

Subject Name (Gujarati)

4331101 -- Winter 2022

Semester 1 Study Material

Detailed Solutions and Explanations

પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

વ્યાખ્યા આપો. : ૧) બ્રાંચ ૨) જંક્શન ૩) મેશ

જવાબ

- **બ્રાંચ:** બ્રાંચ એટલે એક અથવા વધારે સર્કિટ તત્વો જે નેટવર્કના બે નોડ્સ વચ્ચે જોડાયેલા હોય.
- **જંક્શન:** જંક્શન (અથવા નોડ) એટલે એવું બિંદુ જ્યાં બે અથવા વધારે સર્કિટ તત્વો એકબીજા સાથે જોડાયેલા હોય.
- **મેશ:** મેશ એટલે નેટવર્કમાં એક બંધ પથ જેમાં અન્ય કોઈ બંધ પથ તેની અંદર ન હોય.

મેમરી ટ્રીક

“BJM: Branches Join at junctions to Make meshes”

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

જરૂરી સર્કિટ સાથે વોલ્ટેજ અને કરંટ ડિવિઝન નો નિયમ લખો.

જવાબ

વોલ્ટેજ ડિવિઝન નિયમ: સિરીઝ સર્કિટમાં, કોઈપણ ઘટક પરનો વોલ્ટેજ તેના રેઝિસ્ટન્સના પ્રમાણમાં હોય છે.

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A((+)) --- B[R1] --- C[R2] --- D((-))
    E[V1] --- B
    F[V2] --- C
    G[VS] --- A
{Highlighting}
{Shaded}
```

• સૂત્ર: $V_1 = VS \times (R_1 / (R_1 + R_2))$

• ઉપયોગ: સિરીઝ ઘટકો પરના વ્યક્તિગત વોલ્ટેજ ડ્રોપ્સ શોધવા માટે વપરાય છે

કરંટ ડિવિઝન નિયમ: પેરેલલ સર્કિટમાં, કોઈપણ શાખામાંથી પસાર થતો કરંટ તેના રેઝિસ્ટન્સના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે.

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A((+)) --- B[ ] --- C((-))
    B --- D[R1] --- E[ ] --- F[R2] --- G[ ]
    F --- H[I1] --- I[D]
    G --- J[I2] --- K[E]
    H --- L[IS] --- M[A]
{Highlighting}
{Shaded}
```

• સૂત્ર: $I_1 = IS \times (R_2 / (R_1 + R_2))$

• મુખ્ય સિદ્ધાંત: કરંટ ઓછા રેઝિસ્ટન્સનો માર્ગ પસંદ કરે છે

પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

Fig. (૧) માં બતાવેલ નેટવર્ક માટે ગ્રાફ અને ટ્રી દોરો. ગ્રાફ પર લિંક કરંટ બતાવો. સાથે ટ્રી માટે ટાઇ-સેટ સેટ્યુલ લખો.

જવાબ

નેટવર્કનો ગ્રાફ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A((A)) --- B((B))
    A --- C((C))
    A --- D((D))
    B --- C
    B --- D
    C --- D
    A --- 1 --- B
    A --- 3 --- C
    B --- 2 --- D
    C --- 5 --- D
    B --- 6 --- C
    A --- 7 --- D
    style A fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style B fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style C fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style D fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
{Highlighting}
{Shaded}
```

નેટવર્કનું ટ્રી (બોલ્ડ એજ સાથે બતાવેલ):

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A((A)) --- B((B))
    A --- C((C))
    C --- D((D))
    style A fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style B fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style C fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style D fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    linkStyle 0 stroke-width:4px,stroke:green
    linkStyle 1 stroke-width:4px,stroke:green
    linkStyle 2 stroke-width:4px,stroke:green
{Highlighting}
{Shaded}
```

લિંક કરંટ (બાકીની શાખાઓ પર બતાવેલ જે ટ્રીનો ભાગ નથી):

- લિંક 1: શાખા 2 (BD)
- લિંક 2: શાખા 6 (BC)
- લિંક 3: શાખા 7 (AD)
- લિંક 4: શાખા 5 (CD)

ટાઇ-સેટ સેટ્યુલ:

લિંક/ટ્રી શાખા	શાખા 1 (AB)	શાખા 3 (AC)	શાખા 4 (CD)	શાખા 2 (BD)	શાખા 6 (BC)	શાખા 7 (AD)	શાખા 5 (CD)
લિંક 1 (BD)	1	0	0	1	0	0	0
લિંક 2 (BC)	1	1	0	0	1	0	0
લિંક 3 (AD)	0	0	1	0	0	1	0
લિંક 4 (CD)	0	0	1	0	0	0	1

મેમરી ટ્રીક

“TGLT: Trees Generate Link-current Tie-sets”

પ્રશ્ન 1(ક) OR [7 ગુણ]

Fig. (૧) માં બતાવેલ નેટવર્ક માટે ગ્રાફ અને ટ્રી દોરો. ટ્રી પર બ્રાંચ વોલ્ટેજ બતાવો. સાથે ટ્રી માટે કટ-સેટ સેઝ્યુલ લખો.

જવાબ

નેટવર્કનો ગ્રાફ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A((A)) --- B((B))
    A --- C((C))
    A --- D((D))
    B --- C
    B --- D
    C --- D
    A --- 1[1] --- B
    A --- 3[3] --- C
    B --- 2[2] --- D
    C --- 5[5] --- D
    B --- 6[6] --- C
    A --- 7[7] --- D
    style A fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style B fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style C fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style D fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
{Highlighting}
{Shaded}
```

નેટવર્કનું ટ્રી (બોલ્ડ એજ સાથે બતાવેલ અને બ્રાંચ વોલ્ટેજ સાથે):

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A((A)) --- V1[V_1] --- B((B))
    A --- V3[V_3] --- C((C))
    C --- V4[V_4] --- D((D))
    style A fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style B fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style C fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style D fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    linkStyle 0 stroke-width:4px,stroke:green
    linkStyle 1 stroke-width:4px,stroke:green
    linkStyle 2 stroke-width:4px,stroke:green
{Highlighting}
{Shaded}
```

કટ-સેટ સેઝ્યુલ:

કટ-સેટ/શાખા	શાખા 1 (AB)	શાખા 3 (AC)	શાખા 4 (CD)	શાખા 2 (BD)	શાખા 6 (BC)	શાખા 7 (AD)	શાખા 5 (CD)
કટ-સેટ 1 (AB)	1	0	0	-1	-1	0	0
કટ-સેટ 2 (AC)	0	1	0	0	1	-1	0
કટ-સેટ 3 (CD)	0	0	1	1	0	1	1

મેમરી ટ્રીક

“CGVS: Cut-sets Generate Voltage Sources”

પ્રશ્ન 2(અ) [3 ગુણ]

વ્યાખ્યા આપો: ૧) એક્ટિવ અને પેસિવ નેટવર્ક ૨) યુનિલેટરલ અને બાઇ-લેટરલ નેટવર્ક.

