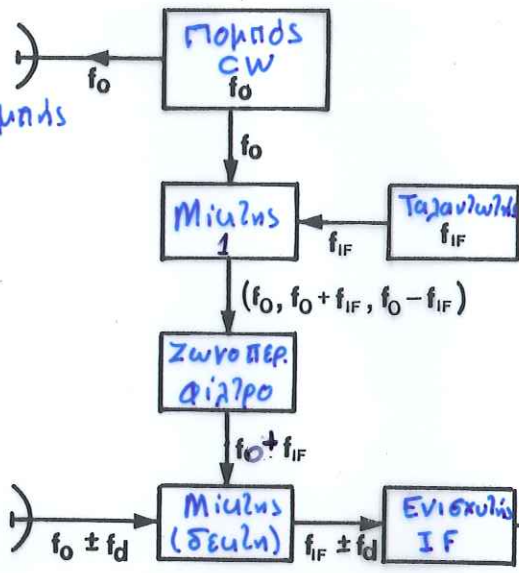


Ραντάρ CW με Υπερεπερόδουο Δευσλν

Κεραία Εκπομπής



Αύξηση ευαισθησίας μέχρι και 30dB ως προς τον Ομόδουο δέκτη

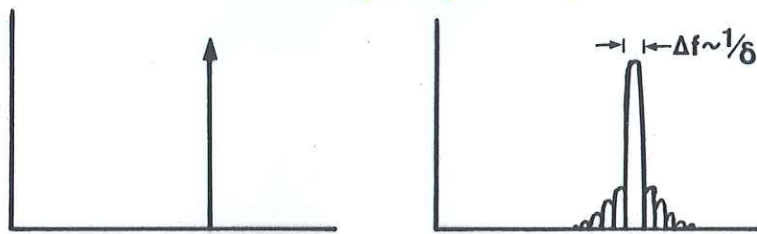
Κεραία λήψης

Μπλοκ Διαγράμμα Ραντάρ - CW - Doppler με Υπερεπερόδουο Δευσλν.

ΕΥΡΟΣ ΖΩΝΗΣ ΔΕΚΤΗ

$\delta = \theta_B / \dot{\theta}_s =$ Διάρκεια που η κεραία "βλέπει" το στόχο.

Απόκριση (Ενέργεια / Ηζ)



$$= \frac{\sin[\pi \cdot \delta \cdot (f - f_0)]}{\pi (f - f_0)}$$

Φάσμα Συχνότητων

Συχνότητα (α)

Συχνότητα (β)

CW - Ταλαντώσης

Απειρησ Διάρκεια

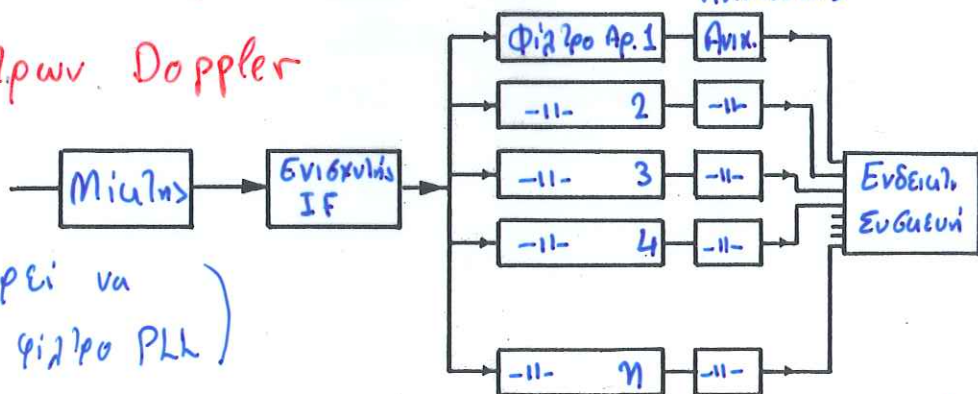
Πεπερασμένης Διάρκεια - $\delta = \frac{\theta_B}{\dot{\theta}_s}$

Παράδειγμα:

$\theta_B = 2^\circ$, $\dot{\theta}_s = 6 \text{ rpm} = 36^\circ/\text{sec} \rightarrow \delta \approx 1/18 \text{ sec} \rightarrow B = \frac{1}{\delta} = 18 \text{ Hz}$

Αιτία λόγω: μεταβολών ενέργειών διατομής, διακοπή από μηχανική στρού, ελαττώματα κλπ.

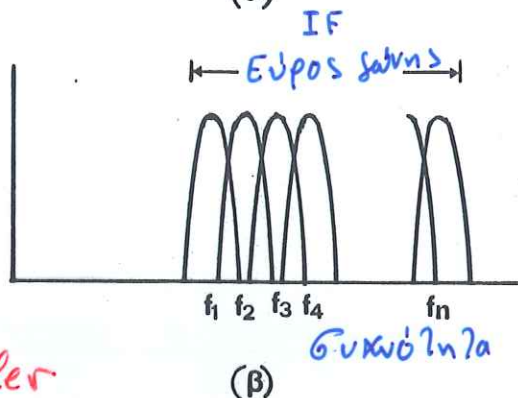
Τράπεζα φίλτρων Doppler



(Αντί αυτνς μπορεί να χρησιμοποιηεί φίλτρο PLL)

A/D → FFT (hardware)

