



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

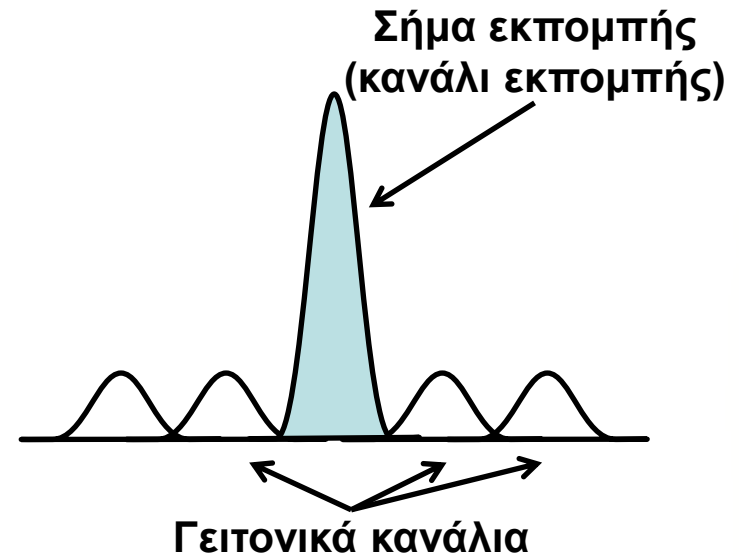
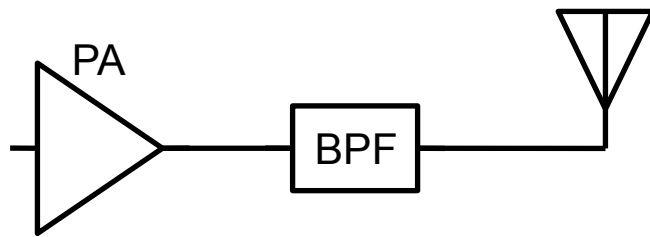
HELLENIC REPUBLIC
National and Kapodistrian
University of Athens



Εισαγωγή στη Σχεδίαση RF Κυκλωμάτων

Αρχιτεκτονικές Πομποδεκτών

Βασικά κριτήρια επιλογής πομποδεκτών



- Πολυπλοκότητα,
- κόστος,
- κατανάλωση,
- αριθμός πρόσθετων εξωτερικών εξαρτημάτων

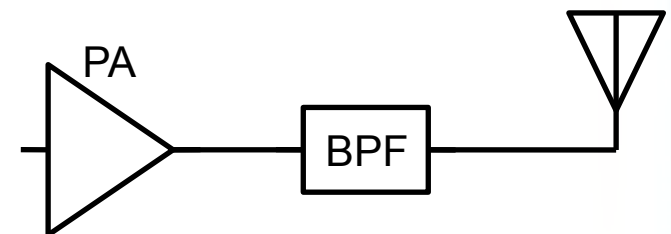
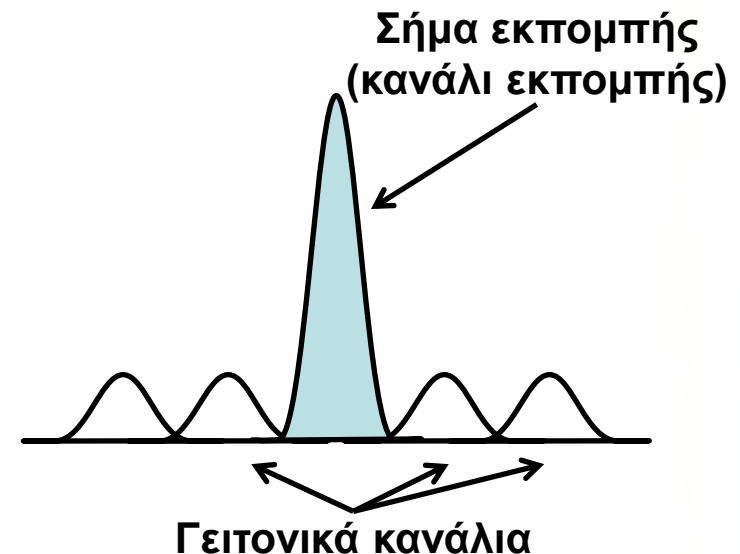
Βασικά κριτήρια επιλογής πομποδεκτών (2)

Περιορισμός στις επιλογές της σχεδίασης:

Το εύρος ζώνης που διατίθεται για κάθε συνδρομητή είναι πολύ μικρό, πχ 30KHz (IS-54) ή 200KHz (GSM).

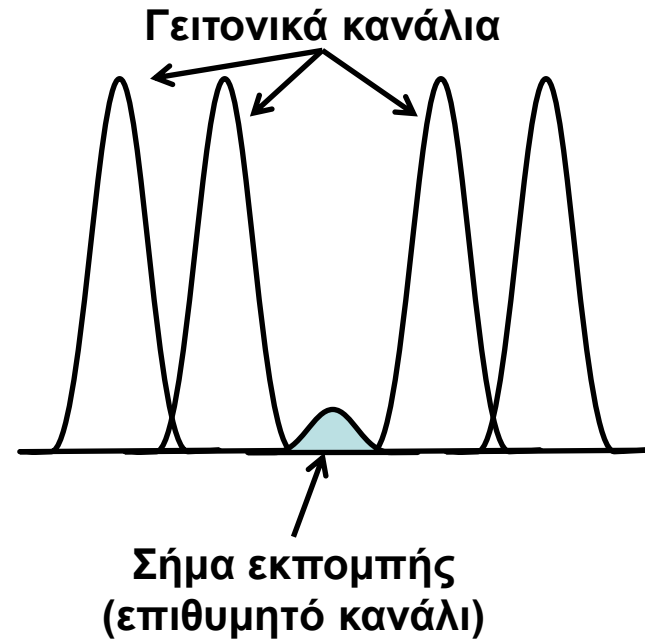
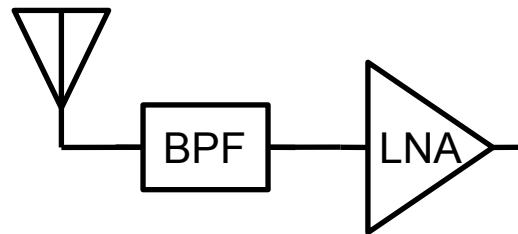
Το παραπάνω γεγονός σε συνδυασμό με την ύπαρξη πολλών γειτονικών καναλιών, επιβάλλουν περιορισμούς στη σχεδίαση:

