

Εργαστηριακή Άσκηση 12: Μελέτη Διόδου με Προσομοίωση στο MultiSim και Πραγματικό Κύκλωμα

Σκοπός

Η κατανόηση της λειτουργίας της διόδου μέσα από τη μελέτη της χαρακτηριστικής καμπύλης τάσης-ρεύματος (I-V) και η χρήση της σε κυκλώματα ανορθωτών. Περιλαμβάνει προσομοίωση στο MultiSim και κατασκευή πραγματικού κυκλώματος.

Θεωρητική Ανάλυση των Διοδών

Τι είναι η Δίοδος;

Η δίοδος είναι ένα ηλεκτρονικό εξάρτημα που επιτρέπει τη ροή του ρεύματος μόνο προς μία κατεύθυνση. Αποτελείται από ένα υλικό ημιαγωγού, συνήθως πυρίτιο ή γερμάνιο, το οποίο είναι δομημένο έτσι ώστε να δημιουργείται μια ένωση τύπου p-n.

- Περιοχή τύπου p: Έχει έλλειψη ηλεκτρονίων (οπές) και θεωρείται θετικά φορτισμένη.
- Περιοχή τύπου n: Έχει περίσσεια ηλεκτρονίων και θεωρείται αρνητικά φορτισμένη.

Η δίοδος λειτουργεί ως διακόπτης που ανοίγει όταν η τάση στην περιοχή p είναι υψηλότερη από την τάση στην περιοχή n.

Χαρακτηριστική Καμπύλη Διόδου (I-V)

Η συμπεριφορά της διόδου περιγράφεται από τη χαρακτηριστική καμπύλη τάσης-ρεύματος (I-V):

1. Θετική Πόλωση:

Όταν η τάση που εφαρμόζεται στην περιοχή p (άνοδος) είναι μεγαλύτερη από την περιοχή n (κάθοδος), η δίοδος άγει το ρεύμα. Υπάρχει όμως μια ελάχιστη τάση που πρέπει να ξεπεραστεί για να αρχίσει η αγωγιμότητα:

- Δίοδος Πυριτίου: 0.7V
- Δίοδος Γερμανίου: 0.3V

2. Αντίστροφη Πόλωση:

Όταν η τάση είναι αρνητική, η δίοδος δεν άγει το ρεύμα, εκτός αν η τάση φτάσει το όριο της τάσης διάσπασης (breakdown voltage). Στη διάσπαση, η δίοδος μπορεί να καταστραφεί αν δεν περιοριστεί το ρεύμα.

Τύποι Διοδών και Εφαρμογές

1. Δίοδοι Ανορθωτών (Rectifier Diodes):

- Χρησιμοποιούνται για τη μετατροπή εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) σε συνεχές (DC).
- Π.χ. Δίοδος 1N4007.

2. Δίοδοι LED (Light Emitting Diodes):

- Εκπέμπουν φως όταν άγουν το ρεύμα.
- Χρησιμοποιούνται σε ενδείξεις και φωτισμό.

3. Δίοδοι Ζένερ (Zener Diodes):

- Λειτουργούν στην αντίστροφη πόλωση και χρησιμοποιούνται για σταθεροποίηση τάσης.

4. Σήραγγες Δίοδοι (Tunnel Diodes):

- Χρησιμοποιούνται σε κυκλώματα υψηλής συχνότητας λόγω της ταχείας απόκρισης.

5. Φωτοδιόδοι (Photodiodes):

- Ανιχνεύουν το φως και μετατρέπουν την ενέργεια του φωτός σε ηλεκτρικό ρεύμα.

Εφαρμογές Διοδών

1. Ανορθωτές:

- Σε τροφοδοτικά για μετατροπή από AC σε DC.
- Κύκλωμα γέφυρας ανορθωτή για μεγαλύτερη αποδοτικότητα.

2. Προστασία Κυκλωμάτων:

- Αποτροπή της αντίστροφης πολικότητας σε ευαίσθητα κυκλώματα.

3. Φωτισμός:

- Δίοδος LED για οικονομικό φωτισμό με μεγάλη διάρκεια ζωής.