Απόκριση

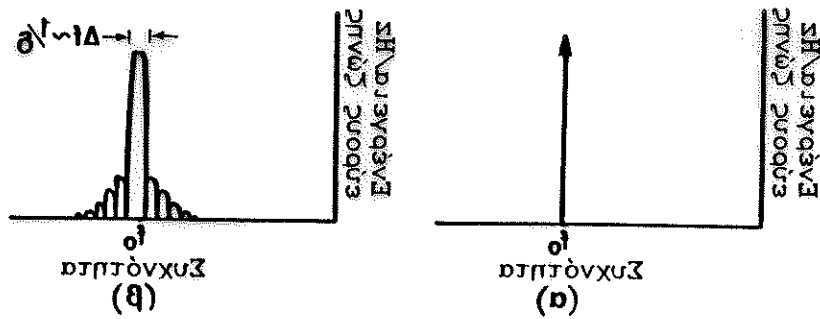


Δυνατότητες

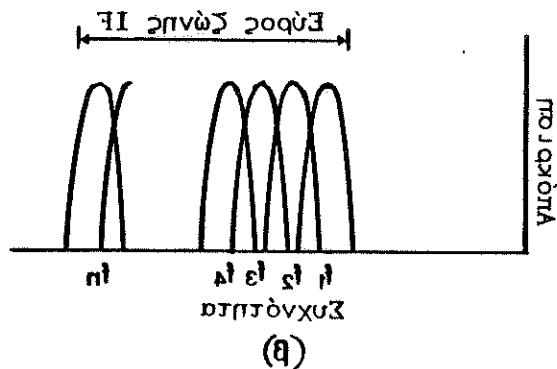
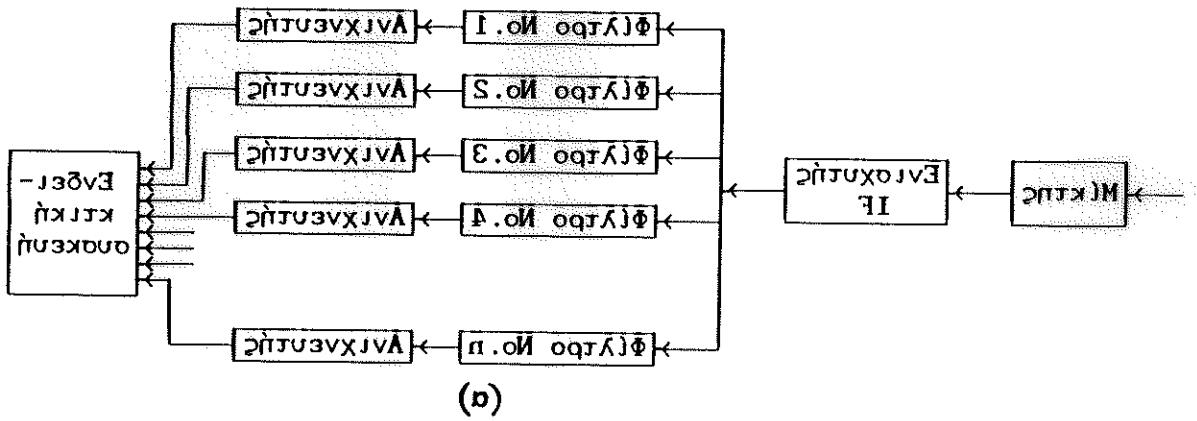
- μείωση θορύβου
- διαφορετικν βλδθμν κατωφλιον σε καθε ζώνη συχνοτήτων

Απόκριση - Συχνότητας

Τράπεζας φίλτρων - Doppler

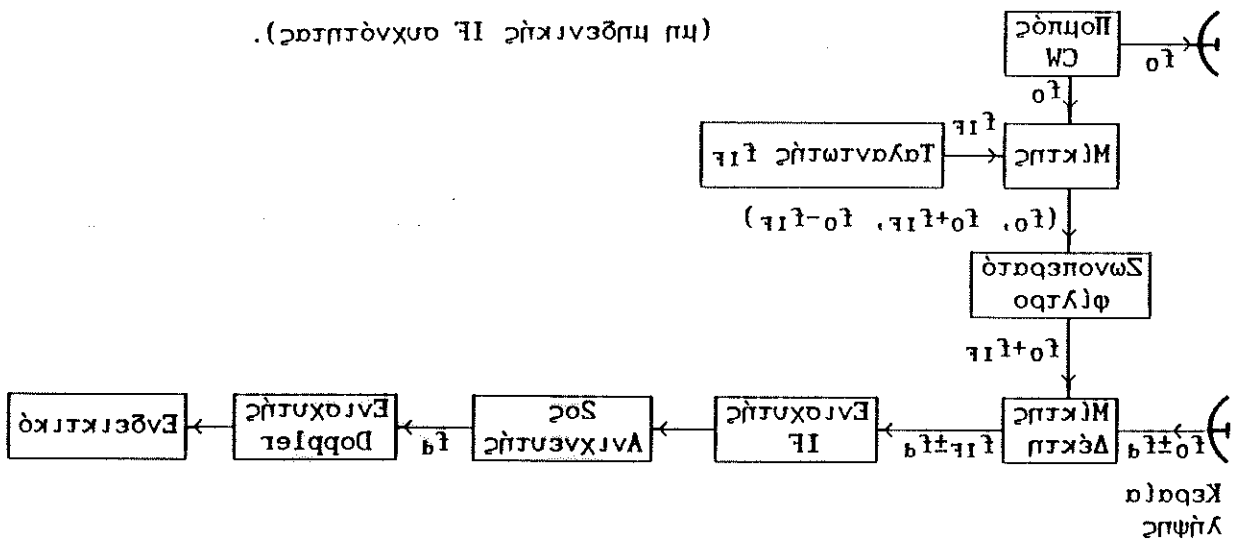


Σχήμα 3.5. β) άπειρη διακριτική και γ) πεπερασμένη διακριτική. α) άπειρη διακριτική και β) πεπερασμένη διακριτική. α) άπειρη διακριτική και β) πεπερασμένη διακριτική.



Σχήμα 3.6. α) Μικτός διατάκτης n-φίλτρων στενής ζώνης τοποθετημένων στη βαθμίδα IF, και β) Απόκριση συχνοτήτων των n-φίλτρων.

