

ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ્સ અને નેટવર્ક્સ (4331101) - શિયાળુ 2024 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

May 20, 2024

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

ગુણ

ઇલેક્ટ્રોનિક નેટવર્ક માટે (i) નોડ (ii) બ્રાંચ અને (iii) લૂપ ની વ્યાખ્યા આપો.

જવાબ

જવાબ:

નોડ:

- જંકશન પોઇન્ટ જ્યાં બે અથવા વધુ બ્રાંચ નેટવર્કમાં મળે છે
- એવા બિંદુઓ જ્યાં ઘટકો જોડાયેલા હોય છે
- નોડ પર બધી બ્રાંચોનો કરંટ સરવાળો શૂન્ય થાય છે

બ્રાંચ:

- સિંગલ ઘટક (R, L, અથવા C) અથવા બે નોડ્સને જોડતો પાથ
- દરેક બ્રાંચમાં એક ચોક્કસ કરંટ વહે છે
- એક્ટીવ બ્રાંચમાં સોર્સ હોય છે; પેસિવ બ્રાંચમાં R, L, C હોય છે

લૂપ:

- નેટવર્કમાં જોડાયેલા બ્રાંચોથી બનતો બંધ પાથ
- કોઈ નોડ એક કરતાં વધુ વખત આવતું નથી
- નેટવર્ક ઉકેલવા માટે લૂપ એનાલિસિસમાં વપરાય છે

મેમરી ટ્રીક

"NBL: નોડ્સ જોડાય, બ્રાંચેસ કનેક્ટ, લૂપ્સ સર્કલ"

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

ગુણ

200 Ω , 300 Ω અને 500 Ω ના રેઝિસ્ટર 100 V ના સપ્લાય સાથે પેરેલલમાં જોડાયેલા છે. તો (i) દરેક રેઝિસ્ટરમાંથી પસાર થતો કરંટ તથા કુલ કરંટ (ii) ઇકવીવેલન્ટ રેઝિસ્ટર શોધો.

જવાબ

જવાબ:

ગણતરીઓનું કોષ્ટક:

પેરામીટર	ફોર્મ્યુલા	ગણતરી	પરિણામ
I_1 (200Ω)	$I = V/R$	100V/200Ω	0.5A
I_2 (300Ω)	$I = V/R$	100V/300Ω	0.333A
I_3 (500Ω)	$I = V/R$	100V/500Ω	0.2A
$I_{(total)}$	$I_1 + I_2 + I_3$	0.5 + 0.333 + 0.2	1.033A
$R_{(eq)}$	$1/R_{(eq)} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$	1/200 + 1/300 + 1/500	96.77Ω

મેમરી ટ્રીક

"પેરેલલ પાથ કરંટને અવરોધના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં વહેંચે છે"

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

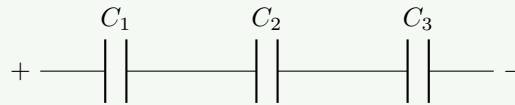
ગુણ

કેપેસિટર માટે સિરીઝ અને પેરેલલ જોડાણ સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

સિરીઝમાં કેપેસિટર:

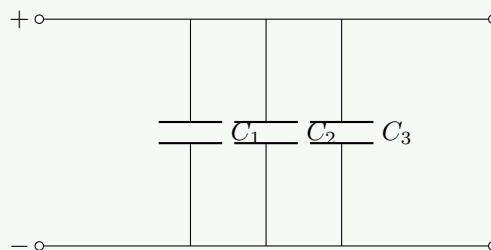


આકૃતિ 1. સિરીઝ કેપેસિટરો

કોષ્ટક: સિરીઝ કેપેસિટરોની વિશેષતાઓ

વિશેષતા	ફોર્મ્યુલા	વર્ણન
ઇક્વિવેલન્ટ કેપેસિટન્સ	$1/C_{(eq)} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$	હંમેશા નાનામાં નાના કેપેસિટર કરતાં નાનું
ચાર્જ	$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$	બધા કેપેસિટર પર સરખો
વોલ્ટેજ	$V = V_1 + V_2 + V_3$	$1/C$ ના રેશિયો પ્રમાણે વહેંચાય છે
ઊર્જા	$E = CV^2/2$	કેપેસિટર્સમાં વહેંચાયેલી

પેરેલલમાં કેપેસિટર:



આકૃતિ 2. પેરેલલ કેપેસિટરો

કોષ્ટક: પેરેલલ કેપેસિટરોની વિશેષતાઓ

વિશેષતા	ફોર્મ્યુલા	વર્ણન
ઇકિવેલન્ટ કેપેસિટન્સ	$C_{(eq)} = C_1 + C_2 + C_3$	વ્યક્તિગત કેપેસિટન્સનો સરવાળો
ચાર્જ	$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$	C ની કિંમત અનુસાર વહેંચાય છે
વોલ્ટેજ	$V = V_1 = V_2 = V_3$	બધા કેપેસિટર પર સરખો
ઊર્જા	$E = CV^2/2$	વ્યક્તિગત ઊર્જાનો સરવાળો

