प्रयोग सं. 8

उद्देश्य – किसी गेलवेनोमीटर का प्रतिरोध अर्द्धविक्षेप विधि द्वारा ज्ञात करना तथा इसका दक्षतांक (Figure of merit) ज्ञात करना।

उपकरण – चल कुण्डली धारामापी, संचायक सेल या बैट्री एलीमीनेटर (0–6 वोल्ट), उच्च प्रतिरोध बॉक्स (HRB) 0–10 किलो ओम परास, प्रतिरोध बॉक्स (R.B.) 0–200Ω परास, दो प्लग कुंजी, वोल्टमीटर, संयोजन तार, रेगमाल कागज आदि।

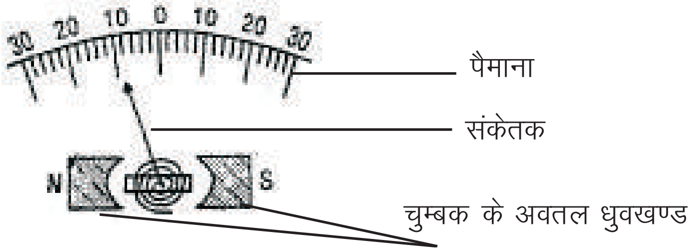
सिद्धांत एवं बनावट– धारामापी एक सुग्राही उपकरण है। यह उपकरण चुम्बकीय क्षेत्र में धारामापी कुण्डली पर बलयुग्म के आघूर्ण के सिद्धान्त पर कार्य करता है।

धारामापी दो प्रकार के होते हैं–

(1) चल चुम्बक धारामापी – उदाहरण– स्पर्शज्या धारामापी

(2) चल कुण्डली धारामापी – उदाहरण– कीलकित चल कुण्डली धारामापी (वेस्टन गेल्वेनोमीटर)

कीलकित चल कुण्डली धारामापी– धारामापी में कुण्डली को दो कीलकों (Pivots) की सहायता से एक स्थायी तथा शक्तिशाली नाल चुम्बक के अवतल ध्रुव खण्डोंके बीच संतुलित किया जाता है। कुण्डली के दोनों सिरे स्प्रिंगों द्वारा संयोजक पेच से जुड़े होते हैं। ये स्प्रिंग धाराप्रवाह के अतिरिक्त प्रत्यानयन बल युग्म उत्पन्न करने का काम भी करते हैं। जब कुण्डली में धारा प्रवाहित करते हैं तो कुण्डली विक्षेपित होती है। कुण्डली का विक्षेप पढ़ने के लिए कुण्डली के साथ हल्का एल्यूमिनियम का एक संकेतक लगा रहता है जो एक वृताकार पैमान पर घूमता है एवं पैमाने का शून्यांक मध्य में होता है। इस प्रकार का धारामापी आकार में छोटा होता है। साधारणतया इसका उपयोग प्रयोगशाला के कार्यों के लिए किया जाता है। इस धारामापी का उचित रूपान्तरण कर अमीटर एवं वोल्टमीटर बना सकते हैं।



चित्र 8.1 : कीलकित कुण्डली धारामापी

अर्द्ध विक्षेप विधि – जब समरूप एवं त्रिज्य चुम्बकीय क्षेत्र में कीलकित चल कुण्डली में धारा I प्रवाहित की जाती है तो कुण्डली में विक्षेप उत्पन्न होता है। यह विक्षेप धारा के समानुपाती होता है अर्थात्

$$I \alpha \theta$$

या $I = k\ \theta$ .... (1)

यहाँ k एक समानुपाती नियंताक है जिसे धारामापी का दक्षतांक (figure of merit) कहते हैं।
जब परिपथ में प्रतिरोध R जोड़ते हैं तो धारामापी से प्रवाहित धारा

$$I_g = \frac{V}{G} \qquad \text{.......... (2)}$$

इस स्थिति में कुंजी K_2 खुली है।
यहाँ
G= धारामापी का प्रतिरोध जिसे ज्ञात करना है।

यदि धारा I_g धारामापी में विक्षेप θ उत्पन्न करती है तो समी. (1) को इस प्रकार व्यक्त कर सकते हैं–

$$I_g = k\ \theta \qquad \text{.......... (3)}$$

समी. (2) व (3) से

$$\frac{V}{G} = k\theta \qquad \text{.......... (4)}$$

यदि धारामापी के समांतर क्रम में जुड़े प्रतिरोध बॉक्स से ऐसे मान का प्रतिरोध निकालते हैं जिसके कारण धारामापी में विक्षेप $\frac{\theta}{2}$ हो जाता है अर्थात अर्द्ध विक्षेप की स्थिति में

