



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Συστήματα Επικοινωνιών

Ενότητα 6: Δέκτες- Ραδιοφωνία AM-FM

Μιχαήλ Λογοθέτης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Τεχνολογίας Υπολογιστών

Σκοποί ενότητας

- Παρουσίαση ραδιοφωνικής εκπομπής AM-FM
- Περιγραφή του ομόδυνου δέκτη FM
- Περιγραφή του υπερετερόδυνου δέκτη FM και των βαθμίδων ενίσχυσής του
- Παρουσίαση του δέκτη Direct-Conversion



Περιεχόμενα ενότητας

- ❑ ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΗ ΕΚΠΟΜΠΗ ΑΜ-FM
- ❑ ΟΜΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ
- ❑ ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ
- ❑ ΔΕΚΤΗΣ DIRECT-CONVERSION

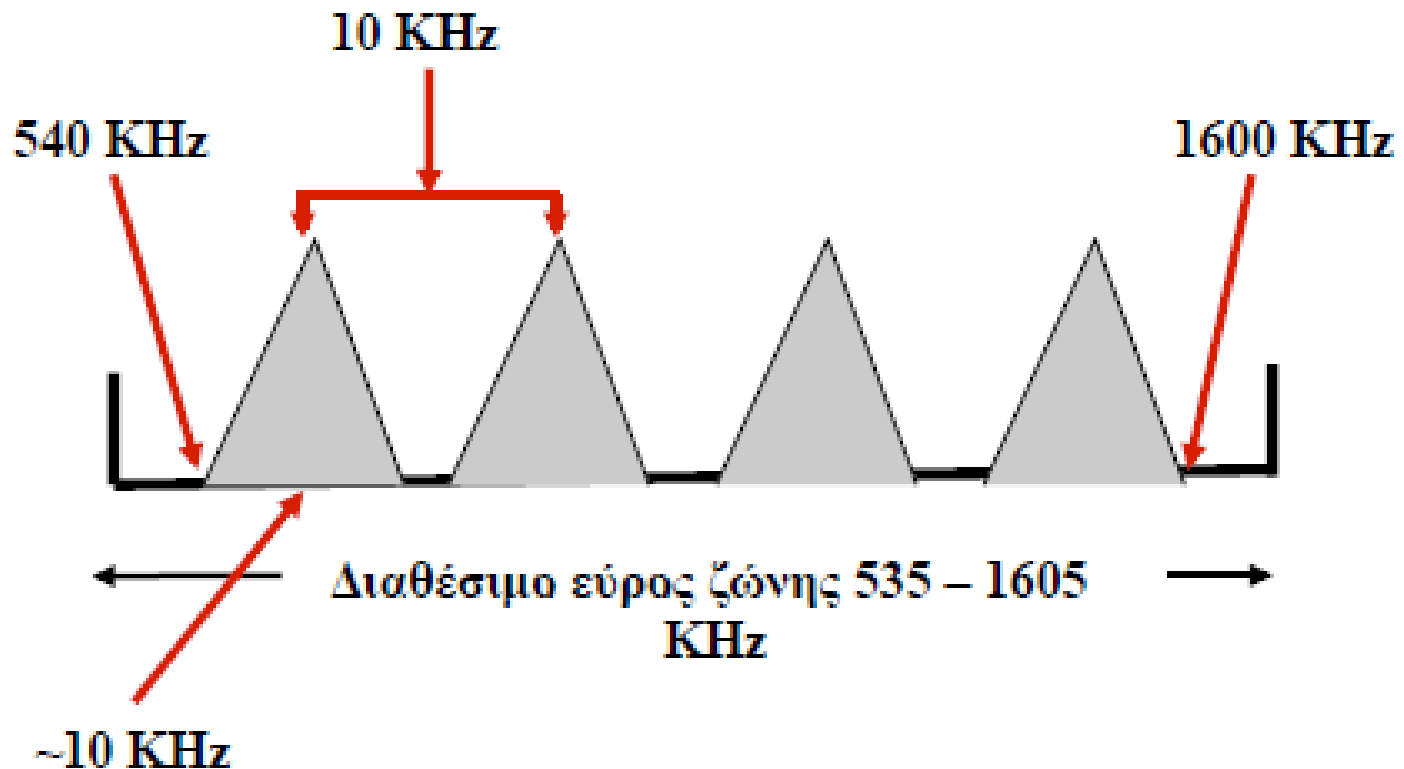


Περιεχόμενα ενότητας

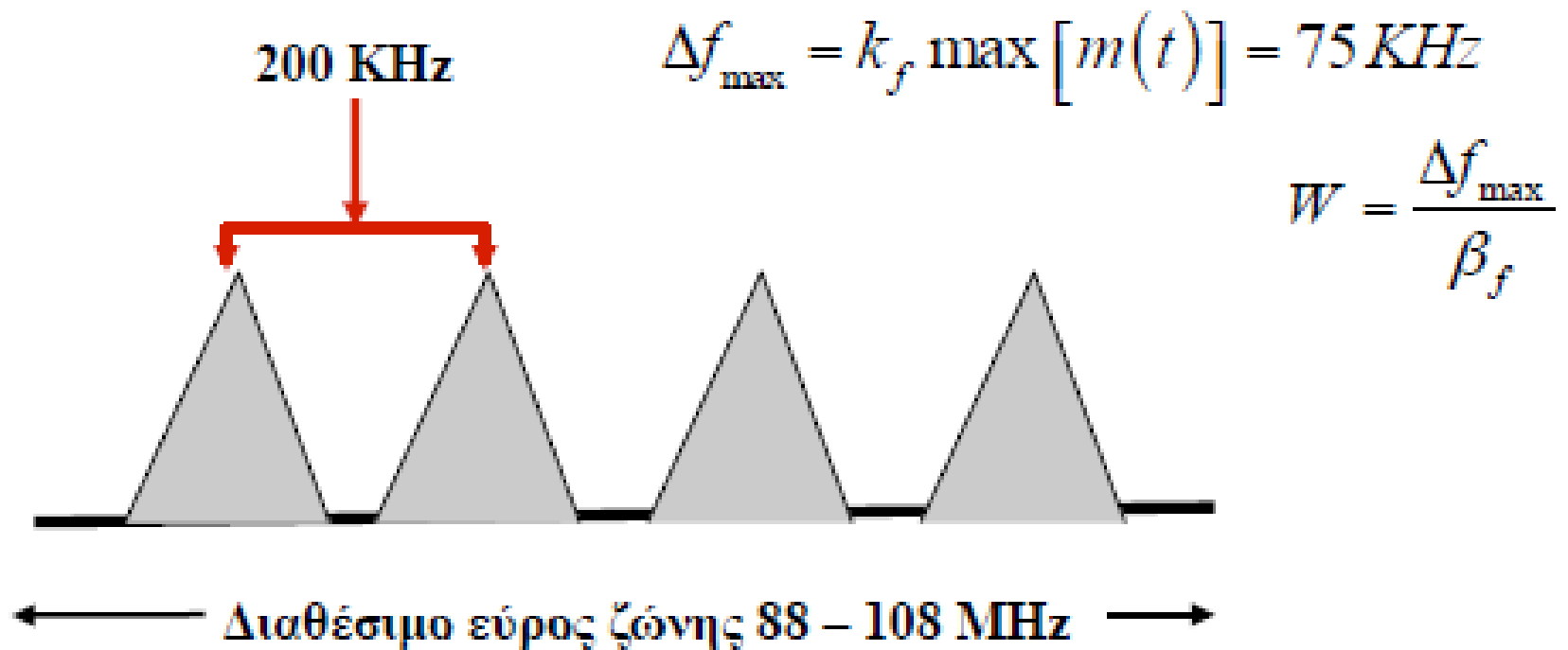
- ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΗ ΕΚΠΟΜΠΗ ΑΜ-FM**
- ΟΜΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ
- ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ
- ΔΕΚΤΗΣ DIRECT-CONVERSION



