

Fundamentals of Electronics (DI01000051) - Summer-2025 Solution

Milav Dabgar

જૂન 12, 2025

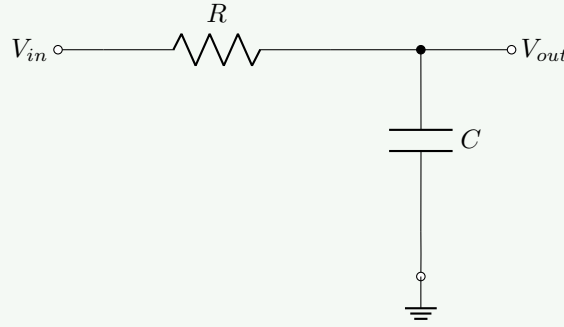
પ્રશ્ન 1(અ) [3 ગુણ]

સરળ RC (Resistor-Capacitor) low-pass filter circuit દોરો.

જવાબ

RC low-pass filter એક passive electronic circuit છે જે “નીચી ફ્રીક્વન્સીના સિગ્નલ્સ” ને પસાર થવા દે છે જ્યારે “ઉચ્ચ ફ્રીક્વન્સીના સિગ્નલ્સ” ને ઘટાડે છે. તે resistor (R) અને capacitor (C) થી બનેલું છે જે series માં જોડાયેલા છે.

Circuit Diagram:



આકૃતિ 1. RC Low-Pass Filter Circuit

મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ:

- Cutoff Frequency: $f_c = \frac{1}{2\pi RC}$ (ફ્રીક્વન્સી જ્યાં output, input નો 70.7% હોય)
- Low Frequencies: ન્યૂનતમ attenuation સાથે પસાર થાય છે
- High Frequencies: Capacitor દ્વારા ground તરફ low impedance બનાવીને block થાય છે

મેમરી ટ્રીક

“RC-LP: Resistor-Capacitor ઉચ્ચને block કરે, નીચાને પસાર કરે”

પ્રશ્ન 1(બ) [4 ગુણ]

RC low-pass filter નું cutoff frequency શોધો જ્યાં $R = 1.5\text{ k}\Omega$ અને $C = 100\text{ nF}$ છે. તેમજ cutoff frequency પર જો input 10V હોય તો output voltage શોધો.

જવાબ

આપેલ માહિતી:

- Resistance: $R = 1.5\text{ k}\Omega = 1500\text{ }\Omega$

- Capacitance: $C = 100 \text{ nF} = 100 \times 10^{-9} \text{ F}$
- Input Voltage: $V_{in} = 10 \text{ V}$

પગલું 1: Cutoff Frequency ની ગણતરી RC low-pass filter માટે cutoff frequency નો formula છે:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

મૂલ્યો મૂકતાં:

$$f_c = \frac{1}{2\pi \times 1500 \times 100 \times 10^{-9}}$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi \times 1.5 \times 10^{-4}}$$

$$f_c = \frac{1}{9.42 \times 10^{-4}} = 1061.57 \text{ Hz} \approx 1.06 \text{ kHz}$$

પગલું 2: Cutoff પર Output Voltage ની ગણતરી Cutoff frequency પર, output voltage એ input voltage નો 0.707 ગણો (અથવા $\frac{1}{\sqrt{2}}$) હોય છે:

$$V_{out} = 0.707 \times V_{in} = 0.707 \times 10 = 7.07 \text{ V}$$

પરિણામો:

- Cutoff Frequency: $f_c = 1.06 \text{ kHz}$
- Output Voltage: $V_{out} = 7.07 \text{ V}$ cutoff પર
- Attenuation: -3 dB cutoff frequency પર
- Phase Shift: -45° cutoff frequency પર

મેમરી ટ્રીક

“RC-Formula: $f_c = 1/(2\pi RC)$, $V_{out} = 0.707 V_{in}$ at f_c ”

પ્રશ્ન 1(ક) [7 ગુણ]

Active અને passive electronic components ની યોગ્ય ઉદાહરણો સાથે તુલના કરો.

જવાબ

Electronic components ને **active** અને **passive** કેટેગરીમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવે છે જે તેમની electrical energy ને control અથવા amplify કરવાની ક્ષમતા પર આધારિત છે.

કોષ્ટક 1. Active vs Passive Components Comparison

લાક્ષણિકતા	Active Components	Passive Components
Energy Source	બાહ્ય power source જરૂરી	બાહ્ય power જરૂરી નથી
Control Ability	Current flow ને control/amplify કરી શકે	Amplify નહીં, ફક્ત regulate કરે
Directionality	સામાન્ય રીતે unidirectional	Bidirectional
Power Gain	Power gain આપે (> 1)	Power gain હંમેશા ≤ 1
ઉદાહરણો	Transistors (BJT, FET), Diodes (LED, Zener), ICs (Op-Amp, 555 Timer), SCR	Resistors, Capacitors, Inductors, Transformers
કાર્ય	Amplification, switching, oscillation, rectification	Resistance, capacitance, inductance, filtering
Linearity	Linear અથવા non-linear હોઈ શકે	સામાન્ય રીતે linear

Active Components વિગતવાર:

- **Transistors:** Amplification અને switching માટે વપરાય છે. BJT current control વાપરે, FET voltage control વાપરે છે.
- **Diodes:** એક દિશામાં current ને પસાર થવા દે છે. LED પ્રકાશ બહાર કાઢે, Zener voltage regulate કરે છે.
- **ICs:** Integrated circuits જેવા કે 555 timer (oscillator), op-amps (amplifier).
- **Power Requirement:** બધા active components ને ચાલુ થવા માટે DC bias/supply જરૂરી.

