

---

# Ηλεκτρονικά Ισχύος

4η Άσκηση

---

Ζαφειράκης Κωνσταντίνος 2019030035  
Δούνης Λουκάς 2018030127  
Σταυρόπουλος Αλέξανδρος Ανδρέας 2019030109

Διδάσκων:  
Φώτιος Κανέλλος

Υπεύθυνος εργαστηρίου:  
Δήμητρα Κυριακού



HMMT  
Πολυτεχνείο Κρήτης  
Εαρινό εξάμηνο 2022-2023

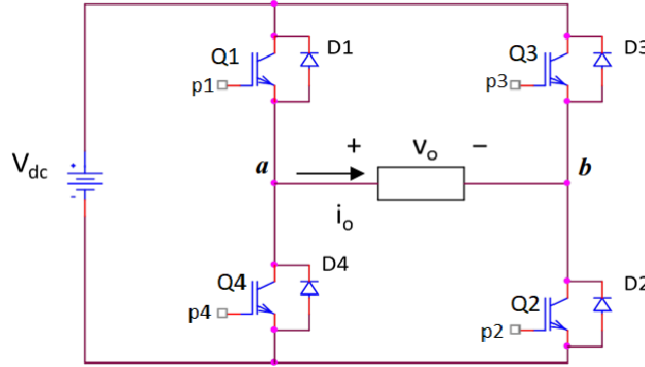
## Πίνακας Περιεχομένων

<b>1</b>	<b>Περιγραφή Λειτουργίας Αντιστροφών</b>	<b>1</b>
1.1	Μονοφασικός Αντιστροφέας	1
1.1.1	Μονοφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας Τετραγωνικού Παλμού	1
1.1.2	Μονοφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας με μονοπολική PWM	1
<b>2</b>	<b>Μονοφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας Τετραγωνικού Παλμού</b>	<b>2</b>
2.1	Κυματομορφές Κυκλώματος	2
2.2	Συντελεστής Ισχύος	2
	Συντελεστής Ισχύος	2
<b>3</b>	<b>Μονοφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας με μονοπολική PWM</b>	<b>3</b>
3.1	Κυματομορφές Κυκλώματος	3
3.2	Συντελεστής Ισχύος	4
<b>4</b>	<b>Τριφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας Εξαπαλμικής Λειτουργίας</b>	<b>5</b>
4.1	Κυματομορφές Κυκλώματος	5
4.2	Συντελεστής Ισχύος	5
<b>5</b>	<b>Τριφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας με μονοπολική PWM</b>	<b>6</b>
5.1	Κυματομορφές	6
5.2	Συντελεστής Ισχύος	6

# 1 Περιγραφή Λειτουργίας Αντιστροφών

## 1.1 Μονοφασικός Αντιστροφέας

Ο μονοφασικός Αντιστροφέας αποτελεί μία συσκευή η οποία μετατρέπει DC τάση και ρεύμα σε AC. Το κύκλωμα κατασκευάζεται από τέσσερεις ελεγχόμενους διακόπτες και τέσσερεις διόδους συνδεδεμένες ως εξής:



### 1.1.1 Μονοφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας Τετραγωνικού Παλμού

### 1.1.2 Μονοφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας με μονοπολική PWM

Για την παραγωγή της AC τάσης και AC ρεύματος εξόδου, σε αυτή την περίπτωση, δημιουργούνται τετραγωνικοί παλμοί διαφορετικού εύρους μέσω των οποίων, ανάλογα με το εύρος τους, ελέγχεται το πλάτος της τάσης εξόδου.

Στην παραπάνω διάταξη τα transistor ενεργοποιούνται με συγκεκριμένο σειρά ώστε οι παλμοί ελέγχου να κατασκευάζουν την επιθυμητή τάση εξόδου, ενώ οι διόδους χρησιμοποιούνται για την ροή ρεύματος προς αντίθετη φορά από αυτή των ενεργοποιημένων transistor, λόγω της εναλλασσόμενης μορφής του ρεύματος.

