



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Συστήματα Επικοινωνιών

Ενότητα 3: Διαμόρφωση πλάτους

Μιχαήλ Λογοθέτης

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών
και Τεχνολογίας Υπολογιστών

Σκοποί ενότητας

- Παρουσίαση των χαρακτηριστικών στοιχείων της διαμόρφωσης πλάτους
- Περιγραφή των διαφορετικών περιπτώσεων διαμόρφωσης πλάτους
- Περιγραφή των διατάξεων διαμόρφωσης και αποδιαμόρφωσης για κάθε περίπτωση διαμόρφωσης πλάτους



Περιεχόμενα ενότητας

- ❑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ❑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ – ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ ΑΜ
- ❑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΡΓΗΜΕΝΟ ΦΕΡΟΝ
- ❑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ❑ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΛΟΙΠΟ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ



Περιεχόμενα ενότητας

- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ – ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ ΑΜ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΡΓΗΜΕΝΟ ΦΕΡΟΝ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΛΟΙΠΟ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ



Διπλής πλευρικής ζώνης με συνολικό φέρον ή AM


- ✓ Στη διαμόρφωση πλάτους διπλής πλευρικής ζώνης με συνολικό φέρον (Double Side Band-Amplitude Modulation-Total Carrier, DSB-AM-TC) ή συμβατικό (conventional) AM ή AM, το πλάτος του διαμορφωμένου σήματος μεταβάλλεται γραμμικά με το πλάτος του σήματος πληροφορίας.
- ✓ Η προσθήκη μιας ισχυρής συνιστώσας του φέροντος διευκολύνει την αποδιαμόρφωση.

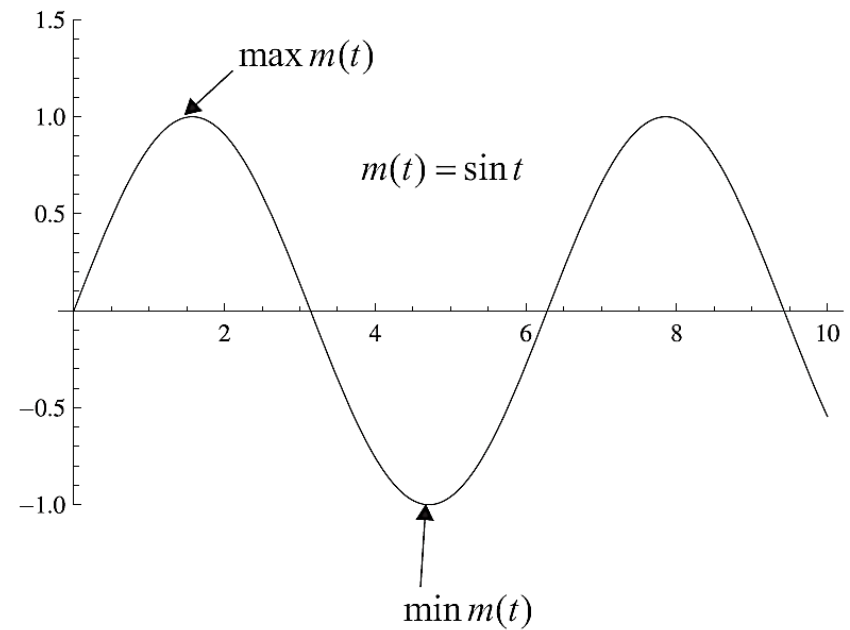
$$x(t) = [A_c + m(t)] \cos 2\pi f_c t$$



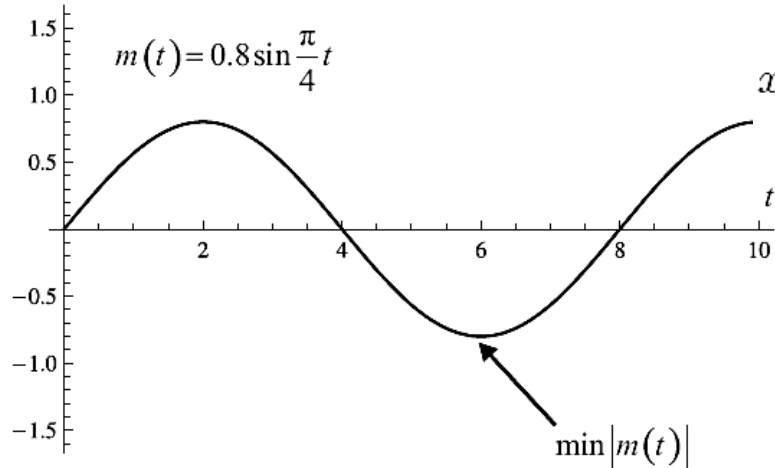
ΑΜ-Δείκτης διαμόρφωσης

Δείκτης διαμόρφωσης  $\mu = \frac{|\min m(t)|}{A_c}$

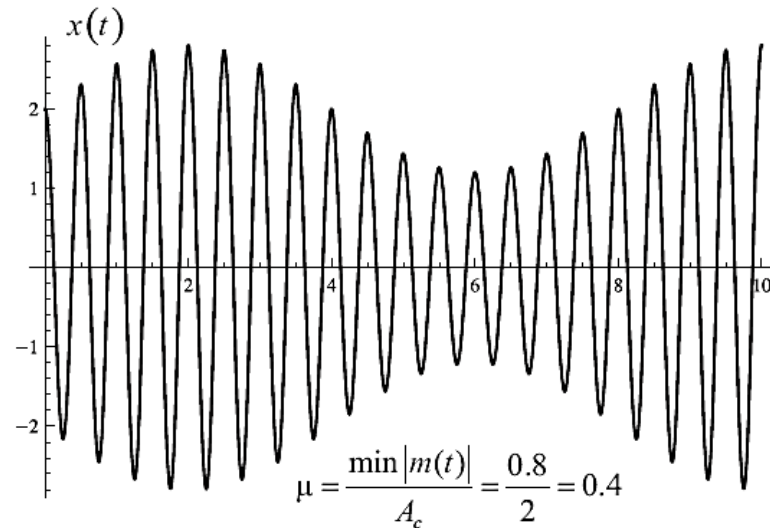
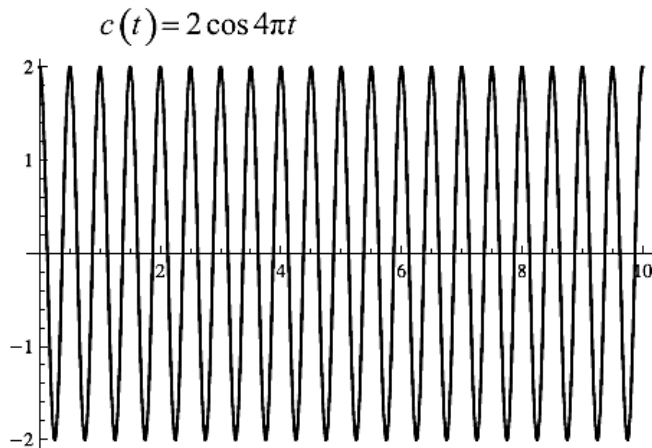
$\mu > 1$  Υπερδιαμόρφωση
(overmodulation)



ΑΜ: παράδειγμα



$$x(t) = [A_c + m(t)] \cos 2\pi f_c t = \left[2 + 0.8 \sin \frac{\pi}{4} t\right] \cos 4\pi t$$



ΑΜ: Ημιτονοειδές σήμα πληροφορίας

Αν το σήμα πληροφορίας είναι ημιτονοειδές της μορφής:

$$m(t) = a \cos(2\pi f_m t),$$

να βρεθεί η αναλυτική έκφραση για το διαμορφωμένο κατά ΑΜ σήμα στο πεδίο του χρόνου.

$$\cos a \cos b = \frac{1}{2} [\cos(a - b) + \cos(a + b)]$$

$$\begin{aligned} x(t) &= [A_c + a \cos 2\pi f_m t] \cos 2\pi f_c t \\ &= A_c [1 + \mu \cos 2\pi f_m t] \cos 2\pi f_c t \\ &= A_c \left[\cos 2\pi f_c t + \frac{\mu}{2} \cos [2\pi (f_c - f_m) t] + \frac{\mu}{2} \cos [2\pi (f_c + f_m) t] \right] \end{aligned}$$

$$\mu = \frac{|\min m(t)|}{A_c} = \frac{a}{A_c}$$



ΑΜ με μεταβολή του πλάτους του φέροντος

$$m(t) = a \sin \frac{\pi}{4} t$$

$$f_c = 2 \text{ Hz}$$

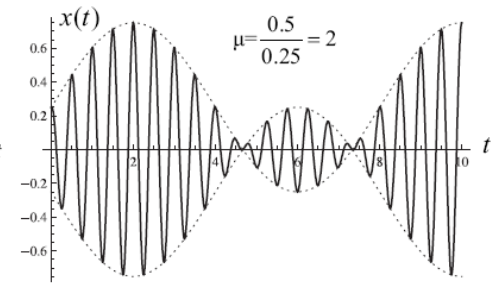
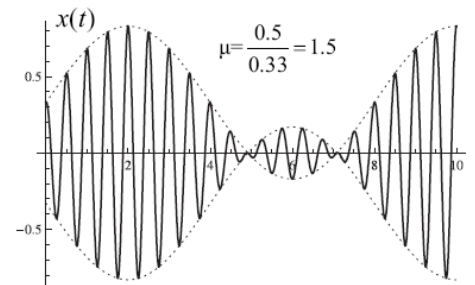
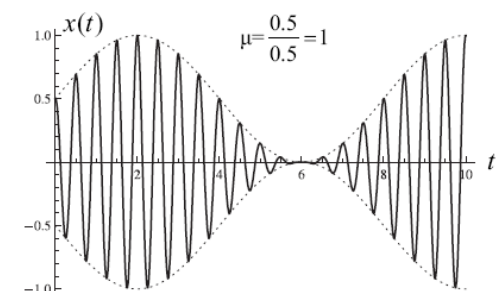
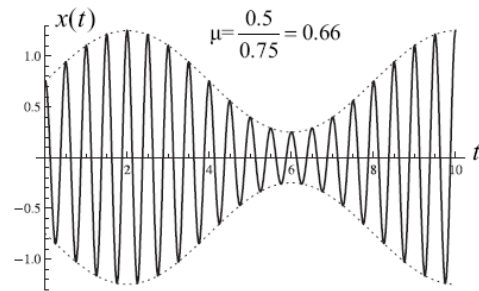
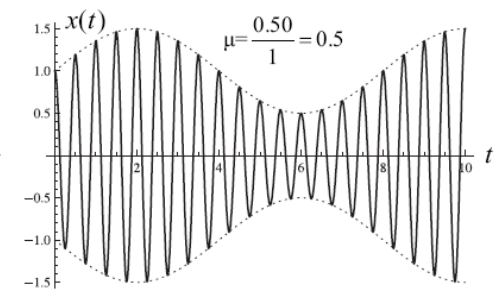
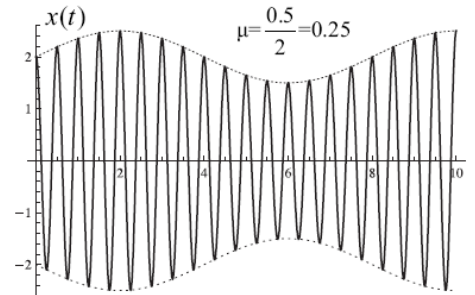
$$a = 0.5$$

