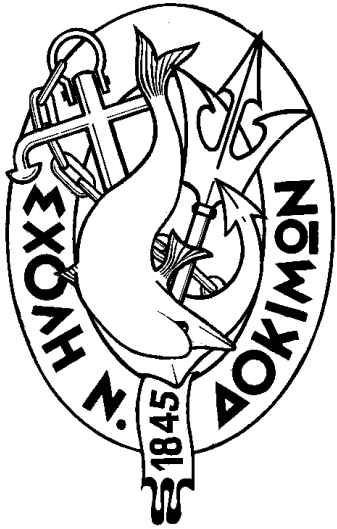


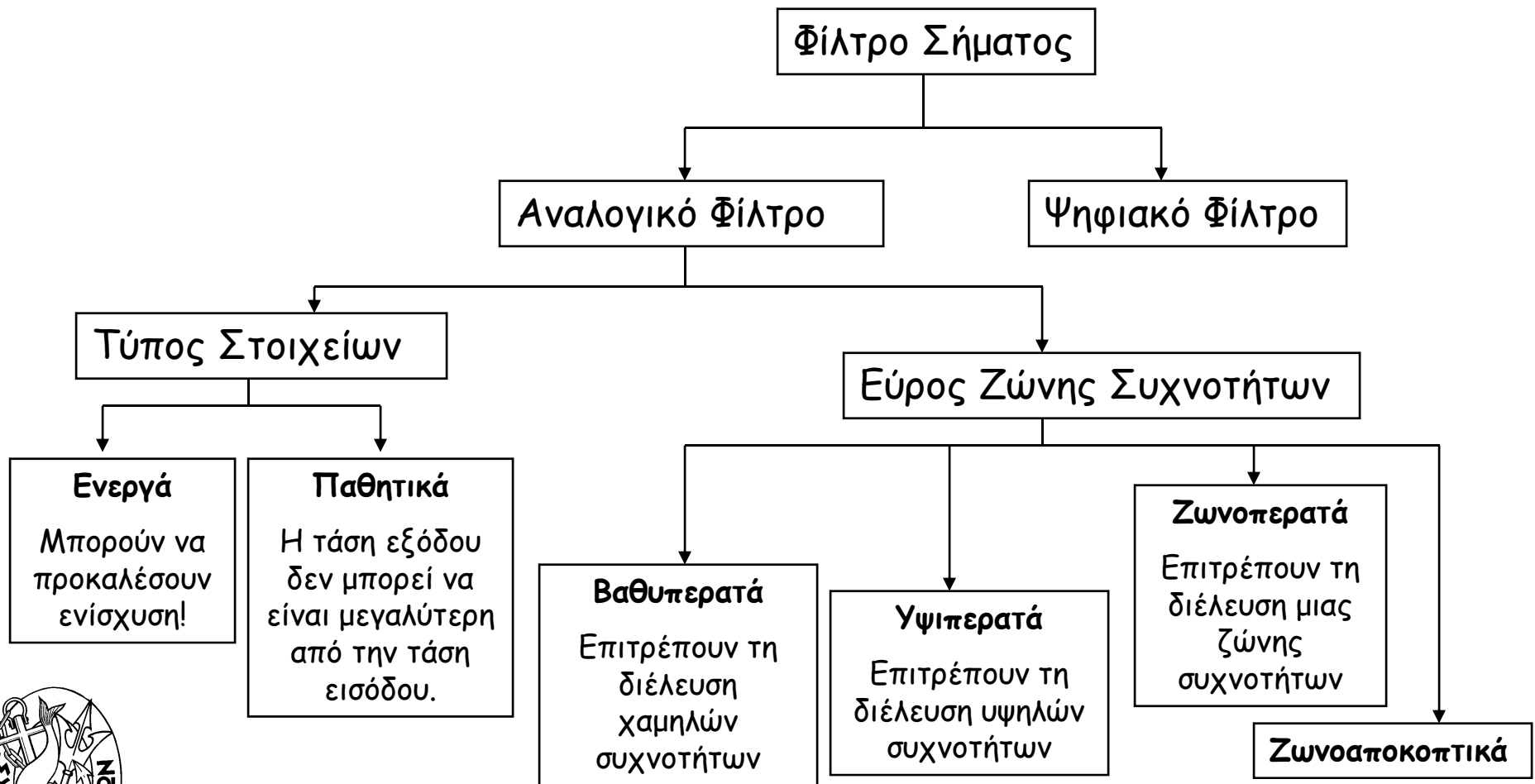
Παθητικά Φίλτρα



Ηλεκτρονική
Γ' Τάξη
Λέκτορας Ε. Καραγιάννη

1

Ταξινόμηση Φίλτρων





Υπενθύμιση: Μιγαδικοί Αριθμοί

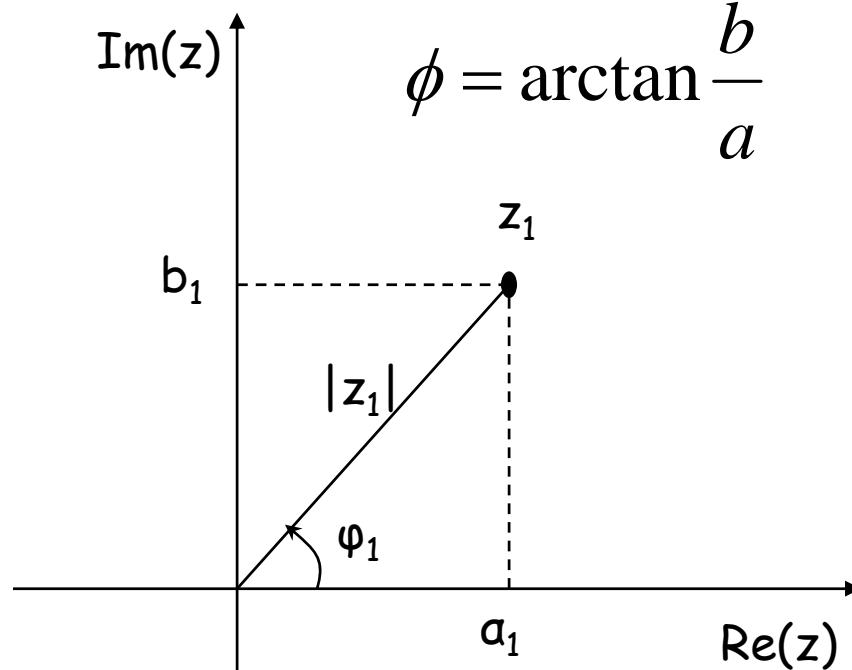
$$z_1 = a_1 + jb_1 = |z_1|e^{j\phi_1}$$

$$z_2 = a_2 + jb_2 = |z_2|e^{j\phi_2}$$

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{|z_1|}{|z_2|} e^{j(\phi_1 - \phi_2)}$$

$$|z_1| = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$\phi = \arctan \frac{b}{a}$$



