

1. Σκοπός της Άσκησης- Θεωρητικό Υπόβαθρο

Σκοπός της άσκησης είναι η κατανόηση του προβλήματος της βέλτιστης ροής φορτίου και η εισαγωγή στο πρόβλημα της ανάπτυξης του συστήματος μεταφοράς μέσω της ανάπτυξης κώδικα Matlab για την επίλυση τους.

2. Περιγραφή του κώδικα

Για την επίλυση των ζητούμενων στη 2^η εργαστηριακή άσκηση χρησιμοποιείτε τον κώδικα που αναπτύξατε στην 1^η εργαστηριακή άσκηση διορθώνοντας τις όποιες ατέλειες είχε και αφού βεβαιωθείτε ότι συγκλίνει στο σωστό αποτέλεσμα.

Ο προς ανάπτυξη κώδικας πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά, δυνατότητες.

INPUTS

- Ο χρήστης να καθορίζει τα βασικά χαρακτηριστικά του συστήματος όπως τη βάση ισχύος, άνω κάτω όριο της τάσης λειτουργίας κ.α.
- Ο χρήστης να καθορίζει με τη μορφή πίνακα τα βασικά χαρακτηριστικά των ζυγών του συστήματος.
- Ο χρήστης να καθορίζει με τη μορφή πίνακα τα βασικά χαρακτηριστικά των γραμμών του συστήματος.
- Ο χρήστης να καθορίζει με τη μορφή πίνακα τα βασικά χαρακτηριστικά των γεννητριών του συστήματος.
- Να υπολογίζει τον πίνακα αγωγιμοτήτων του συστήματος.
- Να επιλύει το πρόβλημα ροής ισχύος χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Gauss Seidel.
- Να επιστρέφει τις τάσεις και τις γωνίες τους σε όλους τους κόμβους του δικτύου.
- Να επιστρέφει τις ροές ισχύος στις γραμμές του ΣΗΕ.
- Να επιστρέφει τις ενεργές και άεργες απώλειες των γραμμών του ΣΗΕ.
- Να επιστρέφει τις απώλειες ισχύος στο ΣΗΕ.
- Να επιστρέφει την καθαρή έγχυση ισχύος στο ζυγό αναφοράς.
- **Να βρίσκει τα οικονομικώς βέλτιστα σημεία λειτουργίας των μονάδων παραγωγής του ΣΗΕ ικανοποιώντας τους λειτουργικούς περιορισμούς του ΣΗΕ**
- **Να αποφασίζει πότε και πού πρέπει να κατασκευαστούν νέες ΓΜ ώστε να ελαχιστοποιείται το κόστος κατασκευής, να περιορίζονται οι απώλειες και να ικανοποιούνται οι περιορισμοί λειτουργίας του ΣΗΕ.**

3. Δεδομένα

Τα βασικά δεδομένα εισόδου του προγράμματος επίλυσης ροής φορτίου θα δίνονται σε πίνακες με την ακόλουθη μορφή.

1. Δεδομένα ζυγών

Ορίζονται ως ακολούθως.

Ζυγός	Τύπος ζυγού	P_L (MW)	Q_L (MVar)	B_s (MVar)	V_m	V_a	V_{max}	V_{min}
-------	-------------	------------	--------------	--------------	-------	-------	-----------	-----------

Τύπος ζυγού = 1: ζυγός φορτίου, **Τύπος ζυγού = 2:** ζυγός παραγωγής, **Τύπος ζυγού = 3:** ζυγός αναφοράς.

P_L =ενεργός ισχύς φορτίου,

Q_L = άεργος ισχύς φορτίου,

B_s = Άεργος ισχύς εγκάρσιου στοιχείου,

V_m = μέτρο της τάσης,

V_a = γωνία της τάσης,

V_{max} = μέγιστη τιμή τάσης,

V_{min} = ελάχιστη τιμή τάσης

2. Δεδομένα γραμμών μεταφοράς

Ορίζονται ως ακολούθως.

