

B.S.C.
SEMESTER - II

MULTI PHYSICS 203
UNIT - 1(b)

MAJOR PHYSICS 201
UNIT - 3(b)

NETWORK THEOREMS
(નેટવર્ક પ્રમેયો)

By, PROF. K C MEVADA

Major
Unit-III(b) NETWORK THEOREMS MULTI
 Unit-I(b)

→ Superposition Theorem

→ Thevenin's Theorem

→ Norton's Theorem

→ Maximum Power Transfer
Theorem.

Basic Reference Book :

Electricity and Magnetism

By, K. K. Tiwari

(S.Chand & Company Ltd.)

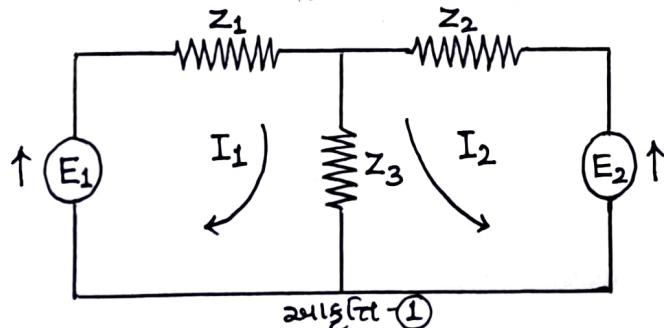
Ques. ૪૦ માદ્યારોપણનું પ્રમેય (Superposition Theorem) અને અને યોગ્ય ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

"એક કરતાં દયારે બીજી ઉદ્ગામો અને દૂસ્થેંસાં ધરાવતા કોઈપણ સુરેખ જાળતાંમાં કોઈપણ ધરકમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ, દરેક બીજી ઉદ્ગામમાંથી તો ધરકમાં મળતો હોતો વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહનોના સરદારાત્મા જોડેલો હોય છે."

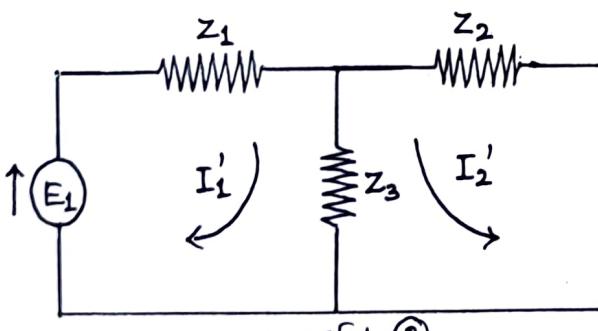
આણિ કારણે એક જ બીજી ઉદ્ગામ લયમે છીએ ટ્યારે બાકીના દયા ઉદ્ગામો ફરજ કરી આજ તોનો આત્મધર દીઘેંસાંને હાજરમાં હોવામાં આવે છે.

આ પ્રમેયને સમજવા મારે તો પોતેંટિયલ ઉદ્ગામો E_1 અને E_2 દયા ગતાં દીઘેંસાં Z_1, Z_2 , અને Z_3 ધરાવતું નોંધક્રમચારાં આણતિ ①, ② અને ③ મારી માદ્યારોપણ પ્રમેય સમજાવી શકાય છે પ્રમેય મુજબ, અને $I_1 = I'_1 + I''_1$

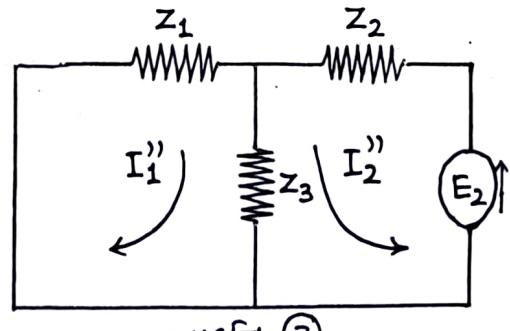
$$\text{અને } I_2 = I'_2 + I''_2$$



આણતિ - ①



આણતિ - ②



આણતિ - ③

આણતિ ① મારે કર્યોના હોનો નિર્ણય મુજબ,

$$E_1 = I_1 Z_1 + I_1 Z_3 + I_2 Z_3 \quad \therefore E_1 = I_1 (Z_1 + Z_3) + I_2 Z_3 \quad \text{--- ①}$$