જવાબ

- **એક્ટિવ નેટવર્ક:** એવું નેટવર્ક જેમાં એક કે વધારે EMF સ્ત્રોત (વોલ્ટેજ/કરંટ સ્ત્રોત) હોય જે સર્કિટને ઊર્જા પૂરી પાડે છે.
- **પેસિવ નેટવર્ક:** એવું નેટવર્ક જેમાં માત્ર પેસિવ તત્ત્વો જેવા કે રેઝિસ્ટર, કેપેસિટર અને ઇન્ડક્ટર હોય, કોઈ ઊર્જા સ્ત્રોત ન હોય.
- **યુનિલેટરલ નેટવર્ક:** એવું નેટવર્ક જેમાં ઇનપુટ અને આઉટપુટ ટર્મિનલ્સ બદલવાથી તેની પ્રોપર્ટી અને પરફોર્મન્સ બદલાય છે.
- **બાઇલેટરલ નેટવર્ક:** એવું નેટવર્ક જેમાં ઇનપુટ અને આઉટપુટ ટર્મિનલ્સ બદલવાથી તેની પ્રોપર્ટી અને પરફોર્મન્સ સમાન રહે છે.

આકૃતિ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    subgraph " "
        A[ : ]
        B[ : ]
        C[ : / ]
        D[ : R, L, C ]
    end
end
{Highlighting}
{Shaded}
```

મેમરી ટ્રીક

“APUB: Active Provides energy, Unilateral Blocks reversal”

પ્રશ્ન 2(બ) [4 ગુણ]

Z પેરામિટર માટે સમીકરણ લખો અને Z₁₁, Z₁₂, Z₂₁, Z₂₂ એ સમીકરણો પરથી તારવો.

જવાબ

Z-પેરામિટર્સ બે-પોર્ટ નેટવર્કમાં પોર્ટ વોલ્ટેજ અને કરંટ વચ્ચેનો સંબંધ વ્યાખ્યાયિત કરે છે:

સમીકરણો:

- $V_1 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2$
- $V_2 = Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2$

તારણ:

- $Z_{11} = V_1/I_1(I_2 = 0) : -$
- $Z_{12} = V_1/I_2(I_1 = 0) : -$

- $Z_{21} = V_2/I_1(I_2 = 0) : -$
- $Z_{22} = V_2/I_2(I_1 = 0) : -$

મેમરી ટ્રીક

“Z Impedance: Open circuit gives correct Parameters”

પ્રશ્ન 2(ક) [7 ગુણ]

સ્ટાન્ડર્ડ T નેટવર્ક માટે કેરેક્ટરિસ્ટિક ઇમ્પિડન્સ (ZOT) નું સમીકરણ તારવો.

જવાબ

સ્ટાન્ડર્ડ T-નેટવર્ક માટે:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A((Port{-1})) --- B[Z1] --- C((Junction))
    C --- D[Z2] --- E((Port{-2}))
    C --- F[Z3] --- G((Ground))
{Highlighting}
{Shaded}
```

તારણના પગલાં:

1. સિમેટ્રિક T-નેટવર્ક માટે, $Z_1 = Z_2$
1. મેક્સ કન્ડિશન હેઠળ, ઇનપુટ ઇમ્પિડન્સ કેરેક્ટરિસ્ટિક ઇમ્પિડન્સ બરાબર હોય
2. $Z_{0t} = Z_1 + (Z_{13})/(Z_1 + Z_3)$
2. બેલેન્સ્ડ T-નેટવર્ક જ્યાં $Z_1 = Z_2 = Z/2$ $Z_3 = Z$:
2. $Z_{0t} = Z/2 + (Z/2)/(Z/2 + Z)$
2. $Z_{0t} = Z/2 + (Z^2/2)/(Z + Z/2)$
2. $Z_{0t} = Z/2 + (Z^2/2)/(3Z/2)$
2. $Z_{0t} = Z/2 + Z^2/3Z$
2. $Z_{0t} = Z/2 + Z/3$
2. $Z_{0t} = (3Z + 2Z)/6$
2. $Z_{0t} = \sqrt{Z_1(Z_1 + 2Z_3)}$

અંતિમ સમીકરણ: $Z_{0t} = \sqrt{Z_1(Z_1 + 2Z_3)}$

મેમરી ટ્રીક

“TO Impedance: Two arms Over middle branch”

પ્રશ્ન 2(અ) OR [3 ગુણ]

વ્યાખ્યા આપો. ૧) ડ્રાઇવિંગ પોઇન્ટ ઇમ્પીડન્સ ૨) ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ

જવાબ

- **ડ્રાઇવિંગ પોઇન્ટ ઇમ્પીડન્સ:** જ્યારે અન્ય બધા સ્વતંત્ર સ્રોત શૂન્ય પર સેટ હોય ત્યારે સમાન પોર્ટ/ટર્મિનલના જોડા પર વોલ્ટેજ અને કરંટનો ગુણોત્તર.
- **ટ્રાન્સફર ઇમ્પીડન્સ:** જ્યારે અન્ય બધા સ્વતંત્ર સ્રોત શૂન્ય પર સેટ હોય ત્યારે એક પોર્ટ પર વોલ્ટેજ અને બીજા પોર્ટ પર કરંટનો ગુણોત્તર.

