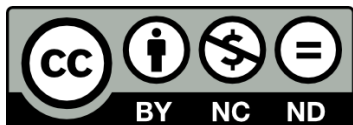




ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΙΙΙ

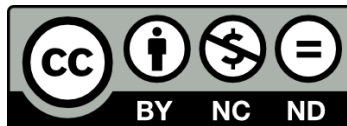
Ενότητα 7: 2η εργαστηριακή άσκηση
και προσομοίωση με το SPICE

Χατζόπουλος Αλκιβιάδης
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχ. Υπολογιστών



Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



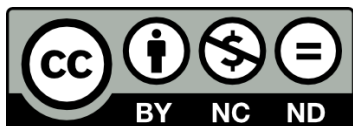
Σχεδιασμός ενοτήτων:

- 1. Σχεδίαση τελεστικών ενισχυτών
- 2. Κυκλώματα ανόρθωσης - δίοδοι zener
- 3. Κυκλώματα αναφοράς
- 4. Ενισχυτές ισχύος
- 5. Ηλεκτρονικά ελέγχου ισχύος
- 6. 1η εργαστηριακή άσκηση και προσομοίωση με το SPICE
- **7. 2η εργαστηριακή άσκηση και προσομοίωση με το SPICE**





2η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ ΜΕ ΤΟ SPICE



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη

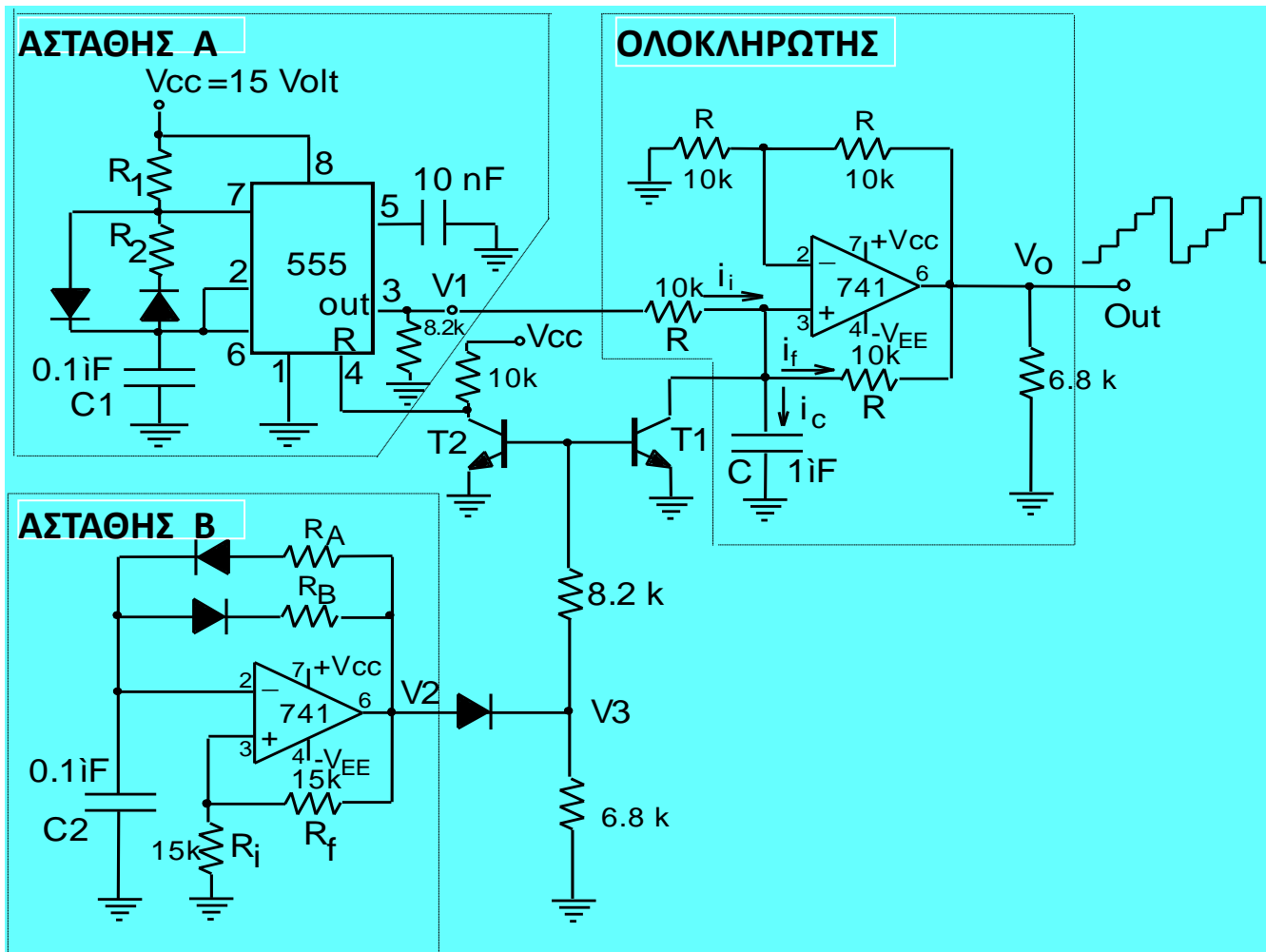
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

