

ΑΣΚΗΣΗ 4

ΜΕΛΕΤΗ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟ

Α. ΣΥΝΘΕΣΗ ΚΑΘΕΤΩΝ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΥΡΕΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΦΑΣΕΩΣ ΤΟΥΣ

Η σύνθεση δύο καθέτων ταλαντώσεων,

$$x = x_0 \eta \mu \omega t, \quad y = y_0 \eta \mu(\omega t + \varphi)$$

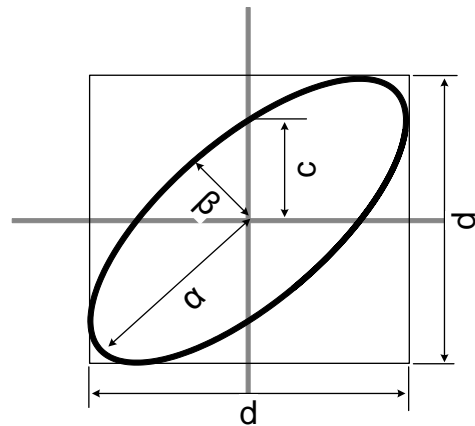
του ίδιου πλάτους της ίδιας συχνότητας και με διαφορά φάσης φ , δίνει έλλειψη με ημιάξονες α και β , (σχ.1), οι οποίοι σχετίζονται με την διαφορά φάσης φ βάσει της εξίσωσης,

$$\sigma \nu \varphi = \frac{\alpha^2 - \beta^2}{\alpha^2 + \beta^2} \quad (1\alpha)$$

ή

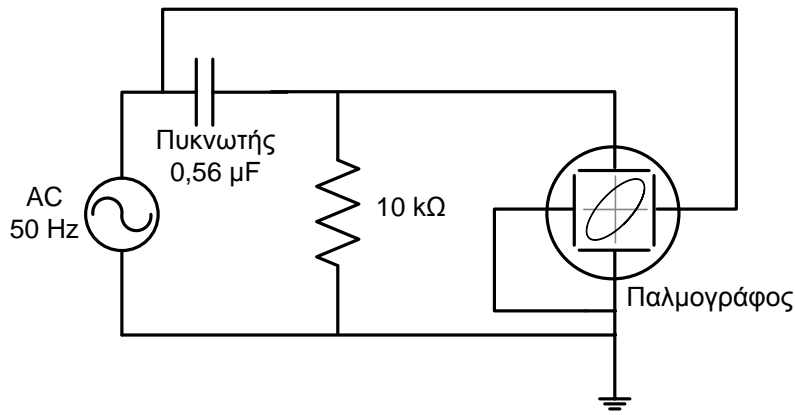
$$\eta \mu \varphi = \frac{2c}{d} \quad (1\beta)$$

Αυτό μας επιτρέπει να υπολογίσουμε τη διαφορά φάσης φ μεταξύ της τάσης U και της έντασης i ενός κυκλώματος ως εξής:



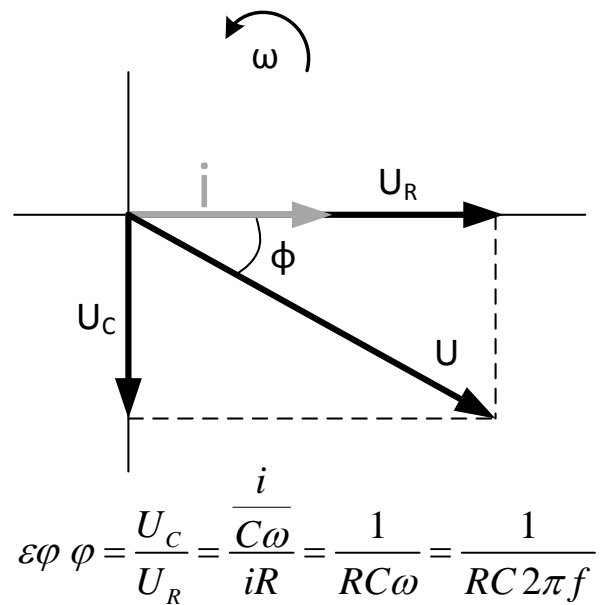
Σχήμα 1

Στο κύκλωμα εναλλασσομένου ρεύματος του σχήματος 2α έχουμε σύνδεση πυκνωτή και ωμικής αντίστασης σε σειρά. Ο πυκνωτής λόγω συνεχών φορτίσεων-εκφορτίσεων προκαλεί καθυστέρηση της τάσης σε σχέση με το ρεύμα κατά 90° ($\pi/2$). Αντίθετα, η τάση στα άκρα της αντίστασης και το ρεύμα που τη διαρρέει είναι σε φάση. Επομένως η συνολική τάση U του κυκλώματος και το ρεύμα i θα παρουσιάζουν διαφορά φάσης φ ($0 < \varphi < \pi/2$). Είναι φανερό πως οι δύο τάσεις U και U_R έχουν διαφορά φάσης ίση με την διαφορά φάσης μεταξύ της τάσης U και του ρεύματος i . Έτσι, στο ζεύγος πλακών κατακόρυφου απόκλισης εφαρμόζουμε την τάση $U_R = i R$ στα άκρα της αντίστασης και μετράμε έμμεσα το ρεύμα. Στο ζεύγος πλακών οριζόντιας απόκλισης εφαρμόζουμε την τάση της πηγής. Τότε στην οθόνη του παλμογράφου θα εμφανιστεί έλλειψη παρόμοια με αυτή του σχήματος 1.



Σχήμα 2α

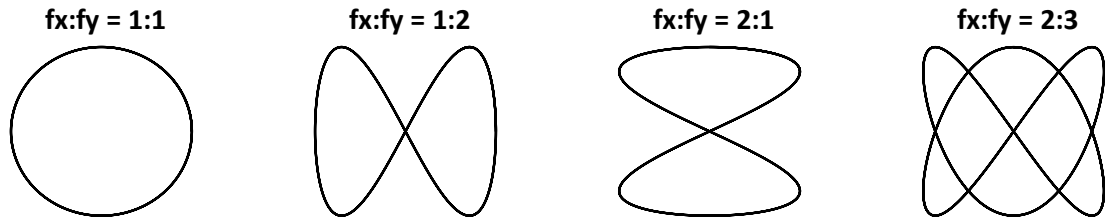
Για να παραστήσουμε ευκολότερα τα εναλλασσόμενα ρεύματα χρησιμοποιούμε τα διαγράμματα φασόρων. Οι φάσορες είναι περιστρεφόμενα διανύσματα με σταθερή γωνιακή ταχύτητα και η προβολή τους στους άξονες $-x-$ ή $-y-$ είναι ημιτονοειδής. Το διάγραμμα φασόρων του κυκλώματος 2α φαίνεται στο σχήμα 2β. Από αυτό γίνεται αμέσως αντιληπτή η καθυστέρηση $\pi/2$ της τάσης U_C του πυκνωτή, η συμφασική U_R και η διαφορά φάσης φ μεταξύ του ρεύματος και της τάσης. Από τα στοιχεία του κυκλώματος μπορούμε να υπολογίσουμε τη «θεωρητική» τιμή της διαφοράς φάσης, όπως φαίνεται στο σχήμα 2β.



Σχήμα 2β

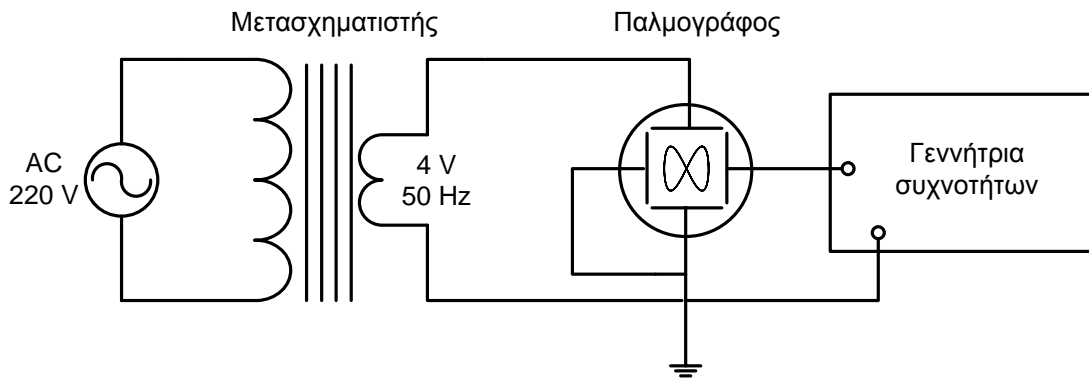
Β' ΣΥΝΘΕΣΗ ΔΥΟ ΚΑΘΕΤΩΝ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΩΝ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ. ΕΙΚΟΝΕΣ LISSAJOUS.

