**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ**

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ**

#### **ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΥ 2022 ΔΕΥΤΕΡΑ 06 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022**

ΜΑΘΗΜΑ: **ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ**

4Ο ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ

### ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ : 2 ½ ΩΡΕΣ . **Δευτέρα 6 Ιουνίου 11.30 έως 14.00**

ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΑΠΟΧΩΡΗΣΗ ΤΑ ΠΡΩΤΑ 30 ΛΕΠΤΑ.

ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΑΡΑΔΙΔΟΝΤΑΙ.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ : ………………………….………….………… Α.Μ. ……..…….

**ΘΕΜΑ 1Ο :** ( Μονάδες 2.50 ).



Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του Θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί : α) το ρεύμα Ιx επάνω στην αντίσταση R6 = 5Ω β) η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R3 = 4Ω και γ) ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής ρεύματος έτσι ώστε να μηδενιστεί η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση R5 = 6Ω ;

**ΘΕΜΑ 2Ο :** ( Μονάδες 2.50 ).



Το κύκλωμα RLC συνδεσμολογίας σειράς που δίνεται, τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής V(t) = 325,27sin(100πt) V. Η μέγιστη τιμή έντασης ρεύματος που καταγράφει το αμπερόμετρο είναι 8A όταν ρυθμιστεί η μεταβλητή επαγωγή του πηνίου στα 0,55 H. Να προσδιοριστούν: α) Η αντίσταση R, η χωρητικότητα C του πυκνωτή, η συνολική εμπέδηση και ο Σ.Ι. του κυκλώματος. β) Σε ποια τιμή πρέπει να ρυθμιστεί η μεταβλητή επαγωγή για να επιτευχθεί Σ.Ι. του κυκλώματος 0,60 χωρητικός και ποια η τιμή του ρεύματος στην περίπτωση αυτή; γ) Ποια είναι η φαινόμενη, η πραγματική και η άεργος ισχύς του κυκλώματος στις δύο πιο πάνω περιπτώσεις; δ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα όλων των τάσεων και ρευμάτων για τις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.



**ΘΕΜΑ 3Ο :** ( Μονάδες 2.50 ).

Για το κύκλωμα που δίνεται α) Nα προσδιοριστεί το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Thevenin ανάμεσα στα σημεία a και b. β) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της μεταβλητής αντίστασης Rx έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ της και να υπολογιστεί η τιμή της μέγιστης αυτής ισχύος.

**ΘΕΜΑ 4Ο :** ( Μονάδες 2.50 ).



Στο κύκλωμα που δίνεται αρχικά ο διακόπτης S είναι κλειστός και το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα. Τη χρονική στιγμή t=0 ο διακόπτης ανοίγει. Να προσδιοριστούν: α) Η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πηνίου. β) το ρεύμα IL(t) για t > 0 και γ) η τάση Vr(t) στα άκρα της αντίστασης R5 = 25Ω για t > 0 .

**Γ Ε Ν Ι Κ Ο Τ Υ Π Ο Λ Ο Γ Ι Ο**

Σύνθεση παράλληλων αντιστάσεων : ** ,** 

Διαιρέτης τάσης 

Διαιρέτης ρεύματος  

Νόμος του Ohm  ,  , 

Ισχύς 

Σταθερά χρόνου πυκνωτή  Σταθερά χρόνου πηνίου 

τάση πυκνωτή  ρεύμα πηνίου 

Συχνότητα εναλλασσόμενου ρεύματος  και 

Ενεργός τιμή ρεύματος και τάσης  και 

Επαγωγική και Χωρητική αντίδραση  

Στιγμιαία ένταση ή τάση  

Πραγματική (ενεργός) ισχύς  (W) 

Άεργος ισχύς  (VAR) 

Φαινόμενη (συνολική) ισχύς  (VA) 

Συντελεστής ισχύος Σ.Ι. 

