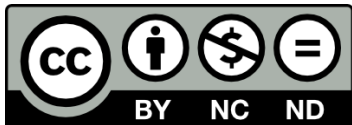




ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΙΙΙ

Ενότητα 6: 1η 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





1η 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



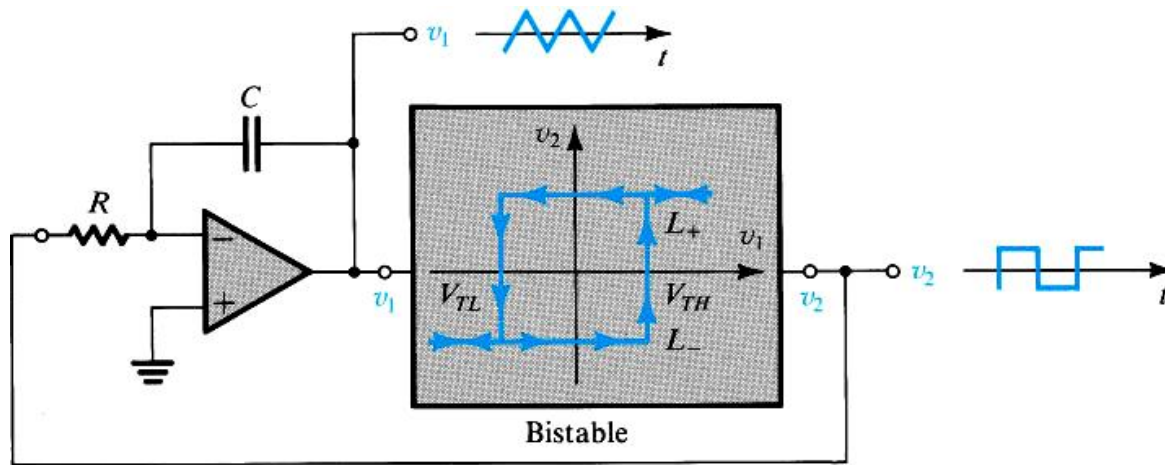
ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Περιεχόμενα ενότητας

1. Γεννήτρια τριγωνικών κυματομορφών



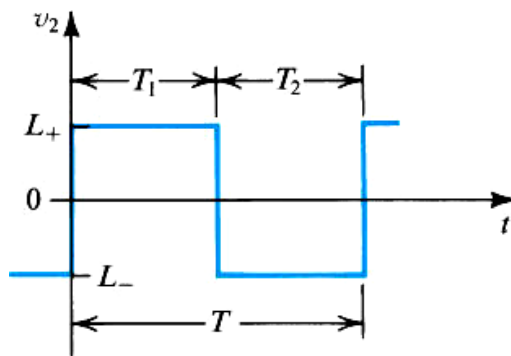
Γεννήτρια τριγωνικών κυματομορφών (1/2)



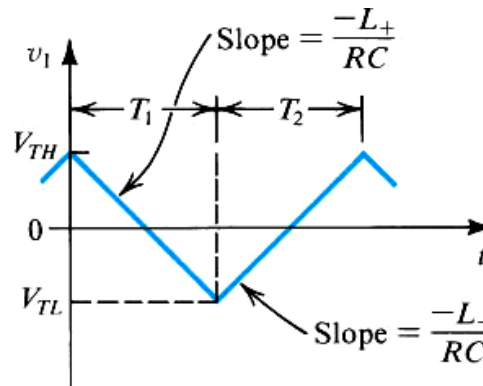
(a)

$$\frac{V_{TH} - V_{TL}}{T_1} = \frac{L_+}{CR}$$

$$T_1 = CR \frac{V_{TH} - V_{TL}}{L_+}$$



(b)



(c)