મેમરી ટ્રીક

"સિરીઝ કેપ્સમાં વ્યસ્ત સરવાળો, પેરેલલ કેપ્સમાં સીધો સરવાળો"

પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]

પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]

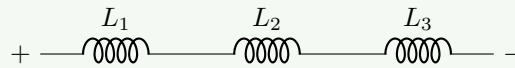
ગુણ

ઇન્ડક્ટર માટે સિરીઝ અને પેરેલલ જોડાણ સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

સિરીઝમાં ઇન્ડક્ટર:

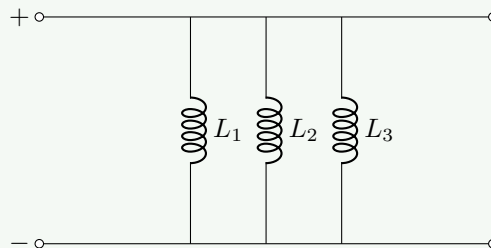


આકૃતિ 3. સિરીઝ ઇન્ડક્ટરો

કોષ્ટક: સિરીઝ ઇન્ડક્ટરોની વિશેષતાઓ

વિશેષતા	ફોર્મ્યુલા	વર્ણન
ઇકિવેલન્ટ ઇન્ડક્ટન્સ	$L_{(eq)} = L_1 + L_2 + L_3$	વ્યક્તિગત ઇન્ડક્ટન્સનો સરવાળો
કરંટ	$I = I_1 = I_2 = I_3$	બધા ઇન્ડક્ટર પર સરખો
વોલ્ટેજ	$V = V_1 + V_2 + V_3$	L ના રેશિયો અનુસાર વહેંચાય છે
ઊર્જા	$E = LI^2/2$	વ્યક્તિગત ઊર્જાનો સરવાળો

પેરેલલમાં ઇન્ડક્ટર:



આકૃતિ 4. પેરેલલ ઇન્ડક્ટરો

કોષ્ટક: પેરેલલ ઇન્ડક્ટરોની વિશેષતાઓ

વિશેષતા	ફોર્મ્યુલા	વર્ણન
ઇકિવેલન્ટ ઇન્ડક્ટન્સ	$1/L_{(eq)} = 1/L_1 + 1/L_2 + 1/L_3$	હંમેશા નાનામાં નાના ઇન્ડક્ટર કરતાં નાનું
કરંટ	$I = I_1 + I_2 + I_3$	$1/L$ ના રેશિયો અનુસાર વહેંચાય છે
વોલ્ટેજ	$V = V_1 = V_2 = V_3$	બધા ઇન્ડક્ટર પર સરખો
ઊર્જા	$E = LI^2/2$	ઇન્ડક્ટરોમાં વહેંચાયેલી

મેમરી ટ્રીક

"સિરીઝ ઇન્ડક્ટરોમાં સીધો સરવાળો, પેરેલલ ઇન્ડક્ટરોમાં વ્યસ્ત સરવાળો"

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

ગુણ

નેટવર્ક એલીમેન્ટને વર્ગીકૃત કરો.

જવાબ

જવાબ:

નોંધ: નેટવર્ક એલીમેન્ટનું વર્ગીકરણ

શ્રેણી	પ્રકારો	ઉદાહરણો
એક્ટિવ vs પેસિવ	એક્ટિવ	વોલ્ટેજ/કરંટ સોર્સ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર
	પેસિવ	રેઝિસ્ટર, કેપેસિટર, ઇન્ડક્ટર
લિનિયર vs નોન-લિનિયર	લિનિયર	રેઝિસ્ટર, આદર્શ સોર્સ
	નોન-લિનિયર	ડાયોડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર
બાઇલેટરલ vs યુનિલેટરલ	બાઇલેટરલ	રેઝિસ્ટર, કેપેસિટર, ઇન્ડક્ટર
	યુનિલેટરલ	ડાયોડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર
લમ્ડ vs ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ	લમ્ડ	ડિસ્ક્રીટ R, L, C ઘટકો
	ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ	ટ્રાન્સમિશન લાઇન

મેમરી ટ્રીક

"ALBU: એક્ટિવ/પેસિવ, લિનિયર/નોન-લિનિયર, બાઇલેટરલ/યુનિલેટરલ, લમ્ડ/ડિસ્ટ્રિબ્યુટેડ"

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

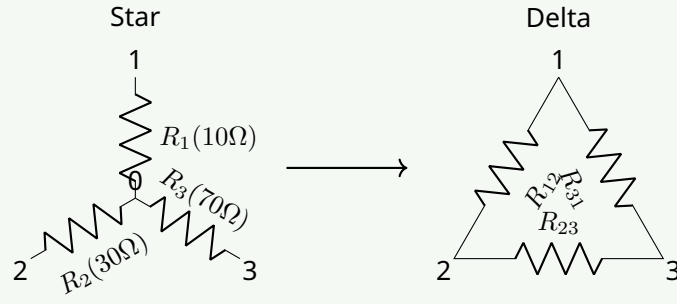
ગુણ

10, 30 અને 70 ohms ના રેઝિસ્ટર સ્ટારમાં કનેક્ટ કરેલા છે. ડેલ્ટા કનેક્શનનાં ઇકવીવેલન્ટ રેઝિસ્ટર શોધો.