Τριγωνομετρικές σχέσεις ισχύος   

Σύνθετη αντίσταση (εμπέδηση) κυκλώματος RLC σειράς 

Σε κύκλωμα σειράς  

Σε παράλληλο κύκλωμα  ,  , 

**ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ**

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ ΞΑΝΘΗΣ**

#### **ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ: **ΙΟΥΝΙΟΥ 2022 ΔΕΥΤΕΡΑ 06 ΙΟΥΝΙΟΥ 2022**

ΜΑΘΗΜΑ: **ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ**

4Ο ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ

### ΔΙΔΑΣΚΩΝ : ΚΑΡΑΚΑΤΣΑΝΗΣ Σ. ΘΕΟΚΛΗΤΟΣ Επίκουρος Καθηγητής Δ.Π.Θ.

**ΘΕΜΑ 1Ο :** ( Μονάδες 2.50 ).



Στο κύκλωμα που δίνεται με εφαρμογή του Θεωρήματος της υπέρθεσης να υπολογιστεί : α) το ρεύμα Ιx επάνω στην αντίσταση R6 = 5Ω β) η πτώση τάσεως Vab επάνω στην αντίσταση R3 = 4Ω και γ) ποια πρέπει να είναι η τιμή της πηγής ρεύματος έτσι ώστε να μηδενιστεί η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση R5 = 6Ω ;

Λύση

Εφαρμόζεται το Θεώρημα της υπέρθεσης

1) Μόνο με την πηγή τάσης V ( ανοιχτοκυκλώνεται η πηγή ρεύματος )



Η ισοδύναμη αντίσταση που βλέπει η πηγή είναι :

Req = R5 + [ ( R3 + R2 ) // ( R4 + R6 ) ] =

= 6+[(4+2) // (7+5)] = 6+[6 // 12] = 6+4  Req = 10 Ω

και το ρεύμα Ιπ της πηγής είναι :

Ιπ = V / Req = 42 V / 10 Ω  Ιπ = 4,2 Α

Το ρεύμα της πηγής διακλαδίζεται στον κόμβο b

επάνω στις αντιστάσεις R3+R2 = 4 + 2 = 6 Ω και επάνω στις αντιστάσεις R4+R6 = 7 + 5 = 12 Ω

Η αντίσταση R1 δεν διαρρέεται από ρεύμα και έτσι

Εφαρμόζοντας τον τύπο διαιρέτη ρεύματος Ix1 = (R3+R2) Iπ / (R3+R2+R4+R6) =

 = (4+2) x 4,2 / (4+2+7+5) = 6 x 4,2 / 18  Ix1 = 1,4 Α

 ενώ Vab1 = ( Iπ – Ix1 ) x R3 = (4,2 – 1,4 ) x 4 Ω  Vab1 = – 11,2 V

Το αρνητικό πρόσημο ισχύει επειδή η πολικότητα της τάσεως Vab1 είναι από το σημείο b προς το σημείο a.

2) Μόνο με την πηγή ρεύματος Ι ( βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης )

Το ρεύμα των 9 Α διακλαδίζεται στον κόμβο a επάνω στην αντίσταση R2 = 2Ω και στον κλάδο με ισοδύναμη αντίσταση R’eq όπου



R’eq = R3 + [R5 // (R4 + R6)] = 4 + [6 // (7 + 5)] =

= 4 + [ 6 // 12 ] = 4 + (6 x 12) / ( 6 + 12 ) = 4 + 4

  R’eq = 8 Ω

Έτσι Iab = R2 I / (R2+R’eq) = 2 x 9 / (2 + 8) = 1,8 A

Το ρεύμα Iab διακλαδίζεται στον κόμβο b επάνω στις αντιστάσεις R5 = 6Ω και στις αντιστάσεις (R4+R6) = (7+5) = 12 Ω.

Σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος Ix2 = R5 x Iab / (R5+R4+R6) = 6 x 1,8 / ( 6 + 12 )

  Ix2 = 0,6 A

 ενώ Vab2 = Iab x R3 = 1,8 A x 4 Ω  Vab2 = 7,2 V

Έτσι α) Ix = Ix1 + Ix2 = 1,4 Α + 0,6 Α  Ix = 2 Α

 β) Vab = Vab1 + Vab2 = – 11,2 V + 7,2 V  Vab = – 4 V

γ) Για να είναι η πτώση τάσεως επάνω στην αντίσταση R5 = 6Ω μηδενική θα πρέπει το συνολικό ρεύμα να είναι μηδέν. Επομένως θα πρέπει το ρεύμα που διαρρέει την R5 μόνο με την πηγή ρεύματος να γίνει ίσο με το ρεύμα που διαρρέει την ίδια αντίσταση μόνο με την πηγή τάσης.