આકૃતિ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
```

```

subgraph "
A[      :  $V_{1/I_{1}}$        $V_{2/I_{2}}$ ]}
B[      :  $V_{2/I_{1}}$        $V_{1/I_{2}}$ ]}
end
{Highlighting}
{Shaded}

```

મેમરી ટ્રીક

“DTSS: Driving at Terminal Same, Transfer at Separate”

પ્રશ્ન 2(બ) OR [4 ગુણ]

કિર્યોફનો વોલ્ટેજ લો ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

જવાબ

કિર્યોફનો વોલ્ટેજ લો (KVL): સર્કિટમાં કોઈપણ બંધ લૂપની આસપાસના તમામ વોલ્ટેજનો અલગબરાઇક સરવાળો શૂન્ય હોય છે.
ગણિતમાં: $\sum V = 0$ (બંધ લૂપ આસપાસ)
સર્કિટ ઉદાહરણ:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
A((+)) -- "10V" --> B
B -- "R1 = 2Ω" --> C
C -- "R2 = 3Ω" --> D
D -- "R3 = 5Ω" --> A
style A fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
style B fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
style C fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
style D fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
{Highlighting}
{Shaded}

```

જો $I = 1A$, તો:

- $V_1 = 1A \times 2 = 2V$
- $V_2 = 1A \times 3 = 3V$
- $V_3 = 1A \times 5 = 5V$

KVL લાગુ કરતાં: $10V - 2V - 3V - 5V = 0$ □

મેમરી ટ્રીક

“VACZ: Voltages Around Closed loop are Zero”

પ્રશ્ન 2(ક) OR [7 ગુણ]

□ નેટવર્ક માથી T નેટવર્ક મા બદલવાના સમીકરણ તારવો.

જવાબ

□ નેટવર્કને T નેટવર્કમાં રૂપાંતરણ:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
subgraph "

```

```

A1((A)) {-}{-}{-} B1((B))}
A1 {-}{-}{-} Y1[Ya] {-}{-}{-} C1}
B1 {-}{-}{-} Y2[Yb] {-}{-}{-} C1}
A1 {-}{-}{-} Y3[Yc] {-}{-}{-} B1}
C1((C))
end

subgraph "T"
A2((A)) {-}{-}{-} Z1[Za] {-}{-}{-} D2((D))}
B2((B)) {-}{-}{-} Z2[Zb] {-}{-}{-} D2}
D2 {-}{-}{-} Z3[Zc] {-}{-}{-} C2((C))}
end
{Highlighting}
{Shaded}

```

રૂપાંતરણ સમીકરણો:

1. $Z_a = (Y_a \times Y_c) / Y_\square$
1. $Z_b = (Y_b \times Y_c) / Y_\square$
1. $Z_c = (Y_a \times Y_b) / Y_\square$

જ્યાં $Y_\square = Y_a + Y_b + Y_c$

તારણ:

1. \square -નેટવર્કના Y-પેરામિટર્સથી શરૂઆત કરો
2. શાખા એડમિટન્સના સંદર્ભમાં Y-પેરામિટર્સને વ્યક્ત કરો
3. મેટ્રિક્સ ઇન્વર્ઝનનો ઉપયોગ કરીને Z-પેરામિટર્સમાં રૂપાંતરિત કરો
4. Z-પેરામિટર્સના સંદર્ભમાં T-નેટવર્ક ઇમ્પિડન્સને વ્યક્ત કરો
5. સરળ બનાવીને ઉપરના રૂપાંતરણ સૂત્રો મેળવો

મેમરી ટ્રીક

“PIE to TEA: Product over sum for opposite branch”

પ્રશ્ન 3(અ) [3 ગુણ]

કિર્યોફનો કરંટ લો ઉદાહરણ સાથે સમજાવો.

જવાબ

કિર્યોફનો કરંટ લો (KCL): કોઈપણ નોડમાં પ્રવેશતા અને છોડતા તમામ કરંટનો અલગબ્રાઇઝ સરવાળો શૂન્ય હોવો જોઈએ.
 ગણિતમાં: $= 0$ (કોઈપણ નોડ પર)
સર્કિટ ઉદાહરણ:

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting}[]
graph TD
  A[I_1 = 5A] {-}{-}{-} B((Node))
  C[I_2 = 2A] {-}{-}{-} B
  B {-}{-}{-} D[I_3 = 3A]
  B {-}{-}{-} E[I_4 = 4A]
  style B fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
{Highlighting}
{Shaded}

```

નોડ B પર KCL લાગુ કરતાં:

- પ્રવેશતા કરંટ: $I_1 + I_2 = 5A + 2A = 7A$
- છોડતા કરંટ: $I_3 + I_4 = 3A + 4A = 7A$
- તેથી: $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 5 + 2 - 3 - 4 = 0$

મેમરી ટ્રીક

“CuNoZ: Currents at Node are Zero”

પ્રશ્ન 3(બ) [4 ગુણ]

જરૂરી સમીકરણો સાથે મેશ એનાલિસિસ સમજાવો.

જવાબ

મેશ એનાલિસિસ: એક સર્કિટ એનાલિસિસ તકનીક જે મલ્ટિપલ લૂપ્સ વાળી સર્કિટને ઉકેલવા માટે મેશ કરંટ્સનો ઉપયોગ કરે છે.
પગલાં:

1. સર્કિટમાં બધા મેશ (બંધ લૂપ) ઓળખો
2. દરેક મેશને મેશ કરંટ સોંપો
3. દરેક મેશ પર KVL લાગુ કરો
4. પરિણામી સમીકરણ સિસ્ટમને ઉકેલો

