

ઇલેક્ટ્રોનિક સર્કિટ અને નેટવર્ક્સ (4331101) - ઉનાળુ 2025 ઉકેલ

Milav Dabgar

May 9, 2025

પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણ]

નીચેના શબ્દો વ્યાખ્યાયિત કરો. (i) એક્ટીવ એલિમેન્ટ્સ (ii) બાયલેટરલ એલિમેન્ટ્સ (iii) લિનિયર એલિમેન્ટ્સ

જવાબ

શબ્દ	વ્યાખ્યા
એક્ટીવ એલિમેન્ટ્સ	એલેક્ટ્રોનિક ઘટકો જે સર્કિટમાં ઊર્જા અથવા પાવર આપી શકે છે (જેમ કે બેટરી, જનરેટર, ઓપ-એમ્પ)
બાયલેટરલ એલિમેન્ટ્સ	ઘટકો જે બંને દિશામાં સમાન લાક્ષણિકતાઓ સાથે કરંટને સરખી રીતે વહેવા દે છે (જેમ કે રેસિસ્ટર, કેપેસિટર, ઇન્ડક્ટર)
લિનિયર એલિમેન્ટ્સ	ઘટકો જેમનો કરંટ-વોલ્ટેજ સંબંધ સીધી લાઇનનું અનુસરણ કરે છે અને સુપરપોઝિશનના સિદ્ધાંતનું પાલન કરે છે (જેમ કે ઓહ્મના નિયમનું અનુસરણ કરતા રેસિસ્ટર)

મેમરી ટ્રીક

"ABL: Active powers Batteries, Bilateral flows Both ways, Linear stays Lawful"

પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

10 μ F, 20 μ F અને 30 μ F ના કેપેસિટર શ્રેણીમાં જોડાયેલા છે અને 200V DCનો પુરવઠો આપવામાં આવે છે. દરેક કેપેસિટરમાં વોલ્ટેજ શોધો.

જવાબ

શ્રેણીમાં જોડાયેલા કેપેસિટર માટે:

1. સમતુલ્ય કેપેસિટન્સ શોધો: $1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$

2. વોલ્ટેજ વિભાજન: $V_C = (C_{eq}/C_x) \times V$

ગણતરી: $1/C_{eq} = 1/10 + 1/20 + 1/30 = 0.1 + 0.05 + 0.033 = 0.183$ $C_{eq} = 5.46\mu F$

કેપેસિટર	સૂત્ર	ગણતરી	વોલ્ટેજ
$C_1 = 10\mu F$	$V_1 = (C_{eq}/C_1) \times V$	$(5.46/10) \times 200 = 109.2V$	109.2V
$C_2 = 20\mu F$	$V_2 = (C_{eq}/C_2) \times V$	$(5.46/20) \times 200 = 54.6V$	54.6V
$C_3 = 30\mu F$	$V_3 = (C_{eq}/C_3) \times V$	$(5.46/30) \times 200 = 36.4V$	36.4V

મેમરી ટ્રીક

"નાના કેપેસિટરમાં મોટો વોલ્ટેજ મળે"

પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]

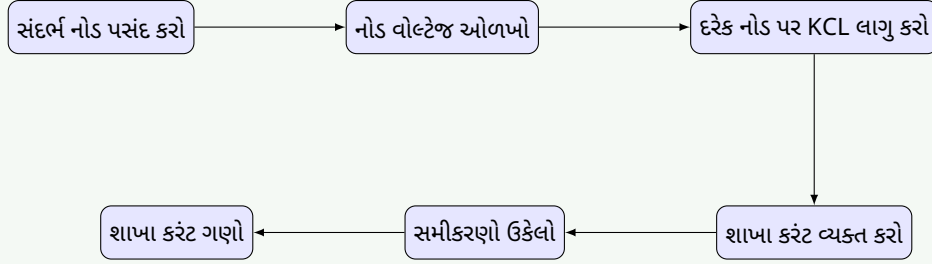
ગ્રાફ થિયરી માટે નોડ પેર વોલ્ટેજ પદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ

નોડ પેર વોલ્ટેજ પદ્ધતિ એ ઇલેક્ટ્રિકલ નેટવર્ક્સનું વિશ્લેષણ કરવા માટેની પદ્ધતિસરની પદ્ધતિ છે.

પ્રક્રિયા:

1. સંદર્ભ નોડ પસંદ કરો (ગ્રાઉન્ડ)
2. નોડ વોલ્ટેજને ઓળખો (N નોડ માટે N-1 અજ્ઞાત)
3. દરેક બિન-સંદર્ભ નોડ પર KCL લાગુ કરો
4. નોડ વોલ્ટેજના સંદર્ભમાં શાખા કરંટ વ્યક્ત કરો
5. નોડ વોલ્ટેજ માટે સમીકરણોનો ઉકેલ કરો



આકૃતિ 1. નોડ પેર વોલ્ટેજ પદ્ધતિ

મુખ્ય ફાયદા:

- ઓછા સમીકરણો: n નોડ માટે ફક્ત (n-1) સમીકરણો
- કમ્પ્યુટેશનલ કાર્યક્ષમતા: સિસ્ટમની જટિલતા ઘટાડે છે
- સીધા વોલ્ટેજ ઉકેલ: સીધા નોડ વોલ્ટેજ પ્રદાન કરે છે
- પદ્ધતિસરની અભિગમ: કોઈપણ નેટવર્ક ટોપોલોજી માટે કામ કરે છે

મેમરી ટ્રીક

"GARCS: Ground, Assign voltages, Relate with KCL, Calculate currents, Solve equations"

પ્રશ્ન 1(c) OR [7 ગુણ]

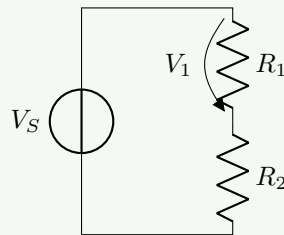
જરૂરી સમીકરણો સાથે વોલ્ટેજ વિભાજન પદ્ધતિ સમજાવો.

જવાબ

વોલ્ટેજ વિભાજન એ શ્રેણી ઘટકોમાં વોલ્ટેજ કેવી રીતે વિતરિત થાય છે તે ગણવાની એક પદ્ધતિ છે.

સિદ્ધાંત: શ્રેણી સર્કિટમાં, વોલ્ટેજ ઘટક પ્રતિરોધ/ઇમ્પીડન્સના પ્રમાણમાં વિભાજિત થાય છે.