Ραδιοφωνική Εκπομπή ΑΜ



Ραδιοφωνική Εκπομπή FM



Περιεχόμενα ενότητας

ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΗ ΕΚΠΟΜΓΗ AM-FM

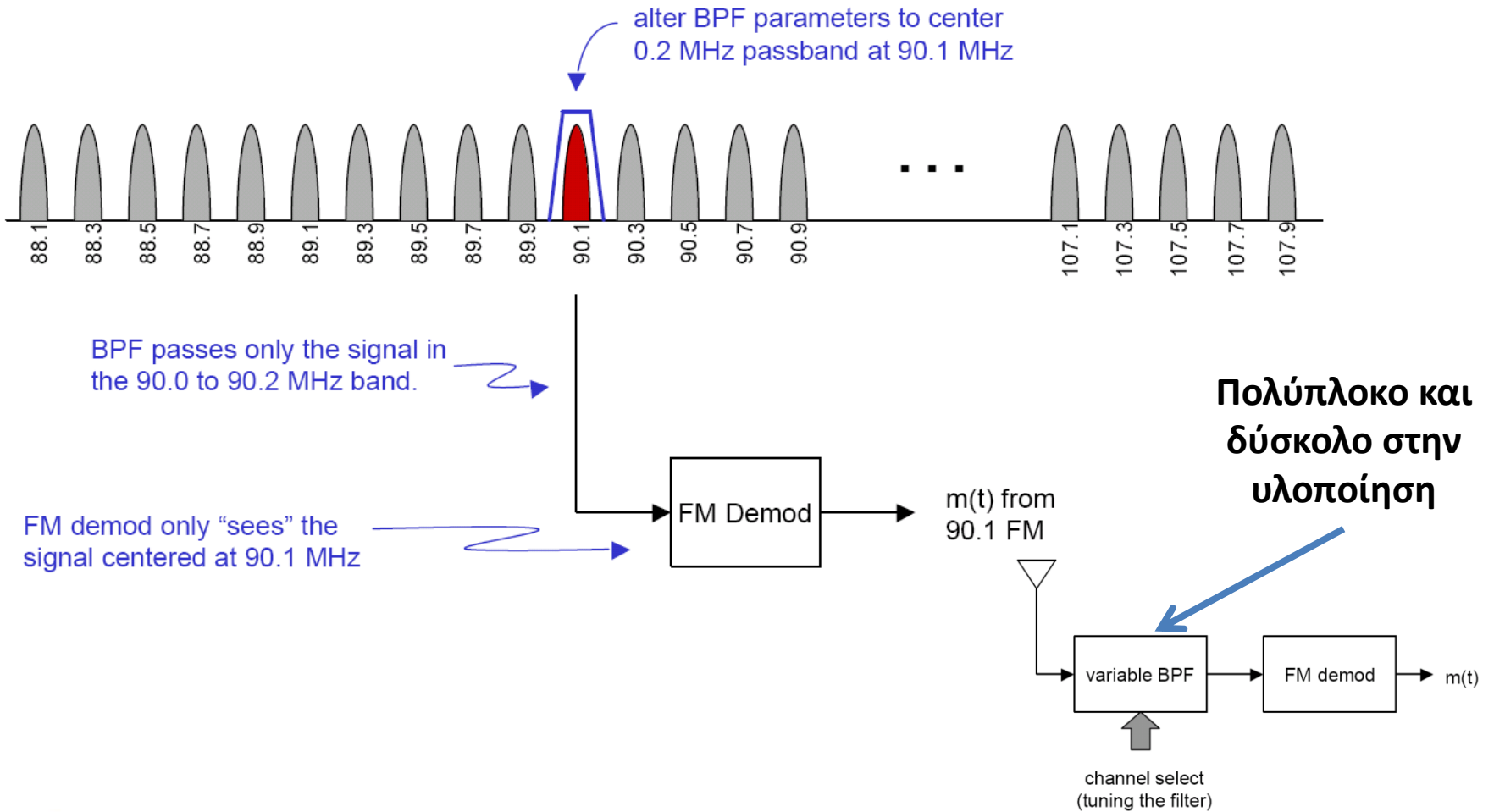
ΟΜΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ

ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ

ΔΕΚΤΗΣ DIRECT-CONVERSION



Ομόδυνος Δέκτης(1/2)

