

Ηλεκτρονική III

6^ο εξάμηνο

Εργαστηριακές Ασκήσεις και προσομοιώσεις με το SPICE

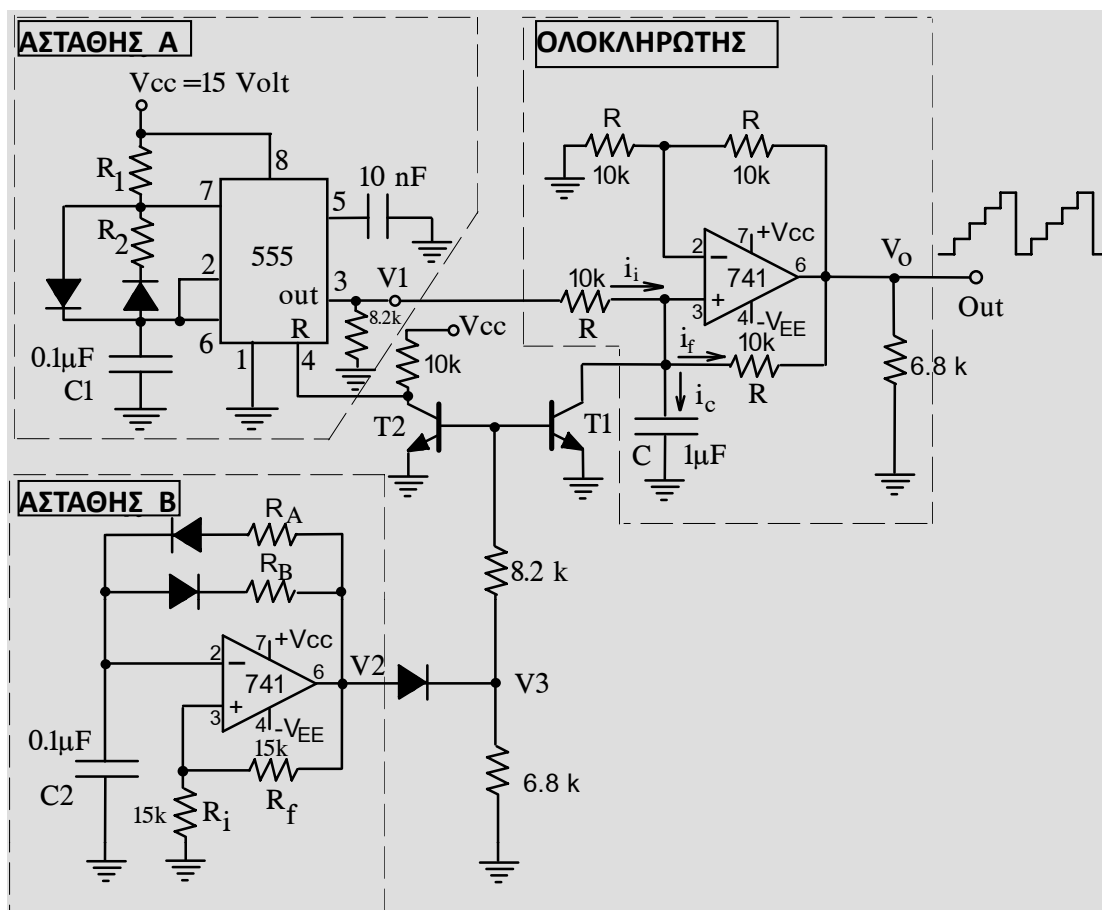
- 1. Γεννήτρια τριγωνικών κυματομορφών
- **2. Γεννήτρια κλιμακωτής τάσης**

1

Αλκης Χατζόπουλος - Εργαστήριο Ηλεκτρονικής – Τμ.Η.Μ.Μ.Υ. – Α.Π.Θ.