$$\text{અને } E_2 = I_1 Z_3 + I_2 Z_2 + I_2 Z_3 \quad \therefore E_2 = I_1 Z_3 + (Z_2 + Z_3) I_2 \quad \text{--- ②}$$

ફરે આણતિ ② માં દર્શાવ્યા પ્રમાણો આજ એ E_1 ઉદ્ગામ જોડેલ હોય ટ્યારે

$$E_1 = I'_1(Z_1 + Z_3) + I'_2 Z_3 \quad \text{--- ③}$$

$$\text{અને } 0 = I'_1 Z_3 + I'_2 (Z_2 + Z_3) \quad \text{--- ④}$$

આજ પ્રમાણે આપુંટા ③ માં જ્યારે માત્ર E_2 બદલી કરી શકો હોય ત્યારે

$$0 = I''_1 (Z_1 + Z_3) + I''_2 Z_3 \quad \text{--- ⑤}$$

$$\text{અને } E_2 = I''_1 Z_3 + I''_2 (Z_2 + Z_3) \quad \text{--- ⑥}$$

હોય સાચી. ③ અને ⑤ નો સરવાળો કરતો, $E_1 = (I'_1 + I''_1)(Z_1 + Z_3) + (I'_2 + I''_2)Z_3$

આ સાચી. ને સાચી. ① સાથે સરવાળતો $I_1 = I'_1 + I''_1$ એવી $I_2 = I'_2 + I''_2$

આજ વીતે સાચી. ④ અને ⑥ નો સરવાળો કરતો, $E_2 = (I'_1 + I''_1)Z_3 + (I'_2 + I''_2)(Z_2 + Z_3)$

આ સાચી. ને સાચી. ② સાથે સરવાળતો

$$I_1 = I'_1 + I''_1$$

$$\text{અને } I_2 = I'_2 + I''_2$$

જે બાદચારોંપણું પ્રમેણને સારીંદ્રિય કરે છે.

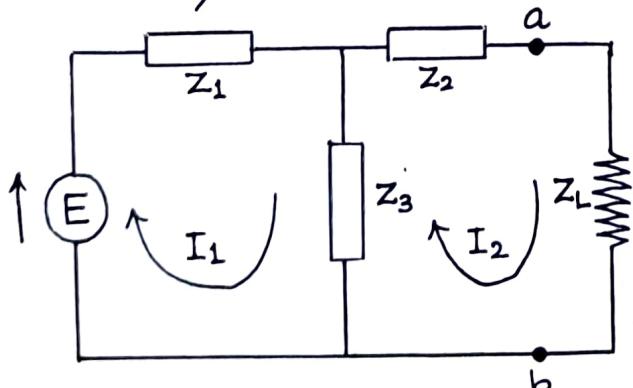
Ques. ૧૦ ઘોંબેનિનાનું પ્રમેણ લાખો અને વાંચા બેદાલરાણ આપી સમજાવો.

“બોલ્ડેજ બેદાલો અને દિગ્ભોડનસ દરાવતો બે રિંગનિલવાળાની કોઈપણ સુરૂખ જાહેરને સ્થાને સમતુલ્ય બોલ્ડેજ બેદાલો E' અને દિગ્ભોડનસ Z' ને શ્રેષ્ઠીમાં દરાવતું સાંકું જાહેરની સુધી શકાય છે”

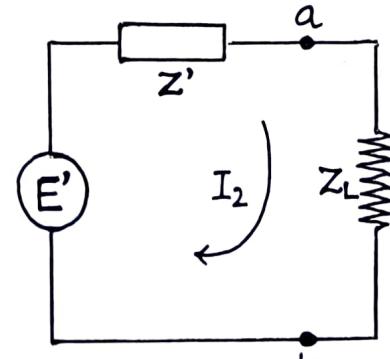
જ્યાં E' ની જાહેરના બે છેડા વાળોનો બોલ્ડેજ (Open circuit voltage) એથીં છે.

