

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΙΣΧΥΟΣ

### 2η Εργαστηριακή Άσκηση

---

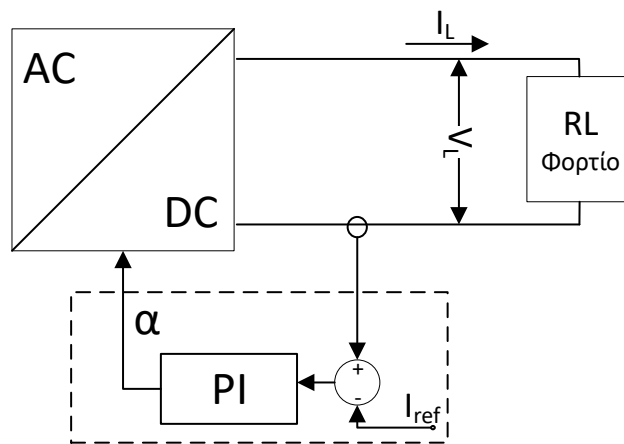
**Μοντελοποίηση – Προσομοίωση Ελεγχόμενων Ανορθωτών.**

## Περιεχόμενα

Σκοπός της Άσκησης- Περιγραφή Συστήματος .....	3
Εκτέλεση άσκησης, Παραδοτέα .....	3
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....	4
Π.1 Εσωτερική Διάταξη των Ανορθωτών και Φορτίου .....	4
Μονοφασικός Ελεγχόμενος Ανορθωτής.....	4
Τριφασικός Ελεγχόμενος Ανορθωτής.....	4
Π.2 Συστήματα στον χώρο κατάστασης.....	5
Π.3 Παράδειγμα εφαρμογής των ss, c2d .....	5

## Σκοπός της Άσκησης- Περιγραφή Συστήματος

Σκοπός της άσκησης είναι η εισαγωγή στη μοντελοποίηση ελεγχόμενων ανορθωτών και η ανάπτυξη κώδικα Matlab για την προσομοίωση τους. Το υπό μελέτη σύστημα δίνεται στο Σχήμα 1. Ο ανορθωτής του Σχήματος 1 μπορεί είναι μονοφασικός ή τριφασικός και τροφοδοτεί ένα R-L φορτίο. Τροφοδοτείται από συμμετρική μονοφασική (τριφασική) πηγή ημιοτονειδούς εναλλασσόμενης τάσης με ενεργό τιμή φασικής τάσης 230V και συχνότητα 50Hz. Για την μοντελοποίηση του συστήματος οι εξισώσεις που διέπουν το κύκλωμα να μετατραπούν σε εξισώσεις διακριτού χρόνου και να εισαχθούν σε κώδικα Matlab. Για την προσομοίωση του συστήματος να χρησιμοποιηθεί χρονικό βήμα  $\Delta t = 0.00002 \text{ sec}$  και χρόνος προσομοίωσης  $T = 10 \text{ sec}$ .



Σχήμα 1 – Διάταξη προς ανάλυση.

## Εκτέλεση άσκησης, Παραδοτέα

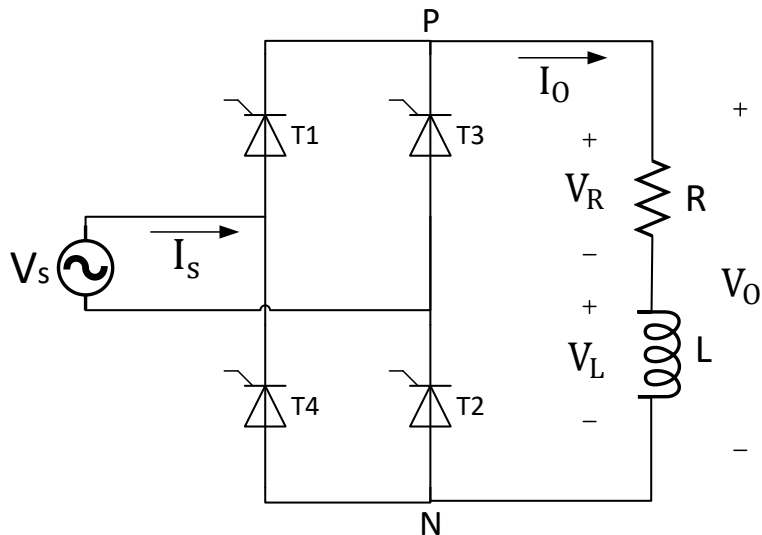
1. Να δώσετε την αναλυτική περιγραφή λειτουργίας του συστήματος του Σχήματος 1 και τις εξισώσεις διακριτού χρόνου που το διέπουν για:
  - Μονοφασικό ελεγχόμενο ανορθωτή που τροφοδοτεί RL φορτίο
  - Τριφασικό ελεγχόμενο ανορθωτή που τροφοδοτεί RL φορτίοΣημειώνεται ότι ο PI ελεγκτής έχει ως στόχο την διατήρηση σταθερής μέσης τιμής του ρεύματος φορτίου.
2. Για μονοφασικό ανορθωτή με,
  - $\alpha = 0^\circ$  και φορτίο με  $R = 2.5\Omega$ ,  $L = 0.04\text{H}$  ή  $0.08\text{H}$  να δοθούν οι κυματομορφές της τάσης και του ρεύματος στο φορτίο και των ρευμάτων των Thyristors.
  - $\alpha = 90^\circ$  και φορτίο με  $R = 2.5\Omega$ ,  $L = 0.04\text{H}$  ή  $0.08\text{H}$  να δοθούν οι κυματομορφές της τάσης και του ρεύματος στο φορτίο και των ρευμάτων των Thyristors.
3. Για τριφασικό ανορθωτή με,
  - $\alpha = 0^\circ$  και φορτίο με  $R = 2.5\Omega$ ,  $L = 0.04\text{H}$  ή  $0.08\text{H}$  να δοθούν οι κυματομορφές της τάσης και του ρεύματος στο φορτίο και των ρευμάτων των Thyristors.
  - $\alpha = 67^\circ$  και φορτίο με  $R = 2.5\Omega$ ,  $L = 0.04\text{H}$  ή  $0.08\text{H}$  να δοθούν οι κυματομορφές της τάσης και του ρεύματος στο φορτίο και των ρευμάτων των Thyristors.Σχολιάσετε τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων των ερωτημάτων 2, 3.

