

Maximum Power Transfer Theorem (अधिकतम शक्ति स्थानान्तरण प्रमेय)

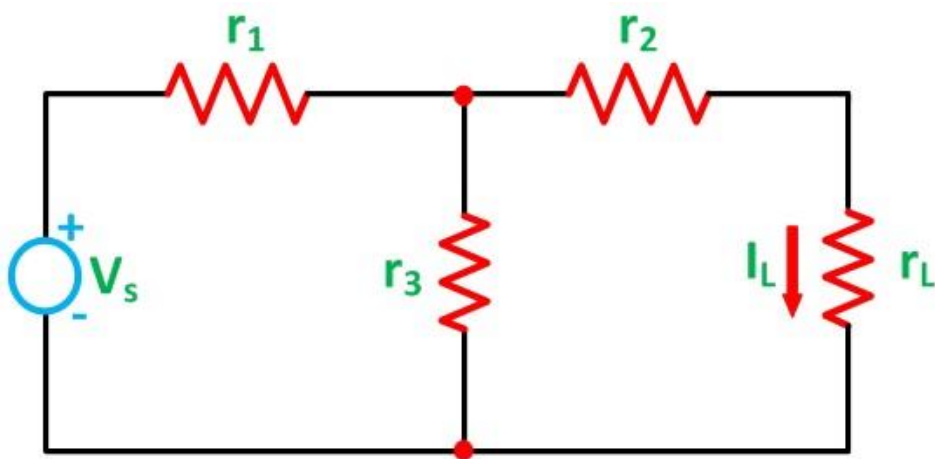
इस प्रमेय के अनुसार- “अधिकतम शक्ति स्थानान्तरित तब होती है जब लोड प्रतिरोध का मान परिपथ के आन्तरिक प्रतिरोध के मान के बराबर होता है”।

थेवेनिन प्रमेय की सहायता से हमें किसी भी परिपथ को उस परिपथ में बदलना है जिसमें एक वोल्टता स्रोत (V_{Th}) लगा हो, परिपथ का आन्तरिक प्रतिरोध (R_{Th}) लगा हो तथा लोड प्रतिरोध (R_L) लगा हो, तब हमें उस लोड प्रतिरोध का मान ज्ञात करना है जिसका मान परिपथ के आन्तरिक प्रतिरोध (R_{Th}) के बराबर हो जिससे अधिकतम शक्ति स्थानान्तरित हो सके। अर्थात्-

$$R_{Th} = R_L$$

$$\text{निर्गत शक्ति (P)} = I^2 \times R_L = [V_{Th} / (R_{Th} + R_L)]^2 \times R_L = P_L$$

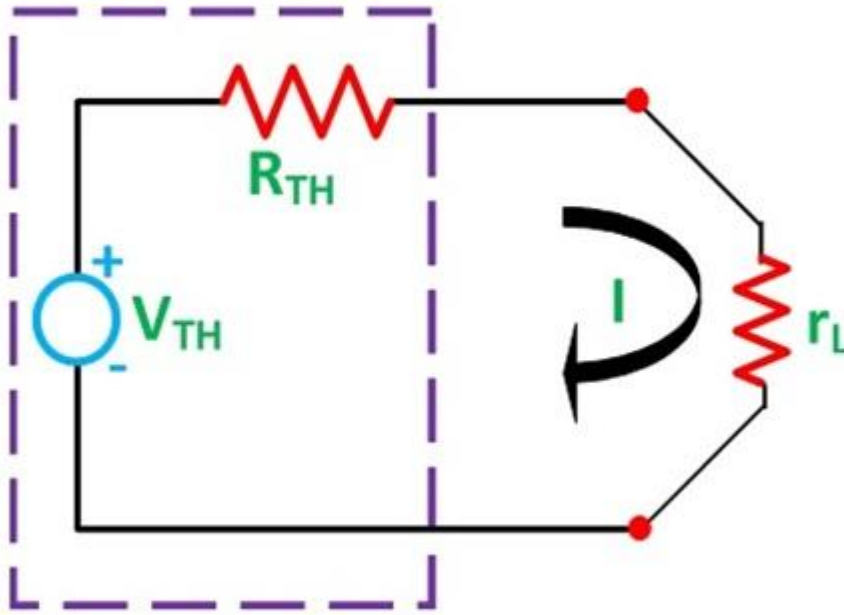
$$\text{थेवेनिन के अनुसार - } I = V_{Th} / (R_{Th} + R_L)$$



