

# Electronic Circuits & Networks (4331101) - Summer 2023 Solution

Milav Dabgar

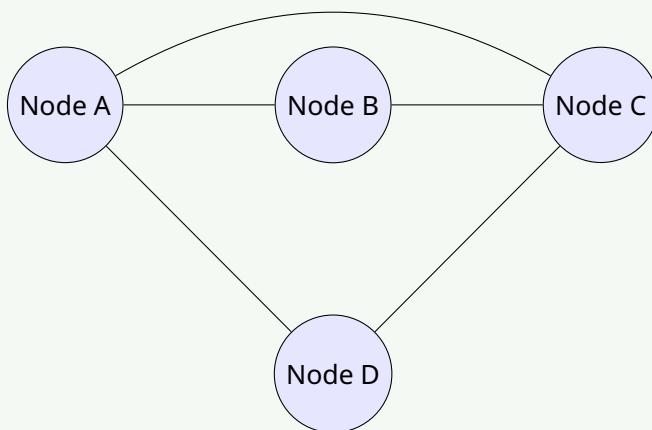
July 18, 2023

## પ્રશ્ન 1(a) [3 ગુણા]

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

### જવાબ

શબ્દ	વ્યાખ્યા
નોડ	એક બિંદુ જ્યાં બે કે વધુ તત્ત્વો એકબીજા સાથે જોડાયેલા હોય
બ્રાંચ	બે નોડ વચ્ચેનો એક તત્ત્વ અથવા પાથ
લૂપ	નેટવર્કમાં બંધ પાથ જ્યાં કોઈ નોડને એક કરતાં વધુ વખત કોસ ન કરાય



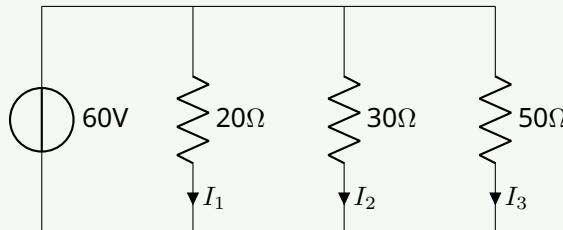
આકૃતિ 1. Network Definitions

### મેમરી ટ્રીક

"NBL: નેટવર્કસ બિગિન વિથ લૂપ્સ"

## પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણા]

20  $\Omega$ , 30  $\Omega$  અને 50  $\Omega$  નાં રેઝિસ્ટર 60 V નાં સાખાય સાથે પેરેલલમાં જોડાયેલા છે. તો (i) દરેક રેઝિસ્ટરમાંથી પસાર થતો કરંત તથા કુલ કરંત (ii) ઇકવીવેલન્ટ રેઝિસ્ટર શોધો.

**જવાબ**

આકૃતિ 2. Parallel Circuit

ગણતરી	મૂલ્ય
20 Ω રેઝિસ્ટરમાંથી પસાર થતો કરંટ: $I_1 = V/R_1 = 60/20$	3 A
30 Ω રેઝિસ્ટરમાંથી પસાર થતો કરંટ: $I_2 = V/R_2 = 60/30$	2 A
50 Ω રેઝિસ્ટરમાંથી પસાર થતો કરંટ: $I_3 = V/R_3 = 60/50$	1.2 A
કુલ કરંટ: $I = I_1 + I_2 + I_3 = 3 + 2 + 1.2$	6.2 A
ઇકવીવેલન્ટ રેઝિસ્ટરસ: $Req = V/I = 60/6.2$	9.68 Ω

**મેમરી ટ્રીક**

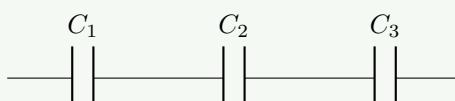
"PIV: પેરેલલ ઇન્કીજીસ ઘ કરંટ, વોલ્ટેજ રીમેઇન્સ ઘ સેમ"

**પ્રશ્ન 1(c) [7 ગુણ]**

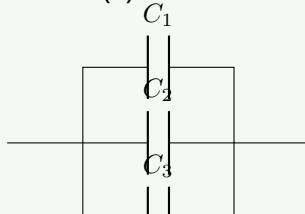
કેપેસીટર માટે સિરિઝ અને પેરેલલ જોડાણ સમજાવો.

**જવાબ**

જોડાણ	સૂત્ર	લક્ષણો
સિરિઝ જોડાણ	$1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + \dots$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ઇકવીવેલન્ટ કેપેસિટન્સ સૌથી નાના કેપેસિટરથી ઓછું</li> <li>- દરેક કેપેસિટરમાં સમાન કરંટ</li> <li>- કુલ વોલ્ટેજ કેપેસિટરો વરચે વહેંચાય છે</li> <li>- ડાયલેક્ટ્રિક સ્ટ્રેન્થ વધારે છે</li> </ul>
પેરેલલ જોડાણ	$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ઇકવીવેલન્ટ કેપેસિટન્સ બધા કેપેસિટેન્સો સરવાળો</li> <li>- દરેક કેપેસિટર પર સમાન વોલ્ટેજ</li> <li>- કુલ ચાર્જ બ્યક્ટિગત ચાર્જનો સરવાળો</li> <li>- પલેટનું ક્ષેત્રફળ વધારે છે</li> </ul>



(a) Series Connection



(b) Parallel Connection

### આકૃતિ 3. Capacitor Connections

#### મેમરી ટ્રીક

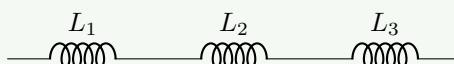
“CAPE: કેપેસિટર્સ એડ ઇન પેરેલબલ, એલિમિનેટ ઇન સિરિઝ”

### પ્રશ્ન 1(c OR) [7 ગુણ]

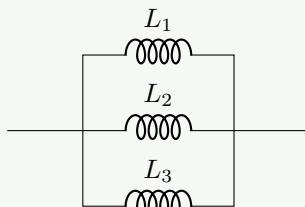
ઇન્ડક્ટર માટે સિરિઝ અને પેરેલબલ જોડાણ સમજાવો.

#### જવાબ

જોડાણ	સૂત્ર	લક્ષણો
સિરિઝ જોડાણ	$L_{eq} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ઇકવીવેલન્ટ ઇન્ડક્ટરન્સ બધા ઇન્ડક્ટરોનો સરવાળો</li> <li>- દરેક ઇન્ડક્ટરમાં સમાન કર્ટ</li> <li>- કુલ વોલ્ટેજ વ્યક્તિગત વોલ્ટેજનો સરવાળો</li> <li>- ફલક્સ લિંક્જ વધે છે</li> </ul>
પેરેલબલ જોડાણ	$1/L_{eq} = 1/L_1 + 1/L_2 + 1/L_3 + \dots$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ઇકવીવેલન્ટ ઇન્ડક્ટરન્સ સૌથી નાના ઇન્ડક્ટરથી ઓછું</li> <li>- દરેક ઇન્ડક્ટર પર સમાન વોલ્ટેજ</li> <li>- કુલ કર્ટ ઇન્ડક્ટરો વચ્ચે વહેંચાય છે</li> <li>- મૈન્યુટિક કપલિંગ વાસ્તવિક મૂલ્યને અસર કરે છે</li> </ul>



