महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई

(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान पदविका

शिक्षण पुस्तिका

(Learning Material)

METROLOGY AND MEASUREMENT

(313316)

यंत्र अभियांत्रिकी गट

मराठी – इंग्रजी (द्विभाषिक) माध्यम

(अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञान तिसरे/चतुर्थ सत्र पदविका)

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION * MUMBAI

शिक्षण पुस्तिका

(Learning Material)

मेट्रोलॉजी एंड मेजरमेंट

Metrology and Measurement

(313316)

मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यम

(अभियांत्रिकी व तंत्राज्ञानातील तिसरे/ चतुर्थ सत्र पदविका)

महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई

(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION * MUMBAI

एम.एस. बी. टी. ई.
मार्गदर्शक

श्री. एस. एस. हरीप

निवड श्रेणी अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

संकलक

श्री. बी. ए. मगदूम

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

सौ. एस. एस. खाडे

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

श्री. टी. एस. रानडे

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

श्री. एस. डी. गायकवाड

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

श्री. एस. बी. रायजाडे

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

समीक्षक

श्री. व्ही. जे. देशपांडे

अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

मुख्य समन्वयक

श्री. बी. एस. ताशिलदार

प्राचार्य

संस्था समन्वयक

श्री. एन. एस. पाटील

विभागप्रमुख, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ

(स्वायत्त) (ISO: ९००१:२०१५) (ISO/IES: २७००१-२०१३)

शासकीय तंत्रनिकेतन इमारत, चौथा मजला, ४९, खेरवाडी, बांद्रा (पूर्व), मुंबई - ४०० ०५१.

दूरध्वनी क्र.: ०२२-६२५४२१७० / १६१

Email : director@msbte.com Web : www.msbte.org.in

प्रास्ताविक

महाराष्ट्र राज्यातील पदविका स्तरावरील तंत्रशिक्षणामध्ये विद्यार्थ्यांचे रोजगार कौशल्य विकसित करून विद्यार्थ्यांचा सर्वांगीण विकास घडवून आणण्याकरिता महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळ कटिबद्ध आहे. उद्योगधंद्यातील बदलत्या तंत्रज्ञानाशी संबंधित गरजा लक्षात घेऊन महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळाकडून पदविका अभ्यासक्रम वेळोवेळी अद्यावत करण्यात येतो . अभियांत्रिकी पदविका अभ्यासक्रम शिकत असतांना संकल्पनात्मक ज्ञान, सुसंगत संदर्भ, प्रश्न विचारणे, विश्वसनिय पुरावे, कारणमीमांसा आणि सुस्पष्ट निकष यांचा वापर करून अर्थाची उकल करण्याची, विश्लेषण व मूल्यमापन करण्याची तसेच तर्काने अनुमान काढण्याची क्षमता म्हणजेच चिकित्सक विचार विद्यार्थ्यांमध्ये अधिक दृढ होतील असा मला विश्वास आहे. जेव्हा विद्यार्थी ज्ञान मिळवण्याच्या माध्यमाशी पूर्णपणे परिचित आणि सोयीस्कर असतात, तेव्हा त्यांच्यासाठी वर्गातील चर्चेत भाग घेणे सोपे होते, संकल्पनात्मक व सैद्धांतिक बाबींचे आकलन परिपूर्ण होते, संज्ञानात्मक क्षमता सुधारते आणि त्यांचा आत्मविश्वास देखील वाढतो या सर्व गोष्टींचा विचार करून मंडळाकडून शैक्षणिक सामुग्रीची निर्मिती करण्यात आलेली आहे . भारत देश हा खेड्यापाड्यातून विकसित झालेला देश असून ग्रामीण भागातील विद्यार्थ्यांना तांत्रिक शिक्षण घेतांना भाषेचा अडसर न येता तांत्रिक बाबींचा आशय समजून घेणे शक्य होईल या दृष्टिकोनातून महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळाने पदविका स्तरावरील तांत्रिक शिक्षणाकरीता विद्यार्थ्यांना मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय शैक्षणिक वर्ष २०२१-२२ पासून उपलब्ध करून दिलेला आहे .

राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण-२०२० प्रादेशिक भाषेतील शिक्षणास प्रोत्साहन देते, ज्यामुळे विद्यार्थ्यांना तांत्रिक अभ्यासक्रमांसाठी प्रादेशिक भाषांतुन शिक्षणाचे माध्यम निवडता येते. सदर धोरणामुळे प्रादेशिक भाषांमध्ये तांत्रिक सामग्री आणि अभ्यास सामग्रीचा विकास आणि भाषांतर निर्माण करण्याची आवश्यकता आहे . त्यास अनुसरून मंडळाने मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय द्वितीय व तृतीय वर्षाकरिताही उपलब्ध करून देण्यात आला आहे. तसेच त्याकरिताची शैक्षणिक सामग्रीही संबंधीत भागधारकरांना उपलब्ध करून देण्यात येत आहे.

पदविका स्तरावरील तंत्रशिक्षण अधिक दर्जेदार करण्यासाठी महाराष्ट्रातील अनुभवी व तज्ञ अध्यापकांनी व्यवहारिक मराठी भाषा व इंग्रजी भाषेतील तांत्रिक शब्दावली यांचा वापर करून मराठी - इंग्रजी भाषेचा सुवर्णमध्य साधण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. मंडळाच्या स्तरावर गठीत सुकाणू समितीमार्फत सदर शैक्षणिक सामुग्रीचा दर्जा, तसेच इतर बाबींची तपासणी करण्यात आलेली आहे. त्यामुळे सदर शैक्षणिक सामुग्री अधिक सम्पन्न झालेली असून विद्यार्थी त्यांच्या व्यक्तिमत्त्वाचा सुसंवादी आणि सर्वांगीण विकास साधतील. परिणामतः विश्वस्तरीय मनुष्यबळाच्या गरजा पूर्ण करण्यात महाराष्ट्र राज्य अग्रेसर राहील व पर्यायाने राष्ट्रनिर्मिती करीता निश्चितच हातभार लागेल , असा मला विश्वास आहे.

अभियांत्रिकी पदविका अभ्यासक्रमातील प्रमुख विषयांची मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक शैक्षणिक सामुग्री बनविण्यासाठी अध्यापक व सुकाणू समितीचे सदस्य यांनी दर्शविलेले समर्पण व वचनबद्धता कौतुकास पात्र आहे , या सर्वांचे मी मनः पूवक अभिनंदन करतो !

(प्रमोद नाईक)
संचालक
म. रा. तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई.

अनुक्रमणिका

अ. क्र	युनिटचे नाव	पान क्र.
1	**मेट्रोलॉजी आणि लिनिअर मापनाचे ओव्हरव्ह्यु (Overview of metrology and linear measuring instrument)**	**1**
2	**गेजेस आणि कम्पॅरेटर (Gauges and Comparators)**	**20**
3	**अँगुलर, स्क्रू थ्रेड, गियर आणि सरफेस फिनीश मापन (Angular, Screw Thread, Gear & Surface Finish Measurement)**	**35**
4	**विस्थापन, तापमान आणि प्रवाह मापन (Displacement, Temperature and Flow Measurement)**	**68**
5	**विविध मोजमाप (Miscellaneous Measurements)**	**88**

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION MUMBAI

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION * MUMBAI

1. मेट्रोलॉजी आणि लिनिअर मापनाचे ओव्हरव्ह्यु

(Overview of metrology and linear measuring instrument)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome) : मापनासाठी योग्य रेषीय मोजमाप साधन निवडा. (Select relevant linear measuring instrument for measurement.)

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome):

TLO 1.1 मेट्रोलॉजी आणि मापन यांचे मूलतत्त्व वर्णन करा. (Describe basis of Metrology and Measurement.)

TLO 1.2 मापन साधनांच्या वैशिष्ट्यांचे स्पष्टीकरण करा. (Explain characteristics of measuring instruments)

TLO 1.3 विविध प्रकारच्या मानकांचे स्पष्टीकरण करा. (Explain different types of standards.)

TLO 1.4 रेषीय मापन साधनांच्या कार्य सिद्धांताचे वर्णन करा. (Describe working principle of Linear measuring instruments.)

TLO 1.5 दिलेल्या साधनामधील त्रुटी ओळखा.(Identify errors in given instrument.)

TLO 1.6 दिलेल्या कामासाठी योग्य मापन साधन निवडा आणि त्याचे स्पष्टीकरण द्या. (Select relevant measuring instrument for the given job with justification.)

1.1 मेट्रोलॉजीची व्याख्या

1.1.1 मेट्रोलॉजी - मेट्रोलॉजी हे मापनाचे शास्त्र आहे, जे विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाच्या कोणत्याही क्षेत्रातील अनिश्चिततेच्या कोणत्याही स्तरावर प्रायोगिक(experimental) आणि सैद्धांतिक(theoretical) दोन्ही निर्धार स्वीकारते.

1.1.2 उद्दिष्ट आणि मेट्रोलॉजीचे प्रकार

मेट्रोलॉजीची उद्दिष्टे - मोजमापाचे मूळ उद्दिष्ट किमान खर्चात आवश्यक अक्युरसि प्रदान करणे हे असले तरी, आधुनिक अभियांत्रिकी प्लांटमध्ये विविध आकारांसह मेट्रोलॉजीची पुढील उद्दिष्टे आहेत:

i. नवीन विकसित उत्पादनांचे संपूर्ण मूल्यांकन.
ii. प्रक्रिया क्षमतांचे निर्धारण करा आणि हे सुनिश्चित करा की ते संबंधित घटक सहनशीलतेपेक्षा चांगले आहेत.
iii. मेजरमेंट यंत्राच्या क्षमतेचे निर्धारण आणि ते त्यांच्या संबंधित मोजमापांसाठी पुरेसे आहेत याची खात्री करा.
iv. उपलब्ध सुविधांचा प्रभावी आणि कार्यक्षम वापर करून तपासणीचा खर्च कमी करणे.
v. सांख्यिकीय गुणवत्ता नियंत्रण तंत्र वापरून नाकारणे आणि पुन्हा काम करण्याची किंमत कमी करणे.
vi. मेजरमेंट पद्धती प्रमाणित करण्यासाठी
vii. मापनाची अक्युरसि राखण्यासाठी.
viii. सर्व गेज आणि विशेष तपासणी फिक्स्चरसाठी डिझाइन तयार करणे.

मेट्रोलॉजीचे प्रकार-

- वैज्ञानिक मेट्रोलॉजी (Scientific metrology)
- कायदेशीर मेट्रोलॉजी (Legal metrology)

- उपयोजित मेट्रोलॉजी (Applied metrology)

वैज्ञानिक मेट्रोलॉजी

मेट्रोलॉजीची ही शाखा मोजलेले प्रमाण विचारात न घेता सर्व मेट्रोलॉजिकल प्रश्नांसाठी सामान्य समस्या हाताळते. यात मापनाच्या एककांशी संबंधित सामान्य सैद्धांतिक आणि व्यावहारिक समस्या समाविष्ट आहेत; मापनातील त्रुटींच्या समस्या; आणि मोजमाप यंत्रांच्या मेट्रोलॉजिकल गुणधर्मांच्या समस्या.

वैज्ञानिक मेट्रोलॉजी पाच मुख्य कार्यांवर लक्ष केंद्रित करते:

- नवीन मेजरमेंट युनिट्सचा डेव्हलपमेंट
- मेजरमेंट युनिट सिस्टमचा डेव्हलपमेंट
- मेजरमेंट पद्धतींचा डेव्हलपमेंट
- मेजरमेंट मानकांची निर्मिती आणि देखभाल
- वापरकर्त्यांना मेजरमेंट मानकांचे हस्तांतरण

कायदेशीर मेट्रोलॉजी

कायदेशीर मेट्रोलॉजी हा मेट्रोलॉजीचा एक विशिष्ट उपसंच आहे जो कायदेशीररित्या ग्राहकांचे संरक्षण करतो, पर्यावरणाचे संरक्षण करतो आणि वाजवी व्यापार पद्धती सुनिश्चित करतो. हे मोजमाप आणि मेजरमेंट प्रणालींसाठी नियामक/कायदेशीर आवश्यकता निर्धारित करणे आणि कायम ठेवण्यावर लक्ष केंद्रित करते. आपल्या सभोवतालच्या जगातील प्रत्येकजण विविध मोजमापांच्या परिणामांवर आधारित दैनंदिन निर्णय घेतो. कायदेशीर मेट्रोलॉजी हे सुनिश्चित करते की मोजमापांचे परिणाम पारदर्शक आणि अचूक आहेत. यासाठी, कायदेशीर मेट्रोलॉजी खालील गोष्टींवर लक्ष केंद्रित करते:

i. मेट्रोलॉजीच्या आसपासच्या कायद्यांची स्थापना
ii. कायदे पाळले जातील याची खात्री करण्यासाठी पर्यवेक्षण आणि जबाबदारी
iii. मोजमाप आणि मोजमाप यंत्रासाठी ट्रेसेबिलिटी पुरवणे
iv. चुकीच्या मोजमापांमुळे किंवा फसवणुकीमुळे उद्भवणारे व्यवहार खर्च आणि विवाद सक्रियपणे कमी करणे
v. व्यापाराभोवती अनुचित व्यवहारांची क्षमता कमी करणे
vi. कायदेशीर मेट्रोलॉजी समाजात मोजमापांच्या भौतिक वापरास समर्थन देण्यासाठी वैज्ञानिक आणि उपयोजित मेट्रोलॉजीच्या संयोगाने कार्य करते.

अप्लाइड मेट्रोलॉजी

अप्लाइड मेट्रोलॉजीला औद्योगिक मेट्रोलॉजी असेही म्हणतात. उपयोजित मेट्रोलॉजीमध्ये उत्पादन किंवा इतर औद्योगिक प्रक्रियांसाठी मोजमाप आणि त्यांचा समाजात उपयोग यांचा समावेश होतो. हे देखील सुनिश्चित करते की मेजरमेंट प्रणाली योग्य, कॅलिब्रेटेड आणि गुणवत्ता नियंत्रणाखाली आहेत. हे मेजरमेंट प्रणालीचे योग्य कार्य सुनिश्चित करण्यावर लक्ष केंद्रित करणारे मेट्रोलॉजीचे उपक्षेत्र आहे.

उपयोजित मेट्रोलॉजी हे उत्पादन अभियांत्रिकी आवश्यकता, नियामक मानके, ग्राहकांच्या आवश्यकता आणि कायदेशीर आवश्यकता (काही नावांसाठी) यांच्याशी सुसंगत असल्याची खात्री करण्याचा प्रयत्न करते. प्रत्येक व्यवसाय चालवण्यासाठी आणि तुमची गुणवत्ता हमी अचूक असल्याची खात्री करण्यासाठी मोजमाप अनुरूपता हा एक महत्त्वाचा पाया आहे. औद्योगिक मेट्रोलॉजी हे सुनिश्चित करण्याचा प्रयत्न करते की उत्पादने आणि उत्पादन प्रक्रिया आवश्यकतेनुसार अचूक आणि तंतोतंत बनवल्या जातात किंवा वापरल्या जातात.

1.1.3 उद्योगात तपासणीची गरज:-

i. भाग, सामग्री किंवा घटक स्थापित मानकांची पुष्टी करतात याची खात्री करण्यासाठी.
ii. मॅनुफॅक्चररची अदलाबदली (Interchangeablity) पूर्ण करण्यासाठी.
iii. कोणतेही सदोष उत्पादन ग्राहकापर्यंत पोहोचणार नाही याची खात्री करून ग्राहक संबंध राखणे.
iv. उत्पादनातील कमतरता शोधण्याचे साधन प्रदान करा.
v. हे उत्तम दर्जाचा कच्चा माल, साधने, उपकरणे खरेदी करण्यास मदत करते जे तयार उत्पादनाच्या गुणवत्तेवर नियंत्रण ठेवते.
vi. हे गुणवत्ता नियंत्रण, उत्पादन, खरेदी आणि संस्थेच्या इतर विभागांच्या कार्यांमध्ये समन्वय साधण्यास मदत करते.
vii. सदोष भागांवर निर्णय घेणे.

1.1.4 मेजरमेंट पद्धती

मेजरमेंट पद्धती खालीलप्रमाणे वर्गीकृत केल्या जाऊ शकतात:

i. थेट पद्धत (Direct method)
ii. अप्रत्यक्ष पद्धत (Indirect method)
iii. निरपेक्ष किंवा मूलभूत पद्धत (Absolute or Fundamental method)
iv. तुलनात्मक पद्धत (Comparative method)
v. हस्तांतरण पद्धत (Transposition method)
vi. योगायोग पद्धत (Coincidence method)
vii. विक्षेपण पद्धत (Deflection method)
viii. पूरक पद्धत (Complementary method)
ix. संपर्क पद्धत (Contact method)
x. कॉन्टॅक्ट लेस पद्धत (Contact less method)

a. **थेट मोजमापाची पद्धत:-** ही मोजमापाची एक सोपी पद्धत आहे, ज्यामध्ये मोजल्या जाणाऱ्या प्रमाणाचे मूल्य कोणतीही गणना न करता थेट मिळवले जाते. उदाहरणार्थ, स्केल, व्हर्नियर कॅलिपर, मायक्रोमीटर, बेव्हल प्रोटेक्टर इत्यादी वापरून मोजमाप. ही पद्धत उत्पादनामध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरली जाते. ही पद्धत फारशी अचूक नाही कारण ती निर्णय घेण्याच्या मानवी असंवेदनशीलतेवर अवलंबून असते.
b. **मोजमापाची अप्रत्यक्ष पद्धत:** - अप्रत्यक्ष पद्धतीने मोजल्या जाणाऱ्या परिमाणांचे मूल्य आवश्यक मूल्याशी कार्यात्मकपणे संबंधित असलेल्या इतर प्रमाणांचे मोजमाप करून प्राप्त केले जाते. उदा. साइन बारद्वारे कोन मोजणे, तीन वायर पद्धतीने स्क्रू पिच व्यासाचे मोजमाप इ.
c. **निरपेक्ष किंवा मूलभूत पद्धत:-** हे प्रमाण परिभाषित करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या मूळ प्रमाणांच्या मोजमापावर आधारित आहे. उदाहरणार्थ, त्या परिमाणाच्या व्याख्येनुसार थेट परिमाण मोजणे, किंवा मोजल्या जाणाऱ्या परिमाणाच्या व्याख्येशी जोडलेल्या परिमाणांचे प्रत्यक्ष मेजरमेंट करून अप्रत्यक्षपणे परिमाण मोजणे.

1.2 साधनांची वैशिष्ट्ये-

वैशिष्ट्ये दोन प्रकारांमध्ये विभागली आहेत :
1) उपकरणांची स्थिर **(Static)** वैशिष्ट्ये
2) उपकरणांची डायनॅमिक वैशिष्ट्ये

1.2.1 साधनांची स्थिर (Static) वैशिष्ट्ये-

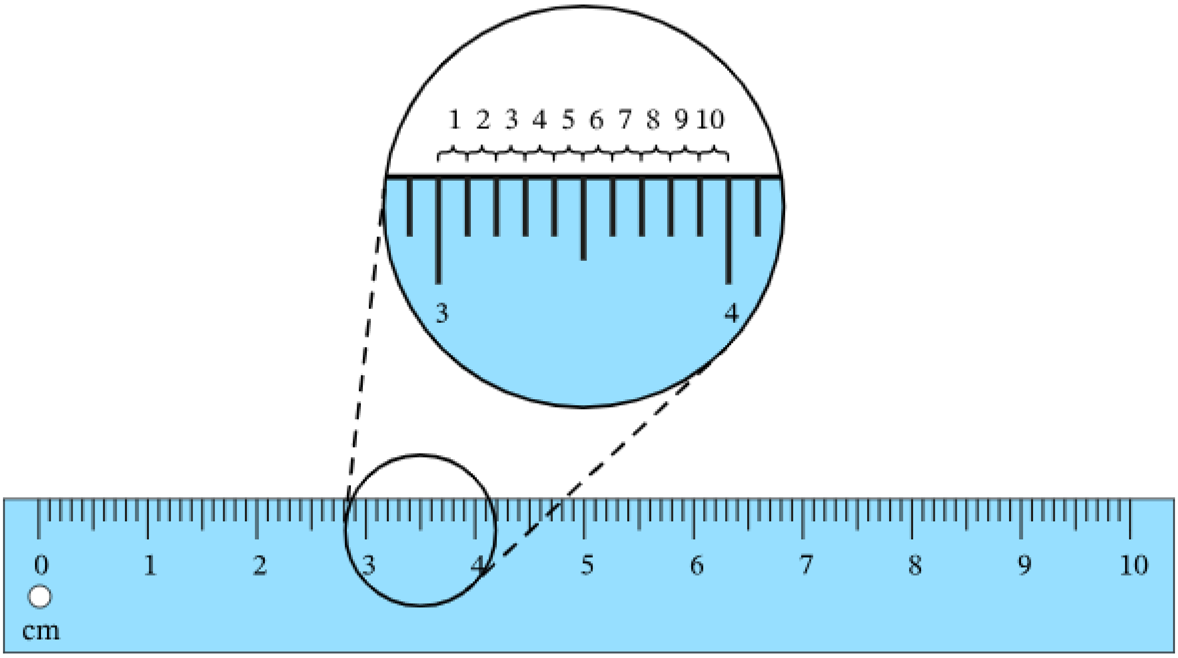
इन्स्ट्रुमेंटची स्थिर वैशिष्ट्ये एखाद्या साधनाच्या गुणधर्म किंवा वर्तनाचा संदर्भ देतात जेव्हा ते स्थिर किंवा स्थिर इनपुट परिस्थितींच्या अधीन असते. ही वैशिष्ट्ये विविध पॅरामीटर्स मोजण्यासाठी इन्स्ट्रुमेंटची अचूकता, अक्युरसिआणि विश्वासार्हता परिभाषित करण्यात मदत करतात.

अ) सर्वात कमी संख्या (रिझोल्यूशन) - एखाद्या इन्स्ट्रुमेंटची किमान गणना ही सर्वात लहान मूल्य किंवा वाढ म्हणून परिभाषित केली जाते जी ते अचूकतेने मोजू शकते.

$$\textbf{Least Count of the Main Scale} = \frac{\textbf{Smallest Reading on Main Scale}}{\textbf{Number of Divisions on Main Scale}}$$

$$\textbf{Instrument Least Count} = \frac{\textbf{Main Scale Least Count}}{\textbf{Divisions on Secondary Scale}}$$

b) श्रेणी- इन्स्ट्रुमेंटची "श्रेणी" खालच्या मर्यादा आणि वरच्या मर्यादेद्वारे निर्दिष्ट केली जाते ज्यामध्ये ते मोजण्यासाठी, दर्शविण्यास किंवा मोजलेले चल रेकॉर्ड करण्यासाठी ऑपरेट करण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे.



श्रेणी दर्शविणारी स्केल

आकृती 1.2.1.b)

उदाहरणार्थ, रुलर 0 आणि 10 सेमी दरम्यान लांबी मोजू शकतो म्हणून त्याची श्रेणी 10 सेमी आहे.

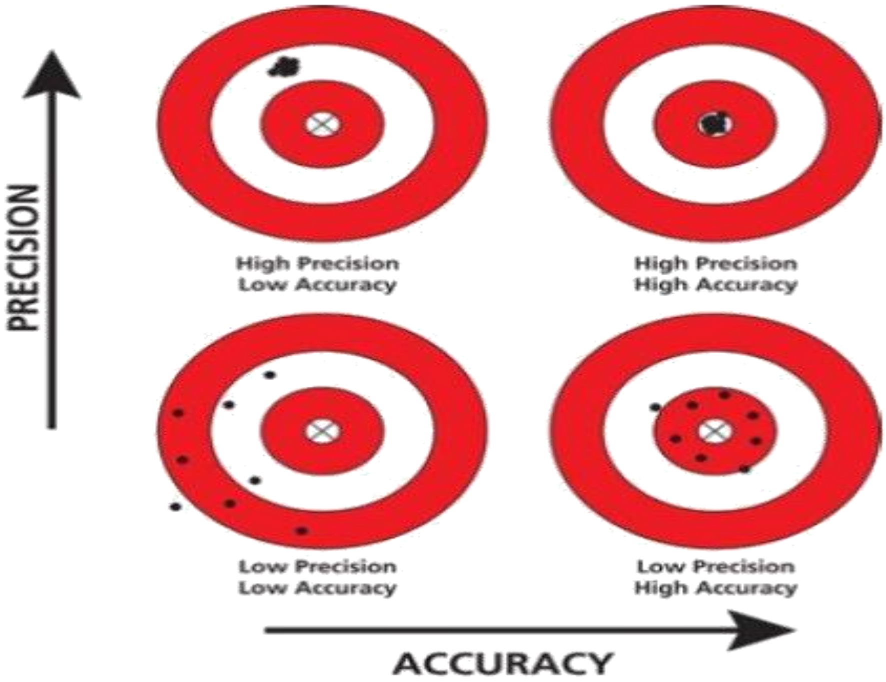
c) स्पॅन- वरच्या श्रेणी मूल्य आणि निम्न श्रेणी मूल्य यांच्यातील बीजगणितीय फरकाला उपकरणाचा "स्पॅन" असे संबोधले जाते.

d) अक्युरसि आणि प्रिसिजन

अक्युरसि- अचूकतेची व्याख्या 'मापनाचा परिणाम योग्य मूल्य किंवा मानकाशी जुळणारी डिग्री' अशी आहे आणि मूलत: मोजमाप त्याच्या मान्य मूल्याच्या किती जवळ आहे याचा संदर्भ देते.

प्रिसिजन - प्रिसिजनची व्याख्या 'अचूक असण्याची गुणवत्ता' म्हणून केली जाते आणि ती मोजमाप अचूक आहेत की नाही याची पर्वा न करता, दोन किंवा अधिक मोजमाप एकमेकांच्या किती जवळ आहेत याचा संदर्भ देते. अचूक मोजमाप अचूक नसणे शक्य आहे.

लक्ष्य अचूकपणे मारणे म्हणजे तुम्ही लक्ष्याच्या केंद्राच्या अगदी जवळ आहात, जरी सर्व गुण केंद्राच्या वेगवेगळ्या बाजूस असले तरीही. लक्ष्य अचूकपणे मारणे म्हणजे सर्व हिट अगदी जवळून अंतरावर असतात, जरी ते लक्ष्यापासून खूप दूर असले तरीही लक्ष्याचे केंद्र.



अक्युरसि आणि प्रिसिजन यांच्यातील संबंध

आकृती 1.2.1.d)

अनु. क्र	पॅरामीटर	प्रिसिजन	अचूकता
1	व्याख्या	एकाच परिमाणाच्या अनेक वाचनांच्या जवळचा संदर्भ देते.	मोजलेल्या मूल्याच्या खऱ्या मूल्याच्या जवळचा संदर्भ देते.
2	मेजरमेंट पद्धत	मापनासाठी अनेक घटक वापरले जातात.	मापनासाठी वापरलेला एक घटक.
3	परस्पर संबंध	आयटम अचूक असू शकतो किंवा नसू शकतो.	बऱ्याच वर्गांमध्ये आयटम अचूक असणे आवश्यक आहे.
4	अवलंबित्व	प्रिसिजन अचूकतेवर अवलंबून नाही.	अक्युरसि अचूकतेवर अवलंबून नाही.
5	डिग्री	डिग्री ऑफ रेप्रोड्युसबिलिटी	डिग्री ऑफ कंफिर्मिटी

e) विश्वसनीयता (Reliability)- विश्वासार्हता ही संभाव्यता म्हणून परिभाषित केली जाते की एखादे उत्पादन, प्रणाली किंवा सेवा विशिष्ट कालावधीसाठी त्यांचे इच्छित कार्य पुरेसे पार पाडेल.

f) कॅलिब्रेशन - कॅलिब्रेशन ही मोजमाप यंत्राची अक्युरसिसमायोजित किंवा सत्यापित करण्याची प्रक्रिया आहे जेणेकरून ते योग्य आणि सातत्यपूर्ण परिणाम प्रदान करेल. उत्पादन, अभियांत्रिकी, विज्ञान, आरोग्यसेवा आणि बरेच काही यासारख्या विविध क्षेत्रांमध्ये हा एक गंभीर पैलू आहे, जेथे अचूक मोजमाप आवश्यक आहे.

कॅलिब्रेशनचे महत्त्व

i. **अचूकता:** कॅलिब्रेशन हे सुनिश्चित करते की मोजमाप साधने अचूक आणि विश्वासार्ह परिणाम देतात. विज्ञान, अभियांत्रिकी आणि उत्पादन यांसारख्या क्षेत्रांमध्ये, माहितीपूर्ण निर्णय घेण्यासाठी, उत्पादनाची गुणवत्ता सुनिश्चित करण्यासाठी आणि सुरक्षा मानके राखण्यासाठी अचूक मोजमाप महत्त्वपूर्ण आहेत.

ii. **क्वालिटी अशुरन्स:** कॅलिब्रेशन हा गुणवत्ता हमी कार्यक्रमांचा अविभाज्य भाग आहे. उपकरणे नियमितपणे कॅलिब्रेट करून, संस्था त्यांच्या प्रक्रिया नियंत्रणात असल्याचे सत्यापित करू शकतात आणि त्यांनी वितरित केलेली उत्पादने किंवा सेवा आवश्यक वैशिष्ट्ये आणि मानकांची पूर्तता करतात.

iii. **अनुपालन (Compliance):** अनेक उद्योग नियामक आवश्यकतांच्या अधीन असतात ज्यात कॅलिब्रेटेड उपकरणांचा वापर अनिवार्य असतो. या नियमांचे अनुपालन सुनिश्चित करते की उत्पादने ग्राहकांसाठी सुरक्षित आहेत, पर्यावरण संरक्षित आहेत आणि प्रक्रिया कायदेशीर मानकांची पूर्तता करतात.

iv. **जोखीम कमी करणे:** हेल्थकेअर, एव्हिएशन आणि ऑटोमोटिव्ह उद्योगांसारख्या क्षेत्रात, चुकीच्या मोजमापांचे गंभीर परिणाम होऊ शकतात. उपकरणे स्वीकार्य मर्यादेत कार्य करतात याची खात्री करून कॅलिब्रेशन एरर, खराबी किंवा अपघातांचा धोका कमी करते.

v. **खर्च बचत:** कॅलिब्रेशन महाग एरर आणि पुन्हा काम टाळण्यास मदत करते. अयोग्यता लवकर शोधून आणि दुरुस्त करून, संस्था उत्पादनातील दोष, भंगार आणि ग्राहकांच्या तक्रारी टाळू शकतात, शेवटी वेळ आणि पैशाची बचत करतात.

vi. **माहिती एकाग्रता (Data Integrity):** संशोधनात, डेटा अखंडता सर्वोपरि आहे. कॅलिब्रेशन हे सुनिश्चित करते की प्रायोगिक परिणाम विश्वसनीय आणि पुनरुत्पादक आहेत, ज्यामुळे वैध निष्कर्ष आणि ज्ञानात प्रगती होते.

vii. **ग्राहक विश्वास:** कॅलिब्रेटेड उपकरणे ग्राहक आणि भागधारकांमध्ये विश्वास निर्माण करतात. ते गुणवत्ता, विश्वासार्हता आणि व्यावसायिकतेची बांधिलकी दर्शवतात, संस्थेची प्रतिष्ठा आणि स्पर्धात्मकता वाढवतात.

g) हिस्टेरेसिस - एकाच बिंदूवर घेतलेल्या दोन स्वतंत्र मोजमापांमधील फरक म्हणजे हिस्टेरेसिस, पहिले वाढत्या मेजरमेंट मूल्यांच्या मालिकेदरम्यान घेतले जाते आणि दुसरे घटत्या मोजमाप मूल्यांच्या मालिकेदरम्यान घेतले जाते. तापमान किंवा दाब वाढणे आणि कमी होणे यासारखे भौतिक बदल जोडल्यानंतर आणि काढून टाकल्यानंतर सामग्री मूळ स्थितीत परत येण्याच्या नैसर्गिक अनिच्छेमुळे हिस्टेरेसिस होते.

h) डेड झोन : हे इनपुट प्रमाणातील सर्वात मोठे बदल म्हणून परिभाषित केले जाते ज्यासाठी इन्स्ट्रुमेंटचे कोणतेही आउटपुट नाही. उदाहरणार्थ, इन्स्ट्रुमेंटला लागू केलेला इनपुट घर्षणावर मात करण्यासाठी पुरेसा असू शकत नाही आणि अशा परिस्थितीत, अजिबात हलणार नाही

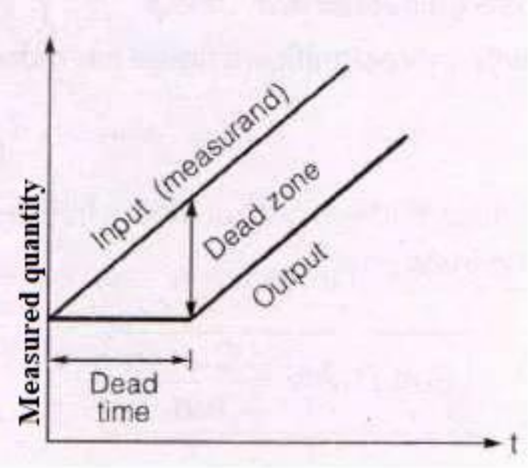
डेड टाइम- मोजलेल्या बदलाला प्रतिसाद देण्यासाठी इन्स्ट्रुमेंटला लागणारा वेळ.

डेड झोनसाठी जबाबदार घटक:

i. डायनॅमिक एरर

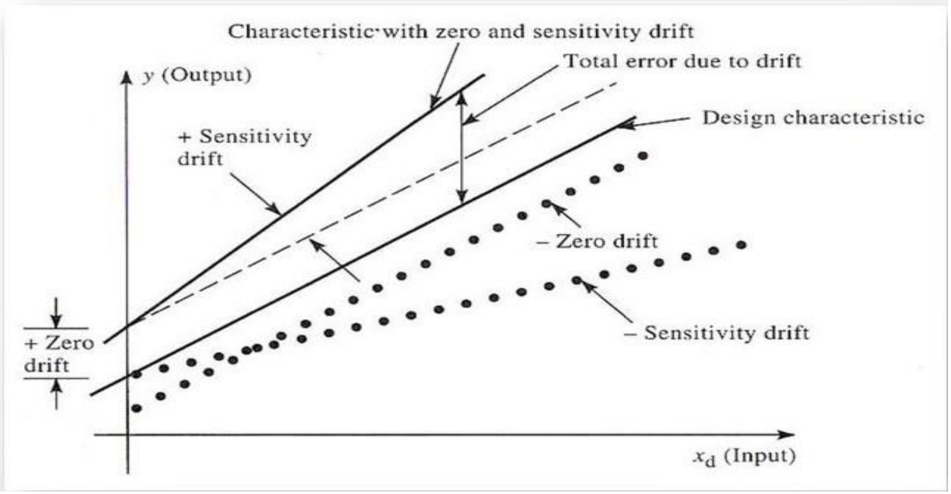
ii. ओव्हरशूट

iii. मृत वेळ
iv. प्रतिसादाची गती
v. फिडेलिटी मेजरमेंट अंतर .



डेड झोन वेळ वि इनपुट
आकृती 1.2.1.h)

i) ड्रिफ्ट - ड्रिफ्ट ही एक मोजमाप एरर आहे जी कालांतराने गेजच्या मोजलेल्या मूल्यांमध्ये हळूहळू बदलते. जरी चुकीच्या हाताळणीमुळे ते गतिमान होऊ शकते, परंतु जवळजवळ सर्व मोजमाप यंत्रे त्यांच्या जीवनकाळात वाहून जातील.



ड्रिफ्ट
आकृती 1.2.1.i)

शून्य ड्रिफ्ट: स्लिपेज, कायमस्वरूपी सेट किंवा इलेक्ट्रॉनिक ट्यूब सर्किट्सच्या अवाजवी तापमानवाढीमुळे संपूर्ण कॅलिब्रेशन हळूहळू बदलत असल्यास, शून्य प्रवाह सेट होतो

सेन्सिटिव्हिटी ड्रिफ्ट- (स्केल फॅक्टर ड्रिफ्ट म्हणूनही ओळखले जाते) हे परिमाण परिभाषित करते ज्याद्वारे उपकरणाची मोजमापाची संवेदनशीलता सभोवतालची परिस्थिती बदलते म्हणून बदलते.

j) संवेदनशीलता - मोजले जात असलेल्या प्रमाणातील लहान बदल किंवा फरक शोधण्यासाठी मोजमाप यंत्राची क्षमता. इनपुट सिग्नल किंवा पॅरामीटरमधील बदलांना इन्स्टुमेंट किती प्रतिसाद देणारे आहे हे प्रमाण ठरवते, बहुतेक वेळा आउटपुटमधील बदल आणि इनपुटमधील बदलाचे गुणोत्तर म्हणून व्यक्त केले जाते.

k) थ्रिशोल्ड : इनपुट सिग्नलचे किमान मूल्य आहे जे बदल करण्यासाठी किंवा शून्यापासून सुरू करण्यासाठी आवश्यक आहे. हे किमान मूल्य आहे ज्याच्या खाली इनपुट हळूहळू शून्य वरून वाढवले जाते तेव्हा कोणतेही आउटपुट बदल शोधले जाऊ शकत नाहीत. डिजिटल प्रणालीमध्ये, आउटपुट वाढीव अंकांमध्ये प्रदर्शित केले जाते.

l) रिझोल्यूशन - रिझोल्यूशन हे मूल्यातील सर्वात लहान बदलाचा संदर्भ देते जे इन्स्टुमेंट शोधू किंवा प्रदर्शित करू शकते. उदाहरणार्थ, डिजिटल प्रेशर गेजचे रिझोल्यूशन 0.001 psi असल्यास, ते 0.001 psi इतके लहान दाबातील बदल शोधण्यात आणि प्रदर्शित करण्यास सक्षम असेल.

m) पुनरावृत्तीक्षमता (Repeatability): मेजरमेंट यंत्राची पुनरावृत्तीक्षमता इनपुटच्या सलग मोजमापांच्या संख्येमधील जवळीक म्हणून परिभाषित केली जाऊ शकते, त्याच ऑपरेटिंग परिस्थितीत, त्याच दिशेने मोजमाप गाठणे. हे यादृच्छिक स्वरूपाचे आहे.

n) पुनरुत्पादकता Reproducibility: दोन्ही दिशांकडून जवळ येणा-या एकाच ऑपरेटिंग परिस्थितीत केलेल्या इनपुटच्या समान मूल्यासाठी आउटपुटच्या पुनरावृत्तीच्या मोजमापांमधील जवळीकता आहे. परिपूर्ण पुनरुत्पादनक्षमतेचा अर्थ असा आहे की इन्स्टुमेंटमध्ये कोणताही प्रवाह नाही.

o) लिनिअरता (Linearity): सममितीय आणि लिनिअररित्या इनपुट वैशिष्ट्यांचे पुनरुत्पादन करण्याची क्षमता म्हणून परिभाषित केले जाते .

p) अँप्लिफिकेशन - प्रवर्धन म्हणजे भौतिक सिग्नलचे मोठेपणा किंवा मोठेपणा वाढवण्याची प्रक्रिया किंवा प्रतिसाद अधिक शोधण्यायोग्य किंवा मोजता येण्याजोगा बनविण्याच्या प्रक्रियेस सूचित करते.

q) मॅग्निफिकेशन - मॅग्निफिकेशन म्हणजे त्याचे मोजमाप, व्हिज्युअलायझेशन किंवा विश्लेषण सुलभ करण्यासाठी भौतिक पॅरामीटर किंवा प्रतिसादाचा आकार, स्केल किंवा मोठेपणा वाढवणे किंवा वाढवणे.

1.2.2 साधनांची डायनॅमिक वैशिष्ट्ये

मोजमाप यंत्रांची गतिमान वैशिष्ट्ये कालांतराने मोजल्या जाणाऱ्या परिमाणातील बदल किंवा चढउतारांना प्रतिसाद देण्याची त्यांची क्षमता दर्शवतात. मोजमाप साधने निवडताना किंवा वापरताना ही वैशिष्ट्ये समजून घेणे आवश्यक आहे, विशेषत: अशा परिस्थितीत जेथे मोजले जाणारे प्रमाण स्थिर नसते किंवा वेगाने बदलत असते.

डायनॅमिक वैशिष्ट्ये:

i. प्रतिसादाची गती (Speed of response)
ii. फिडेलिटी
iii. ओव्हरशूट.
iv. डायनॅमिक एरर
v. अंतर मोजणे.(Measuring lag.)

i. **प्रतिसादाचा वेग:** मोजले जात असलेल्या प्रमाणाच्या मूल्यातील बदलास इन्स्टुमेंट प्रतिसाद देते ती वेग

ii. **फिडेलिटी :** हे सिस्टीम ज्या सिग्नलवर प्रभावित झाले आहे ते सूचित करते किंवा रेकॉर्ड करते अशी जवळीक म्हणून परिभाषित केली जाते. हे इनपुट प्रमाणेच आउटपुटचे पुनरुत्पादन करण्याच्या सिस्टमच्या क्षमतेचा संदर्भ देते. उदाहरणार्थ, जर इनपुट साइन वेव्ह असेल तर 100% फिडेलिटी असलेली प्रणाली आउटपुट म्हणून साइन वेव्ह देखील तयार करेल.

iii. **ओव्हरशूट:** ही जास्तीत जास्त क्वान्टिटी आहे ज्याद्वारे पॉइंटर स्थिर स्थितीच्या पलीकडे सरकतो. हे मेजरमेंट यंत्राचे वस्तुमान आणि जडत्व प्रमाण दर्शवते. ओव्हरशूट सिग्नलची विकृती दर्शवते. सर्किट डिझाइनमध्ये, ओव्हरशूट कमी करणे आणि सर्किट वाढण्याची वेळ कमी करणे ही उद्दिष्टे संघर्ष करू शकतात. ओव्हरशूटची तीव्रता "डॅम्पिंग" नावाच्या घटनेद्वारे वेळेवर अवलंबून असते. ओव्हरशूट बहुतेक वेळा सेटलिंग वेळेशी संबंधित असते, आउटपुट स्थिर स्थितीत पोहोचण्यासाठी किती वेळ लागतो.

1.3 स्टँडर्ड (Standard)

1.3.1 रेषा मानके- जेव्हा दोन कोरलेल्या रेषांमधील अंतर लांबी मोजण्यासाठी वापरले जाते, तेव्हा त्याला रेखा स्टँडर्ड किंवा रेखा मेजरमेंट म्हणतात . यार्ड आणि मीटर ही सर्वात सामान्य उदाहरणे आहेत. रेषांसह चिन्हांकित विभागांसह नियम मोठ्या प्रमाणात वापरला जातो.

a) रेखा मानकांची (Line Standards) वैशिष्ट्ये

रेखा मानकांची खालील वैशिष्ट्ये आहेत:

i. स्केल वापरून केले जाणारे मोजमाप जलद आणि सोपे आहेत आणि ते विस्तृत श्रेणीत वापरले जाऊ शकतात.

ii. तराजूवर अचूक कोरीव काम करता येत असले तरी या अचूकतेचा पुरेपूर फायदा घेता येत नाही. कोरलेल्या रेषांमध्ये स्वतःची जाडी असते, ज्यामुळे उच्च अचूकतेसह मोजमाप करणे कठीण होते.

iii. स्केलवरील खुणा विअर करण्याच्या अधीन नाहीत. अंडर साइझिंग उद्भवते कारण अग्रगण्य टोके विअर करण्याच्या अधीन असतात.

iv. स्केलमध्ये अंगभूत माहिती नसते, ज्यामुळे मोजमापाच्या अक्षासह स्केलचे संरेखन(alignment) कठीण होते. यामुळे आकारमान कमी होते.

v. स्केल पॅरॅलॉक्स प्रभावाच्या अधीन असतात, ज्यामुळे सकारात्मक आणि नकारात्मक वाचन त्रुटींमध्ये योगदान होते.

vi. क्लोज टॉलरन्स लांबी मोजण्यासाठी भिंग किंवा सूक्ष्मदर्शक आवश्यक आहे.

1.3.2 समाप्ती मानके (End Standards)- जेव्हा दोन सपाट समांतर पृष्ठभागांमधील अंतर लांबीचे मोजमाप मानले जाते, तेव्हा ते अंतिम स्टँडर्ड किंवा अंतिम मेजरमेंट म्हणून ओळखले जाते. शेवटच्या मानकांचे एन्ड फेसेस विअर कमी करण्यासाठी कठोर केले जातात आणि अगदी उच्च पातळीच्या अचूकतेच्या समांतर सपाट आणि लॅप केलेले असतात. कार्यशाळा आणि प्रयोगशाळांमध्ये अचूक मापनासाठी अंतिम मानकांचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो. सर्वात सामान्य उदाहरणे म्हणजे स्लिप गेज, एंड बार, मायक्रोमीटर एनव्हिल्सचे टोक, व्हर्नियर कॅलिपर इत्यादी वापरून मोजमाप.

a) शेवटच्या मानकांची (End Standards) वैशिष्ट्ये

i. ही मानके अत्यंत अचूक आणि जवळची सहनशीलता मोजण्यासाठी आदर्श आहेत.

ii. ते एका वेळी फक्त एक परिमाण मोजतात, त्यामुळे जास्त वेळ लागतो.

iii. अंतिम मानकांचे मेजरींग फेसेस विअर करण्याच्या अधीन आहेत.

iv. त्यांच्याकडे अंगभूत(built-in) डेटम आहे कारण त्यांचे मोजमाप करणारे चेहरे सपाट आणि समांतर आहेत आणि डेटम पृष्ठभागावर सकारात्मकरित्या स्थित(located) असू शकतात.

v. आवश्यक आकार तयार करण्यासाठी ब्लॉक्स/स्लिप गेजचे गट एकत्र केले जातात; सदोष wringing चुकीचे परिणाम ठरतो.

vi. अंतिम मानकांमध्ये पॅरॅलॅक्स एरर नाहीत, कारण त्यांचा वापर ऑपरेटरच्या भावनांवर(feel) अवलंबून असतो.

1.3.3 रेखा स्टँडर्ड आणि अंतिम स्टँडर्ड यांच्यातील फरक

अनु.क्र	पॅरामीटर	रेखा स्टँडर्ड	अंतिम स्टँडर्ड
1	अचूकता	रेखा मानके उच्च अक्युरसिप्रदान करत नाहीत	उच्च ऑर्डरच्या अचूकतेच्या आवश्यकतांसाठी अंतिम मानके अधिक अनुकूल आहेत.
2	ऑपरेशन सोपे	ते विस्तृत श्रेणीमध्ये वापरण्यास जलद आणि सोपे आहेत.	ते वापरात वेळ घेणारे आहेत, आणि एका वेळी फक्त एक परिमाण सिद्ध करतात.
3	विअर रेट	ते झीज करण्याच्या अधीन नाहीत जरी अग्रगण्य टोकावर लक्षणीय झीज केल्याने आकार कमी होतो.	त्यांना त्यांच्या measuring faces वर झीज केले जाते.
4	पॅरलॅक्स प्रभाव	ते पॅरालॅक्स प्रभावाच्या अधीन आहेत.	त्यांचा वापर 'भावना(Feel)' वर अवलंबून असल्याने ते पॅरलॅक्स प्रभावाच्या अधीन नाहीत.