બોલ્ડેજ બેદાલને લઘુપણિત (short circuit) કરીને તોના સ્થાનોખાલીનું દિગ્ભોડનસ જોડીને જાહેરના બે છેડા વાળોનો પરિણામી દિગ્ભોડનસ Z' મૌખિક એવી નથી.

પ્રમેણ સમજવા આપુંટા ① માં ઉચ્ચાંદેલ પરિણામ દ્વારાનામાં લા.



આપુંટા ①



આપુંટા ②
(ઘોંબેનન સમતુલ્ય પરિણામ)

આનુભૂતિક ① ના સરફરી અને વિવિધ બંદ્ય પરિસ્થિતિનો કાર્યપ્રોદૂષનો બીજો નિયમ
લાગુ નાઓટો,

$$(Z_1 + Z_3) I_1 - I_2 Z_3 = E \quad \text{.....(1)}$$

$$\text{અને} \quad (Z_2 + Z_3 + Z_L) I_2 - I_1 Z_3 = 0 \quad \text{.....(2)}$$

સારી. ② પરથી, $I_1 = \frac{(Z_2 + Z_3 + Z_L) I_2}{Z_3}$ [કંપાત સારી. ① માં મુક્તાં,

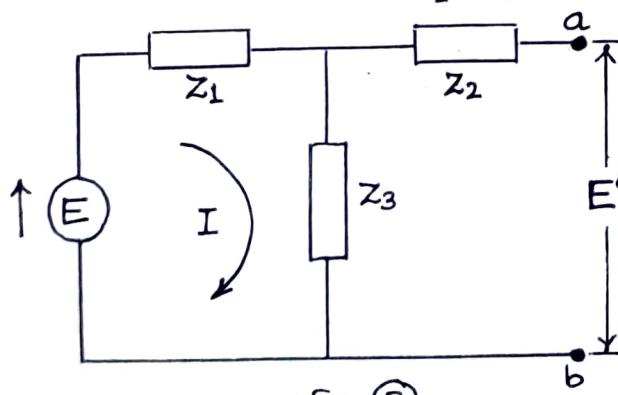
$$(Z_1 + Z_3) \frac{(Z_2 + Z_3 + Z_L) I_2}{Z_3} - I_2 Z_3 = E$$

$$\therefore (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3 + Z_L) I_2 - Z_3^2 I_2 = EZ_3 \quad (\because Z_3 \text{ વડે ગુણાત્મક})$$

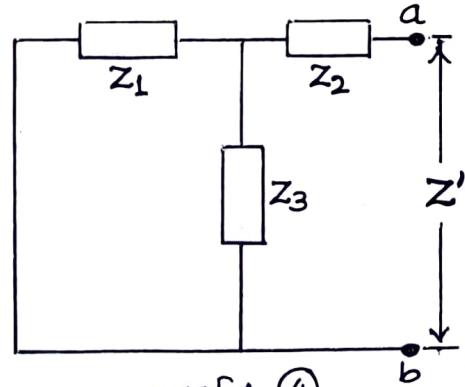
$$\therefore I_2 = \frac{EZ_3}{(Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3 + Z_L) - Z_3^2}$$

$$\text{એવી } I_2 = \frac{\frac{EZ_3}{(Z_1 + Z_3)}}{(Z_2 + Z_3 + Z_L) - \frac{Z_3^2}{(Z_1 + Z_3)}} \quad (\because \text{અંશાં તથા છેદને } (Z_1 + Z_3) \text{ દ્વારા લાગાયા)$$

$$\therefore I_2 = \frac{\frac{EZ_3}{(Z_1 + Z_3)}}{Z_2 + \frac{Z_1 Z_3}{Z_1 + Z_3} + Z_L} \quad \text{.....(3)}$$