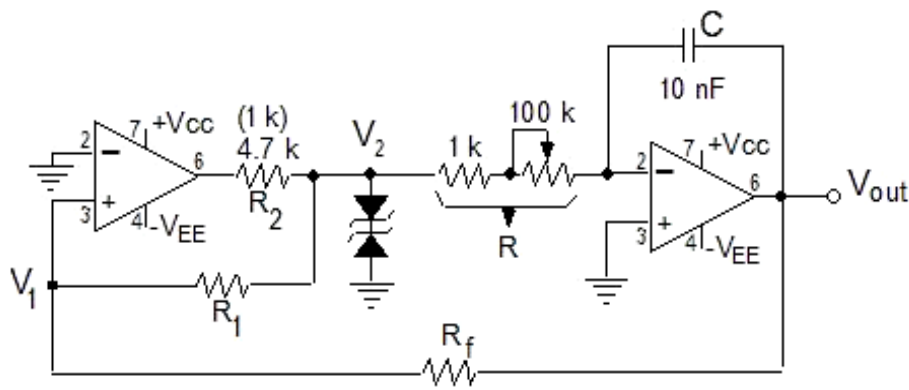
$$\frac{V_{TH} - V_{TL}}{T_2} = \frac{-L_-}{CR}$$

$$T_2 = CR \frac{V_{TH} - V_{TL}}{-L_-}$$

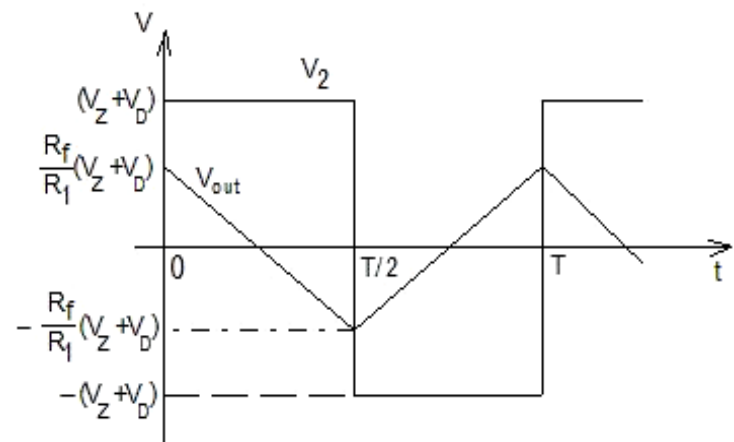


Γεννήτρια τριγωνικών κυματομορφών (2/2)

ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΤΡΙΓΩΝΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΟΜΟΡΦΩΝ



Σχήμα 1. Κύκλωμα γεννήτριας.



Σχήμα 2. Κυματομορφές V_{out} και V_2 .



Θεωρητική ανάλυση

$$V_o(t) = -(1/C) \int i_C dt + V_o(0) \quad (1)$$

Στο διάστημα $0 < t \leq T/2$ το ρεύμα i_C είναι σταθερό και ίσο με V_2 / R , αφού η τάση V_2 είναι σταθερή. Έτσι η εξίσωση (1) γίνεται:

$$V_o(t) = (-V_2 / RC) t + V_o(0) \quad (2)$$

και για $t = T/2$ προκύπτει:

$$T = (2RC / V_2) [V_o(0) - V_o(T/2)] \quad (3)$$

Το ρεύμα εισόδου του τελεστικού ενισχυτή (συγκριτή) θεωρείται αμελητέο, οπότε το πλάτος του τριγωνικού σήματος εξόδου υπολογίζεται από τη σχέση :

$$(V_1 - V_2) / R_1 = (V_o - V_1) / R_f \quad (4)$$

με την παρατήρηση ότι τις χρονικές στιγμές $t = kT/2$, $k = 0, 1, 2, \dots$ που γίνεται η εναλλαγή στο συγκριτή, θα ισχύει $V_1 = 0$. Άρα το πλάτος τις στιγμές αυτές θα είναι:

$$V_o = -V_2 (R_f / R_1) \quad (5)$$

Λαμβάνοντας υπόψη τις εξισώσεις (3) και (5) και θέτοντας $V_o(0) = -V_o(T/2) = V_2(R_f/R_1)$, η περίοδος του τριγωνικού σήματος γίνεται:

