

# Μέθοδοι Ελέγχου Ηλεκτρικών Κινητήρων Σ.Ρ.

Ευθυμίου Σωτήρης

Δέδες Παναγιώτης

26/06/2014

# Εισαγωγή

*Σκοπός αυτής της παρουσίασης είναι η συνοπτική περιγραφή τριών διαφορετικών μεθόδων ελέγχου κινητήρων Σ.Ρ. ως προς τη μορφή τους, την λειτουργία τους και τις εφαρμογές που βρίσκει ο καθένας.*

**Πλήρως Ελεγχόμενη Γέφυρα**

**Ημιελεγχόμενη Γέφυρα**

**Μετατροπέας Σ.Ρ. – Σ.Ρ.**

# Βασικά Στοιχεία Πλήρους Ελεγχόμενης Γέφυρας

## **Θυρίστορ**

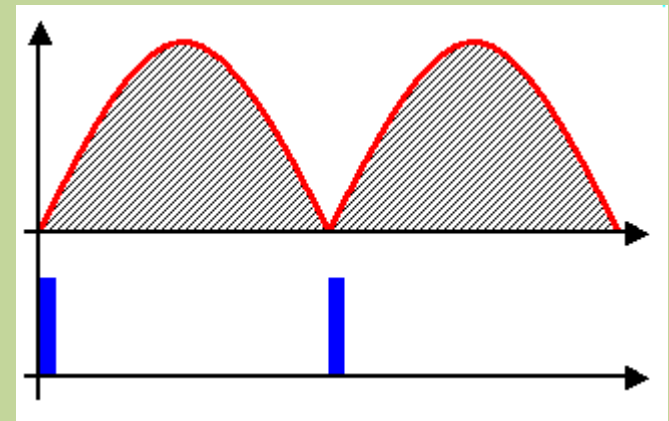
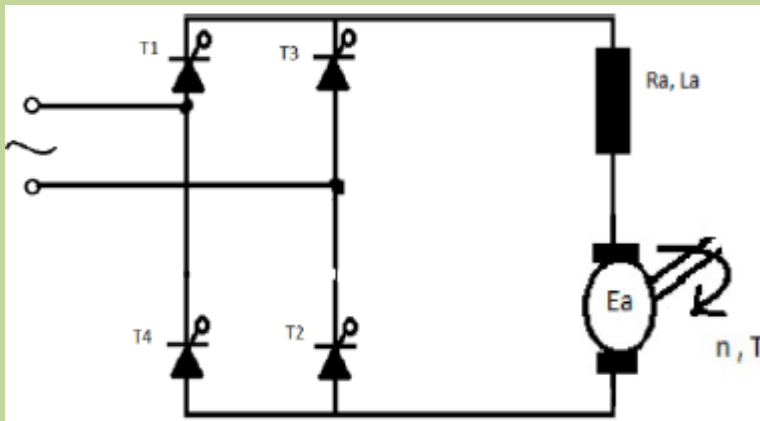
Διακοπτικά στοιχεία. Προυπόθεση για να άγουν είναι η ορθή πόλωση τους και η παλμοδότηση αυτών μέσω παλμογεννήτριας. Ο ρόλος που παίζουν σε μία πλήρως ελεγχόμενη γέφυρα είναι διπλός, καθώς ανορθώνουν την τάση εισόδου και μέσω της παλμοδότησης τους μας παρέχουν την δυνατότητα να ελέγχουμε το εύρος της τάσης εξόδου. Αν η γεφυρα είναι μονοφασική διαθέτει τέσσερα θυρίστορ, από δύο σε κάθε κλάδο, ενώ αν είναι τριφασική διαθέτει έξι θυρίστορ , από δύο σε κάθε ένα από τους τρεις κλάδους της.

## **Παλμογεννήτρια**

Δίνει τον παλμό έναυσης στα θυρίστορ , ωστε να άγουν αν είναι ορθά πολωμένα. Ο έλεγχος της τάσης εξόδου , οφείλεται στην γωνία έναυσης που ορίζουμε στην παλμογεννήτρια να δώσει παλμό στο θυρίστορ

