



εισαγωγή

στα αναλογικά συστήματα
διαμόρφωσης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΗΜΑΤΑ ΒΑΣΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΚΑΙ ΖΩΝΟΠΕΡΑΤΑ

ΦΙΛΤΡΑ

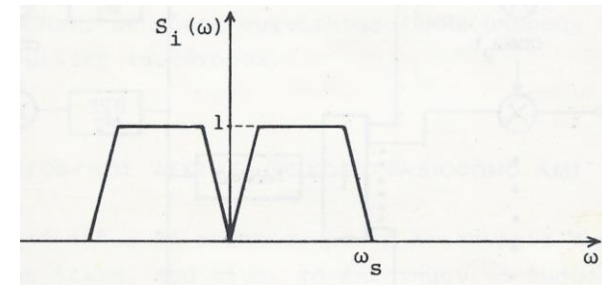
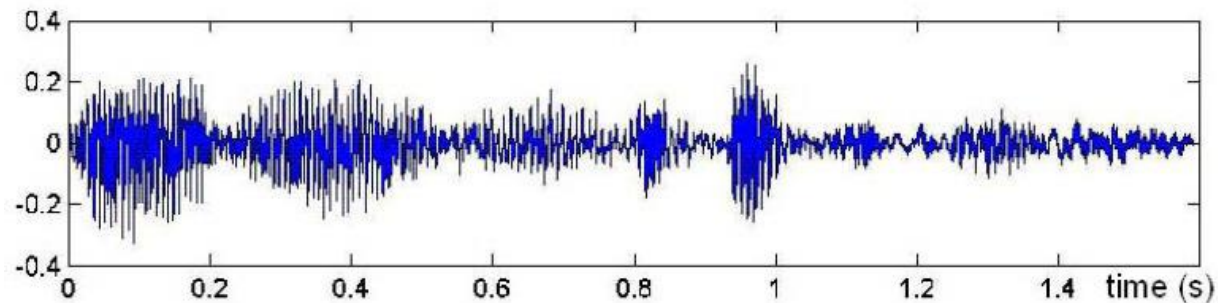
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗΣ

- Ανάγκη για διαμόρφωση
- Λόγοι διαμόρφωσης
- ΕΙΔΗ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ

Το απλούστερο σύστημα διαμόρφωσης:
Σύστημα Διαμόρφωσης AM-DSB-SC

Σήματα: Βασικής ζώνης και Ζωνοπερατό

- ✓ Σήμα βασικής ζώνης (baseband) είναι το σήμα με μη-μηδενικό φασματικό περιεχόμενο στην περιοχή γύρω από τη συχνότητα $f = 0$ και σχεδόν μηδενικό περιεχόμενο στην υπόλοιπη περιοχή του φάσματος συχνοτήτων.



- ✓ Ζωνοπερατό (bandpass) είναι το σήμα με μη-μηδενικό φασματικό περιεχόμενο συγκεντρωμένο γύρω από μία κεντρική συχνότητα $f = \pm f_c$ (με $f_c \gg 0$) και σχεδόν μηδενικό περιεχόμενο στην υπόλοιπη περιοχή του φάσματος

$$X(f) = 0, |f - f_c| \geq 2W \quad \longrightarrow \quad x(t) = Am(t) \cos 2\pi f_c t$$



Ζωνοπερατά Σήματα

$$x(t) = x_I(t) \cos(2\pi f_c t) - x_Q(t) \sin(2\pi f_c t)$$

Συμφασική
(In-phase)
συνιστώσα

Βασικής ζώνης

Ορθογώνια
(Quadrature)
συνιστώσα

Περιβάλλουσα

$$V(t) = \sqrt{x_I^2(t) + x_Q^2(t)}$$

Φάση

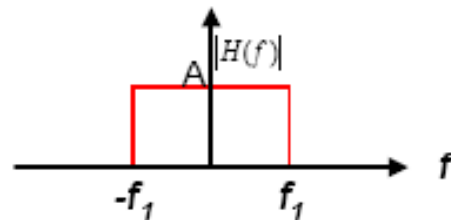
$$\theta(t) = \tan^{-1} \left[\frac{x_Q(t)}{x_I(t)} \right]$$



