



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

Σωτήριος Ματακιάς





2^η ΕΝΟΤΗΤΑ

Δίοδοι - Επαφή pn

2^ο Εργαστήριο

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

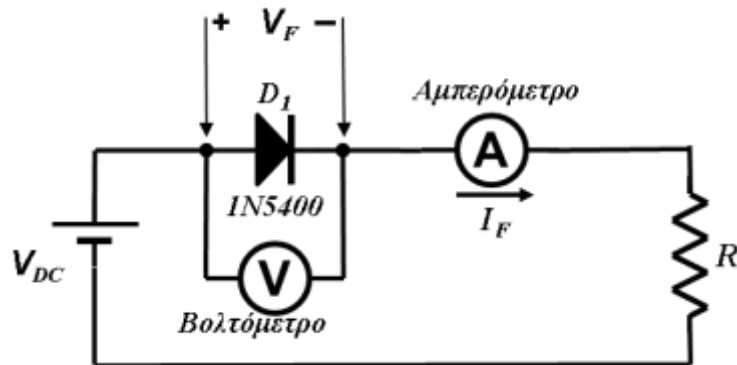


Άσκηση 4^η.

4.1 Στατική χαρακτηριστική της διόδου.

Στόχος: Μελέτη και χάραξη της στατικής χαρακτηριστικής της διόδου. Υπολογισμός της δυναμικής αντίστασης με τη βοήθεια του διαγράμματος.

Υλοποίηση: Υλοποιήστε το κύκλωμα ορθής πόλωσης της διόδου D1, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Χρησιμοποιήστε την αντίσταση $R=1k\Omega$ και ως πηγή VDC το τροφοδοτικό ρυθμιζόμενης συνεχούς τάσης.



Σχήμα 1. Το κύκλωμα ορθής πόλωσης της διόδου D1

Μετρήσεις: (Α) Λάβετε μετρήσεις της τάσης ορθής πόλωσης, V_F , και του ρεύματος ορθής πόλωσης, I_F , της διόδου D1 ώστε να συμπληρώσετε τον Πίνακα 1.

(Β) Αντιστρέψτε την πολικότητα του τροφοδοτικού και μεταβάλλετε την τάση τροφοδοσίας από 0V ως 15V. Τι παρατηρείτε;

.....
.....
.....
.....

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

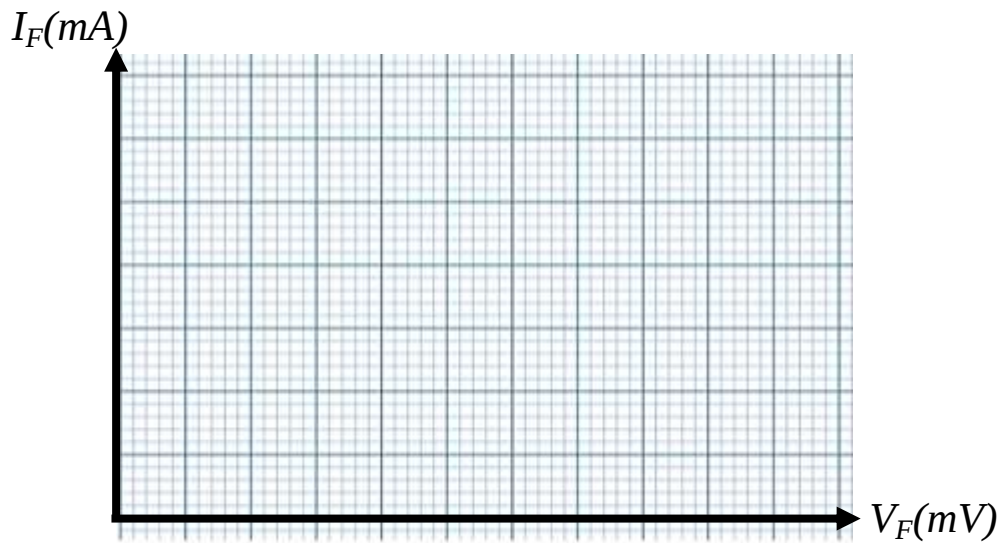
$V_F(\text{mV})$	$I_F(\text{mA})$
	0,5
	1
	2
	3
	4
	5
	7
	10
	12
	15
	17
	20
	25

(Γ) Αντικαταστήστε στο κύκλωμα του σχ. 1 τη δίοδο D1 με τη δίοδο γερμανίου D5 (AA113). Λάβετε μετρήσεις της τάσης ορθής πόλωσης, V_F , και του ρεύματος ορθής πόλωσης, I_F , της διόδου D5 ώστε να συμπληρώσετε τον Πίνακα 2.

(Δ) Με βάση τις τιμές τάσης - ρεύματος που πήρατε για την D1 και την D5, χαράξτε στο διάγραμμα του Σχήματος 2 και σε βαθμονομημένους άξονες τις στατικές χαρακτηριστικές και των δύο διόδων $I_F = f(V_F)$.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

$V_F(\text{mV})$	$I_F(\text{mA})$
	0,5
	1
	2
	3
	4
	5
	7
	10
	15
	17
	20
	23
	30



Σχήμα 2 : Στατικές χαρακτηριστικές των διόδων D₁ και D₅

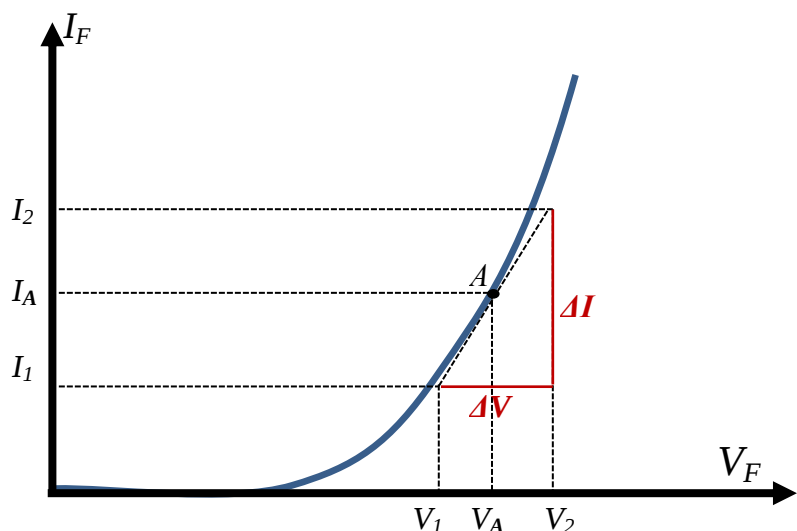
(Ε) Με βάση τις χαρακτηριστικές του διαγράμματος του σχήματος 2 σχολιάστε τις διαφορές μεταξύ των στατικών χαρακτηριστικών των δύο διόδων.