$$A_c \Rightarrow \{2, 1, 0.75, 0.5, 0.33, 0.25\}$$

$$x(t) = \left[A_c + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{4} t \right] \cos 4\pi t$$

$$= A_c \left[1 + \mu \sin \frac{\pi}{4} t \right] \cos 4\pi t$$

$$\mu = \frac{1}{2A_c}$$



ΑΜ με μεταβολή του πλάτους του σήματος πληροφορίας

$$m(t) = a \sin \frac{\pi}{4} t$$

$$f_c = 2 \text{ Hz}$$

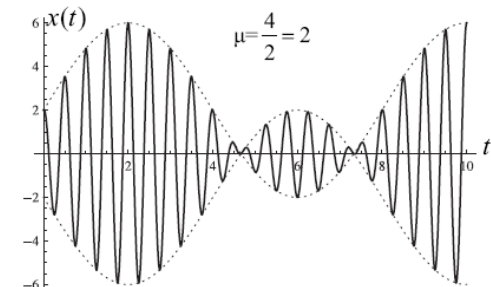
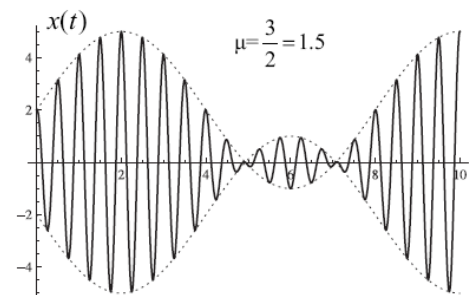
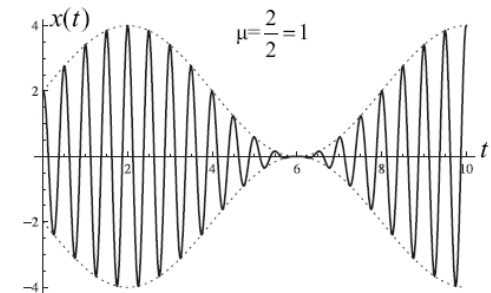
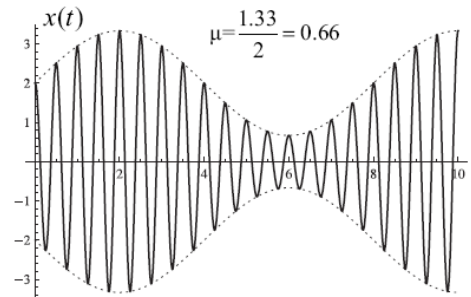
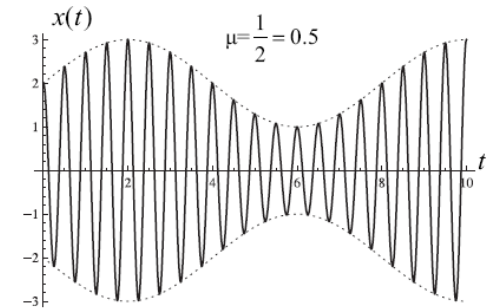
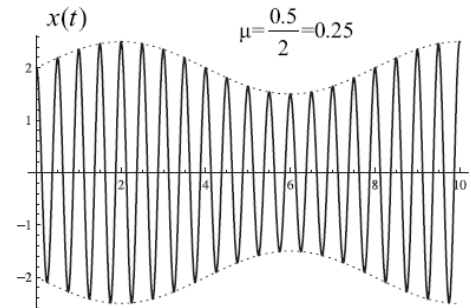
$$A_c = 2$$

$$a \Rightarrow \{0.5, 1, 1.33, 2, 3, 4\}$$

$$x(t) = \left[A_c + \frac{1}{2} \sin \frac{\pi}{4} t \right] \cos 4\pi t$$

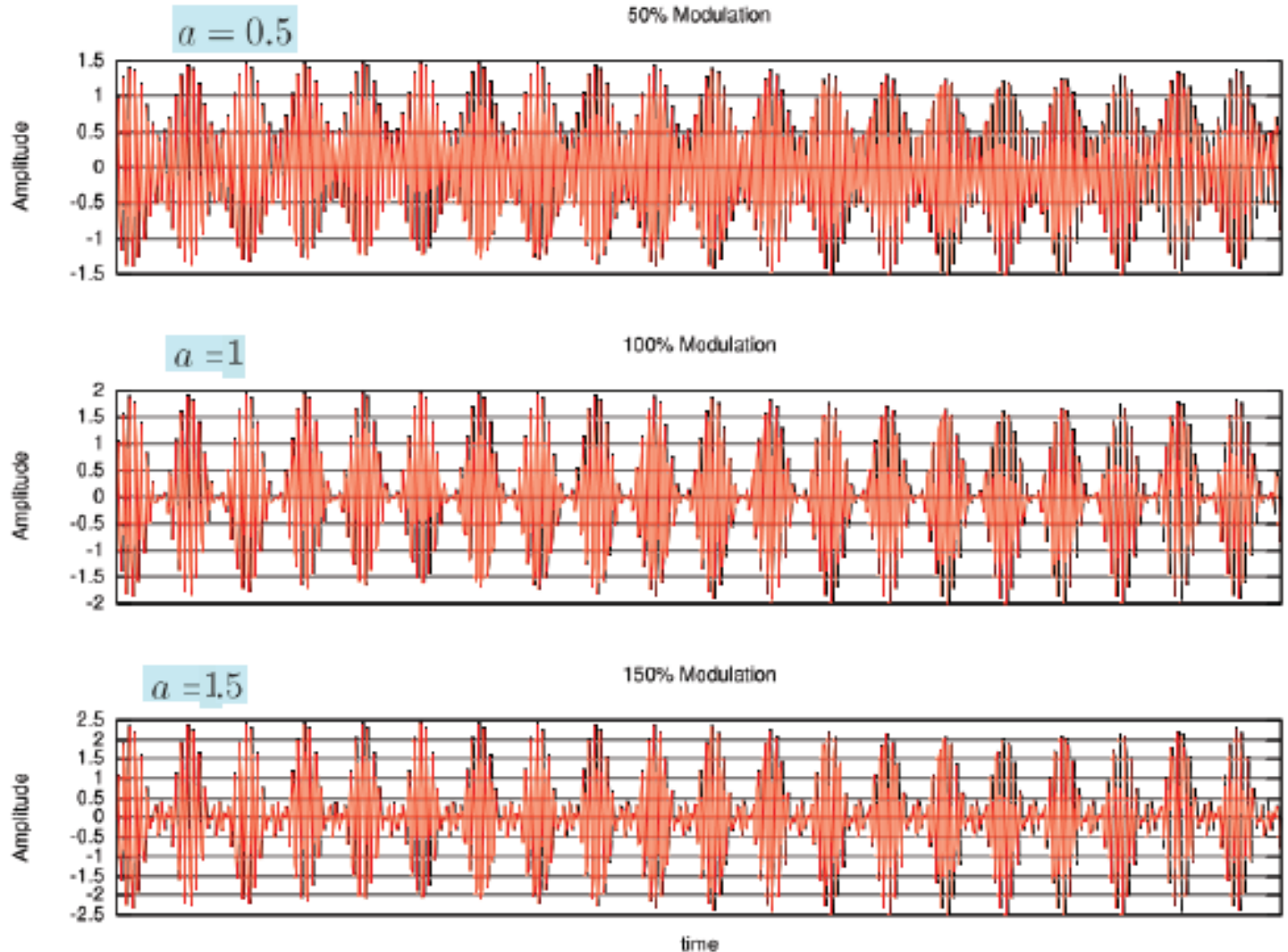
$$= A_c \left[1 + \mu \sin \frac{\pi}{4} t \right] \cos 4\pi t$$

$$\mu = a/2$$

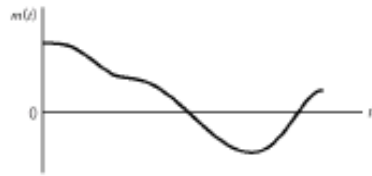


Διπλής πλευρικής ζώνης με συνολικό φέρον ή AM (1/2)

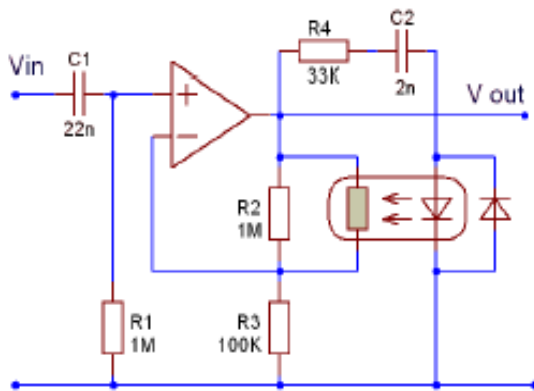
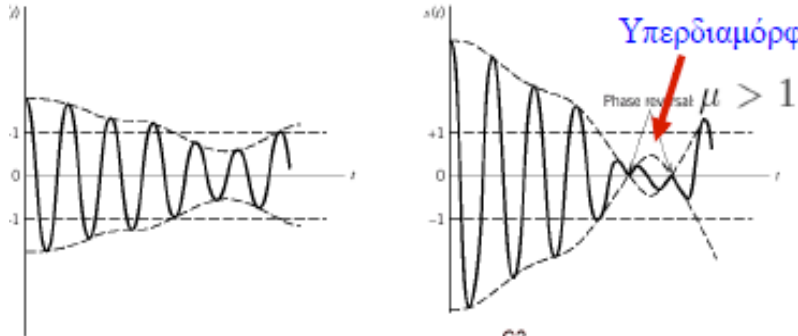
$$A_c = 1$$



Διπλής πλευρικής ζώνης με συνολικό φέρον ή AM (2/2)

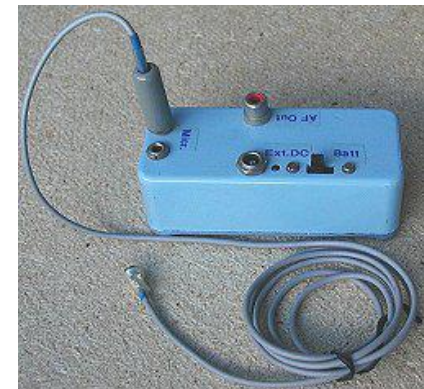


ω



✓ Πρακτικά συστήματα AM εκπομπής χρησιμοποιούν ένα είδος κυκλώματος περιοριστή προκειμένου να αποφευχθεί η υπερδιαμόρφωση

✓ Τέτοια κυκλώματα ονομάζονται VOGAD ή voice-operated gain-adjusting device και είναι ένας τύπος Automatic Gain Control: Η έξοδος εφαρμόζεται στην είσοδο, ώστε να διατηρηθεί το πλάτος εξόδου στα επιθυμητά επίπεδα.



