प्रयोग –2

उद्देश्य– मीटर सेतु की सहायता से किसी दिए गए तार का प्रतिरोध ज्ञात कर प्रतिरोधकता ज्ञात करना।

उपकरण – मीटर सेतु, प्रतिरोधक तार जिसकी प्रतिरोधकता ज्ञात करनी है, प्रतिरोध बॉक्स, धारामापी, विसर्पी कुंजी (जोकी), कुंजी, लेक्लांशी सेल, संयोजक तार, रेगमाल कागज, मीटर पैमाना, पेचमापी आदि।

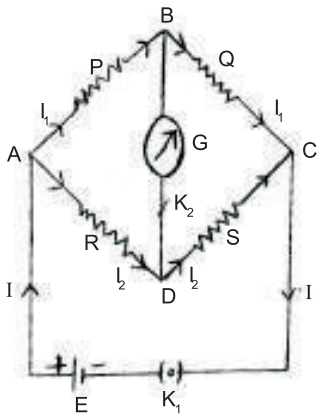
उपकरण का वर्णन– उपकरण में लकड़ी के बोर्ड पर एक मीटर पैमाने पर चित्र 2.2 में दर्शाये अनुसार एक समान अनुप्रस्थ काट क्षेत्र का एक मीटर लम्बाई का प्रतिरोध तार AC कसा होता है। यह तार मिश्र धातु (मेगनिन या कान्सटेन्टन) का होता है जिसकी प्रतिरोधकता उच्च तथा प्रतिरोध का ताप गुणांक कम होता है। तार के दोनों सिरे दो L- आकार की चालक धातु की पट्टिकाओं पर कसे होते है। तार के दोनों सिरे क्रमशः पैमाने के 0 तथा 100 से.मी. पर होने चाहिए।

दोनों पट्टिकाओं के बीच दो खाली स्थान छोड़ कर बोर्ड पर तार के समांतर एक और चालक धातु की लंबी पट्टिका लगी होती है। तार पर विसर्पी कुंजी (जोकी) J आगे पीछे खिसक सकती है।

सिद्धांत – मीटर सेतु व्हीट स्टोन सेतु के सिद्धांत पर आधारित है। इसमें चार प्रतिरोध P,Q, R, व S एक नेटवर्क (Network) ABCD के रूप में जुड़े होते है। अर्थात् P व Q श्रेणीक्रम तथा R व S भी श्रेणीक्रम में जुड़े होते है। इनको A व C पर समांतर क्रम में जोड़ देते है। बिंदु A व C के मध्य सेल व कुंजी K_1 जोड़ते है। B व D के मध्य सुग्राही धारामापी G व कुंजी K_2 जोड़ते है। यदि कुंजी K_1 व K_2 क्रमशः बंद करने पर धारामापी में विक्षेप शून्य है तो व्हीटस्टोन सेतु संतुलन की स्थिति में होगा।

अतः संतुलन की स्थिति में व्हीटस्टोन सिद्धांत से

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \qquad \ldots (1)$$



चित्र 2.1 **व्हीटस्टोन सेतु**

मीटर सेतु में ज्ञात प्रतिरोध (प्रतिरोध बॉक्स R) एवं दांए खाली स्थान पर अज्ञात प्रतिरोध S को जोड़ते है। तार AC प्रतिरोध P एवं Q को प्रदर्शित करता है। (देखिए चित्र 2.2)

जब कुंजी K बंद है तो विसर्पी कुंजी J को तार AC पर इस प्रकार समंजित करते है

कि धारामापी में विक्षेप शून्य हो तो अर्थात् $V_B = V_D$ होगा। अतः संतुलन की स्थिति में

$$\frac{R}{S} = \frac{AB \text{ तार की लम्बाई का प्रतिरोध}}{BC \text{ तार की लम्बाई का प्रतिरोध}}$$

या $$\frac{R}{S} = \frac{l\rho'}{(100-l)\rho'} \quad . \qquad \text{..... (2)}$$

यहां ρ' मीटर सेतु के तार की एकांक लंबाई का प्रतिरोध तथा $l = AB$ तार की संतुलित लंबाई

या $$S = \frac{(100-l)R}{l} \qquad \text{... (3)}$$

मीटर सेतु के तार का काट क्षेत्र समान है अतः प्रतिरोध उसकी लंबाई के समानुपाती होगा। इस प्रक्रार समी. (3) से अज्ञात प्रतिरोध की गणना कर सकते है।