4. Σταθεροποίηση Τάσης:

- Οι δίοδοι Ζένερ χρησιμοποιούνται για την παροχή σταθερής τάσης σε κυκλώματα.

5. Μετατροπείς και Διαμορφωτές:

- Χρήση σε κυκλώματα υψηλών συχνοτήτων για ραδιοσυχνότητες και επικοινωνίες.

Πλεονεκτήματα των Διοδών

- Υψηλή ταχύτητα απόκρισης.
- Χαμηλό κόστος παραγωγής.
- Αντοχή σε μικρές διαστάσεις.
- Ενεργειακή απόδοση στις εφαρμογές ανορθωτών.

Περιορισμοί των Διοδών

- Υπάρχει μέγιστη τάση και ρεύμα που μπορούν να αντέξουν (π.χ. τάση διάσπασης).
- Η πτώση τάσης στη δίοδο (0.7V ή 0.3V) επηρεάζει την απόδοση σε χαμηλά κυκλώματα.

Υλικά

- Για το MultiSim:
 - Υπολογιστής με εγκατεστημένο το λογισμικό MultiSim.
 - Βιβλιοθήκη εξαρτημάτων: Δίοδοι, αντιστάσεις, πηγές τάσης.
- Για το Πραγματικό Κύκλωμα:
 - Πηγή συνεχούς τάσης (DC Power Supply 0-10V).
 - Πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος (AC Power Supply 10V RMS, 50Hz).
 - Δίοδοι (1N4007).
 - Αντίσταση $R = 1\text{k}\Omega$.
 - Πολύμετρο.
 - Παλμογράφος.
 - Κυκλωματική πλακέτα (breadboard) και καλώδια.

Διαδικασία

Μέρος 1: Μελέτη Χαρακτηριστικής Καμπύλης Διόδου

A. Προσομοίωση στο MultiSim:

1. Δημιουργήστε νέο κύκλωμα στο MultiSim.
2. Συνδέστε μια δίοδο 1N4007 σε σειρά με την αντίσταση $R = 1\text{k}\Omega$ και μια πηγή συνεχούς τάσης (DC Power Supply 0-10V).
3. Προσθέστε ένα πολύμετρο για τη μέτρηση της τάσης στη δίοδο και το ρεύμα.
4. Αυξήστε την τάση της πηγής από 0V έως 1V με βήμα 0.1V. Καταγράψτε τα αποτελέσματα.

Παράδειγμα Αποτελεσμάτων:

Τάση στη Δίοδο (V)	Ρεύμα μέσω της Διόδου (mA)
0.1	0
0.2	0
0.3	0
0.6	0.1
0.7	5

0.8	20
0.9	50

5. Αντιστρέψτε την πολικότητα της διόδου και επαναλάβετε τη διαδικασία.

B. Στο Πραγματικό Κύκλωμα:

1. Συνδέστε τη δίοδο 1N4007 σε σειρά με την αντίσταση $R = 1k\Omega$ και την πηγή συνεχούς τάσης 0-10V.

2. Χρησιμοποιήστε ένα πολύμετρο για να μετρήσετε την τάση και το ρεύμα στη δίοδο καθώς αυξάνετε την τάση της πηγής από 0V έως 1V.

Μέρος 2: Χρήση Διόδου σε Ανορθωτή

A. Προσομοίωση στο MultiSim:

1. Δημιουργήστε κύκλωμα μονοφασικού ανορθωτή.

2. Συνδέστε μια δίοδο 1N4007 σε σειρά με την πηγή AC (10V RMS, 50Hz) και την αντίσταση $R = 1k\Omega$.

3. Παρατηρήστε την κυματομορφή στον παλμογράφο.

Μέρος 3: Γέφυρα Ανορθωτή

A. Προσομοίωση στο MultiSim:

1. Δημιουργήστε κύκλωμα γέφυρας ανορθωτή με τέσσερις διόδους 1N4007.

2. Συνδέστε την πηγή AC (10V RMS, 50Hz) με το κύκλωμα και προσθέστε μια αντίσταση $R = 1k\Omega$ ως φορτίο.

