



**Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής**  
Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

Εργαστήριο Μικροηλεκτρονικής – Εργασία 5

Χρήστος Μαργιώλης – 19390133

Ιούνιος 2022

# Περιεχόμενα

<b>1 Θεωρητικό μέρος</b>	<b>2</b>
<b>2 Υλοποίηση της εργασίας</b>	<b>2</b>
<b>3 Συνδεσμολόγηση κυκλώματος</b>	<b>2</b>
<b>4 Εφαρμογή σήματος</b>	<b>3</b>
4.1 Θεωρητική $F_c$ . . . . .	3
4.2 Λειτουργία $R_1$ . . . . .	3
4.3 Γράφημα εξόδου . . . . .	3
4.4 Αύξηση τριγωνικής συχνότητας . . . . .	9
<b>5 Breadboard</b>	<b>10</b>

# 1 Θεωρητικό μέρος

Το αντικείμενο της εργασίας είναι η εξοικείωση και η υλοποίηση ενός ολοκληρωτή. Ο ολοκληρωτής είναι ένα κύκλωμα το οποίο εκτελεί την μαθηματική πράξη της ολοκλήρωσης σε ένα σήμα. Όσον αφορά το κύκλωμα, ο ιδανικός ολοκληρωτής είναι ένας αναστρέψων T.E με την διαφορά ότι αντί για feedback αντίσταση υπάρχει πυκνωτής ο οποίος έχει άεργη αντίσταση εισόδου:

$$X_c = \frac{1}{j2\pi fC}$$

Στον πρακτικό ολοκληρωτή, προκειμένου να περιορίσουμε το χέρδος του, προσθέτουμε και μία αντίσταση ανάδρασης παράλληλα με τον πυκνωτή. Τέλος, για συχνότητα μεγαλύτερης της  $F_c$ , ο ολοκληρωτής παύει να ολοκληρώνει και συμπεριφέρεται σαν απλός αναστρέψων T.E με χέρδος:

$$-\frac{R_f}{R_{in}}$$

## 2 Υλοποίηση της εργασίας

Για την υλοποίηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω εργαλεία:

- Tina-TI για την συνδεσμολογία και τις μετρήσεις του κυκλώματος.
- To breadboard του και τον παλμογράφο εργαστηρίου.
- IATEX για την συγγραφή της εργασίας.

## 3 Συνδεσμολόγηση κυκλώματος

- Συνδεσμολογήστε το κύκλωμα με  $R_{in} = R_1 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_f = 100\text{ k}\Omega$ ,  $C_1 = 4.7\text{ nF}$ ,  $V_1 = 15\text{ V}$ ,  $V_2 = -15\text{ V}$

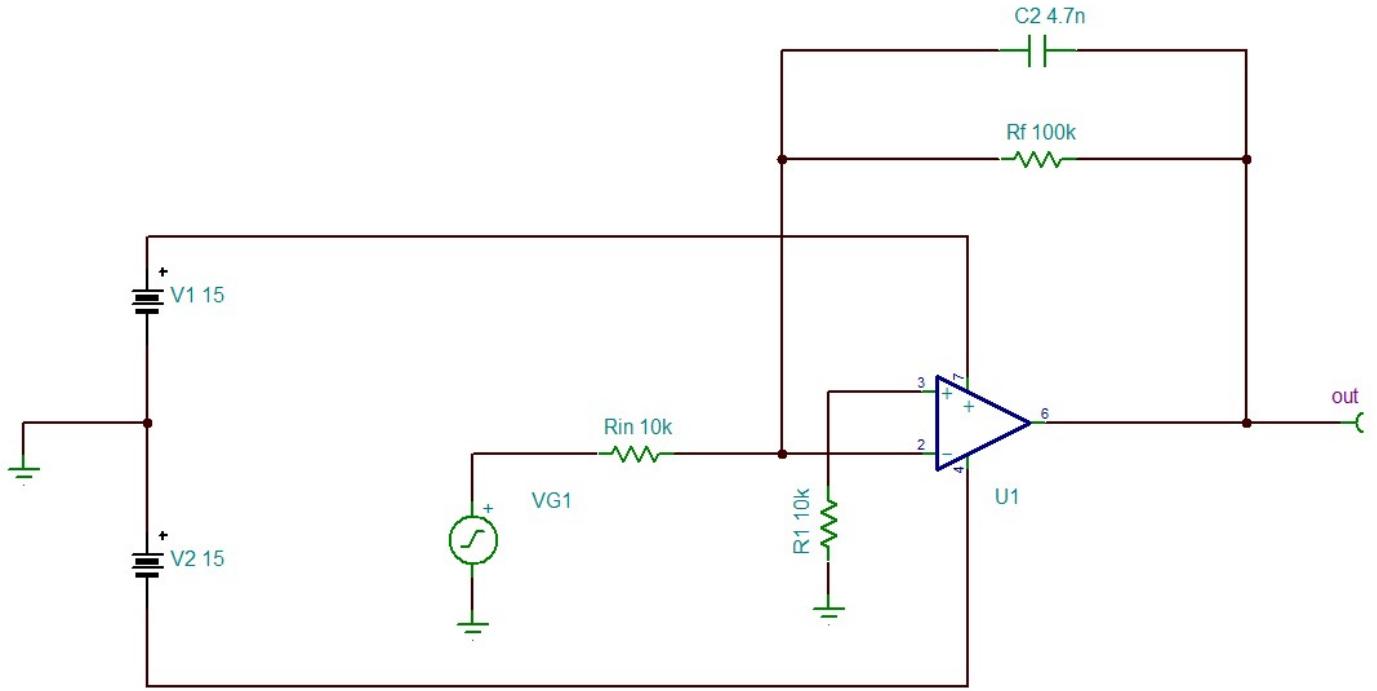


Figure 1: Ολοκληρωτής.