ઉદાહરણ સર્કિટ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A((A)) -- R1 --- B((B))
    B -- R3 --- C((C))
    A -- R2 --- C
    A -- V1 --- D
    D -- {}+ {}- {}- {}- A
    C -- V2 --- E
    E -- {}+ {}- {}- {}- C
    style A fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style B fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style C fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
{Highlighting}
{Shaded}
```

સમીકરણો:

- મેશ 1: $V_1 = I_1 R_1 + I_1 R_2 - I_2 R_2$
- મેશ 2: $V_2 = I_2 R_2 + I_2 R_3 - I_1 R_2$

મેમરી ટ્રીક

“MILK: Mesh Is Loop with KVL”

પ્રશ્ન 3(ક) [7 ગુણ]

થીવીનીન નો થીયરમ લખો અને સમજાવો.

જવાબ

થીવીનીનનો સિદ્ધાંત: કોઈપણ લીનીયર નેટવર્ક જેમાં વોલ્ટેજ અને કરંટ સ્રોત હોય તેને એક વોલ્ટેજ સ્રોત (VTH) અને એક રેઝિસ્ટન્સ (RTH) સીરીઝમાં ધરાવતા તુલ્ય સર્કિટ દ્વારા બદલી શકાય છે.

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph TD
    subgraph " "
        A((A)) -- R[ ] --- B[ ]
    end
    subgraph " "
```



```

D((A)) {-}{-}{-} E[VTH] {-}{-}{-} F(({}+))
F {-}{-}{-} G[RTH] {-}{-}{-} H((B))
end
{Highlighting}
{Shaded}

```

થીવીનીન સમકક્ષ શોધવાના પગલાં:

1. જે ટર્મિનલ માટે સમકક્ષ શોધવાની છે તેમાંથી લોડ દૂર કરો
2. આ ટર્મિનલ્સ વચ્ચે ઓપન-સર્કિટ વોલ્ટેજ (VOC) ગણો (= VTH)
3. તમામ સ્રોતોને તેમના આંતરિક રેઝિસ્ટન્સ દ્વારા બદલીને સર્કિટમાં પાછા જોતા રેઝિસ્ટન્સ ગણો (= RTH)
4. થીવીનીન સમકક્ષ VTH અને RTH સીરીઝમાં ધરાવે છે

ઉદાહરણ એપ્લિકેશન:

- લોડ RL સાથે મૂળ જટિલ સર્કિટ
- RL દૂર કરો અને VOC = VTH શોધો
- સ્રોતોને નિષ્ક્રિય કરો અને RTH શોધો
- સરળીકૃત થીવીનીન સમકક્ષ સાથે RL ફરીથી જોડો

મેમરી ટ્રીક

``TORV: Thevenin's Open-circuit Resistance and Voltage"

પ્રશ્ન 3(અ) OR [3 ગુણ]

રેસિપ્રોસિટી થીયરમ લખો અને સમજાવો.

જવાબ

રેસિપ્રોસિટી સિદ્ધાંત: એક લીનિયર, બાઇલેટરલ નેટવર્કમાં, જો એક શાખામાં વોલ્ટેજ સ્રોત બીજી શાખામાં કરંટ ઉત્પન્ન કરે છે, તો તે જ વોલ્ટેજ સ્રોત, જો બીજી શાખામાં મૂકવામાં આવે, તો તે પ્રથમ શાખામાં સમાન કરંટ ઉત્પન્ન કરશે.

Mermaid Diagram (Code)

```

{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    subgraph " "
        direction LR
        A((A)) {-}{-}{-} B[V] {-}{-}{-} C((B))
        C {-}{-}{-} D[ ] {-}{-}{-} E((C))
        E {-}{-}{-} F[ ] {-}{-}{-} A
    end

    subgraph " "
        direction LR
        G((A)) {-}{-}{-} H[ ] {-}{-}{-} I((B))
        I {-}{-}{-} J[ ] {-}{-}{-} K((C))
        K {-}{-}{-} L[V] {-}{-}{-} G
    end
end
{Highlighting}
{Shaded}

```

ગણિતમાં: જો શાખા 1 માં વોલ્ટેજ $V_1, 2I_2, 2V_1, I_2$.

મર્યાદાઓ: ફક્ત નીચેના લક્ષણો ધરાવતા નેટવર્ક માટે લાગુ પડે છે:

- લીનિયર તત્વો
- બાઇલેટરલ તત્વો (ડાયોડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર નહીં)
- એક સ્વતંત્ર સ્રોત

મેમરી ટ્રીક

``RESWAP: REciprocity SWAPs Position with identical results"

પ્રશ્ન 3(બ) OR [4 ગુણ]

જરૂરી સમીકરણો સાથે નોડલ એનાલિસિસ સમજાવો.

જવાબ

નોડલ એનાલિસિસ: એક સર્કિટ એનાલિસિસ તકનીક જે સર્કિટ ઉકેલવા માટે નોડ વોલ્ટેજનો ઉપયોગ કરે છે.

પગલાં:

1. રેફરન્સ નોડ (ગ્રાઉન્ડ) પસંદ કરો
2. બાકીના નોડ્સને વોલ્ટેજ વેરિયેબલ સૉપો
3. દરેક નોન-રેફરન્સ નોડ પર KCL લાગુ કરો
4. પરિણામી સમીકરણ સિસ્ટમને ઉકેલો

ઉદાહરણ સર્કિટ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A(( 1)) --{-}- G_1 --{-}- B(( ))
    C(( 2)) --{-}- G_2 --{-}- B
    A --{-}- G_3 --{-}- C
    A --{-}- I_1 --{-}- B
    C --{-}- I_2 --{-}- B
    style A fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style C fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style B fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
{Highlighting}
{Shaded}
```

સમીકરણો:

- નોડ 1: $I_1 = V_1 G_1 + (V_1 - V_2) G_3$
- નોડ 2: $I_2 = V_2 G_2 + (V_2 - V_1) G_3$

મેમરી ટ્રીક

“NKCVC: Nodal uses KCL with Voltage variables”

પ્રશ્ન 3(ક) OR [7 ગુણ]

મેક્સિમમ પાવર ટ્રાન્સફર થીયરમ લખો અને સમજાવો.

જવાબ

મહત્તમ પાવર ટ્રાન્સફર સિદ્ધાંત: એક સ્રોત સાથે જોડાયેલ લોડ મહત્તમ પાવર ત્યારે મેળવશે જ્યારે તેનો રેઝિસ્ટન્સ સ્રોતના આંતરિક રેઝિસ્ટન્સ બરાબર હોય.

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting} []
graph LR
    A((+)) --{-}- B[VS] --{-}- C((X))
    C --{-}- D[RS] --{-}- E((Y))
    E --{-}- F[RL] --{-}- G((Z))
    G --{-}- A
    style C fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style E fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
{Highlighting}
{Shaded}
```