.....
.....

4.2 Οδηγίες αναφοράς

Σε κάθε σημείο Α, στο διάγραμμα της χαρακτηριστικής μιας διόδου στην περιοχή της ορθής πόλωσης, μπορεί να ορισθεί η δυναμική αντίσταση $R_{F,ac}$ ως το πηλίκο μιας μικρής μεταβολής της τάσης γύρω από το σημείο Α προς την αντίστοιχη μεταβολή του ρεύματος. Οι μεταβολές αυτές είναι οι κάθετες πλευρές ενός ορθογωνίου τριγώνου με υποτείνουσα την εφαπτομένη της καμπύλης στο σημείο Α (Σχήμα 3).

$$R_{F,ac} = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1}$$



Σχήμα 3 : Στατική και δυναμική αντίσταση ορθής φοράς

Επίσης ορίζεται η στατική αντίσταση $R_{F,dc}$ ως το πηλίκο της τάσης στο σημείο Α προς το αντίστοιχο ρεύμα.

$$R_{F,dc} = \frac{V_A}{I_A}$$



Την επόμενη εβδομάδα να φέρετε σε κόλλα αναφοράς:

- (α) συμπληρωμένους του Πίνακες 1,2 και το διάγραμμα του Σχήματος 2 με στυλό διαφορετικού χρώματος για κάθε χαρακτηριστική καμπύλη.
- (β) απαντημένες τις ερωτήσεις (B) και (E)
- (γ) να υπολογίσετε τη στατική αντίσταση $R_{F,dc}$ και τη δυναμική αντίσταση $R_{F,ac}$ της διόδου πυριτίου με τη βοήθεια του διαγράμματος που σχεδιάσατε, στο σημείο με $I=7mA$
- (δ) (Αναζήτηση στο internet) Με τη βοήθεια πληροφοριών που θα βρείτε στα datasheets των κατασκευαστών να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα με τις τιμές του μέγιστου ρεύματος ($I_{F,max}$), της μέγιστης τάσης ορθής φοράς ($V_{F,max}$) καθώς και της μέγιστης ανάστροφης τάσης ($V_{R,max}$).

Δίοδος	$I_{F,max}$ (A)	$V_{F,max}$ (V)	$V_{R,max}$ (V)
1N4002			
1N5400			
1N4004			
1N4148			
1N914			
BY127			
BAS20			
AA119			



2^η ΕΝΟΤΗΤΑ

Δίοδοι - Επαφή pn

3^ο Εργαστήριο

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

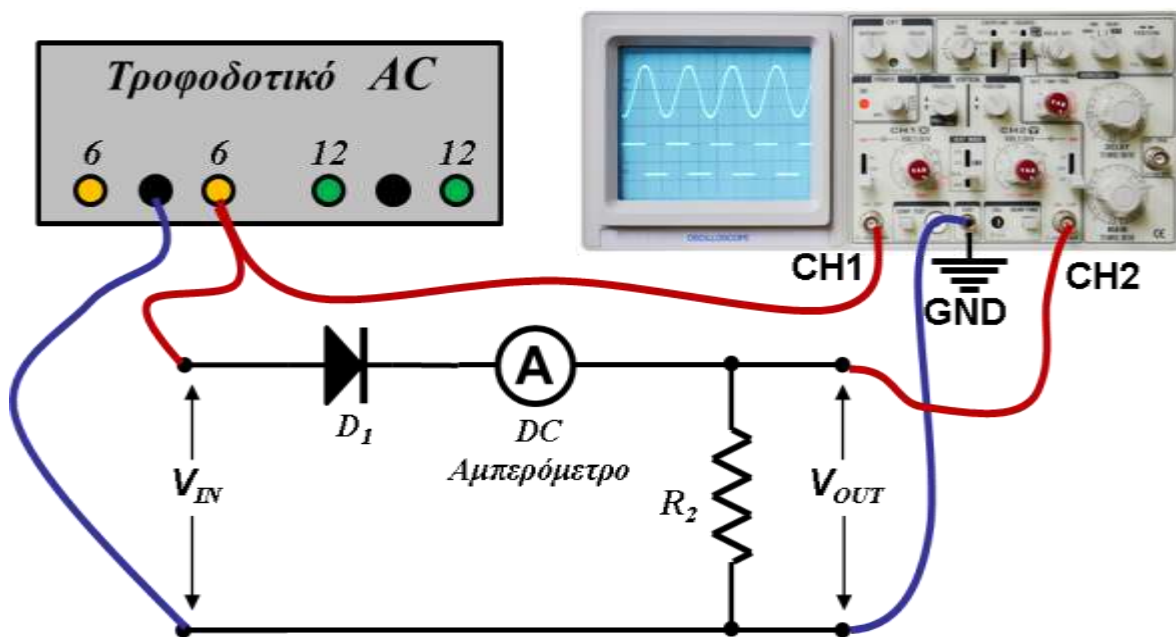


Άσκηση 5^η.

5.1 Απλή ανόρθωση με δίοδο.

Στόχος: Μελέτη της απλής ανόρθωσης. Εύρεση σημείου λειτουργίας διόδου.