Ηλεκτρονική III

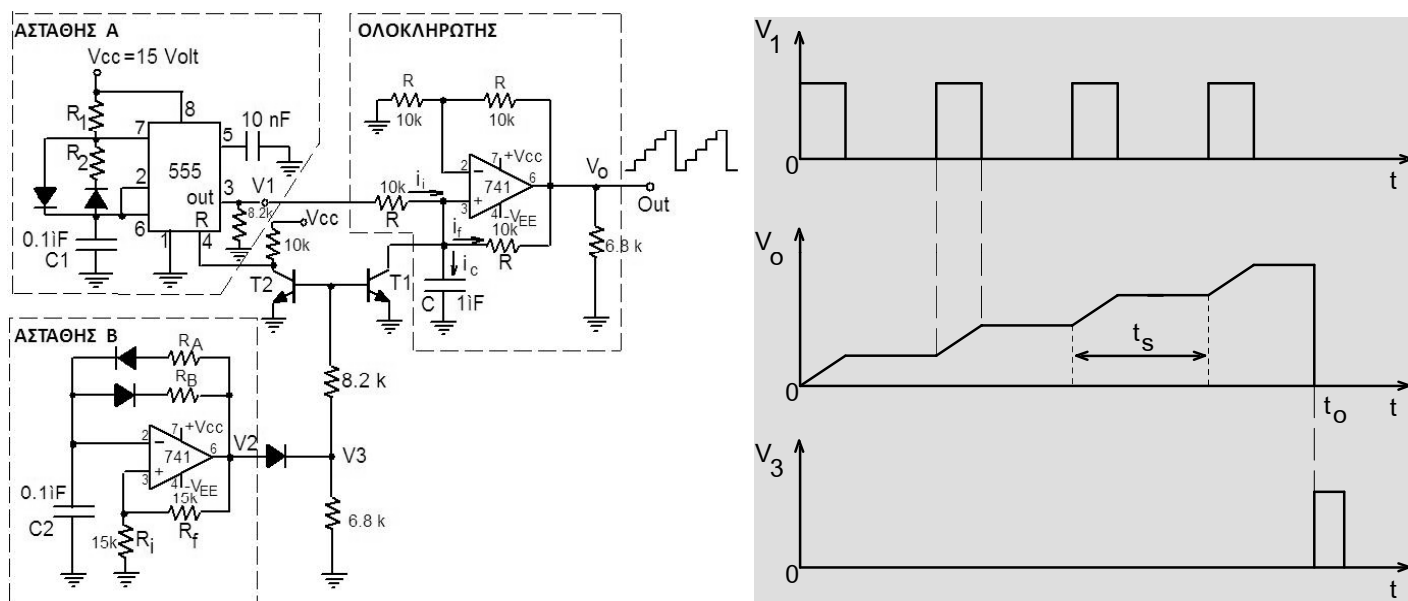
Γεννήτρια κλιμακωτής τάσης



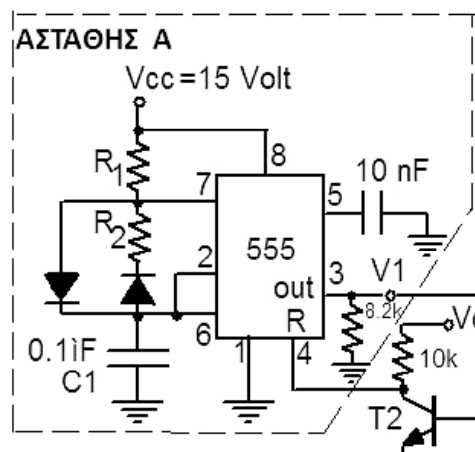
Αλκης Χατζόπουλος - Εργαστήριο Ηλεκτρονικής – Τμ.Η.Μ.Μ.Υ. – Α.Π.Θ.

Ηλεκτρονική III

ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΥΜΑΤΟΜΟΡΦΕΣ



ΑΣΤΑΘΗΣ Α



1. Ασύμμετρος ασταθής πολυδονητής (Α) με timer 555.

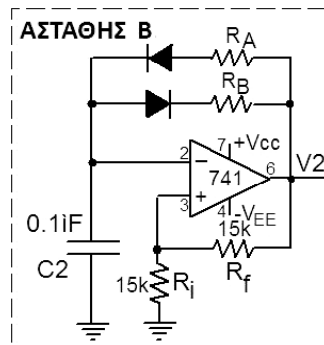
Για να επιτευχθεί μικρός κύκλος εργασίας (duty cycle) $k = t_{ON} / T$ χρησιμοποιείται μία διάδοδος παράλληλα με την αντίσταση R_2 , οπότε οι χρόνοι t_{ON} και t_{OFF} θα δίνονται από τις σχέσεις:

$$t_{ON} \approx 0.693 R_1 C_1 \quad (1)$$

$$t_{OFF} = 0.693 R_2 C_1 \quad (2)$$

Ο κύκλος εργασίας θα είναι $k = R_1 / (R_1 + R_2)$ και μπορεί προφανώς να πάρει οποιαδήποτε τιμή στο διάστημα $0 < k < 1$.

ΑΣΤΑΘΗΣ Β



2. Ασύμμετρος ασταθής πολυδονητής (B) με τελεστικό ενισχυτή.

Για τον πολυδονητή B έστω ότι:

$$\beta = R_i / (R_i + R_f)$$

$$\text{και} \quad n = \ln \left(\frac{[V_D - (1+\beta)V_{OSAT}]}{[V_D - (1-\beta)V_{OSAT}]} \right).$$

Η διάρκεια της εξόδου στο θετικό κόρο $+V_{OSAT}$ θα είναι:

$$t_{HIGH} = R_A C_2 n \quad (3)$$

ενώ η διάρκεια της εξόδου στον αρνητικό κόρο $-V_{OSAT}$ θα είναι:

$$t_{LOW} = R_B C_2 n \quad (4)$$

Η περίοδος των ταλαντώσεων είναι $T = t_{HIGH} + t_{LOW} = (R_A + R_B) C_2 n$,
ενώ ο κύκλος εργασίας (duty cycle) είναι: $k = t_{HIGH} / T = R_A / (R_A + R_B)$.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΤΗΣ

3. Ολοκληρωτής.