प्रतिरोधकता– तार के पदार्थ की प्रतिरोधकता ρ है तो

$$\rho = \frac{Sa}{L}$$

यहां L= अज्ञात प्रतिरोध तार की लंबाई

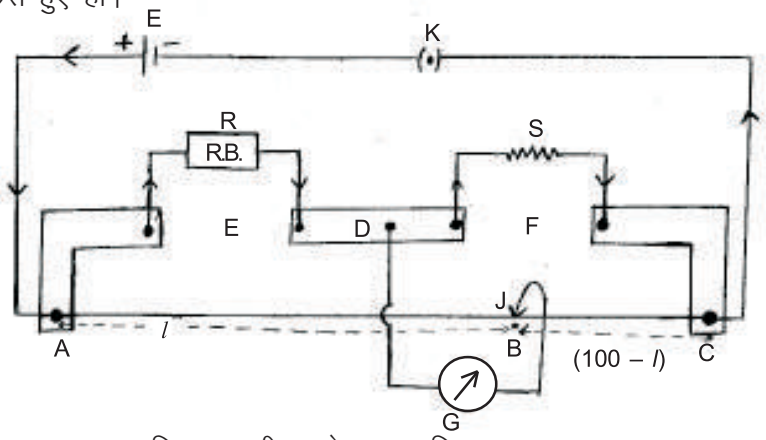
a= दिए गए तार का काट क्षेत्र तथा $a = \pi r^2$

जहां r= तार की त्रिज्या ; S= अज्ञात प्रतिरोध का मान

विधि– 1. पेचमापी की सहायता से अज्ञात प्रतिरोध तार की भिन्न–भिन्न स्थानों से त्रिज्या ज्ञात करके माध्य त्रिज्या ज्ञात करें।

2. मीटर पैमाने से तार की लंबाई L ज्ञात करे।

3. संयोजक तार के सिरों को रेगमाल कागज से साफ करें। प्रतिरोध बॉक्स के सभी प्लग कसे हुए हों।



चित्र 2.2 मीटर सेतु का परिपथ

4. अब चित्र 2.2 अनुसार विद्युत परिपथ जोड़े। बांए खाली स्थान में प्रतिरोध बॉक्स R.B. व दांए खाली स्थान में अज्ञात प्रतिरोध तार जोड़े।

5. प्रतिरोध बॉक्स में से कुछ भी प्रतिरोध नहीं निकाले तथा विसर्पी कुंजी J को तार AC पर स्पर्श कर धारामापी में विक्षेप की दिशा नोट करे। इसके बाद $R = \infty$ (अनंत प्रतिरोध) निकालकर धारामापी में विक्षेप देखे। यदि दोनों स्थितियों (R=0 व $R = \infty$) में विक्षेप विपरीत दिशा में है तो विद्युत परिपथ सही है अन्यथा नहीं। विक्षेप एक ही दिशा में आने पर निम्न त्रुटियां हो सकती है–

(1) संयोजन सही नहीं किया हो। (2) कोई संयोजन तार टूटा हो।

(3) प्रतिरोध बॉक्स में कोई प्लग ढीला हो अथवा प्रतिरोध बॉक्स ठीक न हो ।

6. प्रतिरोध बॉक्स से 1Ω या 2Ω को निकाले तथा विसर्पी कुंजी को तार AC के एक सिरे पर दबाते है एवं धारामापी में विक्षेप की दिशा नोट कर तार के दूसरे सिरे पर विसर्पी कुंजी को स्पर्श कराते हैं। विक्षेप पहले से विपरीत दिशा में प्राप्त होगा अन्यथा प्रतिरोध बॉक्स में R का मान बदलकर प्रयोग को दोहराए।

7. प्रतिरोध बॉक्स से कुछ प्रतिरोध के प्लग निकालकर कर विसर्पी कुंजी को तार AC पर ऐसे स्थान पर स्पर्श कराए कि धारामापी में विक्षेप शून्य हो। शून्य विक्षेप की स्थिति तार AC के लगभग मध्य (30 सेमी से 70 सेमी) में होनी चाहिए। प्रतिरोध बाक्स में से भिन्न भिन्न प्रतिरोध निकालकर प्रत्येक के लिए शून्य विक्षेप की स्थिति में पाठ्यांक l नोट करें।

