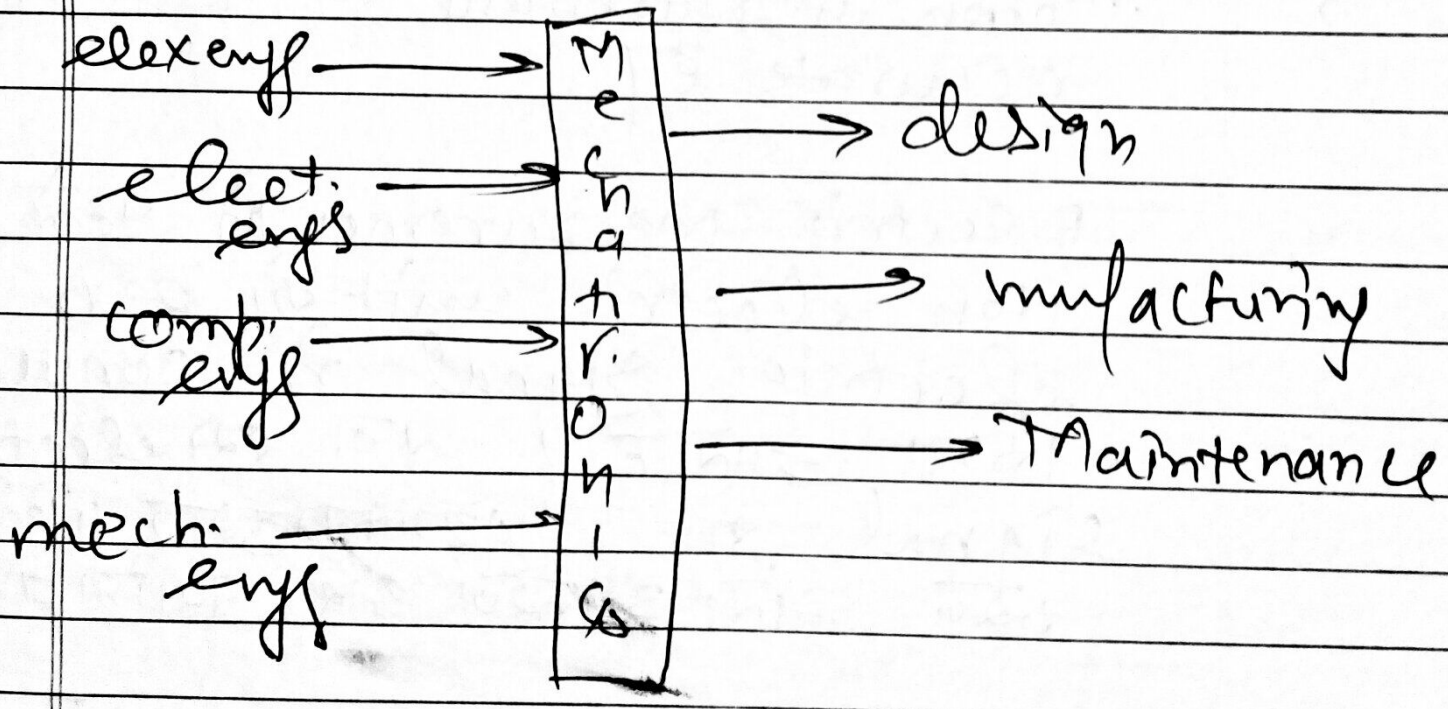
Date: 15/04/2020

Mechatronics

Chapter-1

Mechatronics वह होते हैं जिसमे elex., electrical व computer अभियंत्रण को यांत्रिक (Mech.) अभियंत्रण के साथ सहक्रियाशीलता (synergistic) का एकीकरण (integration) होता है।

इसकी मदद से अभिकल्पन (design) उत्पादन (manufacturing) व अनुरक्षण (maintenance) आदि काम किये जाते हैं,



मापन प्रणाली का सामान्य व्यवहार

Electrical measurement का उपयोग Non electric units को मापने के लिए किया जाता है क्योंकि

