महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई
(स्वायत्त) (ISO 9001:2015) (ISO/IEC 27001:2013)

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान पदविका

शिक्षण पुस्तिका
(Learning Material)

FLUID POWER AND INDUSTRIAL AUTOMATION
(314339)

यंत्र अभियांत्रिकी गट

मराठी – इंग्रजी (द्विभाषिक) माध्यम
(अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञान चतुर्थ सत्र पदविका)

शिक्षण पुस्तिका

(Learning Material)

फ्लुईड पॉवर अँड इंडस्ट्रियल ऑटोमेशन

FLUID POWER AND INDUSTRIAL AUTOMATION

(314339)

मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यम

(अभियांत्रिकी व तंत्रज्ञानातील चतुर्थ सत्र पदविका)

महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई

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

एम.एस. बी. टी. ई.
मार्गदर्शक

श्री. एस. एस. हरीप
निवड श्रेणी अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

संकलक

श्री. एम. ए. पाटील
अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

श्री. ए. डी. पाटील
अधिव्याख्याता, मेकॅट्रॉनिक्स

श्री. व्ही. एम. कुलकर्णी
अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

श्री. ए. आर. नदाफ
विभागप्रमुख, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

श्री. एस. एस. मोर्ती
विभागप्रमुख, मेकॅट्रॉनिक्स

समीक्षक

श्री. डी. व्ही. लोहार
विभागप्रमुख, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

मुख्य समन्वयक

श्री. बी. एस. ताशिलदार
प्राचार्य

संस्था समन्वयक

श्री. एस. एस. कोथळे
विभागप्रमुख, मेकॅट्रॉनिक्स

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	**द्रव शक्तीची मूलतत्त्वे** **(Fundamental of fluid power)**	**1**
2	**हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक्स यातील पंपस, कॉम्प्रेसर, इतर उपकरणे** **(Pumps, Compressor, Accessories in Hydraulics/ Pneumatics)**	**15**
3	**हायड्रोलिक्स / न्यूमॅटिक्स मधील नियंत्रित वाल्व्ह आणि अॅक्ट्युएटर** **(Control valves and Actuators in Hydraulics/ Pneumatics)**	**41**
4	**ऑइल हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक सर्किट्स** **(Oil Hydraulic and Pneumatic Circuits)**	**57**
5	**स्वयंचलित प्रणालीसाठी ऑईल हायड्रॉलिक आणि न्युमॅटिक सर्किट्स** **(Oil Hydraulic and Pneumatic circuits for Automation)**	**83**

MAHARASHTRA STATE BOARD OF TECHNICAL EDUCATION MUMBAI

युनिट 1. द्रव शक्तीची मूलतत्त्वे
(Fundamentals of Fluid Power)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome):- हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक प्रणालींमध्ये द्रव शक्तीच्या मूलभूत तत्त्वांचा वापर करा. (Use fundamentals of fluid power in hydraulic and pneumatic systems).

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

TLO 1.1: द्रवांचे गुणधर्म सांगा. (State properties of fluids).

TLO 1.2: पास्कलचा नियम, सातत्य समीकरण आणि बर्नोलीचा सिद्धांत वर्णन करा. (Describe Pascals Law, Continuity equation and Bernoulli's theorem.)

TLO 1.3: दिलेल्या अनुप्रयोगासाठी योग्य दर्जाचा हायड्रॉलिक तेलाचा वापर करा. (Use suitable grade of hydraulic oil for given application)

TLO 1.4: द्रव चालित प्रणालींचे वर्गीकरण करा. (Classify fluid operated systems)

1.1 परिचय

द्रव शक्ती (Fluid Power) ही अशी तंत्रज्ञान शाखा आहे जी यांत्रिक घटक किंवा प्रणालीच्या शक्तींची निर्मिती, नियंत्रण आणि प्रसारण यांचा संबंध ठेवते, ज्यामध्ये बंदिस्त प्रणालीत दाबयुक्त द्रवांचा वापर केला जातो. द्रवांमध्ये दोन्ही प्रकारचे पदार्थ , द्रवपदार्थ (Liquids) आणि वायू (Gases) येतात. द्रव शक्ती प्रणालीत दोन मुख्य प्रकारांचा समावेश होतो

हायड्रॉलिक प्रणाली (Hydraulic System) जिथे "हायड्रा" हा ग्रीक शब्द वापरला जातो ज्याचा अर्थ पाणी असा होतो आणि न्युमॅटिक प्रणाली (Pneumatic System) जिथे "न्युमा" हा ग्रीक शब्द वापरला जातो ज्याचा अर्थ हवा असा होतो. ऑइल हायड्रॉलिक (Oil Hydraulic) मध्ये दाबयुक्त द्रवपदार्थ म्हणून पेट्रोलियम तेल आणि सिंथेटिक तेल वापरले जातात, तर न्युमॅटिक प्रणालीत (कॉम्प्रेस्ड) दाबलेली हवा (Compressed Air) वापरली जाते, जी कार्य केल्यानंतर वातावरणात विसर्जित केली जाते.

1.1.1 द्रव गुणधर्म (Fluid Properties)

1. **घनता (Density):** घनता म्हणजे एकक घनफळामध्ये असलेल्या तेलाचे वस्तुमान.

याचे मापन किलोग्राम प्रति घन मीटर (kg/m³) मध्ये केले जाते.

$$\rho = \frac{m}{v}$$

जिथे:

ρ = घनता (kg/m³)

m = वस्तुमान (kg)

v = घनफळ (m^3)

2.स्निग्धता (Viscosity): स्निग्धता म्हणजे द्रवाच्या प्रवाहास होणारा प्रतिकार.
गणितीय स्वरूप,
$\eta = \tau / (dv/dy)$
जिथे,
η = स्निग्धता (Viscosity) (Nm^2/s)
τ = शियर स्ट्रेस (shear stress) (N/m^2)
dv/dy = द्रवातील वेगाचा उतार (velocity gradient) (ज्याचे मापन प्रति सेकंद) **s^{-1})** मध्ये केले जाते).
स्निग्धता म्हणजे शियर स्ट्रेस आणि द्रवामधील वेगाच्या बदलाचा दर यांचे गुणोत्तर. (हे प्रति एकक अंतरामधील वेगबदलाचे मापन करते).
जिथे :
dv = वेग याचे मापन मीटर प्रति सेकंद (m/s) मध्ये केले जाते.
dy = अंतर, याचे मापन मीटर (m) मध्ये केले जाते.

A. गतिक स्निग्धता (Dynamic Viscosity) गतिक स्निग्धता म्हणजे शियर स्ट्रेस (Shear Stress) आणि शियर दर (Rate of Shear) यांचे गुणोत्तर.

$$Dynamic\ viscosity = \frac{Shear\ stress}{Rate\ of\ shear}$$

जिथे:
μ = गतिक स्निग्धता
τ = शियर स्ट्रेस
dv/dy = शियर दर
गतिक स्निग्धता मापन पोइस (p) मध्ये केले जाते.
1 पोइस (p) = 100 सेंटिपोइस (cp) = 0.1 न्युटन सेकंद प्रति वर्ग मीटर (Ns/m^2)

B. कायनेमॅटिक स्निग्धता (Kinematic Viscosity) : जेव्हा द्रवाच्या माथ्याचा दाब (Head of Liquid) विचार केला जातो, तेव्हा कायनेमॅटिक स्निग्धतेचा वापर केला जातो. ही गतिक स्निग्धता (Dynamic Viscosity) आणि तेलाची घनता (Density of Oil) यांचे गुणोत्तर आहे.

$$Kinematic\ viscosity\ (V) = \frac{Dynamic\ viscosity}{Density\ of\ oil} = \frac{\mu}{\rho}$$

जिथे:
V = कायनेमॅटिक स्निग्धता
μ = गतिक स्निग्धता
ρ = तेलाची घनता
कायनेमॅटिक स्निग्धतेची एकक स्ट्रोक(St) आहे.
1स्टोक =100 सेंटी-स्ट्रोक = (c St), 1 c St = 10^{-6} m^2/s.

कमी स्निग्धता द्रव सहजपणे वाहतो. जास्त स्निग्धता द्रव अडचाणीने वाहतो. जास्त स्निग्धतेसाठी अधिक ऊर्जा लागते, कारण आतील घर्षण (Internal Friction)जास्त असते, ज्यामुळे अतिरिक्त उष्णता (Excess Heat Geneartion) निर्माण होते. कमी स्निग्धतेसाठी द्रव सहज वाहतो, पण त्यामुळे गळतीची शक्यता वाढते आणि घनफळीय व एकूण कार्यक्षमता (Volumetric and Overall Efficiency) कमी होते. त्यामुळे हायड्रॉलिक द्रवासाठी इष्टतम स्निग्धता (optimum viscosity) असावी. स्निग्धतेचे प्रमाण न्युटन प्रति वर्ग मीटर सेकंद- $N/m^2.s$ मध्ये मोजले जाते.

C.विशिष्ट गुरुत्व (Specific Gravity) तेलाचे विशिष्ट गुरुत्व म्हणजे तेलाची घनता आणि पाण्याची घनता यांचे गुणोत्तर.

$$\text{विशिष्ट गुरुत्व (Specific Gravity)} = \frac{\rho\ density\ of\ oil}{\rho\ density\ of\ water}$$

जिथे:

SG = तेलाचे विशिष्ट गुरुत्व

ρ oil = तेलाची घनता (kg/m^3)

ρ water = पाण्याची घनता (kg/m^3)

साधारणपणे, पाण्याची घनता 1000 kg/m^3 धरली जाते.

2. **वंगण क्षमता (Lubricity):** वंगण क्षमता म्हणजे तेलाची अशी क्षमता जी घर्षण कमी करण्यास आणि घसरणाऱ्या किंवा हालचाल करणाऱ्या घटकांमधील झिज जुळणाऱ्या पृष्ठभागांदरम्यान एक थर (Film) तयार करून करते.
3. **पाणी विभाजनक्षमता (Demulsibility):** पाणी विभाजनक्षमता म्हणजे हायड्रॉलिक तेलाच्या पाण्याशी मिसळल्यास त्यापासून वेगळे होण्याची क्षमता. याचा अर्थ तेल आणि पाण्याचे विभाजन होणे किंवा पाण्याशी मिसळण्यास प्रतिकार होणे.
4. **न्यूट्रलायझेशन क्रमांक (Neutralization Number):** हा गुणधर्म तेलाच्या आम्लधर्मांशी (Acidic Nature) संबंधित आहे. न्यूट्रलायझेशन क्रमांक म्हणजे 1 ग्रॅम हायड्रॉलिक तेलाला न्यूट्रल करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या पोटॅशियम हायड्रॉक्साइड (KOH) ची मिलिग्रॅममध्ये मोजलेली मात्रा.
5. **कमी फेस निर्माण होण्याची प्रवृत्ती (Low Foam Tendency)** कमी फेस निर्माण होण्याची प्रवृत्ती म्हणजे द्रवाची अशी क्षमता जी हवा किंवा इतर वायू सोडते पण फेस तयार करत नाही. जास्त फेस निर्माण झाल्यास हायड्रॉलिक प्रणालीतील द्रवाचे नुकसान होते, जेव्हा हायड्रॉलिक प्रणालीचे घनफळ वाढते.

1.2.1 पास्कलचा नियम (Pascal's Law):

सन 1647 मध्ये, फ्रेंच गणितज्ञ (French Mathematician) ब्लेझ पास्कल (Blaise Pascal) यांनी द्रव गतिकीचा (Fluid Mechanics) एक तत्त्व मांडला, ज्याला पास्कलचा नियम (Pascal's Law) असे म्हणतात. हा नियम म्हणतो की, जेव्हा बंदिस्त द्रवाच्या (Confined Fluid) कोणत्याही बिंदूवर दाब (Pressure) टाकला जातो, तेव्हा तो दाब त्या भांड्यातील (Container) प्रत्येक बिंदूवर समान प्रमाणात (Equally) वाढतो. हे तत्त्व गुंतागुंतीचा (complicated) वाटू शकते, पण तो हायड्रॉलिक प्रणालीच्या (Hydraulic System) कार्याचा आधार आहे.

पास्कलचा नियम हायड्रॉलिक प्रणालींना फायदा मिळवून देतो. लहान उपकरणावर (Small Device) कमी इनपुट (Minimal Input) टाकल्यास मोठ्या ॲक्ट्युएटरमध्ये (Bigger Actuator) जास्त

आउटपुट फोर्स (Larger Force Output) मिळतो. हे आउटपुट फोर्स (Output Force) गुणाकाराने (Multiplying) वाढवण्याचा साधा मार्ग आहे, जो जड कामाचा भार (Heavy Workloads) सांभाळण्यासाठी पुरेसा असतो.

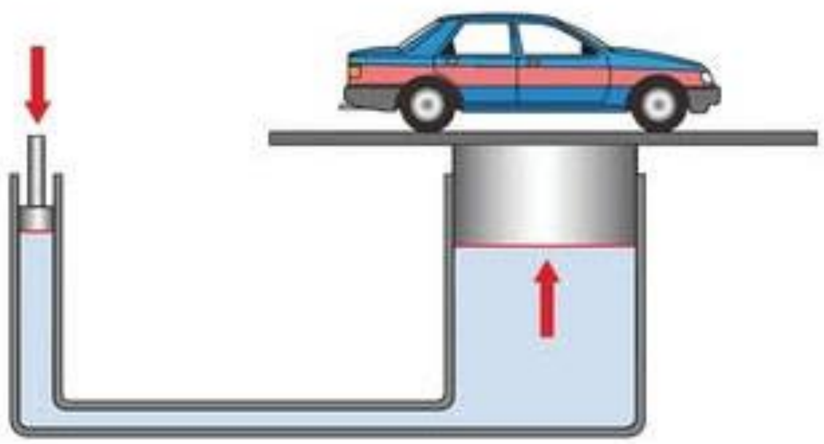


Figure 1.2.1 पास्कलचा नियम

$$P_1 = P_2 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

जिथे:

P = दाब (Pressure) (पास्कलमध्ये -Pa)

F = बल (Force) (न्यूटनमध्ये -N)

A = क्षेत्रफळ (Area) (चौरस मीटरमध्ये -m^2)

1.2.2 सातत्य समीकरण (Continuity Equation):

सातत्य समीकरण (Continuity Equation) "द्रव्याच्या वस्तुमान संवर्धनाच्या तत्त्वावर" (Principle of Conservation of Mass) आधारित आहे. एका प्रवाहित द्रवासाठी (Fluid Flowing) पाईपच्या सर्व छेद विभागांमध्ये (Cross-Section) प्रतिसेकंद वाहणाऱ्या द्रवाचे प्रमाण (Quantity of Fluid per Second) कायम स्थिर (Constant) राहते.

खालील Figure 1.2.2 मध्ये दोन छेद विभाग (Two Cross Sections) विचारात घेतले आहेत.

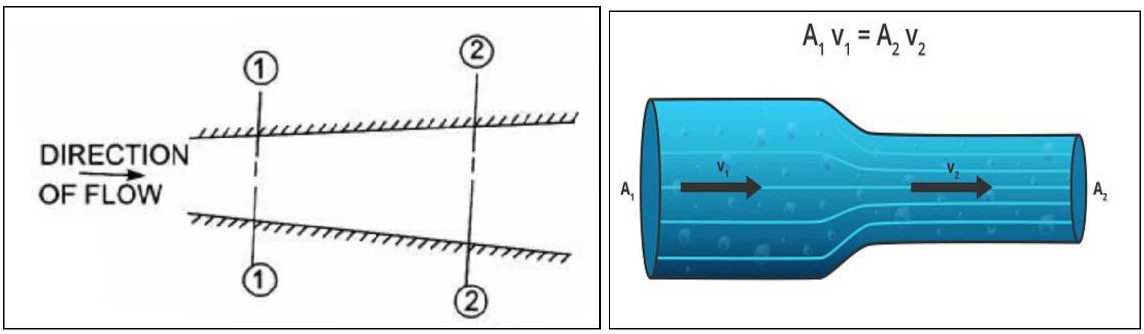


Figure 1.2.2 सातत्य समीकरण

मानूया,

V_1 = छेद विभाग 1-1(Section 1-1) वरील सरासरी वेग.

ρ_1= छेद विभाग 1-1 वरील घनता.

A_1 = छेद विभाग 1-1 वरील पाईपचे क्षेत्रफळ.

V_2, ρ_2, A_2 हे छेद विभाग 2-2 (Section 2-2) वरील अनुक्रमे मूल्ये आहेत.

मग,

छेद विभाग 1-1 वरील प्रवाहाचा दर (Rate of Flow) = V_1, ρ_1, A_1

छेद विभाग 2-2 वरील प्रवाहाचा दर = V_2, ρ_2, A_2

वस्तुमान संवर्धनाच्या नियमानुसार (According to Law of Conservation of Mass),छेद विभाग 1-1 वरील प्रवाह दर = छेद विभाग 2-2 वरील प्रवाह दर

$$V_1, \rho_1, A_1 = V_2, \rho_2, A_2$$

वरील समीकरण दाबले जाण्याऱ्या (Compressible) तसेच न दाबले जाण्याऱ्या (Incompressible) द्रवांसाठी लागू आहे आणि याला सातत्य समीकरण (Continuity Equation) असे म्हणतात.

जर द्रव न दाबले जाणारे असेल

तर,

$$Q_1 = Q_2$$

म्हणूनच, सातत्य समीकरण ,

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

पुढे ,

$$Q = AV$$

जिथे,

Q = प्रवाह दर

A = क्षेत्रफळ

V = वेग

$$\therefore Q = A_1 V_1 = A_2 V_2 = A_3 V_3 \text{-----------}$$

असे आढळून आले आहे कि, कोणत्याही छेद विभागावर द्रव प्रवाहाचा वेग (Velocity of Fluid Flow at Any Section) प्रवाहाच्या छेद विभागाच्या क्षेत्रफळाच्या व्यस्त प्रमाणात (Inversely Proportional to the Area of Flow Section) असतो. जेव्हा प्रवाहाच्या छेद विभागाचे क्षेत्रफळ कमी होते तेव्हा प्रवाहाचा वेग (Velocity of Flow) वाढतो.

1.2.3 बर्नोलीचे प्रमेय (Bernoulli's Theorem)

या प्रमेयानुसार , जेव्हा द्रवाचे सतत प्रवाह घडते, तेव्हा प्रत्येक छेद विभागावर एकूण ऊर्जा कायम राहते जोपर्यंत ऊर्जा गमावली किंवा जोडली जात नाही.

म्हणजेच ,

$$Z + \frac{V^2}{2g} + \frac{P}{W} = constant$$

जिथे,

Z = स्थितिज ऊर्जा प्रति युनिट वजन (Potential Energy Per Unit Weight) किंवा स्थितिज हेड (Potential Head)

$\frac{V^2}{2g}$ =गतिक ऊर्जा प्रति युनिट वजन किंवा गतिक हेड

$\frac{P}{W}$ =दाब ऊर्जा प्रति युनिट वजन किंवा दाब हेड

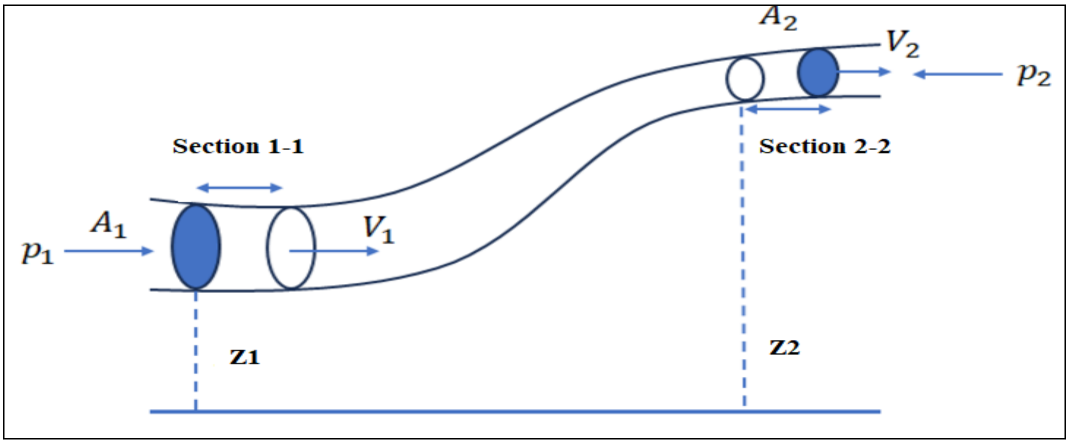


Figure 1.2.3 बर्नोलीचे प्रमेय

मानूया , एका वाहिनीचा (Conduit) छेद विभाग 1-1 आणि 2-2 आहे, प्रवाह (Flow) छेद विभाग 1-1 पासून 2-2 पर्यंत (From Section 1-1 to Section 2-2) म्हणजे डावीकडून उजवीकडे जात आहे, जसे की Figure 1.2.3 मध्ये दाखवले आहे.

आता बर्नोलीच्या प्रमेयाचा वापर करून ,

छेद विभाग 1-1वरील एकूण शीर्ष (Total Head at Section 1-1) =

छेद विभाग 2-2 वरील एकूण शीर्ष (Total Head at Section 2-2)

$$\frac{P_1}{W} + \frac{V_1^{\ 2}}{2_g} + Z_1 = \frac{P_2}{W} + \frac{V_2^{\ 2}}{2_g} + Z_2$$

1.3: हायड्रॉलिक तेलांची ISO ग्रेड्स (ISO Grades of Hydraulic Oil):

हायड्रॉलिक तेलांचे मानकीकरण (Standardization of Hydraulic Oils) आंतरराष्ट्रीय मानकीकरण संघटना (International Organization for Standardization - ISO) आणि सोसायटी ऑफ ऑटोमोटिव्ह इंजिनियर्स (Society of Automotive Engineers - SAE) यांनी केले आहे.

A) मोनोग्रेड हायड्रॉलिक तेल (Monograde Hydraulic Oils - Single Grade Oil):

मोनोग्रेड म्हणजे एकच ग्रेड असलेले तेल (Monograde Means Single Grade Oil) जे एका अंकाने दर्शवले जाते (Designated by One Number) जसे की 10, 20, 30, 40, इत्यादी.

हा अंक (Number) विशिष्ट तापमानावर तेलाच्या स्निग्धता (व्हीस्कोसिटी) ची पातळी (Level of Oil Viscosity) दर्शवतो. जास्त ग्रेड नंबर जास्त तेलाची स्निग्धता (व्हीस्कोसिटी) दर्शवतो (Higher the Grade Number, Higher the Oil Viscosity)

B) 'W' अक्षराशिवाय फक्त संख्येसह नामांकित (Designation Without the Letter 'W' with Number Only):

उदाहरणार्थ (e.g.), SAE10, SAE20, SAE30, इत्यादी.
ही ग्रेड्स उच्च तापमान अनुप्रयोगांसाठी (High Temperature Applications) योग्य आहेत. यात 212°F (100°C) वर स्निग्धता (व्हीस्कोसिटी) दर्शवली जाते (Indicates Viscosity at the Temperature of 212°F).

C) संख्येसह आणि 'W' अक्षरासह नामांकित (Designation with Number and Letter 'W'):

उदाहरणार्थ (e.g.), SAE10W, SAE20W 'W' हे हिवाळ्याचे (Winter) प्रतिनिधित्व करते. ही ग्रेड्स कमी तापमान अनुप्रयोगांसाठी (Low Temperature Applications) योग्य आहेत. स्निग्धता (व्हीस्कोसिटी) 0°F (–18°C) वर निर्दिष्ट (Specified) केली जाते.

D) मल्टीग्रेड हायड्रॉलिक तेल (Multigrade Hydraulic Oil):

याचा अर्थ पॉलिमेरिक ॲडिटीव्ह्स (Polymeric Additives) असलेले तेल, जे स्निग्धता (व्हीस्कोसिटी) निर्देशांक सुधारते (Improve Viscosity Index). हे उच्च आणि कमी तापमान दोन्ही अनुप्रयोगांसाठी योग्य आहे. मल्टीग्रेड्स म्हणून ओळखले जाते (Known as Multigrades), कारण त्यांना दोन संख्या आणि 'W' अक्षराने दर्शवले जाते (Designated by Two Numbers and the Alphabet 'W').
उदाहरणार्थ (e.g.), SAE 5W30, SAE 10W20, इत्यादी.
पहिली संख्या (First Number) = थंड तापमानावर व्हीस्कोसिटी (Viscosity at Cold Temperature)
दुसरी संख्या (Second Number) = उच्च तापमानावर व्हीस्कोसिटी (Viscosity at High Temperature) उदाहरणार्थ (e.g.), SAE10W20
यात कमी तापमानाची स्निग्धता (व्हीस्कोसिटी) SAE10 प्रमाणेच आहे आणि उच्च तापमानाची व्हीस्कोसिटी SAE20 प्रमाणेच आहे. ही विविध तापमान श्रेणींमध्ये (Wide Range of Temperatures) वापरण्यासाठी योग्य आहेत.

E) ISO नामांकन (ISO Designation of Hydraulic Oils):

या प्रणालीनुसार , हायड्रॉलिक तेलांना 'ISO' अक्षरानंतर अंकाने नामांकित केले जाते , जो 40°C (104°F) वर सेंटीस्टोक्समध्ये (Centistokes) तेलाच्या व्हीस्कोसिटीस समान असतो.
उदाहरणार्थ (e.g.), ISO46, ISO68, ISO100, इत्यादी. कधीकधी तेलाच्या ग्रेड्स दर्शवताना VG (Viscosity Grades) देखील लिहिले जाते. उदाहरणार्थ (e.g.), ISOVG32, ISOVG46, इत्यादी.
SAE आणि ISO ग्रेड्ससाठी सामान्य तुलनात्मक चार्ट्स (Equivalent Charts) उपलब्ध आहेत. यामुळे योग्य तेलाची ग्रेड (Grade) निवडणे सोपे होते.
ISO व्हीस्कोसिटी ग्रेड (ISO Viscosity Grade - VG) जर तुमचा अनुप्रयोग स्थिर असेल (If Your Application is Stationary), तर ISO VG लागू (Applies) होतो.
सोसायटी ऑफ ऑटोमोटिव्ह इंजिनियर्स (SAE) ग्रेड मोबाईल अनुप्रयोगासाठी (For Mobile Application) योग्य आहे.

Table1.3 ISO व्हीस्कोसिटी ग्रेड VG तेलांची यादी आणि त्यांचा वापर

हायड्रॉलिक तेल ग्रेड	वापर

हायड्रॉलिक तेल ग्रेड	वापर
ISO VG 15	पॉवर स्टीयरिंग आणि हायड्रॉलिक ब्रेक प्रणालींमध्ये वापरले जाते.
ISO VG 22	एअरलाइन सिस्टममध्ये वापरले जाते.
ISO VG 32	उच्च शक्तीच्या-(High-power) मशीन टूल्समध्ये वापरले जाते.
ISO VG 46	उच्च दाबाच्या-(High-pressure) औद्योगिक संयंत्रांमध्ये वापरले जाते.
ISO VG 68	मोठ्या भार वहन क्षमतेच्या (Large load-carrying) प्रणालींमध्ये वापरले जाते.
ISO VG 100	जड भार (heavy load) हाताळणाऱ्या औद्योगिक यंत्रसामग्रीमध्ये वापरले जाते.

1.4 द्रव-चालित प्रणालींचे प्रकार (Types of Fluid Operated Systems):

ही एक तंत्रज्ञान शाखा आहे जी बंदिस्त प्रणालीमध्ये (confined system) दाबयुक्त द्रवांचा वापर करून बल (forces) आणि यांत्रिक घटकांच्या गतीची (movement of mechanical element) निर्मिती, नियंत्रण आणि प्रसारण करते. द्रवांमध्ये द्रव्ये आणि वायूंचा समावेश होतो. द्रवशक्ती प्रणालींमध्ये हायड्रॉलिक प्रणाली (hydraulic system) आणि न्यूमॅटिक प्रणाली (pneumatic systemयांचा समावेश होतो. तेल-हायड्रॉलिक प्रणालींमध्ये दाबयुक्त पेट्रोलियम तेल आणि सिंथेटिक तेलांचा वापर केला जातो, तर न्यूमॅटिक प्रणालींमध्ये संकुचित वायू वापरला जातो जो कार्य पूर्ण केल्यानंतर वातावरणात सोडला जातो.

1.4.1 तेल-हायड्रॉलिक प्रणाली (Oil Hydraulic System):

A) **परिचय (Introduction):**

हायड्रॉलिक प्रणाली ही एक तंत्रज्ञान शाखा आहे जी विविध घटकांचा वापर करून दाबयुक्त द्रव्यांच्या मदतीने बल आणि यांत्रिक घटकांच्या गतीची निर्मिती, नियंत्रण आणि प्रसारण करते.

B) **फायदे (Advantages):**

1. द्रवशक्ती प्रणाली सोपी, वापरण्यास सुलभ आणि अचूकपणे नियंत्रित करता येण्यासारखी असतात.
2. बलाचे गुणोत्तर आणि विविधता: लिनियर (Linear) किंवा रोटरी (Rotary) बल (Force) काही ग्रॅमपासून ते शेकडो टनांपर्यंत वाढवता येते.
3. अनेक कार्यांचे नियंत्रण.
4. कमी-वेगातील टॉर्क, स्वयं-स्नेहन (Self-lubricating).
5. सतत बल किंवा टॉर्क, कमी वजन-ते-शक्ती गुणोत्तर (Low weight to power ratio)..
6. द्रवशक्ती प्रणालींना तेथे वापरता येते जिथे सुरक्षा अत्यंत महत्त्वाची आहे.
7. इतर प्रणालींशी अनुकूलता.
8. आर्थिकदृष्ट्या फायदेशीर.

C) **तोटे (Disadvantages):**

1. तेल गळतीची समस्या.

2. आगीचा धोका, वापरलेल्या तेलाच्या विल्हेवाटीची समस्या.
3. प्रारंभिक उच्च गुंतवणूक, अचूक घटक (Precision Components).
4. उच्च देखभाल खर्च.

D) **अनुप्रयोग (Applications):**

Table 1.4.1 तेल हायड्रॉलिक प्रणालींचे अनुप्रयोग

क्षेत्र	वापर
कृषी	ट्रॅक्टर्स; शेतातील उपकरणे जसे की माव्हर्स, नांगर, रासायनिक आणि पाणी फवारणी यंत्रे, खत पसरवणारे, हार्वेस्टर्स
स्वयंचलन	स्वयंचलित ट्रान्स्फर लाईन्स, रोबोटिक्स
ऑटोमोबाईल्स	पॉवर स्टीयरिंग, पॉवर ब्रेक्स, सस्पेंशन प्रणाली, हायड्रोस्टॅटिक ट्रान्समिशन
विमानचालन	फ्लुइड पॉवर उपकरणे जसे की विमानांच्या लँडिंग गिअर्स, हेलिकॉप्टर्स, विमान ट्रॉलीज, विमान चाचणी बेड्स, सामान लोडिंग आणि अनलोडिंग प्रणाली, एलेरॉन्स, विमान सेवा, फ्लाइट सिम्युलेटर
बांधकाम उद्योगउपकरणे/	काँक्रीट मोजणी आणि मिक्सिंग, रडर्स, उत्खनन यंत्रे, लिफ्ट्स, बकेट लोडर्स, क्रॉलर्स, पोस्टहोल डिगर्स-, रोड ग्रेडर्स, रोड क्लीनर्स, रोड देखरेख वाहने, टिपर्स
संरक्षण	क्षेपणास्त्र लाँचिंग प्रणाली, नेव्हिगेशन नियंत्रण
मनोरंजन	मनोरंजन उद्यानातील राईड्स जसे की रोलर कोस्टर्स
फॅब्रिकेशन उद्योग	हँड टूल्स जसे की न्यूमॅटिक ड्रिल्स, ग्राइंडर्स, बोर्स, रिव्हेटिंग मशीन, नट रनर्स
अन्न आणि पेय	सर्व प्रकारची अन्न प्रक्रिया उपकरणे, रॅपिंग, बॉटलिंग
फाउंड्री	पूर्ण आणि अर्धस्वयंचलित मोल्डिंग मशीन-,भट्ट्यांचे टिल्टिंग,डाय कास्टिंग मशीन
काच उद्योग	व्हॅक्यूम सक्शन कप्सद्वारे हाताळणी
धोकादायक वायू क्षेत्रे	हायड्रॉलिक फ्रॅक्चरिंग तंत्रज्ञानहे उच्च दाबाने पाणी आणि वाळू मोठ्या प्रमाणात पंप : करून शेल आणि इतर टाईट फॉर्मेशन्सना फ्रॅक्चर करते, ज्यामुळे धोकादायक तेल आणि वायू विहिरीत प्रवाहित होतात.
इन्स्ट्रुमेंटेशन	स्पेस रॉकेट्स, गॅस टर्बाइन्स, न्यूक्लियर पॉवर प्लांट्स, औद्योगिक लॅब्समध्ये जटिल उपकरणांची निर्मितीऑपरेशन
जिग्स / फिक्स्चर्स	वर्क होल्डिंग डिव्हाइसेस, क्लॅम्प्स, स्टॉपर्स, इंडेक्सर्स
मशीन टूल्स	स्वयंचलित मशीन टूल्स, न्यूमेरिकली कंट्रोल्ड)NC) मशीन टूल्स
साहित्य हाताळणी	जॅक्स, होइस्ट्स, क्रेन्स, फोर्कलिफ्ट्स, कन्वेयर प्रणाली
वैद्यकीय	वैद्यकीय उपकरणे जसे की श्वसन सहाय्यक, हृदय सहाय्यक उपकरणे, कार्डियाक कंप्रेशन मशीन, डेंटल ड्राइव्हस आणि मानव रुग्ण सिम्युलेटर
खनन	रॉक ड्रिल्स, उत्खनन उपकरणे, धातू वाहक, लोडर्स
वृत्तपत्रे आणि	एज ट्रिमिंग, स्टॅपलिंग, प्रेसिंग, बंडल रॅपिंग

क्षेत्र	वापर
नियतकालिके	
तेल उद्योग	ऑफशोअर तेल रिग्स-
कागद आणि पॅकेजिंग	प्रक्रिया नियंत्रण प्रणाली, रोलिंग आणि पॅकिंगसाठी विशेष उद्देश मशीन
फार्मास्युटिकल्स	प्रक्रिया नियंत्रण प्रणाली जसे की बाटली भरणे, टॅब्लेट ठेवणे, पॅकेजिंग
प्लास्टिक उद्योग	स्वयंचलित इंजेक्शन मोल्डिंग मशीन, कच्चा माल फीडिंग, ब्लो मोल्डरच्या स्लाइड्सची हालचाल
प्रेस टूल्स	मोठ्या प्रमाणात धातू निर्मितीसाठी हेवी ड्युटी प्रेस जसे की शीट मेटल, फोर्जिंग, बेंडिंग, पंचिंग, इ.
रोबोट्स	फ्लुइड पॉवर ऑपरेटेड रोबोट्स, न्यूमॅटिक प्रणाली
वाहतूक	हायड्रॉलिक एलिव्हेटर्स, विंचेस, ओव्हरहेड ट्रॅम्स

Figure 1.4.2 तेल हायड्रॉलिक प्रणालींचे अनुप्रयोग (Ref: http://ecoursesonline.iasri.res.in/)

1.4.2 न्युमॅटिक प्रणाली:

A) **परिचय:**

न्युमॅटिक प्रणाली ही एक तंत्रज्ञान आहे जी संकुचित हवेचा वापर करून यांत्रिक घटकांच्या हालचालींचे निर्माण, नियंत्रण आणि प्रसारण करते. या प्रणालीमध्ये विविध घटकांचा समावेश होतो.

B) **फायदे:**

1. कमी जडत्व प्रभाव Low inertia effect: हवेच्या कमी घनतेमुळे न्युमॅटिक घटकांचे जडत्व प्रभाव कमी असतो.
2. न्युमॅटिक प्रणाली हलक्या वजनाच्या असतात.
3. ऑपरेटिंग घटक स्वस्त आणि सोपे असतात.
4. कमी ऊर्जा नुकसान: हवेच्या कमी सान्द्रतेमुळे (low Viscosity) ऊर्जा (Power) नुकसान कमी होते.
5. उच्च आउटपुट-टू-वजन गुणोत्तर (High output to weight ratio).
6. न्युमॅटिक प्रणाली स्फोटक वातावरणात सुरक्षित ऊर्जा स्रोत प्रदान करतात.
7. गळती कमी होते आणि प्रणालीवर त्याचा परिणाम होत नाही. शिवाय, गळती हानिकारक नाही.

C) **तोटे:**

1. न्युमॅटिक प्रणाली कमी दाब आणि त्यामुळे कमी बल अनुप्रयोगांसाठीच योग्य आहेत.
2. संकुचित हवेचे अॅक्च्युएटर्स (actuators) 50 kN पर्यंतच आर्थिकदृष्ट्या उपयुक्त आहेत.
3. संकुचित हवेची निर्मिती खर्चिक: संकुचित हवेची (compressed air) निर्मिती वीजेपेक्षा महाग आहे.
4. उत्सर्जित हवेचा (Exhaust air) आवाज अप्रिय असतो आणि सायलेंसरचा वापर करावा लागतो.
5. प्रणालीची कठोरता (Rigidity) कमी असते, वजन-टू-दाब गुणोत्तर मोठे असते.
6. कमी अचूकता: हवेच्या संकुचिततेमुळे (compressibility of air) एकसमान वेग साध्य करणे शक्य नाही.

D) **अनुप्रयोग (Applications):**

Table1.4.2 न्युमॅटिक प्रणाली विविध क्षेत्रांमध्ये वापरल्या जातात.

क्षेत्र	**वापर**
कृषी	रासायनिक आणि पाणी फवारणी यंत्रणा, खत पसरविणारी उपकरणे
स्वयंचलन	स्वयंचलित ट्रान्सफर लाईन्स, रोबोटिक्स
ऑटोमोबाईल्स	पॉवर ब्रेक्स, सस्पेंशन प्रणाली
फॅब्रिकेशन उद्योग	न्युमॅटिक ड्रिल्स, ग्राइंडर्स, बोअरर्स, रिव्हेटिंग मशीन, नट रनर्स यांसारखी हँड टूल्स
अन्न आणि पेय	सर्व प्रकारच्या अन्न प्रक्रिया उपकरणे, रॅपिंग, बाटली भरणे
काच उद्योग	व्हॅक्यूम सक्शन कप्स हाताळणीसाठी
जिग्स आणि फिक्स्चर्स	वर्क होल्डिंग डिव्हाइसेस, क्लॅम्प्स, स्टॉपर्स, इंडेक्सर्स
मशीन टूल्स	स्वयंचलित मशीन टूल्स, न्यूमेरिकल कंट्रोल)NC) मशीन टूल्स
वैद्यकीय	श्वसन सहाय्यक उपकरणे, हृदय सहाय्यक उपकरणे, कार्डियाक कम्प्रेशन मशीन, दंत ड्राइव्ह्स आणि मानव रुग्ण सिम्युलेटर
रोबोट्स	द्रव शक्तीवर चालणारे रोबोट्स, न्युमॅटिक प्रणाली

Figure 1.4.2 पॅन्युमॅटिक प्रणालींचे अनुप्रयोग

1.4.3 हायड्रॉलिक्स आणि पॅन्युमॅटिक्स यांतील तुलना:

Table1.4.3 हायड्रॉलिक्स आणि न्युमॅटिक्स यांतील तुलना:

अक्र.	मुद्दा	हायड्रॉलिक प्रणाली	न्युमॅटिक प्रणाली
1	वापरलेले माध्यम	द्रव (सामान्यतः तेल)	संकुचित वायू (सामान्यतः हवा)
2	कार्यरत दाब	700 बार पर्यंत	5–10 बार
3	प्रणाली प्रकार	सामान्यतः बंद प्रणाली	सामान्यतः उघडी प्रणाली (open type)
4	गळती	गळती झाल्यास प्रणाली मंदावते	गळतीचा प्रणालीवर कमी परिणाम
5	व्होल्व ऑपरेशन	व्होल्व हाताळणे कठीण असते	व्होल्व हाताळणे सोपे असते
6	एकूण वजन	जड	हलके
7	शक्ती उपकरण	द्रव दाबित करणेस पंप वापरतात	वायू संकुचित करणेस कॉम्प्रेसर वापरतात
8	आगीचा धोका	असुरक्षित	सुरक्षित
9	स्नेहन (Lubrication)	स्वयंचलित स्नेहन	विशेष स्नेहनाची गरज
10	साठवण उपकरण	रिझर्व्होयर	एअर रिसीव्हर
11	माध्यम खर्च	महाग	मोफत उपलब्ध
12	परतीचे मार्ग	आवश्यक	आवश्यक नाही
13	कणखरता	चांगली	कमी
14	अचूकता	उच्च	कमी
15	अनुप्रयोग	भारी उपकरणे जसे की क्रेन्स, लिफ्ट्स, शेती उपकरणे, जेसीबी बुलडोझर इत्यादी	हँड टूल्स, प्रेस मशीन, फाउंड्री मशीन, लहान क्रेन्स इत्यादी

Exercise:

TLO 1.1: State properties of fluids.

1. Enlist the essential properties of hydraulic oil. (R)
2. Calculate specific gravity of an oil having density of 800 kg/m^3 (A).
3. Define following terms (R)
   I) Density II) Viscosity III) Specific gravity
   IV) Demulsibility V) Neutralization number VI) Low foam tendency

TLO 1.2: Describe Pascals Law, Continuity equation and Bernoulli's theorem.

1. State Pascal's Law. (R)
2. Write Continuity equation. (R)
3. State Bernoulli's theorem. (R)
4. Explain Pascal's Law with suitable example. (U)

5. Explain Continuity equation. (U)
6. Explain Bernoulli's theorem. (U)

TLO 1.3: Use suitable grade of hydraulic oil for given application.

1. Classify hydraulic fluids. (U)
2. State the meaning Monograde hydraulic oils with example. (U)
3. State the meaning Multigrade hydraulic oils with example. (U)
4. Interpret the meaning of SAE10W.(A)
5. Interpret the meaning of SAE10W20.

TLO 1.4: Classify fluid operated system.