સૂત્ર: કુલ પ્રતિરોધ R_T સાથે શ્રેણી સર્કિટમાં એક પ્રતિરોધ R_1 માટે: $V_1 = (R_1/R_T) \times V_S$



આકૃતિ 2. વોલ્ટેજ ડિવાઈડર સર્કિટ

ગાણિતિક સમજૂતી:

- પ્રતિરોધક માટે: $V_1 = (R_1/R_T) \times V_S$
- કેપેસિટર માટે: $V_1 = (1/C_1)/(1/C_T) \times V_S = (C_T/C_1) \times V_S$
- ઇન્ડક્ટર માટે: $V_1 = (L_1/L_T) \times V_S$
- જટિલ ઇમ્પીડન્સ માટે: $V_1 = (Z_1/Z_T) \times V_S$

ઉદાહરણો:

- 5V સ્ત્રોત સાથે $4k\Omega$ ની શ્રેણીમાં $1k\Omega$ પ્રતિરોધક પર વોલ્ટેજ = $(1/5) \times 5V = 1V$
- 10V સ્ત્રોત સાથે $40\mu F$ ની શ્રેણીમાં $10\mu F$ કેપેસિટર પર વોલ્ટેજ = $(1/10)/(1/8) \times 10V = 8V$

મેમરી ટ્રીક

“જેટલો મોટો પ્રતિરોધ, તેટલો મોટો વોલ્ટેજ ડ્રોપ”

પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

દુ પોર્ટ નેટવર્કના ઓપન સર્કિટ ઇમ્પીડેન્સ પેરામીટર્સ લખો.

જવાબ

ઓપન સર્કિટ ઇમ્પીડેન્સ પેરામીટર્સ:

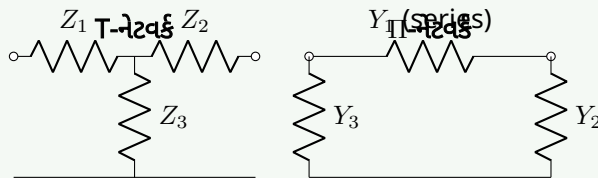
પેરામીટર	સમીકરણ	ભૌતિક અર્થ
Z_{11}	$Z_{11} = V_1/I_1$ (જ્યારે $I_2 = 0$)	આઉટપુટ ઓપન-સર્કિટેડ હોય ત્યારે ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ
Z_{12}	$Z_{12} = V_1/I_2$ (જ્યારે $I_1 = 0$)	પોર્ટ 2 થી પોર્ટ 1 સુધી ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ
Z_{21}	$Z_{21} = V_2/I_1$ (જ્યારે $I_2 = 0$)	પોર્ટ 1 થી પોર્ટ 2 સુધી ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ
Z_{22}	$Z_{22} = V_2/I_2$ (જ્યારે $I_1 = 0$)	ઇનપુટ ઓપન-સર્કિટેડ હોય ત્યારે આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ

પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

ટી-ટાઈપ નેટવર્કમાંથી II-પ્રકાર નેટવર્કમાં રૂપાંતરણ મેળવો.

જવાબ

T થી II નેટવર્ક રૂપાંતરણ:



આકૃતિ 3. T અને II નેટવર્ક રૂપાંતરણ

રૂપાંતરણ સમીકરણો:

II-પેરામીટર	સૂત્ર	T-પેરામીટર્સ પર આધારિત
$Y_1 = 1/Z_{\pi 1}$	$Y_1 = Z_2/(Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1)$	Z_1 ના સમકક્ષનું વ્યસ્ત
$Y_2 = 1/Z_{\pi 2}$	$Y_2 = Z_1/(Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1)$	Z_2 ના સમકક્ષનું વ્યસ્ત
$Y_3 = 1/Z_{\pi 3}$	$Y_3 = Z_3/(Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1)$	Z_3 ના સમકક્ષનું વ્યસ્ત

ડેરિવેશન સ્ટેપ્સ:

- ડિટર્મિનન્ટ $\Delta = Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1$ વ્યાખ્યાયિત કરો

2. નેટવર્ક થિયરી વાપરીને $Y_1 = Z_2/\Delta$ તારવો
3. તે જ રીતે, $Y_2 = Z_1/\Delta$ અને $Y_3 = Z_3/\Delta$

મેમરી ટ્રીક

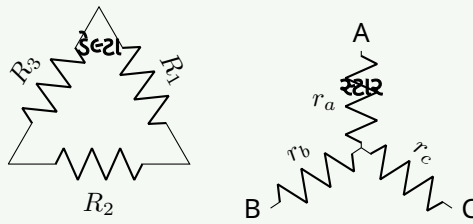
"Delta Divides: Y1 gets Z2, Y2 gets Z1, Y3 gets Z3"

પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

ડેલ્ટામાં 1, 1 અને 1 ઓહ્મના ત્રણ રેસીસ્ટર જોડાયેલા છે. સમકક્ષ સ્ટાર નેટવર્ક શોધો.

જવાબ

ડેલ્ટા થી સ્ટાર રૂપાંતરણ:



આકૃતિ 4. ડેલ્ટા થી સ્ટાર રૂપાંતરણ

રૂપાંતરણ સૂત્રો:

- $r_a = (R_1 \times R_3)/(R_1 + R_2 + R_3)$
- $r_b = (R_1 \times R_2)/(R_1 + R_2 + R_3)$
- $r_c = (R_2 \times R_3)/(R_1 + R_2 + R_3)$

ગણતરી: આપેલું: $R_1 = R_2 = R_3 = 1\Omega$ પ્રતિરોધનો સરવાળો: $R_1 + R_2 + R_3 = 3\Omega$

સ્ટાર પ્રતિરોધક	સૂત્ર	ગણતરી	પરિણામ
r_a	$(R_1 \times R_3)/\Sigma R$	$(1 \times 1)/3$	0.333Ω
r_b	$(R_1 \times R_2)/\Sigma R$	$(1 \times 1)/3$	0.333Ω
r_c	$(R_2 \times R_3)/\Sigma R$	$(1 \times 1)/3$	0.333Ω

મેમરી ટ્રીક

"પ્રોડક્ટ ઓવર સમ: દરેક સ્ટાર આર્મને પ્રોડક્ટ ઓફ ડેલ્ટા સાઈડ્સ ભાગ્યા સરવાળો મળે છે"