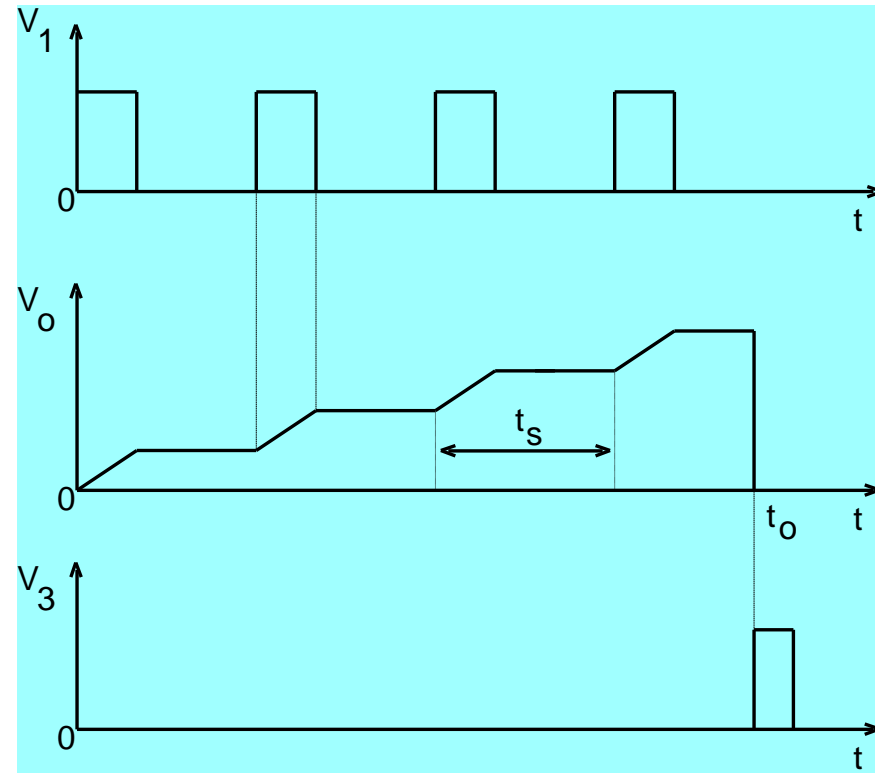
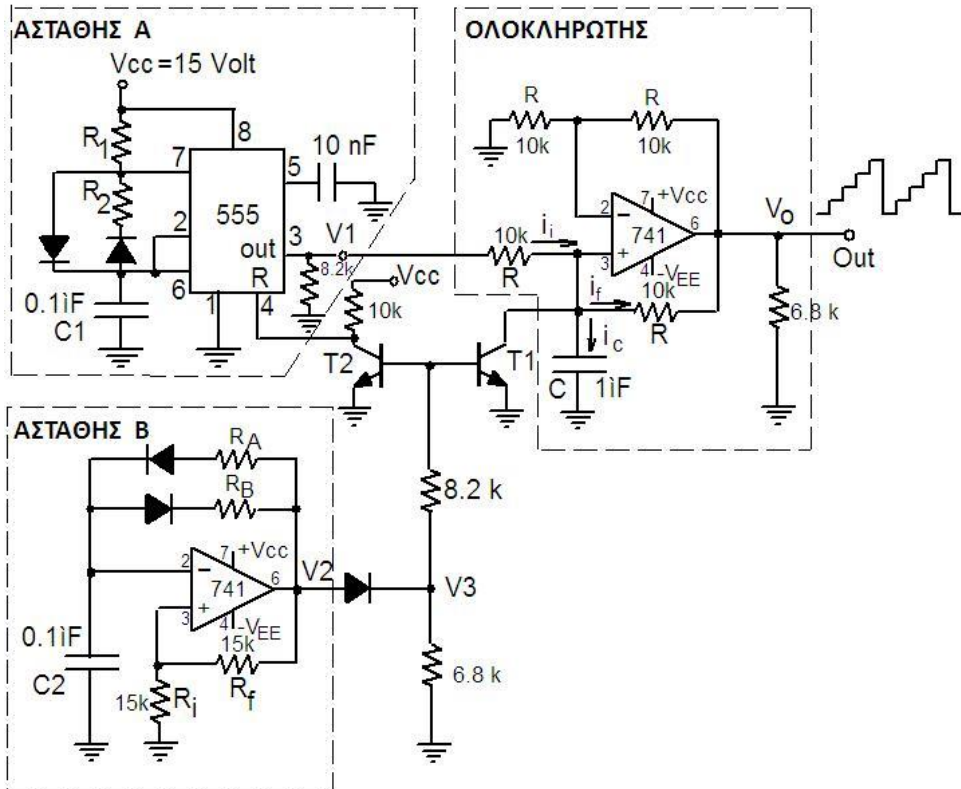
1. Γεννήτρια κλιμακωτής τάσης



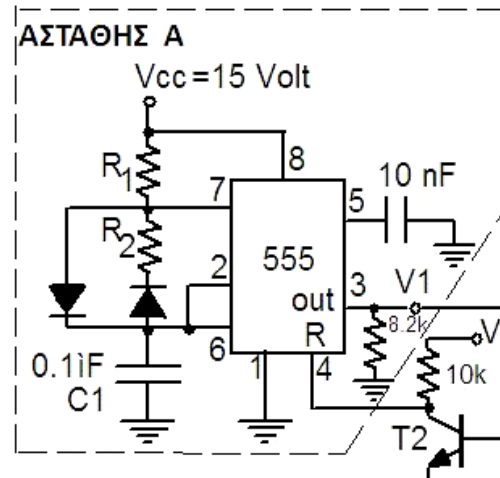
Γεννήτρια κλιμακωτής τάσης



Βασικές κυματομορφές



Ασταθής Α



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

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

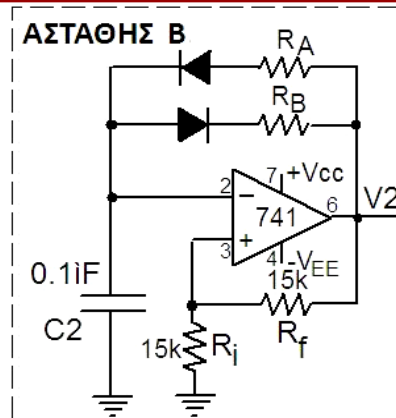
$$t_{ON} \approx 0.693 R_1 C_1 \quad (1)$$

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

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



Ασταθής Β



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

Για τον πολυδονητή Β έστω ότι:

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

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

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 : $k = t_{HIGH} / T = R_A / (R_A + R_B)$.



Ολοκληρωτής

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:

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

$$\Rightarrow i_C = V_1 / R \quad (6)$$

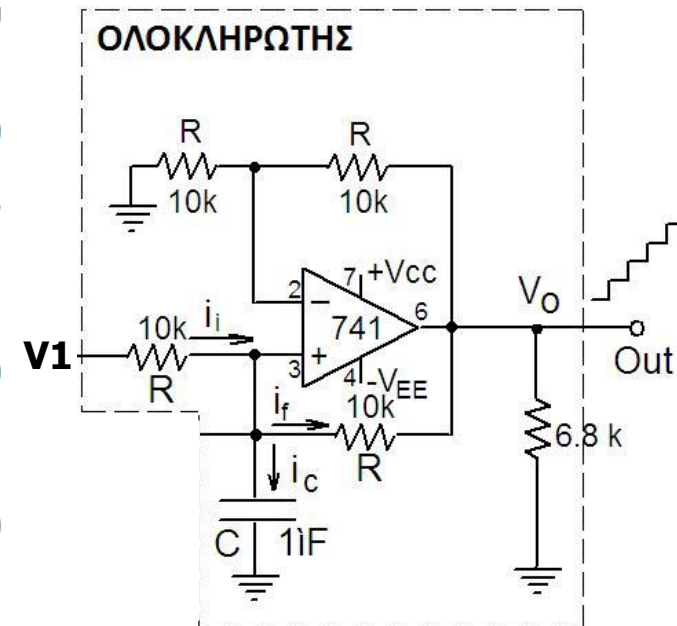
Η τάση V_C του πυκνωτή είναι:

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

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.



