

# 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	ઇલેક્ટ્રોનિક ઘટકો જે સર્કિટમાં ઊર્જા અથવા પાવર આપી શકે છે (જેમ કે બેટરી, જનરેટર, રોપ-ગ્રેમ્પ)
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 ઓફના નિયમનું અનુસરણ કરતા રેસિસ્ટર)

### મેમરી ટ્રીક

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

## પ્રશ્ન 1(b) [4 ગુણ]

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

### જવાબ

શ્રેણીમાં જોડાયેલા કેપેસિટર માટે:

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

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

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

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 નેટવર્કરનું વિશ્લેષણ કરવા માટેની પદ્ધતિસરની પદ્ધતિ છે.

#### પ્રક્રિયા:

- સંદર્ભ નોડ પસંદ કરો (ગ્રાઉન્ડ)
- નોડ વોલ્ટેજને ઓળખો (N નોડ માટે N-1 અણાત)
- દરેક બિન-સંદર્ભ નોડ પર KCL લાગુ કરો
- નોડ વોલ્ટેજના સંદર્ભમાં શાખા કરેટ વ્યક્ત કરો
- નોડ વોલ્ટેજ માટે સમીકરણોનો ઉકેલ કરો



#### 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
- પદ્ધતિસરનો અલિગમ: 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]

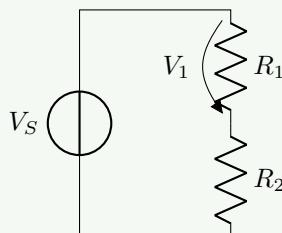
જરૂરી સમીકરણો સાથે વોલ્ટેજ વિભાજન પદ્ધતિ સમજાવો.

### 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 ડિવાઇડર સર્કિટ

### ગાણિતિક સમજૂતી:

- પ્રતિરોધક માટે:  $V_1 = (R_1/R_T) \times V_S$
- કેપેસિટ્ય માટે:  $V_1 = (1/C_1)/(1/C_T) \times V_S = (C_T/C_1) \times V_S$
- ઇન્ક્રિટ્ચર માટે:  $V_1 = (L_1/L_T) \times V_S$
- જાટલ ઇમ્પીડન્સ માટે:  $V_1 = (Z_1/Z_T) \times V_S$

**ઉદાહરણો:**

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

### મેમરી ટ્રીક

“જાટલો મોટો પ્રતિરોધ, તેટલો મોટો વોલ્ટેજ ડ્રોપ”

## પ્રશ્ન 2(a) [3 ગુણ]

ટુ પોર્ટ નેટવર્કના ઓપન સર્કિટ ઇમ્પીડન્સ પેરામીટર્સ લખો.

### જવાબ

ઓપન સર્કિટ ઇમ્પીડન્સ પેરામીટર્સ:

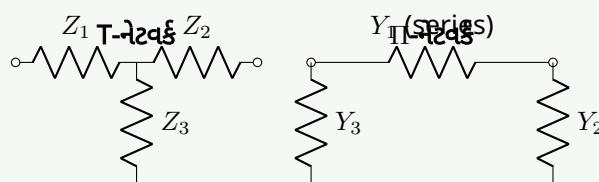
પેરામીટર	સમીકરણ	ભૌતિક અર્થ
$Z_{11}$	$Z_{11} = V_1/I_1$ (જ્યારે $I_2 = 0$ )	આઉટપુટ ઓપન-સર્કિટ હોય ત્યારે ઇનપુટ ઇમ્પીડન્સ
$Z_{12}$	$Z_{12} = V_1/I_2$ (જ્યારે $I_1 = 0$ )	પોર્ટ 2 થી પોર્ટ 1 સુધી ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ
$Z_{21}$	$Z_{21} = V_2/I_1$ (જ્યારે $I_2 = 0$ )	પોર્ટ 1 થી પોર્ટ 2 સુધી ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ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