$$T = (2RC) 2 (R_f / R_1) = 4RC (R_f / R_1) \quad (6)$$

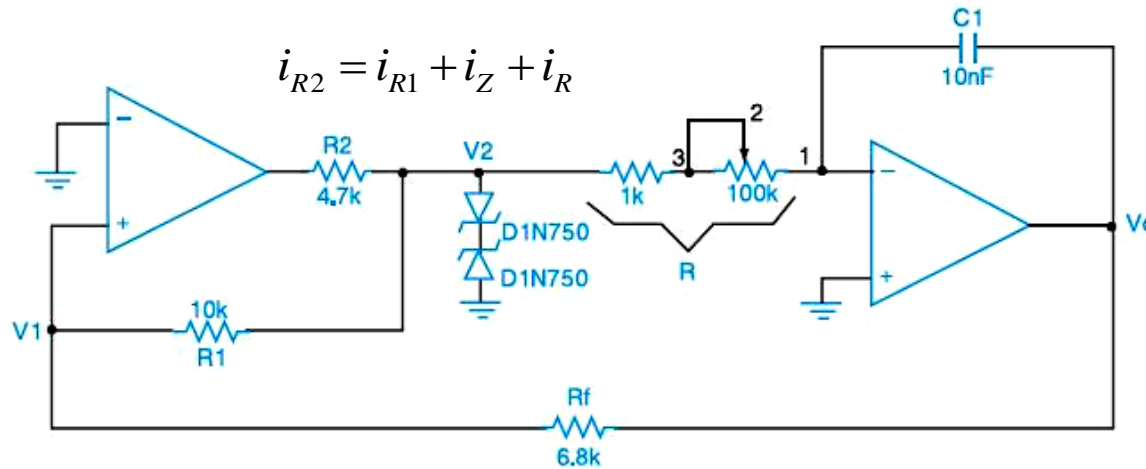


Εργαστηριακή εφαρμογή

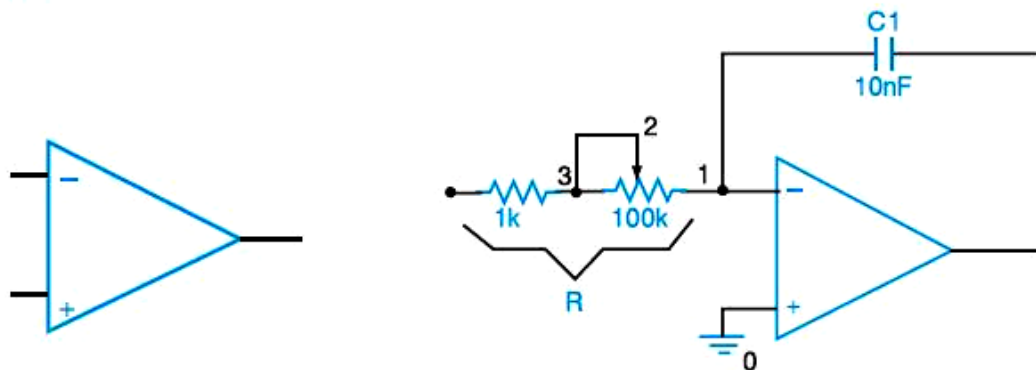
1. Να κατασκευαστεί το κύκλωμα του σχήματος 1.
2. Για μία ενδιάμεση τιμή της R να παρατηρηθούν στον παλμογράφο οι κυματομορφές V_0 , V_1 , V_2 και να σχεδιαστούν σε βαθμολογημένους άξονες. Η κυματομορφή V_2 δεν πρέπει να έχει καμία παραμόρφωση.
3. Να εξηγηθεί η κυματομορφή V_1 με βάση τον τρόπο λειτουργίας της γεννήτριας.
4. Να μετρηθεί η περίοδος T και η αντίστοιχη τιμή της αντίστασης R και να επαληθευτεί η σχέση (6).
5. Να βρεθεί η μέγιστη συχνότητα σωστής λειτουργίας του κυκλώματος f_{max} . Σαν f_{max} θεωρούμε τη συχνότητα στην οποία η V_2 μόλις αρχίζει να παραμορφώνεται. Να εξηγηθεί η παραμόρφωση και η μείωση του πλάτους της V_2 καθώς και η παραμόρφωση της εξόδου για μικρότερες τιμές της R .
6. Να μετρηθεί ο ρυθμός ανόδου ($V/\mu s$) των τετραγωνικών παλμών του V_2 για την f_{max} .
7. Να επαναληφθούν τα βήματα 5 και 6 για αντίσταση $R_2=1\text{ k}\Omega$. Να σημειωθούν οι παρατηρήσεις και να εξηγηθεί η βελτίωση της συμπεριφοράς.
8. Πως μπορεί να ρυθμιστεί το πλάτος του τριγωνικού σήματος; Να γίνει δοκιμή με αντικατάσταση αντιστάσεων. Είναι δυνατή η ρύθμιση του πλάτους χωρίς να επηρεάζεται η συχνότητα;