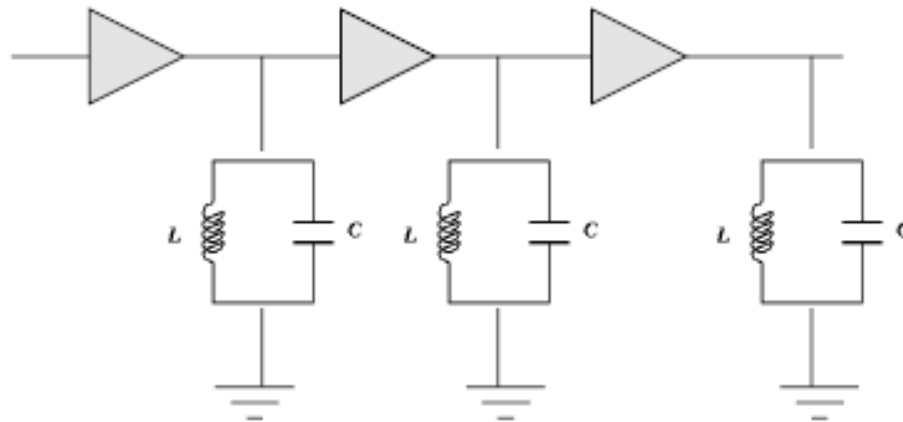


tunable center frequencies: 88.1 88.3, 88.5, ... 107.7 107.9
bandwidth at each frequency is 200 kHz



Ομόδυνος Δέκτης(2/2)

- ✓ Αναγκαία η λειτουργία συντονισμένων κυκλωμάτων για την φασματική απομόνωση του σήματος εκπομπής
- ✓ Ανάγκη υλοποίησης φασματικού παραθύρου όσο το δυνατόν μικρότερου εύρους ζώνης. Δημιουργία επάλληλων εν σειρά συντονισμένων κυκλωμάτων για την υλοποίηση ενός BPF μεταβλητής συχνότητας.
- ✓ Η συνολική συνάρτηση μεταφοράς είναι το γινόμενο των επιμέρους συναρτήσεων μεταφοράς
- ✓ Απαιτεί την ταυτόχρονη μετακίνηση της κεντρικής συχνότητας των επί μέρους φίλτρων, δηλαδή συγχρονισμένη μηχανική κίνηση

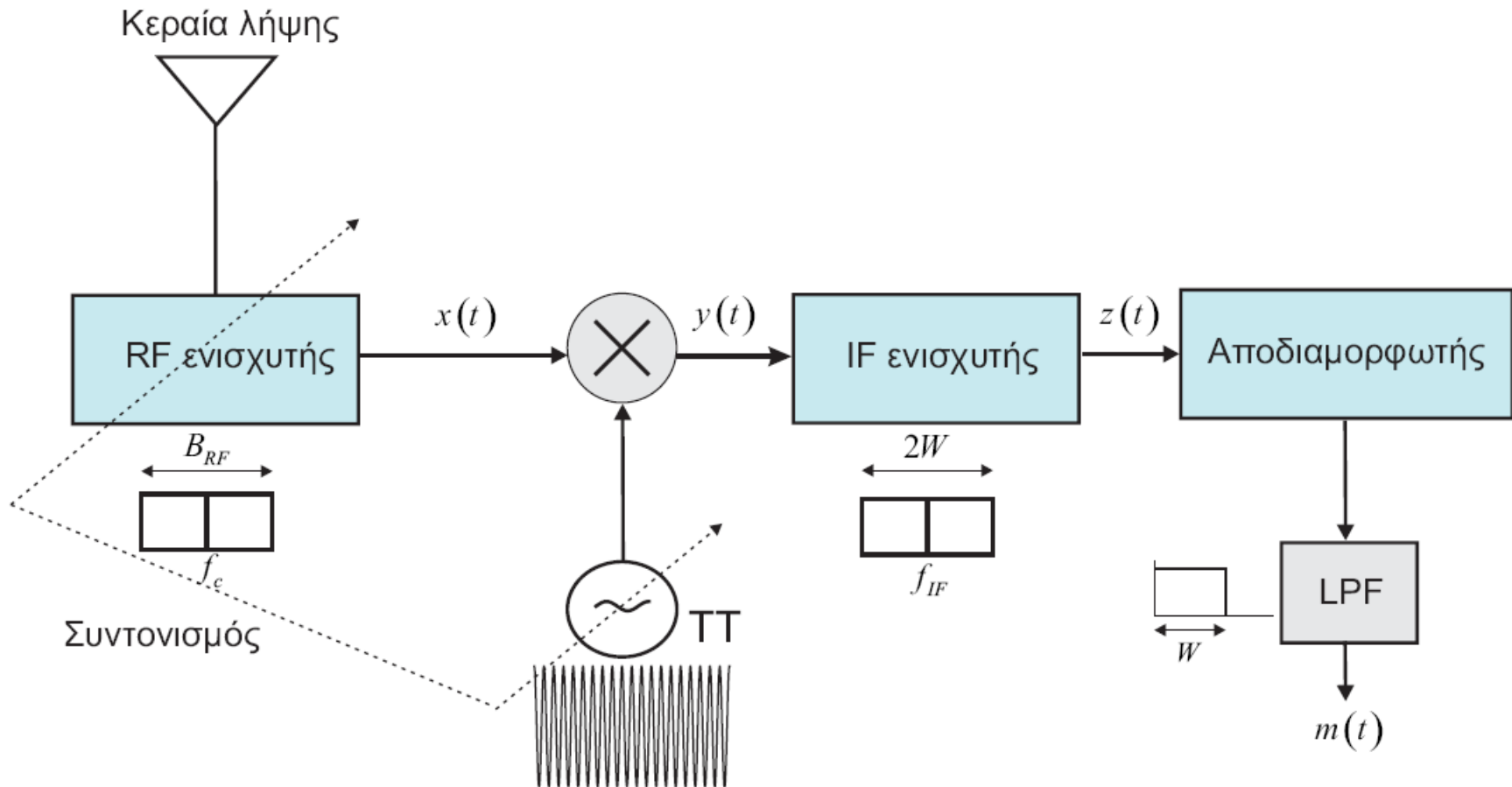


Υπερετερόδυνος Δέκτης

- ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΗ ΕΚΠΟΜΠΗ AM-FM
- ΟΜΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ
- ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ
- ΔΕΚΤΗΣ DIRECT-CONVERSION