Κεφαλαίο εκπομπής (τη μηχανική IF συχνότητα). Μικτός διατάκτης CW με υπερτεταρτονο δέκτη



Κεφαλαίο γήινης

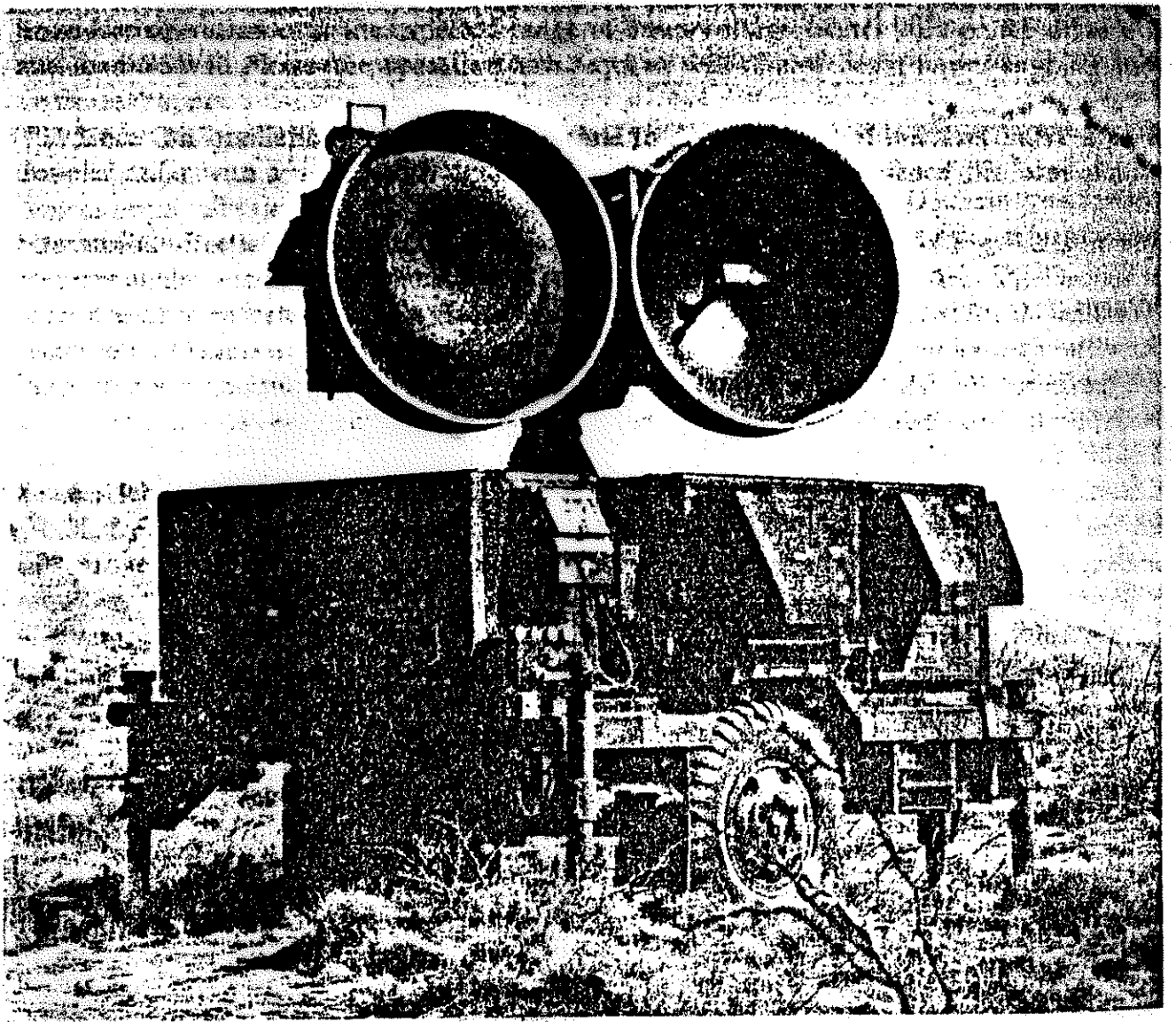
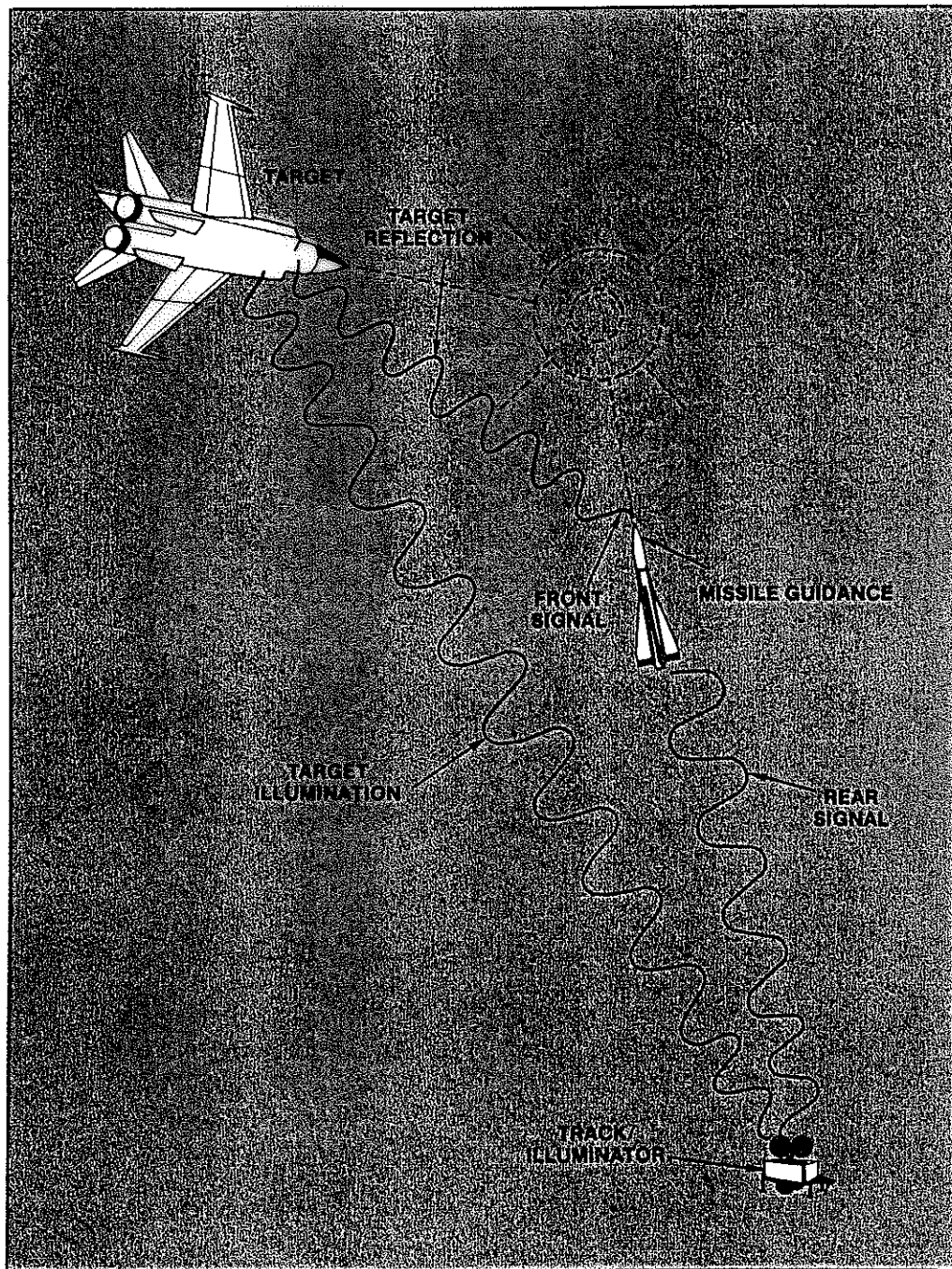
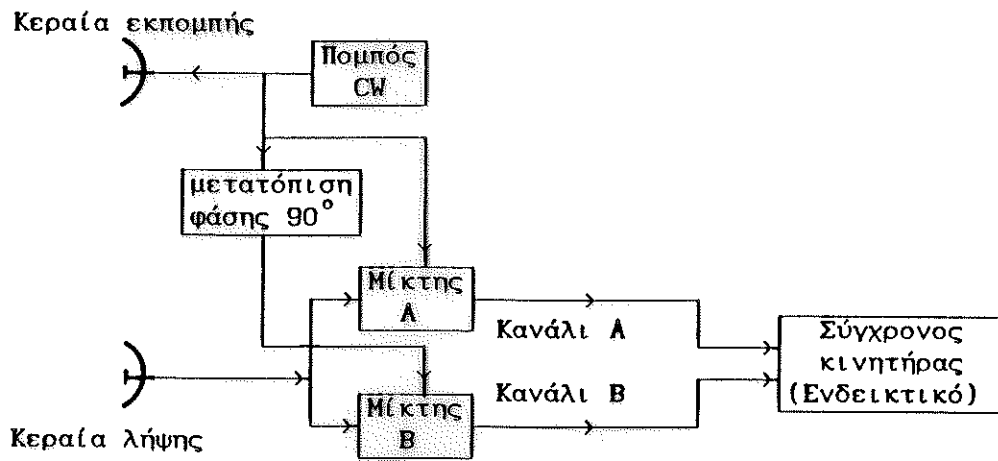