આનુભૂતિક-③



આનુભૂતિક-④

આનુભૂતિક ① ની Z_L ને દ્વારા કરી રહેની સર્વિનાલ અને b અને a વાયાનો અંતેના
સર્વિકુલ ચોંચેક E' આનુભૂતિક ③ ની દર્શાવ્યા પ્રમાણે આપી રજાવા છે. અણી
 Z_2 ને સમાંતર કરી ચોંચેક નથી તેથી અંતેના નિયમ સુના પ્રવાહ

$$I = \frac{E}{Z_1 + Z_3} \quad \text{અને} \quad \text{આનુભૂતિક અંતેના સર્વિકુલ ચોંચેક}$$

$$E' = I Z_3$$

$$\therefore \boxed{E' = \frac{EZ_3}{(Z_1 + Z_3)}} \quad \text{.....(4)}$$

(05)

આકૃતિ ① અને Z_L ને દૂર કરી રહ્યું હૈ (short circuit) કરીને ટર્મિનલ અને b વડોનો સમતુલ્ય એપોંટમેન્ટ Z' મળવામાં આવે છે જે આકૃતિ ④ અને ઉશર્ણીલે છે. આ પરિધામાં Z_1 અને Z_3 ના સમાંતર જોડાણ સાથે Z_2 શ્રેણીમાં જોડાગેલ છે તોથી,

$$Z' = Z_2 + \frac{Z_1 Z_3}{Z_1 + Z_3} \quad \text{⑤} \quad \left(\because \frac{1}{Z_1 || Z_3} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_3} \right)$$

સામી. ④ અને ⑤ પરથી સામી. ③ નીચે ગુજરાતી લાખી શકાય:

$$I_2 = \frac{E'}{Z' + Z_L} \quad \text{⑥}$$

હવે સમતુલ્ય પરિધા (આકૃતિ ②) પરથી, પ્રદાન

$$I_2 = \frac{E'}{Z' + Z_L} \quad \text{⑦}$$

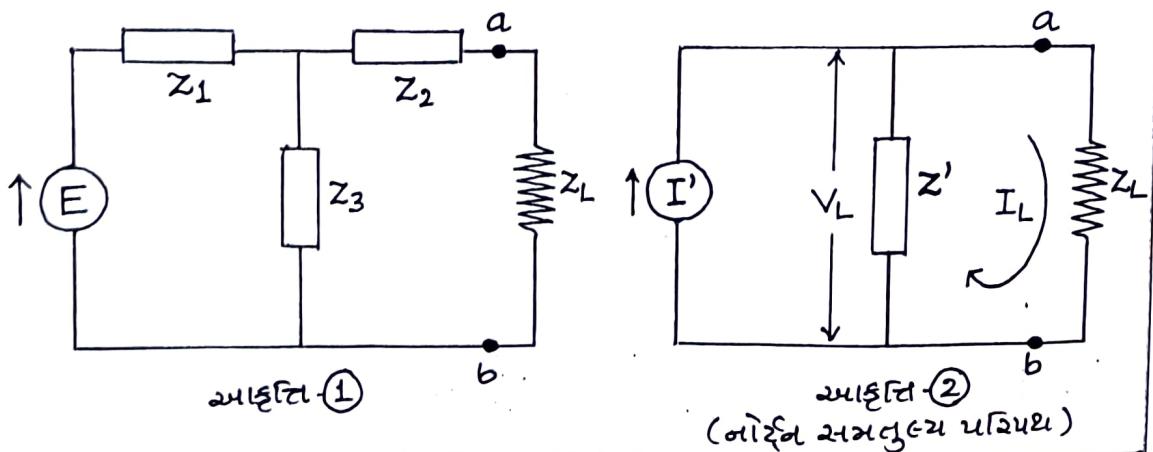
સામી. ⑥ અને ⑦ સમાન છે જે પ્રદેશને સાંબત કરે છે.