Υπερετερόδυνος Δέκτης (1/2)

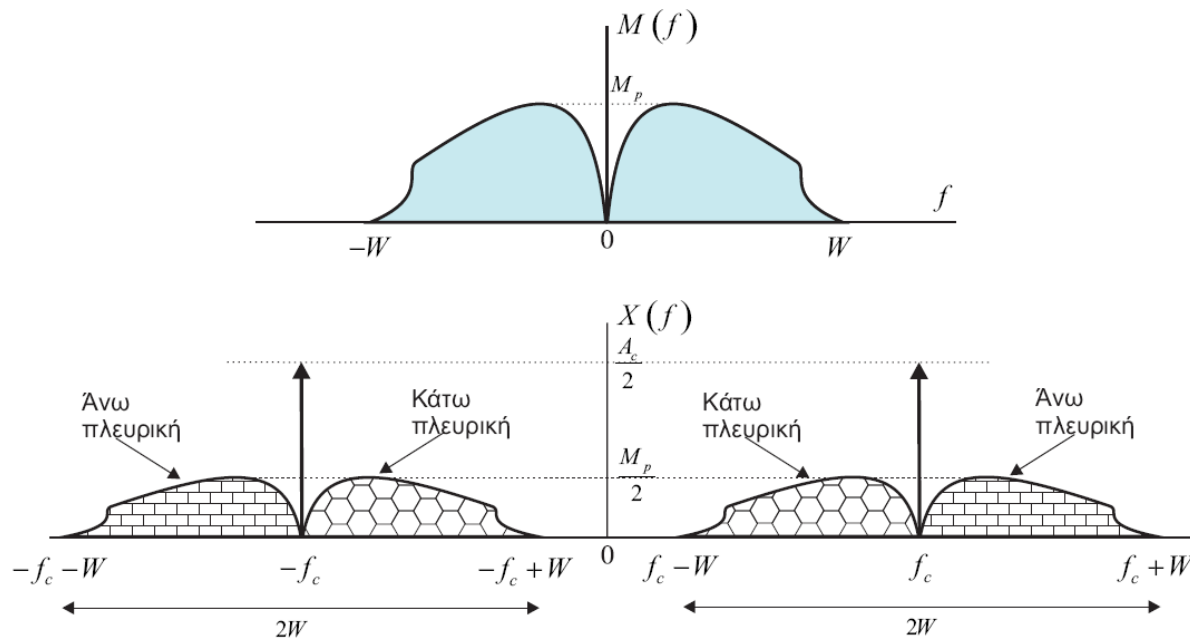


Υπερετερόδυνος Δέκτης (2/2)

Το AM διαμορφωμένο σήμα



$$x(t) = [A_c + m(t)] \cos 2\pi f_c t$$



Η έξοδος του μίκτη

$$y(t) = [A_c + m(t)] \cos 2\pi f_c t \cos 2\pi f_l t$$
$$= \frac{1}{2}[A_c + m(t)][\cos 2\pi(f_c - f_l)t + \cos 2\pi(f_c + f_l)t].$$

$$f_l = f_c - f_{IF}$$

$$f_l = f_c + f_{IF}$$

$$y(t) = \frac{1}{2}[A_c + m(t)][\cos 2\pi f_{IF}t + \cos 2\pi(2f_c + f_{IF})t]$$

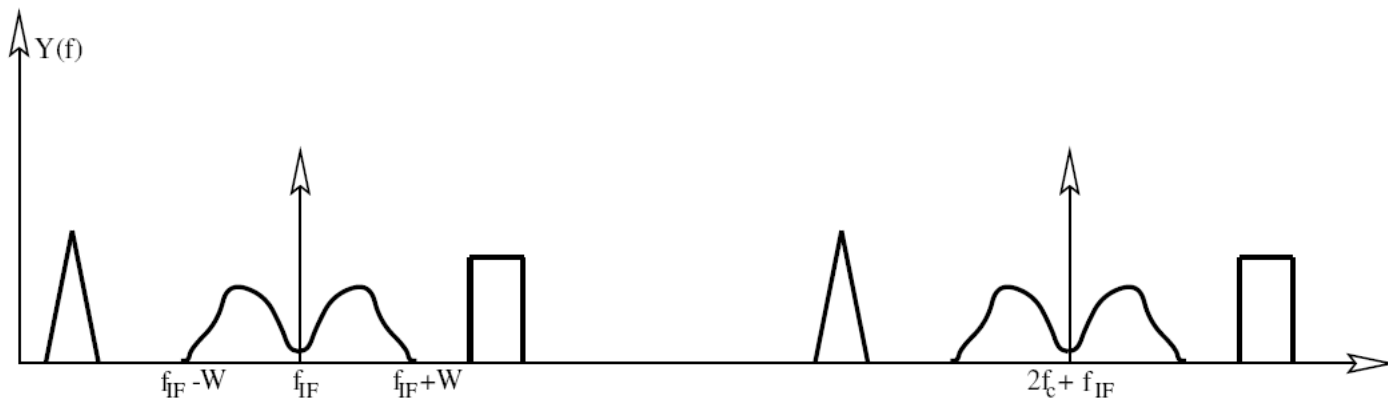
Η έξοδος του μίκτη

Low-Side Injection (LSI)

High-Side Injection (HSI)

Η έξοδος του Μίκτη
Με HSI

Αυτό απορρίπτεται από το IF



Εικονική Συχνότητα ή Είδωλο (Image Frequency)

$$x(t) = [A_{c1} + m_1(t)] \cos 2\pi f_c t \\ + [A_{c2} + m_2(t)] \cos 2\pi(f_c + 2f_{IF})t.$$