ΑΜ: Φασματικό περιεχόμενο

$$X(f) = \mathcal{F}[x(t)] = \mathcal{F}[[A_c + m(t)] \cos 2\pi f_c t] = \mathcal{F}[m(t) \cos 2\pi f_c t] + \mathcal{F}[A_c \cos 2\pi f_c t]$$

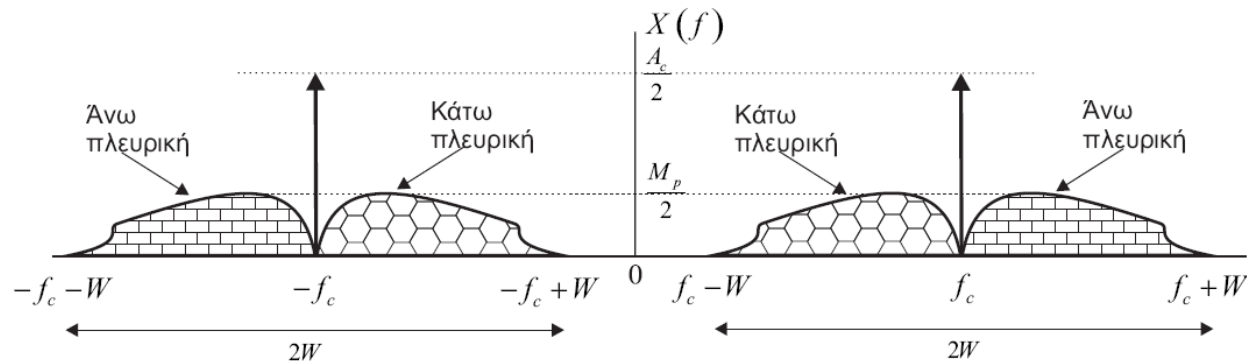
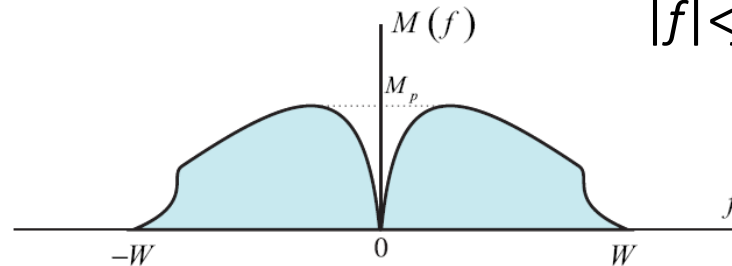
$$= \frac{1}{2}[M(f - f_c) + M(f + f_c)] + \frac{1}{2}A_c[\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)],$$

Άνω πλευρική ζώνη
(Upper side band)

$$|f| > f_c$$

Κάτω πλευρική ζώνη
(Lower side band)

$$|f| < f_c$$



AM: Ισχύς

$$V(t) = A_c + m(t) \quad \Longrightarrow \quad \mathcal{P}_{AM} = \frac{1}{2}A_c^2 + \frac{1}{2}\mathcal{P}_m$$

Συντελεστής
απόδοσης ισχύος

$$\Longrightarrow \quad \eta = \frac{\frac{1}{2}\mathcal{P}_m}{\mathcal{P}_c + \frac{1}{2}\mathcal{P}_m} = \frac{\mathcal{P}_m}{A_c^2 + \mathcal{P}_m}$$

$$m(t) = a \cos 2\pi f_m t \quad \Longrightarrow \quad \eta = \frac{\frac{1}{2}a^2}{\frac{1}{2}a^2 + A_c^2} = \frac{\mu^2}{\mu^2 + 2}$$



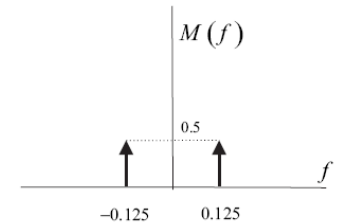
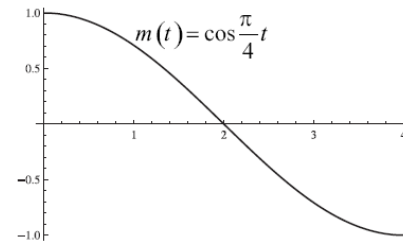
ΑΜ: Φασματικό περιεχόμενο

Να βρεθεί μία έκφραση και να σχεδιαστεί το φάσμα του διαμορφωμένου κατά ΑΜ σήματος όταν το σήμα πληροφορίας είναι:

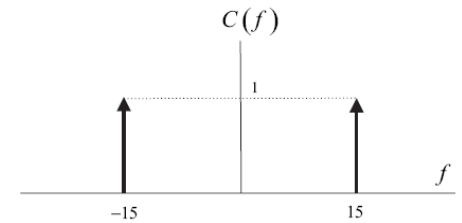
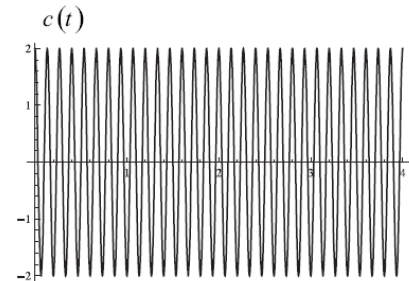
$$m(t) = a \cos(2\pi f_m t),$$

να χρησιμοποιηθεί φέρων σήμα της αρεσκείας σας.

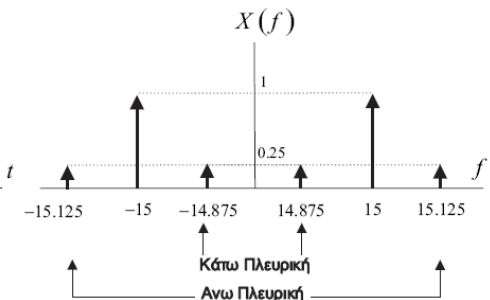
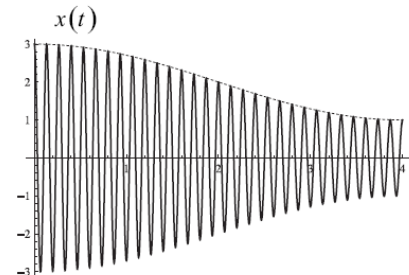
$$A_c = 2, f_c = 15 \text{ Hz}, a = 1 \text{ και } f_m = 0.125 \text{ Hz}$$



$$\begin{aligned} M(f) &= \mathcal{F}[m(t)] \\ &= \mathcal{F}[a \cos 2\pi f_m t] = \frac{a}{2} [\delta(f - f_m) + \delta(f + f_m)] \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} X(f) &= \frac{a}{4} [\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)] \\ &+ \frac{1}{2} A_c [\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)] \end{aligned}$$



Περιεχόμενα ενότητας

- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ – ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ ΑΜ**
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΡΓΗΜΕΝΟ ΦΕΡΟΝ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΛΟΙΓΟ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ



Διαμορφωτές AM

$$V_{in} = A_c \cos 2\pi f_c t + m(t)$$

$$V_{out} = d_1 V_{in} + d_2 V_{in}^2$$



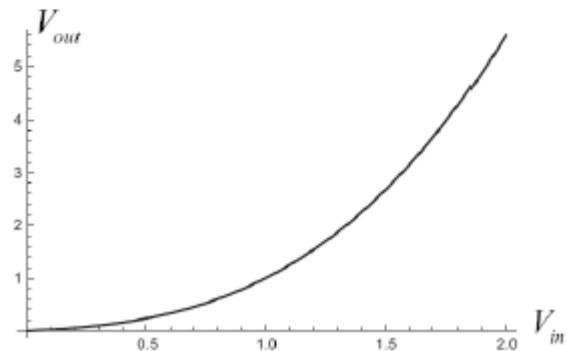
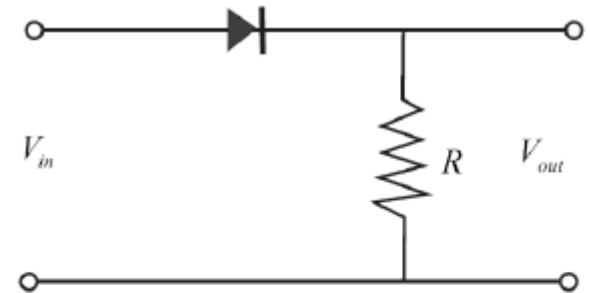
$$\begin{aligned} V_{out} &= d_1 [A_c \cos 2\pi f_c t + m(t)] + d_2 [A_c \cos 2\pi f_c t + m(t)]^2 \\ &= d_1 A_c \cos 2\pi f_c t + d_1 m(t) + d_2 A_c^2 \cos^2 2\pi f_c t \\ &\quad + d_2 m^2(t) + 2d_2 A_c m(t) \cos 2\pi f_c t \\ &= 2d_2 A_c \cos 2\pi f_c t \left[\frac{d_1}{2d_2} + m(t) \right] + d_1 m(t) + d_2 m^2(t) + d_2 A_c^2 \cos^2 2\pi f_c t \\ &= 2d_2 A_c \cos 2\pi f_c t \left[\frac{d_1}{2d_2} + m(t) \right] + d_1 m(t) + d_2 m^2(t) + \frac{d_2 A_c^2}{2} (1 + \cos 4\pi f_c t) \end{aligned}$$



BPF

$$V_{out} \simeq 2d_2 A_c \cos 2\pi f_c t \left[\frac{d_1}{2d_2} + m(t) \right]$$

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

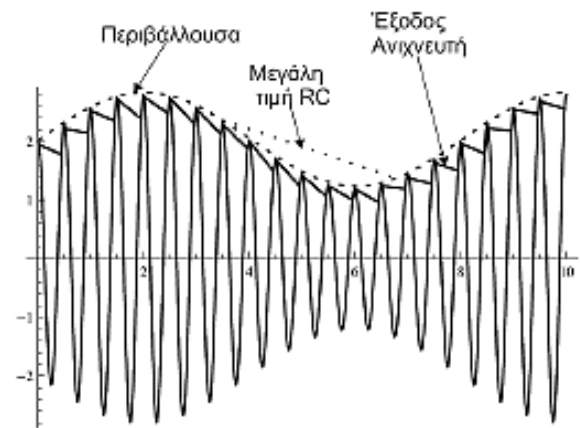
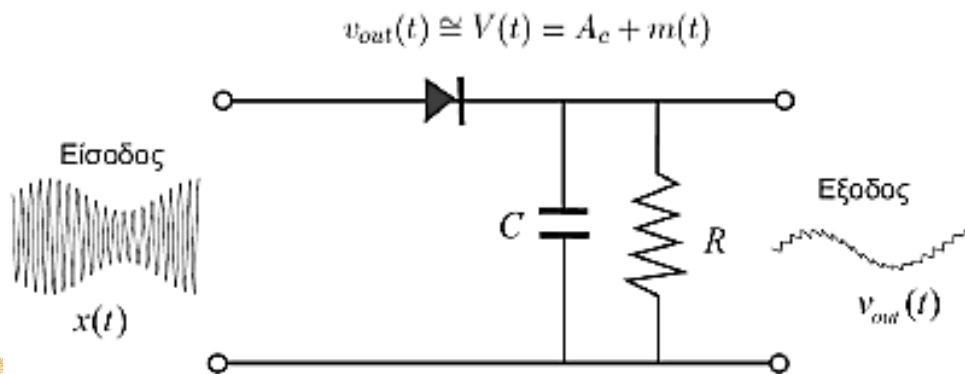


Ασύμφωνοι Αποδιαμορφωτές AM (1/2)