પ્રશ્ન 2(a) OR [3 ગુણ]

વ્યાખ્યાયિત કરો. (i) ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ (ii) ઇમેજ ઇમ્પીડન્સ (iii) ડ્રાઇવિંગ પોઈન્ટ ઇમ્પીડન્સ

જવાબ

શબ્દ	વ્યાખ્યા
ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ	એક પોર્ટ પર આઉટપુટ વોલ્ટેજનો બીજા પોર્ટ પર ઇનપુટ કરંટના ગુણોત્તર જ્યારે અન્ય બધા પોર્ટ ઓપન-સર્કિટેડ હોય ($Z_{21} = V_2/I_1$ જ્યારે $I_2 = 0$)
ઇમેજ ઇમ્પીડન્સ	જ્યારે આઉટપુટ પોર્ટ તેના પોતાના ઇમેજ ઇમ્પીડન્સ સાથે ટર્મિનેટ કરવામાં આવે ત્યારે પોર્ટ પર ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ, જે તમામ પોઇન્ટ્સ પર સમાન ઇમ્પીડન્સ સાથે અનંત ચેઇન બનાવે છે
ડ્રાઇવિંગ પોઇન્ટ ઇમ્પીડન્સ	જ્યારે નિર્દિષ્ટ પોર્ટ અથવા ટર્મિનલ જોડીમાં જોતા હોઈએ ત્યારે દેખાતી ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ ($Z_{11} = V_1/I_1$ પોર્ટ 1 માટે)

મેમરી ટ્રીક

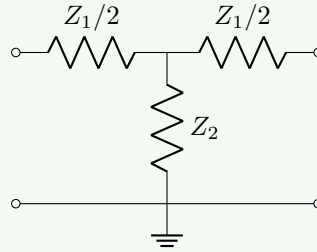
"TID: Transfer relates ports, Image creates reflections, Driving point looks inward"

પ્રશ્ન 2(b) OR [4 ગુણ]

સ્ટાન્ડર્ડ 'T' નેટવર્ક માટે કેરેક્ટરીસ્ટીક ઇમ્પીડન્સ Z માટે સમીકરણ મેળવો.

જવાબ

'T' નેટવર્કની કેરેક્ટરીસ્ટીક ઇમ્પીડન્સ:



આકૃતિ 5. સિમેટ્રિકલ T-નેટવર્ક

ડેરિવેશન: સિમેટ્રિકલ T-નેટવર્ક માટે સીરીઝ ઇમ્પીડન્સ Z_1 (દરેક બાજુ પર $Z_1/2$ તરીકે વિભાજિત) અને શંટ ઇમ્પીડન્સ Z_2 સાથે: $Z_0 = \sqrt{Z_1 Z_2 + Z_1^2/4}$

સ્ટેપ્સ:

1. T-નેટવર્ક માટે ABCD પેરામીટર્સ:
 - $A = 1 + Z_1/2Z_2$
 - $B = Z_1 + Z_1^2/4Z_2$
 - $C = 1/Z_2$
 - $D = 1 + Z_1/2Z_2$
2. ટ્રાન્સમિશન લાઇન થિયરી માંથી, $Z_0 = \sqrt{B/C}$
3. સબસ્ટિટ્યુટિંગ: $Z_0 = \sqrt{(Z_1 + Z_1^2/4Z_2)/(1/Z_2)}$
4. સરળીકરણ: $Z_0 = \sqrt{Z_1 Z_2 + Z_1^2/4}$

મેમરી ટ્રીક

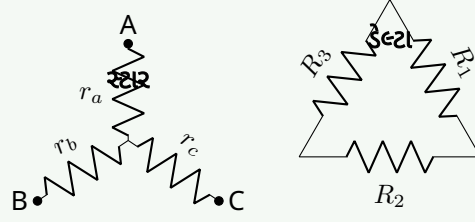
"Z-પ્રોડક્ટ પ્લસ ક્વાર્ટર-સ્કવેરનું વર્ગમૂળ"

પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]

6, 15 અને 10 ઓહ્મના ત્રણ રેસીસ્ટર સ્ટાર માં જોડાયેલા છે. સમકક્ષ ડેલ્ટા નેટવર્ક શોધો.

જવાબ

સ્ટાર થી ડેલ્ટા રૂપાંતરણ:



આકૃતિ 6. સ્ટાર થી ડેલ્ટા રૂપાંતરણ

રૂપાંતરણ સૂત્રો:

- $R_1 = (r_a r_b + r_b r_c + r_c r_a) / r_a$
- $R_2 = (r_a r_b + r_b r_c + r_c r_a) / r_b$
- $R_3 = (r_a r_b + r_b r_c + r_c r_a) / r_c$

ગણતરી: આપેલું: $r_a = 6\Omega$, $r_b = 15\Omega$, $r_c = 10\Omega$ પ્રોડક્ટનો સરવાળો $= (6 \times 15) + (15 \times 10) + (10 \times 6) = 90 + 150 + 60 = 300$

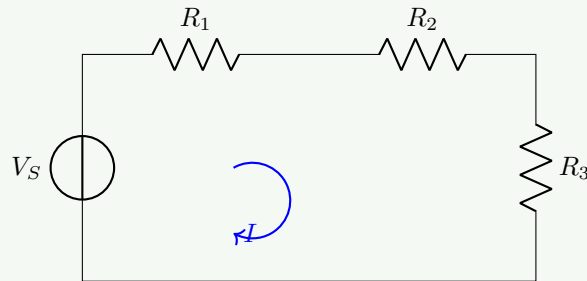
ડેલ્ટા પ્રતિરોધક	સૂત્ર	ગણતરી	પરિણામ
R_1	Sum of Products/ r_a	$300/6$	50Ω
R_2	Sum of Products/ r_b	$300/15$	20Ω
R_3	Sum of Products/ r_c	$300/10$	30Ω

પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

KVL નો ઉપયોગ કરીને લૂપ કરંટની ગણતરી કરવા માટે સર્કિટ (R_1 , R_2 અને R_3 dc સપ્લાય સાથે શ્રેણીમાં જોડાયેલા) નું વિશ્લેષણ કરો

જવાબ

શ્રેણી સર્કિટ માટે KVL:



આકૃતિ 7. KVL માટે શ્રેણી સર્કિટ

KVL સમીકરણ: $V_S - IR_1 - IR_2 - IR_3 = 0$

લૂપ કરંટ: $I = V_S / (R_1 + R_2 + R_3)$

સ્ટેપ્સ:

1. લૂપમાં બધા ઘટકોને ઓળખો: V_S , R_1 , R_2 , R_3
2. KVL લાગુ કરો: વોલ્ટેજ વૃદ્ધિનો સરવાળો = વોલ્ટેજ ડ્રોપનો સરવાળો
3. I માટે ઉકેલ: $I = V_S / R_{eq}$ જ્યાં $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$

મેમરી ટ્રીક

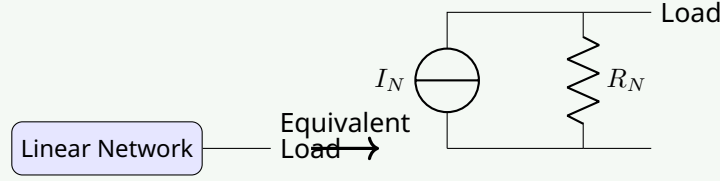
"KVL: કિરચોફનો વોલ્ટેજ લૂપ કુલ પ્રતિરોધની જરૂર પડે છે"

પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

નોર્ટનનું થીયરમ લખો.

જવાબ

નોર્ટનનું થીયરમ: વોલ્ટેજ સ્ત્રોત, કરંટ સ્ત્રોત અને પ્રતિરોધ વાળા કોઈપણ લિનિયર ઇલેક્ટ્રિકલ નેટવર્કને I_N કરંટ સ્ત્રોત અને R_N પ્રતિરોધ સમાંતર જોડાયેલા સમકક્ષ સર્કિટ દ્વારા બદલી શકાય છે.



આકૃતિ 8. નોર્ટન સમકક્ષ સર્કિટ

નોર્ટન સમકક્ષ કેવી રીતે શોધવું:

1. નોર્ટન કરંટ (I_N): લોડ ટર્મિનલ્સ વચ્ચે શોર્ટ-સર્કિટ કરંટ
2. નોર્ટન રેસિસ્ટન્સ (R_N): બધા સ્ત્રોતોને તેમના આંતરિક પ્રતિરોધ સાથે બદલીને ટર્મિનલ્સથી જોતા ઈનપુટ રેસિસ્ટન્સ

મેમરી ટ્રીક

"SCIP: Short-Circuit current In Parallel with equivalent resistance"

પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

સુપરપોઝિશન પ્રમેયનો ઉપયોગ કરીને ckt ની કોઈપણ શાખામાં કરંટની ગણતરી કરવાનાં પગલાં સમજાવો

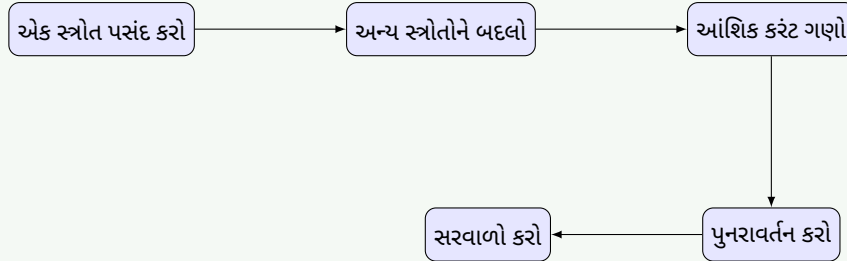
જવાબ

સુપરપોઝિશન થીયરમનો ઉપયોગ:

સિદ્ધાંત: એક લિનિયર સર્કિટમાં બહુવિધ સ્ત્રોત સાથે, કોઈપણ તત્ત્વમાં પ્રતિભાવ દરેક સ્ત્રોત એકલા કાર્ય કરતા હોય ત્યારે થતા પ્રતિભાવોના સરવાળા બરાબર હોય છે.

સ્ટેપ્સ:

1. એક સમયે એક જ સ્ત્રોત ધ્યાનમાં લો
2. અન્ય વોલ્ટેજ સ્ત્રોતને શોર્ટ સર્કિટ સાથે બદલો
3. અન્ય કરંટ સ્ત્રોતને ઓપન સર્કિટ સાથે બદલો
4. દરેક સ્ત્રોત માટે આંશિક કરંટની ગણતરી કરો
5. તમામ આંશિક કરંટને (બીજગણિતીય રીતે) એકસાથે ઉમેરો



આકૃતિ 9. સુપરપોઝિશન પ્રક્રિયા

ગાણિતિક અભિવ્યક્તિ: $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$ જ્યાં I_1, I_2, \dots વગેરે વ્યક્તિગત સ્ત્રોતોના કારણે આંશિક કરંટ છે

ઉદાહરણ ગણતરી: કરંટ યોગદાન સાથે શાખા માટે: $I_1 = 2A$ (સ્ત્રોત 1 થી), $I_2 = -1A$ (સ્ત્રોત 2 થી), $I_3 = 0.5A$ (સ્ત્રોત 3 થી) કુલ કરંટ = $2A + (-1A) + 0.5A = 1.5A$

મેમરી ટ્રીક

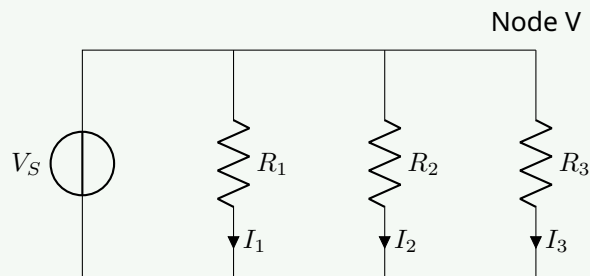
“OSACI: One Source Active, Calculate and Integrate”

પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

KCL નો ઉપયોગ કરીને નોડ વોલ્ટેજની ગણતરી કરવા માટે સર્કિટ (R_1 , R_2 અને R_3 ડીસી સપ્લાય સાથે સમાંતર જોડાયેલ) નું વિશ્લેષણ કરો

જવાબ

સમાંતર સર્કિટ માટે KCL:



આકૃતિ 10. KCL માટે સમાંતર સર્કિટ

KCL સમીકરણ: $I_1 + I_2 + I_3 = I_{total}$ (જો કરંટ સ્ત્રોત હોય) નોડ વોલ્ટેજ $V = V_S$ (કારણ કે સમાંતર ઘટકોમાં સમાન વોલ્ટેજ હોય છે).