## 4 Εφαρμογή σήματος

- Εφαρμόστε τριγωνική/ημιτονική/τετραγωνική κυματομορφή πλάτους  $10V_{pp}$ ,  $10\text{ kHz}$  στην είσοδο του χυκλώματος.

### 4.1 Θεωρητική $F_c$

- Υπολογίστε την θεωρητική  $F_c$  του χυκλώματος.

$$F_c = \frac{1}{2\pi R_{in}C} \Rightarrow F_c = \frac{1}{2\pi \cdot 10\text{ k}\Omega \cdot 4.7\text{ nF}} \Rightarrow F_c \approx 3.3\text{ kHz}$$

### 4.2 Λειτουργία $R_1$

- Ποια είναι η λειτουργία της αντίστασης  $R_1$ ;

Δημιουργεί μετατόπιση (offset) στην έξοδο.

### 4.3 Γράφημα εξόδου

- Αναπαραστήστε σε γράφημα την έξοδο του χυκλώματος ως προς την είσοδο για  $F = 10\text{ kHz}$ ,  $F \gg F_c$ ,  $F \ll F_c$ .

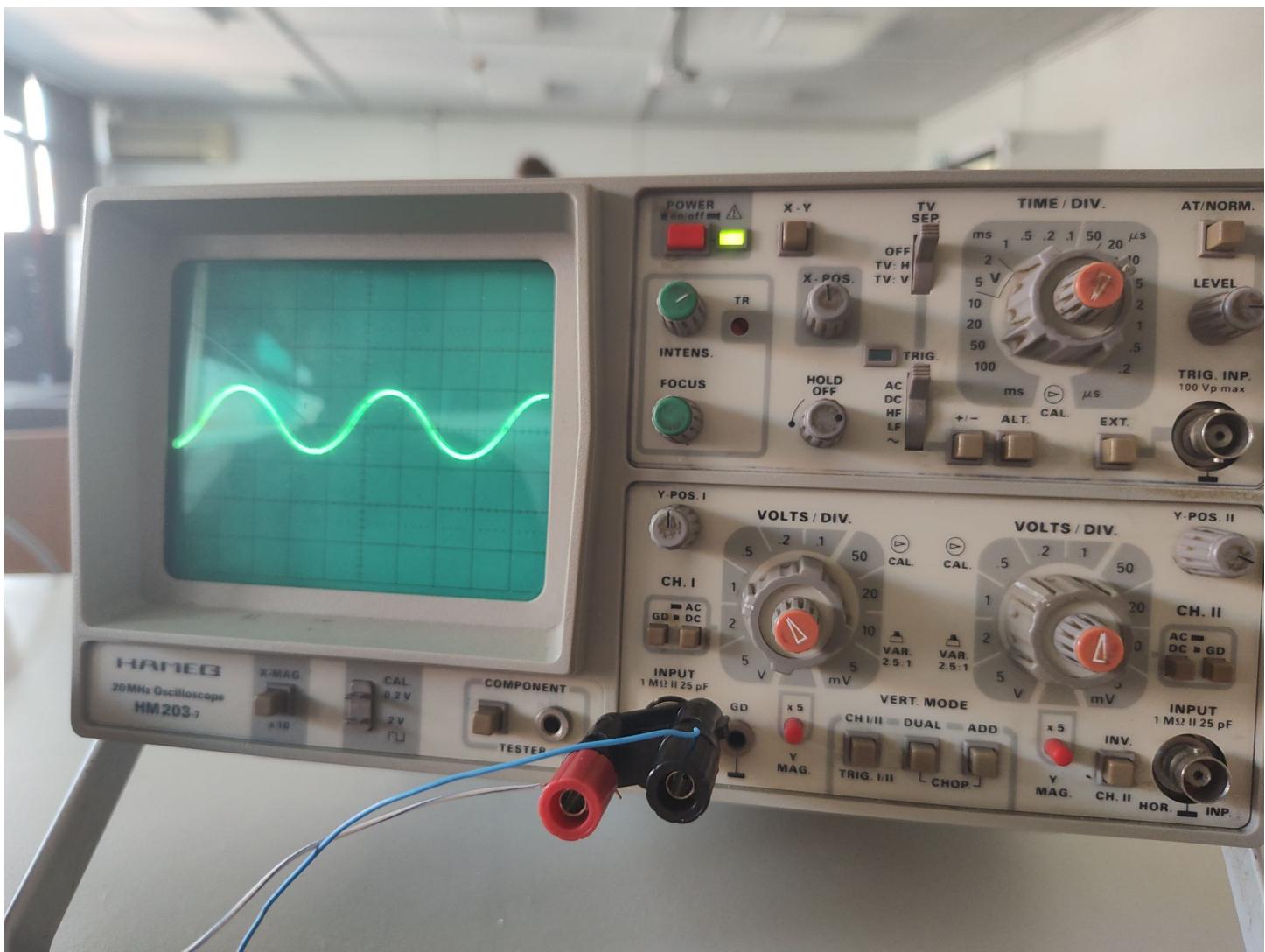


Figure 2: Ημιτονικό σήμα στον εργαστηριακό παλμογράφο.