Εργαστηριακή εφαρμογή (1/2)

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_0 : 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;

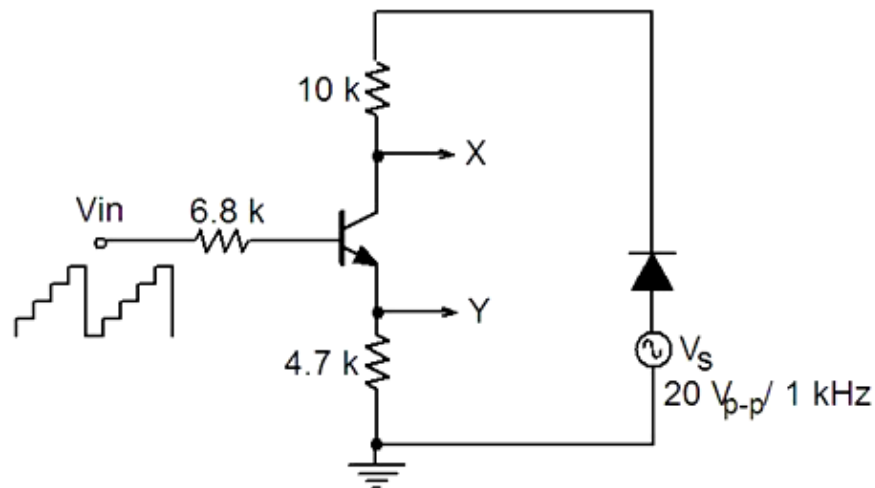
6. Να διακοπεί η σύνδεση στη βάση του T_2 και να εξηγηθεί η "ολίσθηση" της κλίμακας. Να ξαναγίνει η σύνδεση του T_2 .



Εργαστηριακή εφαρμογή (2/2)

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.

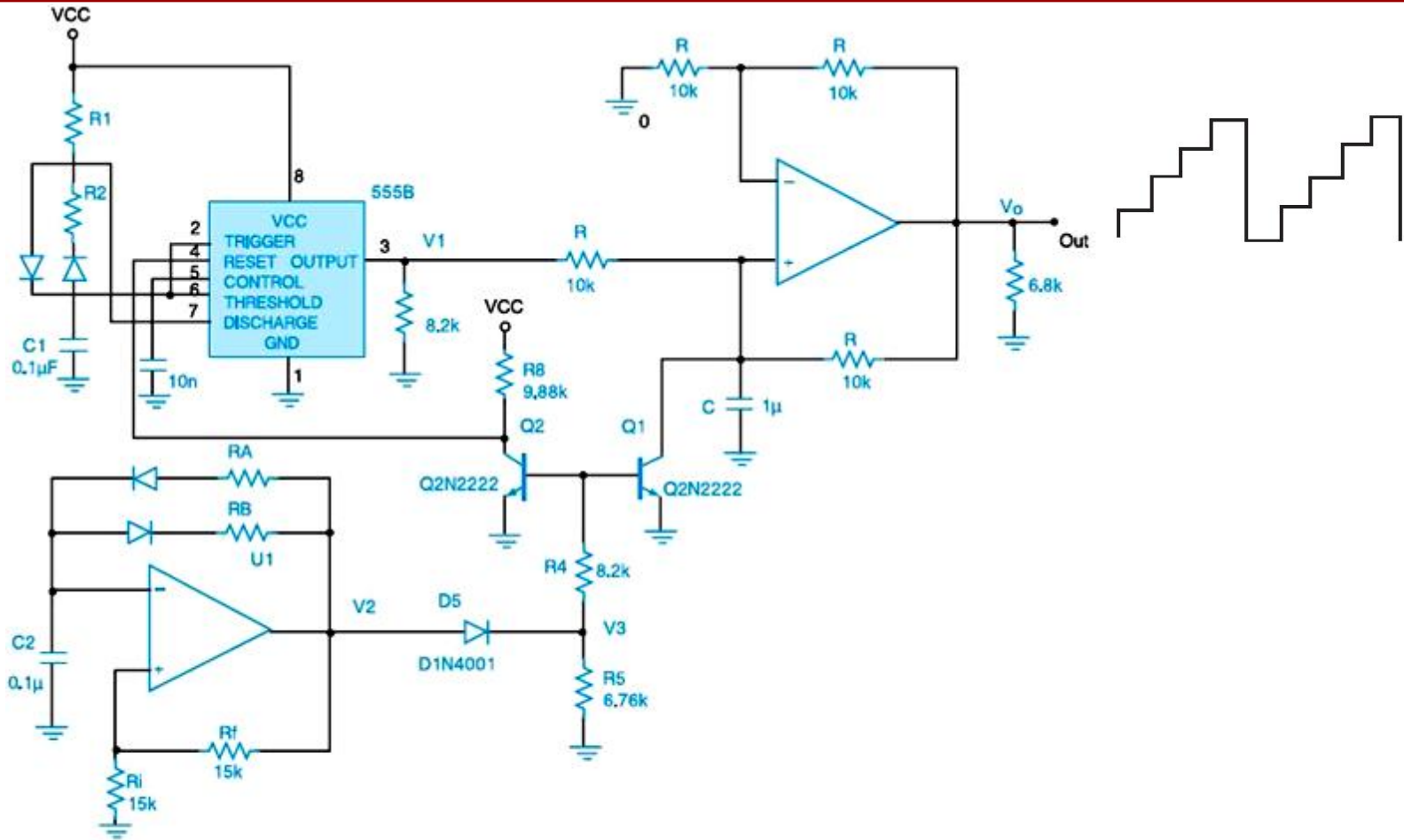
8. Να σχεδιαστούν οι χαρακτηριστικές εξόδου ($v_{CE} - i_C$) του τρανζίστορ που εμφανίζονται, σε κατάλληλα βαθμολογημένους άξονες με παράμετρο το I_B . Να εξηγηθεί η αντιστοιχία των μεγεθών.