સ્ટેપ્સ:

1. નોડ વોલ્ટેજ V ને ઓળખો
2. શાખા કરંટને વ્યક્ત કરો: $I_1 = V/R_1$, $I_2 = V/R_2$, $I_3 = V/R_3$
3. KCL લાગુ કરો. (જો વોલ્ટેજ સ્ત્રોત સીધો જોડાયેલ હોય તો V જાણીતું છે)

મેમરી ટ્રીક

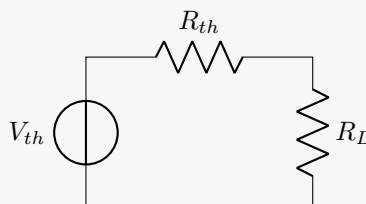
“KCL: કિરચોફનો કરંટ નિયમ સમાંતર વોલ્ટેજ સ્ત્રોત જેટલો જ બતાવે છે”

પ્રશ્ન 3(b) OR [4 ગુણ]

મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર થીયરમ લખો.

જવાબ

મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર થીયરમ: આંતરિક પ્રતિરોધ ધરાવતા સ્ત્રોત માટે, જ્યારે લોડ પ્રતિરોધ સ્ત્રોતના આંતરિક પ્રતિરોધ બરાબર હોય ત્યારે લોડમાં મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર થાય છે.



આકૃતિ 11. મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર સર્કિટ

ગાણિતિક અભિવ્યક્તિ:

- મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર થાય ત્યારે $R_L = R_{source}$ (અથવા R_{th})
- મહત્તમ પાવર: $P_{max} = V_{th}^2 / (4R_{th})$

મુખ્ય મુદ્દાઓ:

- કાર્યક્ષમતા: મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર પર માત્ર 50%
- AC સર્કિટ્સ: લોડ ઇમ્પીડન્સ સ્ત્રોત ઇમ્પીડન્સનો કોમ્પ્લેક્સ કોન્જુગેટ હોવો જોઈએ ($Z_L = Z_S^*$)
- ઉપયોગો: સિગ્નલ ટ્રાન્સમિશન, ઓડિયો સિસ્ટમ્સ

મેમરી ટ્રીક

"MEET: Maximum Efficiency Equals when Thevenin-matched"

પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]

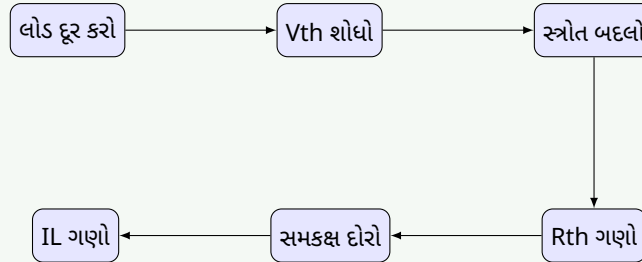
થેવેનિનના પ્રમેયનો ઉપયોગ કરીને ckt માં V_{th} , R_{th} અને લોડ કરંટની ગણતરી કરવાનાં પગલાં સમજાવો.

જવાબ**થેવેનિનના થીયરમનો ઉપયોગ:**

સિદ્ધાંત: વોલ્ટેજ અને કરંટ સ્ત્રોત ધરાવતા કોઈપણ લિનિયર ઇલેક્ટ્રિકલ નેટવર્કને એક સિંગલ વોલ્ટેજ સ્ત્રોત V_{th} અને શ્રેણી પ્રતિરોધ R_{th} વાળા સમકક્ષ સર્કિટ દ્વારા બદલી શકાય છે.

સ્ટેપ્સ:

1. સર્કિટમાંથી લોડ પ્રતિરોધ દૂર કરો
2. લોડ ટર્મિનલ્સ વચ્ચે ઓપન-સર્કિટ વોલ્ટેજ (V_{th}) ની ગણતરી કરો
3. બધા સ્ત્રોતોને તેમના આંતરિક પ્રતિરોધ સાથે બદલો (વોલ્ટેજ સ્ત્રોત શોર્ટ, કરંટ સ્ત્રોત ઓપન)
4. લોડ ટર્મિનલ્સથી જોતા સમકક્ષ પ્રતિરોધ (R_{th}) ની ગણતરી કરો
5. V_{th} અને R_{th} સાથે થેવેનિન સમકક્ષ સર્કિટ દોરો
6. લોડને ફરીથી જોડો અને લોડ કરંટની ગણતરી કરો: $I_L = V_{th} / (R_{th} + R_L)$



આકૃતિ 12. થેવેનિન પ્રક્રિયા

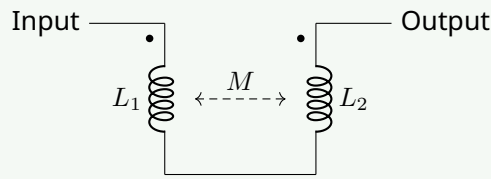
ઉદાહરણ ગણતરી:

- જો $V_{th} = 12V$, $R_{th} = 3\Omega$, $R_L = 6\Omega$
- પછી $I_L = 12V / (3\Omega + 6\Omega) = 1.33A$

પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણ]

કપલ્ડ સર્કિટ દોરો. L1, L2 અને M માર્ક કરો.

જવાબ**કપલ્ડ સર્કિટ ડાયાગ્રામ:**



આકૃતિ 13. મેગ્નેટિકલી કપલ્ડ સર્કિટ

ઘટકો:

- L_1 : કોઇલ 1 નું સેલ્ફ-ઇન્ડક્ટન્સ
- L_2 : કોઇલ 2 નું સેલ્ફ-ઇન્ડક્ટન્સ
- M : કોઇલ્સ વચ્ચે મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ
- ડોટ્સ પ્રેરિત વોલ્ટેજની પોલેરિટી સૂચવે છે

મેમરી ટ્રીક

"M-Link: Mutual inductance links two coils together"

પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણ]

કોએફિશિયન્ટ ઓફ કપલિંગ વ્યાખ્યાયિત કરો. K , M , L_1 , L_2 વચ્ચેનો સંબંધ જણાવો.

જવાબ

કોએફિશિયન્ટ ઓફ કપલિંગ (K): એક કોઇલ દ્વારા ઉત્પાદિત મેગ્નેટિક ફ્લક્સનો અંશ જે બીજી કોઇલ સાથે જોડાય છે. તે બે કોઇલ વચ્ચેના મેગ્નેટિક કપલિંગની હદ દર્શાવે છે.