Το ρεύμα IR5 μόνο με την πηγή ρεύματος είναι IR5 = Iab – Ix2 = 1,8 A – 0,6 Α = 1,2 Α

και το ρεύμα της πηγής Ιπ = 4,2 Α. Άρα για να είναι το ρεύμα IR5 ίσο με 4,2 Α θα πρέπει να γίνει 3,5 φορές μεγαλύτερο και έτσι  I’ = 3,5 x I = 31,5 A

**ΘΕΜΑ 2Ο :** ( Μονάδες 2.50 ).



Το κύκλωμα RLC συνδεσμολογίας σειράς που δίνεται, τροφοδοτείται από πηγή τάσης ημιτονοειδούς μορφής V(t) = 325,27sin(100πt) V. Η μέγιστη τιμή έντασης ρεύματος που καταγράφει το αμπερόμετρο είναι 8A όταν ρυθμιστεί η μεταβλητή επαγωγή του πηνίου στα 0,55 H. Να προσδιοριστούν: α) Η αντίσταση R, η χωρητικότητα C του πυκνωτή, η συνολική εμπέδηση και ο Σ.Ι. του κυκλώματος. β) Σε ποια τιμή πρέπει να ρυθμιστεί η μεταβλητή επαγωγή για να επιτευχθεί Σ.Ι. του κυκλώματος 0,60 χωρητικός και ποια η τιμή του ρεύματος στην περίπτωση αυτή; γ) Ποια είναι η φαινόμενη, η πραγματική και η άεργος ισχύς του κυκλώματος στις δύο πιο πάνω περιπτώσεις; δ) Να σχεδιαστούν τα διανυσματικά διαγράμματα όλων των τάσεων και ρευμάτων για τις δύο πιο πάνω περιπτώσεις.

Λύση

α) Το σήμα της πηγής είναι : V ( t ) = 325,27 sin ( 120 πt )

 \_\_\_

 Επομένως Vp = 325,27 V και V ( rms ) = Vp / √2 = 230 V

 Ενώ ω t = 100 π t και η συχνότητα είναι 2 π f = ω = 100 π  f = 50 Hz

Για συχνότητα 50Hz και L=0,55H επειδή καταγράφεται η μέγιστη ένταση ρεύματος υπάρχει συντονισμός και θα ισχύει. XL = XC  2 π f L = 1 / 2 π f C

 και C = 1 / 4 π2 f2 L  C = 1 / [ 4 x ( 3,14 x 50 )2 x 0,55 ] = 18,42 μF

 I = V / Ζολ = 5 Α  Ζολ = V / Ι = 230V / 8 A  Ζολ = 28,75 Ω .

 Για XL = XC η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι :

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Ζολ = √ ( XL – XC )2 + ( R + RL )2 = √ ( R + RL )2 = R + RL = 28,75 Ω

  R = 28,75 Ω – 10 Ω  R = 18,75 Ω.

 και cos φ = ( R + RL ) / Z = 1 περίπτωση συντονισμού.

β) ο συντελεστής ισχύος είναι cos φ = (R + RL) / Z = 0,60 και για να είναι χωρητικός θα πρέπει VC > VL και συνεπώς XC > XL όπως φαίνεται και στο αντίστοιχο διανυσματικό διάγραμμα στο ακόλουθο ερώτημα δ.

Έτσι η συνολική εμπέδηση του κυκλώματος θα είναι: Z=(R+RL)/0,60 = 28,75/0,60 = 47,92 Ω

και το ρεύμα του κυκλώματος I = V / Ζολ = 230 V / 47,92 Ω = 4,8 Α

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 Ζ = √ ( XL – XC )2 + ( R + RL )2 = 47,92 Ω

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

και θα ισχύει : | XC – XL | = √ ( 47,92 )2 – ( 18,75 + 10 )2 = = 38,34 Ω

και επειδή XC = 1 / 2 π f C = 1 / ( 2 x 3,14 x 50 x 18,42 x 10 – 6 ) = 172,80 Ω

  XL = 172,80 Ω – 38,34 Ω = 134,46 Ω

 ή XL = 2 π f L’  L’ = XL / 2 π f = 134,46 / ( 2 x 3,14 x 50 ) = 0,428 Η

γ) Στην περίπτωση του συντονισμού για επαγωγή L = 0,55 Η θα ισχύει:

