

ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ



Βασικά Στάδια Επικοινωνίας



Βασικά Στάδια Ασύρματης Επικοινωνίας

Πομπός

Πληροφορία
(Ηχητικό σήμα – 100Hz-20kHz)



Μετατροπή σε ηλεκτρικό σήμα



Μετατροπή ηλεκτρικού σήματος
σε ΗΜ κύμα



Δέκτης

Αρχική πληροφορία

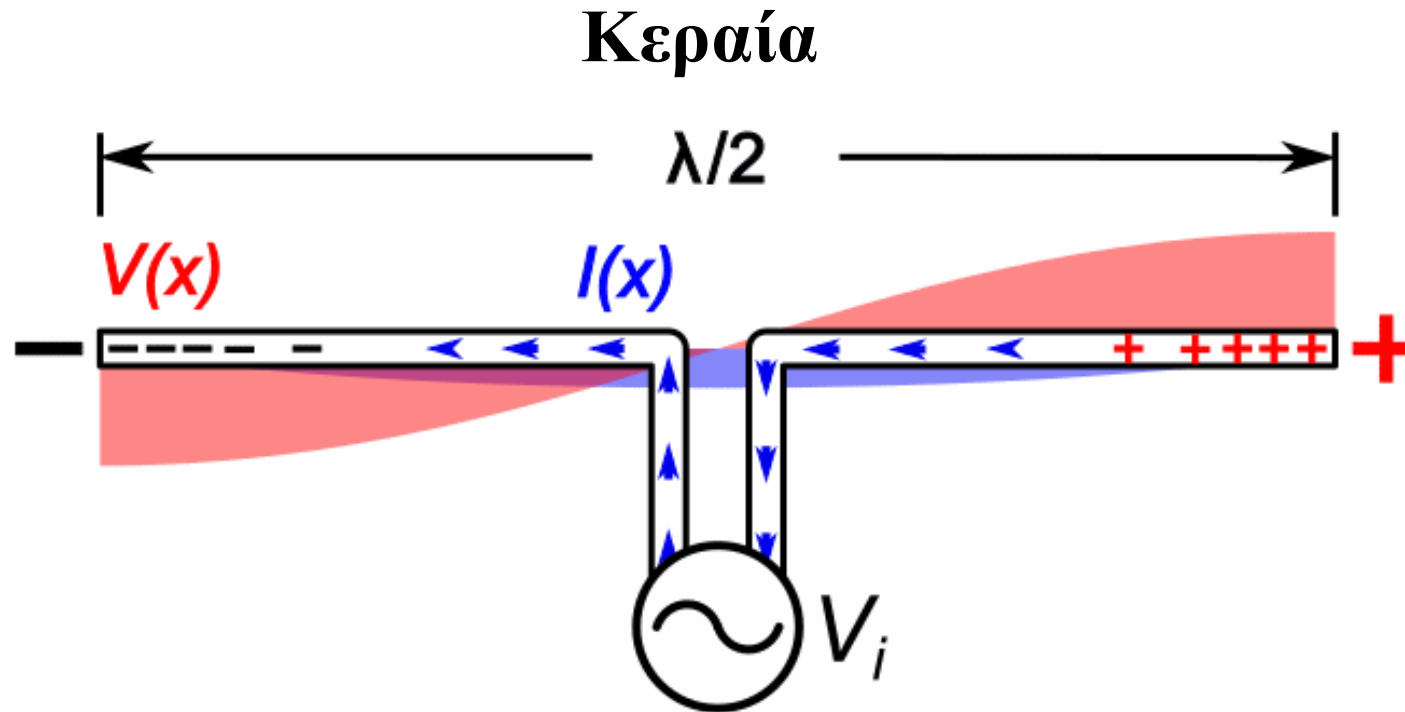


Μετατροπή ηλεκτρικού σε
ηχητικό σήμα



Μετατροπή ΗΜ κύματος σε
ηλεκτρικό σήμα

Μετατροπή ηλεκτρικού σήματος σε ΗΜ κύμα