- **στο τμήμα βασικής ζώνης :**
τεχνικές συμπίεσης, κωδικοποίησης και αποδοτικής διαμόρφωσης
- **στο τμήμα RF, στον πομπό:**
διαμόρφωση στενού εύρους ζώνης, ενίσχυση και φιλτράρισμα



Βασικά κριτήρια επιλογής πομποδεκτών

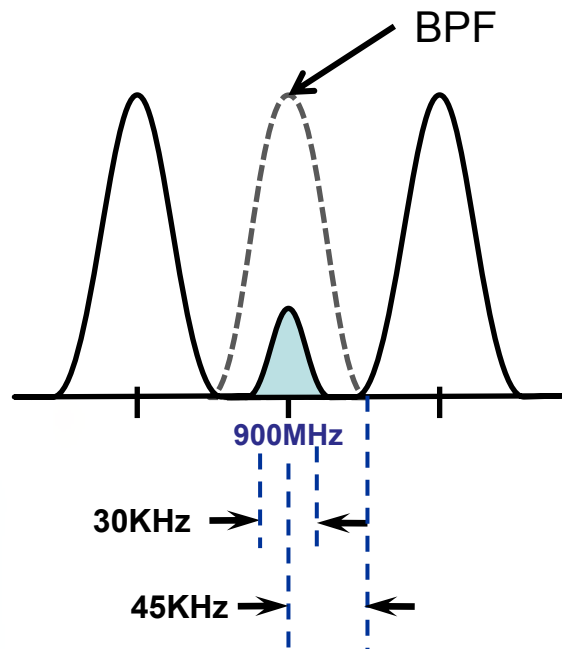
Η διάθεση περιορισμένου φάσματος στον χρήστη (συνδρομητή) επιβάλλει στη σχεδίαση του δέκτη:



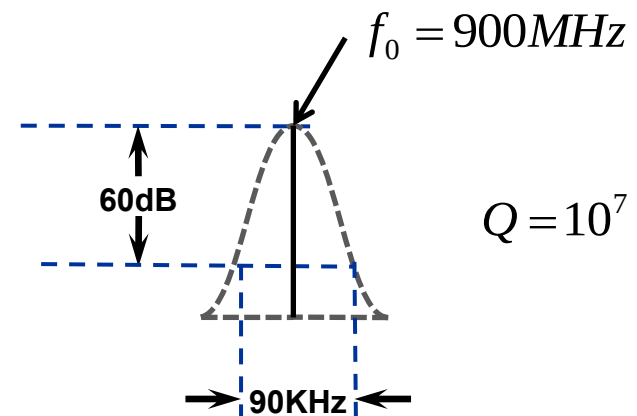
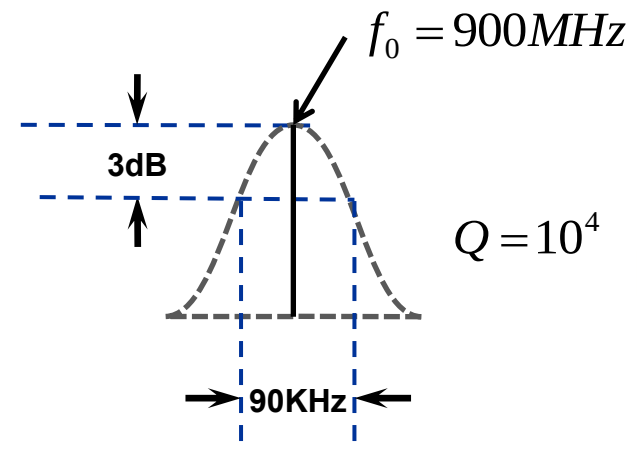
Λήψη του επιθυμητού καναλιού και απόρριψη ισχυρών παρεμβολέων

Βασικά κριτήρια επιλογής πομποδεκτών

Παράδειγμα: δέκτης στα 900MHz ο οποίος χρησιμοποιεί φίλτρο διέλευσης ζώνης για να επιλέγει ένα κανάλι εύρους 30kHz ενώ παράλληλα απορρίπτει γειτονικά κανάλια σε απόσταση 60kHz.



$$Q = \frac{f_0}{BW} = \frac{900MHz}{90KHz} = 10^4$$



Βασικά κριτήρια επιλογής πομποδεκτών

Φίλτρο με μικρό εύρος ζώνης έχει μεγάλες απώλειες (L)

