

# ΑΣΚΗΣΗ 4

Μηχανή Συνεχούς Ρεύματος

**ΟΜΑΔΑ Δ1:**

ΚΑΠΕΝΤΖΩΝΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΚΩΤΣΙΡΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΠΑΣΤΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΣΑΒΒΑΣ ΡΗΓΙΝΟΣ

ΣΑΜΙΩΤΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ

ΦΑΡΔΕΛΛΑΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

2022

## Περιεχόμενα

4.1.1. Χαρακτηριστική εν κενώ .....	3
4.1.2. Χαρακτηριστική γεννήτριας υπό φορτίο.....	7
4.1.3. Χαρακτηριστική κινητήρα εν κενώ.....	8
4.1.4 Χαρακτηριστική κινητήρα υπό φορτίο .....	9
4.1.4. Χαρακτηριστική κινητήρα υπό φορτίο .....	12

#### 4.1.1. Χαρακτηριστική εν κενώ

Χρησιμοποιήσαμε την μηχανή 2 σε γεννήτρια ξένης διέγερσης και την συνδέσαμε με τη μηχανή 1.

Α) Διατηρούμε τον αριθμό στροφών σταθερό με τη βοήθεια των αντιστάσεων. Μεταβάλλουμε το  $I_{f2}$  από 0.1 A έως 0.75 A και μετράμε το  $U_{T2}$ .

- Για  $n = 750$ :

$I_{f2} (A)$	$U_{T2} (V)$
0.1	15
0.2	31
0.3	50
0.4	65
0.5	80
0.6	100
0.7	110
0.75	110

- Για  $n = 1110$ :

$I_{f2} (A)$	$U_{T2} (V)$
0.1	30
0.2	50
0.3	75
0.4	100
0.5	125
0.6	145
0.7	160
0.75	170

Σχεδιάζουμε τις  $U_{T2} = f(I_{f2})$  με παράμετρο  $n$ .

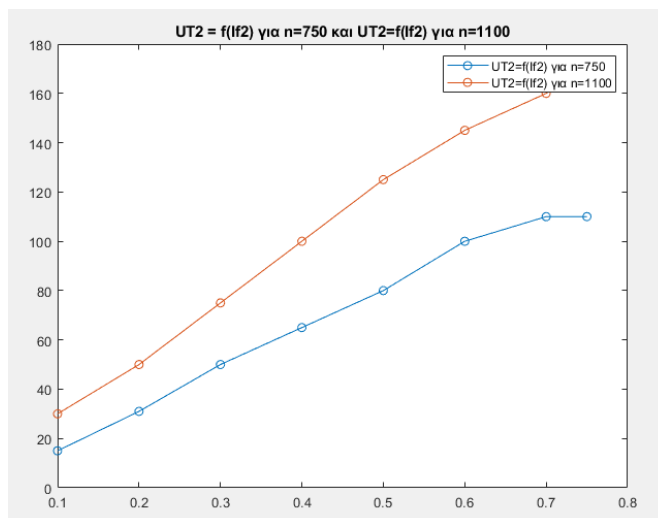
Ο MATLAB κώδικας για τις ζητούμενες γραφικές παραστάσεις:

```
clear all; close all; clc;
```

```
If2 = [0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.75];
UT2_1 = [15 31 50 65 80 100 110 110];
UT2_2 = [30 50 75 100 125 145 160 170];
```

```
figure();
plot>If2,UT2_1 , '-o');
hold on;
plot>If2,UT2_2, '-o')
legend("UT2=f>If2) για n=750", "UT2=f>If2) για n=1100");
title("UT2 = f>If2) για n=750 και UT2=f>If2) για n=1100");
```

Στην Εικόνα 1 φαίνονται οι ζητούμενες γραφικές παραστάσεις της  $U_{T2} = f(I_{f2})$  για  $n = 750$  και  $n = 1100$  αντίστοιχα:



Εικόνα 1. Γραφικές παραστάσεις της  $U_{t2}$  για  $n = 750$  αι  $n = 1100$ .

Για τις μηχανές συνεχούς ρεύματος γνωρίζουμε ότι  $C\Phi = U_T / \Omega_0$ . Στις μετρήσεις μας το  $U_{T2}$  μεταβάλλεται όσο μεταβάλλεται και το  $I_{f2}$ . Άρα μπορούμε να δημιουργούμε τους παρακάτω πίνακες.