Το ύψος κάθε βήματος της κλίμακας καθορίζεται από τη σχέση του ολοκληρωτή. Από το κύκλωμα της αναστρέφουσας εισόδου του τελεστικού ενισχυτή (σχήμα 1) προκύπτει:

$$V_C / R = V_O - V_C / R \Rightarrow V_O = 2V_C \quad (5)$$

Το ρεύμα του πυκνωτή i_c είναι η διαφορά των ρευμάτων i_i και i_f ,
οπότε θα είναι:

$$i_c = i_i - i_f = (V_1 - V_C) / R - (V_C - V_O) / R$$

$$\Rightarrow i_c = V_1 / R$$

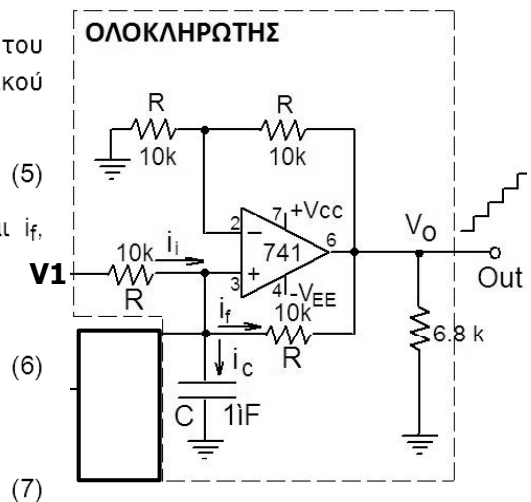
Η τάση V_C του πυκνωτή είναι:

$$V_C = (1/C) \int i_c dt = (1/RC) \int V_1 dt \quad (7)$$

οπότε, λαμβάνοντας υπόψη την εξίσωση (5), η τάση εξόδου V_O είναι:

$$V_O = (2/RC) \int V_1 dt \quad (8)$$

Η εξίσωση (8) αιτιολογεί τη λειτουργία του κυκλώματος σαν ολοκληρωτή και με κατάλληλες αρχικές τιμές και όρια ολοκλήρωσης προκύπτει το ύψος κάθε σκαλοπατιού.



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ (1)

1. Να υπολογιστούν τα υπόλοιπα στοιχεία για το κύκλωμα του σχήματος 1 έτσι ώστε η παραγόμενη κλίμακα τάσης να έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- α) ύψος κάθε βήματος : 0.6 Volt
- β) συνολική διάρκεια βήματος t_s : 4 msec
- γ) ολική διάρκεια κλίμακας t_o : 18 msec
- δ) χρονική απόσταση μεταξύ κλιμάκων : 2 msec.

2. Να κατασκευαστούν οι δύο ασταθείς πολυδονητές με τα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Να σχεδιαστούν οι κυματομορφές εξόδου τους V_1 και V_2 καθώς και η τάση V_{C1} του timer.

3. Να κατασκευαστεί το κύκλωμα του ολοκληρωτή.

4. Να συνδεθεί ολόκληρο το κύκλωμα του σχήματος 1 με την προσθήκη της διάταξης ανόρθωσης και των τρανζίστορ εκφόρτισης T_1 και συγχρονισμού T_2 .

5. Να παρατηρηθούν οι κυματομορφές V_0 , V_1 , V_3 και V_{C1} και να σχεδιαστούν σε κατάλληλο διάγραμμα (όπως στο σχήμα 2). Η V_0 ξεκινάει ακριβώς από το μηδέν; Γιατί;

6. Να διακοπεί η σύνδεση στη βάση του T_2 και να εξηγηθεί η "ολίσθηση" της κλίμακας. Να ξαναγίνει η σύνδεση του T_2 .

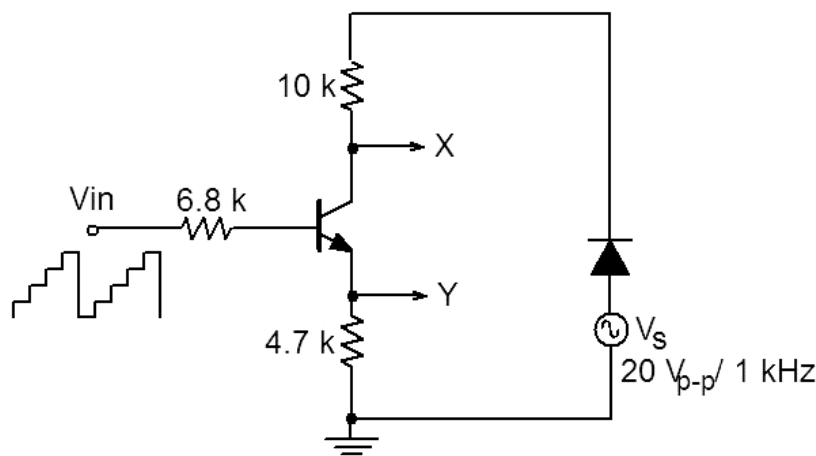
Αλκης Χατζόπουλος - Εργαστήριο Ηλεκτρονικής – Τμ.Η.Μ.Μ.Υ. – Α.Π.Θ.