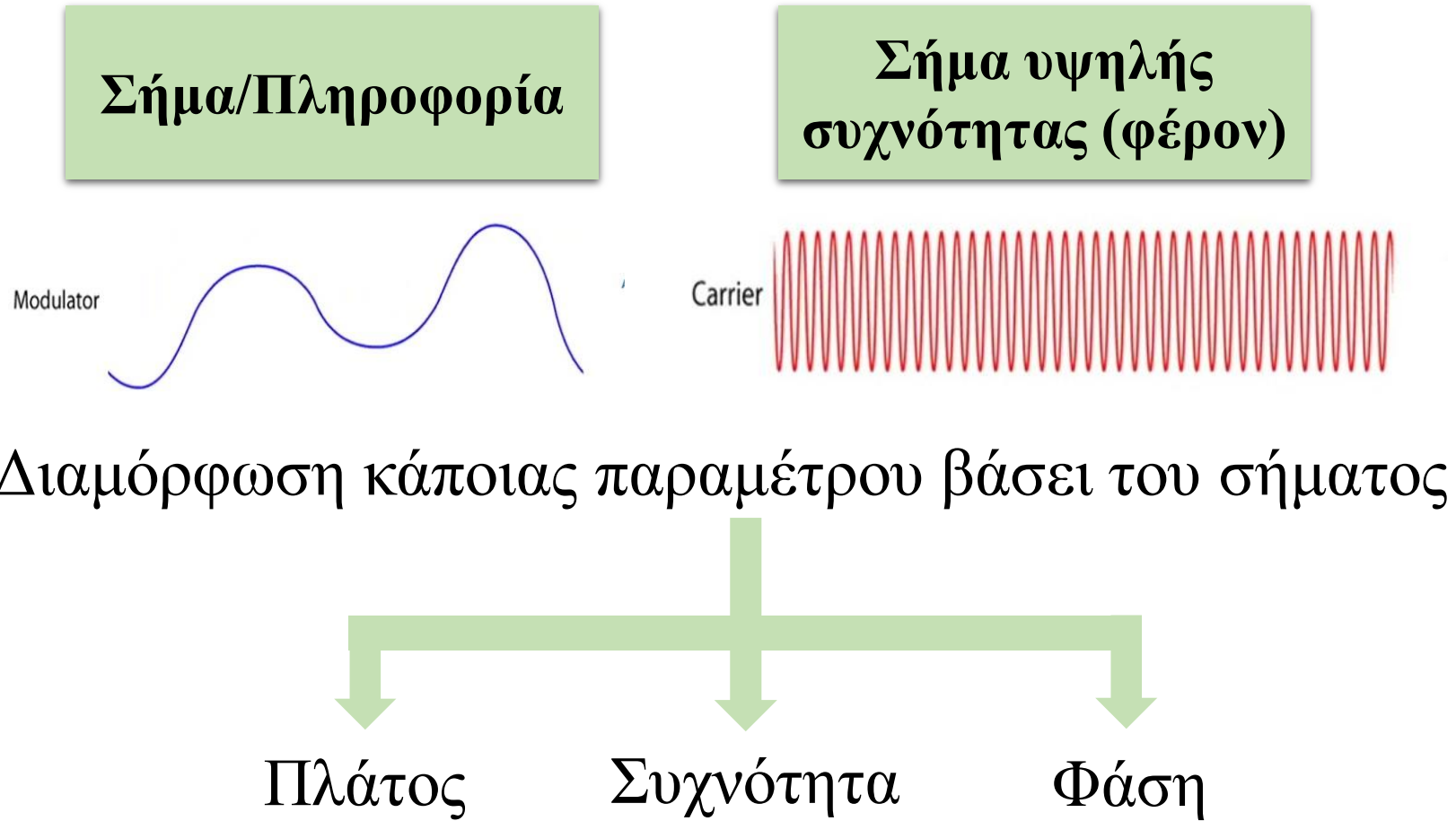
Προβλημα 1: Μεγάλο μήκος κεραίας

Μετατροπή ΗΜ κύματος σε ηλεκτρικό σήμα



Προβλημα 2: Παρεμβολές

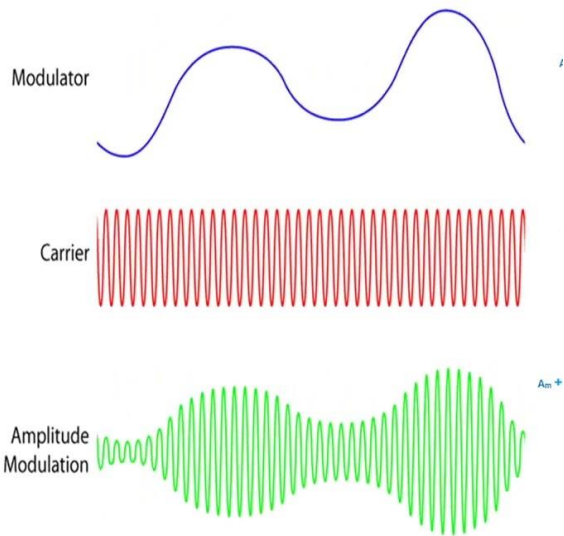
Εισαγωγή Σταδίου Διαμόρφωσης



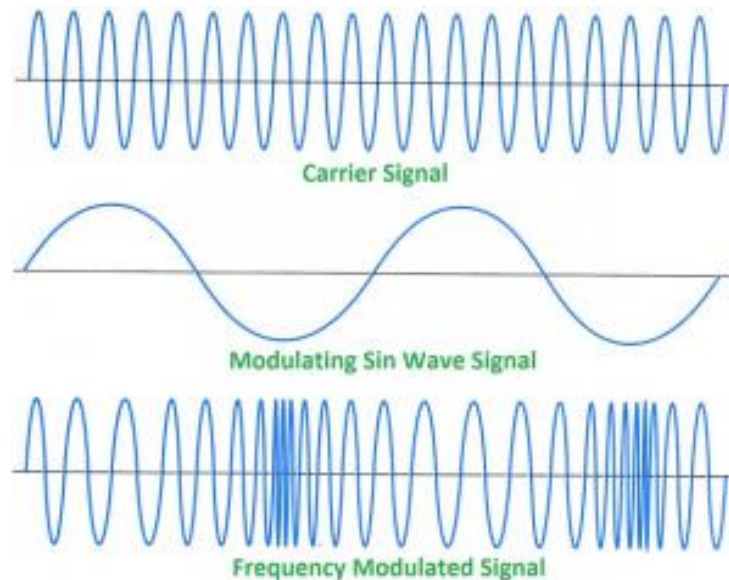
Εισαγωγή Σταδίου Διαμόρφωσης

Διαμόρφωση κάποιας παραμέτρου βάσει του σήματος

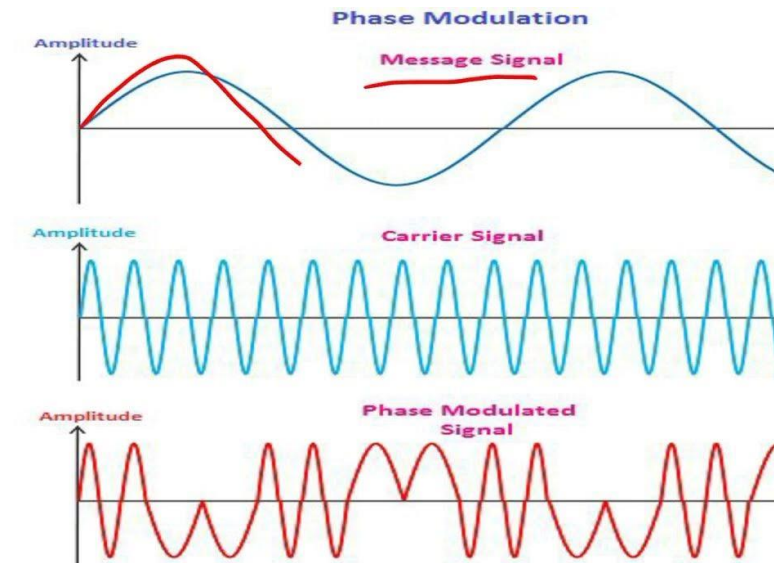
Πλάτος



Συχνότητα



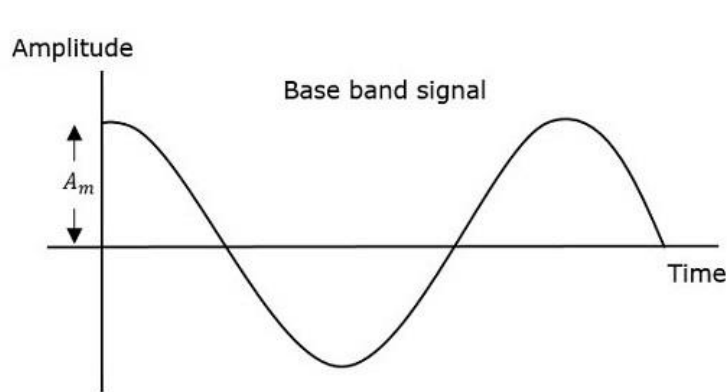
Φάση