1. यह सुगम होता है।
2. सुग्राहिता अधिक होती है।
3. Motion measurement में यह अधिक accurate है।

Electric Measurement में पहले Non electric unit को एक electric signal में convert किया जाता है। तब इस electric signal को आवश्यकतानुसार परिवर्तन करके अंत: उपकरण द्वारा दर्शाया जाता है।

a. Actuator – यह युक्तियाँ गति क्रिया उत्पन्न करता है। DC Motor, Servomotor आदि actuator का काम करते हैं।

b. Transducer/primary detector – जिस राशि को मापना होता है उसका संपर्क transducer से कराया जाता है। अतः प्रत्येक मापन पद्धति अपना पहला मापन प्राथमिक संवेदन (primary detector/sensor) द्वारा प्राप्त करता है। यह युक्तियाँ strain gauge, thermocouple, thermistor आदि होते हैं।

c. Signal conditioning – प्राथमिक detector का output वैद्युत होता है। यह output current, frequency, voltage आदि किसी भी वैद्युत परिचालन में हो सकता है। कई बार ये प्राप्त मापयंत्र के अनुकूल नहीं होते हैं, अतः इन्हें अतः उपकरण हेतु परिवर्तित किया जाता है। Modulation, detection, filtering आदि क्रियाओं से संकेत को आवश्यकतानुसार अनुकूल बनाया जाता है।

Indicator/ End device - मापन संकेत को सही स्थान पर सही रूप में प्रदर्शन हेतु उपकरण को Indicator कहते हैं। LED, CRT, Recorder आदि उपकरण indicator कहलाए जाते हैं।

Measuring terms —

यथार्थता Accuracy- यह वह समीपता है जिसके द्वारा मापयंत्र के द्वारा मापा गया माप, माप के वास्तविक मान के संनिकट पहुँचता है।

Precision परिशुद्धता- यह वह समीपता है, जिसके द्वारा एकल मापन का उसके मध्यमान से सम्बंध है।

Sensitivity- जब मापयंत्र के निवेश संकेत में कुछ परिवर्तन ΔQ_i किया जाता है, तब उसके निर्गत में ΔQ_o परिवर्तन आता है। इन दोनों परिवर्तनों के अनुपात को सुग्राहिता कहते हैं।

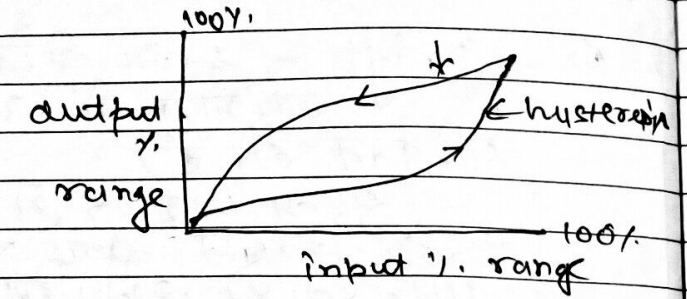
$$\text{सुग्राहिता} = \frac{\text{निर्गत में परिवर्तन}}{\text{निवेश में परिवर्तन}} = \frac{\Delta Q_o}{\Delta Q_i}$$

d. Drift - समय बीतने के कारण व्यस्त मापयंत्रों में धीरे धीरे दो प्रकार के परिवर्तन होते हैं।
शून्य पाठ्यांक में प्राप्य परिवर्तन को शून्य विचलन एवं सुग्राहिता में प्राप्य परिवर्तन को सुग्राहिता विचलन की संज्ञा दी जाती है।

e. Repeatability परीक्षण परिणाम व मध्यमान के अंतर को बारम्बारता की संज्ञा दी जाती है।