- Για  $n = 750$ :

$C\Phi$ (Vs)	$I_{f2}$ (A)
0.186	0.1
0.390	0.2
0.636	0.3
0.828	0.4
1.014	0.5
1.272	0.6
1.398	0.7
1.398	0.75

- Για  $n = 1100$ :

$C\Phi$ (V*s)	$I_{f2}$ (A)
0.258	0.1
0.432	0.2
0.648	0.3
0.864	0.4
1.080	0.5
1.254	0.6
1.386	0.7
1.476	0.75

Ο MATLAB κώδικας για τις ζητούμενες γραφικές παραστάσεις:

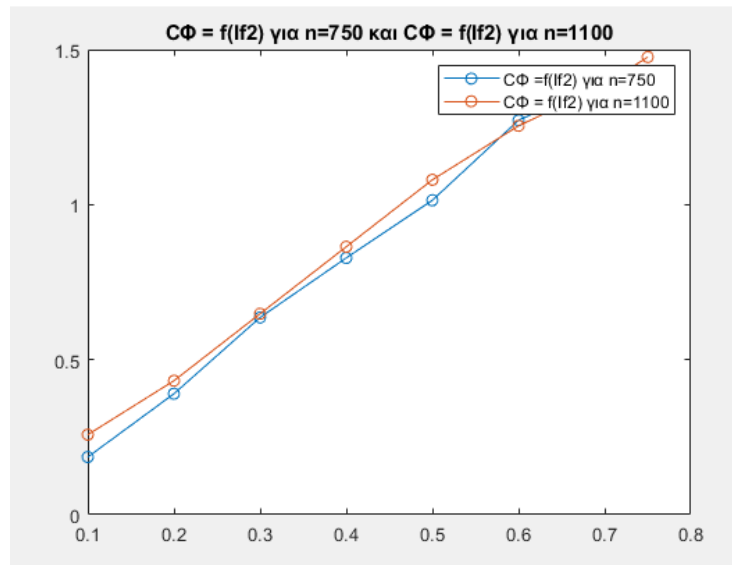
```
clear all; close all; clc;
```

```
If2 = [0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.75];  
CF_1 = [0.186 0.390 0.636 0.828 1.014 1.272 1.398 1.398];
```

```
CF_2 = [0.258 0.432 0.648 0.864 1.080 1.254 1.386 1.476];
```

```
figure();
plot(CF_1,If2,'-o');
hold on;
plot(CF_2,If2,'-o')
legend("CΦ = f(If2) για n=750", "CΦ = f(If2) για n=1100");
title("CΦ = f(If2) για n=750 και CΦ = f(If2) για n=1100");
```

Παρακάτω, στην Εικόνα 2, φαίνονται οι ζητούμενες γραφικές παραστάσεις  $C\Phi = f(I_{f2})$  για  $n = 750$  και  $n = 1100$  αντίστοιχα:



Εικόνα 2. Γραφικές παραστάσεις του  $C\Phi$  για  $n = 750$  και  $n = 1100$ .

**B)** Διατηρούμε σταθερό το  $I_{f2}$ . Μεταβάλλουμε τον αριθμό στροφών από 400 *rpm* έως 1200 *rpm* και μετράμε το  $U_{T2}$ .

- Για  $I_{f2} = 0.3$ :

$n$ (rpm)	$U_{T2}$ (V)
400	30
500	35
600	45
700	50
800	60
900	65
1000	75
1100	80
1200	85

- Για  $I_{f2} = 0.5$ :

$n$ (rpm)	$U_{T2}$ (V)
400	45
500	55
600	65

700	80
800	90
900	100
1000	110
1100	120
1200	135

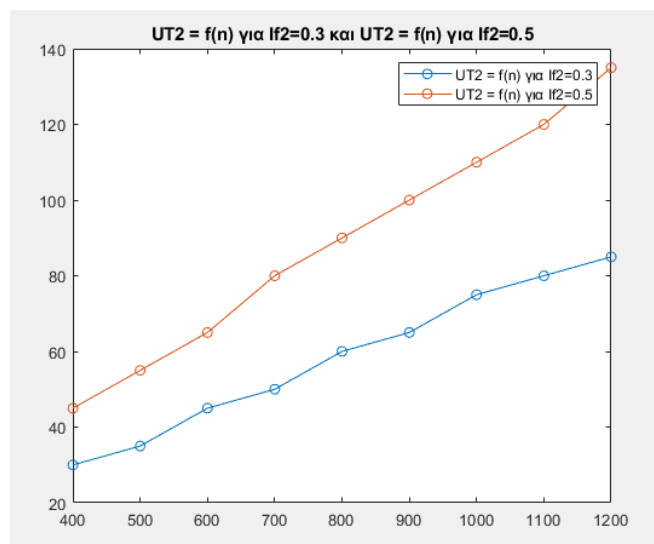
Ο MATLAB κώδικας για τις ζητούμενες γραφικές παραστάσεις:

```
clear all; close all; clc;

n = [400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200];
UT2_1 = [30 35 45 50 60 65 75 80 85];
UT2_2 = [45 55 65 80 90 100 110 120 135];

figure();
plot(n,UT2_1,'-o');
hold on;
plot(n,UT2_2,'-o');
legend("UT2 = f(n) για If2=0.3","UT2 = f(n) για If2=0.5");
title("UT2 = f(n) για If2=0.3 και UT2 = f(n) για If2=0.5");
```