Ηλεκτρονική ΙΙΙ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ (2)

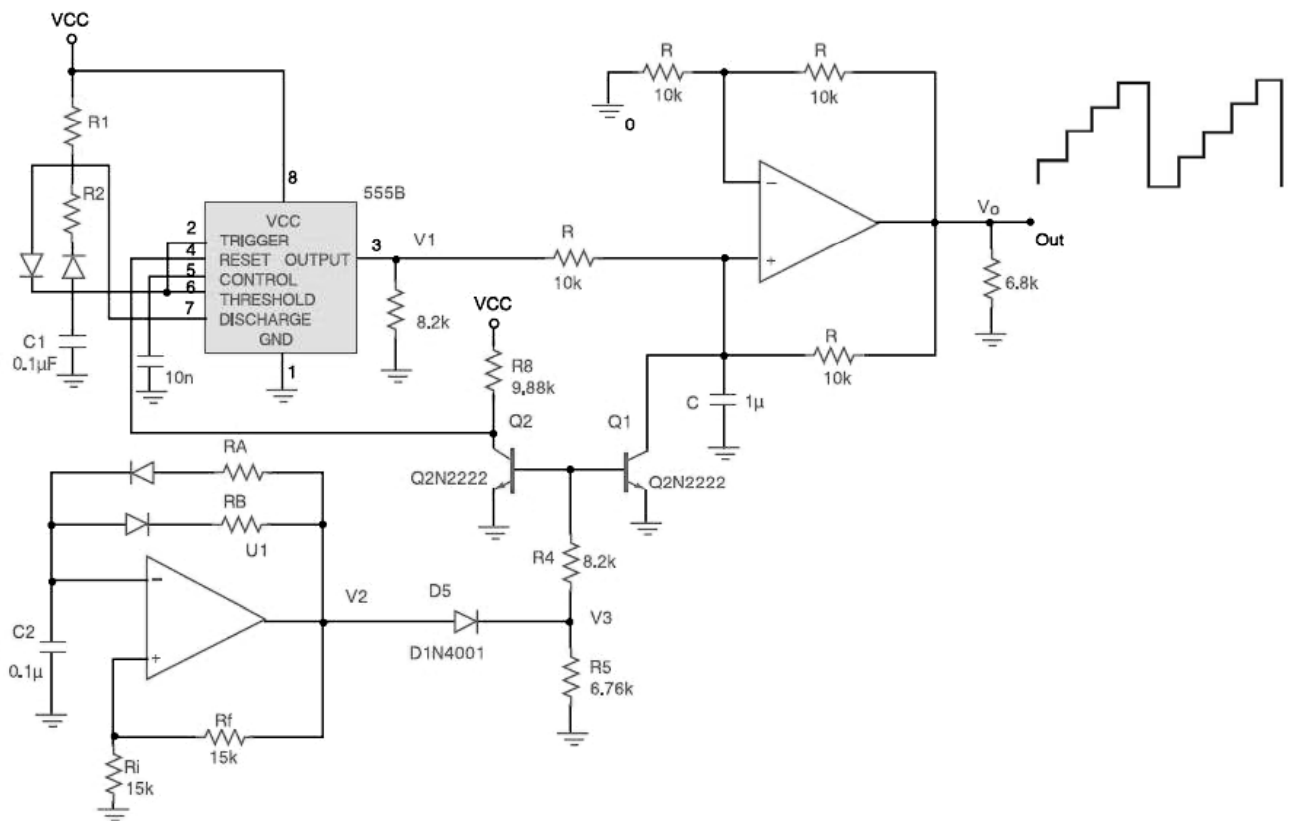
7. Να συναρμολογηθεί το κύκλωμα του σχήματος 3 και να συνδεθεί η έξοδος V_0 στην V_{IN} . Να συνδεθούν οι X και Y είσοδοι του παλμογράφου όπως φαίνεται στο σχήμα και να τεθεί ο παλμογράφος σε λειτουργία X-Y.

8. Να σχεδιαστούν οι χαρακτηριστικές εξόδου ($u_{CE} - i_C$) του τρανζίστορ που εμφανίζονται, σε κατάλληλα βαθμολογημένους άξονες με παράμετρο το I_B . Να εξηγηθεί η αντιστοιχία των μεγεθών.



Σχήμα 3. Κύκλωμα για την εμφάνιση χαρακτηριστικών εξόδου του τρανζίστορ (curve tracer).

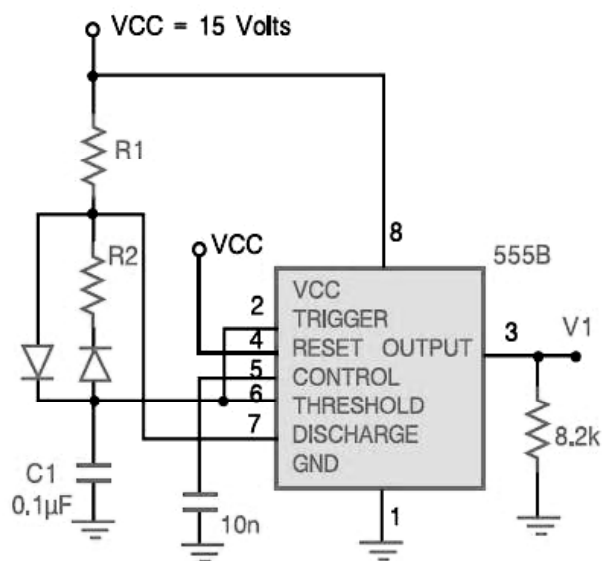
Προσομοίωση με το SPICE



Εικόνα 11.10 Κύκλωμα Γεννήτριας

9

Κύκλωμα ασταθή Α



$$t_{ON} \approx 0.693 \cdot R_1 \cdot C$$

$$t_{OFF} \approx 0.693 \cdot R_2 \cdot C$$

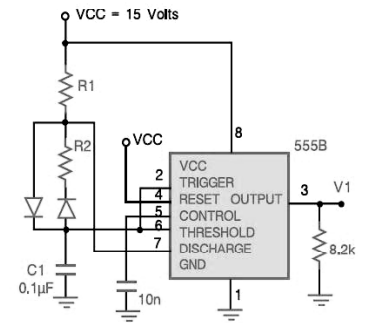
$$(duty\ cycle)\ k = \frac{t_{ON}}{T} = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}}$$