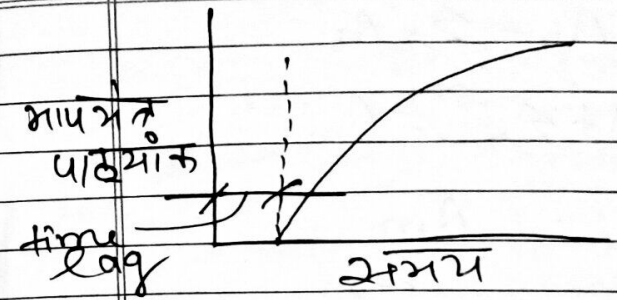
f. Hysteresis — जब किसी मापयंत्र द्वारा कोई भी राशि मापी जाती है तब पहले बढ़ते क्रम में फिर घटते क्रम में राशि का मापन किया जाता है।
प्रायः दोनों प्राप्त मानों में अंतर देखा जाता है। यह अंतर आंतरिक व बाहरी घर्षण के कारण होता है। अतः Hysteresis वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा

उपकरण को लोड (load) व लोड रहित करने के मान का अंतर पता चल जाता है।



g. Threshold - यदि यंत्र में output signal को आवश्यकता है तो उसके लिए एक न्यूनतम input signal को आवश्यकता होती है। इसे न्यूनतम मान को threshold कहते हैं।

h. Time lag - समय पश्चता - उपकरणों को जब निवेश संकेत दिया जाता है तब वे तुरन्त अभिक्रिया नहीं करते। उपकरण प्रतिक्रिया (response) करने के लिए जितना विलम्ब लगाता है उसी अवधि को time lag कहते हैं।



i Error - त्रुटि - मापन मान (A_m) व सत्य मान (A_t) के अन्तर को त्रुटि (error) कहते हैं। अतः $\delta A = A_m - A_t$

δA एक स्वैतिक त्रुटि है।

यह त्रुटि सत्यता का माप नहीं हो सकती। उदाहरणतः 1000V को वोल्टता मापने पर $\pm 2V$ की त्रुटि नगण्य है किन्तु 10V वोल्टता को मापने में $\pm 2V$ की त्रुटि नगण्य नहीं हो सकती।

अतः स्वैतिक त्रुटि के स्थान पर अपेक्षिक (relative) त्रुटि प्रयुक्त होती है जिसे ε_r से प्रदर्शित करते हैं।

$$\varepsilon_r = \frac{\text{स्वैतिक त्रुटि}}{\text{सत्य मान}} = \frac{\delta A}{A_t}$$

$$\therefore \%\ \varepsilon_r = \varepsilon_r \times 100$$

अगर $A_t = A_m - \delta A = A_m - \varepsilon_r A_t$

$\therefore A_t = A_m - \Sigma_2 A_t$

$\therefore A_t(1+\Sigma_2) = A_m$

or $A_t = \frac{A_m}{1+\Sigma_2}$

विभिन्न प्रकार के नियंत्रण प्रणालियां

नियंत्रण प्रणाली इंजी० का एक महत्वपूर्ण भाग है। इसके द्वारा तंत्र के व्यवहार व स्थायित्व को पहचान की जा सकती है।

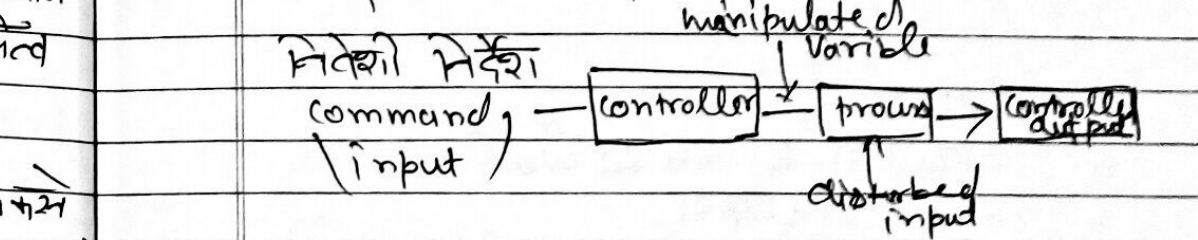
परिभाषा – एक वांछित आउटपुट प्राप्त करने हेतु भौतिक घटकों (physical components) को सुव्यवस्थित ढंग से व्यवस्थित करने की प्रक्रिया को controlSystem कहते हैं।