Passive Components વિગતવાર:

- **Resistors:** Current flow નો વિરોધ કરે, power ને heat તરીકે dissipate કરે. મૂલ્ય Ω માં.
- **Capacitors:** Electric field માં energy સંગ્રહ કરે. મૂલ્ય Farads (F) માં, DC block કરે, AC પસાર કરે.
- **Inductors:** Magnetic field માં energy સંગ્રહ કરે. મૂલ્ય Henry (H) માં, AC ફેરફારોનો વિરોધ કરે.
- **Transformers:** Magnetic coupling દ્વારા circuits વચ્ચે energy transfer કરે.

મુખ્ય તફાવત: મૂળભૂત તફાવત એ છે કે active components circuit માં "power inject" કરી શકે (amplification), જ્યારે passive components ફક્ત energy "absorb અથવા store" કરી શકે, તેને ક્યારેય વધારી શકતા નથી.

મેમરી ટ્રીક

"ACTIVE = Amplify, Control, Transform; PASSIVE = Resist, Store, Filter"

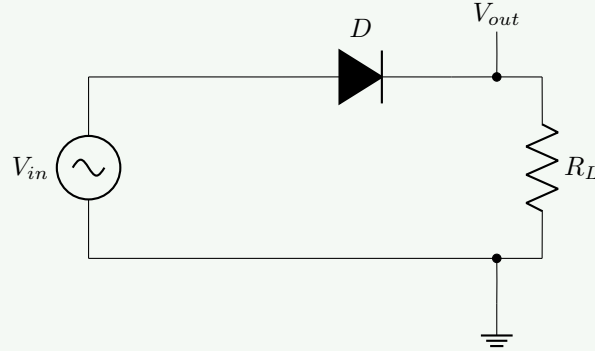
પ્રશ્ન 1(ક OR) [7 ગુણ]

Half-wave rectifier circuit ને input અને output waveforms સાથે દોરો અને તેનું કાર્ય સમજાવો.

જવાબ

Half-wave rectifier AC voltage ને pulsating DC માં રૂપાંતરિત કરે છે input AC waveform ના ફક્ત એક half-cycle (positive અથવા negative) ને પસાર થવા દઈને.

Circuit Diagram:

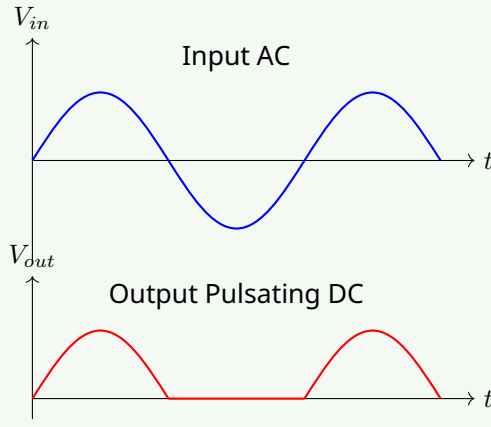


આકૃતિ 2. Half-Wave Rectifier Circuit

કાર્ય સિદ્ધાંત:

1. **Positive Half-Cycle:** જ્યારે input AC positive હોય, diode forward-biased (conduct) થાય છે. Current load resistor R_L માંથી વહે છે, output voltage ઉત્પન્ન કરે છે.
2. **Negative Half-Cycle:** જ્યારે input AC negative હોય, diode reverse-biased (block) થાય છે. કોઈ current વહેતું નથી, output voltage શૂન્ય હોય છે.
3. **પરિણામ:** Output પર ફક્ત positive half-cycles દેખાય છે, pulsating DC બનાવે છે.

Waveform Representation:



આકૃતિ ૩. Input અને Output Waveforms

મુખ્ય પરિમાણો:

- **Efficiency:** $\eta = 40.6\%$ (સૈદ્ધાંતિક મહત્તમ)
- **Ripple Factor:** $r = 1.21$ (ઉચ્ચ ripple content)
- **Peak Inverse Voltage (PIV):** $PIV = V_m$ (diode પર મહત્તમ reverse voltage)
- **DC Output:** $V_{DC} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318V_m$ જ્યાં V_m એ peak AC voltage છે

એપ્લિકેશન્સ: Half-wave rectifiers નો ઉપયોગ low-power applications માં થાય છે જેવા કે battery charging, signal demodulation, અને voltage multipliers. તેઓ poor efficiency ને કારણે high-power applications માટે યોગ્ય નથી.

મેમરી ટ્રીક

“HWR: Half-Wave = અડધું output, 40.6% efficiency, $PIV = V_m$ ”