$$k = \frac{R_1}{R_1 + R_2}, 0 < k < 1$$

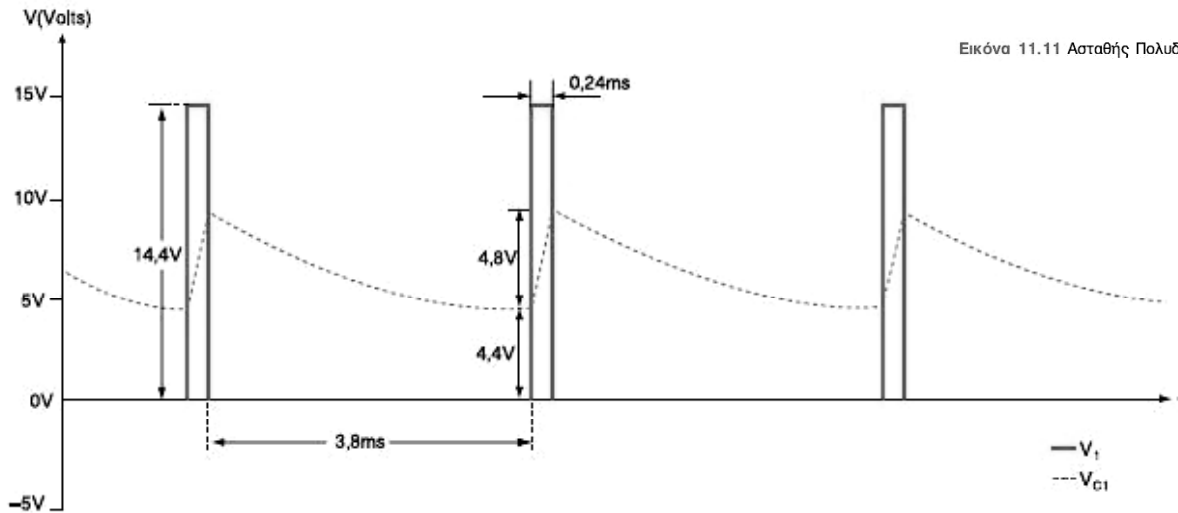
Εικόνα 11.11 Ασταθής Πολυδονητής Α

10

Κυματομορφές ασταθή Α



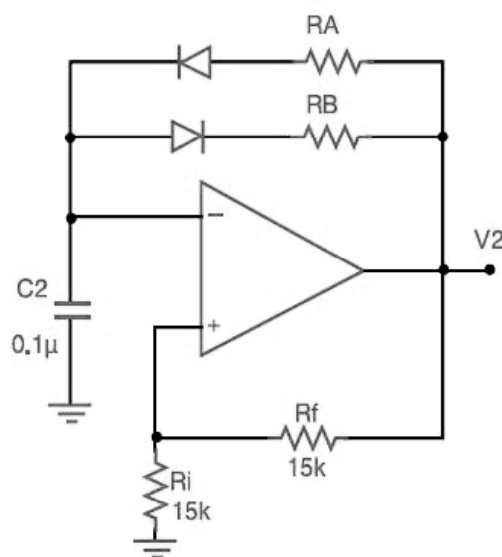
Εικόνα 11.11 Ασταθής Πολυδονητής Α



Εικόνα 11.14 Κυματομορφές των τάσεων V_1 και V_{C1}

11

Κύκλωμα ασταθή Β



Εικόνα 11.12 Ασταθής Πολυδονητής Β

$$t_{HIGH} = R_A \cdot C_2 \cdot n$$

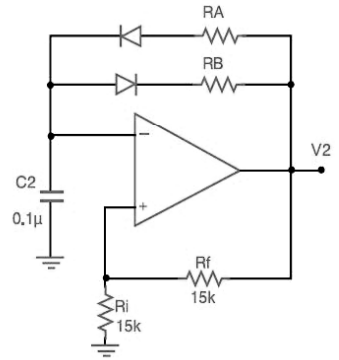
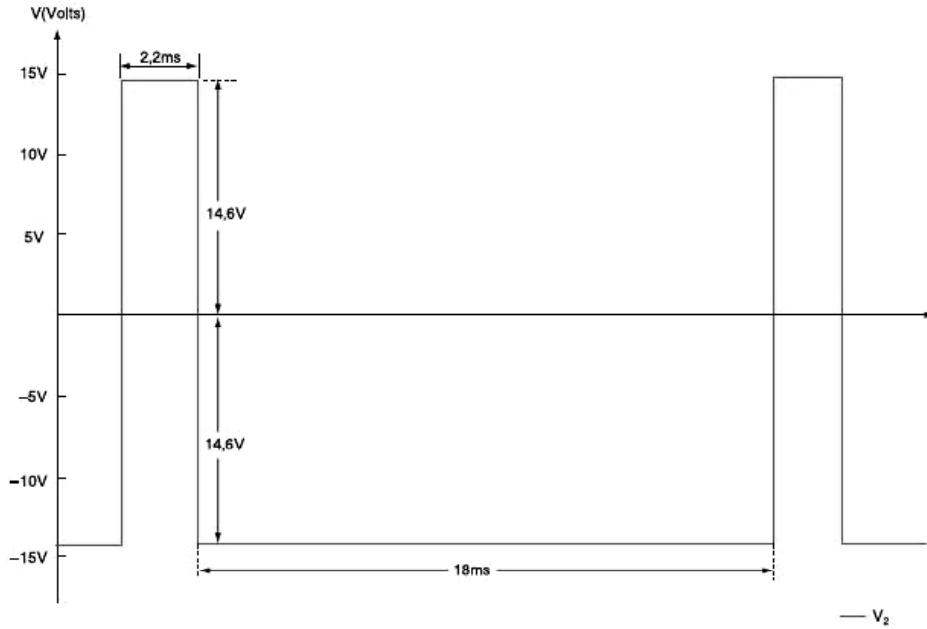
$$t_{LOW} = R_B \cdot C_2 \cdot n$$