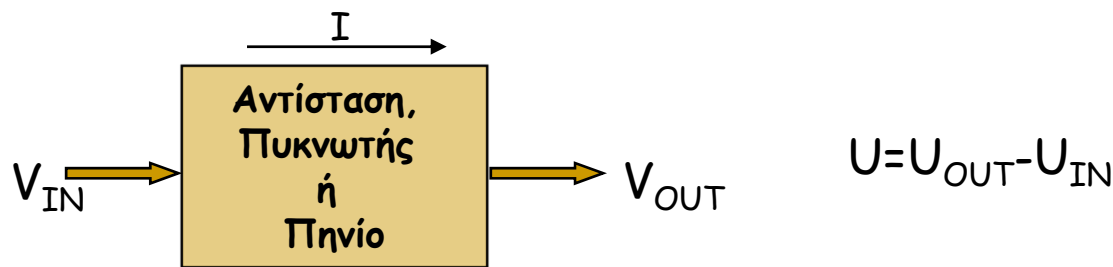


Υπενθύμιση: Μιγαδικές αντιστάσεις βασικών στοιχείων

$Z_R = R$ ■ Αντίσταση $U = R \cdot I$

$Z_C = \frac{1}{j\omega C}$ ■ Πυκνωτής $I = C \cdot \frac{dU}{dt}$

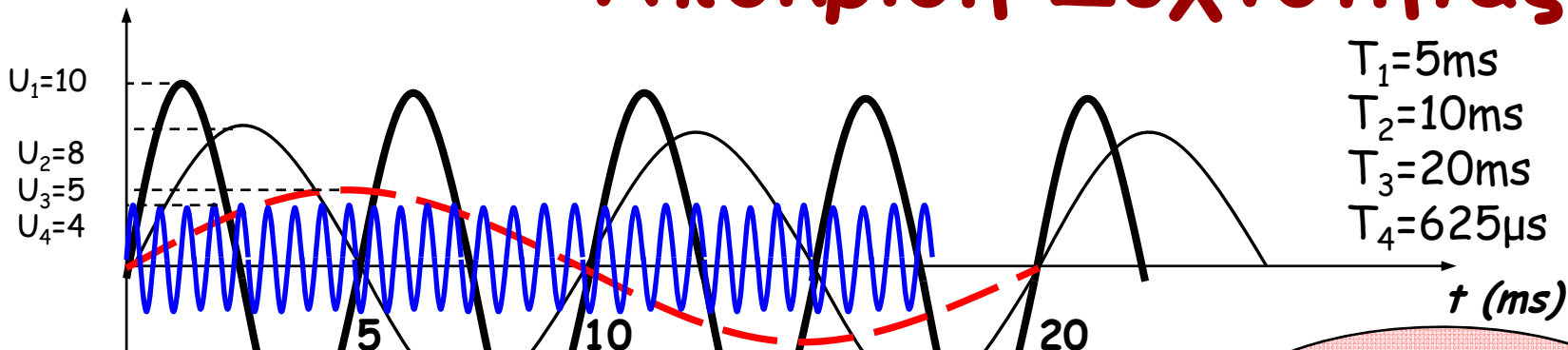
$Z_L = j\omega L$ ■ Πηνίο $U = L \cdot \frac{dI}{dt}$





Υπενθύμιση: Απόκριση Χρόνου & Απόκριση Συχνότητας

V(Volt)

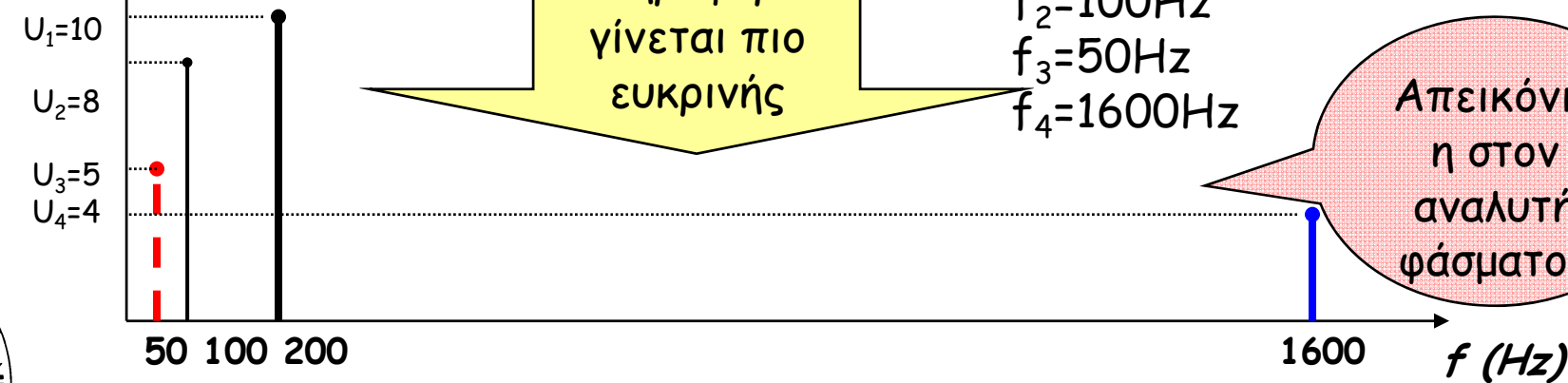


Η αντίστοιχη Πληροφορία γίνεται πιο ευκρινής

$f_1=200\text{Hz}$
 $f_2=100\text{Hz}$
 $f_3=50\text{Hz}$
 $f_4=1600\text{Hz}$

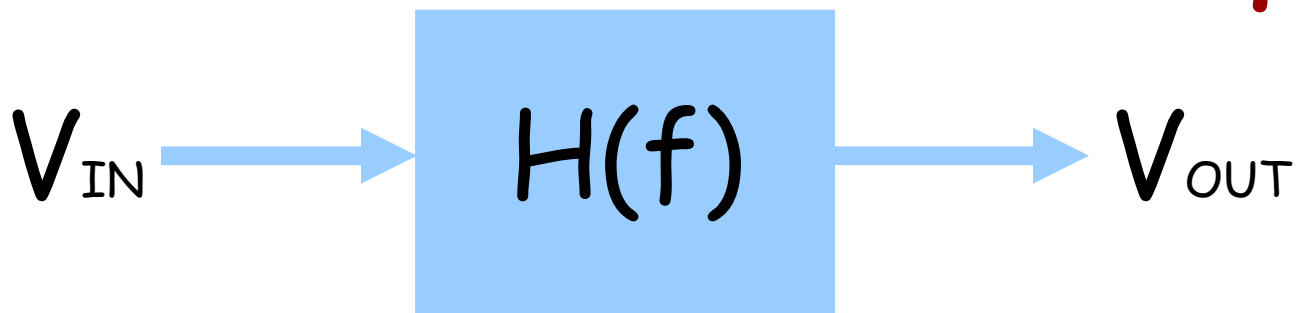
Απεικόνιση στον παλμογράφο

Απεικόνιση στον αναλυτή φάσματος





Υπενθύμιση: Συνάρτηση Μεταφοράς



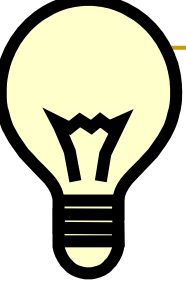
$$H(f) = \frac{V_{OUT}(f)}{V_{IN}(f)} = \alpha + j\beta = |H(f)|e^{j\phi}$$