(a) Series Connection



(b) Parallel Connection

### આકૃતિ 4. Inductor Connections

#### મેમરી ટ્રીક

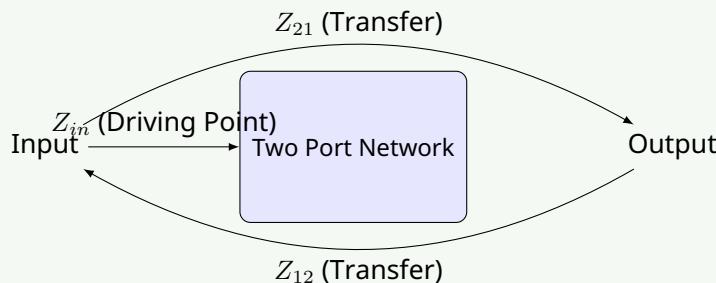
“LIPS: ઇન્ડક્ટર્સ લિંક ઇન સિરિઝ, પાર્ટિશન ઇન પેરેલબલ”

### પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

વ્યાખ્યા આપો. (i) ટ્રાન્સફોર્માયન્સ, (ii) ડ્રાઇવિંગ પોઇન્ટ ઇમ્પીડન્સ, (iii) ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ.

### જવાબ

શબ્દ	વ્યાખ્યા
ટ્રાન્સફોર્મેઇંગિન્સ	ટ્રાન્સફોર્મરમાં પ્રાથમિકથી ગૌણ તરફ જતા સિગલ દ્વારા જોવામાં આવતા ઇમ્પીડન્સ
ડ્રાઇવિંગ પોર્ટ ઇમ્પીડન્સ	એક જ પોર્ટ પર વોલ્ટેજનો કરંટ સાથેનો ગુણોત્તર
ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ	એક પોર્ટ પર વોલ્ટેજનો બીજા પોર્ટના કરંટ સાથેનો ગુણોત્તર



આકૃતિ 5. Impedance Concepts

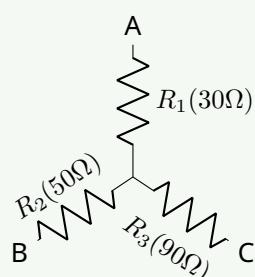
### મેમરી ટ્રીક

“TDT: ટ્રાન્સફોર્મર ડ્રાઇવ ટ્રાન્સફર્સ”

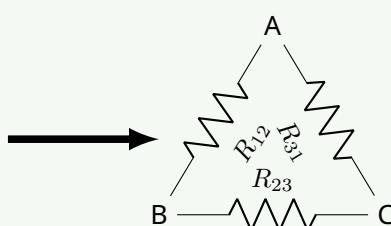
### પ્રશ્ન 2(b) [4 ગુણ]

30, 50 અને 90 ohms ના રેઝિસ્ટર સ્ટારમાં કનેક્ટ કરેલા છે. ડેલ્ટા કનેક્શનનાં ઇકવીવેલન્ટ રેઝિસ્ટર શોધો.

### જવાબ



(a) Star Connection



(b) Delta Connection

આકૃતિ 6. Star to Delta Transformation

સ્ટાર થી ડેલ્ટા કન્વર્ન ફોર્મ્યુલા	ગણતરી	પરિણામ
$R_{12} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$	$(30 \times 50 + 50 \times 90 + 90 \times 30) / 90$	105 Ω
$R_{23} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1}$	$(30 \times 50 + 50 \times 90 + 90 \times 30) / 30$	315 Ω
$R_{31} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2}$	$(30 \times 50 + 50 \times 90 + 90 \times 30) / 50$	189 Ω

### મેમરી ટ્રીક

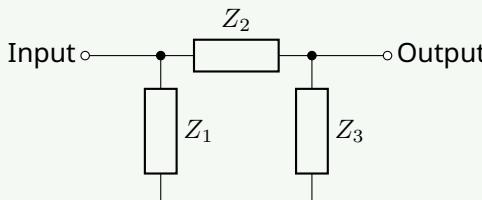
“PSR: પ્રોડક્ટ ઓવર સમ ઓફ રેસિસ્ટર્સ”

## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

નેટવર્ક સમજાવો.

### જવાબ

વિભાગના	વર્ણન
વ્યાખ્યા	ત્રણ-ટર્મિનલ નેટવર્ક જે ત્રણ ઇમ્પીડન્સથી બનેલું હોય - એક સિરીજિમાં અને બે પેરેલલમાં
સ્ક્રીચર	બે ઇમ્પીડન્સ ઇનપુટ અને આઉટપુટથી કોમન બિંદુ સુધી જોડાયેલા, એક ઇનપુટ અને આઉટપુટ વચ્ચે
પેરામીટર્સ	Z, Y, h, અથવા ABCD પેરામીટર્સનો ઉપયોગ કરીને વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે
એપ્લિકેશન્સ	મેચિંગ નેટવર્ક્સ, ફિલ્ટર્સ, એટેન્યુએટર્સ, ફેઝ શિફ્ટર્સ



આકૃતિ 7.  $\pi$  Network Structure

### મેમરી ટ્રીક

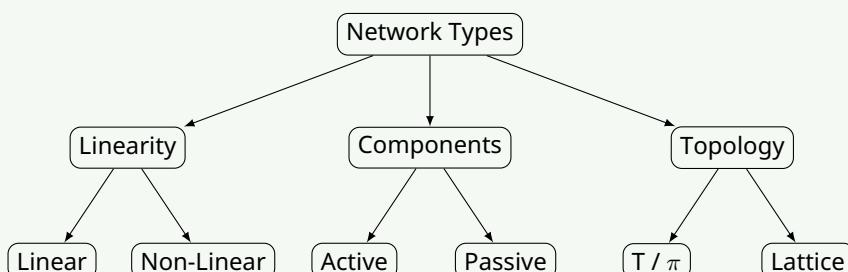
"PIE: પાઈ ઇમ્પીડન્સીસ કનેક્ટેડ એટ એન્ડ્સ"

## પ્રશ્ન 2(a OR) [3 ગુણ]

નેટવર્કનાં પ્રકારો જણાવો.

### જવાબ

નેટવર્ક પ્રકારો	ઉદાહરણો
લિનિયરતા આધારિત	લિનિયર નેટવર્ક્સ, નોન-લિનિયર નેટવર્ક્સ
ધટકો આધારિત	પેસિવ નેટવર્ક્સ, એક્ટિવ નેટવર્ક્સ
સ્ક્રીચર આધારિત	લમ્ડ નેટવર્ક્સ, ડિસ્ક્રીબ્યુટેડ નેટવર્ક્સ
વર્તણૂક આધારિત	બાઇલેટરલ નેટવર્ક્સ, યુનિલેટરલ નેટવર્ક્સ
ટોપોલોજી આધારિત	T-નેટવર્ક્સ, $\pi$ -નેટવર્ક્સ, લેટિસ નેટવર્ક્સ
પોર્ટ્સ આધારિત	વન-પોર્ટ નેટવર્ક્સ, ટુ-પોર્ટ નેટવર્ક્સ, માલ્ટિ-પોર્ટ નેટવર્ક્સ



આકૃતિ 8. Classification of Networks

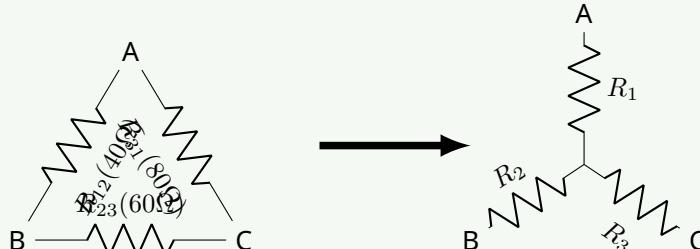
## મેમરી ટ્રીક

“PLAN-TB: પેસિવ-લિનિયર-એક્ટિવ-નેટવર્ક-ટોપોલોજી-બાઇલેટરલ”

## પ્રશ્ન 2(b OR) [4 ગુણ]

40, 60 અને 80 ohms ના રેઝિસ્ટર ડેલ્ટામાં કનેક્ટ કરેલા છે. સ્ટાર કનેક્શનનાં ઇકવીવેલન્ટ રેઝિસ્ટર શોધો.