# Διαδικασία Ελέγχου στην Πλήρως Ελεγχόμενη Γέφυρα

Κατά την πρώτη ημιπερίοδο, ορθά πολωμένα θα είναι τα θυρίστορ T1 και T2 και αντιστρόφως πολωμένα τα θυρίστορ T3 και T4. Δίνοντας παλμό γωνίας «α», θα άγουν μόνο τα ορθώς πολωμένα T1 και T2 και η πορεία του ρεύματος θα είναι από το ένα άκρο της εισόδου στο T1, στο φορτίο, στο T2 και πίσω στο δίκτυο, από το άλλο άκρο της πηγής. Στην δεύτερη ημιπερίοδο, ορθά πολωμένα θα είναι τα T3 και T4 ενώ αντιστρόφως πολωμένα τα T1, T2. Στον παλμό γωνίας «π+α», θα άγουν μόνο τα T3 και T4 και η πορεία του ρεύματος θα είναι από το T3 στο φορτίο, στο T4 και από κει πίσω στο δίκτυο, από το αντίστοιχο άκρο της πηγής. Οπως φαίνεται και στην εικόνα, όσο μεγαλύτερη γωνία δίνουμε τόσο μικρότερη τάση εξόδου παίρνουμε.



# Χαρακτηριστικά Πλήρους Ελεγχόμενης Γέφυρας

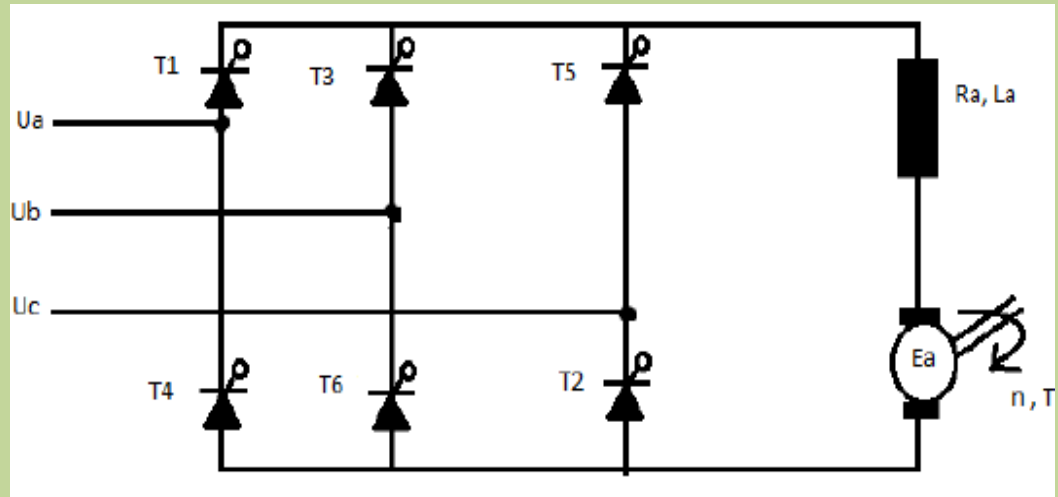
Για γωνία έναυσης από 0 έως 90 μοίρες , η γέφυρα λειτουργεί ως **ανορθώτης** , δηλαδή η λειτουργία της είναι όπως περιγράφηκε προηγουμένως, και ένας κινητήρας Σ.Ρ. ως φορτίο της, θα λειτουργούσε κανονικά.

Για γωνία έναυσης από 90 έως 180 μοίρες, η γέφυρα λειτουργεί και ως **αντιστροφέας**, δηλαδή η τάση εξόδου γίνεται αρνητική, και ένας κινητήρας Σ.Ρ. ως φορτίο της, υπό την προϋπόθεση πως αντιστρέφεται και η πολικότητα της Α.Η.Ε.Δ. του και μπορεί να συντηρήσει τη ροπή στον άξονα του, θα λειτουργούσε ως γεννήτρια. Αλλιώς θα πραγματοποιούσε πέδηση (δυναμική ή ελεύθερη).