4. Για την περίπτωση τριφασικού ανορθωτή, θέλουμε με τη χρήση του PI ελεγκτή της γωνίας έναυσης των Thyristors,  $\alpha$ , να διατηρείται η μέση τιμή του ρεύματος στο φορτίο στα 75A (για  $R=2.5\Omega$  και  $L=0.04H$ ). Ο υπολογισμός της μέσης τιμής του ρεύματος στο φορτίο να γίνεται σε χρονικό διάστημα  $T=0.02\text{sec}$ .
  - Προτείνετε κατάλληλες τιμές για τις παράμετρους P, I του ελεγκτή. Σχολιάστε την επιλογή τους.
  - Δώστε τις κυματομορφές της τάσης και του ρεύματος στο φορτίο και της γωνίας έναυσης  $\alpha$  των Thyristors, εάν για  $t=5\text{sec}$  η ενεργός τιμή των φασικών τάσεων της πηγής μειώνεται στα 200V. Σχολιάσετε τα αποτελέσματα.
5. Να παραθέσετε μαζί με κατάλληλα σχόλια τον κώδικα Matlab που αναπτύξατε.

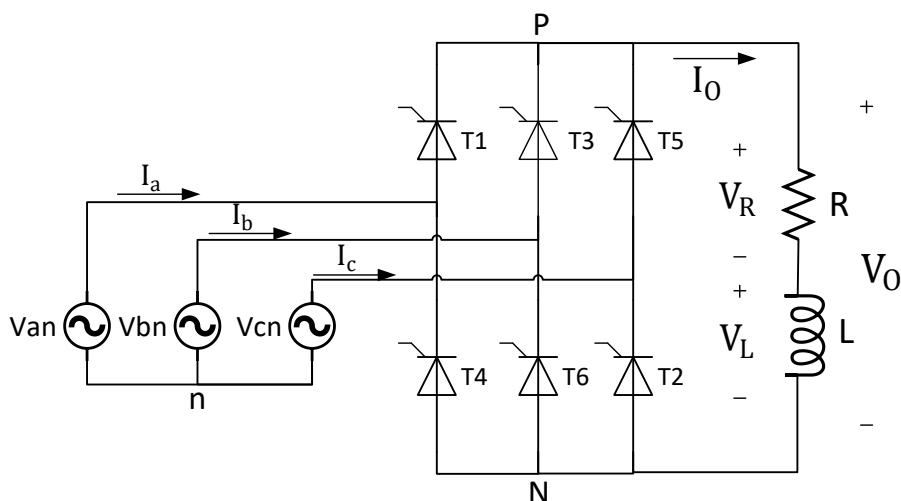
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Π.1 Εσωτερική Διάταξη των Ανορθωτών και Φορτίου

#### Μονοφασικός Ελεγχόμενος Ανορθωτής



#### Τριφασικός Ελεγχόμενος Ανορθωτής



## Π.2 Συστήματα στον χώρο κατάστασης

Έστω ένα ένα σύστημα στον χώρο κατάστασης,

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt} \mathbf{x} &= \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}\mathbf{u} \\ \mathbf{y} &= \mathbf{C}\mathbf{x} + \mathbf{D}\mathbf{u}\end{aligned}\tag{Π.1}$$

Μπορείτε με τη συνάρτηση **ss** του Matlab να ορίσετε το μοντέλο του συστήματος στη μορφή της (Π.1) και χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση **c2d** να μετατραπεί το εν λόγω σύστημα σε σύστημα διακριτού χρόνου, με χρόνο δειγματοληψίας  $T_s$ .

Να πάρετε δηλαδή ένα μοντέλο της μορφής,

$$\begin{aligned}\mathbf{x}((k+1) \cdot T_s) &= \mathbf{A}_d \mathbf{x}(k \cdot T_s) + \mathbf{B}_d \mathbf{u}(k \cdot T_s) \\ \mathbf{y}(k \cdot T_s) &= \mathbf{C}_d \mathbf{x}(k \cdot T_s) + \mathbf{D}_d \mathbf{u}(k \cdot T_s)\end{aligned}\tag{Π.2}$$

## Π.3 Παράδειγμα εφαρμογής των ss, c2d

% Ορισμός του συστήματος στον χώρο κατάστασης

A=[0 1;-2 -1]; B=[0;0.3]; C=[1 1;0 -0.3]; D=0;

sys=ss(A,B,C,D);

% Μετατροπή του συστήματος συνεχούς χρόνου σε διακριτό με Ts=0.1s

sysd=c2d(sys,0.1);