Φίλτρα

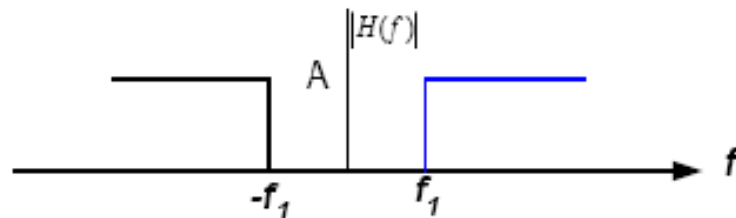
LowPass
Filter

LPF ⇒



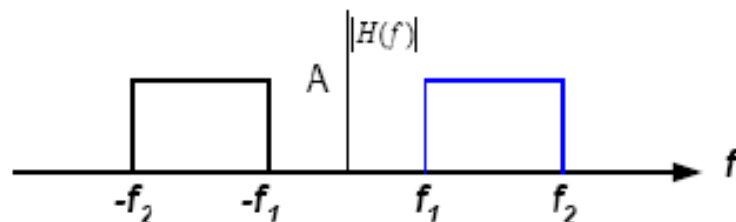
High Pass
Filter

HPF ⇒



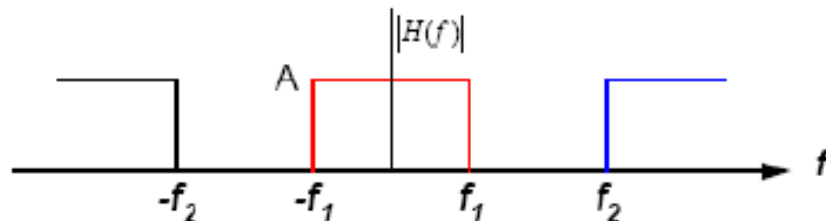
Band Pass
Filter

BPF ⇒



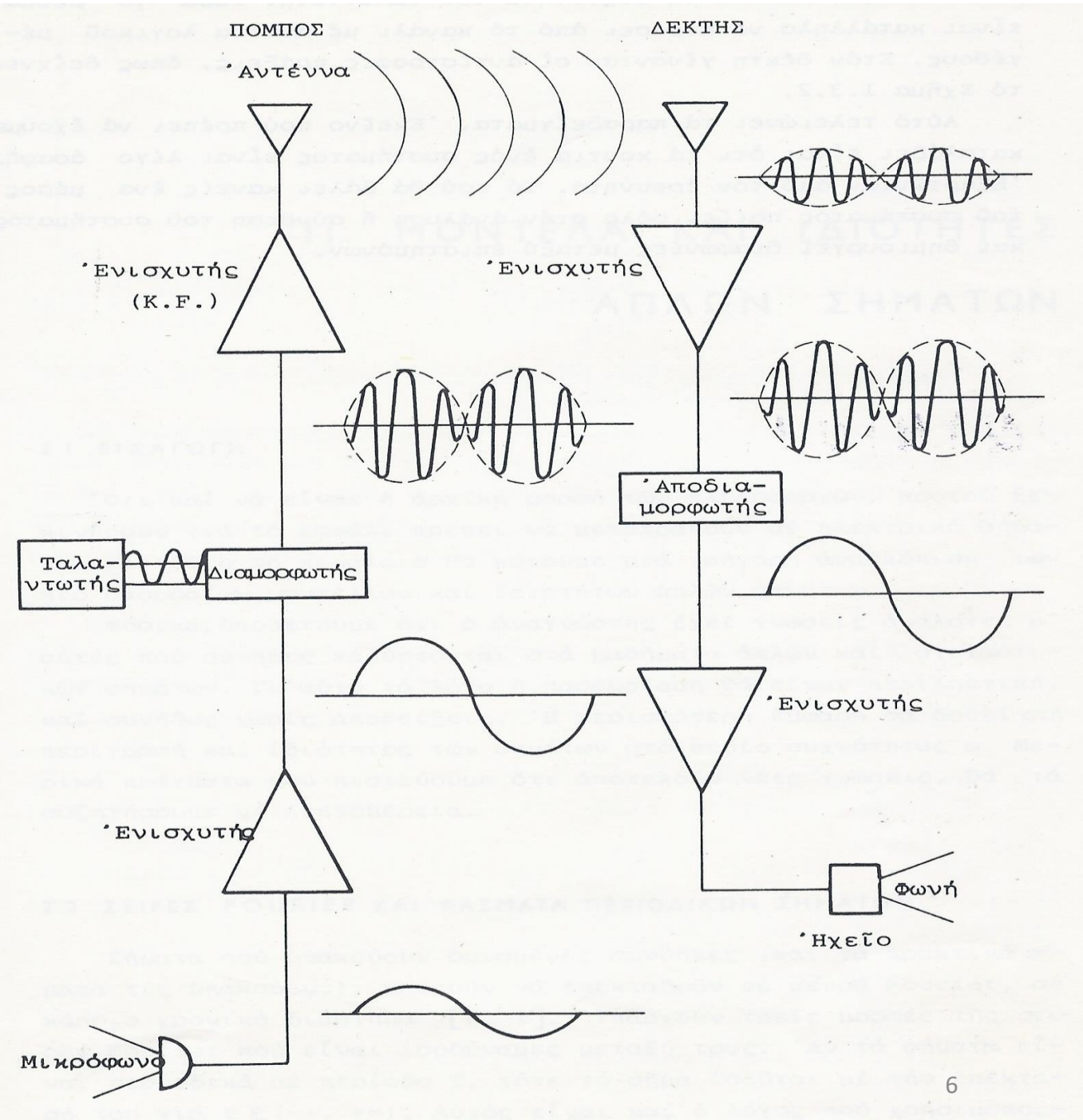
Band Stop
Filter

BSF ⇒

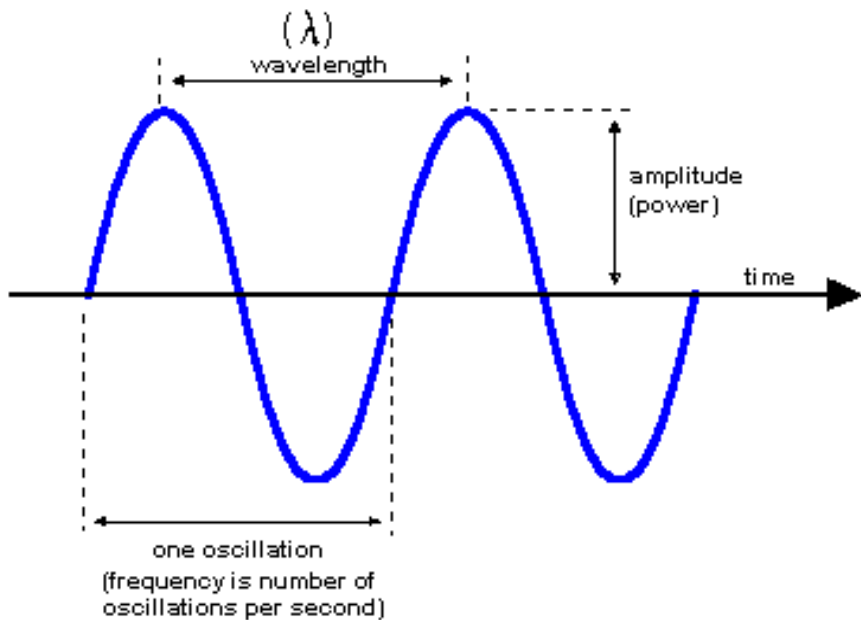


Παράδειγμα ανάγκης για ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

Μετάδοση φωνής



Παράδειγμα ανάγκης για διαμόρφωση



Ο ομιλητής μιλάει στο μικρόφωνο, το οποίο μετατρέπει την φωνή σε ηλεκτρικό ρεύμα (ηλεκτρική τάση).

Το ρεύμα αυτό (λόγω των συχνοτήτων του) δεν είναι κατάλληλο προς μετάδοση στην ατμόσφαιρα, αφού βέβαια μετατραπεί σε ηλεκτρομαγνητικό κύμα μέσω μιας κεραίας (αντένας).

Η θεωρία κεραιών αποδεικνύει ότι για να σταλεί αποδοτικά ένα κύμα, πρέπει το μήκος της αντένας να είναι περίπου το 1/10 του μήκους κύματος λ της μικρότερης συχνότητας του ρεύματος.