$$|H(f)| = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}$$

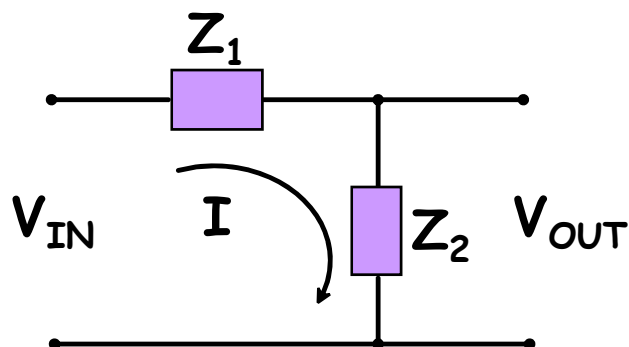
$$\phi = \arctan \frac{\beta}{\alpha}$$

$\omega = 2\pi f$
η κυκλική συχνότητα του σήματος
 f
η γραμμική συχνότητα
 $j = \sqrt{-1}$
η μιγαδική μονάδα





Υπενθύμιση: Διαιρέτης Τάσης



$$Z = R + jX$$

σύνθετη αντίσταση

Av $Z=R$ αντίσταση

Av $Z=j\omega L$ πηνίο

Av $Z = \frac{1}{j\omega c}$ πυκνωτής

$$V_{IN} = I \cdot (Z_1 + Z_2)$$

$$V_{OUT} = I \cdot Z_2$$

$$H(f) = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

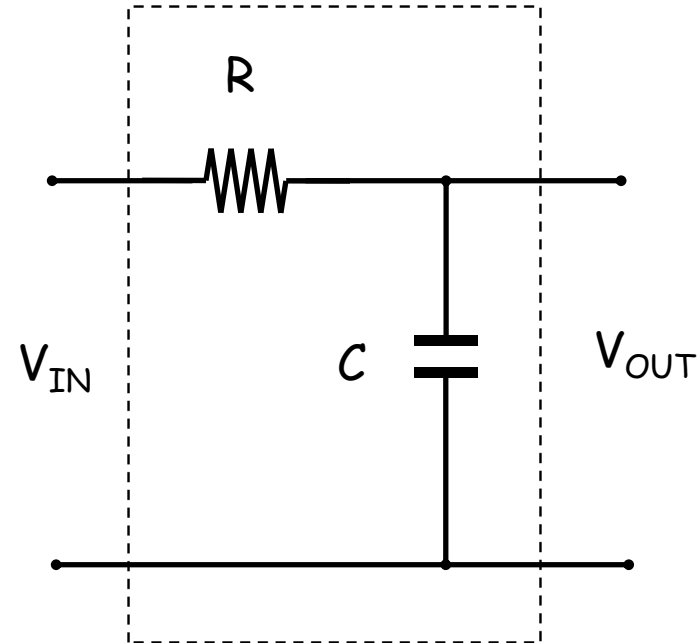


Παθητικό Βαθυπερατό Φίλτρο

- Ο πυκνωτής γίνεται ανοικτοκύκλωμα για τις χαμηλές συχνότητες και βραχυκύκλωμα για τις υψηλές συχνότητες.
- Ορίζουμε τη **συχνότητα αποκοπής** του φίλτρου

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

- Η f_0 εξαρτάται μόνο από τις τιμές R και C . Δεν είναι συχνότητα σήματος.



$$H(f) = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{1}{R + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}} = \frac{1}{1 + j \cdot \omega \cdot R \cdot C} = \frac{1}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}} = \frac{1}{1 + j \frac{f}{f_0}}$$



Μέτρο και Φάση Συνάρτησης Μεταφοράς (Βαθυπερατό Φίλτρο)

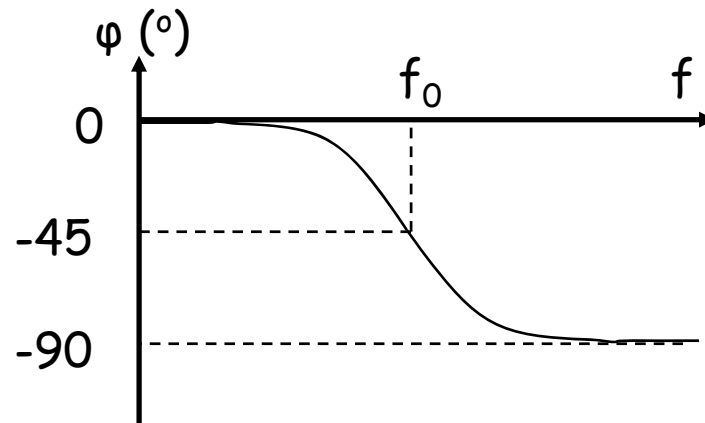
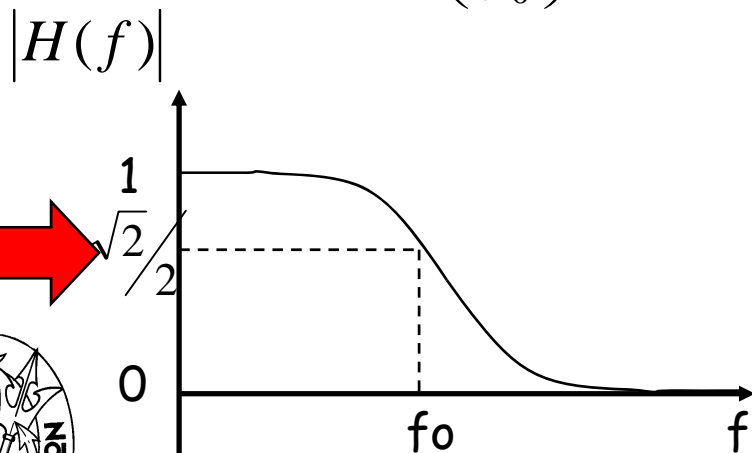
$$|H(f)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}}$$