Από	Προς	R (p.u)	X (p.u)	B (p.u)	Όριο μεταφοράς (p.u.)	δ (°)	δ_{min} (°)	δ_{max} (°)	Κατάσταση λειτουργίας
-----	------	------------	------------	------------	-----------------------------	--------------	--------------------	--------------------	--------------------------

Κατάσταση λειτουργίας = 0, 1

R = ωμική αντίσταση,

X = επαγωγική αντίσταση,

B = συνολική εγκάρσια αγωγιμότητα,

δ = διαφορά γωνίας αρχή και τέλους της γραμμής,

δ_{min} =ελάχιστη διαφορά γωνίας αρχή και τέλους της γραμμής,

δ_{max} = μέγιστη διαφορά γωνίας αρχή και τέλους της γραμμής.

3. Κόστος κατασκευής ΓΜ

Ορίζεται ως ακολούθως.

Από	Προς	Κόστος κατασκευής
-----	------	-------------------

4. Δεδομένα γεννητριών

Ορίζονται ως ακολούθως.

Ζυγός	P_G (MW)	Q_G (MVar)	$P_{G,max}$ (MW)	$P_{G,min}$ (MW)	$Q_{G,max}$ (MVar)	$Q_{G,min}$ (MVar)	V_G (p.u.)	Κατάσταση λειτουργίας
-------	---------------	-----------------	---------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------	--------------------------

Κατάσταση λειτουργίας = 0, 1

P_G = παραγωγή ενεργού ισχύος,

Q_G = παραγωγή άεργου ισχύος,

$P_{G,max}$ = μέγιστη παραγωγή ενεργού ισχύος,

$P_{G,min}$ = ελάχιστη παραγωγή ενεργού ισχύος,

$Q_{G,max}$ = μέγιστη παραγωγή ενεργού ισχύος,

$Q_{G,min}$ = ελάχιστη παραγωγή ενεργού ισχύος,

V_G = τάση στο ζυγό της γεννήτριας.

5. Πίνακας κόστους λειτουργίας των γεννητριών.

n	C_{n-1}	...	C_0
---	-----------	-----	-------

Περιέχει τους συντελεστές της πολυωνυμικής συνάρτησης υπολογισμού του κόστους λειτουργίας των γεννητριών που έχει την ακόλουθη μορφή.