Circuit Globe

लोड प्रतिरोध को छोड़ कर बाकी परिपथ को black box कहते हैं।

अब इस परिपथ को हम थेवेनिन परिपथ में बदलते हैं।



Circuit Globe

Equivalent Circuit of Thevenin's Theorem

अब इस परिपथ में हम लोड प्रतिरोध का मान तब तक बढ़ाते हैं जब तक कि उसका मान परिपथ के आन्तरिक प्रतिरोध के मान के बराबर न हो जाय ।

अधिकतम शक्ति के लिए $dP_L / dR_L = 0$

$$d/dR_L [V_{Th} \div (R_{Th} + R_L)]^2 \times R_L = 0$$

$$V_{Th}^2 [(R_{Th} - R_L)^2 - 2R_L(R_{Th} + R_L) \div (R_{Th} + R_L)^4] = 0$$

$$(R_{Th} - R_L)^2 - 2R_L(R_{Th} + R_L) = 0$$

$$R_{Th}^2 + R_L^2 + 2R_{Th}R_L - 2R_{Th}R_L - R_L^2 = 0$$

$$R_{Th}^2 + R_L^2 - 2R_L^2 = 0$$

$$R_{Th}^2 - R_L^2 = 0$$

$$(R_{Th} + R_L)(R_{Th} - R_L) = 0, \quad \text{सूत्र } - : A^2 - B^2 = (A+B)(A-B) \text{ से}$$

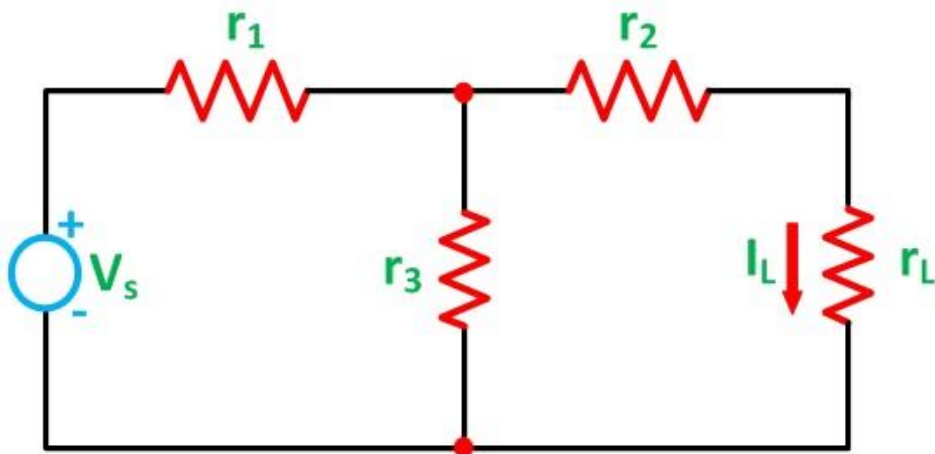
जैसा कि हम जानते हैं $R_{Th} + R_L = 0$ नहीं हो सकता है क्योंकि किसी भी परिपथ का थेवेनिन प्रतिरोध तथा उस परिपथ के लोड प्रतिरोध का योगफल शून्य नहीं हो सकता है जबकि थेवेनिन प्रतिरोध तथा उस परिपथ के लोड प्रतिरोध का अन्तर शून्य हो सकता है।
तब- $R_{Th} - R_L = 0$

$$R_{Th} = R_L$$

और जब थेवेनिन प्रतिरोध का मान परिपथ के लोड प्रतिरोध के मान के बराबर हो जायेगा उसी समय अधिकतम शक्ति Transfer होगी।