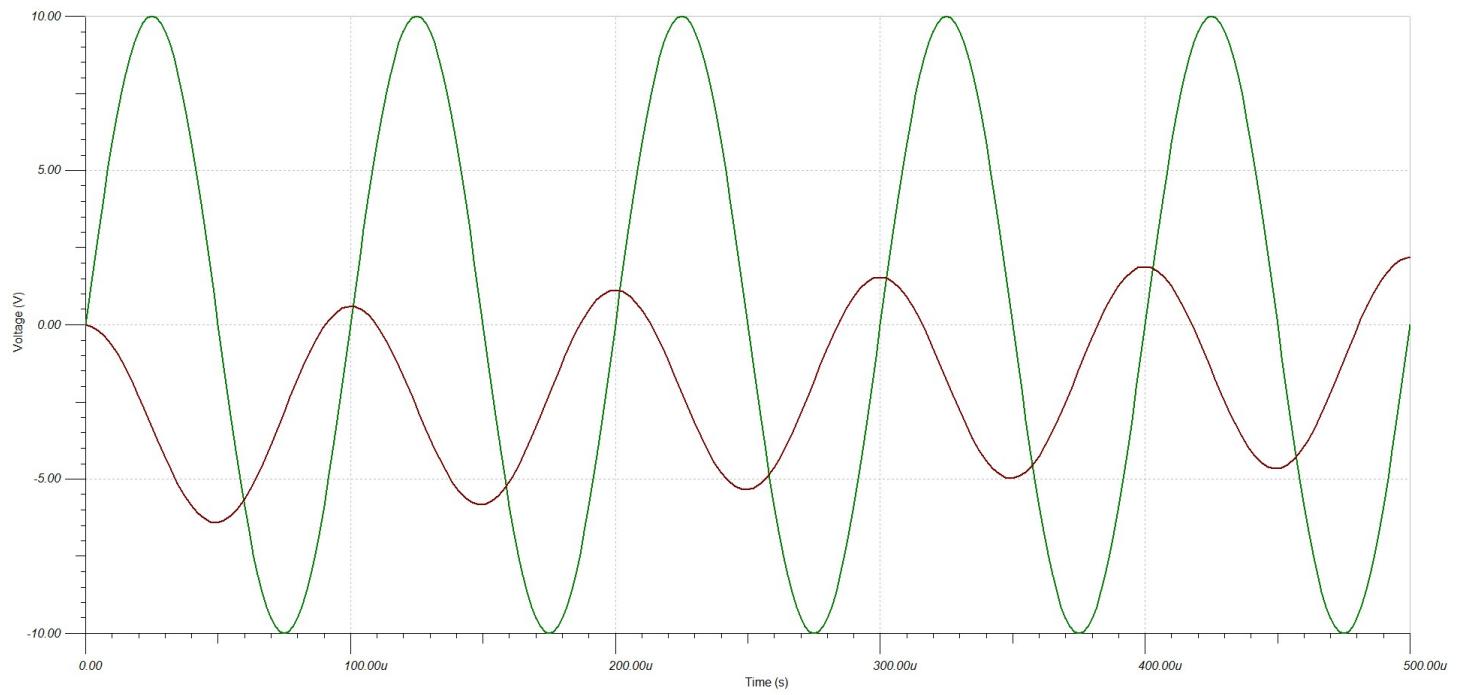


Figure 3: Ημιτονικό σήμα.