$$n = \ln \left(\frac{V_D - (1 + \beta) \cdot V_{OSAT}}{V_D - (1 - \beta) \cdot V_{OSAT}} \right)$$

$$\beta = \frac{R_i}{R_i + R_f}$$

12

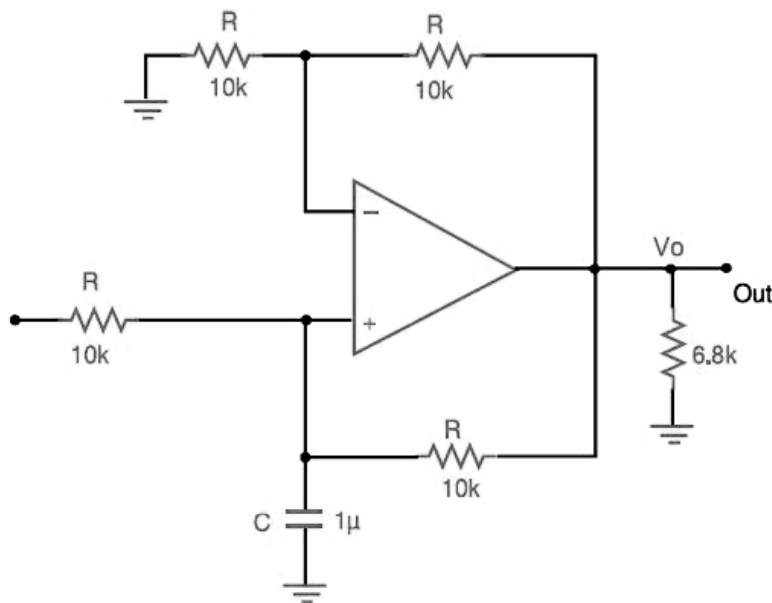
Κυματομορφές ασταθή Β



Εικόνα 11.12 Ασταθής Πολυδονητής Β