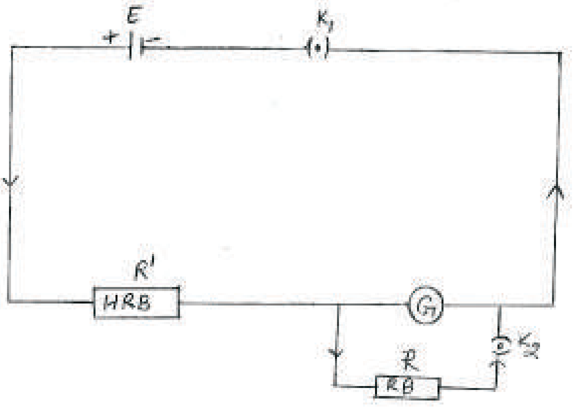
$$\frac{V}{G+R} = \frac{k\theta}{2} \qquad \text{.......... (5)}$$

समी. (4) व (5) से

$$\frac{V}{G+R} = \frac{1}{2}\left(\frac{V}{G}\right)$$

या $2G = G + R$

या $G = R$



चित्र 8.2 : अर्द्ध विक्षेप विधि से धारामापी के प्रतिरोध हेतु परिपथ

अर्थात् धारामापी का प्रतिरोध उसके समांतर क्रम में जोड़े गये प्रतिरोध R के बराबर होगा।

दक्षतांक – धारामापी के पैमाने के एक भाग विक्षेप के लिए आवश्यक धारा को उसका दक्षतांक कहते हैं। यहाँ $k = \frac{E}{R'+G}\left(\frac{1}{\theta}\right)$

विधि – 1. धारामापी का प्रतिरोध ज्ञात करने हेतु परिपथ का संयोजन चित्र 8.2 अनुसार करेंगे।

2. उच्च प्रतिरोध बॉक्स (HRB) से उच्च प्रतिरोध (किलो ओम) निकाले। फिर कुंजी K_1 को लगाकर धारा प्रवाह कर धारामापी में विक्षेप देखें। यदि धारामापी में विक्षेप स्केल के बाहर हो तो उच्च प्रतिरोध R' का मान इतना बढ़ाये कि पैमाने पर विक्षेप अंश सम संख्या में हो। इस स्थिति में कुंजी K_2 खुली होनी चाहिये।

3. अब कुंजी K_2 को बंद कर प्रतिरोध बॉक्स (R.B.) में से R का मान इतना निकाले कि धारामापी में विक्षेप पहले का आधा $\left(\frac{\theta}{2}\right)$ हो जाए। R का यह मान धारामापी के प्रतिरोध (G) के बराबर होगा।

4. अब उच्च प्रतिरोध बॉक्स से R' के मान में परिवर्तन करके लगभग पाँच बार विधि (2) व (3) को दोहरा कर G का मान ज्ञात करें।

5. प्रत्येक प्रेक्षण सेट से G का मान ज्ञात कर माध्य G ज्ञात करें।

6. सूत्र $k = \frac{E}{R'+G}\left(\frac{1}{\theta}\right)$ से k की गणना करें।

प्रेक्षण सारिणी

क्रं.सं.	HRB से उच्च प्रतिरोध R'	धारामापी में में विक्षेप θ=n	धारामापी में विक्षेप ($\frac{n}{2}$ भाग)	अर्द्ध विक्षेप के लिए R.B. से प्रयुक्त प्रतिरोध	$k = \frac{E}{R'+G}\left(\frac{1}{\theta}\right)$
1.	.........Ω	.... भाग	.... भाग	.........Ω	...... ऐ./डिवी.
2.	.........Ω	.... भाग	.... भाग	.........Ω	...... ऐ./डिवी.
3.	.........Ω	.... भाग	.... भाग	.........Ω	...... ऐ./डिवी.
4.	.........Ω	.... भाग	.... भाग	.........Ω	...... ऐ./डिवी.
5.	.........Ω	.... भाग	.... भाग	.........Ω	...... ऐ./डिवी.

