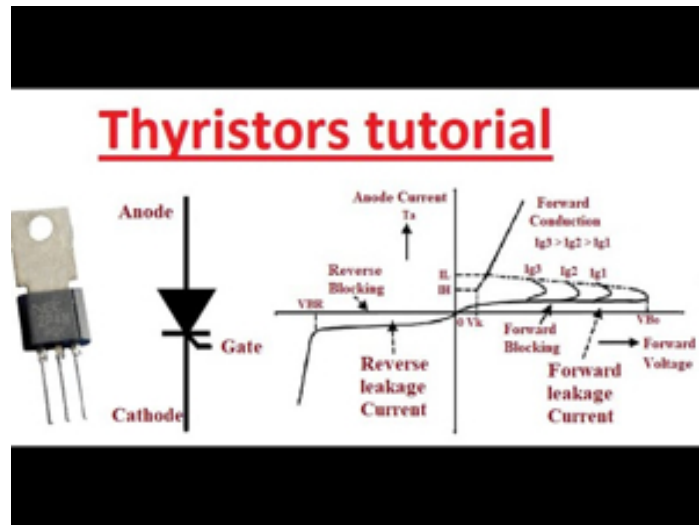


Το **θυρίστωρ SCR (Silicon Controlled Rectifier)** λειτουργεί ως ένας ηλεκτρονικός διακόπτης που επιτρέπει τη ροή ρεύματος μόνο αφού λάβει ένα σήμα ελέγχου, παραμένοντας ενεργό ακόμη και μετά την παύση αυτού του σήματος.

Βασική Αρχή Λειτουργίας



Thyristor operation diagram

Το SCR διαθέτει τρεις ακροδέκτες: την **Άνοδο (A)**, την **Κάθοδο (K)** και την **Πύλη (G)**. Η δομή του αποτελείται από τέσσερα στρώματα ημιαγωγού (P-N-P-N), τα οποία του προσδίδουν τη χαρακτηριστική συμπεριφορά μανδάλωσης (latching).

1. **Κατάσταση Αποκλεισμού (OFF):** Όταν η τάση στην άνοδο είναι θετική ως προς την κάθοδο αλλά δεν υπάρχει σήμα στην πύλη, το SCR παραμένει σε κατάσταση υψηλής αντίστασης και δεν επιτρέπει τη ροή ρεύματος.
2. **Ενεργοποίηση (Triggering):** Για να άγει το SCR, πρέπει να εφαρμοστεί ένας στιγμιαίος παλμός θετικού ρεύματος στην πύλη (Gate Trigger Current, I_{GT}). Μόλις ενεργοποιηθεί, το εσωτερικό του μηχανισμού αυτοσυντηρεί την αγωγή του.
3. **Κατάσταση Αγωγής (ON):** Μόλις το SCR εισέλθει στην κατάσταση αγωγής, το ρεύμα στην πύλη δεν είναι πλέον απαραίτητο. Το SCR θα συνεχίσει να άγει όσο το ρεύμα που διαρρέει την άνοδο προς την κάθοδο παραμένει πάνω από μια ελάχιστη τιμή που ονομάζεται **ρεύμα συγκράτησης (Holding Current, I_H)**.
4. **Απενεργοποίηση (Commutation):** Το SCR δεν μπορεί να απενεργοποιηθεί μέσω της πύλης. Για να διακοπεί η αγωγή του, το ρεύμα μεταξύ ανόδου και καθόδου πρέπει να πέσει κάτω από το ρεύμα συγκράτησης, είτε μέσω διακοπής της τροφοδοσίας, είτε μέσω ενός εξωτερικού κυκλώματος "μεταγωγής" που εκτρέπει το ρεύμα.

Συνοπτική Λειτουργία σε Κύκλωμα

Το SCR συμπεριφέρεται σαν μια δίοδος που «περιμένει» εντολή για να επιτρέψει το ρεύμα. Είναι ιδανικό για τον **έλεγχο φορτίων AC**, καθώς στην περίπτωση του εναλλασσόμενου ρεύματος, το SCR απενεργοποιείται αυτόματα σε κάθε ημιπερίοδο όταν η τάση περνά από το μηδέν, επιτρέποντας τον έλεγχο της ενεργού ισχύος μέσω της μεταβολής της χρονικής στιγμής ενεργοποίησης της πύλης (phase control).