1.3.4 वेव्हलेंथ स्टँडर्ड (Wavelength Standard)–

प्रकाशाच्या निवडलेल्या रेडिएशनची वेव्हलेंथ आणि लांबीचे मूलभूत एकक म्हणून वापरले जाते. वेव्हलेंथ भौतिक नसल्यामुळे, ती जतन करण्याची गरज नाही आणि लक्षणीय एररशिवाय सहजपणे पुनरुत्पादन करता येते.

a) वेव्हलेंथ स्टँडर्डची वैशिष्ट्ये

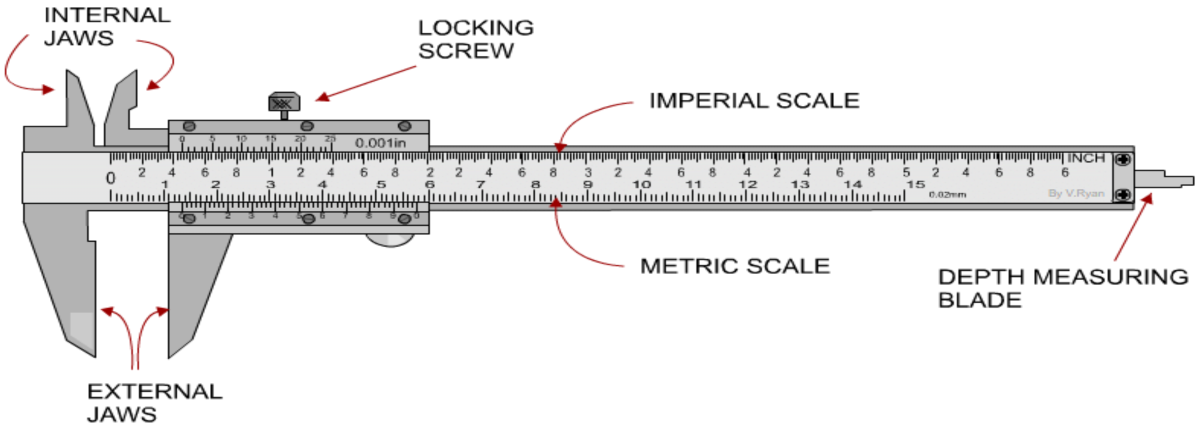
i. तापमान, दाब, आर्द्रता आणि वृद्धत्व यांसारख्या पर्यावरणीय परिस्थितीच्या बदलांच्या प्रभावाने ते प्रभावित होत नाही.
ii. ते सुरक्षिततेखाली जतन किंवा साठवण्याची गरज नाही आणि त्यामुळे नष्ट होण्याची भीती नाही.
iii. झीज होऊन त्याचा नाश होत नाही.
iv. हे लांबीचे एक स्टँडर्ड देते जे सर्व वेळी, सर्व परिस्थितीत आणि सर्व ठिकाणी सातत्याने तयार केले जाऊ शकते.
v. हे स्टँडर्ड सर्व मानकीकरण प्रयोगशाळा आणि उद्योगांना सहज उपलब्ध आहे.
vi. मीटर आणि यार्डमध्ये हस्तांतरित करण्याची कोणतीही समस्या नाही .
vii. हे अतिशय उच्च अचूकतेची तुलनात्मक मोजमाप करण्यासाठी वापरले जाऊ शकते.

1.4 लिनिअर मेजरींग इन्स्ट्रुमेंट- लिनिअर मेजरमेंट यंत्र हे लांबी, अंतर किंवा लिनिअर परिमाण अचूकपणे मोजण्यासाठी वापरले जाणारे उपकरण आहे.

1.4.1 व्हर्नियर कॅलिपर - व्हर्नियर कॅलिपर हे एक अचूक मेजरमेंट यंत्र आहे जे उच्च अचूकतेसह लिनिअर परिमाण मोजण्यासाठी वापरले जाते. यात मुख्य स्केल आणि स्लाइडिंग व्हर्नियर स्केल असते, जे अचूक रीडिंग घेण्यास

अनुमती देते. व्हर्नियर कॅलिपर ही उपकरणे आहेत जी अचूक रेषीय मापांची गणना करण्यासाठी वापरली जातात. हे दोन बिंदूंमधील एकल सरळ अंतर निर्धारित करते. हे बिंदू आत किंवा बाहेरच्या दिशेने जाणारे बिंदू असलेल्या बॅरोमीटरसारखे काहीही असू शकते. कॅलिपरच्या टिपा प्रथम रेकॉर्ड केल्या जाणाऱ्या स्पॉट्समध्ये बसण्यासाठी कॅलिब्रेट केल्या जातात, नंतर कॅलिपर काढला जातो आणि टोकांमधील जागा एका रुलर मोजली जाते. कॅलिपरचे जबडे परिघाच्या प्रत्येक बाजूला स्थित करून , एक व्हर्नियर कॅलिपरचा वापर गोल आणि दंडगोलाकार वस्तूच्या व्यासाचा अंदाज घेण्यासाठी केला जाऊ शकतो. तुमच्या टूलबॉक्समध्ये ठेवणे हे एक आवश्यक साधन आहे. व्हर्नियर कॅलिपर सामान्यतः मेट्रिक किंवा इम्पीरियल मोजमाप प्रदर्शित करतात, तर काही दोन्ही करतात. व्हर्नियर कॅलिपरमध्ये एका टोकाला जबडा असलेला मुख्य स्केल असतो. व्हर्नियर स्केल दुसर्या जबड्यात ठेवलेला असतो जो मुख्य स्केलवर सरकतो. जेव्हा दोन जबडे एकमेकांना भेटतात तेव्हा स्केल बार आणि व्हर्नियर स्केलचे शून्य रेषेत असले पाहिजेत. सलग शून्ये जुळत नसल्यास, त्याचा परिणाम सकारात्मक किंवा ऋण शून्य एररमध्ये होईल.

व्हर्नियर कॅलिपरचे घटक :



व्हर्नियर कॅलिपर

आकृती 1.4.1

a) मुख्य स्केल: मुख्य स्केल कॅलिपरवरील लांब, निश्चित स्केल आहे. हे सामान्यत: मिलिमीटर (मिमी) किंवा इंच मध्ये पदवीसह चिन्हांकित केले जाते, जे संपूर्ण युनिट्स आणि युनिट्सचे अंश दर्शवते.
b) व्हर्नियर स्केल: व्हर्नियर स्केल हे एक लहान स्केल आहे जे मुख्य स्केलच्या समांतर सरकते. त्यामध्ये मुख्य स्केलपेक्षा किंचित लहान विभाग आहेत. व्हर्नियर स्केलचा वापर मुख्य स्केलवरील सर्वात लहान भागाचा अंशात्मक भाग मोजण्यासाठी केला जातो .
c) जबडा (jaw): कॅलिपरचे जबडे मोजली जाणारी वस्तू ठेवण्यासाठी वापरतात. सामान्यत: दोन प्रकारचे जबडे असतात: बाह्य मोजणारा जबडा (बाह्य मोजमापांसाठी) आणि आतील मेजरमेंट जबडा (अंतर्गत मोजमापांसाठी). काही कॅलिपरमध्ये खोली मोजणारे ब्लेड देखील असतात.
d) डेप्थ गेज: अनेक व्हर्नियर कॅलिपरमध्ये तळाशी जोडलेले डेप्थ गेज ब्लेड असते. हे छिद्र किंवा खोबणीची खोली मोजण्यासाठी परवानगी देते.

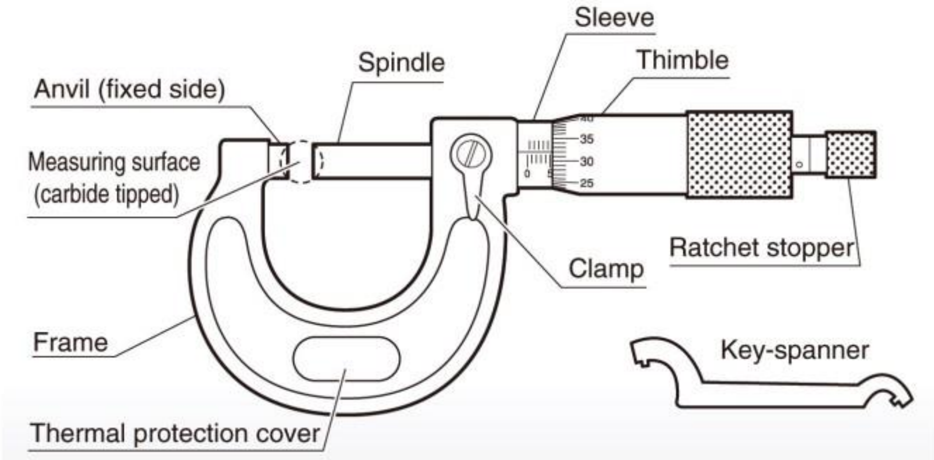
व्हर्नियरची सर्वात कमी संख्या : हे व्हर्नियर स्केलच्या विभागांच्या एकूण संख्येसह मुख्य स्केलच्या सर्वात लहान रीडिंगचे गुणोत्तर आहे.

व्हर्नियरची किमान संख्या : $= \frac{\text{मुख्य स्केलवरील सर्वात लहान विभाग}}{\text{व्हर्नियर स्केलवरील विभागांची संख्या)}}$

$= \frac{1 \text{ मिमी}}{10 \text{ विभाग}}$

= 0.1 मिमी

1.4.2 मायक्रोमीटर - 17व्या शतकात विल्यम गॅस्कोइनने शोधून काढलेल्या मायक्रोमीटरचा वापर अनेकदा वायर्स आणि स्फिअर्सचा व्यास मोजण्यासाठी केला जातो मायक्रोमीटर ही लहान लांबी मोजण्यासाठी सर्वात सामान्यपणे वापरली जाणारी चल वाचन हँड टूल्स आहेत, जसे की वायरची जाडी, बाहेरील व्यास, आतील व्यास, खोली आणि खोबणी आणि थ्रेडेड स्क्रू तत्त्वावर आधारित आहेत. मायक्रोमीटर सामान्यत: कॅलिपरपेक्षा जास्त अक्युरसिप्रदान करतो. व्हर्नियर मायक्रोमीटरने 0.002 मिमी किंवा 0.0001" च्या आत मोजले जाऊ शकते .



मायक्रोमीटर

आकृती 1.4.2

प्रिंसिपल - मायक्रोमीटर स्केल थ्रेड तत्त्वावर आधारित आहे, जसे की थ्रेड वळला आहे; थ्रेडच्या बाहेरील बाजूने मोठ्या हालचालीमुळे थ्रेडच्या स्थितीत अगदी लहान प्रगती होईल. मायक्रोमीटरचे ऑपरेशन थ्रेड्स वापरून वाढीवर आधारित आहे. मायक्रोमीटर थंबलच्या बाहेरील मोठ्या हालचालीमुळे स्लीव्हची लहान हालचाल होईल. थ्रेडेड स्पिंडल असेंब्लीची वर्तुळाकार हालचाल चालू असताना, स्पिंडलचा शेवट निश्चित एव्हीलच्या दिशेने किंवा दूर सरकतो. प्रति क्रांतीच्या हालचालीचे अंतर थ्रेडेड स्पिंडलच्या पिचवर अवलंबून असते. पिच म्हणजे प्रति युनिट लांबी थ्रेड्सची संख्या. सामान्यतः युनिटची लांबी 25 मिमी किंवा 1 इंच निवडली जाते.

मायक्रोमीटरचे प्रकार विविध ऍप्लिकेशन्ससाठी विविध प्रकारचे मायक्रोमीटर उपलब्ध आहेत:

1. बाहेरील मायक्रोमीटर (outside micrometer (micrometer caliper)
2. आतील मायक्रोमीटर (inside micrometer)
3. खोली मायक्रोमीटर (Depth micrometer)

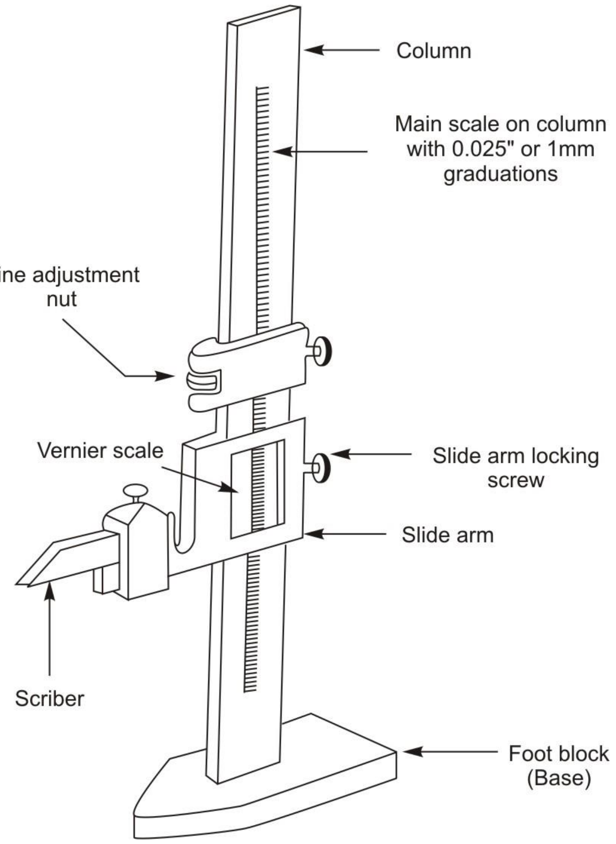
मायक्रोमीटरची किमान संख्या $= \frac{\text{पिच}}{\text{परिपत्रक स्केलवरील विभागांची संख्या}}$

उदाहरणार्थ गोलाकार स्केलवर 1 मिमी आणि 100 विभागांची पिच असलेल्या स्क्रू गेजसाठी.

किमान गणना $= \frac{1 \text{ mm}}{100}$

=0.01 मिमी

1.4.3 व्हर्नियर हाईट गेज - गॅज व्हर्नियर हाईट गेज 0.001” किंवा 0.02 मिमीच्या अचूकतेपर्यंत मोजण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते. फूट ब्लॉक (बेस), स्तंभ (बीम) आणि स्लाइड आर्म हे तीन मुख्य भाग आहेत. मुख्य स्केल स्तंभावर आहे. व्हर्नियर स्केल स्लाइड आर्मला जोडलेले आहे. व्हर्नियर कॅलिपर प्रमाणे , उंचीचे मुख्य स्केल 0.025 इंच किंवा 1 मिमीच्या विभागांमध्ये आणि 0.001" किंवा 0.02 मिमी पर्यंत मोजमाप वाचण्यासाठी व्हर्नियर स्केलमध्ये पदवी प्राप्त केली जाते. मोजमाप इतर व्हर्नियर मेजरमेंट यंत्रांप्रमाणेच घेतले जातात.



व्हर्नियर हाईट गेज

आकृती 1.4.3

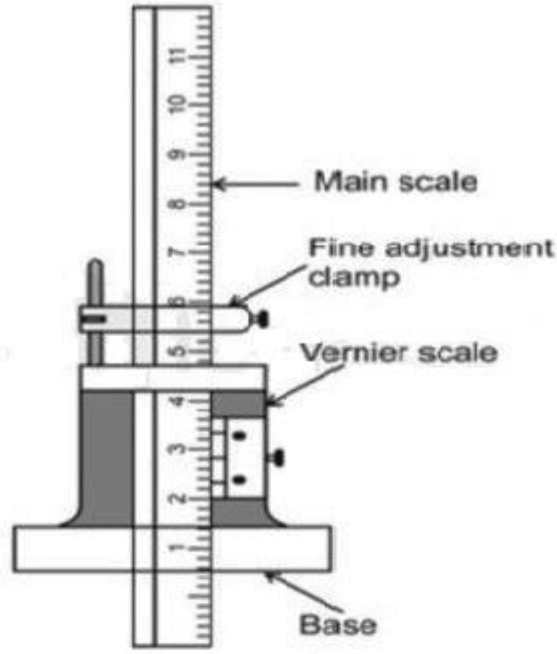
व्हर्नियर हाईट गेज सहसा पृष्ठभाग प्लेट (Surface plate) सह संयोजनात वापरले जाते. हे सहसा जलद समायोजन आणि मजबूत क्लॅम्पिंगला परवानगी देण्यासाठी डिझाइन केलेले असते आणि पृष्ठभागाच्या प्लेटवर घट्टपणे आणि अचूकपणे सरकण्यासाठी बेस लॅप केला जातो.

1.4.4 डेप्थ गेज - व्हर्नियर डेप्थ गेजचा वापर छिद्रे, अंतर आणि समतल पृष्ठभागापासून प्रोजेक्शनपर्यंतच्या अंतरांची खोली मोजण्यासाठी केला जातो. येथे ग्रॅज्युएटेड स्केल बेसमधून सरकले जाते आणि व्हर्नियर स्केल स्थिर राहते. डेप्थ गेज बॉडीमधून धावते (Running) हे मुख्य स्केल आहे ज्याचा शेवट डेटम पृष्ठभाग प्रदान करतो ज्यावरून मोजमाप घेतले जाते. खोलीचे मोजमाप तंतोतंत केले जाते जेणेकरून बीम दोन्ही दिशांना पायाला लंब असेल. बिमचा (beam) शेवट स्टीलच्या नियमाच्या शेवटाप्रमाणे चौरस आणि सपाट आहे आणि पाया सपाट आणि सत्य आहे, वक्र किंवा लहरीपणापासून मुक्त आहे. डेप्थ मायक्रोमीटरच्या तुलनेत एक्स्टेंशन रॉडचा वापर न करता मोठी मेजरमेंट श्रेणी असण्याचा फायदा आहे.

व्हर्नियर डेप्थ गेजचे भाग

व्हर्नियर डेप्थ गेजचे वेगवेगळे भाग खालीलप्रमाणे आहेत :

i. मुख्य प्रमाण Main scale
ii. व्हर्नियर स्केल
iii. लॉकिंग स्क्रू
iv. बारीक समायोजन स्क्रू Fine adjustment screw
v. मुव्हेबल हेड
vi. मेजरिंग फेस



व्हर्नियर डेप्थ गेज
आकृती 1.4.4

डेप्थ गेज वापरण्यासाठी पायऱ्या

i. संलग्नक(attachment) पूर्णपणे स्वच्छ आणि तपासा.
ii. ते मुव्हेबल जबड्याला (Jaw) बांधा.
iii. डेप्थ गेज रॉडचा शेवट पृष्ठभागाच्या प्लेटच्या संपर्कात ठेवा.
iv. वाचन लिहून ठेवा, स्मरणशक्तीवर अवलंबून राहू नका.
v. भागावरील अडथळा दूर करण्यासाठी मुव्हेबल जबडा वाढवा.
vi. उंची गेजला स्थानावर ठेवा आणि जोपर्यंत खोलीच्या गेजची रॉड भाग वैशिष्ट्याच्या मोजलेल्या बिंदूशी संपर्क साधत नाही तोपर्यंत खालचा हलवता येणारा जबडा.
vii. वाचनाची नोंद घ्या. हे वाचन आणि चरण 4 मधील रीडिंगमधील फरक म्हणजे संदर्भ पृष्ठभागाच्या वर मोजलेल्या बिंदूची उंची.

1.5 मोजमापातील एरर –

1.5.1 मोजमापातील एरर विविध प्रकारांमध्ये वर्गीकृत केल्या जाऊ शकतात.

i. पद्धतशीर एरर(**Systematic Errors)**:
   a. इन्स्ट्रुमेंटल एरर: या मेजरमेंट यंत्रातील दोष किंवा चुकीमुळे उद्भवतात. उदाहरणार्थ, शासकावरील चुकीचे संरेखित स्केल.

   b. पर्यावरणीय एरर: तापमान, आर्द्रता किंवा दाब यासारख्या पर्यावरणीय परिस्थितीतील बदल मोजमापांवर परिणाम करू शकतात. उदाहरणार्थ, तापमानातील बदलांसाठी कॅलिब्रेट न केल्यास थर्मामीटर चुकीचे रीडिंग देऊ शकते.

ii. रँडम एरर (**Random Errors)**:
   a. नैसर्गिक भिन्नता: हे मोजल्या जाणाऱ्या प्रमाणामध्ये अंतर्निहित परिवर्तनशीलतेमुळे होते. उदाहरणार्थ, द्रवाचे वजन मोजताना, हालचाल किंवा सेटलमेंटमुळे थोडेसे चढउतार यादृच्छिक एरर होऊ शकतात.
   b. मानवी चुका: मोजमाप करणाऱ्या व्यक्तीने केलेल्या चुका, जसे की स्केलचे चुकीचे वाचन करणे किंवा चुकीचा डेटा रेकॉर्ड करणे.

iii. एकूण एरर (**Gross Errors)**:
   a. प्रायोगिक प्रक्रिया किंवा डेटा रेकॉर्डिंगमधील चुकांमुळे या मोठ्या एरर आहेत. ते सहसा सहज ओळखता येतात आणि उपकरणातील बिघाड किंवा प्रक्रियात्मक त्रुटींसारख्या कारणांमुळे असू शकतात.

iv. ब्लँडर्स:
   a. प्रायोगिक सेटअप किंवा मेजरमेंट प्रक्रियेतील गंभीर चुकांमुळे या अत्यंत एरर आहेत. उदाहरणार्थ, चुकीची युनिट वापरणे किंवा नमुने चुकीचे लेबल करणे.

v. इंटरफेस एरर:
   a. जेव्हा बाह्य घटक मेजरमेंट प्रक्रियेत व्यत्यय आणतात तेव्हा हे घडतात. उदाहरणार्थ, इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांवर परिणाम करणारे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक हस्तक्षेप किंवा अचूक उपकरणांवर परिणाम करणारे कंपन.

vi. कॅलिब्रेशन एरर (**Interference Errors)**:
   a. इन्स्ट्रुमेंट्सच्या अयोग्य कॅलिब्रेशनमुळे उद्भवलेल्या त्रुटींमुळे मोजमापांमध्ये अयोग्यता येऊ शकते. अशा एरर कमी करण्यासाठी नियमित कॅलिब्रेशन आवश्यक आहे.

vii. वाचन एरर:
   a. पॅरलॅक्स किंवा वाचनाच्या अचूकतेवर परिणाम करणाऱ्या इतर घटकांमुळे ॲनालॉग साधनांमधून वाचन घेताना एरर येऊ शकतात.

viii. डेटा प्रोसेसिंग एरर:
   a. डेटा विश्लेषण किंवा गणनेदरम्यान झालेल्या चुका अंतिम परिणामांमध्ये एरर आणू शकतात. यामध्ये सूत्रे, राउंडिंग किंवा डेटा मॅनिपुलेशनमधील त्रुटींचा समावेश असू शकतो.

1.5.2 अचूकतेवर परिणाम करणारे घटक.
मोजमापांच्या अचूकतेवर अनेक घटक प्रभाव टाकू शकतात

i. इन्स्ट्रुमेंट कॅलिब्रेशन: मेजरमेंट यंत्रांची अक्युरसि महत्त्वाची आहे. नियमित कॅलिब्रेशन हे सुनिश्चित करते की अचूक वाचन प्रदान करण्यासाठी उपकरणे योग्यरित्या समायोजित केली जातात. कॅलिब्रेशनशिवाय, उपकरणे कालांतराने त्यांच्या खऱ्या मूल्यांपासून दूर जाऊ शकतात, ज्यामुळे मोजमापांमध्ये अयोग्यता निर्माण होते.

ii. पर्यावरणीय परिस्थिती: तापमान, आर्द्रता, दाब आणि इतर पर्यावरणीय घटकांमधील बदल मोजमाप साधनांच्या कार्यक्षमतेवर परिणाम करू शकतात. मोजमापांमध्ये अक्युरसि राखण्यासाठी या घटकांवर नियंत्रण ठेवणे किंवा त्यांचे खाते घेणे आवश्यक आहे.

iii. सॅम्पलिंग तंत्र: नमुने किंवा डेटा गोळा करण्यासाठी वापरली जाणारी पद्धत अचूकतेवर परिणाम करू शकते. उदाहरणार्थ, नमुने अभ्यासल्या जात असलेल्या लोकसंख्येचे प्रतिनिधी नसल्यास, मोजमाप खरी मूल्ये अचूकपणे दर्शवू शकत नाहीत.

iv. मानवी एरर: मोजमाप करणाऱ्या व्यक्तींनी केलेल्या चुकांमुळे एरर येऊ शकतात. या त्रुटींमध्ये चुकीची साधने वाचणे, चुकीचा डेटा रेकॉर्ड करणे किंवा प्रायोगिक तंत्रातील विसंगती यांचा समावेश असू शकतो. योग्य प्रशिक्षण आणि प्रमाणित प्रक्रिया मानवी चुका कमी करण्यात मदत करू शकतात.

v. हस्तक्षेप: इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक हस्तक्षेप, कंपन किंवा आवाज यांसारखे बाह्य घटक मोजमाप साधनांमध्ये व्यत्यय आणू शकतात आणि अयोग्यता निर्माण करू शकतात. शिल्डिंग उपकरणे, फिल्टर वापरणे किंवा योग्य मेजरमेंट स्थाने निवडणे हस्तक्षेप कमी करण्यास मदत करू शकतात.

vi. रिझोल्यूशन आणि संवेदनशीलता: मोजमाप साधनांचे रिझोल्यूशन आणि संवेदनशीलता मोजले जात असलेल्या प्रमाणात लहान बदल किंवा फरक शोधण्याची त्यांची क्षमता निर्धारित करते. उच्च रिझोल्यूशन आणि संवेदनशीलता अक्युरसिसुधारू शकते, परंतु अचूकतेच्या इच्छित पातळीसाठी उपकरणे योग्यरित्या निवडली पाहिजेत.

vii. कॅलिब्रेशन मानके: मोजमापांची अक्युरसिसुनिश्चित करण्यासाठी योग्य कॅलिब्रेशन मानके आणि संदर्भ सामग्री वापरणे आवश्यक आहे . ही मानके एक ज्ञात संदर्भ बिंदू प्रदान करतात ज्याच्या विरूद्ध मोजमापांची तुलना आणि सत्यापित केली जाऊ शकते.

viii. डेटा विश्लेषण तंत्र: मेजरमेंट डेटाचे विश्लेषण आणि व्याख्या करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या पद्धती अचूकतेवर परिणाम करू शकतात. चुकीच्या डेटा विश्लेषण तंत्रे किंवा गृहितकांमुळे चुकीचे निष्कर्ष निघू शकतात. योग्य सांख्यिकीय पद्धती आणि प्रमाणीकरण प्रक्रिया वापरणे डेटा विश्लेषणाची अक्युरसिसुनिश्चित करण्यात मदत करू शकते.

1.6 साधनाची निवड

1.6.1 योग्य साधनाची निवड -

अचूक आणि विश्वासार्ह परिणाम मिळविण्यासाठी विशिष्ट मेजरमेंट कार्यासाठी योग्य साधनाची निवड महत्त्वपूर्ण आहे. इन्स्ट्रुमेंट निवडताना लक्षात ठेवण्यासाठी येथे काही प्रमुख बाबी आहेत:

i. अक्युरसिआवश्यकता: आपल्या मोजमापांसाठी आवश्यक अचूकतेची पातळी निश्चित करा. तुमच्या अर्जाच्या आवश्यकता पूर्ण करण्यासाठी योग्य अक्युरसिवैशिष्ट्यांसह एक साधन निवडा. रिझोल्यूशन, संवेदनशीलता आणि अक्युरसियासारख्या घटकांचा विचार करा.

ii. मेजरमेंट श्रेणी (**Measurement Range**): इन्स्ट्रुमेंटच्या मेजरमेंट श्रेणीमध्ये तुमच्या मोजमापांमध्ये तुम्हाला अपेक्षित असलेल्या मूल्यांची श्रेणी समाविष्ट असल्याची खात्री करा. आवश्यकतेपेक्षा विस्तृत मेजरमेंट श्रेणी असलेले साधन निवडणे लवचिकता आणि भविष्य-प्रूफिंग प्रदान करू शकते.

iii. इन्स्ट्रुमेंट प्रकार: तुमच्या मेजरमेंट कार्यासाठी सर्वात योग्य साधनाचा प्रकार विचारात घ्या. सामान्य प्रकारांमध्ये ॲनालॉग उपकरणे (उदा., ॲनालॉग मल्टीमीटर), डिजिटल उपकरणे (उदा., डिजिटल

मल्टीमीटर), आणि विशिष्ट मोजमापांसाठी विशेष उपकरणे (उदा., प्रकाश शोषणाचे विश्लेषण करण्यासाठी स्पेक्ट्रोफोटोमीटर) यांचा समावेश होतो.

iv. पर्यावरणीय परिस्थिती: इन्स्ट्रुमेंट वापरले जाईल त्या पर्यावरणीय परिस्थितीचे मूल्यांकन करा. मोजमाप वातावरणात उपस्थित तापमान, आर्द्रता, दाब आणि इतर पर्यावरणीय घटकांखाली विश्वासार्हपणे टिकून राहू शकणारे साधन निवडा.

v. कॅलिब्रेशन आणि देखभाल: इन्स्ट्रुमेंटचे कॅलिब्रेशन आणि देखभाल आवश्यकता विचारात घ्या. कालांतराने सतत अक्युरसिआणि विश्वासार्हता सुनिश्चित करण्यासाठी कॅलिब्रेट करणे आणि देखभाल करणे सोपे असलेली उपकरणे निवडा. याव्यतिरिक्त, कॅलिब्रेशन सेवा आणि बदली भागांची उपलब्धता विचारात घ्या.

vi. वापरात सुलभता: वापरकर्त्यासाठी अनुकूल आणि ऑपरेट करण्यासाठी अंतर्ज्ञानी उपकरणे निवडा. इन्स्ट्रुमेंटचा इंटरफेस, डिस्प्ले, कंट्रोल्स आणि एर्गोनॉमिक्स यासारख्या घटकांचा विचार करा. वापरण्यास सोपी उपकरणे कार्यक्षमतेत सुधारणा करू शकतात आणि वापरकर्त्याच्या त्रुटींची शक्यता कमी करू शकतात.

vii. खर्च: इन्स्ट्रुमेंटच्या खर्चाचे मूल्यमेजरमेंट तुमच्या बजेटच्या संदर्भात आणि ते प्रदान केलेल्या मूल्याच्या संदर्भात करा. केवळ आगाऊ खरेदी खर्चच नाही तर कॅलिब्रेशन, देखभाल आणि उपभोग्य वस्तू यासारख्या चालू खर्चाचाही विचार करा. अक्युरसिआणि कार्यक्षमतेच्या आवश्यक पातळीसह खर्चाचा विचार संतुलित करा.

viii. सुसंगतता (**Compatibility**): तुमच्या मोजमाप सेटअपमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या इतर उपकरणे, सॉफ्टवेअर आणि प्रणालींशी सुसंगतता सुनिश्चित करा. डेटा संकलन, विश्लेषण आणि व्याख्या सुव्यवस्थित करण्यासाठी विद्यमान पायाभूत सुविधांसह अखंडपणे समाकलित होणारी उपकरणे निवडा.

1.6.2 प्रिसिजन आणि अक्युरसि मिळविण्यासाठी साधन वापरताना खबरदारी

मापनासाठी उपकरणे वापरताना प्रिसिजन आणि अक्युरसिप्राप्त करण्यासाठी, काही सावधगिरी बाळगणे आवश्यक आहे. विचार करण्यासाठी येथे काही मुख्य खबरदारी आहेत:

i. कॅलिब्रेशन: निर्मात्याच्या शिफारशी किंवा उद्योग मानकांनुसार इन्स्ट्रुमेंट नियमितपणे कॅलिब्रेट करा. कॅलिब्रेशन हे सुनिश्चित करते की इन्स्ट्रुमेंट त्याच्या मोजमापांची ज्ञात संदर्भ मानकांशी तुलना करून अचूक वाचन प्रदान करते.

ii. पर्यावरणीय नियंत्रण: मोजमाप करताना तापमान, आर्द्रता आणि दाब यासारख्या स्थिर पर्यावरणीय परिस्थिती राखा. पर्यावरणीय परिस्थितीतील चढ-उतार साधनाच्या कार्यक्षमतेवर परिणाम करू शकतात आणि अयोग्यता निर्माण करू शकतात. आवश्यकतेनुसार तापमान-नियंत्रित खोल्या किंवा संरक्षक आच्छादन यासारख्या पर्यावरण नियंत्रण उपायांचा वापर करा.

iii. योग्य हाताळणी: उपकरणाची अक्युरसिप्रभावित करू शकणारे नुकसान किंवा चुकीचे संरेखन टाळण्यासाठी काळजीपूर्वक हाताळा. इन्स्ट्रुमेंटला यांत्रिक झटके टाकणे किंवा त्याच्या अधीन करणे टाळा. इन्स्ट्रुमेंटच्या वापरकर्ता मॅन्युअलमध्ये वर्णन केलेल्या योग्य हाताळणी प्रक्रियेचे अनुसरण करा.

iv. योग्य तंत्र: उपकरण चालवताना योग्य मेजरमेंट तंत्र आणि प्रक्रिया वापरा. मोजमाप सातत्यपूर्ण परिस्थितीत आणि प्रमाणित प्रोटोकॉलचे पालन केल्याची खात्री करा. एररचे स्त्रोत कमी करा जसे की पॅरॅलॅक्स, निरीक्षणात्मक पूर्वाग्रह किंवा अयोग्य नमुना हाताळणी.

v. नमुना तयार करणे: अचूक आणि पुनरुत्पादक मोजमाप सुनिश्चित करण्यासाठी नमुने काळजीपूर्वक तयार करा. नमुना संकलन, हाताळणी आणि तयारीसाठी स्थापित प्रोटोकॉलचे अनुसरण करा. नमुने एकसमान आहेत आणि मोजल्या जात असलेल्या लोकसंख्येचे प्रतिनिधी आहेत याची खात्री करा.

vi. इन्स्ट्रुमेंट स्टॅबिलिटी: मोजमाप घेण्यापूर्वी इन्स्ट्रुमेंटला स्थिर होऊ द्या, विशेषतः जर ते अलीकडे हलवले किंवा चालू/बंद केले असेल. स्थिर साधन परिस्थिती मेजरमेंट परिवर्तनशीलता कमी करते आणि अक्युरसिसुधारते.

vii. कंट्यामिनेशन टाळा: इन्स्ट्रुमेंट स्वच्छ आणि दूषिततेपासून मुक्त ठेवा जे मोजमापांमध्ये व्यत्यय आणू शकतात. योग्य साफसफाईच्या पद्धती आणि सामग्री वापरून ऑप्टिकल पृष्ठभाग, सेन्सर घटक किंवा मेजरमेंट प्रोब नियमितपणे स्वच्छ करा.

viii. डेटा लॉगिंग आणि दस्तऐवजीकरण (**Data Logging and Documentation**): मोजमाप स्थिती, इन्स्ट्रुमेंट सेटिंग्ज आणि नमुना अभिज्ञापक यांसारख्या संबंधित मेटाडेटासह, मोजमाप डेटा अचूक आणि सर्वसमावेशकपणे रेकॉर्ड करा. मेजरमेंट प्रक्रिया, कॅलिब्रेशन रेकॉर्ड आणि स्टँडर्ड प्रोटोकॉलमधील कोणत्याही विचलनाचे तपशीलवार दस्तऐवजीकरण ठेवा.

ix. गुणवत्ता हमी तपासणी (**Quality Assurance Checks**): उपकरणाची कार्यक्षमता आणि मेजरमेंट अक्युरसिसत्यापित करण्यासाठी गुणवत्ता हमी तपासणी लागू करा. इन्स्ट्रुमेंट कॅलिब्रेशन आणि मेजरमेंट परिणाम प्रमाणित करण्यासाठी ज्ञात गुणधर्मांसह नियंत्रण नमुने किंवा संदर्भ सामग्री वापरा.

x. प्रशिक्षण आणि सक्षमता: इन्स्ट्रुमेंट वापरणारे कर्मचारी योग्यरित्या प्रशिक्षित आणि त्याच्या ऑपरेशनमध्ये सक्षम असल्याची खात्री करा. प्रवीणता आणि सर्वोत्तम पद्धतींची जागरूकता राखण्यासाठी सतत प्रशिक्षण आणि समर्थन प्रदान करा.

Exercise:

TLO 1.1 Describe basis of Metrology and Measurement.

1. Define Metrology. (R)
2. State various types metrology. Explain any one in detail. (U)
3. State various objectives metrology. (U)
4. State need of inspection in measurement. (U)

TLO 1.2 Explain characteristics of measuring instruments.

1. Define Hysteresis, Dead Zone, Drift, and Sensitivity. (R)
2. Define least count (resolution), Range and Span, Accuracy and Precision. (R)
3. Differentiate between Accuracy and Precision. (U)

TLO 1.3 Explain different types of standards.

1. Define Line standard with characteristics. (R)
2. Define End standard with characteristics. (R)
3. Differentiate between Line standard and End standard. (U)

TLO 1.4 Describe working principle of Linear measuring instruments.

1. Explain Vernier caliper with neat sketch. (U)
2. Explain Micrometer with neat sketch. (U)

3. Explain Vernier height gauge with neat sketch. (U)

TLO 1.5 Identify errors in given instrument.

1. Write down different types of Errors in measurement. (U)
2. Write down Factors affecting on accuracy (U)

TLO 1.6 Select relevant measuring instrument for the given job with justification.

1. Write factors affecting selection of instrument for measurement. (U)
2. Write factors affecting selection of Vernier caliper for Length measurement. (U)
3. Write different Precautions to be taken for getting higher precision and accuracy. (U)

2. गेजेस आणि कम्पॅरेटर

(Gauges and Comparators)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome) : दिलेल्या घटकाच्या मापनासाठी विविध गेजेस आणि कम्पॅरेटर्स निवडा.(Select different gauges and Comparators for measurement of given component.)

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome) :
TLO 2.1: दिलेल्या कम्पॅरेटर्सची संरचना आणि कार्यपद्धती समजावून सांगा. (Explain construction and working of given Comparators.)
TLO 2.2: दिलेल्या कामासाठी गेजेसचा वापर करा आणि त्याचे स्पष्टीकरण द्या. (Use gauges for given job with justification.)
TLO 2.3: विशिष्ट परिमाण तयार करण्यासाठी योग्य स्लिप गेजेस निवडा. (Select slip gauges for building specific dimensions)

2.1 कम्पॅरेटर (Comparator):-

A. व्याख्या:-

कम्पॅरेटर हे असे उपकरण आहे जे भागाच्या अज्ञात आकारमानाची तुलना काही मानक (standard) किंवा मास्टर सेटिंगसह (master setting) करते जे मानक आकार दर्शवते. कम्पॅरेटर हे असे उपकरण आहे जे परिमाणातील लहान फरक उचलते, ते मोठे करते आणि दर्शविणारे उपकरण वापरून ते प्रदर्शित करते जेणे करून काही मानक मूल्यासह त्याची तुलना केली जाऊ शकते.
कम्पॅरेटरचा मुख्य फायदा म्हणजे हे वापरण्यासाठी कौशल्याची गरज नाही. कम्पॅरेटर सामान्यत: रेखीय मापनासाठी वापरले जातात आणि उपलब्ध असलेले भिन्न प्रकारचे तुलना मुख्यतः भिन्न असतात.

B. चांगल्या कम्पॅरेटरच्या गरजा:-

चांगल्या कम्पॅरेटरच्या काही आवश्यकता:-
1. इन्स्ट्रुमेंट (Instrument) मजबूत डिझाइनचे आणि भक्कम असणे आवश्यक आहे.
2. रिडींग (Reading) कमीत कमी वेळेत मिळायला हवे.
3. प्रणाली (System) बॅकलॅश (Backlash) आणि झीज (wear) प्रभावांपासून मुक्त असावी.
4. स्केल (Scale) रेखीय असणे आवश्यक आहे आणि त्यात सरळ रेषा वैशिष्ट्ये असणे आवश्यक आहे.
5. मोजमाप करताना दाब कमी आणि स्थिर असावा.
6. इंडिकेटर (Indicator) स्थिर असावा आणि त्याने शून्यावर परतावे.
7. तुलनेची रचना अशी असावी की ती विस्तृत ऑपरेशन्ससाठी (Operations) वापरली जाऊ शकते.

C. कम्पॅरेटरचे वर्गीकरण:-

मॅग्निफिकेशन (magnification) आणि रेकॉर्ड (record) करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या पद्धतीनुसार अवलंबून, कम्पॅरेटरचे खालील प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाते:-
1. यांत्रिक कम्पॅरेटर
2. इलेक्ट्रिक (Electric) कम्पॅरेटर

3. ऑप्टिकल (Optical) कम्पॅरेटर
4. न्यूमॅटिक (Pneumatic) कम्पॅरेटर
5. इलेक्ट्रॉनिक (Electronic) कम्पॅरेटर
6. एकिकृत (Combined) कम्पॅरेटर इ.

1. **यांत्रिक कम्पॅरेटर**:- या प्रकारात, लिव्हर, गिअर्स आणि पिनियन्स यांसारख्या यांत्रिक माध्यमांद्वारे मॅग्निफिकेशन केले जाते.
उदा. डायल इंडिकेटर, जोहानसन मायक्रोकेटर, सिग्मा कम्पॅरेटर

2. **इलेक्ट्रिक कम्पॅरेटर**:- हे व्हीटस्टोन (Wheatstone) ए.सी.(A.C.) ब्रिजच्या(Bridge) सिद्धांतावर आधारित आहे.
उदा. एल. व्हि. डि. टि. (LVDT) साठी

3. **ऑप्टिकल (Optical) कम्पॅरेटर**:- प्रकाश परावर्तन आणि अपवर्तनाच्या नियमांवर आधारित.
उदा. ऑप्टिकल प्रोजेक्टरसाठी

4. **न्यूमॅटिक कम्पॅरेटर**:- मागच्या दाबातील फरक किंवा वस्तूच्याआकारातील फरकामुळे हवेच्या वेगाचा उपयोग करून आउटपुट (O/P) सिग्नल (Signal) कमी गुंतागुंतीचे करण्यासाठी केला जातो.
उदा. एअर गेजसाठी, डायल टाईप न्यूमॅटिक कॉम्पॅरेटर.

5. **इलेक्ट्रॉनिक कम्पॅरेटर**:- हे डिजिटल सिग्नलच्या प्रवर्धनावर कार्य करते.
उदा. स्लिप गेजसाठी, कॅलिब्रेशन टेस्टर

6. **एकिकृत कम्पॅरेट**:- वरीलपैकी कोणत्याही दोन कम्पॅरेटरचे एकत्रीकरण.
उदा. ऑप्टो मेकॅनिकल (Opto-Mechanical) कम्पॅरेटर

D. कम्पॅरेटरचे उपयोग:-

कम्पॅरेटर वापरण्याचे विविध मार्ग खालील प्रमाणे आहेत:-
1. मोठ्या प्रमाणावर उत्पादनामध्ये, जेथे घटक अतिशय जलद दराने तपासले जातील.
2. प्रयोगशाळेत कम्पॅरेटर म्हणून ज्यातून कार्यरत (Working) किंवा तपासणी (Inspection) गेज सेट तपासले जातात.
3. नवीन खरेदी केलेल्या गेजची तपासणी करण्यासाठी.
4. काही मशिन्ससह जोडलेले, काम खराब होण्यापासून रोखण्यासाठी कम्पॅरेटर चे काम करणारे गेज म्हणून वापरले जाऊ शकतात.

E. मेकॅनिकल आणि न्यूमॅटिक कम्पॅरेटर यांच्यातील तुलना:-

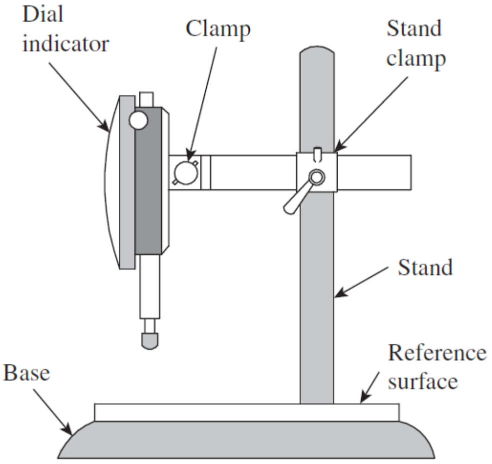
तक्ता क्र. 2.1.1 मेकॅनिकल आणि न्यूमॅटिक कम्पॅरेटर यांच्यातील तुलना

पॅरामीटर्स	यांत्रिक कम्पॅरेटर	न्यूमॅटिक कम्पॅरेटर
वियर आणि टियर	1. हलणारे भाग जास्त असल्यामुळे झीज जास्त होते.	1. कमी हलणारे भाग ज्यामुळे कमी झीज होते.
अचूकता	2. न्यूमॅटिक तुलना यंत्राच्या तुलनेत अचूकता कमी आहे.	2. मेकॅनिकल कंपॅरेटरच्या तुलनेत अचूकता अधिक आहे.
मॅग्निफिकेशन	3. यात मॅग्निफिकेशन मर्यादीत आहे.	3. यात विस्तृत प्रमाणात मॅग्निफिकेशन होते.
बाह्य उर्जा स्त्रोताची आवश्यकता	4. यासाठी कोणत्याही बाह्य उर्जा स्त्रोताची आवश्यकता नाही.	4. यासाठी बाह्य उर्जा स्त्रोत आवश्यक आहे.

पॅरामीटर्स	यांत्रिक कम्पॅरेटर	न्यूमॅटिक कम्पॅरेटर
पोर्टेबिलिटी आणि कॉम्पॅक्टनेस	5. पोर्टेबल, कॉम्पॅक्ट आणि स्वस्त.	5. महाग आणि नॉन-पोर्टेबल.

F. डायल (Dial) इंडिकेटर, सिग्मा कम्पॅरेटर आणि न्यूमॅटिक कॉम्पॅरेटरचे कार्य तत्त्व:-

1. डायल (Dial) इंडिकेटर (Indicator):-



डायल इंडिकेटर

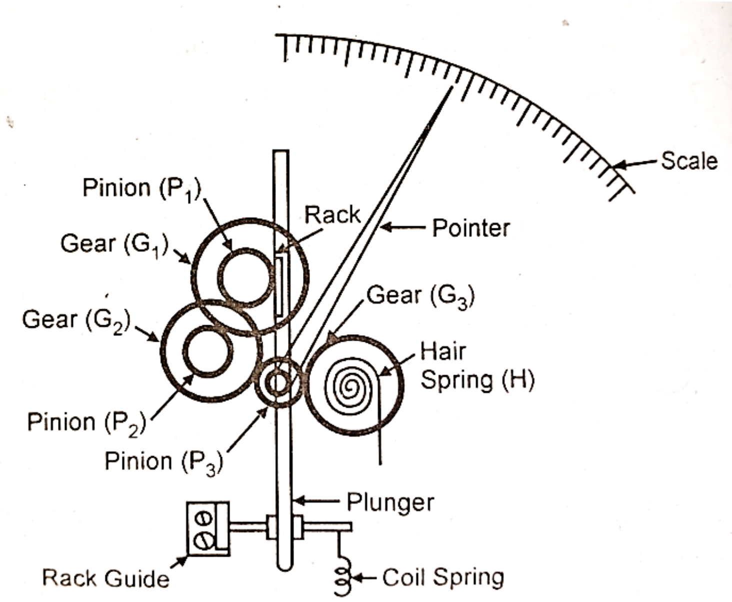
आकृती.2.1.1

(संदर्भ:- Tecklock.co.jp)

वरील आकृती डायल इंडिकेटर दाखवते. डायल गेज इंडिकेटर एक यांत्रिक कम्पॅरेटर आहे. नेहमीचे मॅग्निफिकेशन सुमारे 250 पट ते 1000 पट (250X to 1000X) असते. यात किमान 1 मायक्रो मीटरपर्यंत मोजणी (Least Count) असते.

तत्व:- प्लंजर (Plunger) हालचालीचे विस्तारीकरण गियर(Gear)आणि पिनियन(Pinion)व्यवस्थेद्वारे प्राप्त केले जाते.

कार्य:-



डायल इंडिकेटरची संरचना

आकृती.2.1.2

जेव्हा प्लंजर रॅकसह वर सरकतो, तेव्हा रेखीय (Linear) हालचाल कोनीय (Angular) हालचालीमध्ये रूपांतरित होते.पिनियन P_1 फिरतो म्हणून, गियर G_1 देखील फिरतो, जे पिनियन P_2 सह जाळी मध्ये आहे. पिनियन P_2 प्रमाणे गियर G_2 शाफ्ट (Shaft) वर आहे.जेव्हा गियर G_2 फिरते, तेव्हा पिनियन P_3 देखील फिरतो. पॉइंटर पिनियन P_3 च्या मध्यभागी संलग्न आहे.पॉइंटर स्केलवर रिडींग दर्शवितो._गियर G_3 सपोर्टसाठी वापरला जातो तर हेअर स्प्रिंग (hair spring)चा वापर बॅकलॅश टाळण्यासाठी केला जातो.

डायल इंडिकेटरचे उपयोग:-

a. मोठ्या प्रमाणावर उत्पादनात कम्पॅरेटर म्हणून वापरले जाते.

b. कोन मापनात साइन बार (Sine Bar) सह वापरले जाते.

c. पार्किन्सन (Parkinson) गियर टेस्टर (Tester) मध्ये वापरले जाते.

d. गोलाकारपणा (Roundness) तपासण्यासाठी वापरला जातो.