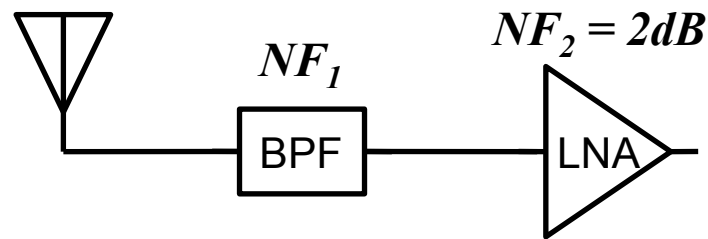
Στα φίλτρα για την εικόνα θορύβου ισχύει:

$$NF = L$$



Παράδειγμα

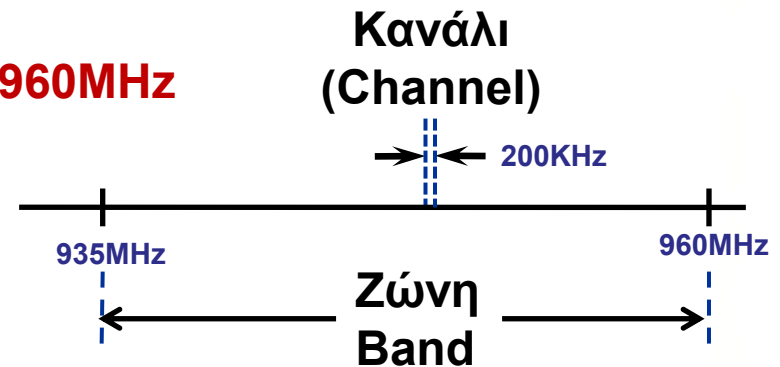
Να βρεθεί η εικόνα θορύβου του συστήματος NF_{tot} **Av** $NF_1=2dB$ ή $10dB$



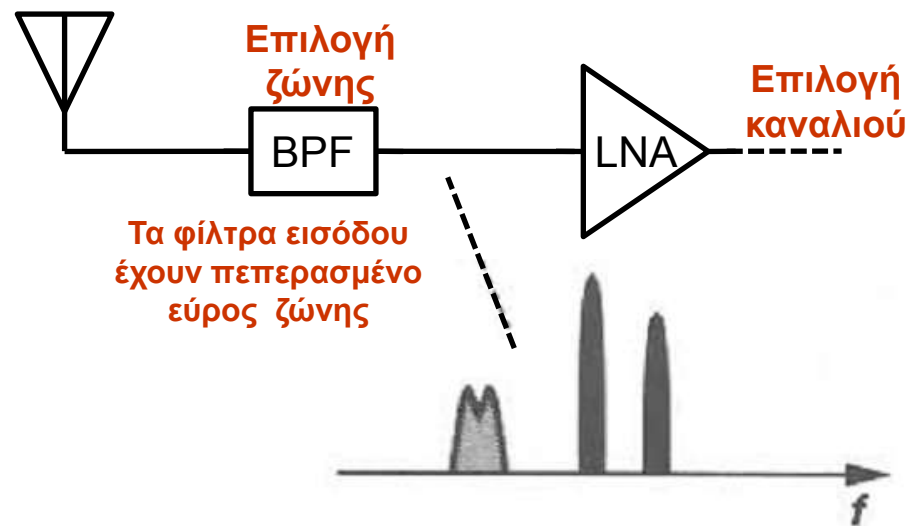
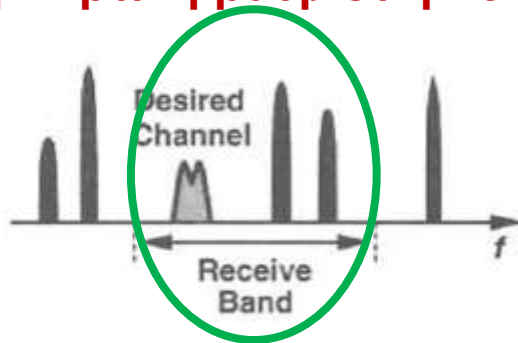
$$NF_{tot} = 1 + (NF_1 - 1) + \frac{NF_2 - 1}{A_{P1}} + \frac{NF_3 - 1}{A_{P1}A_{P2}}$$

Band $\neq$ Channel – (Ζώνη $\neq$ Κανάλι)

Η ζώνη GSM εκτείνεται από 935MHz έως 960MHz



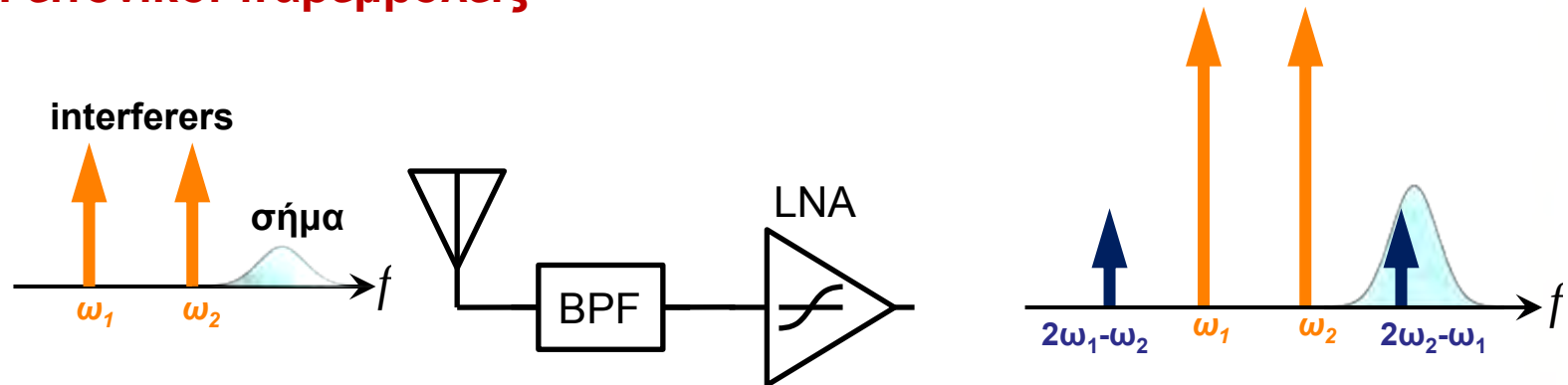
Στην πρώτη βαθμίδα γίνεται επιλογή ζώνης



Η εξασθένηση του σήματος μέσα στη ζώνη διέλευσης του φίλτρου πρέπει να είναι μικρή