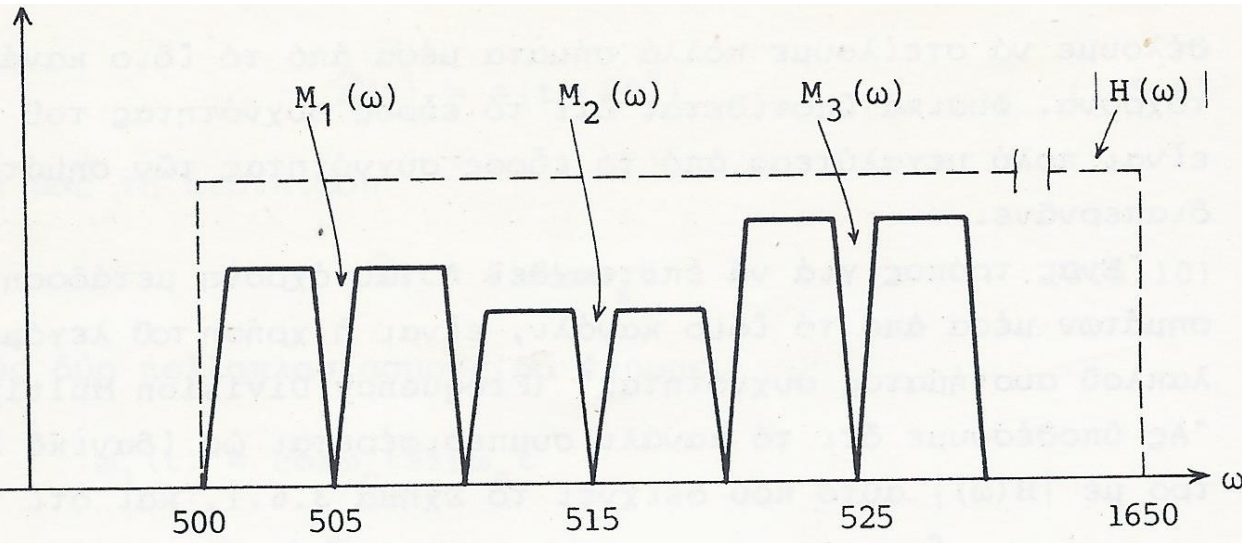
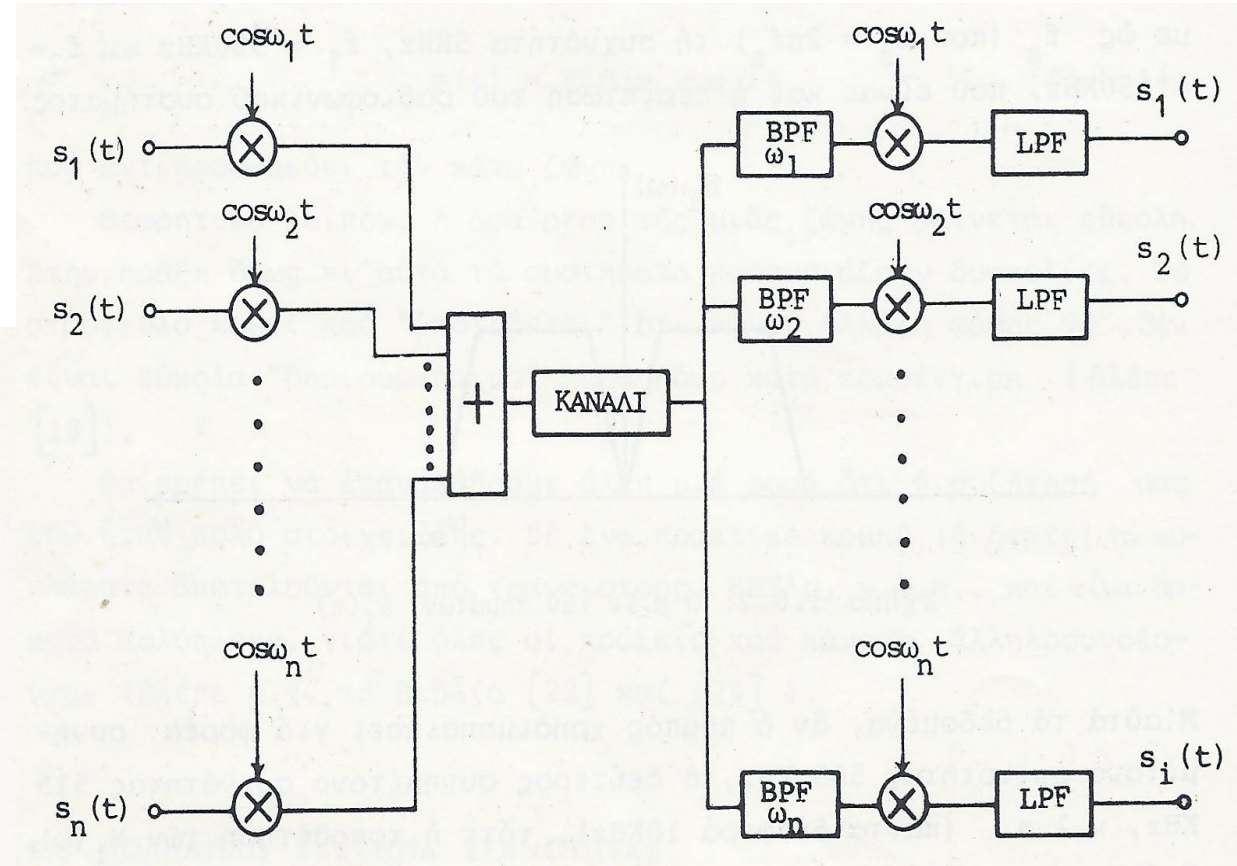
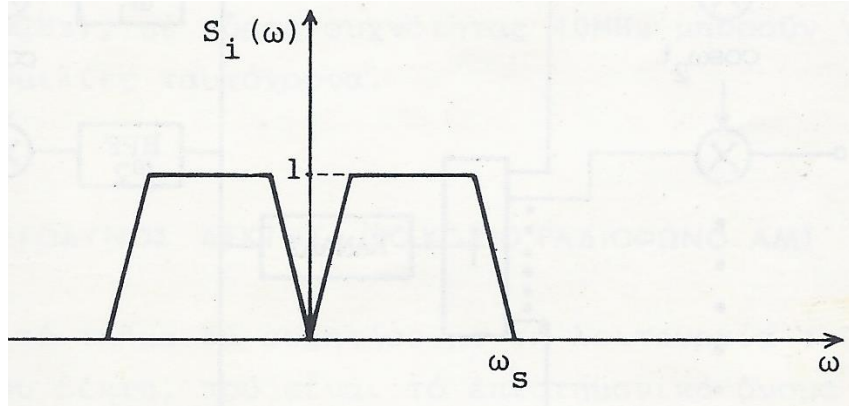
Έστω ότι η μικρότερη συχνότητα είναι $f = 100 \text{ Hz}$.