પ્રમાણ:

1. સર્કિટમાં કરંટ: $I = VS/(RS + RL)$

2. લોડમાં પહોંચતો પાવર:

$$P = I^2 RL = (VS^2 RL)/(RS + RL)^2$$

3. મહત્તમ પાવર માટે, $dP/dRL = 0$

$$4. ઉકેલતાં: (VS^2(RS + RL)^2 - VS^2 RL \cdot 2(RS + RL))/(RS + RL)^4 = 0$$

$$4. સરળ કરતાં: (RS + RL)^2 = 2RL(RS + RL)$$

$$4. વધુ સરળ કરતાં: RS + RL = 2RL$$

$$5. તેથી: RS = RL$$

$$\text{મહત્તમ પાવર: } P_{\max} = VS^2/(4RS)$$

મેમરી ટ્રીક

“MaRLRS: Maximum power when load Resistance equals Source Resistance”

પ્રશ્ન 4(અ) [3 ગુણ]

શા માટે સિરીઝ રેઝોનન્સ સર્કિટ વોલ્ટેજ એમ્પ્લિફાયર અને પેરેલલ રેઝોનન્સ સર્કિટ કરંટ એમ્પ્લિફાયર તરીકે વર્તે છે?

જવાબ

સિરીઝ રેઝોનન્સ વોલ્ટેજ એમ્પ્લિફાયર તરીકે:

- રેઝોનન્સ પર, સિરીઝ સર્કિટ ઇમ્પીડન્સ ન્યૂનતમ (માત્ર R) હોય છે
- L અથવા C પરનો વોલ્ટેજ સ્રોત વોલ્ટેજ કરતાં ઘણો વધારે હોઈ શકે
- વોલ્ટેજ મેગ્નિફિકેશન ફેક્ટર = $Q = XL/R = 1/R\sqrt{L/C}$
- L અથવા C પરનો વોલ્ટેજ = $Q \times$

પેરેલલ રેઝોનન્સ કરંટ એમ્પ્લિફાયર તરીકે:

- રેઝોનન્સ પર, પેરેલલ સર્કિટ ઇમ્પીડન્સ મહત્તમ હોય છે
- L અથવા C માંથી પસાર થતો કરંટ સ્રોત કરંટ કરતાં ઘણો વધારે હોઈ શકે
- કરંટ મેગ્નિફિકેશન ફેક્ટર = $Q = R/XL = R\sqrt{C/L}$
- L અથવા C માંથી પસાર થતો કરંટ = $Q \times$

કોષ્ટક:

સર્કિટ પ્રકાર	રેઝોનન્સ પર ઇમ્પીડન્સ	એમ્પ્લિફિકેશન
સિરીઝ	ન્યૂનતમ (માત્ર R)	વોલ્ટેજ (VL અથવા VC = Q)
પેરેલલ	મહત્તમ (R^2/r)	કરંટ (IL અથવા IC = Q)

મેમરી ટ્રીક

“SeVoPa: Series Voltage, Parallel current amplification”

પ્રશ્ન 4(બ) [4 ગુણ]

કોઇલ ના Q નું સમીકરણ તારવો.

જવાબ

કોઇલનો Q-ફેક્ટર:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A((A)) --- B[R] --- C((B))
    C --- D[L] --- A
    style C fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
{Highlighting}
{Shaded}
```

તારણ:

1. Q-ફેક્ટર વ્યાખ્યાયિત: $Q = \text{સ્ટોર થયેલી ઊર્જા} / \text{પ્રતિ સાયકલ વેડફાયેલી ઊર્જા}$
2. ઇન્ડક્ટરમાં સંગ્રહિત ઊર્જા $= (1/2)LI^2$
2. રેઝિસ્ટરમાં વેડફાયેલી પાવર $= I^2 R$
2. પ્રતિ સાયકલ વેડફાયેલી ઊર્જા $= \text{પાવર} \times = I^2 R \times (1/f)$
2. તેથી: $Q = ((1/2)LI^2) / (I^2 R \times (1/f))$
2. સરળ કરતાં: $Q = 2 \times (1/2)LI^2 \times f / (I^2 R)$
2. $Q = 2\pi f \times L / R$

$$R = \omega L / Q$$

$$\text{અંતિમ સમીકરણ: } Q = \omega L / R = 2\pi fL / R = XL / R$$

મેમરી ટ્રીક

“QualityEDR: Quality equals Energy stored Divided by energy lost per Radian”

પ્રશ્ન 4(ક) [7 ગુણ]

સિરીઝ R-L-C સર્કિટ માટે સિરીઝ રેઝોનન્સ ફ્રિક્વન્સી નું સમીકરણ તારવો.

જવાબ

સિરીઝ R-L-C સર્કિટ:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    A((Input)) --> B[R] --> C[L] --> D[C] --> E((Output))
    style A fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
    style E fill:#f9f,stroke:#333,stroke-width:2px
{Highlighting}
{Shaded}
```

તારણ:

1. સિરીઝ RLC સર્કિટની ઇમ્પીડન્સ: $Z = R + j(XL - XC)$
2. જ્યાં: $XL = \omega L$ અને $XC = 1/\omega C$
3. રેઝોનન્સ પર, $XL = XC$ (ઇન્ડક્ટિવ અને કેપેસિટિવ રિએક્ટન્સ સમાન હોય છે)
4. તેથી: $\omega L = 1/\omega C$
5. ω માટે ઉકેલતાં: $\omega^2 = 1/LC$
5. રેઝોનન્સ ફ્રિક્વન્સી: $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$
5. ફ્રિક્વન્સી f ના સંદર્ભમાં: $f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$

રેઝોનન્સ પર લક્ષણો:

- ઇમ્પીડન્સ ન્યૂનતમ (સંપૂર્ણ રેઝિસ્ટિવ: $Z = R$)
- કરંટ મહત્તમ ($I = V/R$)
- પાવર ફેક્ટર એકમ (સર્કિટ રેઝિસ્ટિવ લાગે છે)
- L અને C પરના વોલ્ટેજ સમાન અને વિપરીત હોય છે

મેમરી ટ્રીક

“RES: Reactances Equal at Series resonance”

પ્રશ્ન 4(અ) OR [3 ગુણ]

કપલ્ડ સર્કિટ શું છે? સેલ્ફ ઇન્ડક્ટન્સ અને મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ ની વ્યાખ્યા આપો.

