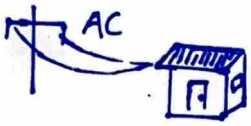
PHYSICS (B.Sc.1) **Rectifier Circuit's** Prof. J.J.Patel

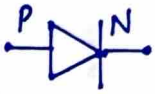
- AC (Alternating Current) - Freq. 50 Hz & Voltage 220 V (India)
  ~ 60 Hz & 120 V (U.S.A.)
- DC (Direct) - Freq. 0 Hz

→ AC (ઉલટસૂલટ પ્રવાહ) to DC (એકદિશા પ્રવાહ) → Rectifier Circuit



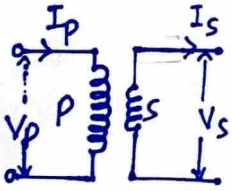
ઘરનાં માંડાલાઇનાં ઉપકરણો DC થી ચાલે છે. ∴ AC → DC કરવું પડે.

– Rectifier પરિપથ = Step down Transformer + PN જંકશન ડાયોડ
(Voltage down કરે.) (AC to DC કરે.)

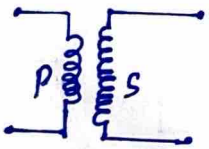


- Mobile Charger = ~0-11 V જોઈએ. • Laptop Adopter = ~18-20 Volt
  ie- Adopter DC DC

→ Transformer — step up - વોલ્ટેજ વધારે. (∵ Power station માં ઉપયોગી.)
step down - વોલ્ટેજ ઘટાડે.



step down

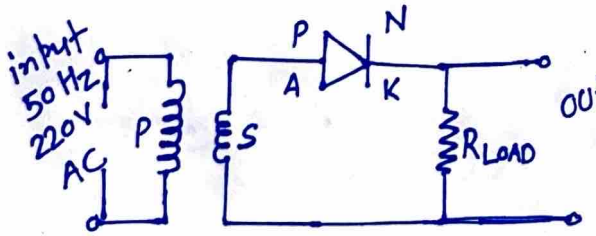


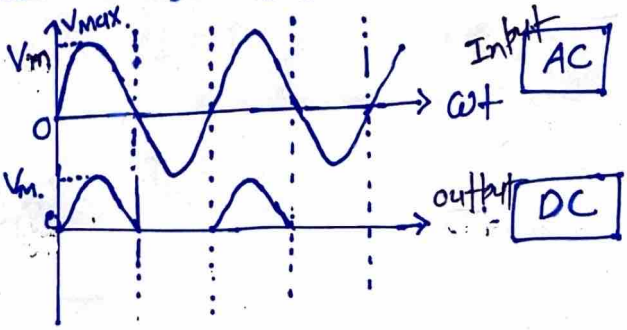
step up.

→ Rectifier Circuit માં Transformer નું કાર્ય,
• Voltage ઘટાડે.
• Primary Coil & secondary Coil ના લીધે,
AC Mains માંથી Rectification પરિપથ અલગ થાય.
∴ electric shock ના રક્ષણમાં ઘટે.

→ Rectifier પરિપથ ના પ્રકાર : 1. Half Wave (અર્ધતરંગ) 2. Full Wave (પૂર્ણતરંગ)
3. Full Wave Bridge (પૂર્ણ તરંગ બ્રીજ)

→ Half Wave =





- Forword Bias = બેટરી +ve Connected to P type ... -ve to N type.
- Reverce Bias = -ve " " " +ve " "

→ Working: PN જંકશન ડાયોડ માત્ર Forword bias માં જ કાર્ય કરે છે. આથી AC Cycle ના ધન અર્ધચક્ર દરમિયાન લોડ અવરોધ R_L માંથી વિદ્યુતપ્રવાહનું વહન થાય છે. જ્યારે ઋણ અર્ધચક્ર દરમિયાન લોડ R_L માંથી વહેતો પ્રવાહ $I_L = 0$ થશે. (input ના અડધા ભાગનું output)