### ડિરિશન 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

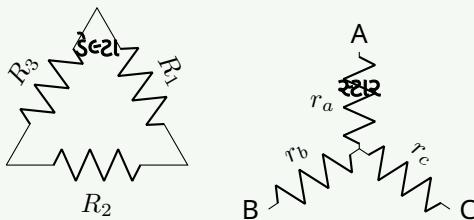
“Delta Divides: Y1 gets Z2, Y2 gets Z1, Y3 gets Z3”

## પ્રશ્ન 2(c) [7 ગુણ]

ડેલ્ટામાં 1, 1 અને 1 ઓહના નણા 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
$r_a$	$(R_1 \times R_3)/\Sigma R$	$(1 \times 1)/3$	$0.333\Omega$
$r_b$	$(R_1 \times R_2)/\Sigma R$	$(1 \times 1)/3$	$0.333\Omega$
$r_c$	$(R_2 \times R_3)/\Sigma R$	$(1 \times 1)/3$	$0.333\Omega$

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 પોર્ટ ઇમ્પીડન્સ

**જવાબ**

શબ્દ	વ્યાખ્યા
ડ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ	એક પોર્ટ પર આઉટપુટ વોલ્ટેજનો બીજા પોર્ટ પર ઇનપુટ કરેટના ગુણોત્તર જ્યારે અન્ય બધા પોર્ટ ઓપન-સાઉન્ડેડ 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 અન્ત ચેઇન બનાવે છે
ફ્રાઇલિંગ 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**

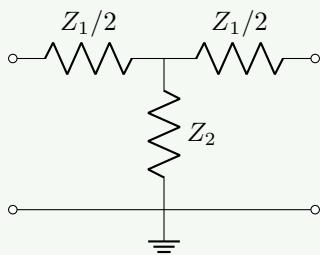
"TID: Transfer relates ports, Image creates reflections, Driving point looks inward"

**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 શાંટ 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 ધિયરી 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**

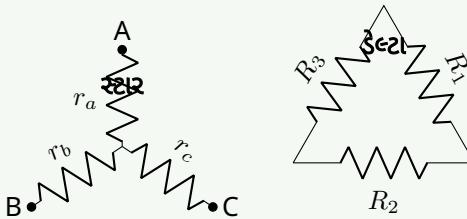
"Z-પ્રોડક્ટ પ્લસ કવાર્ટર-સ્કવેરનું વર્ગમૂળ"

**પ્રશ્ન 2(c) OR [7 ગુણ]**

6, 15 અને 10 ઓહના ત્રાણ રેસીસ્ટર સ્ટાર માં જોડાયેલા છે. સમકક્ષ ડેન્ટા 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 =  $(6 \times 15) + (15 \times 10) + (10 \times 6) = 90 + 150 + 60 = 300$

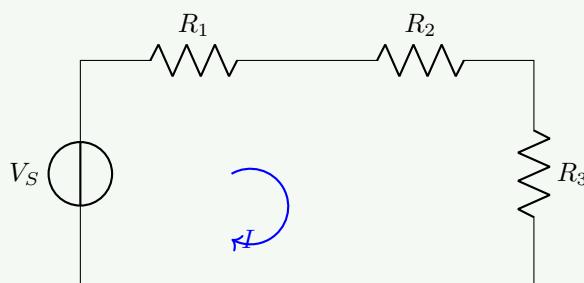
ડેલ્ટા પ્રતિરોધક	સૂત્ર	ગણતરી	પરિણામ
$R_1$	Sum of Products/ $r_a$	$300/6$	$50\Omega$
$R_2$	Sum of Products/ $r_b$	$300/15$	$20\Omega$
$R_3$	Sum of Products/ $r_c$	$300/10$	$30\Omega$

### પ્રશ્ન 3(a) [3 ગુણા]

KVL નો ઉપયોગ કરીને લૂપ કરંટની ગણતરી કરવા માટે સર્કિટ (R1, R2 અને R3 dc સપ્લાય સાથે શ્રેણીમાં જોડાયેલા) નું વિશ્લેષણ કરો

### જવાબ

શ્રેણી સર્કિટ માટે KVL:



આકૃતિ 7. KVL માટે શ્રેણી સર્કિટ

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

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

સ્ટેપ્સ:

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

### મેમરી ટ્રીક

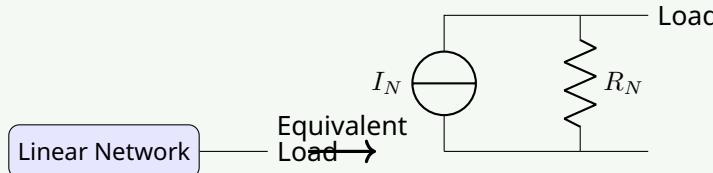
"KVL: કિરચોફનો વોલ્ટેજ લૂપ કુલ પ્રતિરોધની જરૂર પડે છે"

## 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 શૉર્ટ-સર્કિટ કરંટ
2. નોર્ટન રેસિસ્ટન્સ ( $R_N$ ): બધા સ્ત્રોતોને તેમના આંતરિક પ્રતિરોધ સાથે બદલીને ટર્મિનલ્સથી જોતા ઈન્પુટ 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 તત્વમાં 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 શૉર્ટ-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  $I_1, I_2, \dots, I_n$  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) ફુલ કરંટ =  $2A + (-1A) + 0.5A = 1.5A$

## મેમરી ટ્રીક

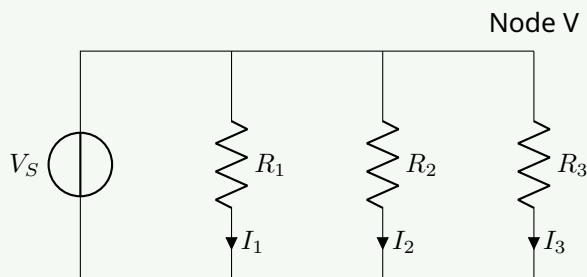
“OSACI: One Source Active, Calculate and Integrate”

## પ્રશ્ન 3(a) OR [3 ગુણ]

KCL નો ઉપયોગ કરીને નોડ વોલ્ટેજની ગણતરી કરવા માટે સર્કિટ ( $R_1$ ,  $R_2$  અને  $R_3$  ડિસ્ટ્રીબ્યુઝ 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 કરેટ સ્ત્રોત હોય) નોડ વોલ્ટેજ  $V = V_S$  (કારણ કે સમાંતર ઘટકોમાં સમાન વોલ્ટેજ હોય છે).

## સ્ટેપ્સ:

1. નોડ વોલ્ટેજ  $V$  ને ઓળખો
2. શાખા કરુંને 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

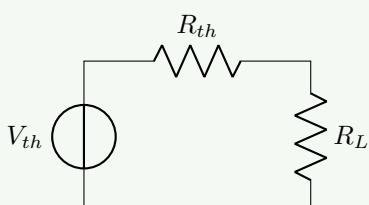
“KCL: કિરચોફનો કરેટ નિયમ સમાંતર વોલ્ટેજ સ્ત્રોત જેટલો જ બતાવે છે”

## 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 ( $Z_L = Z_S^*$ )
- ઉપયોગ:** સિંગલ ટ્રાન્સમિશન, ઓડિયો સિસ્ટમ્સ

**મેમરી ટ્રીક**

"MEET: Maximum Efficiency Equals when Thevenin-matched"

**પ્રશ્ન 3(c) OR [7 ગુણ]**

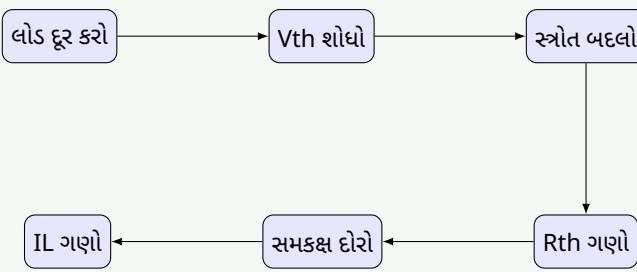
થેવેનિનના પ્રમેયનો ઉપયોગ કરીને ckt માં  $V_{th}$ ,  $R_{th}$  અને લોડ કરેટની ગણતરી કરવાનાં પગલાં સમજાવો.