# Μορφές Πλήρως Ελεγχόμενης Γέφυρας



Αριστερά η μορφή μιας μονοφασικής πλήρως ελεγχόμενης γέφυρας

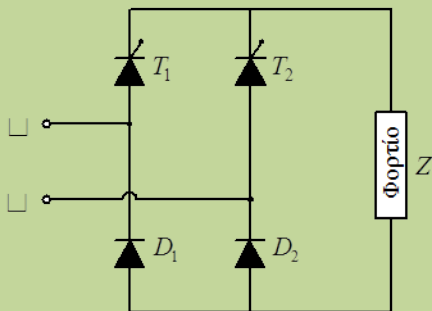


Δεξιά το ισοδύναμο κύκλωμα μιας τριφασικής πλήρως ελεγχόμενης γέφυρας

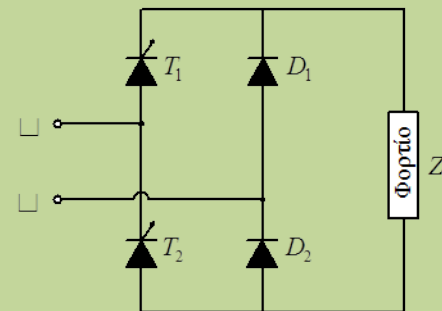
# Εισαγωγή στην Ημieleγχόμενη Γέφυρα

Η ημieleγχόμενη γέφυρα έχει πολλές ομοιότητες με την πλήρως ελεγχόμενη, με την διαφορά πως στην ημieleγχόμενη έχουμε ακόμη ένα διακοπτικό στοιχείο, τις **διόδους**. Οι διόδοι, για να άγουν χρειάζονται απλά να είναι ορθά πολωμένες. Συνεπώς χρησιμοποιούνται μόνο για την ανόρθωση της τάσης εισόδου, ενώ ο έλεγχος πραγματοποιείται και σε αυτή την περίπτωση από τα θυρίστορ.

# Διαδικασία Ελέγχου στην Ημιελεγχόμενη Γέφυρα



Αριστερα συμμετρική  
Δεξιά ασύμμετρη 1Φ  
Ημιελεγχόμενη γέφυρα

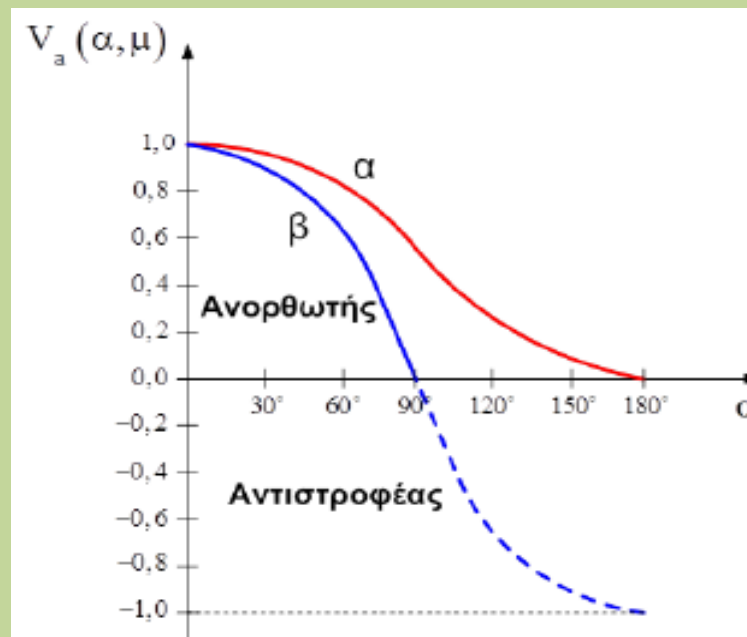


Η συμμετρική μονοφασική ημιελεγχόμενη γέφυρα όπως φαίνεται και στην εικόνα αποτελείται από δυο κλάδους , και κάθε κλάδος περιέχει ένα θυρίστορ και μία δίοδο. Εν αντιθέσει ,η ασύμμετρη μονοφασική ημιελεγχόμενη γέφυρα , έχει στον ένα κλάδο τις διόδους και στον άλλο κλάδο τα θυρίστορ. Η διαφορά μεταξύ των δύο διατάξεων είναι στην πορεία του ρεύματος εξόδου, δηλαδή κατά την αρνητική ημιπερίοδο ο έλεγχος της τάσης και κατά συνέπεια , του ρεύματος , στη συμμετρική ημιελεγχόμενη γίνεται πριν το φορτίο , ενώ στην ασύμμετρη γίνεται μετά το φορτίο. Το αποτέλεσμα του ελέγχου, είναι ίδιο είτε χρησιμοποιήσουμε την συμμετρική είτε την ασύμμετρη ημιελεγχόμενη μονοφασική γέφυρα.