- Half Wave Rectifier ની કાર્યક્ષમતા, $\eta = 40\%$. જેટલી છે. બાકીની ઊર્જા Load માં વપરાય છે.
- " " માં એક જ PN જંકશન ડાયોડ વપરાય છે. આ પરિપથ માં PN જંકશન ડાયોડ Rectifying Component છે. જે AC signals નું DC માં રૂપાંતર કરે છે.
- Half Wave માં input અને output ની આકૃતિ સમાન હશે છે. (Coil's)

* I_{DC} ? ધન અર્ધચક્ર માં $I_L = I_m \sin(\omega t)$ —(1) $0 \le \omega t \le \pi$ હશે, $I_{DC} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} I_L \, d\omega t$

ઋણ " $I_L = 0$ —(2) $\pi \le \omega t \le 2\pi$

$$I_{DC} = \frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\pi} I_m \sin(\omega t)\, d\omega t + \int_{\pi}^{2\pi} 0 \cdot d\omega t.\right] = \frac{1}{2\pi}\cdot I_m \int_0^{\pi} \sin(\omega t)\, d\omega t$$

$$I_{DC} = \frac{I_m}{2\pi}\left[-\cos(\omega t)\right]_0^{\pi} = \frac{I_m}{2\pi}(-\cos\pi + \cos 0) = \frac{I_m}{2\pi}(-(-1)+1)$$

$$I_{DC} = \frac{I_m}{2\pi} \times 2 \quad \therefore \boxed{I_{DC} = \frac{I_m}{\pi}}$$

* V_{DC} ? ohm's Law $V = IR$.

$$V_{DC} = I_{DC} \cdot R_L$$

$$V_{DC} = \frac{I_m}{\pi} \cdot R_L \Rightarrow \text{ohm's Law } I = \frac{V}{R} \quad \because I_m = \frac{V_m}{R_f + R_s + R_L}$$

$$\therefore V_{DC} = \frac{V_m}{(R_f + R_s + R_L)} \cdot \frac{R_L}{\pi}$$

R_f = PN જંકશન ડાયોડ નો લાક્ષ. R.
R_s = secondary Coil નો લાક્ષ R.
R_L = Load.

— પરંતુ જો $R_f + R_s << R_L$ તો $R_f + R_s$ ની, અસરનો અવગણી શકાય.

$$\therefore V_{DC} = \frac{V_m}{R_L} \times \frac{R_L}{\pi} \qquad \boxed{\therefore V_{DC} = \frac{V_m}{\pi}}$$

* Output પ્રવાહનું R.M.S. (Root Mean Square) મૂલ્ય :
(સરેરાશ વર્ગનું વર્ગમૂળ)

$$I_{R.M.S.} = \left[\frac{\int_0^{2\pi} I_L^2 \, d\omega t}{2\pi} \right]^{\frac{1}{2}} = \left[\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_L^2 \, d\omega t + \frac{1}{2\pi} \int_{\pi}^{2\pi} I_L^2 \, d\omega t \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m^2 \sin^2 \omega t \, d\omega t \right)^{\frac{1}{2}} + 0$$

- આપણે જાણીએ છીએ કે, $\sin^2 \omega t = \frac{1 - \cos(2\omega t)}{2}$

$$\therefore I_{R.M.S.} = \left[\frac{I_m^2}{2\pi} \int_0^{\pi} \left(\frac{1 - \cos(2\omega t)}{2} \right) d\omega t \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left(\frac{I_m^2}{4\pi} \cdot \int_0^{\pi} 1 \, d\omega t - \frac{I_m^2}{4\pi} \int_0^{\pi} \cos(2\omega t) \, d\omega t \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left(\frac{I_m^2}{4\pi} [\omega t]_0^{\pi} - \frac{I_m^2}{4\pi} \left(\frac{\sin 2\omega t}{2} \right)_0^{\pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left(\frac{I_m^2}{4\pi} [(\pi) - \frac{1}{2} (\sin 2\pi - \sin 0)] \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \left\{ \frac{I_m^2}{4\pi} [(\pi - \frac{1}{2}(0-0))] \right\}^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{I_m^2}{4\pi} (\pi) \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{I_m^2}{4} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\therefore I_{R.M.S.} = \frac{I_m}{2}$$