Για την παραγωγή των παλμών ελέγχου, κατασκευάζεται το επιθυμητό ημιτονοειδές σήμα εξόδου καθώς και ένας τριγωνικός παλμός (Φέρον) πλάτους  $V_{dc}$ , συχνότητας ίση με την διακοπτική ( $m_f \cdot f$ ). Συγκρίνοντας το φέρον με το θετικό ημίτονο εξόδου προκύπτουν οι παλμοί ελέγχου των transistor  $Q_1, Q_4$  ενώ συγκρίνοντάς το με το αρνητικό προκύπτουν οι παλμοί ελέγχου των transistor  $Q_2, Q_3$ , όπως αυτοί φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Condition	$Q_1$	$Q_2$	$Q_3$	$Q_4$
$V_{ref} > V_{carrier}$	ON	-	-	OFF
$V_{ref} < V_{carrier}$	OFF	-	-	ON
$-V_{ref} > V_{carrier}$	-	OFF	ON	-
$-V_{ref} < V_{carrier}$	-	ON	OFF	-

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει η τιμή της τάσης στο κόμβο a και στον κόμβο b, εφόσον τα ενεργά transistor δρουν ως βραχυκύκλωμα. Μέσω των τάσεων  $V_a$  και  $V_b$  η τάση εξόδου στο φορτίο:

$$V_{out} = V_a - V_b \quad (1)$$

Τέλος, για την καλύτερη ανάλυση του συστήματος ορίζεται ο δείκτης διαμόρφωσης πλάτους ( $m_a$ ) και ο δείκτης διαμόρφωσης συχνότητας ( $m_f$ ). Ο  $m_a$  ορίζεται ως το πηλίκο μεταξύ του πλάτους του σήματος αναφοράς και του πλάτους του φέροντος και σύμφωνα με την θεωρία, για τιμές μικρότερες της μονάδας επηρεάζει το πλάτος της βασικής αρμονικής ως εξής:

$$V_1 = m_a \cdot V_{dc} \quad (2)$$

Αντίστοιχα, ο  $m_f$  ορίζεται ως το πηλίκο μεταξύ της συχνότητας του σήματος αναφοράς και της συχνότητας του φέροντος και σύμφωνα με την θεωρία, αυξάνοντας τον οι αρμονικές του σήματος μετατοπίζονται σε μεγαλύτερες συχνότητες.

## 2 Μονοφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας Τετραγωνικού Παλμού

### 2.1 Κυματομορφές Κυκλώματος

### 2.2 Συντελεστής Ισχύος



(a) subcaption 1



(b) subcaption 1

Figure 1: Caption 1

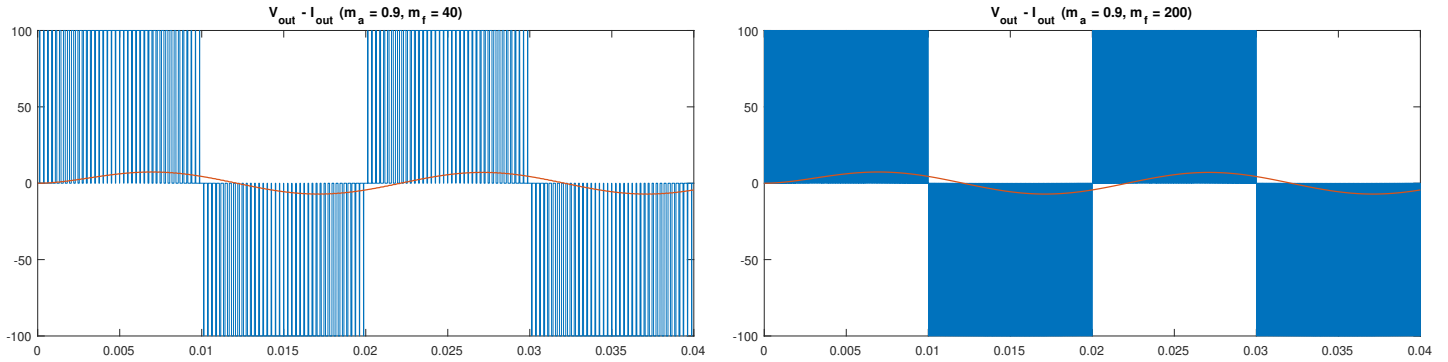
$$a \leq \tan^{-1} \left( \frac{\omega L}{R} \right) \quad (3)$$