જવાબ

કપલ્ડ સર્કિટ્સ: બે અથવા વધુ સર્કિટ્સ જે મેગ્નેટિક રીતે જોડાયેલી હોય, જેથી તેમની પરસ્પર મેગ્નેટિક ફીલ્ડ દ્વારા ઊર્જા એકમાંથી બીજામાં ટ્રાન્સફર થઈ શકે.

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph TD
    subgraph " "
        A((A)) --{-}{-}{-} B[L1] --{-}{-}{-} C((B))
    end

    subgraph " "
        D((C)) --{-}{-}{-} E[L2] --{-}{-}{-} F((D))
    end

    G[M] --{-}{-}{-} B
    G --{-}{-}{-} E
{Highlighting}
{Shaded}
```

સેલ્ફ-ઇન્ડક્ટન્સ (L): એક સર્કિટનો ગુણધર્મ જેના દ્વારા કરંટમાં ફેરફારથી તે જ સર્કિટમાં સેલ્ફ-ઇન્ડ્યુસ્ડ EMF ઉત્પન્ન થાય છે. $L = \Phi/I$ (મેગ્નેટિક ફ્લક્સનો તેને ઉત્પન્ન કરતા કરંટ સાથેનો ગુણોત્તર)

મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ (M): એક સર્કિટનો ગુણધર્મ જેના દ્વારા એક સર્કિટમાં કરંટમાં ફેરફારથી બીજી સર્કિટમાં EMF ઇન્ડ્યુસ કરે છે. $M = \Phi_{21}/I_1(12)$

મેમરી ટ્રીક

“SiMu: Self in Mine, Mutual in Yours”

પ્રશ્ન 4(બ) OR [4 ગુણ]

કો-એક્સિસન્ટ ઓફ કપલિંગ(K) નુ સમીકરણ તારવો.

જવાબ

કપલિંગનો ગુણાંક (k):

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph LR
    subgraph " "
        A((A)) --{-}{-}{-} B[L1] --{-}{-}{-} C((B))
        D((C)) --{-}{-}{-} E[L2] --{-}{-}{-} F((D))
        G[M] --{-}{-}{-} B
        G --{-}{-}{-} E
    end
end
{Highlighting}
{Shaded}
```

તારણ:

- બે કોઇલ્સ વચ્ચેનો મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ (M) આના પર આધારિત છે:
 - કોઇલ્સનો સેલ્ફ-ઇન્ડક્ટન્સ ($L_1 L_2$)
 - ભૌતિક ગોઠવણ (નજીકતા અને દિશા)
- મહત્તમ શક્ય મ્યુચ્યુઅલ ઇન્ડક્ટન્સ: $M_{max} = \sqrt{L_1 L_2}$
- કપલિંગનો ગુણાંક વ્યાખ્યાયિત: $k = M/M_{max}$
- તેથી: $k = M/\sqrt{L_1 L_2}$

લક્ષણો:

- k ની રેન્જ 0 (કોઈ કપલિંગ નહીં) થી 1 (પૂર્ણ કપલિંગ) સુધી
- k ભૂમિતિ, દિશાનિર્દેશન અને માધ્યમ પર આધારિત છે
- સામાન્ય ટ્રાન્સફોર્મર: $k = 0.95$ થી 0.99
- એર-કોર કોઇલ્સ: $k = 0.01$ થી 0.5

મેમરી ટ્રીક

“KMutual: K Measures Mutual linkage proportion”

પ્રશ્ન 4(ક) OR [7 ગુણ]

સિરિઝ RLC સર્કિટ માં $R=30\Omega$, $L=0.5H$, અને $C=5\mu F$ છે. (૧) સિરિઝ રેઝોનન્સ ફ્રિક્વન્સી (૨) Q ફેક્ટર (૩) BW ની ગણતરી કરો.

જવાબ

આપેલ:

- રેઝિસ્ટન્સ, $R = 30\Omega$
- ઇન્ડક્ટન્સ, $L = 0.5H$
- કેપેસિટન્સ, $C = 5\mu F = 5 \times 10^{-6} F$

ગણતરી:

(૧) સિરિઝ રેઝોનન્સ ફ્રિક્વન્સી:

- $f_0 = 1/(2\sqrt{LC})$
- $f_0 = 1/(2\sqrt{0.5 \times 5 \times 10^{-6}})$
- $f_0 = 1/(2\sqrt{2.5 \times 10^{-6}})$
- $f_0 = 1/(2 \times 1.58 \times 10^{-3})$
- $f_0 = 1/(9.9 \times 10^{-3})$
- $f_0 = 100.76 Hz$
- $f_0 \approx 100 Hz$

(૨) Q ફેક્ટર:

- $Q = (1/R)\sqrt{L/C}$
- $Q = (1/30)\sqrt{0.5/(5 \times 10^{-6})}$
- $Q = (1/30)\sqrt{100,000}$
- $Q = (1/30) \times 316.23$
- $Q = 10.54$

(૩) બેન્ડવિડ્થ (BW):

- $BW = f_0/Q$
- $BW = 100.76/10.54$
- $BW = 9.56 Hz$

કોષ્ટક:

પેરામીટર	સૂત્ર	મૂલ્ય
રેઝોનન્સ ફ્રિક્વન્સી (f_0)	$1/(2\sqrt{LC})$	100 Hz
ક્વોલિટી ફેક્ટર (Q)	$(1/R)\sqrt{L/C}$	10.54
બેન્ડવિડ્થ (BW)	f_0/Q	9.56 Hz

મેમરી ટ્રીક

“RQB: Resonance Quality determines Bandwidth”

પ્રશ્ન 5(અ) [3 ગુણ]

એટેન્યુએટર નું વર્ગીકરણ કરો.