* કાર્યક્ષમતા (Efficiency) / Ratio of Rectification :

$$\eta = \frac{\text{ડાયોડમાં મળતો DC ઉર્જા}}{\text{ટ્રાન્સફોર્મર ના ગૌણ ગૂંચળામાંથી મળતી AC ઉર્જા}}$$

→ Rectifier ના input માં આપવામાં આવતી ac ઉર્જાનું કેટલા પ્રમાણમાં DC ઉર્જામાં રૂપાંતર થયું તેનો.... $\therefore \eta = \frac{P_{dc}}{P_{ac}}$ — (1)

→ $P_{dc} = I_{dc}^2 R_L$ ($\because$ Power $= I^2R$)

$P_{dc} = \frac{I_m^2}{\pi^2} . R_L$ —(2).

→ $P_{ac} = I_{RMS}^2 . (R_f + R_L)$

$P_{ac} = \frac{I_m^2}{4} . (R_f + R_L)$ —(3)

- સમી.(1) માં (2) & (3) ની કિંમત મૂકતા,

$$\eta = \frac{I_m^2}{\pi^2} . R_L \times \frac{4}{I_m^2} \frac{1}{(R_f + R_L)}$$

$$\eta = \frac{4}{\pi^2} . \frac{R_L}{R_f + R_L}$$

- જો $R_f << R_L$ તો $R_f + R_L = R_L$ થશે.

$$\eta = \frac{4}{\pi^2} = 0.406 = 40.6\%$$

* રિપલ અંક :- રેક્ટિફિકેશન દરમિયાન —— output માં મળતા DC ઘટક માં AC ઘટક નું પ્રમાણ કહેલું હોય છે. તો કેટલા પ્રમાણમાં છે? તે દર્શાવતા આંક ને રિપલ અંક કહે છે.

$$\gamma = \frac{\text{output માં મળતા A.C ઘટક}}{\text{output માં મળતા D.C ઘટક}} = \frac{I_{\gamma RMS}}{I_{dc}} \quad —(1).$$

→ લોડ કરંટ $I_L = I_\gamma + I_{dc}$

$$I_\gamma = I_L - I_{dc} \quad —(2).$$

→ $I_{\gamma RMS} = \left[\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_\gamma^2 \, d\omega t \right]^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (I_L^2 - 2I_L I_{DC} + I_{DC}^2) \, d\omega t \right)^{\frac{1}{2}}$

$$I_{\gamma RMS} = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_L^2 \, d\omega t - \frac{1}{2\pi} \times 2I_{dc} \int_0^{2\pi} I_L \, d\omega t + \frac{I_{dc}^2}{2\pi} \int_0^{2\pi} 1 \, d\omega t \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$I_{\gamma RMS} = \left(I_{RMS}^2 - 2I_{DC} \cdot I_{DC} + I_{DC}^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

- કારણકે, $\left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_L^2 \, d\omega t \right)^{\frac{1}{2}} = I_{RMS}$; $\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_L \, d\omega t = I_{DC}$ છે.

$$I_{\gamma RMS} = \left(I_{RMS}^2 - I_{DC}^2 \right)^{\frac{1}{2}} \quad —(3)$$

→ સમી(3) ની કિંમત, સમી.(1) માં મૂકતા, $\gamma = \frac{(I_{RMS}^2 - I_{DC}^2)^{\frac{1}{2}}}{I_{DC}}$

$$\gamma = \left(\frac{I_{RMS}^2}{I_{DC}^2} - 1 \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{I_m^2}{4} \times \frac{\pi^2}{I_m^2} - 1 \right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{\pi^2}{4} - 1 \right)^{\frac{1}{2}} = 1.21.$$