**જવાબ****થેવેનિનના થીયરમનો ઉપયોગ:**

સિદ્ધાંત: વોલ્ટેજ અને કરેટ 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:**

- સર્કિટમાંથી લોડ પ્રતિરોધ દૂર કરો
- લોડ ટર્મિનલ્સ વર્ચ્યે ઓપન-સર્કિટ વોલ્ટેજ ( $V_{th}$ ) ની ગણતરી કરો
- બધા સ્ત્રોતોને તેમના આંતરિક પ્રતિરોધ સાથે બદલો (વોલ્ટેજ સ્ત્રોત શોર્ટ, કરેટ સ્ત્રોત ઓપન)
- લોડ ટર્મિનલ્સથી જોતા સમકક્ષ પ્રતિરોધ ( $R_{th}$ ) ની ગણતરી કરો
- $V_{th}$  અને  $R_{th}$  સાથે થેવેનિન સમકક્ષ સર્કિટ દોરો
- લોડને ફરીથી જોડો અને લોડ કરેટની ગણતરી કરો:  $I_L = V_{th}/(R_{th} + R_L)$



આકૃતિ 12. થેવેનિન પ્રક્રિયા

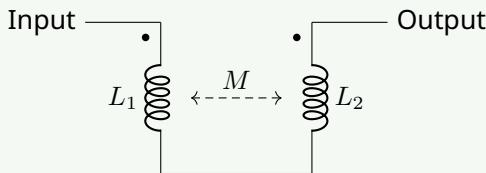
**ઉદાહરણ ગણતરી:**

- 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]**

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

**જવાબ****કપણ સર્કિટ ડાયાગ્રામ:**



આકૃતિ 13. મેગ્નોટિકલી કપદ સર્કિટ

**ધારકો:**

- L<sub>1</sub>: કોઇલ 1 નું સેલ્ફ-ઇન્ડક્ટન્સ
- L<sub>2</sub>: 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]

કોઓફીશિયન્ટ ઓફ કપલિંગ વ્યાખ્યાયિત કરો. K, M, L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> વચ્ચેનો સંબંધ જણાવો.

**જવાબ**

**કોઓફીશિયન્ટ ઓફ કપલિંગ (K):** એક કોઇલ દ્વારા ઉત્પાદિત મેગ્નોટિક ફલકસનો અંશ જે બીજું કોઇલ સાથે જોડાય છે. તે બે કોઇલ વચ્ચેના મેગ્નોટિક કપલિંગની હદ દર્શાવે છે.

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

**મુખ્ય ગુણધર્મો:**

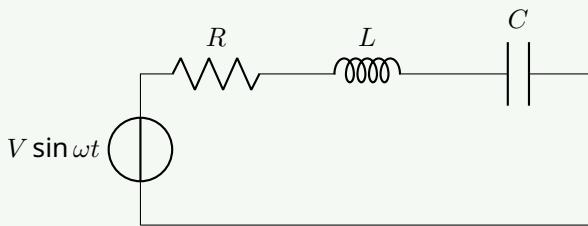
- રેઝ:  $0 \leq K \leq 1$
- $K = 1$ : પરફેક્ટલી કપદ (માળખું)
- $K = 0$ : નો કપલિંગ (મેગ્નોટિકલી આઇસોલેટેડ)
- $K < 0.5$ : લૂંગલી કપદ

**મેમરી ટ્રીક****“K defines the Link: Ratio of Mutual to Geometric Mean of Selfs”**

## પ્રશ્ન 4(c) [7 ગુણ]

શ્રેણી રેઝોનન્સ સર્કિટની રેઝોનન્ટ ફીકવન્સી માટે સમીકરણ મેળવો. એક શ્રેણી RLC સર્કિટમાં R=10 ohm, L=0.1H અને C=10μF છે. રેઝોનન્ટ ફીકવન્સીની ગણતરી કરો.