Φαινόμενη και Πραγματική ισχύς S = P = V x I = 230 x 8 = 1840 VA, Άεργος ισχύς Q = 0

Για επαγωγή L’=0,428H θα είναι: Πραγματική ισχύς P=I2 x (R+RL) = 4,82 x 28,75=662,40W

 -----------------\_\_\_\_\_

Φαινόμενη ισχύς S = VxI = 230x4,8 = 1104 VA, και Άεργος ισχύς Q=√S2 – P2 = 883,20VAR



δ) Διανυσματικά

Διαγράμματα:

 α. περίπτωση : L = 0,55 Η β. περίπτωση : L’ = 0,428 H



**ΘΕΜΑ 3Ο :** ( Μονάδες 2.50 ).

Για το κύκλωμα που δίνεται α) Nα προσδιοριστεί το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Thevenin ανάμεσα στα σημεία a και b. β) Ποια πρέπει να είναι η τιμή της μεταβλητής αντίστασης Rx έτσι ώστε να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ της και να υπολογιστεί η τιμή της μέγιστης αυτής ισχύος.

Λύση

α) Αντί για το ισοδύναμο κατά Thevenin θα υπολογιστεί πρώτα το αντίστοιχο ισοδύναμο κύκλωμα κατά Norton και μετά θα αντικατασταθεί.

Για τον υπολογισμό του ρεύματος βραχυκύκλωσης Norton ανάμεσα στα σημεία a και b απομακρύνεται η αντίσταση Rx και βραχυκυκλώνονται τα σημεία, έτσι προκύπτει το ακόλουθο κύκλωμα, όπου In = J1 + J2



Στο κύκλωμα αυτό με εφαρμογή της μεθόδου των βρόχων λαμβάνονται οι ακόλουθες εξισώσεις:

J1 = Ι = 4 A (1)

 – V + R2 x (J2 + J3) + R5 x J2= 0 (2)

 R3 x J3 + R2 x ( J3 + J2 ) + R1 x ( J3 – J1 ) = 0 (3)

(R2 + R5) x J2 + R2 J3 = V  (8+4) J2 + 8 J3 = 16

 12 J2 + 8 J3 = 16  J3 = 2 – 1,5 J2 (2)

R2 J2 + (R1+R2+R3) J3 = R1 J1

 8 J2 + (2+8+6) J3 = 2x4  8 J2 + 16 J3 = 8 (3)

Με αντικατάσταση του J3 από την εξίσωση (2) στην εξίσωση (3) προκύπτει

 8 J2 + 16 ( 2 – 1,5 J2) = 8  8 J2 + 32 – 24 J2 = 8  16 J2 = 24  J2 = 1,5A

Επομένως In = J1 + J2 = 4 + 1,50  In = 5,5 A



Για τον υπολογισμό της Rth ή αντίστοιχα της Rn απομακρύνεται η αντίσταση Rx , βραχυκυκλώνεται η πηγή τάσης και ανοιχτοκυκλώνεται η πηγή ρεύματος.

Έτσι προκύπτει ο ακόλουθος συνδυασμός αντιστάσεων ανάμεσα στα σημεία a και b.

 Rth = Rn = R5 + [ ( R2 // ( R1 + R3 ) ] =

 = 4 + [ ( 8 // ( 2 + 6 ) ] = 4 + ( 8 // 8 ) =

 = 4 + (8 x 8) / (8 + 8) = 4 + 4  Rth = Rn = 8 Ω



και έτσι προκύπτει Vth = In x Rth = 5,5A x 8 Ω

  Vth = 44 V

β) Έτσι το ισοδύναμο κύκλωμα κατά Thevenin δίνεται στο διπλανό σχήμα :

Για να καταναλώνει την μέγιστη ισχύ η αντίσταση RX θα πρέπει να είναι RX = Rn = 8 Ω

έτσι θα ισχύει : Ι = Vth / ( Rth + Rx )

 Ι = 44 V / ( 8 + 8 ) Ω = 2,75 Α

 και η ισχύς αυτή θα είναι : Ρ = Ι2  x RX = 2,75 2 x 8 = 60,50 W

**ΘΕΜΑ 4Ο :** ( Μονάδες 2.50 ).



Στο κύκλωμα που δίνεται αρχικά ο διακόπτης S είναι κλειστός και το πηνίο διαρρέεται από ρεύμα. Τη χρονική στιγμή t=0 ο διακόπτης ανοίγει. Να προσδιοριστούν: α) Η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πηνίου. β) το ρεύμα IL(t) για t > 0 και γ) η τάση Vr(t) στα άκρα της αντίστασης R5 = 25Ω για t > 0 .