$$\phi = -\arctan\left(\frac{f}{f_0}\right)$$

Αν $f=0$ ΤΟΤΕ $|H(f)|=1$ $\phi = 0$

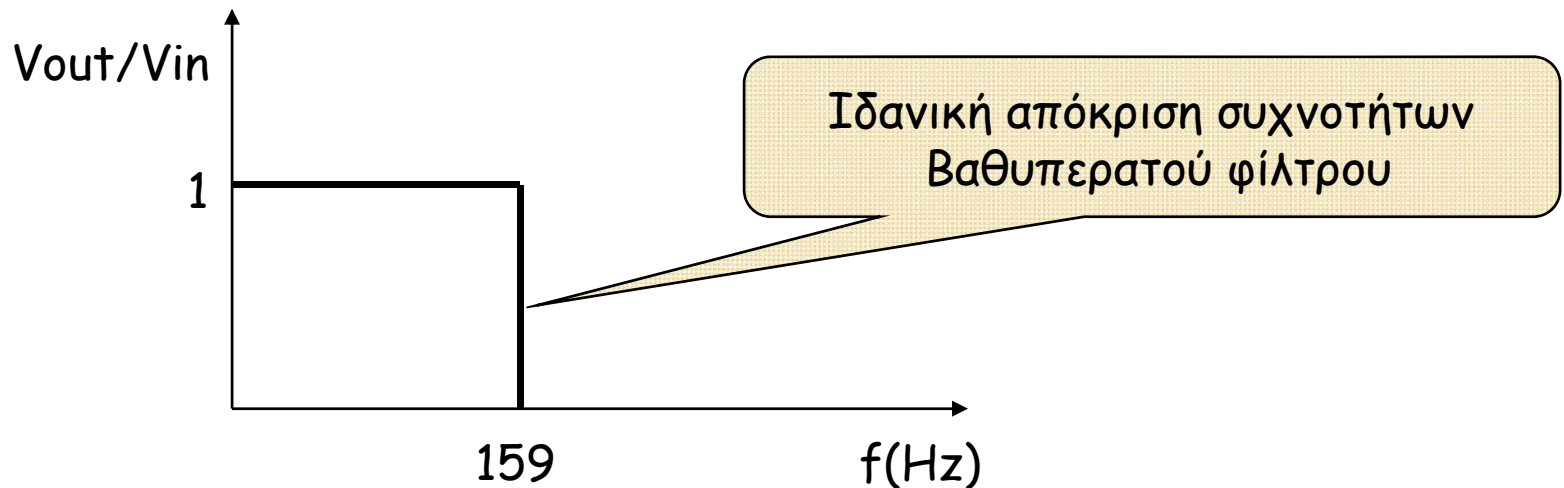
Αν $f \rightarrow \infty$ ΤΟΤΕ $|H(f)|=0$ $\phi = -90^\circ$

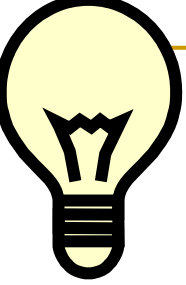
Αν $f=f_0$ ΤΟΤΕ $|H(f)| = \frac{\sqrt{2}}{2}$ $\phi = -45^\circ$



Παθητικό Βαθυπερατό Φίλτρο (Παράδειγμα)

- Έστω $R=1\text{ K}\Omega$ και $C=1\mu\text{F}$
- Η συχνότητα αποκοπής είναι $f_0=159\text{ Hz}$
- Το φίλτρο αυτό επιτρέπει τη διέλευση συχνοτήτων από το DC μέχρι τα 159 Hz
- Αν στην είσοδο μπει σήμα συχνότητας 160 Hz , θεωρητικά (Ιδανικά) θα κοπεί, και στην έξοδο δεν θα πάρουμε τίποτα.





Υπενθύμιση: Ορισμός decibel

- Το dB είναι σχετική μονάδα μέτρησης ισχύος και καθιερώθηκε όταν τα μετρούμενα μεγέθη έγιναν της τάξης του 10^n , όπου n πολύ μεγάλος αριθμός σε απόλυτη τιμή.

$$A(dB) = 10 \log \frac{P_{OUT}}{P_{IN}}$$

- Το dB είναι σχετική μονάδα μέτρησης τάσης ή έντασης

$$A(dB) = 20 \log \frac{U_{OUT}}{U_{IN}} = 20 \log \frac{I_{OUT}}{I_{IN}}$$

- Το dBm είναι μονάδα μέτρησης ισχύος

$$A(dBm) = 10 \log \frac{P}{1mW}$$



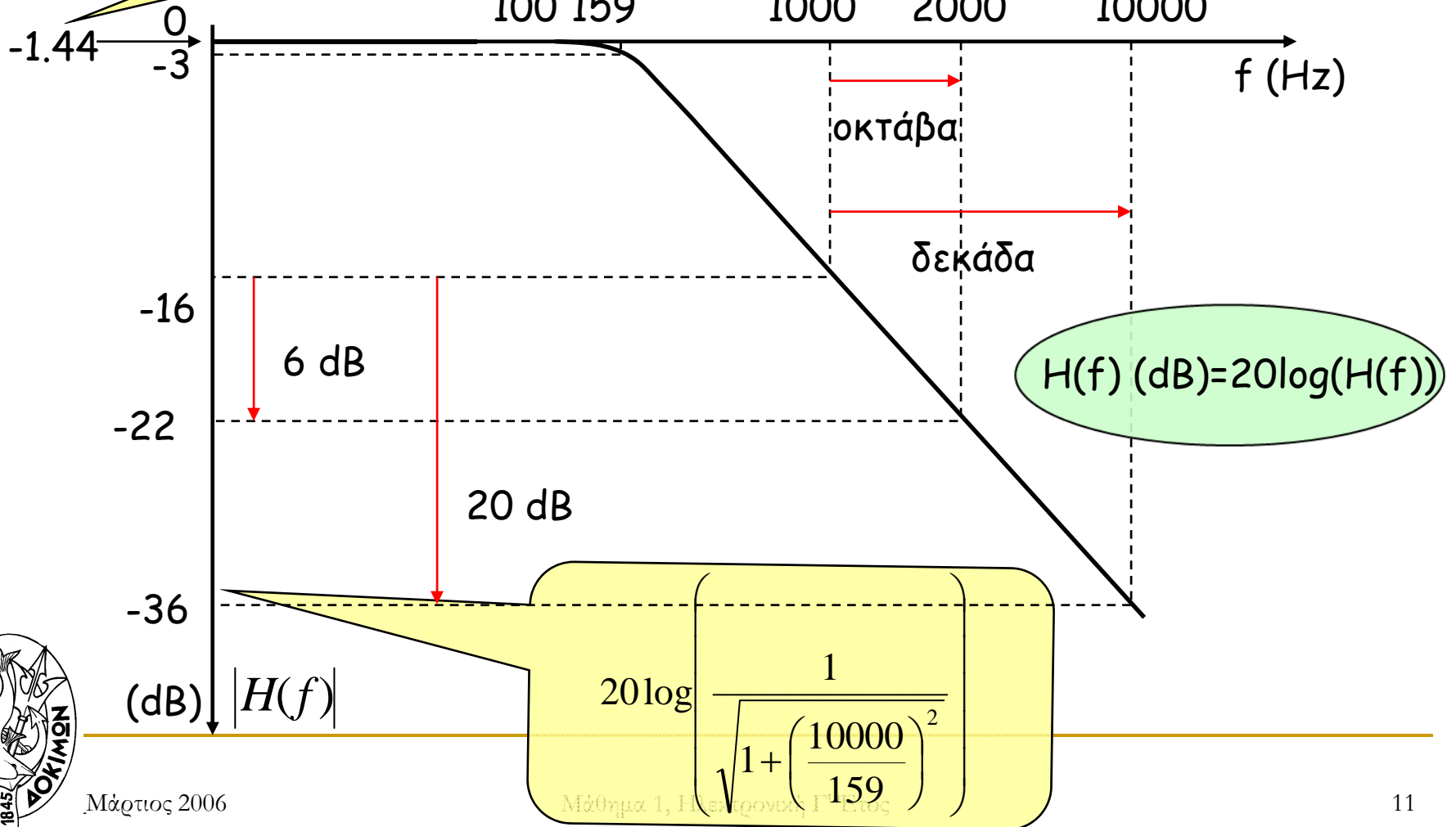
A thought bubble containing the equation:
$$\frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{U_{OUT}^2 / R_{OUT}}{U_{IN}^2 / R_{IN}} = \left(\frac{U_{OUT}}{U_{IN}} \right)^2$$