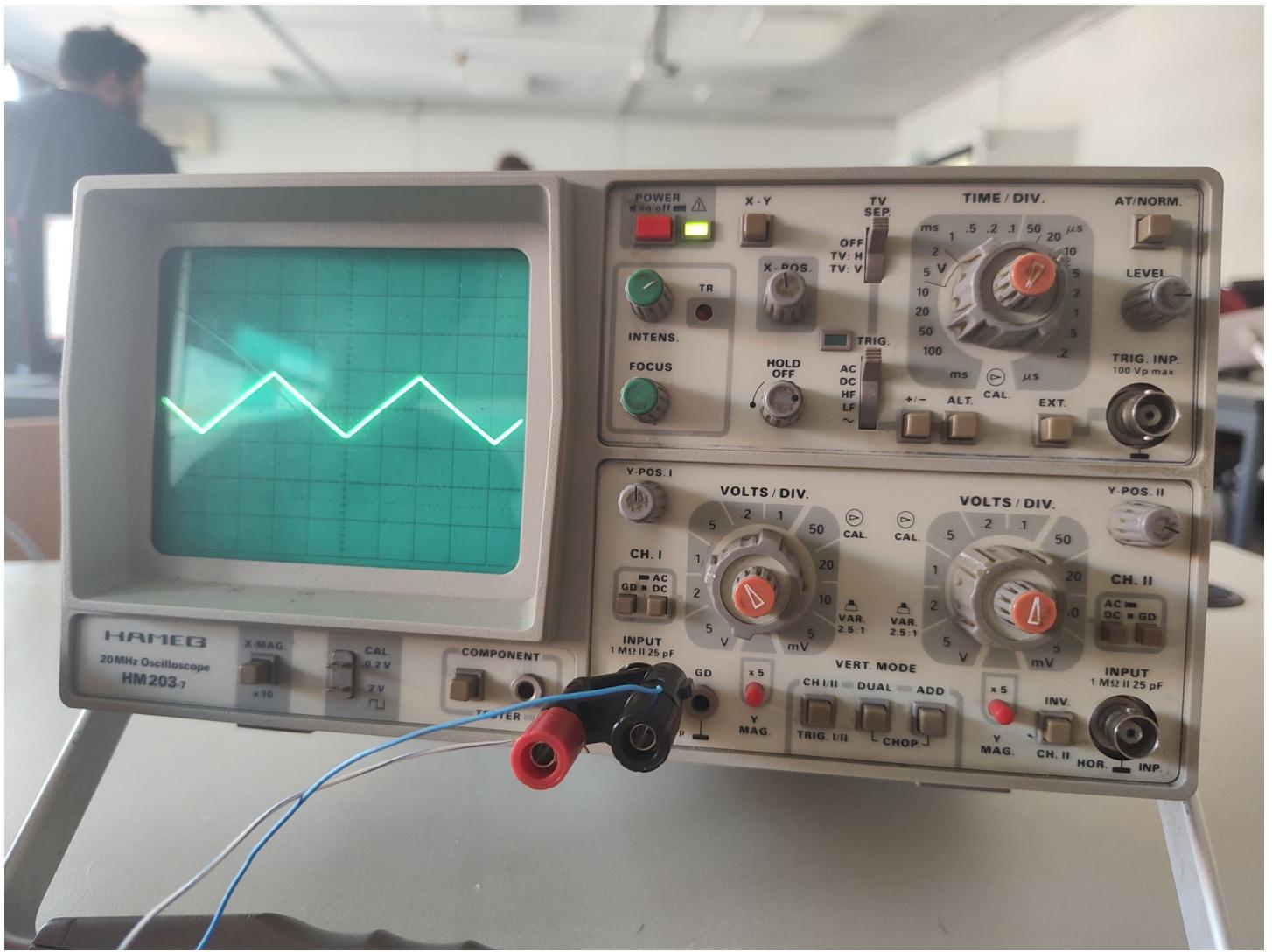


Figure 4: Τριγωνικό σήμα στον εργαστηριακό παλμογράφο.