Υλοποίηση: Υλοποιήστε την συνδεσμολογία του κυκλώματος του Σχήματος 1. Η δίοδος πυριτίου D_1 είναι η 1N5400 και η $R_2=220k\Omega$. Στην είσοδο του κυκλώματος θα συνδέσετε την μία από τις εξόδους 6V του τροφοδοτικού εναλλασσόμενης (AC) τάσης, την οποία επίσης θα συνδέσετε και στην είσοδο CH1 του παλμογράφου. Συνδέστε την έξοδο στο κανάλι CH2 του παλμογράφου. Παρατηρήστε στο κανάλι CH1 του παλμογράφου την τάση εισόδου και στο κανάλι CH2 την τάση εξόδου, με τον μεταγωγό AC-GND-DC του παλμογράφου στην θέση DC και τον επιλογέα Volt/Div στην θέση 5V.



Σχήμα 1. Το κύκλωμα απλής ανόρθωσης.

(Α) Μετρήστε στον παλμογράφο την συνεχή συνιστώσα (DC) της τάσης εξόδου και συγκρίνετε με την αναμενόμενη θεωρητικά.

Θεωρητική τιμή $V_{DC} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ Μετρούμενη τιμή $V_{DC} = \dots\dots\dots$

(Β) Μετρήστε στο αμπερόμετρο την συνεχή συνιστώσα του ρεύματος και συγκρίνετε με την θεωρητική τιμή της.

Θεωρητική τιμή $I_{DC} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ Μετρούμενη τιμή $I_{DC} = \dots\dots\dots$

(Γ) Σχεδιάστε τις κυματομορφές εισόδου και εξόδου στο διάγραμμα του Σχήματος 2 (α και β), σε βαθμονομημένους άξονες με τις ακριβείς τιμές τάσης και χρόνου.



(Δ) Σημειώστε τις τιμές των διακοπών του παλμογράφου και των μεγεθών των σημάτων για τα κανάλια 1 και 2 στον παρακάτω πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

CH1 – ΕΙΣΟΔΟΣ

V/DIV =

DIV =

Τάση =

T/DIV =

DIV =

Περίοδος =

Συχνότητα =

CH2 – ΕΞΟΔΟΣ

V/DIV =

DIV =

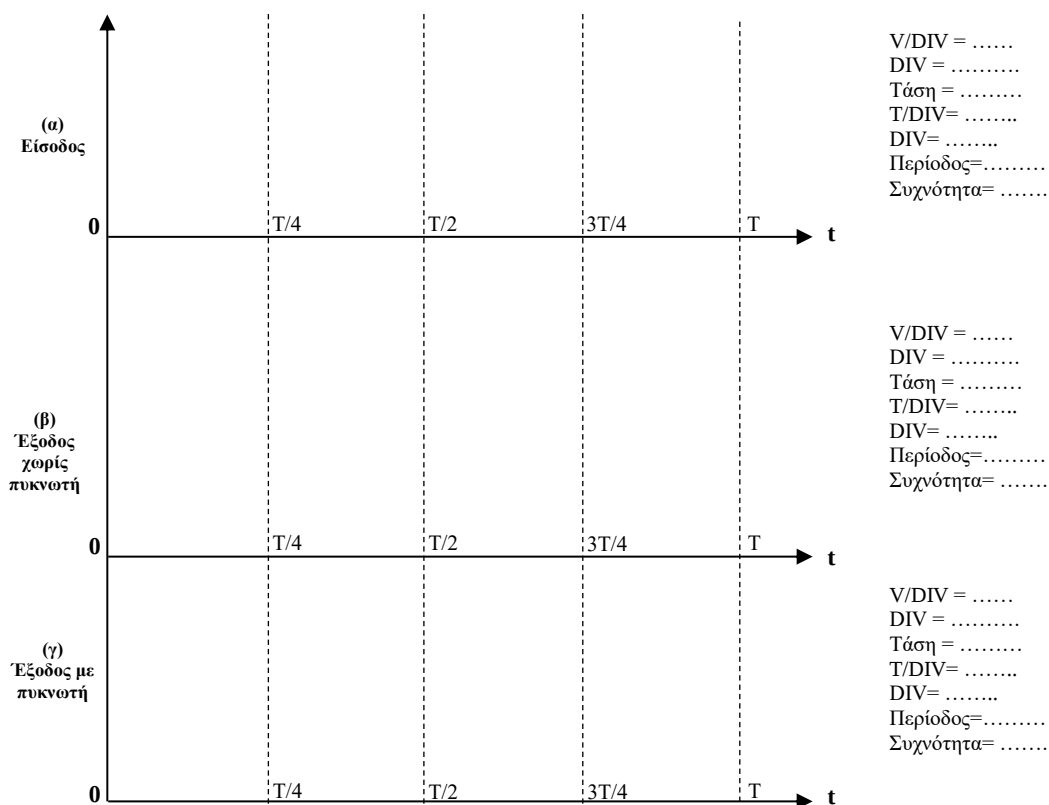
Τάση =

T/DIV =

DIV =

Περίοδος =

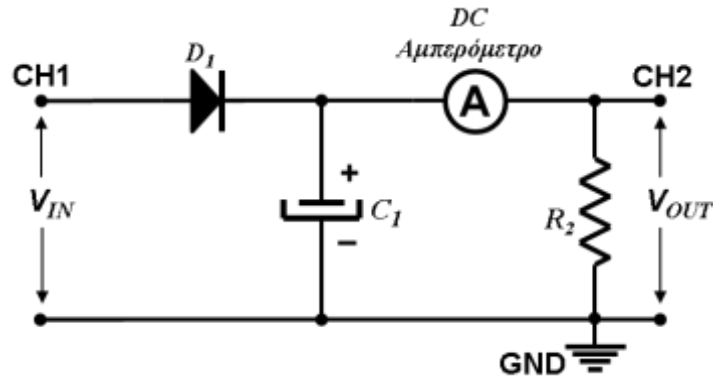
Συχνότητα =



Σχήμα 2. Κυματομορφές εισόδου και εξόδου του ανορθωτή.

5.2 Απλή ανόρθωση με φίλτρο C.