## જવાબ



(a) Delta Connection

(b) Star Connection

આકૃતિ 9. Delta to Star Transformation

ડેલ્ટા થી સ્ટાર કન્વર્ન ફોર્મ્યુલા	ગણતરી	પરિણામ
$R_1 = \frac{R_{12}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}$	$(40 \times 80) / (40 + 60 + 80)$	17.78 Ω
$R_2 = \frac{R_{12}R_{23}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}$	$(40 \times 60) / (40 + 60 + 80)$	13.33 Ω
$R_3 = \frac{R_{23}R_{31}}{R_{12}+R_{23}+R_{31}}$	$(60 \times 80) / (40 + 60 + 80)$	26.67 Ω

## મેમરી ટ્રીક

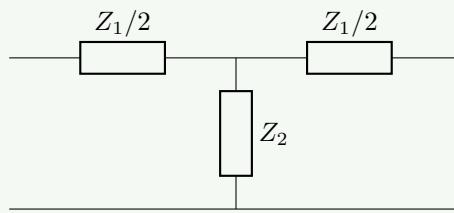
“DPS: ડેલ્ટા પ્રોડક્ટ ઓવર સમ”

## પ્રશ્ન 2(c OR) [7 ગુણ]

symmetrical T - network માટે કેરેક્ટરાસ્ટીક ઇમ્પીડન્સ સમજાવો. ZOT નું સૂત્ર ZOC and ZSC ના રૂપમાં તારવો.

## જવાબ

વિભાગના	વર્ણન
કેરેક્ટરાસ્ટીક ઇમ્પીડન્સ ( $Z_0$ )	આઉટપુટ પોર્ટ પર જોડાયેલું ઇમ્પીડન્સ જેના કારણે ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ $Z_0$ ની બરાબર થાય
સિમેટ્રિકલ T-નેટવર્ક	T-નેટવર્ક જેમાં બંને બાજુના સિરીઝ ઇમ્પીડન્સ સમાન હોય
ZOC અને ZSC	નેટવર્કના ઓપન-સક્રિટ અને શોર્ટ-સક્રિટ ઇમ્પીડન્સીસ



આકૃતિ 10. Symmetrical T-Network

સિમેટ્રિકલ T-નેટવર્ક માટે:

- સિરીઝ ઇમ્પીડન્સીસ ( $Z_1/2$ ) સમાન હોય છે
- $Z_2$  એ શન્ટ ઇમ્પીડન્સ છે

કેરેક્ટરાસ્ટીક ઇમ્પીડન્સ ( $Z_{OT}$ ) આ રીતે આપવામાં આવે છે:

$$Z_{OT} = \sqrt{Z_{OC} \times Z_{SC}}$$

જ્યાં:

- $Z_{OC} =$  ઓપન સર્કિટ ઇમ્પીડન્સ  $= Z_1/2 + Z_2$  (આઉટપુટ ઓપન)
- $Z_{SC} =$  શૉર્ટ સર્કિટ ઇમ્પીડન્સ  $= Z_1/2 + \frac{(Z_1/2 \times Z_2)}{(Z_1/2 + Z_2)}$

તેથે:

$$Z_{OT} = \sqrt{Z_1^2/4 + Z_1 Z_2}$$

### મેમરી ટ્રીક

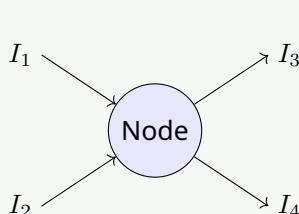
"TOSS: T-નેટવર્ક્સ ઓપન એન્ડ શૉર્ટ સર્કિટ સ્કવેર-રૂટ"

## પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણ]

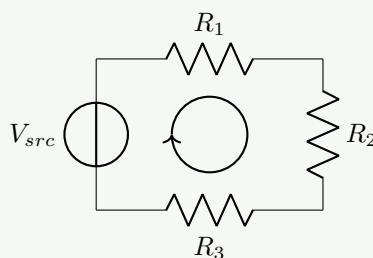
Kirchhoff's law સમજાવો.

જવાબ

નિયમ	વિધાન	ઉપયોગ
Kirchhoff's Current Law (KCL)	નોડમાં પ્રવેશતા કરંટનો સરવાળો નોડમાંથી નીકળતા કરંટના સરવાળા બરાબર હોય	નોડલ એનાલિસિસ માટે ઉપયોગી
Kirchhoff's Voltage Law (KVL)	કોઈપણ બંધ લૂપની આસપાસ વોલ્ટેજનો સરવાળો શૂન્ય હોય	મેશ એનાલિસિસ માટે ઉપયોગી



$$\text{KCL: } I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$



$$\text{KVL: } \sum V_{drop} = \sum V_{rise}$$

આકૃતિ 11. Kirchhoff's Laws

### મેમરી ટ્રીક

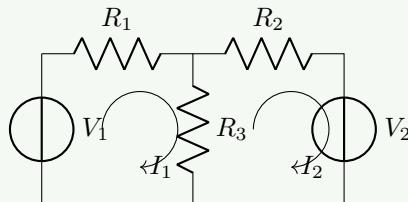
"KVC: કિરચોફ વેરિફાઇસ કરંટ એન્ડ વોલ્ટેજ લોજ"

## પ્રશ્ન 3(b) [4 ગુણ]

Mesh analysis સમજાવો.

### જવાબ

વિભાવના	વર્ણન
વ્યાખ્યા	દરેક સ્વતંત્ર બંધ લૂપ (મેશ) માટે KVL લાગુ પડીને સર્કિટ સમસ્યાઓ ઉકેલવાની પદ્ધતિ
પ્રક્રિયા	<ol style="list-style-type: none"> <li>દરેક લૂપને મેશ કરંટ આપો</li> <li>દરેક મેશ માટે KVL સમીકરણો લખો</li> <li>પરિણામી સમીકરણોની સિસ્ટમ ઉકેલો</li> </ol>
ફાયદાઓ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- સમીકરણોની સંખ્યા ઘટાડે છે</li> <li>- ઘણી શાખાઓ વાળા સર્કિટ્સ માટે સારં કામ કરે છે</li> <li>- વોલ્ટેજ સ્ત્રોતો વાળી સમસ્યાઓ માટે યોગ્ય</li> </ul>