डायल इंडिकरचे फायदे:-

a. इतर प्रकारांच्या कम्पॅरेटरच्या तुलनेत स्वस्त.

b. कॉम्पॅक्ट आणि मजबूत डिझाइन.

c. वीज पुरवठ्याची गरज नाही.

d. रिडींग बघायला सोपे आहे.

e. मोजण्याचे कोन विस्तीर्ण भागात मोजमाप घेऊ शकतात.

f. पोर्टेबल (Portable) आणि कोणत्याही कामाच्या ठिकाणी वापरले जाऊ शकते.

डायल इंडिकेटरचे तोटे:-

a. हलणाऱ्या भागांमुळे अचूकता कमी.

b. स्पिंडल (Spindle) मार्गदर्शक ढिलेपडल्यामुळे चुकीचे रिडींग देऊ शकते.

c. माउंटिंग स्टँड आणि सहायक संलग्नक आवश्यक आहेत.

d. पॉइंटर निश्चित स्केलवर हलवल्यामुळे तुलनेची (Comparision) श्रेणी मर्यादित आहे.

2. न्यूमॅटिक कम्पॅरेटर (एअर गेजिंग):-

न्यूमॅटिक कम्पॅरेटर 'बर्नौलीच्या सिद्धांतावर' आधारित आहेत.न्यूमॅटिक कम्पॅरेटरमध्ये मापनाचे (measurement) साधन म्हणून हवा वापरतात. न्यूमॅटिक कम्पॅरेटर चे मूलभूत तत्त्व हे आहे की कॅलिब्रेटेड प्रवाहातील बदल , हे भाग वस्तूंच्या वैशिष्ट्यातील बदलांना प्रतिसाद देतात. हे अनेक पद्धती वापरून साध्य केले जाते आणि त्याला न्यूमॅटिक गेजिंग, एअर गेजिंग किंवा न्यूमॅटिक मेट्रोलॉजी असे संबोधले जाते. न्यूमॅटिक गेज एकाच वेळी अनेक वैशिष्ट्यांचे मोजमाप करण्यासाठी वापरली जात असल्याने, उद्योगातील उत्पादन तपासणीचा एक अपरिहार्य भाग बनला आहे. साध्या सेट-अपचा वापर करून लांबी, व्यास, चौरसता, समांतरता, टेपर, केंद्रीकरणइत्यादी मोजणे शक्य आहे. उदाहरणार्थ, जर एखादा इंजिन सिलेंडरच्या बोअरची तपासणी करत असेल तर त्याच सेटिंगमध्ये त्याचा आकार, टेपर, कॅम्बर आणि सरळपणाचे मूल्यांकन करणे देखील शक्य आहे. अनेक फायद्यांमुळे न्यूमॅटिक मेट्रोलॉजी खूप लोकप्रिय आहे: , उच्च प्रवर्धन (amplification) आणि कमी खर्च.

-न्यूमॅटिक कॉम्पॅरेटरचे कार्य:-

न्यूमॅटिक कम्पॅरेटर (एअर गेजिंग)
आकृती 2.1.3
(संदर्भ:- http://precisioncalibrator.com/3-1-pneumatic-comparator/)

फिल्टरद्वारे कॉम्प्रेसज्ड (Compressed) हवा पुरविली जाते. जास्तीची हवा बाहेर सोडली जाते. मग हवा नियंत्रण छिद्रातून गेजिंग हेडकडे (Gauging head) वाहते. हेड गेजिंगद्वारे दिलेल्या निर्बंधांमुळे, हवेवर बॅक प्रेशर (Back pressure) येते. बॅक प्रेशर मॅनोमीटरद्वारे दर्शविला जाते. मॅनोमीटरची उंची स्टँडर्ड (standard) गेजिंग हेड आणि

जॉब्स वापरून कॅलिब्रेट केली जाऊ शकते. अशा युनिट्सचा वापर करून 1 मायक्रो मीटरपर्यंत अचूकता मोजली जाऊ शकते.

फायदे:-

a. उच्च मॅग्निफिकेशन (30000:1) किंवा अधिक.
b. गेजिंग मेंबरची झीज होत नाही.
c. हलत्या घटकांमुळे अचूकता अधिक असते.
d. अर्धकुशल कामगाराद्वारे हाताळले जाऊ शकते.
तोटे:-
a. त्यासाठी प्रेशर रेग्युलेटर, मॅनोमीटर आणि कॉम्प्रेसर यांसारख्या सहायक उपकरणांची आवश्यकता असते.
b. ते नॉन पोर्टेबल आहे.
c. प्रतिसादाचा वेग कमी.
d. कंप्रेसर चालविण्यासाठी बाह्य उर्जा स्त्रोत आवश्यक आहे.

G. कम्पॅरेटर आणि मापन यंत्रामधील फरक:-

तक्ता क्र. 2.1.2 कम्पॅरेटर आणि मापन यंत्रामधील फरक

पॅरामीटर्स	कम्पॅरेटर	मोजण्याचे(Measurement) साधन
उपयोग	1. हे कामकाजाच्या स्टँडर्डसह भागांच्या परिमाणांची तुलना करण्यासाठी वापरले जाते.	1. हे उत्पादित भागांचे वास्तविक परिमाण मोजण्यासाठी वापरले जाते.
मॅग्निफिकेशन	2. मॅग्निफिकेशन सिस्टम प्रदान केलेली आहे.	2. कोणतीही मॅग्निफिकेशन सिस्टम प्रदान केलेली नाही.
मोजमापासाठी लागणारा वेळ	3. मोजमाप वेगाने आणि अचूकपणे करता येते.	3. मापन ही वेळखाऊ प्रक्रिया आहे.
मोठ्या प्रमाणात उत्पादनासाठी योग्यता	4. मोठ्या प्रमाणावर उत्पादनात वापरले जाते.	4. मोठ्या प्रमाणावर उत्पादनासाठी योग्य नाही.
परिमाण तपासण्यासाठी वापरा	5. भौमितिक स्वरूपांचे परिमाण तपासण्यासाठी वापरले जाऊ शकते.	5. भौमितिक स्वरूपांचे परिमाण तपासण्यासाठी वापरले जाऊ शकत नाही.
अचूकता	6. अचूकता कामगारांच्या कौशल्य किंवा अचूक फीडपासून स्वतंत्र आहे.	6. अचूकता कामगारांच्या कौशल्यावर किंवा अचूक फीडवर अवलंबून असते.
चूक होण्याची शक्यता	7. वर्कपीस डिफॉर्म होत नाही त्यामुळे चुका होण्याची शक्यता नाही.	7. वर्कपीस डिफॉर्म झाल्यामुळे चुका होण्याची शक्यता जास्त आहे.

H. निवडक असेंब्ली:-

निवडक असेंब्लीमध्ये, अनेक टॉलरन्सचे पार्टस तयार केले जातात. कोणत्याही एका प्रकारच्या पार्टसचे आकारानुसार अनेक गटांमध्ये वर्गीकरण केले जाते. जुळणारे भाग देखील समान गटांमध्ये वर्गीकृत केले जातात. थोडेसे किंवा पुढे कोणतेही मशीनिंग न करता इच्छित फिट देण्यासाठी संबंधित गट एकत्र केले जातात. उत्पादनाच्या गुणवत्तेवर परिणाम न करता कमी खर्चात उत्पादन हा त्याचा मुख्य फायदा आहे. हे एअरक्राफ्ट उद्योग, ऑटोमोबाईल उद्योग इत्यादींमध्ये वापरले जाते.

उदा. जर काही भाग (शाफ्ट्स आणि होल) एकत्र करावयाचे असतील तर ते 0.01 मिमीच्या सामान्य डायमेन्शन मध्ये तयार केले गेले असतील, तर स्वयंचलित गेज त्यांना वैयक्तिक भागांच्या निवडक असेंबलीसाठी 0.001 मिमी मर्यादेसह दहा गटांमध्ये विभाजित करू शकते. अशा प्रकारे 0.001 मिमी टॉलरन्स असलेले भाग (पृथक्करणामुळे) मिळवले जातात आणि उच्च दर्जाच्या आणि कमी किमतीच्या दोन्ही अटी निवडक असेंबली तंत्राद्वारे दिल्या जाऊ शकतात.

I. इंटरचेंजेबिलिटी (Interchangiability):-

इंटरचेंजेबिलिटी पार्ट हा असा आहे जो समान रेखांकनासाठी तयार केलेल्या समान भागासाठी बदलला जाऊ शकतो.

पूर्वीच्या काळात एकचं ऑपरेटर उत्पादन आणि असेम्ब्लीसाठी जबाबदार असायचा. पण आताच्या काळात तोच ऑपरेटर उत्पादन आणि असेम्ब्लीसाठी जबाबदार नाही. आर्थिक दृष्टीकोनातून मोठे घटक लहान घटकांमध्ये विभागले गेले आहेत जे वेगवेगळ्या ठिकाणी आणि वेगवेगळ्या उत्पादकांद्वारे तयार केले जाणार होते. या संकल्पनेमुळे स्पेशलायझेशन होते, ज्यामुळे अनेक वेगवेगळ्या मशीन्स मोठ्या एकत्र केलेल्या घटकांचे वेगवेगळे छोटे घटक तयार करतात.

अशा परिस्थितीत घटकांच्या परिमाणांवर कठोर नियंत्रण असणे आवश्यक आहे. रँडमली (Randomly) निवडलेल्या घटकांची त्यांच्याशी जुळणाऱ्या इतर घटकांबरोबर असेम्ब्ली केली जाते. जेव्हा अशा प्रकारच्या प्रणालीची खात्री केली जाते तेव्हा तिला 'इंटरचेंजेबल सिस्टम' असे म्हणतात. अदलाबदली कमी उत्पादन खर्चासह वाढीव उत्पादन सुनिश्चित करते.

इंटरचेंजेबिलिटी केवळ तेव्हाच शक्य आहे जेव्हा सर्व काही सामान्य मानकांचे पालन करतात. त्यासाठी 'आंतरराष्ट्रीय स्टँडर्ड' बनवली जातात. चांगल्या इंटरचेंजेबिलिटीसाठी सर्व स्थानिक स्टँडर्ड आंतरराष्ट्रीय स्टँडर्डसह संरेखित करणे अपेक्षित आहे.

2.2 गेज (Gauge):-

गेज हे मजबूत बांधणीची तपासणी साधने आहेत.जे उत्पादित भागांचे परिमाण स्केलशिवाय तपासण्या चे कार्य करतात. गेज, भागांची वास्तविक मूल्ये निर्धारित करू शकत नाहीत. ते केवळ तपासलेले भाग मर्यादेत आहेत की नाही हे निर्धारित करण्यासाठी वापरले जाऊ शकतात.

a. त्यांच्या प्रकारानुसार गेजचे खालील दोन प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाते:-

- i लिमिट गेज
- ii स्टँडर्ड आणि लिमिट गेज

b. त्यांच्या वापरानुसार त्यांचे वर्गीकरण केले जाते:-

- i कर्मशाळेत वापरली जाणारी

ii तपासणी केंद्रात वापरली जाणारी
iii रेफरन्स (संदर्भ) किंवा मास्टर (Master) गेज

c. चाचणी केलेल्या पृष्ठभागाच्या स्वरूपानुसार:-
i प्लग (Plug) गेज
ii स्नॅप(Snap) आणि रिंग (Ring) गेज

A. लिमिट गेज:-

लिमिट गेजिंग हा शब्द वस्तूंच्या लिमिट (मर्यादा) तपासण्यासाठी गेजचा वापर सूचित करतो. लिमिट गेज हे सुनिश्चित करतात की घटक ठरवलेल्या मर्यादेत आहेत, परंतु ते घटकांचा वास्तविक आकार निर्धारित करत नाहीत.

घटकांची परिमाणे तपासण्यासाठी आवश्यक असलेले गेज घटकांच्या कमाल आणि किमान मर्यादांशी सुसंगत असलेल्या दोन आकारांशी संबंधित आहेत. त्यांना अनुक्रमे GO गेज आणि NO GO गेज असे म्हणतात.

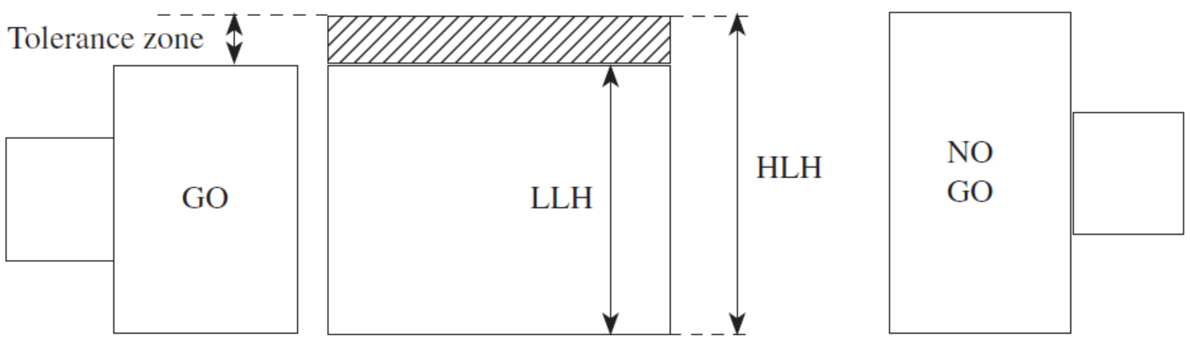
कमाल मर्यादेपर्यंत उत्पादित केलेले GO गेज मॅटिंग (विरोधित) भागासह एकत्र केले जाईल, तर कमी मर्यादेशी संबंधित NO GO गेज नसतील, म्हणून अनुक्रमे GO गेज आणि NO GO गेज अशी नावे आहेत.

B. टेलरचे गेज डिझाइनचे प्रिन्सिपल:-

त्यात असे नमूद केले आहे की GO गेजने सर्व संबंधित परिमाणे तपासले पाहिजेत. सोबतच NO GO गेजने एका वेळी फक्त एकच परिमाण तपासले पाहिजे.

जास्तीत जास्त धातूची स्थिती (Maximum metal condition)
हे होल किंवा शाफ्टच्या स्थितीचा संदर्भ देते जेव्हा जास्तीत जास्त मटेरियल(Material) बाहेर राहते, म्हणजे शाफ्टची उच्च मर्यादा आणि होलची कमी मर्यादा.

किमान धातूची स्थिती (Minimum metal condition)
जर शाफ्टची कमी मर्यादा आणि होलची उच्च मर्यादा यासारख्या किमान मटेरियल बाकी असताना होल किंवा शाफ्टच्या स्थितीचा संदर्भ असल्यास.



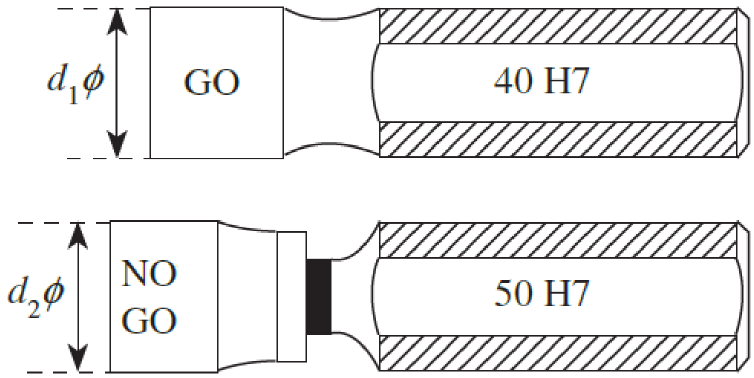
गेज डिझाइनसाठी टेलरचे तत्त्व

आकृती 2.2.1

वरील आकृतीमध्ये असेंब्लीपूर्वी होलची कमी मर्यादा (LLH), आणि शाफ्टचा कमाल आकार, म्हणजेच शाफ्टची उच्च मर्यादा (HLS) दर्शवलेली आहे.

C. प्लग (Plug) गेज:-

छिद्र मोजण्यासाठी वापरले जाणारे गेज प्लग गेज म्हणून ओळखले जातात. एक टोक GO एंड आहे आणि दुसरे टोक NO GO एंड आहे. सामान्यतः, GO एंड हा छिद्राच्या खालच्या मर्यादेच्या आकाराच्या समान असेल आणि NO GO शेवट छिद्राच्या वरच्या मर्यादेच्या आकाराच्या समान असेल. जर छिद्राचा आकार मर्यादेच्या आत असेल तर, GO टोक छिद्राच्या आत जावे आणि NO GO टोक जाऊ नये. जर GO संपला आणि जात नसेल, तर होल आकारापेक्षा कमी असेल आणि NO GO शेवट गेल्यास, होल आकारापेक्षा जास्त असेल. म्हणून, दोन्ही प्रकरणांमध्ये घटक नाकारले जातात
खालच्या मर्यादा व्यासाचा d1 आणि वरच्या मर्यादा व्यासाचा d2 म्हणून विचार करून, खालील आकृती 2.2.2 बघा.



सिंगल एंडेड GO आणि NO GO प्लग गेज

आकृती.2.2.2

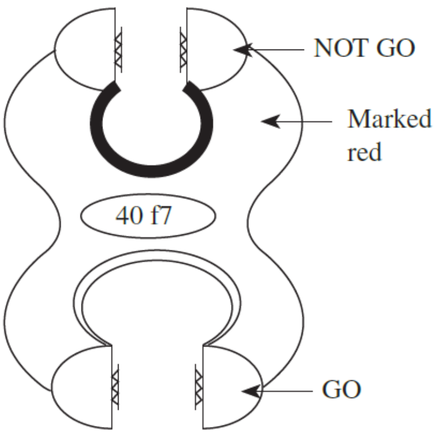
D. रिंग (Ring) गेज:-

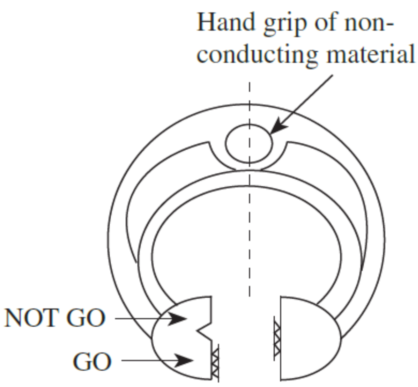
रिंग गेज
आकृती 2.2.3

रिंग गेज प्रामुख्याने मध्यवर्ती छिद्र असलेल्या शाफ्टचा व्यास तपासण्यासाठी वापरला जातो. गेज हाताळताना पकड देण्यासाठी रिंगच्या परिघावर गुरफटलेला असतो. GO रिंग गेज आणि NO GO रिंग गेज यांसारखे शाफ्ट तपासण्यासाठी दोन रिंग गेज स्वतंत्रपणे बनवलेले असतात. परंतु GO रिंग गेजचे छिद्र शाफ्टच्या वरच्या मर्यादेच्या आकारापर्यंत केले जाते आणि खालच्या मर्यादेसाठी NO GO गेजचा वापर करतात. शाफ्ट तपासताना, GO रिंग गेज शाफ्टमधून जाईल आणि NO GO जाणार नाही. NO GO रिंग गेज सहज ओळखण्यासाठी, त्याच्या परिघावर एक लाल खूण किंवा लहान खोबणी कापून त्यावर लाल रंग दिलेला असतो.

E. स्नॅप (Snap) गेज:-

स्नॅप गेजमध्ये सामान्यत: प्लेट किंवा फ्रेम असते ज्यामध्ये आवश्यक परिमाणाचे समांतर दर्शनी अंतर असते. शाफ्टची परिमाणे टॉलरन्सच्या मर्यादेत आहेत की नाही हे तपासण्यासाठी शाफ्टचे मोजमाप करण्यासाठी स्नॅप गेज वापरले जातात. आकृती 2.2.4 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, 3 ते 100 मि.मी.पर्यंतच्या आकाराचे शाफ्ट डबल-एंडेड स्नॅप गेज वापरून सोयीस्करपणे मोजले जाऊ शकतात.100 पेक्षा जास्त आणि 250 मिमी पर्यंतच्या आकारांसाठी, सिंगल-एंडेड प्रोग्रेसिव्ह-प्रकारचे स्नॅप गेज वापरले जातात. एक प्रोग्रेसिव्ह स्नॅप गेज आकृती 2.2.4 मध्ये दर्शविले आहे.

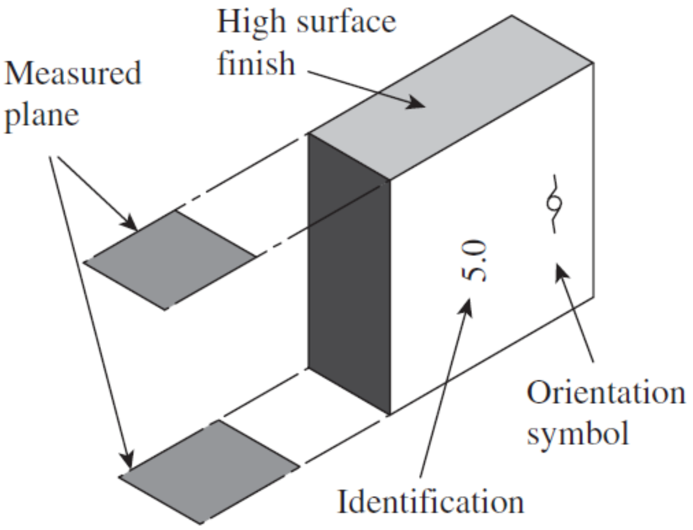




(डावीकडून) डबल एंडेड स्नॅप गेज आणि प्रोग्रेसिव्ह स्नॅप गेज
आकृती 2.2.4
(संदर्भ:- https://www.precisiongauges.net/snap-gauge.html, https://micro-master.it/en/calibri/progressive-snap-gauge-pnp/)

2.3 स्लिप (Slip) गेज:-

स्लिप गेज (आकृती 2.3.1 मध्ये दर्शविलेले) हे खालील आकृतीमध्ये दर्शविल्याप्रमाणे कठोर मिश्रधातूच्या स्टीलचे बनलेले धातूचे तुकडे आहे. त्याची परिमाणे 30 मिमी x 10 मिमी आहेत. स्टीलला प्राधान्य दिले जाणारे साहित्य आहे कारण ते किफायतशीर आहे आणि त्यात समान थर्मल विस्तार गुणांक आहे कारण बहुतेक स्टील उत्पादनांच्या निर्मितीसाठी वापरली जाते. स्लिप गेज त्यांना परिधान करण्यास प्रतिरोधक बनविण्यासाठी कठोर केले जातात. विशिष्ट लांबीचे अंतिम मानक प्रदान करण्यासाठी अनेक स्लिप गेज तात्पुरते एकत्र केले जातात.



कार्यात्मक वैशिष्ट्यांसह स्लिप गेज

आकृती 2.3.1

(संदर्भ:- Amazon.in)

स्लिप गेजचे पदनाम (Designation):-

मेट्रिक स्केलसाठी '**M**' अक्षर स्लिप गेज नियुक्त करण्यासाठी वापरले जाते.

मेट्रिक संच:- **M112, M105, M87, M83, M50, M45, M33, M27**

सेट्स चे वर्गीकरण (Classification of sets):-

M45 (Normal Set)

Range	Steps	No. of Blocks
1.001-1.009	0.001	9
1.01-1.09	0.01	9
1.0-1.9	0.1	9

1-9	1	9
10-90	10	9

M87 (Special Set)

Range	Steps	No. of Blocks
1.001-1.009	0.001	9
1.01-1.49	0.01	49
0.5-9.5	0.5	19
10-90	10	9
1.005	--	1

स्लिप गेजचे ग्रेड:

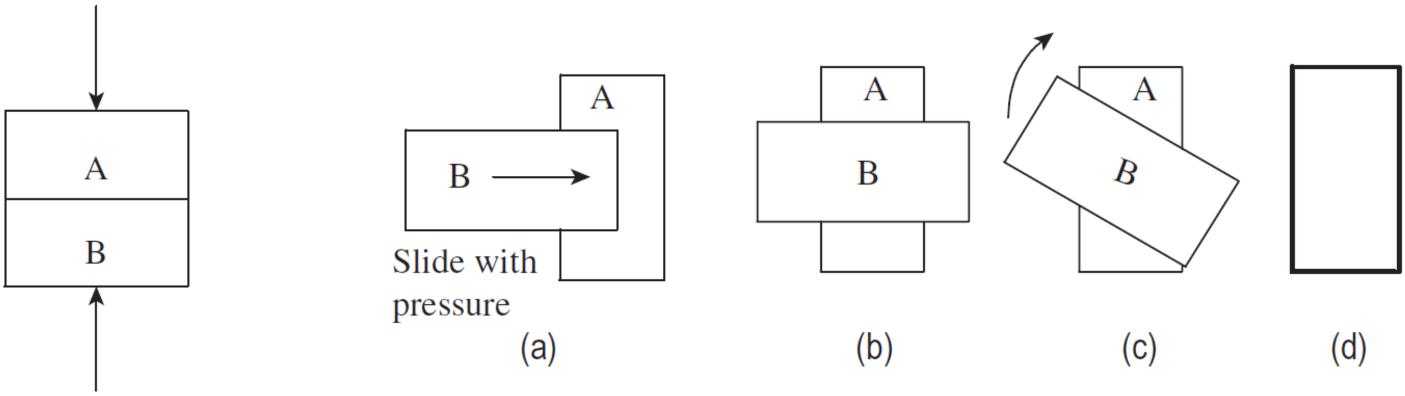
स्लिप गेज अचूकतेच्या पाच ग्रेडमध्ये बनवले जातात. अचूकतेच्या घटत्या क्रमाने कॅलिब्रेशन ग्रेड, ग्रेड 00, ग्रेड 0, ग्रेड I, आणि ग्रेड II. ते 0.001 ते 0.0005 मिमीच्या श्रेणीतील अंतर अतिशय अचूकपणे मोजण्यासाठी वापरले जाऊ शकतात.
ग्रेड 0, ग्रेड I, ग्रेड II सामान्य कार्यशाळेच्या उद्देशासाठी वापरले जातात आणि ते कार्यरत गेज ब्लॉक्स म्हणून ओळखले जातात, तर, कॅलिब्रेशन ग्रेड (मास्टर गेज ब्लॉक्स) आणि ग्रेड 00 (इन्स्पेक्शन गेज ब्लॉक्स) फक्त इतर प्रकारचे ब्लॉक्स तपासण्यासाठी वापरले जातात.
(i) कॅलिब्रेशन ग्रेड: हा विशेष ग्रेड आहे आणि प्रायोगिक कार्य, संशोधन कार्य आणि इतर गेज (ग्रेड) च्या मोजमाप आणि तपासणीसाठी वापरला जातो.
(ii) ग्रेड 00: याला इन्स्पेक्शन गेज ब्लॉक असेही म्हणतात. हे ग्रेड I आणि II मोजण्यासारख्या सर्वोच्च अचूक कामासाठी वापरले जाते.
(iii) ग्रेड 0: हे टूल रूम किंवा मशीन शॉप तपासणीसाठी वापरले जाते.
(iv) ग्रेड I: हे अधिक अचूक कामासाठी वापरले जाते जसे की साइन बार सेट करणे, गॅप गेज तपासणे, घटकांचे मोजमाप, साधने इ.
(v) ग्रेड II: हे कार्यशाळेत कठोर तपासणीसाठी, सामान्य तपासणीसाठी, मशीन टूल्स सेट करण्यासाठी आणि मापनासाठी वापरले जाते जेथे उत्पादन सहनशीलता तुलनेने विस्तृत आहे**.**

A. स्लिप गेजचे व्रिन्गीन्ग (Wringing):-

व्रिन्गीन्ग ही, दोन सपाट आणि गुळगुळीत पृष्ठभाग एकमेकांच्या संपर्कात एकत्र आल्यामुळे चिकटण्याची घटना आहे. चिकटपणाचे बल असे आहे की ब्लॉक्सच्या संचाचा स्टॅक जवळजवळ एकच ब्लॉक म्हणून काम करेल आणि वैयक्तिक ब्लॉक्सच्या स्थितीत अडथळा न आणता हाताळता आणि हलवता येईल. महत्त्वाचे म्हणजे, पृष्ठभाग स्वच्छ आणि सपाट असल्यास, ब्लॉक्स वेगळे करणाऱ्या फिल्मच्या पातळ थराची जाडीही नगण्य असेल. याचा अर्थ ज्ञात परिमाणांच्या एकाधिक ब्लॉक्सचे स्टॅकिंग किमान त्रुटीसह एकूण परिमाण देईल.

व्रिन्गीन्ग घटना:-
1. टॉलरन्सची गणना करा.
2. स्लिप गेज बॉक्समधून दिलेल्या टॉलरन्सच्या स्लिप गेज घ्या.

3. स्लिप गेजचे सर्व पृष्ठभाग स्वच्छ करा.
4. आकृती स्टेप 2.3.2 (a). मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे क्रॉस शेप तयार करण्यासाठी दोन स्लिप गेज एकमेकांना काटकोनात एकत्र ठेवा.
5. आकृती मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे कमी प्रमाणात दाब देऊन कोणतेही एक स्लिप गेज 90 अंशाने फिरवा. 2.3.2 स्टेप (b).



व्रिन्गीन्ग घटना आणि स्लिप गेजच्या व्रिन्गीन्गचे तंत्र
(a) स्टेप 1 (b) स्टेप 2 (c) स्टेप 3 (d) स्टेप 4
आकृती 2.3.2

स्लिप गेजवरील गणित:-

1. Select the slip gauges for size 30.839 from the available set of M87.

Range	Step (mm)	Pieces
1.0005	-	1
1.005 to 1.009	0.001	9
1.01 to 1.49	0.01	49
0.5 to 9.5	0.5	19
10 to 90	10	9

<u>Ans:-</u>

Dimensions Required:-

30.839
−1.009 → First Block
29.830
−1.43 → Second Block
28.40
− 1.40 → Third Block
27.00
− 7.0 → Fourth Block
20.00
−20.00
00.00

B. खबरदारी आणि उपकरणे:-

स्लिप गेज वापरताना खालील काळजी घेणे आवश्यक आहे:-
a. स्लिप गेज सेट वापरण्यापूर्वी योग्यरित्या डीग्रीस करणे आवश्यक आहे.
b. गेजचा वापर धूळमुक्त वातावरणात करावा.
c. शून्य रीडिंगच्या दोन्ही बाजूंच्या श्रेणीमध्ये नियमित वाढीसह स्लिप गेजचा आकार वाढवला पाहिजे.
d. गेज बॉक्समध्ये ठेवण्यापूर्वी स्लिप गेजवर चांगल्या प्रतीचे ग्रीस लावावे.

Exercise

TLO 2.1: Explain construction and working of given Comparators.

1. List the advantages of interchangeability. (Minimum 2) (R)

2. Explain 'Selective Fit assembly' with suitable example. (U)

3. Compare between Mechanical and Pneumatic comparator on basis of accuracy, requirement of external power, magnification. (U)

4. Compare the Comparators with measuring instruments on basis of use, time of response, magnification, accuracy and error, Suitability for mass production. (U)

5. List the uses of Comparators. (R)

6. Explain the working mechanism of Dial Indicator with neat sketch. (U/A)

7. List four mechanical comparators. (R)

TLO 2.2: Select gauges for given job with justification.

8. Explain Snap gauge with neat sketch. (U)

9. Explain with neat sketch Taylor's principle of gauge design. (U/A)

10. Illustrate the process of wringing of slip gauges. (A)

11. State Taylor's principle of gauge design. (R)

TLO 2.3: Select slip gauges for building specific dimensions.

12. Select slip gauge from M87 set to construct an overall dimension of 63.875 mm. (A)

Range	Step (mm)	Pieces
1.0005	-	1
1.005 to 1.009	0.001	9

1.01 to 1.49	0.01	49
0.5 to 9.5	0.5	19
10 to 90	10	9

13. Select slip gauge from M45 set to construct an overall dimension of 36.230 mm. (A)

Range	Step (mm)	Pieces
1.001-1.009	0.001	9
1.01-1.09	0.01	9
1.0-1.9	0.1	9
1-9	1	9
10-90	10	9

3. अँगुलर, स्क्रू थ्रेड, गियर आणि सरफेस फिनीश मापन

(Angular, Screw Thread, Gear & Surface Finish Measurement)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome) : - अभियांत्रिकी घटकांच्या विविध मापदंडांच्या मापनासाठी योग्य साधनांचा वापर करा. (Use relevant instruments for measurement of different parameter of engineering components.)

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome) :

TLO 3.1 दिलेल्या घटकासाठी योग्य कोनीय मापन साधन निवडा आणि अज्ञात कोन गणना करा. (Select Angular measuring instrument for given component & calculate unknown angle.)

TLO 3.2 दिलेल्या पद्धतीचा वापर करून स्क्रू थ्रेडचे मापदंड गणना करा. (Calculate Screw thread parameter using given method)

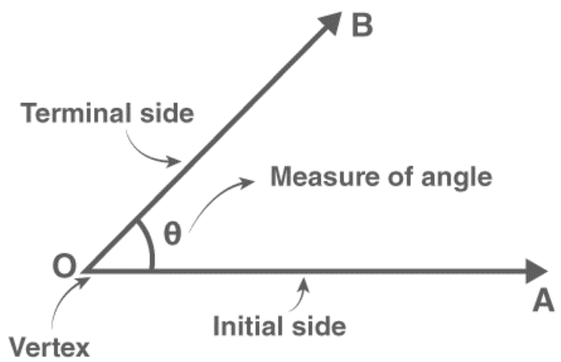
TLO 3.3 गियरच्या दिलेल्या मापदंडाच्या मापनाची प्रक्रिया समजावून सांगा. (Explain the procedure of measuring the given parameter of gear.)

TLO 3.4 दिलेल्या घटकाच्या पृष्ठभाग समाप्तीच्या परीक्षणाची प्रक्रिया वर्णन करा. (Describe procedure for examining surface finish of the given component)

TLO 3.5 कोऑर्डिनेट मेजरींग मशीन(CMM) द्वारे मापन करण्याची प्रक्रिया समजावून सांगा. (Explain procedure for measurement by CMM)

3.1 अँगुलर मेजरमेंट (Angular Measurement)-

प्रॉडक्शन इंडस्ट्री मध्ये angular Measurement महत्वाचे आहे. आपल्याला प्रॉडक्शन इंडस्ट्री मध्ये Interchangeable parts, गियर, जिग्स ,फिक्स्चर, बोअरचे टेपर्स, फ्लँक इत्यादी पार्टस चे अँगल मोजणे गरजेचे असते. दोन लाईन जेव्हा एकाच बिंदुला येऊन मिळतात तेव्हा त्या जागी होणाऱ्या आकृतीस अँगल (कोन) म्हणतात.



अँगल

आकृती 3.1.1

जर वर्तुळ 360 भागामध्ये विभागले गेले तर प्रत्येक भागाला डिग्री म्हणतात. प्रत्येक डिग्री जर 60 भागामध्ये विभागली तर प्रत्येक भागाला मिनिट(') म्हणतात आणि प्रत्येक मिनिट जर 60 भागामध्ये विभागले गेले तर प्रत्येक भागाला सेकंद (") म्हणतात.

तक्ता 3.1 डिग्री, मिनिट आणि सेकंद चे रिलेशन

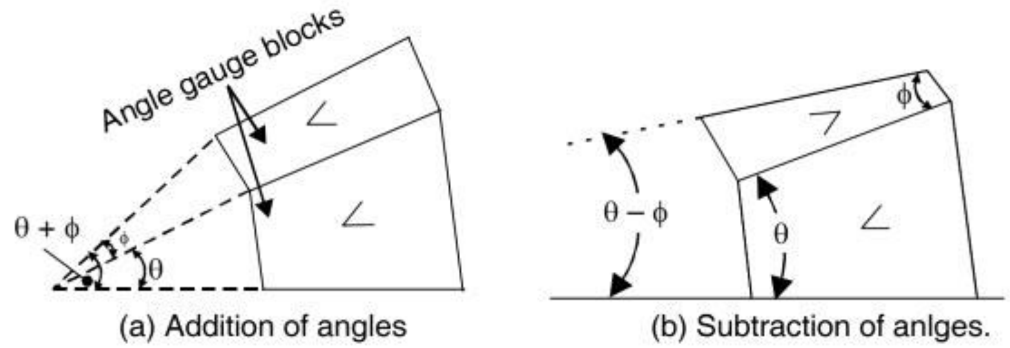
1 वर्तुळ	360 डिग्री
1 डिग्री	60 मिनिट
1 मिनिट	60 सेकंद

3.2 अँगल मोजण्यासाठी वापरण्यात येणारे इन्स्ट्रुमेंट (उपकरण)- अँगल मोजण्यासाठी खाली दिलेल्या उपकरणांचा (इन्स्ट्रुमेंट) वापर केला जातो.

1) अँगल गेजेस
2) बेव्हल प्रोट्रेक्टर
3) साइन बार
4) अँगल डेक्कर

1) **अँगल गेजेस** (Angle Gauges)

अँगल गेजेस हे high-Grade wear Resistant स्टील पासून बनवले जातात. अँगल गेज चे working principle हे स्लिप गेज सारखेच आहे. स्लिप गेज हे length मोजण्यासाठी वापरतात तर अँगल गेज हे angle मोजण्यासाठी वापरतात. अँगल गेज मध्ये एक विशेष वैशिष्ट्य आहे जे स्लिप गेज मध्ये अशक्य आहे. अँगल गेज मध्ये addition आणि subtraction दोन्ही करू शकतो तर स्लिप गेज मध्ये फक्त addition केली जाते.



अँगल ची बेरीज b)अँगल ची वजाबाकी
आकृती 3.2.1 a)

अँगल गेज हे 70 mm लांब आणि 15 mm रुंद असतात. अँगल गेज तीन संचामध्ये उपलब्ध आहेत जसे कि 6,11 आणि 16.

6 सेट अँगल गेज मध्ये सहा ब्लॉक असतात 1°,3°,5°,15°,30° & 45°

11 सेट अँगल गेज मध्ये 11 ब्लॉक असतात 1°,3°,5°,15°,30° & 45°
1’,3’,5’,20’ & 30’

16 सेट अँगल गेज मध्ये 16 ब्लॉक असतात 1°,3°,5°,15°,30° & 45°
1’,3’,5’,20’ & 30’
1”,3”,5”,20” & 30”

तक्ता 3.2 अँगल गेज सेट

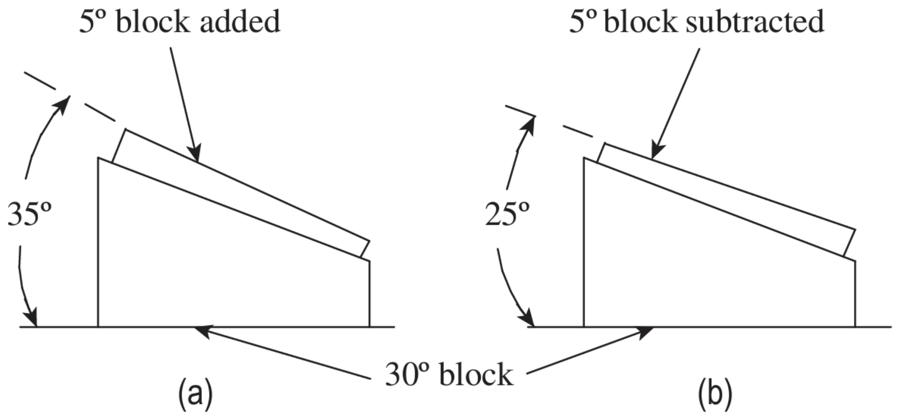
Angle Gauge Set	Block in Set
6	1°,3°,5°,15°,30° & 45°
11	1°,3°,5°,15°,30° & 45° 1’,3’,5’,20’ & 30’
16	1°,3°,5°,15°,30° & 45° 1’,3’,5’,20’ & 30’ 1”,3”,5”,20” & 30”

3.2.1 **अँगल गेज ची बेरीज आणि वजाबाकी**

खाली दिलेल्या आकृतीवरून समजते कि अँगल गेज ची बेरीज आणि वजाबाकी कशी केली जाऊ शकते.

जर 5° अँगल ब्लॉक हा 30° अँगल ब्लॉक सोबत आकृती 3.3 (a) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे ठेवल्यास अँगल ची बेरीज होते आणि परिणामी अँगल हा 35° मिळतो.

जर 5° अँगल ब्लॉक हा 30° अँगल ब्लॉक सोबत आकृती 3.3.(b) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे ठेवल्यास अँगल ची वजाबाकी होते आणि परिणामी अँगल हा 25° मिळतो.



अँगल गेज ब्लॉक a) बेरीज b) वजाबाकी

आकृती 3.2.2

3.2.2 **अँगलगेज चा उपयोग** -

- टूल रूममध्ये मोजमाप आणि कॅलिब्रेशनसाठी अँगल गेजचा वापर केला जातो.
- अँगल गेज मशीन शॉपमध्ये मशीन सेट करण्यासाठी देखील वापरले जाते.

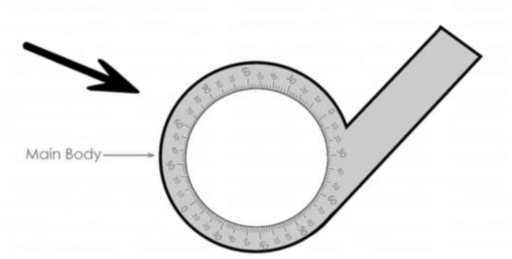
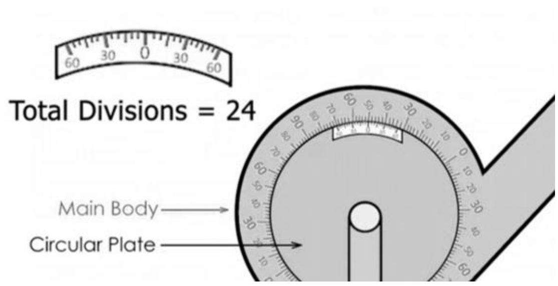
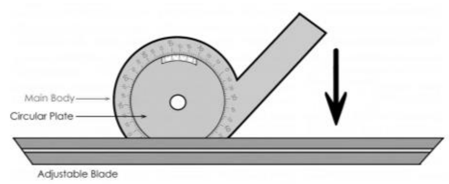
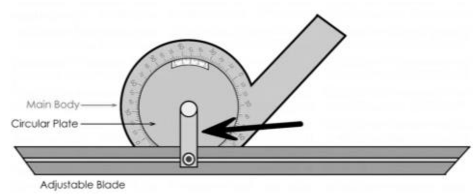
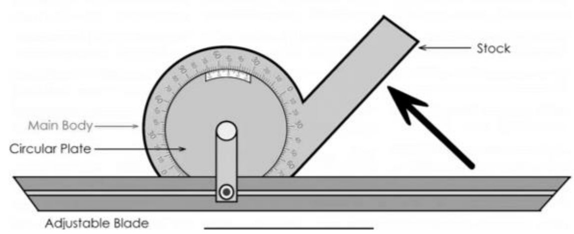
3.3 **युनिव्हर्सल बेव्हल प्रोट्रेक्टर (Universal Bevel Protractor)**

3.3.1 परिचय (Introduction)-

अँगल मोजण्यासाठी युनिव्हर्सल बेव्हल प्रोट्रेक्टर चा वापर केला जातो. सर्व टूल रूम आणि मेट्रोलॉजि लॅबोरॅटोरियस मध्ये 5 मिनिट पर्यंत accuracy असणारा बेव्हल प्रोट्रेक्टर आढळतो.

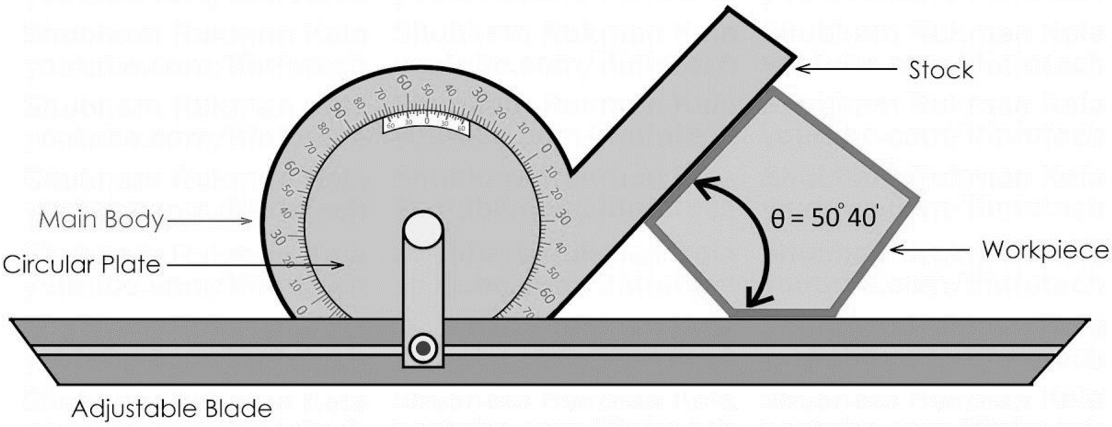
3.3.2 रचना (Construction)-

तक्ता 3.3 युनिव्हर्सल बेव्हल प्रोट्रेक्टर रचना

पार्टचे नाव	पार्टचे कार्य	आकृती
मेन बॉडी	मेन बॉडी वर जी स्केल मार्क केली आहे तिला मेन स्केल म्हणतात. या मेनस्केलवर 360 लाईन मार्क केलेल्या असतात. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे या लाईन दोन्ही बाजूला 0° ते 90° दाखवलेले असतात	
वर्तुळाकार प्लेट	मेन बॉडी फ्रेम वरती वर्तुळाकार प्लेट बसवलेली असते त्यावर जी स्केल असते तिला vernier स्केल म्हणतात . Vernier स्केल वरती झिरो लाईन च्या दोन्ही बाजूला 12 लाईन मार्क केलेल्या असतात. म्हणजे एक लाईन हि 5 मिनिट ची असते	
अडजस्टेबल ब्लेड	ज्या कॉम्पोनंट चा अँगल मोजायचा आहे त्याची एक बाजू हि अडजस्टेबल ब्लेड वर ठेवली जाते.	
लॉकिंग नट	लॉकिंग नट च्या साहाय्याने अडजस्टेबल ब्लेड हे कोणत्याही जागी लॉक करता येते.	
स्टॉक	ज्या कॉम्पोनंट चा अँगल मोजायचा आहे त्याची एक बाजू हि स्टॉक वर ठेवली जाते तर दुसरी बाजू अडजस्टेबल ब्लेड वर ठेवली जाते	

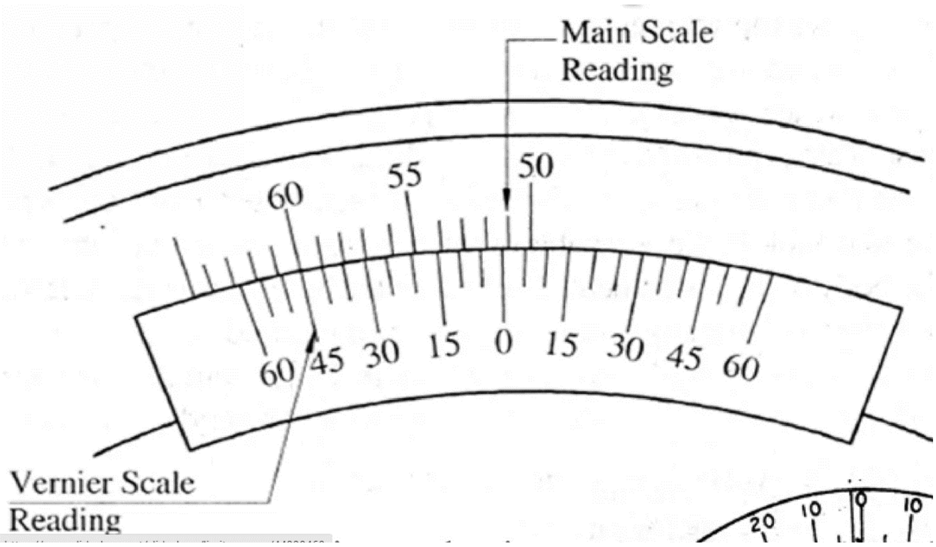
3.3.1 कार्य (Working)

ज्या कॉम्पोनंट चा अँगल चेक करायचा आहे त्याची एक बाजू हि स्टॉक वर ठेवली जाते. नंतर अडजस्टेबल ब्लेड रोटेट करून दुसरी बाजू त्यावर ठेवली जाते. आता मेन स्केल रिडिंग आणि vernier स्केल रीडिंग च्या साहाय्याने अँगल मोजला जातो. अँगल मोजण्यासाठी खालील सूत्राचा वापर केला जातो.
अँगल (ϴ) = (मेन स्केल रिडिंग) + (Vernier स्केल रिडिंग x लिस्ट काउन्ट)
vernier स्केल ची झेरॉ लाईन, मेन स्केल च्या ज्या लाईन ला मिळते ते मेन स्केल रीडिंग झाले. Vernier स्केल ची जी लाईन मेन स्केल च्या लाईन शी तंतोतंत जुळते ते vernier स्केल रिडींग झाले. एकदा मेन स्केल रिडिंग आणि vernier स्केल रिडिंग मिळाले कि आपण वरील सूत्र वापरून अँगल काढू शकतो.