- Τότε, $\lambda = c / f$, όπου $c = 300000 \text{ km/s}$, δηλ. $\lambda = 3 * 10^6 \text{ m}$
- Άρα μήκος αντένας (κεραίας) = $3 * 10^5 \text{ m} = \underline{\underline{300 \text{ km !!!}}}$

Λόγοι διαμόρφωσης

- 1) Προσαρμογή του πληροφοριακού σήματος στα χαρακτηριστικά του μέσου μετάδοσης (καναλιού).
- 2) Πολλαπλή εκμετάλλευση του μέσου μετάδοσης.
- 3) Βελτίωση του λόγου σήματος προς θόρυβο (SNR – Signal to Noise Ratio).

Πολυπλή εκμετάλλευση του μέσου μετάδοσης με σύστημα FDM – Frequency Division Multiplexing



Αναλογικές διαμορφώσεις

- Συστήματα που χρησιμοποιούνται σε ραδιοφωνικές εκπομπές, στα (κινητά) συστήματα επικοινωνίας (mobile communications).
- Τα σήματα πληροφορίας προς μετάδοση είναι ανθρώπινη ομιλία και μουσική, χαμηλού αρμονικού περιεχομένου (συχνότητες από 40 Hz μέχρι 15 KHz περίπου).
- Το κανάλι (η αντένα και η ατμόσφαιρα) συμπεριφέρονται σαν ένα μεσοδιαβατό (bandpass) φίλτρο με την χαμηλή συχνότητα αποκοπής στα 500 KHz περίπου.
- Πληροφορία και κανάλι δεν ταιριάζουν (στις συχνότητες).
- Ο πομπός κάτι πρέπει να κάνει για να μπορέσει να μεταδώσει την πληροφορία μέσα από το κανάλι (και να φτάσει η πληροφορία στον δέκτη – π.χ. σπιτικά ραδιόφωνα).
- Ο πομπός θα κάνει ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ.