Προσομοίωση με το SPICE



Κύκλωμα Γεννήτριας



Συγκριτής

Ολοκληρωτής

$$V_o(t) = -(1/C) \int_0^t i_c dt + V_o(0)$$

$$V_o(t) = (-V_2 / RC)t + V_o(0)$$

$$T = (2RC / V_2) [V_o(0) - V_o(T/2)]$$

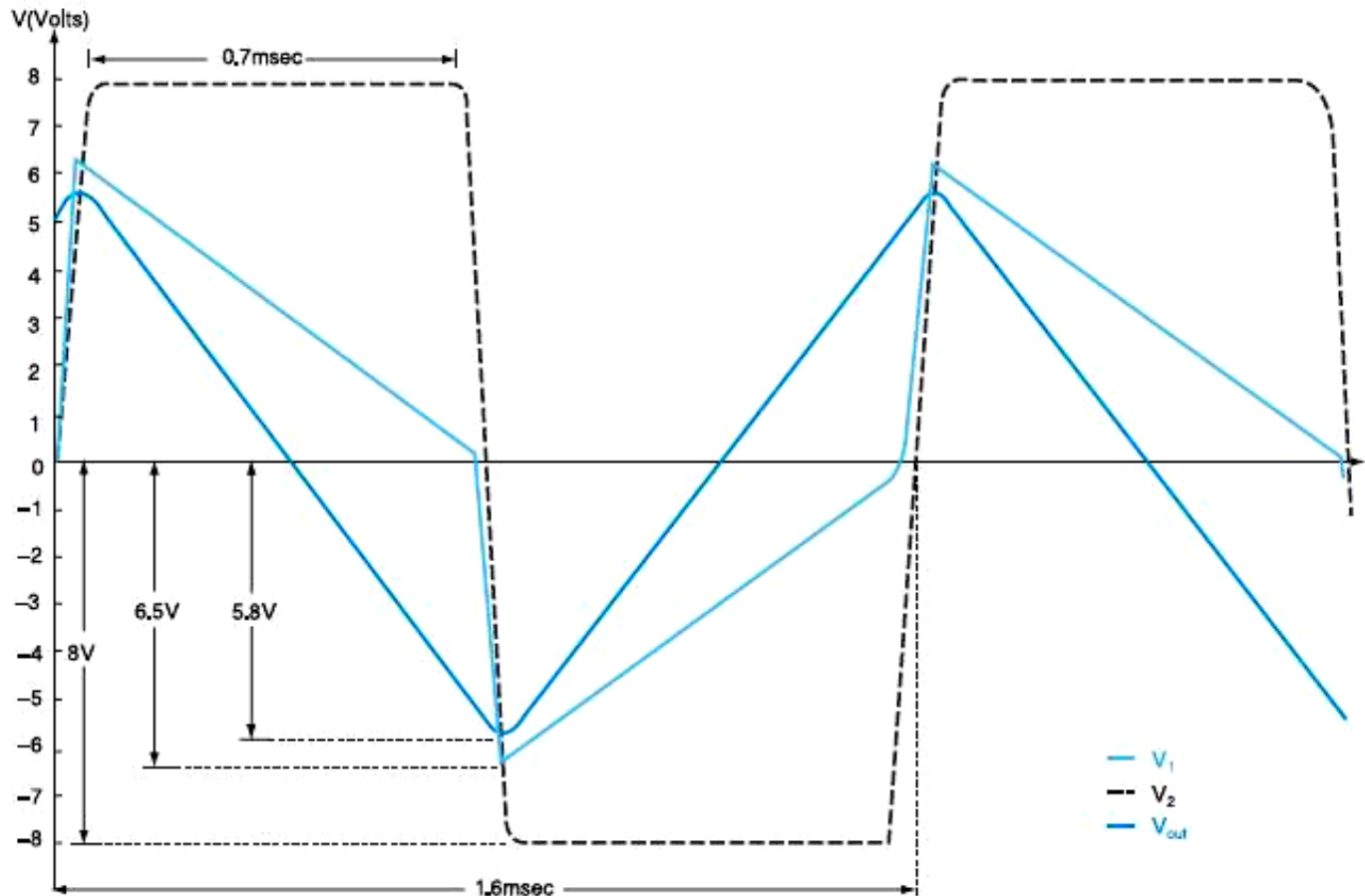
$$(V_1 - V_2) / R_1 = (V_o - V_1) / R_f$$