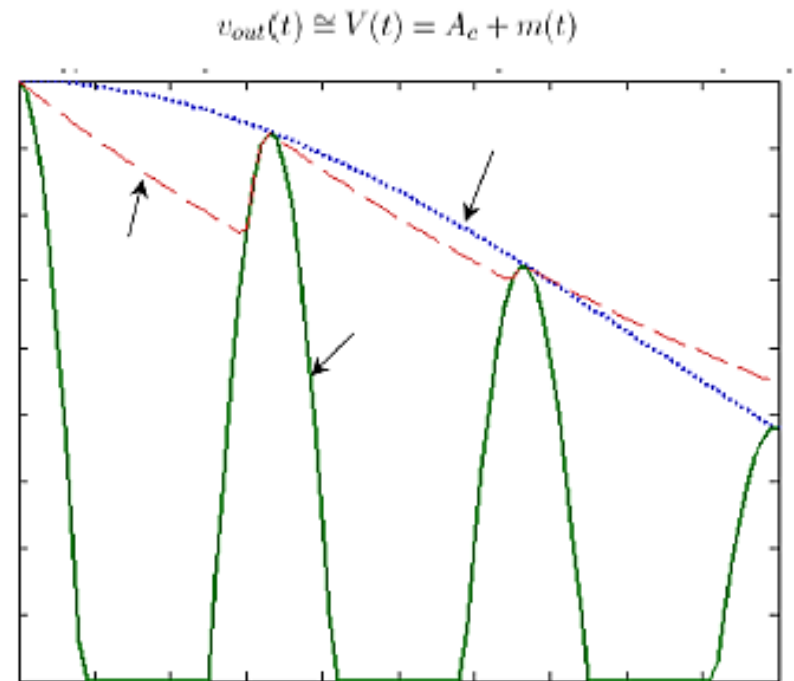
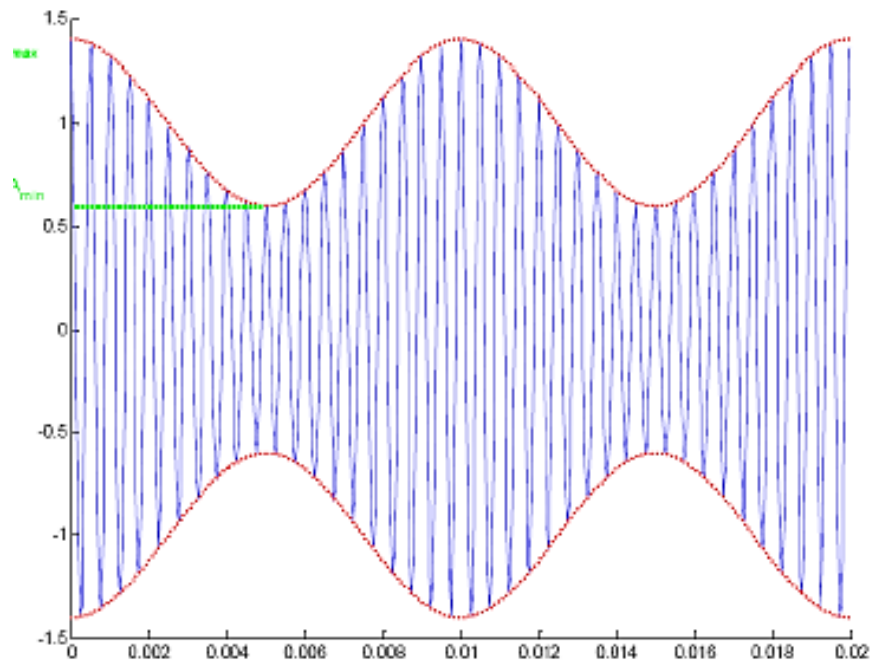
✓Όσο διαρκεί η άνοδος της τάσης σε μια θετική ημιπερίοδο η θετικά πολωμένη δίοδος άγει και ο πυκνωτής φορτίζεται έως τη μέγιστη τιμή του σήματος.

✓Όταν η τάση του σήματος αρχίζει να λαμβάνει τιμές κάτω από τη μέγιστη τιμή, η δίοδος -ανάστροφα πλέον πολωμένη- δεν άγει αφού η τάση στα άκρα του πυκνωτή είναι μεγαλύτερη από τη τάση εισόδου. Τότε ο πυκνωτής εκφορτίζεται μέσω της αντίστασης, R , με χαμηλό ρυθμό και σύμφωνα με τη σταθερά χρόνου, $\tau=RC$.

✓Κατά τη διάρκεια της επόμενης θετικής ημιπεριόδου επαναλαμβάνεται η ίδια λειτουργία. Με τον τρόπο αυτό η τάση εξόδου στα άκρα του πυκνωτή, $v_{out}(t)$, παρακολουθεί την περιβάλλουσα του σήματος εισόδου.



Ασύμφωνοι Αποδιαμορφωτές AM (2/2)

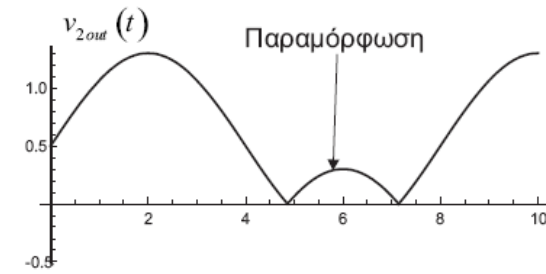
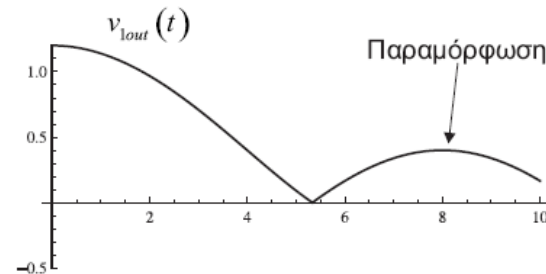
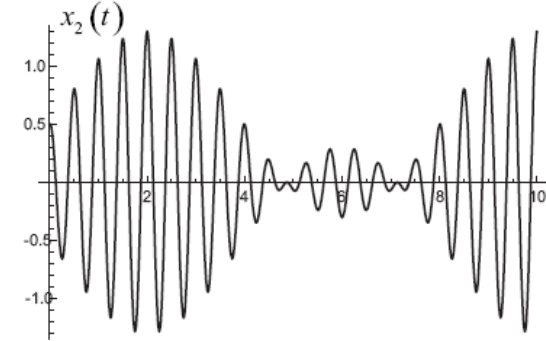
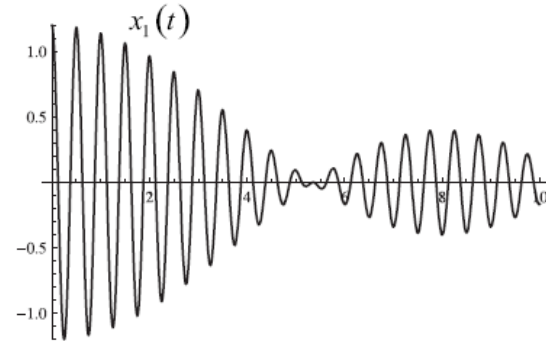
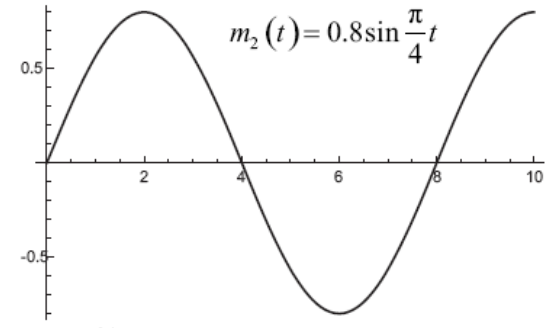
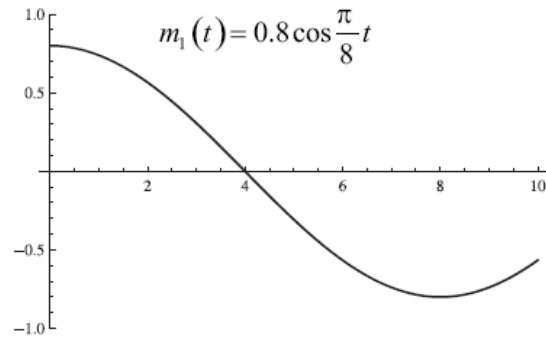


Ασύμφωνοι Αποδιαμορφωτές ΑΜ: Υπερδιαμόρφωση

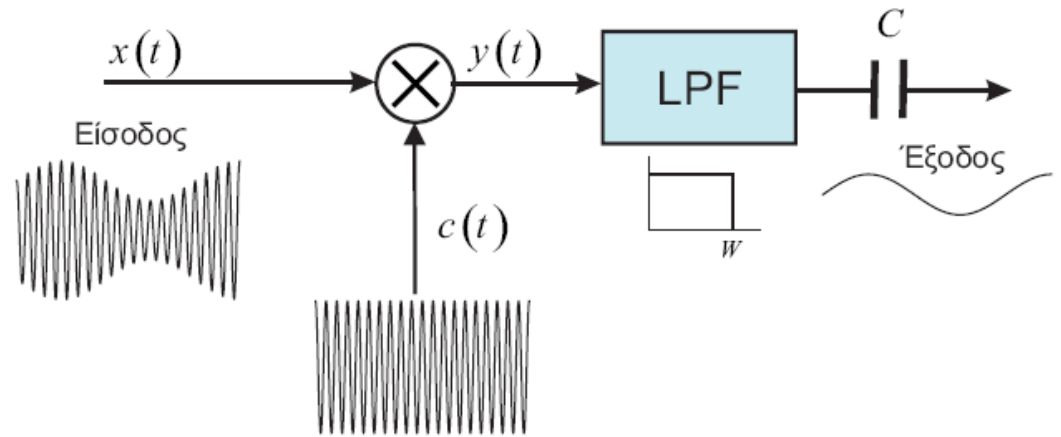
$\mu = 2$

↓

$A_c = 0.4$



Σύμφωνοι Αποδιαμορφωτές AM



PLL

$$\begin{aligned}
 y(t) &= x(t) \cos 2\pi f_c t = [A_c + m(t)] \cos^2 2\pi f_c t \\
 &= A_c \cos^2 2\pi f_c t + m(t) \cos^2 2\pi f_c t \\
 &= \frac{A_c}{2} [1 + \cos 4\pi f_c t] + \frac{1}{2} m(t) + \frac{1}{2} m(t) \cos 4\pi f_c t
 \end{aligned}$$

Απομάκρυνση

$$\begin{aligned}
 &= [A_c + m(t)] \cos(2\pi f_c t + \phi) \cos 2\pi f_c t \\
 &= \frac{1}{2} [A_c + m(t)] [\cos(4\pi f_c t + \phi) + \cos \phi] \\
 &= \frac{1}{2} [A_c + m(t)] \cos(4\pi f_c t + \phi) + \frac{1}{2} [A_c + m(t)] \cos \phi.
 \end{aligned}$$

Υποβάθμιση



Περιεχόμενα ενότητας

- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ – ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ ΑΜ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
ΜΕ ΚΑΤΑΡΓΗΜΕΝΟ ΦΕΡΟΝ**
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
ΜΕ ΚΑΤΑΛΟΙΓΟ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ



Double Side Band-AM-Suppressed Carrier, DSB-AM-SC

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

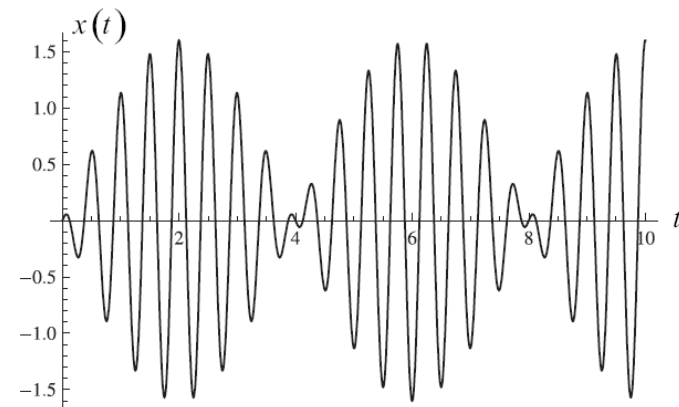
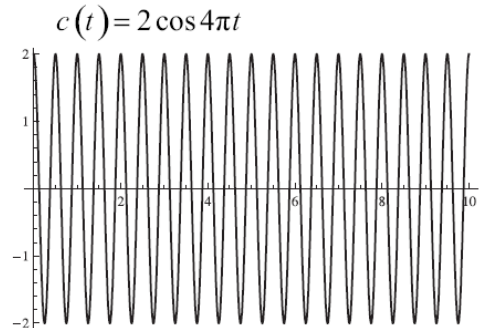
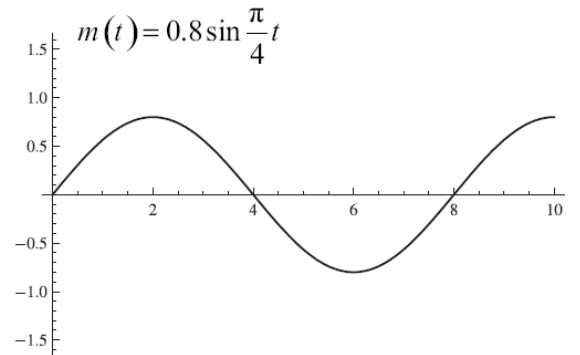
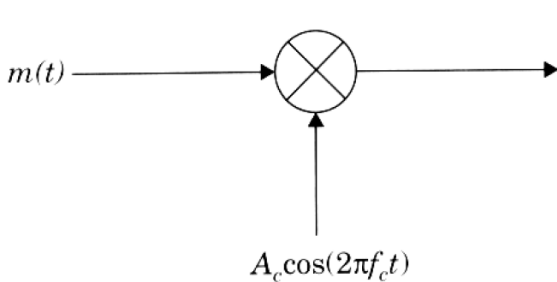
DSB-AM-SC:

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



$x_I(t)=A_c m(t)$ και $x_Q(t)=0$

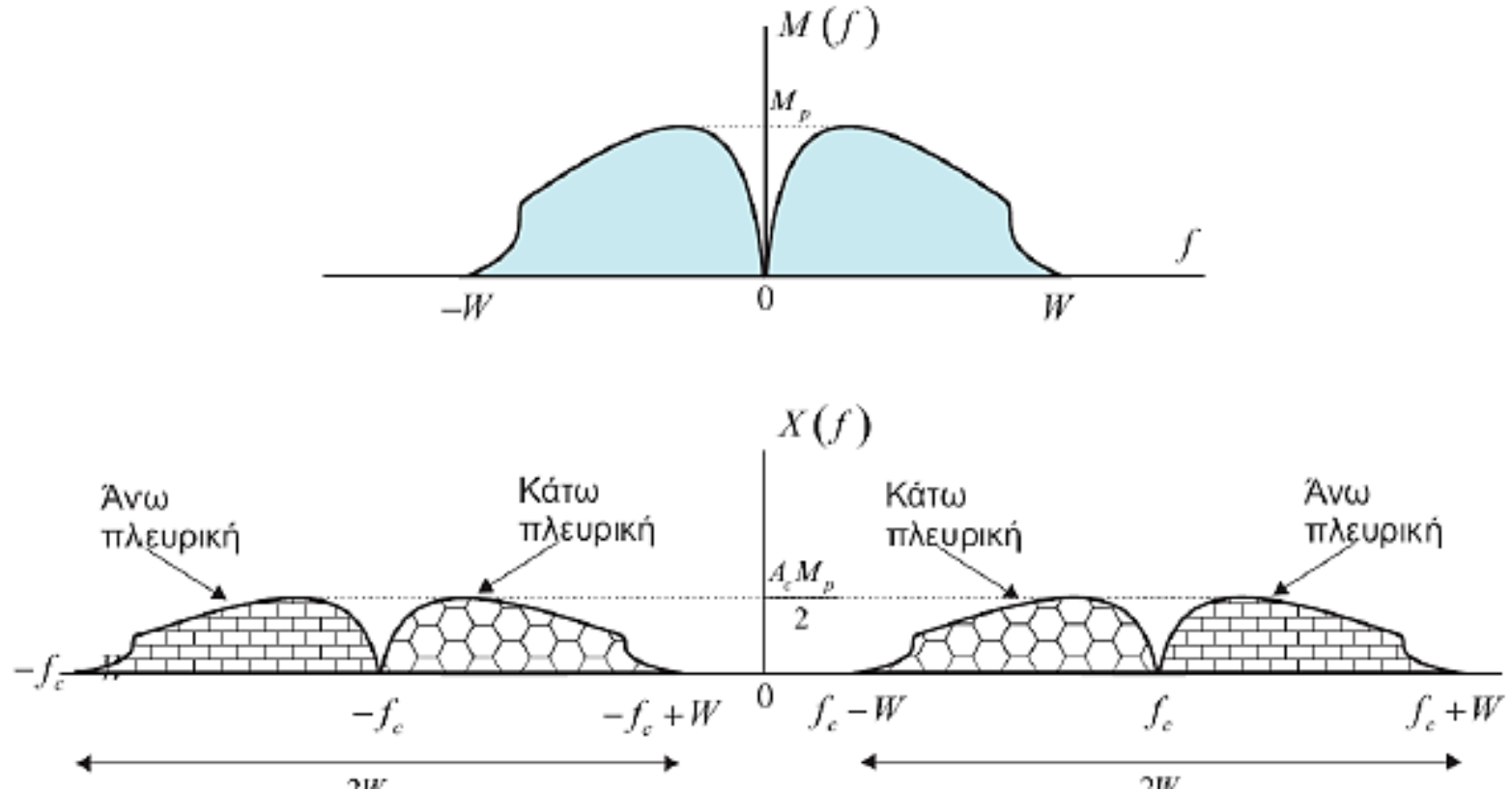
$V(t)=A_c m(t)$



Φασματικό περιεχόμενο και ισχύς, DSB-AM-SC (1/3)

$$X(f) = \mathcal{F}[x(t)] = \mathcal{F}[A_c m(t) \cos 2\pi f_c t] = \\ = \frac{A_c}{2} [M(f + f_c) + M(f - f_c)].$$

$$P_{DSB-AM-SC} = \frac{1}{2} A_c^2 P_m$$



Φασματικό περιεχόμενο και ισχύς, DSB-AM-SC (2/3)

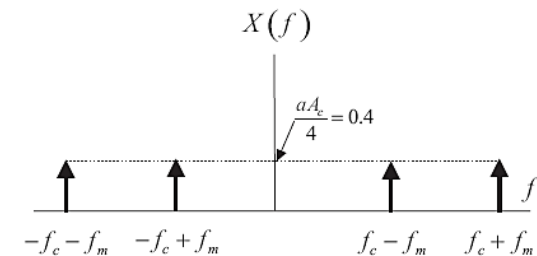
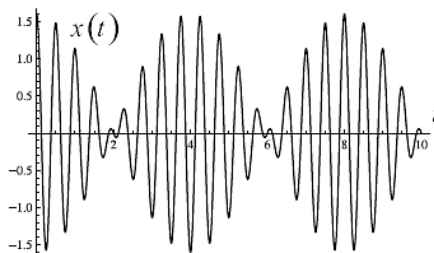
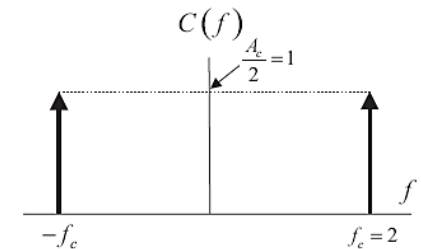
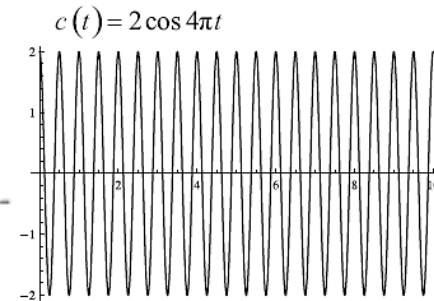
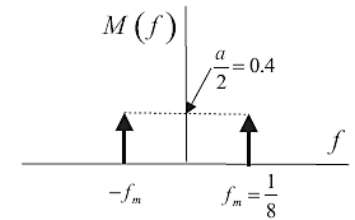
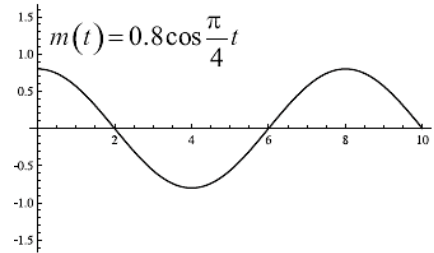
$$m(t) = a \cos 2\pi f_m t$$



$$\begin{aligned} x(t) &= A_c a \cos 2\pi f_m t \cos 2\pi f_c t \\ &= \frac{1}{2} A_c a [\cos 2\pi(f_c + f_m)t + \cos 2\pi(f_c - f_m)t] \end{aligned}$$

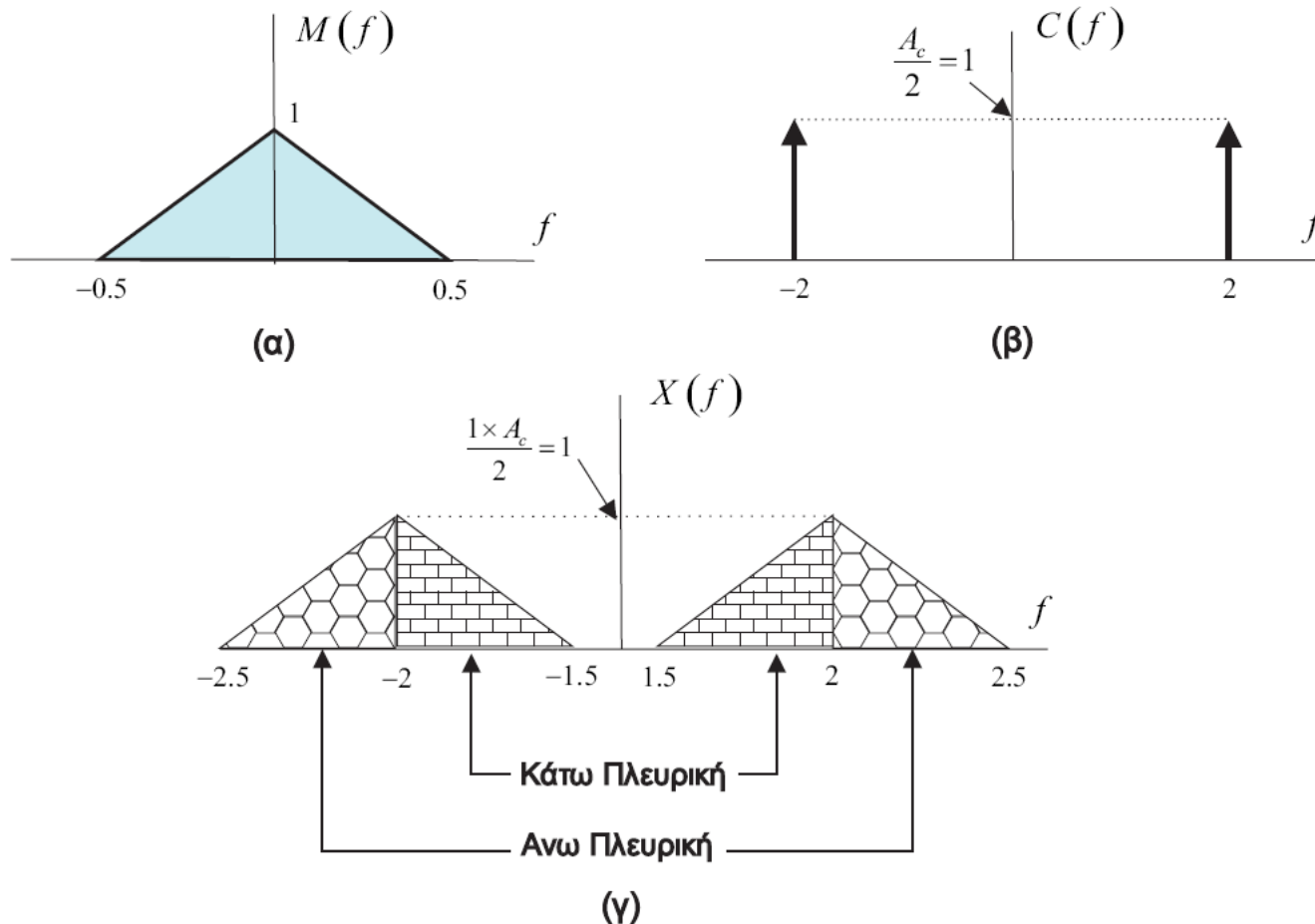


$$\mathcal{F}[x(t)] = \frac{1}{4} A_c a [\delta(f + f_c + f_m) + \delta(f - f_c - f_m) + \delta(f + f_c - f_m) + \delta(f - f_c + f_m)].$$