Figure 3. AN/MPO-46 CW tracker-illuminator for the Hawk missile system showing separate transmitting and receiving antennas. (Courtesy, Raytheon Co.)

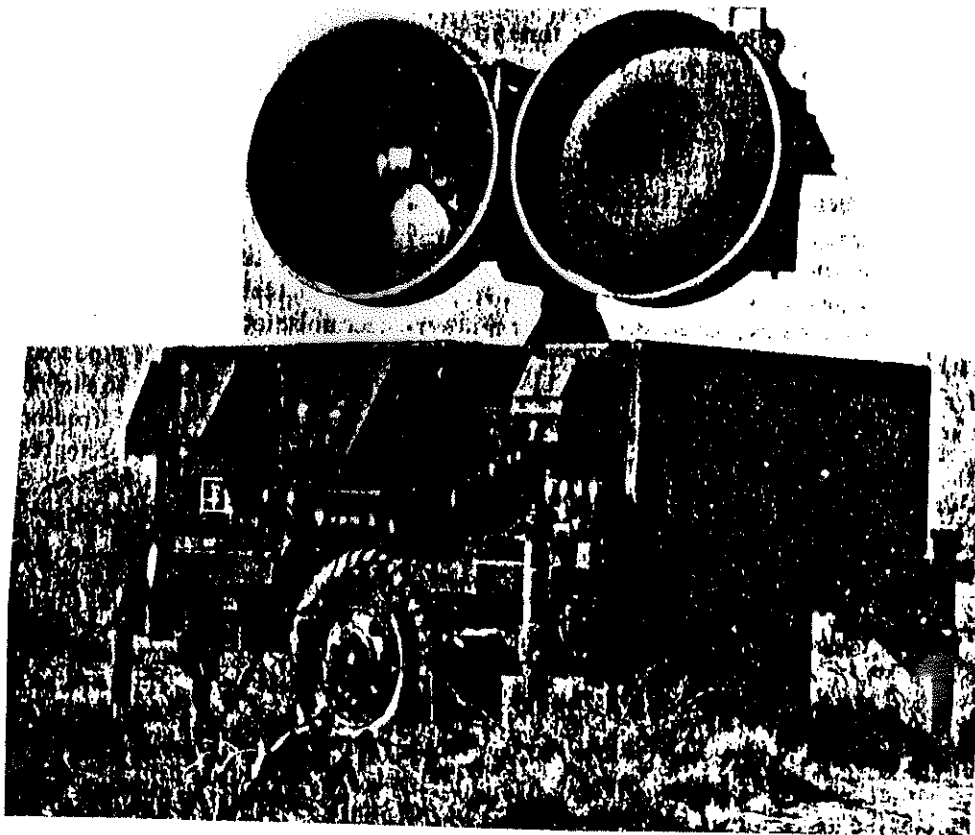


Semi-active homing.

Σχήμα 3. Βασική αρχή ημι-αυτόματης προσέγγισης πυραύλου-στόχου.



Σχήμα 3.8. Μέτρηση της διεύθυνσης μετατόπισης της συχνότητας doppler με διφασικό κινητήρα.