युनिव्हर्सल बेव्हल प्रोट्रेक्टर
आकृती 3.3.1

3.3.2 Sample Reading



युनिव्हर्सल बेव्हल प्रोट्रेक्टर Sample Reading
आकृती 3.3.2

वरील उदाहरणामध्ये,
vernier स्केल ची झिरो लाईन, मेन स्केल च्या ज्या लाईन ला मिळते ते मेन स्केल रीडिंग
म्हणून मेन स्केल रीडिंग = 51°

Vernier स्केल ची जी लाईन मेन स्केल च्या लाईन शी तंतोतंत जुळते ते vernier स्केल रिडींग म्हणून vernier स्केल रिडींग = 9 (कारण Vernier स्केल वरची 9 नंबर ची लाईन हि मेन स्केल ला तंतोतंत जुळते.)

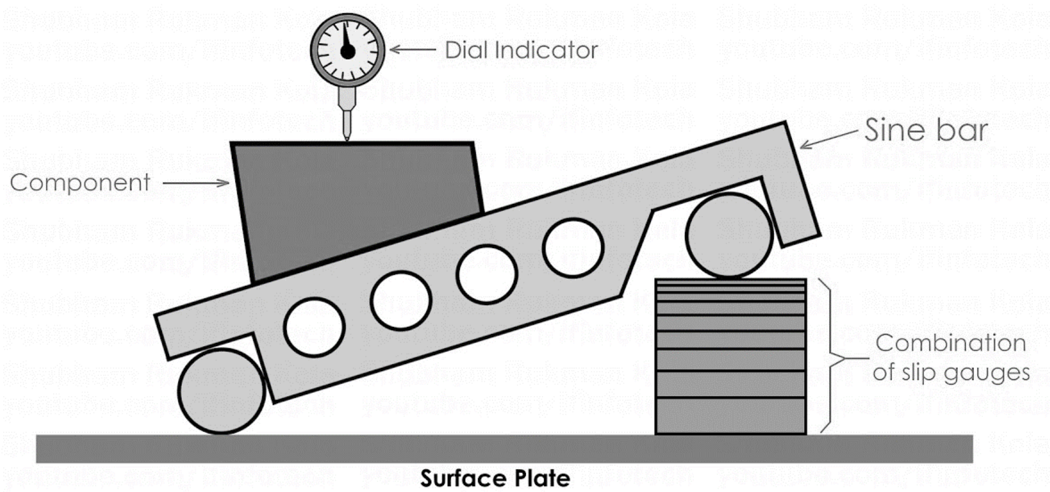
म्हणून ,अँगल (Ɵ) = (मेन स्केल रिडिंग) + (Vernier स्केल रिडिंग x लिस्ट काउन्ट)

अँगल (Ɵ) = (51°) + (9 x 5')

= 51°45'

3.4 साइन बार (Sin Bar) -

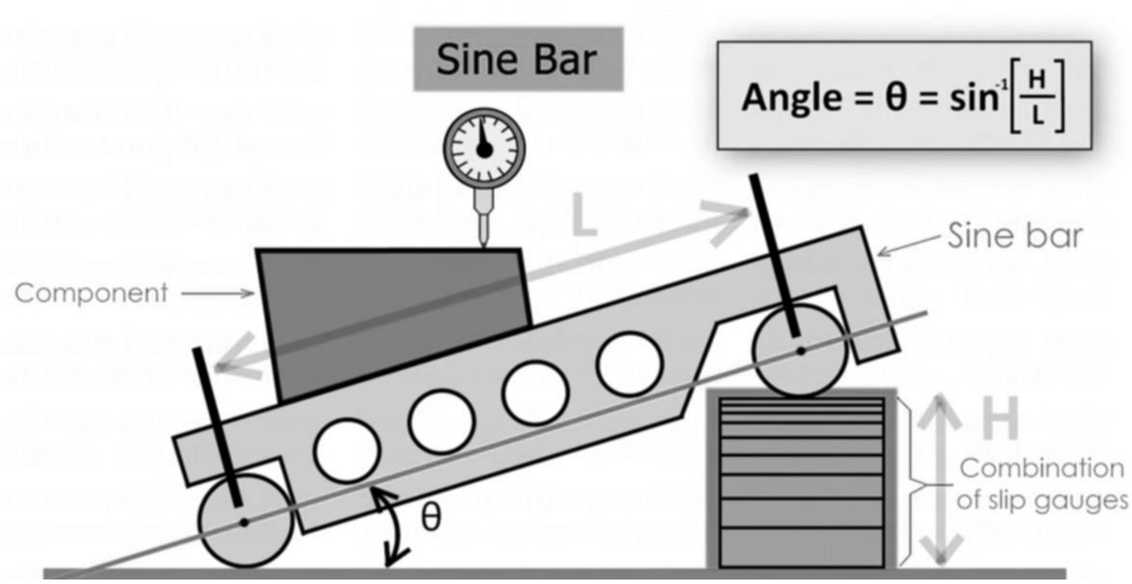
कॉम्पोनंट चा अँगल मोजण्यासाठी साइन बार चा उपयोग केला जात. साइन बार हा hardened स्टील मटेरियल पासून बनवला जातो. साइन बार च्या end ला दोन रोलर जोडलेले असतात. हे दोन रोलर equal diameter चे असतात व त्यांचे axis एकमेकांना parallel असतात. दोन रोलर मधील अंतर म्हणजे साइन बार ची साईझ उदारणार्थ 100, 200, or 300mm. साइन बार चे वजन कमी करण्यासाठी त्यामध्ये होल केले जातात. अँगल मोजण्यासाठी साइन बार बरोबरच स्लिप गेजेस आणि हाइट गेजेस चा वापर केला जातो. एकट्या साइन बार ने अँगल मोजू शकत नाही.



साइन बार रचना (Construction)

आकृती 3.4.1

3.4.1 कार्य (Working) -



साइन बार Working
आकृती 3.4.2

अँगल मोजण्यासाठी साइन बार चा एक रोलर हा सरफेस प्लेट वरती ठेवला जातो तर दुसरा रोलर हा स्लिप गेजेस वर ठेवला जातो. ज्या कॉम्पोनन्ट चा अँगल मोजायचा आहे तो कॉम्पोनन्ट साइन बार वरती ठेवला जातो. डायल गेज च्या साहाय्याने कॉम्पोनन्ट चा वरचा भाग हा सरफेस प्लेट ला समांतर आहे का नाही हे चेक केले जाते. डायल गेज हा कॉम्पोनन्ट च्या upper surface वरून फिरवला जातो. डायल गेज च्या मदतीने आपल्याला समजते कि कॉम्पोनन्ट चा वरचा भाग हा surface प्लेट ला पॅरलल (Parallel) आहे का नाही. स्लिप गेजेस add किंव्हा remove करून हाइट (Height) अड्जस्ट करू शकतो. जोपर्यंत आपल्याला डायल गेज वर झिरो रिडींग येत नाही तोपर्यंत आपल्याला स्लिप गेजेस च्या हाईट अड्जस्ट करायच्या आहेत. जेव्हा डायल गेज चे रिडींग झिरो येईल याचा अर्थ कॉम्पोनन्ट चा अँगल आणि साइन बार चा अँगल equal आहे.

आता trigonometry Function चा वापर करून आपण अँगल find करू शकतो,

$$\text{Sin}\,\theta = \frac{\text{समोरची बाजू}}{\text{कर्ण}}$$

$$\text{Sin}\,\theta = \frac{H}{L}$$

$$\theta = \sin^{-1}\frac{H}{L}$$

Where,
H = स्लिप गेजेसची हाईट (mm)
L = साइन बार ची लांबी(mm)

3.4.2 साइन बार चे फायदे-

1) अँगल मोजण्याचे हे अचूक साधन आहे
2) डिझाइन (Design) आणि कंस्ट्रक्शन सोपे आहे

3) हे सहज उपलब्ध आहे

3.4.3 साइन बारचे तोटे

1) 45 अंशांच्या वर साइन बार वापरू शकत नाही.
2) स्लिप गेजची लावणे किचकट (Difficult)आहे.
3) दोन रोलर्समधील निश्चित अंतरामुळे त्याचा वापर मर्यादित आहे.

3.4.4 साईन बारचा वापर 45° वरील कोन मोजण्यासाठी केला जात नाही- कारण

आपल्याला माहिती आहे,

$$\mathrm{Sin}\,\theta = \frac{H}{L}$$

$$\mathrm{H} = \mathrm{L}\sin\theta$$

Differentiate the above equation,

$$\frac{dh}{d\theta} = \mathrm{Sin}\,\theta\frac{dl}{d\theta} + L\,\mathrm{Cos}\,\theta$$

$$dh = \mathrm{Sin}\,\theta\, dl + L\,\mathrm{Cos}\,\theta\;\; d\theta$$

$$dh - \mathrm{Sin}\,\theta\, dl = L\,\mathrm{Cos}\,\theta\;\; d\theta$$

$$d\theta = \frac{dh}{L\,\mathrm{Cos}\,\theta} - \frac{\mathrm{Sin}\,\theta\, dl}{L\,\mathrm{Cos}\,\theta}$$

Adjust sinΘ in the above equation

$$d\theta = \frac{dh\,\mathrm{Sin}\,\theta}{L\,\mathrm{Cos}\,\theta\,\mathrm{Sin}\,\theta} - \frac{\mathrm{Sin}\,\theta\, dl}{L\,\mathrm{Cos}\,\theta}$$

$$d\theta = \;tan\theta\left(\frac{dh}{L\,\mathrm{Sin}\,\theta} - \frac{dl}{L}\right)$$

We know that h= LSin θ

Therefore

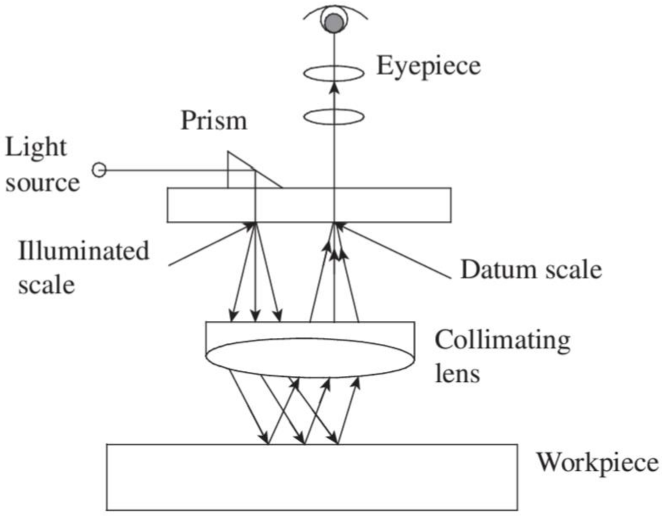
$$d\theta = \;tan\theta\left(\frac{dh}{h} - \frac{dl}{L}\right)$$

dθ ला अँगल मधील error म्हणतात. वरील equation वरून असे लक्षात येते error dΘ हे tanθ च्या समप्रमाणात आहे. म्हणजे tanθ ची किंमत वाढली तर error सुद्धा वाढणार. आपल्याला माहिती आहे tan(0°)=0 & tan(45°)=1 जर Θ जास्त असेल तर tanθ पण जास्त असेल याचाच अर्थ dΘ पण जास्त असेल. म्हणून साइन बार चा वापर हा 45° पेक्षा जास्त कोन मोजण्यासाठी केला जात नाही.

3.5 अँगल डेक्कर- लहान अँगल अचूकतेने मोजण्यासाठी अँगल डेक्कर चा वापर केला जातो.

3.5.1 रचना (Construction) –

आकृतीत 3.5.1 मध्ये दाखवल्याप्रमाणे अँगल डेक्कर मध्ये लाईट सोर्स, प्रिझम, ग्लास स्क्रीन ग्रॅटिक्युल, इल्युमिनेटेड स्केल,कोलिमेटिंग लेन्स,बेस (ज्यावर वर्कपीस ठेवला आहे), डेटम स्केल आणि आयपीस यांचा समावेश आहे.



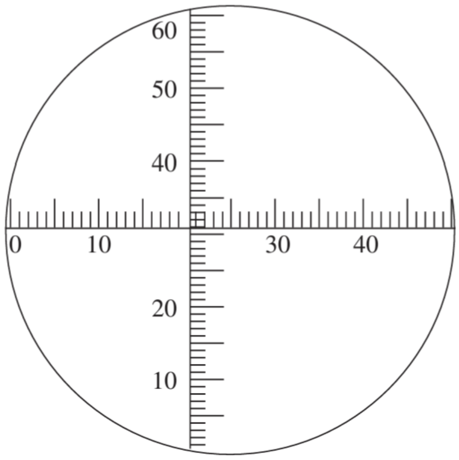
अँगल डेक्कर

आकृती 3.5.1

3.5.2 Working-

प्रकाश बीम प्रकाश स्रोत पासून निर्देशित करतो. हा प्रकाश बीम प्रिझममधून काचेच्या पडद्याच्या ग्रॅटिक्युलमधून जातो . काचेच्या पडद्यावर ग्रेटिक्युल स्केल आहे. नंतर प्रकाश बीम कोलिमेटिंग लेन्समधून जातो आणि वर्कपीसच्या पृष्ठभागावर पडतो. वर्कपीसच्या पृष्ठभागावरून परावर्तित झाल्यानंतर तो कोलिमेटिंग लेन्सद्वारे पुन्हा डेटम स्केल मधून जातो आणि तो आयपीसवर पाहिला जातो.

आयपीसवर, आपण डेटम स्केल आणि इल्युमिनेट स्केल या दोन स्केलचे निरीक्षण करतो. या दोन स्केल एकमेकांना 90 डिग्री अंशात असतात. या स्केल ज्या पॉईंट ला छेदतात ते म्हणजे अँगल मध्ये असणारे डेव्हिएशन (Deviation) होय. 1 मिनिट पर्यंत अँगल मध्ये असणारे डेव्हिएशन आपण कोणत्याही micrometer शिवाय वाचू शकतो.



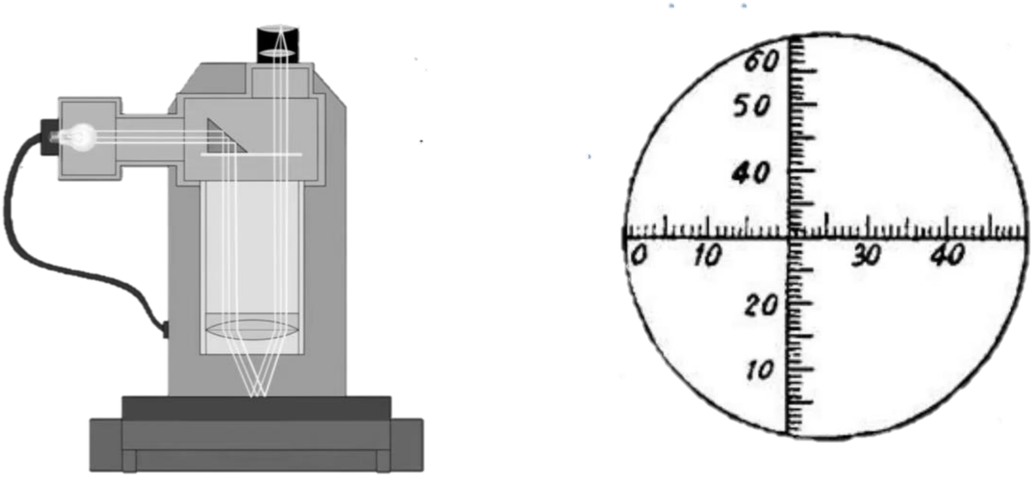
अँगल डेक्कर Intersecting स्केल

आकृती 3.5.2

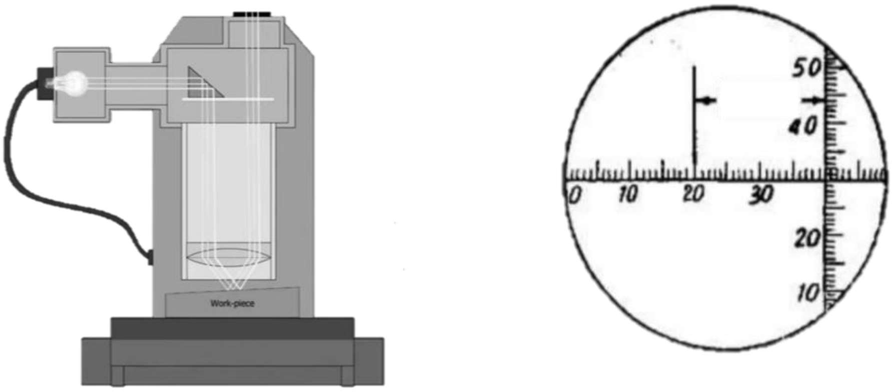
3.5.3 उपयोग

1) अँगल डेक्कर चा उपयोग मशीन ची alignment अचूक करण्यासाठी होतो.
2) अँगल गेजेस चे व्हेरिफिकेशन करण्यासाठी वापरतात.
3) इतरांबरोबर ची angular movement ओळखण्यासाठी याचा उपयोग होतो.

3.5.4 Sample Reading-



sample Reading अँगल डेक्कर
आकृती 3.5.3.1



sample Reading अँगल डेक्कर
आकृती 3.5.3.2

सुरवातीला वर्कपीस नसताना रिडींग घेतले, त्याला झिरो रिडींग म्हणतात. Intersecting स्केल वर जर आपण पहिले तर आपल्याला असे दिसले कि 20 division ला स्केल intersect झाली आहे.

आता बेस वरती वर्कपीस ठेवा आणि रिडींग घ्या. आता आपल्याला असं लक्षात आलं कि vertical लाईन हि उजव्या बाजूला शिफ्ट झाली आहे आणि 40 division ला स्केल intersect झाली आहे. त्यामुळे angular डेव्हिएशन = 40-20 = 20 मिनिट.

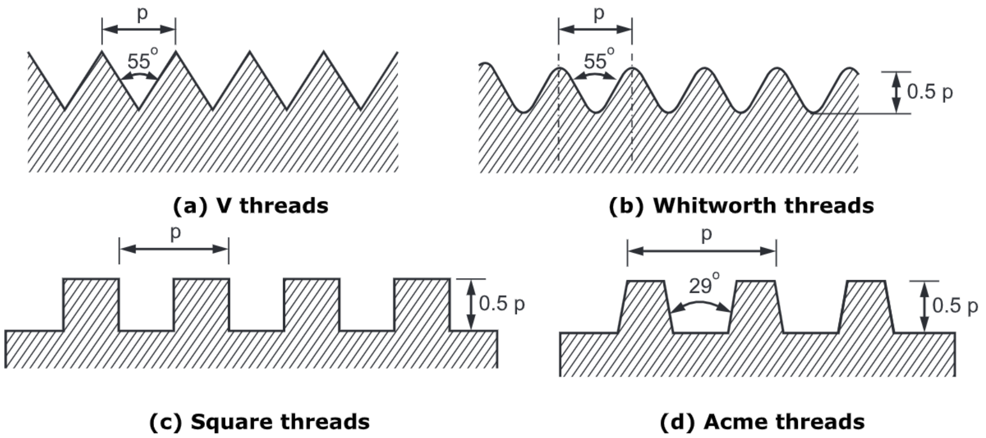
3.6 स्क्रू थ्रेड (Screw Thread) measurement –

3.6.1 Introduction-

- स्क्रू थ्रेड्स फास्टनर्स म्हणून वापरले जातात उदाहरणार्थ नट आणि बोल्ट.

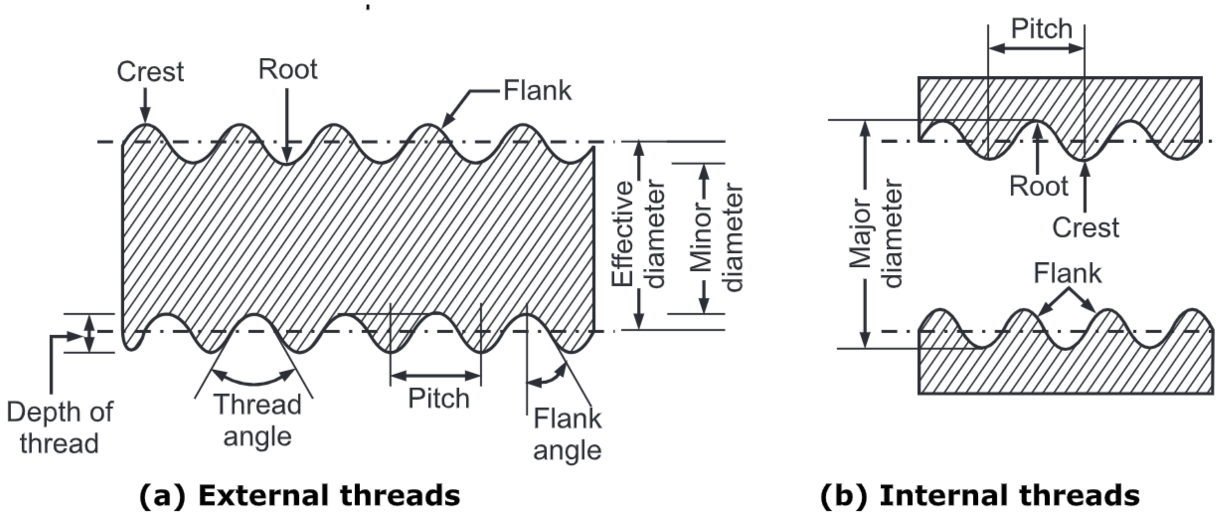
- स्क्रू थ्रेडचे दुसरे कार्य म्हणजे पॉवर ट्रान्समिट करणे. उदाहरणार्थ, लेथ मशीनचे लीड स्क्रू, स्क्रू जॅक पंक्चर झालेले टायर उचलण्यासाठी ऑटोमोबाईलमध्ये वापरले जातात.
- स्क्रू थ्रेड्सचा वापर मायक्रोमीटरसारख्या उपकरणांमध्ये केला जातो.

3.6.2 स्क्रू थ्रेड प्रोफाइलचे प्रकार-



स्क्रू थ्रेड प्रोफाइलचे प्रकार
आकृती 3.6.1

3.7 स्क्रू थ्रेड टर्मिनॉलॉजि (Screw Thread Terminology) -



स्क्रू थ्रेड टर्मिनॉलॉजि
आकृती 3.7.1

थ्रेड ऍक्सिस (Thread Axis) - हि एक इमॅजिनरी लाईन आहे जी स्क्रू च्या सेन्टर मधून जाते.
फॉर्म ऑफ थ्रेड (Form of Thread)- स्क्रू प्रोफाइल च्या शेप (आकार)ला फॉर्म ऑफ थ्रेड म्हणतात.
पीच(Pitch)- थ्रेड वरील कोणत्याही एका पॉईंट पासून ते दुसऱ्या थ्रेड वरील त्याच पॉईंट मधील अंतर म्हणजे पीच होय.
लीड (Lead)- एका रेव्होल्यूशन मध्ये थ्रेड ने ट्रॅव्हल केलेलं axial डिस्टन्स म्हणजे लीड होय.
क्रेस्ट (Creast)- जर बोल्ट असेल तर थ्रेड च्या मेजर डायमीटर ला क्रेस्ट म्हणतात. जर नट असेल तर थ्रेड च्या मायनर डायमीटर ला क्रेस्ट म्हणतात.

रूट (Root)- जर बोल्ट असेल तर थ्रेड च्या मायनर डायमीटर ला रूट म्हणतात. जर नट असेल तर थ्रेड च्या मेजर डायमीटर ला रूट म्हणतात.

फ्लँक (Flank)- क्रेस्ट आणि रूट ला जोडणाऱ्या Straight edge ला फ्लँक म्हणतात.

मेजर डायमीटर (Major Diameter)- हा एक इमॅजिनरी सिलेंडरचा व्यास आहे. जर एक्सटर्नल थ्रेड असेल तर क्रेस्ट ला टच करतो. जर इंटरनल थ्रेड असेल तर रूट ला टच करतो.

मायनर डायमीटर (Minor Diameter)- हा एक इमॅजिनरी सिलेंडरचा व्यासआहे. जर एक्सटर्नल थ्रेड असेल तर रूट ला टच करतो. जर इंटरनल थ्रेड असेल तर क्रेस्ट ला टच करतो.

Effective डायमीटर- हा एक इमॅजिनरी सिलेंडरचा व्यासआहे. जो थ्रेड च्या फ्लँक ला अशा प्रकारे छेदतो कि थ्रेड मधील रुंदी आणि थ्रेड ची रुंदी सारखीच असते.

थ्रेड अँगल (Thread Angle)- थ्रेड च्या फ्लँक मधील अँगल ला थ्रेड अँगल म्हणतात.

हेलिक्स अँगल (Helix Angle)- थ्रेड च्या हेलिक्स ने पीच लाईन शी केलेल्या अँगल ला हेलिक्स अँगल म्हणतात.

Depth ऑफ थ्रेड - थ्रेडच्या क्रेस्ट आणि थ्रेडच्या रूट मधील अंतरला Depth ऑफ थ्रेड म्हणतात.

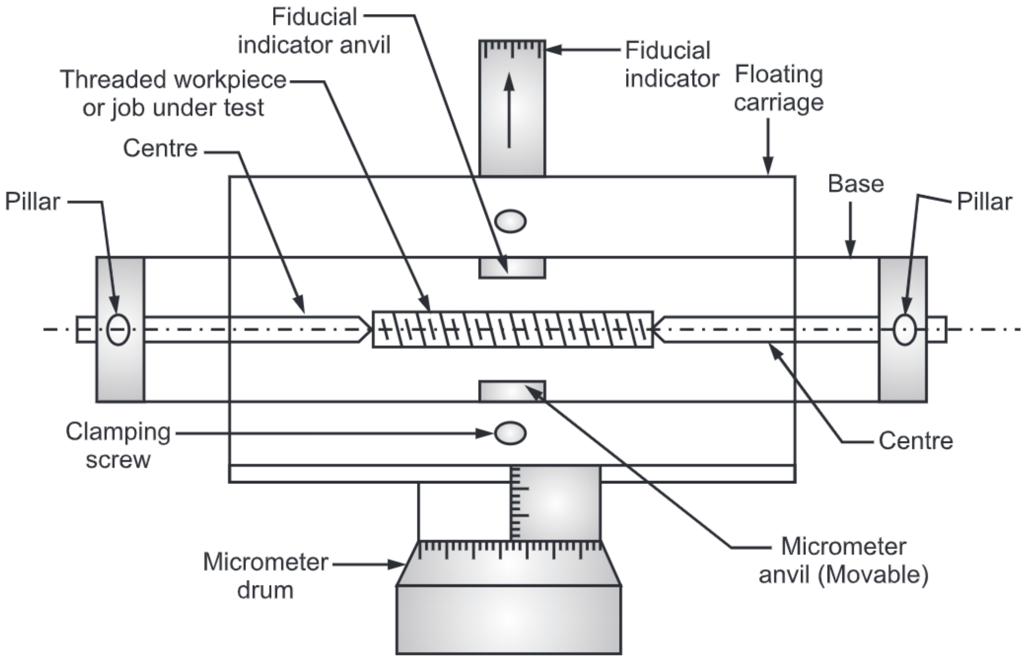
अडेंडम (addendum)- जर एक्सटेर्नल थ्रेड असेल तर, मेजर सिलेंडर आणि पीच सिलिंडर मधील रेडिअल डिस्टन्स म्हणजे addendum होय.

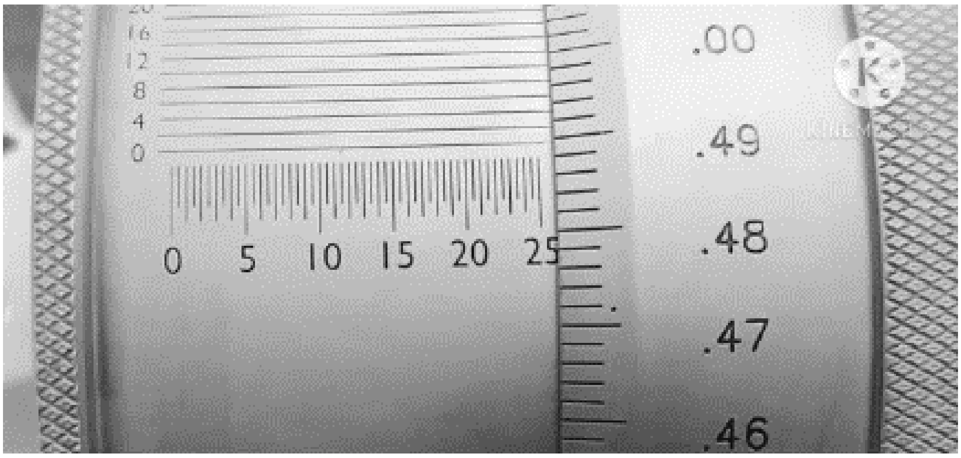
जर इंटरनल थ्रेड असेल तर, मायनर सिलेंडर आणि पीच सिलिंडर मधील रेडिअल डिस्टन्स म्हणजे addendum होय.

डिडेंडम (Dedendum)- जर एक्सटेर्नल थ्रेड असेल तर, मायनर सिलेंडर आणि पीच सिलिंडर मधील रेडिअल डिस्टन्स म्हणजे Dedendum होय.

जर इंटरनल थ्रेड असेल तर, मेजर सिलेंडर आणि पीच सिलिंडर मधील रेडिअल डिस्टन्स म्हणजे Dedendum होय.

3.8 फ्लोटिंग कॅरेज मायक्रोमीटर-





फ्लोटिंग कॅरेज मायक्रोमीटर
आकृती 3.8.1

3.8.1 Working प्रिंसिपल -

फ्लोटिंग कॅरेज मायक्रोमीटर हे नट आणि बोल्ट च्या तत्वावर काम करते. मायक्रोमीटर चा ड्रम जर एक रिव्होल्यूशन रोटेट केला तर तो पीच इतकं डिस्टन्स linear मध्ये ट्रॅव्हल करतो. ड्रम आणि मुख्य स्केलवर कोरलेल्या विभागांची संख्या वापरून हे डिस्टन्स मोजले जाते.

3.8.2 रचना (Construction)- यात मुख्य तीन-युनिट असतात
पहिलं कॅरेज- हा कास्ट आयर्नचा बेस आहे. त्यावर दोन पिलर आणि सेंटर बसवलेला असतो.
दुसरं कॅरेज- याला लोअर कॅरेज असेही म्हणतात. लोअर कॅरेज हे पहिल्या कॅरेजवर बसवलेले असते. हे थ्रेड ऍक्सिस ला Parallel मूव्ह होते.
तिसरं कॅरेज- याला अप्पर कॅरेज असेही म्हणतात. अप्पर कॅरेज हे दुसऱ्या कॅरेजवर बसवलेले असते. हे थ्रेड ऍक्सिस ला Perpendicular मूव्ह होते.आकृतीमध्ये दाखवल्याप्रमाणे अप्पर कॅरेजमध्ये एका बाजूला मायक्रोमीटर अँन्विल आणि दुसऱ्या बाजूला फिड्युशियल इंडिकेटर असते.

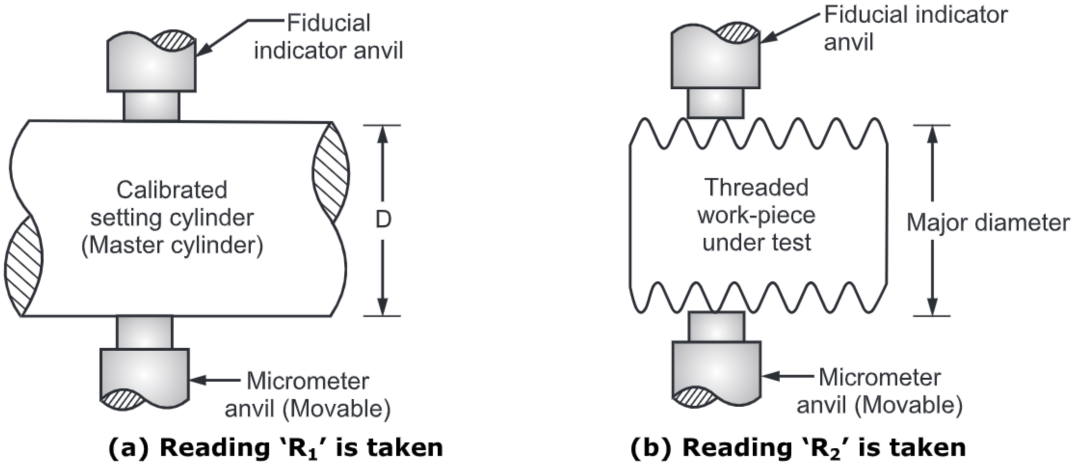
3.8.3 फ्लोटिंग कॅरेज चे रिडिंग –

तक्ता 3.4 फ्लोटिंग कॅरेज LC

Sr No	Scale	The smallest division on the main scale	Number of divisions on the next scale	LC
1	Main Scale	0.5 mm	-	0.5 mm
2	Circular Scale	0.5 mm	250	0.5/250 =0.002 mm
3	Vernier Scale	0.002	10	0.002/10 =0.0002 mm

3.8.4 Working -

3.8.4.A) फ्लोटिंग कॅरेज वापरून मेजर डायमीटर चे Measurement -

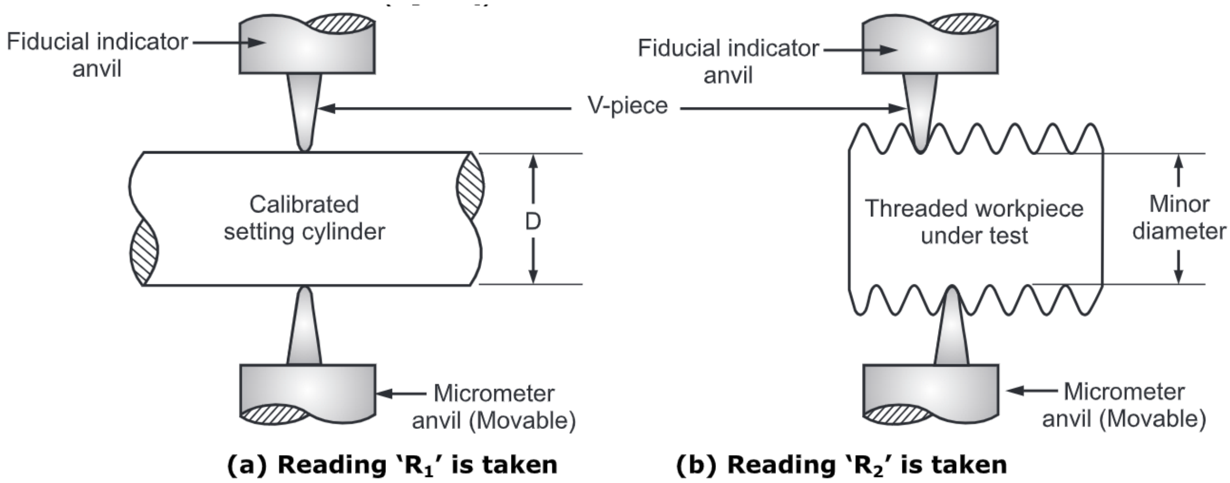


मेजर डायमीटर चे Measurement
आकृती 3.8.3

- मास्टर सिलेंडर घ्या ज्याचा डायमीटर अंदाजे थ्रेड़ेड वर्कपीसच्या मेजर डायमीटर इतका असेल.
- मास्टर सिलेंडरचा डायमीटर D1 आहे (D1 ची किंमत लिहून घ्या)
- आता आकृती 3.8.3 (a) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे मास्टर सिलेंडर दोन सेंटर मध्ये ठेवा आणि रीडिंग घ्या (R1).
- आता आकृती आकृती 3.8.3 (b) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे थ्रेडेड वर्कपीस दोन सेंटर मध्ये ठेवा आणि रीडिंग घ्या(R2.)
- आता खालील सूत्र वापरून, मेजर डायमीटर ची किंमत काढा,

$$D_{Major} = D1 \pm (R2-R1)$$

3.8.4.B) फ्लोटिंग कॅरेज वापरून मायनर डायमीटर चे Measurement –



मायनर डायमीटर चे Measurement
आकृती 3.8.4

- मास्टर सिलेंडर घ्या ज्याचा डायमीटर अंदाजे थ्रेड़ेड वर्कपीसच्या मायनर डायमीटर इतका असेल.

- मास्टर सिलेंडरचा डायमीटर D1 आहे (D1 ची किंमत लिहून घ्या)
- आता आकृती 3.8.4 (a) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे मास्टर सिलेंडर दोन सेंटर मध्ये ठेवा आणि रीडिंग घ्या (R1).
- आता आकृती 3.8.4 (b) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे थ्रेडेड वर्कपीस दोन सेंटर मध्ये ठेवा आणि रीडिंग घ्या(R2.)
- आता खालील सूत्र वापरून, मायनर डायमीटरची किंमत काढा,

$$D_{Minor} = D1 \pm (R2-R1)$$

3.8.4.C) फ्लोटिंग कॅरेज वापरून Effective डायमीटर चे Measurement (Two Wire Method)-

- आकृती 3.8.5 मध्ये दखवल्याप्रमाणे वर्कपीसदोन सेंटर मध्ये ठेवा.
- थ्रेड च्या फ्लॅंक मध्ये दोन वायर ठेवा. ज्या वायर चा डायमीटर एकसारखा आहे.
- वायर असताना रिडिंग घ्या (जे M ने दर्शवा)
- वायर नसताना डायमीटर T = M – 2d
- आता खालील सूत्राचा वापर करून Effective डायमीटर काढा,

$$E= T+P$$

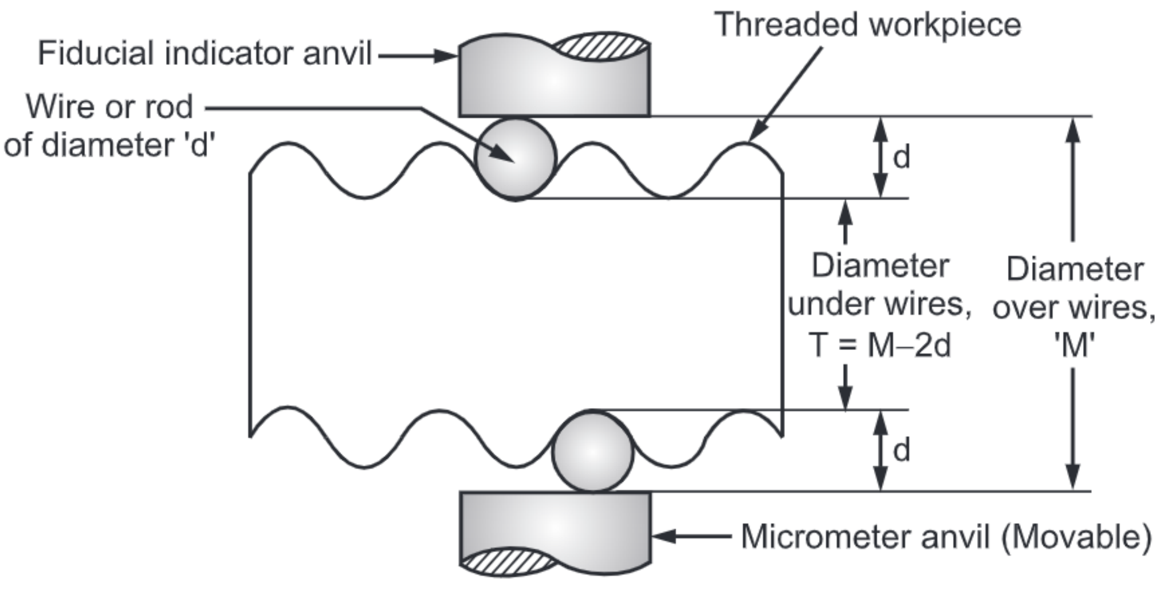
येथे,

E= Effective डायमीटर (mm)

T= वायर नसताना डायमीटर (mm)

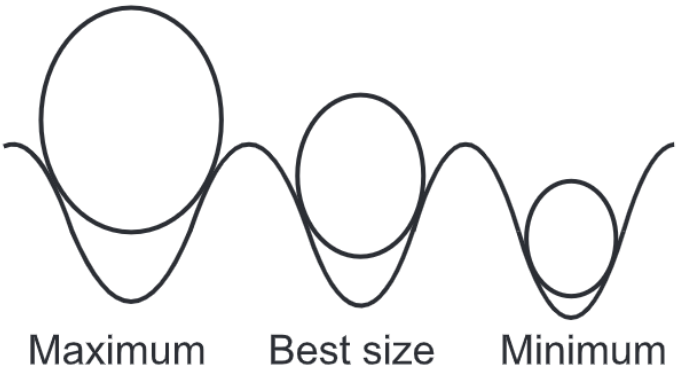
P= पीच value (mm)

(पिच व्हॅल्यू थ्रेडच्या प्रकारावर, थ्रेडची पिच आणि वायरचा डायमीटर यावर अवलंबून असते उदा. मेट्रिक थ्रेडसाठी पिच value = (0.86602*पिच)- वायरचा डायमीटर (d))



Effective डायमीटर चे Measurement
आकृती 3.8.5

3.9 Effective डायमीटर मोजण्यासाठी सर्वोत्तम आकाराच्या वायरची निवड



सर्वोत्तम आकाराची वायर

आकृती 3.9.1

पिच डायमीटरवरील थ्रेडला स्पर्श करणाऱ्या वायर ला "सर्वोत्तम आकाराचे" वायर म्हणून ओळखले जाते. अशा वायर वापरल्या जातात कारण पिच डायमीटरचे मोजमाप थ्रेडच्या कोनात उपस्थित असलेल्या त्रुटींमुळे कमीत कमी होते. सर्वोत्तम आकाराची वायर वापरल्यास Effective डायमिटरच्या मोजमापाची अचूकता जास्त असते. G हे अक्षर मोजण्याच्या वायरचा डायमीटर दर्शवते.

तक्ता 3.5 सर्वोत्तम आकाराच्या वायरची निवड

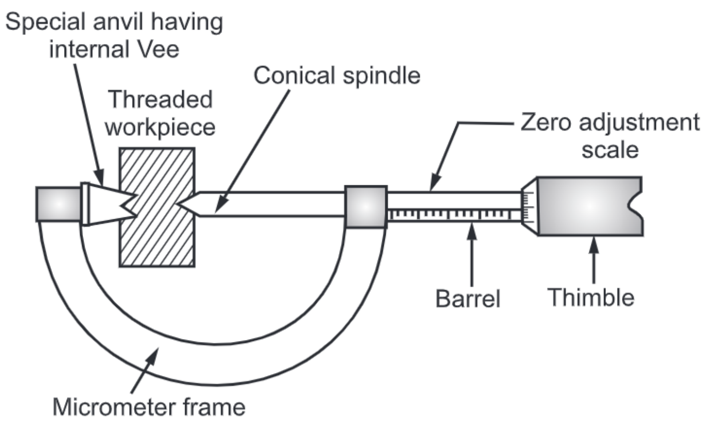
Tread Profile	**The approximate formula for Best Size Wires is**
For 60° threads Best Size Wires	$G=\frac{0.57735}{n}$ or 0.57735p
For 55° threads Best Size Wires	$G=\frac{0.56369}{n}$ or 0.56369p
For 40° threads Best Size Wires	$G=\frac{0.53208}{n}$ or 0.53208p
For 29° threads Best Size Wires	$G=\frac{0.51645}{n}$ or 0.51645p

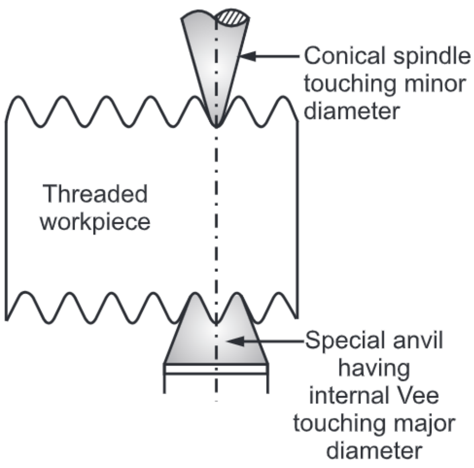
येथे,

n = प्रति इंच थ्रेड्सची संख्या

p= पीच (1/n)

3.10 Effective डायमीटर मापनासाठी स्क्रू थ्रेड मायक्रोमीटर-

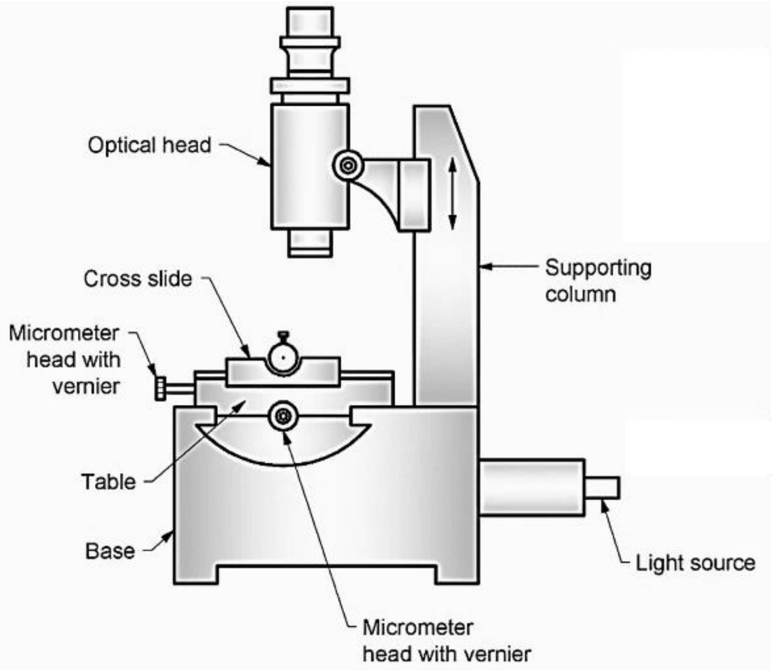


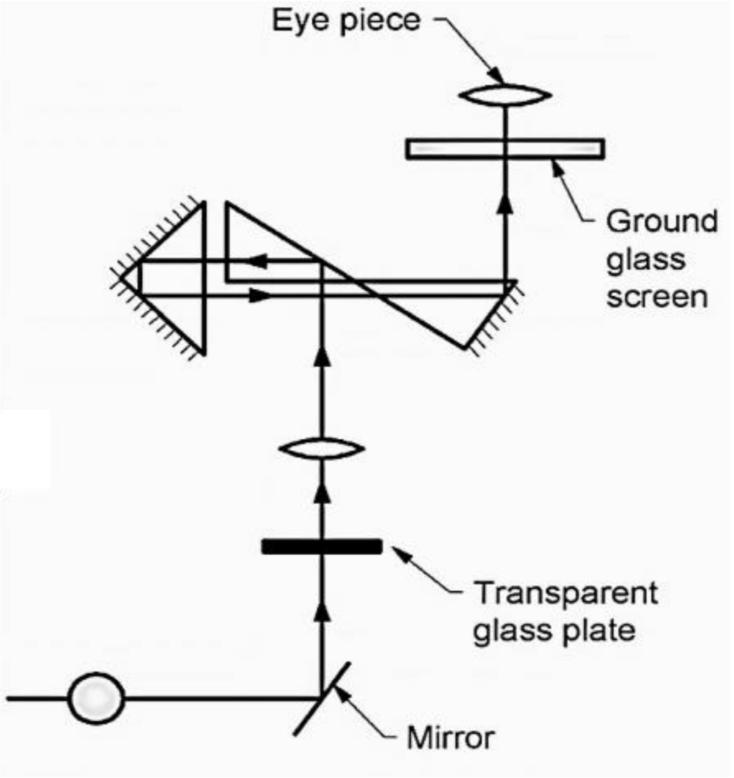


स्क्रू थ्रेड मायक्रोमीटर
आकृती 3.10.1

- हे एका साध्या मायक्रोमीटरसारखे आहे, परंतु एनव्हिल्सचे टोक Vee आकाराचे असतात.
- थ्रेड चा फ्लँक हा V शेप च्या कॉन्टॅक्ट मध्ये येईल याची काळजी घ्या.
- वेगवेगळ्या थ्रेड साठी वेगवेगळ्या एनव्हिल्सचे सेट असतात.
- या पद्धतीमध्ये, एका बाजूला मेजर डायमीटर आणि दुसऱ्या बाजूला मायनर डायमीटर यांच्यामध्ये मोजमाप केले जाते. म्हणून प्रत्यक्षात मोजलेली value हि Effective डायमीटर ची किंमत आहे.
- जेव्हा थ्रेडेड वर्कपीस स्क्रू थ्रेड मायक्रोमीटर ॲन्व्हिल्समध्ये धरला जातो तेव्हा मायक्रोमीटर रीडिंग थेट स्क्रू थ्रेडच्या Effective डायमीटरची किंमत दर्शवते.