Μη γραμμικός LNA

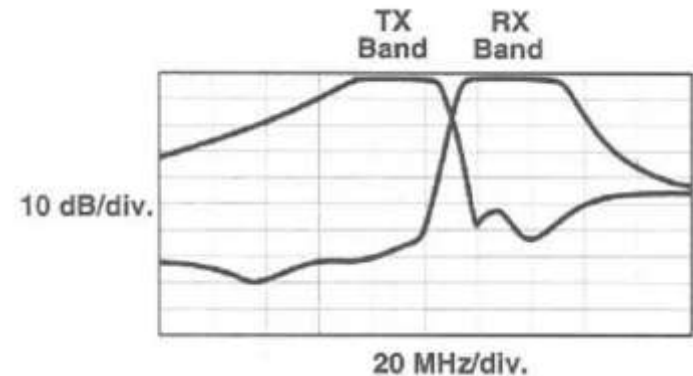
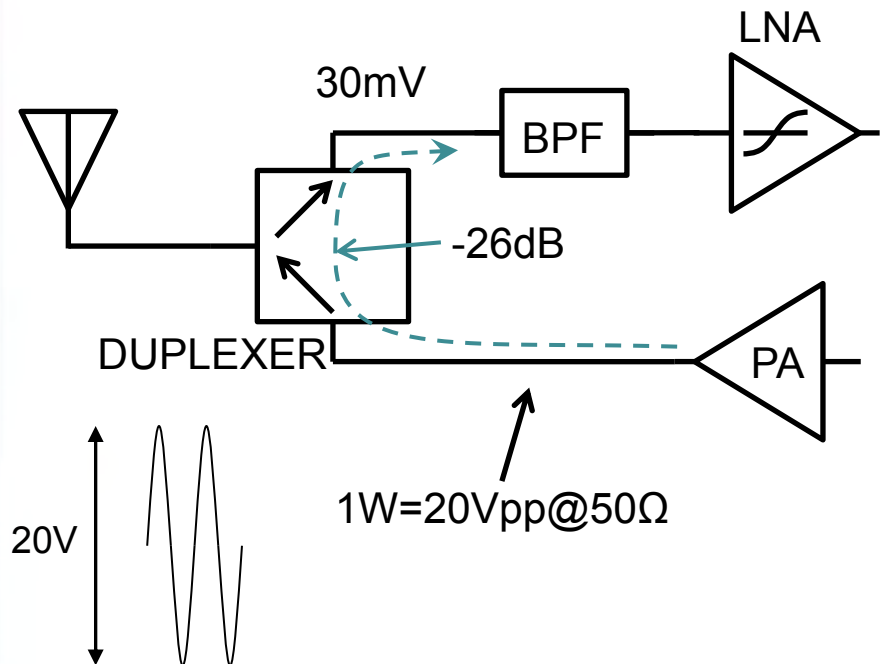
- Γειτονικοί παρεμβολείς



- Οι πρώτες βαθμίδες (*LNA, mixer*) πρέπει να έχουν υψηλό *IP3* λόγω των ενδοζωνικών παρεμβολέων,
- Προκαλούν παραμόρφωση πλάτους αλλά επηρεάζουν και την *FM* και την *PM* αποδαμόρφωση.

Μη γραμμικός LNA

- Παρεμβολές



Χαρακτηριστική τυπικού Duplexer

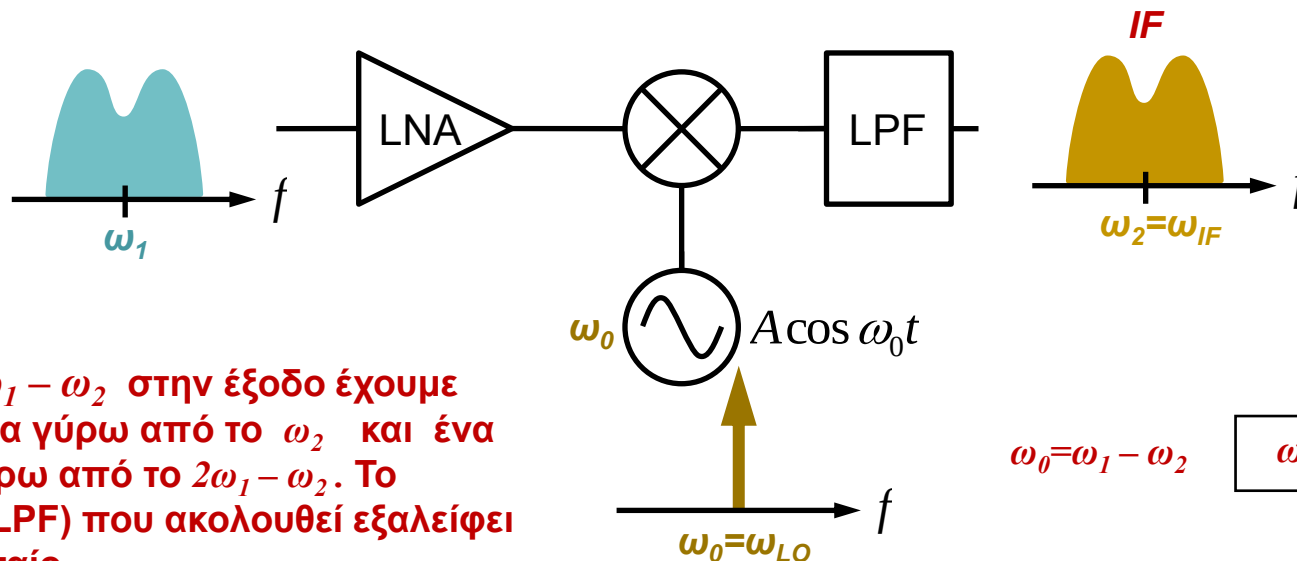
- Μεγάλη ευαισθησία είναι επικίνδυνη για διαφωνία (crosstalk)
- Μεγάλου πλάτους σήματα απαιτούν AGC
- Θόρυβος από περιοδική διακοπή του PA
- Μεγάλη δυναμική περιοχή σημάτων ($> 100dB$)