# Χαρακτηριστικά Ημieleγχόμενης Γέφυρας

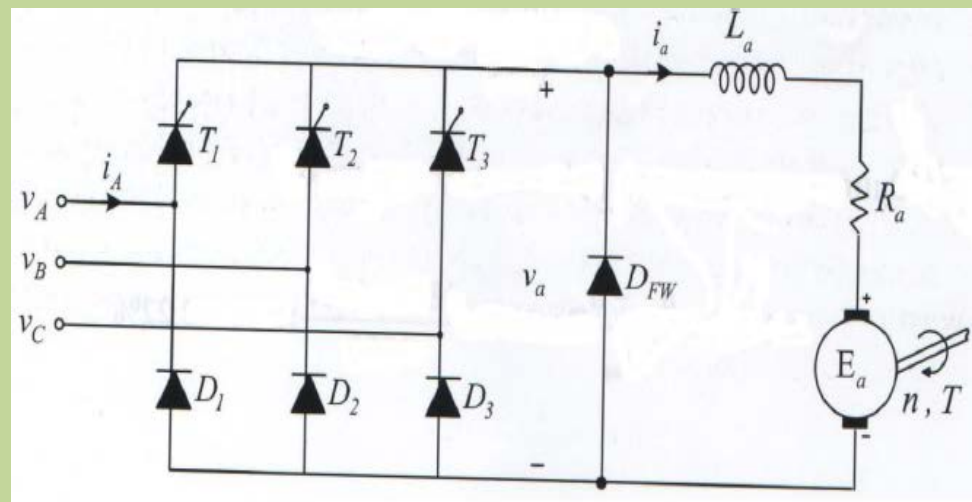
Λόγω των διόδων , η ημieleγχόμενη γέφυρα λειτουργεί μόνο στο πρώτο τεταρτημόριο, δηλαδή, μόνο ως ανορθωτής. Έτσι έχει μεγαλύτερη μέση τιμή τάσης εξόδου από την πληρως ελεγχόμενη και μπορεί να πιάσει υψηλότερες στροφές από αυτήν στο διάστημα 0 έως 90 μοίρες στην περίπτωση που το φορτίο της είναι ένας κινητήρας Σ.Ρ. .



# Μορφές Ημieleγχόμενης Γέφυρας



Αριστερά η μορφή μιας τριφασικής ημieleγχόμενης γέφυρας



Δεξιά το ισοδύναμο κύκλωμα μιας τριφασικής ημieleγχόμενης γέφυρας με δίοδο ελευθέρως ροής

# Εισαγωγή στον Μετατροπέα Σ.Ρ. – Σ.Ρ.

Τα βασικά στοιχεία ενός Μετατροπέα Σ.Ρ. – Σ.Ρ. (αλλιώς Ψαλιδιστή ή Chopper) είναι η μία **πηγή συνεχούς** ηλεκτρικής ενέργειας, **θυρίστορ (ή τρανζίστορ ισχύος ή G.T.O.)** και **δίοδοι**. Αναλόγως την κλάση του μετατροπέα, δηλαδή το τεταρτημόριο λειτουργίας του χωρίζεται σε 5 κατηγορίες (κλάσεις), όπου κάθε μία έχει ξεχωριστή συνδεσμολογία και λειτουργία. Οι κλάσεις A και B είναι ενός τεταρτημορίου (A στο 1<sup>ο</sup>, B στο 2<sup>ο</sup>), διαθέτουν ένα θυρίστορ και μια δίοδο ελευθέρως ροής σε διαφορετική συνδεσμολογία καθώς ο A είναι υποβιβασμού και ο B ανύψωσης. Οι κλάσεις C και D είναι δύο τεταρτημορίων (1<sup>ο</sup> 2<sup>ο</sup> και 1<sup>ο</sup> 4<sup>ο</sup> αντίστοιχα) αποτελούνται από δύο θυρίστορ και δύο διόδους σε διαφορετική συνδεσμολογία καθώς ο C τροφοδοτεί το τύλιγμα τυμπάνου και ο D το τύλιγμα διέγερσης. Τέλος στην κλάση E ο μετατροπέας λειτουργεί και ελέγχει και στα τέσσερα τεταρτημόρια με μόνο περιορισμό να μην συμπίπτουν τα διαστήματα αγωγής των θυρίστορ, ώστε να μη βραχυκυκλωθεί το κύκλωμα της τάσης εισόδου. Ο μετατροπέας κλάσης E αποτελείται από τέσσερα θυρίστορ και τέσσερις διόδους χωρισμένα ανα ζεύγη σε τέσσερις κλάδους.