Συνδέστε τον πυκνωτή C_1 παράλληλα στην αντίσταση φόρτου R_2 (ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ) όπως φαίνεται στο σχήμα 3. Επίσης σημειώστε ότι έχει αλλάξει η θέση του αμπερομέτρου στο κύκλωμα.



Σχήμα 3. Το κύκλωμα της απλής ανόρθωσης με πυκνωτή. Προσοχή στην θέση του αμπερομέτρου και την πολικότητα του πυκνωτή.

(ΣΤ) Σχεδιάστε την καινούργια κυματομορφή της τάσης εξόδου στο διάγραμμα του Σχ.2γ και σε βαθμολογημένους άξονες με τις ακριβείς τιμές τάσης και χρόνου.

(Ε) Μετρήστε στον παλμογράφο τη συνεχή συνιστώσα της τάσης εξόδου και στο αμπερόμετρο τη συνεχή συνιστώσα του ρεύματος και συγκρίνετε με τις τιμές που βρήκατε στην ερώτηση (Β).

Νέα μετρούμενη τιμή V_{DC} =..... Νέα μετρούμενη τιμή I_{DC} =.....

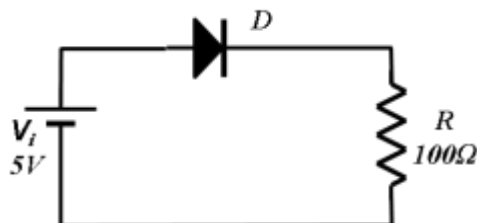
5.3 Οδηγίες αναφοράς

(Α) Την επόμενη εβδομάδα να φέρετε σε κόλλα αναφοράς συμπληρωμένες τις ερωτήσεις, το διάγραμμα του σχήματος 2 και τον Πίνακα 1.

(Β) Να σχεδιασθεί με μολύβι σε χαρτί μιλιμετρέ η χαρακτηριστική καμπύλη της διόδου χρησιμοποιώντας τις τιμές του παρακάτω πίνακα. Τι διόδος είναι πυριτίου ή γερμανίου;

V_D (Volt)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,72	0,74	0,76	0,78	0,8	0,82	0,84
I_D (mA)	0	0	0	0	0,2	0,6	1	20	26	36	52	68	82	106	128

Στη συνέχεια να βρεθεί το σημείο λειτουργίας με την γραφική μέθοδο, αν η διόδος αυτή συνδεθεί όπως φαίνεται στο παρακάτω κύκλωμα:





2^η ΕΝΟΤΗΤΑ

Δίοδοι - Επαφή pn

4^ο Εργαστήριο

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

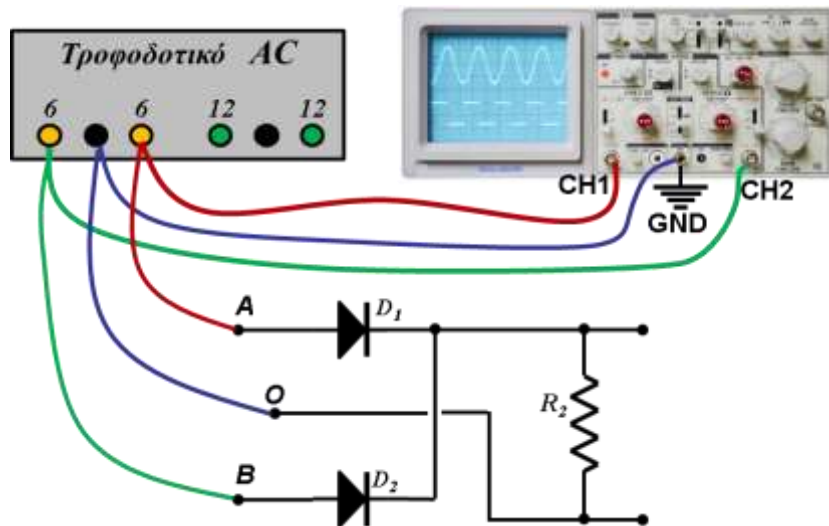


Άσκηση 6η.

6.1 Διπλή ανόρθωση.

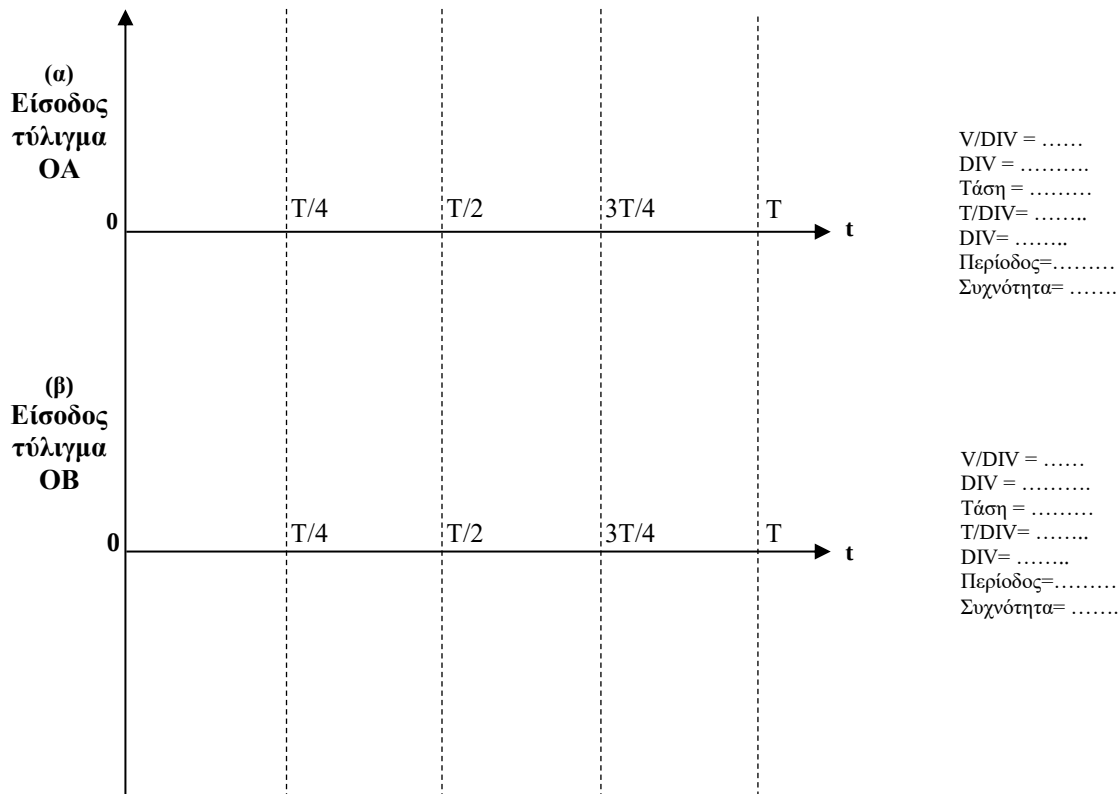
Στόχος: Μελέτη της διπλής ανόρθωσης.