To DIAC (Diode for Alternating Current) είναι της αμφίδρομος διακόπτης ημιαγωγών, ο οποίος δεν διαθέτει ακροδέκτη πύλης (Gate) και ενεργοποιείται αυτόματα όταν η τάση στα άκρα του υπερβεί ένα συγκεκριμένο όριο

Αρχή Λειτουργίας

Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο της «διάσπασης» (breakdown):

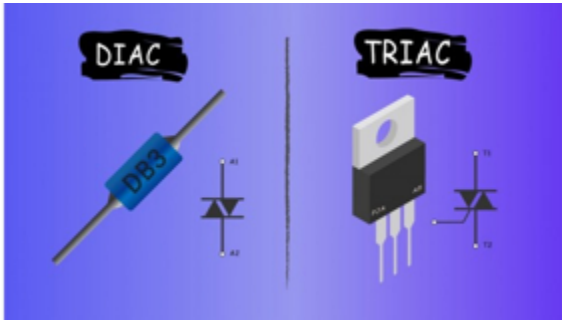
- **Κατάσταση Αποκλεισμού:** Όταν η τάση στα άκρα του DIAC είναι χαμηλότερη από την **τάση διάσπασης (breakover voltage)**, η συσκευή παρουσιάζει πολύ υψηλή αντίσταση και επιτρέπει μόνο ένα πολύ μικρό ρεύμα διαρροής να περάσει.
- **Ενεργοποίηση (Διάσπαση):** Όταν η εφαρμοσμένη τάση αυξηθεί και ξεπεράσει το κατώφλι της τάσης διάσπασης (συνήθως 28V-36V για πολλά τυπικά DIAC), η εσωτερική δομή της συσκευής αλλάζει απότομα. Οι φορείς φορτίου απελευθερώνονται λόγω συγκρούσεων, οδηγώντας σε μια απότομη πτώση της αντίστασης και της τάσης στα άκρα της συσκευής.
- **Κατάσταση Αγωγής:** Σε αυτό το σημείο, το DIAC αρχίζει να άγει έντονα, επιτρέποντας στο ρεύμα να ρέει ελεύθερα. Αυτή η κατάσταση διατηρείται όσο το ρεύμα παραμένει πάνω από το **ρεύμα συγκράτησης (holding current)**.
- **Αμφίδρομη Συμμετρία:** Επειδή η εσωτερική δομή του DIAC αποτελείται από δύο δίοδοι συνδεδεμένες παράλληλα και αντίστροφα, η παραπάνω διαδικασία συμβαίνει πανομοιότυπα τόσο κατά τη διάρκεια του θετικού όσο και κατά τη διάρκεια του αρνητικού ημιπεριόδου της εναλλασσόμενης τάσης.

Στην ηλεκτρονική, ένα DIAC εμφανίζεται συνήθως ως ένα μικρό εξάρτημα που μοιάζει εξωτερικά με μια απλή δίοδο (μικρό γυάλινο ή πλαστικό κυλινδρικό σώμα με δύο ακροδέκτες)

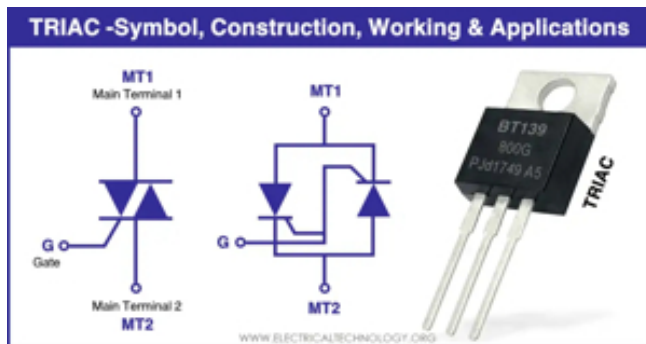
Εφαρμογή στα Κυκλώματα

Σε πρακτικές εφαρμογές, της τα dimmers φωτισμού, το DIAC τοποθετείται σε σειρά με την πύλη της TRIAC. Ο πυκνωτής του κυκλώματος φόρτισης (RC) φορτίζει σταδιακά και, μόλις η τάση του φτάσει την τάση διάσπασης του DIAC, αυτό άγει απότομα, στέλνοντας έναν «παλμό» ρεύματος στην πύλη του TRIAC για να το ενεργοποιήσει. Της ο μηχανισμός εξασφαλίζει ότι το TRIAC θα ενεργοποιείται πάντα στην ίδια ακριβώς χρονική στιγμή σε κάθε ημιπερίοδο, προσφέροντας ακριβή έλεγχο της ισχύος.