माध्य G= .... ओम

गणना – सूत्र $k = \frac{E}{R'+G}\left(\frac{1}{\theta}\right)$ से दक्षतांक k की गणना करें।

परिणाम – दिये गये धारामापी का अर्द्ध विक्षेप विधि द्वारा प्रतिरोध G= ..... ओम तथा दक्षतांक k= ...... ऐ./अंश प्राप्त हुआ।

सावधानियां – 1. सभी संयोजन दृढ़ (कसे) होने चाहिये।
2. प्रयुक्त संचायक सेल पूर्णतः आवेशित होना चाहिए जिससे इसका वि.वा. बल सम्पूर्ण प्रयोग में स्थिर रहे अन्यथा सेल से स्थिर धारा प्राप्त नहीं होगी।
3. प्रयोग प्रारम्भ करने से पूर्व धारामापी की सुई शून्य पर होनी चाहिये अन्यथा इसमें त्रुटि होगी।
4. प्रतिरोध R के मान में वृद्धि या कमी धीरे धीरे करनी चाहिये।
5. उच्च प्रतिरोध बॉक्स (HRB) से निकाला गया प्रतिरोध उच्च होना चाहिये तथा इससे धारामापी में विक्षेप सम संख्या में होना चाहिए।

मौखिक प्रश्न

प्र.1 गेलवेनोमीटर (धारामापी) किसे कहते हैं?
उ. वह यंत्र जो किसी विद्युत परिपथ में धारा के प्रवाह का पता लगाने के लिए प्रयुक्त किया जाता है उसे धारामापी कहते हैं।
2. अमीटर किसे कहते हैं?
उ. वह यंत्र जो किसी विद्युत परिपथ में धारा मापन के लिए प्रयुक्त होता है उसे अमीटर कहते हैं।
3. धारामापी किस सिद्धान्त पर कार्य करता है?
उ. जब किसी धारावाही कुण्डली को चुम्बकीय क्षेत्र में लटकाया जाता है तो उस पर एक बल युग्म कार्य करता है जिसके कारण कुण्डली विक्षेपित होती है। इस बल युग्म का मान परिपथ या कुण्डली में प्रवाहित विद्युत धारा के अनुक्रमानुपाती होता है।
4. धारामापी कितने प्रकार के व कौन से होते हैं? प्रत्येक का उदाहरण दो।
उ. (1) चल चुम्बक प्रकार का धारामापी – स्पर्शज्या धारामापी।
(2) चल कुण्डली प्रकार का धारामापी – कीलकित चलकुण्डली (वेस्टन) धारामापी।
5. प्रयोगशाला में उपयोग में लाया जाने वाला धारामापी किस प्रकार का होता है?
उ. प्रयोगशाला में उपयोग में लाया जाने वाला धारामापी कीलकित चल कुण्डली (वेस्टन) धारामापी प्रकार का होता है।
6. धारामापी को अमीटर में कैसे रूपान्तरित किया जा सकता है?
उ. किसी धारामापी की कुण्डली के समान्तर क्रम में उपयुक्त मान का अल्प प्रतिरोध (शंट) लगाकर उसे अमीटर में रूपान्तरित किया जा सकता है।
7. आदर्श अमीटर का प्रतिरोध कितना होता है?
उ. शून्य
8. अमीटर को विद्युत परिपथ में किस प्रकार व क्यों लगाते हैं?
उ. अमीटर को विद्युत परिपथ में सदैव श्रेणीक्रम में ही जोड़ते हैं क्योंकि अमीटर परिपथ में धारा मापने के लिए प्रयुक्त होता है। अतः सम्पूर्ण धारा इसमें प्रवाहित होनी चाहिये।
9. वोल्टमीटर किसे कहते हैं?
उ. विद्युत परिपथ के किन्हीं दो बिन्दुओं के बीच विभवांतर मापने वाले यंत्र को वोल्टमीटर कहते हैं।

10. धारामापी को वोल्टमीटर में कैसे रूपान्तरित किया जा सकता है?

उ. धारामापी की कुण्डली के श्रेणीक्रम में उच्च प्रतिरोध तार लगाकर उसे वोल्टमीटर में रूपान्तरित करते हैं।

11. वोल्टमीटर को विद्युत परिपथ में कैसे जोड़ते हैं?

उ. वोल्टमीटर को विद्युत परिपथ में सदैव उन दो बिन्दुओं के समातंर क्रम में जोड़ा जाता है जिसके मध्य विभवांतर ज्ञात करना है।

12. वोल्टमीटर को सदैव समातंर क्रम में ही क्यों जोड़ते हैं?