$$T = 4RC \frac{R_f}{R_1} \text{ (σε seconds)}$$

$$V_o = -V_2 \frac{R_f}{R_1} \text{ (σε Volts)}$$



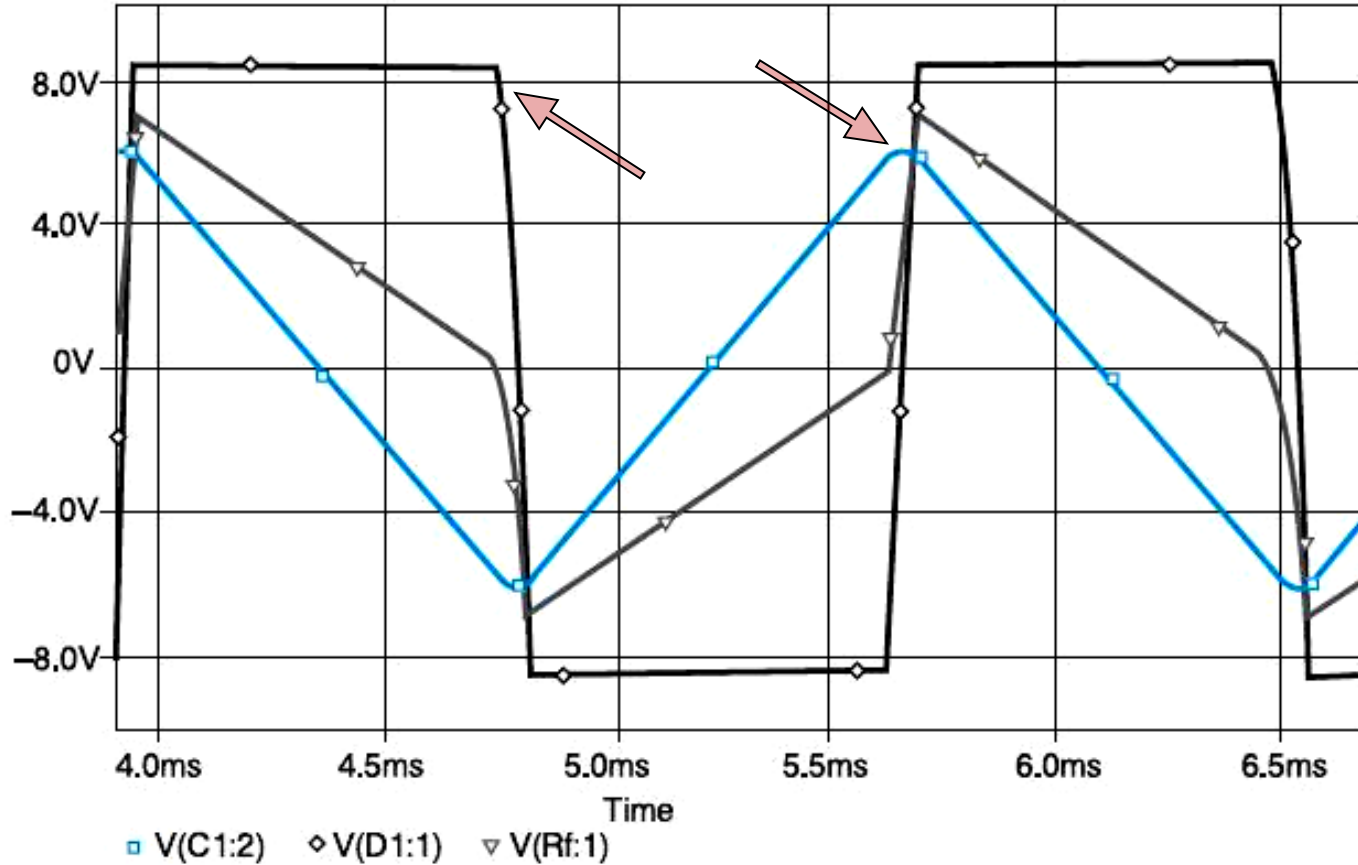
Κυματομορφές λειτουργίας



Κυματομορφές V_0 , V_1 , V_2



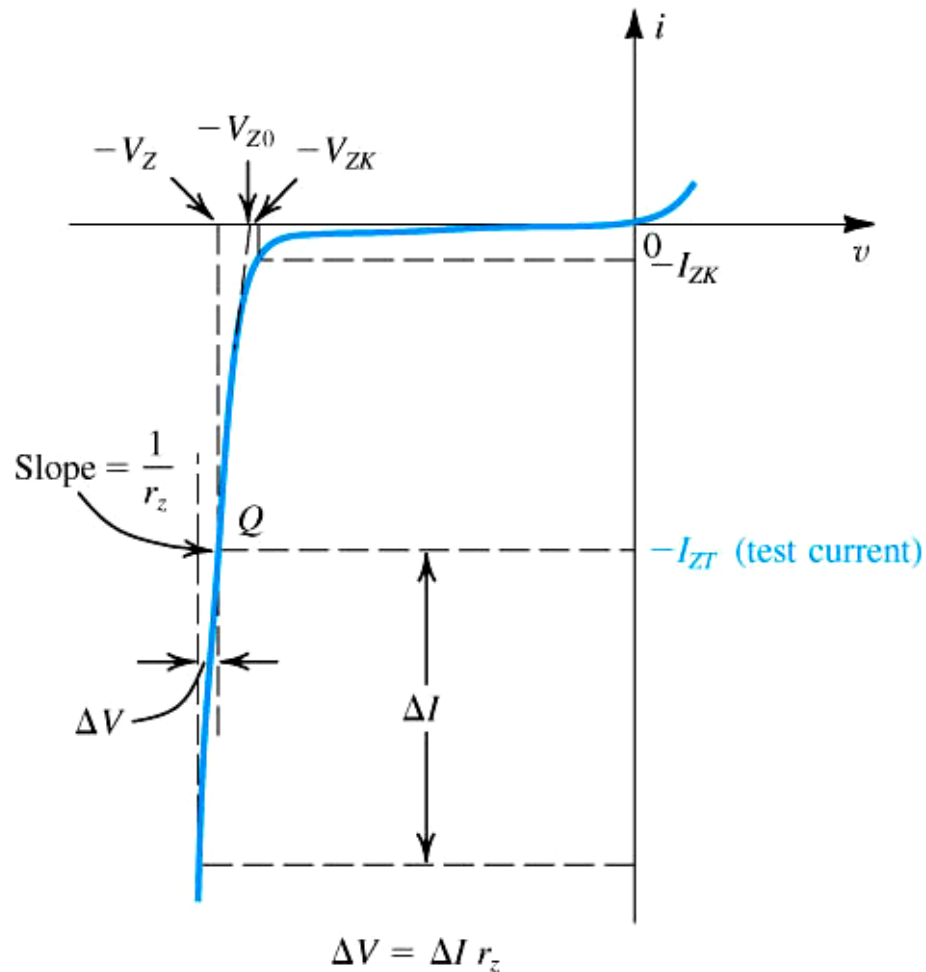
Κυματομορφές λειτουργίας με το SPICE