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

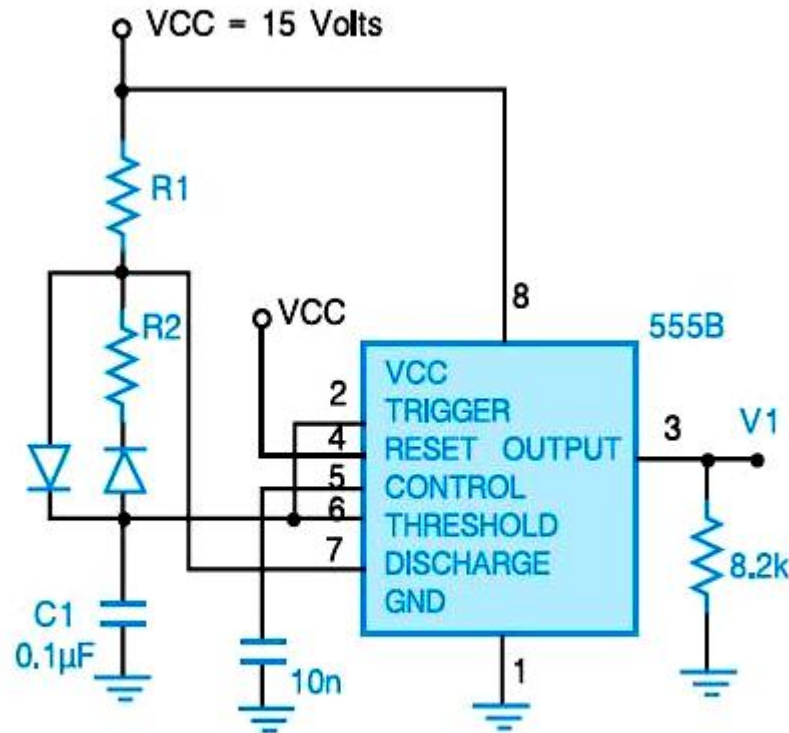


Προσομοίωση με το SPICE



Κύκλωμα Γεννήτριας

Κύκλωμα ασταθή Α



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

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

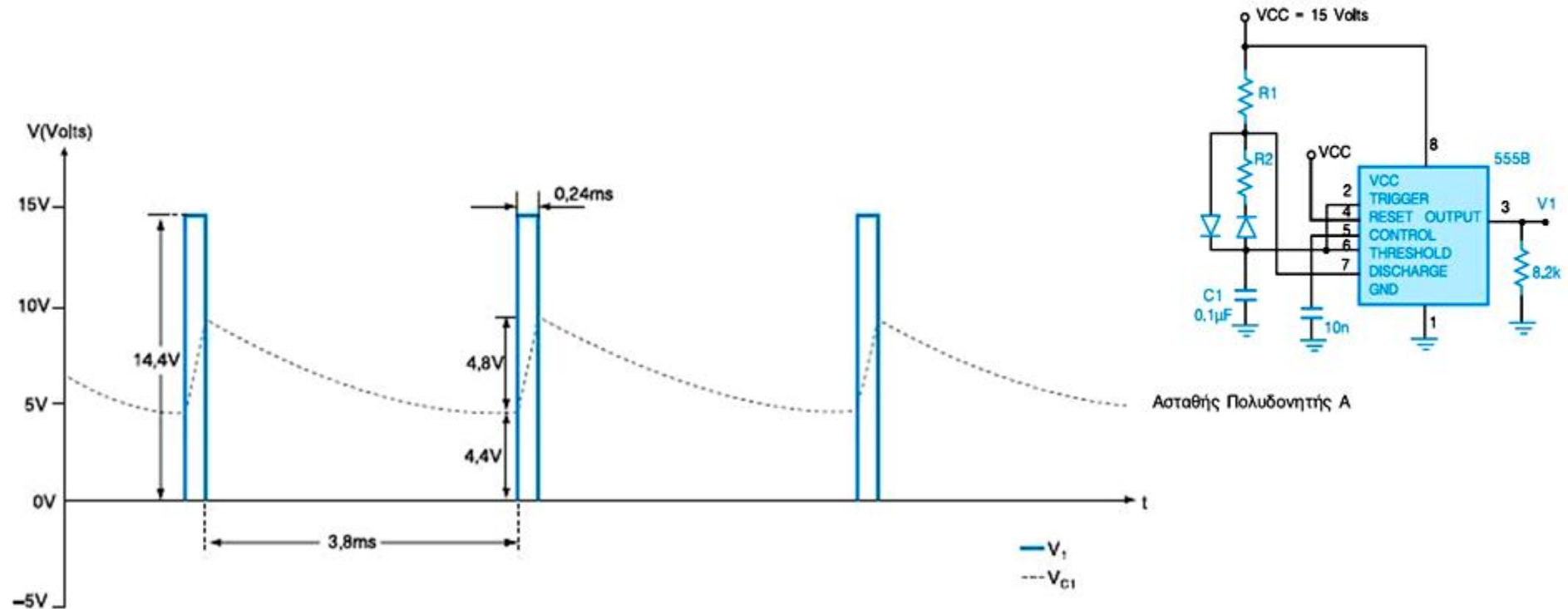
$$(duty\ cycle) k = \frac{t_{ON}}{T} = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}}$$