Ques. ૫૦ નોટેનનું પ્રમેય લખો અને યોગ્ય ઉદાહરણ આપી સમજાવો.

“દોલેઝ બ્યુન્ડાલો અને એપોંટમેન્ટ દરાવતાની બે ટર્મિનલાનાની કોઈપણ સુરેખ જાળતાને જ્યાને વિદ્યુતપ્રવાહ બ્યુન્ડાલો અને એપોંટમેન્ટ Z' ને સમાંતરમાં દરાવતાનું સાથું જાળતાનું મુક્કી શકાય છે.”

ત્યાં I' એ જાળતાની ટર્મિનલો વડોનો વિદ્યુતપ્રવાહ (short circuit current) ઉશર્ણીલે છે

અને Z' એટલે બ્યુન્ડાલો દૂર કરી રહ્યું હૈ તોના સ્થાને સમાંતર એપોંટમેન્ટ જોડીને જાળતાના બે ટેના વડોનો પરિધામી એપોંટમેન્ટ.



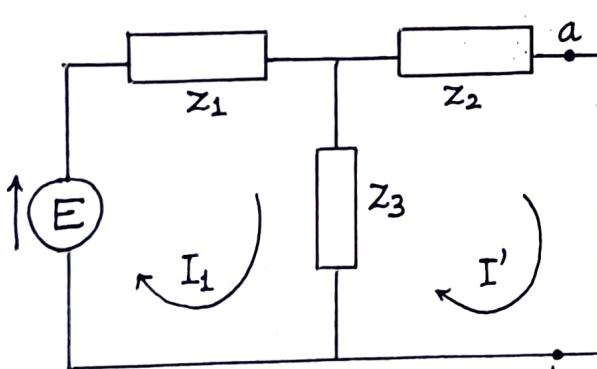
આ પ્રમેય સમજવા આપુંટિ ① અને દર્શાવેલ જાતો રીતનાં છે.
નોર્મના પ્રમેયનો ઉપયોગ કરીને આપુંટિ ② અને દર્શાવ્યા પ્રમાણેનો
સમતુલ્ય પરિપથ એવી શક્ય છે આ સમતુલ્ય પરિપથની લોંગ્ડેના
 Z_L માંથી પસાર થતો પ્રવાહ, $I_L = \frac{V_L}{Z_L}$ ————— ①

આપુંટાં નિયમ પરથી લોંગ્ડેનાને સમાંતર ગાળો લોંગ્ડેન,

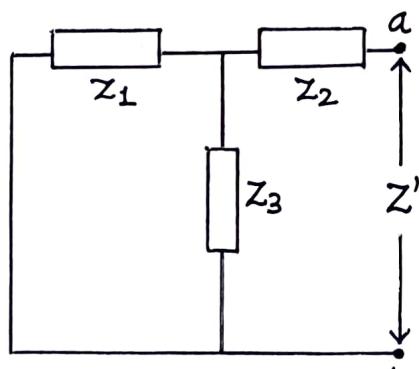
$$V_L = I' Z \quad \text{અને} \quad \frac{1}{Z} = \frac{1}{Z'} + \frac{1}{Z_L} \quad \text{એવાં} \quad Z = \frac{Z' Z_L}{Z' + Z_L}$$

$$\therefore V_L = I' \frac{Z' Z_L}{Z' + Z_L} \quad \text{તેણી} \quad I_L = \frac{V_L}{Z_L} = \frac{I' Z'}{Z' + Z_L} \quad (\because \text{અણ. ①})$$