Η σύνθεση δύο καθέτων αρμονικών ταλαντώσεων με διαφορετική συχνότητα δίδει πολύπλοκη καμπύλη η οποία είναι κλειστή, μόνο όταν ο λόγος των δύο συχνοτήτων f_x και f_y είναι ρητός αριθμός όπως φαίνεται στο σχήμα 3.



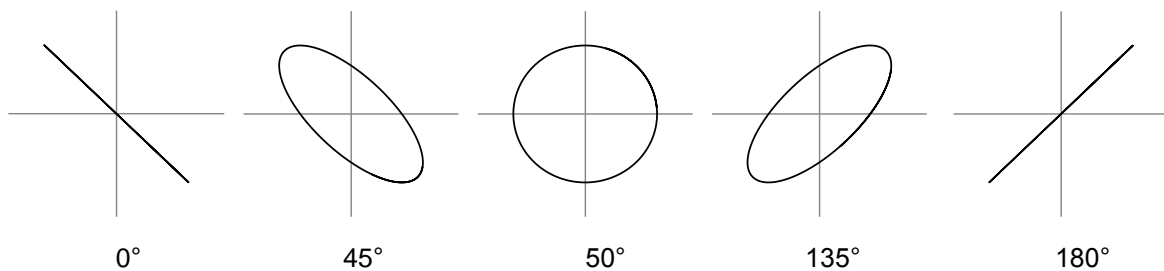
Σχήμα 3

Από το περιγεγραμμένο ορθογώνιο στην καμπύλη Lissajous έχουμε ότι ο λόγος των συχνοτήτων ισούται με το πηλίκο του αριθμού των σημείων της καμπύλης που εφάπτονται στις πλευρές του ορθογωνίου. Με τις καμπύλες Lissajous βρίσκουμε τις αρμονικές μιας δεδομένης θεμελιώδους συχνότητας. Με το κύκλωμα του σχήματος 4 παρατηρούμε καμπύλες Lissajous στην οθόνη του παλμογράφου.



Σχήμα 4

Στην περίπτωση κατά την οποία οι δύο συχνότητες είναι ίσες τότε λαμβάνομε ευθεία γραμμή, έλλειψη ή κύκλο, αναλόγως της διαφοράς φάσης, (σχ.5)