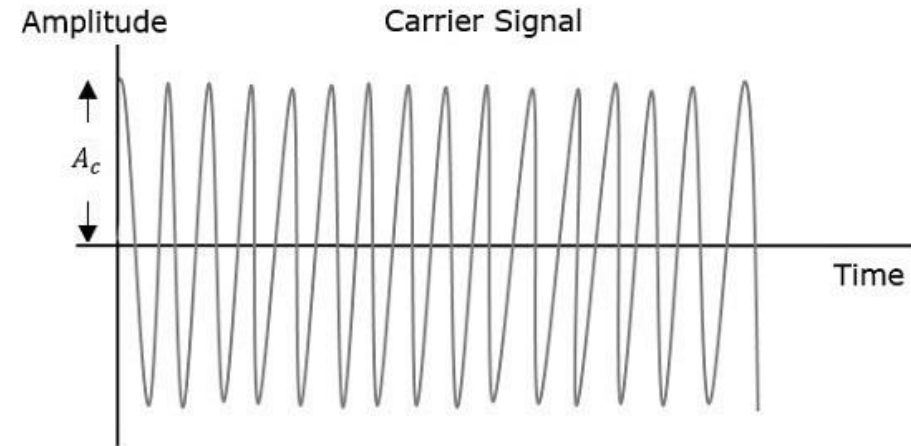
Πλεονεκτήματα Διαμόρφωσης

- Μικρό μήκος κεραίας
- Αποφυγή παρεμβολών στην ίδια συχνότητα
- Μεγαλύτερο μήκος ζεύξεων
- Εφαρμογή multiplex τεχνικών
- Αλλαγή και προσαρμογή εύρους ζώνη

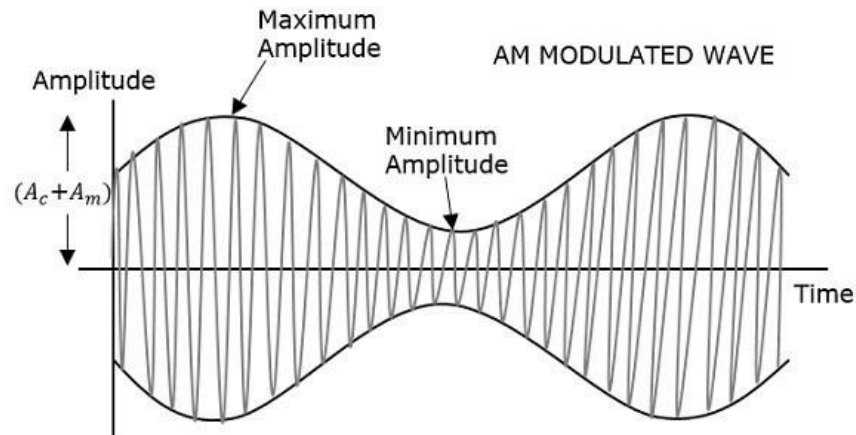
Διαμόρφωση Πλάτους



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



$$c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t)$$



$$s(t) = [A_c + A_m \cos(2\pi f_m t)] \cos(2\pi f_c t)$$