Υλοποίηση: Υλοποιήστε την συνδεσμολογία του κυκλώματος διπλής ανόρθωσης του Σχήματος 1, χωρίς να συνδέσετε τον πυκνωτή.



Σχήμα 1: Το κύκλωμα της διπλής ανόρθωσης. Μέτρηση των V_{OA} , V_{OB} .

(Α) Παρατηρήστε στον παλμογράφο τις κυματομορφές των τάσεων εισόδου, V_{OA} και V_{OB} , και σχεδιάστε τις στο διάγραμμα του Σχήματος 2 (α και β) καθώς και στο Σχήμα 5 (α, β) και σε βαθμονομημένους άξονες τάσης και χρόνου (λάβετε υπόψη σας και τη διαφορά φάσης μεταξύ τους).



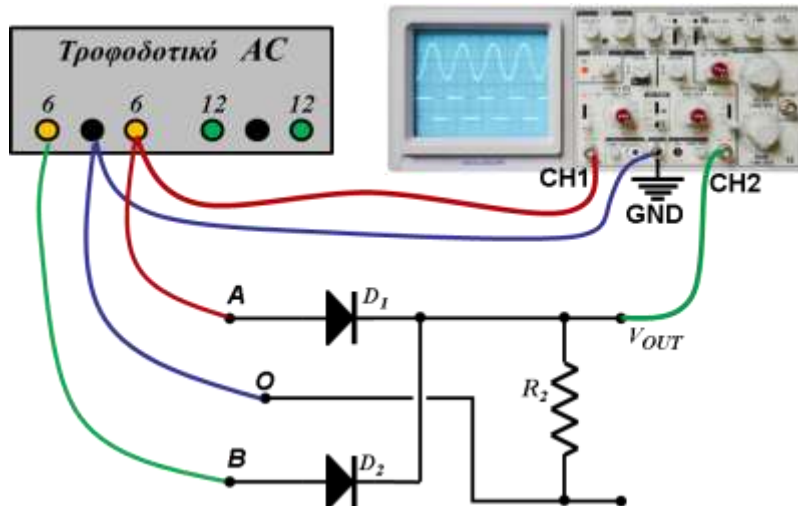
Σχήμα 2. Κυματομορφές εισόδου του κυκλώματος διπλής ανόρθωσης



(Β) Υπολογίστε την ενεργό τιμή των τάσεων εισόδου, V_{OA} και V_{OB} και συγκρίνετε με την τιμή που δίνει το τροφοδοτικό AC.

Ένδειξη τροφοδοτικού AC: $V_{OArms} = \dots\dots\dots$ Υπολογισμός από μέτρηση: $V_{OArms} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

(Γ) Με την ίδια συνδεσμολογία του Σχήματος 3, χωρίς να συνδέσετε τον πυκνωτή, σχεδιάστε την κυματομορφή της τάσης V_{OA} , V_{OB} και εξόδου V_{OUT} στο διάγραμμα του Σχήματος 5 (α, β και γ), σε βαθμονομημένους άξονες τάσης και χρόνου (λάβετε υπόψη σας και τη διαφορά φάσης σε σχέση με τις εισόδους).



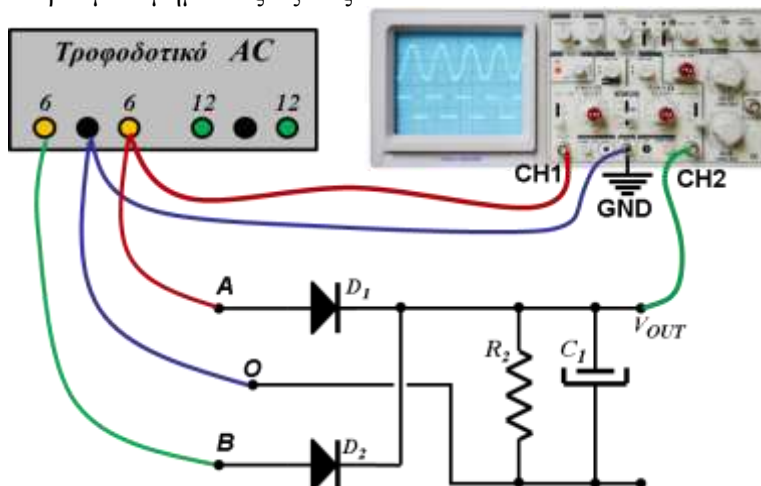
Σχήμα 3: Το κύκλωμα της διπλής ανόρθωσης. Μέτρηση των V_{OA} και V_{OUT} .

(Δ) Μετρήστε στον παλμογράφο την συνεχή συνιστώσα (DC) της τάσης εξόδου και συγκρίνετε με την αναμενόμενη θεωρητικά.

Θεωρητική τιμή $V_{outDC} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ Μετρούμενη τιμή $V_{outDC} = \dots\dots\dots$

6.2 Διπλή ανόρθωση με φίλτρο πυκνωτή C.