# Διαδικασία Ελέγχου στον Μετατροπέα Σ.Ρ. – Σ.Ρ.

Ο μετατροπέας Σ.Ρ. – Σ.Ρ. , μετατρέπει τη συνεχή τάση στην είσοδο του σε μία ακολουθία θετικών παλμών. Μεταβάλλοντας τη χρονική διάρκεια του κάθε παλμού σε σχέση με την περίοδο λειτουργίας ( βαθμός χρησιμοποίησης) ελέγχουμε την μέση τιμή της τάσης εξόδου. Λειτουργεί δηλαδή, όπως ο μετασχηματιστής στο εναλλασσόμενο, αφού μια σταθερή τάση στην είσοδο του , μετατρέπεται στην έξοδο σε μια συνεχή τάση διαφορετικής τιμής, παρέχοντας επιπλέον την δυνατότητα της αναλογικής μεταβολής του «λόγου μετασχηματισμού» σε ευρέα όρια.

# Χαρακτηριστικά στον Μετατροπέα Σ.Ρ. – Σ.Ρ.

Η μεταβολή του βαθμού χρησιμοποίησης μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους

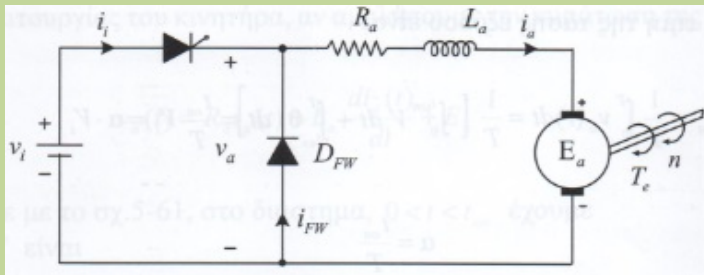
- Με σταθερή συχνότητα και μεταβάλλοντας τον χρόνο αγωγής
- Με σταθερό χρόνο αγωγής και μεταβολή της περιόδου του παλμού

Η δεύτερη μέθοδος παρουσιάζει δύο μεγάλα μειονεκτήματα

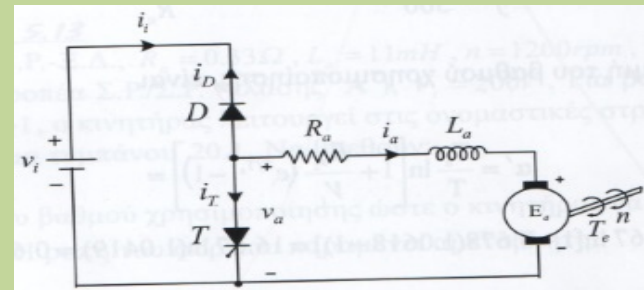
1. Η συχνότητα πρέπει να μεταβάλλεται σε αρκετά μεγάλη κλίμακα και έτσι μεγαλώνει η δυσκολία σχεδίασης αλλά και το κόστος των απαιτούμενων φίλτρων. Επίσης στις υψηλές συχνότητες έχουμε έντονη ηλ/κομαγνητική παρενόχληση.
2. Τα μεγάλα διαστήματα μη αγωγής σε χαμηλές τάσεις, δημιουργούν ασυνέχεια του ρεύματος τυμπάνου στους κινητήρες

Γενικά λόγω του σχετικά μικρού κόστους, της υψηλής απόδοσης και της ταχείας δυναμικής απόκρισης, επιλέγονται σε μεγάλο βαθμό για εφαρμογές ηλ/κής έλξης και κίνησης.

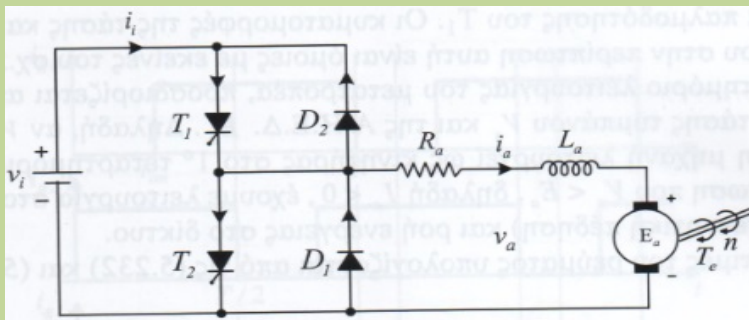
# Μορφές Μετατροπέα Σ.Ρ. – Σ.Ρ.