 Λύση

 Η πηγή ρεύματος μπορεί να μετατραπεί στην ισοδύναμη πηγή τάσης



 V = I x R1 = 20 A x 8 Ω = 160 V

Τη χρονική στιγμή t=0 και πριν ανοίξει ο διακόπτης S το πηνίο συμπεριφέρεται ως βραχυκύκλωμα και διαρρέεται από το μέγιστο ρεύμα του. Η αντίσταση R5 = 25Ω δεν διαρρέεται από ρεύμα γιατί είναι βραχυκυκλωμένη. Έτσι ισχύει το διπλανό σχήμα και η πηγή «βλέπει» την ισοδύναμη αντίσταση Req (πηγής) .

 Req (πηγής) = R1 + R2 + ( R3 // R4 ) = 8 + 6 + ( 15 // 10 ) =

 14 + ( 15 x 10 ) / ( 15 + 10 ) = 14 + 150/25 = 14 + 6  Req (πηγής) = 20 Ω .

Το ρεύμα που δίνει η πηγή για t = 0 και πριν ανοίξει ο διακόπτης S θα είναι :

 Ιπ = V / Req = 160 V / 20 Ω = 8 Α

Το ρεύμα της πηγής διακλαδίζεται στον κόμβο a επάνω στην αντίσταση R3=15Ω και επάνω στην αντίσταση R4=10Ω και επειδή το πηνίο είναι βραχυκύκλωμα το ρεύμα που περνά από το πηνίο είναι αυτό που περνά από τον κλάδο της αντίστασης R4=10Ω Σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος θα ισχύει :

 ΙL (t = 0) = Ιπ x R3 / ( R3 + R4 ) = 8 x 15 / ( 15 + 10 ) = 8 x 15 / 25 = 4,8 Α

Όταν ανοίξει ο διακόπτης S τη χρονική στιγμή t=0 το ρεύμα του πηνίου από την μέγιστη αυτή τιμή των 4,8 Α θα αρχίσει να μειώνεται εκθετικά μέχρι να μηδενιστεί.



 ΙL (t=∞) = 0 Α

α) Η ισοδύναμη αντίσταση στα άκρα του πηνίου μέσω της οποίας εκφορτίζεται μετά από το άνοιγμα του διακόπτη S θα είναι όπως φαίνεται στο διπλανό κύκλωμα :

 Req = ( R3 + R4 ) // R5 = ( 15 + 10 ) // 25 = 25 // 25 = ( 25 x 25) / ( 25 + 25 ) = 12,5 Ω

 και η σταθερά χρόνου εκφόρτισης του πηνίου θα είναι τ = L / Req = 50 H / 12,5 Ω = 4 sec

β) έτσι η εξίσωση του ρεύματος του πηνίου θα δίνεται από την σχέση :

 ΙL (t) = ΙL (t=0) e – t / τ  ΙL (t) = 4,8 e – t / 4 A

γ) Το ρεύμα του πηνίου μοιράζεται στους δύο παράλληλους κλάδους α) στον κλάδο με την αντίσταση R5=25Ω και β) στον κλάδο με τις αντιστάσεις (R3 + R4) = 25Ω.

Το ρεύμα Ιr(t) επάνω στην αντίσταση R5 δίνεται σύμφωνα με τον τύπο του διαιρέτη ρεύματος ως Ιr(t) = ΙL (t) x 25 / (25 + 25) = (4,8 x 25/50) e – t / 4 A = 2,4 e – t / 4 A

και έτσι η τάση Vr(t) στα άκρα της αντίστασης θα δίνεται ως

 Vr (t) = Ιr (t) x R5 = 2,4 e – t / 4 A x 25 Ω  Vr (t) = 60 e – t / 4 V