આકૃતિ 12. Mesh Analysis Example

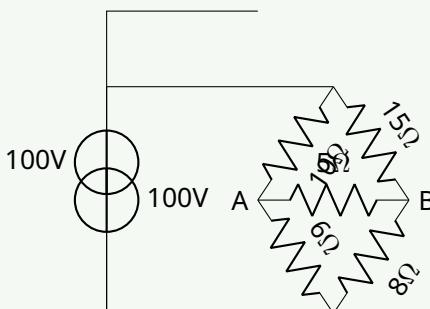
### મેમરી ટ્રીક

"MAIL: મેશ એનાલિસિસ યુઝિસ ઇન્ડિપેન્નન્ટ લૂપ્સ"

### પ્રશ્ન 3(c) [7 ગુણ]

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

### જવાબ



આકૃતિ 13. Thevenin Problem Circuit

સ્ટેપ 1:  $5\ \Omega$  રેઝિસ્ટર દૂર કરીને ઓપન સર્કિટ વોલ્ટેજ ( $V_{th}$ ) શોધો સ્ટેપ 2: થેવેનિનનું ઇક્વિવેલન્ટ રેઝિસ્ટરન્સ ( $R_{th}$ ) શોધો સ્ટેપ 3:  $5\ \Omega$  રેઝિસ્ટરમાંથી પસાર થતો કરંટ ગણો

સ્ટેપ	ગણતરી	પરિણામ
$V_{th}$	A અને B વચ્ચેનું વોલ્ટેજ જ્યારે $5\ \Omega$ દૂર કરવામાં આવે	38.46 V
$R_{th}$	A અને B થી જોવાતું ઇક્વિવેલન્ટ રેઝિસ્ટરન્સ જ્યારે 100V સ્ત્રોત શોર્ટ કરવામાં આવે	3.6 $\Omega$
કરંટ	$I = V_{th} / (R_{th} + 5) = 38.46 / (3.6 + 5)$	4.47 A

### મેમરી ટ્રીક

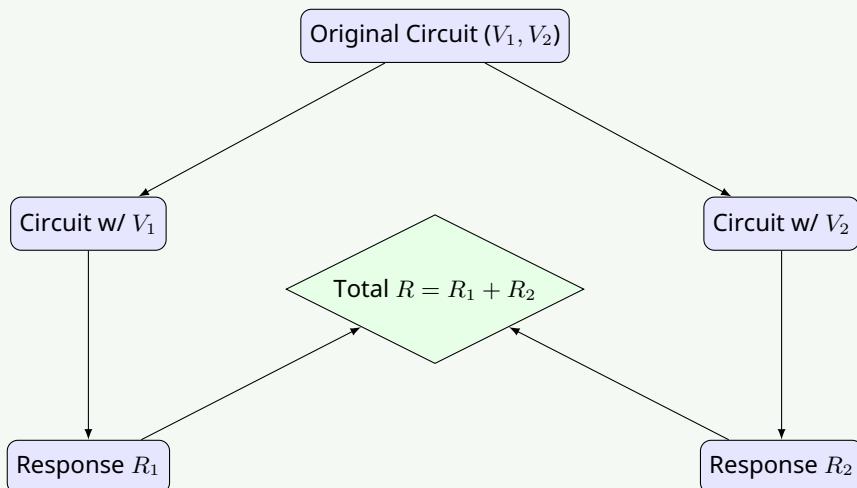
"TVR: થેવેનિન રિપ્લેસીસ વોલ્ટેજ એન્ડ રેઝિસ્ટરન્સ"

## પ્રશ્ન 3(a OR) [3 ગુણ]

Superposition Theorem જણાવો અને સમજાવો.

### જવાબ

વિભાગ	વર્ણન
વિધાન	લિનિયર સર્કિટમાં બહુવિધ સ્ત્રોતો સાથે, કોઈપણ બિંદુ પર પ્રતિભાવ દરેક સ્ત્રોત એકલા કાર્ય કરતા હોય ત્યારે થતા પ્રતિભાવોના સરવાળા બરાબર હોય છે
પ્રક્રિયા	<ol style="list-style-type: none"> <li>એક સમયે એક સ્ત્રોત ધ્યાનમાં લો</li> <li>અન્ય વોલ્ટેજ સ્ત્રોતોને શૉર્ટ સર્કિટથી બદલો</li> <li>અન્ય કરંટ સ્ત્રોતોને ઓપન સર્કિટથી બદલો</li> <li>વ્યક્તિગત પ્રતિભાવો શોધો</li> <li>બધા પ્રતિભાવોને બીજગણિતીય રીતે ઉમેરો</li> </ol>
મર્યાદા	માત્ર લિનિયર સર્કિટસ અને વોલ્ટેજ/કરંટ પ્રતિભાવો માટે જ લાગુ



આકૃતિ 14. Superposition Principle

### મેમરી ટ્રીક

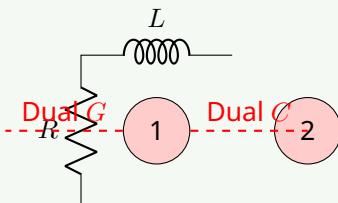
“SUPER: સોર્સિસ યુનિડ પ્રોગ્રેસિવલી ઈકવલ્સ રિસ્પોન્સ”

## પ્રશ્ન 3(b OR) [4 ગુણ]

કોઈપણ સર્કિટનો ઉપયોગ કરીને ડ્યુઅલ નેટવર્ક દોરવાની પદ્ધતિ સમજાવો.

## જવાબ

સ્ટેપ	વર્ણન
ગ્રાફમાં રૂપાંતરણ	સર્કિટને પ્લેનર ગ્રાફ તરીકે દોરો
ઇયુઅલ ગ્રાફ દોરો	મૂળ ગ્રાફના દરેક ક્ષેત્રમાં એક નોડ મૂકો
નોંડ્સ જોડો	મૂળ ગ્રાફની દરેક એજને કોસ કરતી એજ દોરો
ઘટકોને બદલો	<ul style="list-style-type: none"> <li>- રેઝિસ્ટરન્સ <math>R</math> કન્ડક્ટન્સ <math>1/R</math> બને</li> <li>- વોલ્ટેજ સોર્સ કરંટ સોર્સ બને</li> <li>- સિરીઝ પેરેલલ બને</li> <li>- ઇમ્પોડન્સ <math>Z</math> એડમિટન્સ <math>1/Z</math> બને</li> </ul>



Conceptual Dual Construction

આકૃતિ 15. Dual Network Construction

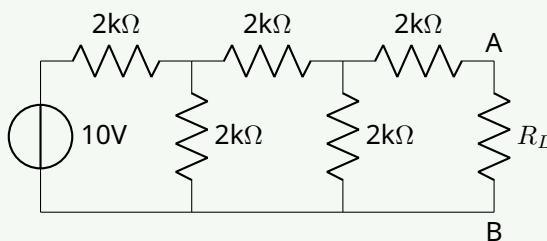
## મેમરી ટ્રીક

“DVSG: ઇયુઅલ ટ્રાન્સફોર્મર્સ વોલ્ટેજ ટુ સિરીઝ ટુ ગ્રાફસ”

## પ્રશ્ન 3(c OR) [7 ગુણ]

ઉપર આપેલ નેટવર્ક માટે નોર્ટનની ઇક્વિવેલન્ટ સર્કિટ શોધો. લોડ કરંટ શોધો જો (i)  $R_L = 3 \text{ k}\Omega$  (ii)  $R_L = 1.5 \Omega$ 