Διαμόρφωση φορέα

$$\text{Φορέας} = A \cos(\omega_c t + \varphi)$$

- Πλάτος A
- (Κυκλική) Συχνότητα ω_c
- Φάση φ
- Γωνία $(\omega_c t + \varphi)$

Πληροφορία στο Πλάτος \Rightarrow Διαμόρφωση Πλάτους, AM
(Amplitude Modulation)

Πληροφορία στη Συχνότητα \Rightarrow Διαμόρφωση Συχνότητας,
FM (Frequency Modulation)

Πληροφορία στη Φάση \Rightarrow Διαμόρφωση Φάσης, PM
(Phase Modulation)

Πληροφορία στη Γωνία του φορέα \Rightarrow FM ή PM

Αναλογικές Επικοινωνίες

- ✓ Οι αναλογικές επικοινωνίες σχετίζονται με την εκπομπή, λήψη και πολυπλεξία αναλογικών σημάτων.
- ✓ **Διαμορφώσεις Πλάτους (Amplitude Modulation)**, στις οποίες το σήμα πληροφορίας βασικής ζώνης αντιστοιχείται στο πλάτος του διαμορφωμένου (modulated) σήματος.
 - Περιλαμβάνει τις τεχνικές: Διπλής Πλευρικής Ζώνης με Συνολικό Φέρον (Double Side Band-AM-Total Carrier, DSB-AM-TC), Διπλής Πλευρικής Ζώνης με Καταργημένο Φέρον (Double Side Band-AM-Suppressed Carrier, DSB-AM-SC), Μονής Πλευρικής Ζώνης (Single Side Band-AM, SSB-AM) και Μονής Πλευρικής Ζώνης με Κατάλοιπο (Vestigial Side Band-AM, VSB-AM).
- ✓ **Διαμορφώσεις Γωνίας (Angle Modulation)**, όπου η πληροφορία αντιστοιχείται στη γωνία του διαμορφωμένου σήματος, μέσω της μεταβολής της συχνότητας ή της φάσης του. Οι αντίστοιχες τεχνικές ονομάζονται Διαμόρφωση Συχνότητας (Frequency Modulation-FM) και Διαμόρφωση Φάσης (Phase Modulation-PM).

Συστήματα Διαμόρφωσης Πλάτους Διπλής Πλευρικής Ζώνης Χωρίς Φορέα (AM-DSB-SC)

② ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΠΛΗΣ ΠΛΕΥΡΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΕΑ.

$$m(t) = [A \cdot s(t)] \cos \omega_c t = A s(t) \frac{e^{j\omega_c t} + e^{-j\omega_c t}}{2} = \frac{A s(t)}{2} e^{j\omega_c t} + \frac{A s(t)}{2} e^{-j\omega_c t}$$

$$M(\omega) = \frac{A}{2} S(\omega - \omega_c) + \frac{A}{2} S(\omega + \omega_c)$$

$$e(t) = A m(t) \cos \omega_c t = A^2 s(t) \cos^2 \omega_c t = \frac{A^2}{2} s(t) (1 + \cos 2\omega_c t) \Rightarrow$$

$$E(\omega) = \frac{A^2}{2} S(\omega) + \frac{A^2}{4} S(\omega - 2\omega_c) + \frac{A^2}{4} S(\omega + 2\omega_c)$$

$$O(\omega) = \frac{A^2}{2} S(\omega) \Rightarrow O(t) = \frac{A^2}{2} s(t)$$

ΔΕΚΤΗΣ = συγχρονισμένος γίαιος

Μετασχ. Fourier $f(t) \leftrightarrow F(\omega)$
 $e^{j\omega_0 t} f(t) \leftrightarrow F(\omega - \omega_0)$