Διαμόρφωση Πλάτους Δείκτης Διαμόρφωσης

$$s(t) = A_c \left[1 + \left(\frac{A_m}{A_c} \right) \cos(2\pi f_m t) \right] \cos(2\pi f_c t)$$

$$\Rightarrow s(t) = A_c [1 + \mu \cos(2\pi f_m t)] \cos(2\pi f_c t)$$

Δείκτης Διαμόρφωσης $\mu = \frac{A_m}{A_c}$

$$A_{\max} = A_c + A_m$$

$$A_{\min} = A_c - A_m$$

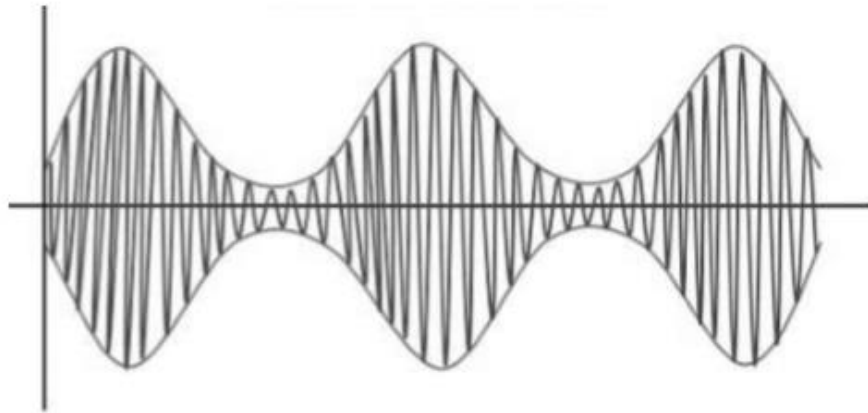


$$\mu = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_{\max} + A_{\min}}$$