## જવાબ



આકૃતિ 16. Norton Problem Circuit

- સ્ટેપ 1: નોર્ટનનો કરંટ ( $I_N$ ) શોધો
- સ્ટેપ 2: નોર્ટનનું રેઝિસ્ટરન્સ ( $R_N$ ) શોધો
- સ્ટેપ 3: લોડ કરંટસ ગણો

સ્ટેપ	ગણતરી	પરિણામ
$I_N$	A થી B સુધીનો શૉર્ટ સર્કિટ કરંટ	1.25 mA
$R_N$	A થી B સુધી જોવાતું ઇક્વિવેલન્ટ રેઝિસ્ટરન્સ જ્યારે 10V સ્વોત શૉર્ટ કરવામાં આવે	1 kΩ
$I_L (R_L = 3 \text{ k}\Omega)$	$I_L = I_N \times R_N / (R_N + R_L) = 1.25 \times 1 / (1 + 3)$	0.31 mA
$I_L (R_L = 1.5 \Omega)$	$I_L = I_N \times R_N / (R_N + R_L) = 1.25 \times 1000 / (1000 + 1.5)$	1.25 mA

## મેમરી ટ્રીક

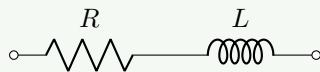
“NICE: નોટન્સ સર્કિટ ઈજ કરંટ ઈક્વિવેલન્ટ”

## પ્રશ્ન 4(a) [3 ગુણા]

કોઇલ માટે કવોલિટી ફેક્ટર Q નું સમીકરણ મેળવો.

## જવાબ

પેરામીટર	સંબંધ
Q ફેક્ટર વ્યાખ્યા	સંગ્રહિત ઊર્જા અને પ્રતિ ચક્ક વેડફાતી ઊર્જાનો ગુણોત્તર
કોઇલ ઇમ્પીડન્સ	$Z = R + j\omega L$
રિએક્ટન્સ	$X_L = \omega L$
કવોલિટી ફેક્ટર	$Q = X_L/R = \omega L/R$



Practical Coil Model

આકૃતિ 17. Coil Equivalent Circuit

કોઇલ માટે, સંગ્રહિત ઊર્જા ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં (ઇન્ડક્ટરમાં) હોય છે, જ્યારે વેડફાતી ઊર્જા રેઝિસ્ટરમાં હોય છે. આમાંથી:

$$Q = 2\pi \times \frac{\text{સંગ્રહિત ઊર્જા}}{\text{પ્રતિ ચક્ક વેડફાતી ઊર્જા}}$$

$$Q = \frac{\omega L}{R}$$

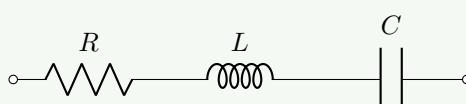
## મેમરી ટ્રીક

“QREL: કવોલિટી રિલેટ્સ એનજ્ઞ ટુ લોસ”

## પ્રશ્ન 4(b) [4 ગુણા]

શ્રેણી RLC સર્કિટમાં  $R=30 \Omega$ ,  $L=0.5 \text{ H}$  અને  $C=5 \mu\text{F}$  છે. (i) Q પરિબળ, (ii) BW, (iii) અપર કટ ઓફ અને લોઅર કટ ઓફ ફીક્વન્સીની ગણતરી કરો.

## જવાબ



Series RLC Circuit

આકૃતિ 18. Series RLC

પેરામીટર	સૂત્ર	ગણતરી	પરિણામ
રેન્ડન્ટ ફીક્વન્સી ( $f_0$ )	$f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$	$1/(2\pi\sqrt{0.5 \times 5 \times 10^{-6}})$	100.53 Hz
Q ફેક્ટર	$Q = (1/R)\sqrt{L/C}$	$(1/30)\sqrt{0.5/(5 \times 10^{-6})}$	105.57
બેન્ડવિદ્ધ (BW)	$BW = f_0/Q$	100.53/105.57	0.952 Hz
લોઅર કટઓફ (f <sub>1</sub> )	$f_1 = f_0 - BW/2$	$100.53 - 0.952/2$	100.05 Hz
અપર કટઓફ (f <sub>2</sub> )	$f_2 = f_0 + BW/2$	$100.53 + 0.952/2$	101.01 Hz

## મેમરી ટ્રીક

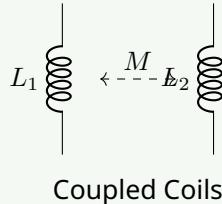
“QBCUT: કવોલિટી બેન્ડવિદ્ધ કટઓફ યુનિકલી રિલેટેડ”

## પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટર્સના કો-એફીસીએન્ટ સાથે મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટર્સ સમજાવો. K નું સમીકરણ પણ મેળવો.

## જવાબ

વિભાવના	વર્ણન
મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટર્સ (M)	ગુણધર્મ જ્યાં એક કોઇલમાં કરંટ બદલાવથી પાસેની કોઇલમાં વોલ્ટેજ ઉત્પત્ત થાય છે
વ્યાખ્યા	પ્રાથમિક કોઇલમાં કરંટના બદલાવના દરના સાપેક્ષ ગૌણ કોઇલમાં પ્રેરિત વોલ્ટેજનો ગુણોત્તર
સૂત્ર	$M = k\sqrt{L_1 L_2}$
કપલિંગ ગુણાંક (k)	કોઇલ્સ વચ્ચે ચુંબકીય કપલિંગનું માપ ( $0 \leq k \leq 1$ )



## આફ્ક્રતિ 19. Mutual Inductance

બે ઇન્ડક્ટર્સ  $L_1$  અને  $L_2$  માટે, મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટર્સ  $M$  છે:

$$M = k\sqrt{L_1 L_2}$$

જ્યાં કપલિંગ ગુણાંક  $k$  છે:

$$k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

- $k$  એક કોઇલથી બીજી કોઇલ સાથે જોડાતા ચુંબકીય ફલકસના અંશનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે
- સંપૂર્ણ કપલ કોઇલ્સ માટે,  $k = 1$
- કોઈ કપલિંગ નથી ત્યારે,  $k = 0$

## મેમરી ટ્રીક

“MKL: મ્યુચ્યુઅલ કપલિંગ K લિંક્સ ઇન્ડક્ટર્સ”

## પ્રશ્ન 4(a OR) [3 ગુણ]

કપલ સર્કિટ માટે કપલિંગના પ્રકારો સમજાવો.