**જવાબ****શ્રેણી રેઝોનન્સ ડેરિવેશન:**



આકૃતિ 14. શ્રેણી RLC સર્કિટ

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

ડરિયેશન:

1.  $X_L = 2\pi fL$  અને  $X_C = 1/(2\pi fC)$
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:  $R = 10\Omega$ ,  $L = 0.1\text{H}$ ,  $C = 10\mu\text{F}$  ( $10 \times 10^{-6}\text{F}$ )

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

મેમરી ટ્રીક

“Formula is inverse of 2-pi-root-LC”

## પ્રશ્ન 4(a) OR [3 ગુણ]

કવોલિટી ફેક્ટર વ્યાખ્યાયિત કરો.

### જવાબ

**કવોલિટી ફેક્ટર (Q-factor):** તે મેરિટનો અંકડો છે જે રેઝોનન્સની તીક્ષ્ણતા અથવા રેઝોનન્ટ સર્કિટની સિલેક્ટિવિટીના માપદંડ તરીકે કાર્ય કરે છે.

વ્યાખ્યાઓ:

1. રેઝોનન્સ પર L અથવા C માં વોલ્ટેજનો એપ્લાઇડ વોલ્ટેજ સાથેનો ગુણોત્તર (વોલ્ટેજ મેન્ઝિફિકેશન).
2. રિઅન્કટિવ પાવરનો એક્ટિવ પાવર સાથેનો ગુણોત્તર (Q = રિઅન્કટિવ પાવર/એક્ટિવ પાવર).
3. સંગ્રહિત ઊર્જાનો એક ચક દીઠ વેડફાટી ઊર્જા સાથેનો ગુણોત્તર (Q =  $2\pi \times (\text{મહત્તમ સંગ્રહિત ઊર્જા}/\text{ચક દીઠ વેડફાટી ઊર્જા})$ ).

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

મેમરી ટ્રીક

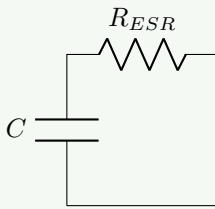
“Quality magnifies Voltage and selects Frequencies”

## પ્રશ્ન 4(b) OR [4 ગુણ]

કેપેસિટનો કવોલિટી ફેક્ટર સમજાવો.

### જવાબ

**કેપેસિટનો કવોલિટી ફેક્ટર:** તે કેપેસિટની કાર્યક્ષમતા દર્શાવે છે, તેની સંગ્રહિત ઊર્જાની તેની ઊર્જાના નુકસાન સાથે સરખામણી કરે છે. વાસ્તવિક કેપેસિટરમાં થોડો લીકેજ રેઝિસ્ટરન્સ અથવા સમકક્ષ શ્રેણી રેઝિસ્ટરન્સ (ESR) હોય છે.



વાસ્તવિક કેપેસિટર મોડેલ

આકૃતિ 15. વાસ્તવિક કેપેસિટર મોડેલ

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

**મહત્વ:**

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

### મેમરી ટ્રીક

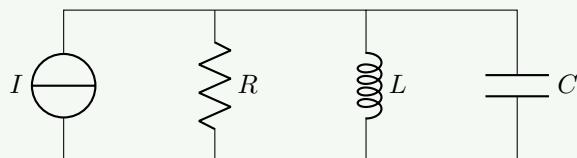
“Q is Reactance over Resistance implies Low Loss”

## 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 (સરોપન્સ  $B = 0$ ).
- શરત:  $\omega C - 1/\omega L = 0 \Rightarrow \omega C = 1/\omega L$
- રેઝોનન્ટ ફીડ્કવન્સી:  $f_r = 1/(2\pi\sqrt{LC})$  (આદર્શ કિસ્સા માટે શ્રેણી જેવું જ)

**રેઝોનન્સ પર લાક્ષણિકતાઓ:**

- \*\*ઇમ્પૈડન્સ\*\*: મહત્વમ (Z = R માત્ર રેઝિસ્ટ્રેવ). પ્રાયોગિક ટાંકમાં (L શ્રેણી આંતરિક r સાથે),  $Z_{dynamic} = L/(Cr)$ .
- \*\*કર્ણટ\*\*: સ્નોતમાંથી ન્યૂનતમ (વોલ્ટેજ સ્ત્રોત પર), પરંતુ L અને C વચ્ચેનો ફરતો કર્ણટ મેન્ઝિફાઇ થાય છે (કર્ણટ મેન્ઝિફિક્શન).
- \*\*પાવર ફેક્ટર\*\*: એકમ (Unity).