### 3 Μονοφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας με μονοπολική PWM

Μοντελοποιήθηκε ένας μονοφασικός αντιστροφέας γέφυρας με μονοπολική PWM τάσης εισόδου 100V και συχνότητα 50Hz στο οποίο εφαρμόζεται το ίδιο RL φορτίο ( $R = 10\Omega$ ,  $L = 0.025H$ ). Για την καλύτερη κατανόηση του, προσομοιώθηκε η λειτουργία του για  $m_a = 0.9$  και  $m_f = 40$  και  $m_f = 200$  και καταγράφηκαν οι ακόλουθες κυματομορφές.

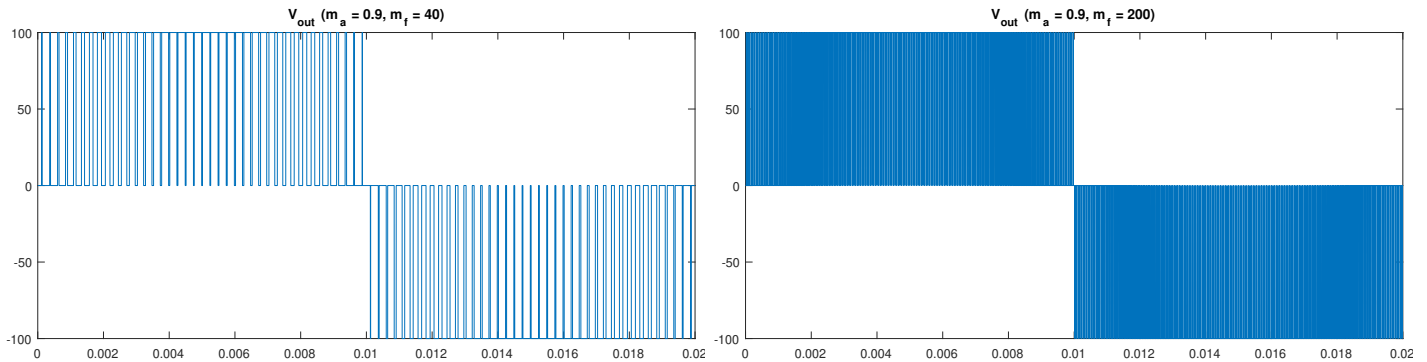
#### 3.1 Κυματομορφές Κυκλώματος

##### Τάση και Ρεύμα εξόδου



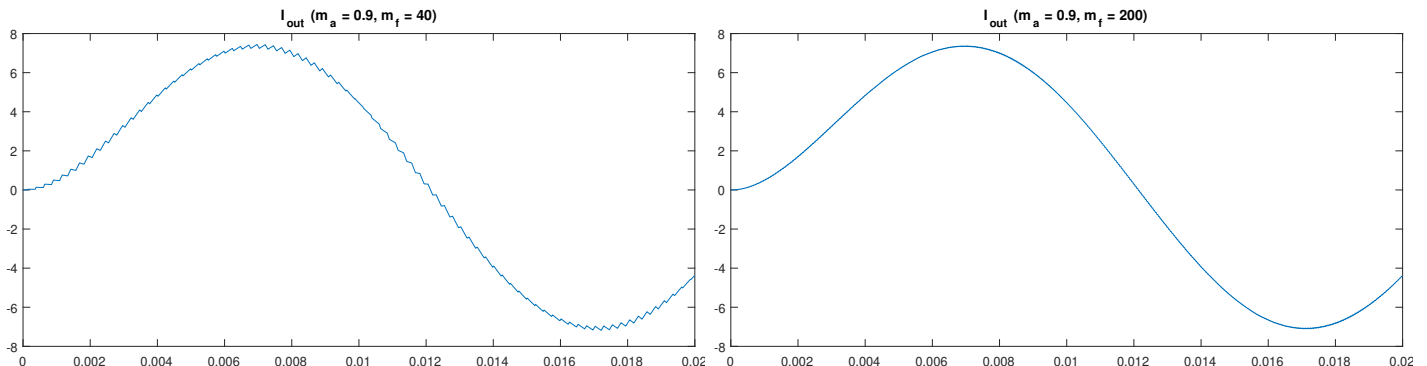
Σύμφωνα με τα παραπάνω figures, τόσο η τάση όσο και το ρεύμα εξόδου έχουν την αναμενόμενη μορφή, όπου το σήμα της τάσης αποτελείται από διακριτούς παλμούς και το ρεύμα εξόδου παρουσιάζει ημιτονοειδή μορφή.