1. Enlist any four merits and demerits of Hydraulic system. (U)
2. Enlist any four merits and demerits of Pneumatic system. (U)
3. Write four applications of Hydraulic & Pneumatic system each. (U)
4. State any four applications of hydraulic system. (U)
5. State any four applications of pneumatic system. (U)
6. Compare hydraulic system and pneumatic system on the basis
   Medium used, Operating pressure, lubrication, Leakage, practical application.(U)
7. Select fluid power system for (A)
   a) Lifting of car at service station. c) Fast changeover of wheel nut and bolts
   b) Landing wheels in aircraft. d) power brakes

युनिट 2. हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक्स यातील पंपस, कॉम्प्रेसर इतर उपकरणे
(Pumps, Compressor, Accessories in Hydraulics/ Pneumatics)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome):- दिलेल्या द्रव चालित प्रणालीसाठी पंप/कंप्रेसर आणि ॲक्सेसरीज निवडा. (Select pump/compressor and accessories for given fluid operated system.)

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

TLO 2.1 हायड्रॉलिक पंप / एअर कंप्रेसरचे वर्गीकरण करा. (Classify hydraulic pump/ Air compressor)
TLO 2.2 दिलेल्या अनुप्रयोगासाठी संबंधित पंप/कंप्रेसर निवडा. (Select the Pump /Compressor relevant for given application).
TLO 2.3 हायड्रॉलिक/न्युमॅटिक ॲक्सेसरीजच्या कार्ये सांगा. (State function of Hydraulics/Pneumatics accessories.)

2.0 :हायड्रॉलिक पंपांचे वर्गीकरण
हायड्रॉलिक पंपांचे मुख्यतः खालीलप्रमाणे वर्गीकरण केले जाते:

a पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट.पंप :
हे पंप प्रत्येक फेरीमध्ये मध्ये द्रव पदार्थाचे निश्चित व्हॉल्यूम विस्थापित करतात .त्यांचे वर्गीकरण खालीलप्रमाणे
1. **गियर पंप :** द्रव विस्थापित करण्यासाठी गियरचा वापर करतात.
2. **व्हेन पंप :** रोटरमध्ये सरळ रेषेत मागे.पुढे होणाऱ्या व्हेन्सचा वापर करतात-
3. **लोब पंप:** गियर पंपांप्रमाणेच असतात पण त्यामध्ये गियरऐवजी लोब असतात.
4. **पिस्टन पंप:** सिलेंडरमध्ये पिस्टनच्या reciprocating motion (पुढे — मागे)चा वापर करतात .त्यांचे ऍक्सिल आणि रेडिअल पिस्टन पंपांमध्ये वर्गीकरण केले जाते.

b: नॉन -पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप-
हे पंप द्रव पदार्थाला गती (momentum) देतात.

2.1.1 एक्सटर्नल गियर पंप :
पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंपाचा एक प्रकार आहे, जे प्रेशर देण्यासाठी गियरचा वापर करतात ते सोपे असतात आणि विविध मशीनमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात.

रचना:
गियर पंपामध्ये प्रामुख्याने दोन गियर असतात, जे साधारणतः स्पर आणि हेलिकल (spur, helical) गियर असतात आणि एकमेकांना interlock करत एक गियर मोटरद्वारे चालविला जातो (driving gear), आणि दुसरा आइडलर गियर (idler gear) असतो .एका हाउसिंग मध्ये गियर असतात, ज्यामध्ये इनलेट पोर्ट (suction) आणि आउटलेट पोर्ट (discharge) असतातशाफ्ट गियरला आधार देतात आणि त्यांना फिरण्यास मदत . करतात

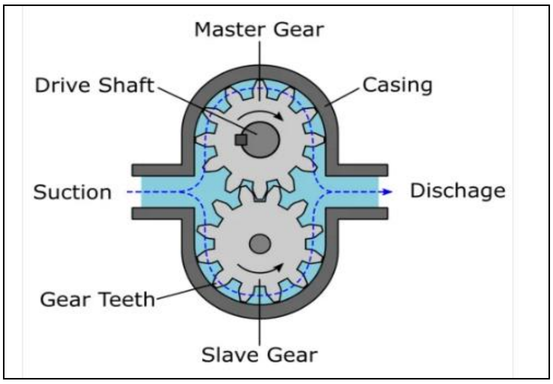


Figure. 2.1.1 एक्सटर्नल गियर पंप

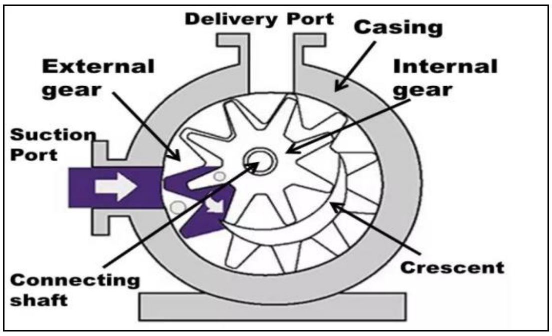
कार्यप्रणाली:

जसे गियर फिरतात आणि इनलेट बाजूला गियर दाते एकमेकात फिरतात, तेंव्हा तेथे उपलब्ध जागा वाढते यामुळेकमी दाब तयार होतो, आणि द्रव इनलेट पोर्ट मधून पंपात ओढला जातो दातांमध्ये अडकतो आणि पंप फिरतो. इनलेट बाजूकडून डिस्चार्ज बाजूकडे नेला जात डिस्चार्ज बाजूला गियर एकमेकात फिरतात आणि मध्ये येत असताना, उपलब्ध जागा कमी होतो, आणि द्रव आउटलेट पोर्ट मधून जास्त दाबाने बाहेर पडतो.

इंटर्नल गियर पंप:

इंटर्नल गियर पंप हा पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंपाचा एक प्रकार आहे, जो घट्ट द्रव पदार्थ (high-viscosity fluids), घर्षण कमी करणे सिस्टिम्स आणि हायड्रॉलिक उपकरणे मध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरला जातो. तो त्याच्या कमी आकार (compact design) , आवाज न करता काम करतो. आणि तेल, इंधन आणि इतर केमिकल सारख्या घट्ट द्रव पदार्थ हाताळण्याच्या क्षमतेसाठी ओळखला जातो.

रचना:



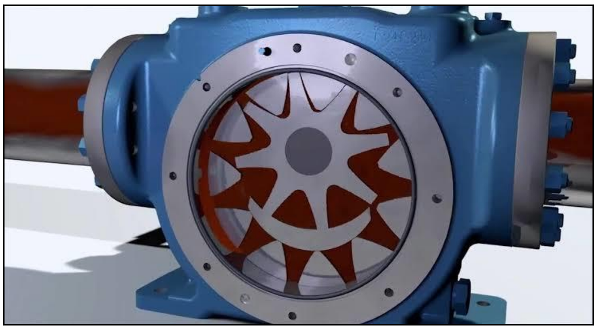


Figure. 2.1.2 इंटर्नल गियर पंप

इंटर्नल गियर पंपच्या मुख्य घटकांमध्ये खालील गोष्टींचा समावेश होतो:

केसिंग Casing (Pump Housing): एक मजबूत बाह्य आवरण जे गियर आणि द्रव मार्गांना जोडते.

आतील गियर Internal Gear (Rotor): एक मोठा ड्रायविंग गियर आहे, ज्याला बाहेरच्या बाजूला दात असतात आणि तो मोटरला जोडलेला असतो.

बाह्य गियर External Gear (Idler or Crescent Gear): एक लहान ड्रिव्हन गियर आहे, ज्याला आतल्या बाजूला दात असतात आणि तो इंटर्नल गियरच्या आत फिरतो.

चंद्रकोरी आकार सील Crescent Seal (Stationary Component): एक स्थिर वक्र भाग आहे, जो इनलेट आणि आऊटलेट विभागांना विभाजित करतो आणि द्रव मागे येण्यापासून थांबवतो.
इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट (Inlet and Outlet Ports): द्रव आत येण्यासाठी आणि बाहेर पडण्यासाठीचे पोर्ट.
बेअरिंग आणि शाफ्ट (Bearings and Shaft): गियरला आधार देतात आणि आवाज न करता चालवतात.

कार्य :
इंटर्नल गियर पंप हा गियरच्या सतत जुळण्या आणि विभाजनाच्या प्रक्रियेमुळे कार्यरत राहतो, ज्याद्वारे सक्शन निर्माण होते आणि द्रव इनलेटमधून आउटलेटकडे प्रवाहित केला जातो. या प्रणालीमध्ये इंटर्नल गियर (रोटर) हा मोटरद्वारे प्रेरित केला जातो, जो संलग्न असलेल्या लहान बाह्य गियर (आयडलर) ला उलट दिशेने फिरण्यास भाग पाडतो. इनलेटवर गियर विभाजित होताच, निर्वात निर्माण होऊन द्रव खेचला जातो. गियर दात आणि क्रेसेंट सेपरेटर यांच्यात अडकलेला द्रव संपूर्ण गियर संरचनेद्वारे फिरत राहतो आणि आवरणाच्या आतील पृष्ठभागावरून प्रवाहित होतो. जेव्हा गियर आउटलेटवर पुन्हा जुळतात, तेव्हा द्रवाच्या वाहतुकीसाठी उपलब्ध असलेला खंड संकुचित होतो, परिणामी द्रव उच्च दाबाने बाहेर टाकला जातो. या प्रक्रियेचा सातत्यपूर्ण पुनरावृत्तीमुळे स्थिर, कार्यक्षम आणि उच्च कार्यक्षमता असलेला द्रव प्रवाह सुनिश्चित केला जातो.

फायदे(Advantages):

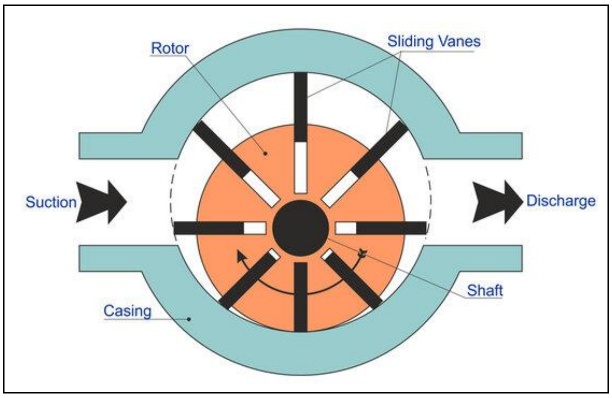
1. उच्च रोधक असलेले द्रव (High-viscosity fluids) कार्यक्षमतेने हाताळतो.
2. लहान आकारामुळे (Compact design) असल्यामुळे, कमी जागेत वापरता येतो.
3. हा पंप स्वतःहून हवा काढून घेऊन द्रव वर खेचतो(Self-priming capability).
4. काही विशिष्ट रचनांमध्ये पुनर्वापरयोग्य प्रवाह (रिव्हर्सिबल फ्लो) उपलब्ध असतो, ज्यामुळे पंप विविध अनुप्रयोगांसाठी बहुपयोगी ठरतो.
5. गियरच्या टप्प्याटप्प्याने संलग्न होण्याच्या प्रक्रियेमुळे ऑपरेशनमध्ये कमी कंपन आणि आवाज निर्माण होतो, ज्यामुळे पंपाची कार्यक्षमता वाढते आणि कमी - आवाजात होते.

2.1.3 व्हेन पंप:
व्हेन पंप हा आणखी एक प्रकारचा पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप आहे, जो द्रव खेचण्यासाठी रोटरवर बसवलेल्या व्हेन्सच्या सेटचा वापर करतो .हे पंप द्रव दाबावर चालणारी उपकरणे इंधन भरण्यासाठी , वाहनांमध्ये (hydraulic systems, fuel transfer, automotive applications) मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात.

रचना :
यात हाउसिंग असते असते, जे सर्व आतील भागाला समाविष्ट करते आणि द्रव प्रवाहासाठी इनलेट आणि आउटलेट पुरवते .रोटर मध्यभागी फिरतो, जो व्हेन्सला धरून ठेवतो .व्हेन या लहान असतात आणि रोटर च्या खाचेमध्ये आत बाहेर होत असतात .कॅम रिंग (Cam Ring) ही एक गोलाकार, मध्यभागापासून बाजूला गेलेली (eccentric ring) आहे, ज्यामुळे व्हेन्स बाहेर आणि आत सरळ रेषेत फिरतात .इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट द्रव आत येण्यासाठी आणि बाहेर पडण्यासाठी असतात.

कार्य:
रोटर मोटरला जोडलेला असतो आणि कॅम रिंग (cam ring) मध्ये फिरणे सुरु करतो .केंद्रापसारक शक्ती (Centrifugal force) आणि स्प्रिंगच्या दाबामुळे (spring action), व्हेन्स बाहेरच्या बाजूला सरळ रेषेत कॅम रिंग

(cam ring) ला स्पर्श करतातजसे रोटर फिरतो व्हेन्समध्ये इनलेट जवळचा घनफळ (volume) वाढतो, ज्यामुळे निर्वात दाब (suction) तयार होते आणि द्रव आत ओढला जातोव्हेन्स पुढे फिरत असताना ., अडकलेला द्रव आउटलेट कडे जातो .आऊटलेट ला, कॅम रिंग (cam ring) व्हेन्सला पुन्हा खाचे (slots) मध्ये ढकलते, घनफळ (volume) कमी करते आणि द्रव दाबयुक्त (compressed) होतो, जो नंतर उच्च दाबाने (high pressure) ने बाहेर पडतो ही प्रक्रिया सतत सुरु राहते, आणि द्रव प्रवाह सुरू राहतो.



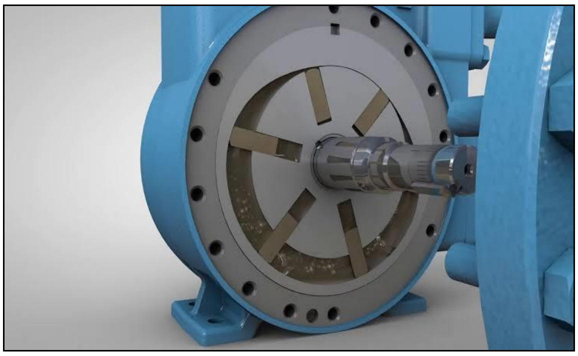


Figure. 2.1.3 व्हेन पंप

2.1.4 लोब पंप:

लोब पंप हा एक प्रकारचा पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप आहे, जो गियर पंपांप्रमाणेच असतो, पण त्यामध्ये गियरऐवजी लोब असतात ते घट्ट द्रव (viscous fluids) आणि घन (solids) कणला नुकसान न करता हाताळण्यासाठी ओळखले जातात

रचना :

लोब पंपामध्ये दोन किंवा अधिक लोब असतात, साधारणतः 2, 3 किंवा 4 लोब असतात आणि हाउसिंग मध्ये फिरतात. लोब एकमेकांना थेट स्पर्श करत नाहीत .हाउसिंग लोबना समाविष्ट करतात, तसेच त्यामध्ये इनलेट पोर्ट आणि आउटलेट पोर्ट असतात (inlet port (suction) / outlet port (discharge) असतातशाफ्ट लोबना . गियर पंप आधार देतात आणि त्यांना फिरण्यास मदत करतातहाउसिंग च्या बाहेर असतात, जे लोबच्या फिरण्याची गती निर्धारित करतात .यामुळे लोब एकमेकांना स्पर्श करत नाहीत बेरिंग शाफ्टला आधार देतात आणि घर्षण कमी करतात.

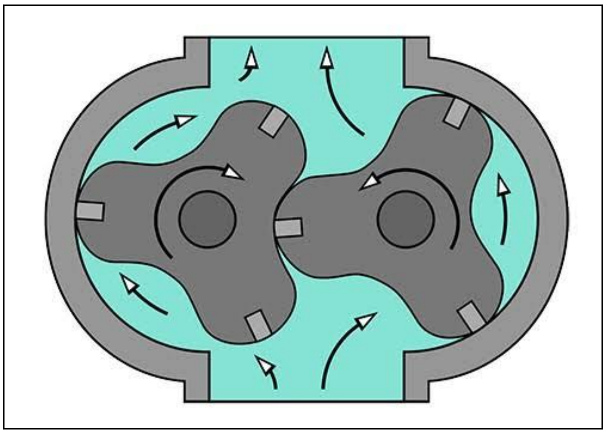


Figure. 2.1.4 लोब पंप

कार्य :
जसे लोब फिरतात आणि इनलेट बाजूला दूर जातात, तेंव्हा तेथे घनफळ (volume) वाढते. यामुळे निर्वात पोकळी (vacuum) तयार होतो, आणि द्रव इनलेट पोर्ट मधून पंपात ओढला जातो. द्रव हे लोब आणि पंप हाउसिंग मध्ये तयार झालेल्या पोकळी मध्ये अडकतो. अडकलेला द्रव लोबच्या परिघावरुन इनलेट बाजूकडून आउटलेट बाजूकडे नेला जातो. आउटलेट बाजूला लोब जवळ एकमेकात अडकत असताना, घनफळ (volume) कमी होतो, आणि द्रव आउटलेट पोर्ट मधून उच्च दाबाने बाहेर पडतो.

2.1.5 एक्सियल पिस्टन पंप: (Axial Piston Pump)
एक्सियल पिस्टन पंप हा एक प्रकारचा पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप आहे, जो द्रवाला दाब देण्यासाठी पिस्टन चा वापर करतो. हे पिस्टन एका सिलेंडर मध्ये ठेवलेले असतात. यांचा वापर उच्च दाबाने द्रव पोहोचवण्यासाठी केला जातो.

रचना (Construction):
या पंपामध्ये मध्यभागी एक सिलेंडरचा ब्लॉक फिरत असतो, ज्याच्यामध्ये वेगवेगळे गोलाकार खाचा असतात आणि त्या खाचेमध्ये पिस्टन बसवलेले असतात. पिस्टन हे सिलेंडर ब्लॉक मध्ये व्यवस्थित बसतात आणि त्याच्या आत मध्ये पुढे मागे होतात.

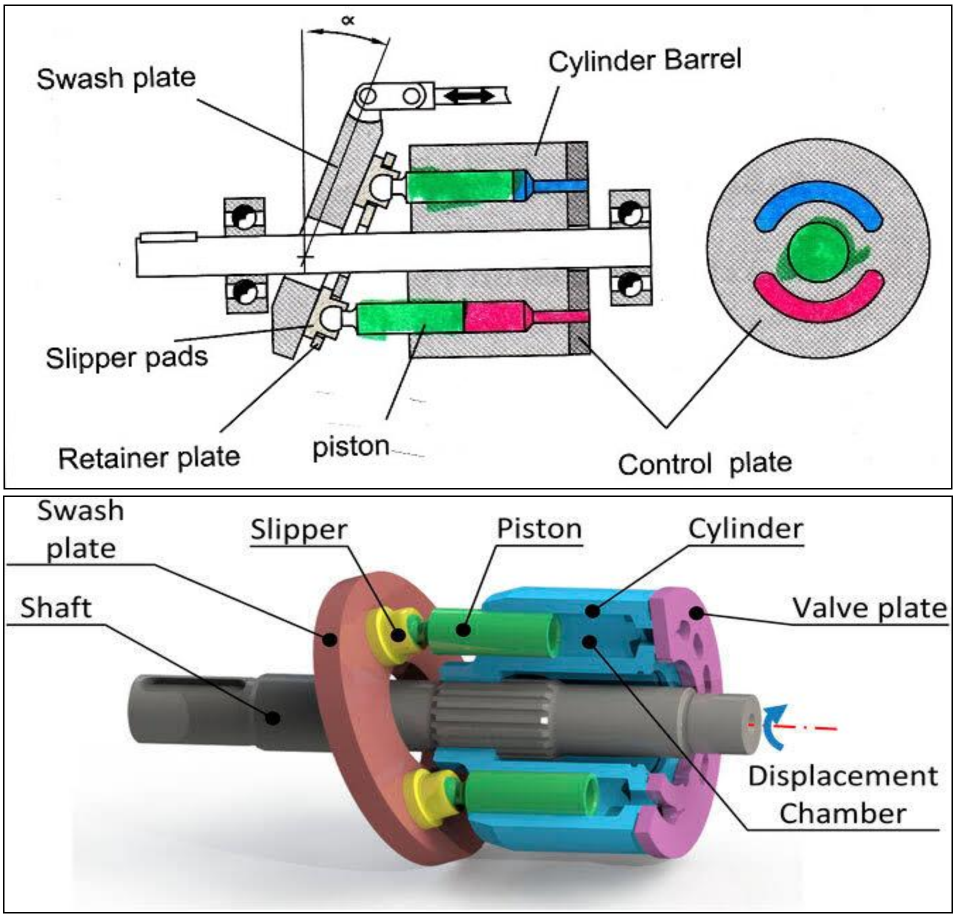


Figure: 2.1.5 एक्सियल पिस्टन पंप

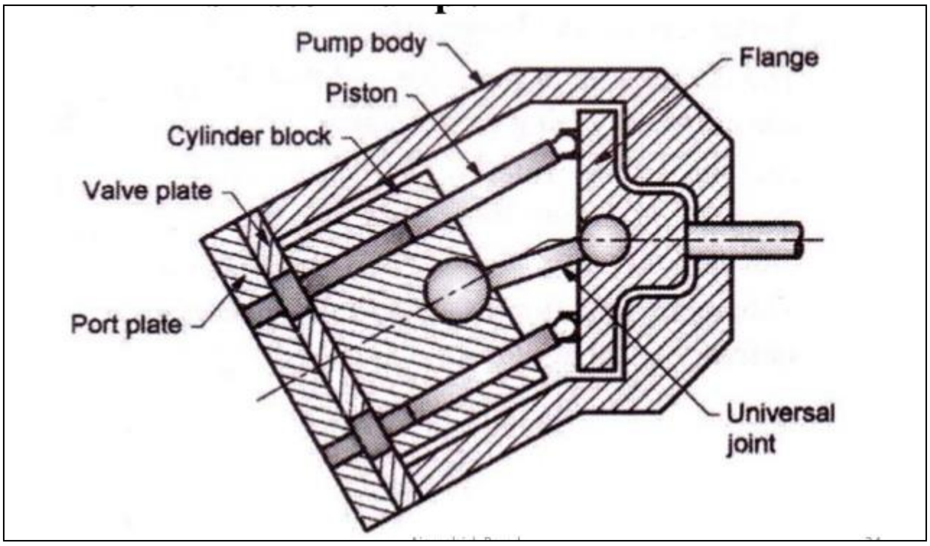
कार्य:

शाफ्टच्या रोटेशनमुळे सिलेंडर ब्लॉक समांतर परिभ्रमण करतो. परिभ्रमणाच्या प्रक्रियेदरम्यान, पिस्टन स्वॉश प्लेटच्या इनक्लिनेशनला अनुरूप राहण्यास बाध्य होतात, ज्यामुळे ते त्यांच्या संबंधित बोरमध्ये रेसिप्रोकॅटिंग गती करतात. सक्शन स्ट्रोक दरम्यान, जेव्हा पिस्टन वाल्व प्लेटपासून दूर सरकतो, तेव्हा चेंबरमधील वॉल्यूम एक्सपांड होऊन निगेटिव्ह प्रेशर तयार होते, ज्यामुळे इनलेट पोर्टमधून द्रव खेचला जातो. डिस्चार्ज स्ट्रोक दरम्यान, पिस्टन वाल्व प्लेटच्या दिशेने मूव्ह होताच, चेंबर वॉल्यूम रेड्यूस होऊन द्रव उच्च प्रेशरने आउटलेट पोर्टद्वारे डिस्चार्ज केला जातो. सिलेंडर ब्लॉकचे सतत रोटेशन आणि पिस्टनची रेसिप्रोकॅटिंग मोशन यामुळे इनलेट ते आउटलेट दरम्यान स्टेबल आणि कंटिन्युअस फ्लुइड फ्लो मेंटेन केला जातो.

2.1.6 बेन्ट ऍक्सिस पिस्टन पंप:

बेंट ऍक्सिस प्रकार पिस्टन पंप एक पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप आहे, जो हायड्रॉलिक प्रणाली मध्ये उच्च- दाब द्रव कार्यक्षमतेने देण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर वापरला जातो. हा पंप उच्च कार्यक्षमता, आणि उच्च- दाब क्षमतांसाठी ओळखला जातो.

रचना:



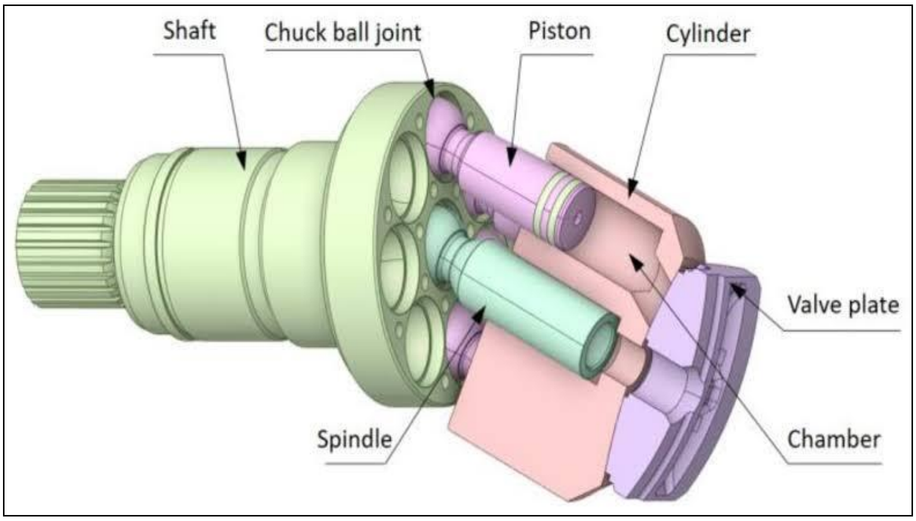


Figure. 2.1.6 बेन्ट ऍक्सिस पिस्टन पंप

बेंट ऍक्सिस पिस्टन पंपच्या मुख्य घटकांमध्ये खालील गोष्टींचा समावेश होतो:
केसिंग Pump Casing (Housing): इंटर्नल भागांचे संरक्षण करते आणि हायड्रॉलिक द्रव च्या प्रवाहाला मार्गदर्शन दिशा देते.
ड्रायविंग शाफ्ट (Drive Shaft) : मोटरमधून फिरण्याऱ्या भागाला शक्ती प्रदान करते.
सिलेंडर ब्लॉक Cylinder Block (Rotating Barrel): एका गोलाकार पॅटर्नमध्ये अनेक पिस्टन असतात.
पिस्टन्स (Pistons): लहान गोलाकार आकाराचे भागांना (cylindrical components) जे सिलेंडर ब्लॉक च्या आत पुढे मागे होतात.
तिरपी प्लेट Swash Plate (Valve Plate/Port Plate): हायड्रॉलिक द्रव प्रवाह (hydraulic fluid flow) ला मार्गदर्शन करते आणि पिस्टनच्या हालचालीवर नियंत्रण ठेवते.
बेन्ट ऍक्सिस डिझाईन (Bent Axis Design): सिलेंडर ब्लॉक (cylinder block) आणि फिरवणारा शाफ्ट(drive shaft) एका कोनात (usually 15° to 40°) ठेवलेले असतात, ज्यामुळे बेंट एक्सस रचना तयार होते.
वाल्व प्लेट (Valve Plate) : द्रव आत आणि बाहेर टाकण्यासाठी इनलेट पोर्टआणि आउटलेट पोर्टअसतात.
बेअरिंग आणि सील (Bearings and Seals): घर्षण कमी करतात आणि द्रव गळती (fluid leakage) थांबवतात.

कार्यप्रणाली (Working):

जेव्हा ड्राइव्ह शाफ्ट परिभ्रमण करतो, तेव्हा तो सिलेंडर ब्लॉकलाही रोटेट करतो, ज्यामुळे पिस्टन त्यांच्या सिलेंडरमध्ये इन आणि आउट मूव्ह होतात. पिस्टन बाहेर सरकल्यास (वाल्व प्लेटपासून दूर), चेंबरमध्ये व्हॅक्यूम तयार होते, ज्यामुळे इनलेट पोर्टद्वारे हायड्रॉलिक फ्लुइड पंपामध्ये एंट्री घेतो. जसजसा सिलेंडर ब्लॉक पुढे रोटेट होतो, तसतसे पिस्टन इनवर्ड मूव्ह होऊन द्रव कंप्रेस केला जातो. संकुचित द्रव उच्च दाबाने आउटलेट पोर्टमधून डिस्चार्ज केला जातो. ड्राइव्ह शाफ्टचे परिभ्रमण सतत सुरू राहिल्यास, हा सायकल सतत रिपीट होतो, ज्यामुळे हायड्रॉलिक फ्लुइडचा फ्लो स्टेबल, कंट्रोल्ड आणि कार्यक्षम राहतो.

फायदे:

1. उच्च कार्यक्षमता आणि कमी ऊर्जा नुकसान.
2. उच्च दाब (450 bar किंवा अधिक) हाताळू शकते.
3. बदलत्या प्रवाहसाठी (Variable displacement capability), प्रवाह नियंत्रण ला परवानगी देते.
4. कमी जागेत बसेल असे डिझाईन (Compact design) आणि उत्कृष्ट शक्ती ते वजन प्रमाण (power-to-weight ratio).
5. कमी हादरे (vibration) आणि आवाज (noise) सह सहज कार्य करते.

अनुप्रयोग(Applications):

1. औद्योगिक Industrial आणि सहज नेता येणाऱ्या मशिनरी यात उपयोग
2. अवकाश आणि ऑटोमोबाईल क्षेत्रात उपयोग
3. बांधकाम आणि कृषी क्षेत्रात मशिनरी यात उपयोग
4. सागरी आणि सागरी किनाऱ्या वरील मशिनरी क्षेत्रात उपयोग

2.1.7 पंपासाठी निवड निकष:

1. हायड्रॉलिक पंपाचा प्रकार:

- **गियर पंप:** साधे, टिकाऊ आणि किफायतशीर; कमी-दाब प्रणालींसाठी आदर्श.
- **व्हेन पंप:** शांत आणि मध्यम दाब क्षमता; औद्योगिक ॲप्लिकेशन्समध्ये वापरले जातात.
- **पिस्टन पंप:** उच्च कार्यक्षमता आणि दाब; हेवी-ड्युटी किंवा उच्च-दाब ॲप्लिकेशन्ससाठी योग्य.

2. ऑपरेटिंग प्रेशर:

प्रणालीद्वारे आवश्यक असलेले कमाल ऑपरेटिंग प्रेशर निश्चित करा. पंपाचे प्रेशर रेटिंग सिस्टमच्या मागणीशी जुळते आणि सुरक्षितता राखते याची खात्री करा.

3. फ्लो रेट (डिस्प्लेसमेंट):

लिटर प्रति मिनिट (LPM) किंवा गॅलॉन्स प्रति मिनीट (GPM) मध्ये आवश्यक असलेला फ्लो रेट मोजा. सिस्टमच्या गती आवश्यकतांचा विचार करा आणि पुरेसा फ्लो प्रदान करणारा पंप निवडा.

4. कार्यक्षमता:

- **व्हॉल्यूमेट्रिक कार्यक्षमता:** वितरीत केलेल्या द्रव पदार्थाची टक्केवारी विरुद्ध सैद्धांतिक क्षमता.
- **मेकॅनिकल कार्यक्षमता:** घर्षणामुळे होणारे ऊर्जा नुकसान मोजते.

5. द्रव सुसंगतता:

पंपाची सामग्री हायड्रॉलिक द्रव प्रकाराशी (उदा. खनिज तेल, सिंथेटिक द्रव किंवा पाणी-आधारित द्रव) सुसंगत आहे का ते तपासा. द्रवाची चिकटपणा श्रेणी(viscosity range) पंपाच्या सहनशीलतेमध्ये आहे याची खात्री करा.

6. ड्राईव्ह मेकॅनिझम:

पंप उपलब्ध ड्राईव्ह प्रकाराशी जुळवा, जसे की इलेक्ट्रिक मोटर्स, इंटरनल ज्वलन इंजिन (combustion engines) किंवा PTO (power take-off) योग्य संरेखन आणि जोडणी सुसंगतता सुनिश्चित करा.

7. ऑपरेटिंग परिस्थिती:

- **तापमान श्रेणी:** पंप सिस्टमच्या तापमान श्रेणीमध्ये प्रभावीपणे कार्य करू शकतो याची खात्री करा.
- **वातावरण:** धूळ, पाणी किंवा गंज वातावरण (corrosive environments) सारख्या घटकांचा विचार करा आणि योग्य सीलिंग गृहनिर्माण किंवा हौसिंग असलेला पंप निवडा.

8. सिस्टमचा आवाज पातळी:

जर आवाज च्याशी संबंधित असेल, तर कमी-आवाज डिझाइन (उदा. व्हेन किंवा हेलिकल गियर पंप) असलेल्या पंपांना प्राधान्य द्या.

9. आकार आणि वजन:

पंप तुमच्या सिस्टमच्या जागेच्या मर्यादेत बसतो याची खात्री करा. हलके पंप गतिशीलता वापर (mobile use) उपयोग साठी अधिक चांगले असू शकतात.

10. माउंटिंग कॉन्फिगरेशन:

पंपाचा माउंटिंग प्रकार (फ्लॅन्ज -माऊंट , फूट - माऊंट किंवा एकाच रेषेत) खात्री करा.

11. देखभाल आवश्यकता:

देखभालीची सुलभता आणि सुटे भागांची उपलब्धता यांचे मूल्यांकन करा. सुलभ देखरेखेसाठी कमी गती असलेले पार्ट असलेले डिझाइन वापरा.

12. बजेट आणि जीवन चक्र खर्च:

सुरुवातीचा खर्च, कार्यप्रदर्शन, कार्यक्षमता आणि दीर्घकाळ चालणारी देखभाल खर्च यांचा समतोल साधा.

2.2 कॉम्प्रेसरचे वर्गीकरण:

1. ऑपरेशनच्या तत्त्वानुसार:

- कॉम्प्रेसरला दोन मुख्य श्रेणींमध्ये विभागले जाऊ शकते:

(a) पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट कॉम्प्रेसर:

- **रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर (पिस्टन-आधारित):**
  - सिंगल-ऍक्टिंग
  - डबल-ऍक्टिंग
- **रोटरी कॉम्प्रेसर:**
  - लोब कॉम्प्रेसर
  - स्क्रू कॉम्प्रेसर
  - व्हेन कॉम्प्रेसर
  - लिक्विड रिंग कॉम्प्रेसर

(b) डायनॅमिक कॉम्प्रेसर:

हे कॉम्प्रेसर वायूची गतीज ऊर्जा (kinetic energy) वाढवून आणि नंतर ती दबाव ऊर्जा (pressure energy) मध्ये रूपांतरित करून कार्य करतात. उदाहरणे:

- सेंट्रीफ्युगल कॉम्प्रेसर
- एक्सियल कॉम्प्रेसर
- मिक्स्ड-फ्लो कॉम्प्रेसर (एक्सियल आणि सेंट्रीफ्युगल डिझाइनचे संयोजन)

2. टप्प्यांच्या संख्येनुसार:

- **सिंगल-स्टेज कॉम्प्रेसर:** वायूला एकाच टप्प्यात कॉम्प्रेस करतात (कमी दाबासाठी योग्य).
- **मल्टी-स्टेज कॉम्प्रेसर:** वायूला अनेक टप्प्यात कॉम्प्रेस करतात, टप्प्यांमध्ये इंटरकूलिंगसह (उच्च दाबासाठी योग्य).

3. कार्यरत दाबावर आधारित:

- **कमी-दाब कॉम्प्रेसर:** 10 bar पर्यंत डिस्चार्ज दबाव (discharge pressure).
- **मध्यम-दाब कॉम्प्रेसर:** 10 ते 100 bar दरम्यान डिस्चार्ज दबाव (discharge pressure).
- **उच्च-दाब कॉम्प्रेसर:** 100 bar पेक्षा जास्त डिस्चार्ज दबाव (discharge pressure).

2.2.1 सिंगल-स्टेज रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर:

एक रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर हा एक प्रकारचा पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट कॉम्प्रेसर आहे जो पिस्टन-सिलेंडर मेकॅनिझम वापरून वायूचे घनफळ कमी करून हवा किंवा वायू कॉम्प्रेस करतो. सिंगल-स्टेज रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसरमध्ये एकच कॉम्प्रेशन घटनाचक्र (compression cycle) असतो जिथे हवा वितरण (delivery) होण्यापूर्वी एका स्ट्रोकमध्ये कॉम्प्रेस केली जाते.

रचना:

यात एक सिलेंडर असतो जिथे पिस्टन हवा कॉम्प्रेस करण्यासाठी वर आणि खाली सरळ रेषेत फिरतो. पिस्टन हवेला कॉम्प्रेस करण्यासाठी सिलेंडरच्या आत फिरतो. क्रँकशाफ्ट मोटरमधून फिरणारी गती पिस्टनच्या परस्पर हालचाल (reciprocating motion) मध्ये रूपांतरित करते. कनेक्टिंग रॉड क्रँकशाफ्टला पिस्टनला जोडतो आणि पुढे मागे हालचाल (reciprocating motion) मध्ये मदत करतो. इनलेट व्हॉल्व्ह (सक्शन व्हॉल्व्ह) जेव्हा पिस्टन खाली सरळ रेषेत फिरतो तेव्हा हवेला सिलेंडरमध्ये प्रवेश करण्यास परवानगी देतो. आउटलेट व्हॉल्व्ह (डिलिव्हरी व्हॉल्व्ह) जेव्हा पिस्टन वरच्या दिशेने सरळ रेषेत फिरतो तेव्हा दाबलेल्या हवेला बाहेर पडण्यास

परवानगी देतो. सिलेंडर हेडमध्ये सक्शन आहे आणि डिलिव्हरी व्हॉल्व्ह दिले आहेत. मोटर किंवा प्राइम मूव्हर क्रँकशाफ्ट फिरवण्यासाठी शक्ती पुरवतो.

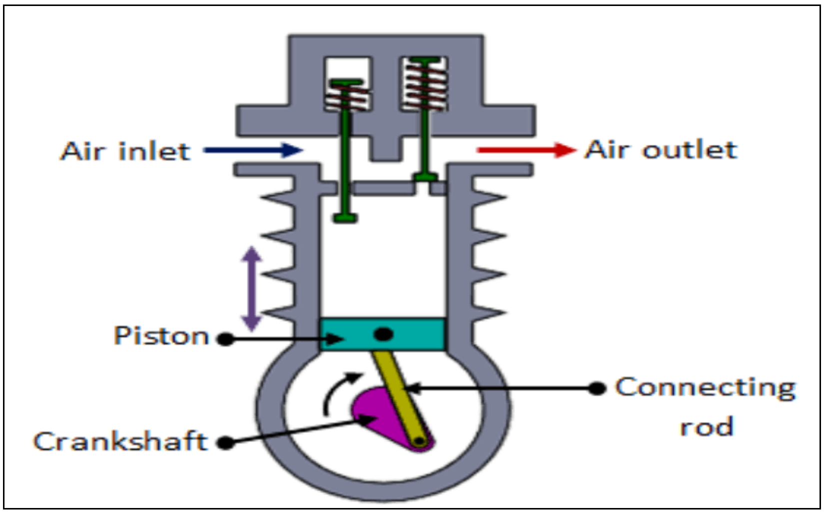


Figure. 2.2.1 सिंगल-स्टेज रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर

कार्यप्रणाली:

सक्शन स्ट्रोक (इनटेक स्ट्रोक)
क्रँकशाफ्ट फिरतो, ज्यामुळे पिस्टन सिलेंडरच्या आत खाली सरळ रेषेत जातो. यामुळे सिलेंडरच्या आत पूर्ण निर्वात जागा (vacuum) तयार होतो, ज्यामुळे दाब कमी होतो. इनलेट वाल्व उघडतो, ज्यामुळे वातावरणातील हवा सिलेंडरमध्ये प्रवेश करते. वितरण झडप (delivery valve) विरुद्ध दिशेचा प्रवाह (backflow) टाळण्यासाठी बंद राहतो.

कम्प्रेशन स्ट्रोक:
जसे क्रँकशाफ्ट फिरणे चालू ठेवतो, पिस्टन वरच्या दिशेने सरळ रेषेत जातो, हवेला कॉम्प्रेस करतो. इनलेट वाल्व बंद होतो, ज्यामुळे हवा बाहेर पडू शकत नाही. हवेचे घनफळ (volume) कमी झाल्यामुळे सिलेंडरच्या आतील दाब लक्षणीयरीत्या वाढतो.

3. **डिसचार्ज स्ट्रोक (Delivery Stroke):**
जेव्हा हवा इच्छित दाबावर पोहोचते, तेव्हा आउटलेट (delivery valve) उघडतो. कॉम्प्रेस्ड हवा सिलेंडरमधून स्टोरेज टँकमध्ये किंवा आवश्यक प्रणालीमध्ये ढकलली जाते. कॉम्प्रेस्ड हवेचा विरुद्ध दिशेचा प्रवाह (backflow) टाळण्यासाठी इनलेट वाल्व (inlet valve) बंद राहतो. ही कालचक्र (cycle) सतत चालू राहते, कॉम्प्रेस्ड हवेचा स्थिर पुरवठा सुनिश्चित करते.

फायदे (Advantages):

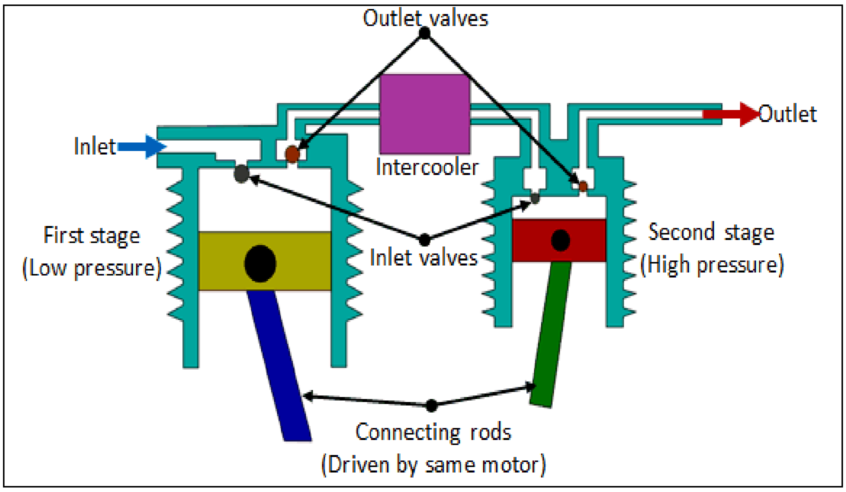
a. साधी रचना आणि कमी खर्च.
b. कमी-दाब ॲप्लिकेशन्ससाठी उच्च कार्यक्षमता.
c. कॉम्पॅक्ट आणि पोर्टेबल, लहान उद्योग आणि कार्यशाळांसाठी योग्य.
d. कमी घटक (भाग) मुळे विश्वसनीय आणि सुलभ देखभाल.