13

Κύκλωμα ολοκληρωτή



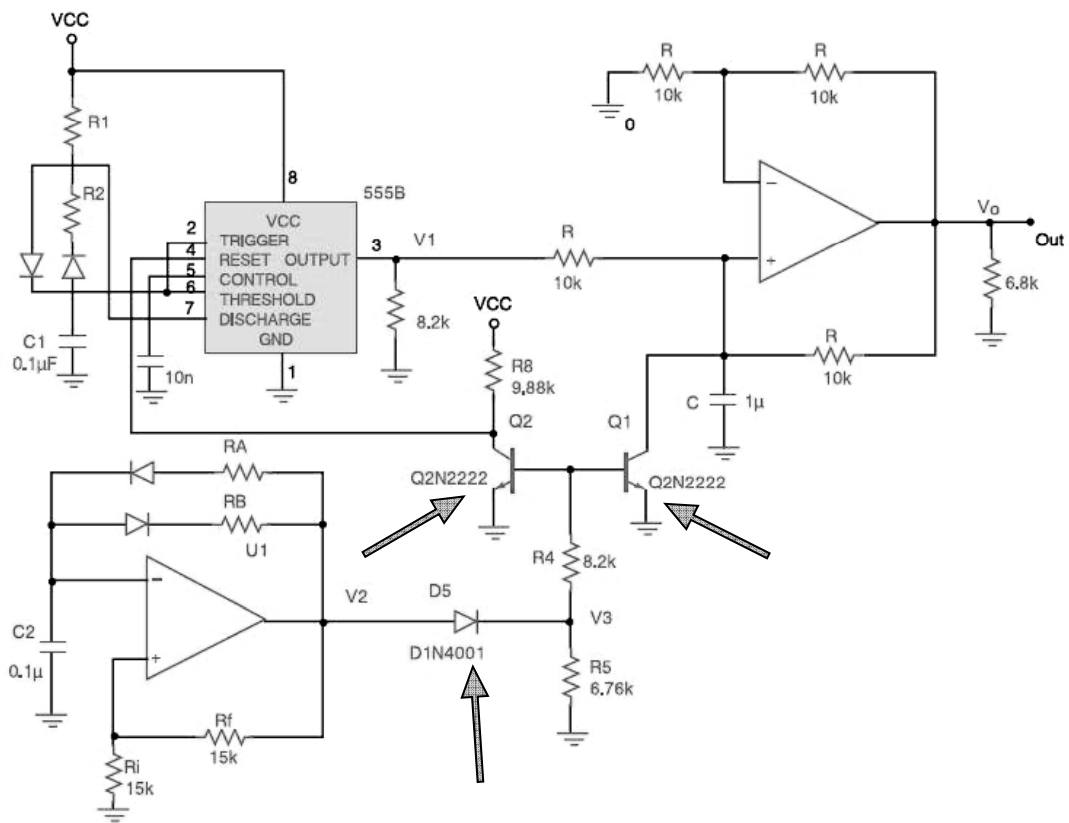
$$V_o = 2V_c$$

$$V_o = -\frac{2}{RC} \int V_1 dt$$

Εικόνα 11.13 Ολοκληρωτής

14

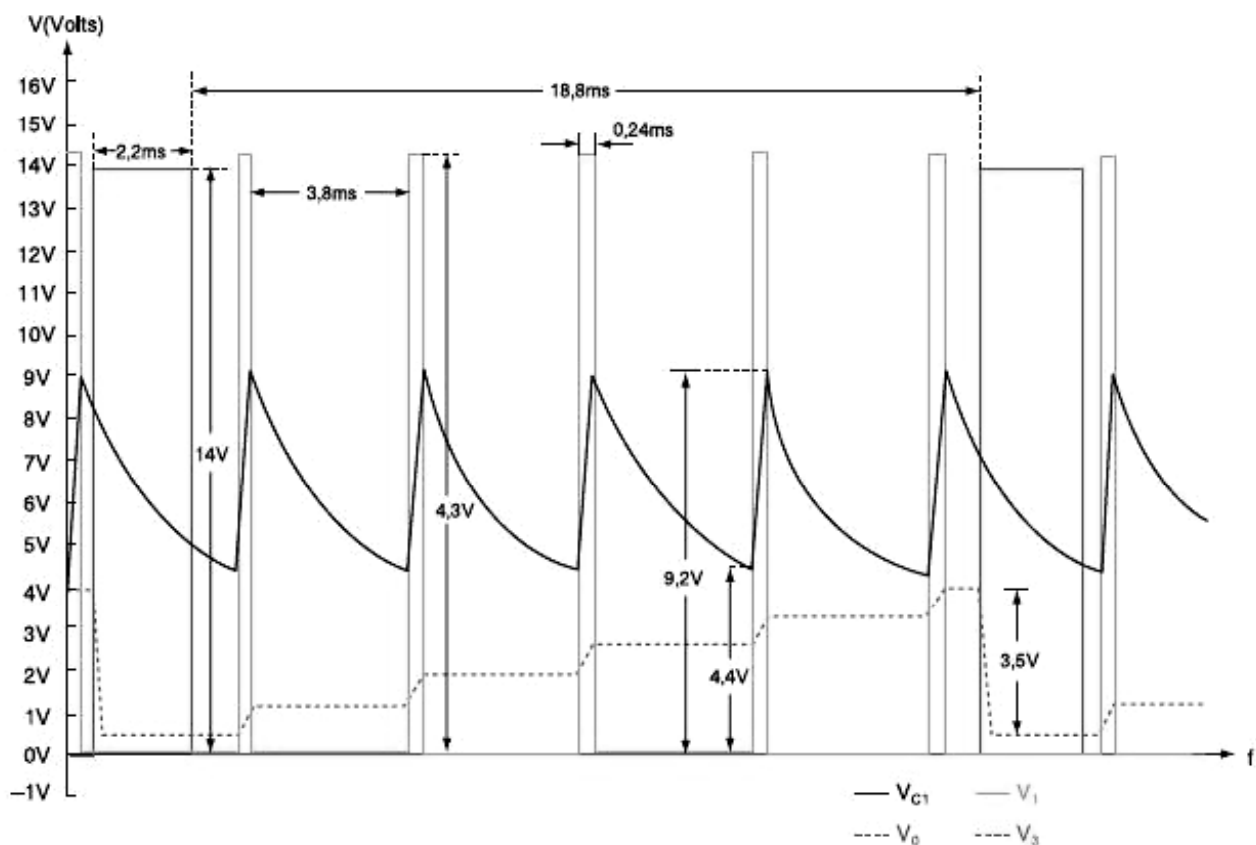
Συνολικό κύκλωμα γεννήτριας κλιμακωτής τάσης



