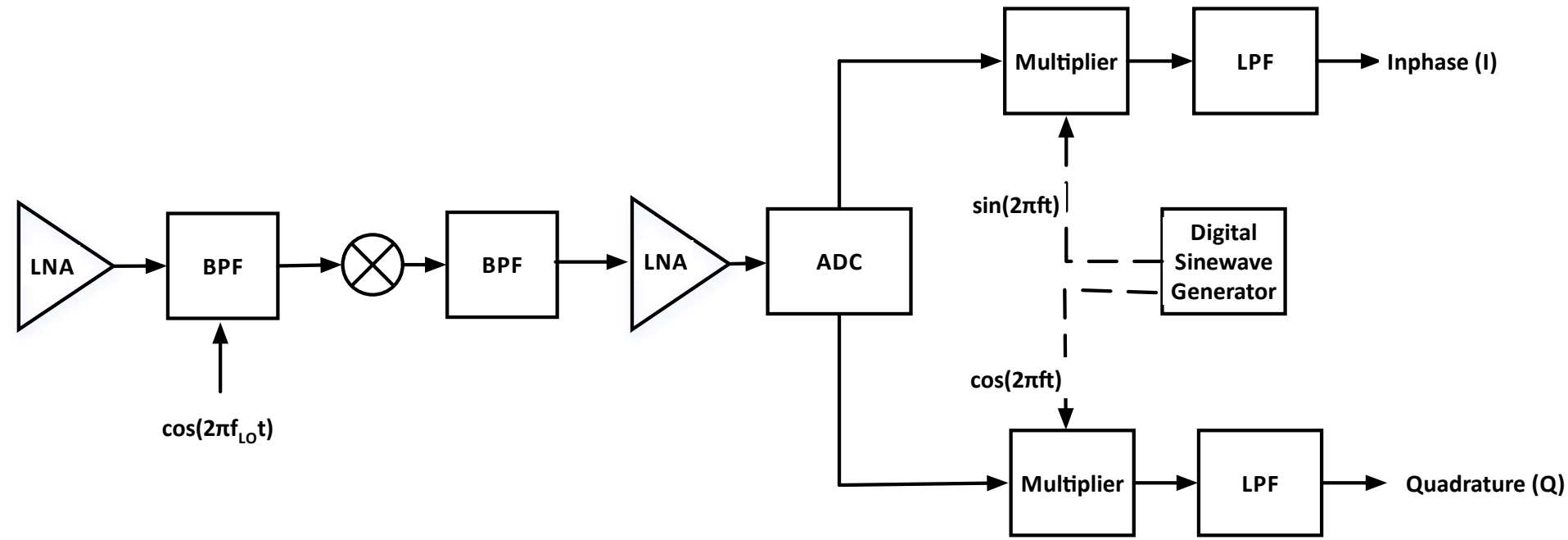
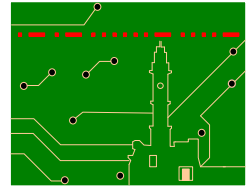
Δέκτης Δειγματοληψίας IF (χωρίς επικάλυψη – aliasing)



In-Phase/
Quadrature
μίξη και
φιλτράρισμα
με ψηφιακή
επεξεργασία
σήματος

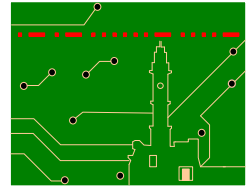
- Sample-and-hold circuits => δειγματοληψία με λίγο μικρότερη συχνότητα από f_{IF} = downconversion όπως με μείξη!
- ...ξεφορτωνόμαστε τον διπλάσιο παράγοντα Nyquist ($2f_{IF}$)...
- ...ωστόσο, η f_s δεν είναι αμελητέα και απαιτεί ταχύτητα και γραμμικότητα (προϊόντα ενδοδιαμόρφωσης εξαιτίας περιορισμένου φιλτραρίσματος επηρεάζουν την απόδοση)
- ...συνήθως, σε σταθμούς βάσης όπου πολλαπλά κανάλια χρειάζονται ταυτόχρονη επεξεργασία...