2.2.2 मल्टीस्टेज रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर:
मल्टीस्टेज रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर हा एक प्रकारचा पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट कॉम्प्रेसर आहे जो उच्च दाब कार्यक्षमतेने मिळवण्यासाठी अनेक टप्प्यात हवा किंवा वायू कॉम्प्रेस करतो

रचना:
मल्टीस्टेज रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसरमध्ये खालील घटक (भाग) असतात:
कॉम्प्रेसरमध्ये चरणबद्ध कॉम्प्रेशन (step wise compression) साठी अनेक सिलेंडर (सामान्यतः) दोन किंवा अधिकक्रँकशाफ्ट प्रत्येक सिलेंडरमध्ये एक पिस्टन असतो जो हवा कॉम्प्रेस करण्यासाठी आतमध्ये फिरतो फिरणारी गतीपरस्पर हालचाल मध्ये रूपांतरित करतो आणि पिस्टनला चालवतो कनेक्टिंग रॉड परस्पर हालचाल साठी क्रँकशाफ्टला पिस्टनला जोडतो इनलेट (सक्शन) व्हॉल्व्ह हवेला सिलिंडर मध्ये प्रवेश करण्यास परवानगी देतात .आउटलेट (डिलिव्हरी) व्हॉल्व्ह प्रत्येक टप्प्यातून कॉम्प्रेस्ड हवेला बाहेर पडण्यास परवानगी देतात. इंटरकूलर हा एक उष्णता एक्सचेंजर आहे जो टप्प्यांमध्ये हवा थंड करण्यासाठी वापरला जातो, कॉम्प्रेशन काम कमी करतो. आफ्टर -कूलर स्टोरेज टँक किंवा सिस्टममध्ये वितरण करण्यापूर्वी अंतिम कॉम्प्रेस्ड हवा थंड करतो. फ्लायव्हील गतीमधील चढउतार कमी करून शांत ऑपरेशन राखण्यास मदत करते .स्नेहन प्रणाली फिरत्या भाग मधील घर्षण कमी करते.

कार्यप्रणाली (Working):
मल्टीस्टेज रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर अनेक टप्प्यात हवा कॉम्प्रेस करतो, कार्यक्षमता सुधारण्यासाठी आणि ऊर्जा वापर कमी करण्यासाठी टप्प्यांमध्ये थंड करतो.
पहिला टप्पा (कमी-दाब कॉम्प्रेशन):
सक्शन स्ट्रोक: क्रँकशाफ्ट फिरतो, कमी-दाब पिस्टन खाली सरळ रेषेत जातो, निर्वात पोकळी तयार करतो. इनलेट व्हॉल्व्ह उघडतो, ज्यामुळे हवा पहिल्या टप्प्यातील सिलेंडरमध्ये प्रवेश करते.
कॉम्प्रेशन स्ट्रोक: पिस्टन वरच्या दिशेने सरळ रेषेत जातो, हवेला मध्यवर्ती दबाव पर्यंत कॉम्प्रेस करतो. आउटलेट झडप उघडतो, संकुचित हवा इंटरकूलर मध्ये बाहेर पडण्यास परवानगी देतो.

इंटरकूलिंग प्रक्रिया:
हवा इंटरकूलर मधून जाते, जिथे ती पाणी किंवा हवेचा वापर करून थंड केली जाते. थंडीमुळे हवेचे तापमान कमी होते, ज्यामुळे पुढील कॉम्प्रेशन साठी आवश्यक असलेले काम कमी होते.



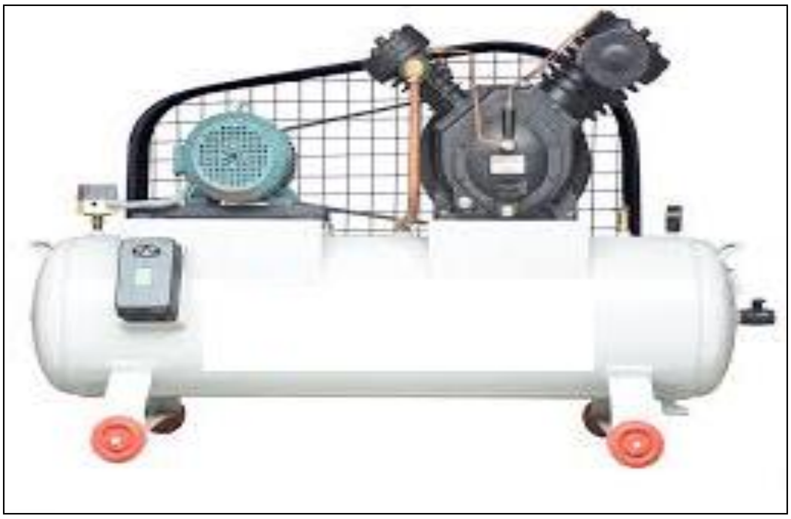


Figure: 2.2.2 मल्टीस्टेज रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर

दुसरा टप्पा (उच्च-दाब कॉम्प्रेशन):थंड हवा दुसऱ्या टप्प्यातील सिलेंडरमध्ये प्रवेश करते.
कॉम्प्रेशन स्ट्रोक: पिस्टन वरच्या दिशेने सरळ रेषेत जातो, हवेला आणखी उच्च दाबावर कॉम्प्रेस करतो. आउटलेट वाल्व उघडतो, संकुचित हवा आणखी एका टप्प्यात किंवा थेट स्टोरेज टँकमध्ये पाठवतो. इच्छित दाब मिळेपर्यंत प्रत्येक या टप्प्यात समान सक्शन, कॉम्प्रेशन आणि कूलिंग प्रक्रिया होते.
कूलिंग प्रक्रियेनंतर: अंतिम टप्प्यातील कॉम्प्रेशननंतर, अतिरिक्त उष्णता काढून टाकण्यासाठी हवा कूलरमध्ये दिली जाते. त्यानंतर कॉम्प्रेस्ड हवा औद्योगिक वापरासाठी रिसीव्हर टाकीमध्ये सोडली जाते.

फायदे (Advantages):
a. इंटरकूलर मुळे उच्च कार्यक्षमता.
b. प्रत्येक टप्पा(stage) मध्ये काम कमी होते, ज्यामुळे ऊर्जा वापर कमी होतो.
c. खूप उच्च दाब (1000 bar किंवा अधिक) मिळवता येतात.
d. जास्त गरम होणे टाळते आणि घटकचे आयुष्य वाढवते.

e. चांगली ओलावा काढणे, हवेची गुणवत्ता सुधारते.

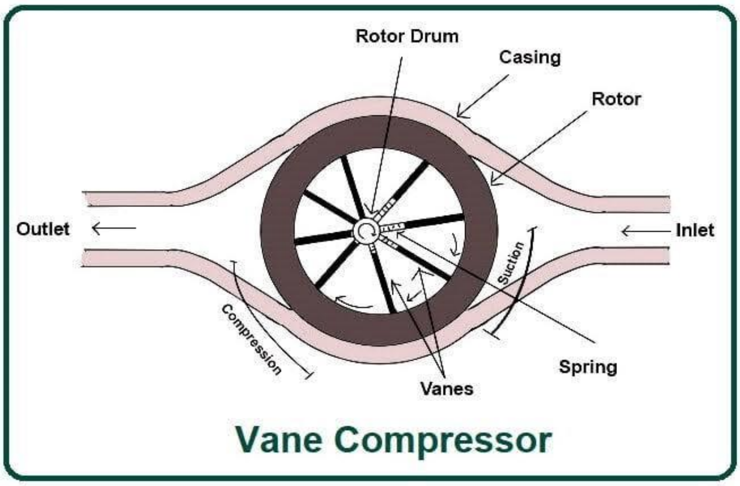
अनुप्रयोग (Applications):

a. पेट्रोकेमिकल आणि गॅस उद्योगांसाठी उच्च-दाब हवा संक्षेपण.
b बॉयलर फीड अनुप्रयोग + पॉवर प्लांट.
c औद्योगिक वायवीय साधने आणि यंत्रसामग्री.
d रेफ्रिजरेशन आणि एअर कंडिशनिंग सिस्टम.
e उच्च-दाब संकुचित हवेची आवश्यकता असलेले विमान आणि पाणबुडी अनुप्रयोग

2.2.3 व्हेन कॉम्प्रेसर:

व्हेन कॉम्प्रेसर हा एक प्रकारचा पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट कॉम्प्रेसर आहे जो हवा किंवा वायू कॉम्प्रेस करण्यासाठी फिरत्या व्हेन्सचा वापर करतो. हे अशा ॲप्लिकेशन्समध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते ज्यासाठी कमी स्पंदन सह सतत, शांत हवा प्रवाह आवश्यक असते.

रचना:



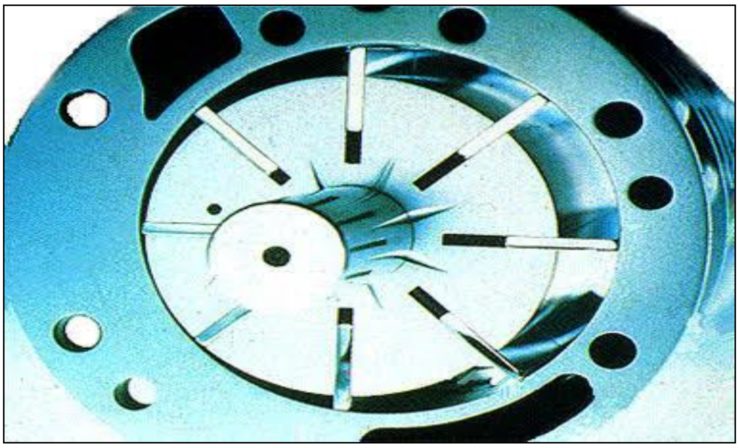


Figure. 2.2.3 व्हेन कॉम्प्रेसर

व्हेन कॉम्प्रेसरच्या मुख्य घटकांमध्ये खालील गोष्टींचा समावेश होतो: आवरण (केसिंग)एक स्थिर बाह्य आवरण आहे जे सर्व इंटर्नल घटकांना कव्हरकरते. रोटर हे फिरणारे ड्रम आहे जे आवरण (केसिंग) च्या आत ऑफसेट पणे ठेवलेले असते. व्हेन (ब्लेड्स) धातू किंवा कंपोसिट मटेरियलचे बनलेले स्लाइडिंग व्हेन आहेत, जे

रोटरमधील रेडियल स्लॉट मध्ये बसवलेले असतात. इनलेट पोर्ट (सक्शन साइड) उघडणे आहे ज्यातून हवा आत येते. आउटलेट पोर्ट (डिस्चार्ज साइड) उघडणे आहे जिथे संकुचित हवा (compressed air) बाहेर पडते. बेअरिंग्ज आणि शाफ्ट रोटरच्या फिरण्यास आधार देतात.

कार्यप्रणाली:

व्हेन कॉम्प्रेसर व्हॉल्यूम कमी करण्याच्या तत्त्वावर कार्य करतो कारण व्हेन्स आवरण मध्ये आत आणि बाहेर सरळ रेषेत फिरतात. रोटर ऑफसेट पणे ठेवलेला असतो, याचा अर्थ तो आवरण (casing) च्या अगदी मध्यभागी फिरत नाही. जसे रोटर फिरतो, केंद्रापसारक शक्ती व्हेन्सला बाहेरच्या बाजूला ढकलते, ज्यामुळे आवरण (casing) च्या आतील भिंतींशी संपर्क होतो. यामुळे व्हेन्समध्ये वेगवेगळ्या व्हॉल्यूमचे चेंबर्स तयार होतात. इनलेट पोर्ट वर, एक मोठा चेंबर्स तयार होतो, ज्यामुळे व्हॅक्यूम तयार होतो आणि हवा आत येऊ शकते. जसे रोटर फिरणे चालू ठेवतो, अडकलेली हवा लहान कप्पे मध्ये वाहून नेली जाते. या कप्पेचे घनफळ कमी होते, ज्यामुळे हवा कॉम्प्रेस होते. ऑफसेट रोटरची हालचाल व्हेन्सला आत आणि बाहेर सरळ रेषेत फिरण्यास भाग पाडते, आवरण (casing)शी संपर्क राखते. जेव्हा कॉम्प्रेस्ड एअर आउटलेट पोर्ट जवळच्या सर्वात लहान घनफळ पर्यंत पोहोचते, तेव्हा ते उच्च दाबाने बाहेर काढले जाते. हे चक्र सतत चालू राहते, संकुचित हवा (compressed air) चा स्थिर प्रवाह सुनिश्चित करते.

फायदे:

a. "पल्सेशन" सतत आणि शांत वायुप्रवाह.
b कमी हलणारे भाग असलेले कॉम्पॅक्ट डिझाइन
c. रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसरच्या तुलनेत कमी आवाज आणि कंपन पातळी.
d. सेल्फ-स्नेहन ऑपरेशन (तेल-वंगणयुक्त व्हेन कॉम्प्रेसरमध्ये).
e. मध्यम दाब ऍप्लिकेशन्ससाठी उच्च कार्यक्षमता.

उपयोग:

a. वायवीय साधने आणि ऑटोमेशन प्रणाली.
b. प्रिंटिंग आणि पॅकेजिंग उद्योग.
c. तापमान नियंत्रण आणि वातानुकूलन (HVAC) , रेफ्रिजरेशन प्रणाली.
d. व्हॅक्यूम पंप आणि गॅस हाताळणी प्रणाली.
e. उद्योगांसाठी स्प्रे पेंटिंग आणि हवा पुरवठा.

2.2.4 स्क्रू कॉम्प्रेसर:

स्क्रू कॉम्प्रेसर हा एक प्रकारचा पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट कॉम्प्रेसर आहे जो हवा किंवा वायू कॉम्प्रेस करण्यासाठी दोन मेशिंग हेलिकल रोटर्स चा वापर करतात, सलग ऑपरेशन मुळे आणि मोठ्या प्रमाणात हवा हाताळण्याच्या क्षमतेमुळे औद्योगिक ऍप्लिकेशन्समध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरले जाते.

रचना :

स्क्रू कॉम्प्रेसरमध्ये खालील घटक असतात:
केसिंग (कॉम्प्रेसर हाऊसिंग) मध्ये रोटर असेंब्ली असते आणि हवेच्या प्रवाहाला दिशा दिली जाते. दोन हेलिकल रोटर्स जे विरुद्ध दिशेने फिरतात. मेल रोटरमध्ये लोब असतात. फिमेल रोटरमध्ये ग्रूव्ह असतात. सक्शन पोर्टमुळे

सभोवतालची हवा कॉम्प्रेसरमध्ये प्रवेश करते. डिस्चार्ज पोर्ट उच्च दाबाने कॉम्प्रेस्ड हवा सोडतो. बेअरिंग्ज आणि शाफ्ट रोटर्सना आधार देतात आणि सुरळीत रोटेशन सुनिश्चित करतात.

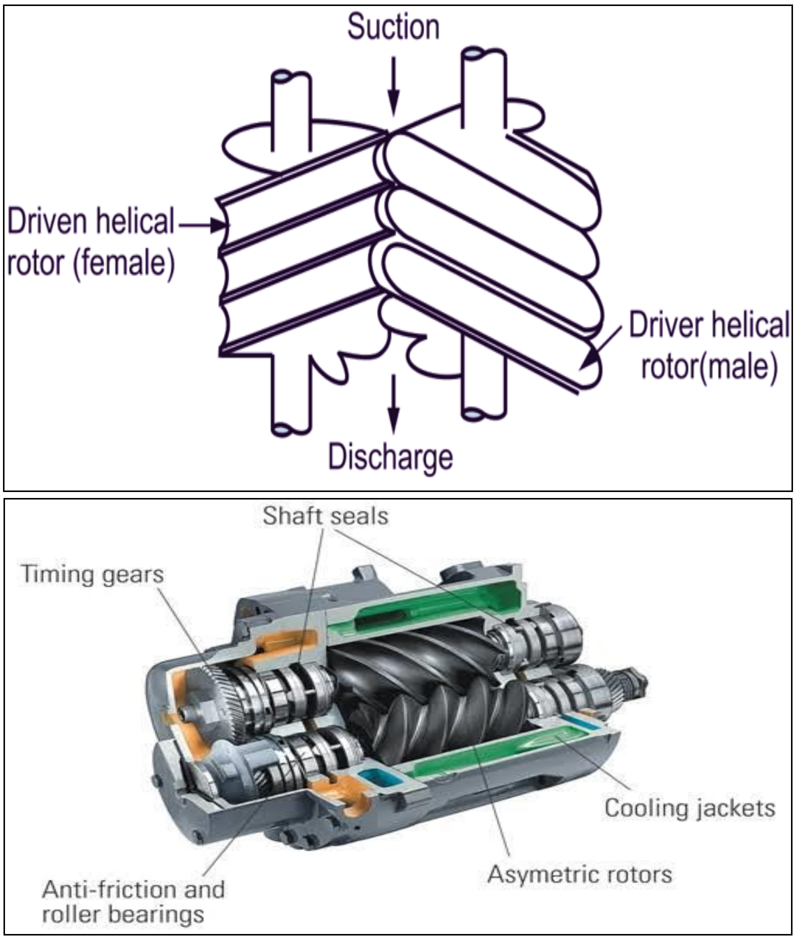


Figure. 2.2.4 स्क्रू कॉम्प्रेसर

कार्यप्रणाली :

स्क्रू कॉम्प्रेसर मेशिंग रोटरद्वारे हवेचे घनफळ कमी करण्याच्या तत्त्वावर कार्य करतो.

1. **सक्शन फेज (suction phase) :** रोटर विरुद्ध दिशेने फिरणे सुरू करतात. जसे रोटर रोटर विलग होतात हवा कॉम्प्रेसरमध्ये खेचली जाते.
2. **कॉम्प्रेशन फेज (compression phase):** जसे रोटर फिरणे चालू ठेवतात, अडकलेली हवा रोटरच्या लांबी फिरते. रोटर लोब मधील जागा कमी होते, ज्यामुळे हवा कॉम्प्रेस होते. स्क्रू कॉम्प्रेसरमध्ये, सीलिंग आणि थंड करणे सुधारण्यासाठी तेलाला हवेमध्ये मिसळले जाते.
3. **डिस्चार्ज फेज (Discharge phase):** कॉम्प्रेस्ड हवा रोटरच्या शेवटी पर्यंत पोहोचते. डिस्चार्ज पोर्ट उच्च-दाब हवा बाहेर पडते आणि स्टोरेज टँक किंवा हवा वितरण प्रणाली मध्ये पाठवली जाते. ऑइल - इंजेक्टड कॉम्प्रेसरमध्ये, तेल वापरण्यापूर्वी हवेतून वेगळे केले जाते.

फायदे:

a कमी जास्त न होता हवेचा सलग पुरवठा.

b रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर पेक्षा उच्च कार्यक्षमता.

c कमी कमी देखभाल खर्च.

d कॉम्पॅक्ट आणि हलके डिझाइन.
e हवेच्या प्रमाणासाठी सक्षम.

अनुप्रयोग:
अ. उत्पादन उद्योग (कापड, अन्न प्रक्रिया, इलेक्ट्रॉनिक्स).
ब. पॉवर प्लांट्स (इन्स्ट्रुमेंटेशन आणि न्यूमॅटिक नियंत्रण प्रणाली).
क. ऑटोमोटिव्ह आणि बांधकाम (रंग फवारणी, हवा साधने).
ड. वैद्यकीय आणि औषध उद्योग (तेल-मुक्त संकुचित हवा पुरवठा).

2.2.5 कॉम्प्रेसरसाठी निवड निकष (Selection criterion for compressor):

एअरफ्लो (CFM): एका **कॉम्प्रेसर**ला प्रति युनिट वेळेत किती हवा मिळू शकते, जी क्यूबिक फूट प्रति मिनिट (CFM) मध्ये मोजली जाते. समान साधने आणि उपकरणांना वेगवेगळ्या एअरफ्लो आवश्यकता असतात. कमी आकाराचा **कॉम्प्रेसर** पुरेसा एअरफ्लो देऊ शकत नाही, ज्यामुळे कामगिरीच्या समस्या उद्भवू शकतात.
दाब (PSI): कॉम्प्रेसर द्वारे दिलेला हवेचा दाब, पाउंड प्रति चौरस इंच (PSI) मध्ये मोजला जातो. साधने आणि उपकरणे एका विशिष्ट PSI घटकावर कार्य करण्यासाठी डिझाइन केलेली आहेत. खूप कमी दाब असल्यास ते योग्य प्रकारे कार्य करणार नाहीत किंवा अजिबात कार्य करणार नाहीत.
ड्युटी सायकल: कॉम्प्रेसर थंड राहून किती वेळ चालू शकतो याची टक्केवारी. जर तुमची ऍप्लिकेशन मध्ये सतत ऑपरेशनची आवश्यकता असेल, तर तुम्हाला 10% ड्युटी सायकल कॉम्प्रेसर आवश्यक आहे.
उर्जा स्त्रोत: इलेक्ट्रिक: लहान कॉम्प्रेसरसाठी सामान्य, 120V (सिंगल-फेज) किंवा 240V/480V (तीन-फेज) असू शकते.गॅसोलीन/डिझेल: मोठ्या, पोर्टेबल कॉम्प्रेसरसाठी, तत्परतेने जॉब साइट्स वापरल्या जातात.
टाकीचा आकार: कॉम्प्रेसरला जोडलेल्या एअर स्टोरेज टाकीचा आकार. एक टँक कंप्रेस्ड एअर चा बफर पुरवते, कॉर्पोरेट कॉम्प्रेसरला किती चालू आवश्यकता आहे ते कमी होते.
स्थिर:निश्चित स्थानांसाठी.
पोर्टेबल: चाक लावू शकतो किंवा हाताने उचलून ठेऊ शकतो.
तेलाने वंगण घातलेले:अधिक सामान्य, परंतु हवेमध्ये तेल टाकू शकते.
तेलमुक्त: ज्या ऍप्लिकेशन्समध्ये स्वच्छ, तेल-मुक्त हवा आवश्यक आहे.
आवाज पातळी: कॉम्प्रेसर खूप आवाज करू शकतात. जर कॉम्प्रेसर कार्यक्षेत्र मध्ये असेल तर आवाज पातळीचा विचार करा.
देखभाल: देखरेखीची आवश्यकता, भागांची उपलब्धता आणि किती सर्व्हिसिंग आवश्यक आहे याचा विचार करा.

2.3 हायड्रॉलिक्स/न्यूमॅटिक्समधील ॲक्सेसरीज

2.3.1 हायड्रॉलिक ऑइल फिल्टर (Hydraulic Oil Filter):

हायड्रोलिक ऑइल फिल्टर फिल्टर प्रणाली चा एक हायड्रोलिक घटक आहे, जो द्रवपदार्थ दूषित घटक आणि अशुद्धता समाविष्ट करण्यासाठी वापरला जातो. अत्यंत सुरळीत ऑपरेशन सुनिश्चित होते, घटकांचे नुकसान होते आणि सिस्टमचे निराकरण होते.

रचना:

एका सामान्य हायड्रॉलिक तेल फिल्टरमध्ये खालील घटक असतात:

• फिल्टर कंटेनर: एक धातू किंवा प्लास्टिक कंटेनर आहे जे फिल्टर घटक ला आबद्ध करते.

• फिल्टर घटक: गाळ (दूषित) जोडणारा हा मुख्य भाग आहे. हे खालीलपैकी कोणतेही साहित्य चे बनलेले असू शकते: कागद, सिंथेटिक फायबर, वायर मेश.
•इनलेट: हा पोर्ट ऑइल पोर्ट दूषित हायड्लिक तेल फिल्टरमध्ये प्रवेश करतो.
• आउटलेट पोर्ट: स्वच्छ हायड्रॉलिक तेल फिल्टरेशन नंतर बाहेर पडते.
• बायपास व्हॉल्व्ह: जर फिल्टर क्लोज्ड असेल तर तेल प्रवाह करण्यास परवानगी देतो, व्यवस्था सिस्टम अपयशीता वार.
• ड्रेन प्लग: साठलेला कचरा आणि पाणी काढण्यासाठी वापरला

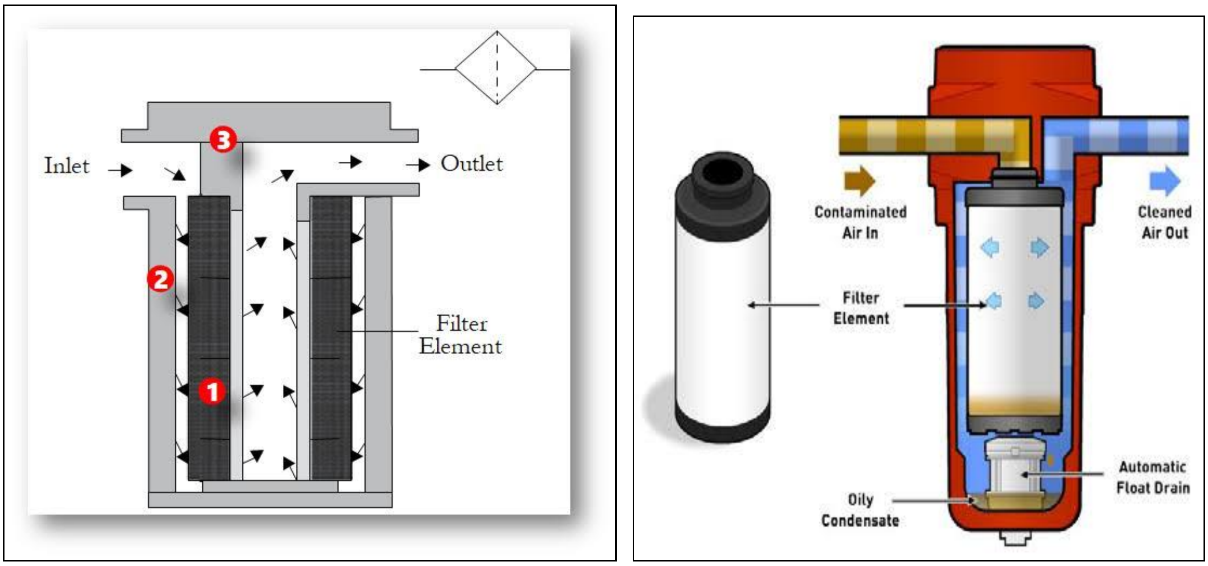


Figure: 2.3.1 हायड्रोलिक ऑइल फिल्टर

कार्यप्रणाली:

हायड्रोलिक ऑइल फिल्टर : हायड्रॉलिक द्रव संवेदनशील प्रणाली घटक पर्यंत पोहोचण्यापूर्वी त्यातून दूषित कण, घाण काढून टाकून कार्य करते.

1. **दूषित तेल फिल्टरमध्ये प्रवेश करते:** हायड्रॉलिक द्रव इनलेट पोर्ट फिल्टर हाऊसिंगमध्ये वाहतो. द्रवमध्ये धूळ, धातूचे कण, घाण आणि गाळ असतात, जे काढणे आवश्यक आहे.
2. **गाळण्याची प्रक्रिया:** द्रव फिल्टर घटकात जातो, दूषित पदार्थांना प्रतिबंधित करतो. लहान कण ब्लॉक केले जातात तर स्वच्छ तेल आतून वाहते.
3. **स्वच्छ तेल बाहेर पडते:** फिल्टर केलेले हायड्रॉलिक तेल आउटलेट पोर्ट मधून बाहेर पडते. हे सुनिश्चित करते की स्वच्छ, दूषित पदार्थांपासून मुक्त तेल हायड्रॉलिक घटक पर्यंत पोहोचते.

2.3.2 न्यूमॅटिक एअर फिल्टर:

न्यूमॅटिक एअर फिल्टर कॉम्प्रेस्ड एअर सिस्टीमचा एक महत्त्वाचा घटक आहे, जो न्यूमॅटिक उपकरण मध्ये प्रवेश करण्यापूर्वी हवेतील धूळ, घाण, तेल आणि ओलावा यासारख्या अशुद्धी काढून टाकण्यासाठी डिझाइन केलेले आहे. हे न्यूमॅटिक साधने आणि यंत्रेचे सहज संचालन आणि दीर्घायुष्य सुनिश्चित करते.

रचना:

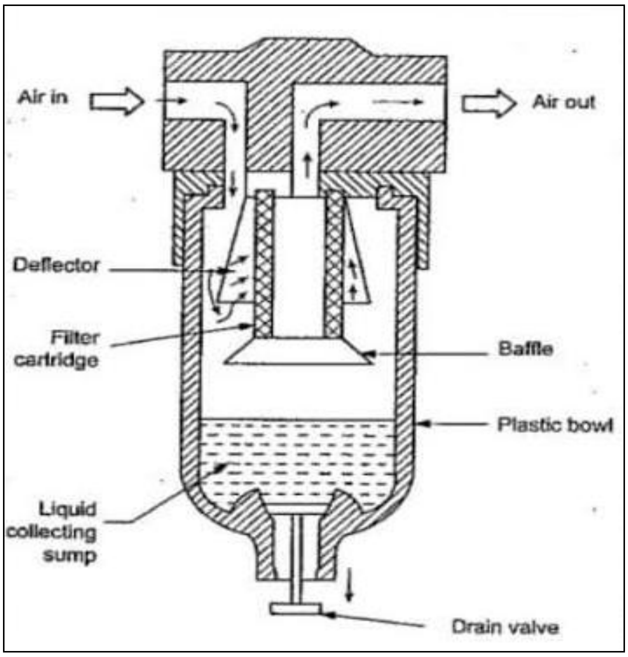
न्यूमॅटिक एअर फिल्टरमध्ये साधारणतः खालील घटक असतात:

- **फिल्टर हाऊसिंग:** एक मजबूत आवरण (धातू किंवा प्लास्टिक) आहे जे फिल्टर घटक आहेत.

- **इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट:** हवा आत येण्यासाठी आणि फिल्टर प्रवेश बाहेर पडण्यासाठी उघडणे.
- **फिल्टर घटक:** एक सच्छिद्र सामग्री आहे जे दूषित घटक अडकवते**.**
- **बॅफल प्लेट:** हलके दूषित घटक आणि ओलावा बाहेर काढण्यासाठी फिरणारी हालचाल निर्माण करते.
- **ड्रेन व्हॉल्व्ह:** फिल्टर बाऊल साचलेले पाणी आणि तेल काढून टाकते.
- **फिल्टर बाऊल:** तळाशी एक पारदर्शक किंवा धातूचा कप असतो जो हाताने गोळा केलेले पाणी आणि घाण गोळा करतो.

कार्यप्रणाली:

1. **हवा आत घेणे आणि सुरुवातीचे पृथक्करण:** संकुचित हवा इनलेट पोर्टमध्ये प्रवेश करते आणि बॅफल प्लेट किंवा डिफ्लेक्टरला जोडते. जास्तीत जास्त एक व्होर्टेक्स इफेक्ट तयार होतो, केंद्रापसारक बलामुळे कण आणि ओलावाचे थेंब फिल्टर बाउलकडे जातात.
2. **गाळण्याची प्रक्रिया:** एअर फिल्टर घटक शोधला जातो, जो बारीक धूळ, तेलाचे कण आणि घाण फिल्टर करतो. फिल्टर मटेरियल घन दूषित पदार्थांना पकडते आणि स्वच्छ हवा बाहेर पडू देते**.**
3. **ओलावा आणि घाण गोळा करणे:** फिल्टरच्या तळाशी काढून टाकलेले पाणी, तेल आणि घाण गोळा करणे. बिल्डअप मॅन ड्रेन व्हॉल्व्ह (मॅन्युअल किंवा ऑटोमॅटिक) हे दूषित घटक सोडतो.
4. **स्वच्छ हवा आउटपुट:** फिल्टर केलेली, कोरडी हवा आउटपुटमधून बाहेर पडते आणि वायवीय साधने किंवा प्रणालींना पुरवली जाते.



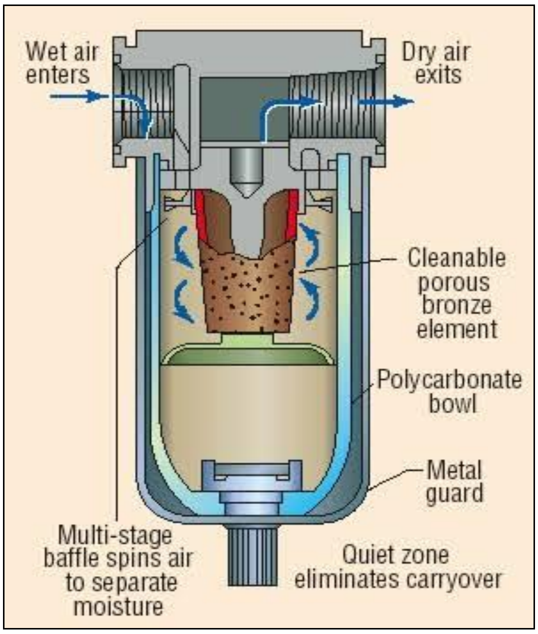


Figure. 2.11 न्यूमॅटिक एअर फिल्टर

2.3.3 ॲक्युमुलेटर:

ॲक्युमुलेटर हे हायड्रॉलिक एनर्जी स्टोरेज डिव्हाईस जे प्रेशराइज्ड फ्लुइड साठवितात आणि आवश्यकतेनुसार ते साठविते. ते हायड्रॉलिक सर्किट्समध्ये सिस्टम प्रेशरमध्ये खूप बदल कमी करण्यासाठी मदत करतात.

ॲक्युमुलेटरचे मुख्य प्रकार:

1. स्प्रिंग-टाइप ॲक्युमुलेटर
2. वेट-लोडेड ॲक्युमुलेटर
3. गॅस-चार्जड ॲक्युमुलेटर

1. स्प्रिंग टाइप ॲक्युमुलेटर:

स्प्रिंग-टाइप ॲक्युमुलेटर हे एक हायड्रॉलिक एनर्जी स्टोरेज डिव्हाईस आहे जे स्प्रिंग मेकॅनिझम वापरून प्रेशराइज्ड फ्लुइड साठविते. हे हायड्रोलिक सिस्टीममध्ये प्रेशरमध्ये खूप बदल नियंत्रण, दाब राखण्यासाठी आणि द्रव गळती भरून काढण्यासाठी मोठ्या प्रमाणात वापरला जातो.

रचना: स्प्रिंग-टाइप ॲक्युमुलेटरमध्ये खालील मुख्य घटक असतात:

• **दंडगोलाकार आवरण :** एक मजबूत धातूचे आवरण आहे जे इंटर्नल घटक धरून ठेवते आणि दाब सहन करते.

• **स्प्रिंग मेकॅनिझम**: "हेवी-ड्यूटी कॉम्प्रेशन स्प्रिंग" "फ्ल्यूड" फोर्स लागू करते".

• **पिस्टन:** स्प्रिंग ला दाब देऊन ऑइल आत घेते**.**

• **फ्लुइड चेंबर**: ॲक्युमुलेटरचा एक भागाला हायड्रॉलिक फ्लुइड जोडले जाते.

• **इनलेट/आउटलेट पोर्ट**: हायड्रॉलिक फ्लुइड ला ॲक्युमुलेटरमध्ये प्रवेश करण्यासाठी आणि बाहेर पडण्यासाठी जोडणी.

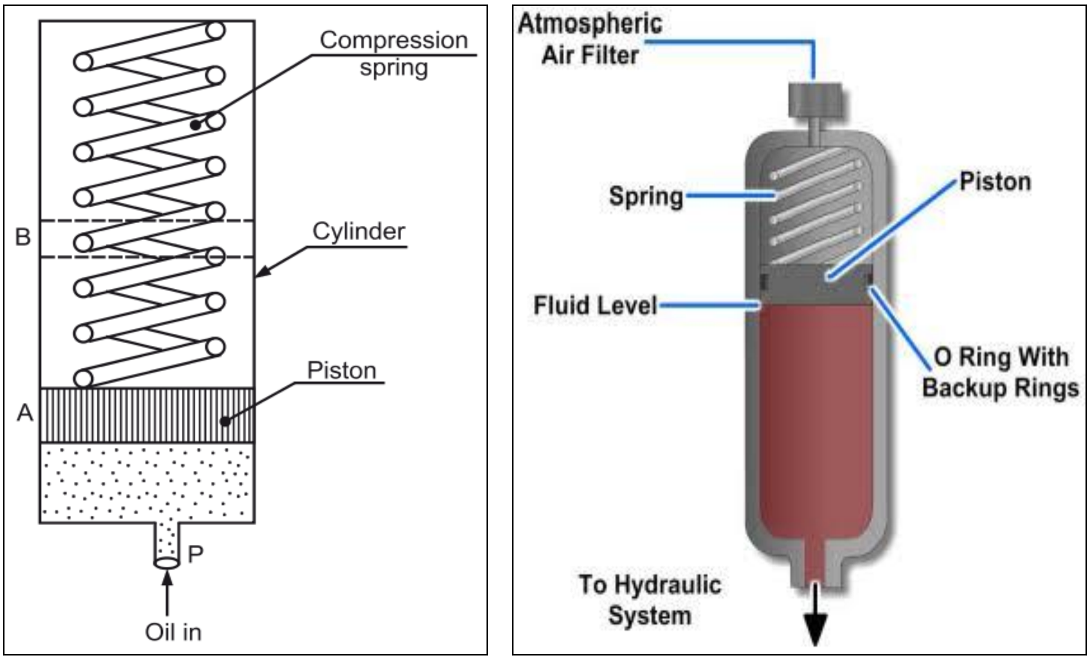


Figure. 2.2.3(1) स्प्रिंग-टाइप ॲक्युमुलेटर

कार्य :

चार्जिंग टप्पा (फ्लूइड स्टोरेज): इनलेट पोर्टमधून हायड्रॉलिक फ्लुइड फ्लुइड पिस्टनला ढकलतो, ज्यामुळे स्प्रिंग संकुचित होते. जसजसे स्प्रिंग संकुचित होते तसतसे ते स्थितीज ऊर्जा वाढते.

साठवण अवस्था (स्टोरेज फेज): स्प्रिंग एका विशिष्ट दाबापर्यंत दाबले गेल्यावर, द्रव आत प्रवेश करतो आणि दाबलेल्या द्रवाला धरून ठेवतो. स्प्रिंगमध्ये साठवलेली ऊर्जा द्रवावरील दाब राखते.

डिस्चार्जिंग टप्पा (फ्लूइड रिलीज): जेव्हा सिस्टमला हायड्रॉलिक फ्लुइडची आवश्यकता असते, तेव्हा कॉम्प्रेस्ड स्प्रिंग विस्तारते, पिस्टनला ढकलते. अतिरिक्त द्रव आउटलेट पोर्टमधून बाहेर पडतो, ज्यामुळे सिस्टमला ऊर्जा मिळते. स्प्रिंग त्याच्या मूळ स्थितीत परत येते, पुढील चक्रासाठी तयार होते.

2. वजनाने भरलेले ॲक्युमुलेटर (Weight loaded Accumulator)

वजनाने भरलेले ॲक्युमुलेटर हे एक हायड्रॉलिक ऊर्जा साठवण उपकरण आहे जे जड वजन वापरून दाबयुक्त द्रव साठवते. हे हायड्रॉलिक प्रेस, लिफ्ट आणि औद्योगिक अनुप्रयोगांमध्ये मोठ्या प्रमाणात वापरले जाते जिथे सतत दाब पुरवठा आवश्यक असतो**.**

रचना : वजनाने भरलेल्या ॲक्युमुलेटर मध्ये खालील मुख्य घटक असतात:दंडगोलाकार कक्ष हा एक उभा किंवा आडवा मजबूत धातूचा कंटेनर असतो ज्यामध्ये हायड्रॉलिक द्रवपदार्थ असतो. एक मोठा हलणारा पिस्टन, द्रवपदार्थ कक्ष वजनापासून वेगळे करतो. जड धातूच्या प्लेट्सचा एक ढीग किंवा पिस्टनच्या वर ठेवलेला घन वजन. हायड्रॉलिक द्रवपदार्थ कक्ष म्हणजे पिस्टनच्या खाली असलेली जागा जिथे दाबाखाली हायड्रॉलिक द्रवपदार्थ साठवला जातो. इनलेट पोर्ट हायड्रॉलिक पंपमधून द्रवपदार्थ संचयकात प्रवेश करू देतो. आउटलेट पोर्ट आवश्यकतेनुसार दाबयुक्त द्रवपदार्थ प्रणालीमध्ये सोडतो.

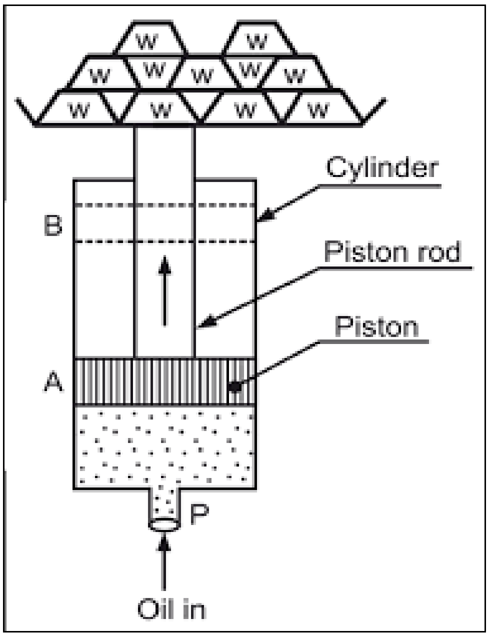


Fig. 2.2.3(2) वजनाने भरलेले ॲक्युमुलेटर

3. गॅस-चार्ज केलेला ॲक्युमुलेटर (गॅस-चार्जड ॲक्युमुलेटर):

गॅस-चार्ज केलेले ॲक्युमुलेटर खालील मुख्य घटक असतात:

प्रेशर वेसल: एक मजबूत, उच्च-दाब मेटल कंटेनर आहे जो वायू आणि हायड्रॉलिक द्रवपदार्थ धरून ठेवतो.

गॅस चेंबर: नायट्रोजन वायूने भरलेला एक विभाग जो द्रव आत प्रवेश केल्यावर कॉम्प्रेस होतो.

हायड्रॉलिक फ्लुइड चेंबर: हायड्रॉलिक द्रव दाबला जातो.