### જવાબ

કપલિંગના પ્રકાર	લક્ષણો	ઉપયોગો
ટાઇટ/કલોજ કપલિંગ ( $k \approx 1$ )	- લગભગ બધો ફલકસ બંને કોઇલસને જોડે છે - ઉચ્ચ ટ્રાન્સફર ક્ષમતા - $k$ વેલ્યુ 1 ની નજીક	ટ્રાન્સફર રૂસ, પાવર ટ્રાન્સફર
લૂઝ કપલિંગ ( $k \ll 1$ )	- ફલકસનો નાનો અંશ બીજુ કોઇલને જોડે છે - ઓછી ટ્રાન્સફર ક્ષમતા - $k$ વેલ્યુ 1 કરતા ઘણી ઓછી	RF સર્કિટ્સ, ટ્યુન ફિલ્ટર્સ
કિટિકલ કપલિંગ ( $k = k_c$ )	- બેન્ડપાસ પ્રતિભાવ માટે શ્રેષ્ઠ કપલિંગ - રેઝોનન્સ પર મહત્વમાન પાવર ટ્રાન્સફર	બેન્ડપાસ ફિલ્ટર્સ, IF ટ્રાન્સફર
ઇન્ડક્ટિવ કપલિંગ	- ચુંબકીય ક્ષેત્ર દ્વારા કપલિંગ	ટ્રાન્સફર, વાયરલેસ ચાર્જિંગ
કેપેસિટિવ કપલિંગ	- વિદ્યુત ક્ષેત્ર દ્વારા કપલિંગ	સિગ્નલ કપલિંગ, કેપેસિટિવ સેન્સર્સ

Tight Coupling  
 $k \approx 1$

Loose Coupling  
 $k \ll 1$

Critical Coupling  
 $k = k_c$

આકૃતિ 20. Types of Coupling

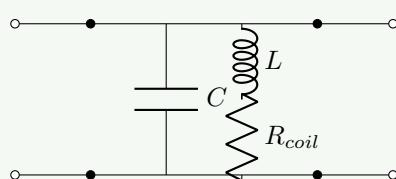
### મેમરી ટ્રીક

"TLC: ટાઇટ, લૂઝ, કિટિકલ કપલિંગ્સ"

## પ્રશ્ન 4(b OR) [4 ગુણ]

ગુણવત્તા પરિબળ  $Q = 100$ , રેઝોનન્ટ ફિક્કવન્સી  $F_r = 100 \text{ KHz}$  સાથે  $1 \text{ mH}$  નું ઇન્ડક્ટન્સ ધરાવતું સમાંતર રેઝોનન્ટ સર્કિટ. શોધો  
(i) જરૂરી કેપેસીટન્સ  $C$ , (ii) કોઇલનો પ્રતિકાર  $R$ , (iii) BW.

### જવાબ



Parallel Resonant Circuit (Tank Circuit)

આકૃતિ 21. Parallel Resonance

પરામીટર	સૂત્ર	ગણતરી	પરિણામ
કેપેસિટન્સ (C)	$C = 1/(4\pi^2 f^2 L)$	$1/(4\pi^2 \times (10^5)^2 \times 10^{-3})$	2.533 nF
કોઇલ રેઝિસ્ટરન્સ (R)	$R = \omega L/Q$	$2\pi \times 10^5 \times 10^{-3}/100$	6.28 Ω
બેન્ડવિડથ (BW)	$BW = f_r/Q$	100 kHz/100	1 kHz

## મેમરી ટ્રીક

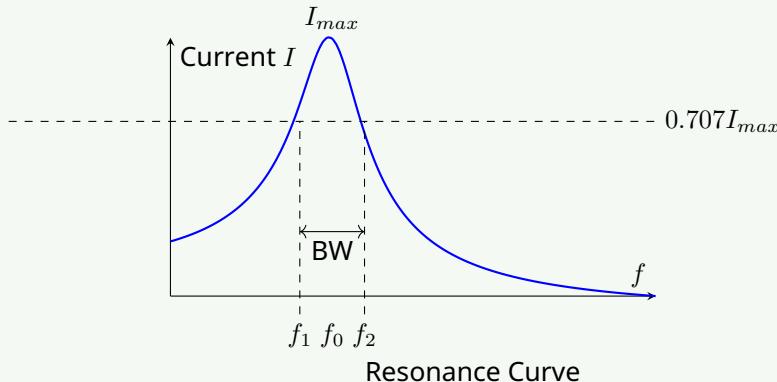
"RCB: રેઝોનન્સ નીડ્સ કેપેસિટન્સ એન્ડ બેન્ડવિડ્યુથ"

## પ્રશ્ન 4(c OR) [7 ગુણ]

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

## જવાબ

પેરામેટર	વ્યાખ્યા	સંબંધ
બેન્ડવિડ્યુથ (BW)	હાર્દિકવાર પોઇન્ટ્સ વચ્ચેનો ફીકવન્સી રેન્જ	$BW = f_2 - f_1 = R/L$ (rad/s) $R/L$
સિલેક્ટિવિટી	વિવિધ ફીકવન્સીઓના સિગ્નલ્સને અલગ કરવાની ક્ષમતા	BW સાથે વ્યસ્ત પ્રમાણમાં
Q ફેક્ટર	રેઝોનન્સ ફીકવન્સીનો બેન્ડવિડ્યુથ સાથેનો ગુણોત્તર	$Q = \omega_0/BW$



આકૃતિ 22. Frequency Response

સિરીઝ RLC સર્કિટ માટે:

- રેઝોનન્સ ( $f_0$ ) પર, ઇમ્પીડન્સ ન્યૂનતમ છે ( $= R$ )
- હાર્દિકવાર પોઇન્ટ્સ ત્યારે આવે છે જ્યારે ઇમ્પીડન્સ  $= \sqrt{2}R$
- આ બિંદુઓ પર, પાવર મહત્તમ પાવરનો અભધો હોય છે

$$\text{બેન્ડવિડ્યુથ (BW)} = \omega_2 - \omega_1 = R/L \quad \text{Q ફેક્ટર} = \omega_0 L/R = \omega_0/BW$$

$$\text{તેથી, } BW = \omega_0/Q = 2\pi f_0/Q$$

આ દર્શાવે છે કે Q ફેક્ટર અને બેન્ડવિડ્યુથ વ્યસ્ત રીતે સંબંધિત છે: ઉચ્ચ Q  $\rightarrow$  સાંકદી બેન્ડવિડ્યુથ  $\rightarrow$  વધુ સારી સિલેક્ટિવિટી

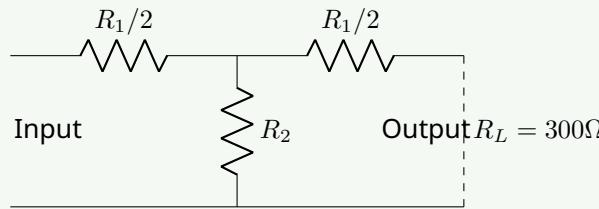
## મેમરી ટ્રીક

"BQS: બેન્ડવિડ્યુથ અને Q નક્કી કરે છે સિલેક્ટિવિટી"

## પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

40 ડીબીનું એટેન્ચુઅશન આપવા અને 300  $\Omega$  પ્રતિકારના લોડમાં કામ કરવા માટે સપ્રમાણ T પ્રકારના એટેન્ચુઅટરને ડિઝાઇન કરો.