જવાબ

એટેન્યુએટર્સ: રેઝિસ્ટર્સનું નેટવર્ક જે વિકૃતિ વિના સિગ્નલ લેવલને ઘટાડવા (એટેન્યુએટ) માટે ડિઝાઇન કરવામાં આવે છે.
એટેન્યુએટર્સના પ્રકાર:

Mermaid Diagram (Code)

```
{Shaded}
{Highlighting}[]
graph TD
    A[ ] --{ }--> B[ ] }
```

```

A {-{-}{-}{-}} C[      ]}
B {-{-}{-}{-}} D[T{-}  ]}
B {-{-}{-}{-}} E[ {-}   ]}
B {-{-}{-}{-}} F[  {-}T]}
B {-{-}{-}{-}} G[    ]}
C {-{-}{-}{-}} H[      ]}
C {-{-}{-}{-}} I[      ]}
{Highlighting}
{Shaded}

```

કોન્ફિગરેશન આધારિત:

- **T-પ્રકાર:** ત્રણ રેજિસ્ટર T-આકારની કોન્ફિગરેશન
- **□-પ્રકાર:** ત્રણ રેજિસ્ટર □-આકારની કોન્ફિગરેશન
- **બ્રિજ-T:** T-પ્રકાર સાથે એક રેજિસ્ટર આરપાર જોડાય
- **લેટિસ:** ચાર રેજિસ્ટર્સ સાથે બેલેન્સ કોન્ફિગરેશન

સિમેટ્રી આધારિત:

- **સિમેટ્રિકલ:** સમાન ઈનપુટ અને આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ
- **અસિમેટ્રિકલ:** અલગ ઈનપુટ અને આઉટપુટ ઇમ્પીડન્સ

મેમરી ટ્રીક

“ATP Fixed: Attenuator Types include Pad, Tee, Lattice”

પ્રશ્ન 5(બ) [4 ગુણ]

એટેન્યુએશન અને નેપર વચ્ચેનો સંબંધ તારવો.

જવાબ

એટેન્યુએશન અને નેપર વચ્ચેનો સંબંધ:

- **એટેન્યુએશન (Π):** ઇનપુટ વોલ્ટેજ (અથવા કરંટ)નો આઉટપુટ વોલ્ટેજ (અથવા કરંટ) સાથેનો ગુણોત્તર, વિવિધ એકમોમાં વ્યક્ત.
- **નેપર (Np):** ગુણોત્તરનો નેચરલ લોગરિધમિક એકમ, મુખ્યત્વે ટ્રાન્સમિશન લાઇન થિયરીમાં વપરાય છે.

તારણ:

1. વોલ્ટેજ ગુણોત્તર V_1/V_2 :
 - નેપરમાં એટેન્યુએશન = $\ln(V_1/V_2)$
 - ડેસિબલમાં એટેન્યુએશન = $20\log_{10}(V_1/V_2)$
2. પાવર ગુણોત્તર P_1/P_2 :
 - નેપરમાં એટેન્યુએશન = $(1/2)\ln(P_1/P_2)$
 - ડેસિબલમાં એટેન્યુએશન = $10\log_{10}(P_1/P_2)$
3. dB અને નેપર વચ્ચેનો સંબંધ:
 - 1 નેપર = 8.686 dB
 - 1 dB = 0.115 નેપર

કોષ્ટક:

એકમ	વોલ્ટેજ ગુણોત્તર	પાવર ગુણોત્તર
નેપર (Np)	$\ln(V_1/V_2)$	$(1/2)\ln(P_1/P_2)$
ડેસિબલ (dB)	$20\log_{10}(V_1/V_2)$	$10\log_{10}(P_1/P_2)$

મેમરી ટ્રીક

“NED: Neper Equals Decibel divided by 8.686”

પ્રશ્ન 5(ક) [7 ગુણ]

સિમેટ્રિકલ T એટેન્યુએટર માટે R1 અને R2 ના સમીકરણો તારવો.


```

      R1
A o{-{-}{-}{-}///{-}{-}{-}{-}o B}
  {                               /}
  {                               /}
  {                               /}
R2 {                               / R2}
  {                               /}
  {                               /}
  { /}
  { /}
  / {}
  / {}
  / {}
R1 / {}
C o{-{-}///{-}{-}o D}

```

લક્ષણો:

1. બ્રિજ-T: T અને \square એટેન્યુએટર્સની વિશેષતાઓ સંયોજિત કરે છે, ઉચ્ચ-ફ્રિક્વન્સી એપ્લિકેશન માટે યોગ્ય
2. લેટિસ: ઉત્તમ ફેઝ અને ફ્રિક્વન્સી રિસ્પોન્સ સાથેની બેલેન્સ્ડ કોન્ફિગરેશન, સામાન્ય રીતે બેલેન્સ્ડ લાઇન્સમાં વપરાય છે

મેમરી ટ્રીક

“BL-BA: Bridge Ladder, Balanced Attenuators”

પ્રશ્ન 5(બ) OR [4 ગુણ]

ફિક્વન્સી ને આધારે ફિલ્ટર નુ વર્ગીકરણ કરો અને સાથે પાસ બૅન્ડ અને સ્ટોપ બૅન્ડ દર્શાવતા ફિક્વન્સી રિસ્પોન્સ દોરો.

જવાબ

ફિક્વન્સી આધારિત ફિલ્ટરનું વર્ગીકરણ:

Mermaid Diagram (Code)

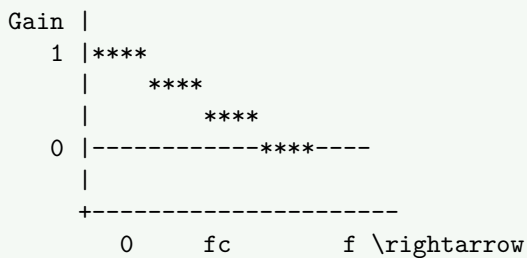
```

{Shaded}
{Highlighting}[]
graph TD
  A[ ] {-{-}{-}{-} B[ ]}
  A {-{-}{-}{-} C[ ]}
  A {-{-}{-}{-} D[ ]}
  A {-{-}{-}{-} E[ ]}
  A {-{-}{-}{-} F[ ]}
{Highlighting}
{Shaded}