##### Τάση εξόδου



Όσον αφορά την τάση εξόδου, αυξάνοντας τον  $m_f$  παρατηρείται αύξηση του αριθμού των παλμών τάσης, συμπεριφορά η οποία ήταν αναμενόμενη καθώς όπως προαναφέρθηκε στην υποενότητα 1.1.2, αυξάνοντας τον  $m_f$  αυξάνεται ανάλογα η συχνότητα του τριγωνικού παλμού. Η αύξηση αυτή σε συνδυασμό με την σταθερή συχνότητα του επιθυμητού ημιτόνου, οδηγεί σε αύξηση των παλμών τάσης εφόσον αυτοί προκύπτουν μέσω σύγκρισης των δύο σημάτων.

##### Ρεύμα εξόδου



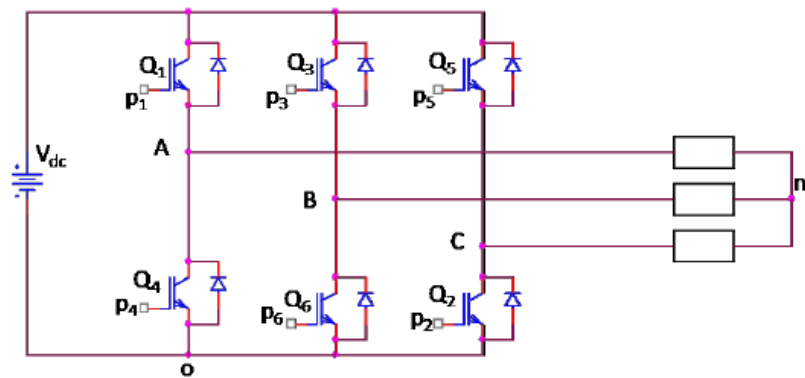
Όσον αφορά το ρεύμα εξόδου, αυξάνοντας το  $m_f$  παρατηρείται μείωση των διακυμάνσεων η οποία συνεπάγεται με μείωση των αρμονικών στο σήμα.

Η μείωση αυτή οφείλεται εν μέρη στο γεγονός πως το φορτίο είναι ωμικοεπαγωγικό και όπως είναι γνωστό, η σύνθετη αντίσταση του ισούται με  $R + j\omega L$ , οπότε αυξάνοντας τον  $m_f$ , αυξάνοντας πρακτικά την συχνότητα του φέροντος, αυξάνεται και η σύνθετη αντίσταση του μειώνοντας έτσι την επίδραση των ανώτερων αρμονικών.

Ακόμη όπως προαναφέρθηκε (υποενότητα 1.1.2), αυξάνοντας τον  $m_f$  οι αρμονικές του σήματος εμφανίζονται σε μεγαλύτερες συχνότητες με αποτέλεσμα να έχουν μικρότερη επιρροή.

### 3.2 Συντελεστής Ισχύος

## 4 Τριφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας Εξαπαλμικής Λειτουργίας



### 4.1 Κυματομορφές Κυκλώματος

### 4.2 Συντελεστής Ισχύος

## 5 Τριφασικός Αντιστροφέας Γέφυρας με μονοπολική PWM

### 5.1 Κυματομορφές

### 5.2 Συντελεστής Ισχύος