$$F(P_G) = c_{n-1} P_G^{n-1} + \dots + c_1 P_G + c_0$$

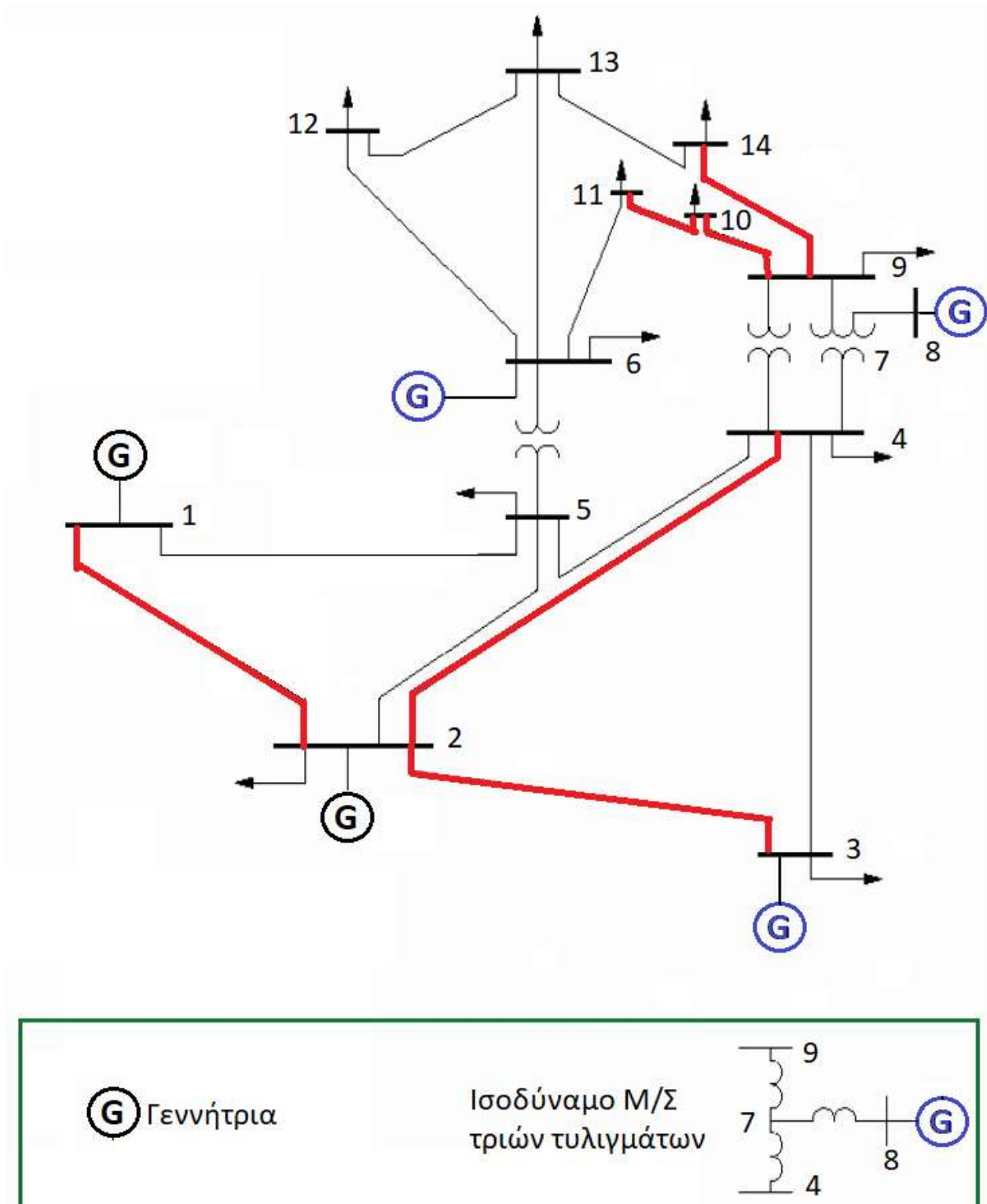
4. Εκτέλεση άσκησης

1. Να δώσετε το θεωρητικό υπόβαθρο για το πρόβλημα της βέλτιστης ροής φορτίου και της οικονομικής κατανομής φορτίου. Επίσης, περιγράψτε το πρόβλημα της ανάπτυξης του συστήματος μεταφοράς και μεθόδους επίλυσής του.
2. Να αναπτύξετε και να δώσετε κώδικα Matlab (σε αρχείο με όνομα **OPF.m**) που θα αποφασίζει την παραγωγή και την τάση των μονάδων παραγωγής στους ζυγούς 1 και 2, ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος λειτουργίας του ΣΗΕ, ελαχιστοποιεί την ανταλλαγή ενέργειας με άλλα ΣΗΕ και ικανοποιεί τους περιορισμούς των τάσεων του ΣΗΕ για το έτος 0. Τα σημεία ρύθμισης της παραγωγής των μονάδων στους ζυγούς 1 και 2 μπορούν να αλλάζουν σε βήματα των 2.5MW και η τάση τους μεταβάλλεται σε βήματα ± 0.01 αμ στην περιοχή [1.04 1.08]. Το ΣΗΕ μπορεί να εισάγει ή να εξάγει ηλεκτρική ενέργεια σε τιμή 72 €/MWh.
3. Να δώσετε τα αποτελέσματα της επίλυσης του ερωτήματος 2. Να περιγράψετε αναλυτικά τη μεθοδολογία επίλυσης του ερωτήματος 2. Η αναφορά σας να περιέχει τα αντίστοιχο διάγραμμα ροής του αλγορίθμου επίλυσης και της αρχικοποίησής του.
4. Να αναπτύξετε και να δώσετε κώδικα Matlab (σε αρχείο με όνομα **planning.m**) που θα αποφασίζει την κατασκευή ΓΜ όμοιων με τις υπάρχουσες, που συνδέουν τους ζυγούς 1-2, 2-3, #6 2-4, 9-10, 10-11, 9-14 και σε ποιο έτος πρέπει να κατασκευαστούν. Οι τάσεις των ζυγών πρέπει να είναι εντός των επιτρεπτών ορίων όλα τα έτη και οι απώλειες ενεργού ισχύος να μη υπερβαίνουν το 8% του φορτίου του συστήματος. Η κατασκευή νέων ΓΜ γίνεται ανά πενταετία. [research for 15 years](#)
5. Να δώσετε τα αποτελέσματα της επίλυσης του ερωτήματος 4. Να περιγράψετε αναλυτικά τη μεθοδολογία επίλυσης του ερωτήματος 4. Η αναφορά σας να περιέχει το αντίστοιχο διάγραμμα ροής του αλγορίθμου επίλυσης και της αρχικοποίησής του.