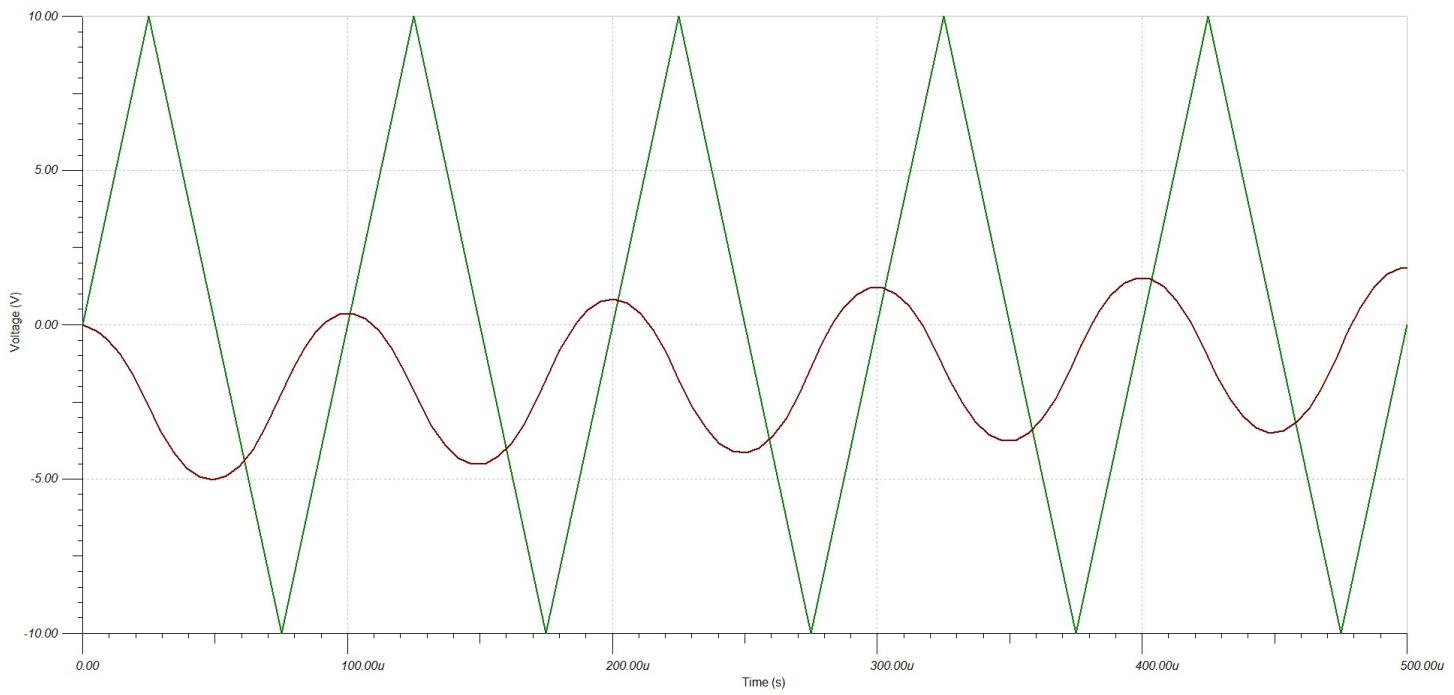


Figure 5: Τριγωνικό σήμα.

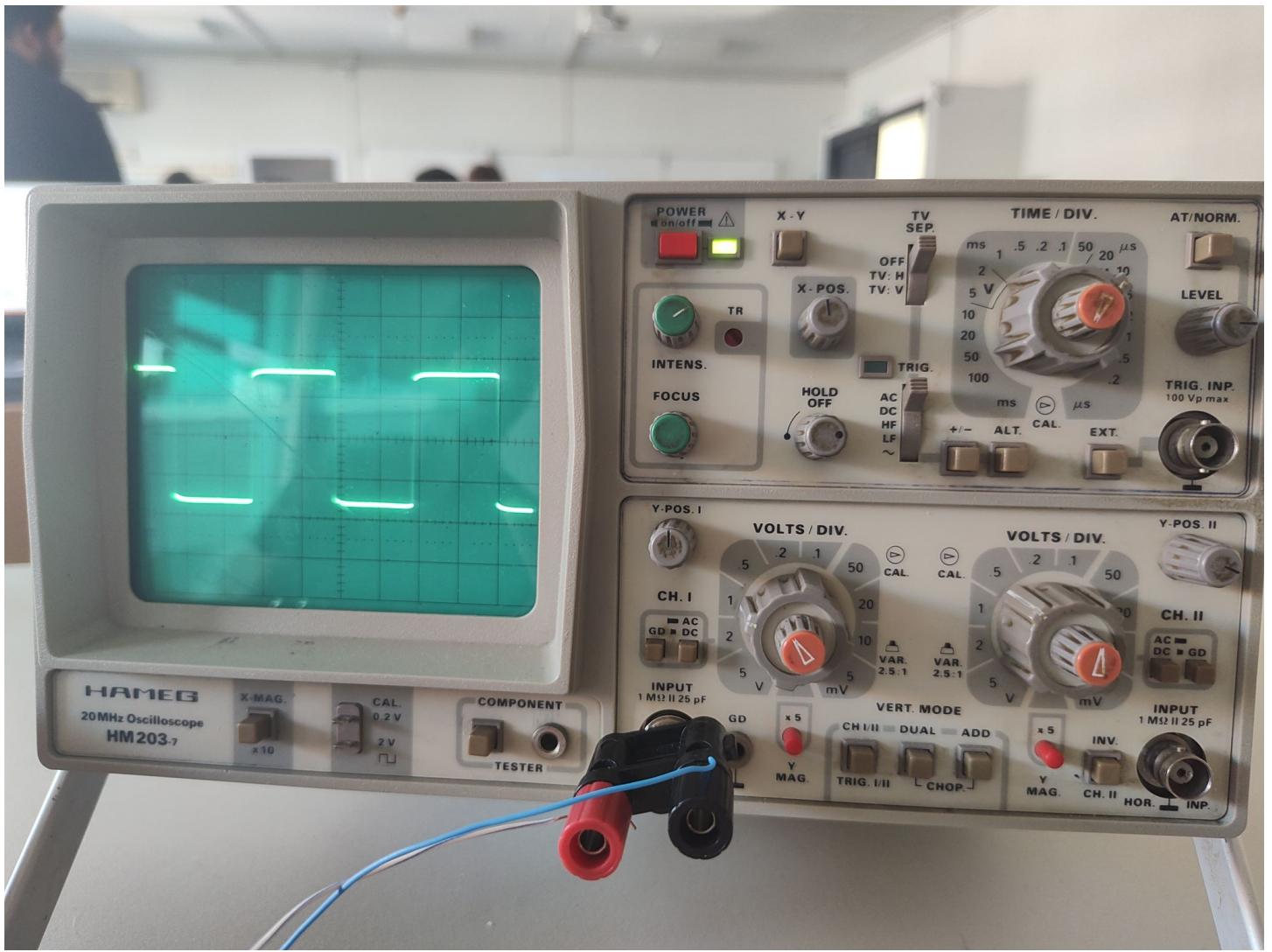


Figure 6: Τετραγωνικό σήμα στον εργαστηριακό παλμογράφο.