જવાબ

જવાબ:

આકૃતિ: સ્ટાર થી ડેલ્ટા રૂપાંતરણ



આકૃતિ 5. સ્ટાર થી ડેલ્ટા રૂપાંતરણ

કોષ્ટક: સ્ટાર-ડેલ્ટા રૂપાંતરણ ફોર્મ્યુલા અને ગણતરીઓ

ડેલ્ટા રેઝિસ્ટન્સ	ફોર્મ્યુલા	ગણતરી	પરિણામ
R_{12}	$(R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) / R_3$	$(10 \times 30 + 30 \times 70 + 70 \times 10) / 70$	47.14Ω
R_{23}	$(R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) / R_1$	$(10 \times 30 + 30 \times 70 + 70 \times 10) / 10$	330Ω
R_{31}	$(R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1) / R_2$	$(10 \times 30 + 30 \times 70 + 70 \times 10) / 30$	110Ω

મેમરી ટ્રીક

"સ્ટાર-ડેલ્ટા: ગુણાકારનો સરવાળો વિરુદ્ધ રેઝિસ્ટર ઉપર"

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

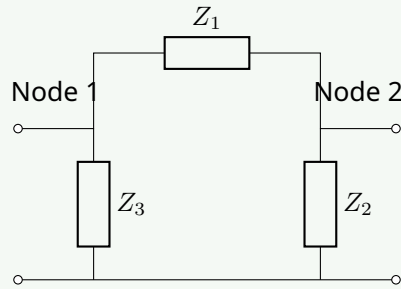
પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

ગુણ

 π નેટવર્ક સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

આકૃતિ: π (પાઈ) નેટવર્કઆકૃતિ 6. π નેટવર્કકોષ્ટક: π નેટવર્ક વિશેષતાઓ

પેરામીટર	વર્ણન
સ્ટ્રક્ચર	બે શન્ટ ઇમ્પિડન્સ (Z_3, Z_2) અને એક સિરીઝ ઇમ્પિડન્સ (Z_1)
ટ્રાન્સમિશન પેરામીટર્સ	$A = 1 + Z_1/Z_2, B = Z_1, C = 1/Z_2 + 1/Z_3 + Z_1/(Z_2 Z_3), D = 1 + Z_1/Z_3$
ઇમ્પિડન્સ પેરામીટર્સ	$Z_{11} = Z_1 + Z_3, Z_{12} = Z_1, Z_{21} = Z_1, Z_{22} = Z_1 + Z_2$
ઇમેજ ઇમ્પિડન્સ	$Z_{0\pi} = \sqrt{Z_1 Z_2 Z_3 / (Z_2 + Z_3)}$
એપ્લિકેશન	મેચિંગ નેટવર્ક, ફિલ્ટર, એટેન્યુએટર
રૂપાંતરણ	T-નેટવર્કમાં રૂપાંતરિત કરી શકાય છે

મેમરી ટ્રીક

" π ના બે પગ નીચે, એક શાખા આડી"

પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

ગુણ

નેટવર્કનાં પ્રકારો જણાવો.

જવાબ

જવાબ:

કોષ્ટક: નેટવર્કના પ્રકારો

શ્રેણી	પ્રકારો
લિનિયારિટી આધારિત	લિનિયર નેટવર્ક, નોન-લિનિયર નેટવર્ક
ઘટકો આધારિત	પેસિવ નેટવર્ક, એક્ટિવ નેટવર્ક
પેરામીટર આધારિત	ટાઇમ-વેરિયન્ટ, ટાઇમ-ઇન્વેરિયન્ટ નેટવર્ક
કોન્ફિગરેશન આધારિત	T-નેટવર્ક, π -નેટવર્ક, લેટિસ નેટવર્ક
પોર્ટ આધારિત	વન-પોર્ટ, ટુ-પોર્ટ, મલ્ટિ-પોર્ટ નેટવર્ક
સિમેટ્રી આધારિત	સિમેટ્રિકલ, એસિમેટ્રિકલ નેટવર્ક
રેસિપ્રોસિટી આધારિત	રેસિપ્રોકલ, નોન-રેસિપ્રોકલ નેટવર્ક

મેમરી ટ્રીક

"LEPCPS: લિનિયારિટી, એલિમેન્ટ્સ, પેરામીટર્સ, કોન્ફિગરેશન, પોર્ટ્સ, સિમેટ્રી"

પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

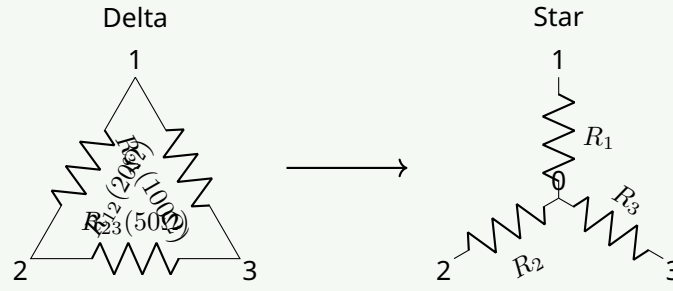
ગુણ

20, 50 અને 100 ohms ના રેઝીસ્ટર ડેલ્ટામાં કનેક્ટ કરેલા છે. સ્ટાર કનેક્શનનાં ઇકવીવેલન્ટ રેઝીસ્ટર શોધો.