Σημείωση. Ο κώδικας θα πρέπει να εκτελείται σωστά και ο αλγόριθμος να συγκλίνει σε σωστά αποτελέσματα. Απαγορεύεται η χρήση κώδικα από το διαδίκτυο ή κώδικα που αναπτύχθηκε με τη χρήση εργαλείων TN.

5. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Δεδομένα Συστήματος προς ανάλυση για $T=0$.



Σχήμα 1. Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Όρια τάσης: $\pm 6\%$

Βάση ισχύος: 100MVA

Π1. Δεδομένα ζυγών του συστήματος

Ζυγός	Τύπος Ζυγού	P _L (MW)	Q _L (MVar)	B _s (MVar)
1	3	0	0	0
2	?	43.4	25.4	0
3	?	188.4	38	0
4	?	95.6	-7.8	0
5	?	15.2	3.2	0
6	?	22.4	15	0
7	?	0	0	0
8	?	0	0	0
9	?	59	33.2	1919x2
10	?	18	11.6	0
11	?	7	3.6	0
12	?	12.2	3.2	0
13	?	27	11.6	0
14	?	29.8	10	0

➤ Τα φορτία του ΣΗΕ αυξάνονται για τα επόμενα 15 έτη με ρυθμό 1.5%.

Π2. Δεδομένα γραμμών μεταφοράς του συστήματος

Από	Προς	R (p.u)	X (p.u)	B (p.u)
1	2	0.01938	0.05917	0.0528
1	5	0.05403	0.22304	0.0492
2	3	0.04699	0.19797	0.0438
2	4	0.05811	0.17632	0.034
2	5	0.05695	0.17388	0.0346
3	4	0.06701	0.17103	0.0128
4	5	0.01335	0.04211	0
4	7	0	0.20912	0
4	9	0	0.55618	0
5	6	0	0.25202	0
6	11	0.09498	0.1989	0
6	12	0.12291	0.25581	0
6	13	0.06615	0.13027	0
7	8	0	0.17615	0
7	9	0	0.11001	0
9	10	0.03181	0.0845	0
9	14	0.12711	0.27038	0
10	11	0.08205	0.19207	0
12	13	0.22092	0.19988	0
13	14	0.17093	0.34802	0

Π3. Δεδομένα μονάδων παραγωγής του συστήματος

Ζυγός	P_G (MW)	Q_G (MVar)	$P_{G,max}$ (MW)	$P_{G,min}$ (MW)	$Q_{G,max}$ (MVar)	$Q_{G,min}$ (MVar)	V_G (p.u.)	Κατάσταση λειτουργίας
1	430	-	650	0	200	-100	1.06	1
2	155	-	250	0	100	-40	1.06	1
3	0	-	100	0	60	-12	1.03	1
6	0	-	100	0	30	-6	1.07	1
8	0	-	100	0	40	-6	1.06	1

Π4. Στοιχεία κόστους λειτουργίας των γεννητριών του συστήματος

n	C_2	C_1	C_0
3	0.0091044	63.1526	2247.9968
3	0.024254	66.4318	688.9537

- Οι μονάδες παραγωγής στους ζυγούς 3, 6 και 8 δεν συμμετέχουν στην οικονομική λειτουργία του συστήματος.

Π5. Κόστος κατασκευής ΓΜ

Από	Προς	Κόστος κατασκευής (€)
1	2	A
2	3	0.7A
2	4	0.5A
9	10	0.2A
9	14	0.35A
10	11	0.15A

Όπου A παράμετρος κόστους.