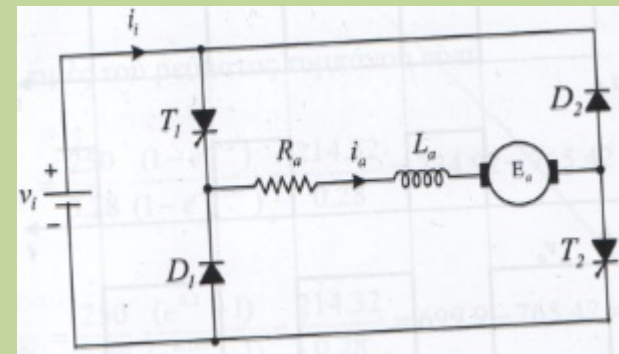
Κλάση Α



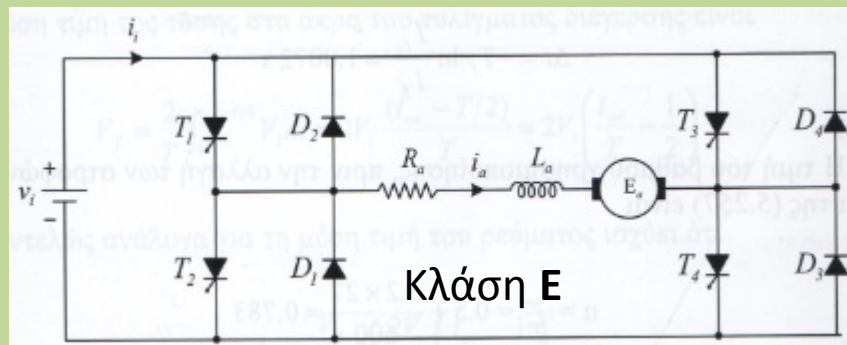
Κλάση Β



Κλάση C



Κλάση D



Κλάση E

## Εφαρμογές Μετατροπέα Σ.Ρ. – Σ.Ρ.

- Ο μετατροπέας κλάσης A χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που θέλουμε η τάση εξόδου να είναι μικρότερη της τάσης εισόδου.
- Ο μετατροπέας κλάσης B χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που περιλαμβάνουν λειτουργία αναγεννητικής πέδησης, μιας και με την ανύψωση της τάσης εξόδου πέραν της τάσης εισόδου, αντιστρέφεται η φορά του ρεύματος τυμπάνου και κατά συνέπεια και του ρεύματος εισόδου.
- Ο μετατροπέας κλάσης C χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όμοιες του μετατροπέα κλάσης B ,για κατηγορίες φορτίων (π.χ. εργαλειομηχανές) που είναι απαραίτητη η ομαλή μετάβαση από το ένα τεταρτημόριο στο άλλο για τη λειτουργία τους.
- Ο μετατροπέας κλάσης D χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτούν αρκετά γρήγορες μεταβολές του ρεύματος, μιας και χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του τυλίγματος διέγερσης.
- Ο μετατροπέας κλάσης E χρησιμοποιείται σε εφαρμογές που απαιτούν λειτουργία και στα τέσσερα τεταρτημόρια.

# Σύγκριση Μεθόδων

Οι δύο ανορθωτικές διατάξεις ελέγχου, έχουν το πλεονέκτημα πως μπορούν να συνδεθούν απευθείας στο δίκτυο έναντι των ψαλιδιστών που απαιτούν μια ανορθωτική διάταξη ανάμεσα σε αυτούς και το δίκτυο. Οι ψαλιδιστές έχουν όμως σχετικά μικρό κόστους, υψηλή απόδοση και ταχεία δυναμική απόκριση.

Μεταξύ των δύο ανορθωτικών διατάξεων, η πλήρως ελεγχόμενη γέφυρα έχει το πλεονέκτημα της λειτουργίας ως αντιστροφέα. Στο διάστημα 0 έως 90 μοίρες όμως, η ημιελεγχόμενη δύναται να παρέχει υψηλότερη τάση εξόδου, άρα και υψηλότερες στροφές, από την πλήρως ελεγχόμενη γέφυρα. Επιπλέον πλεονέκτημα των ημιελεγχόμενων διατάξεων είναι και η μικρότερη κατανάλωση αέργου ισχύος, λόγω του βελτιωμένου συντελεστή μετατόπισης (της φάσης μεταξύ της θεμελιώδους συνιστώσας του ρεύματος και της τάσης) έναντι των πλήρως ελεγχόμενων διατάξεων.



# Τέλος Παρουσίασης

Ευχαριστούμε για την προσοχή σας