$$\text{આથી, } I_L = \frac{I'}{1 + Z_L/Z'} \quad ————— ②$$



આપુંટિ - ③



આપુંટિ - ④

જાતો ના બે ગર્ભનાને અધ્યપથિત કરી આપુંટિ - ③ અને દર્શાવ્યા
પ્રમાણે અધ્યપથિત વિચ્છિન્યવાડ દર્શાવેલ છે. આપુંટિ - ③ ના બંને
દોયા પરિપથને કિચ્ચોકનો વીજો નિયમ લાગુ નાયતા,

$$I_1(Z_1 + Z_3) - I' Z_3 = E$$

$$\text{અને} \quad I'(Z_2 + Z_3) - I_1 Z_3 = 0 \quad \therefore I_1 = \frac{(Z_2 + Z_3) I'}{Z_3} \quad \begin{matrix} \text{કંઈત પથ} \\ \text{અણ. માં નાયતા,} \end{matrix}$$

$$(Z_1 + Z_3) \frac{(Z_2 + Z_3) I'}{Z_3} - I' Z_3 = E$$

$$\therefore (Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3) I' - Z_3^2 I' = E Z_3$$

$$\therefore I' = \frac{E Z_3}{(Z_1 + Z_3)(Z_2 + Z_3) - Z_3^2}$$

$$\therefore I' = \frac{E Z_3}{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_3 Z_1} \quad ————— ③$$

આકૃતિ-① માં ઉદ્ગામને લઘુપથિત કરી રહેયા હોય એ અને બ વડોનો સમતુલ્ય દરમ્પોદનમાં Z' આકૃતિ-④ પરથી નીચો મુજબ એવી શક્યા છે:

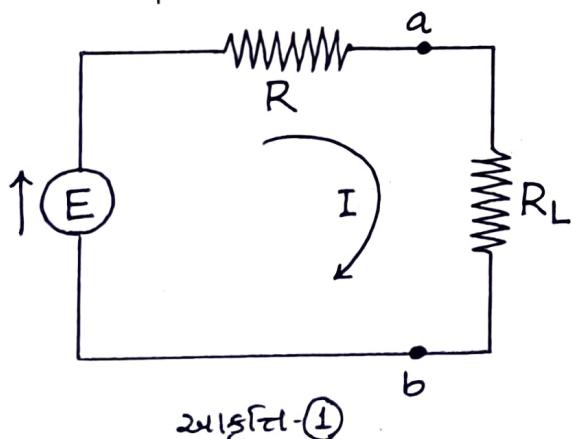
$$Z' = Z_2 + \frac{Z_1 Z_3}{Z_1 + Z_3} \quad \text{--- (4)}$$

તોથી I' અને Z' ની કંટે જાહ્યા પદ્ધી સાચી. ② પરથી લોસ દરમ્પોદનમાં માંથી પસાર થતો પ્રવાહ I_L એવી શક્યા છે.

Que. 80 મહાત્મા તર્જા સંફળણ પ્રબેંદ લાખો અને સમજાઓ:

લઘુપથિતમાં ઉદ્ગામમાં તર્જા ઉત્પણ થાય છે એને ઉદ્ગલાર (load) માં તર્જાનું શોખણા કરે છે એટો ઉદ્ગલારમાં લઘુમાં લઘુ તર્જાનું શોખણા થાયે તે કરું છે એ આદેની શરૂત હોય પ્રમેય વડે જાહ્યી શક્યા છે.

"યારે લોસ અવરોધનું ઝૂલાય, તર્જા ઉદ્ગામના આંતરિક અવરોધને સમાન થાય હોયારે કાન્ટાન્ટમાંથી મહાત્મા તર્જાનું સંફળણ થાય છે."