3.11 टूल मेकर्स मायक्रोस्कोप

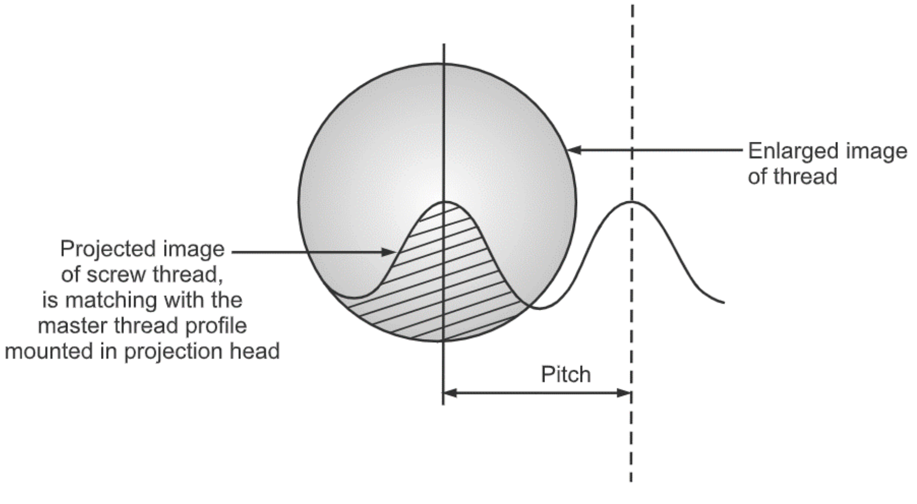


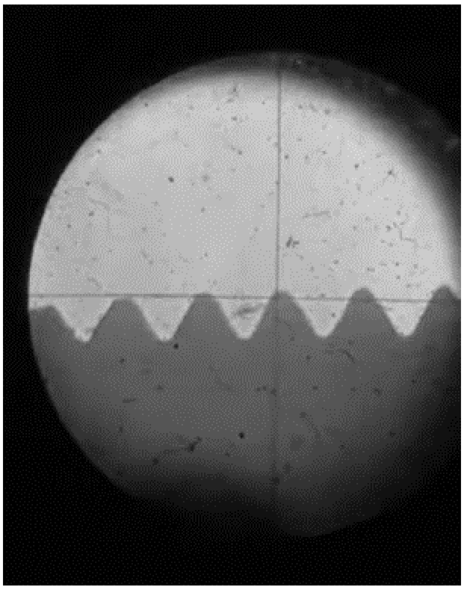


टूल मेकर्स मायक्रोस्कोप
आकृती 3.11.1

- थ्रेडेड वर्कपीस काचेच्या टेबलवर ठेवली जाते.
- प्रकाश स्रोतातील प्रकाशाचा किरण आरशाद्वारे 90° पर्यंत परावर्तित होतो
- ते नंतर पारदर्शक काचेच्या प्लेटमधून जाते.
- वर्कपीसची छाया प्रतिमा (shadow image) ग्राउंड ग्लास स्क्रीनवर तीन प्रिझमच्या प्रणालीद्वारे प्रक्षेपित केली जाते.निरीक्षणे आयपीसद्वारे केली जातात.
- मोजमाप ग्राउंड ग्लासच्या पडद्यावर कोरलेल्या क्रॉस रेषा वापरून केले जातात.
- स्क्रीन 360° मधून फिरवली जाऊ शकते; रोटेशनचा कोन (angle of rotation) सहायक आयपीसद्वारे (auxiliary eyepiece) वाचला जातो.

3.11.1 टूलमेकर मायक्रोस्कोपद्वारे पिच मापन





टूलमेकर मायक्रोस्कोपद्वारे पिच मापन
आकृती 3.11.2

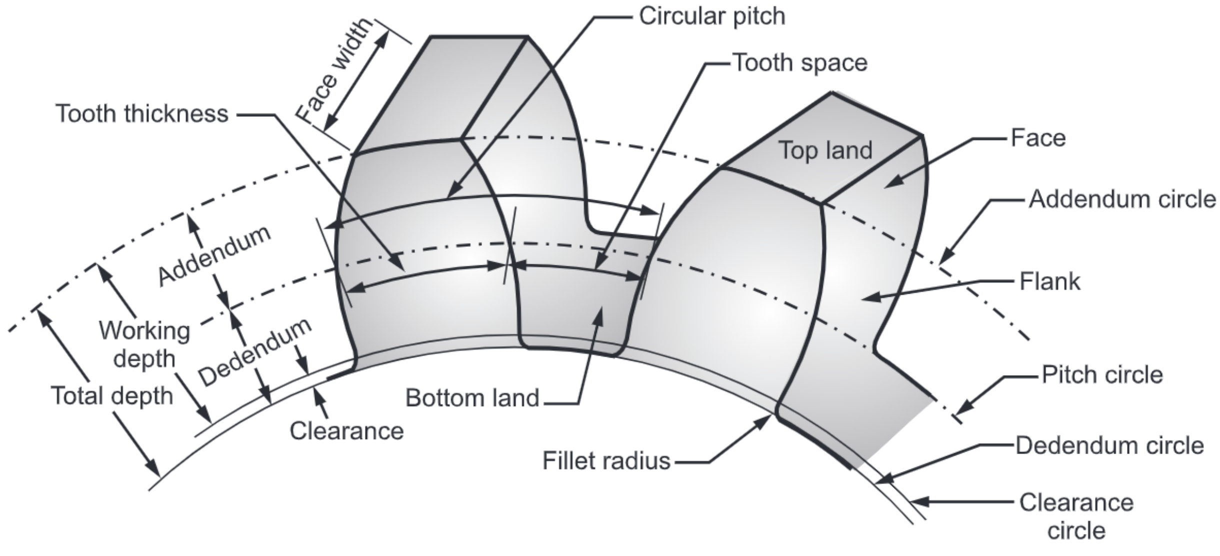
- हॅकसॉ ब्लेड घ्या आणि ते टूल मेकरच्या मायक्रोस्कोपच्या moving ब्लेडवर आडव्या स्थितीत माउंट करा.
- ब्लेडवर मायक्रोस्कोप फोकस करा.
- मायक्रोस्कोपमधील क्रॉस लाइन ब्लेडच्या एका edge शी एकरूप (coincide) करा.
- ग्राउंड ग्लास स्क्रीनवर वाचन घ्या, हे प्रारंभिक वाचन (initial reading) आहे.
- ब्लेडची पुढची edge स्क्रीनवरील क्रॉस-लाइनशी Coincide होईपर्यंत टेबल move करा. आता अंतिम वाचन (Final reading) घ्या.
- प्रारंभिक (Initial) आणि अंतिम (Final) वाचनामधील फरक म्हणजे हॅकसॉ ब्लेड चे पीच होय.

3.11.2 टूलमेकर मायक्रोस्कोपचा वापर

- स्क्रू थ्रेडच्या पिचचे मापन करण्यासाठी
- स्क्रू थ्रेडच्या मेजर आणि मायनर डायमीटर चे मोजमाप करण्यासाठी.
- स्क्रू थ्रेडच्या Effective डायमीटरचे मापन करण्यासाठी.
- कोनांचे मापन करण्यासाठी
- थ्रेड फॉर्मची मास्टर प्रोफाइलशी तुलना करण्यासाठी.

3.12 गियर Measurement –

3.12.1 गियर टर्मिनॉलॉजि

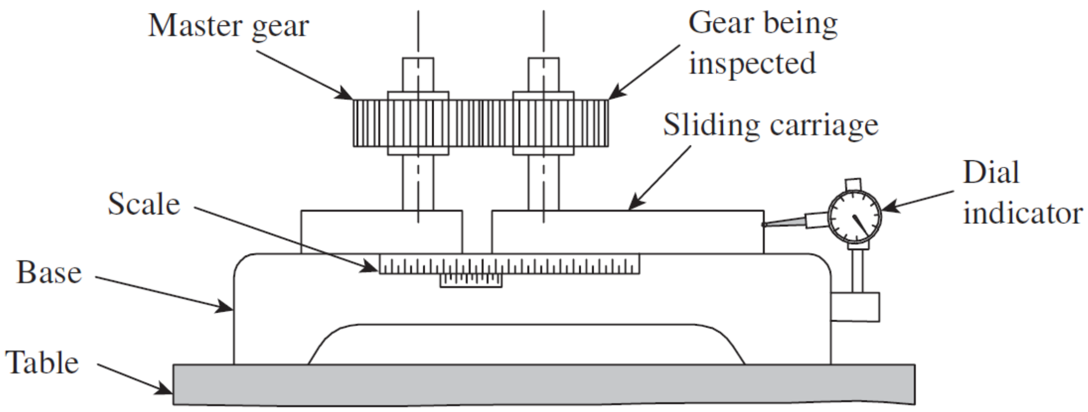


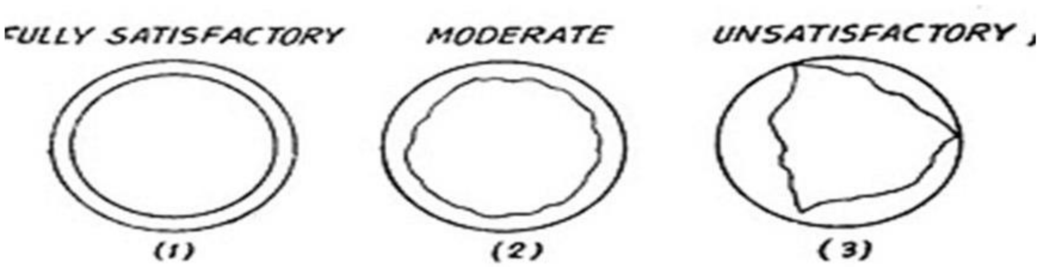
गियर टर्मिनॉलॉजि
आकृती 3.12.1

बेस सर्कल (Base Circle**)**: बेस सर्कल हे वर्तुळ आहे, ज्यामधून इनव्हॉल्युट फॉर्म तयार होतो.
पिच सर्कल (Pitch Circle**)**: पिच सर्कल हे गियरवरील एक काल्पनिक वर्तुळ आहे, ज्यामध्ये फक्त रोलिंग क्रिया वास्तविक गियर सारखीच गती निर्माण करते.
पिच सर्कल डायमीटर (PCD) किंवा पिच डायमीटर : पीच वर्तुळाच्या डायमिटरला पिच सर्कल डायमीटर म्हणतात. साधारणपणे, PCD द्वारे गियरचा आकार निर्दिष्ट केला जातो. हे D द्वारे दर्शविले जाते.
मॉड्यूल(Module):पिच वर्तुळ डायमीटरचे (P.C.D.) आणि गियरवर उपस्थित असलेल्या teeth संख्येचे गुणोत्तर म्हणजे मॉड्यूल . हे 'm' अक्षराने दर्शविले जाते.
गणितानुसार,
m = D/T mm मध्ये
येथे,
D= गियरचा पिच वर्तुळ डायमीटर mm मध्ये
T= गियरवर उपस्थित असलेल्या teethची संख्या
सर्क्युलर पीच(Circular Pitch): पिच सर्कलच्या बाजूने एका teethवरील बिंदूपासून ते लगतच्या teethवरील संबंधित बिंदूपर्यंत मोजलेले अंतर म्हणजे सर्क्युलर पीच. हे PC द्वारे दर्शविले जाते
गणितानुसार,
P = पीच सर्कलचा सर्कमफेरन्स / गियरवरील teethची एकूण संख्या.
$= \pi D / T$
$= \pi m$
डायमेट्रल पिच (Diametral Pitch): गियरच्या teethच्या संख्येचे त्याच्या पिच सर्कल डायमीटरचे गुणोत्तर म्हणजे डायमेट्रल पिच. डायमेट्रल पिच हे pd द्वारे दर्शविलेले जाते,
teethची संख्या / पिच सर्कल डायमीटर
pd = T /D
डायमेट्रल पिचचे SI युनिट mm-1 आहे

अडेंडम (Addendum): हे पिच सर्कलपासून teethच्या वरपर्यंतचे रेडियल अंतर आहे. त्याची value मॉड्यूल 'm' च्या बरोबर आहे. त्यामुळे,
अडेंडम = m
अडेंडम सर्कल (Addendum Circle): हे गियर teethच्या वरच्या भागातून जाणारे वर्तुळ आहे.
डेडेंडम (Dedendum): हे पिच सर्कलपासून teethच्या तळापर्यंतचे रेडियल अंतर आहे. त्याची value,
डेडेंडम = 1.157 m
डेडेंडम सर्कल (Dedendum Circle): हे गियर teethच्या तळाशी काढलेले वर्तुळ आहे.
teeth चा फेस (Teeth Face): हा teethच्या पृष्ठभागाचा भाग आहे, जो पीचच्या पृष्ठभागाच्या वर आहे.
फ्लँक (Flank): हा teethच्या पृष्ठभागाचा भाग आहे, जो पीचच्या पृष्ठभागाच्या खाली आहे.
टूथची जाडी (Tooth Thickness): हे पिच सर्कलच्या एका बाजूने त्याच्या इंटरसेप्टपासून त्याच दाताच्या दुसऱ्या बाजूने त्याच्या इंटरसेप्टपर्यंत मोजले जाणारे वास्तविक अंतर आहे. थोडक्यात, ही teethची रुंदी आहे जी पिच सर्कलमध्ये मोजली जाते.
टूथ स्पेस (Tooth Space): हे दोन समीप teethमधील अंतर किंवा रुंदी असते, जे पिच वर्तुळ बरोबर मोजले जाते.
क्लिअरन्स (Clearance): जेव्हा गियर एकमेकात गुंतलेले असतात तेव्हा एका गियर च्या teethच्या वरच्या भागापासून ते दुसऱ्या गियरच्या teethच्या तळापर्यंतचे रेडियल अंतर असते.
गणितानुसार,
क्लिअरन्स = डिडेंडम - अडेंडम
= 1.157 m – m
= 0.157 m.
टोटल डेप्थ (Total Depth): हे अडेंडम सर्कल आणि डेडेंडम सर्कल यांच्यातील रेडियल अंतर आहे. हे अडेंडम आणि डेडेंडमच्या बेरजेइतके असते.
गणितानुसार,
टोटल डेप्थ = अडेंडम + डेडेंडम
= m + 1.157 m = 2.157m
वर्किंग डेप्थ (Working Depth): ही सर्वात मोठी डेप्थ आहे, "ॲडेंडम सर्कल आणि क्लिअरन्स सर्कल मधील रेडियल डिस्टन्स" म्हणजे वर्किंग डेप्थ.
वर्किंग डेप्थ = ॲडेंडम + डिडेंडम - क्लिअरन्स
= m + 1.157 m - 0.157 m = 2m
ब्लॅन्क डायमीटर (Blank Diameter): हे पिच सर्कल डायमीटर (D) आणि अडेंडमच्या दुप्पट value च्या बेरजेसमान आहे.
गणितानुसार,
ब्लॅन्क डायमीटर = D + 2m [येथे, m मॉड्यूल = अडेंडम]
बॅकलॅश (Backlash): हे टूथ स्पेस आणि टूथची जाडी यातील फरक आहे. Theoretically, ते शून्य असावे. परंतु, प्रत्यक्ष व्यवहारात, उत्पादनादरम्यान teethमधील चुका आणि थर्मल विस्तारामुळे teeth जाम होऊ नयेत यासाठी बॅकलॅश ठेवला जातो.

3.13 पार्किन्सन गियर टेस्टर (गियर रोलिंग टेस्टर)





पार्किन्सन गियर टेस्टर
आकृती 3.13.1

3.13.1 Construction

- यात एक निश्चित (Fixed)कॅरेज आणि दुसरी फ्लोटिंग (स्लाइडिंग) कॅरेज सपाट (Flat) बेसवर बसविली जाते.
- एक मास्टर गीअर निश्चित कॅरेजवर बसविला जातो तर चाचणीसाठी गियर फ्लोटिंग कॅरेजवर बसविला जातो.
- डायल गेज आकृती मध्ये दाखवल्याप्रमाणे error नोंदवण्यासाठी सेट केला आहे. ज्याचा पॉईंटर फ्लोटिंग बॉडीला स्पर्श करतो.

3.13.2 वर्किंग

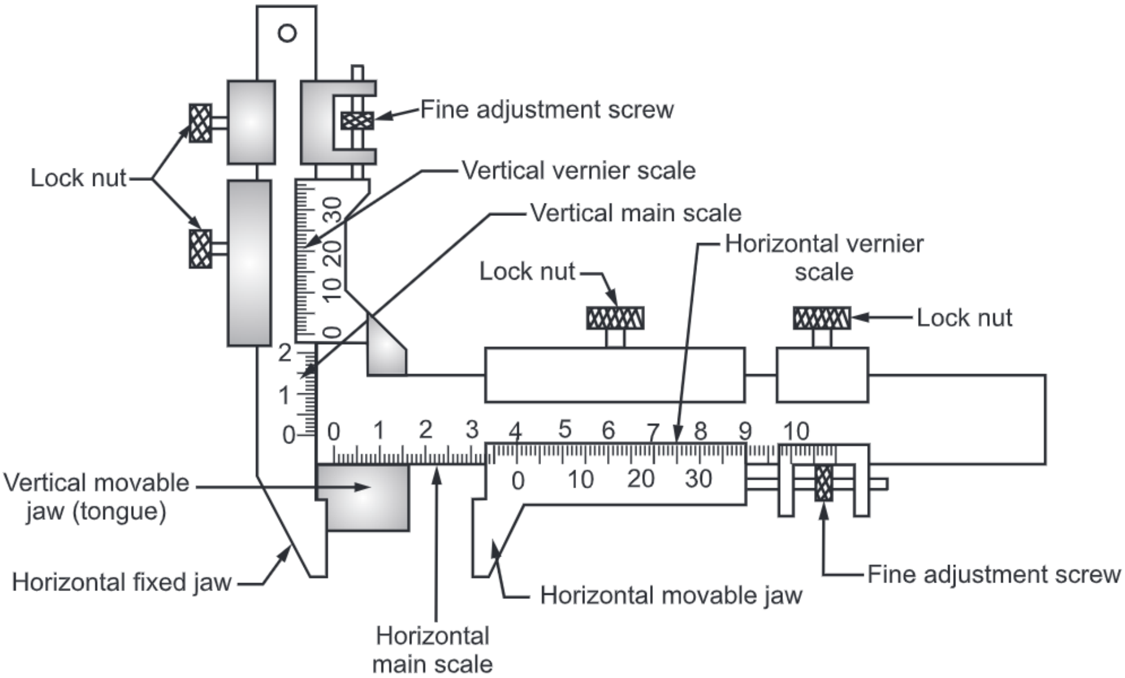
- जेव्हा मास्टर गीअर हळू फिरवला जातो, तेव्हा जो गियर चेक करायचा आहे तो पण फिरतो. कारण ते एकमेकांशी mesh केलेले आहेत.
- गियर मधील त्रुटींमुळे (Error) गियर स्पिंडलच्या सेंटर लाईन पासून दूर जातो.
- जेव्हा गियर move होतो, तेव्हा फ्लोटिंग बॉडी देखील त्याच अंतराने move होते.
- फ्लोटिंग बॉडीच्या Displacement मुळे, डायल गेज देखील Displacement दाखवते.
- रीडिंग मधील फरक observe केला जाऊ शकतो आणि ग्राफिकल स्वरूपात प्लॉट केला जाऊ शकतो.
- असमाधानकारक (Unsatisfactory), मध्यम (Moderate) आणि पूर्णपणे समाधानकारक (Fully Satisfactory) गियरसाठी विशिष्ट आलेख आकृती 3.13.1मध्ये दर्शविला आहे.

3.13.3 मर्यादा (limitation)-

- 400 मिमी पेक्षा जास्त डायमीटर असलेल्या गीअर्सची चाचणी केली जाऊ शकत नाही.

- ह्या टेस्ट ची accuracy मास्टर गियर वर अवलंबून आहे.
- ही पद्धत गियर स्वीकारण्यासाठी किंवा नाकारण्यासाठी वापरली जाते, परंतु गीअरच्या भिन्नतेची (Variation) कारणे शोधण्यासाठी नाही.
- गियरमधील केवळ संमिश्र त्रुटी (Composite Error) तपासल्या जाऊ शकतात, एक त्रुटी (Individual) नाही.

3.14 गियर टूथ व्हर्नियर (Gear Tooth Vernier)



गियर टूथ व्हर्नियर

आकृती 3.14.1

chordal thickness मोजण्यासाठी गियर टूथ व्हर्नियर वापरला जातो.

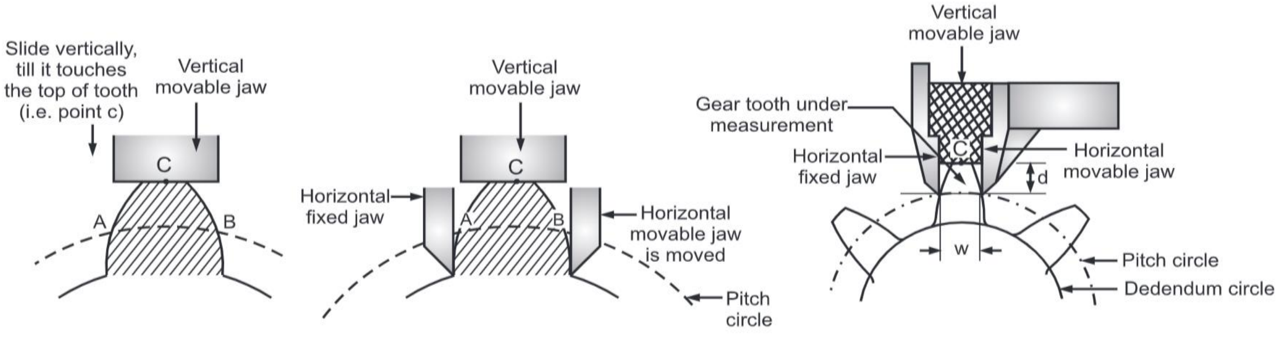
3.14.1 रचना (Construction) -

• गियर टूथ व्हर्नियरमध्ये व्हर्नियर स्केलसह दोन perpendicular vernier arms असतात.

• Horizontal vernier armचा वापर chordal thickness (w) मोजण्यासाठी केला जातो.

• Vertical vernier armचा वापर chordal depth (d) मोजण्यासाठी केला जातो.

3.14.2 वर्किंग



Chordal thickness आणि Chordal Addendum मोजण्यासाठी गियर टूथ व्हर्नियर कॅलिपरचा वापर

आकृती 3.14.2

- व्हर्नियर कॅलिपर अशा प्रकारे सेट केला आहे की vertical movable jaw फक्त गियरच्या topला स्पर्श करेल आणि व्हर्नियरचा horizontal jaws flank ला आकृतीमध्ये दर्शविल्याप्रमाणे स्पर्श करेल.
- horizontal व्हर्नियर स्केलवर वाचन केल्याने chordal thickness (w) मिळते
- vertical व्हर्नियर स्केलवर वाचन केल्याने chordal depth (d) मिळते
- या मोजलेल्या valueची तुलना theoretical valueशी केली जाते. theoretical value खाली दिलेल्या सूत्रानुसार मोजली जाते,

$$w = T.m\sin\left(\frac{90}{T}\right)$$

$$d = \frac{T.m}{2}\left[1 + \frac{2}{T} - Cos\left(\frac{90}{T}\right)\right]$$

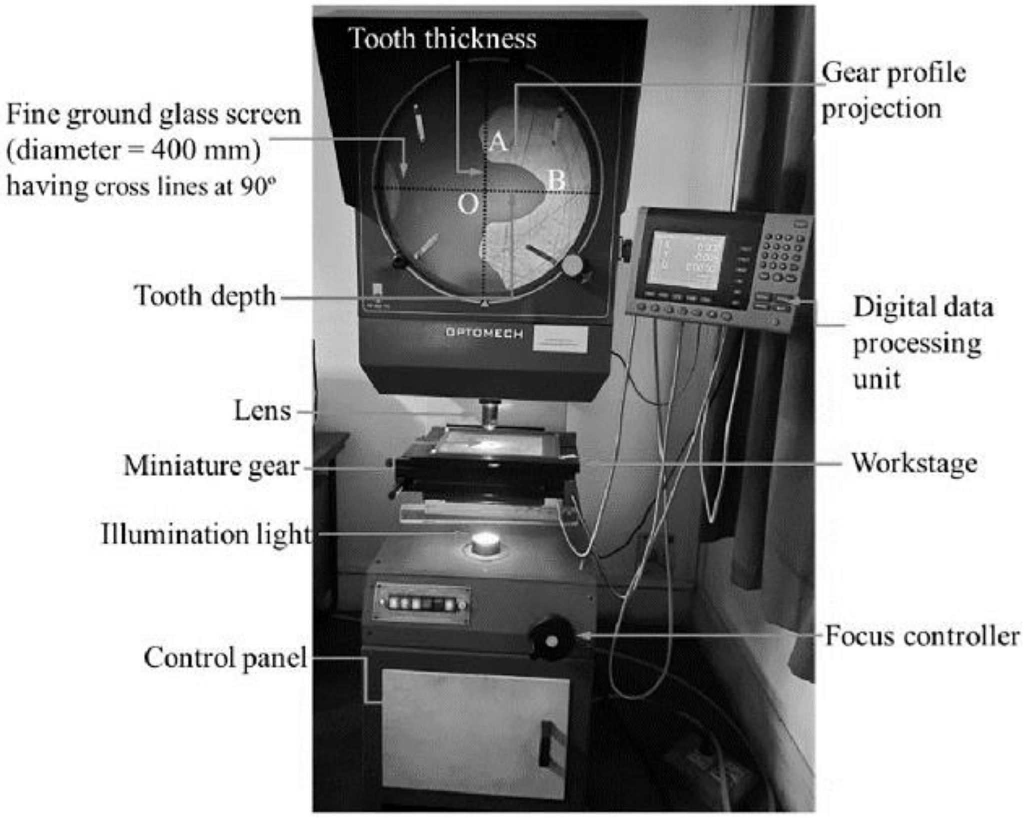
3.15 प्रोफाइल प्रोजेक्टर

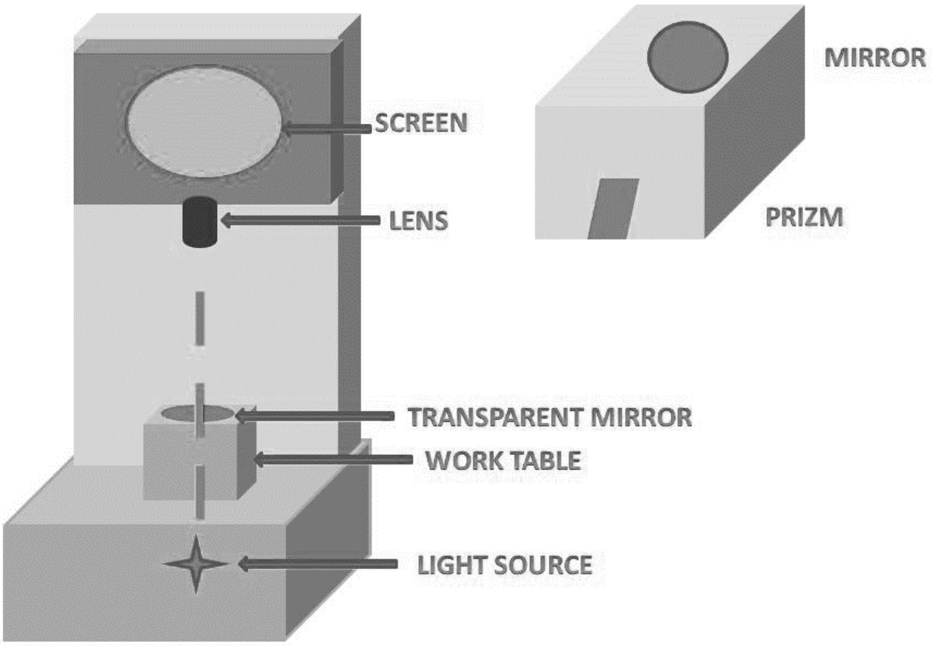
3.15.1 वर्किंग प्रिंसिपल-

प्रोफाइल प्रोजेक्टर हे एक मोजण्याचे साधन आहे जे स्क्रीनवर गियरच्या पॅटर्नची सावली (Image) प्रोजेक्ट करते आणि वाढवते जिथे त्याची तुलना मास्टर ड्रॉइंगशी केली जाते.

3.15.2 वर्किंग-

- दिलेला गियर, प्रोफाइल प्रोजेक्टरच्या टेबलवर ठेवला जातो.
- फोकसिंग व्हील move करून आणि वर्क टेबल move करून गियरवर योग्यरित्या फोकस केला जातो आणि ऑब्जेक्टची मॅग्निफाइड इमेज स्क्रीन वर मिळते.
- स्क्रीनवर मॅग्निफाइड इमेज मिळाल्यानंतर, स्क्रीनवर ट्रेसिंग शीट ठेवण्यात येते आणि गियरचे प्रोफाइल थेट काढले जातात.
- स्क्रीनवरील reference line च्या मदतीने गियर teeth ची उंची आणि रुंदी मोजली जाते.
- Horizontal (x-axis) measurement उजव्या बाजूच्या मायक्रोमीटरने आणि समोरच्या बाजूच्या मायक्रोमीटरने vertical measurementने घेतले जाते.





प्रोफाइल प्रोजेक्टर

आकृती 3.15.1

3.16 पृष्ठभागाच्या खडबडीतपणाचे मापन (Surface Roughness Measurement)

3.16.1 परिचय-

जेव्हा raw material कोणत्याही मशीनिंग प्रक्रियेद्वारे तयार केले जाते तेव्हा, Ideal working condition नसल्यामुळे, त्याचा external surface, perfect smooth होत नाही. म्हणून, कोणत्याही Finished surfaceवर irregularities असतातच. ही irregularity हि एकामागोमाग hills आणि valleysच्या स्वरूपात असते. यालाच Surface roughness असे म्हणतात. Surface finish हे surface textureनुसार ओळखले जाते, म्हणजे गुळगुळीत (smooth) किंवा खडबडीत (rough) पृष्ठभाग.

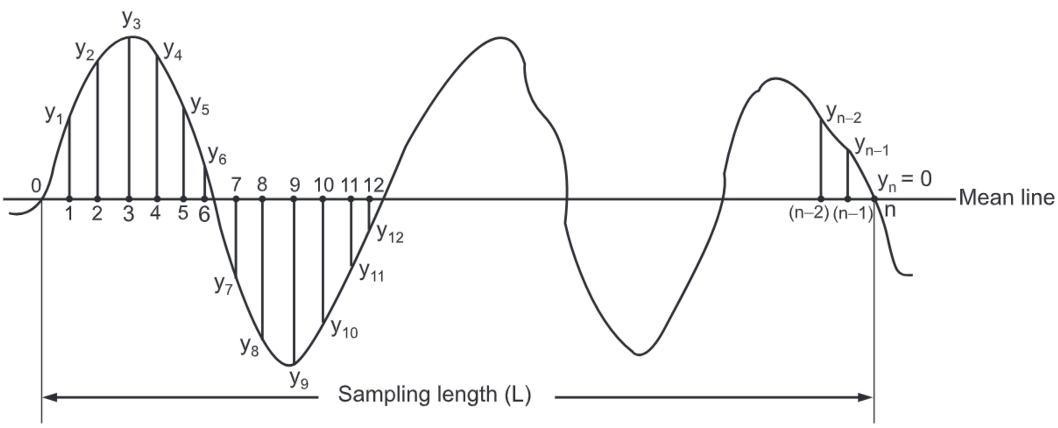
3.16.2 Surface texture - Nominal surface पासून होणारे Repetitive deviation, ज्यामुळे एक pattern तयार होतो त्याला Surface texture असे म्हणतात.

3.17 Surface roughness रिप्रेझेन्ट करणारे parameters -

surface roughness ची डिग्री मोजण्यासाठी त्याला numerical value देणे गरजेचे असते. याच्या साहाय्याने analyst ना मूल्यांकन करता येईल कि surface ची quality आपल्या requirement नुसार आहे का नाही. त्यासाठी विविध पद्धतीचा वापर केला जातो यापैकी काही,

1) centre line average height (Ra or CLA)
2) 10-point height average (Rz)
3) root mean square value (RMS)

1) मध्य रेषेची सरासरी उंची (centre line average height (Ra or CLA))-



Ra Value
आकृती 3.17.1

- Ra मूल्य हे पृष्ठभागाच्या खडबडीतपणाचे quantitative मोजमाप आहे.
- Ra मूल्य हे बीजगणितीय चिन्हाचा विचार न करता mean lineपासून पृष्ठभागाच्या प्रोफाइलचे arithmetical mean deviation म्हणजे Ra value होय.
- हे सामान्यतः मायक्रॉनमध्ये व्यक्त केले जाते.

आकृती 3.28 पासून Ra ची value खाली दिलेले सूत्र वापरून काढले जाते,

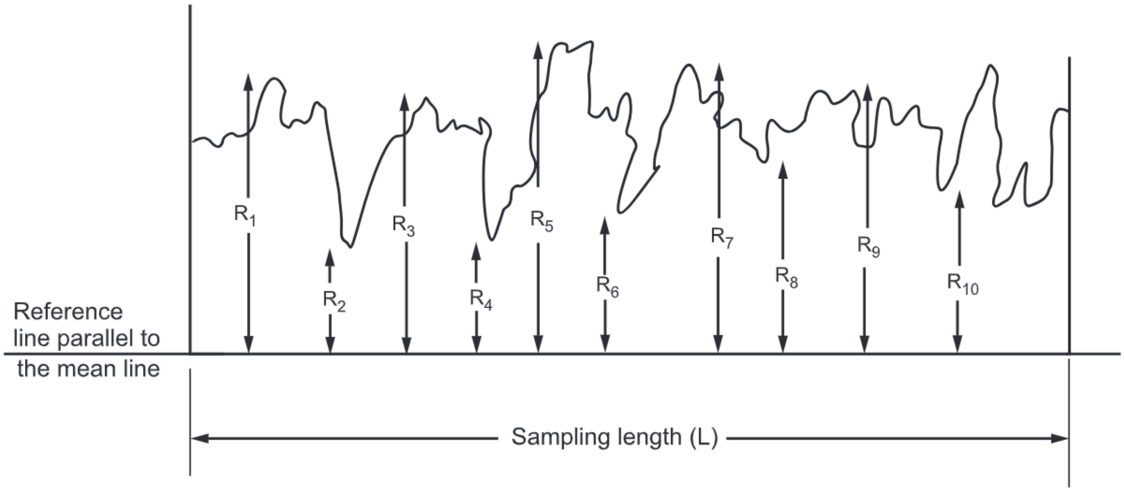
$$Ra = \frac{(Y1+Y2+Y3+\cdots+Yn)}{n}$$

येथे,

Y1, Y2, Y3 म्हणजे Mean Line मधील Deviation.
n ही mean lineवर चिन्हांकित केलेल्या deviationsची संख्या आहे.

2) **10-pointची सरासरी उंची (10-point height average) (Rz)**

Rz valueची व्याख्या, "reference lineपासून मोजलेल्या सॅम्पलिंग लांबीमधील पाच highest peaks आणि पाच सर्वात lowest valleys मधील सरासरी मधील फरक, जी प्रोफाइल cross करत नाही, परंतु mean lineच्या parallel आहे".



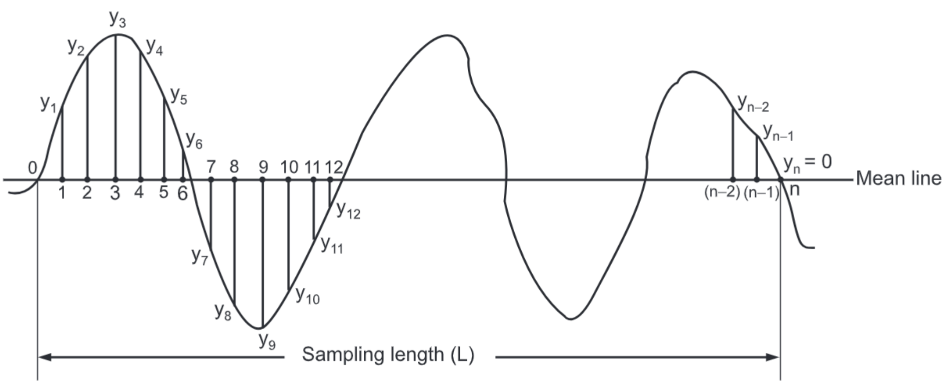
Rz Value
आकृती 3.17.2

आकृतीमध्ये R1, R3, R5, R7, R9 ही पाच highest peaks आहेत आणि R2, R4, R6, R8, R10 ही पाच सर्वात lowest valleys आहेत.
म्हणून व्याख्येवरून,

$$\text{Rz Value} = \frac{(R1+R3+R5+R7+R9)}{5} - \frac{(R2+R4+R6+R8+R10)}{5}$$

$$\frac{(R1+R3+R5+R7+R9)-(R2+R4+R6+R8+R10)}{5}$$

3) **मूळ सरासरी वर्ग मूल्य (root mean square value) (RMS)**



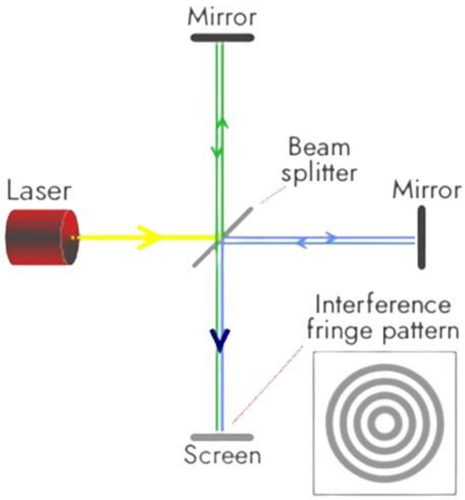
RMS Value
आकृती 3.17.3

Mean lineवरून मोजलेल्या पृष्ठभागाच्या ordinatesच्या squaresच्या arithmetic mean valueचे वर्गमूळ(square root)" म्हणजे root mean square होय.

म्हणून व्याख्येवरून,

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{(Y1^2+Y2^2+Y2^2+\cdots.+Yn^2)}{n}}$$

3.18 इंटरफेरोमेट्री-



इंटरफेरोमेट्री वर्किंग प्रिंसिपल
आकृती 3.18.1
Ref. www.explainthatstuff.com

3.18.1 परिचय

प्रकाश हा सायनोसॉइडल (sinusoidal) स्वरूपाचा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्ह मानला जातो. जेव्हा दोन मोनोक्रोमॅटिक प्रकाश बीम एकत्र होतात, तेव्हा ते interferenceच्या phenomenonतून जातात. म्हणून, परिणामी प्रकाश किरण दोन्ही monochromatic light sourceची characteristics धारण करतात.

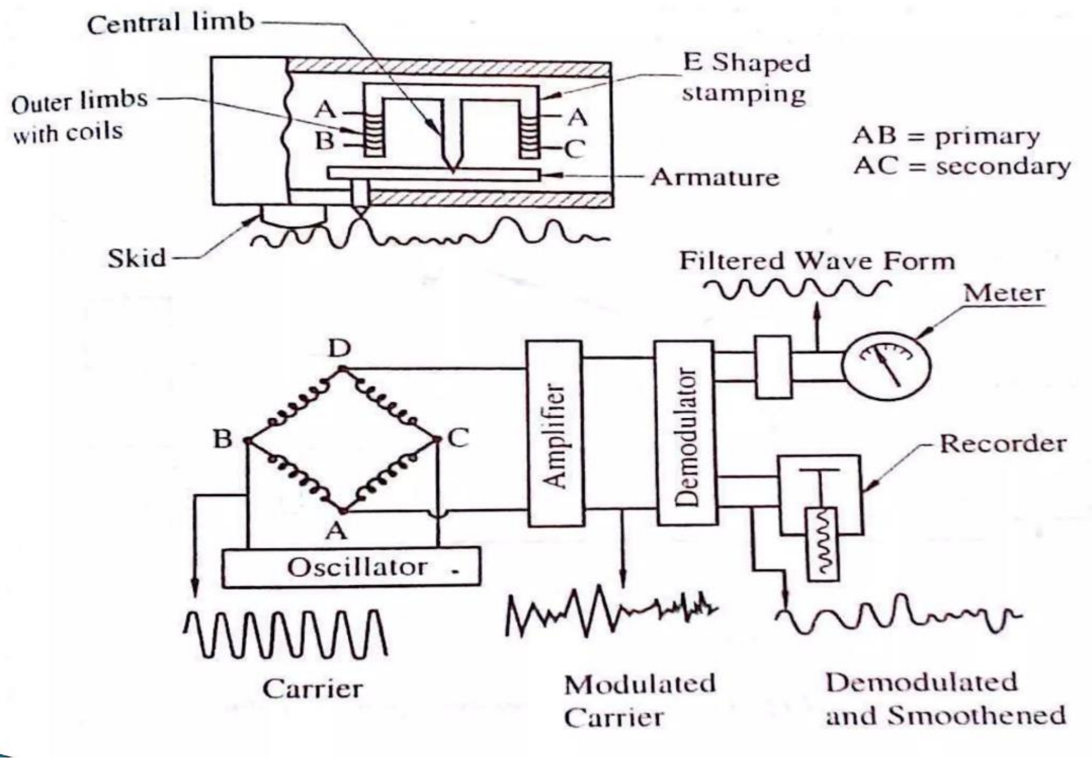
3.18.2 वर्किंग प्रिंसिपल -

इंटरफेरोमेट्री तंत्रज्ञानाच्या कार्याच्या तत्त्वामध्ये प्रकाशाचे दोन बीममध्ये विभाजन होते जे वेगवेगळ्या ऑप्टिकल मार्गांवर प्रवास करतात आणि नंतर interference निर्माण करण्यासाठी एकत्र केले जातात. Interferometric objectives सूक्ष्मदर्शकाला इंटरफेरोमीटर म्हणून कार्य करण्यास परवानगी देतात; जेव्हा ते फोकसमध्ये असते तेव्हा नमुन्यामध्ये fringesचे निरीक्षण केले जाते.

3.18.3 ॲप्लिकेशन-

हे अगदी लहान रेषीय फरक मोजण्यासाठी एक साधन म्हणून वापरले जाऊ शकते. इंटरफेरोमेट्रीमध्ये सपाटपणा(flatness), पृष्ठभागाचा समोच्चपणा एकच उंची असलेली बिंदू जोडणारी रेषा (surface contour) आणि स्लिप गेजची जाडी निश्चित करणे इत्यादींचा समावेश होतो.

3.19 टेलर हॉब्सन्स टॅलिसर्फ रफनेस टेस्टर (Taylors Hobsons Talysurf Roughness Tester):



टेलर हॉब्सन्स टॅलिसर्फ रफनेस टेस्टर (Taylors Hobsons Talysurf Roughness Tester)

आकृती 3.19.1

टेलर हॉब्सन्स टॅलिसर्फ रफनेस टेस्टर (Taylors Hobsons Talysurf Roughness Tester)

आकृती 3.19.2

3.19.1 वर्किंग प्रिंसिपल

हे इन्स्ट्रुमेंट एक स्टाईलस आणि स्किड प्रकारचे इन्स्ट्रुमेंट आहे जे कॅरियर मॉड्युलेटिंग तत्त्वावर कार्य करते. आर्मेचरला जोडलेल्या प्रोबद्वारे पृष्ठभागाच्या प्रोफाइलमधील फरक जाणवतो. आर्मेचर आणि ई-आकाराच्या आर्ममधील अंतर पृष्ठभागाच्या प्रोफाइलनुसार बदलते आणि या विपुलतेमुळे कॉइलमध्ये वाहणारा एसी विद्युत् प्रवाह मोड्यूलेट केला जातो.

3.19.2 Construction:

आकृती 3.19.1 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, स्टाईलस आर्मेचरवर mount केले आहे, जे ई-आकाराच्या soft iron headच्या मध्यभागी pivoted आहे. headच्या outer limbsना दोन इंडक्शन कॉइल दिलेली असतात आणि headच्या आर्मेचर आणि outer limbsमध्ये एक small air gap आहे.

3.19.3 वर्किंग-

स्टाईलसच्या खालच्या दिशेने हालचालीमुळे primary coilमधील हवेतील अंतर कमी होते आणि secondary coilमध्ये हवेतील अंतर समान प्रमाणात वाढते. अशा प्रकारे कॉइलमध्ये वाहणाऱ्या मूळ A.C. विद्युत् प्रवाहाचे amplitude मोड्यूलेटेड केले जाते. अशा प्रकारे bridgeच्या आउटपुटमध्ये आकृती 3.19.1 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणेच मॉड्यूलेशन असते.

3.19.4 फायदे (Advantages)

1) त्याचा प्रतिसाद अधिक जलद आहे
2) हे 20X आणि 100X Horizontal मॅग्निफिकेशन देते

3.19.5 तोटे (Disadvantages)

1) हे Instrument अवजड आणि गुंतागुंतीचे आहे
2) Initial cost जास्त आहे

3.20 कोऑर्डिनेट मेजरिंग मशीन (CMM)

3.20.1 Introduction-

कोऑर्डिनेट मेजरिंग मशीन (CMM) हे एक अचूक मापन करणारे मेट्रोलॉजी मशीन आहे जे वस्तूंच्या geometric characteristics अचूकपणे मोजण्यासाठी manufacturing आणि quality control प्रक्रियेमध्ये वापरले जाते. हे coordinate geometryच्या तत्त्वावर कार्य करते, holes, स्लॉट आणि surfaces यासारख्या featuresची dimensions, shapes आणि positions निर्धारित करण्यासाठी ऑब्जेक्टच्या पृष्ठभागावरून डेटा पॉइंट्स गोळा करण्यासाठी प्रोबचा वापर केला जातो. Manufactured parts हा design specifications आणि quality standards meet करतात का याची खात्री करण्यासाठी CMM वापरले जाते.