## પ્રશ્ન 5(a) [3 ગુણ]

વિવિધ પ્રકારના એટેન્યુએટરનું વર્ગીકરણ કરો.

## જવાબ

એટેન્યુઅટેન્સા પ્રકારો:

પ્રકાર	સંચના	લાક્ષણિકતાઓ
T-પ્રકાર	શ્રેણી-શાંટ-શ્રેણી	સિમેટ્રિક, મેથિંગ માટે સારું, વ્યાપકપણે વપરાતું
II-પ્રકાર	શાંટ-શ્રેણી-શાંટ	સિમેટ્રિક, T-પ્રકારનો વિકલ્પ
લેટિસ	બેલેન્સડ બ્રિજ	સિમેટ્રિકલ, બેલેન્સડ લાઇન્સમાં વપરાય છે
L-પ્રકાર	શ્રેણી-શાંટ	ઓસિમેટ્રિક, સરળ ડિઝાઇન
બ્રિજડ-T	બ્રિજડ શાંટ સાથે T	સારો હિક્કવન્સી રિસ્પોન્સ, જટિલ
O-પ્રકાર	શ્રેણી-શાંટ-શ્રેણી-શાંટ	સુધારેલા રિજેક્શન લક્ષણો

### મેમરી ટ્રીક

“TLIIBO: Top attenuators Let II signals Balance Output”

## પ્રશ્ન 5(b) [4 ગુણ]

ડેસીબલ અને નેપર વર્ચયેનો 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

ડરિવેશન:

- 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 વર્ચયે 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	$1 \text{ Np} = (20/\ln 10) \text{ dB}$	$1 \text{ Np} = 8.686 \text{ dB}$
dB to Neper	$1 \text{ dB} = (\ln 10/20) \text{ Np}$	$1 \text{ dB} = 0.115 \text{ Np}$

### મેમરી ટ્રીક

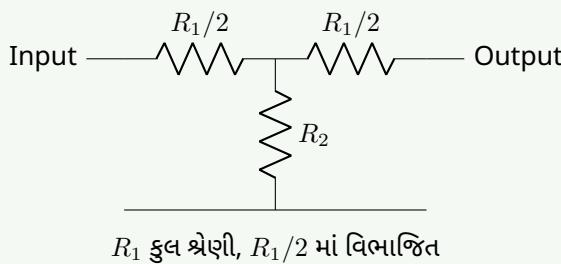
“8.686: Eight Point Six Nepers Buy Ten decibels”

## પ્રશ્ન 5(c) [7 ગુણ]

600 ઓહન કેરેક્ટરીસ્ટિક ઇમ્પીડન્સ ઘરાવતું અને 20 dB એટેન્યુઅશન પૂરું પાડતું T પ્રકારનું એટેન્યુઅટર ડિઝાઇન કરો.

### જવાબ

T-પ્રકાર એટેન્યુઅટર ડિઝાઇન:



$R_1$  કુલ શ્રેણી,  $R_1/2$  માં વિભાજિત

આકૃતિ 17. T-પ્રકાર એટેન્યુઅટર

#### ડિઝાઇન સ્ટેપ્સ:

- dB માંથી એટેન્યુઅશન રેશિયો  $N$  ગણો:  $N = 10^{(dB/20)}$
- સૂરોનો ઉપયોગ કરીને  $R_1$  (શ્રેણી) અને  $R_2$  (શાંટ) 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)	$R_0[(N^2 - 1)/(N^2 + 1)]$	$600[(99)/(101)]$	$588.1\Omega$
$R_1/2$ (દ્વેક આર્મ)	$R_1/2$	$588.1/2$	$294.05\Omega$
$R_2$ (શાંટ)	$R_0[2N/(N^2 - 1)]$	$600[20/99]$	$121.2\Omega$

અંતિમ મૂલ્યો: દ્વેક શ્રેણી આર્મ =  $294.05\Omega$ , શાંટ આર્મ =  $121.2\Omega$ .