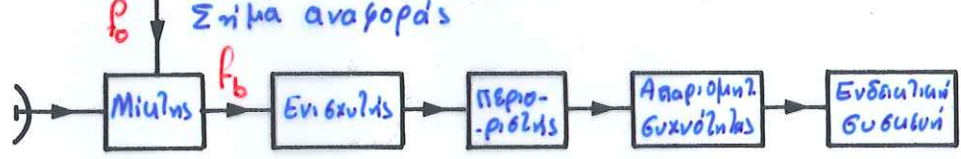


Σχήμα 3.3. Ραντάρ AN/MPQ-46 CW για την πλοήγηση των πυραύλων Hawk. Αριστερά φαίνεται η κεραία εκπομπής και δεξιά η κεραία λήψης.

Κεραία Επομπής



Κεραία λήψης

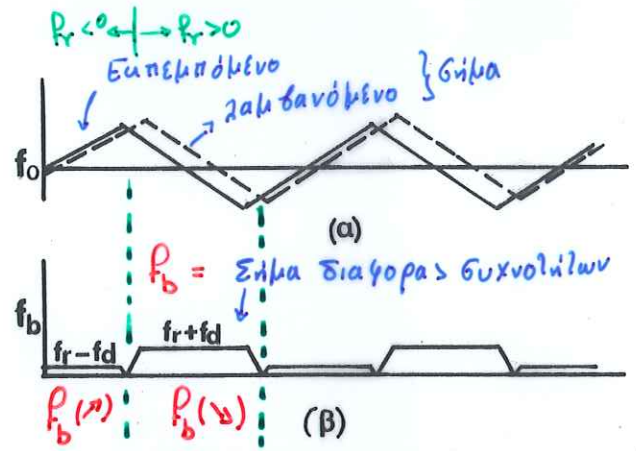


Μαζούκ Διαγράμμα πανώρ FM-CW.

Περιορισμός: Το σήμα γαλιδίδεται για να αφαιρεθεί ο θόρυβος που επιυδείται. Αυτό είναι δυνατό γιατί η πληροφορία περιέχεται στη συχνότητα μόνο.

Απόουση για κινούμενο στόχο ($P_d \neq 0$)

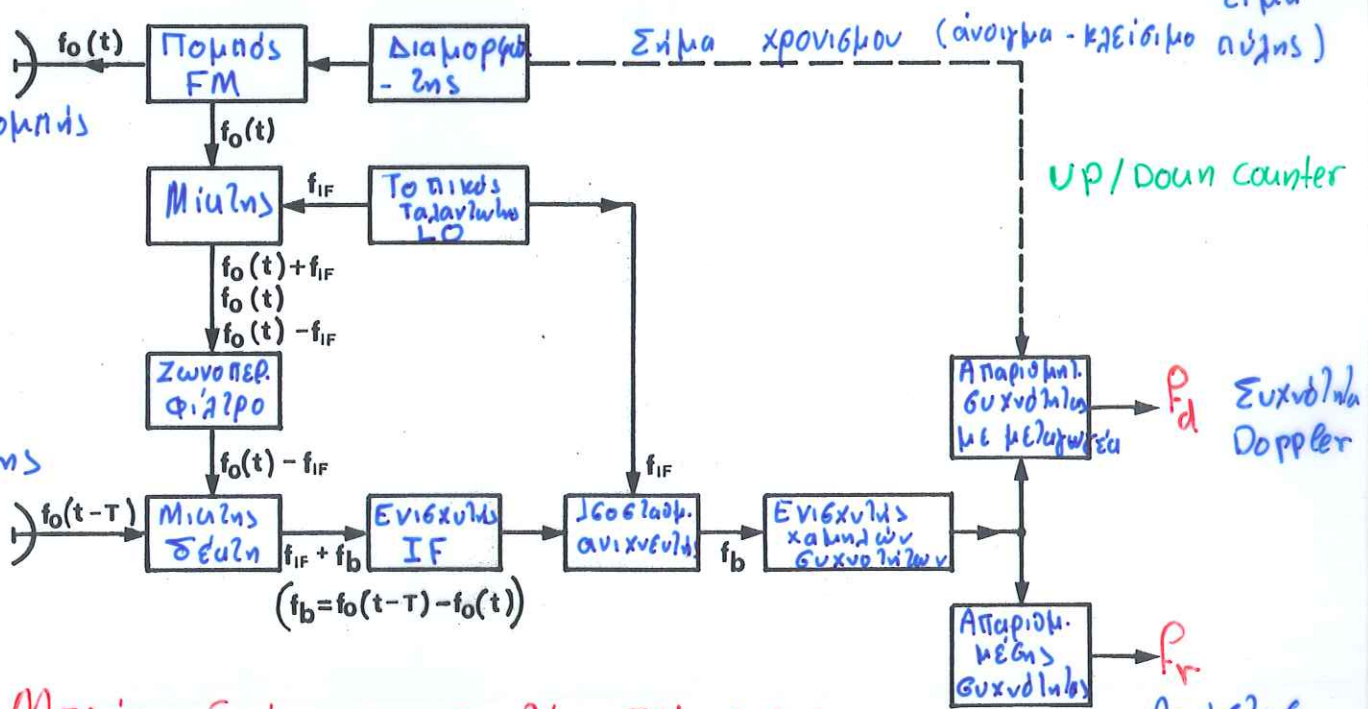
(πλήμ σιάξει) $P_d > 0$



Συχν. λήψης - Συχν. εκπομπής
 P_r μεταλ. Συχνολ. λόγω απόστασης
 P_d -||- -||- -||- κίνησης
 $P_b(\alpha) = P_r - P_d$
 $P_b(\beta) = P_r + P_d$