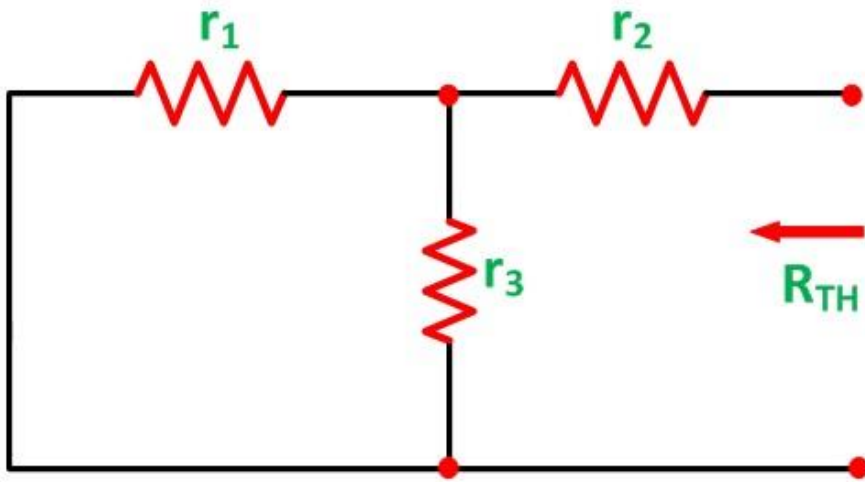
$$P_{max} = V_{Th}^2 / 4R_{Th}$$

उदाहरण-: दिये गये परिपथ में उस अधिकतम शक्ति को ज्ञात करना है जो लोड प्रतिरोध के कारण transfer होती है जबकि $V_1 = 12$ volt $R_1 = 2$ ohm, $R_2 = 3$ ohm, $R_3 = 2$ ohm तथा R_L हो?



Circuit Globe

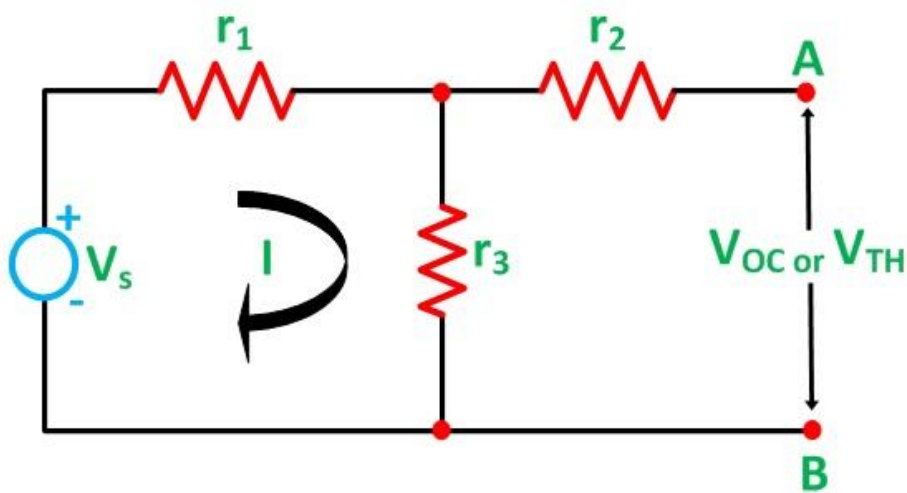
हल:- सर्व प्रथम हम परिपथ का आन्तरिक प्रतिरोध ज्ञात करते हैं।



Circuit Globe

अतः हमें सबसे पहले लोड प्रतिरोध को हटाना होगा, तथा वोल्टता स्रोत को शार्ट ($V = 0$) करना होगा, तब $- R_2 + (R_1 \parallel R_3) = 3 + (2 \parallel 2) = 3 + (1/2 + 1/2) = 3 + 2 \div 2 = 3 + 1 = 4 \text{ OHM}$

$$R_{Th} = 4 \text{ ohm}$$



Circuit Globe

इस परिपथ में वोल्टता स्रोत को लगाया जाता है तथा लोड प्रतिरोध को हटा दिया जाता है। इसमें R_2 प्रतिरोध लोड प्रतिरोध की तरह व्यवहार करेगा। तथा बिन्दु A तथा B पर वोल्टता ज्ञात करते हैं

$$V_{Th} = I \times R_L = [\text{वोल्टता स्रोत} / (R_{Th} + R_L)] \times R_L$$

$$= [12 \div (2+2)] \times 2 = 3 \times 2 = 6 \text{ volt}$$

$$\text{अधिकतम धारा } (I_{max}) = V_{Th} / (R_{Th} + R_L),$$

नोट-: लोड प्रतिरोध का मान आन्तरिक प्रतिरोध के मान के बराबर होगा तभी अधिकतम धारा या अधिकतम शक्ति का मान ज्ञात होगा। अर्थात् $R_{Th} = R_L = 4 \text{ ohm}$

$$= 6 \div (4+4) = 6/8 = 3/4 \text{ Amp.}$$

$$\text{अधिकतम शक्ति} = P_{max} = V_{Th}^2 / 4R_{Th} \text{ OR } I_{max}^2 \times R_L$$

$$P_{max} = 6 \times 6 \div 4 \times 4 = 36 \div 16 = 9/4 \text{ watt.}$$

$$\text{OR } P_{max} = (3 \div 4)(3 \div 4) \times 4 = (9 \div 16) \times 4 = 9/4 \text{ watt}$$