इनलेट/आउटलेट पोर्ट: हायड्रॉलिक फ्लुइड ला ॲक्युमुलेटरमध्ये प्रवेश करण्यासाठी आणि बाहेर पडण्यासाठी परवानगी देतो.

गॅस वाल्व:नायट्रोजन वायूचा दाब भरण्यासाठी किंवा समायोजित करण्यासाठी वापरला जाणारा व्हॉल्व्ह.

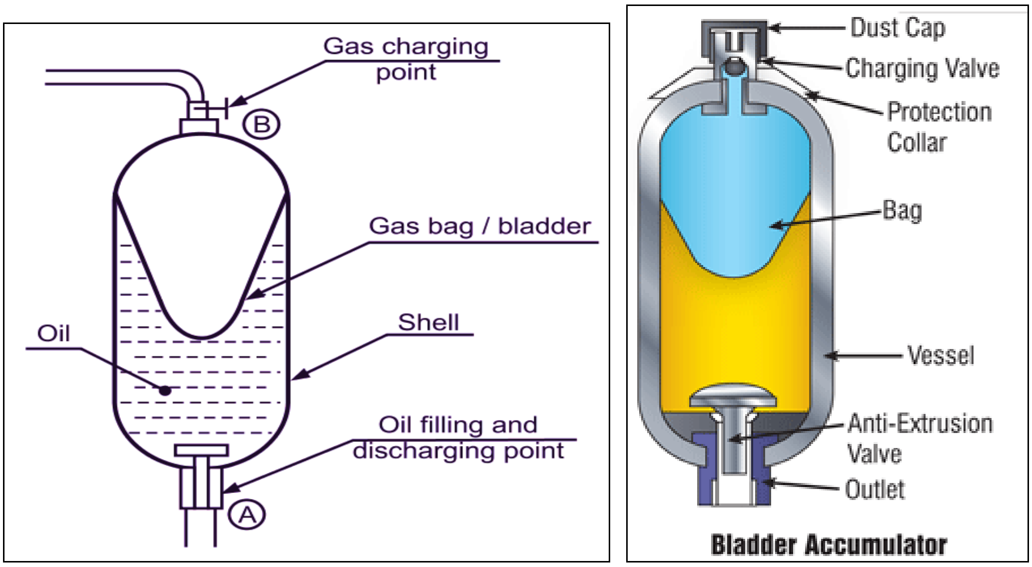


Figure. 2.2.3(3) गॅस-चार्ज केलेले ॲक्युमुलेटर

2.3.4 प्रेशर इंटेन्सिफायर (दाब वाढवणारा):

रचना:

या मध्ये एक मजबूत मेटल बॉडी असते जी सर्व इंटर्नल घटक धरून ठेवते आणि उच्च दाब करते.

• **मोठ्या-व्यासाचा पिस्टन (कमी-दाब बाजू)**: हायड्रॉलिक पंप ला जोडलेला असतो आणि कमी दाबावर इनपुट द्रवपदार्थ प्राप्त करतो.

• **लहान-व्यासाचा पिस्टन (उच्च-दाब बाजू)**: पिस्टनचे बल आकार फिरतो आणि दाब मोठा आकारवतो.

• **हायड्रॉलिक फ्लुइड चेंबर्स**: कमी-दाब आणि उच्च-दाब फ्लुइड साठी चेंबर्स.

• **इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट:** लो-प्रेशर इनलेट: पंपला जोडलेला असतो आणि कमी दाबावर द्रव पुरवतो. उच्च-दाब आउटलेट: खूप जास्त दाब तीव्रतेने हायड्रॉलिक द्रव वितरण करतो.

• **चेक वॉल्व:** द्रवचा एक-मार्गी प्रवाह सुनिश्चित करतात आणि बॅकफ्लो चालतात.

• **सील आणि गाईड**: गळती सुरू करतात आणि पिस्टनची सुरळीत हालचाल करतात.

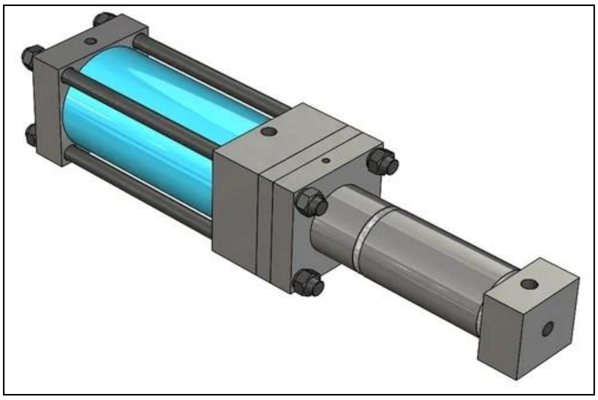


Figure. 2.3.4 प्रेशर इंटेन्सिफायर

कार्यरत (कार्यप्रणाली):

कमी-दाब द्रव प्रवेश (पहिला टप्पा): कमी-दाब पंप हायड्रॉलिक द्रव मोठ्या पिस्टन चेंबरमध्ये प्रवेश करते. मोठा पिस्टन खाली रेषेत फिरतो, लहान पिस्टनला फोर्स ट्रान्सफर करतो.

दाब वाढवणे (दुसरा टप्पा): लहान पिस्टनचे क्षेत्रफळ लहान, मोठे पिस्टन लावलेले बल जास्त दाब निर्माण करतो (पास्कलच्या नियमानुसार). कमाल उच्च-दाब द्रव दबाव.
उच्च-दाब द्रव आउटपुट (अंतिम टप्पा): वाढीव हायड्रॉलिक द्रव उच्च-दाब आउटलेट बाहेर पडो. जोपर्यंत कमी-दाब द्रव पुरवले जाते ते चक्र पुन्हा सुरू होते.

2.3.5 फिल्टर रेग्युलेटर लुब्रिकेटर युनिट (FRL):

फिल्टर रेग्युलेटर लुब्रिकेटर युनिट हे वायवीय (pneumatics) प्रणालींमध्ये वापरले जाणारे एक संयोजन युनिट आहे जे न्यूमॅटिक (pneumatics) उपकरणांना संकुचित हवा पुरवते.
यात साधारणतः तीन मुख्य घटक असतात:

A. फिल्टरेशन (फिल्टर युनिट):

- कॉम्प्रेस्ड हवा फिल्टरमध्ये प्रवेश करते.
- फिल्टर घटक धूळ, कचरा आणि ओलावा काढून टाकते.
- स्वच्छ हवा रेग्युलेटरकडे, तर अशुद्धता तळाशी जमा होते आणि ड्रेन व्हॉल्व्हद्वारे बाहेर काढले जातात**.**

B. प्रेशर रेग्युलेशन (रेग्युलेटर युनिट):

- रेग्युलेटर स्प्रिंग-लोडेड डायाफ्राम
- जर दाब खूप असेल, तर जास्त हवा बाहेर काढली जाते.
- स्थिर आणि नियंत्रित दाबाची हवा लुब्रिकेटर यंत्राकडे जाते.

C. स्नेहन (लुब्रिकेटर युनिट): तेल असलेली हवा न्यूमॅटिक साधने आणि सिलिंडर मधील फिरत्या भागांना लुब्रिकेट करते, त्यामुळे घर्षण आणि झिज कमी होते.

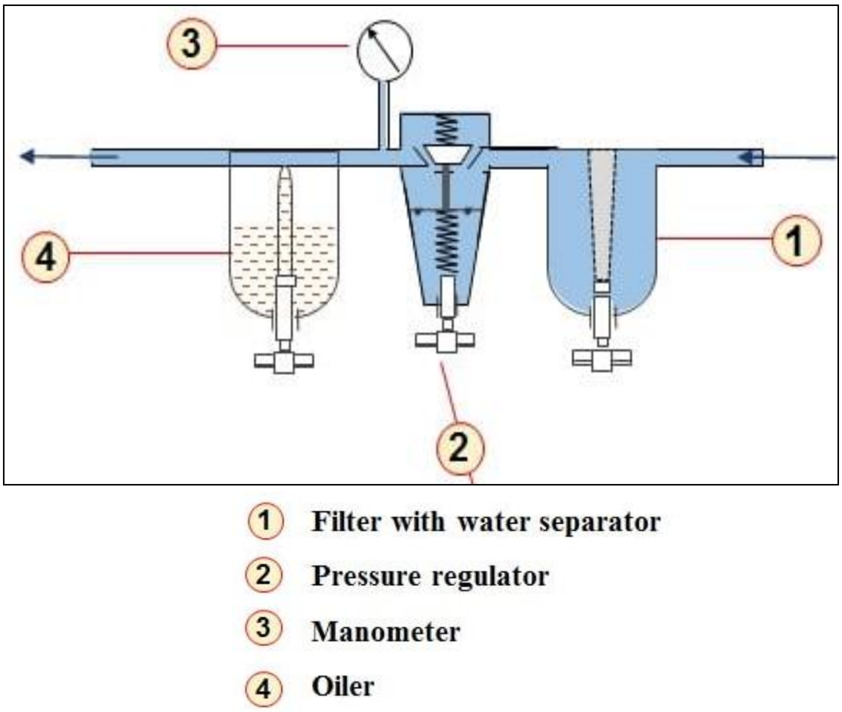


Figure. 2.3.5 FRL युनिट

2.3.6 मफलर (आवाज कमी करणारे उपकरण):

मफलरची कार्ये:

न्यूमॅटिक मफलर एअर सायलेन्सर म्हणून ओळखले जाते.

सिस्टीममध्ये खालील गोष्टी वापरल्या जातात:

1. **आवाज कमी करणे**: कॉम्प्रेस्ड एअरच्या रॅपिड एक्झॉस्ट होणारा उच्च आवाज कमी करते.
2. **एअरफ्लो नियंत्रित करणे** (एअरफ्लो नियंत्रित करणे): टर्ब्युलेन्स आणि बॅकप्रेशर वर चालते.
3. **दूषित घटक फिल्टर करणे** : बाहेर पडण्याऱ्या हवे मधील धूळ, तेल, धुके अडकवते, त्यामुळे हवा स्वच्छ राहते.
4. **ऊर्जा कार्यक्षमतेत वाढ**: ऊर्जा नुकसान कमी करण्यासाठी आणि सिस्टमचे कार्यप्रदर्शन सुधारण्यासाठी एअर डिस्चार्ज करते.
5. **कार्यस्थळाचे संरक्षण** : सुरक्षित शांत कार्यस्थळ ठेवण्यास मदत करते**.**

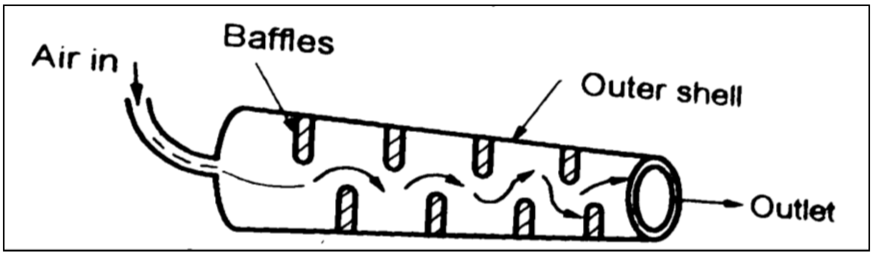


Figure. 2.3.6 मफलर

2.3.7 प्रेशर गेज (दाबमापक):

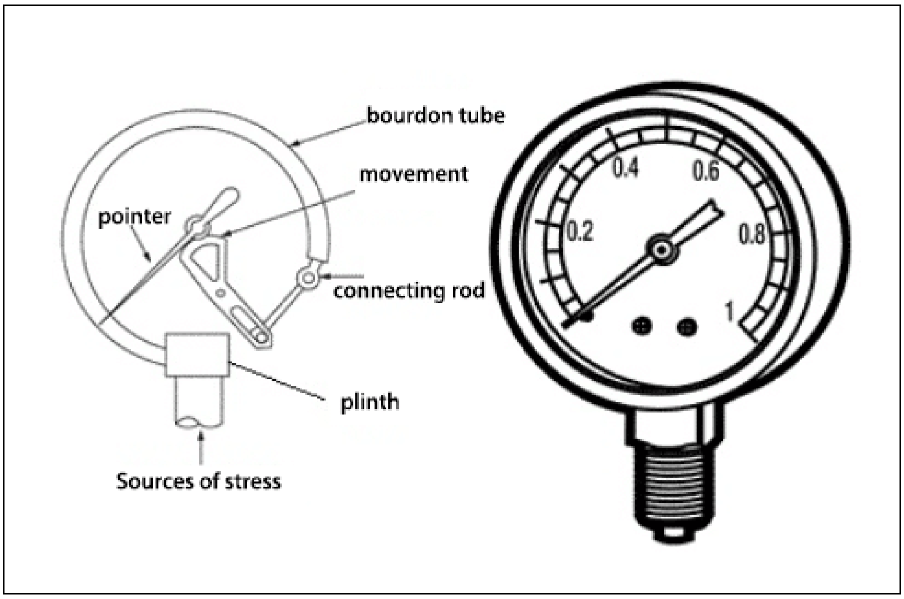


Figure. 2.3.7 प्रेशर गेज

द्रव किंवा वायू प्रवेश करून बोरडोन ट्यूब मध्ये नळीच्या आत दबाव (प्रेशर) आतून नळीला फुगवून सरळ होण्यासाठी शेवटच्या टोकाची हालचाल करते. ही हालचाल लागू दबाव स्थितीच्या असते. नळीचा मोकळा टोक शेवटची जोडणी यंत्रणा ला जोडलेला असतो जो सेक्टर आणि पिनियन गियरला हलवतो. पिनियन गियर कॅलिब्रेटेड डायल वर पॉइंटर फिरतो. पॉइंटर डायल वर प्रेशर रीडिंग दाखवण्यासाठी फिरतो. दाब कमी झाल्यास नळी तिच्या आकारात परत येऊन पॉइंटर मागे रेषेत फिरवते.

2.3.8 तेल जलाशय (ओइल जलाशय):

हायड्रॉलिक ऑइल टँक रचना :

हायड्रॉलिक ऑइल टँक साधारणतः स्टील, ॲल्युमिनियम किंवा प्लास्टिकचे बनलेले असते आणि त्यात अनेक मुख्य घटक असतात:

1. **जलाशयातील टाकी (मुख्य भाग):** टिकाऊपणासाठी वेल्डेड स्टील, ॲल्युमिनियम किंवा प्लास्टिकपासून तयार केलेले. **हायड्रॉलिक ऑइल** पुरेशी मात्रा ठेवण्यासाठी डिझाइन केलेले. आकार सिस्टमच्या आवश्यकतांवर अवलंबून असतो, सामान्यतः पंप फ्लो रेटच्या प्रति मिनिट दोन ते तीन पट.
2. **ब्रीदरसह फिलर कॅप:**
   फिलर कॅप: हायड्रॉलिक तेल ओतण्यासाठी एक ओपनिंग प्रदान करते.
   ब्रीदर: धूळ आणि दूषित पदार्थ फिल्टर करताना हवेची देवाणघेवाण करण्यास अनुमती देते.
3. **अडथळे आणि विभाजने (Baffles and Partition):**
   बॅफल्स: द्रव प्रवाहाचे मार्गदर्शन करणाऱ्या इनसेट मेटल प्लेट्स. ते हवेचे अभिसरण, उष्णता नष्ट होणे आणि दूषित पदार्थ काढून टाकण्यास मदत करतात.
4. **विभाजने (Partitions):** तेल सुरळीतपणे वाहत राहण्यासाठी अशांत प्रवाह (Turbulence) निर्माण करा.
5. **सक्शन लाइन आणि रिटर्न लाइन:**
   सक्शन लाइन: हायड्रॉलिक पंप तेल काढण्यासाठी जोडलेला असतो.
   रिटर्न लाइन: ही प्रणाली तेल परत जलाशयामध्ये पाठवते.
6. **ड्रेन प्लग**:देखभालीदरम्यान जुने किंवा दूषित तेल काढण्यासाठी टाकीच्या तळाशी स्थित.
7. **लेव्हल इंडिकेटर (साईट ग्लास):** तेलाच्या पातळीचे निरीक्षण करण्यासाठी एक पारदर्शक गेज किंवा डिपस्टिक. जास्त तेल भरल्याने किंवा सिस्टममध्ये पुरेसे तेल न भरल्याने सिस्टम खराब होईल.
8. **फिल्टर आणि गाळण्याची प्रक्रिया:**
   o सक्शन स्ट्रेनर: पंपमध्ये दूषित पदार्थ जाण्यापासून रोखते.
   o रिटर्न लाइन फिल्टर: जलाशयात पुन्हा प्रवेश करणारे तेल बारीक फिल्टर करते.

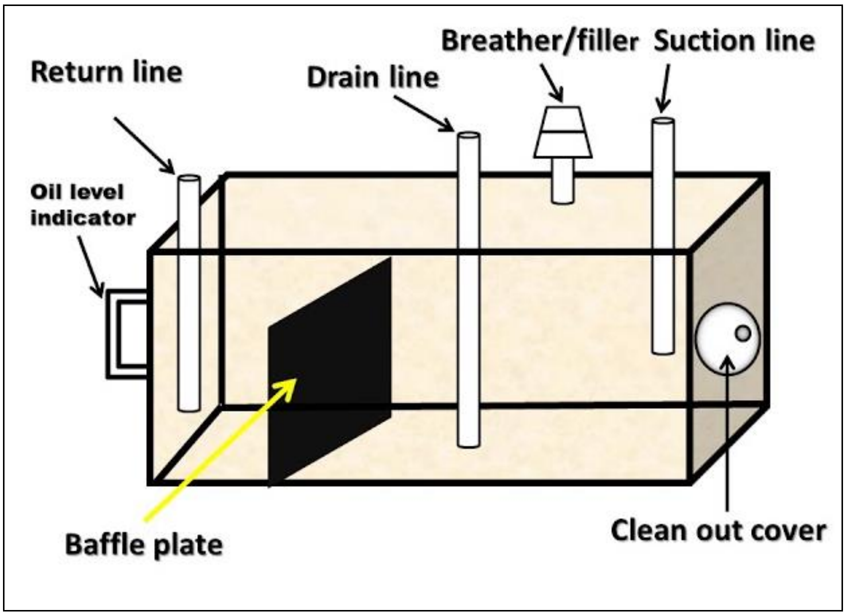


Figure. 2.3.8 ऑइल जलाशय

2.3.9 एअर रिसीव्हर (Air Receiver):

एका सामान्य एअर रिसीव्हरमध्ये खालील घटक असतात:

1. **टाकी (मुख्य भाग):** उच्च दाब सहन करण्यासाठी कार्बन स्टील किंवा स्टेनलेस स्टीलचे बनलेले. क्षैतिज किंवा उभे डिझाइन असू शकते.
2. **इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट्स:** इनलेट पोर्ट्स हवा घेण्यासाठी एअर कॉम्प्रेसरला जोडलेले आउटलेट पोर्ट्स न्यूमॅटिक सिस्टमला कॉम्प्रेस्ड हवा पुरवते.
3. **दाब मोजण्याचे यंत्र:** जास्त दाब वाढणे टाळण्यासाठी टाकीच्या आत हवेचा दाब निरीक्षण करते.
4. **Safety Valve:** जेव्हा दाब मर्यादेपेक्षा जास्त होतो तेव्हा जास्त हवा बाहेर टाकून जास्त दाब वाढणे टाळते.
5. **ड्रेन व्हॉल्व्ह (ओलावा विभाजक):** हवेतून घनरूप पाणी आणि तेलाचे कण सहजपणे काढून टाकते आणि हवेची गुणवत्ता सुधारते.
6. **एअर फिल्टर:** स्वच्छ हवेचा पुरवठा राखण्यासाठी धूळ, घाण आणि तेल कण काढून टाकते.
7. **प्रेशर स्विच:** आवश्यक हवेच्या दाबावर आधारित कॉम्प्रेसरला आपोआप चालू किंवा बंद करते.

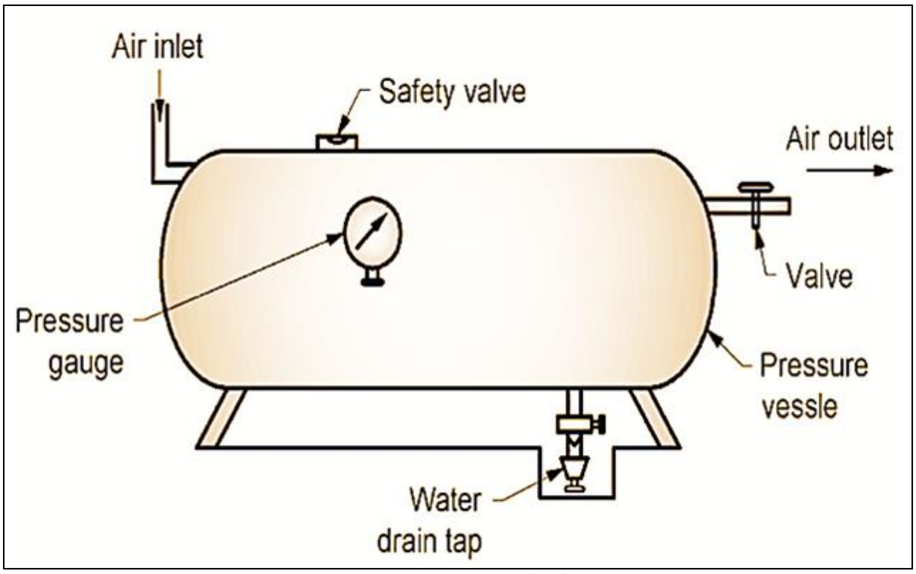


Figure. 2.3.9 एअर रिसीव्हर

Exercise:

TLO 2.1 Classify hydraulic pump/ Air compressor

1. Define a hydraulic pump. List the different types of hydraulic pumps. (R)
2. State is the function of a hydraulic pump in a hydraulic system? (U)
3. Write selection criterion for choosing a hydraulic pump? (U)
4. List two advantages of an axial piston pump. (U)
5. Explain the working principle of a gear pump with a neat diagram. (U)
6. Compare vane pump and lobe pump based on construction and working. (U)
7. Discuss the factors affecting the selection of a hydraulic pump. (A)
8. Illustrate the working of an axial piston pump with a labeled diagram. (U)

TLO 2.2 Select the Pump /Compressor relevant for given application.

9. State the function of air compressor (R)
10. Classify compressors based on their working principle. (R)
11. State is the purpose of multistaging in a reciprocating compressor (U)
12. List any two selection criteria for choosing a compressor. (U)
13. Explain the working of a single-stage reciprocating compressor with a neat sketch. (U)
14. Describe the construction and working of a screw compressor. (U)
15. Justify the need for a multistage compressor and explain its advantages. (A)
16. Discuss the selection criteria for an industrial air compressor with relevant examples. (A)

TLO 2.3 State function of Hydraulics/Pneumatics accessories.

17. State the function of an oil filter in a hydraulic system. (R)
18. Define an accumulator and list its types. (R)
19. State the purpose of a pressure intensifier. (U)
20. Mention two functions of a muffler in a pneumatic system. (U)
21. Write function of receiver in a pneumatic system (U)
22. Explain the construction and working of a spring-loaded accumulator with a neat sketch. (U)
23. Describe the function of an FRL unit in a pneumatic system. (U)
24. Explain the working principle of a pressure intensifier with a labeled diagram. (U)
25. Select the accessory for i. to remove impurities from oil, ii. Store excess oil energy iii. To boost pressure in system iv. To reduce noise of exhaust . (A)

युनिट 3. हायड्रोलिक्स / न्यूमॅटिक्स नियंत्रित व्हॉल्व्ह आणि अॅक्ट्युएटर

(Control valves and Actuators in Hydraulics/ Pneumatics)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome):- दिलेल्या द्रव चालित प्रणालीसाठी वाल्व्ह आणि अॅक्च्युएटर्स निवडा. (Select valves and actuators for given fluid operated system).

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes)

TLO 3.1: कंट्रोल वाल्व्हचे वर्गीकरण करा. (Classify control valves)

TLO 3.2: हायड्रॉलिक्स/न्युमॅटिक्समधील कंट्रोल वाल्व्हची रचना आणि कार्य वर्णन करा. (Describe construction and working of Control valves in Hydraulics/ Pneumatics).

TLO 3.3: हायड्रॉलिक्स/न्युमॅटिक्समधील अॅक्च्युएटर्सची रचना आणि कार्य स्पष्ट करा. (Explain construction and working of actuators in Hydraulics/Pneumatics)

3.1 कंट्रोल व्हॉल्व्हचे वर्गीकरण

1) कार्यानुसार:-

a) प्रेशर कंट्रोल व्हॉल्व्ह:-i) प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह. ii) प्रेशर रिड्यूसिंग करणारा व्हॉल्व्ह. iii) अनलोडिंग व्हॉल्व्ह.

b) फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह:- i) फिक्स डिस्प्लेसमेंट FCV ii) व्हेरिएबल डिस्प्लेसमेंट FCV iii) प्रेशर कॉम्पेन्सेटेड FCV

c) डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्ह:-i) 2/2 DCV ii) 3/2 DCV iii) 4/2 DCV iv) 4/3 DCV v) 5/2 DCV

2) क्रिया पद्धतीनुसार(Method of Actuation) :-

a) मॅन्युअल ऑपरेटेड :-i) पुश बटण ऑपरेटेड केले जा. ii) हाताने चालवलेले लीव्हर. iii) पेडलने चालवले.

b) बाहेरील सिग्नल द्वारे (पायलट) ऑपरेटेड:-i) सिंगल पायलट ऑपरेटेड. ii) डबल पायलट ऑपरेटेड

3) रचनेनुसार (According to Construction):-

a) पपेटचा प्रकार:- i) बॉल प्रकार ii) कोनिकल पपेट प्रकार.

b) स्पूलचा प्रकार:-i) स्लाइडिंग स्पूल प्रकार ii) रोटरी स्पूल प्रकार.

3.1.1 हायड्रोलिक सिस्टीम कंट्रोल व्हॉल्व्ह -

i) प्रेशर कंट्रोल व्हॉल्व्ह:- i)प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह ii)प्रेशर रिड्यूसिंग व्हॉल्व्ह iii) सिक्वेन्स वाल्व

ii) फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह :- i) फिक्स डिस्प्लेसमेंट आणि व्हेरिएबल डिस्प्लेसमेंट प्रकार

iii) डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्ह :- i) 2/2 ii) 3/2 iii) 4/2 iv) 4/3 v) 5/2 DCV

a) प्रेशर कंट्रोल व्हॉल्व्ह:- i) प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह ii) प्रेशर रिड्यूसिंग व्हॉल्व्ह iii) क्रमाने ऑपेरेशन्स करण्यासाठी व्हॉल्व्ह (Sequence valve)

i) प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह:- दोन प्रकारचे प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह

a) डायरेक्ट ऑपरेटेड प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह

b) पायलट ऑपरेटेड प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह

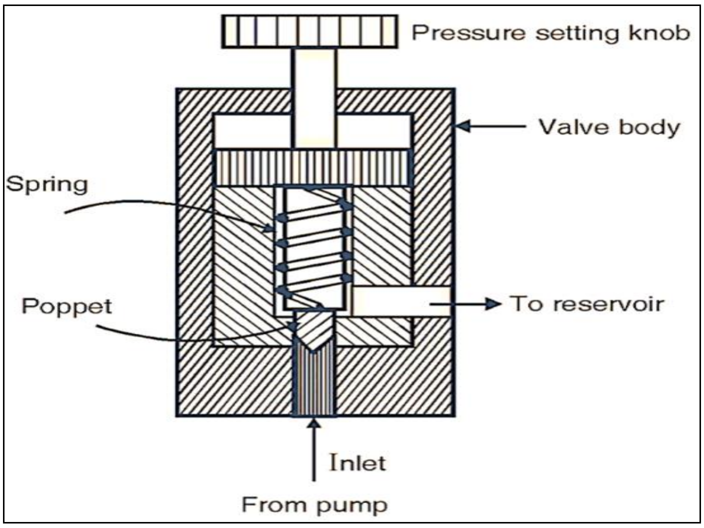
a) डायरेक्ट ऑपरेटेड प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह

• **घटक**: वाल्वमध्ये व्हॉल्व्ह बॉडी, प्रेशर सेटिंग नॉब, स्प्रिंग, पॉपेट आणि इनलेट आणि आउटलेट लाइन दोन्ही असतात.

• **सामान्य ऑपरेशन** (**बंद स्थिती**):

हा साधारणपणे बंद स्थिती असलेला व्हॉल्व्ह आहे. प्रेशर सेटिंग नॉब स्प्रिंगवर प्रीलोड समायोजित करते, जे सामान्य ऑपरेटिंग परिस्थितीत बंद ठेवण्यासाठी इनलेट पोर्टच्या विरूद्ध पपपेट घट्ट धरून ठेवते.

• **सक्रियकरण (व्हॉल्व्ह उघडणे स्थिती):** जेव्हा इनलेटवरील दाब पूर्वनिर्धारित मर्यादेपेक्षा जास्त असतो, तेव्हा जास्त दाबाचे बल स्प्रिंग फोर्सवर मात करते. परिणामी, पॉपेट त्याच्या सीटवरून वर उचलला जातो, इनलेट वाल्व उघडतो आणि आउटलेट मार्गाशी जोडतो. हा वाल्व प्रमाणापेक्षा जास्त ऑईलचा दाब (प्रेशर) कमी करण्यास मदत करतो.



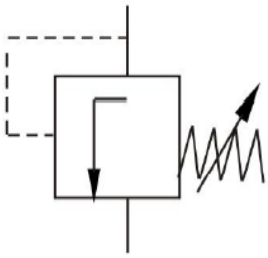


Figure 3.1.1(a) डायरेक्ट ऑपरेटेड प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह

b) पायलट ऑपरेटेड प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह:-

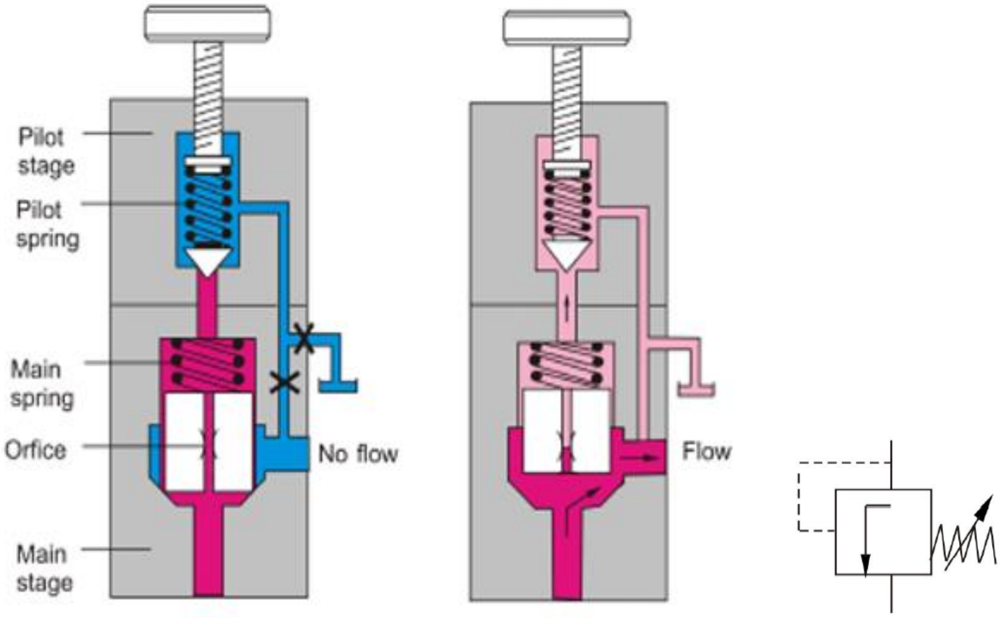


Figure 3.1.1(b) पायलट कंट्रोल प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह

पायलट कंट्रोल प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह

रचना

वरचा भाग (पायलट कंट्रोल): या भागात एक पायलट स्प्रिंग आणि एक प्रेशर सेटिंग नॉब आहे. प्रेशर सेटिंग नॉब सिस्टम वर्तन नियंत्रित करण्यासाठी पायलट प्रेशरचे समायोजन करण्यास अनुमती देते.

खालचा भाग (मेन कंट्रोल): या विभागात मुख्य स्प्रिंग आहे, जो मुख्य स्पूलवर बल लागू करतो. यात द्रव प्रवेशासाठी इनलेट पोर्ट आणि द्रव बाहेर पडण्यासाठी आउटलेट पोर्ट देखील आहे. मुख्य स्प्रिंग आणि स्पूल एकत्रितपणे प्रवाहाचे नियमन करतात आणि इच्छित सिस्टम दाब राखतात.

कार्यरत सामान्य स्थिती: झडप सामान्यतः बंद स्थितीत असतो. जेव्हा सिस्टम प्रेशर स्थिर राहतो. मुख्य स्पूलच्या तळाशी आणि शंकूच्या तळाशी दाब संतुलित असतो. या दाब समतोलामुळे, छिद्रातून कोणताही प्रवाह होत नाही. परिणामी, इनलेटपासून व्हॉल्व्हच्या आउटलेटपर्यंत द्रव प्रवाह होत नाही.

क्रियाशील स्थिती: जेव्हा सिस्टम ब्लॉकेज किंवा प्रेशर जास्त येते तेव्हा तेलाचा दाब वाढू लागतो: स्पूलच्या हलक्या स्वरूपामुळे आणि त्याला जोडलेल्या तुलनेने कमकुवत स्प्रिंगमुळे, स्पूल उजवीकडे सरकतो. ही हालचाल छिद्रातून एक लहान ड्रेन फ्लो सुरू करते.जसे मुख्य स्पूलच्या तळाशी दाब वाढत राहतो: वाढता दाब मुख्य स्प्रिंगला दाबतो. यामुळे मुख्य स्पूल वरच्या दिशेने वर येतो, इनलेट पोर्ट आणि आउटलेट पोर्टमध्ये कनेक्शन स्थापित होते, ज्यामुळे द्रव प्रवाहामुळे सिस्टम प्रेशर कमी होतो.

ii) दाब कमी करणारा व्हॉल्व्ह (Pressure Reducing valve)

हा व्हॉल्व्ह डाउनस्ट्रीम प्रेशरवर आधारित चालतो आणि दाब सेट व्हॅल्यूच्या जवळ येताच बंद होतो:

सामान्य ऑपरेशन: जेव्हा डाउनस्ट्रीम प्रेशर सेट व्हॅल्यूच्या खाली असतो, तेव्हा द्रव इनलेटमधून आउटलेटमध्ये मुक्तपणे वाहतो. आउटलेटमधून एक अंतर्गत रस्ता स्पूलच्या विरुद्ध बाजूला आउटलेट प्रेशर प्रसारित करतो, ज्यामुळे स्प्रिंग फोर्सचा प्रतिकार होतो.

वाढलेला डाउनस्ट्रीम प्रेशर: जसा डाउनस्ट्रीम प्रेशर स्प्रिंग सेटिंगच्या पलीकडे वाढतो, तसतसा स्पूल वरच्या दिशेने सरकतो, ज्यामुळे आउटलेट पोर्ट अंशतः ब्लॉक होतो.स्पूलच्या हालचालीची व्याप्ती स्प्रिंग फोर्स आणि नियंत्रित डाउनस्ट्रीम प्रेशरमधील संतुलनावर अवलंबून असते.
स्प्रिंग आणि फ्लो कंट्रोल: जर स्प्रिंग फोर्स जास्त असेल तर व्हॉल्व्ह अधिक उघडा राहतो. याउलट, जास्त डाउनस्ट्रीम प्रेशर स्पूलला स्प्रिंगकडे ढकलतो, ज्यामुळे प्रवाह थ्रॉटल होतो.

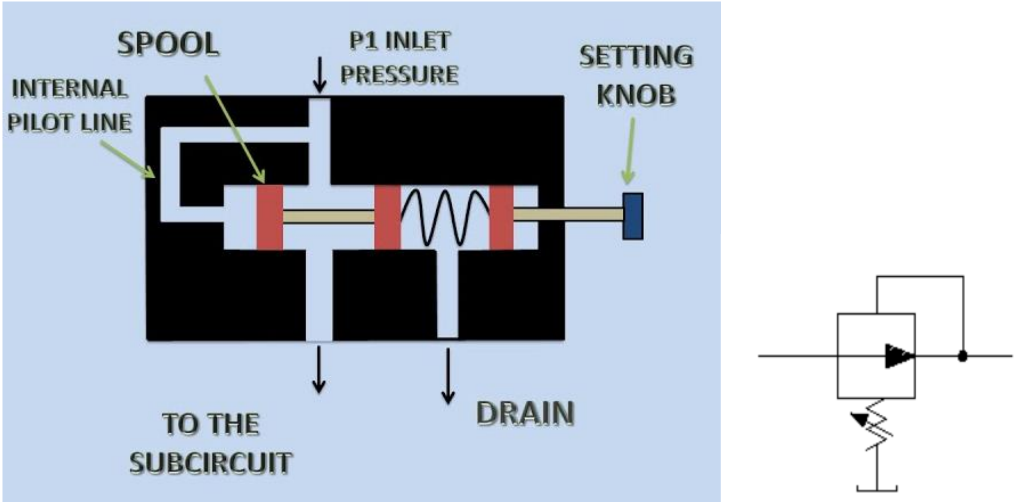


Figure 3.1.1(ii) दाब कमी करणारा व्हॉल्व्ह

व्हॉल्व्हची वैशिष्ट्ये:
दाब कमी करणारा व्हॉल्व्ह सामान्यतः उघडा स्थितीत असतो आणि डाउनस्ट्रीम प्रेशरवर लक्ष ठेवतो. त्यात व्हॉल्व्ह ड्रेन पोर्टला टाकीशी जोडणाऱ्या लाइनद्वारे दर्शविलेला बाह्य ड्रेन समाविष्ट आहे. ड्रेन लाइन स्प्रिंग कॅव्हिटी बॅकप्रेशरपासून मुक्त राहते याची खात्री करते.

iii) सिक्वेन्स व्हॉल्व्ह :-

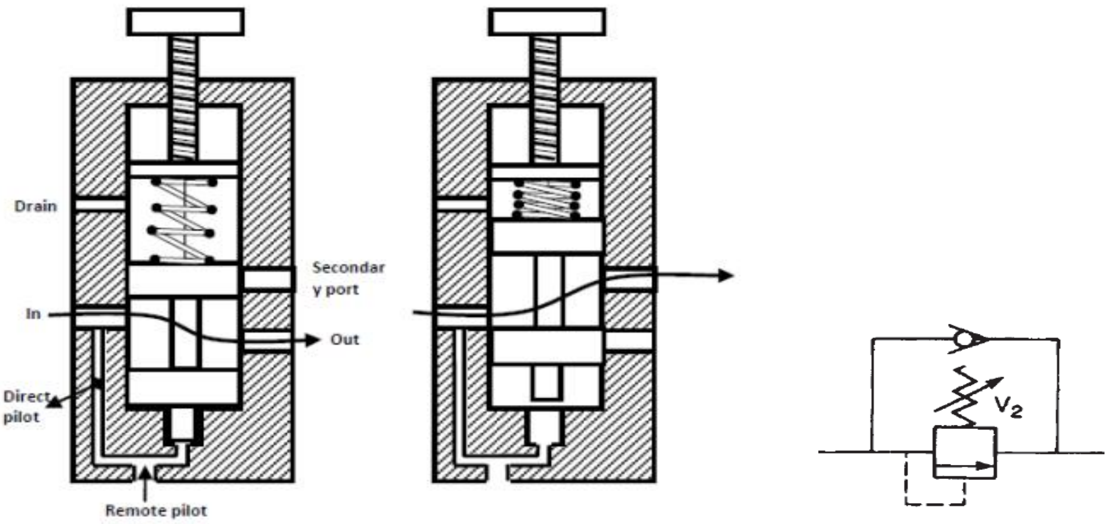


Figure 3.1.1(iii) सिक्वेन्स व्हॉल्व्ह

सिलेंडरसारख्या अनेक अक्च्युएटर असलेल्या सिस्टीममध्ये, त्यांना एका विशिष्ट क्रमाने चालवणे आवश्यक असते. हे लिमिट स्विच (limit Swiches), टायमर किंवा इतर विद्युत नियंत्रण उपकरणांचा वापर करून साध्य करता येते. तथापि, सिक्वेन्स व्हॉल्व्ह ऑपरेशन्सच्या क्रमाचे नियमन करण्यासाठी एक विश्वासार्ह हायड्रॉलिक पद्धत प्रदान करतात.

प्रमुख वैशिष्ट्ये:

सामान्यतः बंद केलेले कॉन्फिगरेशन: सिक्वेन्स व्हॉल्व्ह सामान्यतः बंद असतात, द्वि-मार्गी व्हॉल्व्ह.

बाह्य ड्रेन (निचरा): डायरेक्ट ॲक्टिंग रिलीफ व्हॉल्व्हच्या विपरीत, त्यांचे स्प्रिंग चेंबर्स आउटलेट पोर्टमध्ये अंतर्गत न जाता टाकीमध्ये बाहेरून ड्रेन (निचरा) केले जातात.

ऑपरेशन तत्व:

1. प्राथमिक कार्य: सुरुवातीला, द्रव प्राथमिक सर्किटमध्ये मुक्तपणे वाहतो, त्याचे पहिले कार्य निर्बंधाशिवाय करतो.
2. दाब संवेदन: प्राथमिक कार्य पूर्ण झाल्यानंतर, प्राथमिक सर्किटमध्ये दाब वाढतो आणि दाब-संवेदन मार्ग (A) द्वारे जाणवतो.
3. स्पूल ॲक्चुएशन: वाढलेला दाब स्प्रिंगला संकुचित करून स्पूलला हलविण्यास भाग पाडतो.
4. दुय्यम कार्य: शिफ्ट केलेले स्पूल द्रवपदार्थ दुय्यम सर्किटमध्ये वाहू देते, पुढील कार्य सक्रिय करते.

अनुप्रयोग: जटिल सर्किटमधील ऑपरेशन्स एका क्रमाने होतात याची खात्री करण्यासाठी सिक्वेन्स व्हॉल्व्ह वापरले जातात, जटिल विद्युत प्रणालींची आवश्यकता नसताना कार्यक्षमता आणि नियंत्रण सुधारते.