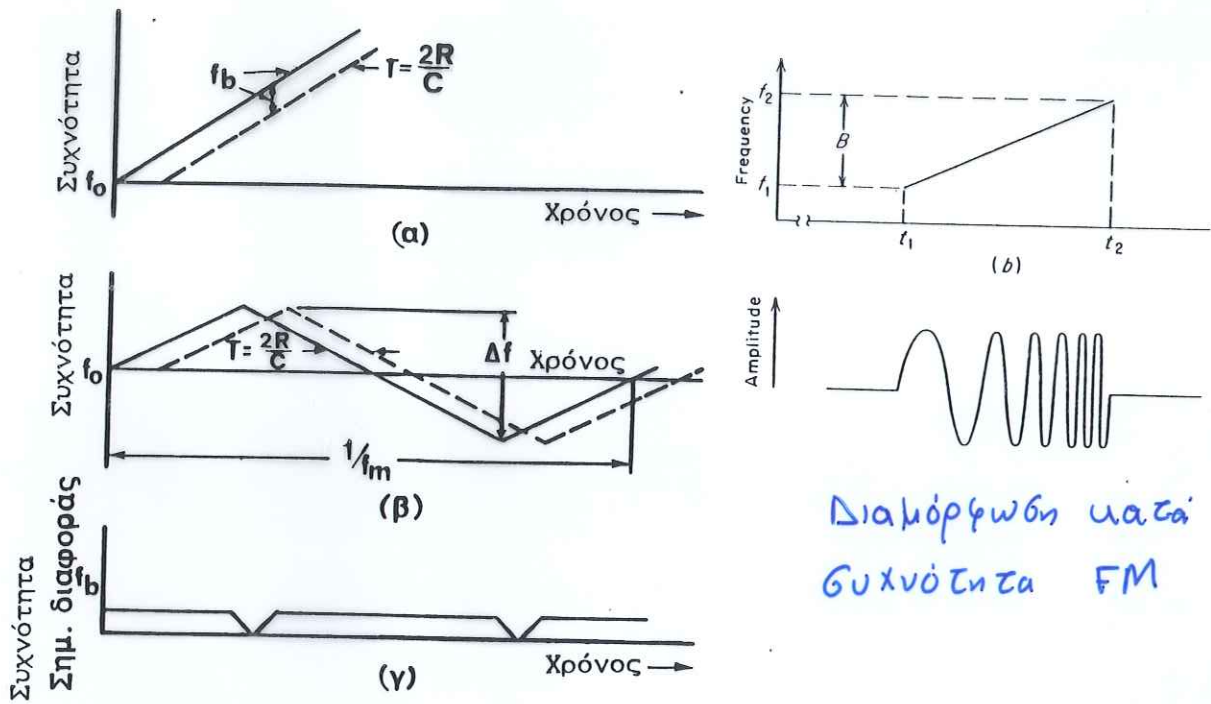
$P_r = \frac{1}{2} | P_b(\alpha) + P_b(\beta) | =$ μέση τιμή της P_b και $R = c \cdot P_r / (4 \cdot P_{fm} \cdot \Delta F)$
 $P_d = \frac{1}{2} | P_b(\beta) - P_b(\alpha) | \rightarrow$ Απαριθ. Συχν. με μετρώγδα $v_r = c \cdot P_d / (2 \cdot P_0)$
 (μέση τιμή)

Κεραία Επομπής

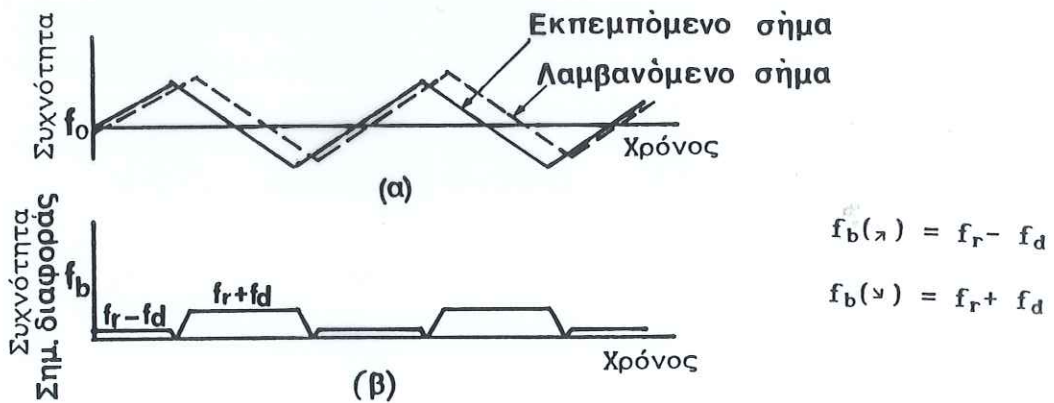


Μαζούκ Διαγράμμα πανώρ FM-CW με υπερεξόδουνο δέυση

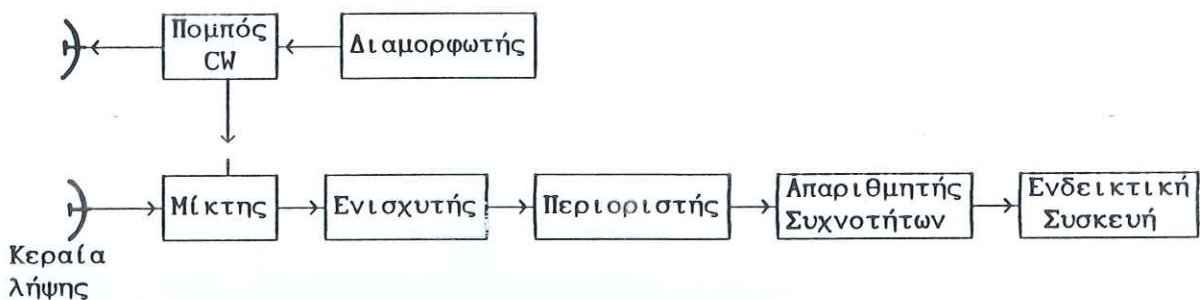
PANTAP FM-CW



Σχήμα 3.9. Μεταβολή της συχνότητας συναρτήσει του χρόνου για FM-CW ραντάρ, με συνεχή γραμμή για το εκπεμπόμενο και διακεκομμένη για το σήμα ηχούς : α) γραμμική διαμόρφωση συχνότητας, β) τριγωνική διαμόρφωση συχνότητας και γ) διαφορά συχνοτήτων για το β.