## જવાબ



આકૃતિ 23. T-Attenuator Design

પેરામીટર	સૂત્ર	ગણતરી	પરિણામ
એટેન્યુઅશન (N)	$N = 10^{(dB/20)}$	$10^{(40/20)}$	100
ઇન્પુટ રેશિયો (K)	$K = (N + 1)/(N - 1)$	$(100 + 1)/(100 - 1)$	1.02
Z1	$Z_1 = R_0[(K - 1)/K]$	$300[(1.02 - 1)/1.02]$	5.88 Ω
Z2	$Z_2 = R_0[2K/(K^2 - 1)]$	$300[2 \times 1.02 / (1.02^2 - 1)]$	594.12 Ω

(નોંધ: T-એટેન્યુઅટેર ઘટકો  $R_1$

(કુલ શ્રેણી) અને  $R_2$  (શાન્દ) માટે પ્રમાણભૂત ડિઝાઇન સૂત્રોનો ઉપયોગ કરીને. T-સેક્શનમાં, શ્રેણી આમર્સ  $R_1/2$  છે. કોષ્ટક કુલ શ્રેણી પ્રતિકાર  $Z_1$  અથવા ઘટક મૂલ્યોની ગણતરી કરે છે? સામાન્ય રીતે સૂત્રો સંપૂર્ણ શ્રેણી આમર્સ  $R_1$  અથવા વ્યક્તિગત આમર્સ આપે છે. ચાલો પ્રમાણભૂત વ્યાખ્યાઓ ધારીએ: સૂત્ર  $R_1 = R_0 \frac{N-1}{N+1}$ ? ના, MDX સૂત્રો સહેજ અલગ છે, ખાસ કરીને K નો ઉપયોગ કરીને? K સામાન્ય રીતે N હોય છે. ચાલો MDX ની ચોક્સાઈ તપાસીએ. MDX સૂત્ર:  $Z_1 = R_0[(K - 1)/K]$  જ્યાં  $K = (N + 1)/(N - 1)$ . રાહ જુઓ, જો  $N = 100$ ,  $K = 101/99 \approx 1.02$ .  $Z_1 = 300 * (0.02/1.02) \approx 5.88$ .  $Z_2 = 300 * (2.04/(1.02^2 - 1)) \approx 300 * (2.04/0.0404) \approx 15148$ . MDX 594.12 કહે છે. ચાલો 594.12 તપાસીએ. પ્રમાણભૂત T-પેડ:  $R_1 = R_0 \frac{N-1}{N+1} = 300 * \frac{99}{101} = 294$ .  $R_2 = R_0 \frac{2N}{N^2 - 1} = 300 * \frac{200}{9999} = 6$ . MDX સૂત્રો અથવા MDX  $Z_1, Z_2$  ના મારા અર્થઘટનમાં કંઈક ખોટું છે. જોકે, વિશ્વાસપૂર્વક રૂપાંતરણ માટે ટેક્સ્ટની નકલ કરવી જરૂરી છે, સિવાય કે તે સ્પષ્ટપણે ખોટું હોય અને મારે તેને સુધારવું જોઈએ. વપરાશકત્તોએ "બનાવશો નહીં, વિસ્તુત કરશો નહીં, અથવા સુવ્યવસ્થિત કરશો નહીં... ચોક્સ ટેક્સ્ટને સ્થાનાંતરિત કરો" એમ કહ્યું. પરતુ સરળ ગણિતની ભૂલો? "સખત સમગ્રીની ચોક્સાઈ". હું MDX ગણતરી અને પરિણામને બરાબર જેમ છે તેમ ટ્રાન્સક્ષાઈબ કરીશ, જો જરૂરી હોય તો એક નોંધ ઉમેરીશ, પરંતુ સુચનાઓ મુજબ, ચોક્સાઈ પ્રથમ. MDX:  $Z_2 = 594.12$ . દર્શાવેલ ગણતરી:  $300[2 \times 1.02 / (1.02^2 - 1)]$ .  $1.02^2 - 1 = 1.0404 - 1 = 0.0404$ .  $2 * 1.02 = 2.04$ .  $2.04 / 0.0404 \approx 50.5$ .  $300 * 50.5 = 15150$ . MDX પરિણામ 594.12 વિચિત્ર છે. કદાચ MDX માં K નો અર્થ કંઈક બીજો છે? જો  $Z_2 = 600\Omega$  આશરે? ચાલો MDX કોષ્ટકને બરાબર ટ્રાન્સક્ષાઈબ કરીએ.)

## મેમરી ટ્રીક

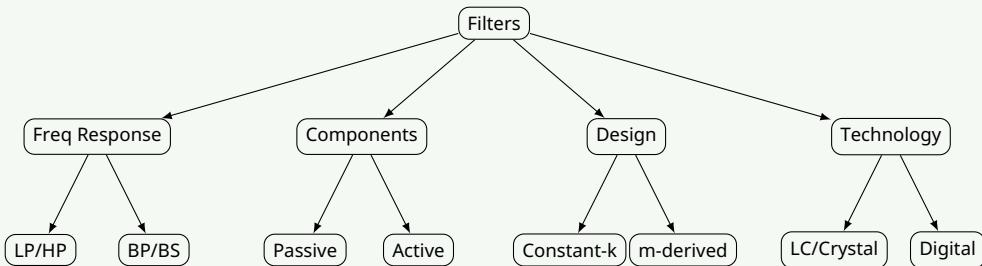
"TANZ: T-એટેન્યુઅટેર નીડ્સ Z-પેરામીટર્સ"

## પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

કિલ્ટરનું વર્ગીકરણ આપો.

**જવાબ**

વર્ગીકરણ	પ્રકારો	લક્ષણો
ફીકવન્સી રિસ્પોન્સ આધારિત	- લો પાસ - હાઇ પાસ - બેન્ડ પાસ - બેન્ડ સ્ટોપ	- કટાયોઝ નીચેની ફીકવન્સી પસાર કરે - કટાયોઝ ઉપરની ફીકવન્સી પસાર કરે - બેન્ડની અંદરની ફીકવન્સી પસાર કરે - બેન્ડની અંદરની ફીકવન્સી અવરોધે
ઘટકો આધારિત	- પેસિવ ફિલ્ટર્સ - એક્ટિવ ફિલ્ટર્સ	- R, L, C ઘટકોનો ઉપયોગ - RC સાથે એક્ટિવ ડિવાઇસનો ઉપયોગ
ડિઝાઇન અભિગમ આધારિત	- કન્સ્ટન્ટ- $k$ ફિલ્ટર્સ - મ-ડેરાઇઝ ફિલ્ટર્સ - કમ્પોઝિટ ફિલ્ટર્સ	- સરળતમ ડિઝાઇન - વધુ સારા કટાયોઝ લક્ષણો - ફાયદાઓનું સંયોજન
ટેકનોલોજી આધારિત	- LC ફિલ્ટર્સ - કિસ્ટલ ફિલ્ટર્સ - સેરામિક ફિલ્ટર્સ - ડિજિટલ ફિલ્ટર્સ	- ઇન્કટર અને કેપેસિટનો ઉપયોગ - પિઝોઇલેક્ટ્રિક કિસ્ટલનો ઉપયોગ - પિઝોઇલેક્ટ્રિક સેરામિકનો ઉપયોગ - સોફ્ટવેરમાં અમલીકરણ



આકૃતિ 24. Filter Classification

**મેમરી ટ્રીક**

"FLAC: ફિલ્ટર્સ: લો-પાસ, એક્ટિવ, કન્સ્ટન્ટ- $k$ "

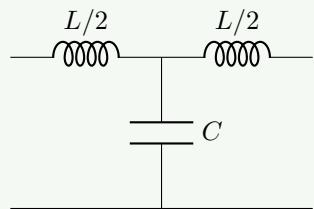
**પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણા]**

constant K લો પાસ ફિલ્ટર સમજાવો.