8. प्रतिरोध बॉक्स एवं अज्ञात प्रतिरोध तार का स्थान परस्पर बदलक्र पुनः धारामापी में शून्य विक्षेप की स्थिति प्राप्त कर पाठ्यांक नोट करें। प्रतिरोध बॉक्स के सिरे के संगत सामने वाली संतुलित लम्बाई l होगी।

प्रेक्षण– 1. अज्ञात प्रतिरोध तार की लंबाई L= .....सेमी = ... मीटर

2. अज्ञात प्रतिरोध तार का व्यास ज्ञात करना।

पेचमापी का अल्पतमांक = ... सेमी

पेचमापी का शून्यांक त्रुटि = ... भागों में = ...सेमी में

तार के व्यास हेतु सारणी

क्रं.सं.	पाठ्यांक एक दिशा में				पाठ्यांक परस्पर लम्ब दिशा में				माध्य व्यास
	प्र. पै.	वृत्ताकार पै. का पा.		कुल पा. d_1	प्र. पै.	वृत्ताकार पै. का पा.		कुल पा.	
	का पा. P	भागों में n	n× L.C.	=P+ n ×L.C.	का पा P'	भागों में n'	n' × L.C.	d_2	$\frac{d_1+d_2}{2}$
1.	...सेमी	.....भाग	.....सेमी	....सेमी	....सेमी	.....भाग	....सेमी	...सेमी	...सेमी
2.	...सेमी	.....भाग	.....सेमी	....सेमी	....सेमी	.....भाग	....सेमी	...सेमी	...सेमी
3.	...सेमी	.....भाग	.....सेमी	....सेमी	....सेमी	.....भाग	....सेमी	...सेमी	...सेमी

माध्य व्यास = ...सेमी

संशोधित व्यास = माध्य व्यास – (± शून्यांक त्रुटि) = ...सेमी

$$\text{त्रिज्या} = \frac{\text{संशोधित व्यास}}{2} = ...\text{cm}$$

अज्ञात प्रतिरोध हेतु सारणी–

क्र.सं.	प्रतिरोध बॉक्स में प्रतिरोध R	तार की संतुलित लंबाई जब प्रतिरोध बॉक्स			अज्ञात प्रतिरोध तार की ओर संतुलित लंबाई $= (100-l)$	$S = \frac{R(100-l)}{l}$
		बांई ओर (l_1)	दांई ओर (l_2)	माध्य $l = \frac{l_1 + l_2}{2}$		
1.	1Ω	.....सेमी	.....सेमी	.....सेमी	.....सेमी.	.....Ω
2.	2Ω	.....सेमी	.....सेमी	.....सेमी	.....सेमी	.....Ω
3.	3Ω	.....सेमी	....सेमी	.....सेमी	.....सेमी.	.....Ω
4.	4Ω	.....सेमी	....सेमी	.....सेमी	.....सेमी	.....Ω
5.	5Ω	.....सेमी	....सेमी	.....सेमी	.....सेमी.	.....Ω

माध्य S (अज्ञात प्रतिरोध) का मान = ... Ω

गणना – L= ..... सेमी = ... मी.

त्रिज्या r = ... सेमी = ... मी.

अज्ञात प्रतिरोध S =.....Ω उपरोक्त मान सूत्र $\rho = \frac{S\pi r^2}{L}$ में

रखकर गणना करने पर ρ =.....Ω मी

परिणाम– 1. दिए गए अज्ञात प्रतिरोध तार का प्रतिरोध $S = \Omega$

2. प्रतिरोधकता ρ = ...Ω मी ज्ञात हुई।

सावधानियां– 1. सभी टर्मिनल बिंदुओं पर संयोजन व प्लग कसे हुए होने चाहिए।

2. कुंजी K में प्लग केवल प्रेक्षण लेते समय ही लगाना चाहिए।

3. शून्य विक्षेप की स्थिति मीटर सेतु तार के लगभग मध्य में प्राप्त होनी चाहिये।

4. प्रतिरोध बॉक्स व अज्ञात प्रतिरोध तार को परस्पर विनिमेय कर पाठ्यांक लेने चाहिये। जिससे सिरा संशोधन नगण्य हो जाए।

5. लेक्लांशी सेल में जस्ते की छड़ को केवल पाठ्यांक लेते समय ही घोल में डालनी चाहिये, जिससे स्थानीय क्रिया न्यूनतम हो।