← Κάποιο άλλο σήμα που περιέχει την συχνότητα είδωλο $f_{im} = f_c + 2f_{IF}$

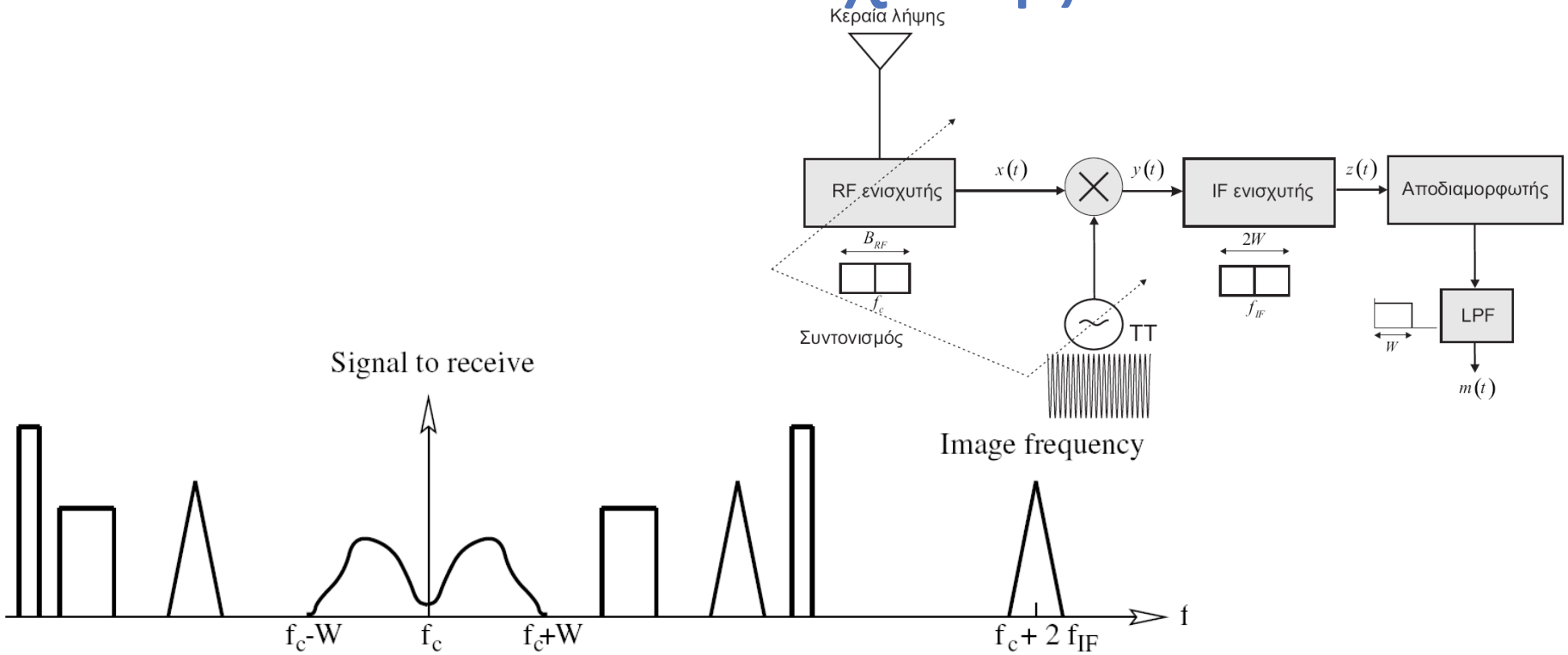
Η έξοδος του μίκτη $f_l = f_c + f_{IF}$

$$y(t) = \frac{1}{2}[A_{c1} + m_1(t)][\cos 2\pi(f_c - f_l)t + \cos 2\pi(f_c + f_l)t] \\ + \frac{1}{2}[A_{c2} + m_2(t)][\cos 2\pi(f_c + 2f_{IF} + f_l)t + \cos 2\pi(2f_{IF} + f_c - f_l)t]$$

$$y(t) = \left\{ \frac{1}{2}[A_{c1} + m_1(t)] + \frac{1}{2}[A_{c2} + m_2(t)] \right\} \cos 2\pi f_{IF} t \leftarrow \text{Από το IF θα περάσει και το σήμα της συχνότητας είδωλο} \\ + \frac{1}{2}[A_{c1} + m_1(t)] \cos 2\pi(2f_c + f_{IF})t \\ + \frac{1}{2}[A_{c2} + m_2(t)] \cos 2\pi(2f_c + 3f_{IF} + f_l)t.$$



RF Ενισχυτής

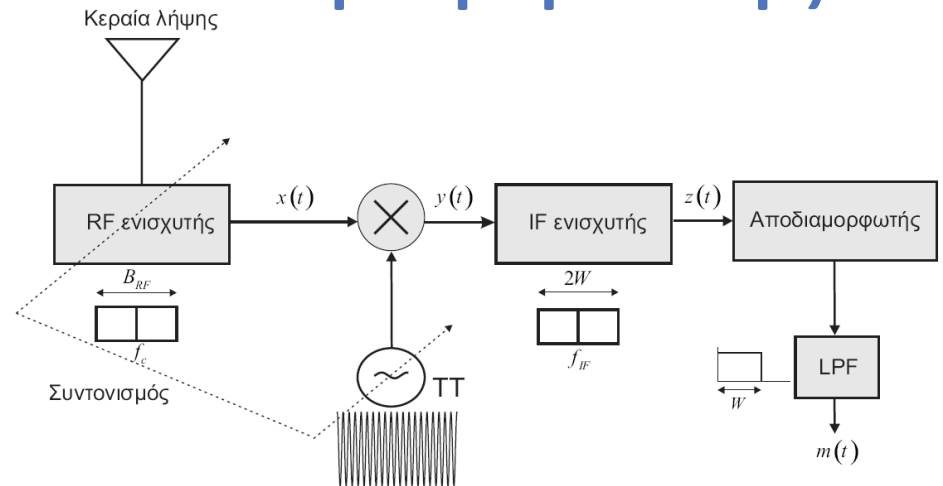
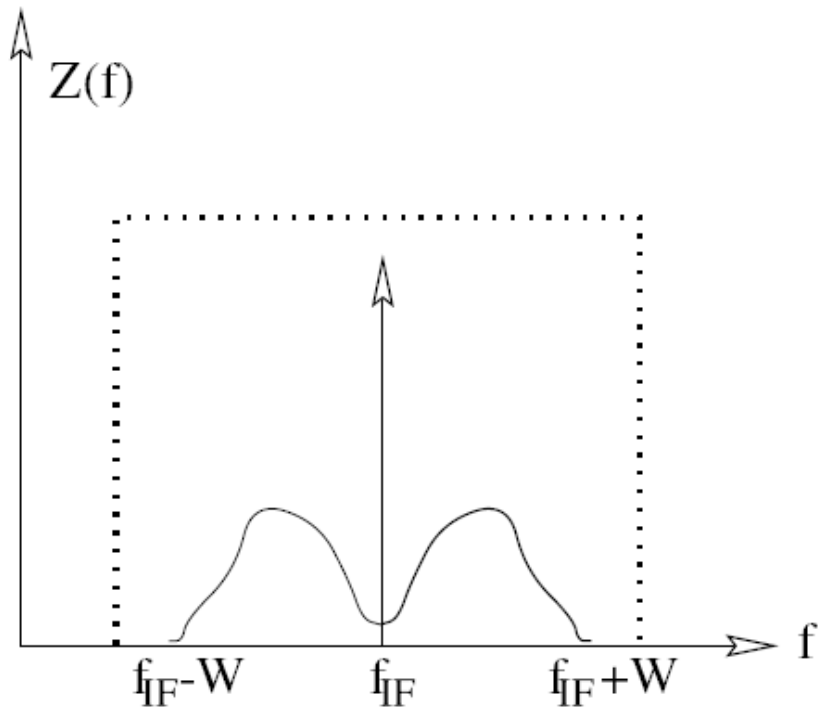