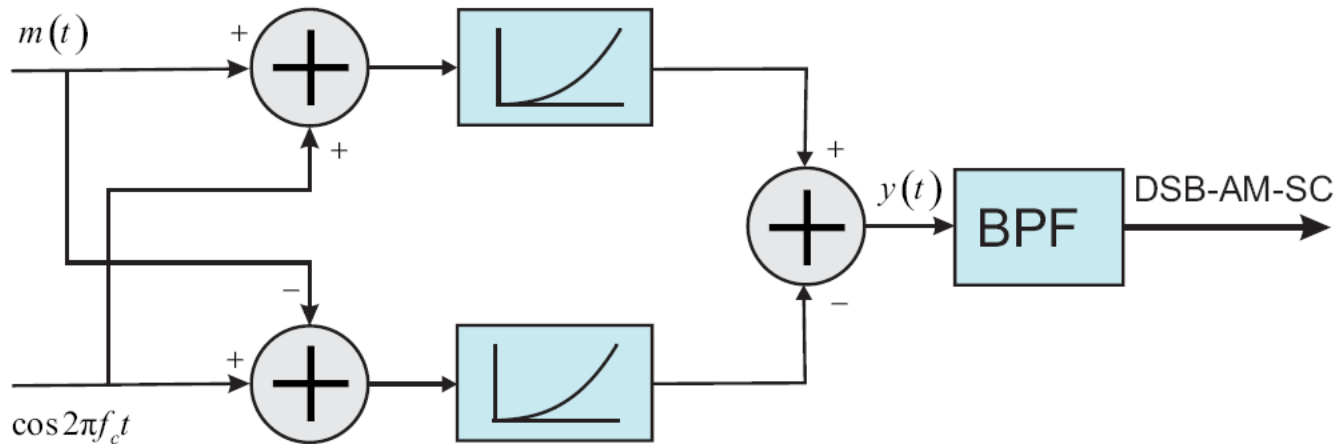
Φασματικό περιεχόμενο και ισχύς, DSB-AM-SC (3/3)

$$c(t) = 2\cos 4\pi t$$



Διαμόρφωση DSB-AM-SC

Ισοσταθμισμένος διαμορφωτής



$$V_{out} = d_1 V_{in} + d_2 V_{in}^2$$

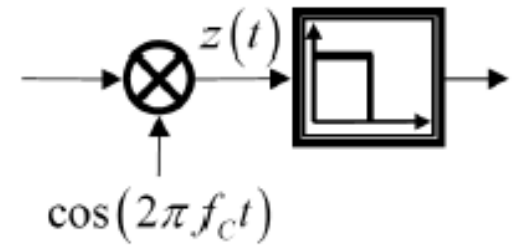
$$\begin{aligned} y(t) &= d_1 [m(t) + \cos 2\pi f_c t] + d_2 [m(t) + \cos 2\pi f_c t]^2 \\ &\quad - d_1 [-m(t) + \cos 2\pi f_c t] - d_2 [-m(t) + \cos 2\pi f_c t]^2 \\ &= 2d_1 m(t) + 4d_2 m(t) \cos 2\pi f_c t. \end{aligned}$$

Προκειμένου να λειτουργήσει σωστά πρέπει τα μη-γραμμικά στοιχεία να έχουν παρόμοια χαρακτηριστική

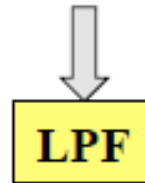


Σύμφωνη αποδιαμόρφωση DSB-AM-SC

$$r(t) = u(t) \quad \leftarrow \text{Απουσία θορύβου}$$
$$= A_c m(t) \cos(2\pi f_c t + \phi_c)$$



$$r(t) \cos(2\pi f_c t + \phi) = A_c m(t) \cos(2\pi f_c t + \phi_c) \cos(2\pi f_c t + \phi)$$
$$= \frac{1}{2} A_c m(t) \cos(\phi_c - \phi) + \frac{1}{2} A_c m(t) \cos(4\pi f_c t + \phi + \phi_c)$$

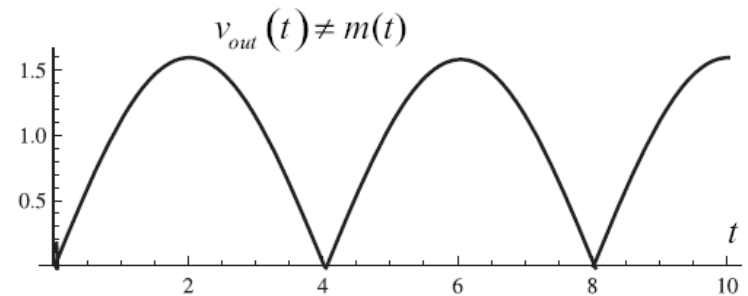
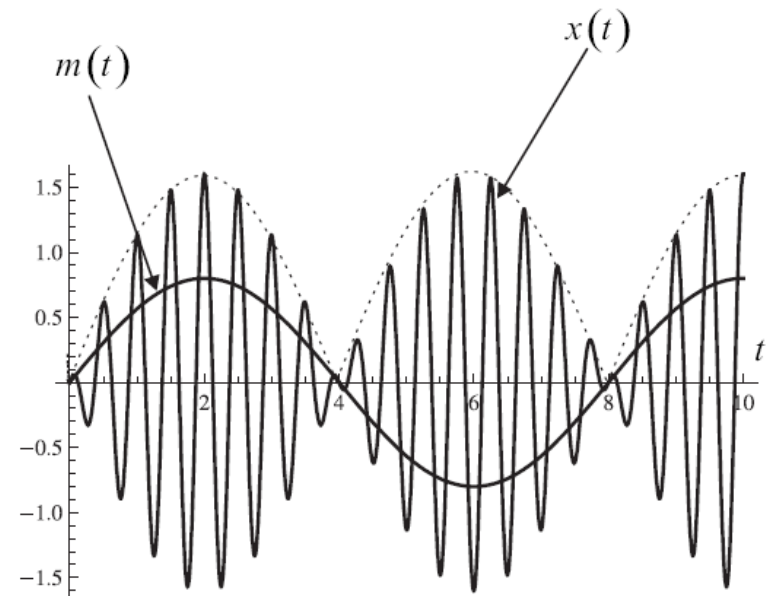


$$y_\ell(t) = \frac{1}{2} A_c m(t) \cos(\phi_c - \phi)$$



Ο ανιχνευτής περιβάλλουσας σαν αποδιαμορφωτής DSB-SC AM

Να εξετάσετε αν ο ανιχνευτής περιβάλλουσας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποδιαμόρφωση σημάτων DSB-AM-SC.



$$v_{out} = |V(t)| = A_c |m(t)|$$



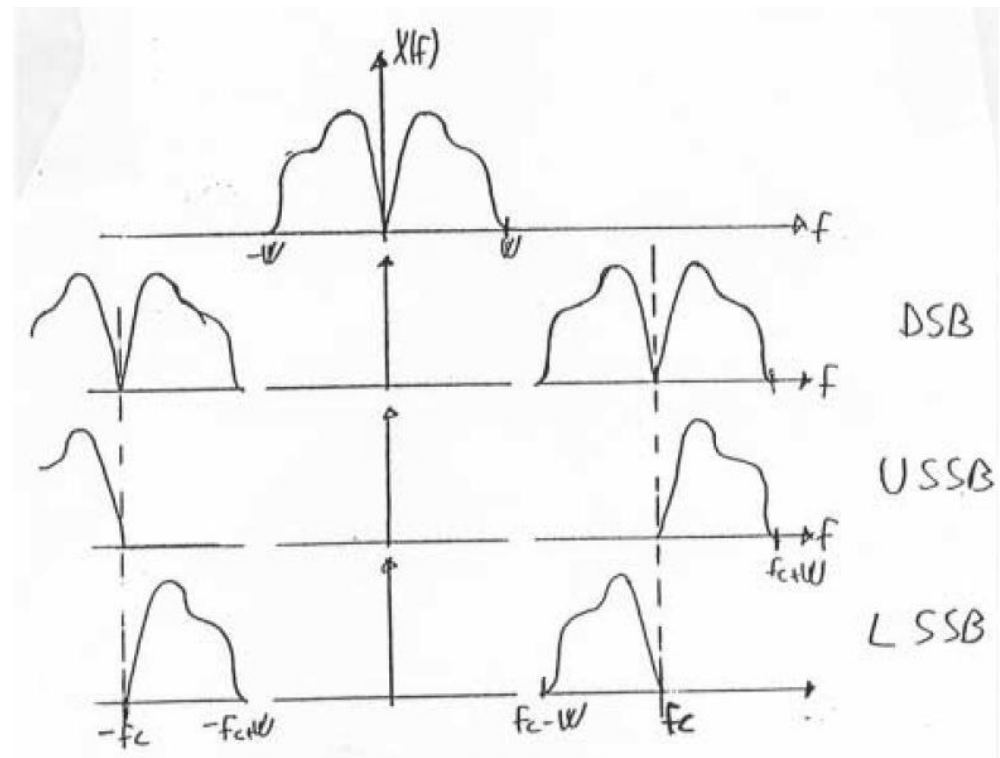
Περιεχόμενα ενότητας

- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ – ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ ΑΜ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΡΓΗΜΕΝΟ ΦΕΡΟΝ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ**
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΛΟΙΠΟ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ

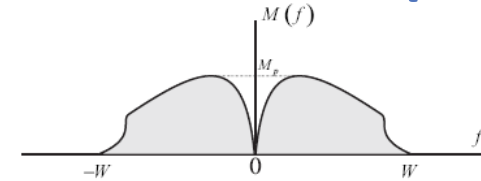


Single Sideband AM, SSB-AM (1/5)

- ✓ Οι δύο πλευρικές ζώνες περιέχουν την ίδια πληροφορία για το σήμα μηνύματος
- ✓ Μπορούμε να μεταδώσουμε την μία προκειμένου να εξοικονομήσουμε εύρος ζώνης