Απόκριση Συχνότητας Βαθυπερατού Φίλτρου

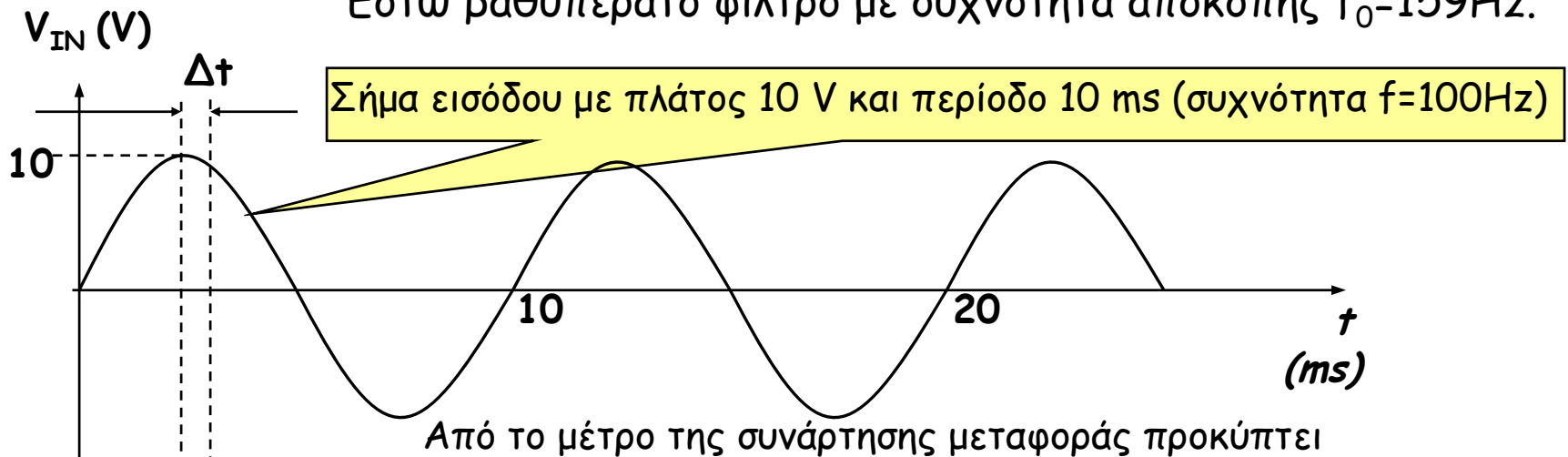


$$20 \log \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{100}{159}\right)^2}}$$



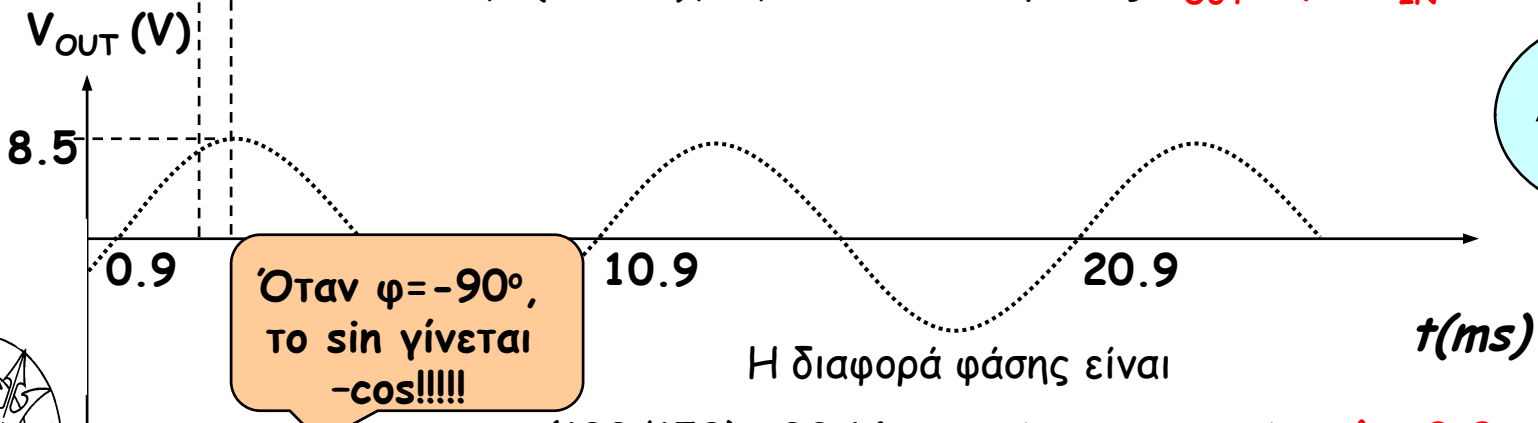
Παράδειγμα 1

Έστω βαθυπερατό φίλτρο με συχνότητα αποκοπής $f_0=159\text{Hz}$.



Από το μέτρο της συνάρτησης μεταφοράς προκύπτει

$$|H(100\text{Hz})|=0,8465 \text{ και επομένως } V_{OUT} \approx 0,85V_{IN}$$



$$\Delta t = \frac{\phi \cdot T}{360}$$

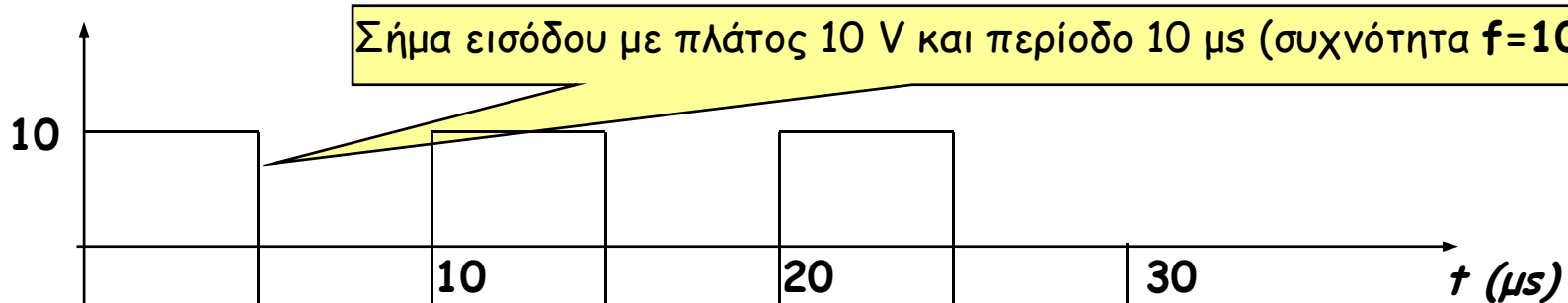
$\varphi = -\arctan(100/159) = -32,14^\circ$ η οποία αντιστοιχεί σε $\Delta t = 0.9 \text{ ms}$