જવાબ

જવાબ:

આકૃતિ: ડેલ્ટા થી સ્ટાર રૂપાંતરણ



આકૃતિ 7. ડેલ્ટા થી સ્ટાર રૂપાંતરણ

કોષ્ટક: ડેલ્ટા-સ્ટાર રૂપાંતરણ ફોર્મ્યુલા અને ગણતરીઓ

સ્ટાર રેઝિસ્ટન્સ	ફોર્મ્યુલા	ગણતરી	પરિણામ
R_1	$(R_{12}R_{31})/(R_{12} + R_{23} + R_{31})$	$(20 \times 100)/(20 + 50 + 100)$	11.76Ω
R_2	$(R_{12}R_{23})/(R_{12} + R_{23} + R_{31})$	$(20 \times 50)/(20 + 50 + 100)$	5.88Ω
R_3	$(R_{23}R_{31})/(R_{12} + R_{23} + R_{31})$	$(50 \times 100)/(20 + 50 + 100)$	29.41Ω

મેમરી ટ્રીક

"ડેલ્ટા-સ્ટાર: આજુબાજુના જોડાનો ગુણાકાર બધાના સરવાળા ઉપર"

Question 2(c) OR [7 marks]

પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

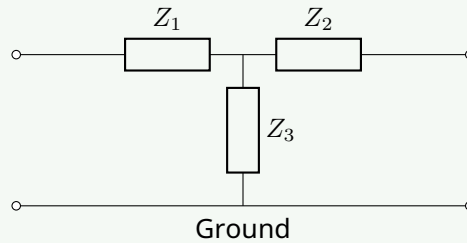
marks

T નેટવર્ક સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

આકૃતિ: T નેટવર્ક



આકૃતિ 8. T નેટવર્ક

કોષ્ટક: T નેટવર્ક વિશેષતાઓ

પેરામીટર	વર્ણન
સ્ટ્રક્ચર	બે સિરીઝ ઇમ્પિડન્સ (Z_1, Z_2) અને એક શન્ટ ઇમ્પિડન્સ (Z_3)
ટ્રાન્સમિશન પેરામીટર્સ	$A = 1 + Z_1/Z_3, B = Z_1 + Z_2 + Z_1Z_2/Z_3, C = 1/Z_3, D = 1 + Z_2/Z_3$
ઇમ્પિડન્સ પેરામીટર્સ	$Z_{11} = Z_1 + Z_3, Z_{12} = Z_3, Z_{21} = Z_3, Z_{22} = Z_2 + Z_3$
ઇમેજ ઇમ્પિડન્સ	$Z_{0T} = \sqrt{Z_1Z_2 + Z_1Z_3 + Z_2Z_3}$
એપ્લિકેશન	મેચિંગ નેટવર્ક, ફિલ્ટર, એટેન્યુએટર
રૂપાંતરણ	π -નેટવર્કમાં રૂપાંતરિત કરી શકાય છે

મેમરી ટ્રીક

"T ની બે બાહુ આડી, એક પગ નીચે"

Question 3(a) [3 marks]

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

marks

Kirchhoff's law સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

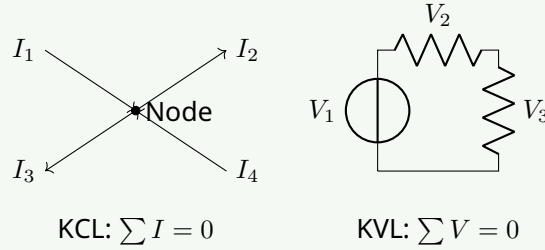
Kirchhoff's Current Law (KCL):

- નોડમાં પ્રવેશતા કરંટનો સરવાળો તે નોડમાંથી નીકળતા કરંટના સરવાળા બરાબર હોય છે
- કોઈપણ નોડ પર કરંટનો બીજગણિતીય સરવાળો શૂન્ય હોય છે
- $\sum I = 0$ (પ્રવેશતા કરંટ પોઝિટિવ, નીકળતા નેગેટિવ)

Kirchhoff's Voltage Law (KVL):

- કોઈપણ બંધ લૂપમાં વોલ્ટેજ ડ્રોપનો સરવાળો શૂન્ય થાય છે
- $\sum V = 0$ (વોલ્ટેજ વૃદ્ધિ પોઝિટિવ, ડ્રોપ નેગેટિવ)
- ઊર્જાના સંરક્ષણ પર આધારિત છે

આકૃતિ: Kirchhoff's Laws



આકૃતિ 9. Kirchhoff's Laws

મેમરી ટ્રીક

"કરંટ કન્વર્જ, વોલ્ટેજ વોયેજ ઈન અ લૂપ"

Question 3(b) [4 marks]