Γενική Αρχιτεκτονική Δέκτη Ψηφιακής IF

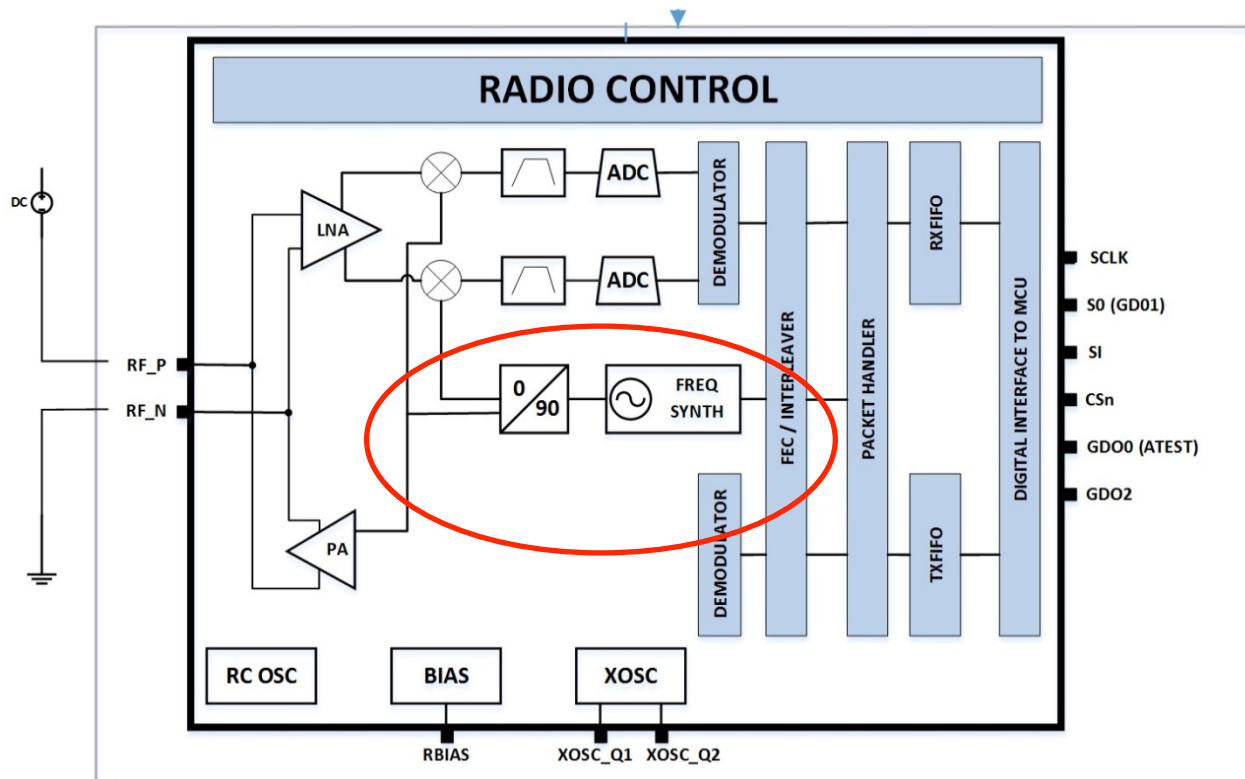


- ο ADC πρέπει να έχει μικρές μη-γραμμικότητες (σε περίπτωση που το πρώτο BPF δεν μπορεί να φιλτράρει γειτονικούς στην συχνότητα παρεμβολείς).
- ο ADC πρέπει να έχει μικρό θόρυβο και μεγάλη δυναμική περιοχή (έτσι ώστε να μπορεί να αντιμετωπίσει απώλειες μονοπατιού (path loss) και διάλειαση – Automatic Gain Control (AGC) στον LNA είναι ιδιαίτερα επιθυμητό).
- ο ADC πρέπει να έχει αποδεκτή κατανάλωση ενέργειας!