Για να αποφύγουμε τις Εικονικές Συχνότητες

$$f_c + \frac{B_{RF}}{2} < f_{im} = f_c + 2f_{IF} \Leftrightarrow B_{RF} < 4f_{IF}$$



IF Ενισχυτής - Αποδιαμορφωτής



Η έξοδος του IF

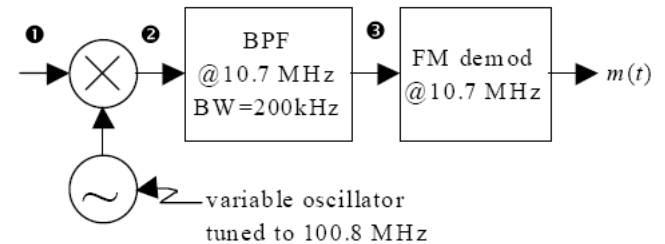
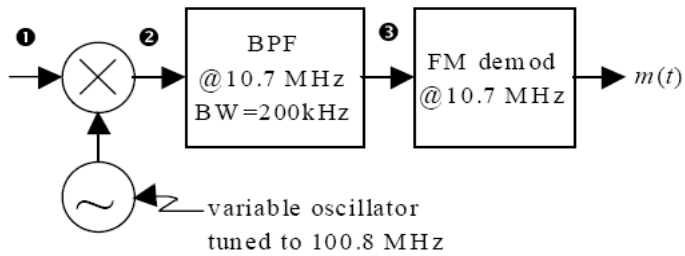
$$z(t) = \frac{1}{2} [A_c + m(t)] \cos 2\pi f_{IF} t$$