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ ΔΕΚΤΩΝ



Ετερόδυνος Δέκτης

- Μίξη (downconversion mixing), με τον ετερόδυνο δέκτη μεταφέρεται το κανάλι από υψηλή σε χαμηλότερη συχνότητα. Για αποδοτικότερο φιλτράρισμα υποβιβάζεται η συχνότητα του φέροντος.
- Συχνότητα εισόδου $\omega_1 = \omega_{RF}$
- Ενδιάμεση συχνότητα $\omega_2 = \omega_{IF}$
- Συχνότητα τοπικού ταλαντωτή $\omega_0 = \omega_{LO} = \omega_1 - \omega_2$
- Η επεξεργασία με τα φίλτρα είναι ευκολότερη στις χαμηλές συχνότητες
- Τα φίλτρα έχουν μεγαλύτερο Q στις χαμηλές συχνότητες



Το πρόβλημα της συχνότητας ειδώλου

- Ο μίκτης θα δώσει στην έξοδό του το σήμα, αρχικής συχνότητας ω_1 , σε δύο περιοχές: $|\omega_1 - \omega_{LO}|$ και $\omega_1 + \omega_{LO}$ (πριν το φίλτρο διέλευσης χαμηλών συχνοτήτων)
- Για ένα σήμα συχνότητας ω_1 , υπάρχουν δύο συχνότητες του τοπικού ταλαντωτή ω_{LO} , που δίνουν την ίδια ακριβώς ω_{IF}
- Παράδειγμα

$$\omega_1 = 10\text{MHz}$$

$$\omega_{LO} = 9\text{MHz}$$

$$\omega_{IF} = \omega_1 - \omega_{LO} = 1\text{MHz}$$

$$\omega_1 = 10\text{MHz}$$

$$\omega_{LO}' = 11\text{MHz}$$

$$\omega_{IF} = \omega_{LO}' - \omega_1 = 1\text{MHz}$$

Το πρόβλημα της συχνότητας ειδώλου

- $\omega_1 = \omega_{IF} + \omega_{LO}$ $\omega_{IF} = \omega_1 - \omega_{LO}$
- Το σήμα ω_1 έχει είδωλο το $(2 \cdot \omega_{LO} - \omega_1) = 2 \cdot \omega_{LO} - (\omega_{IF} + \omega_{LO}) = \omega_{LO} - \omega_{IF}$

- Παράδειγμα το σήμα:

$$\omega_1 = 100\text{MHz}$$

$$\omega_{LO} = 95\text{MHz}$$

$$\omega_{IF} = \omega_1 - \omega_{LO} = 5\text{MHz}$$

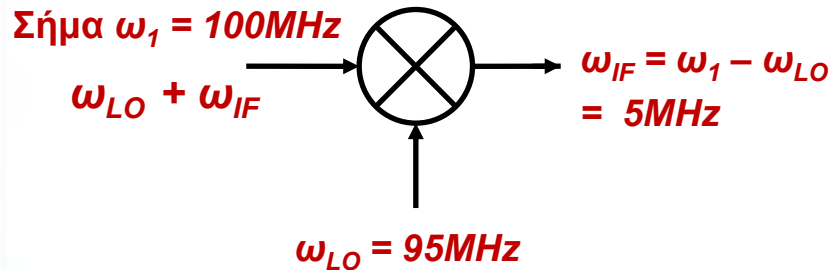
Έχει είδωλο:

$$\omega_{1,im} = (2 \cdot \omega_{LO} - \omega_1) = 190\text{MHz} - 100\text{MHz} = 90\text{MHz}$$

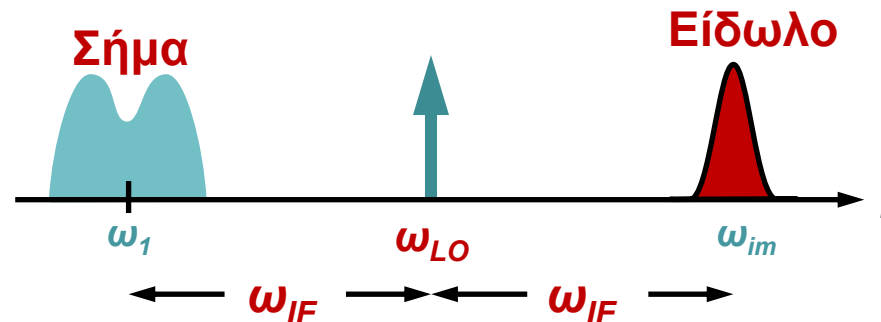
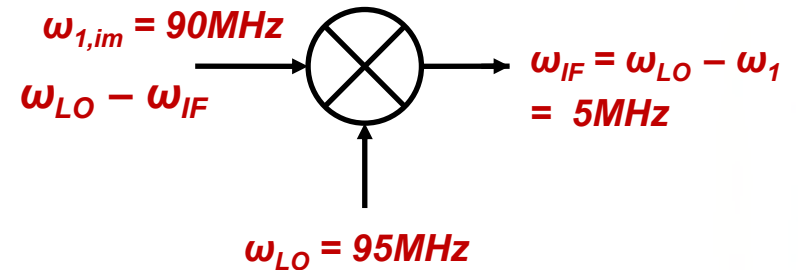
και θα δώσει την ίδια IF