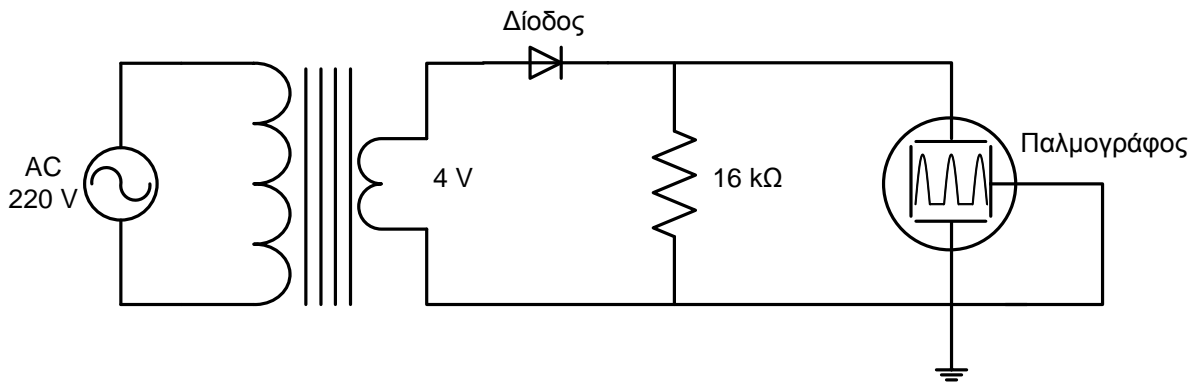


Σχήμα 5

Γ' ΑΠΛΗ ΚΑΙ ΔΙΠΛΗ ΑΝΟΡΘΩΣΗ

Πολλές φορές χρειαζόμαστε συνεχή τάση, ενώ διατίθεται μόνο εναλλασσόμενη τάση. Αυτό επιτυγχάνεται με συσκευές οι οποίες φέρονται με το γενικό όνομα ανορθωτές. Ανάλογα με την ζητούμενη ισχύ του ανορθωμένου ρεύματος, χρησιμοποιούνται

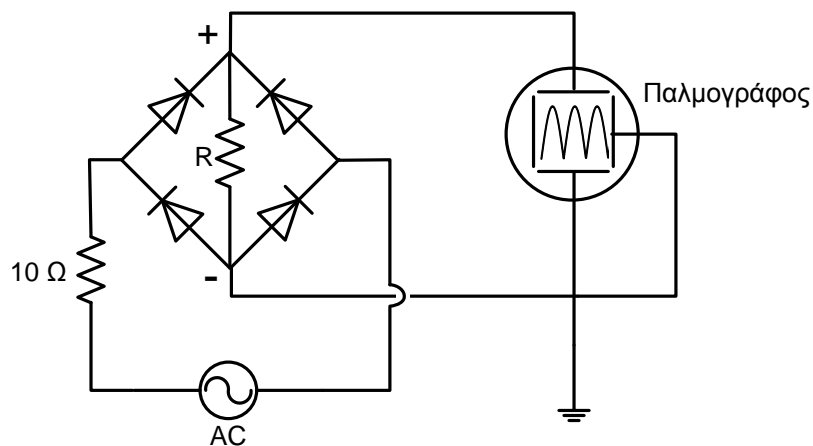
κρυσταλλοδίοδοι, ξηροί ανορθωτές, δίοδοι ηλεκτρονικές λυχνίες, σύστημα ηλεκτροκινητήρα-γεννήτριας κλπ.



Σχήμα 6

Στο σχήμα 6 αποδίδεται διάταξη απλής ανόρθωσης με κρυσταλλοδίοδο Ge. Το κύκλωμα περιλαμβάνει και παλμογράφο για την παρατήρηση της μορφής της τάσης στα άκρα της αντίστασης. Εάν δεν υπήρχε η κρυσταλλοδίοδος του Ge, το ρεύμα στην αντίσταση R θα ήταν εναλλασσόμενο.

Η παρεμβολή της κρυσταλλοδίοδου ανακόπτει το ρεύμα κατά την μια ημιπερίοδο και συνεπώς η αντίσταση διαρρέεται από ρεύμα μιας μόνο φοράς.



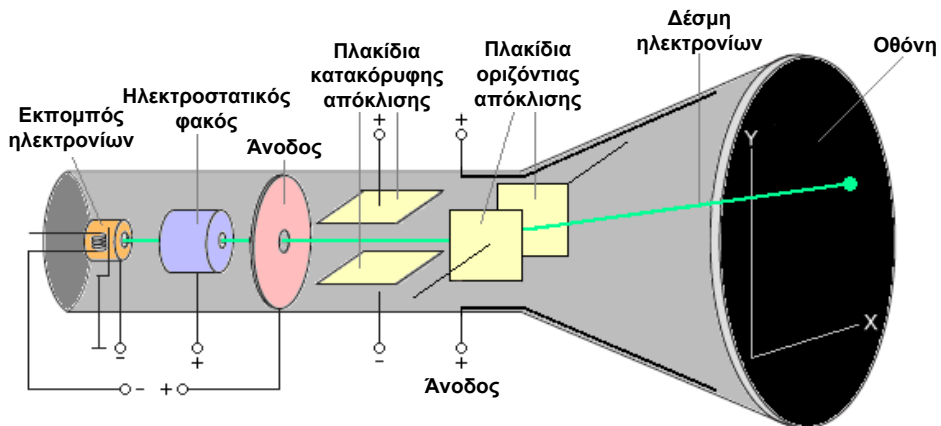
Σχήμα 7

Στην οθόνη του παλμογράφου λαμβάνομε την τάση συναρτήσεως του χρόνου.