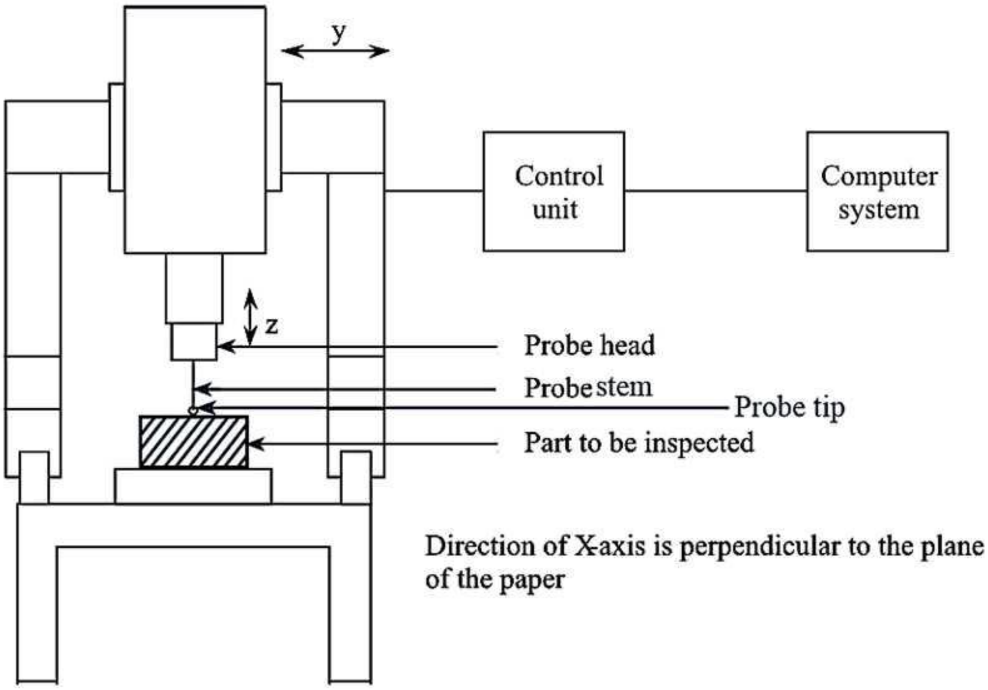
3.20.2 वर्किंग प्रिंसिपल

कोऑर्डिनेट मेजरिंग मशीन (सीएमएम) चे वर्किंग प्रिंसिपल coordinate measuring technology आणि coordinate geometryद्वारे precise measurement याभोवती फिरते. हे कसे कार्य करते ते येथे आहे:

i) Coordinate System: CMMs एका कार्टेशियन coordinate systemमध्ये कार्य करतात, ज्यामध्ये तीन परस्पर ऑर्थोगोनल axes असतात: X, Y, आणि Z. हे axes three-dimensional spaceमधील बिंदूंचे स्थान define करतात.

ii) प्रोब मूव्हमेंट: सेन्सर्सने सुसज्ज असलेल्या सीएमएमचा प्रोब हा axesवरून फिरतो आणि Inspected केलेल्या वस्तूच्या पृष्ठभागावरून measurement data गोळा करतो.

iii) डेटा कलेक्शन: प्रोब जसजसा हलतो तसतसे ते ऑब्जेक्टच्या पृष्ठभागाला स्पर्श करतो किंवा स्कॅन करतो, विविध ठिकाणी डेटा पॉइंट्स गोळा करतो. हा डेटा पॉइंट ऑब्जेक्टची geometry दर्शवतात.



कोऑर्डिनेट मेजरिंग मशीन

आकृती 3.20.1

iv) Coordinate Measurement: X, Y, आणि Z अक्षांसह प्रोबच्या हालचालींवर अचूकपणे नियंत्रण करून, CMM या डेटा पॉइंट्समधील अंतर मोजते. हे ऑब्जेक्टची dimensions आणि geometric features अचूक निर्धारण करण्यास अनुमती देते.

v) Analysis: गोळा केलेल्या डेटाचे नंतर विशिष्ट सॉफ्टवेअर वापरून Analysis केले जाते, जे मोजलेल्या dimensionsची CAD मॉडेल किंवा predefined tolerancesशी तुलना करू शकते. हे analysis डिझाईन specifications, object's conformance verify करण्यात मदत करते.

vi) Reporting: शेवटी, measurement results हा report किंवा व्हिज्युअलायझेशनच्या स्वरूपात सादर केले जातो, जे ऑब्जेक्टच्या dimensional accuracy आणि geometric characteristicsबद्दल मौल्यवान insights प्रदान करतात.

3.20.3 CMM Merits

i) अचूक मोजमाप: CMMs वस्तूच्या dimensions आणि geometric featuresचे precise मापन सुनिश्चित करतात, quality control आणि inspection processesसाठी विश्वसनीय डेटा प्रदान करतात.

ii) Versatile प्रोब पर्याय: CMMs विविध प्रोब पर्याय ऑफर करतात, ज्यामध्ये पॉइंट-टू-पॉइंट मापनासाठी टच-ट्रिगर प्रोब आणि गुंतागुंतीच्या पृष्ठभागाच्या स्कॅनिंगसाठी लेसर स्कॅनरसारख्या non-contact प्रोबचा समावेश आहे.

iii) High Precision: CMMs high precisionसह कार्य करतात, मायक्रॉन-स्तरीय अचूकतेसह वस्तूंचे मोजमाप करण्यास सक्षम असतात, उत्पादित भाग tight tolerance requirements पूर्ण करतात याची खात्री करतात.

iv) ऑटोमॅटिक प्रोब कॅलिब्रेशन: सीएमएममध्ये ऑटोमॅटिक प्रोब कॅलिब्रेशन क्षमता आहेत, प्रत्येक मापाच्या आधी प्रोब कॅलिब्रेट करून मापन अचूकता आणि विश्वासार्हता सुनिश्चित करतात.

v) Advanced सॉफ्टवेअर: प्रगत measurement सॉफ्टवेअरसह सुसज्ज, CMMs measurement routines, डेटा analysis आणि comprehensive reports तयार करण्यासाठी efficient programming सुलभ करतात.

vi) मल्टी-ॲक्सिस मूव्हमेंट: सीएमएम बहु-अक्ष हालचाल क्षमता देतात, ज्यामुळे प्रोबला विविध कोन आणि orientationsतून featuresपर्यंत पोहोचता येते आणि मोजता येते त्यामुळे मेजरमेंटची flexibility वाढते.

Exercise:

TLO 3.1- Select Angular measuring instrument for given component & calculate unknown angle.

1) List any four instruments used in angular measurement. (R)
2) "Sine bar is not suitable for angles greater than 45°"- Justify (U)
3) Explain the construction and Working of Angle Dekkor with a neat sketch. (U)
4) Select one instrument (Sinebar or Universal Bevel Protractor) to measure the angle of 68°. Give the reason why you select this instrument (A)
5) Compare Angular gauges with Slip Gauges based on Uses, Size, Grade, addition or subtraction. (U)

TLO 3.2 Calculate Screw thread parameter using given method.

6) Draw neat sketch of the metric screw thread profile (R)
7) Explain the working principle of the floating carriage dial micrometer enlist its application. (U)
8) Describe Screw thread micrometer with a neat sketch (U)
9) State Importance of Best Size Wire (U)
10) Explain the working principle of Toolmaker Microscope along with its application (U)

TLO 3.3 Explain the procedure of measuring the given parameter of gear.

11) Suggest the method to measure the tooth thickness of the gear. Explain Gear Tooth Vernier Calliper with neat sketch (U)
12) Describe with a neat sketch the working of 'Parkinson gear tester' (U)
13) Explain the working principle of Profile Projector with a neat sketch (U)
14) If the Pitch circle diameter of the gear is 120 mm & Number of teeth is 15. Calculate 1)module 2) Circular Pitch 3) Clearance 4) Total Depth (A)

TLO 3.4 Describe procedure for examining surface finish of the given component.

15) Define the following terms 1) Texture 2) Ra 3) Rz 4) RMS (U)
16) Explain the construction and working of Taylor's Hobson Talysurf with a neat sketch (U)
17) Explain the working principle of Interferometry (U)

TLO 3.5 Explain procedure for measurement by CMM

18) Explain the Working Principle of CMM (U)
19) Explain the Features of CMM (U)
20) List any four Applications of CMM (R)

4 . विस्थापन, तापमान आणि प्रवाह मापन

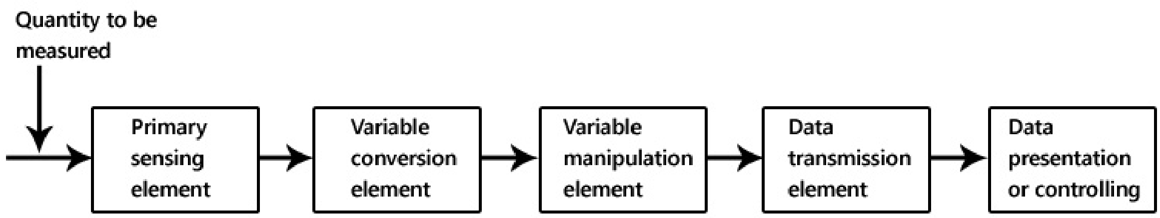
(Displacement, Temperature and Flow Measurement)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome) : सिस्टमच्या भौतिक मापदंडांच्या मापनासाठी योग्य साधन निवडा. (Select relevant instrument for measuring the physical parameters of system.)

घटक निष्पत्ती :

TLO 4.1 दिलेल्या अनुप्रयोगासाठी ट्रान्सड्यूसर्सचे वर्गीकरण करा. (Classify transducers for the given application.)
TLO 4.2 दिलेल्या ट्रान्सड्यूसरची ओळख करून द्या आणि त्याचे स्पष्टीकरण द्या. (Identify the given transducer with justification.)
TLO 4.3 विस्थापन मापन साधनाचे स्पष्टीकरण करा. (Explain displacement measuring instrument)
TLO 4.4 दिलेल्या सिस्टमच्या तापमान मापनासाठी योग्य साधन निवडा. (Choose relevant instrument to measure temperature of given system.)
TLO 4.5 दिलेल्या सिस्टममधील प्रवाह मापनासाठी योग्य फ्लो मीटर निवडा आणि त्याचे स्पष्टीकरण द्या. (Select relevant flow meter to measure flow in given system with justification.)

4.1 सामान्यीकृत मापन प्रणाली आणि त्याचे घटक.



सामान्यीकृत मापन प्रणाली
आकृती.4.1.1
(Resource: www.polytechnichub.com)

प्राथमिक संवेदन घटक (Primary sensing element)
मापन प्रणालीचा पहिला घटक प्राथमिक संवेदन घटक आहे. प्राइमरी सेन्सिंग एलिमेंटचे मुख्य कार्य इनपुट व्हेरिएबल समजून घेणे आणि मोजमापानुसार आउटपुट देणे हे आहे.

परिवर्तनीय रूपांतरण घटक: -
हे प्राथमिक संवेदन घटकाचे आउटपुट इनपुट म्हणून प्राप्त करते. नावाप्रमाणेच, व्हेरिएबलचे एका फॉर्ममधून दुसऱ्या फॉर्ममध्ये रूपांतर होते. इनपुटमध्ये समाविष्ट असलेल्या कोणत्याही डेटामध्ये बदल न करता रूपांतरण प्रक्रिया केली जाते. या घटकाची आवश्यकता मोजमाप यंत्रांवर अवलंबून असते, काहींना आवश्यक असू शकते आणि काहींना नाही कारण ते मागील घटक (प्राथमिक संवेदन घटक) मध्ये आवश्यक स्वरूपात रूपांतरित केले जातात.

डेटा हाताळणी घटक: -
हा घटक इनपुट व्हेरिएबल हाताळतो. आवश्यक वाढीनुसार, व्हेरिएबल्स मॅनिपुलेशनद्वारे हाताळले जातात अन्यथा प्रवर्धन म्हणतात. हे इनपुट व्हेरिएबलमधून आवश्यक आउटपुटसाठी केले जाते. मॅनिपुलेशन प्रक्रिया व्हेरिएबल

रूपांतरण घटकावर अवलंबून नसते, म्हणून काही प्रकरणांमध्ये व्हेरिएबल्सची हाताळणी कोणत्याही रूपांतरण घटकाशिवाय थेट पुढे जाऊ शकते.

डेटा ट्रान्समिशन घटक

या डेटा ट्रान्समिशन एलिमेंटमध्ये डेटा किंवा माहितीचे एका घटकातून दुसऱ्या घटकात हस्तांतरण होते. डेटा ट्रान्समिशन हे या घटकाचे मुख्य कार्य आहे. डेटा ट्रान्समिशन घटक जसे की डेटा केबल्स, ट्रान्समीटर आणि रिसीव्हर्स, ट्रान्समिशन शाफ्ट इत्यादींचा वापर एका घटकातून दुसऱ्या घटकामध्ये डेटा प्रसारित करण्यासाठी केला जातो.

डेटा प्रोसेसिंग घटक

अंतिम निकाल येण्यापूर्वी डेटा सुधारित आणि प्रक्रिया केली जाते. डेटा प्रोसेसिंग घटक काही कारणांसाठी डेटा सुधारतो जसे की,

1. अंतिम आउटपुट फॉर्मसाठी बदल,
2. काही अंतिम गणनेसाठी बदल,
3. साधनांमधील त्रुटींसाठी बदल जसे की सकारात्मक त्रुटी, नकारात्मक त्रुटी, शून्य त्रुटी, तापमान त्रुटी इ.

खालील कारणांसाठी, डेटा प्रोसेसिंग घटक सर्व मापन प्रणालींमध्ये वापरला जातो.

डेटा सादरीकरण घटक

शेवटी, डेटा सादरीकरण घटकाद्वारे निरीक्षकांना डेटा उपस्थित केला जातो. प्रेझेंटेशन घटक म्हणजे मॉनिटर, रेकॉर्डर, सुई पॉइंटर, एलसीडी आणि एलईडी डिस्प्ले, अलार्म, इंडिकेटर जसे की ॲनालॉग इंडिकेटर आणि डिजिटल इंडिकेटर इ. डेटा प्रेझेंटेशन घटकाशिवाय, डेटा निरीक्षकांना वितरित केला जाऊ शकत नाही.

निरीक्षक

अधिक स्पष्टीकरण आणि गणनासाठी मापन डेटा शेवटी डेटा सादरीकरण घटकाद्वारे निरीक्षकांना वितरित केला जातो.भविष्यात अधिक स्पष्टीकरणासाठी निरीक्षक हे डेटा रेकॉर्ड करायचे. रेकॉर्ड केलेला डेटा हार्ड कॉपी किंवा डिजिटल कॉपीमध्ये संग्रहित केला जातो

4.2 ट्रान्सड्यूसर (Transducer):

ट्रान्सड्यूसर ही अशी उपकरणे आहेत जी एका उर्जेचे दुसऱ्या रूपात रूपांतर करतात. मापन प्रणालीच्या संदर्भात, ट्रान्सड्यूसर विशेषत: भौतिक प्रमाण जसे की तापमान दाब, प्रकाश किंवा हालचाल विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतरित करतात ज्यावर सहज प्रक्रिया आणि विश्लेषण केले जाऊ शकते.

4.2.1 ट्रान्सड्यूसरचे वर्गीकरण: -

4.2.1 A) सक्रिय आणि निष्क्रिय ट्रान्सड्यूसर

सक्रिय ट्रान्सड्यूसर (Active transducer): -

सक्रिय ट्रान्सड्यूसर ही अशी उपकरणे आहेत ज्यांना ऑपरेट करण्यासाठी आणि आउटपुट सिग्नल तयार करण्यासाठी बाह्य उर्जा स्त्रोताची आवश्यकता असते जे ते मोजण्यासाठी डिझाइन केलेले इनपुट प्रमाणाचे कार्य असते. आउटपुट सिग्नल वाढवण्यासाठी किंवा अतिरिक्त कार्यक्षमता प्रदान करण्यासाठी हे ट्रान्सड्यूसर सामान्यत: इलेक्ट्रॉनिक घटक जसे की ॲम्प्लीफायर्स, सिग्नल प्रोसेसर किंवा उर्जा स्त्रोत समाविष्ट करतात.

निष्क्रिय ट्रान्सड्यूसर (Passive transducer): -

पॅसिव्ह ट्रान्सड्यूसर ही अशी उपकरणे आहेत ज्यांना ऑपरेट करण्यासाठी आणि आउटपुट सिग्नल तयार करण्यासाठी बाह्य उर्जा स्त्रोताची आवश्यकता नसते ते मोजण्यासाठी डिझाइन केलेल्या इनपुट प्रमाणाच्या थेट प्रमाणात. इनपुटचे प्रमाण विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतरित करण्यासाठी हे ट्रान्सड्यूसर सामान्यत: भौतिक तत्त्वांवर अवलंबून असतात, जसे की प्रतिकार, कॅपेसिटन्स किंवा इंडक्टन्समधील बदल.

4.2.1.B). संपर्क आणि संपर्क नसलेला टाईप ट्रान्सड्यूसर (contact and non contact type transducer): -

कॉन्टॅक्टटाईप ट्रान्सड्यूसर (contact type transducer): -

कॉन्टॅक्ट-टाइप ट्रान्सड्यूसर हे सेन्सर असतात ज्यांना डेटा मिळविण्यासाठी ते मोजत असलेल्या वस्तू किंवा माध्यमाशी शारीरिक संपर्क आवश्यक असतो. हे ट्रान्सड्यूसर थेट लक्ष्याशी संवाद साधतात आणि यांत्रिक भिन्नता, जसे की विस्थापन, दाब किंवा शक्ती, विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतरित करतात. ते मोठ्या प्रमाणावर ऍप्लिकेशन्समध्ये वापरले जातात जेथे मोजलेल्या वस्तूशी थेट संपर्क शक्य आहे आणि अचूक मापनासाठी आवश्यक आहे.

नॉन-कॉन्टॅक्ट टाईप ट्रान्सड्यूसर (Non contact type transducer): -

नॉन-कॉन्टॅक्ट प्रकारचे ट्रान्सड्यूसर, ज्यांना नॉन-कॉन्टॅक्ट सेन्सर किंवा प्रॉक्सिमिटी सेन्सर असेही म्हणतात, ही अशी उपकरणे आहेत जी मोजली जात असलेल्या वस्तू किंवा माध्यमाशी थेट शारीरिक संपर्क न ठेवता भौतिक प्रमाण मोजतात. हे सेन्सर्स लक्ष्याच्या गुणधर्मांमधील बदल, जसे की स्थिती, गती, समीपता किंवा पृष्ठभागाची वैशिष्ट्ये दूरवरून ओळखतात आणि हे बदल विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतरित करतात. संपर्क नसलेल्या ट्रान्सड्यूसरचा वापर मोठ्या प्रमाणावर ऍप्लिकेशन्समध्ये केला जातो जेथे ऑब्जेक्टशी संपर्क करणे व्यवहार्य, इष्ट किंवा व्यावहारिक नसते.

4.2.1.C) ॲनालॉग आणि डिजिटल ट्रान्सड्यूसर (Analog and Digital tranceducer): -

ॲनालॉग ट्रान्सड्यूसर (Analog Transducer): -

ॲनालॉग ट्रान्सड्यूसर हे एक असे उपकरण आहे जे भौतिक प्रमाणाला ॲनालॉग सिग्नलमध्ये रूपांतरित करते, जे सामान्यतः सतत विद्युत सिग्नल असते. या प्रकारचे ट्रान्सड्यूसर अभियांत्रिकी, विज्ञान आणि उद्योग यासारख्या विविध क्षेत्रांमध्ये आवश्यक आहे कारण ते भौतिक घटनांचे मोजमाप आणि नियंत्रण करण्यास अनुमती देते.

डिजिटल ट्रान्सड्यूसर (Digital Transducer): -

डिजिटल ट्रान्सड्यूसर हे एक असे उपकरण आहे जे भौतिक प्रमाण डिजिटल सिग्नलमध्ये रूपांतरित करते, ज्यामध्ये संगणक आणि मायक्रोकंट्रोलर सारख्या डिजिटल सिस्टमद्वारे प्रक्रिया केली जाऊ शकणारी स्वतंत्र मूल्ये असतात. डिजिटल ट्रान्सड्यूसर त्यांच्या मजबूत, अचूकता आणि डिजिटल कम्युनिकेशन सिस्टमसह सुसंगततेमुळे आधुनिक तंत्रज्ञानामध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात.

4.2.1.D) यांत्रिक ट्रान्सड्यूसर (Mechanical Transducer): -

यांत्रिक ट्रान्सड्यूसर ही अशी उपकरणे आहेत जी यांत्रिक उर्जा किंवा यांत्रिक व्हेरिएबल्समधील बदल इलेक्ट्रिकल सिग्नलमध्ये बदलतात. या ट्रान्सड्यूसरचा उपयोग बल, दाब, विस्थापन, वेग, प्रवेग, टॉर्क आणि कंपन यांसारख्या विविध यांत्रिक प्रमाणात मोजण्यासाठी केला जातो.

यांत्रिक ट्रान्सड्यूसरचे प्रकार: -

1. विस्थापन ट्रान्सड्यूसर:
   - डायल गेज: लहान अंतर किंवा जाडी उच्च अचूकतेनेमोजतायेते
2. फोर्स ट्रान्सड्यूसर:
   - स्प्रिंग स्केल: स्प्रिंगच्या विस्तार किंवा कॉम्प्रेशनवर आधारित बल मोजतायेते
   - हायड्रोलिक लोड सेल: हायड्रॉलिक द्रव वापरून शक्तीचे प्रेशर सिग्नलमध्ये रूपांतर करते
3. प्रेशर ट्रान्सड्यूसर:
   - बॉर्डन ट्यूब्स: वक्र नळीच्या यांत्रिक विस्थापनात दाबाचे रूपांतर करते
   - डायाफ्राम गेज: दाबाने विकृत होणारा लवचिक डायाफ्राम वापरा.

4. वेग आणि प्रवेग ट्रान्सड्यूसर:
- टॅकोमीटर: रोटेशनल वेग मोजता येते.

5. फ्लो ट्रान्सड्यूसर:
- ॲनिमोमीटर: यांत्रिक हालचालींवर आधारित वाऱ्याचा वेग मोजते.

4.2.1 E) इलेक्ट्रिकल ट्रान्सड्यूसर (Electrical transducer): -

इलेक्ट्रिकल ट्रान्सड्यूसर भौतिक प्रमाणांचे विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतर करतात, जे नंतर मोजले जाऊ शकतात, रेकॉर्ड केले जाऊ शकतात आणि नियंत्रित केले जाऊ शकतात. अचूक आणि रिअल-टाइम डेटा प्रदान करण्याच्या क्षमतेमुळे ही उपकरणे विविध उद्योगांमधील आधुनिक उपकरणे आणि नियंत्रण प्रणालींसाठी अविभाज्य आहेत.

इलेक्ट्रिकल ट्रान्सड्यूसरचे प्रकार: -

1. तापमान ट्रान्सड्यूसर:
- थर्मोकपल्स: दोन जंक्शनमधील तापमानाच्या फरकाच्या प्रमाणात व्होल्टेज तयार करते.
- थर्मिस्टर्स: तापमान बदलांसह रेसिस्टन्स बदलतो
- रेझिस्टन्स टेम्परेचर डिटेक्टर (RTDs): रेझिस्टन्स तापमानानुसार बदलतो.

2. प्रेशर ट्रान्सड्यूसर:
- स्ट्रेन गेज प्रेशर ट्रान्सड्यूसर: स्ट्रेन गेज वापरा जे दाबाने विकृत झाल्यावर प्रतिकार बदलतात.
- कॅपेसिटिव्ह प्रेशर सेन्सर्स: दाब-प्रेरित डायाफ्राम विक्षेपणामुळे कॅपेसिटन्समधील बदल मोजा.
- पिझोइलेक्ट्रिक प्रेशर सेन्सर्स: जेव्हा दाब येतो तेव्हा विद्युत चार्ज तयार करा.

3. विस्थापन ट्रान्सड्यूसर:
- लिनियर व्हेरिएबल डिफरेंशियल ट्रान्सड्युसर (LVDTs): जंगम कोरच्या विस्थापनाच्या प्रमाणात व्होल्टेज तयार करा.
- पोटेंशियोमीटर: स्लाइडिंग संपर्काच्या स्थितीवर आधारित प्रतिकार बदलतो.

4. फोर्स ट्रान्सड्यूसर:
- लोड सेल: यांत्रिक विकृतीचे विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतर करून बल किंवा वजन मोजण्यासाठी स्ट्रेन गेज वापरा.
- पिझोइलेक्ट्रिक सेन्सर्स: यांत्रिक ताणाला प्रतिसाद म्हणून व्होल्टेज निर्माण करतात.

5. फ्लो ट्रान्सड्यूसर:
- टर्बाइन फ्लो मीटर: प्रवाह दराच्या प्रमाणात वारंवारता सिग्नल तयार करा.
- इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक फ्लो मीटर: प्रवाहकीय द्रव्याच्या प्रवाहाच्या वेगाच्या प्रमाणात व्होल्टेज तयार करा.

6. लेव्हल ट्रान्सड्यूसर:
- कॅपेसिटिव्ह लेव्हल सेन्सर्स: सामग्रीच्या पातळीमुळे कॅपेसिटन्समध्ये होणारे बदल मोजा.
- अल्ट्रासोनिक लेव्हल सेन्सर्स: द्रव किंवा घन पदार्थाच्या पृष्ठभागावरील अंतर मोजण्यासाठी ध्वनी लहरी वापरा.

4.2.2 ट्रान्सड्यूसरचा वापर: -

वैद्यकीय वापर:

• अल्ट्रासाऊंड ट्रान्सड्यूसर: वैद्यकीय इमेजिंगमध्ये अंतर्गत अवयवांची कल्पना करण्यासाठी, गर्भधारणेदरम्यान गर्भाच्या विकासाचे निरीक्षण करण्यासाठी आणि पित्त किंवा ट्यूमर सारख्या परिस्थितीचे निदान करण्यासाठी वापरले जाते.

• ECG ट्रान्सड्यूसर: हृदयाच्या विद्युत क्रियाकलापांना वाचनीय सिग्नलमध्ये रूपांतरित करा, हृदयाच्या आरोग्यावर लक्ष ठेवण्यासाठी इलेक्ट्रोकार्डियोग्राफीमध्ये वापरले जाते.
• ब्लड प्रेशर ट्रान्सड्यूसर: दाबाचे इलेक्ट्रिकल सिग्नलमध्ये रूपांतर करून रक्तदाब मोजते.

औद्योगिक अनुप्रयोग

• प्रेशर ट्रान्सड्यूसर: वायू आणि द्रवांमध्ये दाब मोजण्यासाठी आणि नियंत्रित करण्यासाठी औद्योगिक प्रक्रिया नियंत्रण प्रणालींमध्ये वापरले जाते.
• तापमान ट्रान्सड्यूसर: उत्पादन प्रक्रियेत तापमानाचे निरीक्षण आणि नियंत्रण करण्यासाठी तापमानाला इलेक्ट्रिकल सिग्नलमध्ये रूपांतरित करते.
• लोड सेल: मटेरियल टेस्टिंग मशीन्स, इंडस्ट्रियल स्केल आणि स्ट्रक्चरल हेल्थ मॉनिटरिंग यांसारख्या विविध ऍप्लिकेशन्समध्ये बल किंवा वजन मोजा.

वैज्ञानिक संशोधन

• स्ट्रेन गेज: स्ट्रक्चरल टेस्टिंग आणि मटेरियल सायन्समध्ये वापरल्या जाणाऱ्या वस्तूंवरील ताण मोजा.
• फोटोडिटेक्टर: प्रकाशाचे विद्युतीय सिग्नलमध्ये रूपांतर, विविध ऑप्टिकल उपकरणे आणि संप्रेषण उपकरणांमध्ये वापरले जाते.
• पिझोइलेक्ट्रिक ट्रान्सड्यूसर: यांत्रिक कंपन किंवा दाब बदल निर्माण करण्यासाठी आणि शोधण्यासाठी विविध संशोधन अनुप्रयोगांमध्ये वापरले जाते.

पर्यावरण निरीक्षण:

• हायड्रोफोन्स: पाण्याखालील ध्वनी लहरींना विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतरित करा, ज्याचा वापर पाण्याखालील ध्वनीशास्त्र आणि सागरी जीवशास्त्रात केला जातो.

ऑटोमोटिव्ह ॲप्लिकेशन्स:

• ऑक्सिजन सेन्सर्स: ज्वलन अनुकूल करण्यासाठी आणि उत्सर्जन कमी करण्यासाठी एक्झॉस्ट गॅसमधील ऑक्सिजन पातळीचे निरीक्षण करा.
• इंधन पातळी सेन्सर्स: वाहनाच्या टाकीमध्ये इंधनाचे प्रमाण मोजा.
• टायर प्रेशर मॉनिटरिंग सिस्टम (TPMS): सुरक्षितता आणि कार्यक्षमतेसाठी टायरमधील हवेच्या दाबाचे निरीक्षण करा.

रोबोटिक्स आणि ऑटोमेशन

• प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स: अडथळा शोधणे आणि नेव्हिगेशनसाठी ऑटोमेशन आणि रोबोटिक्समध्ये वापरल्या जाणाऱ्या ऑब्जेक्टची उपस्थिती किंवा अनुपस्थिती ओळखा.
• फोर्स/टॉर्क सेन्सर्स: तंतोतंत नियंत्रण आणि हाताळणीसाठी रोबोटिक आर्म्समध्ये वापरलेले फोर्स आणि टॉर्क लागू करते.

4.3 विस्थापन मोजमाप (Displacement Measurement): -

4.3.1 विस्थापन ट्रान्सड्यूसरचे तपशील: -

विस्थापन ट्रान्सड्यूसरची काही वैशिष्ट्ये खालीलप्रमाणे आहेत:
रेखीयता किंवा लिनियारिटी: 0.2% रेट केलेले आउटपुट
अचूकता (Accuracy) +/- 1%
श्रेणी आणि स्पॅन (Range and span): 0 ते 50 मिमी
हिस्टेरेसिस: 0.2% रेट केलेले आउटपुट
पुनरावृत्तीक्षमता (Repeatability): 0.1% रेट केलेले आउटपुट

एक्सायटेशन व्होल्टेज (Excitation voltage): 4V (किंवा कमी)
सुरक्षित एक्सायटेशनव्होल्टेज: 6 v
रेटेड आउटपुट: 1.5m v/v +/- 1 %
सभोवतालचे तापमान: -40 ते +50 ℃
इनपुट: 0 ते 1.0 V ac

4.3.2 विस्थापन ट्रान्सड्यूसरची निवड आणि वापर: -

4.3.2 विस्थापन ट्रान्सड्यूसरचे निवड निकष: -

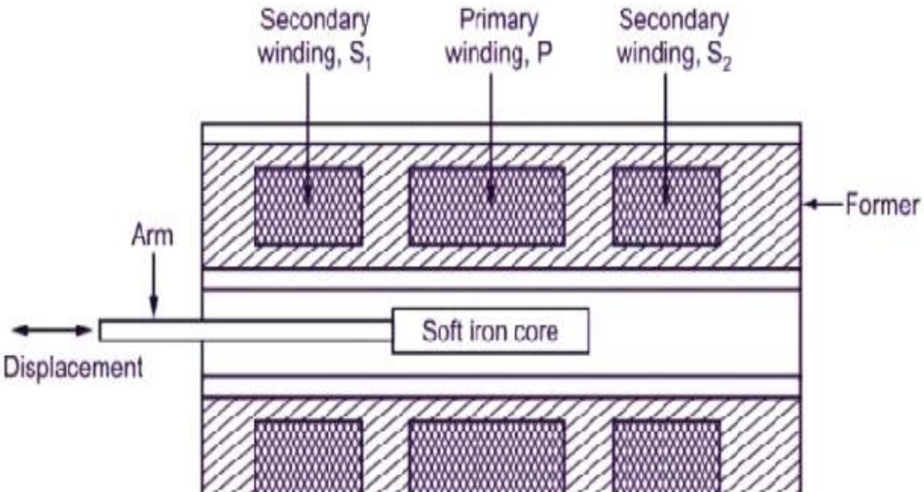
मापन प्रणालीसाठी ट्रान्सड्यूसर निवडताना खालील घटकांचा विचार करणे आवश्यक आहे–

ट्रान्सड्यूसरचा प्रकार: ट्रान्सड्युसरनिवडताना, दाब, तीव्रता, विस्थापन, वेग, उष्णता, प्रकाशइ. सारखे, आपण कोणते भौतिक प्रमाण मोजत आहात हे आपल्याला माहित असणे आवश्यक आहे.

ट्रान्सड्यूसरची श्रेणी: दाब (0-10N), प्रकाशाचीचमक (0-200 कॅन्डेला), तापमान (-100°C ते 200°C) इत्यादी प्रमाणांची श्रेणी. त्यामुळे श्रेणी नुसार विशिष्ट ट्रान्सड्यूसर निवडता येतो.

ट्रान्सड्यूसरची वैशिष्ट्ये: ट्रान्सड्यूसर वापरताना त्याची वैशिष्ट्ये महत्त्वाची असतात. उदाहरणार्थ, आपणआकार, आकार, पॅकेज, प्रकार, व्यास, उंची, वजन यासारख्या भौतिकपैलूंबद्दल विचार केला पाहिजे. आपण त्याची संवेदनशीलता, अचूकता, प्रतिसादवेळ (रूपांतरणगती), वातावरणीय तापमान सहनशीलता, विश्वासार्हता, रेखीय संबंधयांचा देखील विचार केला पाहिजे.

4.3.4 लिनियर व्हेरिएबल डिफरेंशियल ट्रान्सड्यूसर (LVDT)



लिनियर व्हेरिएबल डिफरेंशियल ट्रान्सड्यूसर (LVDT)
आकृती.4.3.1

LVDT चे मुख्य भाग आहेत: -

LVDT मध्ये एक सिलेंडरिकल फॉरमरअसतो जिथे तो आधीच्या मध्यभागी एक प्राथमिक वायडिंगआणि बाजूंना दोन दुय्यम वायडिंग वेढलेला असतो. दोन्ही दुय्यम वायडिंग मधीलवायडिंगची संख्या समान आहे, परंतु ते एकमेकांच्या विरुद्ध आहेत, म्हणजे, जर डाव्या दुय्यम वायडिंग घड्याळाच्या दिशेने असतील, तर उजवे दुय्यम वायडिंग घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने असेल, त्यामुळे निव्वळ आउटपुट व्होल्टेज हा दोन दुय्यम कॉइलमधील व्होल्टेजमधील

फरक असेल. दोन दुय्यम कॉइल ES1 आणि ES2 म्हणून दर्शविल्या जातात. आयर्न कोअर दंडगोलाकाराच्या मध्यभागी ठेवला आहे जो आकृतीमध्ये दर्शविल्याप्रमाणे पुढे आणि पुढे जाऊ शकतो

LVDT चे कार्य खालीलप्रमाणे आहे: -

केस 1: विस्थापन म्हणजे बाह्य बल लागू केल्यावर, जर कोर कोणतीही हालचाल न करता शून्य स्थितीतच स्मरण करून देत असेल, तर दोन्ही दुय्यम विंडिंग्समध्ये प्रेरित व्होल्टेज समान असतात ज्यामुळे नेट आउटपुट शून्य होते. उदा., Esec1-Esec2=0

केस 2: जेव्हा बाह्य शक्ती लागू केली जाते आणि जर स्टीलचा लोखंडी कोर डाव्या बाजूच्या दिशेने सरकत असेल, तर दुय्यम कॉइलमध्ये प्रेरित ईएमएफ व्होल्टेज दुय्यम कॉइल 2 मधील ईएमएफच्या तुलनेत जास्त असतो. निव्वळ आउटपुट Esec1-Esec2 असेल.

केस 3: जेव्हा बाह्य शक्ती लागू केली जाते आणि जर स्टीलचा लोखंडी कोर उजव्या बाजूच्या दिशेने फिरला, तर दुय्यम कॉइल 1 मध्ये प्रेरित ईएमएफ व्होल्टेजच्या तुलनेत दुय्यम कॉइल 2 मध्ये प्रेरित emf जास्त असते. त्यामुळे, निव्वळ आउटपुट व्होल्टेज Esec2-Esec1 असेल.

LVDT चे फायदे

1. उच्च अचूकता: स्थितीत अगदी लहान बदल मोजण्यास सक्षम.
2. अनंत (infinite) रिझोल्यूशन: आउटपुट सतत आणि गुळगुळीत आहे.
3. खडबडीत कन्स्ट्रक्शन: कठोर वातावरणात काम करू शकते.
4. कॉन्टॅक्ट नसलेले ऑपरेशन: कोर कॉइलला स्पर्श करत नाही, ज्यामुळे कमीतकमी झीज होते.
5. मापनाची विस्तृत श्रेणी: मायक्रोमीटरपासून अनेक सेंटीमीटरपर्यंत विस्थापन मोजू शकते.
6. कमी घर्षण: कोर आणि कॉइल दरम्यान शारीरिक संपर्काच्या अनुपस्थितीमुळे

LVDT चे तोटे:

- उच्च व्होल्टेज निर्माण करण्यासाठी खूप उच्च विस्थापन आवश्यक आहे.
- चुंबकीय क्षेत्रास संवेदनशील असल्यामुळे शिल्डिंग आवश्यक आहे.
- ट्रान्सड्यूसरची कार्यक्षमता कंपनांमुळे प्रभावित होते.
- तापमानातील बदलांमुळे याचा मोठ्या प्रमाणावर परिणाम होतो.

LVDT चा वापर

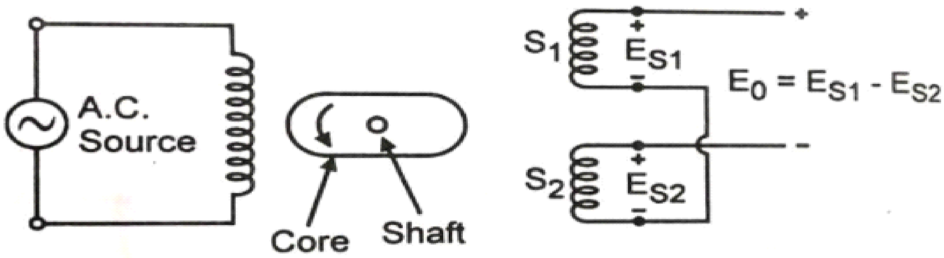
1. औद्योगिक ऑटोमेशन: हायड्रॉलिक किंवा वायवीय सिलिंडरमध्ये स्थिती फीडबॅक.
2. एरोस्पेस: नियंत्रण पृष्ठभागाची स्थिती मोजणे.
3. रोबोटिक्स: रोबोटिक शस्त्रांसाठी अचूक स्थिती फीडबॅक.
4. ऑटोमोटिव्ह: निलंबन आणि ब्रेक चाचणी.
5. वैद्यकीय उपकरणे: वैद्यकीय इमेजिंग उपकरणांमध्ये विस्थापनाचे मोजमाप.
6. सिव्हिल इंजिनिअरिंग: स्ट्रक्चरल मॉनिटरिंग आणि टेस्टिंग.
7. संशोधन आणि विकास: भौतिक गुणधर्मांचे अचूक मापन.

4.3.4 रोटरी व्हेरिएबल डिफरेंशियल ट्रान्सड्यूसर (RVDT)

RVDT चे मुख्य भाग आहेत

हे कोनीय विस्थापन समजण्यासाठी वापरले जाते. कोनीय विस्थापन मोजण्यासाठी सेटअप आकृतीमध्ये दर्शविला आहे. RVDT मध्ये एक प्राथमिक वायडिंग (P) आणि दोन दुय्यम वायडिंग (S1) आणि (S2) कॉइल फॉर्म (स्टेटर) वर सममितीयरित्या वेढलेले असतात. प्राथमिक वायडिंग A.C पुरवठ्याद्वारे उत्साहित आहे. दोन दुय्यम वायडिंग S1

आणि S2 मालिका विरोधामध्ये जोडलेले आहेत. प्राथमिक वायडिंग आणि दोन दुय्यम वायडिंगग्स दरम्यान कॅमच्या आकाराचा मऊ (SOFT) लोखंडी कोर ठेवला जातो. कोर शाफ्टसह जोडलेला आहे ज्याचे कोनीय विस्थापन मोजले जाते.



रोटरी व्हेरिएबल डिफरेंशियल ट्रान्सड्यूसर (RVDT)
आकृती.4.3.2

RVDT चे कार्य:

A.C द्वारे उत्तेजित होणारे प्राथमिक वायडिंग कॉइलमधून प्रवाहित होते आणि चुंबकीय क्षेत्र तयार होते. हे चुंबकीय क्षेत्र दोन दुय्यम कॉइलशी संवाद साधते आणि एक emf तयार करते. दुय्यम कॉइलचे आउटपुट व्होल्टेज दुय्यम S1 आहे ES1 आणि दुय्यम S2 ES2 आहे. गुप्त करण्यासाठी ES1 आणि ES2 मधील आउटपुट मालिका विरोधामध्ये जोडलेले आहेत. जेव्हा कॅमच्या आकाराचा कोर घड्याळाच्या दिशेने फिरवला जातो तेव्हा दुय्यम S2 शी अधिक प्रवाह जोडला जातो आणि त्यामुळे दुय्यम वायडिंग S2 मध्ये अधिक व्होल्टेज तयार होतो. E0=ES2-ES1. जेव्हा कॅमच्या आकाराचा कोर घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने फिरवला जातो तेव्हा दुय्यम S1 शी अधिक प्रवाह जोडला जातो आणि त्यामुळे दुय्यम वायडिंग S1 मध्ये अधिक व्होल्टेज तयार होतो.

RVDT च्या फायद्यांमध्ये खालील गोष्टींचा समावेश आहे.

• RVDT ची सातत्य जास्त आहे
• RVDT ची अचूकता जास्त आहे
• आयुर्मान लांब आहे
• कामगिरी पुनरावृत्ती करण्यायोग्य आहे
• कन्स्ट्रक्शन कॉम्पॅक्ट आणि मजबूत आहे
• टिकाऊपणा, कमी खर्च
• हाताळण्यास सोपे.
• रेखीयता उत्कृष्ट आहे

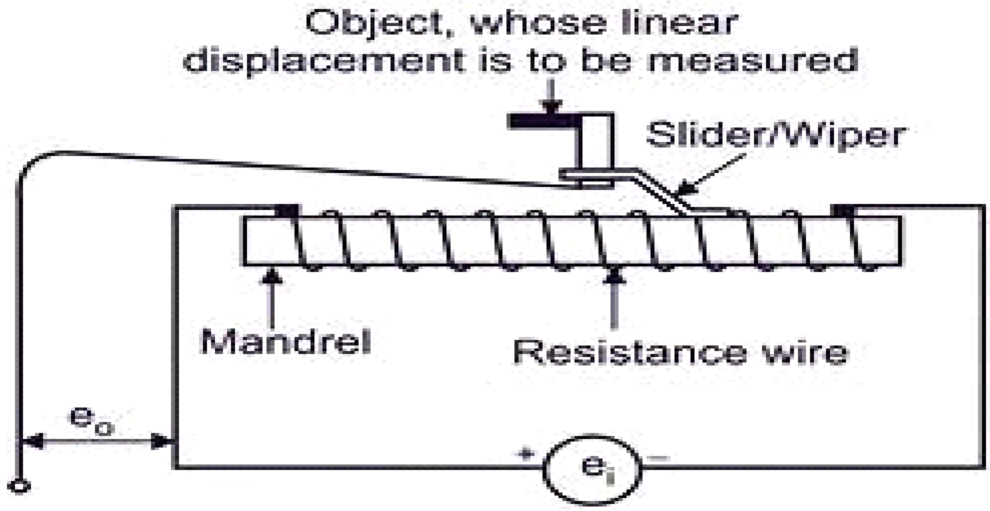
RVDT च्या तोट्यांमध्ये प्रामुख्याने खालील गोष्टींचा समावेश होतो

• मोजमाप करणाऱ्या बाह्य भागाचा तसेच नोजलमधील संपर्क सर्वकाळ शक्य नाही.
• RVDT चे आउटपुट रेखीय आहे (सुमारे +40 किंवा -40 अंश), त्यामुळे ते वापरण्यावर मर्यादा घालते.

RVDT चा वापर

• आधुनिक मशीन टूल्स
• कॉकपिट नियंत्रित करते
• इंधन नियंत्रित करते.

4.3.4 पोटेंशियोमीटर:



पोटेंशियोमीटर
आकृती.4.3.3
(Resource: electricalbook.com)

पोटेंशियोमीटरमध्ये तीन टर्मिनल असतात, दोन टर्मिनल रेझिस्टरशी जोडलेले असतात आणि तिसरे टर्मिनल वायपरशी जोडलेले असते जे वायरने हलवता येते. या फिरत्या वायरमुळे, व्हेरिएबल क्षमता टॅप केली जाते. व्हेरिएबल रेझिस्टर नियंत्रित करण्यासाठी तिसरे टर्मिनल वापरले जाते. रेझिस्टरच्या शेवटी लागू होणारी क्षमता बदलून तिसऱ्या टर्मिनलची क्षमता नियंत्रित केली जाते. पोटेंशियोमीटरची बॉडी रेजिस्टिव्ह मटेरिअल बनलेलीअसते आणी वायपर त्याच्यावर वाऊंड केलेली असते

पोटेंशियोमीटरचे कार्य -

पोटेंशियोमीटरचे कार्य तत्त्व खाली दर्शविलेल्या सर्किटद्वारे स्पष्ट केले आहे.पॉटेंशियोमीटरपासून गॅल्व्हानोमीटरला जोडण्यासाठी किंवा डिस्कनेक्ट करण्यासाठी वापरला जाणारा S हा स्विच आहे.रिओस्टॅट आणि स्लाइड वायरद्वारे बॅटरी कार्यरत विद्युत प्रवाह पुरवते.रिओस्टॅटची सेटिंग बदलून कार्यरत प्रवाह बदलू शकतो.अज्ञात व्होल्टेज शोधण्याची पद्धत संपर्काच्या स्लाइडिंग स्थितीवर अवलंबून असते ज्यावर गॅल्व्हनोमीटर शून्य विक्षेपण दर्शवितो.गॅल्व्हानोमीटरचे शून्य किंवा शून्य विक्षेपण दर्शवते की अज्ञात स्त्रोत E आणि व्होल्टेज ड्रॉप E1 ची क्षमता सरकत्या तारांवर समान आहे.अशा प्रकारे, अज्ञात व्होल्टेजच्या संभाव्यतेचे मूल्यांकन स्लाइडिंग वायरच्या एसी भागामध्ये व्होल्टेज ड्रॉप जाणून घेऊन केले जाते.स्लाइड वायरमध्ये संपूर्ण लांबीवर एकसमान क्रॉस-सेक्शन आणि प्रतिकार असतो.स्लाइडिंग वायरचा प्रतिकार ज्ञात असल्याने, कार्यरत प्रवाह समायोजित करून ते सहजपणे नियंत्रित केले जाते.व्होल्टेज ड्रॉप प्रमाणे कार्यरत व्होल्टेज समान करण्याची प्रक्रिया मानकीकरण म्हणून ओळखली जाते.

फायदे:

1. ते स्वस्त आहेत
2. हे वापरण्यास सोपे आणि अनेक अनुप्रयोगांमध्ये उपयुक्त आहे.
3. हे पुरेसे आउटपुट देते.
4. कार्यक्षमता जास्त आहे

तोटे:

1. त्यांचे सरकणारे संपर्क, म्हणजे वाइपर हलविण्यासाठी मोठ्या शक्तीची आवश्यकता असते.
2. मर्यादित बँडविड्थ

पोटेंशियोमीटरचा वापर: -

1. पोटेंशियोमीटरचा वापर इलेक्ट्रॉनिक सर्किटमध्ये व्होल्टेज डिव्हायडर म्हणून केला जातो.

2. रेडिओ आणि टेलिव्हिजन (टीव्ही) रिसीव्हरमध्ये आवाज नियंत्रण, टोन नियंत्रण आणि रेखीयता नियंत्रणासाठी पोटेंशियोमीटर वापरला जातो.
3. पोटेंशियोमीटरचा वापर वैद्यकीय उपकरणांमध्ये केला जातो.
4. हे लाकूड प्रक्रिया मशीनमध्ये वापरले जाते.
5. हे इंजेक्शन मोल्ड मशीनमध्ये वापरले जाते.
6. पोटेंशियोमीटरचा वापर मोठ्या प्रमाणावर वापरकर्ता नियंत्रणे म्हणून केला जातो, आणि ते उपकरणांच्या विविध कार्यांवर नियंत्रण ठेवू शकतात

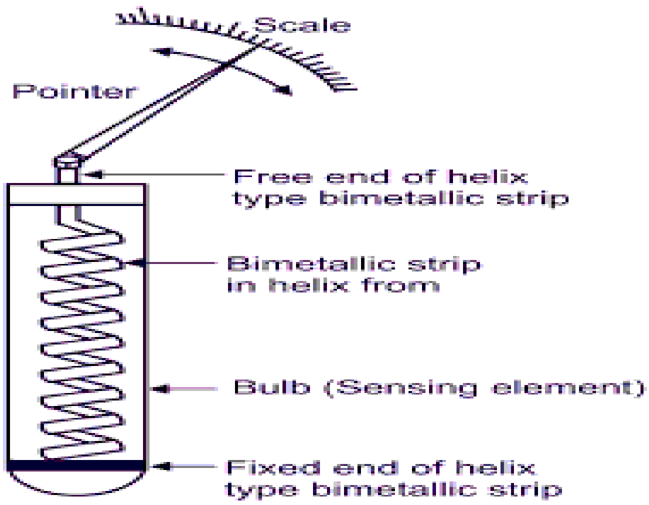
तापमान

तापमान हे एक भौतिक प्रमाण आहे जे परिमाण वाचकपणे गरम किंवा थंडपणाचे गुणधर्म व्यक्त करते.