नियंत्रण तंत्र का वर्गीकरण

1. खुला लूप नियंत्रण तंत्र (open loop)
2. बन्द लूप नियंत्रण तंत्र (Closed loop)

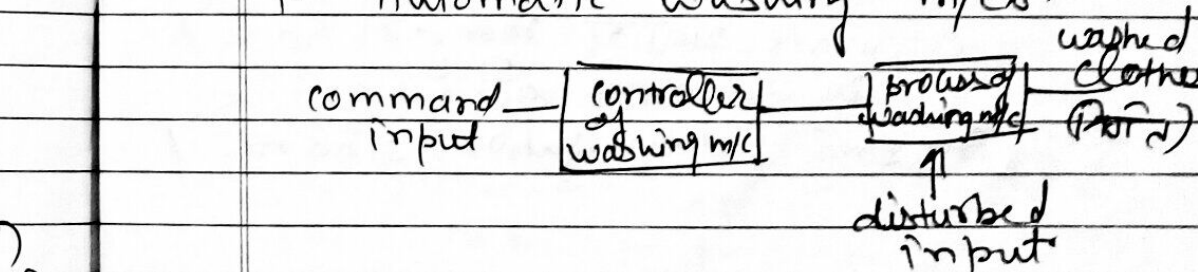
open loop controlSystem – यह एक ऐसा नियंत्रण तंत्र होता है। इस तंत्र में निर्गत केवल दी निवेशों से नियंत्रित होता है।

Input/output configuration of an open loop control system

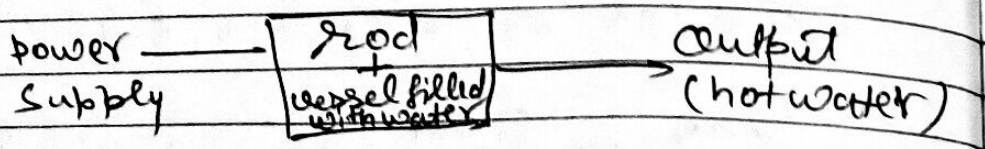


Example of open loop control system)

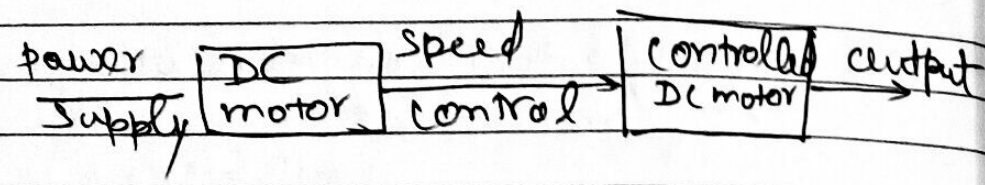
1. Automatic washing m/cs.



2. Immersion rod for Heating water



3. Field controlled DC motor



लाभ

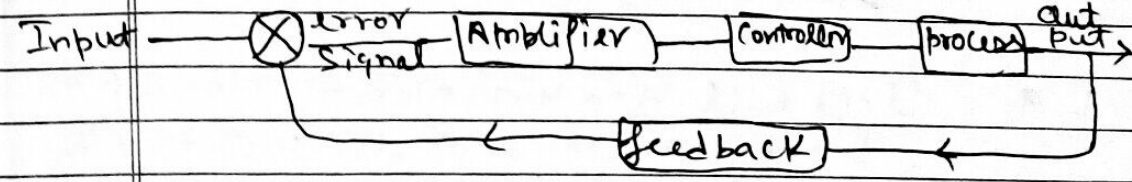
a. साधारण व कम खर्चीला
b. सरल अनुरक्षण
c. मितव्ययी (economical) होते हैं।