Διαμόρφωση Πλάτους Δείκτης Διαμόρφωσης

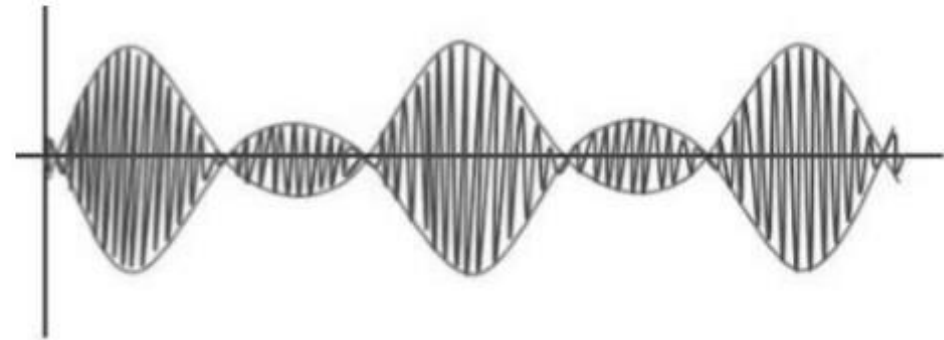
$\mu < 1$

Under-Modulated wave



$\mu > 1$

Over-Modulated wave



Διαμόρφωση Πλάτους Εύρος Ζώνης (Bandwidth)

$$BW = f_{max} - f_{min}$$

$$s(t) = A_c [1 + \mu \cos(2\pi f_m t)] \cos(2\pi f_c t)$$

$$\Rightarrow s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + A_c \mu \cos(2\pi f_c t) \cos(2\pi f_m t)$$

$$s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + \frac{A_c \mu}{2} \cos[2\pi (f_c + f_m) t] + \frac{A_c \mu}{2} \cos[2\pi (f_c - f_m) t]$$



1^η Συχνότητα



2^η Συχνότητα



3^η Συχνότητα

$$f_{max} = f_c + f_m \text{ and } f_{min} = f_c - f_m$$

$$BW = f_c + f_m - (f_c - f_m)$$

$$\Rightarrow BW = 2f_m$$

Διαμόρφωση Πλάτους Ισχύς

$$s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + \frac{A_c \mu}{2} \cos[2\pi (f_c + f_m) t] + \frac{A_c \mu}{2} \cos[2\pi (f_c - f_m) t]$$

$$P_t = P_c + P_{USB} + P_{LSB}$$

$$P = \frac{v_{rms}^2}{R} = \frac{(v_m/\sqrt{2})^2}{2}$$

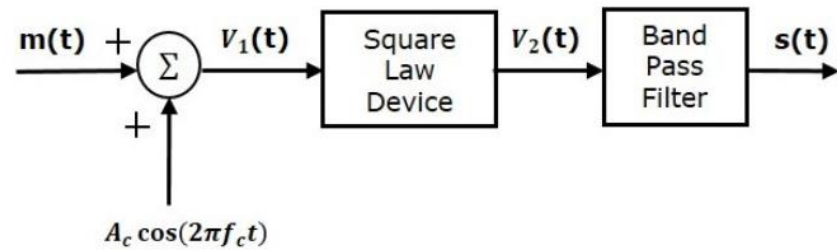
$$P_c = \frac{(A_c/\sqrt{2})^2}{R} = \frac{A_c^2}{2R}$$

$$P_{USB} = \frac{(A_c \mu / 2\sqrt{2})^2}{R} = \frac{A_c^2 \mu^2}{8R}$$

$$P_{LSB} = \frac{A_c^2 \mu^2}{8R}$$

$$P_t = \frac{A_c^2}{2R} + \frac{A_c^2 \mu^2}{8R} + \frac{A_c^2 \mu^2}{8R} \Rightarrow P_t = \left(\frac{A_c^2}{2R} \right) \left(1 + \frac{\mu^2}{4} + \frac{\mu^2}{4} \right) \Rightarrow P_t = P_c \left(1 + \frac{\mu^2}{2} \right)$$