Στην Εικόνα 3 φαίνονται οι γραφικές παραστάσεις της  $U_{T2} = f(n)$  για  $I_{f2} = 0.3$  και  $I_{f2} = 0.5$  αντίστοιχα:



Εικόνα 3. Οι γραφικές παραστάσεις της τάσης τυμπάνου.

#### 4.1.2. Χαρακτηριστική γεννήτριας υπό φορτίο

Διατηρούμε σταθερές τις στροφές της κινητήριας μηχανής στα  $n = 750 \text{ rpm}$  και το  $I_{f2} = 0.3 \text{ A}$ . Μεταβάλλουμε το ρεύμα  $I_{T2}$  μέσω της ρυθμιστικής αντίστασης και μετράμε το  $U_{T2}$ .

Σκάλα R	$I_{T2} \text{ (A)}$	$U_{T2} \text{ (V)}$
1	9.4	30
2	9.3	31
3	7.2	31
4	6.5	32
5	5.7	33
6	5.5	33
7	5.3	33
8	5.2	33

Για να υπολογίσουμε την  $R_T$  χρησιμοποιούμε τους τύπους  $U_T = U_{επ} - R_T I_T$  και  $U_{επ} = C\Phi\Omega$  και λύνοντας ως προς το  $R_T$  καταλήγουμε στον τύπο  $R_T = \frac{C\Phi\Omega - U_T}{I_T}$  και έτσι παίρνουμε τις παρακάτω μετρήσεις:

$$R_T = [-1.63 \quad -0.04 \quad 2.62 \quad 5.07 \quad 8.17 \quad 12.15 \quad 14.47 \quad 14.75]$$

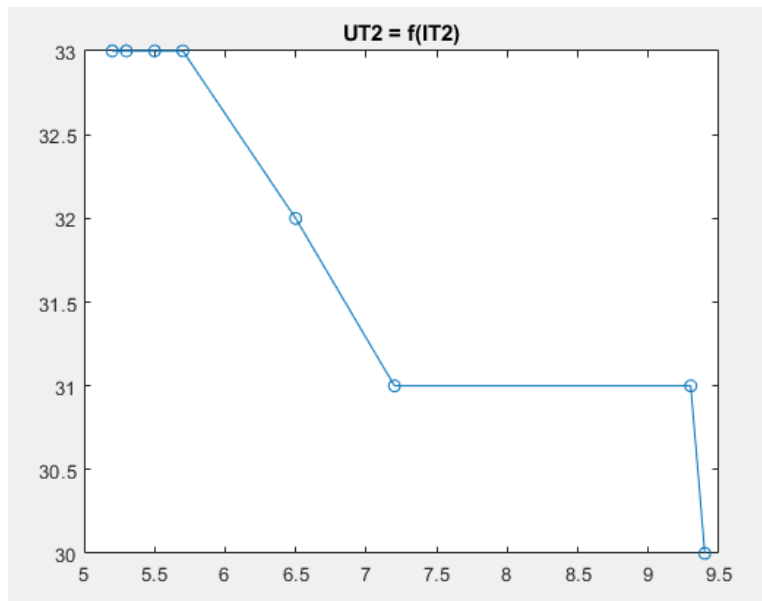
Για την τελική τιμή της  $R_T$  βρίσκουμε το μέσο όρο  $R_T = 6.945 \Omega$ . Σχεδιάζουμε την  $U_{T2} = f(I_{T2})$ . Ο MATLAB κώδικας για την ζητούμενη γραφική παράσταση:

```
clear all; close all; clc;
```

```
IT2 = [5.2 5.3 5.5 5.7 6.5 7.2 9.3 9.4];  
UT2 = [33 33 33 33 32 31 31 30];
```

```
figure();  
plot(IT2,UT2,'-o');  
title("UT2 = f(IT2)");
```

Στην Εικόνα 4 γραφική παράσταση της τάσης τυμπάνου σε συνάρτηση με το ρεύμα τυμπάνου:



Εικόνα 4. Γραφική παράσταση τάσης τυμπάνου.