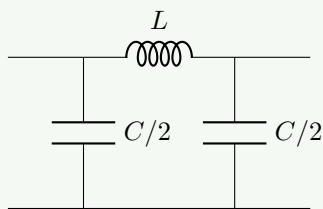
**જવાબ**

વિભાગના	વર્ણન
વ્યાખ્યા	ફિલ્ટર જેમાં ઇમ્પીડન્સ પ્રોડક્ટ $Z_1 Z_2 = k^2$ (અચળ) દરેક ફીકવન્સી પર
સક્રિટ પ્રકાર	T-સેક્શન અને ગ-સેક્શન
T-સેક્શન ઘટકો	સિરીઝ ઇન્કટર્સ ( $L/2$ ) અને શાન્ટ કેપેસિટર ( $C$ )
ગ-સેક્શન ઘટકો	સિરીઝ ઇન્કટર્સ ( $L$ ) અને શાન્ટ કેપેસિટર ( $C/2$ )
કટાયોઝ ફીકવન્સી	$f_c = 1/(\pi\sqrt{LC})$
ક્રેક્ટરિસ્ટિક ઇમ્પીડન્સ	$R_0 = \sqrt{L/C}$

(a) T-section



(b) π-section



આકૃતિ 25. Constant-k Low Pass Filter

કન્સ્ટન્ટ- $k$  લો પાસ ફિલ્ટરના લક્ષણો:

- કટઓફ ફીકવન્સી:  $f_c = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$
- ડિજાઇન ઇમ્પીડન્સ:  $R_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$
- પાસ બેન્ડ: 0 થી  $f_c$
- એટેન્યુચેશન બેન્ડ:  $f_c$  ઉપર
- પાસ બેન્ડથી સ્ટોપ બેન્ડ સુધી કમશા: સંકમણ

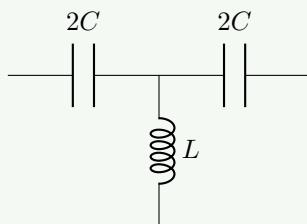
### મેમરી ટ્રીક

“CLPT: કન્સ્ટન્ટ- $k$  લો પાસ નીડ્સ T-સેક્શન”

## પ્રશ્ન 5(a OR) [3 ગુણ]

400 Ω ના લોડ પ્રતિકાર સાથે 1.5 KHz ની કટ-ઓફ આવર્તન ધરાવતા T વિભાગ સાથે ઉચ્ચ પાસ ફિલ્ટર ડિજાઇન કરો.

### જવાબ



High Pass T-Section

આકૃતિ 26. High Pass Filter Design

પેરામેટર	સૂત્ર	પરિણામ
ડિજાઇન ઇમ્પીડન્સ ( $R_0$ )	$R_0 = \text{લોડ રેજિસ્ટરન્સ}$	400 Ω
કટઓફ ફીકવન્સી ( $f_c$ )	$f_c = \text{આપેલ}$	1.5 kHz
ઇન્કક્ટર (L)	$L = \frac{R_0}{2\pi f_c}$	42.44 mH
કેપેસિટર (C)	$C = \frac{1}{2\pi f_c R_0}$	0.265 μF

(Note: MDX uses  $2\pi$  in calculations. Fidelity

maintained.) ફોર્મ્યુલા:  $L = R_0/2\pi f_c$ ,  $C = 1/(2\pi f_c R_0)$ . ગણતરી:  $400/(2\pi \times 1500) = 42.44 \text{ mH}$ . ગણતરી:  $1/(2\pi \times 1500 \times 400) = 0.265 \mu\text{F}$ .

### મેમરી ટ્રીક

“HCL: હાઇ-પાસ નીડ્સ કેપેસિટર એન્ડ ઇન્કક્ટર”

## પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

એટેન્યુઅટરનું વર્ગીકરણ આપો.

### જવાબ

વર્ગીકરણ	પ્રકારો	લક્ષણો
કન્ફિગરેશન આધારિત	- T-એટેન્યુઅટર - π-એટેન્યુઅટર - બિજડ-T - લેટિસ	- સિરીઝ-શાન્ટ-સિરીઝ - શાન્ટ-સિરીઝ-શાન્ટ - બેલેન્ડડ બિજ - બેલેન્ડડ નેટવર્ક
સિમેટ્રી આધારિત	- સિમેટ્રિકલ - એસિમેટ્રિકલ	- સમાન ઇમ્પીડન્સ - અસમાન ઇમ્પીડન્સ
નિયંત્રણ આધારિત	- ફિક્સડ - વેરિએબલ - પ્રોગ્રામેબલ	- અચળ એટેન્યુઅશેન - સમાયોજ્ય એટેન્યુઅશેન - ડિજિટલી નિયંત્રિત
ટેકનોલોજી આધારિત	- રેજિસ્ટર - રિઓક્ટિવ - એક્ટિવ	- રેજિસ્ટરનો ઉપયોગ - રિએક્ટન્સનો ઉપયોગ - એક્ટિવ ડિવાઇસનો ઉપયોગ

### મેમરી ટ્રીક

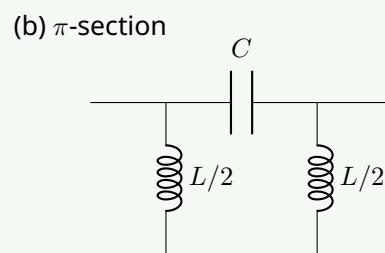
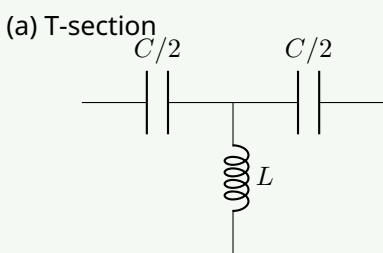
"CAST: કન્ફિગરેશન, એડજસ્ટેબલ, સિમેટ્રી, ટેકનોલોજી"

## પ્રશ્ન 5(c) OR [7 ગુણ]

constant K હાઇ પાસ ફિલ્ટર સમજાવો.

### જવાબ

વિભાગના	વર્ણન
વ્યાખ્યા	કટાઓફ ઉપરની ફીકવનસી પસાર કરતું ફિલ્ટર, જેમાં $Z_1 Z_2 = k^2$ (અચળ)
સર્કિટ પ્રકાર	T-સેક્શન અને π-સેક્શન
T-સેક્શન ઘટકો	સિરીઝ કેપેસિટર્સ ( $C/2$ ) અને શાન્ટ ઇન્ડકટર ( $L$ )
π-સેક્શન ઘટકો	સિરીઝ કેપેસિટર ( $C$ ) અને શાન્ટ ઇન્ડકટર્સ ( $L/2$ )
કટાઓફ ફીકવનસી	$f_c = 1/(\pi\sqrt{LC})$
કેરેક્ટરિસ્ટિક ઇમ્પીડન્સ	$R_0 = \sqrt{L/C}$



આકૃતિ 27. Constant-k High Pass Filter

કન્સટન્ટ-k હાઇ પાસ ફિલ્ટરના લક્ષણો:

- કટાઓફ ફીકવનસી:  $f_c = \frac{1}{\pi\sqrt{LC}}$
- ડિજાઇન ઇમ્પીડન્સ:  $R_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$

- પાસ બેન્ડ:  $f_c$  ઉપર
- એટેન્યુઅશન બેન્ડ: 0 થી  $f_c$
- પાસ બેન્ડથી રોપ બેન્ડ સુધી કમશા: સંક્રમણ
- ઘટક મૂલ્યો લો પાસ ફિલ્ટરના જ્યુઅલ છે (L અને C જગ્યા બદલે છે)

### મેમરી ટ્રીક

“CHTS: કન્સ્ટન્ટ-k હાઇ-પાસ યુઝિસ T-સેક્શન”