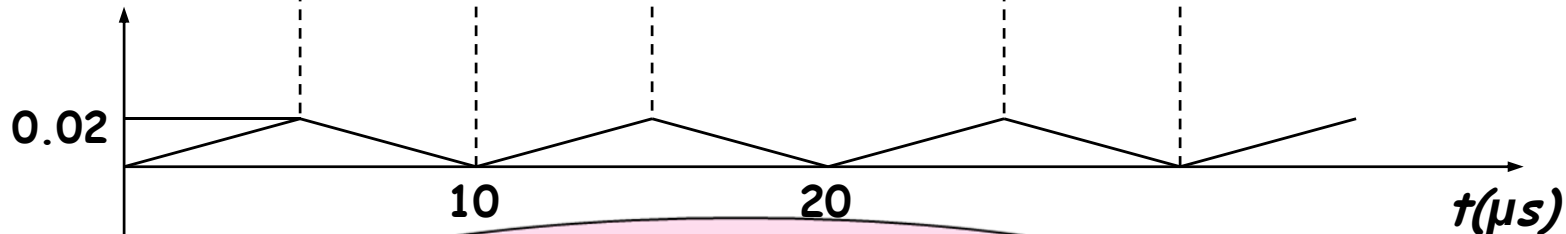
Παράδειγμα 2

Έστω βαθυπερατό φίλτρο με συχνότητα αποκοπής $f_0=159\text{Hz}$.

V_{IN} (V)



V_{OUT} (V)



Το βαθυπερατό φίλτρο, τις υψηλές συχνότητες
τις κόβει και τις **ολοκληρώνει**

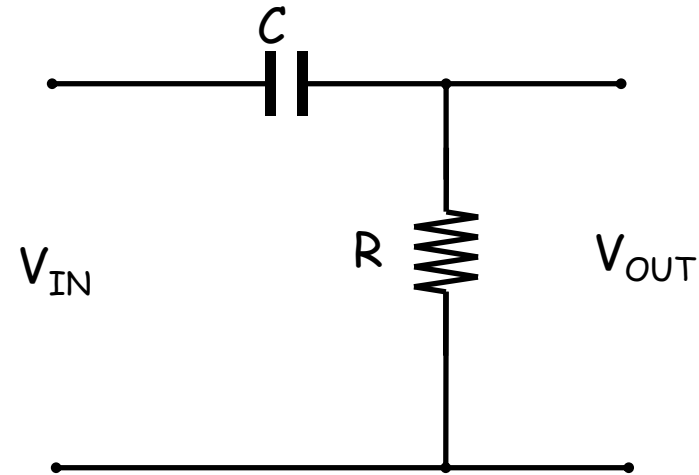


Παθητικό Υψιπερατό Φίλτρο

- Ο πυκνωτής επιτρέπει τη διέλευση υψηλών συχνοτήτων και απαγορεύει τη διέλευση χαμηλών συχνοτήτων
- Η **συχνότητα αποκοπής** του φίλτρου είναι

$$f_0 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot C}$$

- Η f_0 εξαρτάται μόνο από τις τιμές R και C . Δεν είναι συχνότητα σήματος.



$$H(f) = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = \frac{R}{R + \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}} = \frac{j\omega RC}{j\omega RC + 1} = \frac{j \frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}} = \frac{\frac{lf}{f_0}}{1 + j \frac{f}{f_0}}$$



Μέτρο και Φάση Συνάρτησης Μεταφοράς (Υψιπερατό Φίλτρο)

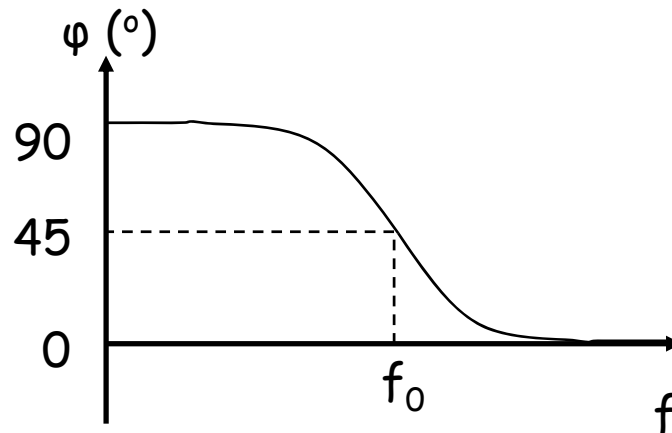
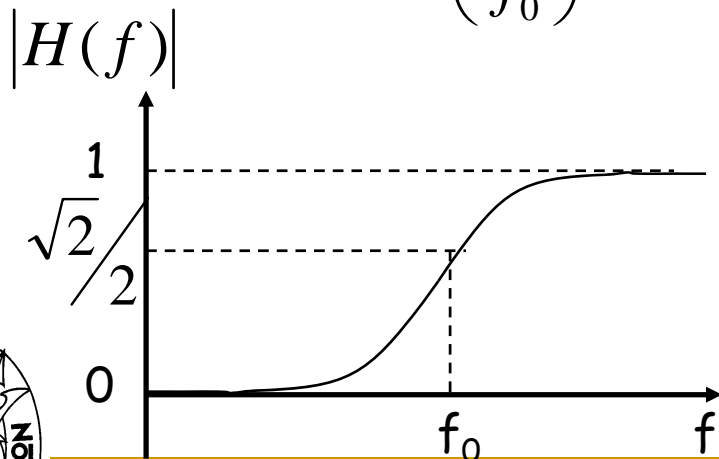
$$|H(f)| = \frac{\frac{f}{f_0}}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}}$$

$$\phi = 90 - \arctan\left(\frac{f}{f_0}\right)$$

Αν $f=0$ ΤΟΤΕ $|H(f)|=0$ $\phi = 90^\circ$

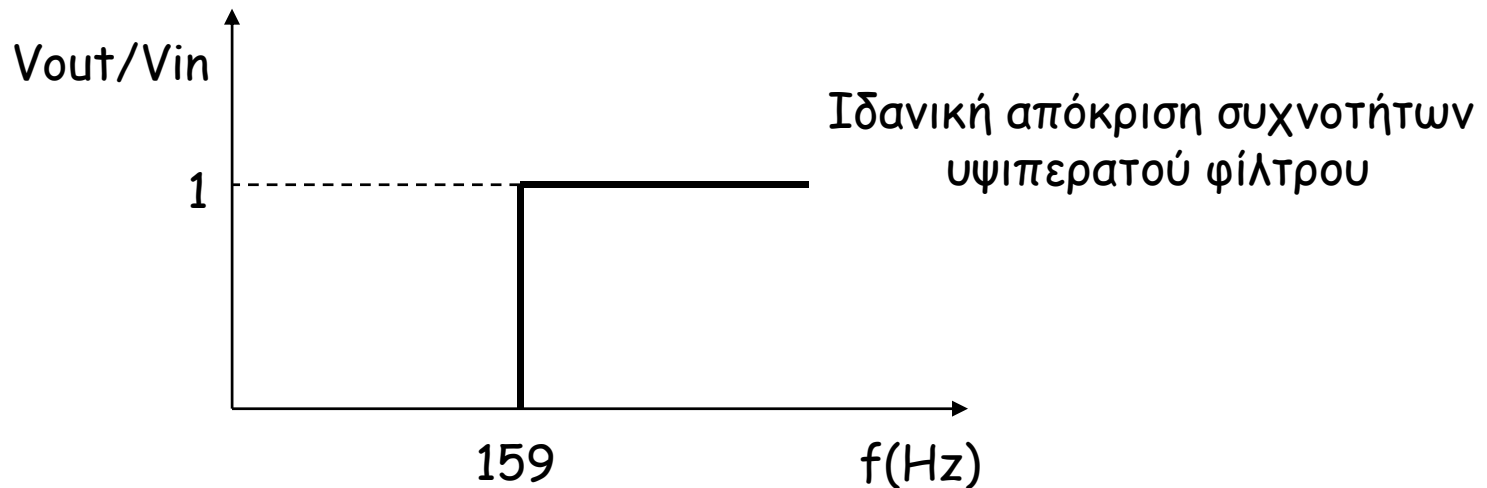
Αν $f \rightarrow \infty$ ΤΟΤΕ $|H(f)|=1$ $\phi = 0^\circ$