OR 121%

→ o/p માં AC ઘટક નું મિશ્રણ વધારે છે. (OR)

• અર્ધતરંગ રેક્ટિફાયર માટે Transformer Utilization Factor : (T.U.F.) =

⇒ રેક્ટિફાયર પરિપથ માં ટ્રાન્સફોર્મર ની પસંદગી કરવા માટે T.U.F. ખૂબ મહત્વના છે.

$$T.U.F. = \frac{\text{લોડ અવરોધ ને મળતી d.c. ઉર્જા}}{\text{ટ્રાન્સફોર્મર નાં ગૌણ છેડા વડે મળતી A.C. ઉર્જા (રેટિંગ)}}$$

$$P_{dc} = (I_{dc}^2) R_L = \frac{I_m^2}{\pi^2} \times R_L \quad \text{— (1)}$$

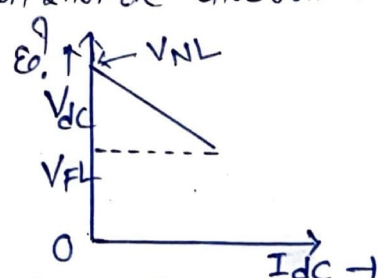
$$P_{ac\,(225)} = V_{ac\,(225)} \cdot I_{R.M.S.} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \times \frac{I_m}{2} = \frac{I_m (R_f + R_L)}{\sqrt{2}} \times \frac{I_m}{2}$$

$$P_{ac\,(225)} = \frac{I_m^2 (R_f + R_L)}{2\sqrt{2}} \quad \text{— (2)}$$

$$\therefore T.U.F. = \frac{I_m^2}{\pi^2} \times R_L \times \frac{2\sqrt{2}}{I_m^2 R_L} \qquad (\because R_f + R_L = R_L \text{ લેતાં}; R_L >> R_f)$$

$$T.U.F. = \frac{2\sqrt{2}}{\pi^2} = 0.287$$

⇒ Voltage Regulation = d.c. લોડ પ્રવાહ નાં ફેરફાર ની સામે dc વોલ્ટેજ માં થતાં ફેરફાર નું V. Regulation કહે છે.



$$\text{Voltage Regulation (\%)} = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{V_{FL}} \times 100$$

→ dc લોડ પ્રવાહ, I_{dc} નું મૂલ્ય શૂન્ય હોય ત્યારે આઉટપુટ માં મળતાં dc - વોલ્ટેજ, V_{dc} ને V_{NL} કહે છે.

→ dc લોડ પ્રવાહ, I_{dc} નું મૂલ્ય મહત્તમ હોય ત્યારે પરિપથમાં વહેતાં વોલ્ટેજ V_{dc} ને V_{FL} કહે છે.

→ પરિપથ નાં આંતરિક અવરોધ (R_f, R_L) ને લીધે વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન થાય છે. આંતરિક અવરોધ શૂન્ય હોય તો પાવર સપ્લાય નું વોલ્ટેજ રેગ્યુલેશન 0% હોય છે. જેને ઉત્તમ પાવર સપ્લાય કહે છે જ્યાં $V_{NL} = V_{FL}$ હોય છે.

* ડાયોડ (ડાયર) માટે;

Peak inverce Voltage = (મહત્તમ વ્યસ્ત વોલ્ટેજ) =

→ PIV એ ડાયોડની મહત્તમ રીવર્સ વોલ્ટેજ પ્રસાર કરવાની ક્ષમતા છે.

અર્ધતરંગ રેક્ટીફાયર માટે PIV = V_m.

પૂર્ણ " " " = $2V_m$.

→ પાવર સપ્લાયની અનાવરમાં ડાયોડ પરંથી વજર્ત PIV ધ્યાનમાં લેવામાં આવે છે.