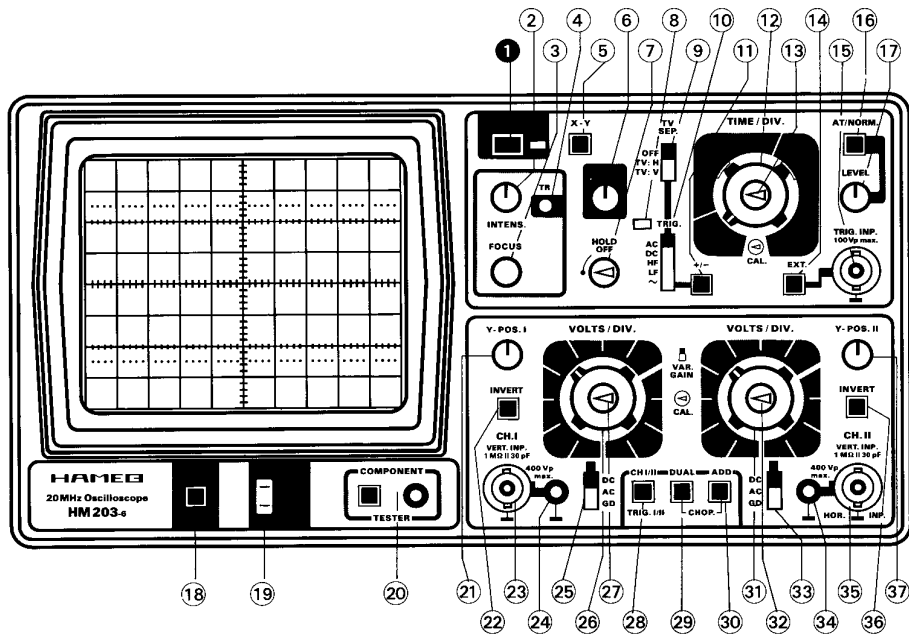
Για την πλήρη ανόρθωση χρησιμοποιούνται τέσσερες ανορθωτές σε διάταξη γέφυρας, (σύνδεση Graetz) σχ.7.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΟΔΗΓΙΕΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ ΤΟΥ ΠΑΛΜΟΓΡΑΦΟΥ

Ο παλμογράφος αποτελείται από ένα καθοδικό σωλήνα όπου μία δέσμη ηλεκτρονίων προσπίπτει στην οθόνη η οποία φωτοβολεί. Περιλαμβάνει τέσσερα πλακίδια, δύο οριζόντια και δύο κατακόρυφα. Με την εφαρμογή κατάλληλης τάσης στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης η δέσμη μετακινείται στον άξονα $-x$. Το ίδιο συμβαίνει με τα πλακίδια κατακόρυφης απόκλισης για τον άξονα $-y$. Ο παλμογράφος απεικονίζει και κυματομορφές με εφαρμογή πριονωτής τάσης στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης, ώστε η δέσμη να «σαρώνει» τον οριζόντιο άξονα.



Σχήμα 8: Ο καθοδικός σωλήνας του παλμογράφου



Σχήμα 9

Στο σχήμα 9 παριστάνεται η εμπρόσθια όψη του χρησιμοποιούμενου στην άσκηση παλμογράφου, με την οθόνη και τα διάφορα κουμπιά ρύθμισης.