उ. (1) वोल्टमीटर का उपयोग परिपथ के किन्हीं दो बिन्दुओं के मध्य विभवातंर के मापने के लिए किया जाता है इसलिए वोल्टमीटर को सदैव दो बिन्दुओं के मध्य समातंर क्रम में जोड़ा जाता है। (2) यदि वोल्टमीटर को विद्युत परिपथ के श्रेणीक्रम में जोड़ दे तो (a) यह सम्पूर्ण परिपथ का विभवांतर मापेगा। (b) इसका प्रतिरोध अत्यधिक (उच्च) होने के कारण यह परिपथ की धारा के मान को प्रभावित करेगा अर्थात् धारा को घटा देगा।

13. आदर्श वोल्टमीटर का प्रतिरोध कितना होता है?

उ. अनंत

14. अर्द्धविक्षेप विधि से धारामापी का प्रतिरोध ज्ञात करने हेतु कौनसा सूत्र काम में लेते हैं।

उ. $R=G$

15. आप धारामापी का प्रतिरोध किस विधि से ज्ञात कर सकते हैं?

उ. अर्द्ध विक्षेप विधि से।

16. क्या अर्द्ध विक्षेप विधि में धारामापी का प्रतिरोध G सदैव उसके समातंर क्रम में जोड़े गये प्रतिरोध (शंट) S के बराबर होता है?

उ. नहीं, यह तब ही सही है जबकि धारामापी के श्रेणीक्रम में जोड़े गये उच्च प्रतिरोध R' का मान S से बहुत अधिक हो अर्थात् $R' >> S$.

17. क्या अर्द्धविक्षेप विधि के अलावा किसी अन्य विधि से धारामापी को प्रतिरोध ज्ञात किया जा सकता है?

उ. धारामापी का प्रतिरोध अर्द्ध विक्षेप विधि के अलावा पोस्ट आफिस बाक्स विधि से भी ज्ञात किया जा सकता है। इसे थामसन विधि कहते हैं। केल्विन विधि से भी धारामापी का प्रतिरोध ज्ञात कर सकते हैं।

18. धारामापी का संकेतक किस धातु का बना होता है? क्यों?

उ. धारामापी का संकेतक एल्यूमिनियम का बनाते हैं क्योंकि एल्यूमिनियम अचुम्बकीय पदार्थ है एवं हल्का होने से जड़त्व कम है।

19. क्या यह संकेतक लोहे का भी बना सकते हैं?

उ. नहीं, क्योंकि लोहे का संकेतक होने पर धारामापी का चुम्बक इसे अपनी ओर आकर्षित करेगा।

20. संयोजी तारों पर धागा क्यों लिपटा रहता है?

उ. जिससे तारों के आपस में छू जाने पर सेल अथवा कोई भी परिपथ लघुपथित न हो।

21. धारामापी में धारा बहने से विक्षेप क्यों आता है?

उ. धारामापी में धारा बहने पर इसकी कुण्डली पर एक बल युग्म आघूर्ण कार्य करता है

जिससे कुण्डली के घूमने के कारण संकेतक चलता है अर्थात् विक्षेपित होता है।

22. धारामापी की सुग्राहिता का क्या अर्थ है?

उ. परिपथ में कम धारा प्रवाहित होने पर अधिक विक्षेप आये तो धारामापी सुग्राही होता है। अर्थात्– इकाई धारा से धारामापी में उत्पन्न विक्षेप को धारामापी की सुग्राहिता कहते है।

धारा सुग्राहिता = $\frac{\theta}{I_g}$ यहाँ, I_g = धारामापी में प्रवाहित धारा

θ = धारामापी के स्केल पर कुल भागों की संख्या

23. धारामापी की धारा $\mathbf{I_g}$ किस प्रकार ज्ञात करेंगे?

उ. धारामापी के स्केल पर कुल भागों की संख्या (शून्य के एक दिशा में) तथा दक्षतांक का गुणनफल धारामापी की धारा के बराबर होता है। अर्थात् $I_g = k\,\theta$

24. दक्षतांक किसे कहते हैं?

उ. किसी धारामापी के पैमाने के एक भाग विक्षेप के लिए आवश्यक धारा को उसका दक्षतांक कहते हैं। यह धारामापी की धारा सुग्राहिता के व्युत्क्रम के बराबर होता है।