3.2 फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह: - स्थिर आणि परिवर्तनीय प्रकार(Fixed and Variable type)

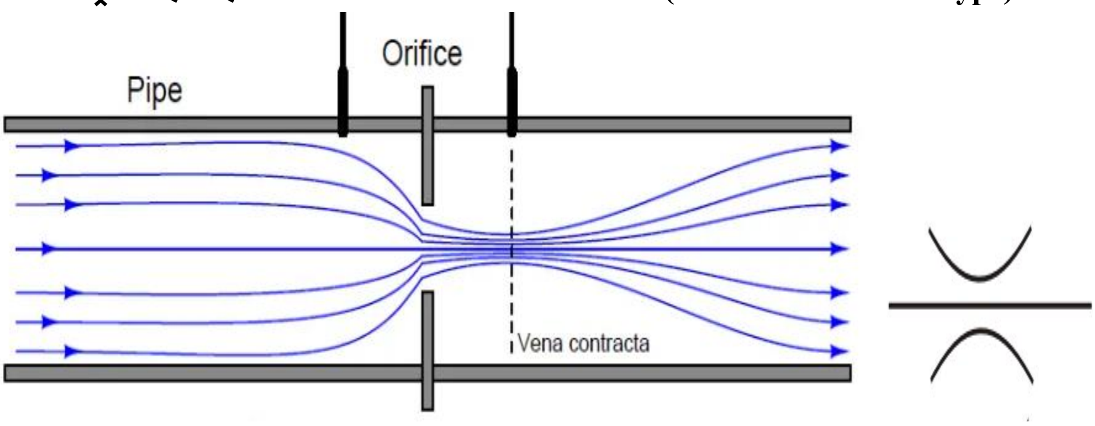


Figure 3.2(a) स्थिर फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह

(a) स्थिर फ्लो (Fixed Flow) कंट्रोल व्हॉल्व्ह: हा घटक एक साधा अडथळा आहे ज्यामध्ये एक लहान छिद्र असते. सिस्टममध्ये स्थापित केल्यावर, कार्यरत द्रव या लहान छिद्रातून जाणे आवश्यक आहे, ज्यामुळे प्रवाह दर कमी होतो. नीडल व्हॉल्व्हप्रमाणे, त्यात प्रवाह दर ठरवण्यासाठी किंवा प्रवाह क्षेत्र बदलण्यासाठी कोणतीही यंत्रणा नाही.

(b) परिवर्तनीय प्रकार (Variable Type) फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह

सुई सारखा व्हॉल्व्हमध्ये एक टोकदार सुई असते जी हाताचे चाक फिरवून उभ्या स्थितीत समायोजित करता येते. थ्रेडेड सुई डिझाइनमुळे द्रव प्रवाहावर अचूक नियंत्रण मिळते. ही यंत्रणा व्हॉल्व्हला स्टॉप व्हॉल्व्ह म्हणून

काम करण्यास सक्षम करते, पूर्णपणे बंद झाल्यावर प्रवाह पूर्णपणे थांबवते. प्रवाहाचे अचूक नियमन करण्याची त्याची क्षमता बारीक समायोजन आवश्यक असलेल्या प्रणालींसाठी ते आदर्श बनवते.

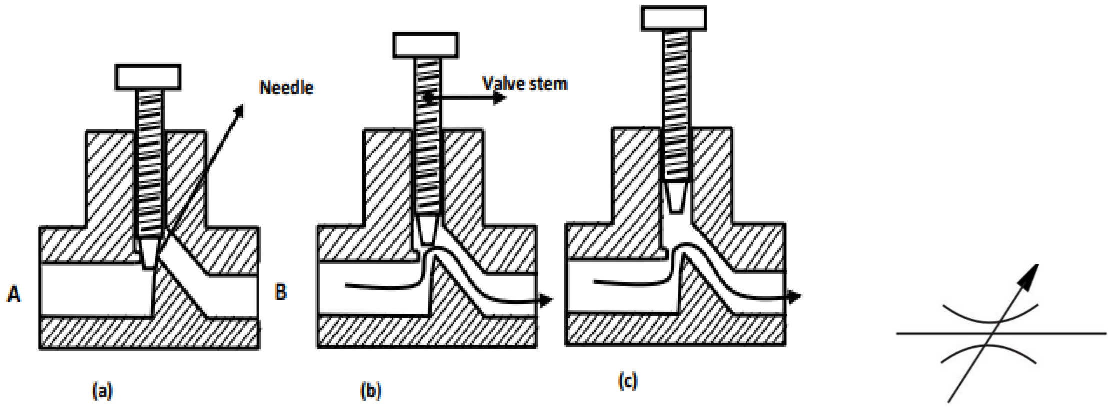


Figure 3.2 (b) परिवर्तनीय प्रकार फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह

3.3 डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्ह:-

प्रकार i) 2 /2 DCV ii) 3/2 DCV iii) 4/2 DCV iv) 4/ 3 DCV v) 5/2 DCV

a) 2/2 **डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह** (2/2 **DCV) (2 पोर्ट्स and 2 स्थिती DCV)**

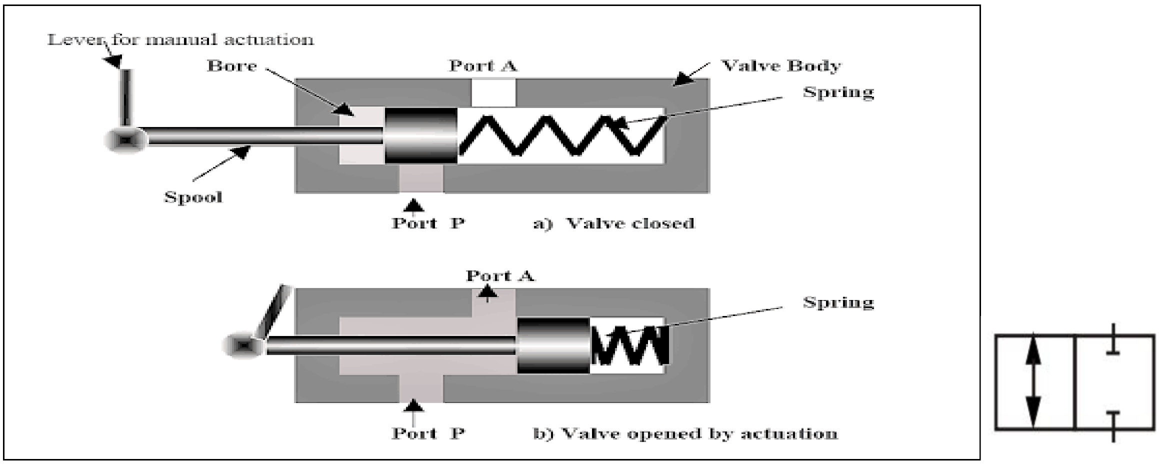


Figure 3.3 (a) 2 **x** 2 DCV

सामान्यतः बंद (Normally Closed) **संरचना**: सामान्यतः झडप नेहमी बंद स्थितीत राहतो, ज्यामुळे द्रव वाहू शकत नाही. जेव्हा विद्युत प्रवाह लागू केला जातो तेव्हा सोलेनॉइड सक्रिय होतो, ज्यामुळे स्पूल हलतो, द्रव प्रवाहासाठी मार्ग तयार होतो. जेव्हा विद्युत प्रवाह काढून टाकला जातो तेव्हा सोलेनॉइड निष्क्रिय होतो आणि स्पूल त्याच्या मूळ (किंवा डीफॉल्ट) स्थितीत परत येतो, ज्यामुळे द्रव प्रवाह बंद होतो.

b) 3/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह (3 x 2 DCV) - (**3 पोर्ट्स 2 स्थिती DCV**)

3/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह तीन पोर्ट आणि दोन वेगवेगळ्या पोझिशन्ससह कार्य करतो. व्हॉल्व्हच्या रचनेत सामान्यतः व्हॉल्व्ह बॉडी, स्पूल (किंवा पपेट), सील आणि व्हॉल्व्हला त्याच्या डीफॉल्ट स्थितीत परत आणण्यासाठी

स्प्रिंग असते. व्हॉल्व्हचा स्पूल पोर्टमधील हवेचा प्रवाह नियंत्रित करतो, व्हॉल्व्हच्या स्थितीनुसार तो पुनर्निर्देशित करतो.

पहिल्या स्थितीत, व्हॉल्व्ह इनलेटमधून अक्च्युएटरकडे हवा वाहू देतो, ज्यामुळे हालचाल शक्य होते. दुसऱ्या स्थितीत, व्हॉल्व्ह अक्च्युएटरमधून हवेचा प्रवाह एक्झॉस्टकडे पाठवतो करतो, ज्यामुळे तो त्याच्या मूळ स्थितीत परत येतो किंवा पूर्णपणे थांबतो. ही कार्यक्षमता वायवीय सिलेंडर्सचा विस्तार आणि मागे घेणे नियंत्रित करणे यासारख्या सोप्या अनुप्रयोगांसाठी आदर्श बनवते.

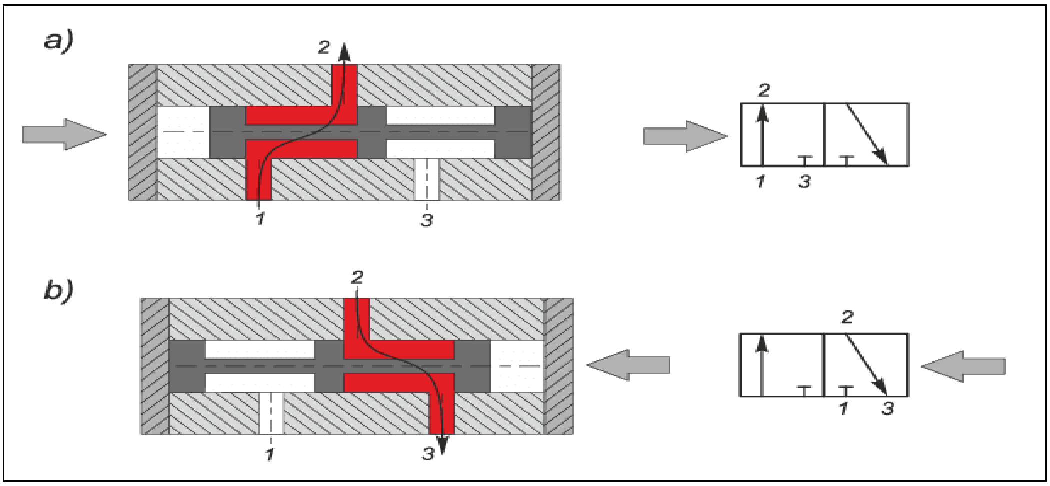


Figure 3.3 (b) 3/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह

3/2 व्हॉल्व्हसाठी दोन मुख्य ॲक्ट्युएटर मॅन्युअल आहेत, जिथे ऑपरेटर भौतिकरित्या व्हॉल्व्ह स्विच करतो, किंवा ऑटोमॅटिक, जिथे व्हॉल्व्ह इलेक्ट्रिकली किंवा न्यूमॅटिक्स (air) पद्धतीने नियंत्रित केला जातो (सोलेनोइड्स किंवा पायलट एअर वापरून). व्हॉल्व्हच्या डिझाइनची साधेपणा अनेक औद्योगिक अनुप्रयोगांमध्ये मूलभूत हालचाली नियंत्रित करण्यासाठी ते विश्वसनीय बनवते

c) 4/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह (4 x 2 DCV) :- (4 ports 2 postion)

पोर्ट: P (दाब): द्रवपदार्थाच्या उर्जा स्त्रोताशी जोडते. T (टँक/रिटर्न): द्रवपदार्थ जलाशयाकडे परत करते.
A आणि B (ॲक्ट्युएटर पोर्ट): ॲक्ट्युएटरशी जोडा, सामान्यतः दुहेरी- दिशेने करणारा सिलेंडर.

पोझिशन्स:

एका स्थितीत: P A शी जोडलेला आहे, आणि B T शी जोडलेला आहे (फॉरवर्ड सिलेंडर हालचाल). दुसऱ्या स्थितीत: P B शी जोडलेला आहे, आणि A T शी जोडलेला आहे (रिव्हर्स सिलेंडर हालचाल). ॲक्ट्युएशन: सामान्यतः इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक सोलेनॉइडद्वारे चालित केले जाते, जे द्रव प्रवाहाची दिशा नियंत्रित करण्यासाठी स्पूल हलवते.

अनुप्रयोग: हायड्रॉलिक किंवा न्यूमॅटिक सिस्टममध्ये सामान्यतः पिस्टन पुढे आणि मागे घेण्यासाठी दोन्ही बाजूने करणारे सिलेंडर. उचलण्यासाठी, दाबण्यासाठी किंवा क्लॅम्पिंग ऑपरेशन्ससाठी औद्योगिक ऑटोमेशन .

d) 4/3 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह (4/3 DCV) (4 ports 3 positions)

4/3 DCV चे विविध प्रकार आहेत

1) 4/3 DCV (मध्यभागी बंद स्थिती)
2) 4/3 DCV (मध्यभागी उघडण्याची स्थिती)
3) 4/3 DCV (टँडम मध्यभागी स्थिती)

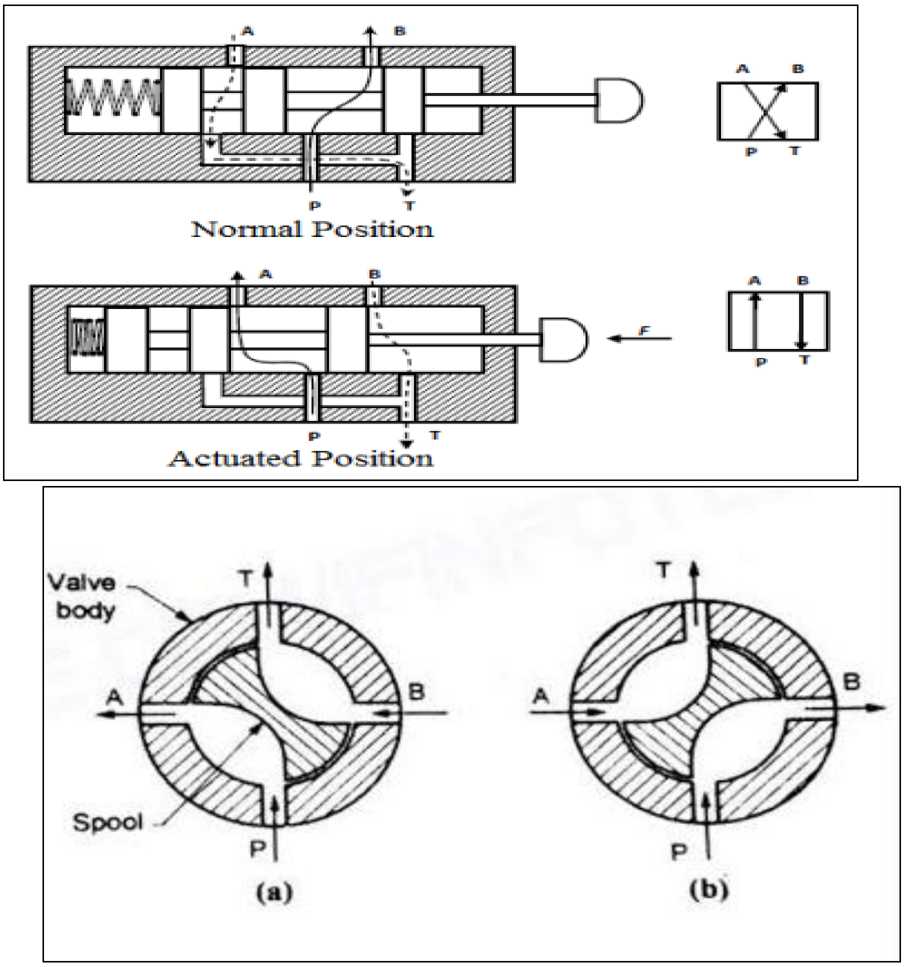
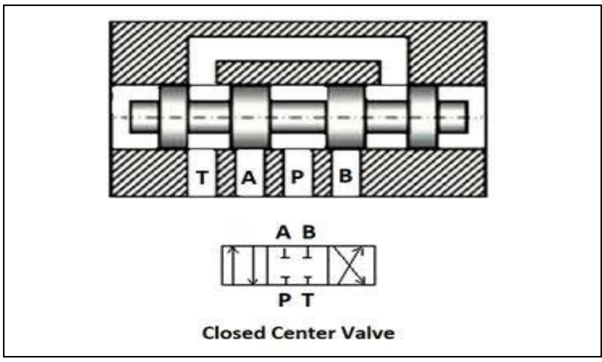
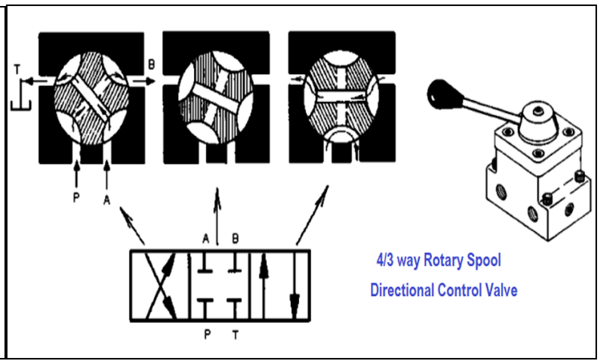


Figure. 3.3(c) 4/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह





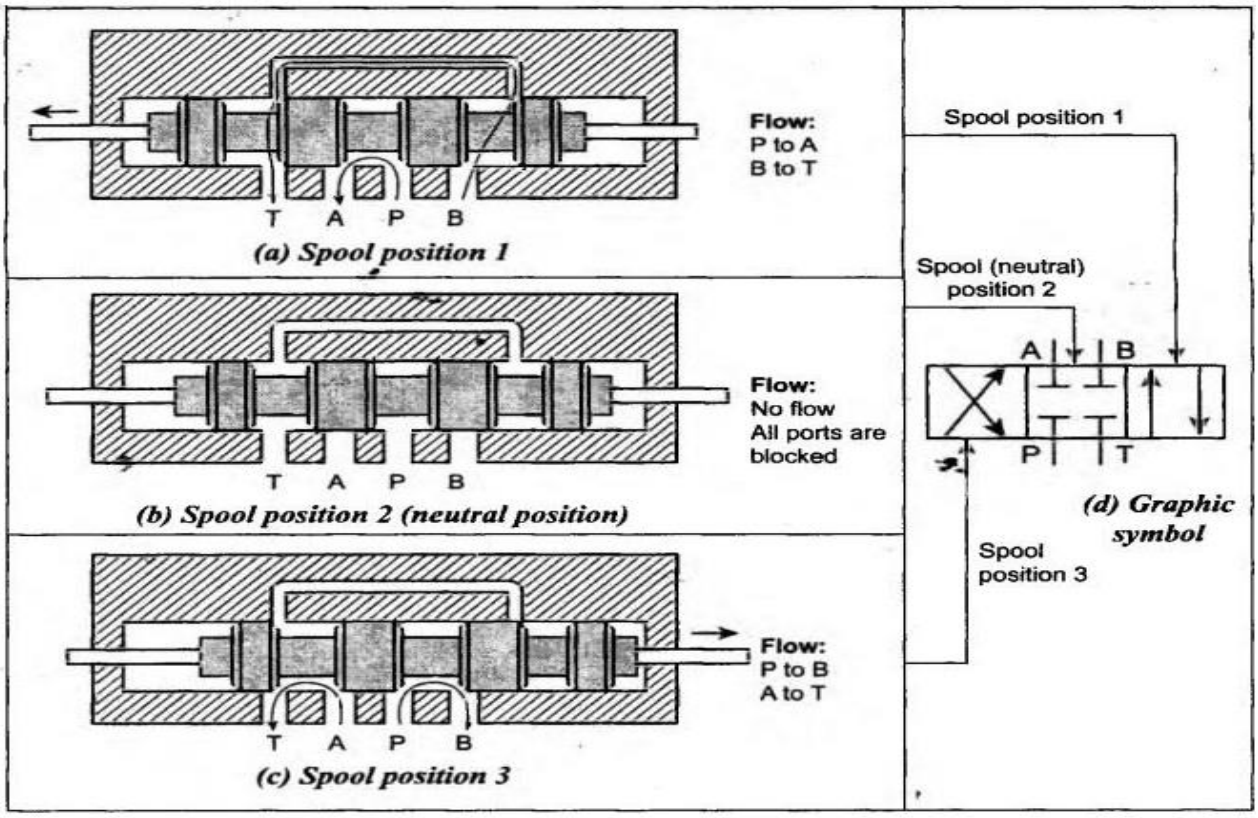


Figure. 3.3(e) 4/3 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह

4/3 डीसी व्हॉल्व्हचा अर्थ:

4 पोर्ट: पी (प्रेशर), ए आणि बी (ॲक्ट्युएटर पोर्ट्स), आर (रिटर्न/टँक).

3 पोझिशन्स: सामान्य (तटस्थ किंवा मध्यभागी): सर्व पोर्ट बंद.

ॲक्ट्युएटरकडे 1 स्थिती : पी → ए, बी → आर (पुढे हालचाल).

ॲक्ट्युएटर 2 स्थिती: पी → बी, ए → आर (मागे हालचाल).

सेंटर पोझिशनसाठी स्पूल निवड:

स्पूलची रचना एका विशिष्ट भूमितीसह केली आहे जेणेकरून तिसऱ्या, सेंटर बंद पोझिशनला परवानगी मिळेल, जिथे: सर्व पोर्ट एकमेकांपासून वेगळे केले जातात.कोणताही तेल प्रवाह होत नाही. जेव्हा व्हॉल्व्ह सेंटर पोझिशनमध्ये असतो तेव्हा हे कॉन्फिगरेशन ॲक्ट्युएटरची हालचाल होत नाही याची खात्री देते.

ऑपरेशन तपशील:

पोझिशन्स 1 (ॲक्ट्युएटेड): ऑइल पी वरून ए आणि बी वरून आर कडे वाहते, ॲक्ट्युएटर वाढवते किंवा पुढे हलवते. स्थिती 2 (ॲक्ट्युएटेड): तेल P कडून B कडे आणि A कडून R कडे वाहते, ॲक्ट्युएटरला मागे घेते किंवा मागे हलवते. स्थिती 3 (मध्यभागी बंद): कोणताही प्रवाह होत नाही; सर्व पोर्ट ब्लॉक केलेले असतात.

अनुप्रयोग:

मध्यावस्थेत असताना पिस्टनला स्थिर स्थितीत ठेवण्यासाठी दुहेरी- एक्टिंग सिलेंडरमध्ये वापरले जाते. अचूक हायड्रॉलिक नियंत्रणासाठी औद्योगिक प्रेस, रोबोटिक्स आणि जड यंत्रसामग्रीमध्ये आढळते.

e) 5/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह :-

वायवीय (Pneumatics) किंवा हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये द्रव प्रवाहाची दिशा नियंत्रित करण्यासाठी 5/2 दिशात्मक नियंत्रण झडपाचा वापर केला जातो. त्यात पाच पोर्ट आहेत: ॲक्ट्युएटरसाठी दोन, प्रेशर सप्लायसाठी

एक आणि दोन एक्झॉस्ट पोर्ट. दोन्ही पोझिशन्समुळे ते द्रव प्रवाहाचे पर्यायी प्रवाह करण्यास अनुमती देते, ज्यामुळे डबल- एक्टिंग सिलेंडर्ससारखे ॲक्ट्युएटर कार्यक्षमतेने वाढवू किंवा मागे घेऊ शकतात.

द्विदिशात्मक गती नियंत्रण आवश्यक असलेल्या औद्योगिक अनुप्रयोगांमध्ये हा झडप मोठ्या प्रमाणात वापरला जातो. प्रवाह मार्गांचे नियमन करण्याची त्याची क्षमता यंत्रसामग्री स्वयंचलित करण्यासाठी आणि अचूक ॲक्ट्युएटर हालचाल सुनिश्चित करण्यासाठी ते आदर्श बनवते.

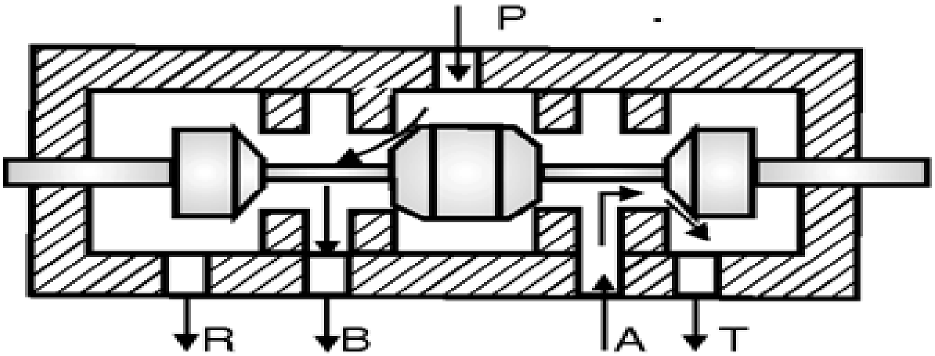


Figure. 3.3(f) 5/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह

3.3 (f) कार्यान्वित करण्याच्या पद्धती:-

मॅन्युअली चालवल्या जाणाऱ्या: मॅन्युअली चालवल्या जाणाऱ्या DCV मध्ये, बटण दाबून किंवा पायाच्या पेडलवर पाऊल ठेवून हँडल हलवून स्पूल मॅन्युअली हलवला जातो. जेव्हा हँडल चालवले जात नाही, तेव्हा स्पूल स्प्रिंगच्या सहाय्याने त्याच्या मूळ स्थितीत परत येतो.

यांत्रिकरित्या चालवल्या जाणाऱ्या : कॅम आणि रोलर्स सारख्या यांत्रिक जोडण्यांद्वारे स्पूल हलवला जातो.

सोलेनॉइड चालवल्या जाणाऱ्या: जेव्हा इलेक्ट्रिक कॉइल किंवा सोलेनॉइडला ऊर्जा दिली जाते, तेव्हा ते एक चुंबकीय शक्ती निर्माण करते जी आर्मेचरला कॉइलमध्ये खेचते. यामुळे आर्मेचर व्हॉल्व्हच्या स्पूलला ढकलतो.

पायलट प्रेशर चालवल्या जाणाऱ्या: व्हॉल्व्ह स्पूलच्या दोन्ही टोकांना असलेल्या पिस्टनवर पायलट सिग्नल (हायड्रॉलिक किंवा न्यूमॅटिक) लावून DCV देखील हलवता येतो. जेव्हा पायलट प्रेशर लावला जातो, तेव्हा ते स्पूल हलविण्यासाठी पिस्टनला ढकलते.

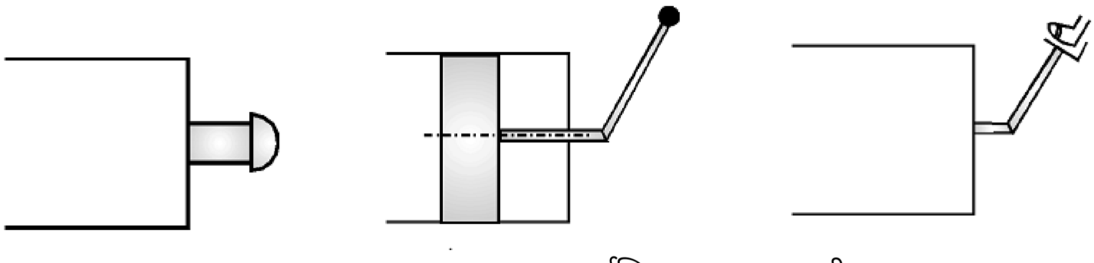


Figure. 3.3(f) कार्यान्वित करण्याच्या पद्धती

3.4 न्यूमॅटिक सिस्टम कंट्रोल व्हॉल्व्ह: **-** शटल व्हॉल्व्ह**,** ट्विन प्रेशर**,** टाइम डिले व्हॉल्व्ह

3.4.1 शटल व्हॉल्व्ह:-

शटल व्हॉल्व्हची मूलभूत रचना तीन उघड्या असलेल्या नळीसारखी असते; प्रत्येक टोकाला एक आणि मध्यभागी एक. एक बॉल किंवा इतर ब्लॉकिंग व्हॉल्व्ह घटक नळीच्या आत मुक्तपणे फिरतो. जेव्हा द्रवपदार्थाचा दाब एका टोकावरील उघड्यामधून टाकला जातो तेव्हा तो चेंडू विरुद्ध टोकाकडे ढकलतो.हे द्रवपदार्थाला त्या उघड्यामधून जाण्यापासून रोखते, परंतु मधल्या उघड्यामधून वाहू देते. अशाप्रकारे दोन वेगवेगळे स्रोत एका स्रोताकडून

दुसऱ्या स्रोताकडे परत जाण्याच्या धोक्याशिवाय दाब देऊ शकतात. वायवीय (Pneumatic) तर्कशास्त्रात शटल-व्हॉल्व्ह OR गेट म्हणून काम करतो

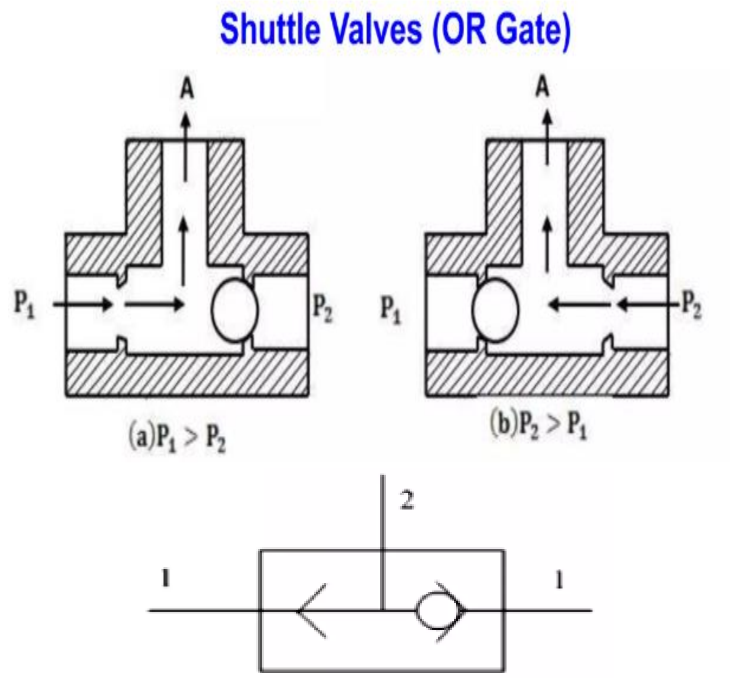


Figure 3.4.1 शटल व्हॉल्व्ह

Table 3.4.1 OR गेट व्हॉल्व्हसाठी सत्य सारणी

(Truth table for OR gate valve)

Input P1	**Input P2**	**Output**
No	No	No
Yes	No	Yes
No	Yes	Yes
Yes	Yes	Yes

3.4.2 ट्विन प्रेशर व्हॉल्व्ह: -ट्विन प्रेशर व्हॉल्व्ह/ ड्युअल प्रेशर व्हॉल्व्ह:

हा वायवीय (Pneumatic) व्हॉल्व्ह आहे. ट्विन प्रेशर झडपाचा क्रॉस सेक्शनल व्ह्यू Figureमध्ये दाखवल्याप्रमाणे आहे. या झडपामध्ये दोन इनपुट 12 आणि 14 आहेत आणि एक आउटपुट आहे. जर कॉम्प्रेस्ड हवा इनपुट 12 वर लावली तर ती स्पूलला उजवीकडे हलवेल आणि प्रवाह रोखेल आणि आउटपुट 2 वर कोणताही सिग्नल दिसणार नाही. त्याचप्रमाणे, जर कॉम्प्रेस्ड(दाब) हवा इनपुट 14 वर लावली तर ती स्पूलला डावीकडे हलवेल आणि प्रवाह रोखेल आणि आउटपुट 2 वर कोणताही सिग्नल दिसणार नाही. आता, जर कॉम्प्रेस्ड हवा इनपुट 12 आणि 14 दोन्हीवर लावली तर स्पूल त्याच्या आधीच मिळवलेल्या स्थितीत राहील आणि हवेच्या दाबानुसार हवा 12 आणि 14 दोन्हीवरून किंवा या दोन्हींपैकी कोणत्याही स्थानावरून आउटपुट 2 वर जाऊ शकते.

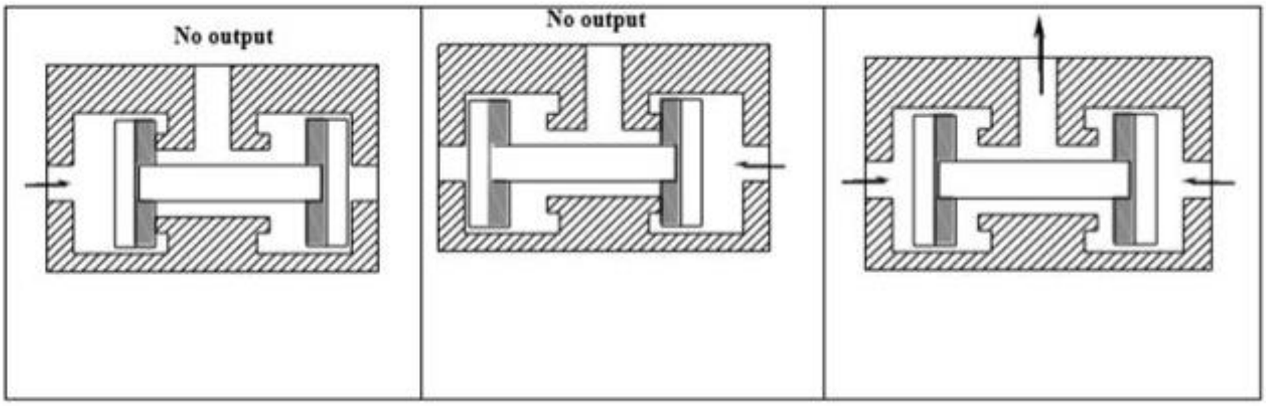


Figure. 3.4.2 ट्विन प्रेशर व्हॉल्व्ह

Table 3.4.2 AND गेट व्हॉल्व्हसाठी सत्य सारणी

(Truth table for AND gate valve)

Input P1	**Input P2**	**Output**
No	No	No
Yes	No	No
No	Yes	No
Yes	Yes	Yes

3.4.3 टाइम डिले व्हॉल्व्ह:-

टाइम डिले व्हॉल्व्ह कॉम्प्रेस्ड हवा ठेवण्यासाठी एका लहान अंतर्गत चेंबरचा वापर करून कार्य करते, जी मर्यादित प्रवाहाद्वारे हळूहळू भरली जाते किंवा रिकामी केली जाते, ज्यामुळे प्रारंभिक सिग्नल प्राप्त झाल्यानंतर व्हॉल्व्हच्या आउटपुट सिग्नलमध्ये विलंब होतो, ज्यामुळे मूलतः आधी एक निश्चित वेळ विलंब निर्माण होतो.

त्याच्या कॉन्फिगरेशननुसार व्हॉल्व्ह पूर्णपणे उघडतो किंवा बंद होतो; यामुळे वायवीय प्रणालींमध्ये अचूक वेळेचे नियंत्रण शक्य होते, जिथे अनुप्रयोगाच्या गरजेनुसार विलंब कालावधी समायोजित केला जाऊ शकतो. अंतर्गत कक्ष: मुख्य घटक हा एक लहान अंतर्गत कक्ष आहे जो हवेसाठी जलाशय म्हणून काम करतो, ज्यामुळे नियंत्रित भरणे किंवा रिकामे करणे विलंब निर्माण करण्यास अनुमती देते.

समायोज्य विलंब:चेंबरमधील प्रवाह प्रतिबंध बदलून, सामान्यतः रेग्युलेटिंग स्क्रूद्वारे, विलंब वेळ समायोजित केला जाऊ शकतो.

सामान्यतः उघडे किंवा बंद: वेळ विलंब व्हॉल्व्ह "सामान्यपणे उघडे" (कोणताही सिग्नल लागू नसताना हवा वाहते) किंवा "सामान्यपणे बंद" (विलंब कालावधीनंतरच हवेचा प्रवाह सुरू होतो) म्हणून कॉन्फिगर केले जाऊ शकतात.

हवेचा सिग्नल सक्रियकरण: व्हॉल्व्ह एका हवेचा सिग्नलद्वारे सक्रिय केला जातो जो अंतर्गत चेंबर भरण्याची किंवा रिकामी करण्याची प्रक्रिया सुरू करतो.

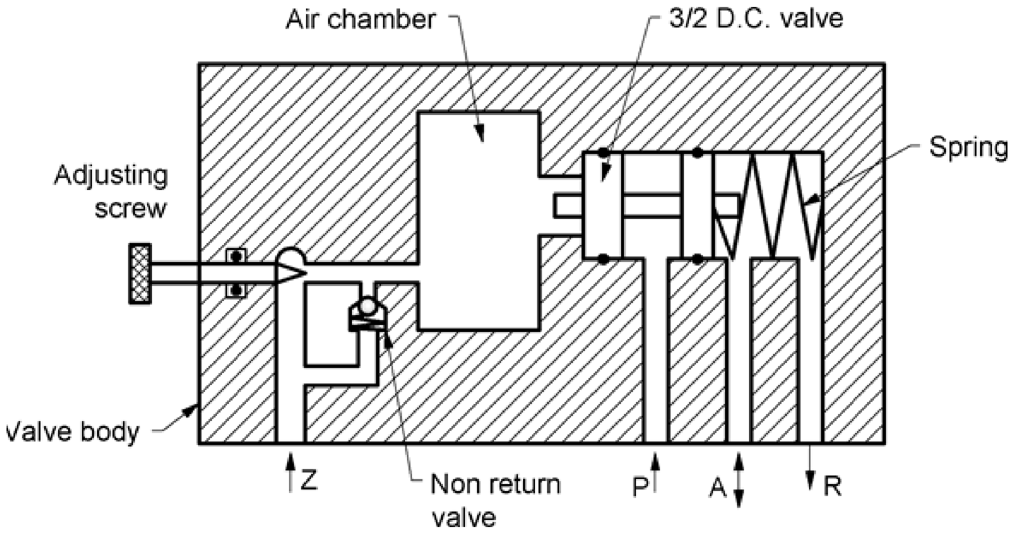


Figure 3.4.3 टाइम डिले व्हॉल्व्ह

3.5 हायड्रॉलिक/न्यूमॅटिक ॲक्च्युएटर्स :-

3.5.1 रेषीय ॲक्च्युएटर्स:- सिंगल ॲक्टिंग, डबल ॲक्टिंग

3.5.2 रोटरी ॲक्च्युएटर्स :- गियर मोटर, व्हेन मोटर्स, टर्बाइन एअर मोटर्स

3.5.1(a) रेषीय ॲक्च्युएटर्स :- सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडर

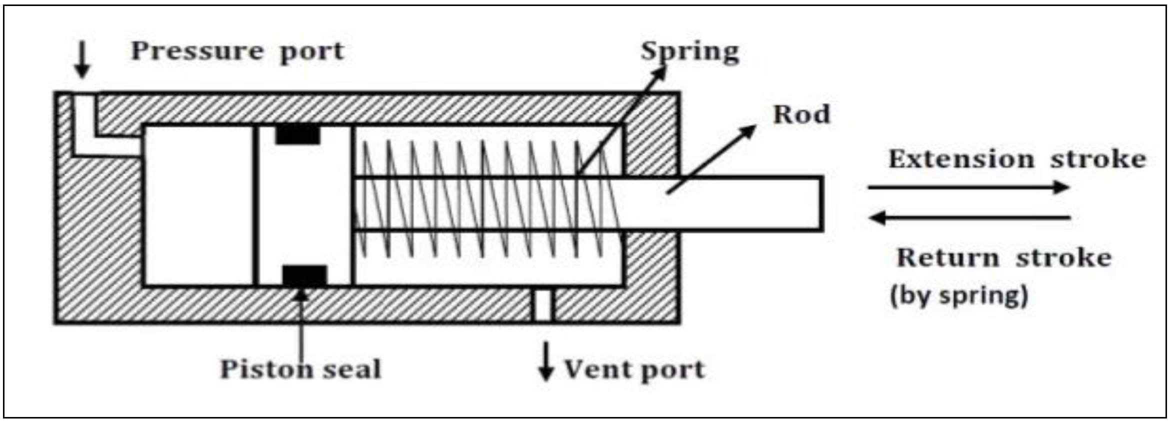


Figure. 3.5.1(a) सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडर

सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडरमध्ये एक कार्यरत पोर्ट असतो. पिस्टनची पुढे जाणारी हालचाल कार्यरत पोर्टला संकुचित हवा पुरवून मिळवली जाते. सिलेंडरच्या रॉड बाजूला ठेवलेल्या स्प्रिंगद्वारे पिस्टनची परतीची हालचाल मिळवली जाते. सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडरचा योजनाबद्ध Figure Figureमध्ये दाखवला आहे जिथे फक्त एकाच दिशेने बल लावावे लागते तिथे सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडर वापरले जातात.जसे की क्लॅम्पिंग, फीडिंग, सॉर्टिंग, लॉकिंग, इजेक्शन, ब्रेकिंग इ., सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडर सामान्यतः स्प्रिंगच्या नैसर्गिक लांबीमुळे शॉर्ट स्ट्रोक लांबीमध्ये [जास्तीत जास्त 80 मिमी पर्यंत] उपलब्ध असतो. सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडर फक्त एकाच दिशेने बल लावतो. सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडरला एका ऑपरेटिंग सायकलसाठी डबल ॲक्टिंग सिलेंडरद्वारे वापरल्या जाणाऱ्या हवेच्या फक्त अर्ध्या प्रमाणात हवेची आवश्यकता असते.