Παράδειγμα συχνότητας ειδώλου

- Παράδειγμα



Σήμα ειδώλου



Συχνότητα ειδώλου – Ετερόδυνος Δέκτης

- Το πρόβλημα του ειδώλου στον ετερόδυνο δέκτη

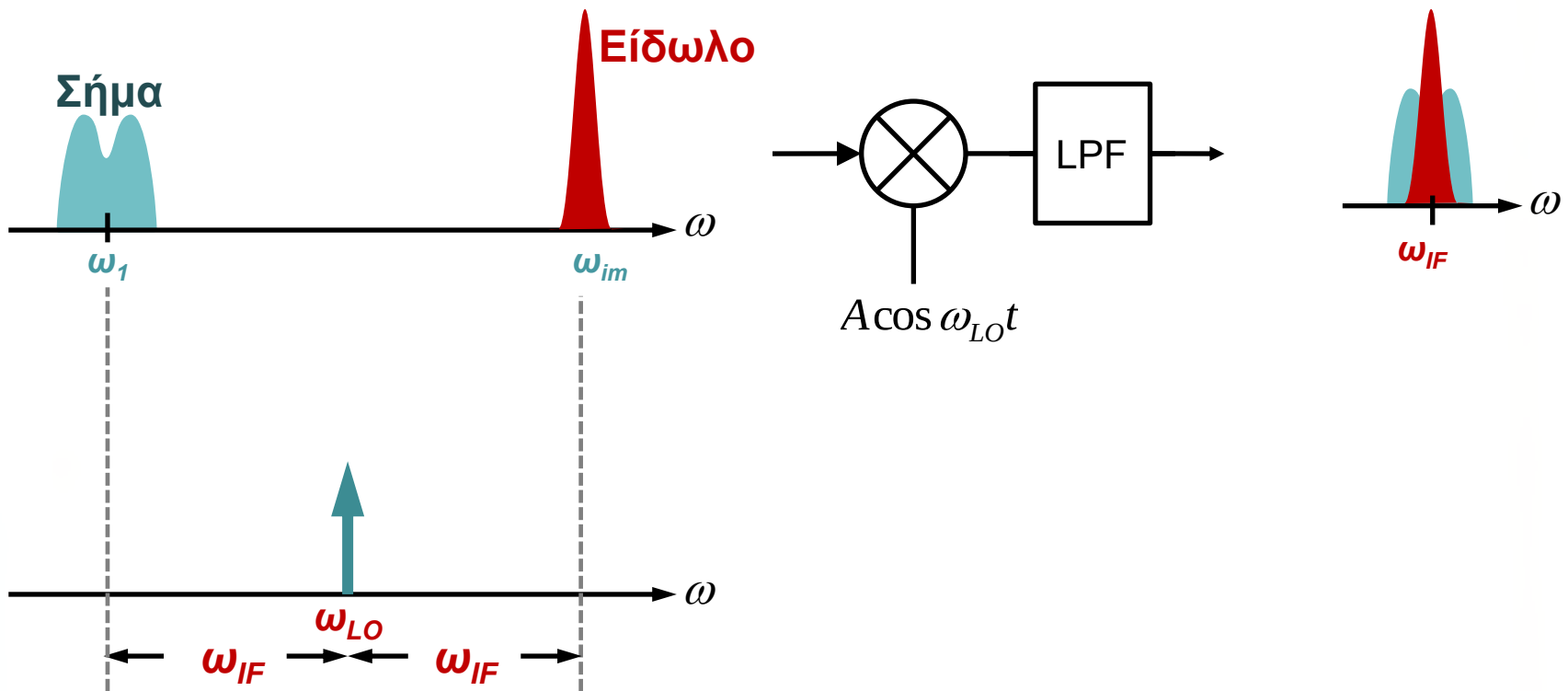
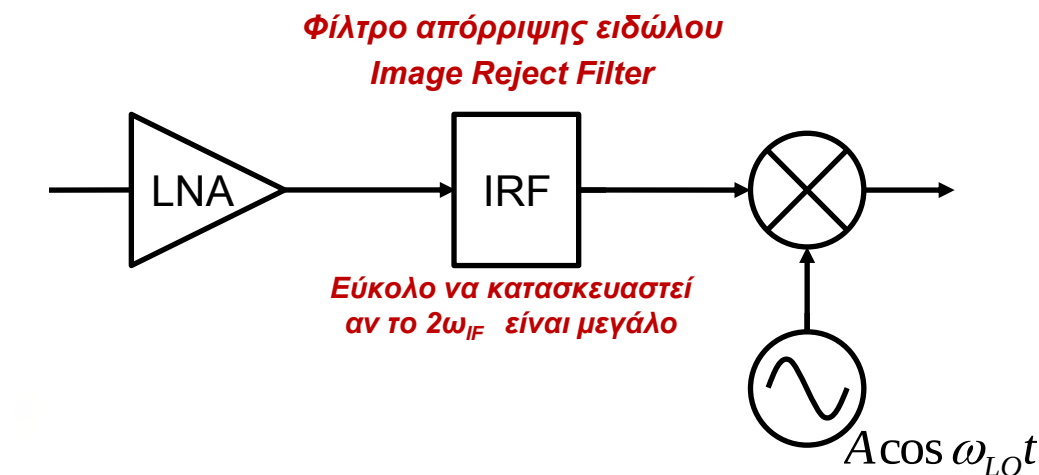


Image Reject Filter – Φίλτρο Απόρριψης Ειδώλου

- Για την απόρριψη του ειδώλου χρησιμοποιείται φίλτρο πριν τον mixer



Για μικρές απώλειες στην επιθυμητή ζώνη και ταυτόχρονα μεγάλη εξασθένηση στη ζώνη του ειδώλου, πρέπει το $2\omega_{IF}$ να είναι αρκετά μεγάλο.