3. Παρατηρήστε την κυματομορφή στον παλμογράφο.

Ερωτήσεις:

1. Τι παρατηρείτε στη χαρακτηριστική καμπύλη της διόδου από την προσομοίωση και το πραγματικό κύκλωμα;
2. Ποια είναι η διαφορά απόδοσης μεταξύ μονοφασικού και γέφυρας ανορθωτή;
3. Πώς επηρεάζεται η απόδοση του ανορθωτή από την επιλογή των διόδων;

1. Τι παρατηρείτε στη χαρακτηριστική καμπύλη της διόδου από την προσομοίωση και το πραγματικό κύκλωμα;

- Στην προσομοίωση και στο πραγματικό κύκλωμα, η χαρακτηριστική καμπύλη της διόδου παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά:
 1. Στη **θετική πόλωση**, η διόδος δεν αγωγεί μέχρι η τάση να φτάσει το όριο αγωγιμότητας (0.7V για πυρίτιο).
 2. Μετά το όριο, το ρεύμα αυξάνεται εκθετικά καθώς αυξάνεται η τάση.
 3. Στην **αντίστροφη πόλωση**, το ρεύμα είναι σχεδόν μηδενικό, εκτός αν η τάση φτάσει την τάση διάσπασης (breakdown voltage).
 - Η μικρή διαφορά στις μετρήσεις μπορεί να οφείλεται στις ανοχές των εξαρτημάτων στο πραγματικό κύκλωμα.
-

2. Ποια είναι η διαφορά απόδοσης μεταξύ μονοφασικού και γέφυρας ανορθωτή;

- **Μονοφασικός ανορθωτής:**
 - Ανορθώνει μόνο τη θετική ημιπερίοδο του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC).
 - Έχει χαμηλότερη απόδοση, καθώς χάνεται η ενέργεια της αρνητικής ημιπεριόδου.
 - Η κυματομορφή περιέχει μεγαλύτερη «κυμάτωση» (ripple) που απαιτεί φίλτρα για εξομάλυνση.
 - **Γέφυρα ανορθωτή:**
 - Ανορθώνει και τις δύο ημιπεριόδους του AC.
 - Έχει υψηλότερη απόδοση, καθώς αξιοποιεί πλήρως το σήμα.
 - Η κυματομορφή έχει μικρότερη κυμάτωση και απαιτεί λιγότερη εξομάλυνση.
 - Χρησιμοποιεί περισσότερες διόδους (συνήθως τέσσερις).
-

3. Πώς επηρεάζεται η απόδοση του ανορθωτή από την επιλογή των διόδων;

5

- **Πτώση Τάσης Διόδου (Forward Voltage Drop):**
 - Δίοδοι πυριτίου έχουν πτώση τάσης περίπου 0.7V, ενώ οι διόδοι γερμανίου περίπου 0.3V.
 - Χαμηλότερη πτώση τάσης οδηγεί σε υψηλότερη απόδοση, ειδικά σε κυκλώματα χαμηλής τάσης.
- **Ρεύμα και Τάση Διακοπής:**
 - Η διάδος πρέπει να αντέχει το μέγιστο ρεύμα και την τάση που εφαρμόζεται στο κύκλωμα.
 - Αν χρησιμοποιηθεί διάδος με χαμηλότερη τιμή από την απαιτούμενη, μπορεί να οδηγήσει σε υπερθέρμανση ή καταστροφή.
- **Συχνότητα Λειτουργίας:**
 - Σε κυκλώματα υψηλής συχνότητας, όπως οι τροφοδοσίες διακοπής (SMPS), χρησιμοποιούνται γρήγορες διόδοι (π.χ. Schottky), οι οποίες έχουν χαμηλή πτώση τάσης και υψηλή ταχύτητα.
- **Αξιοπιστία και Θερμοκρασία:**
 - Οι διόδοι πρέπει να λειτουργούν στα προβλεπόμενα όρια θερμοκρασίας για να εξασφαλιστεί η μακροχρόνια αξιοπιστία του κυκλώματος.