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

Ασταθής Πολυδονητής Α

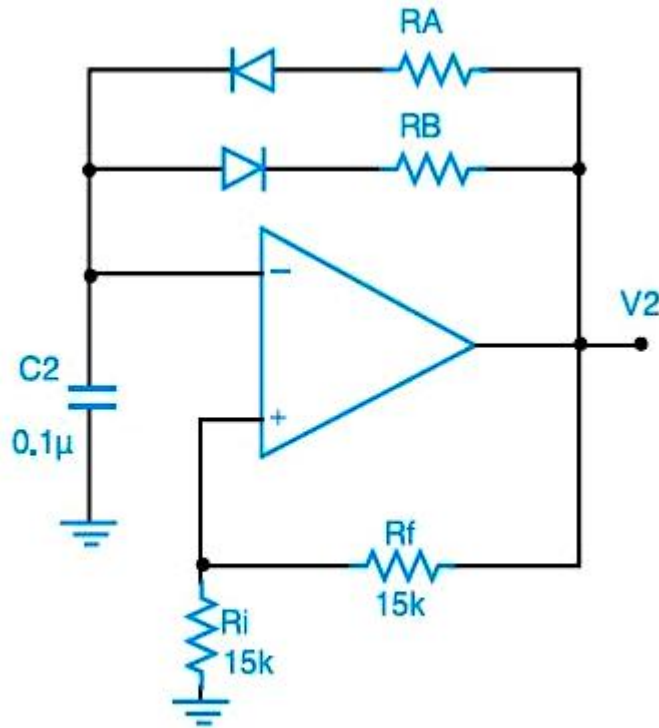


Κυματομορφές ασταθή Α



Κυματομορφές των τάσεων V_1 και V_{C1}

Κύκλωμα ασταθή Β



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

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

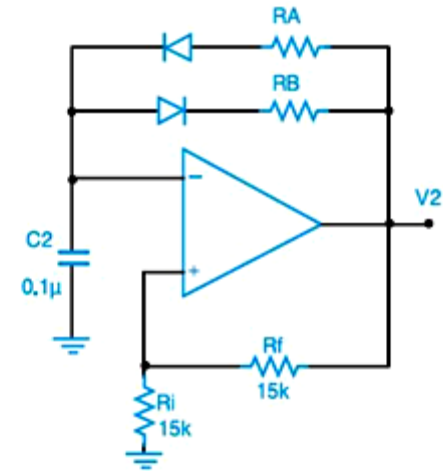
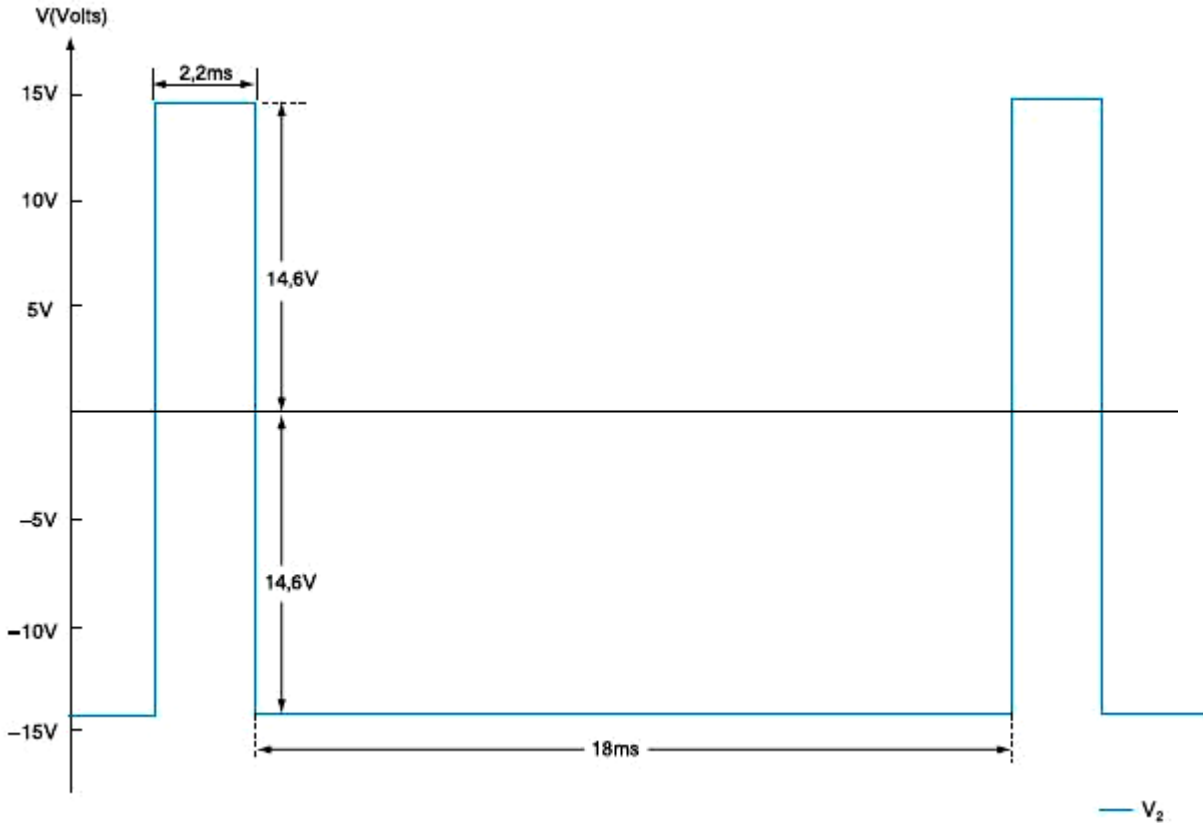
$$n = \ln \left(\frac{V_D - (1 + \beta) \cdot V_{OSAT}}{V_D - (1 - \beta) \cdot V_{OSAT}} \right)$$