Η έξοδος του Αποδιαμορφωτή

$$\frac{1}{2} [A_c + m(t)]$$

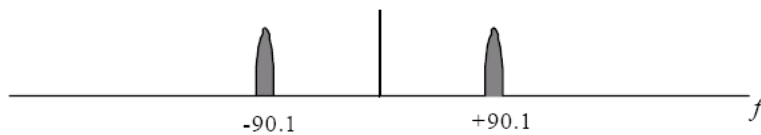


Υπερετερόδυνος Δέκτης χωρίς RF ενισχυτή

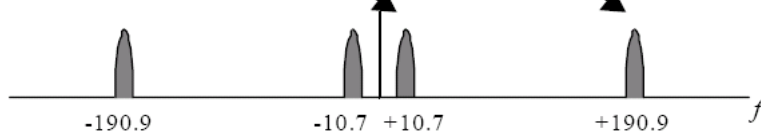


Συχνότητα ΡΦ σταθμού 90.1 MHz

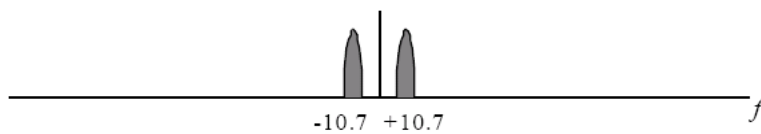
spectrum at point 1



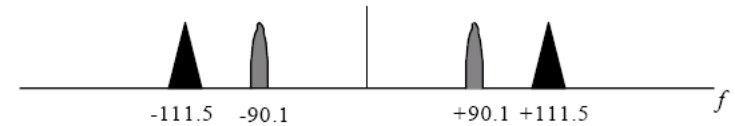
spectrum at point 2



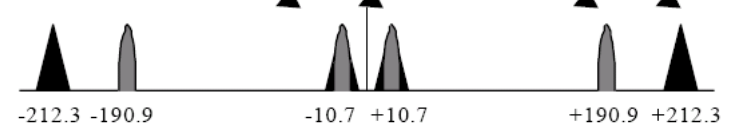
spectrum at point 3



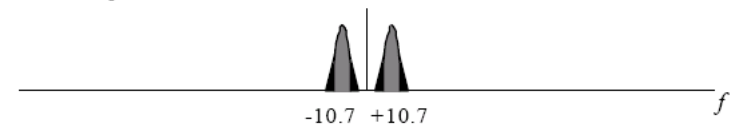
spectrum at point 1



spectrum at point 2



spectrum at point 3



Υπερετερόδυνος Δέκτης με RF ενισχυτή

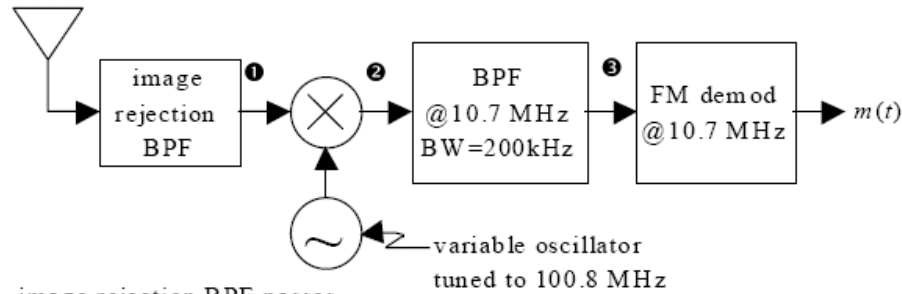
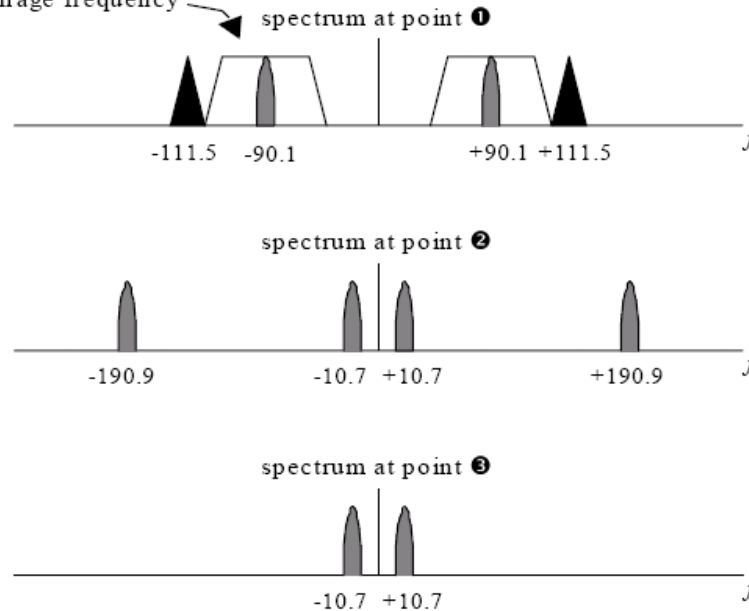
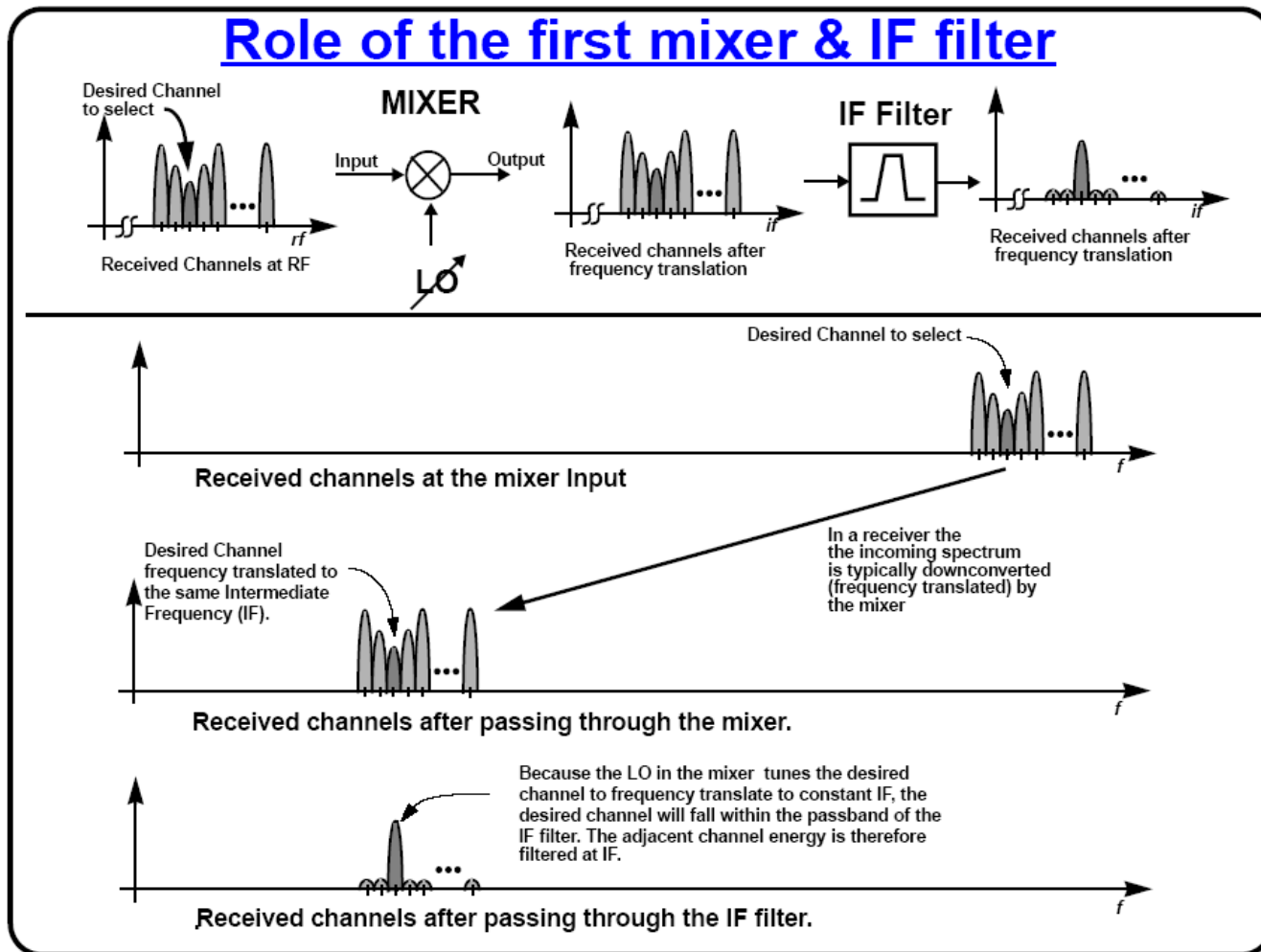


image rejection BPF passes the desired signal and rejects the signal centered at the image frequency