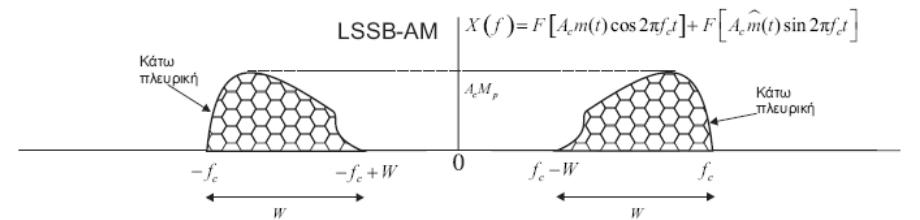
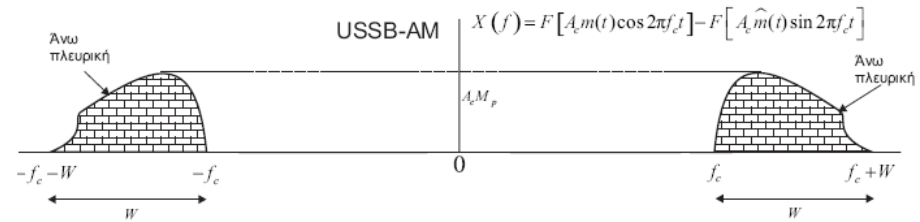
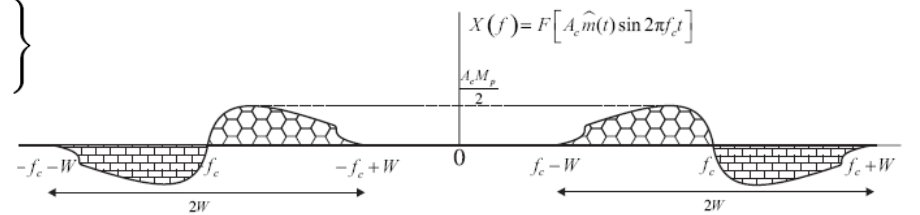
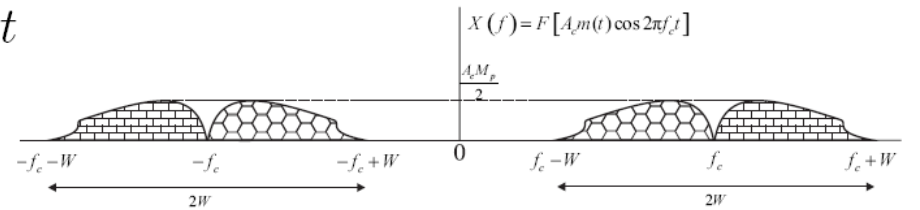


Single Sideband AM, SSB-AM (2/5)



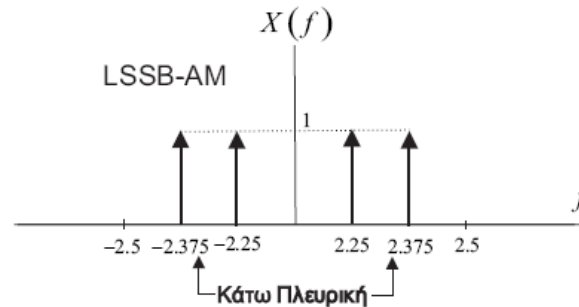
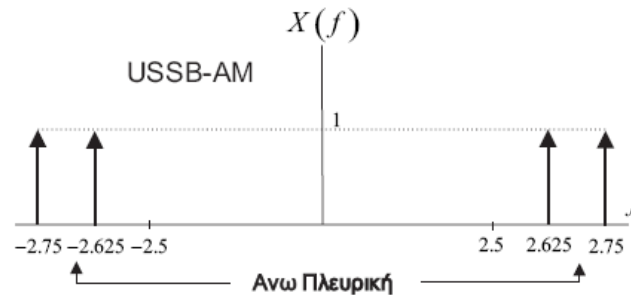
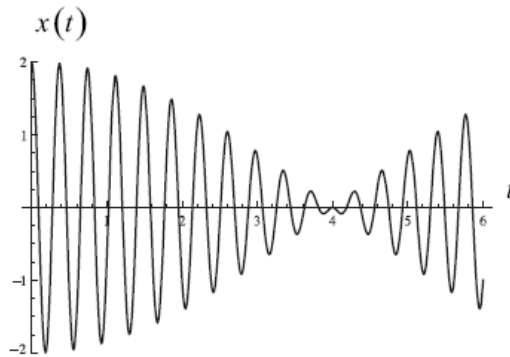
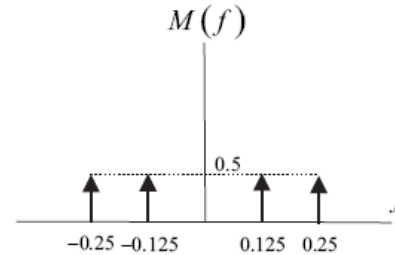
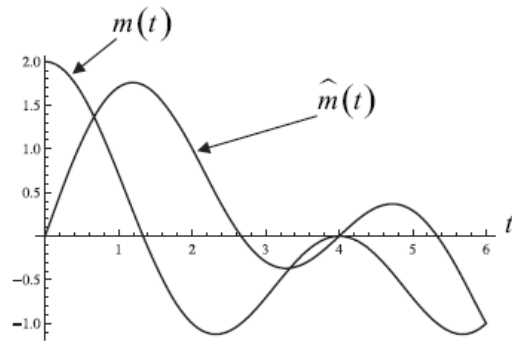
$$x(t) = A_c m(t) \cos 2\pi f_c t \mp A_c \hat{m}(t) \sin 2\pi f_c t$$

$$X(f) = A_c \left\{ \begin{array}{l} M(f - f_c), f > f_c \\ 0, f < f_c \end{array} \right\} + A_c \left\{ \begin{array}{l} 0, f > -f_c \\ M(f + f_c), f < -f_c \end{array} \right\}$$



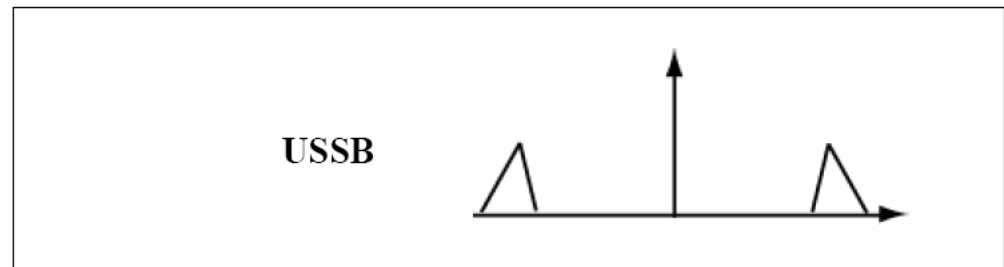
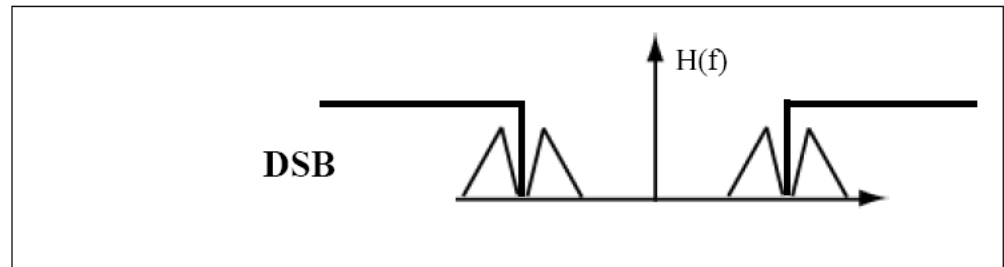
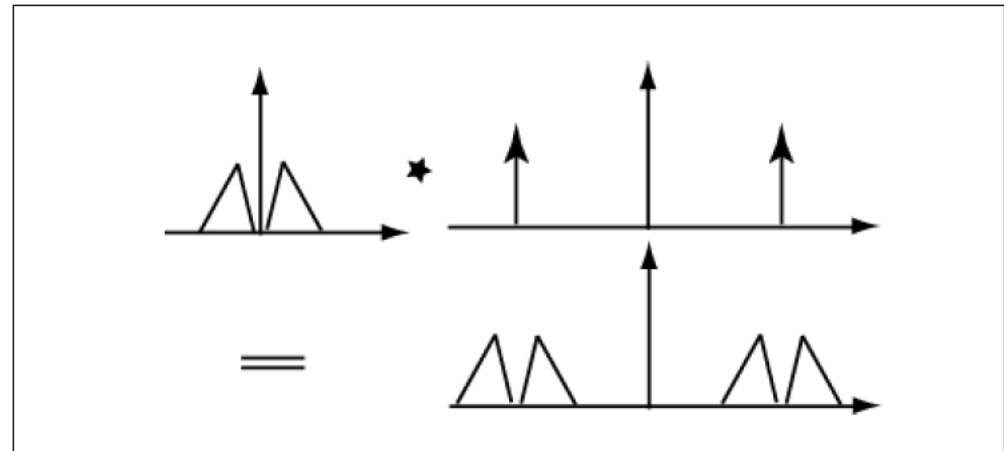
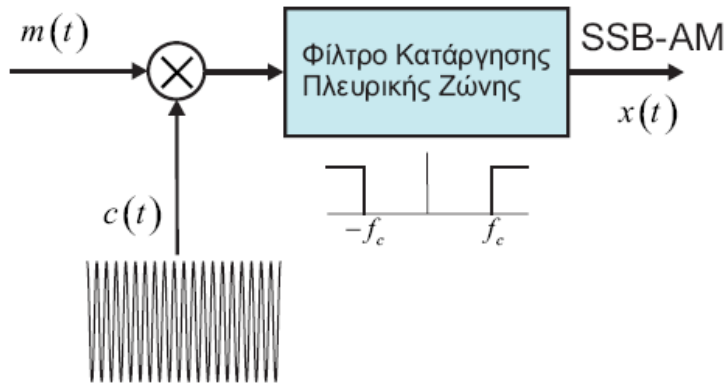
Single Sideband AM, SSB-AM (3/5)

$$m(t) = \cos \frac{\pi}{4}t + \cos \frac{\pi}{2}t \text{ και } c(t) = 2 \cos 5\pi t$$