Κυκλώματα Διαμόρφωσης Πλάτους

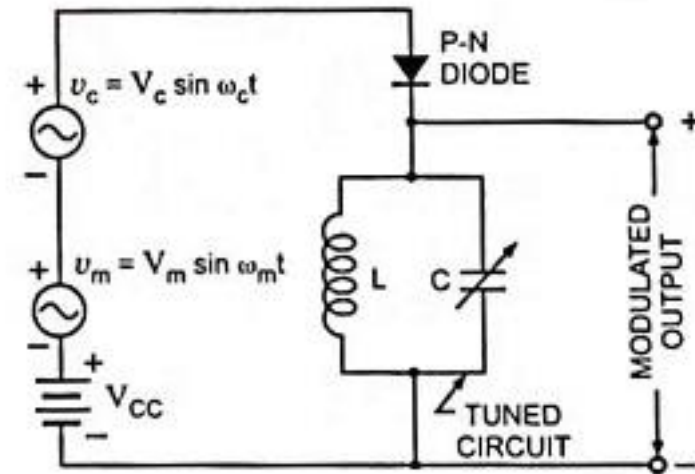


$$V_1(t) = m(t) + A_c \cos(2\pi f_c t)$$

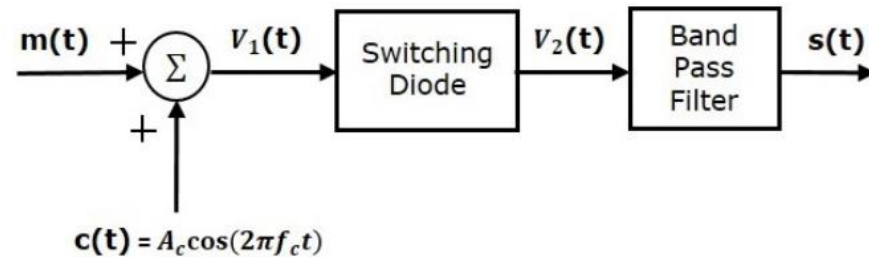
$$V_2(t) = k_1 V_1(t) + k_2 V_1^2(t)$$

$$V_2(t) = k_1 m(t) + k_2 m^2(t) + k_2 A_c^2 \cos^2(2\pi f_c t) + k_1 A_c \left[1 + \left(\frac{2k_2}{k_1} \right) m(t) \right] \cos(2\pi f_c t)$$

$$s(t) = A_c [1 + k_a m(t)] \cos(2\pi f_c t)$$



Κυκλώματα Διαμόρφωσης Πλάτους



$$V_1(t) = m(t) + c(t) = m(t) + A_c \cos(2\pi f_c t)$$

$$V_2(t) = \begin{cases} V_1(t) & \text{if } c(t) > 0 \\ 0 & \text{if } c(t) < 0 \end{cases}$$