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

Ασταθής Πολυδονητής Β

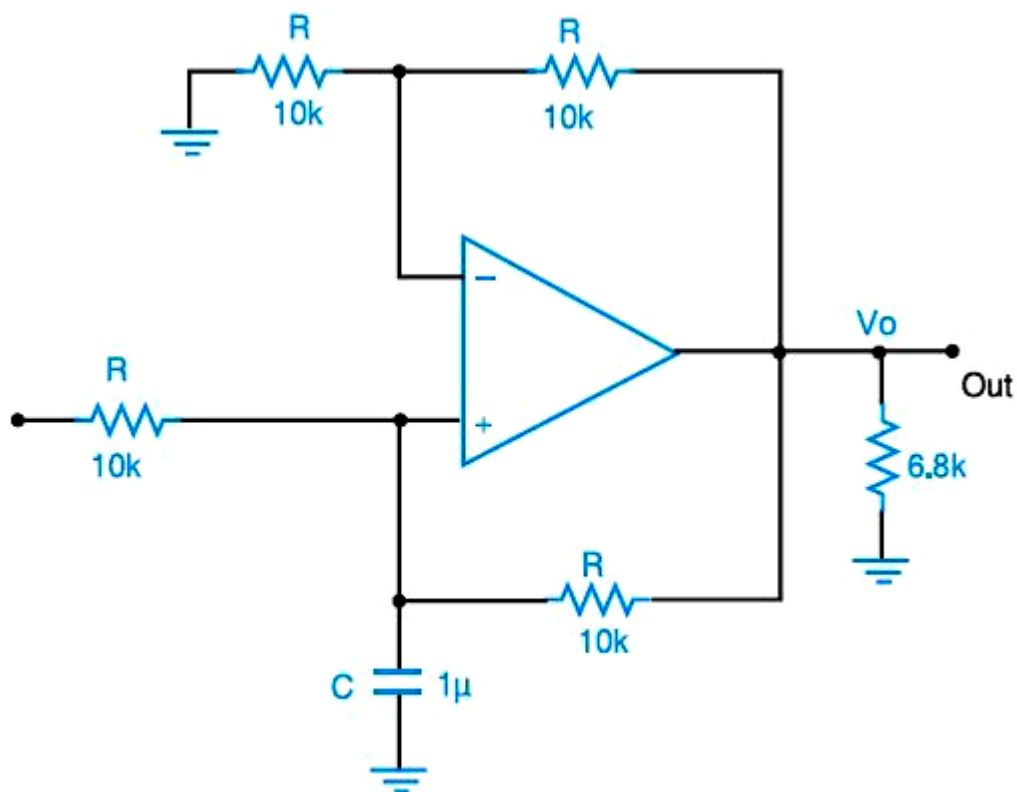


Κυματομορφές ασταθή Β



Ασταθής Πολυδονητής Β

Κύκλωμα ολοκληρωτή