આકૃતિ ① એ દર્શાવ્યા પ્રમાણેનું એ રહેયા રહેયા નેચેલું વિવાહો. ઝૂલાયા નિયમ પ્રમાણે, લોસ અવરોધ પાસે માત્રાં પાઠર (તર્જા)

$$P = I^2 R_L$$

$$P = \left(\frac{E}{R + R_L} \right)^2 R_L \quad \text{--- (1)}$$

$$\therefore P = \frac{E^2 / R_L}{(1 + R / R_L)^2} \quad \text{--- (2)}$$

યારે તર્જા ઉદ્ગામનો આંતરિક અવરોધ ઝૂલાય હોયારે લોસ અવરોધ પાસે માત્રાં પાઠર મહાત્મા બનશે

આથી યારે $R = 0$ હોયારે $P = P_M = E^2 / R_L$ હોયારે P_M મહાત્માનાનું એ રહેયા સાચી. ② એ ઝૂલાયા,

$$P = \frac{P_M}{(1 + R / R_L)^2} \quad \text{--- (3)}$$

સમી. ③ દર્શાવે છે કે $P < P_m$. સમી. ① નથીની સાંચે છે કે જ્યાં લોં અવારોદી R_L ની કિંમત ઘણી નાની લઈએ ત્યારે પાવરનું ખૂબું ન્યૂનતમ (ક્રિશ્ચન્ય) થશે તે જ રીતે લોં અવારોદી R_L ની કિંમત ઘણી માટે લઈએ તો નથી પાવર ન્યૂનતમ થશે. આથી R_L ની અનુકરણકરણ કિંમત હોય અથવી જોઈએ કે જેણા માટે R_L ની અનુકરણ મણી થાય.

મણી અનુકરણ કરી (નથી અનુકરણ કરી R_L ની અનુકરણ કિંમત શાંદળા)

$$\frac{dP}{dR_L} = 0 \text{ થધું જોઈએ.}$$

સમી. ① નથી $P = E^2 \frac{R_L}{(R+R_L)^2}$

$$\therefore \frac{dP}{dR_L} = \frac{E^2}{(R+R_L)^2} - \frac{2E^2 R_L}{(R+R_L)^3} = 0$$

$$\therefore \frac{E^2}{(R+R_L)^2} = \frac{2E^2 R_L}{(R+R_L)^3}$$

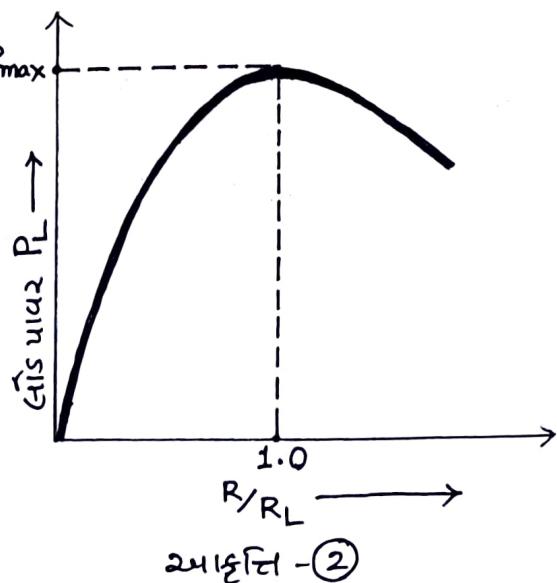
$$\therefore R + R_L = 2R_L$$

$$\therefore R = R_L \quad \text{--- (4)}$$

સમી. ④ મણી અનુકરણ ની જરૂરી વિશેષ દર્શાવી એ કે મુખ્યમને સાંચતે કરે છે.

જો લોં પાવર ફંક્શન R/R_L પાવર P_L
નો આંશિક દોર્યામાં હાવે તો
તો આંશિક ② ની દર્શાવી પુનાર્થ
નો દાખ આપો.

સમી. ① એની $R = R_L$ હોતો,
 $P_{max} = \frac{E^2}{4R_L}$ યારી.



શ્રી. કે. સી. મેવાડી