$$V_2(t) = V_1(t) x(t)$$

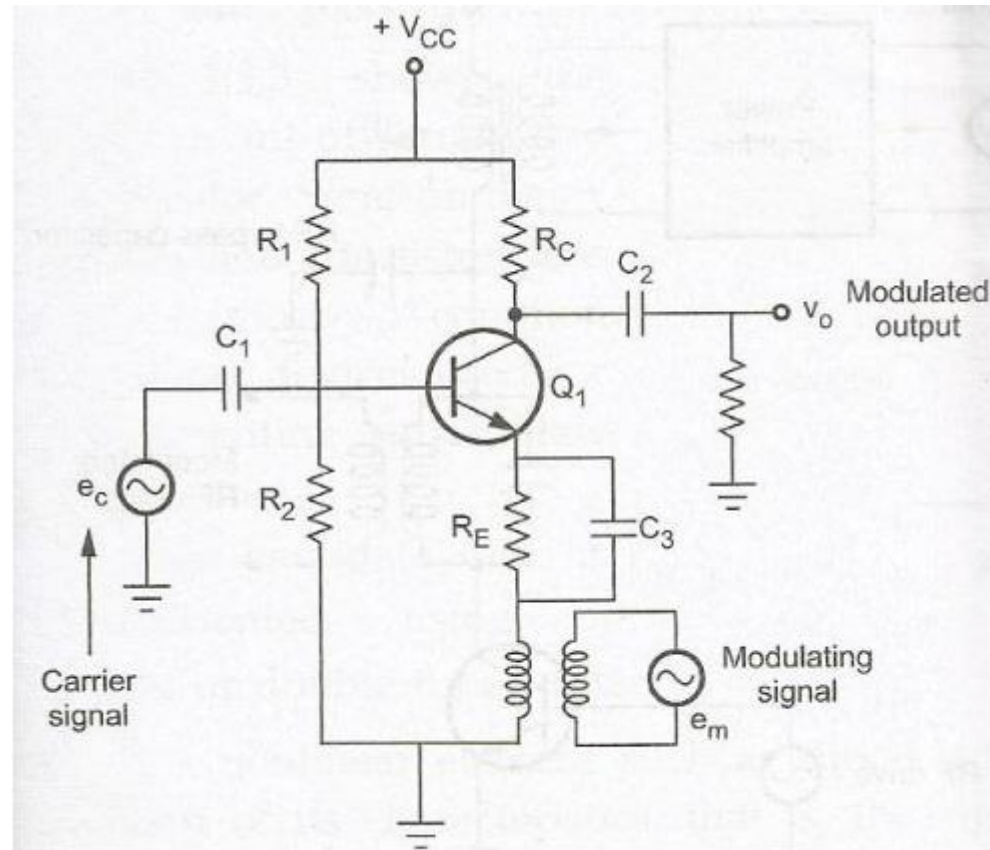


$$x(t) = \frac{1}{2} + \frac{2}{\pi} \cos(2\pi f_c t) - \frac{2}{3\pi} \cos(6\pi f_c t) + \dots$$

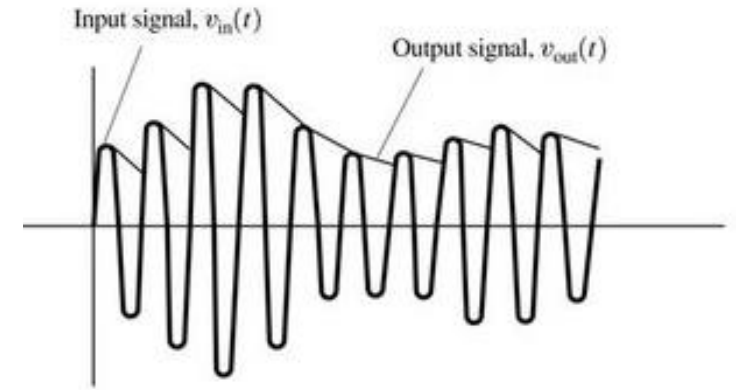
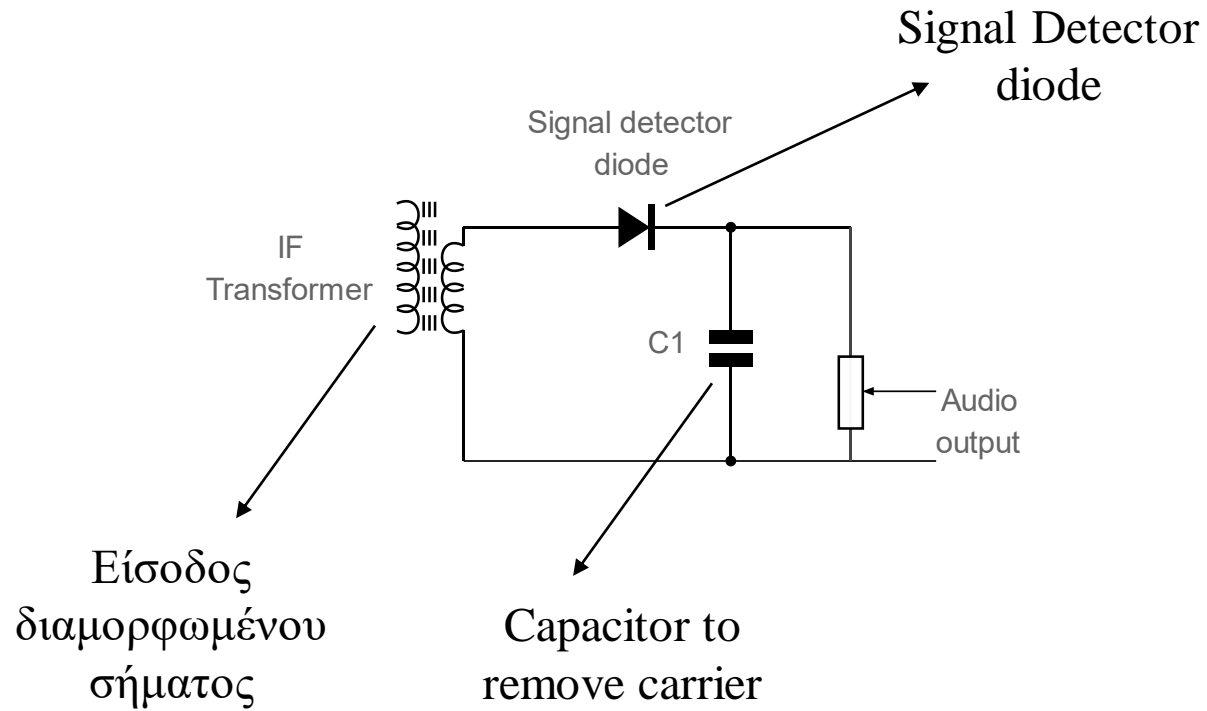
$$V_2(t) = \frac{A_c}{2} \left(1 + \left(\frac{4}{\pi A_c} \right) m(t) \right) \cos(2\pi f_c t) + \frac{m(t)}{2} + \frac{2A_c}{\pi} \cos^2(2\pi f_c t) - \frac{2m(t)}{3\pi} \cos(6\pi f_c t) - \frac{2A_c}{3\pi} \cos(2\pi f_c t) \cos(6\pi f_c t) + \dots$$