हानियाँ

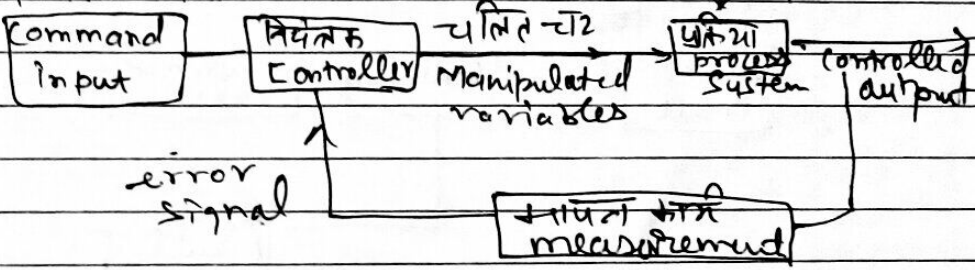
a. accurate यथार्थ मान नहीं देते हैं।
b. प्रोसेसिंग दर धीमी होती है।
c. अनुकूलन (optimization) संभव नहीं।

Closed loop control System –
बंद लूप नियंत्रण तंत्र –

इसे फीडबैक नियंत्रण तंत्र भी कहते हैं। एक बंद लूप तंत्र में एक से अधिक feedback path हो सकते हैं। इस तंत्र में reference input के साथ तुलना करके error signal प्राप्त किए जाते हैं।



बंद लूप के लिए input / output व्यवस्था

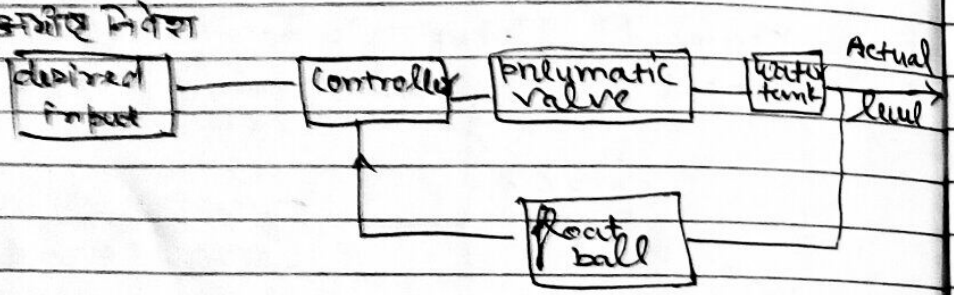


जब command input, controller को भेजे जाते हैं, तब manipulated variables उत्पन्न होते हैं। यह variables बाधित निवेश (disturbed input) के साथ process system में

भेजे जाते हैं एवं इनसे output प्राप्त होता है यदि यह आउटपुट हमारी जरूरत के अनुकूल नही हुआ तब एक feedback signal input terminal पर दिया जाता है एवं यह प्रक्रिया तब तक चलती है जबतक desired output नही प्राप्त होता।

Examples of Closed loop control system

1. float ball युक्त पानी का टैंक – जब टैंक मे पानी पूर्ण भर जाता है तब पानी को टैंक से बाहर निकलने से बचाने के लिये float ball का प्रयोग किया जाता है।



advantage लाभ –

1. अधिक विश्वसनीय।
2. तेज संचालन गति।
3. optimization संभव है।

disadvantages हानियाँ

1. खर्चीला तंत्र
2. कठिन अनुरक्षण
3. धीमे तंत्र हेतु नही है

	open loop system	closed loop system
1.	आसान संरचना	संरचना जटिल
2.	अनुरक्षण सरल	अनुरक्षण कठिन
3.	सस्ते	महंगे
4.	control action आउटपुट मे कोई बाधा नही डालता है	control action में output, feedback के साथ बाधा डालता है।
5.	दक्षता कम	दक्षता अधिक
6.	कम यथार्थ (accurate)	अधिक यथार्थ
7.	optimization संभव नही	optimization संभव है
8.	यह धीमी प्रक्रियाओं के लिए संतोषप्रद है	यही तंत्र धीमी प्रक्रियाओं मे संतोषप्रद नही है।