3.5.2(b) डबल ॲक्टिंग सिलेंडर

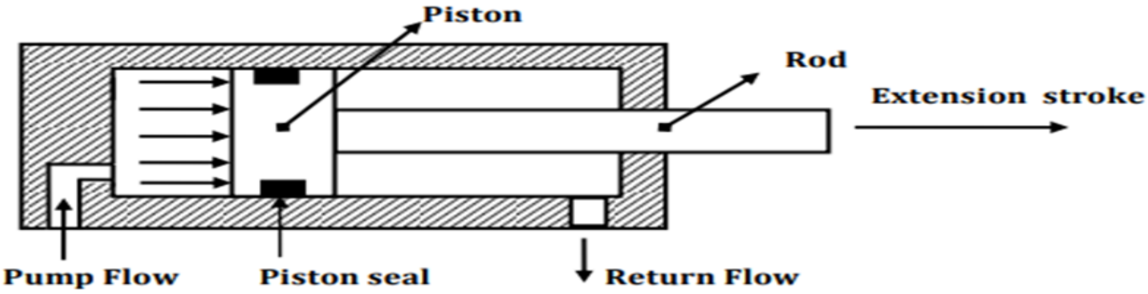


Figure. 3.5.1(b) डबल ॲक्टिंग सिलेंडर

डबल ॲक्टिंग (दोन्ही बाजूने) सिलेंडरचा आराखडा Figureमध्ये दाखवला आहे. डबल ॲक्टिंग सिलेंडरमध्ये दोन कार्यरत पोर्ट असतात - एक पिस्टन बाजूला आणि दुसरा रॉड बाजूला. सिलेंडरची पुढे हालचाल साध्य करण्यासाठी, पिस्टन बाजूला संकुचित हवा प्रवेश दिला जातो आणि रॉड बाजू एक्झॉस्टशी जोडली जाते. परतीच्या हालचाली दरम्यान रॉड बाजूला हवा प्रवेश केला जातो तर पिस्टन बाजूचा आकार एक्झॉस्टशी जोडलेला असतो. सिलेंडरच्या पुढे आणि परतीच्या हालचाली दरम्यान पिस्टनद्वारे बल लावला जातो.
डबल ॲक्टिंग करणारे सिलेंडर काही मिमी ते सुमारे 300 मिमी व्यास आणि काही मिमी ते 2 मीटर पर्यंतच्या स्ट्रोक लांबीमध्ये उपलब्ध आहेत.

3.5.2 रोटरी ॲक्च्युएटर्स: - गियर मोटर, व्हेन मोटर्स, टर्बाइन एअर मोटर्स

3.5.2 (a) गियर मोटर:-

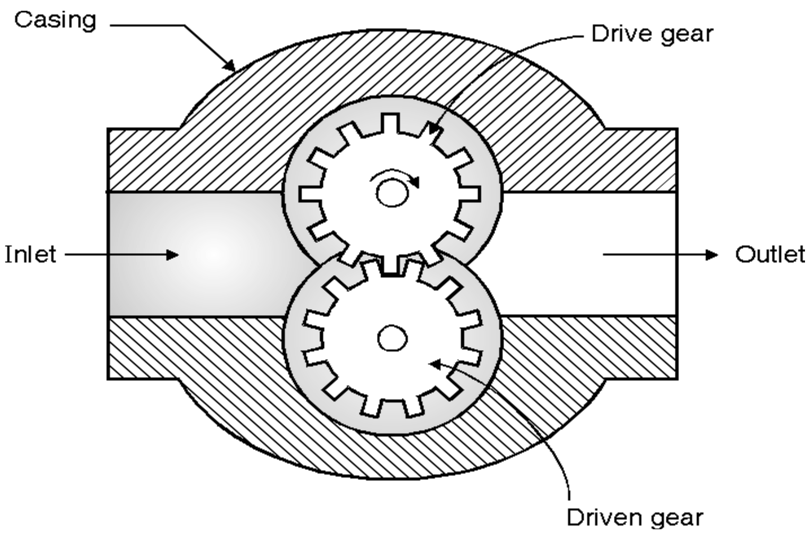


Figure. 3.5.2(a) गियर मोटर

कार्य: जेव्हा प्रेशराइज्ड ऑइल इनलेट पोर्टमधून आत जाते तेव्हा ते गियरच्या दातांवर तेलाचा दाब टाकते. आवरणाच्या आतील पृष्ठभाग आणि गियरची जोडी जवळून बसवल्यामुळे, इनलेट पोर्टजवळ असलेल्या गियरवरील एका दाताच्या एका बाजूला तेलाचा दाब काम करतो. यामुळे हायड्रॉलिक असंतुलन निर्माण होईल आणि त्यामुळे गियर टूथला टॉर्क विकसित होण्यास मदत होईल. गियर टूथ जितका मोठा असेल किंवा दाब

जास्त असेल तितका टॉर्क विकसित होईल. या क्रियेने शाफ्टची रोटरी हालचाल निर्माण करत राहिली. वापरलेल्या तेलाचा दाब कमी असतो आणि त्याचा काही उपयोग होत नाही म्हणून ते आउटलेट पोर्टमधून काढून टाकले जाते.

3.5.2 (b) वेन मोटर :-

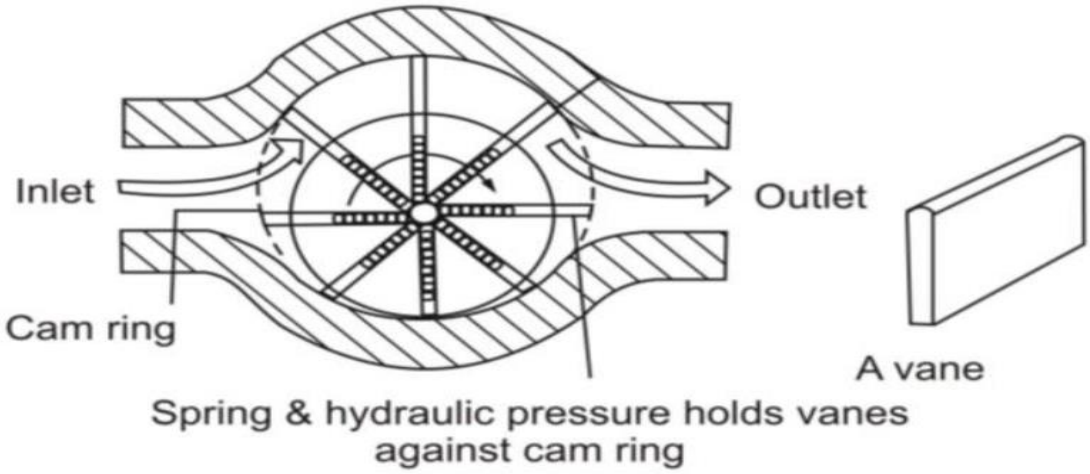


Figure. 3.5.2(b) वेन मोटर

कार्य: जेव्हा प्रेशराइज्ड ऑइल/हवा इनलेट पोर्टमधून आत येते तेव्हा तेल/हवेचा दाब सर्व दिशांना समान प्रमाणात वितरित होतो. रोटेटरच्या स्लॉटमध्ये व्हेन मुक्तपणे सरकत असल्याने, व्हेन प्रेशराइज्ड ऑइल/हवेच्या दिशेने येते आणि तेल/हवा व्हेनला ढकलते जेणेकरून रोटर वेगाने फिरू लागेल. वापरलेले कमी दाबाचे तेल/हवा एक्झॉस्ट पोर्टमधून बाहेर पडते. ही एकदिशात्मक मोटर आहे. व्हेन स्लॉटमध्ये मुक्तपणे सरकत असल्याने, तेल/हवेची गळती होण्याची शक्यता असते. या मोटर्सच्या मदतीने आपण 25000 आर. पी.एम. पर्यंतचा वेग साध्य करू शकतो.

3.5.2(c) टर्बाइन एअर मोटर:-

टर्बाइन एअर मोटर हे एक उपकरण आहे जे संकुचित हवेच्या ऊर्जेचे रोटेशनल मेकॅनिकल पॉवरमध्ये रूपांतर करते. हे सामान्यतः वायवीय साधने, कन्व्हेयर आणि ऑटोमेशन सिस्टम सारख्या औद्योगिक अनुप्रयोगांमध्ये वापरले जाते.

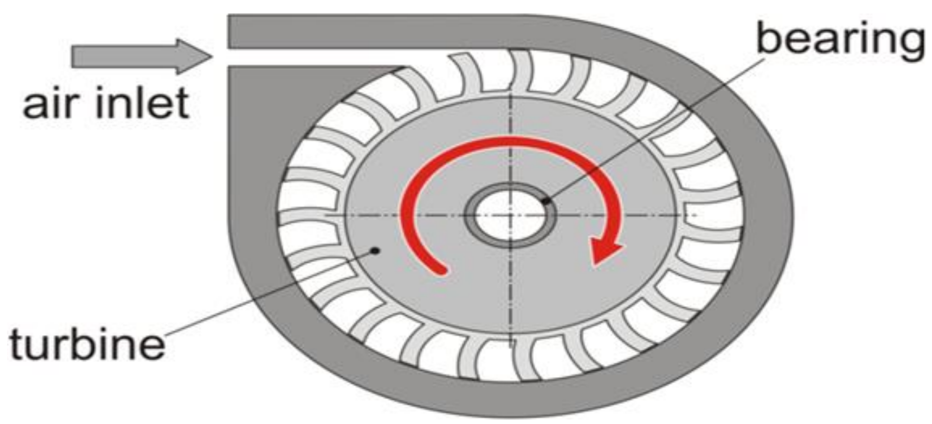


Figure. 3.5.2(c) टर्बाइन एअर मोटर

कार्य तत्व:

1.संकुचित **(compressed)** हवा पुरवठा:इनलेट व्हॉल्व्हद्वारे मोटरला संकुचित हवा पुरवली जाते. ही हवा प्रेरक शक्ती म्हणून काम करते.
2. रोटर आणि ब्लेड्स:मोटरमध्ये ब्लेड किंवा व्हॅनसह बसवलेला रोटर असतो. हे ब्लेड वाहत्या हवेतून ऊर्जा पकडण्यासाठी आणि हस्तांतरित करण्यासाठी डिझाइन केलेले असतात.
3. टर्बाइन रोटेशन:मोटरमधून संकुचित हवा वाहत असताना, ती ब्लेडवर आदळते, ज्यामुळे रोटर फिरतो. रोटरच्या रोटेशनमुळे यांत्रिक शक्ती निर्माण होते जी काम करण्यासाठी वापरली जाऊ शकते.
4. एक्झॉस्ट एअर:उर्जा हस्तांतरित केल्यानंतर, हवा एक्झॉस्ट पोर्टद्वारे मोटरमधून बाहेर पडते.

Exercise

TLO 3.1 Classify control valves

1. List the different types of control valves used in hydraulic systems. (R)
2. Write the function of a pressure relief valve. (R)
3. Classify control valve on the basis of function. (U)
4. Name any two types of direction control valves (DCV) used in hydraulic systems. (R)
5. Write the main function of a flow control valve. (R)
6. State the actuating methods used for directional control valves. (U)
7. Select DC control valve to operate a. Pneumatic grinder rotating in one direction only b. Pneumatic DAC for material movement (A)

TLO 3.2 Describe construction and working of Control valves in Hydraulics/ Pneumatics

1. With a neat sketch, explain the construction and working of a pressure relief valve. (U)
2. Compare pressure relief valves and pressure reducing valves in terms of function and application. (U)
8. Describe the construction and working of a sequence valve with an example. (U)
9. Explain the working of a 4/2 DCV with sketch. (U)
3. Draw and explain the construction of a 4/3 directional control valve. (U)
4. Write function of a time delay valve work in a pneumatic system.
5. Differentiate between a Twin pressure and a shuttle valve in a pneumatic system on the basis of function and application. (U)
6. Select pressure control valve to control if a. Pressure is higher than system pressure b. Clamping and drilling in one after another (A)

TLO 3.3 Explain construction and working of actuators in Hydraulics/Pneumatics

1. List types of linear actuators (R)
2. Explain the construction and working of a vane motor in a hydraulic system(U)
3. Describe the function and working of a turbine air motor used in pneumatic actuators. (U)
4. Differentiate between a single-acting and double-acting cylinder. (U)
5. Select Actuator for a. clamping, feeding, sorting b. JCB arm movement (A)

युनिट 4. ऑइल हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक सर्किट्स
(Oil Hydraulics and Pneumatic Circuits)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome): निर्दिष्ट अनुप्रयोगासाठी विविध हायड्रॉलिक / न्यूमॅटिक परिपथ विकसित करा. (Develop various hydraulic / pneumatic circuits for specified application)

विषय निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

TLO 4.1 हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिकमध्ये वापरलेल्या विविध घटकांचे प्रतीक रेखाट करा. (Draw symbols of various components used in hydraulic and pneumatics)

TLO 4.2 दिलेल्या अनुप्रयोगासाठी तेल हायड्रॉलिक परिपथ तयार करा. (Construct oil hydraulic circuit for given application)

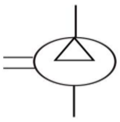
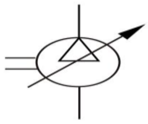
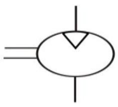
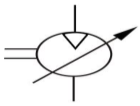
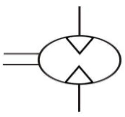
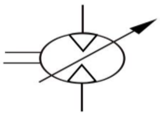
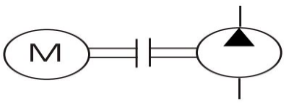
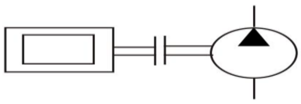
TLO 4.3 दिलेल्या अनुप्रयोगासाठी न्यूमॅटिक परिपथ तयार करा. (Construct Pneumatic circuit for given application)

TLO 4.4 हायड्रॉलिक/न्युमॅटिक प्रणालींमधील सुरक्षा उपायांची यादी करा. (List safety precautions in Hydraulic/pneumatic systems)

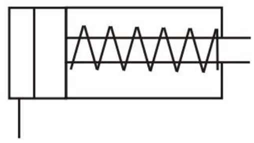
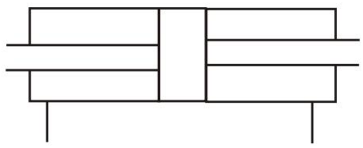
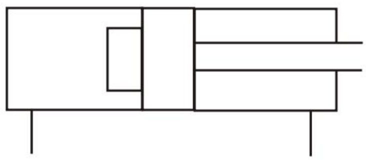
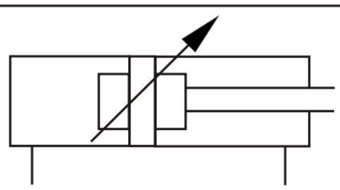
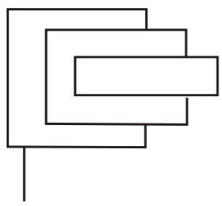
4.1 ऑइल -हायड्रॉलिक्स आणि न्यूमॅटिक प्रणालींसाठी ISO चिन्हे

आंतरराष्ट्रीय मानक संघटना (ISO) ने हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक सिस्टीम साठी ग्राफिक चिन्हे (Symbols) ISO 1219-1 मध्ये दिलेली आहेत. हे चिन्ह (Symbols) (सर्किट डायग्राम) तयार करण्यासाठी वापरले जातात, ज्यामुळे अभियंत्यांना हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक सिस्टीम प्रवाह दिशा आणि रचना समजण्यास मदत होते. खालील ISO चिन्हे (Symbols) दैनंदिन उपयोगासाठी सामान्यतः वापरली किंवा आवश्यक असतात.

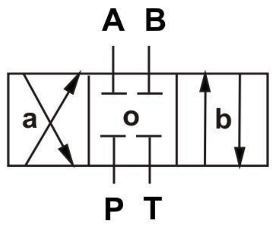
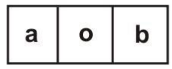
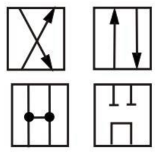
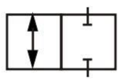
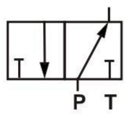
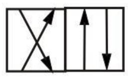
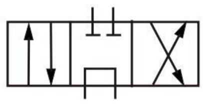
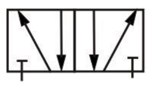
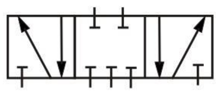
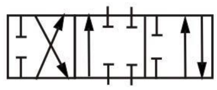
a) Energy Conversion Elements

Elements	Description	Symbol Displacement: Fixed	Symbol Displacement: Variable
Compressors Conversion of Mech. energy to pressure energy.			
Air Motors Conversion of pressure energy into Mech. energy.	a) With one directional flow		
	b) With two directional flow		
Drives Provide mechanical energy to system	Electric Motor		
	Internal Combustion Engine		

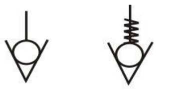
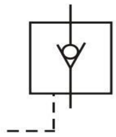
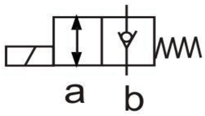
b) Hydraulic cylinders

Elements	Description	Symbol
Cylinders	Conversion of pressure energy into Mechanical energy.	
a) Single acting	Fluid exerts pressure on one side only.	
b) Single acting with Spring return	Return action caused by Spring .	
c) Double acting cylinder with single piston rod.	Two different piston areas	
d) Double acting cylinder with double piston rod.	Two identical piston areas	
e) Cylinder with end cushioning		
f) Adjustable cushion at both ends		
g) Telescopic Cylinder		

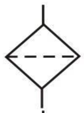
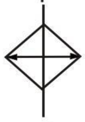
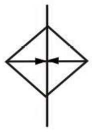
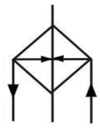
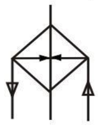
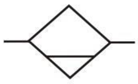
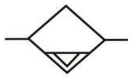
f) Directional Control Valves

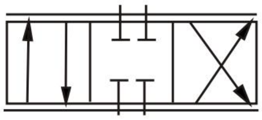
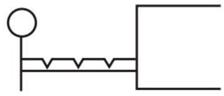
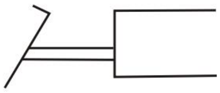
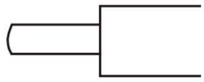
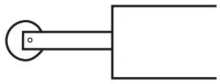
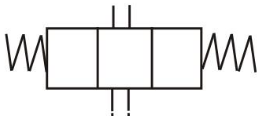
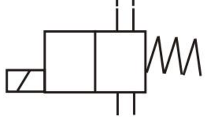
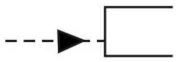
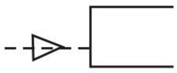
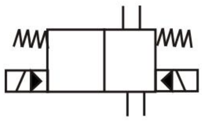
Elements	Description	Symbol
	Parts of Valves are named with letters P - Pump, Pressrue T - Tank, Return A,B - Load, Consumer X,Y,Z - Pilot Ports L- Leakage Oil Port R- Return line	
	Designation **4/3** directional control valve └ Number of switching position └── Number of Ports	
	Switching Positions shown by blocks	
	Internal connections shown by arrows and lines	
	2/2 directional control valve	
	3/2 directional control valve	
	4/2 directional control valve	
	4/3directional control valve	
	5/2 directional control valve	
	5/3 directional control valve	
	6/3 directional control valve	

g) Check Valves

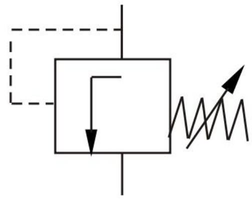
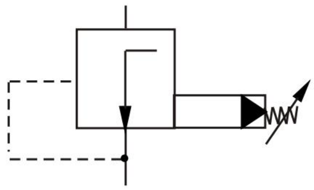
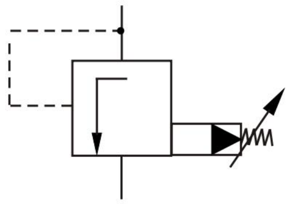
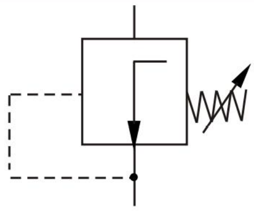
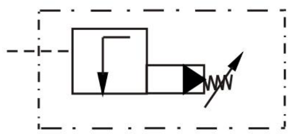
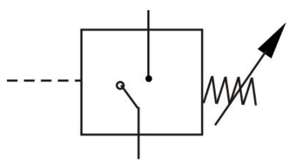
Elements	Description	Symbol
a) Non-return valves	With /without closing spring	
b) Pilot Operated check valve	Opens in One direction only when set pressure is reached at pilot line	
c) Solenoid operated check valve	Position a) allows flow in both direction b) allows flow in only one direction	

h) Fluid Conditioning elements

a) Filter		
b) Cooler	Outside arrows indicates heat flowing out of system	
c) Heater	Inside arrow indicates heat flowing into the system.	
	Heater with liquid heating medium	
	Heater with gaseous heating medium	
d) Separator [removing water from air]	Separator with a manual drain	
	Separator with automatic drain	

Elements	Description	Symbol
Infinite Position valves	Additional parallel lines are added on top & bottom of envelope 4/3 way valve with infinite position control	
Control Mechanism for directional control valves	Manual Control lever (each detent indicates one position)	
	Pedal	
	Plunger	
	Roller	
	Return Spring	
	Spring Centered	
	Electrical solenoid operated	
	Hydraulic Pilot actuated	
	Pneumatically actuated	
	Pilot Operated Directional control valve with spring centering	

i) Pressure Control Valve

Elements	Description	Symbol
a) Directly operated pressure relief valve.	Normally closed (Open on actuation)	
b) Pilot operated pressure relief valve.		
c) Directly operated pressure reducing valve.	Normally open (Closes on actuation) See difference in symbol.	
d) Pilot operated pressure reducing valve.		
e) Pilot operated sequence valve with external signal input	The valve switches & opens flow when set value of pressure is reached.	
f) Pressure switchs		

j) Accessories

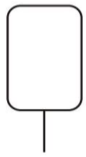
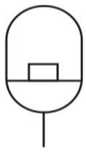
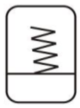
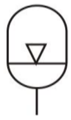
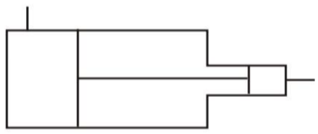
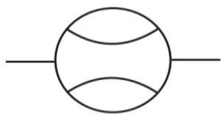
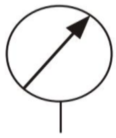
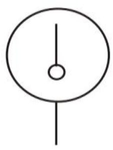
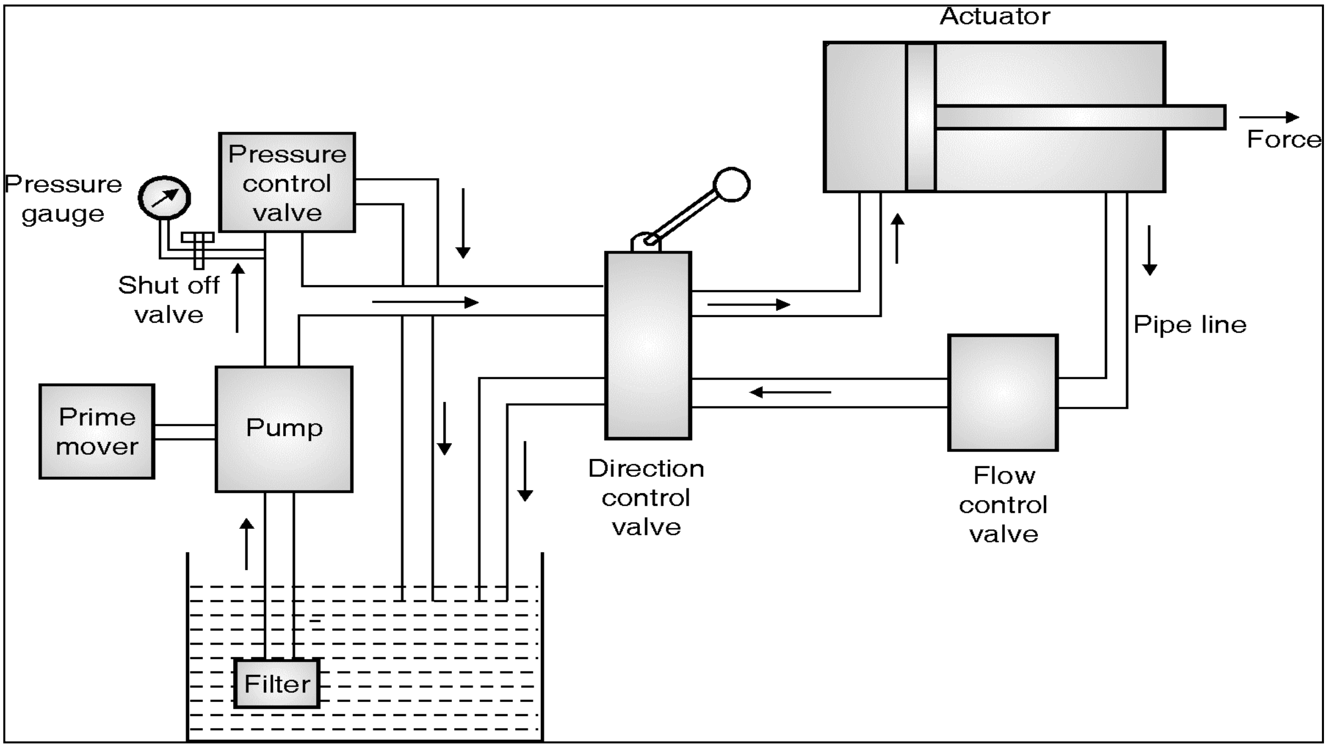
Elements	Description	Symbol
a) Accumulators.		
	Weight loaded	
	Spring loaded	
	Gas charged	
b) Intensifier [Pressure booster]		
c) Flow meter		
d) Pressure gauge		
e) Temperature gauge.		

Figure 4.1 ऑइल हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक चिन्हे (Symbols)



4.2 ऑइल -हायड्रॉलिक सर्किट्स

4.2.1 ऑइल -हायड्रॉलिक सिस्टीमचे सामान्य रचना (Layout)

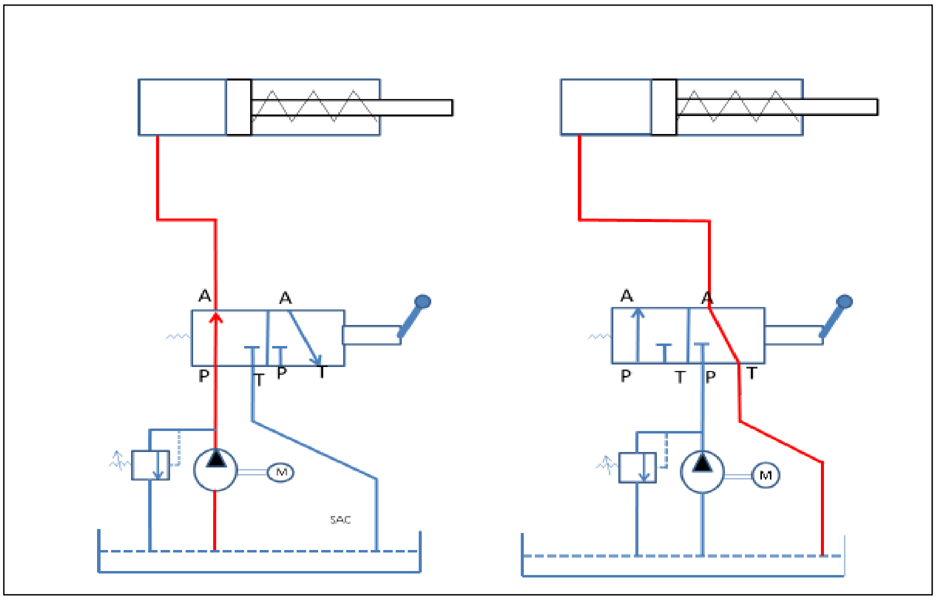
हायड्रॉलिक सिस्टीम ही उर्जा निर्माण करणारी एकत्रित रचना आहे ज्यात उर्जा निर्माण करणाऱ्या स्त्रोतापासून उपयोगाच्या क्षेत्रापर्यंत ऊर्जा प्रसारित करण्यासाठी प्रेशर वाढवलेले ऑइल (दबावयुक्त तेल) वापरतात.हायड्रॉलिक प्रणालीची सिस्टीम सामान्य रचना खालीला Figureमध्ये दर्शविली आहे.

Figure 4.2.1 हायड्रॉलिक सिस्टीम ची सामान्य रचना

हायड्रॉलिक सिस्टम सामान्य संरचना यातील मुख्य घटक आणि त्यांची कार्ये

1. **तेलाची टाकी**: हायड्रॉलिक सिस्टम मध्ये तेल हे माध्यम म्हणून कार्यरत असते. टाकी तेलासाठी जलाशय म्हणून काम करते किंवा तेल साठवून ठेवले जाते. तेल विविध पाइपलाइनमधून जाते आणि ॲक्ट्युएटरमध्ये (Actuator) उपयुक्त काम केल्यानंतर; तेल पुन्हा तेलाच्या टाकीत परत येते. कमी तापमानाच्या प्रदेशात, ऑईल हीटर तेलाच्या टाक्यांशी जोडलेले असतात.
2. **फिल्टर:** अतिसुष्म कचरा (कण) सर्किटमध्ये येण्यापासून रोखण्यासाठी.
3. **मोटर**: पंपाला यांत्रिक शक्ती प्रदान करण्यासाठी
4. **पंप**: हायड्रॉलिक पंप हे कोणत्याही हायड्रॉलिक प्रणालीचे हृदय असते. त्याचे मुख्य कार्य म्हणजे संपूर्ण हायड्रॉलिक प्रणाली सिस्टम द्वारे प्रेशर वाढवलेले ऑइलचा प्रवाह तयार करणे आणि त्यांमुळे शक्ती आणि गती हस्तांतरणास मदत करणे.

5. **प्रेशर रेग्युलेटर**: सर्किट्समध्ये ऑइलचा प्रेशर मर्यादित मूल्यापर्यंत मर्यादित करण्यासाठी, जेव्हा प्रेशर या मर्यादपेक्षा जास्त असेल तेव्हा जास्त प्रेशर असलेले ऑईल टाकीमध्ये



टाकण्यासाठी.

6. **दिशा नियंत्रण व्हॉल्व** (DC Valve): ऍक्ट्युएटरकडे जाणाऱ्या तेलाची दिशा बदलण्यासाठी.

7. **ॲक्ट्युएटर**: तेलाच्या दाब ऊर्जेचे यांत्रिक कार्यामध्ये रूपांतर करणे.

4.2.2 सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडर ऑपरेट करणे

Figure 4.2.2 सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडर ऑपरेट करणे सर्किट

सिंगल- ॲक्टिंग स्प्रिंग रिटर्न हायड्रॉलिक सिलेंडरसाठी पुढे जाणे आणि परत येणे यासाठी नियंत्रण प्रदान करावे लागते. पिस्टन कोणत्याही मधल्या स्थितीत थांबू नये आणि सतत कार्यरत राहावे, अशी कार्याची गरज आहे. या

कार्यासाठी आवश्यक हायड्रॉलिक सर्किट Figure 4.2.2 मध्ये दर्शविली आहे. हे सर्किट रिझर्व्हायर, पंप, प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह, 3/2 डायरेक्शनल कंट्रोल (DC) व्हॉल्व्ह आणि सिंगल-अक्टिंग सिलेंडरने तयार केला आहे. जेव्हा 3/2 DC व्हॉल्व्हला लिव्हर हाताने वापरून डाव्या स्थितीत (लेफ्ट इन्व्हलप फ्लो पाथ कॉन्फिगरेशन) हलवले जाते, तेव्हा तेल पंपामधून सिलेंडरच्या डाव्या बाजूला प्रवाहित होते. या पंप प्रवाहामुळे सिलेंडर विस्तारित (एक्सटेंड) होतो. पूर्ण विस्तार झाल्यानंतर, 3/2 DC व्हॉल्व्हला उजव्या स्थितीत (राईट इन्व्हलप) हलवले जातो. जेव्हा 3/2 DC व्हॉल्व्ह उजव्या स्थितीत हलवले जातो तेव्हा पंपाचा प्रवाह प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्हद्वारे टाकीमध्ये वळवला जातो. आता सिलेंडरमधील स्प्रिंग पिस्टनला मागे ओढते आणि तेल परत टाकीत पाठवते.

4.2.3 डबल- ॲक्टिंग सिलेंडर ऑपरेट करणे

डबल-ॲक्टिंग हायड्रॉलिक सिलेंडरसाठी पुढे आणि मागे परत येण्यासाठी नियंत्रण प्रदान करणे आवश्यक आहे. पिस्टन कोणत्याही मधल्या स्थितीत 'इंचिंग' किंवा 'होल्ड' करता येण्याची सोय असावी. तसेच, पिस्टनच्या पुढे आणि परत येण्याच्या स्ट्रोकदरम्यान वेग समान असावा. या सर्किटचे ऑपरेशन हस्तचालित (मॅनुअली) असते. Figure 4.2.3 मध्ये वरील आवश्यकतांना पूर्तता करणारे हायड्रॉलिक सर्किट दाखविले आहे. या परिपथामध्ये तीन-स्थिती, चार-मार्ग, हस्तचालित मॅनुअली डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह (टँडेम पोझिशन) आणि डबल-ॲक्टिंग सिलेंडर समाविष्ट आहे.जेव्हा 4/2 डायरेक्शनल कंट्रोल (DC) व्हॉल्व्ह हस्तचालित पद्धतीने डाव्या स्थितीत हलवला जातो, तेव्हा पंपामधून तेल सिलेंडरच्या ब्लाइंड एंडकडे प्रवाहित होते. जेव्हा तेल पोर्ट P मधून पोर्ट A द्वारे प्रवाहित होते, तेव्हा सिलेंडर लोडच्या विरुद्ध दिशेने विस्तारित (Extend) होतो. त्याच वेळी, सिलेंडरच्या रॉड साइडमधील तेल 4/2 व्हॉल्व्हमधील पोर्ट B मधून पोर्ट T द्वारे मोकळेपणाने टाकीत परत जाते. एक्स्टेंशन स्ट्रोकच्या शेवटी, 4/2 DC व्हॉल्व्ह हस्तचालित पद्धतीने उजव्या स्थितीत (राईट इन्व्हलप) हलवला जातो.

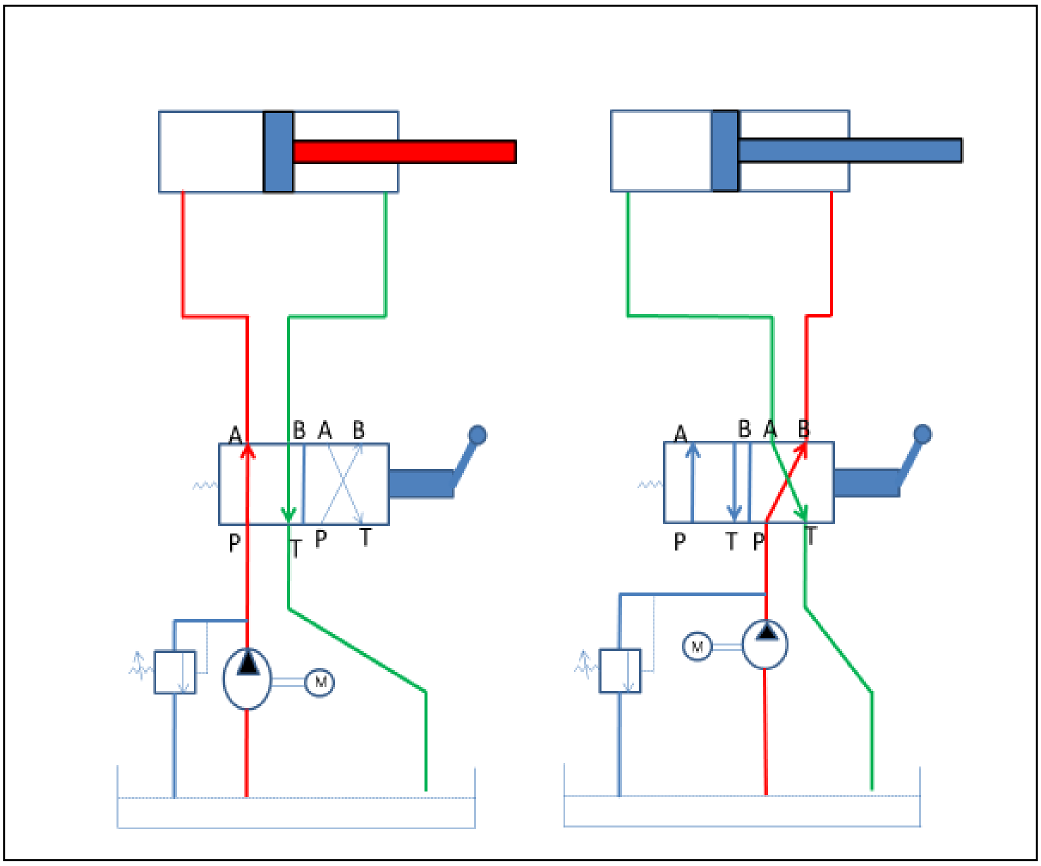


Figure 4.2.3 डबल- ॲक्टिंग सिलेंडर ऑपरेट करणे सर्किट

जेव्हा डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह (DCV) उजव्या स्थितीत हलवला जातो, तेव्हा पंपामधून तेल सिलेंडरच्या रॉड साइडकडे प्रवाहित होते. जेव्हा तेल पोर्ट P मधून पोर्ट B द्वारे प्रवाहित होते, तेव्हा सिलेंडर मागे ओढला (Retract) जातो. त्याच वेळी, ब्लँक एंडमधील तेल पोर्ट A मधून पोर्ट T द्वारे मोकळेपणाने टाकीत परत जाते. जेव्हा 4/3 DC व्हॉल्व्ह केंद्रस्थितीत (Spring-Centered Position in Tandem Design) हलवला जातो, तेव्हा पंपाचा संपूर्ण प्रवाह थेट टाकीत परत जातो, त्यामुळे सिलेंडर हायड्रॉलिकली लॉक स्थितीत राहतो.

4.2.4 एकाच दिशेने हायड्रो-मोटर ऑपरेट करणे

एकाच दिशेने हायड्रोलिक मोटर चालवण्यासाठी वापरला जाणारा हायड्रॉलिक सर्किट प्रामुख्याने पंप, डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह (DCV), प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह, फिल्टर, रिझर्व्हायर आणि मोटर यांचा समावेश असतो. डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह प्रेशर वाढवलेले ऑइलचा प्रवाहाला मोटरमध्ये योग्य दिशेने वाहून नेण्यासाठी वापरला जातो, ज्यामुळे मोटर एका दिशेनेच फिरते. प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह प्रणालीला जास्त प्रेशर पासून संरक्षण देते. या सर्किट चे मुख्य वैशिष्ट्य म्हणजे द्रव प्रवाहाला मोटरमधून परत जाण्यापासून प्रतिबंध करणारी रचना, जी एकमार्गी फिरण्याची खात्री देते.

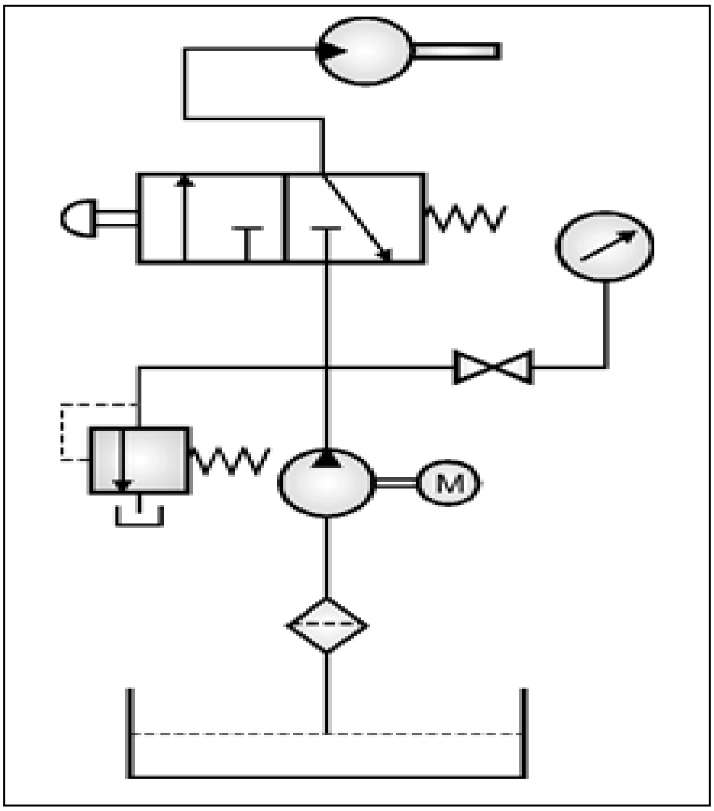


Figure 4.2.4 एकाच दिशेने हायड्रोलिक मोटर ऑपरेट करणे

4.2.5 दोन्ही दिशेने हायड्रो-मोटरची ऑपरेट करणे

द्विमार्गी दोन्ही दिशेने हायड्रोलिक मोटर चालवण्यासाठी वापरला जाणारा हायड्रॉलिक परिपथ पंप, 4/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह (DCV), प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह, फिल्टर, रिझर्व्हायर आणि हायड्रो-मोटर यांचा समावेश असतो. 4/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह मोटरमध्ये दाबयुक्त द्रव प्रवाहित करून, आवश्यकतेनुसार फिरण्याची दिशा (Clockwise किंवा Counterclockwise) ठरवतो. प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह प्रणालीला जास्त दाबापासून संरक्षण देते. जेव्हा DCV एका दिशेने हलवला जातो, तेव्हा तेल मोटरच्या एका पोर्टमध्ये प्रवेश करते आणि दुसऱ्या पोर्टमधून बाहेर पडते, ज्यामुळे मोटर एका विशिष्ट दिशेने फिरते. DCV उलट दिशेने हलवल्यास, द्रव प्रवाहाची दिशा बदलते आणि मोटर विरुद्ध दिशेने फिरते. DCV केंद्रस्थितीत असल्यास, मोटर हायड्रॉलिकली लॉक होते आणि फिरणे थांबते. हा परिपथ मोटरच्या घड्याळाच्या दिशेने आणि घड्याळाच्या उलट दिशेने दोन्ही दिशांमध्ये फिरण्याची सुविधा देतो, ज्यामुळे विविध औद्योगिक अनुप्रयोगांमध्ये वापरण्यास योग्य ठरतो.