### 4.1.3. Χαρακτηριστική κινητήρα εν κενώ

Η μηχανή 1 συνδέεται με το δίκτυο και λειτουργεί ως κινητήρας ξένης διέγερσης εν κενώ. Κρατάμε σταθερό το  $U_{T1}$ , μεταβάλλουμε το  $I_{f1}$  και μετράμε την ταχύτητα  $n$ .

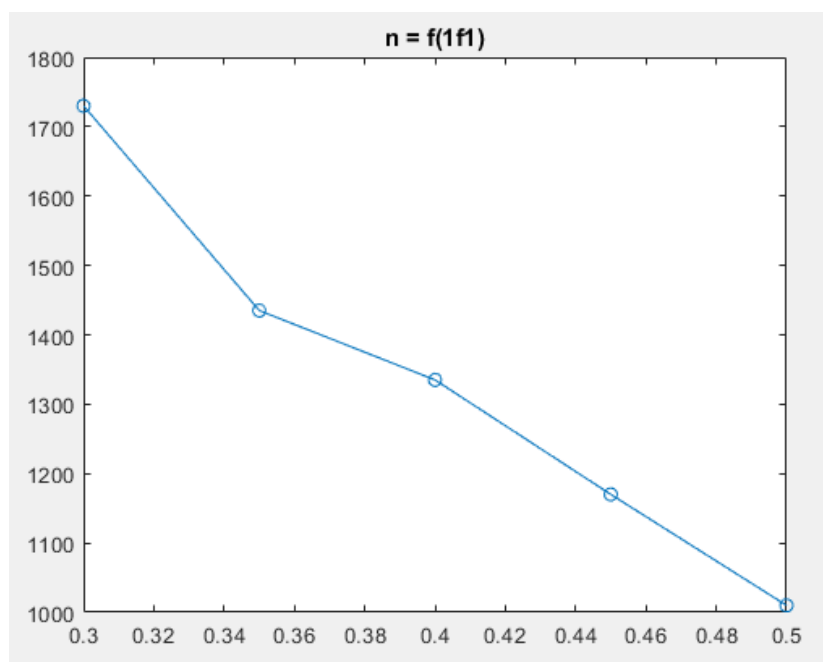
$I_{f1}$ (A)	$n$ (rpm)
0.5	1010
0.45	1170
0.40	1335
0.35	1435
0.30	1730

Σχεδιάζουμε την χαρακτηριστική της ταχύτητας συναρτήσει του ρεύματος διέγερσης.  $n = f(I_{f1})$ , η οποία φαίνεται στην Εικόνα 5. Ο MATLAB κώδικας για την ζητούμενη γραφική παράσταση:

```
clear all; close all; clc;
```

```
If1 = [0.3 0.35 0.4 0.45 0.5];  
n = [1730 1435 1335 1170 1010];
```

```
figure();  
plot>If1,n,'-o');  
title("n = f(If1)");
```



Εικόνα 5. Γραφική παράσταση ταχύτητας στροφών.



#### 4.1.4 Χαρακτηριστική κινητήρα υπό φορτίο

Η μηχανή 1 συνδέεται με το δίκτυο και λειτουργεί ως κινητήρας ξένης διέγερσης, ενώ η μηχανή 2 συνδέεται ως γεννήτρια ξένης διέγερσης τροφοδοτώντας μια αντίσταση.

**A)** Για  $U_{T1} = U_{1N} = 240 \text{ V}$  και ονομαστικό ρεύμα διέγερσης  $I_f = 0.3 \text{ A}$  έχουμε  $n_N = 1730 \text{ rpm}$  από το ερώτημα 4.1.3. Άρα χρησιμοποιώντας τον τύπο  $U_{TN} = C\Phi\Omega_N$  και λύνοντας ως προς  $C\Phi$  καταλήγουμε ότι:

$$C\Phi = \frac{U_{TN}}{2 * \pi * \left(\frac{n_N}{60}\right)} = \frac{240}{2} * 3,14 * \left(\frac{1730}{60}\right) = 1,325 \text{ Vs}$$

**B)** Κρατώντας σταθερό το ρεύμα διέγερσης στην ονομαστική τιμή του  $I_f = 0.3 \text{ A}$  μεταβάλλουμε το φορτίο της μηχανής 2 έτσι ώστε να μεταβληθεί το ρεύμα  $I_{T1}$  και για  $U_{T1} = U_{1N} = 240 \text{ V}$  μετράμε την ταχύτητα  $n$ .