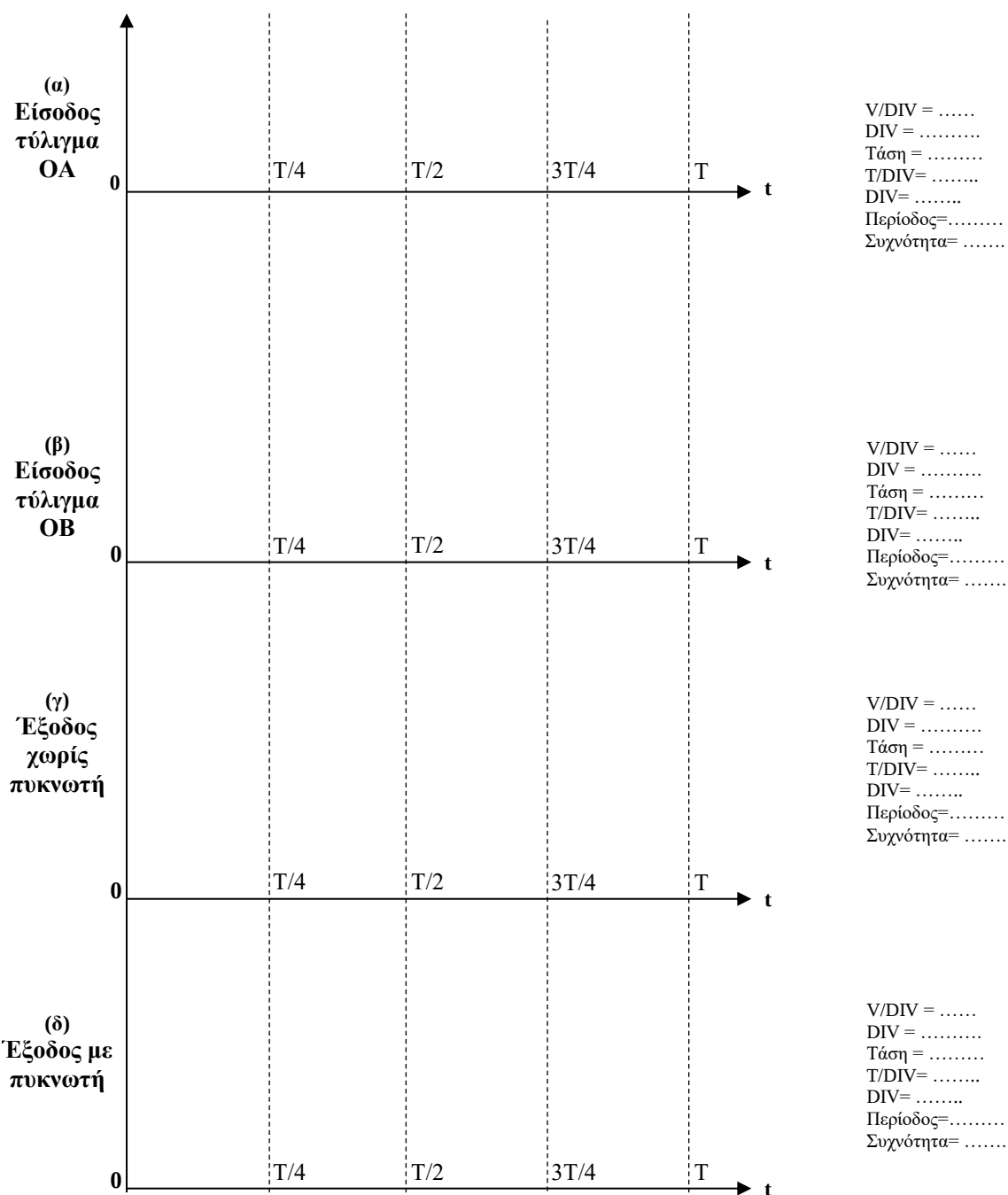
(Ε) Συνδέστε τώρα τον πυκνωτή C_1 παράλληλα στην αντίσταση φόρτου R_2 (ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ) και σχεδιάστε την νέα κυματομορφή της τάσης εξόδου στο διάγραμμα του Σχήματος 5 (δ), και σε βαθμονομημένους άξονες.



Σχήμα 4: Το κύκλωμα της διπλής ανόρθωσης με πυκνωτή στην έξοδο.

(ΣΤ) Μετρήστε στον παλμογράφο τη συνεχή συνιστώσα της τάσης εξόδου και συγκρίνετε με τις τιμές που βρήκατε στην (Δ).

Νέα μετρούμενη τιμή $V_{outDC} = \dots\dots\dots$



Σχήμα 5. Κυματομορφές εισόδου και εξόδου του κυκλώματος διπλής ανόρθωσης.

6.3 Οδηγίες αναφοράς

Την επόμενη εβδομάδα να φέρετε σε κόλλα αναφοράς συμπληρωμένες τις ερωτήσεις και τα διαγράμματα των σχημάτων 2 και 5.