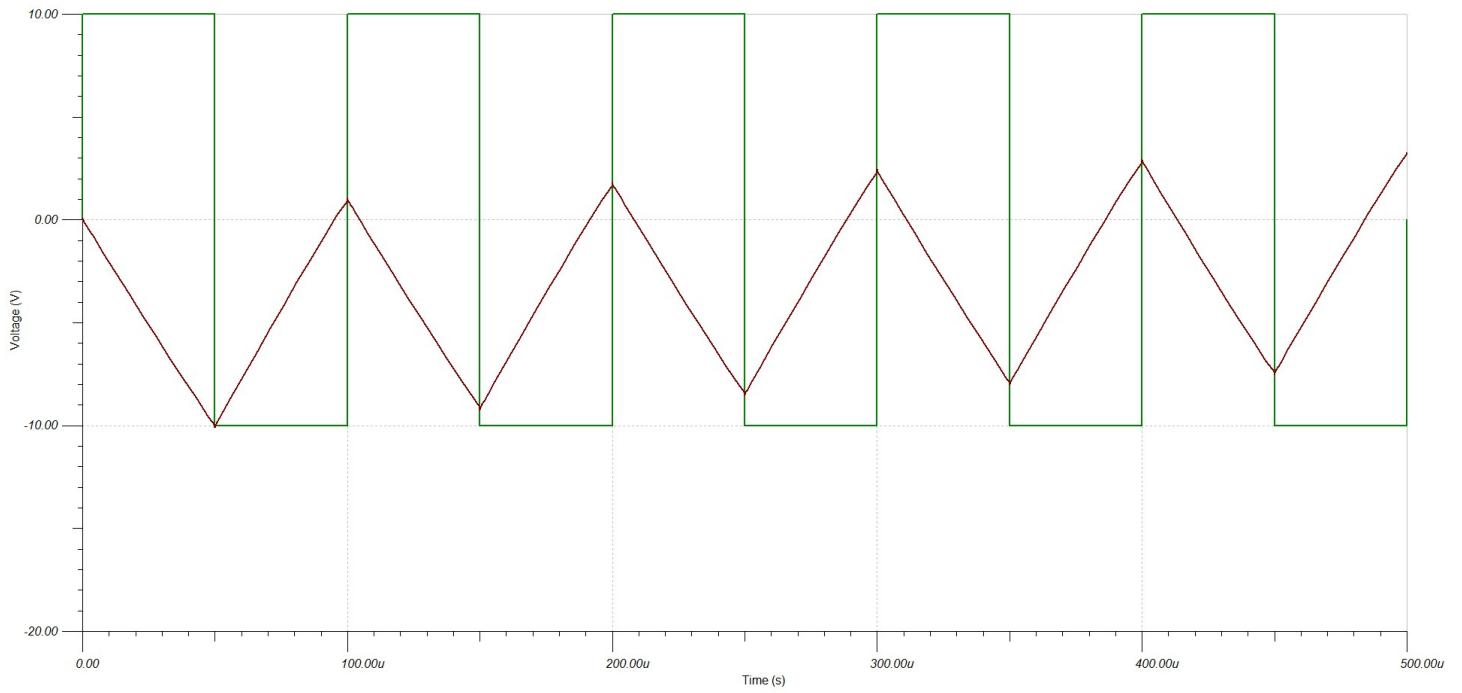


Figure 7: Τετραγωνικό σήμα.

#### 4.4 Αύξηση τριγωνικής συχνότητας

- Για τριγωνική κυματομορφή εισόδου  $7V_{pp}$ , 400 Hz, αρχίστε να αυξάνετε την συχνότητα του σήματος έως ότου να παρατηρήσετε στην έξοδο του κυκλώματος την ύπαρξη τριγωνικής κυματομορφής. Σημειώστε την πειραματικά μετρούμενη συχνότητα του κυκλώματος. Τι σχέση έχει η θεωρητική με την πρακτική συχνότητα  $F_c$ ;