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

marks

Nodal analysis સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

આકૃતિ: નોડલ એનાલિસિસ કોન્સેપ્ટ

આકૃતિ 10. નોડલ એનાલિસિસ કોન્સેપ્ટ

કોષ્ટક: નોડલ એનાલિસિસ મેથડ

સ્ટેપ	વર્ણન
1. રેફરન્સ નોડ પસંદ કરો	સામાન્ય રીતે ગ્રાઉન્ડ (0V)
2. વોલ્ટેજ અસાઇન કરો	બાકીના નોડ વોલ્ટેજને લેબલ કરો (V_1, V_2 , વગેરે)
3. KCL લાગુ કરો	દરેક નોન-રેફરન્સ નોડ પર KCL સમીકરણ લખો
4. કરંટને એક્સપ્રેસ કરો	ઓહ્મના નિયમનો ઉપયોગ કરીને બ્રાન્ચ કરંટ એક્સપ્રેસ કરો
5. સમીકરણો ઉકેલો	સિમલ્ટેનિયસ ઇક્વેશન વડે નોડ વોલ્ટેજ શોધો

ઉદાહરણ: V_1 અને V_2 વોલ્ટેજવાળા નોડ્સ માટે:

- નોડ 1 પર KCL: $(V_1 - 0)/R_1 + (V_1 - V_2)/R_2 + I_1 = 0$
- નોડ 2 પર KCL: $(V_2 - V_1)/R_2 + (V_2 - 0)/R_3 + I_2 = 0$

મેમરી ટ્રીક

"નોડલ વોલ્ટેજ એનાલિસિસ માટે KCL જરૂરી છે"

Question 3(c) [7 marks]

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

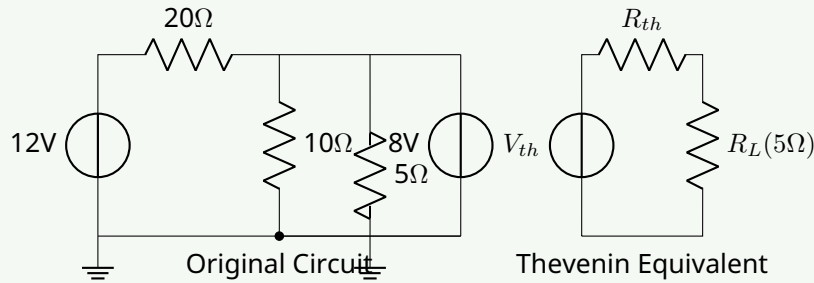
marks

Thevenin's theorem નો ઉપયોગ કરીને ઉપર દર્શાવેલ સર્કિટ માટે $5\ \Omega$ રેઝિસ્ટર માંથી પસાર થતો કરંટ શોધો.

જવાબ

જવાબ:

આકૃતિ: મૂળ સર્કિટ અને થેવેનિન ઇક્વિવેલન્ટ



આકૃતિ 11. થેવેનિન ઇક્વિવેલન્ટ

થેવેનિન ઇક્વિવેલન્ટ શોધવા માટેના સ્ટેપ્સ:

કોષ્ટક: થેવેનિનના સિદ્ધાંતની પ્રક્રિયા અને ગણતરીઓ

સ્ટેપ	પ્રક્રિયા	ગણતરી	પરિણામ
1. લોડ ($5\ \Omega$) દૂર કરો	ઓપન-સર્કિટ વોલ્ટેજ (V_{oc}) ગણો	$V_{oc} = V_{12} + (V_8 - V_{12}) \times \frac{20}{20+10}$	$V_{th} = 9.33V$
2. વોલ્ટેજ સોર્સને શોર્ટ કરો	ઇક્વિવેલન્ટ રેઝિસ્ટન્સ (R_{eq}) ગણો	$R_{eq} = 20\ \Omega 10\ \Omega$	$R_{th} = 6.67\ \Omega$
3. થેવેનિન ઇક્વિવેલન્ટ દોરો	V_{th} અને R_{th} ને લોડ સાથે સિરીઝમાં જોડો	-	-
4. લોડ કરંટ ગણો	$I = V_{th} / (R_{th} + R_L)$	$I = 9.33 / (6.67 + 5)$	$I = 0.8A$

મેમરી ટ્રીક

"થેવેનિન ટ્રાન્સફોર્મ: V_{oc} અને R_{eq} શોધી, પછી I ગણો"

Question 3(a) OR [3 marks]

પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

ગુણ

Maximum Power Transfer Theorem જણાવો અને સમજાવો.