2^η ΕΝΟΤΗΤΑ

Δίοδοι - Επαφή pn

5^ο Εργαστήριο

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ



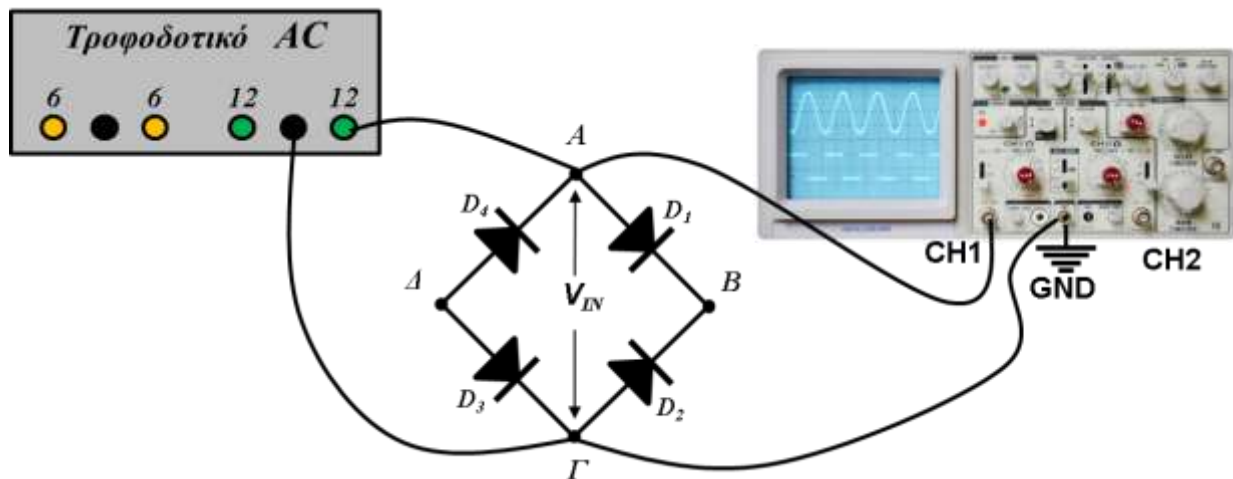
Άσκηση 7η.

7.1 Διπλή ανόρθωση με γέφυρα.

Στόχος: Μελέτη της διπλής ανόρθωσης με γέφυρα.

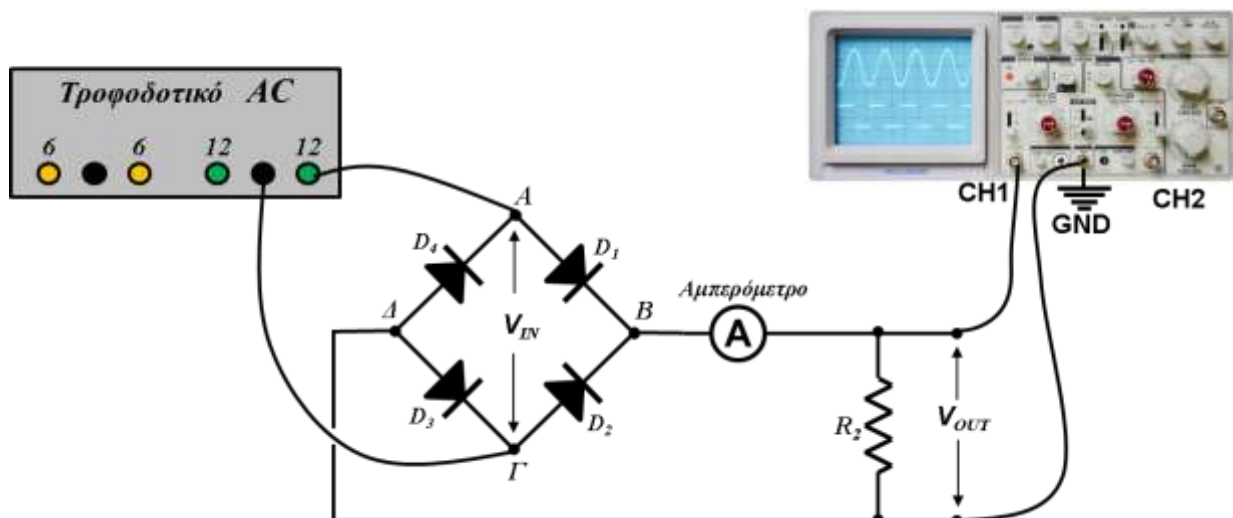
Υλοποίηση: Υλοποιήστε την συνδεσμολογία του κυκλώματος του Σχήματος 1.

(Α) Σχεδιάσετε σε βαθμολογημένους άξονες στο διάγραμμα του Σχήματος 4(α) την κυματομορφή V_{IN} της τάσης εισόδου στη γέφυρα



Σχήμα 1: Μέτρηση της τάσης εισόδου στο κύκλωμα της γέφυρας.

Υλοποιήστε την συνδεσμολογία του κυκλώματος διπλής ανόρθωσης με γέφυρα του Σχήματος 2 χωρίς να συνδέσετε τον πυκνωτή. ΠΡΟΣΟΧΗ: Δεν μπορείτε να συνδέσετε ταυτόχρονα την είσοδο και την έξοδο στον παλμογράφο. Γιατί;



Σχήμα 2: Μέτρηση της τάσης εξόδου στο κύκλωμα διπλής ανόρθωσης με γέφυρα.

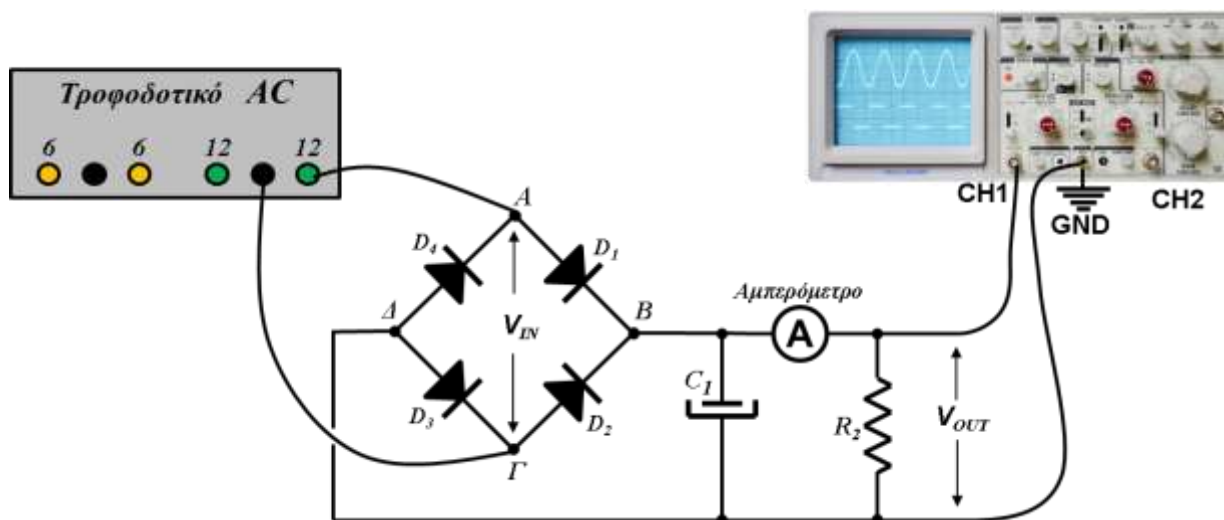


(Β) Με τη βοήθεια του παλμογράφου, σχεδιάστε την κυματομορφή της τάσης εξόδου V_{OUT} στο διάγραμμα του Σχήματος 4(β) και σε βαθμολογημένους άξονες τάσης και χρόνου.