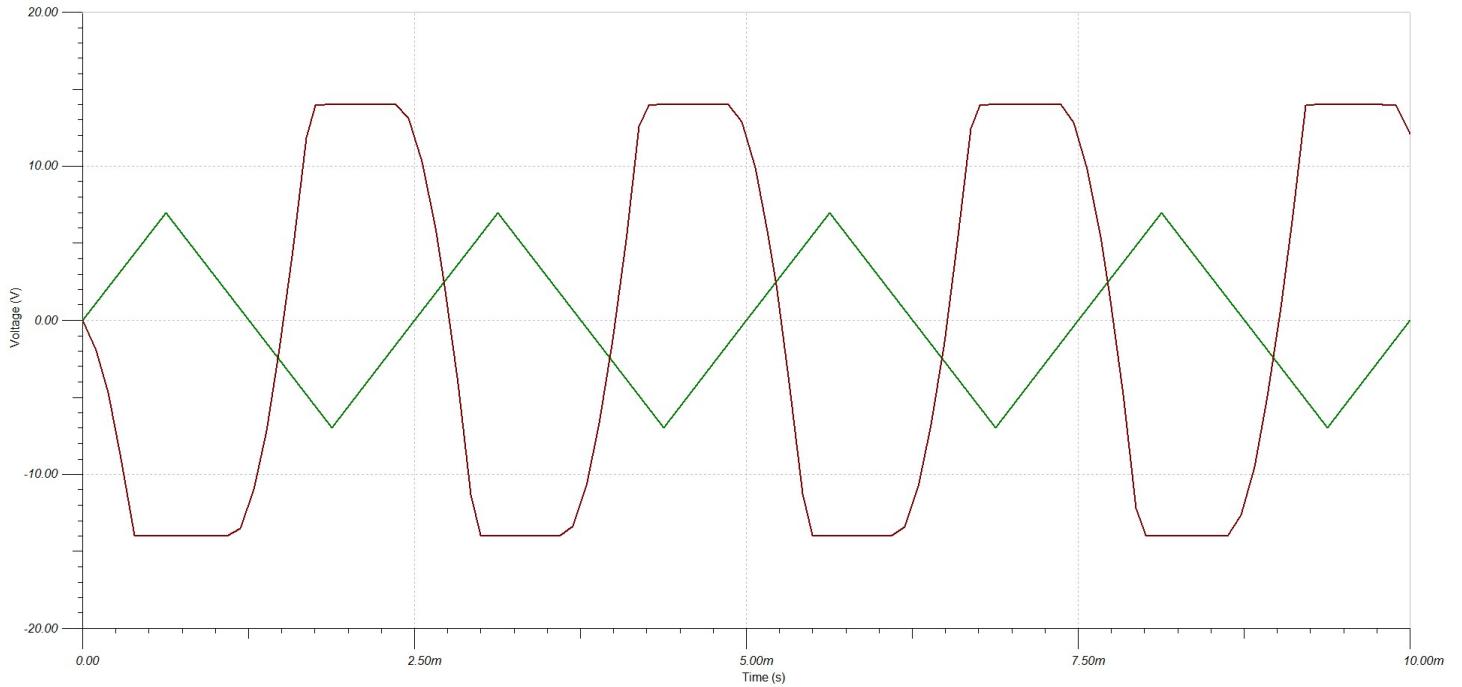


Figure 8: Τριγωνική συχνότητα 400 Hz

Μετά από πειραματισμό παρατήρησα ότι περίπου στα 2.5 kHz η έξοδος αρχίζει να γίνεται τριγωνικής μορφής, δηλαδή ο ολοκληρωτής λειτουργεί σαν αναστρέψων T.E. Βλέπουμε ότι η πρακτική συχνότητα 2.5 kHz είναι κοντά με την θεωρητική  $F_c = 3.3$  kHz.