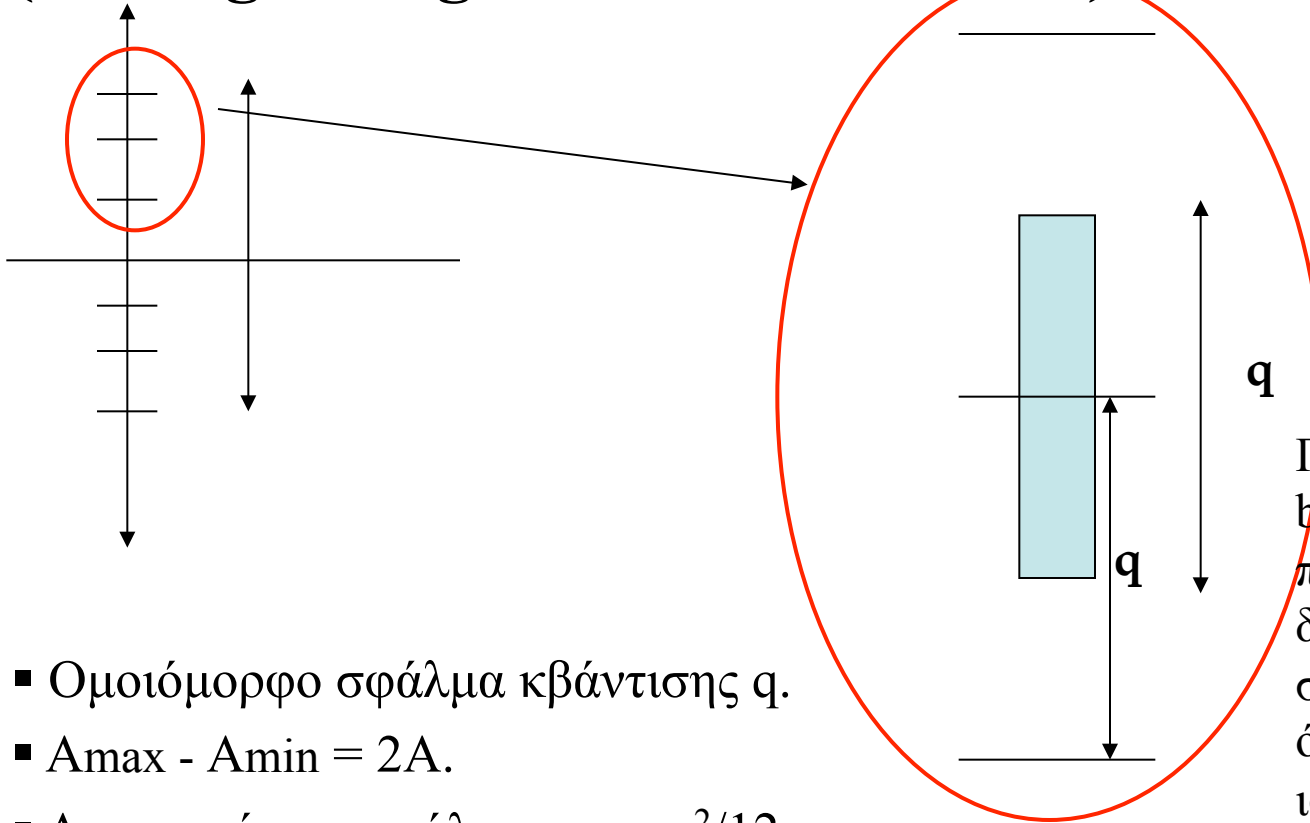
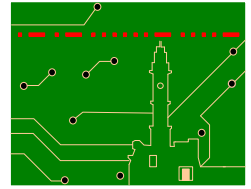
Ερώτηση: Έχετε χρησιμοποιήσει Δέκτη Ψηφιακής IF?



Απάντηση: cc2500



Δυναμική Περιοχή Κβαντιστή (Analog-to-digital converter-ADC)



- Ομοιόμορφο σφάλμα κβάντισης q .
- $A_{max} - A_{min} = 2A$.
- Διασπορά του σφάλματος q : $q^2/12$
- $q = 2A/(2^n - 1) \approx 2A/2^n \Rightarrow A = q 2^{(n-1)}$
- $S/N = (A^2/2) / (q^2/12) = 3 \cdot 2^{(2n-1)} = 1.5 \cdot 2^{2n} \Rightarrow 6n + 1.76$ [dB]

Περισσότερα από 14 bits δυναμικής περιοχής είναι δύσκολο να πετύχουμε στην πράξη, ακόμη και όταν η κατανάλωση ισχύος και το κόστος δεν είναι περιοριστικοί παράγοντες

Ερωτήσεις?