#### 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 ફિલ્ટરની મર્યાદાઓ:

મર્યાદા	વર્ણન
નબળું કટાઓક ટ્રાન્ઝિશન	શાર્પ કટાઓકને બદલે પાસ બેન્ડથી સ્ટોપ બેન્ડમાં ધીમે ધીમે ફેરફાર
અસમાન ઇમ્પીડન્સ	ઇમ્પીડન્સ ફિક્વન્સી સાથે બદલાય છે, મેચિંગ સમર્સ્યાઓ પેદા કરે છે ( $Z_0$ અચળ નથી)
એટેન્યુઅશન રિપલ	પાસ બેન્ડ અને સ્ટોપ બેન્ડ બનેમાં અસમાન એટેન્યુઅશન
ફેઝ ડિસ્ટોર્ન્ષન	નોન-લિનિયર ફેઝ રિસ્પોન્સ સિન્ક્રિપ્ટ ડિસ્ટોર્ન્ષનનું કારણ બને છે
ફિક્સડ ટર્મિનેશન	ચોક્સ લોડ ઇમ્પીડન્સ ( $R_0$ ) માટે રચાયેલ; અન્ય લોડ સાથે કામગીરી બગડે છે
મર્યાદિત સિલેક્ટિવિટી	આધુનિક ફિલ્ટર ડિઝાઇનની તુલનામાં નબળી પસંદગી (m-ડિરાઇફ ફિલ્ટર્સ વધુ સારા છે)

#### મેમરી ટ્રીક

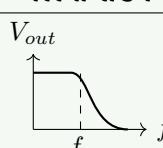
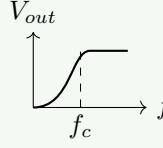
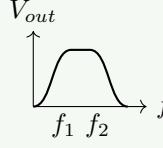
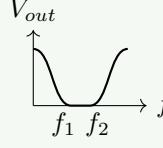
"PUAPFL: Poor transition, Uneven impedance, Attenuation ripple, Phase distortion, Fixed termination, Limited selectivity"

## પ્રશ્ન 5(b) OR [4 ગુણ]

દરેક માટે ફિલ્ટરની રિસ્પોન્સ કર્વ દર્શાવી ફિલ્ટરનું વર્ગીકરણ આપો

### જવાબ

ફિલ્ટરનું વર્ગીકરણ:

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

### મેમરી ટ્રીક

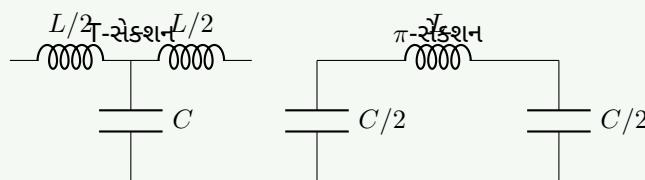
“LHBS: Low lets low tones, High lets high tones, Band-pass selects middle, Band-Stop rejects middle”

## 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 વિધયરી: કોન્સ્ટન્ટ-K ફિલ્ટરમાં તમામ ફિલ્ટરની પર ઇમ્પીડન્સ પ્રોડક્ટ  $Z_1 Z_2 = R_0^2$  (અચળ) હોય છે.

ડેરિવેશન સ્ટેપ્સ:

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

2. પ્રોડક્ટ  $Z_1 Z_2 = L/C = R_0^2$  (અચળ  $k^2$ )
3. શૂન્ય ફ્લીકવન્સી પર કેરેક્ટરીસ્ટીક ઇમ્પીડન્સ:  $R_0 = \sqrt{L/C}$
4. કટ-ઓફ ફ્લીકવન્સી 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 સમીક્ષણો:**

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

### મેમરી ટ્રીક

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