A/A	ΣΗΜΑΝΣΗ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
1.	POWER ON/OFF	Ο διακόπτης λειτουργίας του παλμογράφου
2.	INTENS	Ρυθμίζει την ένταση της δέσμης στην οθόνη.
3.	FOCUS	Εστιάζει την δέσμη πάνω στη οθόνη
4.	TR (Trimmer)	Περιστρέφει την δέσμη ως προς το κέντρο της οθόνης για την οριζοντίωσή της.
5.	X-Y	Επιλέγει λειτουργία X-Y. Τίθεται εκτός λειτουργίας ολόκληρο το κύκλωμα της βάσης χρόνου. Η είσοδος X γίνεται από το κανάλι 2 (HOR.INP).
6.	X- POS	Ρυθμίζει την θέση της δέσμης στον άξονα X (δεξιά – αριστερά).
12.	TIME/DIV	Περιστροφικός διακόπτης 18 θέσεων. (0,5 ms/cm μέχρι 200ms/cm).
13.	TIME/DIV (variable	Ποτενσιόμετρο για συνεχή μεταβολή control) της βάσης χρόνου.
21,37	Y-POS I, Y-POS II	Ρυθμίζει την κατακόρυφη θέση της δέσμης του καναλιού I και του καναλιού II.
23,25	CHI,DC,AC,GD CHII, DC,AC,GD	Σύζευξη εισόδου για κάθε ένα από τα δύο κανάλια. DC: Απ'ευθείας σύνδεση AC: Σύνδεση μέσω πυκνωτού. GD: Γειωμένη είσοδος.
23,35	Ακροδέκτες BNC του CHI και CHII	Είσοδος για κανάλι I - αριστερά. Είσοδος για κανάλι II και είσοδος X (στην λειτουργία X-Y) – δεξιά.
26,31	VOLT/DIV	Περιστροφικοί διακόπτες 12 θέσεων, ένας για κάθε ενισχυτή κατακόρυφου (5 mV/cm μέχρι 20V/cm για κάθε κανάλι).
27,32	VOLT/DIV	Ποτενσιόμετρο για συνεχή μεταβολή του

πλάτους. Αυξάνει την ευαισθησία όταν περιστρέφεται δεξιά.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

1. Συνδέστε τον παλμογράφο με το δίκτυο των 220 V και γυρίστε τον διακόπτη POWER στην θέση ON. Περιμένετε για λίγο έως ότου η φωτεινή κηλίδα εμφανισθεί στην οθόνη του παλμογράφου.
2. Πραγματοποιείτε το κύκλωμα του σχήματος 2α με το κουμπί 5 στην θέση X-Y. Εγγράψατε τη σχηματιζόμενη έλλειψη σε τετράγωνο ρυθμίζοντας τα πλάτη κατά τους άξονες x και y και μετρήστε τα μήκη 2α και 2β ή c και d. Υπολογίστε τη διαφορά φάσης.
3. Υπολογίστε τη διαφορά φάσης βάσει των τιμών των στοιχείων του κυκλώματος ($C = 0,56 \mu\text{F}$ και $R = 10 \text{ k}\Omega$) από τις σχέσεις $\varepsilon\varphi(\varphi) = 1/RC\omega$ και $\omega = 2\pi f$, $f = 50\text{Hz}$. Συγκρίνετε με την τιμή του βήματος 2.
4. Πραγματοποιείτε το κύκλωμα του σχήματος 4 και λάβετε στην οθόνη τις εικόνες Lissajous των σχημάτων 3.
5. Πραγματοποιείτε το κύκλωμα του σχήματος 6 με το κουμπί 12 στη θέση 5ms και λάβετε στην οθόνη τη μορφή της ημιανορθωμένης τάσης. Στα πλακίδια οριζόντιας απόκλισης εφαρμόζεται η πριονωτή τάση. (ΚΟΥΜΠΙ 5 X-Y ΕΞΩ)
6. Πραγματοποιείτε το κύκλωμα του σχήματος 7 και λάβετε στην οθόνη τη μορφή της πλήρως ανορθωμένης τάσης όπως πιο πάνω.
7. Συνδέστε τον ηλεκτρολυτικό πυκνωτή παράλληλα στην αντίσταση R του σχήματος 7 και παρατηρείστε τη σταθεροποίηση της πλήρως ανορθωμένης τάσης. Καταγράψτε το εύρος της διακύμανσης της σταθεροποιημένης τάσης και τη χρονική της διάρκεια.

8. Όλες οι κυματομορφές οι οποίες έχουν ληφθεί στην οθόνη να αποδοθούν σε μιλιμετρέ χαρτί με όλα τα στοιχεία (συχνότητα γεννήτριας, συχνότητα μετασχηματιστή (50Hz), χρόνο σάρωσης, C,R κλπ.).