$$s(t) = A_c [1 + k_a m(t)] \cos(2\pi f_c t)$$

Κυκλώματα Διαμόρφωσης Πλάτους



Κυκλώματα Αποδιαμόρφωσης



**ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΛΑΤΟΥΣ
ΑΣΚΗΣΕΙΣ**

ΑΣΚΗΣΗ 1

Δίνεται το παρακάτω σήμα $m(t)$ το οποίο θα υποστεί διαμόρφωση πλάτους με το φέρον $c(t)$. Να υπολογιστεί ο δείκτης διαμόρφωσης, η ισχύς του φέροντας και η απαιτούμενη ισχύς για την AM διαμόρφωση

$$m(t) = 10 \cos(2\pi 10^3 t)$$

$$c(t) = 50 \cos(2\pi 10^5 t)$$

$$\left. \begin{array}{l} m(t) = 10 \cos(2\pi \times 10^3 t) \\ m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t) \end{array} \right\} \begin{array}{l} A_m = 10 \text{volts} \\ f_m = 10^3 \text{Hz} = 1 \text{KHz} \end{array} \quad \left| \quad \left. \begin{array}{l} c(t) = 50 \cos(2\pi \times 10^5 t) \\ c(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) \end{array} \right\} \begin{array}{l} A_c = 50 \text{volts} \\ f_c = 10^5 \text{Hz} = 100 \text{KHz} \end{array}$$

$$\mu = \frac{A_m}{A_c} = \frac{10}{50} = 0.2$$

$$P_c = \frac{A_c^2}{2R} = \frac{(50)^2}{2(1)} = 1250 \text{W}$$

$$P_t = P_c \left(1 + \frac{\mu^2}{2}\right) = 1250 \left(1 + \frac{(0.2)^2}{2}\right) = 1275 \text{W}$$

ΑΣΚΗΣΗ 2

Η εξίσωση ενός σήματος δίνεται από την παρακάτω εξίσωση:

$$s(t) = 20[1 + 0.8\cos(2\pi 10^3 t)]\cos(4\pi 10^5 t)$$

Να υπολογιστεί η ισχύς του φέροντος, ο δείκτης διαμόρφωσης και το εύρος ζώνης

$$\left. \begin{aligned} s(t) &= 20 [1 + 0.8 \cos(2\pi \times 10^3 t)] \cos(4\pi \times 10^5 t) \\ s(t) &= 20 [1 + 0.8 \cos(2\pi \times 10^3 t)] \cos(2\pi \times 2 \times 10^5 t) \\ s(t) &= A_c [1 + \mu \cos(2\pi f_m t)] \cos(2\pi f_c t) \end{aligned} \right\} \begin{aligned} A_c &= 20 \text{volts} \\ \mu &= 0.8 \\ f_m &= 10^3 \text{Hz} = 1 \text{KHz} \\ f_c &= 2 \times 10^5 \text{Hz} = 200 \text{KHz} \end{aligned}$$

$$P_c = \frac{A_e^2}{2R} = \frac{(20)^2}{2(1)} = 200 \text{W}$$

$$BW = 2f_m = 2(1\text{K}) = 2\text{KHz}$$