સંબંધ: $M = K\sqrt{L_1 L_2}$ અથવા $K = M/\sqrt{L_1 L_2}$

મુખ્ય ગુણધર્મો:

- રેન્જ: $0 \leq K \leq 1$
- $K = 1$: પરફેક્ટલી કપલ્ડ (માળખું)
- $K = 0$: નો કપલિંગ (મેગ્નેટિકલી આઇસોલેટેડ)
- $K < 0.5$: લૂઝલી કપલ્ડ

મેમરી ટ્રીક

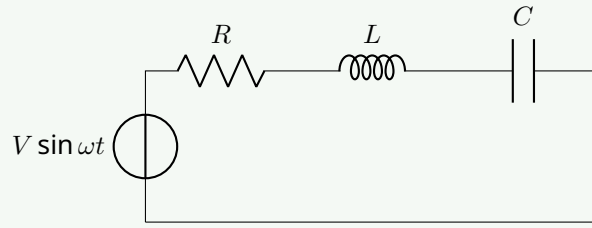
"K defines the Link: Ratio of Mutual to Geometric Mean of Selfs"

પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

શ્રેણી રેઝોનન્સ સર્કિટની રેઝોનન્ટ ફ્રીક્વન્સી માટે સમીકરણ મેળવો. એક શ્રેણી RLC સર્કિટમાં $R=10 \text{ ohm}$, $L=0.1\text{H}$ અને $C=10\mu\text{F}$ છે. રેઝોનન્ટ ફ્રીક્વન્સીની ગણતરી કરો.

જવાબ

શ્રેણી રેઝોનન્સ ડેરિવેશન:



આકૃતિ 14. શ્રેણી RLC સર્કિટ

રેઝોનન્સ માટે શરત: જ્યારે ઇન્ડક્ટિવ રિએક્ટન્સ કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ બરાબર થાય છે ($X_L = X_C$) ત્યારે રેઝોનન્સ થાય છે, જેનાથી સર્કિટ માત્ર રેઝિસ્ટિવ બને છે.

ડેરિવેશન:

1. $X_L = 2\pi f L$ અને $X_C = 1/(2\pi f C)$
2. રેઝોનન્સ પર (f_r): $X_L = X_C$
3. $2\pi f_r L = 1/(2\pi f_r C)$
4. $(2\pi f_r)^2 = 1/(LC)$
5. $f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$

ગણતરી: આપેલું: $R = 10\Omega$, $L = 0.1H$, $C = 10\mu F$ ($10 \times 10^{-6}F$)

$$f_r = 1/(2\pi\sqrt{0.1 \times 10 \times 10^{-6}}) = 1/(2\pi\sqrt{10^{-6}}) = 1/(2\pi \times 10^{-3}) = 1000/2\pi = 159.15 \text{ Hz}$$

મેમરી ટ્રીક

"Formula is inverse of 2-pi-root-LC"

પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

ક્વોલિટી ફેક્ટર વ્યાખ્યાયિત કરો.

જવાબ

ક્વોલિટી ફેક્ટર (Q-factor): તે મેરિટનો આંકડો છે જે રેઝોનન્સની તીક્ષ્ણતા અથવા રેઝોનન્સ સર્કિટની સિલેક્ટિવિટીના માપદંડ તરીકે કાર્ય કરે છે. વ્યાખ્યાઓ:

1. રેઝોનન્સ પર L અથવા C માં વોલ્ટેજનો એપ્લાઈડ વોલ્ટેજ સાથેનો ગુણોત્તર (વોલ્ટેજ મેગ્નિફિકેશન).
2. રિએક્ટિવ પાવરનો એક્ટિવ પાવર સાથેનો ગુણોત્તર ($Q = \text{રિએક્ટિવ પાવર} / \text{એક્ટિવ પાવર}$).
3. સંગ્રહિત ઊર્જાનો એક ચક્ર દીઠ વેડફાતી ઊર્જા સાથેનો ગુણોત્તર ($Q = 2\pi \times (\text{મહત્તમ સંગ્રહિત ઊર્જા} / \text{ચક્ર દીઠ વેડફાતી ઊર્જા})$).

સૂત્ર: શ્રેણી RLC માટે: $Q = (1/R)\sqrt{L/C} = \omega_r L/R$

મેમરી ટ્રીક

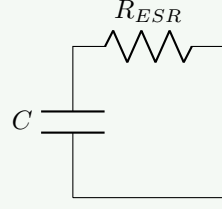
"Quality magnifies Voltage and selects Frequencies"

પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

કેપેસિટરનો ક્વોલિટી ફેક્ટર સમજાવો.

જવાબ

કેપેસિટરનો ક્વોલિટી ફેક્ટર: તે કેપેસિટરની કાર્યક્ષમતા દર્શાવે છે, તેની સંગ્રહિત ઊર્જાની તેની ઊર્જાના નુકસાન સાથે સરખામણી કરે છે. વાસ્તવિક કેપેસિટરમાં થોડો લીકેજ રેઝિસ્ટન્સ અથવા સમકક્ષ શ્રેણી રેઝિસ્ટન્સ (ESR) હોય છે.



વાસ્તવિક કેપેસિટર મોડેલ

આકૃતિ 15. વાસ્તવિક કેપેસિટર મોડેલ

સમીકરણ: $Q_C = X_C / R_{ESR} = 1 / (\omega C R_{ESR})$

મહત્વ:

- ઉચ્ચ Q એટલે ઓછું નુકસાન (આદર્શ કેપેસિટરની નજીક).
- RF સર્કિટ્સમાં શાર્પ ટ્યુનિંગ માટે મહત્વપૂર્ણ.
- ડિસીપેશન ફેક્ટર (D) એ Q નું વ્યસ્ત છે ($D = 1/Q$).

મેમરી ટ્રીક

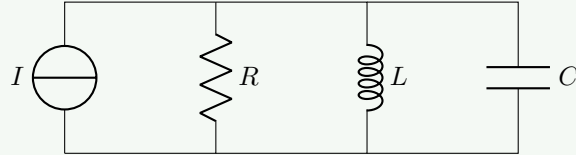
"Q is Reactance over Resistance implies Low Loss"

પ્રશ્ન 4(c) OR [7 ગુણ]

સમાંતર રેઝોનન્સ જરૂરી આકૃતિઓ અને વિશ્લેષણ સાથે સમજાવો.