नॉन-इलेक्ट्रिकल पद्धत

बायमेटेलिकथर्मामीटर आणि लिक्विड ईन ग्लास थर्मामीटर

बायमेटेलिकथर्मामीटर (bimatallic thermometer)



बायमेटेलिक थर्मामीटर

आकृती 4.4.1

बायमेटेलिक थर्मामीटर स्थानिक तापमान मोजण्यासाठी उद्योगांमध्ये वापरले जातात.

द्विधातूच्या(bimetallic)पट्टीच्या कार्याचे तत्त्व: हे उपकरण वेगवेगळ्या तापमानांव रवेगवेगळ्या धातूंच्या थर्मल विस्ताराच्या तत्त्वावर कार्य करते. त्यातअसे नमूद केले आहे की "जेव्हा थर्मलविस्तारा च्यावेगवेगळ्या गुणांकांच्या दोन धातूच्या पट्टी एकत्र जोडल्या जातात आणि तापमानात बदल लागू होतअसेल तर त्याचे मुक्त विक्षेपण होते. असेंब्ली होते "बायमेटेलिक थर्मामीटर मध्ये कॅन्टीलिव्हर बीमच्या रूपात द्विधातूची पट्टी असते दोन भिन्न धातूंपासून बनवलेली द्विधातूची पट्टी, ज्यामध्ये थर्मलविस्ताराचे भिन्नगुणांक असतात, त्यांच्यामध्ये सापेक्षगती (relative motion) रोखण्यासाठी वेल्डेड किंवा एकत्र जोडलेली असते. तापमानात वाढ झाल्यामुळे आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे पट्टीच्या मुक्तटोकाचे विक्षेपण होते द्विधातूची पट्टीत्या बाजूकडे वळते ज्याच्या धातूचा थर्मल विस्ताराचा गुणांक कमी असतो. मुक्त टोकाचे विक्षेपण थेट तापमान बदलाच्या प्रमाणात असते. द्विधातूची पट्टीसपाट, सर्पिल, सिंगल हे लिक्स आणि मल्टिपल हेलिक्स कॉन्फिगरेशन मध्ये मांडली जाऊ शकते. द्विधातूची पट्टी अनुक्रमे सर्पिल आणि हेलिक्सच्या स्वरूपात वापरली जाते. बायमेटलहेलिक्स थर्मामीटर मध्ये, हेलिक्सचे एक टोकके सिंगला जोडलेले असते आणि

दुसरे टोक पॉइंटरला जोडलेले असते. तापमान सूचित करण्यासाठी पॉइंटर गोलाकार डायलवर स्वीप करतो. तापमान बदलाच्या प्रतिसादात, बाईमेटल विस्तारतो आणि हेलिकल बायमेटल त्याच्या मुक्त टोकाला फिरतो, अशाप्रकारे स्टेम आणि पॉइंटर डायलवर नवीन स्थितीकडे वळतो. आणि या प्रकारे तापमान मोजले जाते.

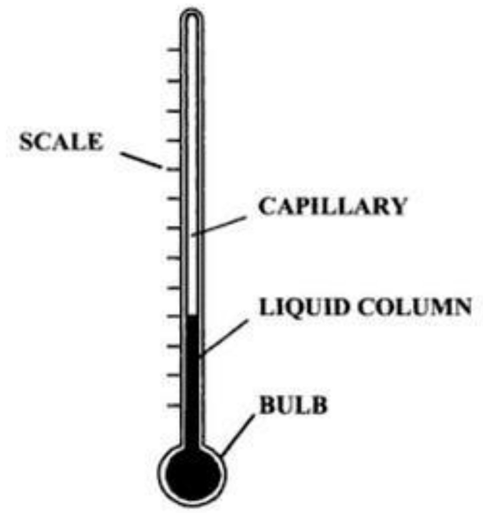
फायदे:

(i) हे स्वयं निर्मिती प्रकारचे साधन आहे.
(ii) कमी खर्च.
(iii) साधे, संक्षिप्त आणि मजबूत बांधकाम.
(iv) देखभाल खर्च नाही.
(v) विस्तारित कालावधीत करता स्थिर ऑपरेशन.

तोटे:

- वेगानेबदलणारेतापमानमोजण्यासाठीअस्थिरआहे.
- प्रतिसादाचावेगकमीआहे.

लिक्विड ईन ग्लास थर्मामीटर (Liquid in glass thermometer)



लिक्विड ईन ग्लास थर्मामीटर
आकृती 4.4.3

रचना:

- बल्ब: थर्मामीटरच्या एका टोकाला एक बल्ब असतो ज्यामध्ये द्रव असतो. हा बल्ब हा जलाशय आहे जेथे बहुतेक द्रव साठवले जाते.
- कॅपिलरीट्यूब: बल्बला जोडलेली अरुंद, सीलबंद काचेची नळी (केशिका) असते ज्याद्वारे द्रव हलू शकतो.
- स्केल: ट्यूबला कॅलिब्रेटेड स्केलने चिन्हांकित केले जाते जे तापमान दर्शवते.

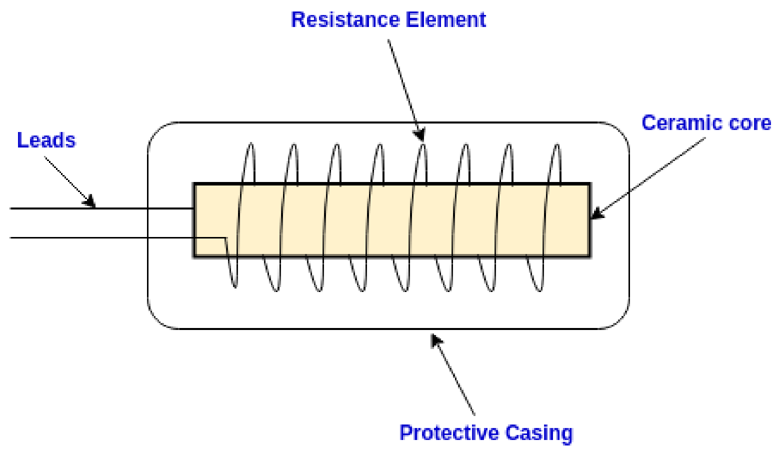
कार्य तत्त्व

• जेव्हा तापमान वाढते, तेव्हा बल्बमधील द्रव केशिका ट्यूबचा विस्तार होतो आणि वर होतो.
• याउलट, जेव्हा तापमान कमी होते, तेव्हा द्रव आकुंचन पावतो आणि ट्यूबच्या खाली सरकतो.
• ट्यूबमधील द्रवाची पातळी तापमानाशी संबंधित असते, जी स्केलमधून वाचली जाऊ शकते.

विद्युत पद्धती- आरटीडी, थर्मिस्टर, थरमोकोपल

प्लॅटिनम प्रतिरोधक थर्मामीटर (RTD)

प्लॅटिनम थर्मल रेझिस्टन्स (RTD) तापमान ठरवण्यासाठी प्लॅटिनम वापरते. प्लॅटिनमचा प्रतिकार तापमानाच्या बदलाने बदलतो या तत्त्वावर ते कार्य करते. थर्मामीटर 200°C ते 1200°C या श्रेणीतील तापमान मोजतो. प्लॅटिनम हा एक अक्रियाशील धातू आहे आणि तो अगदी बारीक तारांमध्ये सहजपणे बनवता येतो. प्लॅटिनमच्या या गुणधर्मांमुळे ते थर्मामीटरमध्ये संवेदन घटक म्हणून वापरले जाते.



प्लॅटिनम प्रतिरोधक थर्मामीटर(RTD)

आकृती 4.4.4

(Resource: -Teachics.org)

कार्य

प्लॅटिनमचा प्रतिकार तापमानानुसार रेषेने (linearly) वाढतो आणि धातूचा हा गुणधर्म तापमान मोजण्यासाठी वापरला जातो. प्लॅटिनमचा प्रतिकार त्यामधून पर्यायी किंवा थेट प्रवाह पार करून मोजला जातो. विद्युत्प्रवाहामुळे, व्होल्टेज संपूर्ण धातूवर प्रेरित होते जे व्होल्ट मीटरद्वारे मोजले जाते. कॅलिब्रेशन समीकरणाच्या (equation) मदतीने व्होल्टेजचे वाचन (reading)तापमानात रूपांतरित केले जाते.

प्लॅटिनम प्रतिरोधक थर्मामीटरचे फायदे

- गॅस थर्मामीटरच्या तुलनेत प्लॅटिनम प्रतिरोधक थर्मामीटरद्वारे तापमान मोजणे सोपे आहे.
- मीटर तापमानाचे अचूक वाचन देते.
- थर्मामीटरची विस्तृत श्रेणी 200 ते 1200° सेल्सिअस पर्यंत आहे.
- थर्मामीटर खूप संवेदनशील आहे.
- प्लॅटिनमला समान तापमानात समान प्रतिकार असतो.

प्लॅटिनम थर्मल रेझिस्टन्सचे तोटे खालीलप्रमाणे आहेत.

- थर्मामीटर मंद प्रतिसाद देतो.

- थर्मामीटरचा वितळण्याचा (melting point) बिंदू 1800° सेल्सिअस आहे. परंतु जेव्हा प्लॅटिनम 1200°C पेक्षा जास्त तापमान मोजतो तेव्हा ते बाष्पीभवन सुरू करतात.

थर्मिस्टर

थर्मिस्टर हा एक प्रकारचा प्रतिरोधक आहे ज्याची प्रतिरोधकता आसपासच्या तापमानावर अवलंबून असते. हे तापमान संवेदनशील उपकरण आहे. थर्मिस्टर हा शब्द थर्मली सेन्सिटिव्ह रेझिस्टर या शब्दापासून बनला आहे. थर्मिस्टर अर्धसंवाहक साहित्याचा बनलेला असतो म्हणजे त्यांचा प्रतिकार कंडक्टर आणि इन्सुलेटरमध्ये असतो. थर्मिस्टरच्या प्रतिकारातील फरक दर्शविते की थर्मिस्टर मध्ये एकतर वहन किंवा शक्ती अपव्यय होते. थर्मिस्टरचा सर्किट डायग्राम आयताकृती ब्लॉक वापरतो ज्यावर कर्णरेषाअसते.

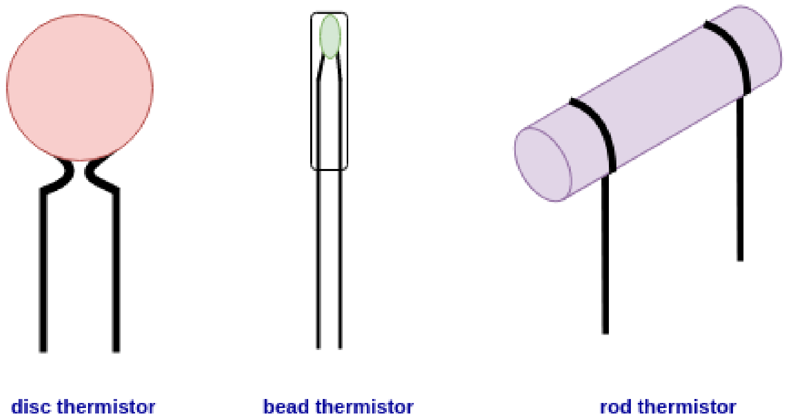
थर्मिस्टरचे प्रकार: -

थर्मिस्टरचे प्रकारांमध्ये वर्गीकरण केले जाते. ते नकारात्मक तापमान गुणांक आणि सकारात्मक तापमान गुणांक थर्मिस्टर आहेत.

- नकारात्मक तापमान गुणांक थर्मिस्टर (Negative temperature coefficient) – या प्रकारच्या थर्मिस्टरमध्ये प्रतिकार कमी झाल्यामुळे तापमान वाढते. नकारात्मक तापमान गुणांक थर्मिस्टरचा प्रतिकार खूप मोठा आहे ज्यामुळे तो तापमानातील लहान फरक ओळखतो.
- सकारात्मक तापमान गुणांक थर्मिस्टर (Positive temperature coefficient) – तापमान वाढीसह थर्मिस्टरचा प्रतिकार वाढतो

थर्मिस्टरचे मुख्य भाग;

थर्मिस्टर हे मॅंगनीज, कोबाल्ट, निकेल, कोबाल्ट, तांबे, लोह, युरेनियम इत्यादी धातूंच्या ऑक्साईडच्या मिश्रणाने बनवले जाते. ते मणी, रॉड आणि डिस्कच्या स्वरूपात उपलब्ध आहे. थर्मिस्टरचे विविध प्रकार खालील आकृतीत दाखवले आहेत.



थर्मिस्टर

आकृती 4.4.5

(Resource: https://teachics.org)

थर्मिस्टरचे मणीचे रूप आकाराने सर्वात लहान असते आणि ते प्रोब तयार करण्यासाठी घन ग्लासरॉड मध्ये बंद असते.

2.5 मिमी ते 25 मिमी व्यासाच्या श्रेणीसह उच्च दाबा खाली सामग्री दाबून डिस्कचा आकार तयार केला जातो.

फायदे

- थर्मिस्टरमध्ये तुलनेने मोठा परंतु नकारात्मक प्रतिकार बदल असतो
- जलद थर्मल प्रतिसाद देते.
- प्रतिरोधक थर्मामीटरची श्रेणी 160 ते 600 अंशसेल्सिअसपर्यंत खूप मोठी आहे
- ते अधिक स्थिर आहे

तोटे

- त्यासाठीबाह्य ऊर्जास्रोत आवश्यक आहे
- विस्तृत श्रेणीसाठी अयोग्य
- शिल्डेड पॉवरलाईन्सची गरज.

थर्मोकपल

थर्मोकूपल, ज्याला "थर्मो इलेक्ट्रिकल थर्मोमीटर" म्हणून देखील ओळखले जाते, हे एक विद्युत उपकरण आहे थर्मोकपलच्या कार्याचे सिद्धांत सीबॅक प्रभावावर आधारित आहे. हा प्रभाव असे दर्शवतो की जेव्हा दोन जंक्शन्सवर दोन भिन्न मेटल्स जोडून बंद सर्किट तयार होतेआणि जंक्शन वेगवेगळ्या तापमानात राखले जातात तेव्हा या बंद सर्किटमध्ये एक इलेक्ट्रोमोटिव्ह फोर्स (e.m.f.) प्रेरित होते. प्रेरित e.m.f चे प्रमाण. वेगवेगळ्या धातूंच्या संयोगांसाठी भिन्न असते आणि जंक्शनच्या तापमानाच्या फरकाच्या प्रमाणात असते. हे मूळ थर्मोकपल कामाचे तत्त्व आहे. थर्मोकपल हे एक उपकरण आहे जे थर्मल उर्जेचे विद्युत उर्जेमध्ये रूपांतर करते. व्युत्पन्न(generate) केलेल्या विद्युत उर्जेचे प्रमाण तापमान मोजण्यासाठी वापरले जाऊ शकते.

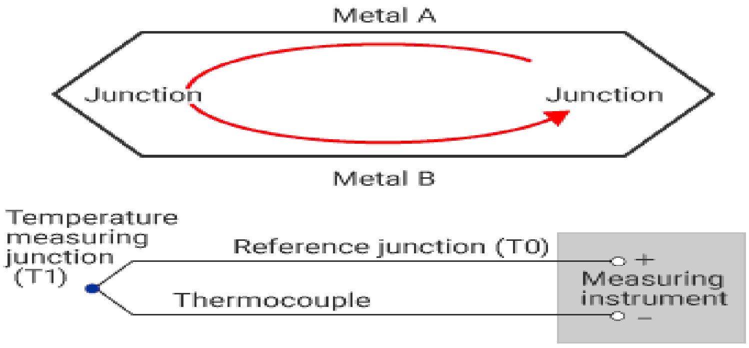
थर्मोकपलचे मुख्य भाग:

थर्मोकपल जंक्शन्स दोन प्रकारे तयार होतात. थर्मोकपल दोन तारा सहसा वळवल्या जातात आणि एकत्र जोडल्या जातात. म्हणजे ट्विस्टेड वेल्ड आणि बट वेल्ड. ट्विस्टेड वेल्डमध्ये, दोन तारा अनेक ट्यून्समध्ये एकत्र जोडल्या जातात आणि एकत्र जोडल्या जातात. या प्रकारच्या वेल्डिंगचा वापर मोठ्या आकाराच्या तारांसाठी केला जातो, यामुळे यांत्रिक शक्ती मिळते. बट वेल्डमध्ये, तुलनेने लहान आकाराच्या दोन तारा गोल बेंडमध्ये जोडल्या जातात.

थर्मोकपल कार्य:

थर्मोकपल ट्रान्सड्यूसरमध्ये, दोन जंक्शन्स पैकी, एका जंक्शनला हॉट जंक्शन किंवा मापन जंक्शन असे संबोधले जाते, जे प्रक्रिया माध्यमावर (Processe Media) ठेवले जाते जेथे तापमान मोजले जाते. दुसर्या जंक्शनला कोल्ड जंक्शन म्हणून संबोधले जाते किंवा संदर्भ जंक्शन स्थिर संदर्भ तापमानात राखले जाते. जेव्हा गरम आणि थंड

जंक्शनमध्ये तापमानाचा फरक असतो. तापमान ग्रेडियंटमुळे मुक्त टोकांवर एक emf सेट केला जाईल आणि मिलिव्होल्टमीटरने मोजला जाईल. प्रेरित (Induced) emf चे प्रमाण दोन जंक्शन आणि थर्मोकपल तयार करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या सामग्रीमधील तापमानातील फरकावर अवलंबून असते. तापमान मिलि व्होल्टमीटर कॅलिब्रेट करून निर्धारित केले जाते. कोल्ड जंक्शन 0°C वर असल्याने, व्होल्टमीटरने मोजलेले प्रेरित ईएमएफ हे गरम जंक्शनच्या तापमानाचे कार्य आहे. खोलीतील तापमानातील (Room Temperature) बदलामुळे त्रुटी टाळण्यासाठी संदर्भ जंक्शन 0°C वर ठेवणे आवश्यक आहे.



थर्मोकपल
आकृती4.4.6

थर्मोकपलचे फायदे:

- हे एक सक्रिय ट्रान्सड्यूसर आहे म्हणजेच ते कोणत्याही बाह्य उर्जास्त्रोताशिवाय कार्य करते.
- -200°C ते 2800°C पर्यंत तापमानाच्या विस्तृत श्रेणीचे मोजमाप.
- प्रतिसाद वेळ जलद आहे, जो वेगाने बदलणारे तापमान मोजू शकतो.
- थर्मिस्टरच्या तुलनेत थर्मोकपलची किंमत कमी आहे.
- इच्छित बिंदूंवर तापमान मोजण्यास सक्षम.

थर्मोकपलचे तोटे:

- उत्पादित आउटपुट व्होल्टेज कमी आहे.
- अचूकता (Accuracy)कमीआहे.

4.5 प्रवाह मापन (Flow Measurement)

वेगवेगळ्या प्रमाणात द्रव पदार्थाचा वेग, प्रवाहदर आणि प्रवाहाचे अचूक प्रमाण मोजणे.
अभियांत्रिकीच्या जवळजवळ सर्व परिस्थितींमध्ये मूलभूत गरज आहे. महासागर किंवा हवेच्या प्रवाहांचा अभ्यास करणे, व्हॅक्यूमचेंबरमध्ये (Vacuum Chamber) गॅस इनपुटचे (input) निरीक्षण करणे, शिरामध्ये रक्तची हालचाल मोजणे. शास्त्रज्ञ किंवा अभियंता प्रवाह मोजण्यासाठी एक पद्धत निवडतात. प्रयोग प्रक्रियेसाठी, इंजिनमध्ये किंवा बाहेर जाणाऱ्या प्रवाहाचे दर मोजणे आवश्यक असू शकते. "पंप (Pump), कंप्रेसर (Compressor) आणि टर्बाइन (Turbine)". औद्योगिक संस्थांमध्ये प्रक्रिया आणि ऑपरेशन्स (operations) नियंत्रित करण्यासाठी आदान-प्रदान

करण्यासाठी प्रवाह मापन आवश्यक आहे. ते म्हणजे सामग्रीमध्ये प्रवेश करणे किंवा सोडणे, एक सतत उत्पादन प्रक्रिया यांचे प्रमाण निश्चित करणे.

- प्रवाहाच्या वेगाचे मोजमाप
- प्रवाह दर मोजमाप
- एकूण प्रवाह मापन (यामध्ये द्रव्याचे संपूर्ण आकारमान, वस्तुमान किंवा वजन हे दिलेल्या वेळेत मोजले जाते)

प्रवाह मापनासाठी निवड निकष (Selection criteria for flow measurement)

1. द्रव प्रकार

• वायू, द्रव किंवा स्लरी: मोजल्या जाणाऱ्या द्रवाचा प्रकार फ्लो मीटरच्या निवडीवर लक्षणीय परिणाम करेल. काही फ्लो मीटर द्रवपदार्थांसाठी अधिक योग्य असतात, तर काही वायू किंवा स्लरींसाठी डिझाइन केलेले असतात.

• रासायनिक रचना: द्रवाचे रासायनिक गुणधर्मफ्लो मीटरसाठी सामग्रीच्या निवडीवर परिणाम करू शकतात.

2.प्रवाह वैशिष्ट्य

• प्रवाह दर: मोजले जाणे आवश्यक असलेल्या प्रवाह दरांची श्रेणी महत्त्वपूर्ण आहे. वेगवेगळ्या फ्लो मीटरच्या वेगवेगळ्या ऑपरेटिंग रेंज असतात.

• स्निग्धता: द्रवपदार्थाची चिकटपणा फ्लो मीटरच्या कार्यक्षमतेवर परिणाम करू शकते.

• घनता: वस्तुमान प्रवाह मीटरसाठी विशेषतः महत्वाचे आहे

3.दाब आणि तापमान

• ऑपरेटिंग प्रेशर: सिस्टीममधील दबाव जेथे फ्लो मीटर स्थापित केले जाईल.

• ऑपरेटिंग तापमान: मोजल्या जाणाऱ्या द्रवपदार्थाची तापमान श्रेणी, कारण काही फ्लो मीटर्सना अत्यंत तापमानात मर्यादा असू शकतात.

4. अचूकता आणि पुनरावृत्ती

• अचूकता आवश्यकता: वापरासाठी अचूकता आवश्यक

• पुनरावृत्तीक्षमता: समान परिस्थितीत सातत्यपूर्ण मोजमाप प्रदान करण्याची फ्लो मीटरची क्षमता

फ्लो मीटरचे सामान्य प्रकार

प्रवाह मापन हे मोठ्या प्रमाणात द्रव हालचालींचे प्रमाण आहे. प्रवाह विविध प्रकारे मोजला जाऊ शकतो. औद्योगिक अनुप्रयोगांसह फ्लोमीटरचे सामान्य प्रकार खाली सूचीबद्ध आहेत:

a) अडथळा प्रकार (विभेदक दाब किंवा परिवर्तनशील क्षेत्र)/Obstruction type (differential pressure or variable area)
b) अनुमानित (टर्बाइन प्रकार)/Inferential (turbine type)
c) इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक/ Electromagnetic
d) पॉझिटिव्ह-डिस्प्लेसमेंट फ्लोमीटर्स (Positive-displacement flowmeters), जे द्रवपदार्थाचा एक निश्चित खंड (volume) जमा करतात आणि नंतर प्रवाह मोजण्यासाठी किती वेळात खंड भरला जातो याची मोजणी करतात.
e) फ्लुइड डायनॅमिक (व्हर्टेक्स शेडिंग)/ Fluid dynamic (vortex shedding)
f) ॲनिमोमीटर (Anemometer)
g) प्रचंड कंपनसंख्या असलेल्या (ध्वनिलहरी)/ (Ultrasonic)
h) मास फ्लोमीटर (कोरिओलिस फोर्स) /Coriolis force

4.2. Variable head flowmeters /व्हेरिएबल हेड फ्लोमीटर:

व्हेरिएबल हेड मीटरला रिस्ट्रिक्शन (restriction) प्रकार फ्लोमीटर असेही म्हणतात. यामुळे द्रवपदार्थाचा प्रवेग होतो, दाबात बदल होतो.

व्हेरिएबल हेड मीटरचे विविध प्रकार खालीलप्रमाणेआहेत:

a.व्हेंचुरीट्यूब /Venturi Tube,

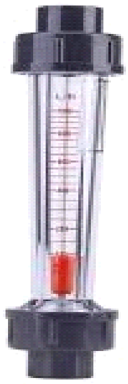
b.ओरिफीसप्लेट /Orifice Plate and

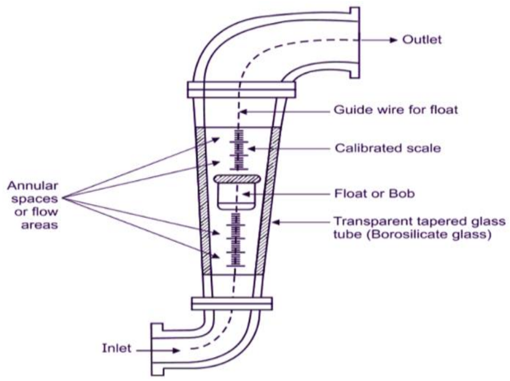
c.नोझल /Nozzle

व्हेरिएबल हेड (Variable head) मीटर बर्नौलीच्या समीकरणावर (Bernoulli's Equation) आधारित आहेत.

4.3.1. Variable Area Meter/व्हॅरिएबल एरिया फ्लो मीटर (Rotameter):

हे बर्नॉलिस प्रमेया वर (Bernoullis Theorem) कार्य करते.





रोटामीटर

आकृती4.5.1

(Resource:-aryaion.co.in)

कार्यपद्धती:

रोटामीटरमध्ये अनुलंब (vertically) ओरिएंटेड (उभी) काचेची (प्लास्टिक) ट्यूब असते ज्याचे शीर्षस्थानी मोठे टोक असते आणि एक मीटरिग फ्लोट असतो जो ट्यूबमध्ये फिरण्यासाठी मुक्त असतो. फ्लुइड फ्लोमुळे ट्यूबमध्ये फ्लोट वर सरकतो कारण द्रवाचा ऊर्ध्वगामी दाब भिन्नता (Upward pressure differance.) आणि उछाल गुरुत्वाकर्षणाच्या (Buoyancy) प्रभावावर मात करते.

फ्लोट आणि ट्यूबमधला कंकणाकार क्षेत्र (Annular area) जो पर्यंत वरचा विभेदक दाब आणि उछाल घटक आणि अधोगामी गुरुत्वाकर्षण (downward gravity) घटक यांच्यात गतिमान समतोल राखण्यासाठी पुरेशी वाढ होत नाही तो पर्यंत फ्लोट वाढतो.

फ्लोटची उंची ही प्रवाह दर दर्शवते. ट्यूब कॅलिब्रेट केली जाऊ शकते आणि योग्य प्रवाह युनिट्स मध्ये ग्रॅज्युएट (खुणा) केली जाऊ शकते.

रोटामीटरमध्ये सामान्यतः 12:1 पर्यंत टर्न डाउन गुणोत्तर असते. अचूकता पूर्ण स्केल रेटिंगच्या 1% इतकी चांगली असू शकते.

अँप्लिकेशन

चुंबकीय फ्लोट्सचा वापर अलार्म आणि सिग्नल ट्रान्समिशन फंक्शन्ससाठी केला जाऊ शकतो.

कमी किंमत, थेट संकेत, किमान पाइपिंग

फायदे

1.कमी किंमत आणि कमी पाईप कनेक्शन लागतात

2. रोटामीटरमध्ये दाब कमी होणे जवळजवळ कमी आहे.

3. हे कोणत्याही संक्षारक (corrosive) द्रव पदार्थ हाताळू शकते.

4.विशेषत: कमी प्रवाहात त्याची अचूकता चांगली आहे

5. हे रेखीय (linear) स्केल प्रदान करते.

6. द्रव घनता आणि स्निग्धता (viscocity) मधील बदलांची भरपाई केली जाऊ शकते.

7. फ्लोट ट्यूब बदलून सापेक्ष क्षमता (relative capacity) सहजतेने बदलली जाऊ शकते.

8. प्रवाहाची स्थिती सहज दिसून येते.

तोटे:

1. ते फक्त उभ्या स्थितीत स्थापित केले जाते.

2. उच्च दाब आणि तापमानासाठी, ते महाग आहे.

3.जेव्हा अपारदर्शक द्रव पदार्थ वापरला जातो तेव्हा फ्लोट दिसू शकत नाही.

4. मोठ्या प्रमाणात घन पदार्थ वाहून नेणाऱ्या द्रवासहयाचा वापरकेला जाऊ शकत नाही.

अँप्लिकेशन

हे द्रव, वायू प्रवाह मोजण्यासाठी वापरले जाते.

वेन ॲनिमोमीटर: -

व्हेन ॲनिमोमीटर हा एक प्रकारचा पवन मीटर आहे जो वाऱ्याचा वेग आणि व्हॉल्यूमेट्रिक प्रवाह मोजतो. सामान्यतः, ते लहान हातातील उपकरणे असतात ज्यात टर्बाइन आणि डिजिटल स्क्रीन असते. 'टर्बाइन' (बहुतेकदा प्रोपेलर, इंपेलर किंवा फॅन म्हणून ओळखले जाते) एकतर डिव्हाइस मध्ये तयार केले जाऊ शकते किंवा स्वतंत्र सेन्सर प्लगइन म्हणून पुरवले जाऊ शकते. तुम्ही तुमच्या व्हेन एनीमोमीटरला वाऱ्याच्या उगमाकडे तोंड करून वाऱ्याचा वेग मोजता. वाऱ्याचा वेग सामान्यतःविंड टर्बाइन युनिट वरील रेव्ह काउंटरद्वारे वेन एनीमोमीटरवर मोजला जातो. क्रॉस-सेक्शनल एरिया ज्ञात असल्यास, आपण व्हॉल्यूमेट्रिक प्रवाहाची गणना करण्यासाठी याचा वापर करू शकता.

वेन ॲनिमोमीटर
आकृती 4.5.2

ॲप्लिकेशन

1. हे वाऱ्याचा वेग मोजण्यासाठी वापरले जाते.
2. हे पवन शक्ती मापनमध्ये देखील वापरले जाते.
3. हे हवामान केंद्रात खूप उपयुक्त आहे

Exercise:

TLO 4.1 Classify transducers for the given application.

1. **E**xplain Generalized Measuring system with block diagram. (U)
2. Define transducer. (R)
3. Classify transducer with suitable example . (A)
4. Explain Mechanical transducer with suitable application . (U)
5. Drawblock diagram of generalized measurement system. (R)

TLO 4.2 Identify the given transducer with justification.

1. Select transducer for given application. (R)

   a) Water flow meter in domestic application.

   b) Force measurement

   C)Displacement Measurement

TLO 4.3 Explain displacement measuring instrument.

1. Explain construction and working of LVD with neat sketch. (U)

2. List any two applications of LVDT. (U)
3. Explain construction and working of RVDT with neat sketch. .(U)
4. Explain construction and working of potentiometer with neat sketch. (U)
5. List the specification of Displacement transducer. (U)

TLO 4.4 Choose relevant instrument to measure temperature of given system.

1. Explain Bimetallic thermometer with neat sketch (U)
2. Explain construction and working of RTD with neat sketch (U)
3. Explain thermocouple with neat sketch (U)
4. List the Application of thermocouple. (A)

TLO 4.5 Select relevant flow meter to measure flow in given system with justification.

1. List the types of flow meter. (R)
2. State selection criteria for flow meter. (R)
3. Explain vane anemometer with neat sketch. (U)
4. List application of vane anemometer. (A)

5. विविध मोजमाप
(Miscellaneous Measurements)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome) : सिस्टमच्या कार्यरत मापदंडांच्या मापनासाठी योग्य साधनांचा वापर करा.(Use relevant instrument for measurement of operating parameters of system.)

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcome) :

TLO 5.1: दिलेल्या सिस्टमसाठी योग्य ध्वनी मापन साधन निवडा आणि त्याचे स्पष्टीकरण द्या. (Select relevant sound measuring device for the given system with justification.)

TLO 5.2: दिलेल्या सिस्टमसाठी योग्य बल मापन साधन निवडा आणि त्याचे स्पष्टीकरण द्या. (Select relevant force measuring device for the given system with justification.)

TLO 5.3: दिलेल्या सिस्टमसाठी गती मापन साधन निवडा. (Choose speed measuring instrument for a given system.)

5.1 ध्वनिक मापन (Acoustic Measurement):

हे तीव्रता(Intensity), वारंवारता(frequency), कालावधी(Duration) आणि गुणवत्ता(Quality) यासारख्या ध्वनी वैशिष्ट्यांचे प्रमाण निश्चित करण्याच्या प्रक्रियेचा संदर्भ देते. यामध्ये मायक्रोफोन, ध्वनी पातळी मीटर (sound level meter) आणि स्पेक्ट्रम विश्लेषक(Spectrum Analyzer) यांसारखी विशिष्ट उपकरणे वापरून विविध वातावरणातील ध्वनी लहरी कॅप्चर करणे आणि त्यांचे विश्लेषण करणे या गोष्टी समाविष्ट आहेत. अभियांत्रिकी, आर्किटेक्चर, पर्यावरण विज्ञान (Environmental Science), संगीत आणि वैद्यक यांसारख्या क्षेत्रांमध्ये ध्वनिक मोजमाप महत्त्वपूर्ण आहेत, जेथे आवाज समजून घेणे आणि नियंत्रित करणे आवश्यक आहे.

5.1.1 ध्वनी वैशिष्ट्ये(Sound Characteristics):

ध्वनी खालील पॅरामीटर्सद्वारे दर्शविले जाते:

1) तीव्रता (Intensity): तीव्रतेची व्याख्या ध्वनी प्रसाराच्या दिशेला लंब असलेल्या युनिट क्षेत्राद्वारे प्रति युनिट वेळेत प्रसारित होणारी ऊर्जा म्हणून केली जाते. हे ध्वनी लहरींच्या ताकदीचे किंवा सामर्थ्याचे मोजमाप आहे आणि बहुतेकदा वॅट्स प्रति चौरस मीटर (W/m^2) सारख्या युनिट्समध्ये परिमाण केले जाते.

गणितानुसार,

$I = P/A$

कुठे:

I= तीव्रता (वॅट प्रति चौरस मीटरमध्ये, W/m^2)

P = शक्ती (वॅट्स, डब्ल्यू मध्ये) ध्वनी लहरीद्वारे वाहून नेली जाते

A = क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र (चौरस मीटर, m^2 मध्ये) ज्यामधून ध्वनी लहरी जात आहे

2) वारंवारता(Frequency):प्रति युनिट टाईम मध्ये झालेल्या oscillations ची संख्या म्हणजे वारंवारता. आहे आणि ते साउंड चा पीच ठरवते. हे हर्ट्झ (Hz) मध्ये मोजले जाते, जेथे एक हर्ट्झ प्रति सेकंद एक चक्र (cycle) असते.

3) ध्वनी दाब(Sound Pressure): ध्वनी लहरी जेव्हा हवा, पाणी किंवा घन पदार्थ यांसारख्या माध्यमाद्वारे प्रसारित होतात तेव्हा तयार होणाऱ्या दाबातील फरकाला ध्वनी दाब(sound pressure)असे म्हणतात. जेव्हा ध्वनी लहरी एखाद्या माध्यमातून जातात , तेव्हा माध्यमाचे कण पुढे आणि मागे (back and forth) फिरण्यास सुरवात होते , ज्यामुळे उच्च आणि कमी दाबाचे क्षेत्र तयार होते.

ध्वनी दाब सामान्यत: पास्कल (Pa) किंवा मायक्रो पास्कल (μPa) च्या युनिटमध्ये मोजला जातो. द रूट मीन स्क्वेअर (RMS) ध्वनी दाब अनेकदा मानक(standard) मोजमाप म्हणून वापरला जातो. मायक्रोफोन आणि ध्वनी पातळी मीटर यांसारखी उपकरणे सामान्यतः वेगवेगळ्या संदर्भात ध्वनी दाब मोजण्यासाठी वापरली जातात.

4) ध्वनी शक्ती (Sound Power): सर्व दिशांमध्ये ध्वनी स्त्रोताद्वारे विकिरण केलेल्या एकूण ध्वनिक उर्जेचे एक माप म्हणजे ध्वनी शक्ती (Sound Power) आहे.

ध्वनी शक्ती सामान्यत: वॅट्स (W) च्या युनिट्समध्ये किंवा डेसिबलच्या(dB) रेफरन्स लेव्हल च्या तुलनेत मोजली जाते.

$$L_W = 10\log_{10}\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

जेथे :

L_W ही डेसिबल (dB) मधील ध्वनी शक्ती पातळी (Sound Power Level) आहे.

P ही वॅट्स (W) मधील ध्वनी शक्ती आहे.

P_0 ही रेफरन्स ध्वनी शक्ती (Reference Sound Power) आहे, विशेषत: 1×10^{-12} वॅट्स (W).

5) ध्वनीचा वेग (Sound Speed): ध्वनी लहरी ज्या गतीने एका माध्यमातून(medium) प्रसारित होतात त्या गतीला ध्वनीचा वेग असे म्हटले जाते . हे प्रामुख्याने माध्यम (medium) च्या गुणधर्मांवर अवलंबून असते,जसे की त्याची घनता, तापमान आणि दाब.

आदर्श वायूमध्ये(ideal gas) जसे की हवा, ध्वनीचा वेग © खालील समीकरण वापरून काढता येतो :

$$C = \sqrt{\gamma RT}$$

जेथे :

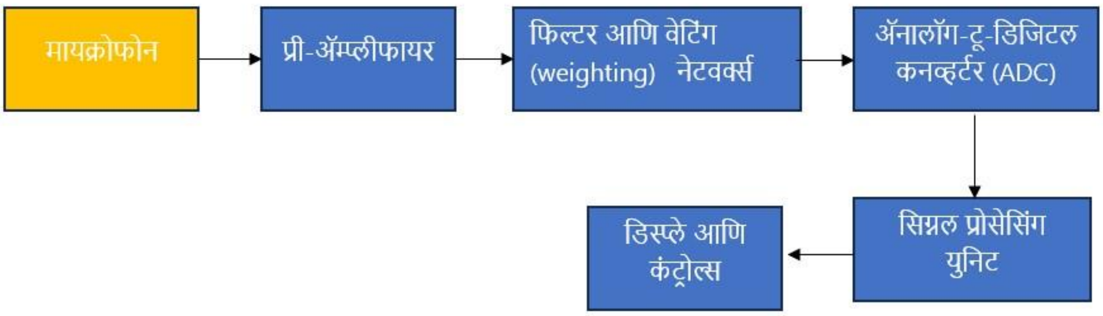
‘C’ हा ध्वनीचा वेग आहे (मीटर प्रति सेकंद, मी/से)

‘γ ‘हा ॲडिबॅटिक इंडेक्स किंवा विशिष्ट उष्णतेचा गुणोत्तर (एककविरहित) आहे, विशेषत: हवेसाठी सुमारे 1.4 त्याची किंमत आहे.

‘R हा विशिष्ट वायू स्थिरांक(gas constant) आहे (J/(kg·K))

‘T’ हे माध्यमाचे(medium) तापमान आहे (K)

5.1.2 ध्वनी पातळी मीटर (Sound Level Meter):



ध्वनी पातळी मीटर

आकृती 5.1.2

ध्वनी पातळी मीटर (SLM) हे विविध वातावरणात ध्वनी दाब पातळी (sound pressure level) मोजण्यासाठी वापरले जाणारे एक साधन आहे. हे साधन ध्वनी दाब पातळी (sound pressure level) डेसिबल (dB) मध्ये मोजते.

a) संरचना (construction) :

1. मायक्रोफोन : मायक्रोफोन हे ध्वनी पातळी मीटरचे हृदय आहे, विशेषत: एक कंडेनसर मायक्रोफोन, जो ध्वनी लहरींना विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतरित करतो.
2. प्री-ॲम्प्लीफायर: प्री-ॲम्प्लिफायरचा वापर सिग्नल्सला वाढवण्यासाठी(amplify करण्यासाठी) केला जातो.
3. फिल्टर आणि वेटिंग (weighting) नेटवर्क्स: ध्वनी पातळी मीटर सहसा फिल्टरसह बसवलेले असतात कारण त्यांच्या वारंवारतेचा प्रतिसाद मानवी कानाला ऐकू येण्यासारखा असावा .
4. ॲनालॉग-टू-डिजिटल कनव्हर्टर (ADC): ADC चा वापर इलेक्ट्रिकल सिग्नलला ॲनालॉग मधून डिजिटल फॉरमॅटमध्ये रूपांतरित करण्यासाठी केला जातो. हे सिग्नलवर प्रक्रिया आणि डिजिटल पद्धतीने विश्लेषण करण्यास अनुमती देते.
5. सिग्नल प्रोसेसिंग युनिट: हे युनिट ध्वनी दाब पातळी (SPL) आणि समतुल्य सतत ध्वनी पातळी (equivalent continuous sound level) यांसारखे विविध पॅरामीटर्स मिळविण्यासाठी वेळोवेळी ध्वनी सिग्नलचे सरासरी काढणे, फिल्टर करणे आणि इंटीग्रेट करणे यासारखी कॅलक्युलेशन्स करते.
6. डिस्प्ले आणि कंट्रोल्स: ध्वनी पातळी मीटरमध्ये सामान्यत: मोजलेले ध्वनी पातळी आणि इतर संबंधित माहिती दर्शविण्यासाठी डिस्प्ले पॅनेल असते.

b) कार्य (Working):

ब्लॉक डायग्राममध्ये दर्शविल्याप्रमाणे, प्रथम, मायक्रोफोन ध्वनी लहरी कॅप्चर करतो. त्यानंतर प्री-ॲम्प्लीफायर मायक्रोफोनमधील कमकुवत विद्युत सिग्नल वाढवतो. ते इलेक्ट्रिकल सिग्नल वारंवारता प्रतिसाद समायोजित करण्यासाठी फिल्टर आणि वेटिंग नेटवर्कमधून जातात. त्यानंतर ॲनालॉग-टू-डिजिटल कनवर्टर (ADC) ॲनालॉग सिग्नल्सचे डिजिटल फॉरमॅटमध्ये रूपांतर करते. त्यानंतर सिग्नल प्रोसेसिंग युनिट (SPU) ध्वनी पॅरामीटर्सची कॅलक्युलेशन्स करण्यासाठी डिजिटल सिग्नलवर प्रक्रिया करते. त्यानंतर डिस्प्ले पॅनेल मोजलेले आवाज पातळी आणि इतर संबंधित माहिती दाखवते.

5.3.1 बल मापन (Force Measurement):

बल मापनामध्ये एखाद्या वस्तूवर लागू केलेल्या किंवा एखाद्या वस्तूने लावलेल्या बलाचे प्रमाण मोजणे समाविष्ट असते. भौतिकशास्त्रात, ज्यामुळे वस्तूच्या गती किंवा आकारात बदल होतो त्याला बल म्हणतात असे वर्णन केले जाते. ॲप्लीकेशनच्या आवश्यकतांवर अवलंबून, विविध उपकरणे आणि तंत्रे वापरून बल मोजले जाऊ शकते.

a) मूलभूत तत्त्वे (Basic Principle): बल हे सामान्यत: न्यूटनच्या गतीचा दुसरा नियम वापरून मोजले जाते, जे असे सांगते की ऑब्जेक्टवर कार्य करणारे बल त्याच्या प्रवेग (F = ma) ने गुणाकार केलेल्या वस्तुच्या वस्तुमानाच्या बरोबरीचे असते. हा कायदा अनेक बल मापन तंत्रांचा आधार बनतो. फोर्स गेज, लोड सेल किंवा डायनामोमीटर यासारख्या साधनांचा वापर करून बल थेट मोजले जाऊ शकते. ही उपकरणे एखाद्या वस्तूवर ज्ञात बल लागू करण्यासाठी आणि बलामुळे होणारे आकार बदल, ताण किंवा विस्थापन मोजण्यासाठी डिझाइन

केलेली आहेत. फोर्स सामान्यत: न्यूटन (N), पाउंड-फोर्स (lbf), किंवा डाईन (Dyne) यांसारख्या युनिट्समध्ये मोजले जाते, जे वापरल्या जाणाऱ्या मापन प्रणालीवर अवलंबून असते. काही प्रकरणांमध्ये, बल इतर युनिट्समध्ये देखील व्यक्त केले जाऊ शकते जसे की किलोग्राम-फोर्स (kgf) किंवा पाउंडल्स.

5.3.2 लोड सेल(Load Cell): लोड सेल हा एक प्रकारचा ट्रान्सड्यूसर(Transducer)आहे ज्याचा उपयोग बल किंवा वजन, विद्युत सिग्नलमध्ये रूपांतरित करण्यासाठी केला जातो. हा एक सेन्सर आहे जो बल किंवा वजन मोजतो आणि त्याचे एका इलेक्ट्रिकल सिग्नलमध्ये रुपांतर करतो जे मोजले जाऊ शकते आणि प्रमाणित केले जाऊ शकते. लोड सेल, स्ट्रेन गेज(Strain Guage) तंत्रज्ञानाच्या तत्त्वावर आधारित कार्य करतात. जेव्हा लोड सेलवर बल लागू केले जाते तेव्हा ते थोडेसे डीफॉर्म होते. या डीफॉर्मेशनमुळे लोड सेलच्या अंतर्गत स्ट्रेन गेजमधील विद्युत प्रतिकारामध्ये(resistance) बदल होतो. प्रतिकारातील हा बदल हा लागू केलेल्या बलाच्या प्रमाणात असतो.

ॲप्लीकेशन्स: लोड सेल विविध उद्योगांमध्ये विस्तृत ॲप्लीकेशन्समध्ये वापरले जातात. खालील काही सामान्य ॲप्लीकेशन्समध्ये ते समाविष्ट आहे:

- औद्योगिक वजनाचा तराजू (Industrial weighing scales)
- मटेरीअल टेस्टिंग मशीन (Material Testing Machine)
- फोर्स मापन उपकरणे (Force Measurement Instrument)
- ऑटोमोटिव्ह टेस्टिंग (Automotive Testing)
- एरोस्पेस टेस्टिंग (Aerospace Testing)
- वैद्यकीय उपकरणे (Medical Instruments)
- रोबोटिक्स (Robotics)
- प्रक्रिया नियंत्रण प्रणाली (Process Control Systems)

5.3.3 लोड सेलचे प्रकार:

1) हायड्रॉलिक लोड सेल (Hydraulic Load Cell)
2) न्यूमॅटिक लोड सेल (Pneumatic Load Cell)
3) स्ट्रेन गेज लोड सेल (Strain Gauge Load Cell)
4) पिझोइलेक्ट्रिक लोड सेल (Piezoelectric Load Cell)
5) कॅपेसिटन्स लोड सेल (Capacitance Load Cell)

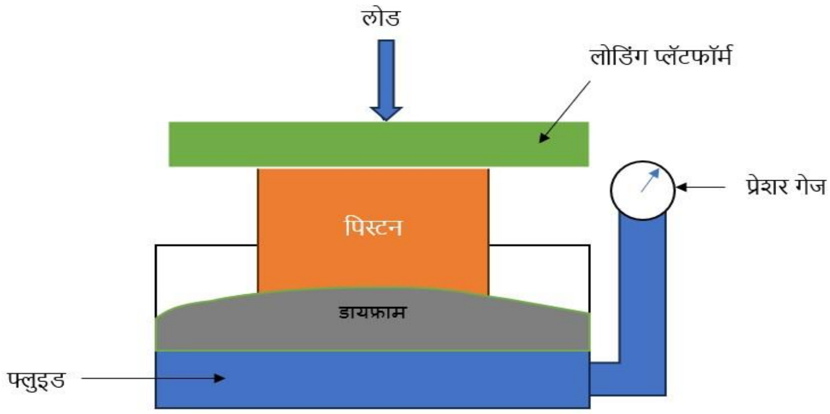
1) हायड्रॉलिक लोड सेल (Hydraulic Load Cell):

हायड्रॉलिक लोड सेल हे द्रव दाबाच्या तत्त्वांचा वापर करून बल किंवा वजन मोजण्यासाठी वापरले जाणारे उपकरण आहे.

a) संरचना (Construction):

1. लोड प्लॅटफॉर्म (Load Platform): ज्या पृष्ठभागावर वजन (F_load) लागू केले जाते.
2. पिस्टन(Piston): एक हलणारा(movable) कम्पोनन्ट जो लागू केलेल्या वजनाने खाली ढकलला जातो.