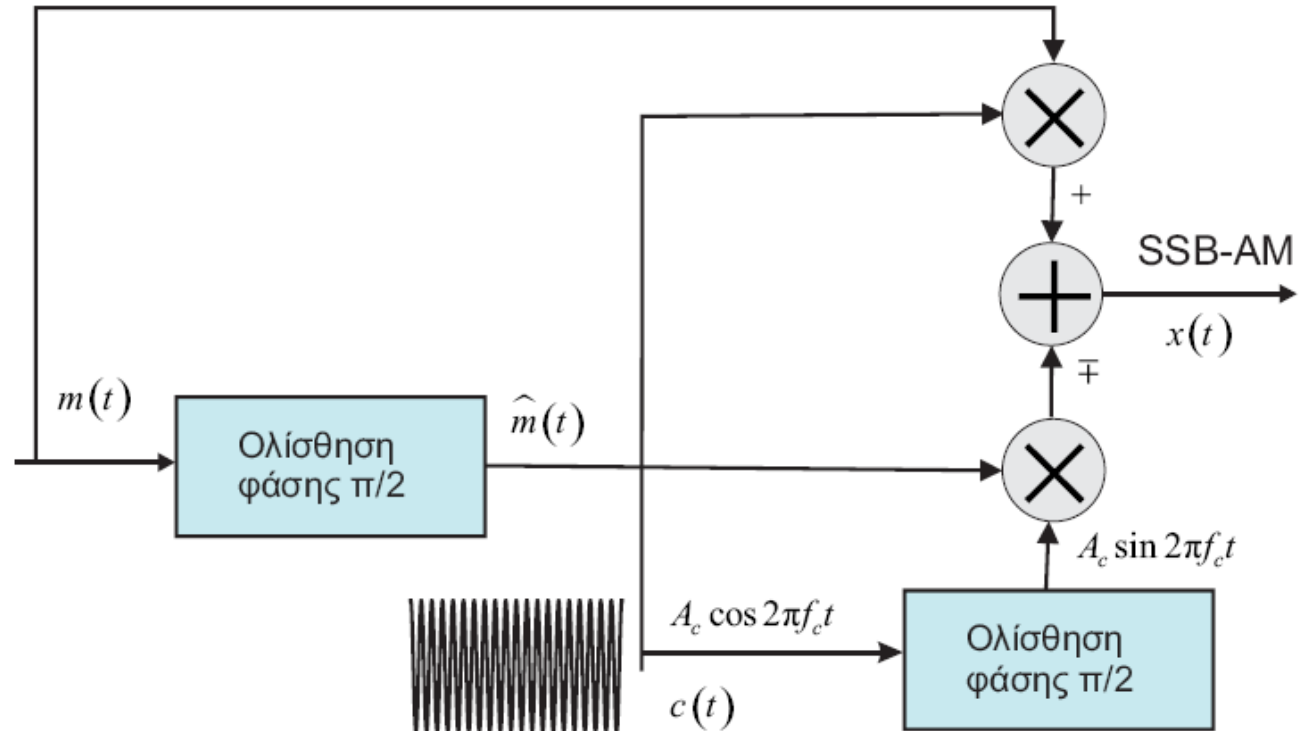
Single Sideband AM, SSB-AM (4/5)

Μέθοδος Ζωνοπερατού Φίλτρου



Single Sideband AM, SSB-AM (5/5)

Μέθοδος
Ολίσθησης Φάσης



$$x(t) = A_c m(t) \cos 2\pi f_c t \mp A_c \hat{m}(t) \sin 2\pi f_c t$$

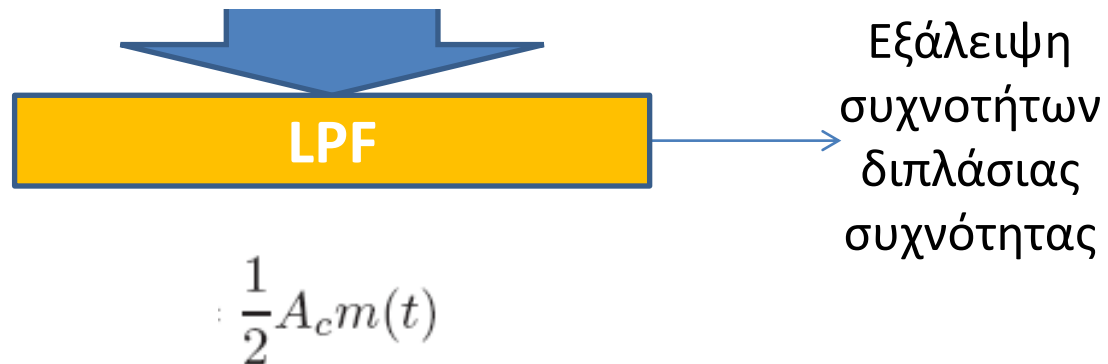


Αποδιαμόρφωση SSB-AM

Σύμφωνος Αποδιαμορφωτής

$$x(t) = A_c m(t) \cos 2\pi f_c t \mp A_c \hat{m}(t) \sin 2\pi f_c t$$

$$\begin{aligned} y(t) &= x(t) \cos 2\pi f_c t \\ &= [A_c m(t) \cos 2\pi f_c t \mp A_c \hat{m}(t) \sin 2\pi f_c t] \cos 2\pi f_c t \\ &= A_c m(t) \cos^2 2\pi f_c t \mp A_c \hat{m}(t) \sin 2\pi f_c t \cos 2\pi f_c t \\ &= \frac{1}{2} A_c m(t) + \frac{1}{2} A_c [\cos 4\pi f_c t \mp \hat{m}(t) \sin 4\pi f_c t]. \end{aligned}$$



Περιεχόμενα ενότητας

- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ – ΑΠΟΔΙΑΜΟΡΦΩΤΕΣ ΑΜ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΡΓΗΜΕΝΟ ΦΕΡΟΝ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ
- ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΑΜ ΜΟΝΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΜΕ ΚΑΤΑΛΟΙΠΟ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ**



Διαμόρφωση μονής πλευρικής ζώνης (Single Sideband AM-SSB)

Μειονεκτήματα - Πλεονεκτήματα

- ✓ Για την εξασφάλιση συμφασικού σήματος αναφοράς χρησιμοποιείται η μέθοδος της εκπομπής τόνου πιλότου. Έτσι εξαλείφεται η ανεπιθύμητη συνιστώσα του σήματος πλευρικής ζώνης αλλά διατίθεται μέρος της ισχύος για τον τόνο.
- ✓ Η φασματική απόδοση του SSB την κάνει ελκυστική σε επικοινωνίες μέσα από τηλεφωνικά κανάλια
- ✓ Η χρήση του φίλτρου για την επιλογή μιας από τις δύο πλευρικές είναι δύσκολο να υλοποιηθεί αν το σήμα μηνύματος έχει ισχύ κοντά στο $f=0$ (γιατί;).



SSB με κατάλοιπο πλευρικής Vestigial Side Band AM, VSB-AM (1/2)

- ✓ Χαλάρωση της αυστηρής απαίτησης στην απόκριση συχνότητας του ζωνοπερατού φίλτρου. Εμφάνιση κατάλοιπου.



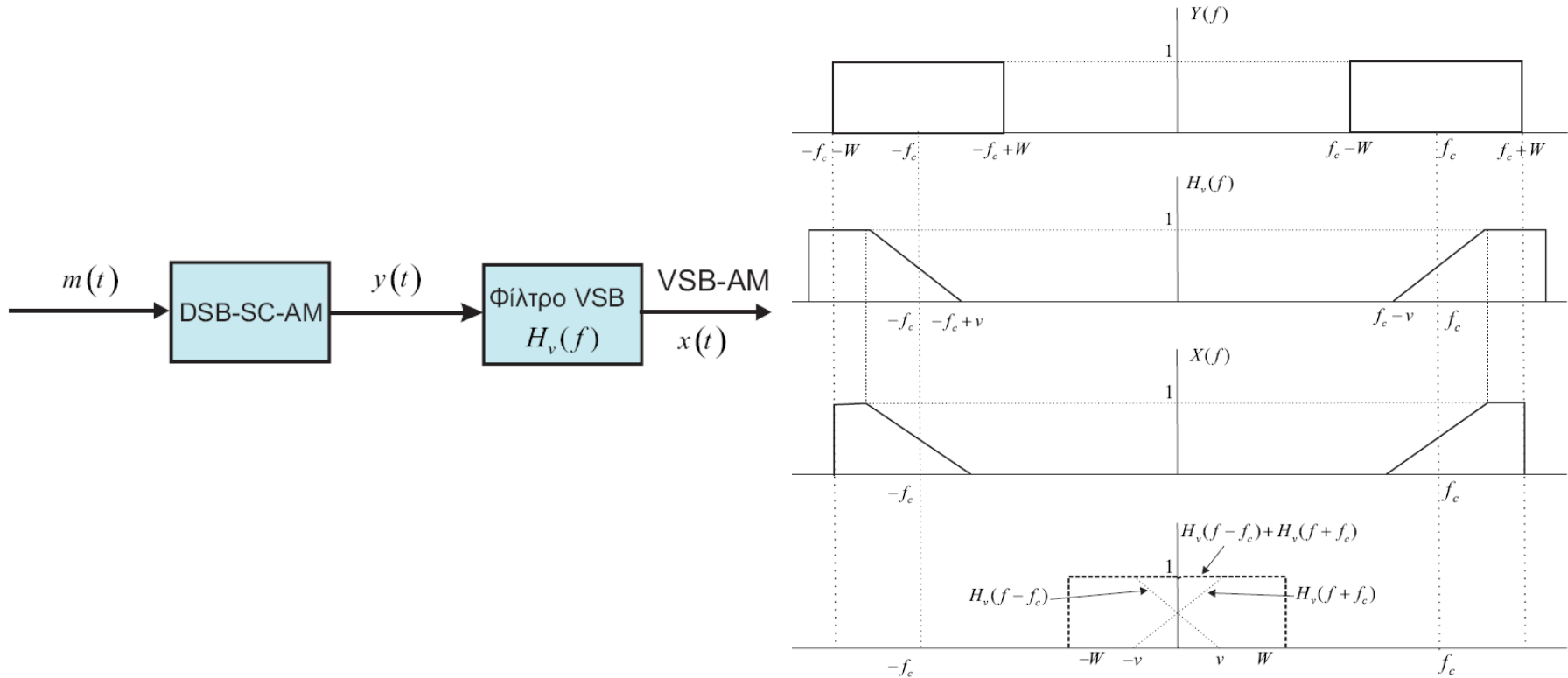
AM με κατάλοιπο πλευρικής ζώνης- Vestigial Side-band (VSB-AM)

- ✓ Ένας συμβιβασμός μεταξύ DSB-AM και SSB-AM
- ✓ Εύρος ζώνης πλησιέστερο στο SSB-AM
- ✓ Ευκολότερο στην υλοποίηση από το SSB-AM
- ✓ Το σήμα πληροφορίας μπορεί πλέον να περιέχει και χαμηλές συχνότητες



SSB με κατάλοιπο πλευρικής

Vestigial Side Band AM, VSB-AM (2/2)



Σύνοψη διαμορφώσεων πλάτους

| | AM | DSB-AM-SC | SSB-AM | SSB-AM+C | VSB-AM | VSB-AM+C |
|----------------------|------------|------------|------------------|------------------|--------------|--------------|
| $x_I(t)$ | $A_c+m(t)$ | $A_c m(t)$ | $A_c m(t)$ | $A_c+m(t)$ | $A_c m(t)$ | $A_c+m(t)$ |
| $x_Q(t)$ | 0 | 0 | $A_c \dot{m}(t)$ | $A_c \dot{m}(t)$ | $A_c m_u(t)$ | $A_c m_u(t)$ |
| Εύρος ζώνης | $2W$ | $2W$ | W | W | $W+W/k$ | $W+W/k$ |
| Αποδιαμόρφωση | Ασύμφωνη | Σύμφωνη | Σύμφωνη | Ασύμφωνη | Σύμφωνη | Ασύμφωνη |
| Αποδοτικότητα ισχύος | Μικρή | Μέγιστη | Μέγιστη | Πολύ μικρή | Μέγιστη | Πολύ μικρή |
| Πολυπλοκότητα δέκτη | Μικρή | Μεγάλη | Μεγάλη | Μικρή | Μεγάλη | Μικρή |
| Κόστος δέκτη | Χαμηλό | Υψηλό | Υψηλό | Χαμηλό | Υψηλό | Χαμηλό |



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 3: Διαμόρφωση πλάτους**». 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 8, 19-21, 25-26, 31-32, 34 και 36 προέρχονται από το σύγγραμμα του μαθήματος “Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα”, Εκδόσεις Τζιόλα, μετά από άδεια του συγγραφέα Καθ. Γ. Καραγιαννίδη.