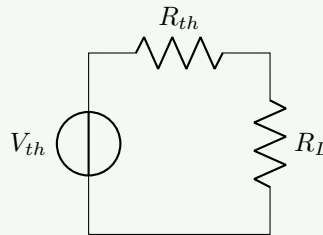
જવાબ

જવાબ:

Maximum Power Transfer Theorem:

- મહત્તમ પાવર સોર્સથી લોડમાં ત્યારે ટ્રાન્સફર થાય છે જ્યારે લોડ રેઝિસ્ટન્સ સોર્સના આંતરિક રેઝિસ્ટન્સ સમાન હોય ($R_L = R_{th}$)
- મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર પર માત્ર 50% કાર્યક્ષમતા પ્રાપ્ત થાય છે
- DC અને AC સર્કિટ બંને માટે લાગુ પડે છે (કોમ્પ્લેક્સ ઇમ્પિડન્સ સાથે)

આકૃતિ: મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર



આકૃતિ 12. મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર

ફોર્મ્યુલા: $P = \frac{V_{th}^2 \times R_L}{(R_{th} + R_L)^2}$

મેમરી ટ્રીક

"મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર માટે લોડને સોર્સ સાથે મેચ કરો"

Question 3(b) OR [4 marks]

પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

ગુણ

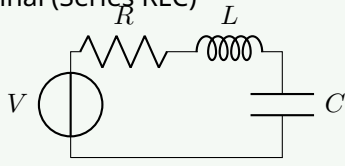
કોઈપણ સર્કિટનો ઉપયોગ કરીને ડ્યુઅલ નેટવર્ક દોરવાની પદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ

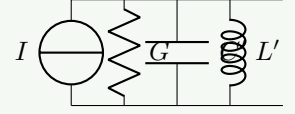
જવાબ:

આકૃતિ: મૂળ અને ડ્યુઅલ નેટવર્ક ઉદાહરણ

Original (Series RLC)



Dual (Parallel GCL)



આકૃતિ 13. ડ્યુઅલ નેટવર્ક

કોષ્ટક: ડ્યુઅલ નેટવર્ક રૂપાંતરણ નિયમો

મૂળ ઘટક	ડ્યુઅલ ઘટક	ઉદાહરણ
સિરીઝ કનેક્શન	પેરેલલ કનેક્શન	સિરીઝ R \rightarrow પેરેલલ C
પેરેલલ કનેક્શન	સિરીઝ કનેક્શન	પેરેલલ C \rightarrow સિરીઝ L
વોલ્ટેજ સોર્સ	કરંટ સોર્સ	V સોર્સ \rightarrow I સોર્સ
કરંટ સોર્સ	વોલ્ટેજ સોર્સ	I સોર્સ \rightarrow V સોર્સ
રેઝિસ્ટર (R)	કંડક્ટન્સ (1/R)	R \rightarrow G (1/R)
ઇન્ડક્ટર (L)	કેપેસિટર (1/L)	L \rightarrow C (1/L)
કેપેસિટર (C)	ઇન્ડક્ટર (1/C)	C \rightarrow L (1/C)

ડ્યુઅલિટી પ્રક્રિયા:

1. મેશ્સને નોડ્સ તરીકે અને નોડ્સને મેશ્સ તરીકે ઓળખો કરો
2. ઘટકોને તેમના ડ્યુઅલ સાથે બદલો
3. સિરીઝ અને પેરેલલ કનેક્શન્સને અદલાબદલી કરો

મેમરી ટ્રીક

"ડ્યુઅલિટી સ્વેપ્સ: સિરીઝપેરેલલ, VI, RG, LC"

Question 3(c) OR [7 marks]

પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

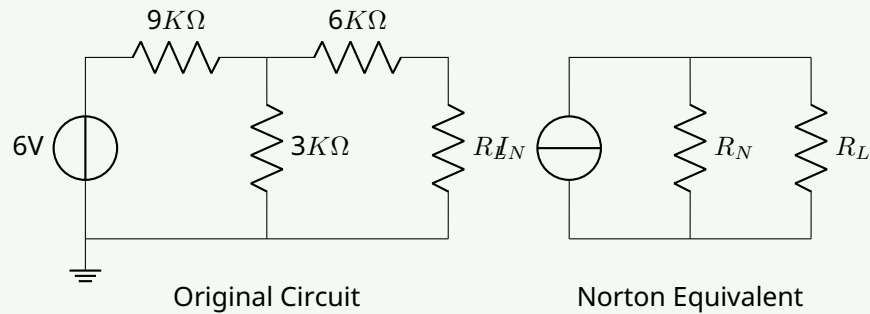
ગુણ

ઉપર આપેલ નેટવર્ક માટે નોર્ટનની ઇકવિવેલન્ટ સર્કિટ શોધો. લોડ કરંટ શોધો જો (i) $R_L = 3K\Omega$ (ii) $R_L = 1.5\Omega$

જવાબ

જવાબ:

આકૃતિ: મૂળ સર્કિટ અને નોર્ટન ઇકવિવેલન્ટ



આકૃતિ 14. નોર્ટન ઇકવિવેલન્ટ

કોષ્ટક: નોર્ટનના સિદ્ધાંતની પ્રક્રિયા અને ગણતરીઓ

સ્ટેપ	પ્રક્રિયા	ગણતરી	પરિણામ
1. શોર્ટ-સર્કિટ કરંટ (I_{sc}) ગણો	લોડ ટર્મિનલ્સને શોર્ટ કરો અને કરંટ શોધો	-	$I_n = 0.5mA$
2. નોર્ટન રેઝિસ્ટન્સ (R_n) ગણો	સોર્સને આંતરિક રેઝિસ્ટન્સ સાથે બદલો	-	$R_n = 3K\Omega$
3. નોર્ટન ઇક્વિવેલન્ટ દોરો	I_n અને R_n ને પેરેલલમાં જોડો	-	-
4. લોડ કરંટ ($R_L = 3K\Omega$) ગણો	$I = I_n \times R_n / (R_n + R_L)$	$I = 0.5mA \times 3K / (3K + 3K)$	$I = 0.25mA$
5. લોડ કરંટ ($R_L = 1.5\Omega$) ગણો	$I = I_n \times R_n / (R_n + R_L)$	$I = 0.5mA \times 3K / (3K + 1.5)$	$I = 0.33mA$