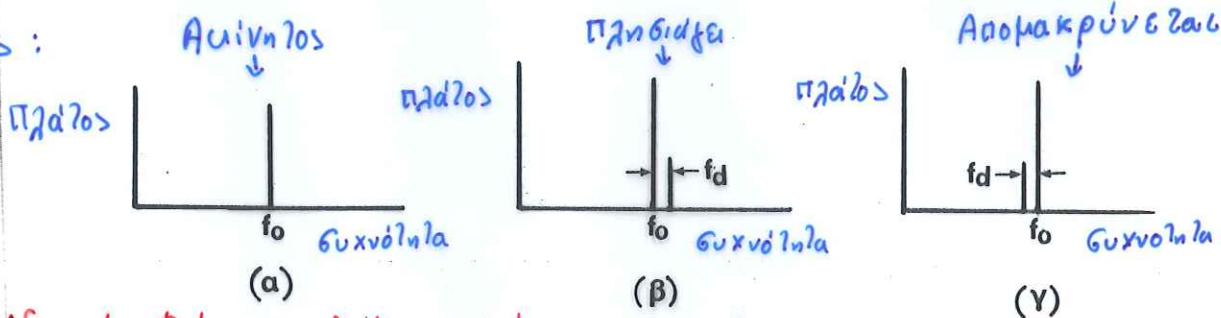


Κεραία εκπομπής



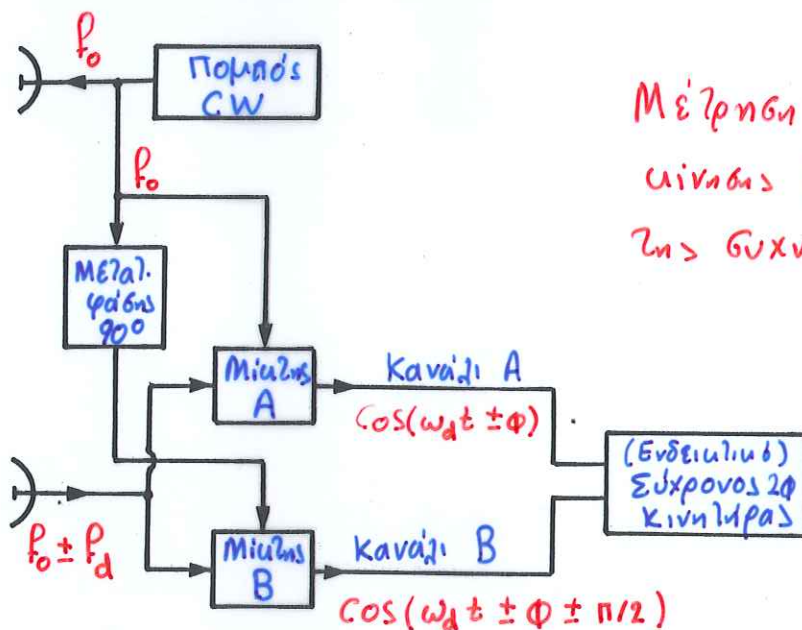
Σχήμα 3.10. Χονδρικό διάγραμμα ραντάρ FM-CW.

Στόχος :



Συνιστώσες Φάσμα Λαμβανόμενων Σημάτων.

Κεραία Εκπομπής



Μέτρηση της διεύθυνσης κίνησης (ή του προσήμου της συχνότητας doppler f_d)

Ο κινητήρας στρέφεται δεξιά ή αριστερά, ανάλογα με την σχετική φάση των καν. Α, Β

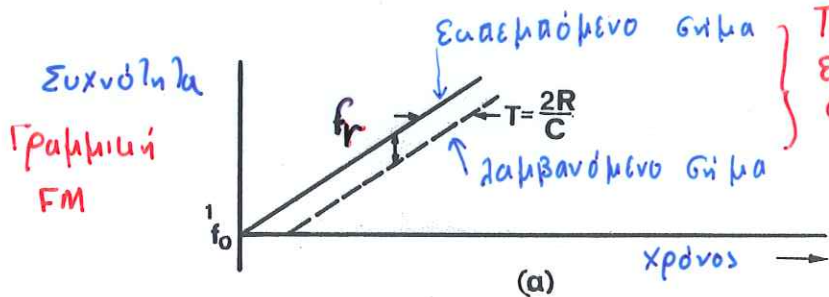
+ πλησιάζει
- απομακρύνεται

Κεραία λήψης

Ραντάρ-CW Διαμορφωμένο κατά Συχνότητα FM-CW

Αποδείξεις για Στάθμιση

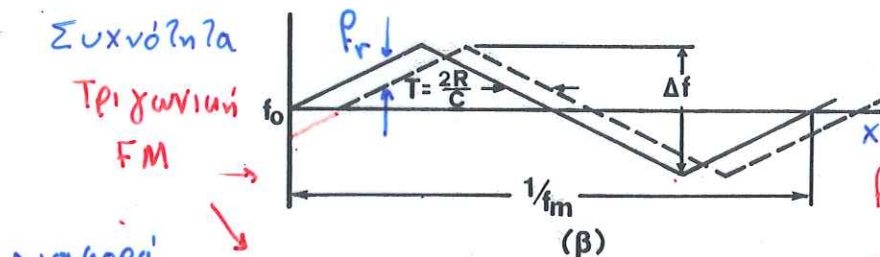
Στόχο. ($f_d = 0$)



Το σημάδι αναφοράς είναι η αλλαγή στη συχνότητα.

$$f_r = f_b = \frac{df}{dt} \cdot T = \dot{f} \frac{2R}{c}$$

$$\text{ή } R = \frac{c \cdot f_r}{2 \dot{f}}$$



$$f_b = f_r = \frac{2R}{c} \cdot 2f_m \cdot \Delta f$$

$$\text{ή } R = \frac{c \cdot f_r}{4 \cdot f_m \cdot \Delta f}$$

$$\frac{f_r}{2R/c} = \frac{\Delta f}{\frac{1}{2} \cdot (2f_m)}$$

$$\text{Κλίση } \dot{f} = \frac{\Delta f/2}{1/4 f_m} = 2f_m \cdot \Delta f$$

Ραδιο - υγόμετρο FM-CW

- Στόχος στα ραδιο-υγόμετρα είναι η επιφάνεια του εδαφούς.
- Η επιφάνεια στόχου που "βλέπει" το ραδιουγόμετρο είναι αυτή που αντιστοιχεί στο ορόσημο το άνοιγμα μήκους θ_B . Έτσι η επιφάνεια αυτή αντάνει με το (ζεφάινο αέρα) αh^2 ύψος του πανταρ-αεροκυβίου. Αυτό δίνει σήμα ηκούς $P_r \propto 1/R^2$ αντί του συνθιόμενου $P_r \propto 1/R^4$.