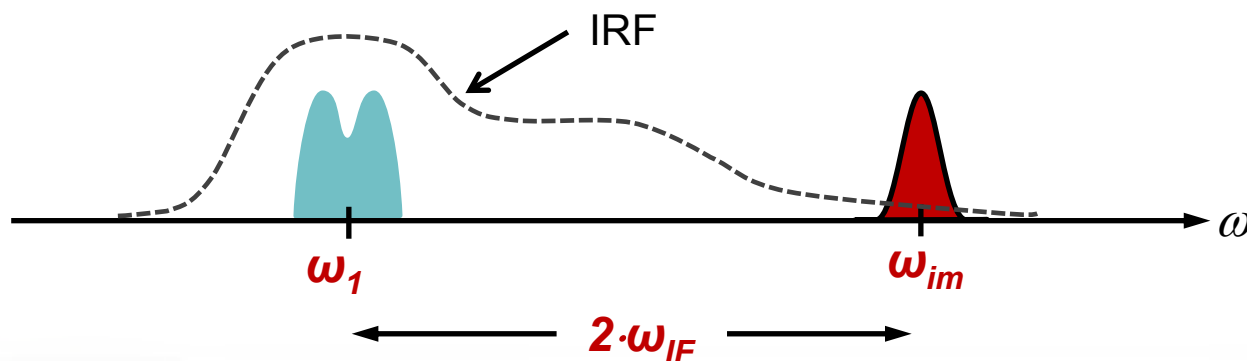
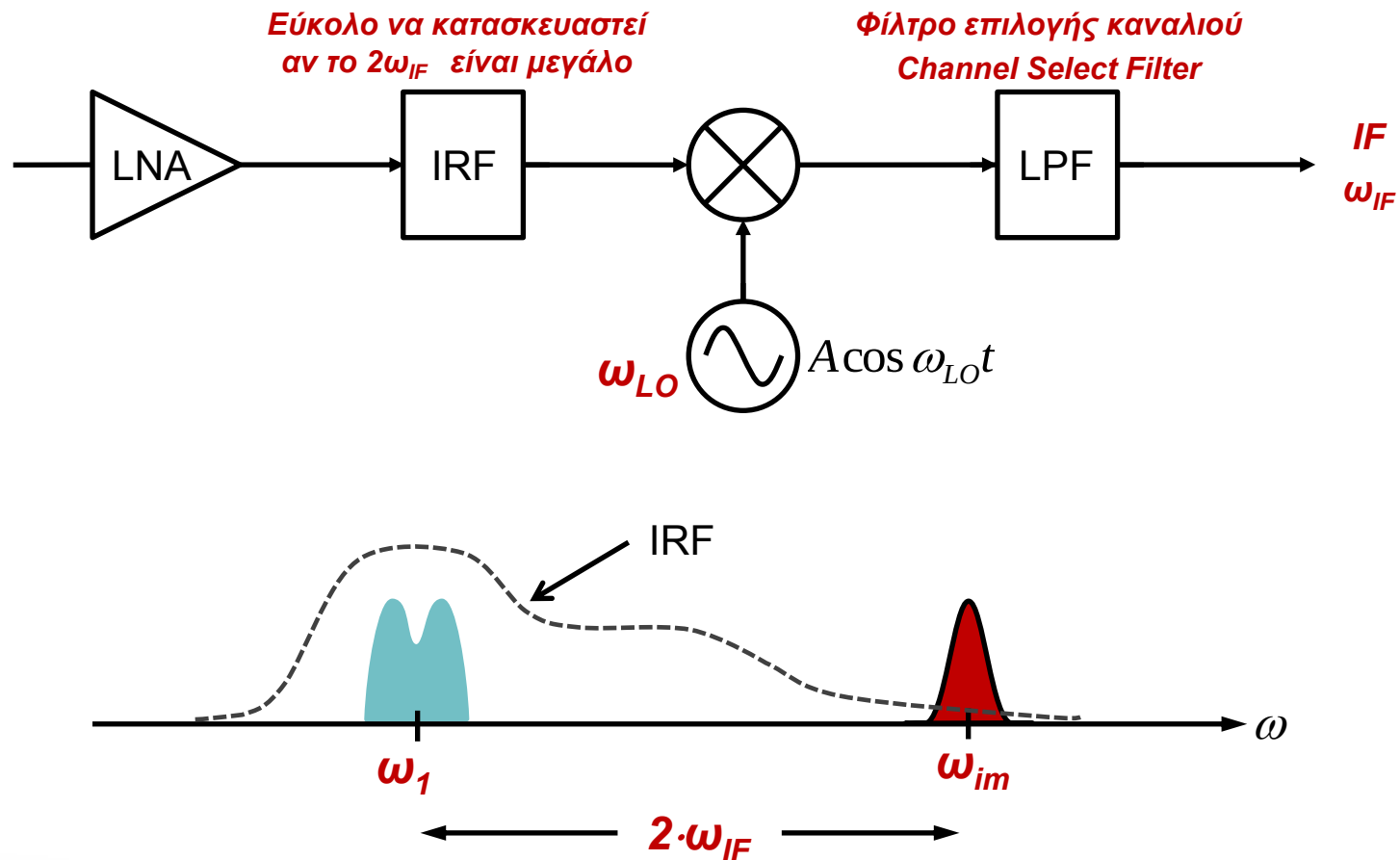