(Γ) Μετρήστε με το πολύμετρο την συνεχή συνιστώσα (DC) της τάσης εξόδου και συγκρίνετε με την αναμενόμενη θεωρητικά.

Θεωρητική τιμή $V_{outDC} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ Μετρούμενη τιμή $V_{outDC} = \dots\dots\dots$

(Δ) Συνδέστε τώρα τον πυκνωτή C_1 παράλληλα στην αντίσταση φόρτου R_2 (ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΥΚΝΩΤΗ) όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.



Σχήμα 3: Μέτρηση της τάσης εξόδου στο κύκλωμα διπλής ανόρθωσης με γέφυρα και φίλτρο πυκνωτή.

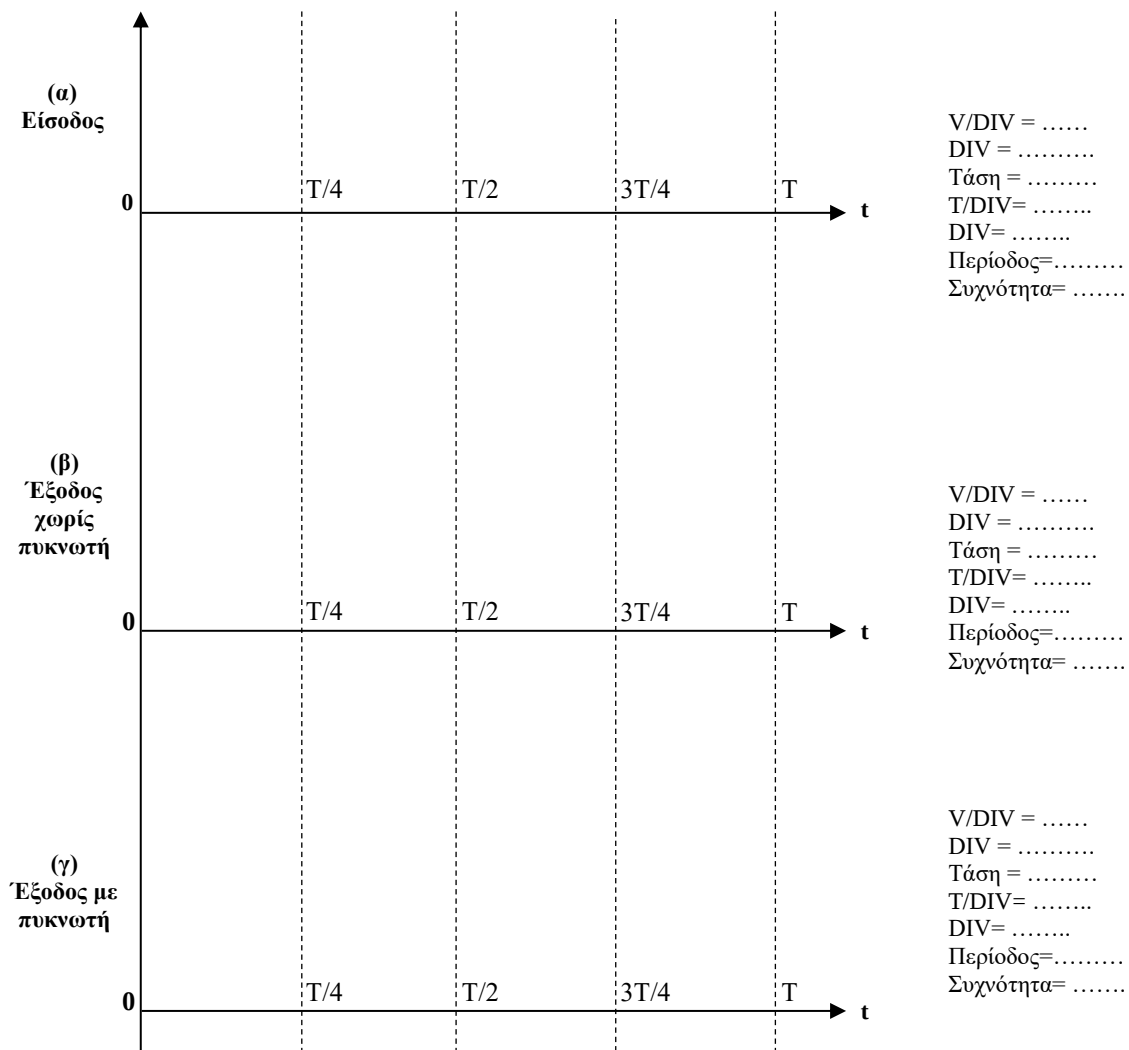
(Ε) σχεδιάστε την νέα κυματομορφή της τάσης εξόδου στο διάγραμμα του Σχήματος 4(γ) και σε βαθμολογημένους άξονες.

(Ε) Μετρήστε με το πολύμετρο τη συνεχή συνιστώσα της τάσης εξόδου και συγκρίνετε με τις τιμές που βρήκατε στην εργασία (Γ).

Νέα μετρούμενη τιμή $V_{outDC} = \dots\dots\dots$

7.2 Οδηγίες αναφοράς

Την επόμενη εβδομάδα να φέρετε σε κόλλα αναφοράς συμπληρωμένες τις μετρήσεις και το διάγραμμα του σχήματος 4.



Σχήμα 4. Κυματομορφές εισόδου και εξόδου του κυκλώματος ανόρθωσης με γέφυρα.