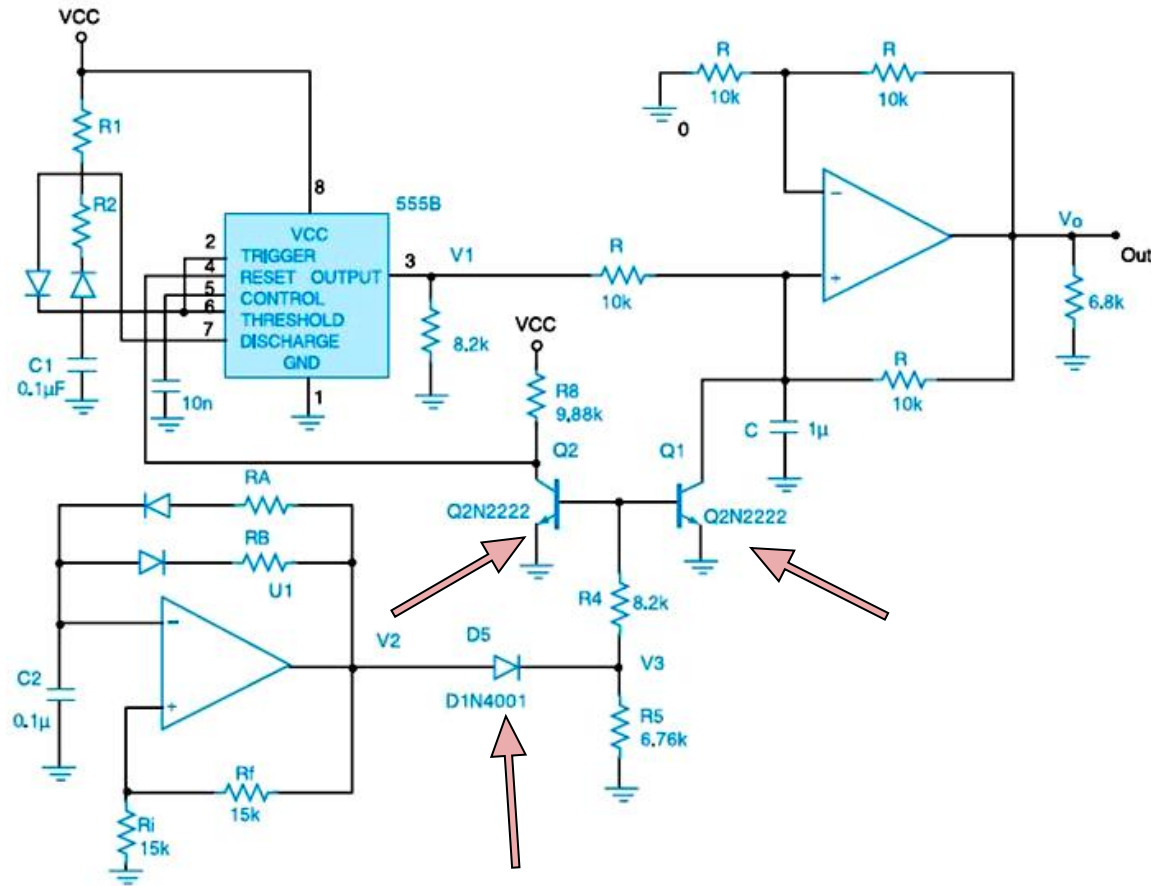


$$V_o = 2V_c$$
$$V_o = \frac{2}{RC} \int V_1 dt$$

Ολοκληρωτής



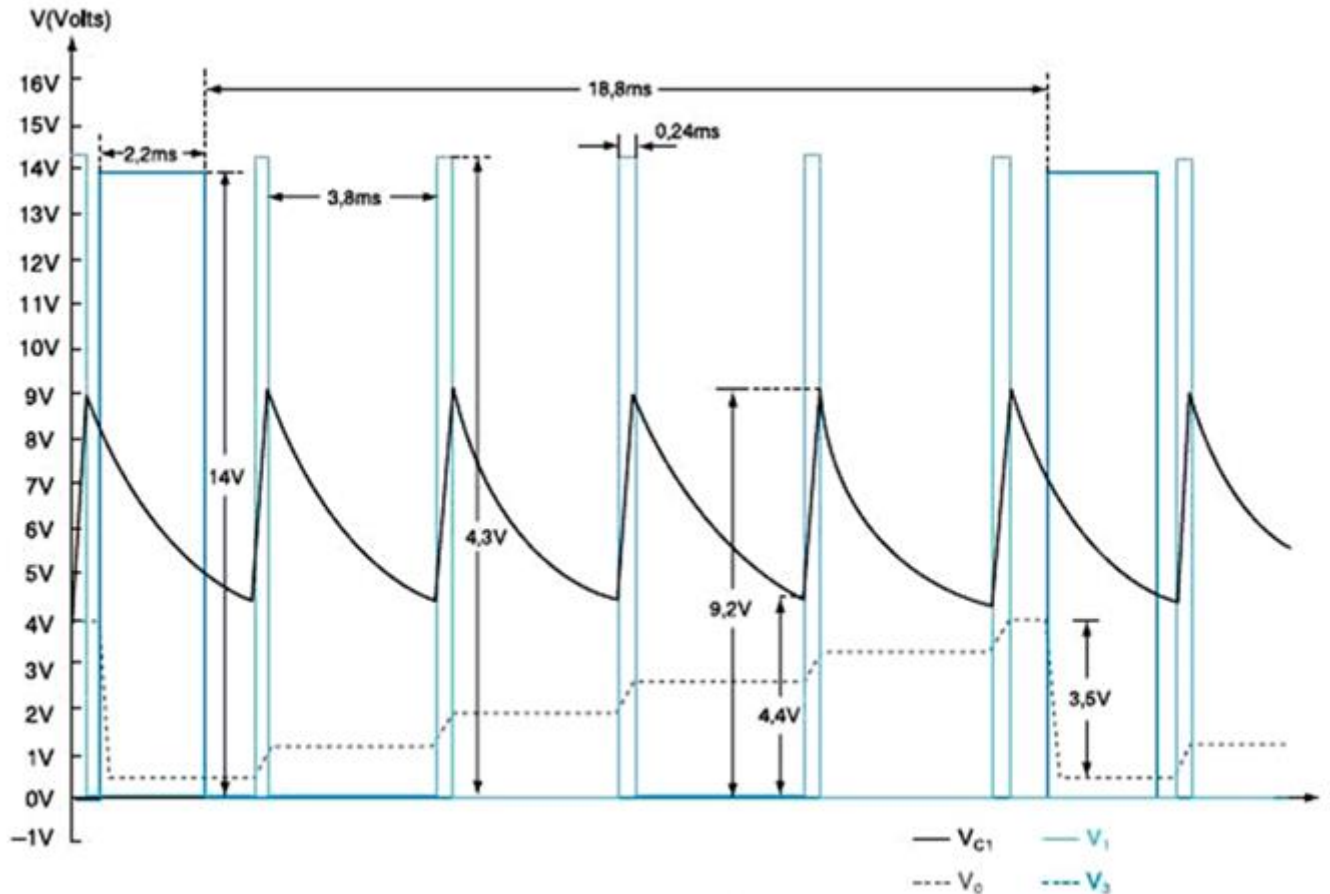
Συνολικό κύκλωμα γεννήτριας κλιμακωτής τάσης