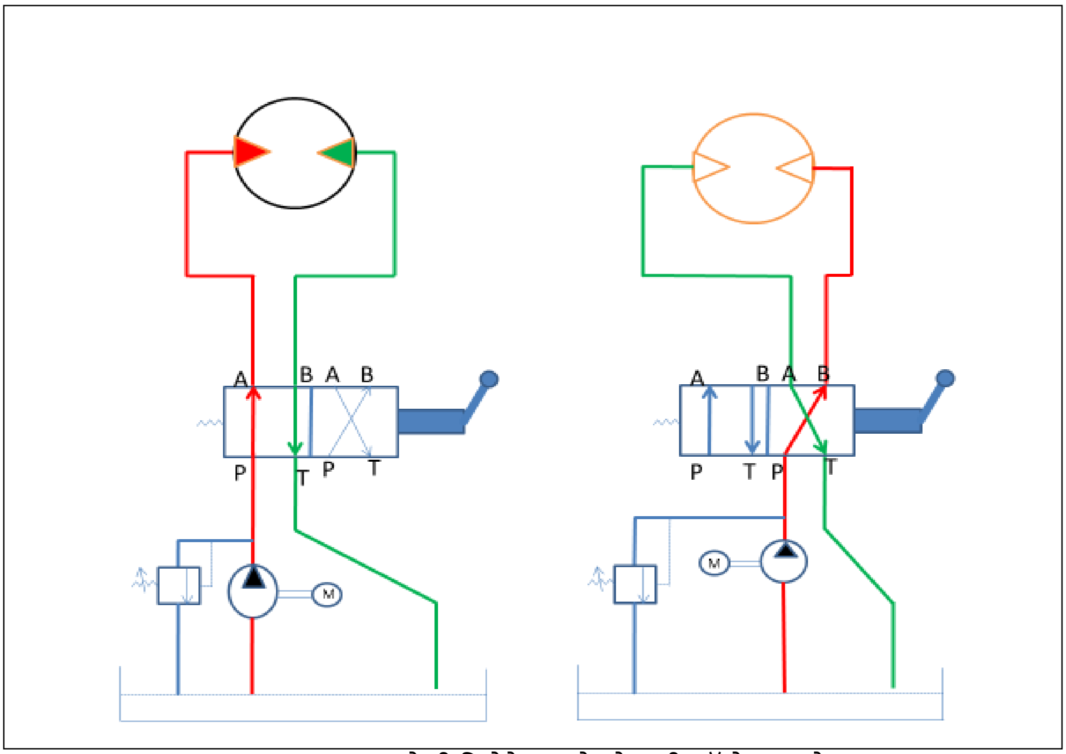


Figure 4.2.5 दोन्ही दिशेने हायड्रो-मोटरची ऑपरेट करणे

गती नियंत्रण सर्किट्स (Speed Control Circuits)

हायड्रॉलिक ऑपरेशन्समध्ये, ॲक्च्युएटरचा वेग नियंत्रित करणे आवश्यक असते, जेणेकरून बल, ऊर्जा, वेळ आणि इतर घटकांचे नियंत्रण राखता येईल. ॲक्च्युएटरचा वेग नियंत्रित करण्यासाठी सिलेंडरमध्ये जाणाऱ्या किंवा बाहेर पडणाऱ्या प्रवाहाचा दर नियंत्रित केला जातो. सिलेंडरमध्ये जाणाऱ्या प्रवाहाचा दर नियंत्रित करून वेग नियंत्रण केल्यास, त्याला "मीटर-इन कंट्रोल" म्हणतात. सिलेंडरमधून बाहेर पडणाऱ्या प्रवाहाचा दर नियंत्रित करून वेग नियंत्रण केल्यास, त्याला "मीटर-आउट कंट्रोल" म्हणतात.

4.2.6 मीटर-इन सर्किट (Meter-In Circuit)

Figure 4.2.6 (a) मध्ये मीटर-इन परिपथ दर्शविला आहे, जो फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हच्या साहाय्याने हायड्रॉलिक सिलेंडरचा वेग नियंत्रित करण्यासाठी वापरला जातो. या परिपथामध्ये हस्तचालित स्प्रिंग-ऑफसेट 4/2 डायरेक्शनल कंट्रोल (DC) व्हॉल्व्ह आणि फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह समाविष्ट आहे. जेव्हा 4/2 DC व्हॉल्व्ह यांत्रिकरित्या डाव्या स्थितीत हलवला जातो, तेव्हा पंपामधून प्रवाहित होणारे तेल फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हद्वारे सिलेंडरच्या ब्लाइंड एंडकडे जाते. हा प्रवाह सिलेंडर विस्तारित (Extend) करतो आणि त्याचा वेग फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हद्वारे नियंत्रित केला जातो.

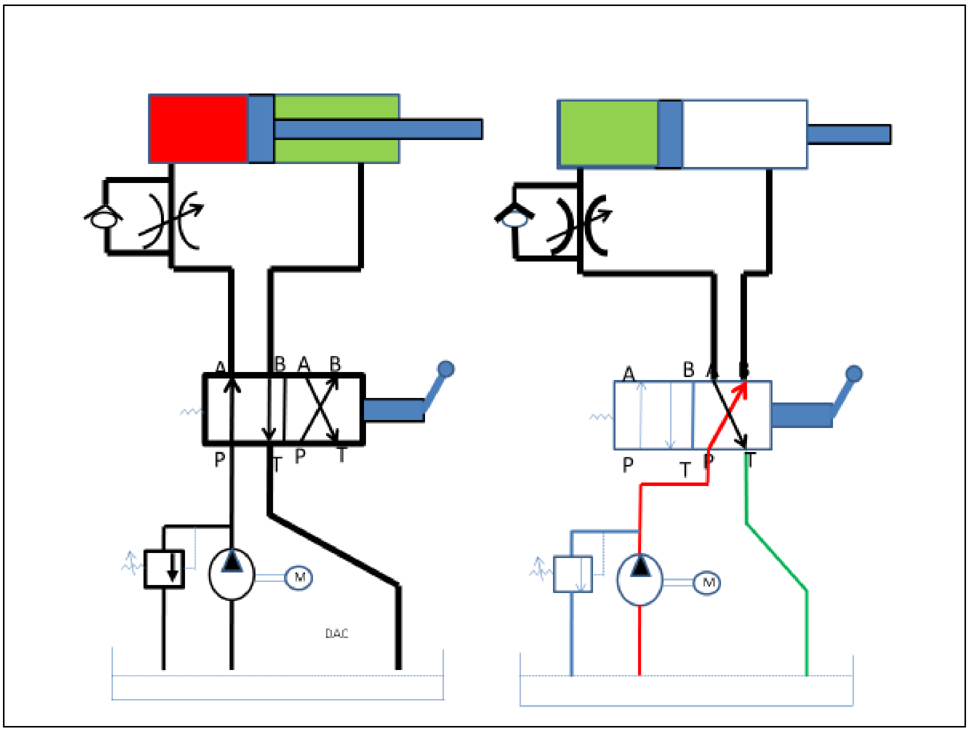


Figure 4.2.6 मीटर-इन सर्किट

येथे लक्षात घेण्यासारखे आहे की सिलेंडरच्या विस्तारणाऱ्या (Extend) वेगाचा अवलंब फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हच्या सेटिंगवर असतो. त्यामुळे, फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हद्वारे द्रव प्रवाहाचे नियमन करून सिलेंडरचा विस्तारणारा वेग वाढवला किंवा कमी केला जाऊ शकतो. जेव्हा 4/2 DC व्हॉल्व्ह उजव्या स्थितीत हलवला जातो, तेव्हा पंपामधून तेल सिलेंडरच्या रॉड एंडमध्ये प्रवाहित होते, ज्यामुळे सिलेंडर मागे ओढला (Retract) जातो. ब्लाइंड एंडमधील तेल चेक व्हॉल्व्ह आणि फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हमधून वाहत जाऊन तेल टाकीत परत जाते

4.2.7 मीटर-आउट सर्किट (Meter-Out Circuit)

Figure 4.2.7 मध्ये विस्तारणाऱ्या स्ट्रोकदरम्यान प्रवाह नियंत्रणासाठी वापरला जाणारा मीटर-आउट परिपथ दर्शविला आहे. जेव्हा सिलेंडर विस्तारित (Extend) होतो, तेव्हा पंपातून सिलेंडरमध्ये जाणाऱ्या प्रवाहावर थेट नियंत्रण ठेवले जात नाही. मात्र, सिलेंडरमधून बाहेर पडणारा प्रवाह फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह (मीटरिंग ऑरिफिस) द्वारे नियंत्रित केला जातो. जेव्हा सिलेंडर मागे ओढला (Retract) जातो, तेव्हा प्रवाह चेक व्हॉल्व्हमधून मुक्तपणे वाहतो आणि नीडल व्हॉल्व्हला वळसा घालतो, त्यामुळे मागे ओढण्याच्या वेगावर नियंत्रण ठेवले जात नाही. परिणामी, सिलेंडरच्या फक्त विस्तारणाऱ्या स्ट्रोकचा वेग नियंत्रित केला जातो.

वरील मीटर-इन आणि मीटर-आउट परिपथ दोन्ही सिलेंडरच्या विस्तारणाऱ्या (Extend) स्ट्रोकचा वेग नियंत्रित करतात, जरी त्यांच्या कार्यपद्धती एकमेकांच्या अगदी विरुद्ध असतात. मीटर-इन परिपथामध्ये, पंपातून सिलेंडरमध्ये जाणारा प्रवाह नियंत्रित केला जातो. मीटर-आउट परिपथामध्ये, सिलेंडरमधून बाहेर जाणारा प्रवाह नियंत्रित केला जातो. जरी दोन्ही परिपथ वेग नियंत्रणासाठी वापरले जातात, तरी मीटर-इन प्रणाली कमी भाराच्या अनुप्रयोगांसाठी योग्य असते, तर मीटर-आउट प्रणाली उच्च दाब आणि जड भार असलेल्या प्रणालींसाठी अधिक प्रभावी असते.

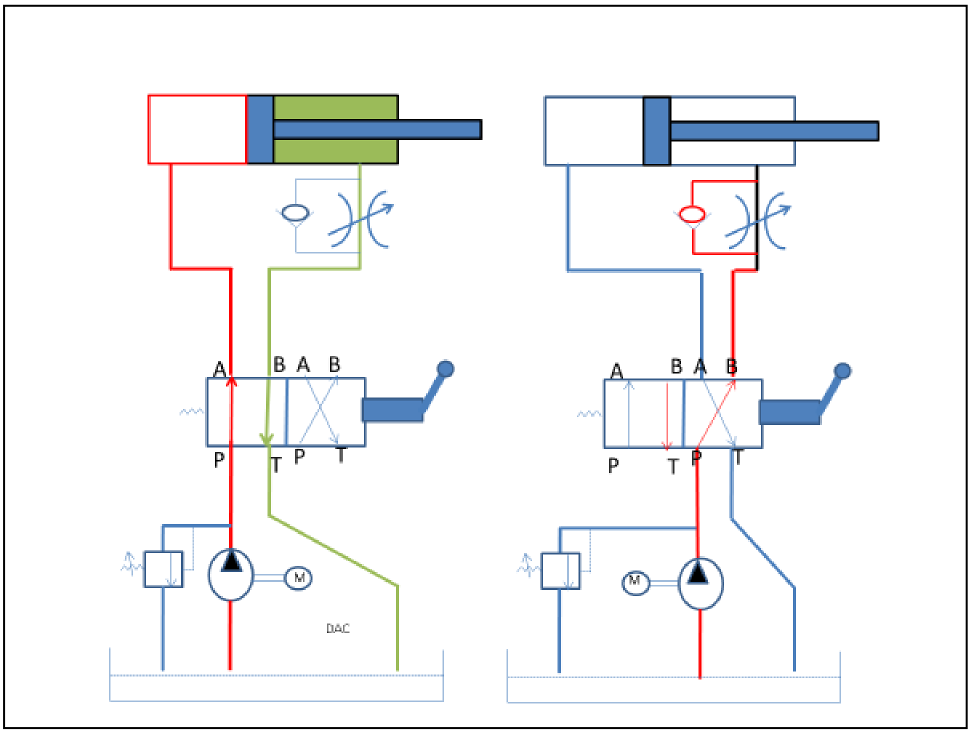


Figure 4.2.7 मीटर-आउट सर्किट

4.2.8 सोप्या ऑपरेशन्ससाठी सिक्वेन्सिंग सर्किट

हायड्रॉलिक सिलेंडर्सना सिक्वेन्सिंग ऑपरेशन्ससाठी, जिथे दोन किंवा अधिक सिलेंडर्सचा समावेश असतो आणि ते सामान्यतः स्प्रिंग-लोडेड असतात, सीक्वेन्स व्हॉल्व्हच्या सहाय्याने चालवले जाऊ शकते. Figure 4.2.8 मध्ये दोन डबल- ॲक्टिंग सिलेंडर्सच्या ऑपरेशन्सचा क्रम नियंत्रित करण्यासाठी दोन सीक्वेन्स व्हॉल्व्ह असलेला परिपथ दर्शविला आहे. या परिपथामध्ये खालील घटकांचा समावेश आहे: हस्तचालित, स्प्रिंग-केंद्रित 4/3 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह, दोन सीक्वेन्स व्हॉल्व्ह, दोन चेक व्हॉल्व्ह, एक प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह. या प्रणालीत, सिलेंडर-1 वर्कपीस क्लॅम्प करण्यासाठी वापरला जातो आणि सिलेंडर-2 पंचिंग ऑपरेशनसाठी. ऑपरेशनचा अनुक्रम असा आहे की प्रथम क्लॅम्पिंग आणि त्यानंतर पंचिंग केली जाते.

जेव्हा 4/3 डायरेक्शनल कंट्रोल (DC) व्हॉल्व्ह हस्तचालितपणे डाव्या स्थितीत (left envelope flow path configuration) हलवला जातो, तेव्हा सिलेंडर-1 पूर्णतः विस्तारित (Extend) होतो आणि वर्कपीस क्लॅम्प होते. सिलेंडर-1चा स्ट्रोक पूर्ण झाल्यानंतर, दाब वाढतो आणि सीक्वेन्स व्हॉल्व्ह-1 उघडतो, ज्यामुळे तेल सिलेंडर-2 मध्ये वाहू लागते. यामुळे सिलेंडर-2 विस्तारित होतो आणि स्पिंडलला सक्रिय करून वर्कपीसवर पंचिंग ऑपरेशन करते. मागे ओढण्याची (Retract) प्रक्रिया: जेव्हा 4/3 DC व्हॉल्व्ह उजव्या स्थितीत हलवला जातो, तेव्हा सिलेंडर-2 मागे ओढला (Retract) जातो. सिलेंडर-2 पूर्णतः मागे आल्यावर, सीक्वेन्स व्हॉल्व्ह-2 उघडतो आणि सिलेंडर-1 मध्ये तेलाचा प्रवाह सुरू होतो. परिणामी, सिलेंडर-1 मागे ओढला जातो आणि वर्कपीस अनक्लॅम्प होते. स्प्रिंग-केंद्रित स्थितीतील कार्यप्रणाली: जेव्हा 4/3 DC व्हॉल्व्ह स्प्रिंग-केंद्रित स्थितीत हलवला जातो, तेव्हा संपूर्ण तेल प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्हमधून टाकीत परत जाते. परिणामी, दोन्ही सिलेंडर्स हायड्रॉलिक लॉक स्थितीत येतात आणि कोणतीही हालचाल होत नाही.

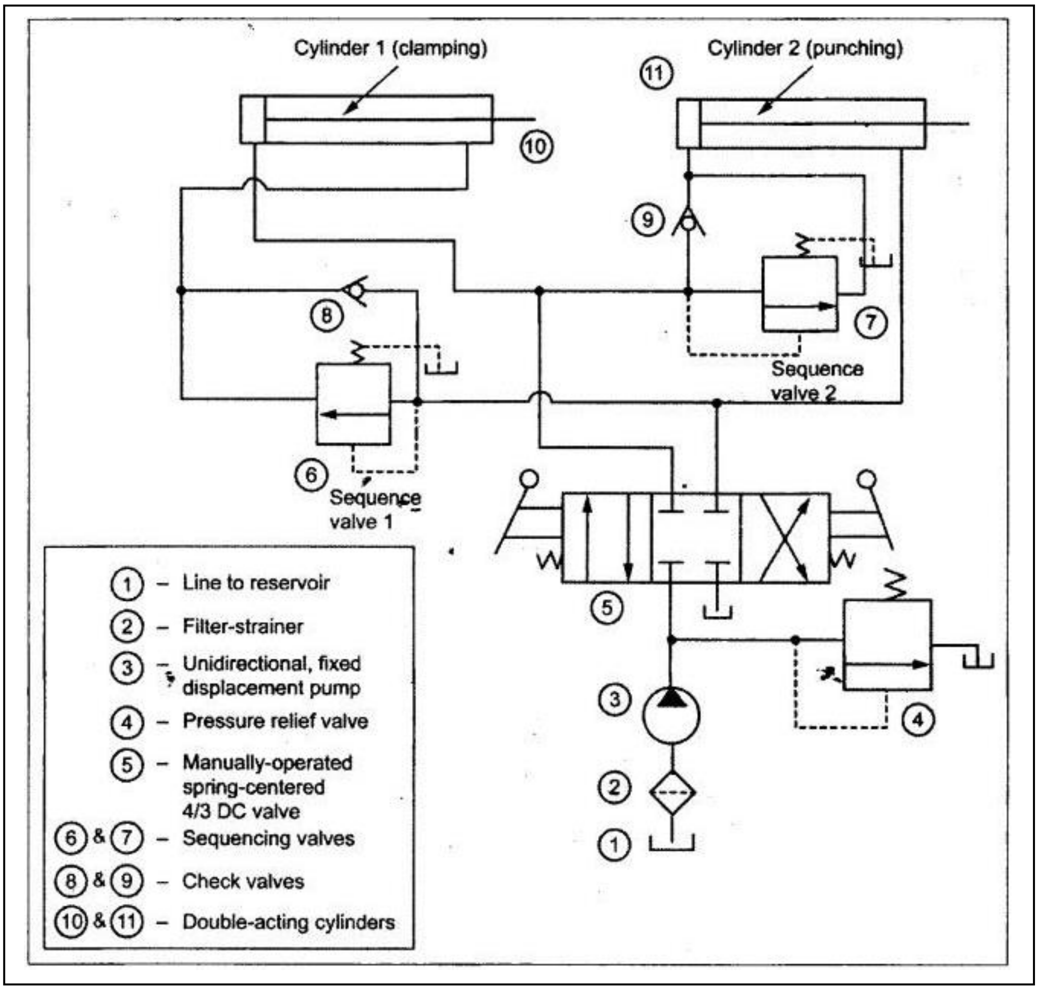


Figure 4.2.8 सिक्वेन्सिंग सर्किट

4.3 न्यूमॅटिक सर्किट्स

4.3.1 न्यूमॅटिक प्रणालीचे सामान्य मांडणी (रचना)

न्यूमॅटिक नियंत्रण प्रणाली न्यूमॅटिक सर्किट्सच्या स्वरूपात डिझाइन केल्या जाऊ शकतात. न्यूमॅटिक सर्किट विविध न्यूमॅटिक घटकांद्वारे तयार केले जाते, जसे की सिलेंडर, दिशात्मक नियंत्रण व्हॉल्व(DCV) , प्रवाह नियंत्रण व्हॉल्व (FCV), प्रेशर रेग्युलेटर (नियंत्रक), सिग्नल नियंत्रण घटक जसे शटल व्हॉल्व, दोन दाब (ट्वीन प्रेशर) व्हॉल्व इ. न्यूमॅटिक सर्किटमध्ये खालील कार्य असतात

- प्रवेश नियंत्रित करण्यासाठी आणि सिलेंडर्समधील दाबलेली हवा बाहेर टाकण्यासाठी
- एका व्हॉल्व्हचा वापर करून दुसरा व्हॉल्व्ह नियंत्रित करण्यासाठी
- ऍक्ट्युएटर किंवा इतर कोणतेही न्यूमॅटिक उपकरण नियंत्रित करण्यासाठी

Figure 4.3.1 मध्ये न्यूमॅटिक प्रणालीची सामान्य रचना दर्शविली आहे. न्यूमॅटिक प्रणालीच्या मूलभूत घटकांची माहिती पुढीलप्रमाणे आहे:

1. **प्राइम मूव्हर:** प्राइम मूव्हर म्हणजे न्यूमॅटिक प्रणालीसाठी आवश्यक असलेल्या संपीडित (compressed) हवेच्या निर्मितीसाठी वापरण्यात येणारे यंत्र.

2. **कॉम्प्रेसर:** वातावरणातील हवेचा दाब वाढवून संपीडित हवा तयार करण्यासाठी कॉम्प्रेसर वापरला जातो.

3. **एअर रिसीव्हर**: प्रणालीतील संपीडित हवा साठवण्यासाठी वापरण्यात येणारा टाकी.
4. **एअर ड्रायर:** हवेतील आर्द्रता कमी करण्यासाठी एअर ड्रायर वापरला जातो.
5. **FRL युनिट:** FRL म्हणजे फिल्टर, रेग्युलेटर & ल्युब्रिकेटर जे हवेतील अशुद्धता काढून टाकतो, हवेचा प्रवाह नियंत्रित करतो, आणि हवेला लुब्रीकॅते करतो.
6. **डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह:** ॲक्ट्युएटरच्या दिशेचा प्रवाह नियंत्रित करणारा घटक.
7. **ॲक्ट्युएटर:** दाबलेली हवेच्या ऊर्जेला यांत्रिक शक्ती किंवा टॉर्कमध्ये रूपांतरित करणारा घटक. सिलेंडर किंवा मोटरच्या स्वरूपात असतो.

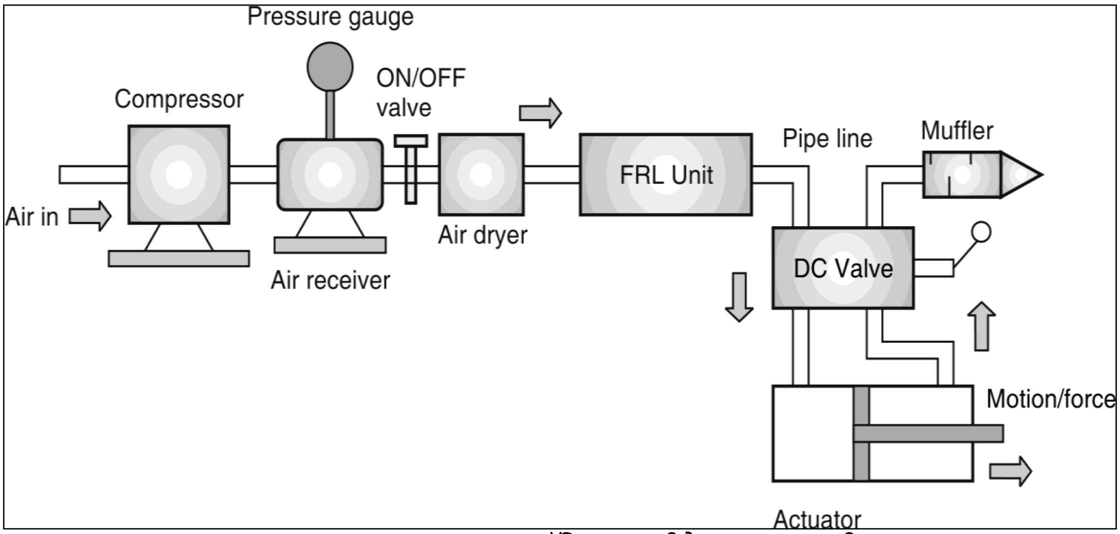


Figure 4.3.1 न्यूमॅटिक प्रणालीचे सामान्य मांडणी

4.3.2 सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडर ऑपरेट करणे

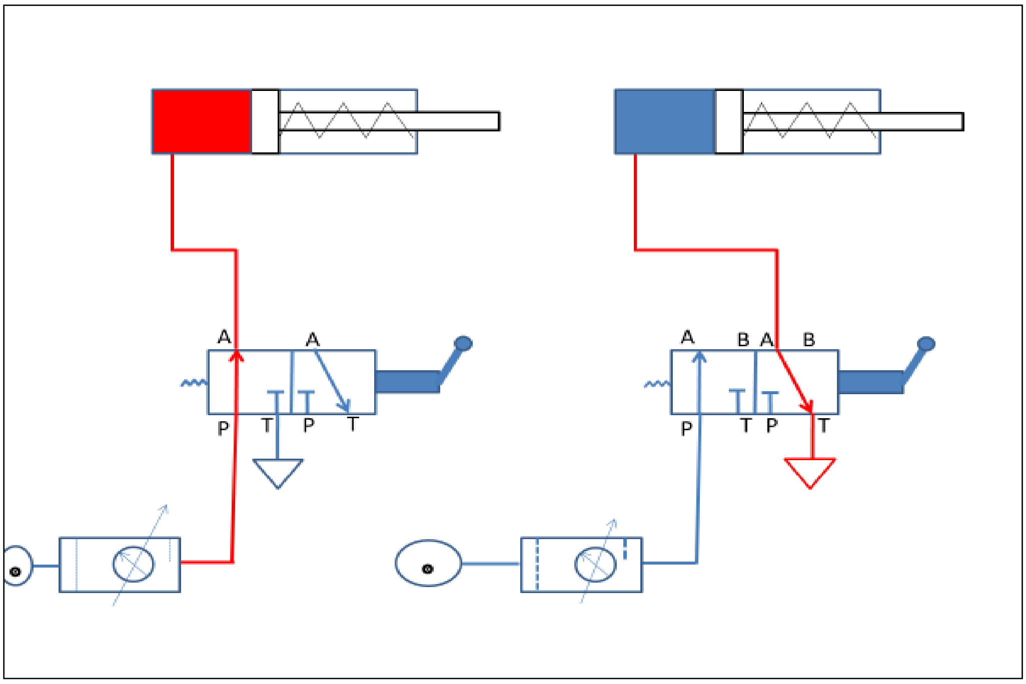


Figure 4.3.2 सिंगल-ॲक्टिंग सिलेंडर सर्किट

Figure 4.3.2 या सर्किटमध्ये 3/2 डीसी वाल्वद्वारे नियंत्रित केलेल्या सिंगल-ॲक्टिंग एअर सिलेंडरचे एक साधे न्यूमॅटिक सर्किट दाखवते. या सर्किटमध्ये एक एफआरएल युनिट, पुश-बटण चालवलेला स्प्रिंग- रिटर्न 3/2 डीसी व्हॉल्व्ह आणि सिंगल-ॲक्टिंग न्यूमॅटिक सिलेंडर आहे. पुश-बटण दाबल्यावर, 3/2 डीसी व्हॉल्व्ह तळाच्या बॉक्स मधील प्रवाह मार्ग कॉन्फिगरेशनवर हलविला जातो. तर, दाबलेली हवा सिलेंडरच्या डाव्या मोकळ्या टोकामध्ये वाहते आणि म्हणून सिलेंडरचा विस्तार होतो. जेव्हा पुश-बटण सोडले जाते, तेव्हा 3/2 डीसी व्हॉल्व्ह वरच्या बॉक्स मधील प्रवाह मार्ग कॉन्फिगरेशनमध्ये हलविला जातो. आता सिलेंडरच्या रॉडच्या टोकाला असलेला स्प्रिंग वातावरणातील हवा बाहेर टाकण्यासाठी पिस्टन मागे घेतो.या सर्किटमध्ये, सिलेंडरचा पुढे आणि मागे घेण्याचा वेग नियंत्रित करण्यासाठी समायोज्य प्रवाह नियंत्रण वाल्व V1 आणि V2 वापरले जातात. सर्किटमध्ये हे लक्षात घेतले जाऊ शकते की एक्झॉस्ट पोर्टपासून पुढे जाणारी शॉर्ट-डॅश रेषा थेट वातावरणात सोडलेली हवा दर्शवते

4.3.3 डबल-ॲक्टिंग सिलेंडर ऑपरेट करणे

Figure 4.3.3 एक सर्किट दाखवते ज्याचा वापर डबल-ॲक्टिंग एअर सिलेंडर नियंत्रित करण्यासाठी केला जाऊ शकतो. या सर्किटमध्ये पुश-बटण चालवलेला 4/2 डीसी व्हॉल्व्ह आणि डबल-ॲक्टिंग एअर सिलेंडर आहे. जेव्हा पुश-बटण सक्रिय होते (म्हणजे दाबले जाते), तेव्हा 4/2 DC झडप (valve) तळाशी लिफाफा प्रवाह मार्ग कॉन्फिगरेशनमध्ये हलवले जाते. तर, संकुचित हवा सिलेंडरच्या डाव्या मोकळ्या टोकामध्ये वाहते आणि म्हणून सिलेंडर पुढे होतो. त्याच वेळी, सिलेंडरच्या रॉडच्या टोकावरील हवा थेट वातावरणात सोडली जाते. जेव्हा पुश-बटण बंद केले जाते (म्हणजे, सोडले जाते), 4/2 डीसी वाल्व स्प्रिंग-ऑफसेट मोडमध्ये हलवले जाते. आता दाबलेली हवा डाव्या मोकळ्या सिलेंडरच्या रॉडच्या टोकामध्ये वाहते आणि म्हणून सिलेंडर मागे घेतो. त्याच वेळी, सिलेंडरच्या टोकावरील हवा थेट वातावरणात सोडली जाते.

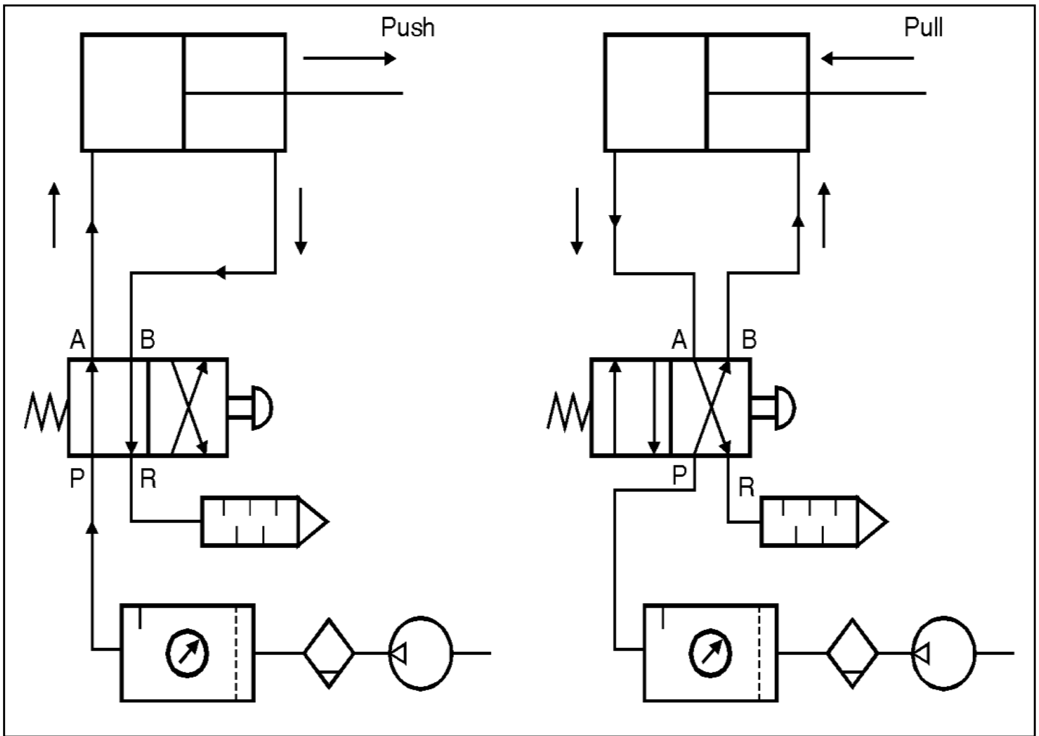


Figure 4.3.3 डबल-ॲक्टिंग सिलेंडर सर्किट

4.3.4 युनिडायरेक्शनल (एकाच दिशेने) एअर मोटर ऑपरेट करणे

युनिडायरेक्शनल एअर मोटरच्या कार्यान्वित करण्यासाठी न्यूमॅटिक सर्किट मोटरला एकाच दिशेने चालविण्यासाठी कॉम्प्रेस्ड हवा वापरते. Figure 4.3.4 युनिडायरेक्शनल एअर मोटर नियंत्रित करण्यासाठी सर्किटचे वर्णन करते.

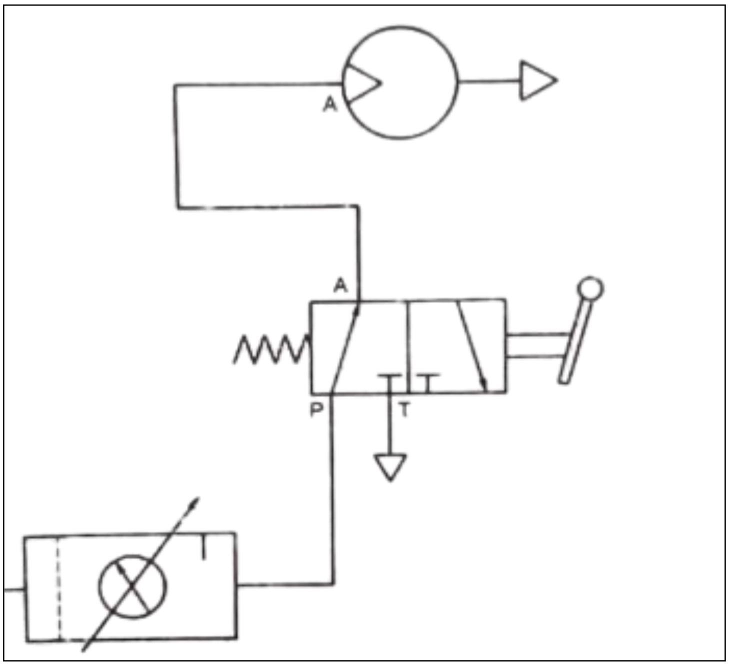


Figure 4.3.4 युनिडायरेक्शनल एअर मोटर ऑपरेट करणे सर्किट

एअर कॉम्प्रेसर दाबलेली हवा हवेच्या जलाशयात वितरीत करतो. प्रेशर रेग्युलेटर स्थिर हवा पुरवठा राखतो. जेव्हा पुश-बटण चालवलेला 3/2 DC वाल्व्ह त्याच्या डाव्या मोडमध्ये हलविला जातो, तेव्हा हवा-चालित 3/2 DC वाल्व त्याच्या डाव्या बॉक्स प्रवाह मार्ग कॉन्फिगरेशनमध्ये कार्यान्वित होतो. आता हवा एअर मोटरच्या इनलेट पोर्टवर वाहते आणि म्हणून मोटर फिरते.

पुश-बटण चालवलेला 3/2 डीसी व्हॉल्व्ह त्याच्या उजव्या मोडवर हलवला जातो तेव्हा वाल्वमधील हवा संपते आणि त्यामुळे मोटार फिरणे बंद होते. 3/2 किंवा 5/2 DCV हवेला एअर मोटरकडे निर्देशित करते, ज्यामुळे ते एका दिशेने फिरते. फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह मोटरचा वेग नियंत्रित करून एअरफ्लो समायोजित करतो. आवाज कमी करण्यासाठी मफलरद्वारे एक्झॉस्ट हवा सोडली जाते.

4.3.5 बायडायरेक्शनल (दोन्ही दिशेत) एअर मोटर ऑपरेट करणे

बायडायरेक्शनल एअर मोटरच्या ॲक्ट्युएशनसाठी न्यूमॅटिक सर्किट मोटारला हवेचा प्रवाह नियंत्रित करून घड्याळाच्या दिशेने आणि घड्याळाच्या उलट दिशेने फिरण्यास सक्षम करते. खालील Figure 4.3.5 मध्ये सर्किटचे वर्णन आहे.

एअर कॉम्प्रेसर हवेच्या रिसिव्हर टॅंकला दाबलेली हवा पुरवतो. प्रेशर रेग्युलेटर स्थिर हवा पुरवठा सुनिश्चित करतो. 4/2 DCV हवेला द्विदिशात्मक एअर मोटरच्या दोन्ही पोर्टवर निर्देशित करते, ज्यामुळे ते इच्छित दिशेने फिरते. फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह दोन्ही दिशांना गती नियंत्रित करतात. आवाज कमी करण्यासाठी मफलरद्वारे एक्झॉस्ट हवा सोडली जाते. DCV ची तटस्थ स्थिती वायुप्रवाह अवरोधित करते, मोटर थांबवते.

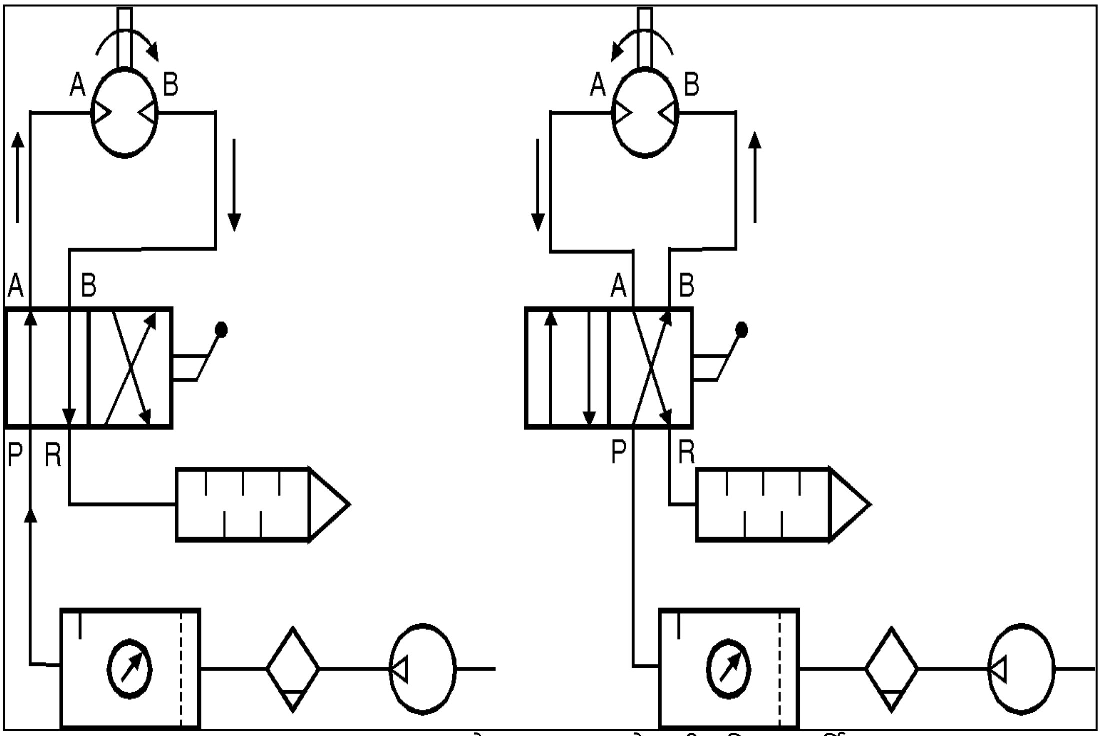


Figure 4.3.5 बायडायरेक्शनल एअर मोटरची सक्रियता सर्किट

4.3.6 डबल ॲक्टिंग सिलेंडरचे गती नियंत्रण

न्यूमॅटिक सिलिंडरचे वेग नियंत्रण प्रवाह दर पुरवठा किंवा एक्झॉस्ट एअरचे नियमन करून सोयीस्करपणे साध्य करता येते. फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह वापरून हवेचा व्हॉल्यूम फ्लो रेट नियंत्रित केला जाऊ शकतो जो एकतर टू-वे फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह किंवा वन वे फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह असू शकतो. बऱ्याच न्यूमॅटिक ॲप्लिकेशन्समध्ये, वेगवेगळ्या वेगांसह भिन्न घटक ऑपरेट करणे आवश्यक आहे. म्हणून, न्यूमॅटिक सिलिंडरचे वेग नियंत्रण आवश्यक आहे.

न्यूमॅटिक डबल ॲक्टिंग सिलेंडरच्या गती नियंत्रणासाठी मीटर-इन सर्किट

Figure 4.3.6 हे मीटर-इन सर्किटचे वर्णन करते जे फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह वापरून एअर सिलेंडरचा वेग नियंत्रित करण्यासाठी वापरला जाऊ शकतो. जेव्हा 4/2 DC वाल्व त्याच्या डाव्या मोडमध्ये हलविला जातो, तेव्हा हवा प्रवाह नियंत्रण वाल्वद्वारे सिलेंडरच्या मोकळ्या टोकाकडे वाहते. हा हवेचा प्रवाह सिलेंडरचा विस्तार करतो. येथे सिलेंडरची विस्तारित गती प्रवाह नियंत्रण वाल्वच्या सेटिंगवर अवलंबून असते.

अशा प्रकारे, प्रवाह नियंत्रण वाल्वमधील हवेच्या प्रवाहाचे नियमन करून विस्तारित गती नियंत्रित केली जाऊ शकते. जेव्हा 4/2 DC व्हॉल्व्ह त्याच्या उजव्या मोडमध्ये हलविला जातो, तेव्हा हवा सिलेंडरच्या रॉडच्या टोकाकडे वाहते आणि म्हणून सिलेंडर मागे घेतो. सिलेंडरच्या आंधळ्या टोकाची हवा चेक व्हॉल्व्ह तसेच फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हद्वारे वातावरणात सोडली जाते.

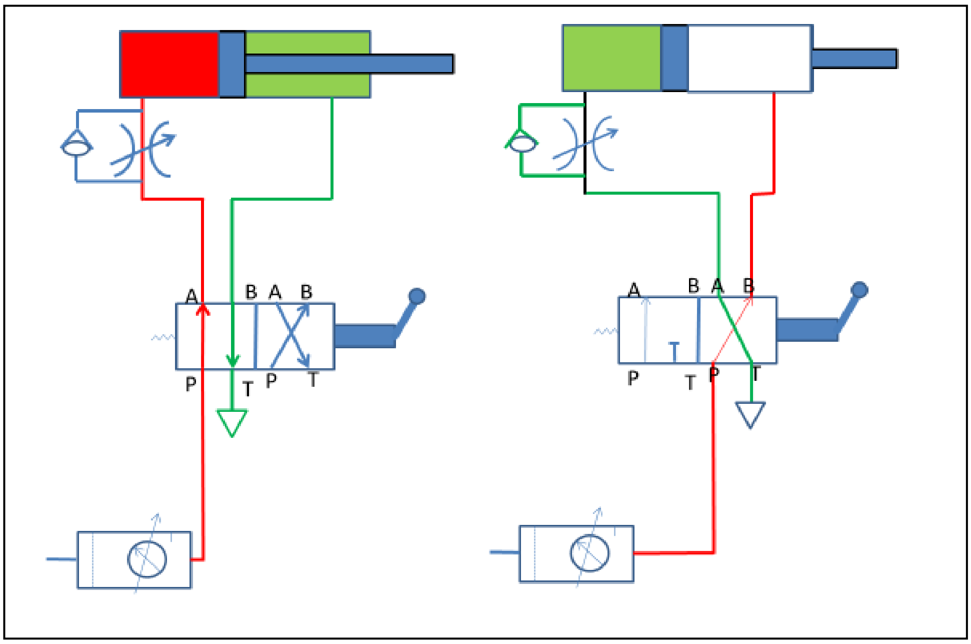


Figure 4.3.6 मीटर-इन सर्किट

न्यूमॅटिक डबल ॲक्टिंग सिलेंडरच्या गती नियंत्रणासाठी मीटर-आउट सर्किट

Figure 4.3.7 एअर सिलेंडरचा वेग नियंत्रित करण्यासाठी मीटर-आउट सर्किटचे वर्णन करते. मीटर-आउट सर्किटचे ऑपरेशन मीटर-इन सर्किटसारखेच असते. फरक एवढाच आहे की मीटर-आउट फ्लो कंट्रोल सिस्टीम सिलेंडरमधून हवेचा प्रवाह दर नियंत्रित करते. दुसऱ्या शब्दांत, मीटर-आउट सर्किट एअर सिलेंडरच्या मागे घेण्याची गती नियंत्रित करते.