Αν $f=f_0$ ΤΟΤΕ $|H(f)| = \frac{\sqrt{2}}{2}$ $\phi = 45^\circ$

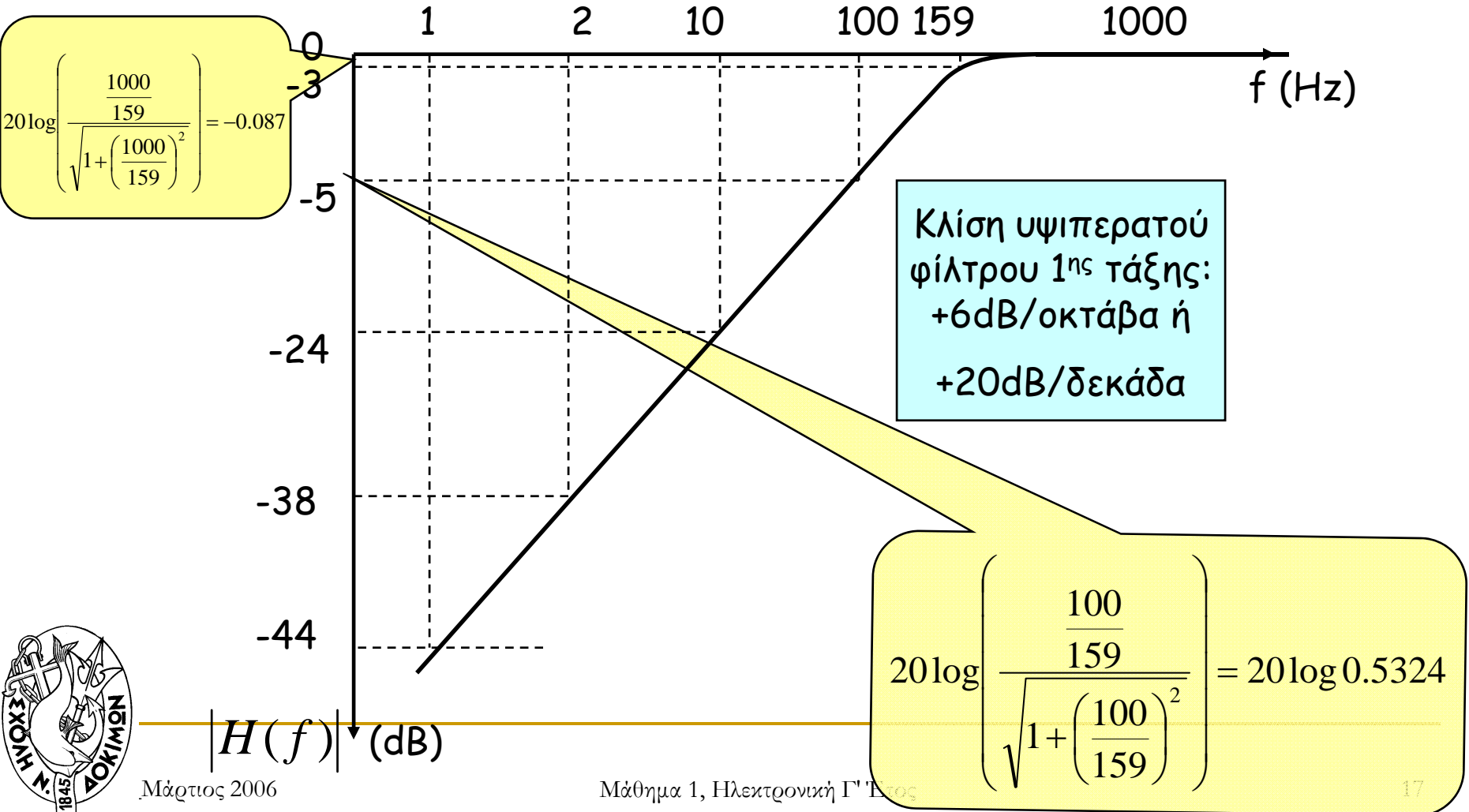


Παθητικό Υψιπερατό Φίλτρο (Παράδειγμα)

- Έστω $R=1\text{ K}\Omega$ και $C=1\mu\text{F}$
- Η συχνότητα αποκοπής είναι $f_0=159\text{ Hz}$
- Το φίλτρο αυτό επιτρέπει τη διέλευση συχνοτήτων από τα 159 Hz και πάνω
- Αν στην είσοδο μπει σήμα συχνότητας 150 Hz , θεωρητικά θα κοπεί, και στην έξοδο δεν θα πάρουμε τίποτα.