$I_{T1} \text{ (A)}$	$n \text{ (rpm)}$
3	1945
3.5	1940
4	1938
4.5	1935
5	1929

Υπολογίζουμε την εσωτερική ροπή χρησιμοποιώντας τον τύπο  $M = C\Phi I_{T1}$  και τον συντελεστή απόδοσης μέσω του τύπου  $\eta = \frac{M\Omega}{U_{T1}I_{T1}} + U_{f1}I_{f1}$  για  $\Omega = \frac{2\pi n}{60} \text{ r/s}$ ,  $U_{T1} = U_{1N} = 240 \text{ V}$ ,  $I_{f1} = 0.3 \text{ A}$  και  $U_{f1} = U_{fN} = 220 \text{ V}$ . Άρα δημιουργούμε το παρακάτω πίνακα:

$I_{T1} \text{ (A)}$	$n \text{ (rpm)}$	$M \text{ (Nm)}$	$\eta$
3	1945	3.975	0,903
3.5	1940	4.637	0,926
4	1938	5.300	0,946
4.5	1935	5.962	0,960
5	1929	6.625	0,971

Σχεδιάζουμε τις  $n = f(M)$ ,  $I_{T1} = f(M)$  και  $\eta = f(M)$  στην Εικόνα 6. Ο MATLAB κώδικας για τις ζητούμενες γραφικές παραστάσεις:

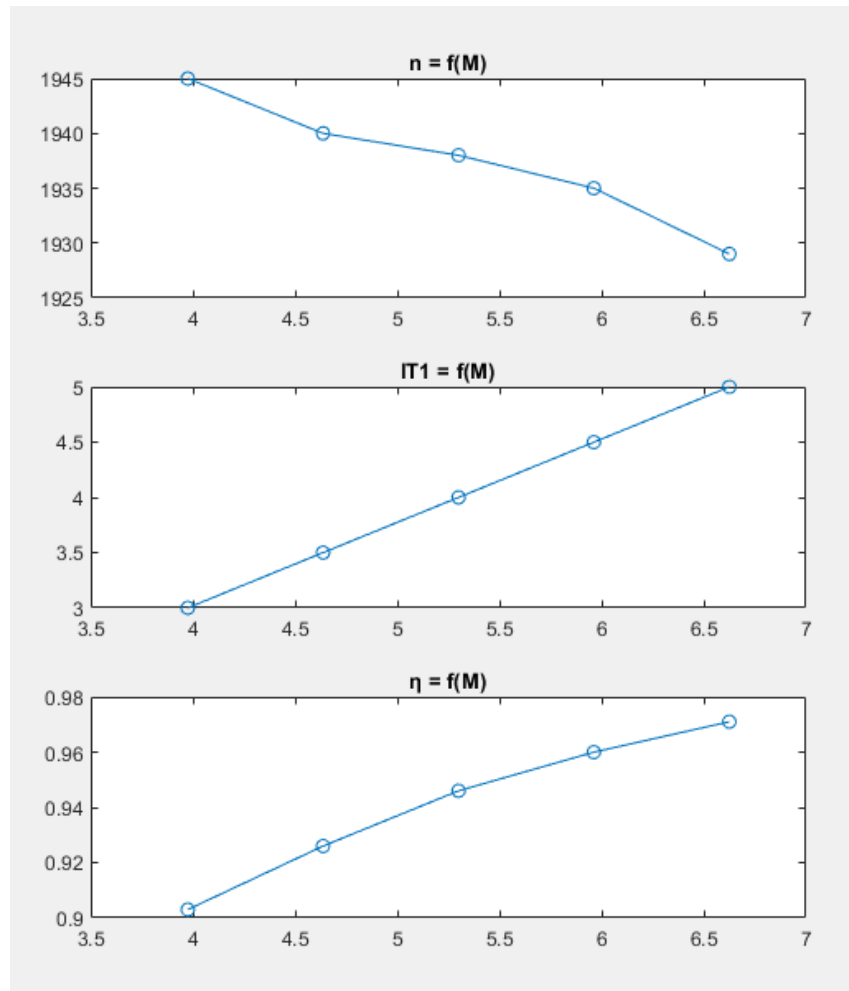
```
clear all; close all; clc;

IT1 = [3 3.5 4 4.5 5];
n = [1945 1940 1938 1935 1929];
M = [3.975 4.637 5.3 5.962 6.625];
h = [0.903 0.926 0.946 0.96 0.971];

figure();
subplot(3,1,1);
plot(M,n,'-o');
title("n = f(M)");

subplot(3,1,2);
plot(M,IT1,'-o');
title("IT1 = f(M)");

subplot(3,1,3);
plot(M,h,'-o');
title("η = f(M)");
```



Εικόνα 6. Γραφικές παραστάσεις στροφών, ρεύματος τυμπάνου και συντελεστή απόδοσης.