```

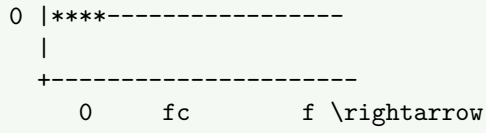
ફિક્વન્સી રિસ્પોન્સ:

1. લો પાસ ફિલ્ટર: કટઓફ નીચેની ફિક્વન્સી પસાર કરે, ઉપરની એટેન્યુએટ કરે

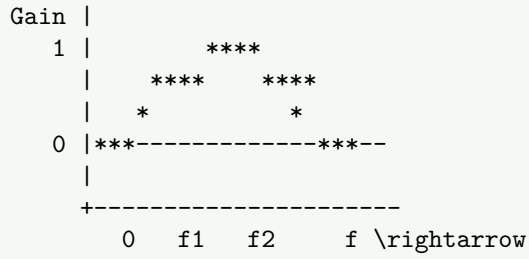


2. હાઇ પાસ ફિલ્ટર: કટઓફ ઉપરની ફિક્વન્સી પસાર કરે, નીચેની એટેન્યુએટ કરે

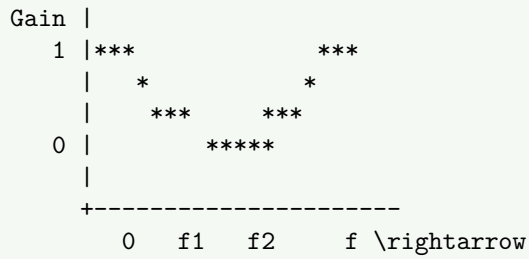




3. બેન્ડ પાસ ફિલ્ટર: ચોક્કસ બેન્ડની અંદરની ફ્રિક્વન્સી પસાર કરે



4. બેન્ડ સ્ટોપ ફિલ્ટર: ચોક્કસ બેન્ડની અંદરની ફ્રિક્વન્સી રિજેક્ટ કરે



મેમરી ટ્રીક

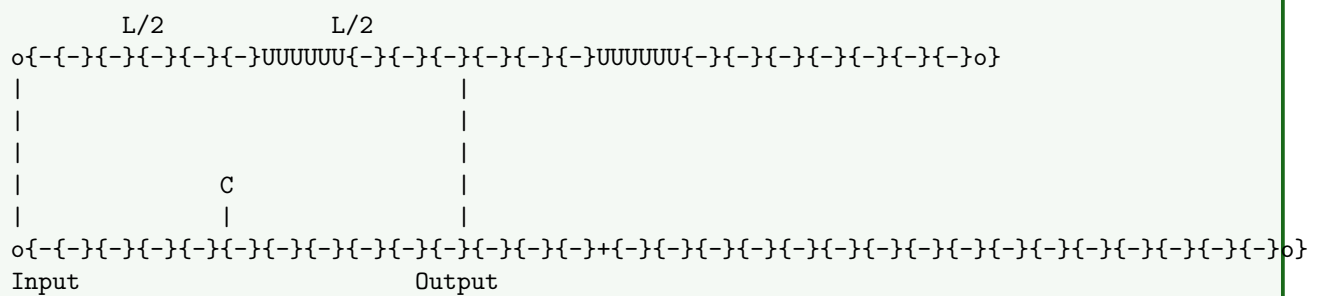
“LHBB: Low High Band-pass Band-stop All-pass”

પ્રશ્ન 5(ક) OR [7 ગુણ]

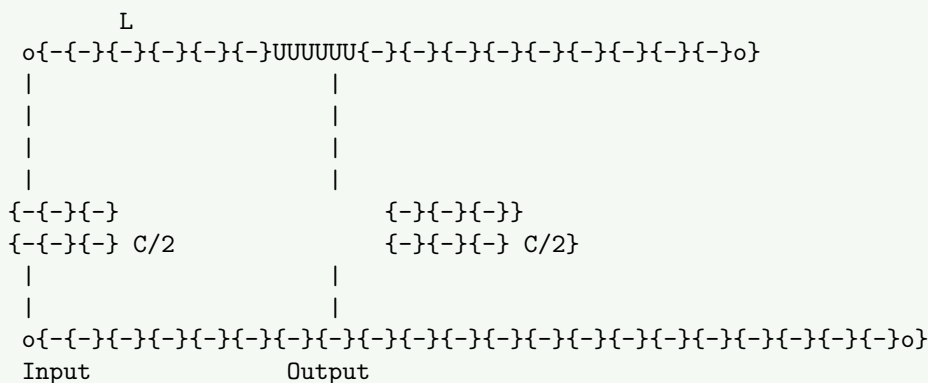
Constant-k લો પાસ ફિલ્ટર ના T સેક્શન અને Π સેક્શન દોરો અને કટ ઓફ ફ્રિક્વન્સીનું સમીકરણ તારવો.

જવાબ

T-સેક્શન Constant-K લો પાસ ફિલ્ટર:



Π -સેક્શન Constant-K લો પાસ ફિલ્ટર:



કટઓફ ફિક્વન્સીનું તારણ:

1. Constant-K ફિલ્ટર માટે:

- $Z_1 \times Z_2 = R_0^2()$
- $Z_1 = jL()$
- $Z_2 = 1/jC()$

2. તેથી:

- $R_0^2 = Z_1 \times Z_2 = jL \times 1/jC = L/C$
- $R_0 = \sqrt{L/C}$

3. પાસ બેન્ડ કન્ડિશન:

- $-1 < Z_1/4Z_2 < 0$
- $-1 < j\omega L/(4 \times 1/jC) < 0$
- $-1 < -\omega^2 LC/4 < 0$

4. કટઓફ ફિક્વન્સી પર:

- $\omega^2 LC/4 = 1$
- $\omega C^2 = 4/LC$
- $\omega C = 2/\sqrt{LC}$
- $f_c = \omega C/2\pi = 1/\pi\sqrt{LC}$

અંતિમ સમીકરણ:

- કટઓફ ફિક્વન્સી $f_c = 1/\pi\sqrt{LC}$

મેમરી ટ્રીક

“KCLP: Konstant-k Cutoff in Low Pass depends on L and C product”