Εικόνα 11.10 Κύκλωμα Γεννήτριας

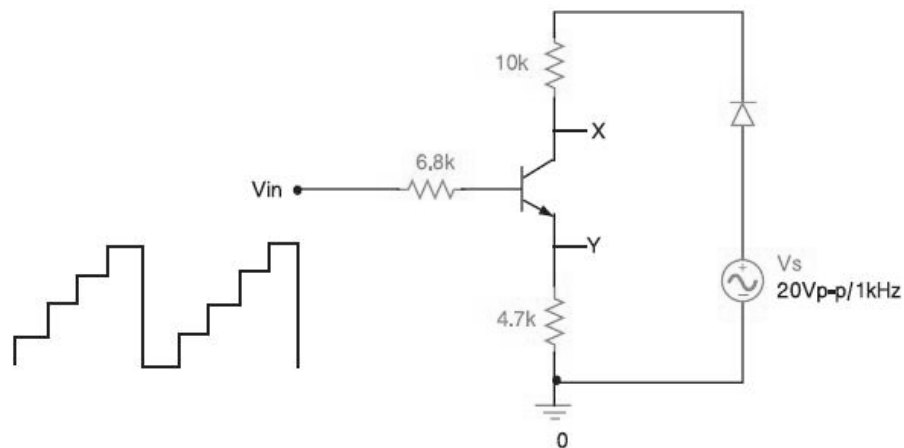
15

Κυματομορφές συνολικής λειτουργίας



Εικόνα 11.16 κυματομορφές V_0 , V_1 , V_3 και V_{Cl}

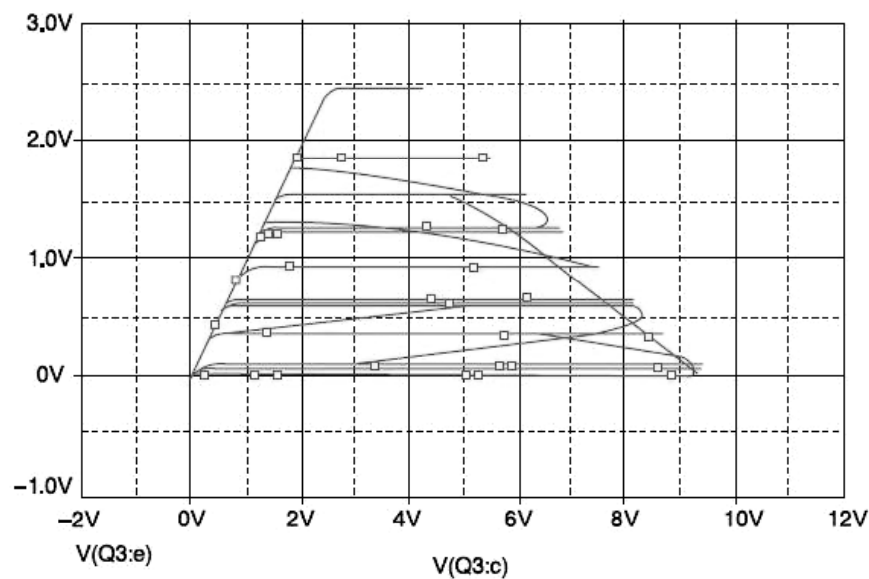
Κύκλωμα για παραγωγή χαρακτηριστικών i-v.



Εικόνα 11.17 Κύκλωμα για την εμφάνιση χαρακτηριστικών εξόδου του τρανζίστορ (curve tracer)

17

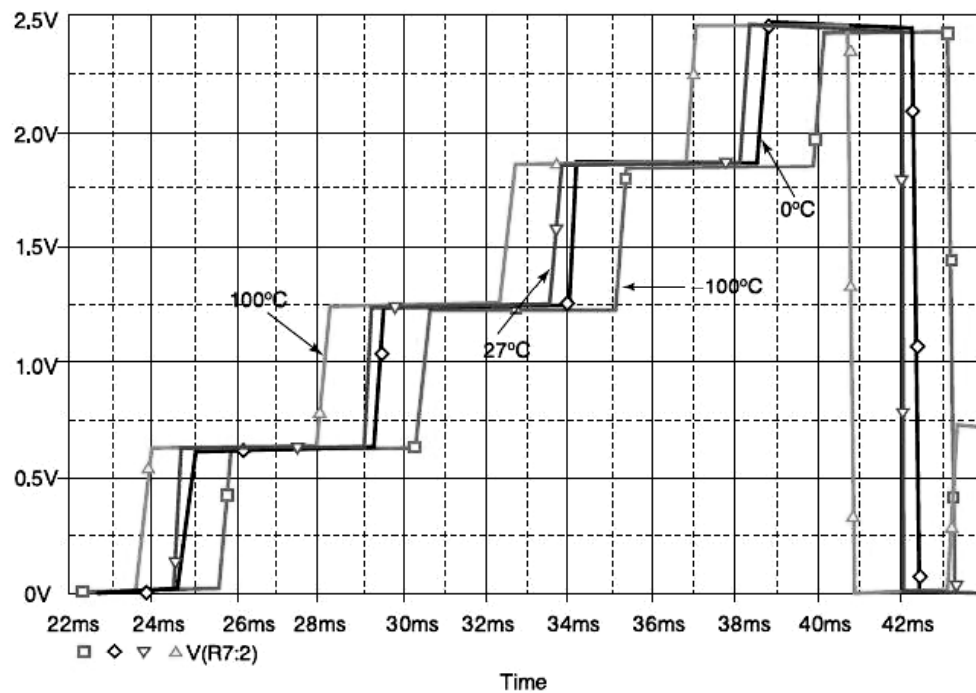
Χαρακτηριστικές i-v



Εικόνα 11.27 Χαρακτηριστικές Εξόδου ($v_{CE} - i_C$) του transistor T_3

18

Κυματομορφές V_o – ανάλυση ως προς την θερμοκρασία



Εικόνα 11.28 Κυματομορφές εξόδου V_o για διάφορες θερμοκρασίες (-100°C , 0°C , 27°C και 100°C)