3. डायफ्राम (Diaphragm): एक लवचिक पडदा जो पिस्टनपासून मिळालेल्या बलाला हायड्रॉलिक फ्लुइड मध्ये प्रसारित करतो.
4. हायड्रोलिक फ्लुइड(Hydraulic Fluid): या प्रणालीमध्ये एक द्रवपदार्थ असतो जो दबाव प्रसारित करतो.
5. प्रेशर गेज(Pressure Gauge): एक उपकरण जे हायड्रॉलिक द्रवपदार्थाचा दाब मोजते, जे लागू केलेल्या वजनाशी संबंधित आहे.



हायड्रॉलिक लोड सेल
आकृती 5.3.3 (1)

b) कामाचे तत्त्व (Working Principle): लोड प्लॅटफॉर्मवर वजन (F_load) ठेवले जाते तेव्हा ते पिस्टनवर खाली जाणारे बल लावते. त्यामुळे, लागू केलेल्या वजनामुळे पिस्टन डायफ्रामच्या विरुद्ध दाबून खाली सरकतो. डायाफ्राम, लवचिक असल्याने, हे बल त्याच्या विरुद्ध हायड्रॉलिक द्रवपदार्थात प्रसारित करते. डायफ्रामवर लावलेल्या बलामुळे हायड्रॉलिक द्रवपदार्थाचा दाब वाढतो. पास्कलच्या तत्त्वानुसार, बंदिस्त द्रवपदार्थावर लावलेला दाब सर्व दिशांना प्रसारित केला जातो. हायड्रॉलिक द्रवपदार्थाशी जोडलेल्या प्रेशर गेजद्वारे द्रवपदार्थाचा वाढलेला दाब मोजला जातो. दाब वाचन हे लागू केलेल्या वजन किंवा बलाच्या थेट प्रमाणात असते. या दाबाचे थेट वजन वाचनात रूपांतर करण्यासाठी प्रेशर गेज सामान्यत: कॅलिब्रेट केले जाते.

लागू केलेले बल आणि निर्माण होणारा दबाव यांच्यातील संबंध खालीलप्रमाणे व्यक्त केला जातो :

$$P = \frac{F}{A}$$

जेथे :

'P' हा गेजने मोजलेला दाब आहे.(N/m^2)

'F' हे लागू केलेले बल किंवा वजन आहे.(N)

'A' हे पिस्टनचे क्रॉस-सेक्शनल क्षेत्र आहे.

c)हायड्रोलिक लोड सेलचे फायदे (Advantages):

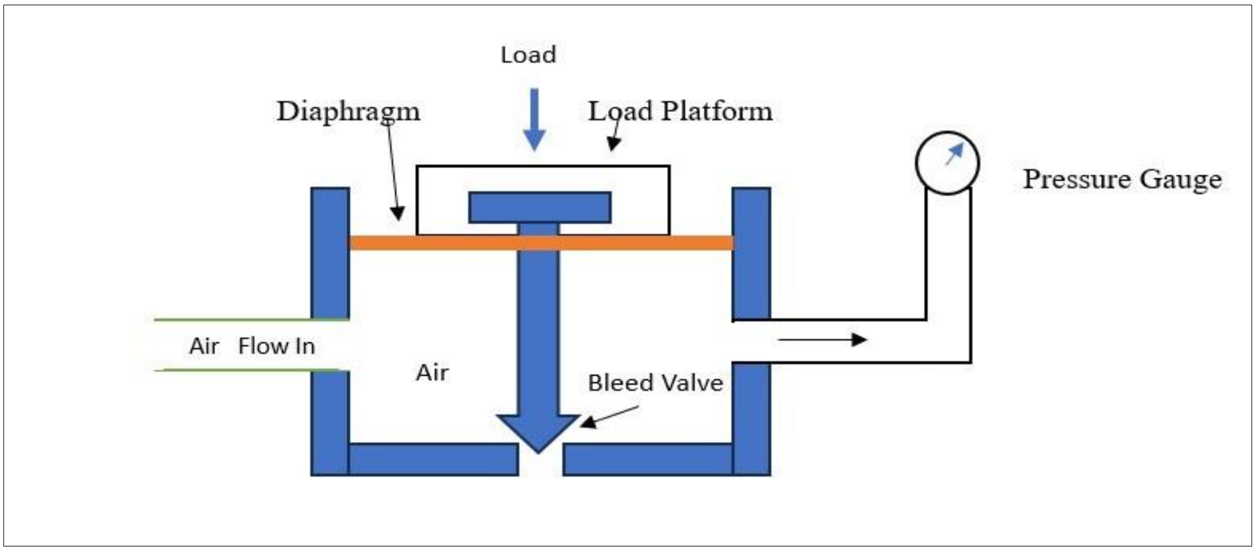
1. ते मजबूत आहेत आणि कठोर वातावरणाचा सामना करू शकतात.
2. ते वजनाच्या विस्तृत श्रेणीवर अचूक मोजमाप देतात.
3. डिझाइन तुलनेने सोपे आहे आणि किमान देखभाल आवश्यक आहे.

d) ॲप्लीकेशन (Application):

हायड्रोलिक लोड सेलचा वापर विविध औद्योगिक अनुप्रयोगांमध्ये केला जातो, ज्यात जास्त लोड साठी वजन प्रणाली(Weighing System), सामग्री चाचणी मशीन(Material Testing Machine) आणि हायड्रॉलिक प्रेसमध्ये बल मापन समाविष्ट आहे.

2) न्यूमॅटिक लोड सेल (Pneumatic Load Cell):

न्यूमॅटिक लोड सेल हे एक उपकरण आहे जे हवेच्या दाबाच्या तत्त्वांचा वापर करून बल किंवा वजन मोजते.



न्यूमॅटिक (Pneumatic) लोड सेल
आकृती 5.3.2(2)

a) संरचना :

1. लोड प्लॅटफॉर्म (Load Platform): ज्या पृष्ठभागावर वजन (F_load) लागू केले जाते.
2. डायफ्राम (Diaphragm): एक लवचिक पडदा जो लोड प्लॅटफॉर्मला एअर चेंबरपासून वेगळे करतो.
3. हवा पुरवठा (Air Supply): या प्रणालीमध्ये दाब (Pressure) राखण्यासाठी आवश्यक हवा पुरवते.
4. एअर चेंबर (Air Chamber): त्यात हवा असते ज्याचा दाब लागू केलेल्या लोडच्या प्रतिसादात बदलतो.
5. ब्लीड व्हॉल्व्ह (Bleed Valve): सिस्टीममध्ये हवेच्या दाबाचे फाईन ॲडजस्टमेंट करण्यास अनुमती देते.
6. प्रेशर गेज (Pressure Gauge): एअर चेंबरमधील हवेचा दाब मोजतो.

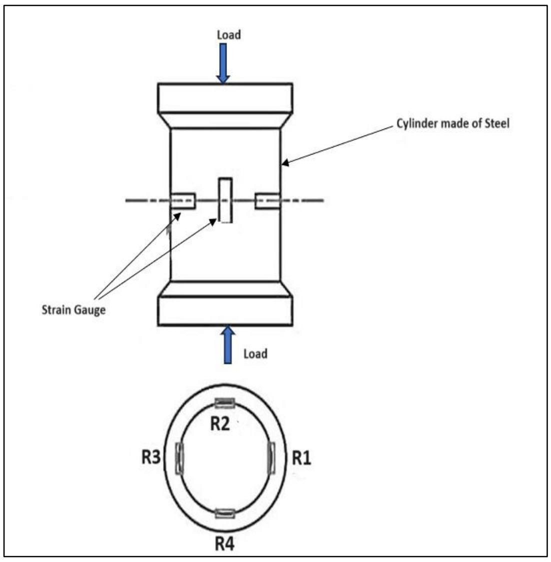
b) कार्याचे तत्त्व(Working Principle): जेव्हा लोड प्लॅटफॉर्मवर वजन (F_load) ठेवले जाते, तेव्हा ते डायफ्रामवर खालच्या दिशेने बल लावते. नंतर लागू केलेल्या वजनामुळे डायफ्राम खाली वाकतो, एअर चेंबरमधील हवा संकुचित करतो. म्हणून, हवेच्या दाबाने एअर चेंबरच्या आत दाब वाढतो. हवेचा पुरवठा आवश्यक दाब राखतो आणि प्रणाली स्थिर करण्यासाठी हवेचा दाब व्यवस्थित करण्यासाठी ब्लीड व्हॉल्व्हचा वापर केला जाऊ शकतो. हवेचा वाढलेला दाब प्रेशर गेजने मोजला जातो. दाब वाचन लागू केलेल्या वजनाच्या थेट प्रमाणात आहे. या दाबाचे थेट वजन रीडिंग (Weight reading) रूपांतर करण्यासाठी प्रेशर गेज सामान्यत: कॅलिब्रेट केले जाते.

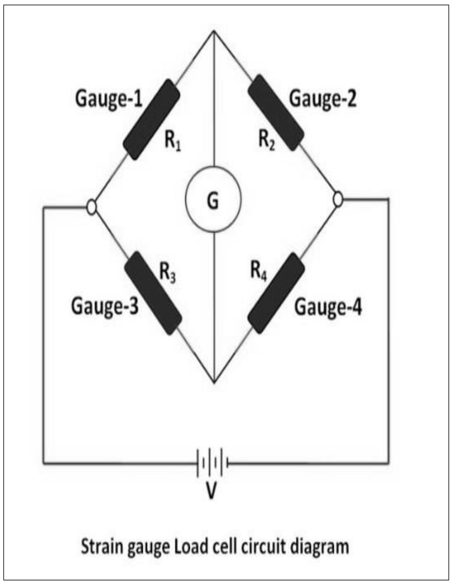
c) न्यूमॅटिक (Pneumatic) लोड सेलचे फायदे(Advantages):

1. ते धोकादायक(Hazardous)वातावरणात वापरण्यास अधिक सुरक्षित आहेत जेथे हायड्रॉलिक द्रवपदार्थ धोका निर्माण करू शकतात.
2. हायड्रॉलिक द्रवपदार्थांपासून दूषित होण्याचा धोका नाही, ज्यामुळे ते स्वच्छ वातावरणासाठी योग्य बनतात.
3. मजबूत आणि कठोर परिस्थितीचा सामना करू शकतो.

d) ॲप्लीकेशन(Application): न्यूमॅटिक लोड सेल विविध औद्योगिक ॲप्लिकेशन्समध्ये वापरले जातात, ज्यामध्ये वजनाची यंत्रणा, उत्पादन प्रक्रियेत बल मोजणे आणि स्फोटक किंवा धोकादायक वातावरणात सुरक्षित ॲप्लीकेशन समाविष्ट आहेत.

3) स्ट्रेन गेज लोड सेल (Strain Gauge Load Cell):





स्ट्रेन गेज लोड सेल
आकृती **5.3.3(3)**

a) संरचना:

1. लोड सेल बॉडी (Load Cell Body): मुख्य रचना सामान्यत: स्टीलसारख्या उच्च-स्ट्रेंग्थ (High Strength) च्या मटेरीअलची बनलेली असते. ते अशाप्रकारे डिझाईन केलेले असतात कि जेव्हा लोड लागू केला जाईल तेव्हा ते थोडेसे डीफॉर्म होईल.
2. स्ट्रेन गेज(Strain Guage): इलेक्ट्रिकल रेझिस्टन्स गेज लोड सेल बॉडीच्या पृष्ठभागावर जोडलेले असतात.आकृतीमध्ये,चार स्ट्रेन गेज (R1, R2, R3, R4) बॉडीभोवती रणनीतिकदृष्ट्या स्थित (Strategically positioned) केलेले आहेत.
3. व्हीटस्टोन ब्रिज कॉन्फिगरेशन (Wheatstone Bridge Configuration): स्ट्रेन गेज हे व्हीटस्टोन ब्रिज सर्किटमध्ये जोडलेले असतात, ज्याचा वापर स्ट्रेन गेजच्या डीफॉर्मेशन मुळे होणाऱ्या प्रतिकारातील लहान बदल मोजण्यासाठी केला जातो.

b) कार्याचे तत्त्व (Working Principle): जेव्हा लोड सेलवर भार (बल) लागू केला जातो तेव्हा लोड सेल बॉडीमध्ये थोडेसे डीफॉर्मेशन होते. लोड सेल बॉडीच्या डीफॉर्मेशन मुळे संबंधित स्ट्रेन गेजचे डीफॉर्मेशन होते. स्ट्रेन गेज R1 आणि R3 सामान्यत: तन्य ताण (Tensile Strain) (स्ट्रेचिंग) अनुभवतात, तर R2 आणि R4 संकुचित ताण (Compressive Strain) (कॉम्प्रेशन) अनुभवतात. स्ट्रेन गेजच्या डीफॉर्मेशन मुळे त्यांच्या विद्युत प्रतिकारात बदल होतो. टेन्साईल स्ट्रेन मुळे रेझीस्टन्स वाढतो , तर कॉम्प्रेसिव स्ट्रेनमुळे रेझीस्टन्स कमी होतो. रेझीस्टन्स मधील बदल व्हीटस्टोन ब्रिजला असंतुलित करते, लागू केलेल्या लोडच्या प्रमाणात व्होल्टेज आउटपुट तयार करते. व्हीटस्टोन ब्रिजमध्ये आकृतीमध्ये दर्शविल्याप्रमाणे कॉन्फिगर केलेल्या चार स्ट्रेन गेजचा समावेश आहे. व्हीटस्टोन ब्रिजमधून आउटपुट व्होल्टेज मोजले जाते आणि लागू केलेल्या लोडशी जुळण्यासाठी कॅलिब्रेट केले जाते. या व्होल्टेजवर लोड सेलवर लागू केलेल्या बल किंवा वजनाचे अचूक मापन प्रदान करण्यासाठी प्रक्रिया केली जाते.

c) फायदे(Advantages):

- स्ट्रेन गेज लोड सेल अत्यंत अचूक मापन प्रदान करतात.
- ते टिकाऊ असतात आणि कठोर औद्योगिक वातावरणाचा सामना करू शकतात.
- वजन प्रणाली, बल मोजमाप आणि सामग्री चाचणीसह (Material Testing) विस्तृत ॲप्लीकेशनसाठी उपयुक्त.

d) तोटे (Disadvantages) :

- त्याच्या कार्यक्षमतेवर नॉन ॲक्सिअल फोर्सचा परिणाम होतो.
- यासाठी टेम्प्रेचर कॉम्पेन्सेषण नेटवर्क आवश्यक आहे.
- खूपच जास्त बल, लोड सेलला नुकसान करू शकते.

e) ॲप्लीकेशन:

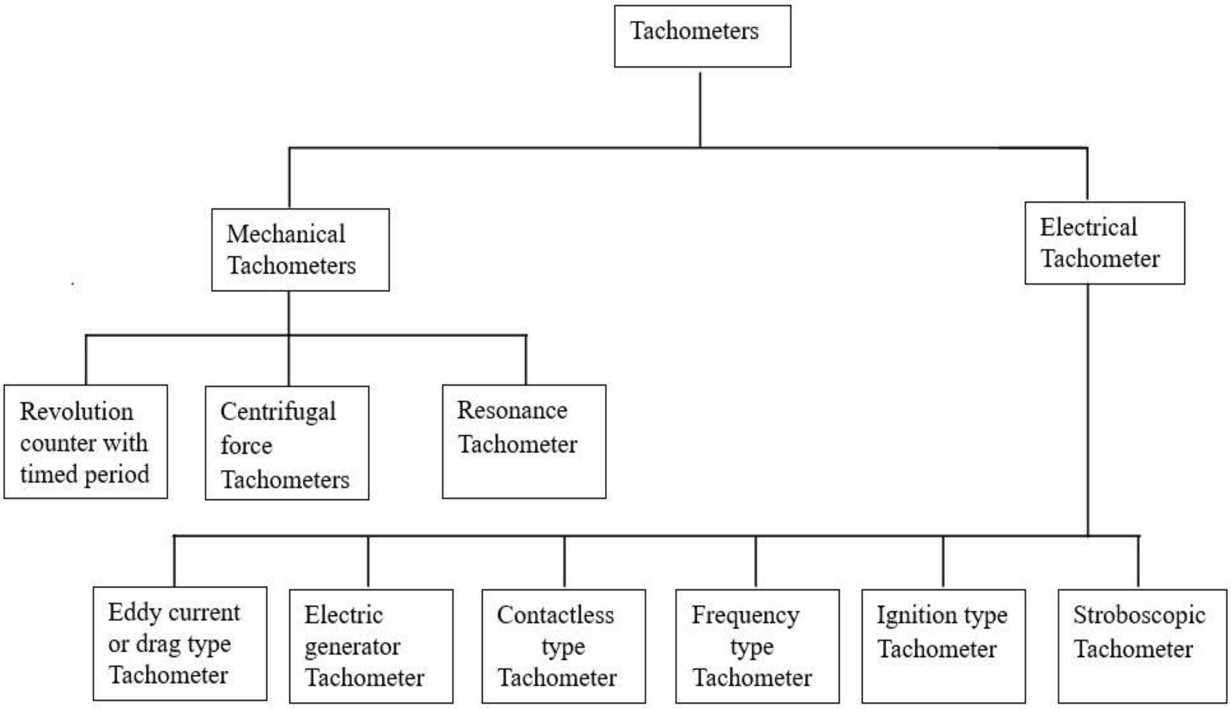
- तराजूचे वजन (Weighing Scales)
- औद्योगिक स्केल (Industrial Scales)
- मटेरीअल टेस्टिंग (Material Testing)
- ऑटोमोटिव्ह आणि एरोस्पेस (Automotive and Aerospace)

5.4 गती मापन (Speed Measurement):

स्पीड ची व्याख्या:एखाद्या ऑब्जेक्टने एका मिनिटामध्ये केलेले रेओल्युशन म्हणजे स्पीड. स्पीड हे मध्ये RPM मध्ये मोजले जाते.

गती मापन :गती मापन ही ऑटोमोटिव्ह अभियांत्रिकी, औद्योगिक ॲप्लीकेशन, एरोनॉटिक्स आणि भौतिकशास्त्र यासह विविध क्षेत्रांमध्ये एक मूलभूत पैलू आहे.कॉन्टेक्स्ट(Context), गतीचा प्रकार (type of motion) आणि अचूकता(precision)यावर अवलंबून गती हि वेगवेगळ्या प्रकारे मोजली जाऊ शकते.

• गती मोजण्यासाठी टॅकोमीटर हे सर्वात जास्त वापरले जाणारे उपकरण आहेत. टॅकोमीटरचे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे आहे.



टॅकोमीटरचे वर्गीकरण
आकृती **5.4**

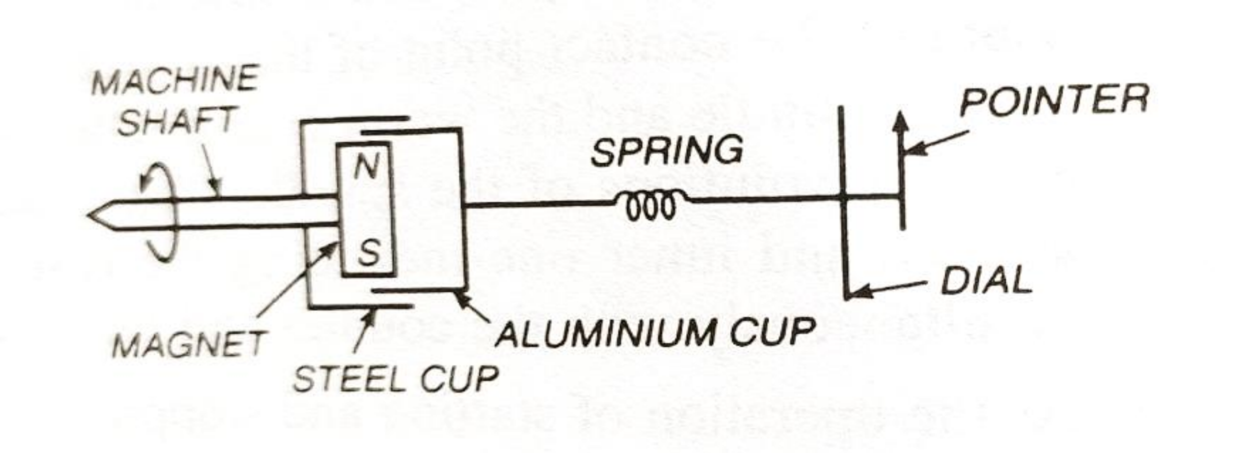
5.4.1) एडी करंट किंवा ड्रॅग प्रकार टॅकोमीटर (Eddy Current or Drag type Tachometer):

एडी करंट टॅकोमीटर, हे एडी करंट च्या सहाय्याने मशीन शाफ्टच्या फिरण्याच्या गतीचे मोजमाप करते.आणि एडी करंट हे चुंबकीय क्षेत्र आणि कंडक्टीव मटेरीअल यांच्यातील interaction ने तयार होतात .

a) संरचना :

1. **मशीन शाफ्ट (Machine Shaft):** मशीनचा फिरणारा भाग ज्याची गती मोजली जाणार आहे.
2. **चुंबक (Magnet):** चुंबक हे मशीन शाफ्टला जोडलेले आहे, जे फिरणारे चुंबकीय क्षेत्र(rotating magnetic field) तयार करते.
3. **स्टील कप (Steel Cup):** चुंबक जागेवर धरतो आणि चुंबकीय क्षेत्र निर्देशित करतो.
4. **ॲल्युमिनियम कप (Aluminum Cup):** स्टीलच्या कपला वेढलेला असतो जो चुंबकीय क्षेत्राशी संवाद(interaction) साधतो.
5. **स्प्रिंग:** स्प्रिंग हि ॲल्युमिनियम कपशी जोडलेली आहे आणि पॉइंटरला त्याच्या मूळ स्थिती कडे परत येण्यास मदत करते.
6. **पॉइंटर:** पॉइंटर हे स्प्रिंगच्या शेवटी जोडलेले आहे आणि जे डायलवरील गती दर्शवते.
7. **डायल:** डिस्प्ले जिथे गती वाचली (read) जाते.

b) कार्याचे तत्त्व (Working Principle): मशिन शाफ्ट फिरत असताना, त्यास जोडलेले चुंबक देखील फिरण्यास कारणीभूत ठरते. हे फिरणारे चुंबक त्याभोवती बदलणारे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते. बदलणारे चुंबकीय क्षेत्र सभोवतालच्या ॲल्युमिनियम कपमध्ये एडी करंट निर्माण करते. एडी करंट्स हे बदलत्या चुंबकीय क्षेत्रामुळे कंडक्टीव मटेरीअल मध्ये (ॲल्युमिनियम) विद्युत प्रवाहाचे(electric current)लूप तयार करतात. चुंबकीय क्षेत्र आणि प्रेरित एडी करंट यांच्यातील interaction मुळे ॲल्युमिनियम कपवर टॉर्क निर्माण होतो. हा टॉर्क मशीन शाफ्टच्या फिरण्याच्या गतीच्या प्रमाणात आहे. प्रेरित टॉर्कमुळे ॲल्युमिनियम कप स्प्रिंगच्या शक्तीच्या विरूद्ध विचलित होतो. डिफ्लेक्शन चे प्रमाण रोटेशनच्या गतीवर अवलंबून असते. ॲल्युमिनियम कपचे डिफ्लेक्शन स्प्रिंगद्वारे पॉइंटरकडे हस्तांतरित केले जाते. पॉइंटर डायलवर फिरतो आणि रोटेशनल स्पीड दर्शवतो. डायल रोटेशनल स्पीडच्या युनिट्समध्ये कॅलिब्रेट केला जातो (उदा. RPM). डायलवरील पॉइंटरची स्थिती मशीन शाफ्टच्या गतीचे थेट रीडिंग देते.



एडी करंट किंवा ड्रॅग प्रकार टॅकोमीटर
आकृती 5.4.1

5.4.2 कॉन्टॅक्टलेस टॅकोमीटर (Contactless Tachometer):

कॉन्टॅक्टलेस टॅकोमीटर ही अशी उपकरणे आहेत जी एखाद्या वस्तूशी प्रत्यक्ष संपर्क न करता त्याच्या फिरण्याच्या गतीचे मोजमाप करण्यासाठी वापरली जातात. या प्रकारचा टॅकोमीटर फिरत्या शाफ्टला यांत्रिकपणे जोडल्याशिवाय पल्सेस(pulses) तयार करतो.

कॉन्टॅक्टलेस टॅकोमीटरचे विविध प्रकार खालील प्रकारांवर आधारित आहेत:

1) इलेक्ट्रॉनिक किंवा इंडक्टीव (Inductive) पिकअप
2) कॅपेसिटिव्ह पिकअप

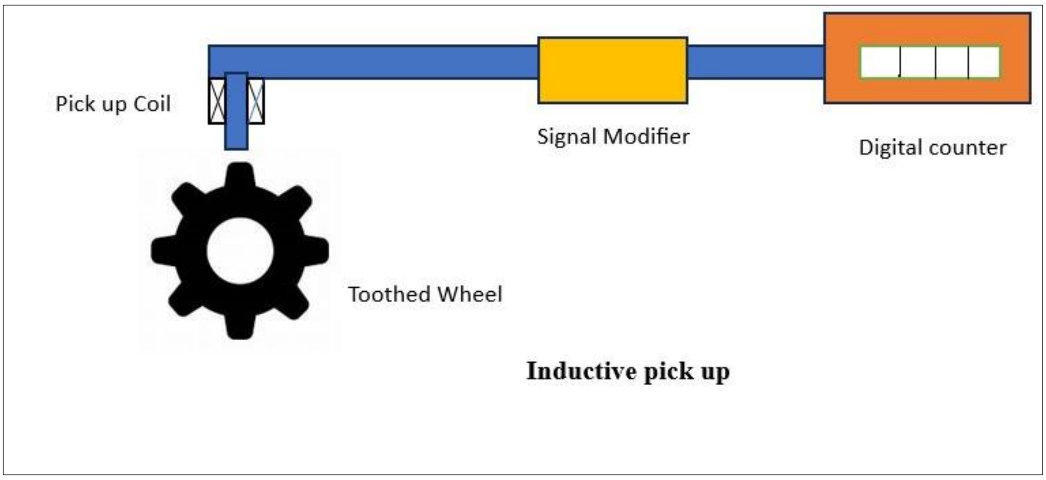
5.4.2(1) इंडक्टीव (Inductive) पिकअप:

a) संरचना :

1. **पिक-अप कॉइल (Pick up Coil):** वायरची कॉइल जी चुंबकीय क्षेत्रांमधील बदल शोधण्यासाठी सेन्सर म्हणून काम करते.
2. **टूथ असलेले व्हील (Toothed Wheel):** समान अंतरावर टूथ असलेले व्हील जे यंत्राच्या शाफ्ट सोबत फिरते.
3. **सिग्नल मॉडिफायर (Signal Modifier):** एक इलेक्ट्रॉनिक युनिट जे पिक-अप कॉइलपासून

कच्च्या (raw) सिग्नलवर प्रक्रिया करते.

4. **डिजिटल काउंटर (Digital Counter):** एक युनिट जे रोटेशनल गती मोजते आणि डिस्प्ले करते.



इंडक्टीव पिकअप
आकृती **5.4.2(1)**

b) कामाचे तत्त्व(Working Principle): टूथ असलेले व्हील यंत्राच्या फिरत्या शाफ्टला जोडलेले असते. शाफ्ट जसा फिरतो, तसे टूथ असलेले व्हीलही फिरते. फिरणाऱ्या व्हील चा प्रत्येक टूथ पिक-अप कॉइलजवळून जात असताना, ते कॉइलच्या सभोवतालच्या चुंबकीय क्षेत्राला डीस्टर्ब करते. फॅराडेच्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक इंडक्शनच्या नियमामुळे पिक-अप कॉइलमध्ये या डीस्टर्बन्समुळे व्होल्टेज पल्स निर्माण होतात. कॉइलमधून जाणारा प्रत्येक टूथ एक पल्स निर्माण करतो. पिक-अप कॉइलमधील कच्च्या (raw) व्होल्टेजचे पल्सेस अनेकदा गोंगाटयुक्त (noisy) आणि अनियमित (irregular)असतात. सिग्नल मॉडिफायर noise फिल्टर करण्यासाठी आणि सिग्नल वाढवण्यासाठी या पल्सेसवर प्रक्रिया करतो. हे पल्सेस मोजणीसाठी योग्य अशा स्वरूपात रूपांतर करते, जसे की क्लीन (clean), चौरस लहरी पल्सेस (square wave pulses) ची सेरीज. डिजिटल काउंटर, सिग्नल मॉडिफायरकडून क्लीन पल्सेस प्राप्त करतो. हे गती निर्धारित करण्यासाठी ठरवून घेतलेल्या टाइम पिरीअड मध्ये पल्सेस ची संख्या मोजते. प्रत्येक पल्स कॉइलमधून जाणाऱ्या टूथशी संबंधित असल्याने, डिजिटल काउंटर प्रति युनिट वेळेच्या पल्सेसच्या संख्येवर आधारित गतीची गणना करते (उदा. पल्सेस प्रति मिनिट). डिजिटल काउंटर मोजलेल्या पल्सेसला वाचण्यायोग्य स्वरूपात रूपांतरित करते, विशेषत: रिवोल्युशन प्रति मिनिट (RPM). गणना केलेली गती नंतर डिजिटल रीडआउटवर प्रदर्शित केली जाते.

c) इंडक्टीव (Inductive) पिकअप टॅकोमीटरचे फायदे:

1. फिरणाऱ्या पार्टशी फिजिकल कॉन्टॅक्ट नाही, त्यामुळे झीज कमी होते.
2. दीर्घ आयुष्या बरोबर किमान देखभाल (maintenance) आवश्यक आहे.
3. पिक-अप कॉइलमधून जाणारे टूथ अचूकपणे(precisely)ओळखल्यामुळे उच्च अचूकता (high accuracy) मिळते.
4. धूळ आणि कंपन असलेल्या वातावरणासह कठोर वातावरणात कार्य करू शकते.

d) इंडक्टीव (Inductive) पिकअप टॅकोमीटरचे तोटे

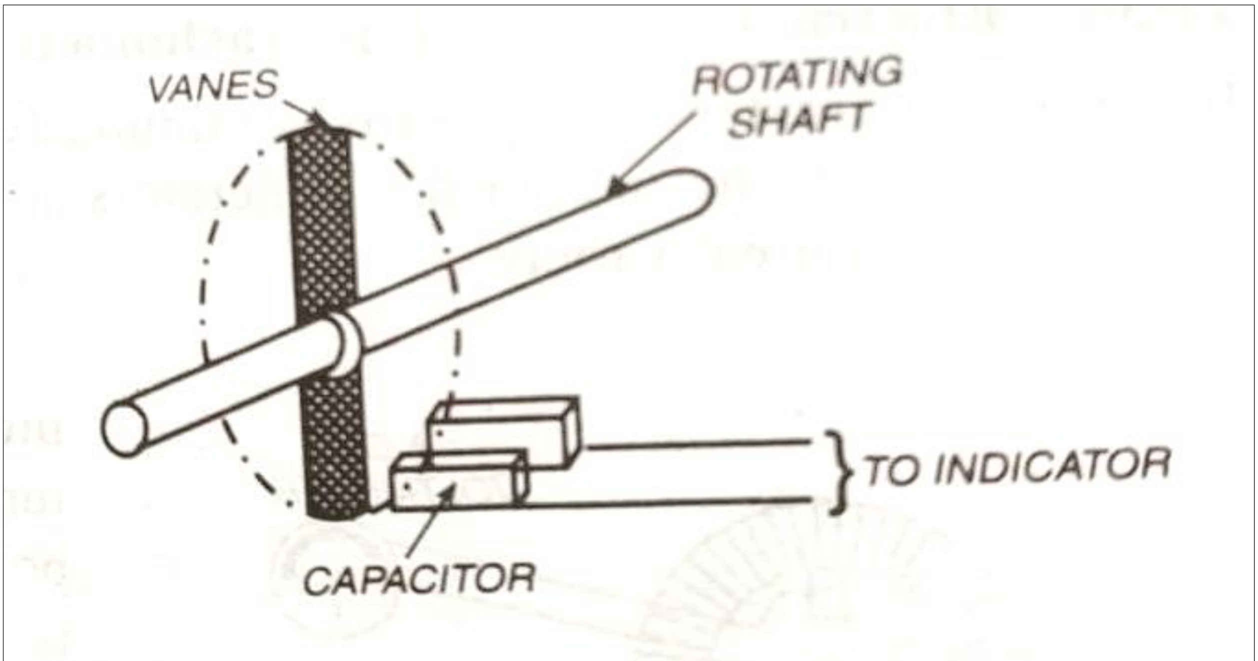
1. अचूक रीडिंगसाठी पिक-अप कॉइल आणि टूथ व्हीलचे योग्य अलाइनमेंट आवश्यक आहे.
2. बाह्य चुंबकीय क्षेत्र अचूकतेवर(accuracy) परिणाम करू शकतात.
3. इतर प्रकारच्या टॅकोमीटरच्या तुलनेत installation अधिक कॉम्प्लेक्स असू शकते, विशेषतः जेथे कमी जागा आहे.

e) ॲप्लीकेशन (Application):

1. सामान्यतः मोटर्स, टर्बाइनच्या आणि इतर फिरणाऱ्या यंत्रांच्या गतीचे निरीक्षण करण्यासाठी औद्योगिक ॲप्लीकेशन्समध्ये वापरले जाते.
2. ऑटोमोटिव्ह उद्योगांमध्ये इंजिनची गती मोजण्यासाठी उपयोग केला जातो.
3. मशीन ऑपरेशन्सचे निरीक्षण आणि नियंत्रण करण्यासाठी ऑटोमेशन सिस्टममध्ये वापरले जाते.

5.4.2 (2) कॅपेसिटिव्ह पिकअप (Capacitive Pick Up):

कॅपेसिटिव्ह पिकअप टॅकोमीटर, फिरणाऱ्या शाफ्टच्या हालचाली(movement)मुळे होणाऱ्या कॅपेसिटन्समधील बदल शोधून कार्य करते.



कॅपेसिटिव्ह पिकअप
आकृती 5.4.2(2)

a) संरचना (Construction):

ज्या शाफ्टची रोटेशनल गती मोजायची आहे तो शाफ्ट सिस्टमशी जोडला आहे.फिरत्या शाफ्टला व्हेन्स(vanes)जोडलेल्या आहेत आणि जेव्हा शाफ्ट फिरायला लागतो तशा या व्हेन्स वेळोवेळी कॅपेसिटिव्ह सेन्सरच्या रीजन(region) मधून जातात. यामध्ये कन्डक्टीव प्लेट्सचा संच असतो ज्यामुळे एक कॅपेसिटर तयार

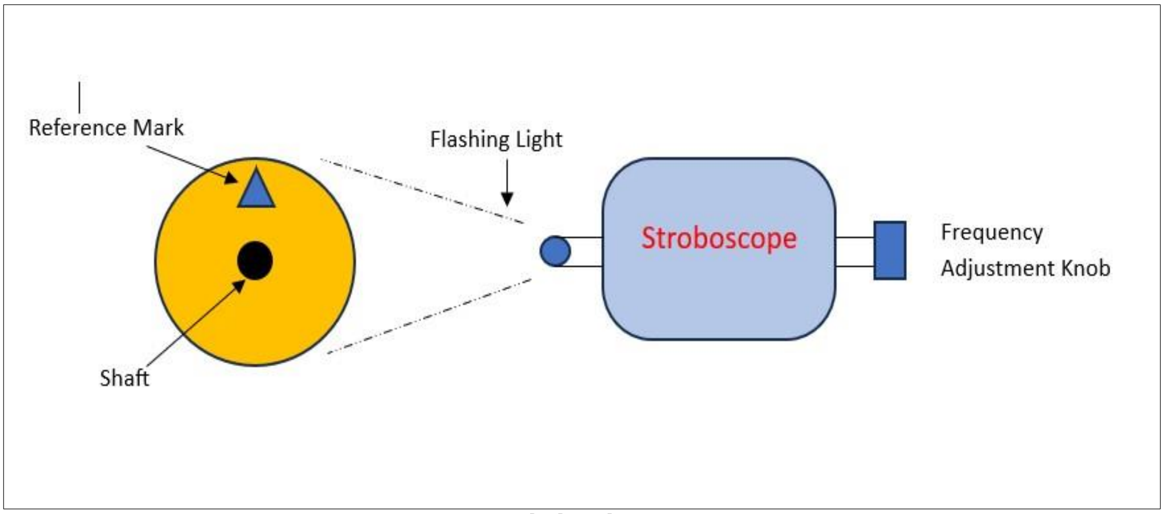
होतो. फिरत्या शाफ्टला जोडलेल्या वेन्स कॅपेसिटरच्या प्लेट्स मधील जागेतून जातात,त्यामुळे प्लेट्समधील मटेरीअलचा डायलेक्ट्रिक स्थिरांक(dielectric constant) बदलतो. ज्यामुळे वेळोवेळी कॅपेसिटन्समध्ये बदल होतो.त्यानंतर कॅपेसिटन्समधील हे बदल इलेक्ट्रिकल सिग्नलमध्ये रूपांतरित होतात. जसा जसा शाफ्ट रोटेट होतो तसा वेळोवेळी कॅपेसिटन्स मधेही बदल होतो आणि एसी सिग्नल तयार करतो ज्याची वारंवारता हि शाफ्ट च्या रोटेशन स्पीड च्या प्रमाणात असते.त्यानंतर कॅपॅसिटरमधून इलेक्ट्रिकल सिग्नल इंडिकेटर किंवा प्रोसेसिंग युनिटला पाठवले जाते, जे सिग्नलच्या वारंवारतेचा अर्थ लावतो आणि रोटेशनल गतीला रीडिंग स्वरूपात अनुवादित करतो. (उदा., RPM – रेवोल्युशन प्रति मिनिट).

b) कार्य (Working):

जेव्हा शाफ्ट फिरायला लागतो तशा व्हेन्स वेळोवेळी कॅपेसिटिव्ह सेन्सरच्या रीजन(region) मधून जातात. व्हेन्स फिरताना कॅपेसिटरच्या विद्युत क्षेत्राला डीस्टर्ब करतात, ज्यामुळे कॅपेसिटन्समध्ये पिरिओडीकलि बदल होतात. कॅपेसिटन्समधील हे बदल थेट फिरत्या शाफ्टच्या गतीशी संबंधित वारंवारतेसह विद्युत सिग्नल तयार करतात. सिग्नल एका निर्देशकाकडे (indicator)पाठविला जातो जो रोटेशनल गती प्रदर्शित(display) करण्यासाठी त्यावर प्रक्रिया करतो.

c) ॲप्लीकेशन: कॅपेसिटिव्ह पिक-अप टॅकोमीटरचा वापर विविध उद्योगांमध्ये फिरणाऱ्या घटकांच्या गतीचे निरीक्षण आणि नियंत्रण करण्यासाठी, अचूकता(precision) आणि कार्यक्षमता(efficiency) सुनिश्चित करण्यासाठी केला जातो. ॲप्लीकेशनमध्ये मशीन टूल्स, कन्व्हेयर सिस्टम, इंजिन टेस्टिंग, टर्बाइन आणि विंड टर्बाइन तसेच कापड, छपाई आणि ऑटोमोटिव्ह क्षेत्रांचा समावेश आहे. ते रोबोटिक्स, ऑटोमेशन सिस्टम आणि वैद्यकीय उपकरणांमध्ये देखील महत्त्वपूर्ण आहेत,जे अचूक, नॉन कॉन्टॅक्ट गतीचे मोजमाप प्रदान करतात.

5.4.3 स्ट्रोबोस्कोप: स्ट्रोबोस्कोप हे एक ऑप्टिकल इन्स्ट्रुमेंट आहे जे एखाद्या फिरत्या वस्तूला स्थिर दिसवून त्याच्या फिरत्या गतीचे मोजमाप करण्यासाठी वापरले जाते.



स्ट्रोबोस्कोप
आकृती 5.4.3

a) संरचना :

1. **शाफ्ट(Shaft):** फिरणारा घटक ज्याचा वेग मोजला जाणे आवश्यक आहे.
2. **संदर्भ चिन्ह(Reference mark):** फिरणाऱ्या वस्तूवर एक वेगळी खूण (उदा. आकृतीमधील त्रिकोण संदर्भ चिन्ह म्हणून वापरले .

3. **स्ट्रोबोस्कोप(Stroboscope):** फ्लॅशिंग लाईट सोर्स आणि फ्रिक्वेन्सी ॲडजस्टिंग नॉब असलेले मुख्य उपकरण आहे.
4. **फ्लॅशिंग लाइट(Flashing Light):** ॲडजस्टिंग फ्रिक्वेन्सीवर लाईट पल्सेस उत्सर्जित करतो.
5. **फ्रिक्वेन्सी ॲडजस्टिंग नॉब(Frequency adjusting knob):** वापरकर्त्याला प्रकाशाच्या फ्लॅशिंगची फ्रिक्वेन्सी ॲडजस्ट करण्यास अनुमती देते.

b) कार्य(Working):

संदर्भ चिन्ह दृश्यमान असल्याची खात्री करून, फ्लॅशिंग लाइट फिरत्या शाफ्टवर निर्देशित करण्यासाठी स्ट्रोबोस्कोप ठेवा. स्ट्रोबोस्कोप फ्लॅशिंग लाइट एका फ्रिक्वेन्सीमध्ये सोडते जी , फ्रिक्वेन्सी ॲडजस्टिंग नॉब वापरून ॲडजस्ट केली जाऊ शकते. फ्लॅशिंग लाइटची वारंवारता(frequency) ॲडजस्ट करा. जेव्हा फ्लॅशिंग लाइटची वारंवारता शाफ्टच्या फिरण्याच्या गतीशी जुळते तेव्हा संदर्भ चिन्ह स्थिर दिसते. असे घडते कारण प्रत्येक रोटेशनमध्ये संदर्भ चिन्ह समान स्थानावर प्रकाशित केले जाते. स्ट्रोबोस्कोपवरील सेट केलेली वारंवारता वाचा. ही वारंवारता शाफ्टच्या रोटेशनल गतीशी संबंधित आहे. गती थेट स्ट्रोबोस्कोपवर प्रदर्शित केली जाऊ शकते किंवा वारंवारता सेटिंगवर आधारित गणना केली जाऊ शकते. रोटेशनल गती (N) , रेवोल्युशन प्रति मिनिट (RPM) आणि फ्लॅशिंग लाइटच्या वारंवारता 'f' द्वारे दिली जाते:

$$N = f \times 60$$

जेथे :

‘N’ हि रोटेशनल गती आहे RPM मध्ये.

‘f’ ही स्ट्रोबोस्कोप फ्लॅशची वारंवारता(frequency) आहे Hz मध्ये. (1HZ=1 फ्लॅश प्रति सेकंद).

Exercise:

TLO 5.1 Select relevant sound measuring device for the given system with justification.

1. Explain construction and working of sound level meter. (U)
2. Define following terms (R)
   I) Sound intensity II) Sound Pressure
   III) Sound power IV) Frequency.
   V) Sound Speed.
3. List out sound characteristics. (R)

TLO 5.2 Select relevant force measuring device for the given system with justification.

4. Explain term Load cell. (U)
5. Explain construction and working of Hydraulic Load Cell. (A)
6. Explain Construction and working of Pneumatic Load cell. (A)
7. Explain Construction and working of Strain gauge load cell. (A)
8. Write any four Application of Hydraulic load cells. (U)
9. Write any four Application of Pneumatic load cells. (U)
10. Write any four Application of Strain gauge load cell. (U)

TLO 5.3: Choose speed measuring instrument for a given system.

11. Explain Construction and working of Edd Current or Drag type tachometer. (A)
12. Explain Construction and working of Stroboscope. (A)
13. Explain Construction and working of Inductive pick up contact less tachometer. (A)
14. Explain construction and working of capacitive pick up contact less tachometer. (A)
15. Give Classification of Tachometer. (R)
16. Write any four applications of Inductive pick up contact less tachometer. (U)
17. Write any four advantages and disadvantages Edd Current or Drag type tachometer. (U)

References:

Sr.No	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	N.V. RAGHAVENDRA and L. KRISHNAMURTHY	ENGINEERING METROLOGY AND MEASUREMENTS	Oxford University Press, New Delhi, India ISBN-13: 978-0-19-808549-2. (2013)
2	Anand K Bewoor and Vinay A Kulkarni	METROLOGY AND MEASUREMENTS	Tata McGraw-Hill Education Private Limited, New Delhi , India ISBN (13): 978-0-07-014000-4 (2017)
3	R K Jain	Engineering Metrology	Khanna Publication, New Delhi, ISBN- 10:817409153X (2022)
4	R. K. Rajput	Engineering Metrology & Instrumentation	S.K. Kataria and Sons ISBN:9788185749822 (2009)
5	R K Jain	Mechanical and Industrial Measurements	Khanna Publication, New Delhi ISBN: 8174091912 (1995)
6	Thomas G. Beckwith, Roy D. Marangoni, John H. Lienhard ·	Mechanical Measurements	Pearson Prentice Hall ISBN:9780136093763 (2013)

Learning websites and portals:

Sr.No	Link / Portal	Description
1	https://onlinecourses.nptel.ac.in/noc20_me94/preview	NPTEL MOOCS course on Engineering Metrology
2	https://onlinecourses.nptel.ac.in/noc23_me09/preview	NPTEL MOOCS course on Mechanical measurement systems.
3	https://www.youtube.com/watch?v=Hi7NUJdznc0	Video Lecture on Engineering Metrology by IIT Madras.
4	http://www.digimat.in/nptel/courses/video/112106179/L33.html	Video Lecture on Electrical and electronic comparators, Optical comparators NPTEL Video Course : Metrology
5	https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?&q=videos+on+CMM+measurement+IIT&&mid=6C0843737C0E8F2019006C0843737C0 E8F201900&&FORM=VRDGAR	Video on Part inspection by using CMM
6	https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?q=videos+on+screw+thread+measurement+IIT&&view=riverview&mmscn=mtsc&m id=9850B2C61C0872810AC19850B2C61C0872810AC1&&aps=196&FORM=VM SOVR	Measurement of screw thread elements.
7	https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?&q=videos+on+displacement+measurement&&mid=53BAFCB5E8DA5553247253BAFC B5E8DA55532472&&FORM=VRDGAR	Potentiometer Working Principle
8	https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?&q=bimet a llic+temperature+measurement+devices&&mid=3ADB81DF5F95342EE5 B53ADB81DF5F95342EE5B5&&FORM=VRDGAR	How Bimetallic Temperature Gauges Works
9	https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?&q=flow+m easurement+devices+rotameter&&mid=145B5C41696FC6AFF30B145B5C 41696FC6AFF30B&&FORM=VRDGAR	Flow Measurement Devices
10	https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?&q=carbo n +microphone&&mid=B08AB66B421E46892B46B08AB66B421E46892B46&&F ORM=VRDGAR	Build a carbon microphone with a soda can and a paper clip
11	https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?&q=hair+hygrometer+working+principle&&mid=20C836F03B5418F173D620C836F 03B5418F173D6&&FORM=VRDGAR	Actual working of Hair Hygrometer

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION * MUMBAI