← Πανταρ FM-CW με υπερεπερόδυνο δέυη →

Σφάλματα μέτρησης Πανταρ FM-CW

- Οι απαριθμητές συχνότητας μετράνε μόνο πλήρεις κύκλους του σήματος. Αφού $T_p = 1/f_m \rightarrow$ η συχνότητα f_r θα μετρείται σε αμέραια πολλαπλασία $z \gg f_m$, δηλαδή $N = f_r / f_m$
- | | | | |
|---|--------------------|----------------------------------|------------------------|
| $R_{\text{πραγματική}} = \frac{c}{4\Delta f} \cdot \frac{f_r}{f_m}$ | } μέγιστο σφάλμα η | $\Delta R = \frac{c}{4\Delta f}$ | Ανακρίβεια ενός κύκλου |
| $R_{\text{μετρούμενη}} = \frac{c}{4\Delta f} \cdot N$ | | | |

← Ανεπιθύμητα σήματα στο πανταρ FM-CW →

Ημιτονοειδής Διαμόρφωση Συχνότητας

Διαμορφώνον σήμα $= \frac{\Delta f}{2} \cdot \sin(2\pi f_m t)$

Ευαεμπόμενο FM σήμα $V_T = \sin[2\pi f_0 t + \frac{\Delta f}{2 f_m} \cdot \sin(2\pi f_m t)]$

Σήμα διαφοράς στην έξοδο του Μιούλ-1:

$V_D = J_0(D) \cos(2\pi f_d t - \phi_0) +$	d.c. όρος
$+ 2 J_1(D) \sin(2\pi f_d t - \phi_0) \cdot \cos(2\pi f_m t - \phi_m)$	1 ^η αρμονική f_m
$- 2 J_2(D) \cos(2\pi f_d t - \phi_0) \cdot \cos 2 \cdot (2\pi f_m t - \phi_m)$	2 ^η -1- $2 f_m$
$- 2 J_3(D) \sin(2\pi f_d t - \phi_0) \cdot \cos 3 \cdot (2\pi f_m t - \phi_m)$	3 ^η -1- $3 f_m$
$+ \dots$	

- Το σήμα πληροφορίας $\cos(2\pi f_d t - \phi_0)$ περιέχεται στο z ος όρος.
- Ο d.c. όρος είναι ο πιο ισχυρός αλλά περιέχει υπερβολικό θόρυβο:
 - a) είκη διαρροής, β) μικροβωνιόμοι-ταλαντώσεις κ.τ.π. γ) Flicker noise.
- Στην πράξη εξαίρεται συνήδως η 3^η αρμονική.



- Δεν εφαρμόζεται για $f_c = 0$
- 3^η αρμονία (μόνο) \Rightarrow χάνονται 4 ÷ 12 dB ισχύος σήματος.
- Καλύτερος λόγος S/N

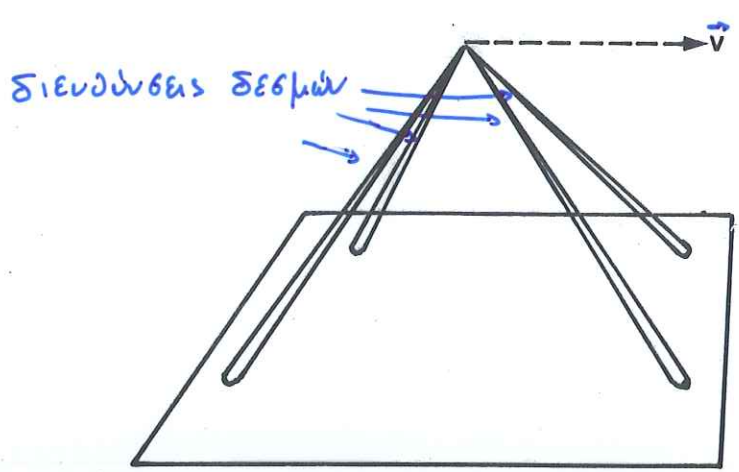
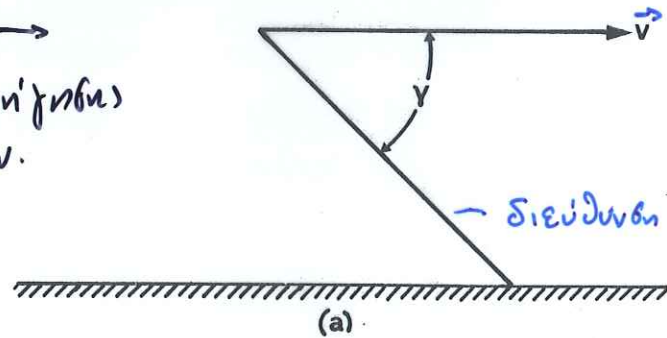
Ραντάρ FM-CW, ημιτονοειδούς διαμόρφωσης με ελαγωγή της 3^{ης} αρμονίας



Μεταβολή της ΔF με θερβοληχανισκό \rightarrow σταθερή F_r με απόκριση στο κείο μέγιστου.

$$P_d = 2 \frac{P_0}{c} \cdot U \cdot \cos \gamma$$

Συστήματα πλοήγησης με Ραντάρ FM-CW.



Σύστημα "Ιανός" Ραντάρ Doppler πλοήγησης αεροσκαφών

(b)