મેમરી ટ્રીક

"નોર્ટનને કરંટ સોર્સ બનાવવા I_{sc} અને R_{eq} જોઈએ"

Question 4(a) [3 marks]

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

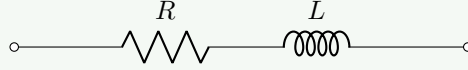
ગુણ

કોઇલ માટે ક્વોલિટી ફેક્ટર Q નું સમીકરણ મેળવો.

જવાબ

જવાબ:

આકૃતિ: કોઇલ ઇન્ડિવેલન્ટ સર્કિટ



આકૃતિ 15. કોઇલ ઇન્ડિવેલન્ટ સર્કિટ

કોઇલ માટે Q ફેક્ટરની ડેરિવેશન:

સ્ટેપ	અભિવ્યક્તિ	સમજૂતી
1. ઇમ્પિડન્સ	$Z = R + j\omega L$	કોઇલનું કોમ્પ્લેક્સ ઇમ્પિડન્સ
2. રિએક્ટિવ પાવર	$P_X = (\omega L)I^2$	ઇન્ડક્ટરમાં સંગ્રહિત પાવર
3. રીઅલ પાવર	$P_R = RI^2$	રેઝિસ્ટન્સમાં વેડફાતો પાવર
4. ક્વોલિટી ફેક્ટર	$Q = P_X / P_R$	સંગ્રહિત અને વેડફાતા પાવરનો રેશિયો
5. સબ્સ્ટિટ્યુશન	$Q = (\omega L)I^2 / RI^2$	અભિવ્યક્તિઓ સબ્સ્ટિટ્યુટ કરો
6. ફાઇનલ ઇક્વેશન	$Q = \omega L / R$	Q ફેક્ટર મેળવવા સરળ કરો

મેમરી ટ્રીક

"ક્વોલિટી કોઇલ્સ: $\omega L / R$ ઊર્જા બચાવવાની ક્ષમતા દર્શાવે છે"

Question 4(b) [4 marks]

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

ગુણ

શ્રેણી RLC સર્કિટમાં $R=50 \Omega$, $L=0.2 \text{ H}$ અને $C=10 \mu\text{F}$ છે. (i) Q પરિબળ, (ii) BW, (iii) અપર કટ ઓફ અને લોઅર કટ ઓફ ફ્રીક્વન્સીઝની ગણતરી કરો.

આકૃતિ 16. સિરીઝ RLC સર્કિટ

કોષ્ટક: સિરીઝ RLC સર્કિટ માટે ગણતરીઓ

પેરામીટર	ફોર્મ્યુલા	ગણતરી	પરિણામ
રેઝોનન્ટ ફ્રીક્વન્સી (f_r)	$f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$	$1/(2\pi\sqrt{0.2 \times 10 \times 10^{-6}})$	112.5 Hz
ક્વોલિટી ફેક્ટર (Q)	$Q = (1/R)\sqrt{L/C}$	$(1/50)\sqrt{0.2/10 \times 10^{-6}}$	28.28
બેન્ડવિડ્થ (BW)	$BW = f_r/Q$	$112.5/28.28$	3.98 Hz
લોઅર કટઓફ (f_1)	$f_1 = f_r - BW/2$	$112.5 - 3.98/2$	110.51 Hz
અપર કટઓફ (f_2)	$f_2 = f_r + BW/2$	$112.5 + 3.98/2$	114.49 Hz

મેમરી ટ્રીક

"Q કટઓફ ફ્રીક્વન્સી માટે BW નિર્ધારિત કરે છે"

Question 4(c) [7 marks]

પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

ગુણ

મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સના કો-એફીસીએન્ટ સાથે મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ સમજાવો. K નું સમીકરણ પણ મેળવો.

મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ (M):

- જ્યારે એક કોઇલમાં કરંટ નજીકની કોઇલમાં વોલ્ટેજ પ્રેરિત કરે છે
- કોઇલ્સ વચ્ચેની કપલિંગ તેમની સ્થિતિ, ઓરિયેન્ટેશન અને માધ્યમ પર નિર્ભર કરે છે
- મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ M હેનરી (H)માં