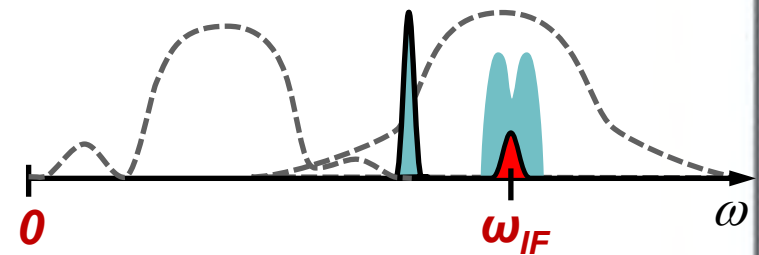
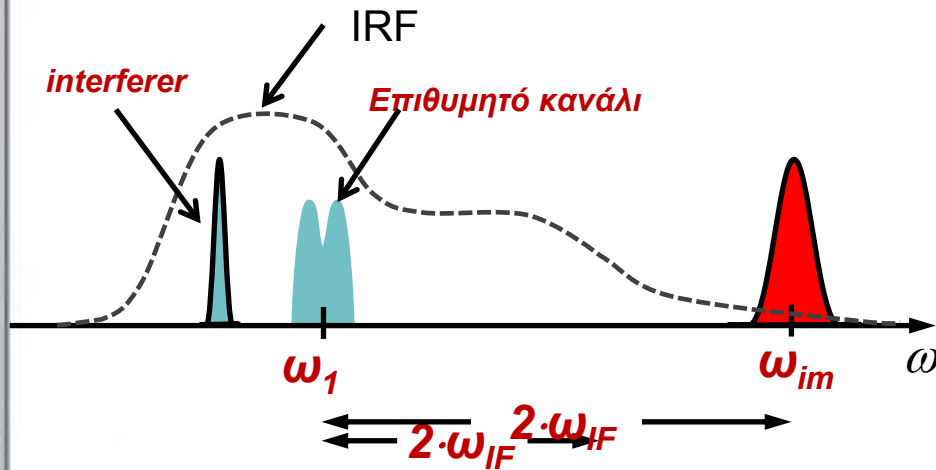
Image Reject Filter

- απόρριψη ειδώλου και φίλτρο επιλογής καναλιού



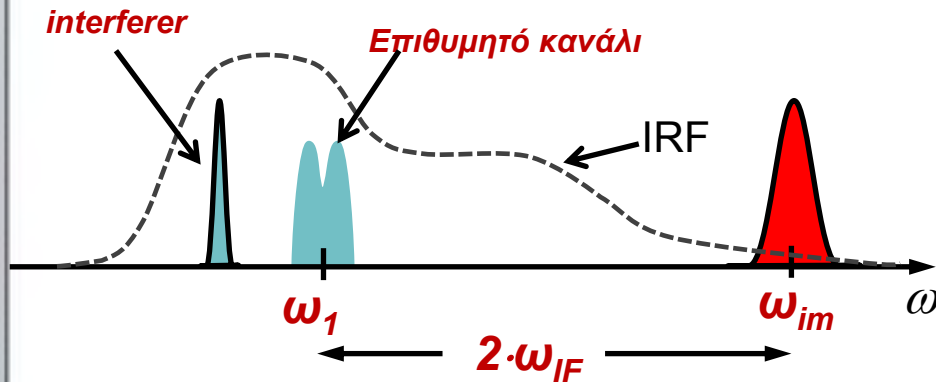
Επιλογή συχνότητας IF

Υψηλή και χαμηλή συχνότητα IF ($2\omega_{IF}$)

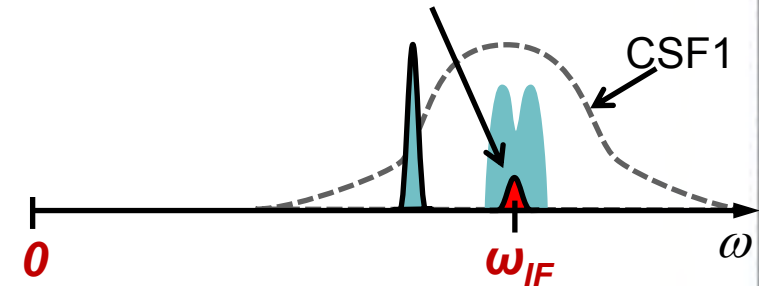


Επιλογή συχνότητας IF

Υψηλή συχνότητα IF ($2\omega_{IF}$)

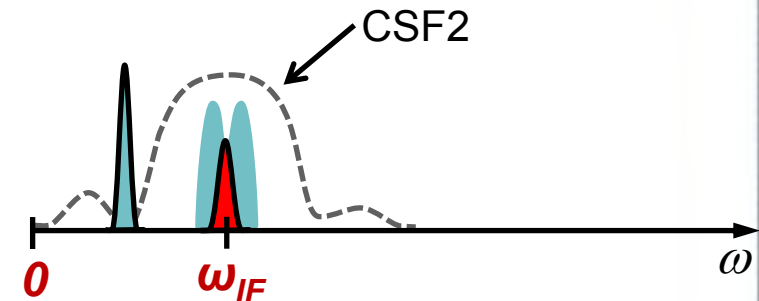
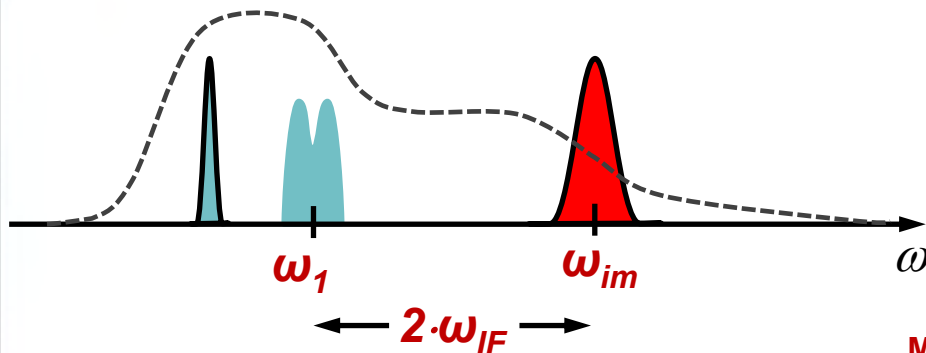


Μικρή παρεμβολή από ω_{im}



Αλλά δύσκολη η κατασκευή ενός καλού φίλτρου επιλογής καναλιού (CSF)
Μικρό σήμα ειδώλου αλλά ισχυρό interferer

Χαμηλή συχνότητα IF ($2\omega_{IF}$)



Μεγάλο σήμα ειδώλου αλλά ισχυρή εξασθένηση στο σήμα του interferer

Μεγάλο πλάτος στο σήμα ειδώλου μειώνει την ευαισθησία