Κύκλωμα Γεννήτριας



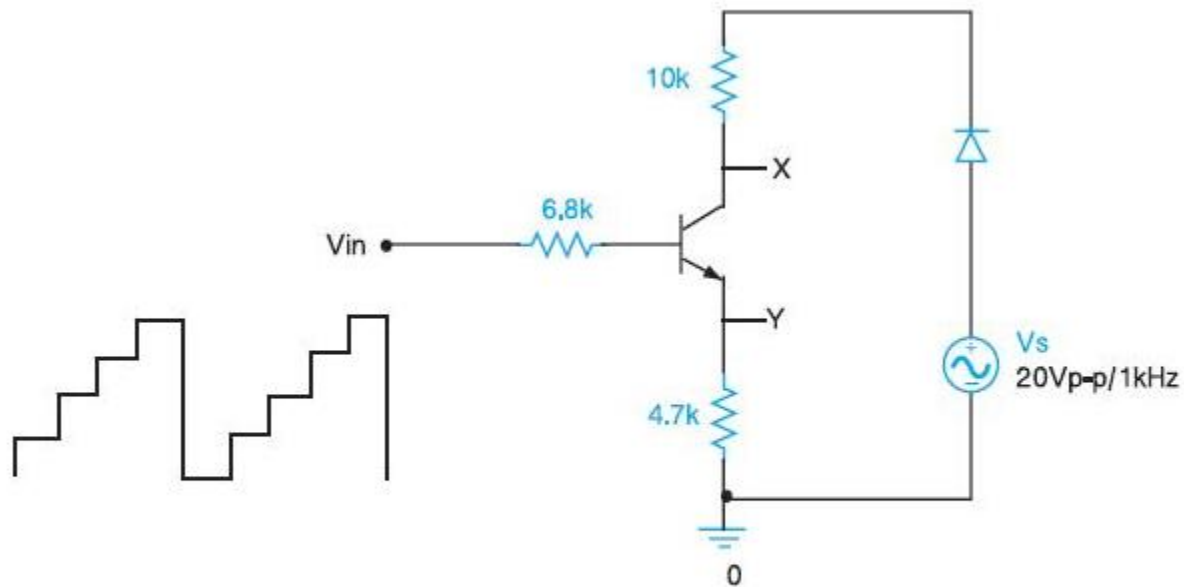
Κυματομορφές συνολικής λειτουργίας



κυματομορφές V_0 , V_1 , V_3 και V_{C1}



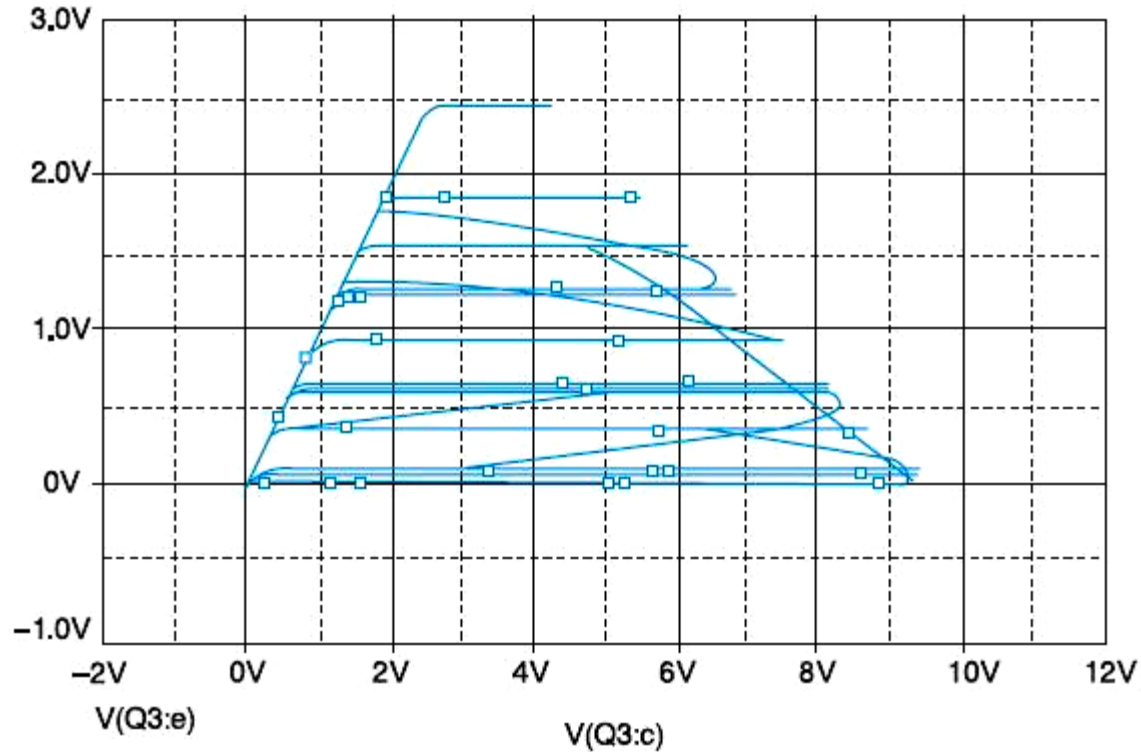
Κύκλωμα για παραγωγή χαρακτηριστικών $i-v$



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



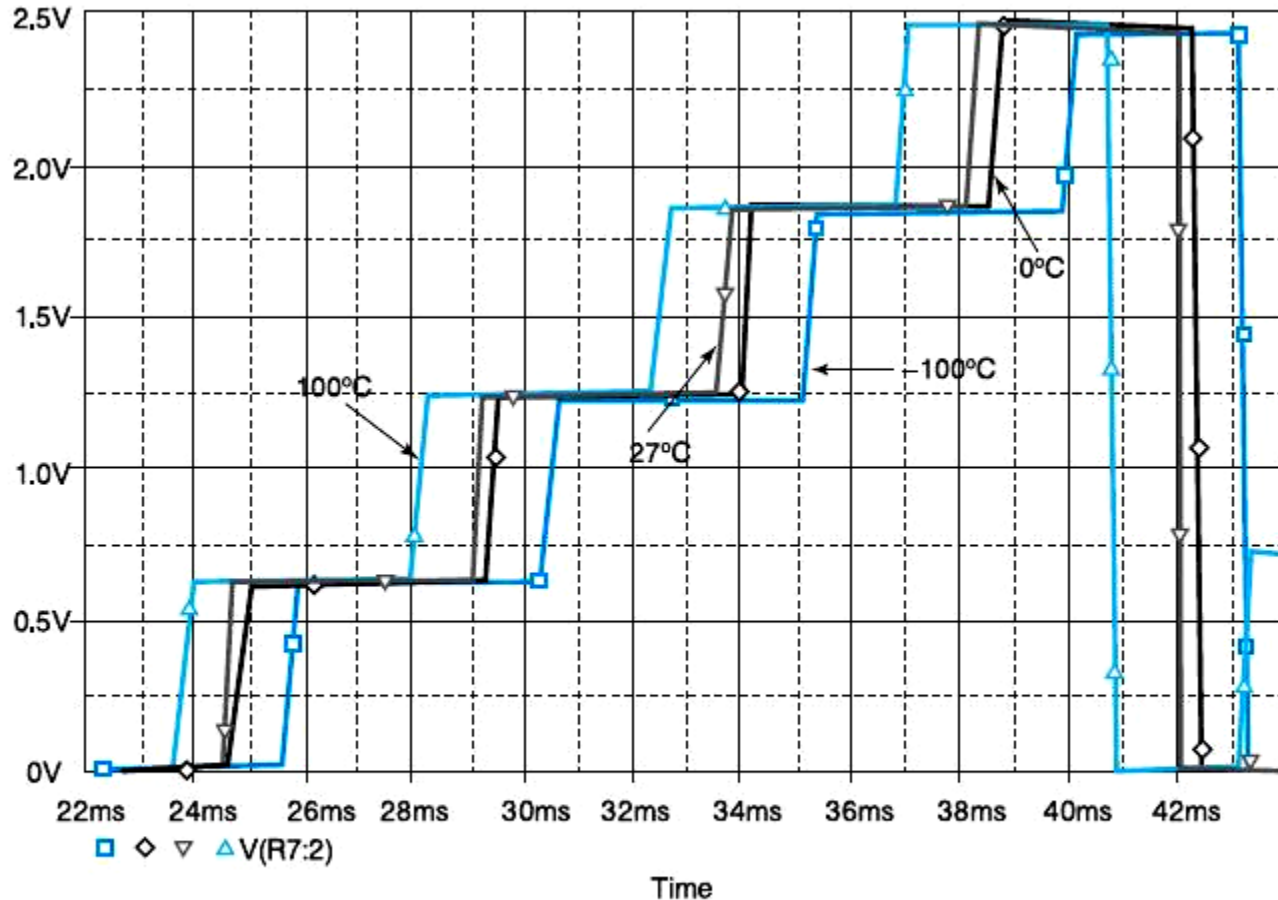
Χαρακτηριστικές $i-v$



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



Κυματομορφές V_o – ανάλυση ως προς τη θερμοκρασία



Κυματομορφές εξόδου V_o για διάφορες θερμοκρασίες ($-100^{\circ}C$, $0^{\circ}C$, $27^{\circ}C$ και $100^{\circ}C$)



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Χατζόπουλος Αλκιβιάδης. «ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΙΙΙ, 2η εργαστηριακή άσκηση και προσομοίωση με το SPICE». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: http://opencourses.auth.gr/eclass_courses.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Μη Εμπορική Χρήση - Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

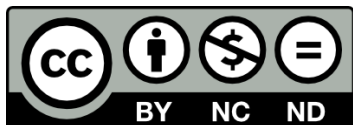
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>





Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Σβάρνα Κωνσταντίνα
Θεσσαλονίκη, Εαρινό εξάμηνο 2013-2014





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