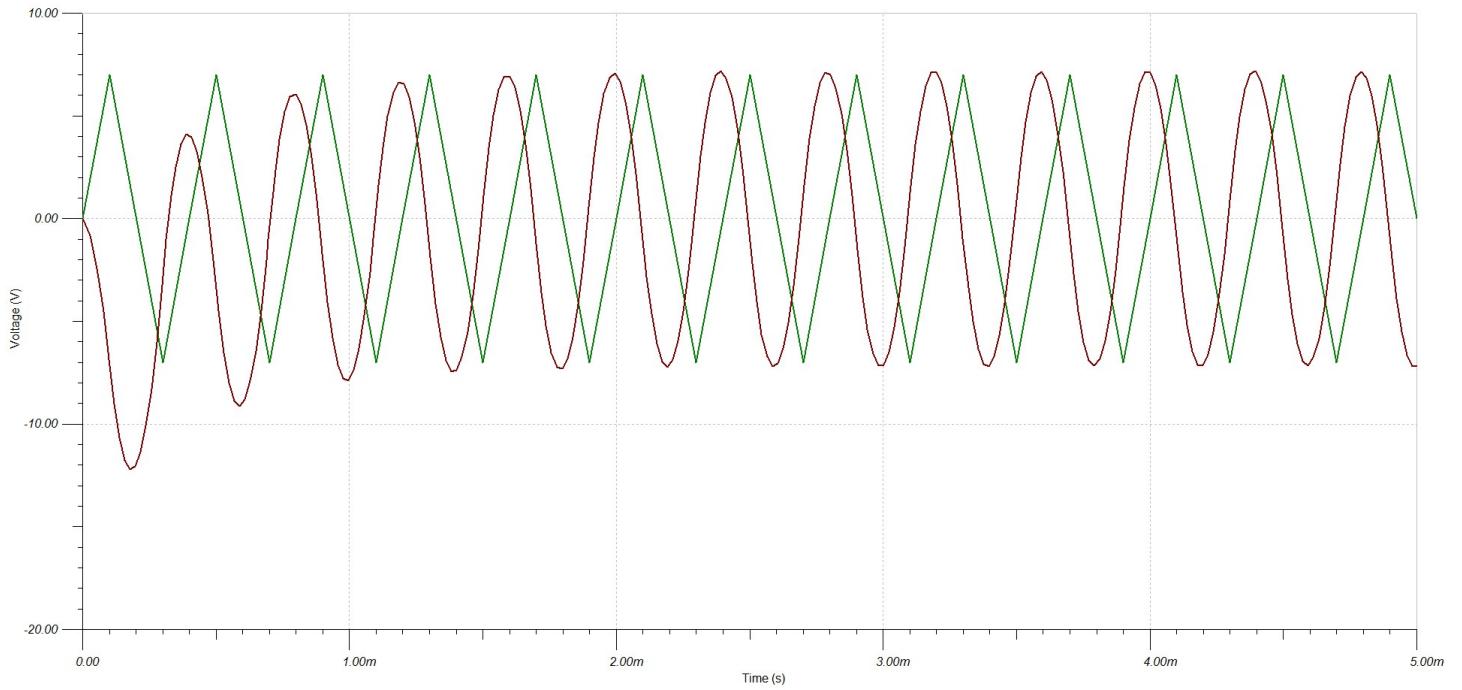


Figure 9: Τριγωνική συχνότητα 2.5 kHz

## 5 Breadboard

Η συνδεσμολογία έγινε στον χώρο του εργαστηρίου. Για την σύνδεση του T.E χρησιμοποιούμε το pinout του T.E:

# LM741 Pinout Diagram

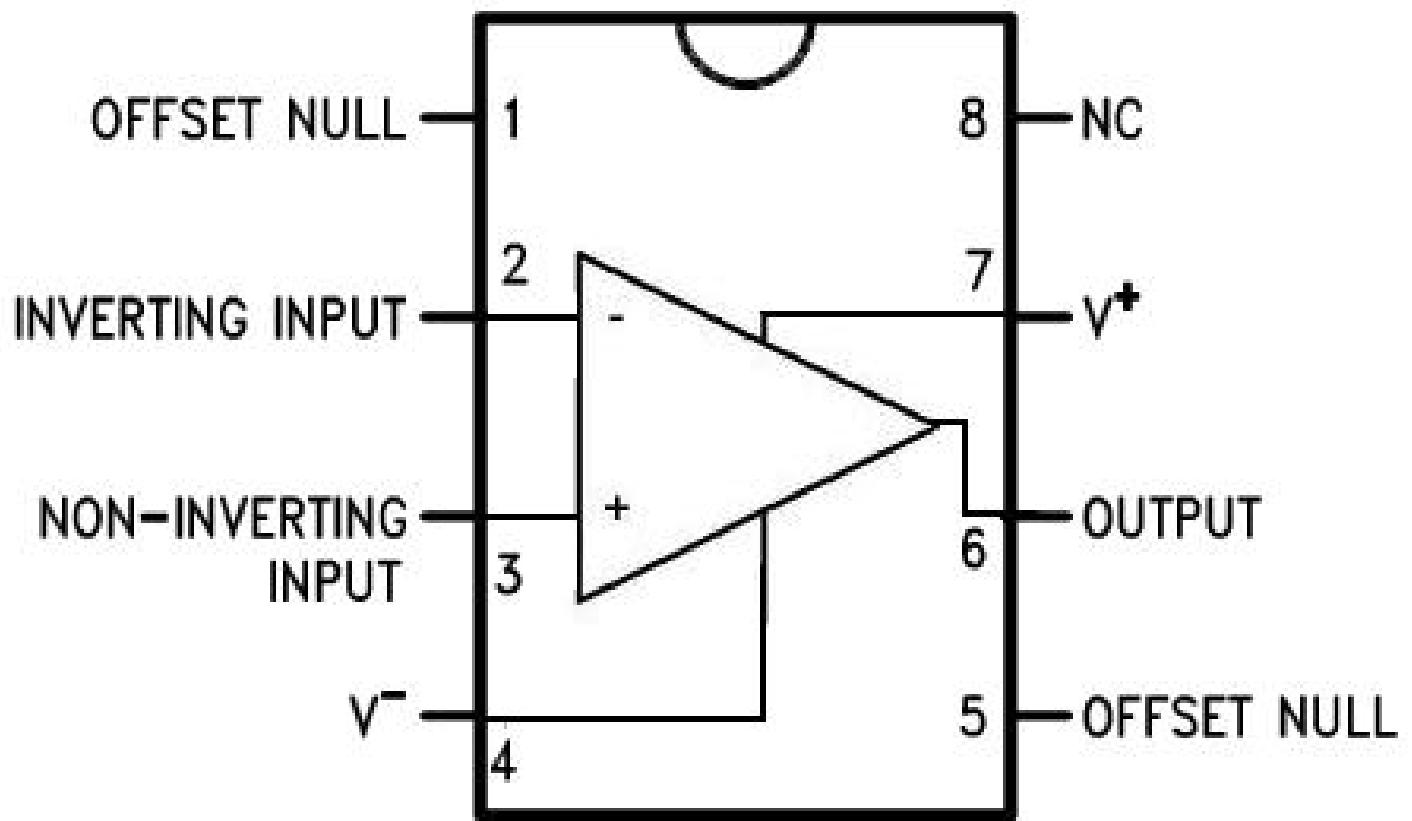


Figure 10: Pinout T.E