જવાબ

સમાંતર રેઝોનન્સ (ટાંક સર્કિટ):



આકૃતિ 16. આદર્શ સમાંતર RLC સર્કિટ

વિશ્લેષણ:

- એડમિટન્સ $Y = 1/R + j(\omega C - 1/\omega L)$
- જ્યારે એડમિટન્સનો કાલ્પનિક ભાગ શૂન્ય હોય ત્યારે રેઝોનન્સ થાય છે (સસેપ્ટન્સ $B = 0$).
- શરત: $\omega C - 1/\omega L = 0 \Rightarrow \omega C = 1/\omega L$
- રેઝોનન્સ ફ્રીક્વન્સી: $f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$ (આદર્શ કિસ્સા માટે શ્રેણી જેવું જ)

રેઝોનન્સ પર લાક્ષણિકતાઓ:

- **ઇમ્પીડન્સ****: મહત્તમ ($Z = R$ માત્ર રેઝિસ્ટિવ). પ્રાયોગિક ટાંકામાં (L શ્રેણી આંતરિક r સાથે), $Z_{dynamic} = L/(Cr)$.
- **કરંટ****: સ્ત્રોતમાંથી ન્યૂનતમ (વોલ્ટેજ સ્ત્રોત પર), પરંતુ L અને C વચ્ચેનો ફરતો કરંટ મેગ્નિફાઇ થાય છે (કરંટ મેગ્નિફિકેશન).
- **પાવર ફેક્ટર****: એકમ (Unity).

પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

વિવિધ પ્રકારના એટેન્યુએટરનું વર્ગીકરણ કરો.

જવાબ

એટેન્યુએટરના પ્રકારો:

પ્રકાર	સંરચના	લાક્ષણિકતાઓ
T-પ્રકાર	શ્રેણી-શંટ-શ્રેણી	સિમેટ્રિક, મેચિંગ માટે સારું, વ્યાપકપણે વપરાતું
II-પ્રકાર	શંટ-શ્રેણી-શંટ	સિમેટ્રિક, T-પ્રકારનો વિકલ્પ
લેટિસ	બેલેન્સ્ડ બ્રિજ	સિમેટ્રિકલ, બેલેન્સ્ડ લાઇન-સમાં વપરાય છે
L-પ્રકાર	શ્રેણી-શંટ	એસિમેટ્રિક, સરળ ડિઝાઇન
બ્રિજ-T	બ્રિજ શંટ સાથે T	સારો ફિક્વન્સી રિસ્પોન્સ, જટિલ
O-પ્રકાર	શ્રેણી-શંટ-શ્રેણી-શંટ	સુધારેલા રિજેક્શન લક્ષણો

મેમરી ટ્રીક

“TLIIBO: Top attenuators Let II signals Balance Output”

પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

ડેસીબલ અને નેપર વચ્ચેનો સંબંધ મેળવો

જવાબ

ડેસીબલ થી નેપર રૂપાંતરણ:

વ્યાખ્યાઓ:

- ડેસીબલ (dB): 10 ના બેઝ (common logarithm) નો ઉપયોગ કરીને પાવર રેશિયો લોગરીધમ
- નેપર (Np): e ના બેઝ (natural logarithm) નો ઉપયોગ કરીને વોલ્ટેજ/કરંટ રેશિયો લોગરીધમ

ડેરિવેશન:

- dB માં પાવર રેશિયો: $\text{Loss(dB)} = 10 \log_{10}(P_1/P_2)$
- dB માં વોલ્ટેજ રેશિયો: $\text{Loss(dB)} = 20 \log_{10}(V_1/V_2)$
- Nepers માં વોલ્ટેજ રેશિયો: $\text{Loss(Np)} = \ln(V_1/V_2)$
- લોગરીધમ બેઝ વચ્ચે રૂપાંતરણ: $\log_{10}(x) = \ln(x)/\ln(10)$
- સબસ્ટિટ્યુશન: $\text{Loss(dB)} = 20 \ln(V_1/V_2)/\ln(10) = 20\text{Loss(Np)}/\ln(10)$

અંતિમ સંબંધ:

- 1 Neper = $(\ln(10)/20) \times 10 \text{ dB} \approx 20/2.303 \approx 8.686 \text{ dB}$
- 1 dB = 0.115 Neper

રૂપાંતરણ	સૂત્ર	મૂલ્ય
Neper to dB	1 Np = $(20/\ln 10) \text{ dB}$	1 Np = 8.686 dB
dB to Neper	1 dB = $(\ln 10/20) \text{ Np}$	1 dB = 0.115 Np

મેમરી ટ્રીક

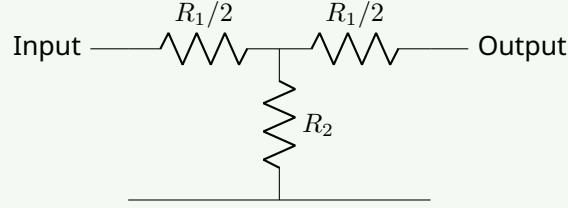
“8.686: Eight Point Six Nepers Buy Ten decibels”

પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

600 ઓહ્મ કેરેક્ટરીસ્ટીક ઇમ્પીડન્સ ધરાવતું અને 20 dB એટેન્યુએશન પૂરું પાડતું T પ્રકારનું એટેન્યુએટર ડિઝાઇન કરો.

જવાબ

T-પ્રકાર એટેન્યુએટર ડિઝાઇન:

 R_1 કુલ શ્રેણી, $R_1/2$ માં વિભાજિત

આકૃતિ 17. T-પ્રકાર એટેન્યુએટર

ડિઝાઇન સ્ટેપ્સ:

1. dB માંથી એટેન્યુએશન રેશિયો N ગણો: $N = 10^{(dB/20)}$
2. સૂત્રોનો ઉપયોગ કરીને R_1 (શ્રેણી) અને R_2 (શંટ) ગણો: $R_1 = R_0 \times [(N^2 - 1)/(N^2 + 1)]$ $R_2 = R_0 \times [2N/(N^2 - 1)]$

ગણતરી: આપેલું: Attenuation = 20 dB, $Z_0 = 600\Omega$

પેરામીટર	સૂત્ર	ગણતરી	પરિણામ
N	$10^{(dB/20)}$	$10^{(20/20)}$	10
R_1 (કુલ)	$R_0[(N^2 - 1)/(N^2 + 1)]$	$600[(99)/(101)]$	588.1Ω
$R_1/2$ (દરેક આર્મ)	$R_1/2$	$588.1/2$	294.05Ω
R_2 (શંટ)	$R_0[2N/(N^2 - 1)]$	$600[20/99]$	121.2Ω

અંતિમ મૂલ્યો: દરેક શ્રેણી આર્મ = 294.05Ω , શંટ આર્મ = 121.2Ω .