Υπερετερόδυνος Δέκτης

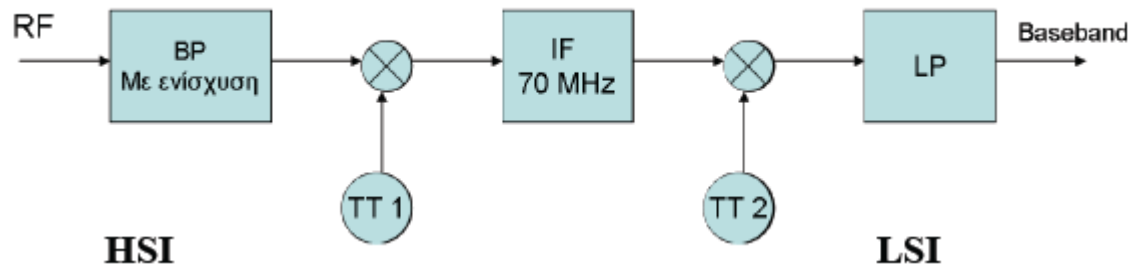
Γενική Εικόνα



Υπερετερόδυνος Δέκτης

Παράδειγμα

Σχεδιάστε υπερετερόδυνο δέκτη και περιγράψτε πολύ σύντομα την λειτουργία του, για λήψη σημάτων με διαμόρφωση AM, ο οποίος θα καλύπτει την περιοχή 20-50 MHz, θα χρησιμοποιεί αρχικά up-conversion στα 70 MHz και κατόπιν μια δεύτερη βαθμίδα με την οποία θα εξάγει απευθείας το σήμα βασικής ζώνης. Δώστε σεπίνακες τις εικονικές συχνότητες για LSI και HSI.



f_c (MHz)	f_l (MHz)	f_c (MHz)
20	90	160
30	100	170
40	110	180
50	120	190

f_c (MHz)	f_l (MHz)	f_c (MHz)
20	50	120
30	40	110
40	30	100
50	20	90



Υπερετερόδυνος Δέκτης

Κεντρική συχνότητα IF σε εφαρμογές

Εφαρμογή	Συχνότητα
AM broadcast radio (in automobiles)	262.5 kHz
AM broadcast radio	455 kHz
FM broadcast radio	10.7 MHz
Two way radios (FM)	21.4 MHz
Radar receivers	30 MHz
Aeronautical telemetry receivers	20 MHz
TV receivers (video)	43.75 MHz
Satellite Ground receivers	70 MHz

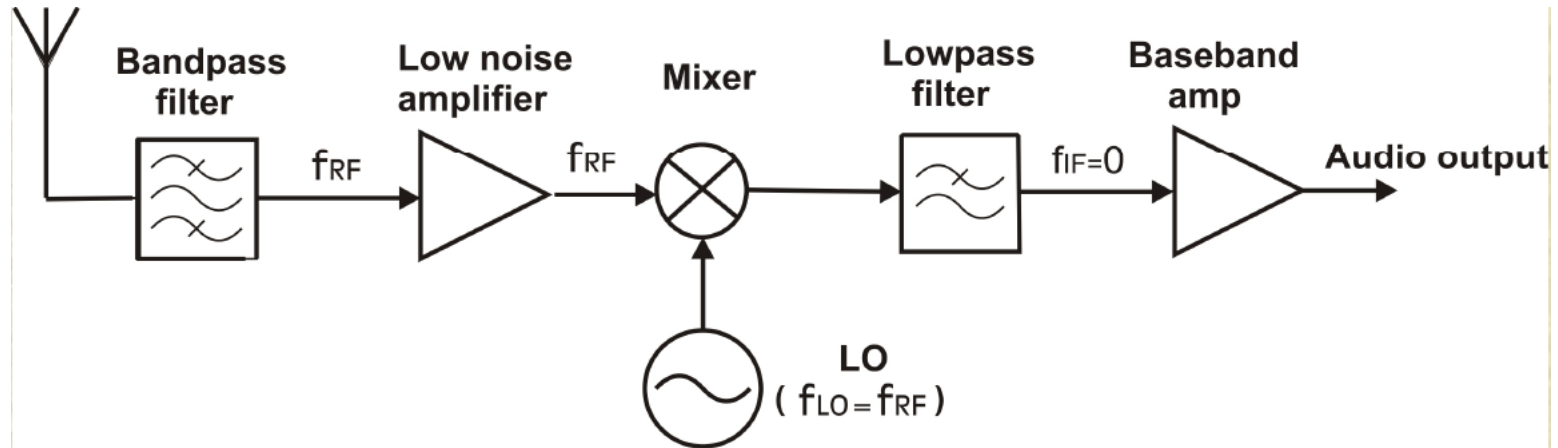


Περιεχόμενα ενότητας

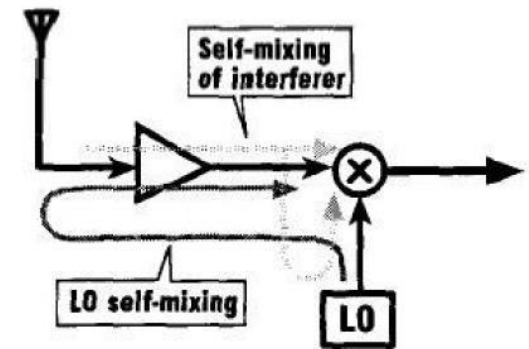
- ΡΑΔΙΟΦΩΝΙΚΗ ΕΚΠΟΜΠΗ ΑΜ-FM
- ΟΜΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ
- ΥΠΕΡΕΤΕΡΟΔΥΝΟΣ ΔΕΚΤΗΣ
- ΔΕΚΤΗΣ DIRECT-CONVERSION



Δέκτης Direct-Conversion ή Ομόδυνος ή Zero-IF



- **Πλεονεκτήματα:** Χαμηλή πολυπλοκότητα (One chip device), Έλλειψη συχνότητας είδωλο
- **Μειονεκτήματα:** Frequency drift, θεωρητικά η συχνότητα του ταλαντωτή πρέπει να είναι ίδια με αυτή του σήματος εισόδου. DC offset, εξαιτίας της μη τέλει απομόνωσης της κεραίας από τον ταλαντωτή



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, **Μιχαήλ Λογοθέτης 2015**. «**Συστήματα Επικοινωνιών – Ενότητα 6: Δέκτες- Ραδιοφωνία ΑΜ-FM**». Έκδοση: **1.0**. Πάτρα **2015**. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/EE789/> .



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Τα σχήματα στις διαφάνειες 5-6, 8-9, 11-13, 15-20, και 23 προέρχονται από το σύγγραμμα του μαθήματος “Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα”, Εκδόσεις Τζιόλα, μετά από άδεια του συγγραφέα Καθ. Γ. Καραγιαννίδη.