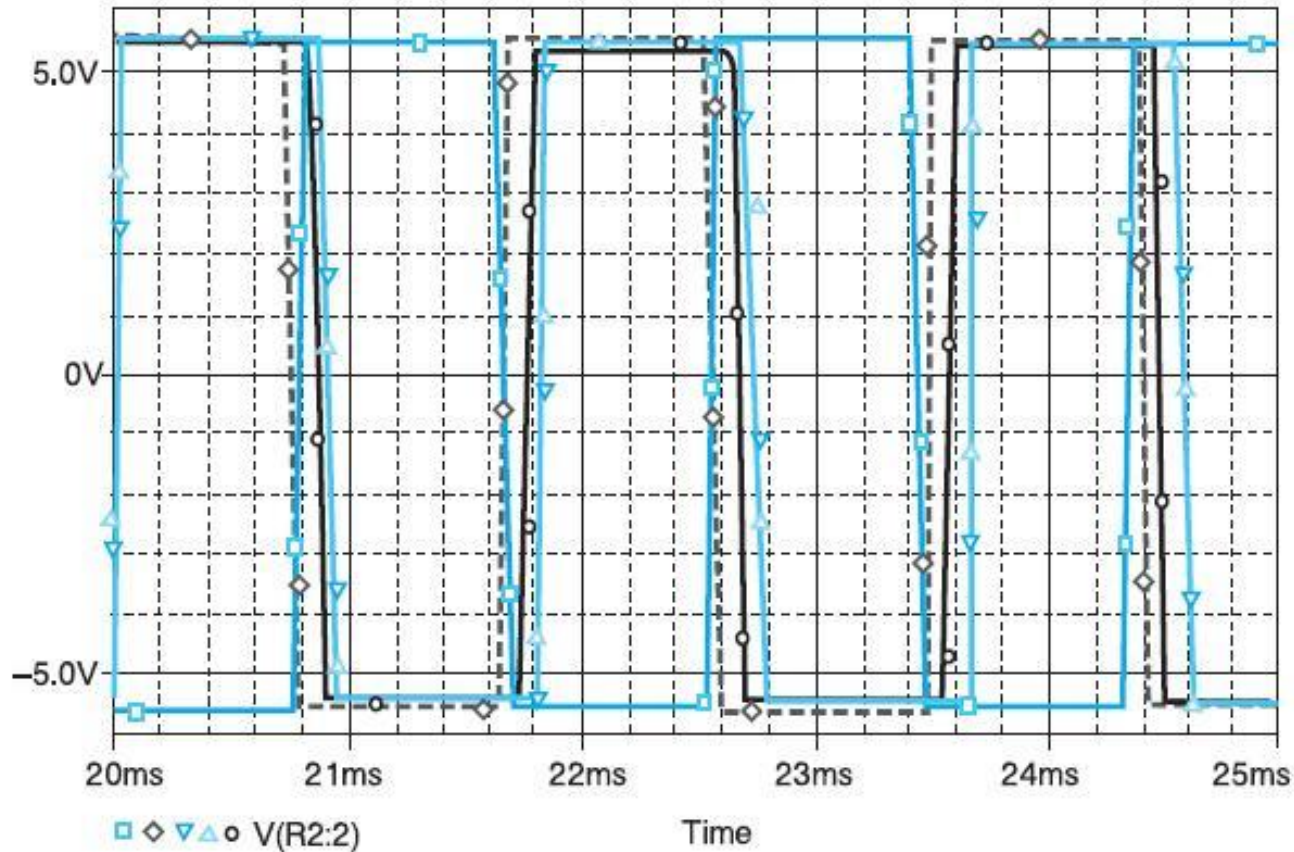
Κυματομορφές των τάσεων στα σημεία V_0 , V_1 και V_2



Χαρακτηριστική Zener



Κυματομορφές V_2 – παραμετρική ανάλυση ως προς R_2



Παραμετρική Ανάλυση V_2 συναρτήσει της αντίστασης R_2 (για τιμές 100Ω , 200Ω , 300Ω , 500Ω , $1k\Omega$, κατ' αντιστοιχία με τα σύμβολα και για $R_5 = 57.7k\Omega$)



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Χατζόπουλος Αλκιβιάδης. «ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΙΙΙ, 1η 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.