મેમરી ટ્રીક

"N-squared minus ONE over N-squared plus ONE for series resistance"

પ્રશ્ન 5(a) OR [3 ગુણ]

કોન્સ્ટન્ટ K લો પાસ ફિલ્ટરની મર્યાદાઓ જણાવો

જવાબ

કોન્સ્ટન્ટ-K લો પાસ ફિલ્ટર્સની મર્યાદાઓ:

મર્યાદા	વર્ણન
નબળું કટઓફ ટ્રાન્ઝિશન	શાર્પ કટઓફને બદલે પાસ બેન્ડથી સ્ટોપ બેન્ડમાં ધીમે ધીમે ફેરફાર
અસમાન ઇમ્પીડન્સ	ઇમ્પીડન્સ ફિક્સવન્સી સાથે બદલાય છે, મેચિંગ સમસ્યાઓ પેદા કરે છે (Z_0 અચળ નથી)
એટેન્યુએશન રિપલ	પાસ બેન્ડ અને સ્ટોપ બેન્ડ બંનેમાં અસમાન એટેન્યુએશન
ફેઝ ડિસ્ટોર્શન	નોન-લિનિયર ફેઝ રિસ્પોન્સ સિગ્નલ ડિસ્ટોર્શનનું કારણ બને છે
ફિક્સ્ડ ટર્મિનેશન	ચોક્કસ લોડ ઇમ્પીડન્સ (R_0) માટે રચાયેલ; અન્ય લોડ સાથે કામગીરી બગડે છે
મર્યાદિત સિલેક્ટિવિટી	આધુનિક ફિલ્ટર ડિઝાઇનની તુલનામાં નબળી પસંદગી (m-ડિરાઇવ્ડ ફિલ્ટર્સ વધુ સારા છે)

મેમરી ટ્રીક

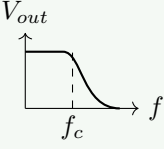
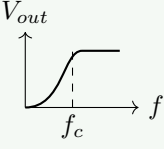
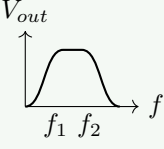
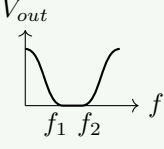
"PUAPFL: Poor transition, Uneven impedance, Attenuation ripple, Phase distortion, Fixed termination, Limited selectivity"

પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

દરેક માટે ફિલ્ટરની રિસ્પોન્સ કર્વ દર્શાવી ફિલ્ટર્સનું વર્ગીકરણ આપો

જવાબ

ફિલ્ટર્સનું વર્ગીકરણ:

ફિલ્ટર પ્રકાર	રિસ્પોન્સ કર્વ	લાક્ષણિકતાઓ
Low Pass		કટઓફ f_c થી નીચેની ફ્રિક્વન્સી પસાર કરે છે, ઉચ્ચને બ્લોક કરે છે
High Pass		કટઓફ f_c થી નીચેની ફ્રિક્વન્સી બ્લોક કરે છે, ઉચ્ચને પસાર કરે છે
Band Pass		f_1 અને f_2 વચ્ચેની ફ્રિક્વન્સી પસાર કરે છે
Band Stop		f_1 અને f_2 વચ્ચેની ફ્રિક્વન્સી બ્લોક કરે છે

મેમરી ટ્રીક

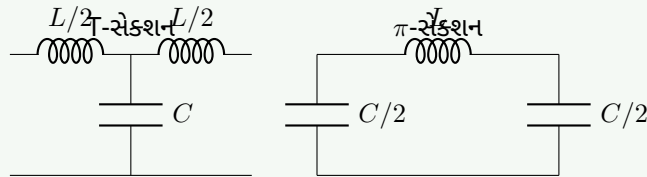
“LHBS: Low lets low tones, High lets high tones, Band-pass selects middle, Band-Stop rejects middle”

પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

કોન્સ્ટન્ટ K લો પાસ ફિલ્ટરની ડિઝાઇન માટેનું સમીકરણ મેળવો.

જવાબ

કોન્સ્ટન્ટ-K લો પાસ ફિલ્ટર ડિઝાઇન:



આકૃતિ 18. કોન્સ્ટન્ટ-K લો પાસ ફિલ્ટર સેક્શન્સ

ડિઝાઇન થિયરી: કોન્સ્ટન્ટ-K ફિલ્ટરમાં તમામ ફ્રિક્વન્સી પર ઇમ્પીડન્સ પ્રોડક્ટ $Z_1 Z_2 = R_0^2$ (અચળ) હોય છે.

ડેરિવેશન સ્ટેપ્સ:

1. T-સેક્શન લો-પાસ ફિલ્ટર માટે: શ્રેણી ઇમ્પીડન્સ $Z_1 = j\omega L$, શંટ ઇમ્પીડન્સ $Z_2 = 1/j\omega C$

2. પ્રોડક્ટ $Z_1 Z_2 = L/C = R_0^2$ (અચળ k^2)
3. શૂન્ય ફ્રિક્વન્સી પર કેરેક્ટરીસ્ટીક ઇમ્પીડન્સ: $R_0 = \sqrt{L/C}$
4. કટ-ઓફ ફ્રિક્વન્સી ત્યારે થાય છે જ્યારે $Z_1 = -4Z_2$ અથવા $\omega_c = 2/\sqrt{LC}$
5. $R_0 = \sqrt{L/C}$ અને $\omega_c = 2/\sqrt{LC}$ પરથી: $L = R_0/\pi f_c$ $C = 1/(\pi f_c R_0)$

અંતિમ ડિઝાઇન સમીકરણો:

- ઇન્ડક્ટન્સ: $L = R_0/(\pi f_c)$
- કેપેસિટન્સ: $C = 1/(\pi f_c R_0)$
- કટઓફ ફ્રિક્વન્સી: $f_c = 1/(\pi\sqrt{LC})$

મેમરી ટ્રીક

"One over Pi-Root-LC: The frequency where we Cut"