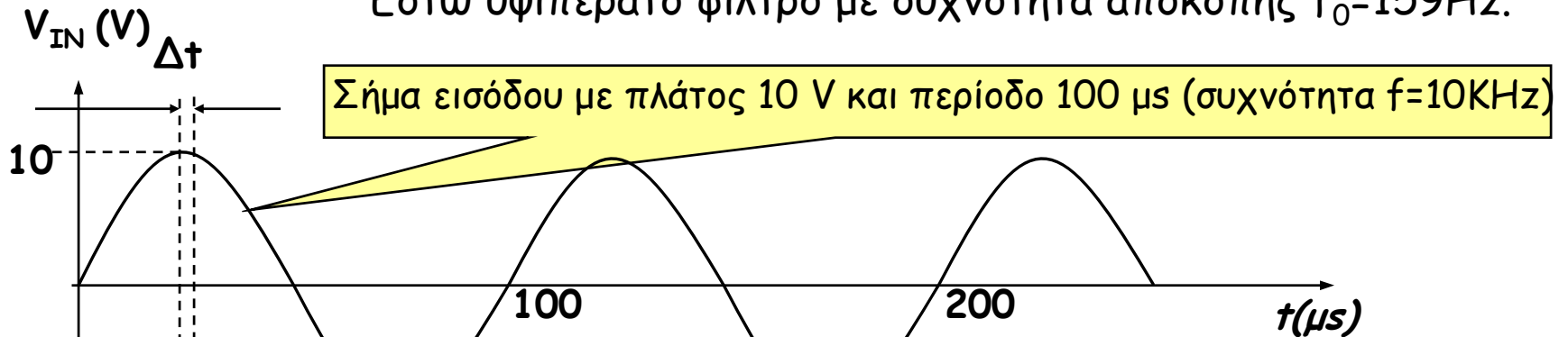


Απόκριση Συχνότητας Υψιπερατού φίλτρου



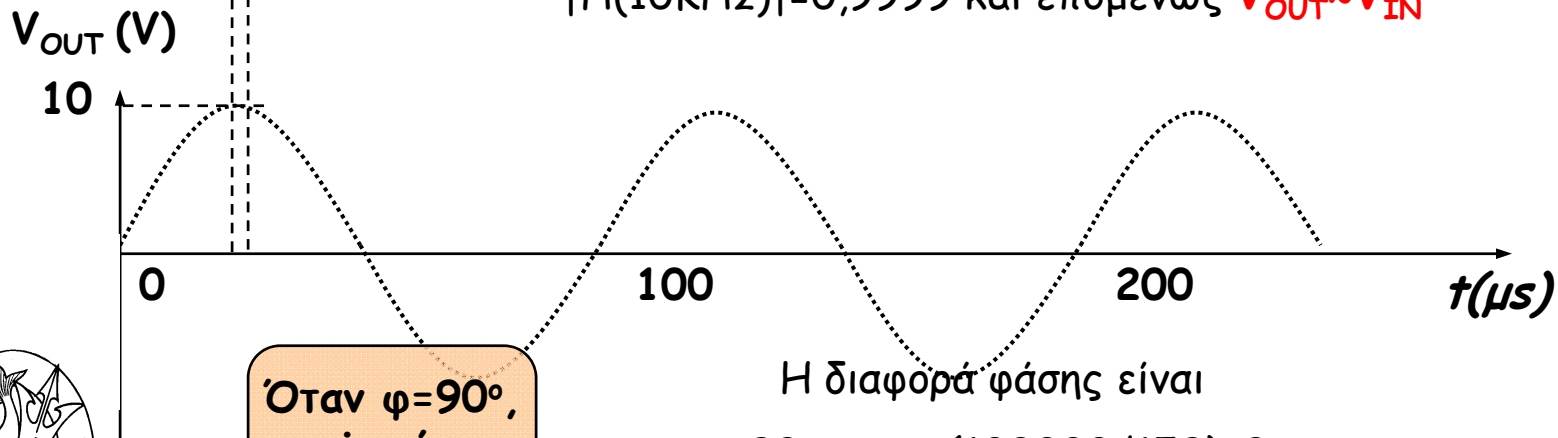
Παράδειγμα 1

Έστω υψιπερατό φίλτρο με συχνότητα αποκοπής $f_0=159\text{Hz}$.



Από το μέτρο της συνάρτησης μεταφοράς προκύπτει

$$|H(10\text{KHz})|=0,9999 \text{ και επομένως } V_{OUT} \approx V_{IN}$$



Όταν $\varphi=90^\circ$,
το \sin γίνεται
 \cos !!!!

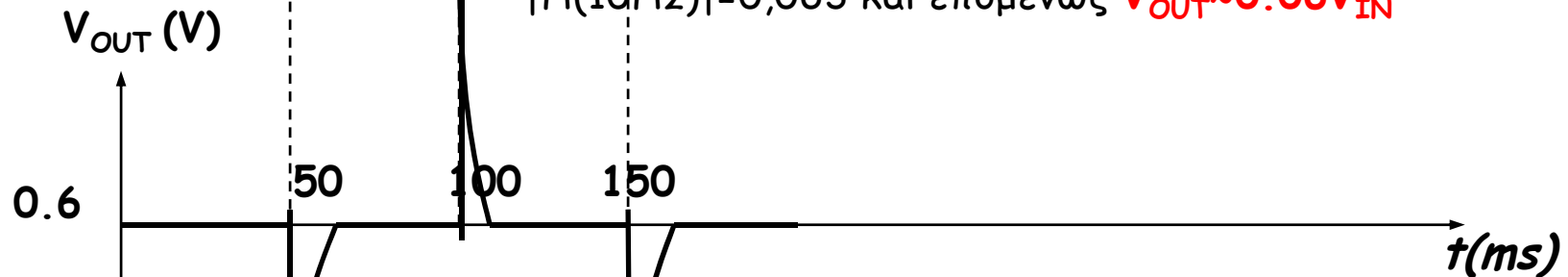
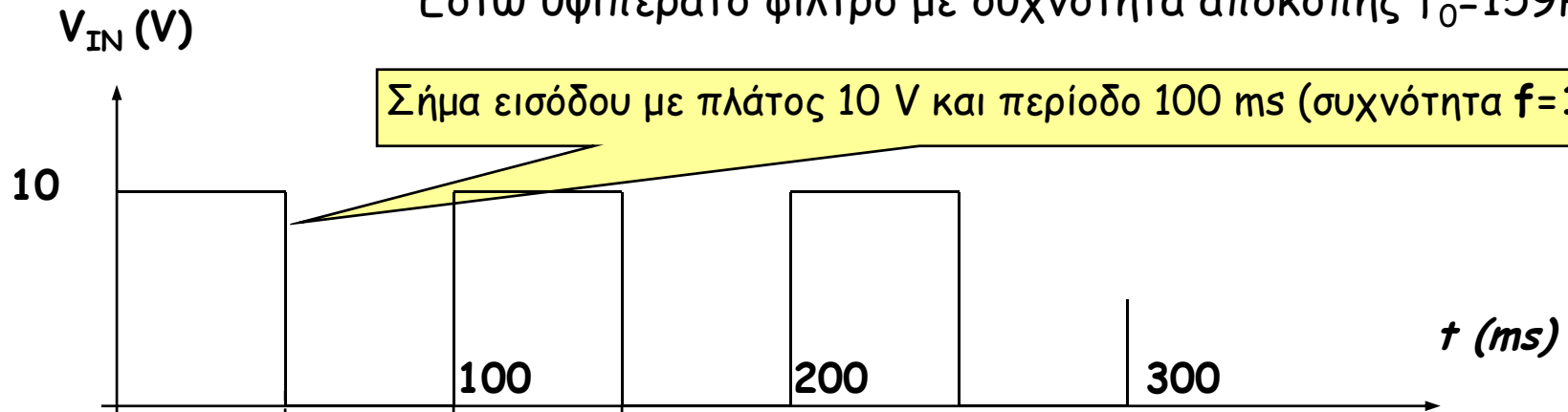
Η διαφορά φάσης είναι
 $\varphi=90-\arctan(100000/159)=0^\circ$



Παράδειγμα 2

Έστω υπερβατό φίλτρο με συχνότητα αποκοπής $f_0=159\text{Hz}$.

Σήμα εισόδου με πλάτος 10 V και περίοδο 100 ms (συχνότητα $f=10\text{Hz}$)



Από το μέτρο της συνάρτησης μεταφοράς προκύπτει

$$|H(10\text{Hz})|=0,063 \text{ και επομένως } V_{OUT} \approx 0.06V_{IN}$$

Το υπερβατό φίλτρο, τις χαμηλές συχνότητες τις κόβει και τις παραγωγίζει