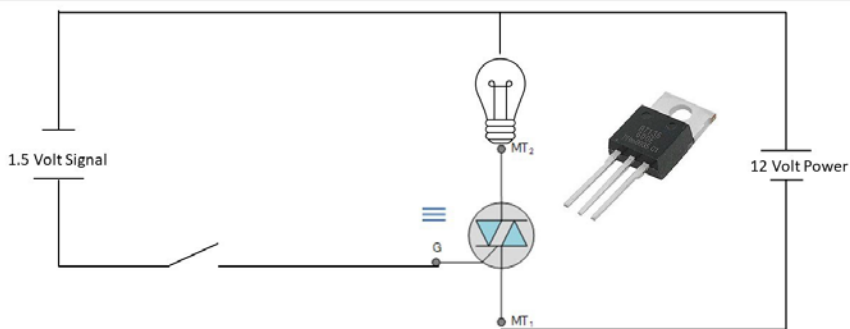
ο DIAC (Diode for Alternating Current) αποτελεί μια διακριτή κατηγορία ημιαγωγού σε σχέση με το SCR και το TRIAC, καθώς ο κύριος ρόλος του δεν είναι ο έλεγχος ισχύος, αλλά η **πυροδότηση (triggering)** των άλλων δύο



Το **TRIAC (Triode for Alternating Current)** λειτουργεί ως της αμφίδρομος ηλεκτρονικός διακόπτης, ικανός να ελέγχει τη ροή του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) και της δύο κατευθύνσεις.



Triac Working Principal , Function and How to Test A Triac Explained



TRIAC is triggered into conduction by applying a voltage or current pulse to its gate terminal. Shown circuit is built to control a light bulb using triac , where the control voltage applied at gate terminal are 1.5 volt and Mt1 and MT2 terminal connects the bulb to the power supply at 15 volt.

Αρχή Λειτουργίας

Η λειτουργία του βασίζεται στον έλεγχο της φάσης της τάσης του εναλλασσόμενου ρεύματος.

- **Κατάσταση Αποκλεισμού:** Αρχικά, σε κάθε ημιπερίοδο του εναλλασσόμενου ρεύματος, το TRIAC βρίσκεται σε κατάσταση «σβηστού» (OFF) και δεν επιτρέπει τη ροή ρεύματος της το φορτίο.
- **Πυροδότηση (Triggering):** Όταν εφαρμοστεί της παλμός ρεύματος στην πύλη (Gate) του TRIAC, η συσκευή μεταβαίνει σε κατάσταση αγωγής (ON). Αυτό επιτρέπει στο ρεύμα να περάσει από το ηλεκτρόδιο MT1 της το MT2 (ή αντίστροφα, ανάλογα με την πολικότητα της ημιπεριόδου).
- **Συνέχεια Αγωγής:** Μόλις το TRIAC ενεργοποιηθεί, παραμένει σε κατάσταση αγωγής μέχρι το στιγμιαίο ρεύμα που το διαρρέει να πέσει κάτω από ένα ορισμένο κατώφλι (ρεύμα συγκράτησης), κάτι που συμβαίνει αυτόματα κάθε φορά που η κυματομορφή του AC περνά από το μηδέν.

Ο Ρόλος του Κυκλώματος Ελέγχου

Για τον έλεγχο της ισχύος, το TRIAC συνήθως συνοδεύεται από ένα κύκλωμα RC και ένα DIAC.

1. **Κύκλωμα RC:** Μια αντίσταση και ένας πυκνωτής καθορίζουν τον χρόνο καθυστέρησης για την πυροδότηση. Η αντίσταση συνήθως είναι μεταβλητή για να ρυθμίζεται η ένταση (π.χ. σε ένα dimmer).
2. **DIAC:** Λειτουργεί ως στοιχείο "σκανδάλης". Όταν η τάση στον πυκνωτή φτάσει την τάση διάσπασης του DIAC, αυτό άγει απότομα και αποφορτίζει τον πυκνωτή στην πύλη του TRIAC, ενεργοποιώντας το.

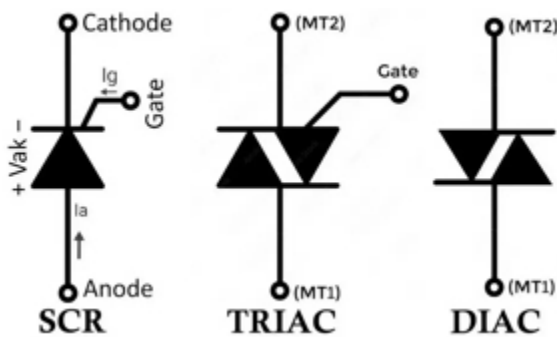
Με αυτόν τον τρόπο, αλλάζοντας τη χρονική στιγμή της πυροδότησης μέσα σε κάθε ημιπερίοδο, μπορούμε να ελέγξουμε πόση ισχύς θα φτάσει τελικά στο φορτίο (π.χ. φωτεινότητα λαμπτήρα ή ταχύτητα κινητήρα).