કોષ્ટક: મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ સમીકરણો

પેરામીટર	ફોર્મ્યુલા	વર્ણન
પ્રેરિત વોલ્ટેજ	$v_2 = M(di_1/dt)$	કોઇલ 1માં કરંટને લીધે કોઇલ 2માં પ્રેરિત વોલ્ટેજ
મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ	$M = k\sqrt{L_1L_2}$	સેલ્ફ-ઇન્ડક્ટન્સ સાથે સંબંધિત મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ
કપલિંગ કોઇફિશિયન્ટ (k)	$k = M/\sqrt{L_1L_2}$	કોઇલ્સ વચ્ચેની કપલિંગનું માપ ($0 \leq k \leq 1$)
કુલ ઇન્ડક્ટન્સ	$L_t = L_1 + L_2 \pm 2M$	કુલ ઇન્ડક્ટન્સ કપલિંગની દિશા પર નિર્ભર

કપલિંગ કોઇફિશિયન્ટ (k)ની ડેરિવેશન:

- $M = k\sqrt{L_1L_2}$ માંથી
- ફરી ગોઠવતા: $k = M/\sqrt{L_1L_2}$
- $k = 1$ પરફેક્ટ કપલિંગ માટે
- $k = 0$ નો કપલિંગ માટે
- વાસ્તવિક સર્કિટ માટે સામાન્ય રીતે 0.1 થી 0.9

મેમરી ટ્રીક

"M મેગ્નેટિક લિંકેજ માપે, k કપલિંગની ક્વોલિટી દર્શાવે"

Question 4(a) OR [3 marks]

પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

ગુણ

કપલ સર્કિટ માટે કપ્લીંગના પ્રકારો સમજાવો.

જવાબ

જવાબ:

આકૃતિ: કપલિંગના પ્રકારો

આકૃતિ 18. કપલિંગના પ્રકારો

કોષ્ટક: કપલિંગના પ્રકારો

કપલિંગનો પ્રકાર	લક્ષણો	એપ્લિકેશન
ટાઇટ કપલિંગ	$k > 0.5$, ઉચ્ચ ઊર્જા ટ્રાન્સફર	ટ્રાન્સફોર્મર
લૂઝ કપલિંગ	$k < 0.5$, સિલેક્ટિવ ફીક્વન્સી રિસ્પોન્સ	RF ટ્યુનિંગ સર્કિટ
ક્રિટિકલ કપલિંગ	k ઓપ્ટિમલ બેન્ડવિડ્થ માટે એડજસ્ટ કરેલું	RF ફિલ્ટર
ડાયરેક્ટ કપલિંગ	ઘટકો સીધા જોડાયેલા	ઓડિયો એમ્પ્લિફાયર
ઇન્ડક્ટિવ કપલિંગ	મેગ્નેટિક ફિલ્ડ ઊર્જા ટ્રાન્સફર કરે છે	ટ્રાન્સફોર્મર, વાયરલેસ ચાર્જિંગ
કેપેસિટિવ કપલિંગ	ઇલેક્ટ્રિક ફિલ્ડ ઊર્જા ટ્રાન્સફર કરે છે	સ્ટેજ વચ્ચે સિગ્નલ કપલિંગ

મેમરી ટ્રીક

"TCLIC: ટાઇટ, લૂઝ, ક્રિટિકલ, ડાયરેક્ટ, ઇન્ડક્ટિવ, કેપેસિટિવ"

Question 4(b) OR [4 marks]

પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

ગુણ

ગુણવત્તા પરિબળ $Q = 100$, રેઝોનન્ટ ફ્રીક્વન્સી $F_r = 50 \text{ KHz}$ સાથે 10 mH નું ઇન્ડક્ટન્સ ધરાવતું સમાંતર રેઝોનન્ટ સર્કિટ. શોધો (i) જરૂરી કેપેસિટન્સ C , (ii) કોઇલનો પ્રતિકાર R , (iii) BW .

આકૃતિ 19. પેરેલલ રેઝોનન્ટ સર્કિટ

કોષ્ટક: પેરેલલ રેઝોનન્ટ સર્કિટ માટે ગણતરીઓ

પેરામીટર	ફોર્મ્યુલા	ગણતરી	પરિણામ
રેઝોનન્ટ ફ્રીક્વન્સી	$f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$	$50 \text{ kHz} = 1/(2\pi\sqrt{10 \times 10^{-3} \times C})$	-
કેપેસિટન્સ (C)	$C = 1/(4\pi^2 f_r^2 L)$	$C = 1/(4\pi^2 \times (50 \times 10^3)^2 \times 10 \times 10^{-3})$	$C = 1.01 \text{ nF}$
રેઝિસ્ટન્સ (R)	$Q = \omega L/R$	$100 = 2\pi \times 50 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-3}/R$	$R = 31.4 \Omega$
બેન્ડવિડ્થ (BW)	$BW = f_r/Q$	$BW = 50 \times 10^3/100$	$BW = 500 \text{ Hz}$

મેમરી ટ્રીક

"પેરેલલ રેઝોનન્સ પેરામીટર્સ: C fr માંથી, R Q માંથી, BW fr/ Q માંથી"

Question 4(c) OR [7 marks]

પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

ગુણ

સીરીઝ RLC સર્કિટની Band width અને Selectivity સમજાવો. શ્રેણી રેઝોનન્સ સર્કિટ માટે Q પરિબળ અને BW વચ્ચેનો સંબંધ પણ સ્થાપિત કરો.