Χαρακτηριστικό	SCR	TRIAC	DIAC
Αριθμός ακροδεκτών	3 (Άνοδος, Κάθοδος, Πύλη)	3 (MT1, MT2, Πύλη)	2 (MT1, MT2)
Έλεγχος Πύλης	Ναι	Ναι	Όχι (αυτο-πυροδοτείται)
Κατεύθυνση	Μονοκατευθυντικό	Αμφίδρομο	Αμφίδρομο
Κύρια Χρήση	Έλεγχος ισχύος DC/AC	Έλεγχος ισχύος AC	Πυροδότηση SCR/TRIAC

Συνοπτικός Πίνακας Εφαρμογών

Εφαρμογή	Τύπος Θυρίστορ	Κύρια Λειτουργία
Οικιακά Dimmers	TRIAC	Έλεγχος φωτεινότητας λαμπτήρων
Ηλεκτρικά Εργαλεία	SCR / TRIAC	Έλεγχος ταχύτητας κινητήρα
Βιομηχανικά Μοτέρ	SCR	Ρύθμιση ροπής και ταχύτητας
Συστήματα Θέρμανσης	SCR	Ρύθμιση παρεχόμενης ισχύος
Συστήματα Μετατροπής	SCR / GTO	Μετατροπή ισχύος AC/DC

Συγκριτική Ανάλυση



SCR, TRIAC, and DIAC diagrams

Το SCR συμπεριφέρεται ουσιαστικά σαν μια ελεγχόμενη διόδος, επιτρέποντας το ρεύμα να ρέει μόνο κατά το θετικό ημίτονο του σήματος. Αυτό το καθιστά προτιμότερο για εφαρμογές υψηλής ισχύος, όπως βιομηχανικοί μετατροπείς, όπου απαιτείται αντοχή και αξιοπιστία.

Αντίθετα, το TRIAC μπορεί να θεωρηθεί ως δύο SCR συνδεδεμένα αντιπαράλληλα σε ένα ενιαίο περίβλημα. Επιτρέπει τον έλεγχο και των δύο ημιπεριόδων του εναλλασσόμενου ρεύματος (AC), καθιστώντας το εξαιρετικά δημοφιλές σε οικιακές συσκευές όπως ρυθμιστές έντασης φωτισμού (dimmers) και ελεγκτές ταχύτητας ανεμιστήρων.

Ενώ το SCR προσφέρει μεγαλύτερη αντοχή σε υψηλές τάσεις και ρεύματα, το TRIAC υπερέχει στην απλότητα του σχεδιασμού κυκλωμάτων AC, καθώς απαιτεί λιγότερα εξαρτήματα για να ελέγξει πλήρως μια εναλλασσόμενη κυματομορφή.

Το DIAC (Diode for Alternating Current) αποτελεί μια διακριτή κατηγορία ημιαγωγού σε σχέση με το SCR και το TRIAC, καθώς ο κύριος ρόλος του δεν είναι ο έλεγχος ισχύος, αλλά η **πυροδότηση (triggering)** των άλλων δύο.

Συγκριτική Λειτουργία

- **DIAC ως "Διακόπτης Πυροδότησης":** Το DIAC δεν διαθέτει ακροδέκτη πύλης. Άγει ρεύμα μόνο όταν η τάση στα άκρα του ξεπεράσει μια καθορισμένη τιμή, γνωστή ως **τάση διάσπασης (breakdown voltage)**. Αυτή η απότομη αλλαγή κατάστασης χρησιμοποιείται για να στείλει έναν παλμό ρεύματος στην πύλη ενός TRIAC ή SCR, εξασφαλίζοντας σταθερή και συμμετρική πυροδότηση.
- **Συνεργασία στο κύκλωμα:** Σε ένα τυπικό κύκλωμα dimmer, το DIAC συνδέεται σε σειρά με την πύλη του TRIAC. Όταν ο πυκνωτής στο κύκλωμα φόρτισης φτάσει την τάση διάσπασης του DIAC, αυτό "ανοίγει" και αποφορτίζει τον πυκνωτή στην πύλη του TRIAC, ενεργοποιώντας το.

Ενώ το SCR και το TRIAC είναι "εργάτες" που διαχειρίζονται το ρεύμα προς το φορτίο, το DIAC λειτουργεί ως ο "ελεγκτής" που δίνει το σύνθημα για την ακριβή στιγμή έναυσης, συμβάλλοντας στη σταθερότητα και την ακρίβεια της ρύθμισης ισχύος.

Diac Used For AC Phase Control