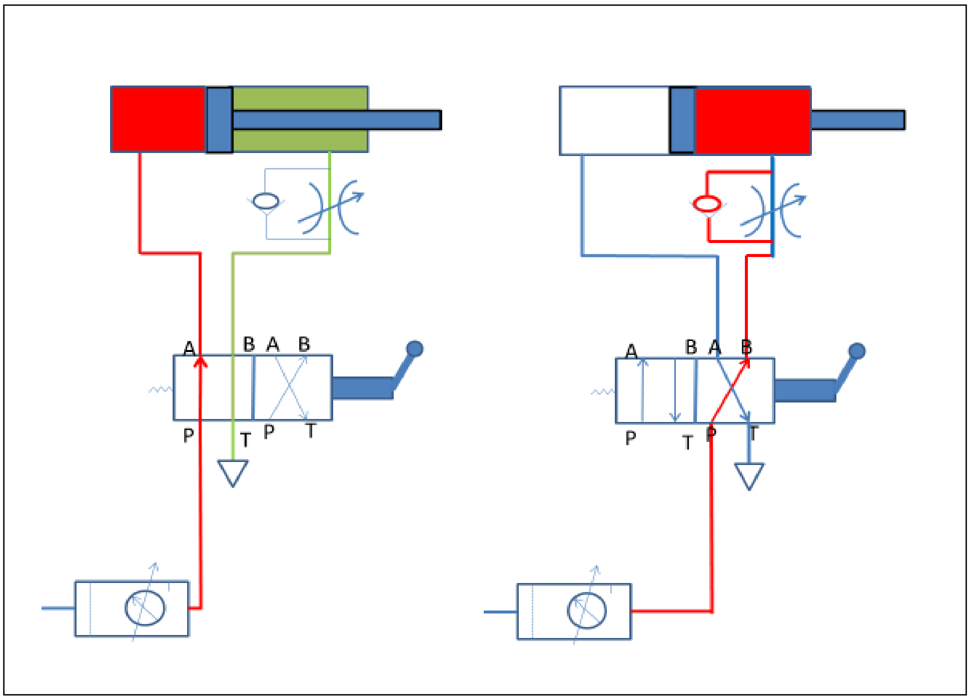


Figure 4.3.7 मीटर-आउट सर्किट

दोन प्रवाह नियंत्रण वाल्वसह डबल-ॲक्टिंग न्यूमॅटिक सिलेंडरचे वेग नियंत्रण

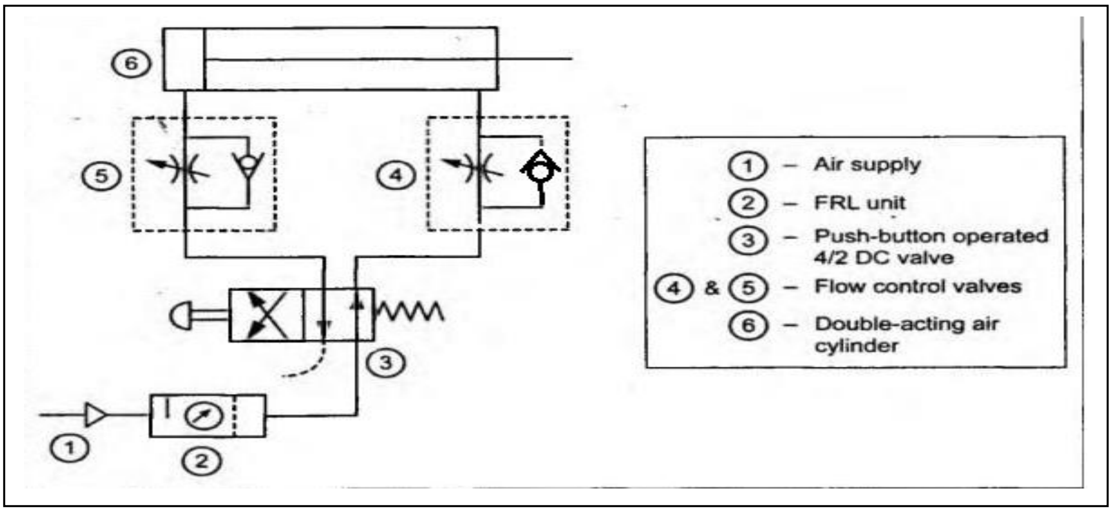


Figure 4.3.8 दोन प्रवाह नियंत्रण वाल्वसह डबल-ॲक्टिंग न्यूमॅटिक सिलेंडरचे वेग नियंत्रण

Figure 4.3.8 दोन प्रवाह नियंत्रण वाल्व वापरून डबल-ॲक्टिंग एअर सिलेंडर्सचे स्पीड कंट्रोल सर्किट स्पष्ट करते. या सर्किटमध्ये, दोन फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह-एक इनलेट लाइनवर आणि दुसरा वायवीय सिलेंडरच्या आउटलेट लाइनवर-सिलेंडरच्या विस्तारित आणि मागे घेण्याच्या गतीचे नियमन करण्यासाठी वापरले जातात.

4.3.9 द्वि-दिशात्मक एअर मोटरचे वेग नियंत्रण

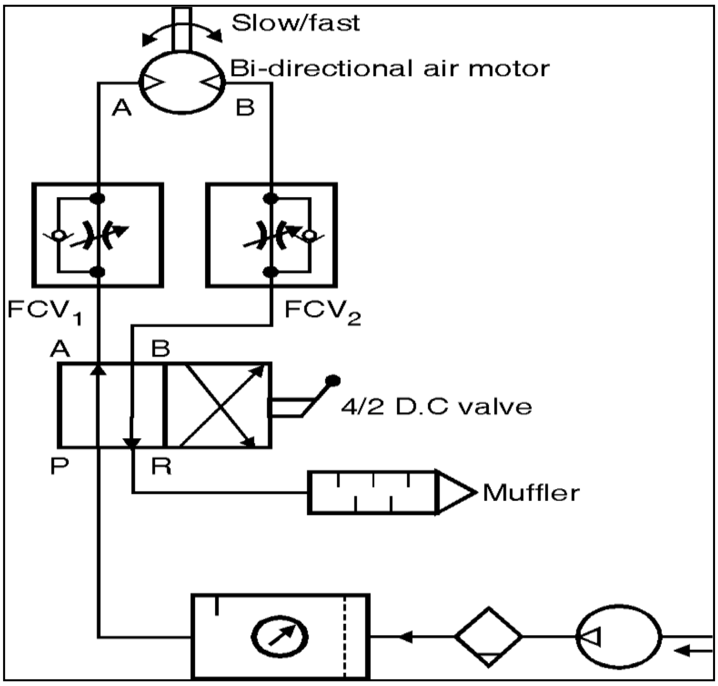


Figure 4.3.9 द्वि-दिशात्मक एअर मोटरचे वेग नियंत्रण

द्विदिशात्मक एअर मोटर घड्याळाच्या दिशेने तसेच घड्याळाच्या विरुद्ध दिशेने फिरते. Figure 4.3.9 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे द्विदिश मोटरचा वेग नियंत्रित केला जातो. बिल्ट-इन चेक व्हॉल्व्ह आणि 4/2 डीसी व्हॉल्व्ह

आणि लीव्हर L1 आणि L2 सह झिरो पोझिशन किंवा सेंट्रल होल्ड पोझिशन असलेले व्हेरिएबल दोन फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह वापरून मोटरचे स्पीड कंट्रोल

लीव्हर L1 ऑपरेट केल्यावर, पोर्ट P एअर मोटरच्या पोर्ट A शी जोडला जाईल आणि मोटर घड्याळाच्या दिशेने फिरू लागेल. व्हेरिएबल फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह F1 वापरून त्याची गती नियंत्रित केली जाऊ शकते. मोटारचे पोर्ट बी एक्झॉस्ट E शी जोडले जाईल आणि मोटारमधील हवा डीसी व्हॉल्व्हद्वारे पोर्ट R मधून बाहेर पडेल. लीव्हर L2 ऑपरेट केल्यावर, दाब पोर्ट P मोटरच्या B पोर्टशी जोडला जाईल आणि नैसर्गिकरित्या मोटर घड्याळाच्या उलट दिशेने फिरू लागेल. पोर्ट ए पोर्टशी जोडला जाईल आणि मोटारमधील हवा पोर्ट ई द्वारे डीसी व्हॉल्व्हद्वारे संपुष्टात येईल.

4.3.8 साध्या ऑपरेशन्ससाठी सीक्वेन्सिंग सर्किट

सीक्वेन्सिंग सर्किट्सचा वापर मोठ्या प्रमाणावर उत्पादन उद्योगांमध्ये केला जातो जेव्हा दोन किंवा दोन पेक्षा जास्त ऑपरेशन्स क्रमाने करायच्या असतात. आउटपुट मिळविण्यासाठी आम्ही पूर्वनिर्धारित अनुक्रमात दुहेरी अभिनय ॲक्ट्युएटर वापरतो.

प्रेशर डिपेंडेंट आणि पोझिशन डिपेंडंट अशा दोन पद्धतींनी सीक्वेन्सिंग तयार केला जातो. स्थिती-आधारित सीक्वेन्सिंग, ॲक्ट्युएटर (सिलेंडर) शी जोडलेले कॅम दुसरे ॲक्ट्युएटर हलविण्यासाठी वाल्व चालवतात. ही पद्धत सामान्यतः न्यूमॅटिक्समध्ये वापरली जाते. खालील Figure 4.3.10 मध्ये दर्शविल्याप्रमाणे दोन दुहेरी अभिनय सिलिंडरचा एक साधा स्थिती अवलंबून अनुक्रम. जेव्हा ऑपरेटर स्टार्ट बटण दाबतो तेव्हा सिलेंडर एक वाढविला जातो. जेव्हा ते इच्छित स्थितीत पोहोचते, तेव्हा 2/2 DC वाल्व सक्रिय होते जे दुसऱ्या सिलेंडरच्या 4/2 DC वाल्वला आवेग प्रदान करते जे विस्तारित देखील होते. अशा प्रकारे, स्थिती-आधारित सीक्वेन्सिंग साध्य केले जाते.

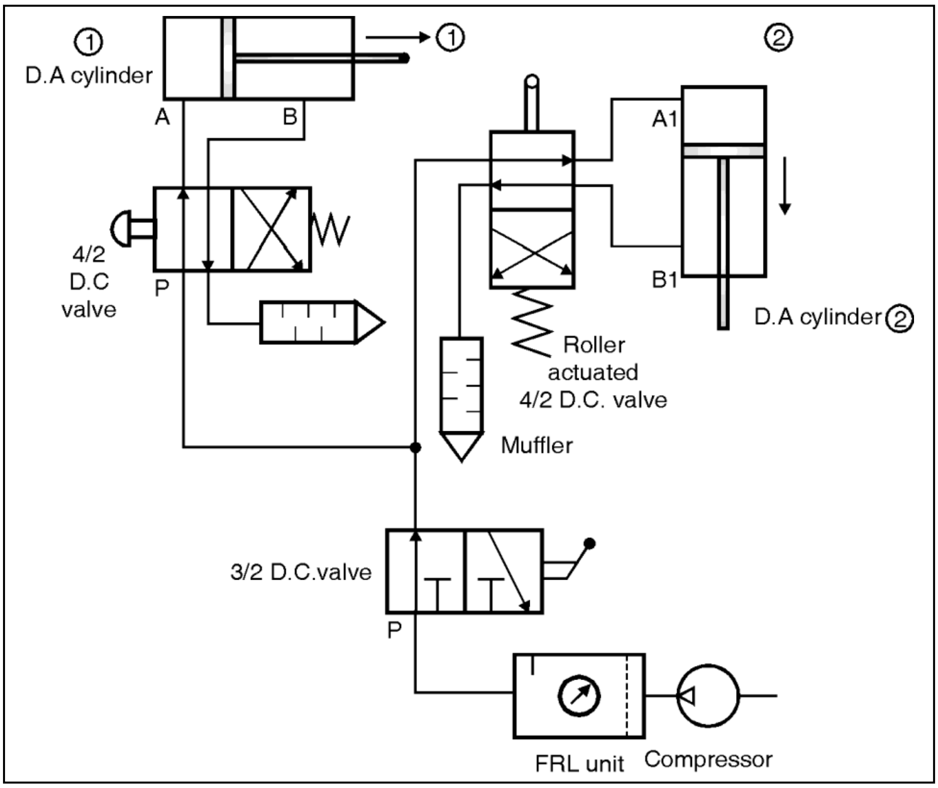


Figure 4.3.10 स्थिती-आधारित ऑपरेशन्ससाठी सीक्वेन्सिंग सर्किट

4.4. हायड्रॉलिक/न्यूमॅटिक्स सिस्टम्समधील धोके आणि सुरक्षितता

धोके:

हायड्रोलिक उपकरणे आणि प्रणाली अधिक यांत्रिक शक्ती निर्माण करण्यासाठी मर्यादित द्रव दाब वापरून कार्य करण्यासाठी डिझाइन केलेले आहेत. ऑपरेटर/देखभाल कर्मचाऱ्यांना उच्च दाबाचे द्रव आणि मोठ्या यांत्रिक शक्तींचा सामना करावा लागतो. हायड्रोलिक प्रणाली उच्च दाबाखाली द्रव साठवतात. कामगारांना खालील धोक्यांचा सामना करावा लागतो:

1. गरम, उच्च-दाब द्रवपदार्थांपासून जळते
2. त्वचेमध्ये द्रवपदार्थांचे इंजेक्शन
3. आगीचे धोके
4. स्कॅल्डिंग हायड्रॉलिक लाइन्समधून जखम, कट किंवा ओरखडे
5. उपकरणांच्या अनपेक्षित हालचालीमुळे लोकांना दुखापत.
6. उपकरणे आणि त्याचे भाग देखभाल दरम्यान,
7. अवशिष्ट दाबलेले तेल अचानक सोडल्यामुळे दुखापत.
8. तेलकट मजल्यावरील भागांमुळे घसरणे.

सुरक्षितता:

1. कोणतेही हायड्रॉलिक काम सुरू करण्यापूर्वी सूचनांचे पालन केले पाहिजे.
2. काम सुरू करण्यापूर्वी सिस्टमला डिप्रेसर करा. आवश्यक असल्यास, शट-ऑफ/स्थानिक जागी लांब ठिकाणी ठेवला जाऊ शकतो.
3. पूर्णपणे प्रशिक्षित होईपर्यंत कधीही हायड्रॉलिक/न्यूमॅटिक सिस्टमवर काम सुरू करू नका.
4. जोखीम मूल्यमापन न वापरता कधीही हायड्रॉलिक/न्यूमॅटिक प्रणालीवर काम सुरू करू नका.
5. काम सुरू करण्यापूर्वी उपकरणावरील मॅन्युअलचे काळजीपूर्वक पुनरावलोकन करा. तुम्हाला पूर्णपणे समजत नसलेल्या कोणत्याही गोष्टीबद्दल प्रश्न विचारा.
6. सर्व आवश्यक सुरक्षा उपकरणे जसे की हातमोजे, मास्क इ. वापरा.
7. पूर्ण माहिती असल्याशिवाय भाग दुरुस्त करण्याचा कधीही प्रयत्न करू नका.
8. प्रत्येक हायड्रॉलिक प्रणालीमध्ये डी-एनर्जिझिंग आणि लोड लॉकिंगसाठी एक दस्तऐवजीकरण प्रक्रिया असणे आवश्यक आहे. हे सर्व देखभाल कर्मचाऱ्यांना माहित असले पाहिजे.
9. प्रत्येक सर्किटमध्ये दबाव कमी करण्याच्या प्रक्रियेचे दस्तऐवजीकरण करा आणि सराव करा.
10. दुरुस्तीनंतर सिस्टमची चाचणी करताना युनिटजवळ कधीही उभे राहू नका. कोणताही घटक, पाईप, नळी, फिटिंग खराब होऊ शकते.

Exercise

TLO 4.1 Draw symbols of various components used in hydraulic and pneumatics

1. Draw pneumatic symbols for **(R)**
   (i) Compressor (ii) Pressure relief valve (iii) 4/2-way direction control valve
   (iv) Single acting cylinder (v) Flow control valve (vi) Pressure reducing valve
2. Identify the valve activation types From Figure No. 1 (any four). **(U)**

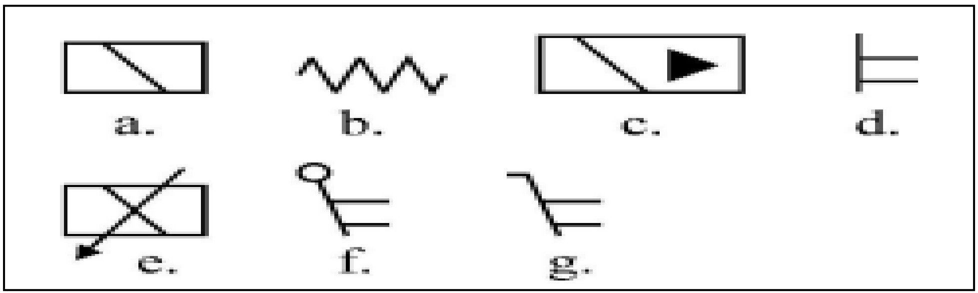


Fig No. 1

3. From Figure No. 2 answer the following question:
   (i) Identify the component and state its function.
   (ii) State its application (**A)**

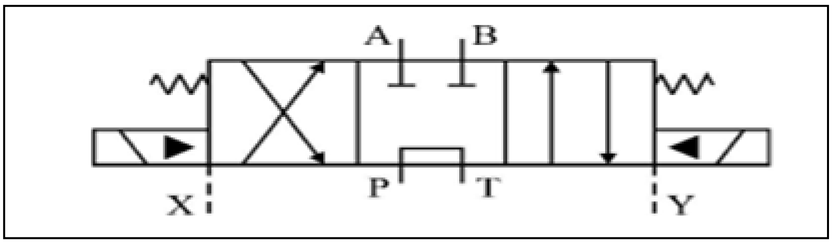


Fig No. 2

TLO 4.2 Construct oil hydraulic circuit for given application

1. Draw general layout of hydraulic system. **(R)**
2. Explain meter out hydraulic speed control circuit for double acting cylinder. **(U)**
3. Explain Meter-in hydraulic circuit for double acting cylinder. **(U)**
4. Explain circuit for control of speed of hydraulic motor in both directions. **(U)**
5. Explain the suitable circuit, where second cylinder will start its forward stroke after completion of forward stroke of first cylinder by using sequence valve. **(A)**
6. A steel sheet is hold by the machine and then a hole is punched in sheet, it is released when punch goes back. Suggest and draw the suitable circuit for this situation. **(A)**

TLO 4.3 Construct Pneumatic circuit for given application

1. State the components of pneumatic system. **(R)**
2. Rearrange the following components and draw block diagram of general pneumatic system. **(U)**
   (i) Flow control valve (ii) Direction control valve (iii) FRL unit (iv) Actuator
3. Explain the pneumatic circuit used for speed control of pneumatic motor rotating in clockwise and anticlockwise direction. **(U)**

4. Explain Meter-In circuit in Pneumatic system. **(U)**
5. Develop pneumatic circuit using sequence valve to control two applications performed in a proper sequence and describe it's working. **(A)**
6. From pneumatic circuit answer the following questions referring to Figure No. 3. **(A)**
   (i) Redraw the pneumatic circuit and identify the components.
   (ii) State its application.

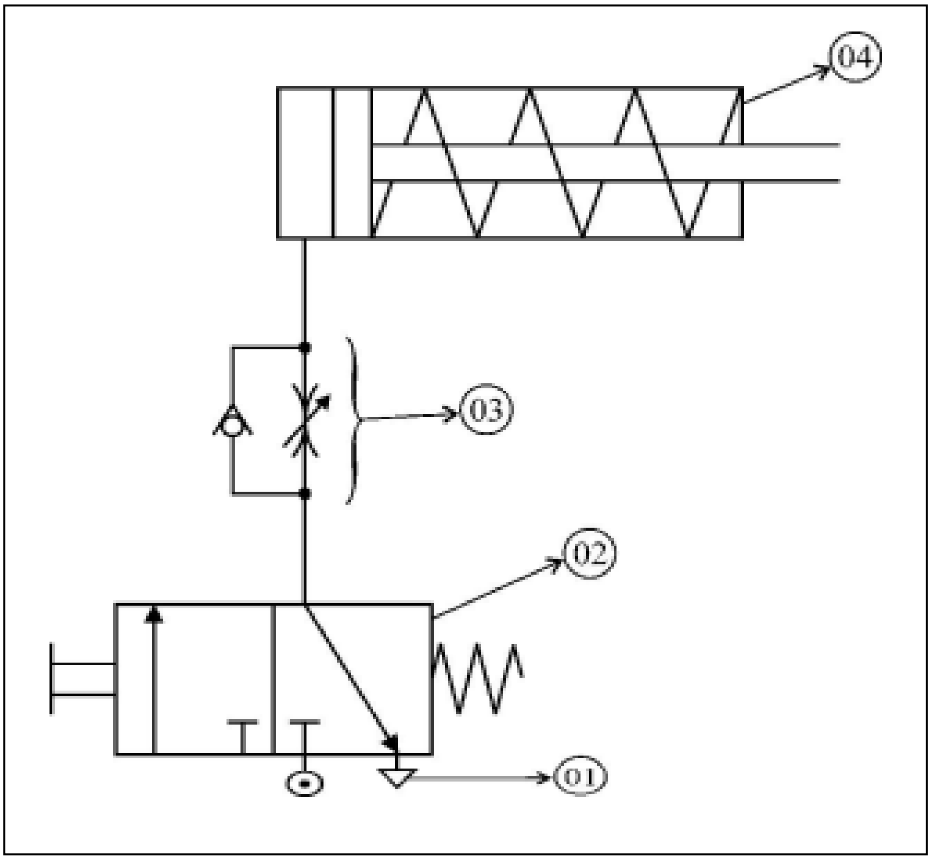


Fig. No. 3

TLO 4.4 List safety precautions in Hydraulic/pneumatic systems

1. State the purpose of a pressure relief valve in a hydraulic system. **(R)**
2. Explain why high-pressure fluid leaks can be dangerous in hydraulic systems. **(U)**
3. Discuss hydraulic safety procedure to be followed for a new appointed worker while working on hydraulic system. **(A)**

युनिट 5. स्वयंचलित प्रणालीसाठी ऑईल हायड्रॉलिक आणि न्युमॅटिक सर्किट्स (Oil Hydraulic and Pneumatic Circuits for Automation)

विषय निष्पत्ती (Course Outcome): सरळसोट स्वयंचलित हायड्रॉलिक / न्यूमॅटिक परिपथ तयार करा. (Construct simple automated hydraulic / pneumatic circuits.)

घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes)

TLO 5.1 स्वयंचलित उपकरणांच्या कार्यांची यादी करा. (List function of automation devices)
TLO 5.2 सोलनॉइड चालित DC वाल्व्ह वापरून साधा स्वयंचलित परिपथ स्पष्ट करा आणि त्याचे आकृतीसह वर्णन करा. (Explain simple automation circuit using solenoid operated DC valve with diagram.)
TLO 5.3 इम्पल्स किंवा पायलट नियंत्रण स्वयंचलित परिपथ रेखाट करा. (Draw impulse or pilot control automation circuits).
TLO 5.4 विशेष नियंत्रण वाल्व्ह वापरून स्वयंचलित परिपथ स्पष्ट करा आणि त्याचे आकृतीसह वर्णन करा. (Explain automation circuits using special control valves with diagram.)
TLO 5.5 सरळसोट इलेक्ट्रोन्युमॅटिक परिपथ वर्णन करा आणि त्याचे आकृतीसह स्पष्टीकरण द्या. (Describe simple electropneumatic circuits with diagram.)

5.1 स्वयंचलनासाठी उपकरणे (Automation devices):

हायड्रॉलिक्स आणि न्युमॅटिक्स मध्ये, स्वयंचलन नियंत्रण, कार्यक्षमता आणि अचूकता सुधारण्यात महत्त्वपूर्ण भूमिका बजावते. विविध उपकरणे या प्रणालींना स्वयंचलित करण्यासाठी वापरली जातात, ज्यामुळे त्यांची कार्यक्षमता सुधारते आणि मानवी वापर कमी करून त्यांना कार्य करण्यास सक्षम करते. हायड्रॉलिक्स आणि न्युमॅटिक्ससाठी स्वयंचलनामध्ये सामान्यपणे वापरली जाणारी काही मुख्य उपकरणांची यादी खाली दिली आहे.

1. पुश बटन स्विचेस (Push button switches)
2. लिमिट स्विचेस (Limit switches)
3. प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स (Proximity sensors)
4. सोलेनॉइड (Solenoid)
5. रिले (Relays)
6. टाईमर्स (Timers)

5.1.1 पुश बटन स्विचेस:

पुश बटन हे स्विच आहे जे इलेक्ट्रिक कंट्रोल सर्किट बंद किंवा सुरू करण्यासाठी वापरले जाते. ते मुख्यतः यंत्रसामग्रीची ऑपरेशन सुरू आणि थांबवण्यासाठी वापरले जातात. आपत्कालीन परिस्थितीत ते मॅन्युअल ओव्हरराईड (ovrride)देखील प्रदान करतात. पुश बटन स्विचेस ॲक्च्युएटरला हाऊसिंगमध्ये दाबून सक्रिय केली जातात. यामुळे संपर्क सेट उघडी किंवा बंद होतात.

पुश बटन दोन्ही प्रकारांचे असतात.

i) क्षणिक पुश बटन (Momentary push button)
ii) सुरक्षित संपर्क किंवा डिटेंट (detent) पुश बटन

क्षणिक पुश बटन त्यांच्या ॲक्च्युएट केलेल्या स्थितीवरून सोडल्यावर त्याच्या न क्रियाशील स्थितीमध्ये परत जातात. सुरक्षित (किंवा यांत्रिकरीत्या बंद केलेले) पुश बटनमध्ये निवडलेली स्थिती टिकवून ठेवण्यासाठी एक लॅचिंग (latching) यांत्रिकी असते.

कार्यानुसार वेगळे केलेले पुश बटनांचे संपर्क

i) सामान्यतः खुले (NO) प्रकार (Normally Open type)

ii) सामान्यतः बंद (NC) प्रकार (Normally closed type)

iii) चेंज ओव्हर (CO) प्रकार (Change over type)

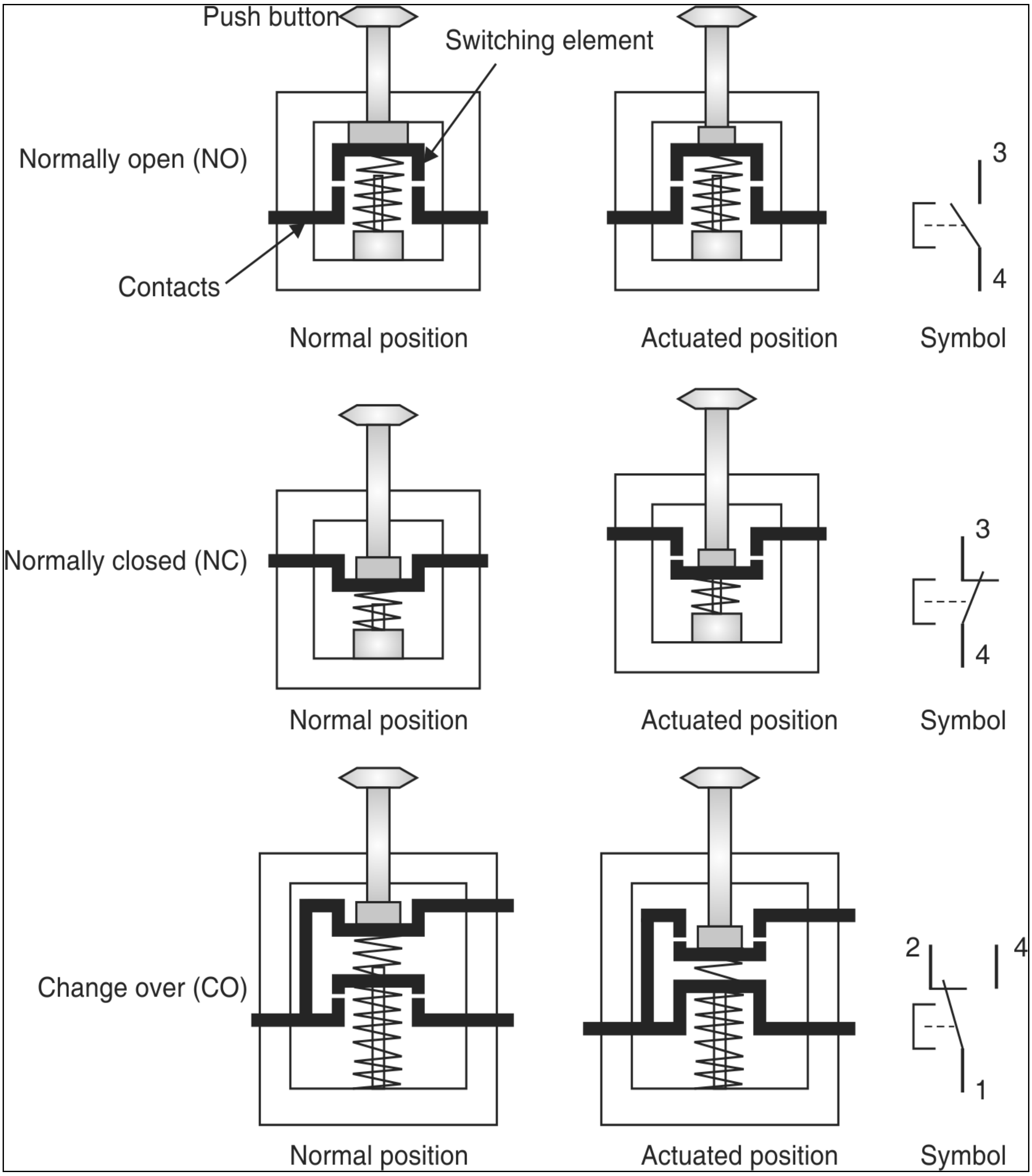


Figure 5.1.1 पुश बटन स्विचेस आणि चिन्हे (symbols)

5.1.2 लिमिट स्विचेस (Limit switches):

कोणतेही स्विच जे फ्लुइड पावर घटकाच्या स्थितीमुळे सक्रिय होतात (साधारणपणे पिस्टन रॉड, हायड्रॉलिक मोटर शाफ्ट किंवा लोडची स्थिती), त्याला लिमिट स्विच म्हटले जाते. लिमिट स्विचची ॲक्च्युएशन विद्युत सिग्नल प्रदान करते, ज्यामुळे प्रणाली योग्य प्रतिसाद देते.

लिमिट स्विचेस पुश बटन स्विचेससारखेच कार्य करतात. पुश बटन स्विचेस मॅन्युअली सक्रिय केली जातात, तर लिमिट स्विचेस यांत्रिकदृष्ट्या सक्रिय केली जातात. लिमिट स्विचेसची संपर्क ॲक्च्युएशन पद्धतीनुसार दोन प्रकारांची वर्गवारी केली जाते.

a) लीव्हरद्वारे सक्रियित संपर्क (Lever actuated contacts)

b) स्प्रिंग लोडेड संपर्क (spring loaded contacts)

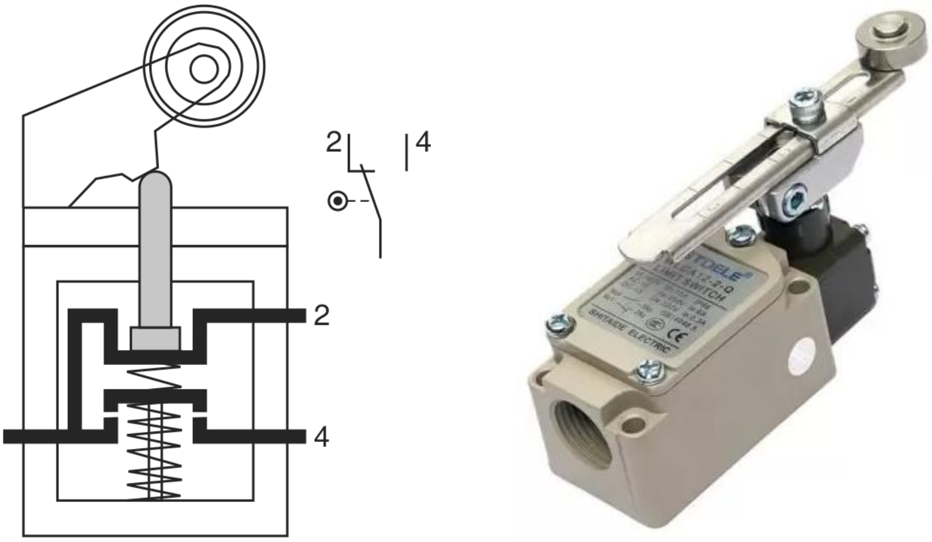


Figure 5.1.2 लिमिट स्विच

5.1.3 प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स:

फ्लुइड पावर प्रणालीमध्ये, प्रॉक्सिमिटी सेन्सर हा एक नॉन-कॉन्टॅक्ट डिव्हाइस आहे जो एक गती मध्ये असणारा घटक, जसे की हायड्रॉलिक सिलिंडर पिस्टन, याची स्थितीचा मागोवा घेण्यासाठी वापरला जातो, त्याच्याशी प्रत्यक्ष संपर्क न करता. याचा मुख्य वापर स्ट्रोकच्या शेवटाचा अचूकपणे मागोवा घेण्यासाठी किंवा प्रणालीतील विशिष्ट स्थितीचा शोध घेण्यासाठी केला जातो, जो नियंत्रण आणि स्वयंचलन उद्देशासाठी महत्त्वाची माहिती प्रदान करतो; या अनुप्रयोगासाठी सर्वाधिक वापरले जाणारे इंडक्टिव्ह प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स असतात, कारण ते सेट केलेल्या अंतरात धातूचे घटक शोधू शकतात. ते समोरील वस्तूची (जसे की सिलिंडर पिस्टन) उपस्थिती किंवा अनुपस्थिती शोधतात, प्रत्यक्ष संपर्क न करता, आणि जेव्हा समोरील वस्तू सेन्सिंग रेंजमध्ये येते तेव्हा एक बायनरी सिग्नल (ऑन/ऑफ) प्रदान करतात. प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्सचे प्रकार पुढीलप्रमाणे आहेत.

इंडक्टिव्ह सेन्सर्स: त्यांची अचूकता आणि विश्वासार्हतेमुळे सिलिंडरवरील धातूचे घटक शोधण्यासाठी सर्वात सामान्य पर्याय म्हणून निवडतात.

मॅग्नेटिक सेन्सर्स: जेव्हा सिलिंडर नॉन-मेटॅलिक सामग्रीचा असतो, तेव्हा पिस्टनला जोडलेली मॅग्नेटिक रिंग यावर अवलंबून असून वापरले जातात.

कॅपेसिटिव्ह सेन्सर्स: हे धातू आणि अधातू वस्तू दोन्ही शोधू शकतात, परंतु काही अनुप्रयोगांमध्ये त्यांची अचूकता कमी असू शकते.

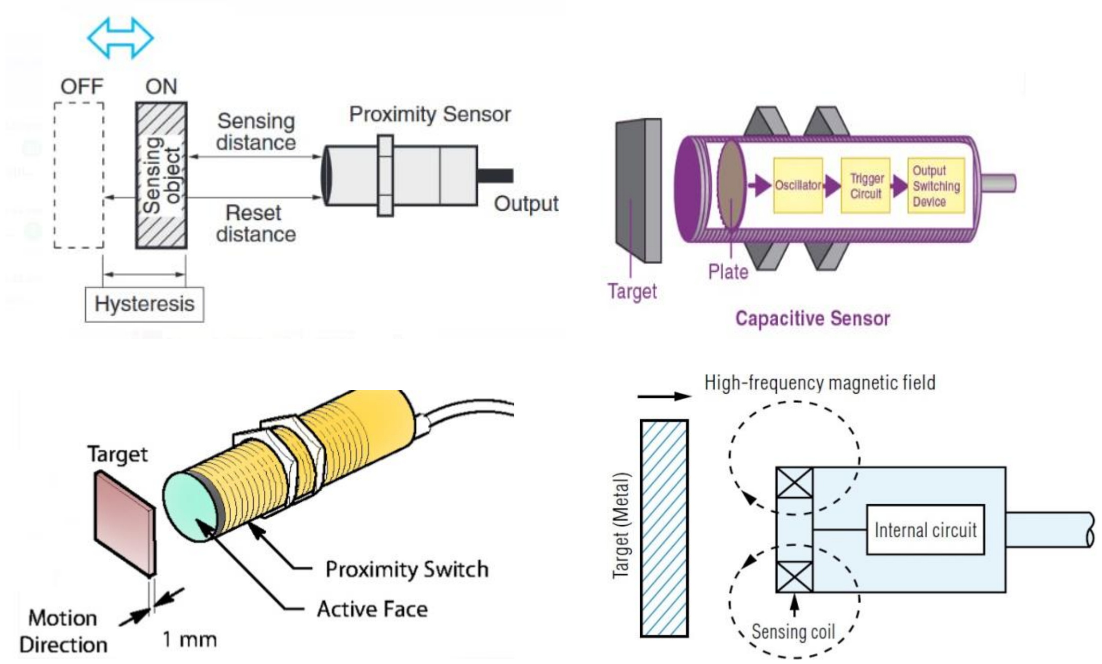


Figure 5.1.3 प्रॉक्सिमिटी सेन्सर्स

5.1.4 सोलेनॉइड (इलेक्ट्रिकलद्वारे सक्रियित दिशात्मक नियंत्रण वाल्व):

इलेक्ट्रिकलद्वारे सक्रियित दिशात्मक नियंत्रण वाल्व **(DCVs)** इलेक्ट्रो-न्युमॅटिक कंट्रोलच्या दोन भागांमध्ये इंटरफेस म्हणून कार्य करतात**.** इलेक्ट्रिकलद्वारे सक्रियित **DCVs** चे सर्वात महत्त्वाचे कार्ये समाविष्ट आहेत**:**

- हवा हवेचा पुरवठा चालू किंवा बंद करणे.
- सिलिंडर ड्राईव्हचे विस्तार आणि संकुचन.
- इलेक्ट्रिकलद्वारे सक्रियित दिशात्मक नियंत्रण वाल्व सोलेनॉइड्सच्या मदतीने स्विच केले जातात. प्रारंभिक स्थितीमध्ये, सर्व सोलिनॉयड्स ऊर्जा रहित असतात आणि सोलिनॉयड्स निष्क्रिय असतात.
- डबल वाल्वची कोणतीही स्पष्ट प्रारंभिक स्थिती नसते, कारण त्यात रिटर्न स्प्रिंग नसतो.
- सोलेनॉइडसाठी शक्य असलेली व्होल्टेज मर्यादा खालीलप्रमाणे असू शकतात:
    - 12 V DC
    - 12 V AC
    - 12 V 50/60 Hz
    - 24 V 50/60 Hz
    - 110/120 V 50/60 Hz
    - 220/230 V 50/60 Hz

ते दोन गटांमध्ये विभागले जाऊ शकतात:

1. **स्प्रिंग रिटर्न वाल्व्स (Valves)** जोपर्यंत **सोलेनॉइड** मधून करंट वाहत आहे तोपर्यंत सक्रियित स्थितीत राहतात
2. **डबल सोलेनॉइड वाल्व्स सोलेनॉइड**मधून करंट वाहत नसला तरी शेवटची स्विच केलेली स्थिती राखतात.

5.1.5 रिले (Relays):

रिले हे एक इलेक्ट्रोमॅग्नेटिकद्वारे सक्रियित स्विच आहे. हे एक साधे इलेक्ट्रिकल डिव्हाइस आहे जे सिग्नल प्रोसेसिंगसाठी वापरले जाते. रिले हे उच्च पॉवर सर्जेस (कमी जास्त पुरवठा) आणि कठोर वातावरणीय परिस्थिती

सहन करण्यासाठी डिझाइन केलेले असतात. जेव्हा सोलेनॉइड कॉईलला व्होल्टेज लागू केले जाते, तेव्हा एक इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक फील्ड तयार होते. यामुळे आर्मेचर कॉईल कोरकडे आकर्षित होते. आर्मेचर रिले डिझाइनवर अवलंबून असून संपर्कांना सक्रिय करून, बंद किंवा उघडते, एक रिटर्न स्प्रिंग आर्मेचरला त्याच्या प्रारंभिक स्थितीमध्ये परत आणते जेव्हा कॉईलला करंट पुरवठा थांबविला जातो.रिलेमध्ये पुश बटन स्टेशनच्या तुलनेत अनेक नियंत्रण संपर्क समाविष्ट केले जाऊ शकतात. रिले साधारणपणे K1, K2, आणि K3 इत्यादी म्हणून चिन्हित केले जातात. रिले मध्ये इंटरलॉकिंग क्षमता देखील असते, जे नियंत्रण सर्किटमध्ये एक महत्त्वपूर्ण सुरक्षा वैशिष्ट्य आहे. इंटरलॉकिंग काही कॉइल्सचे एकाच वेळी स्विच होणे टाळते.

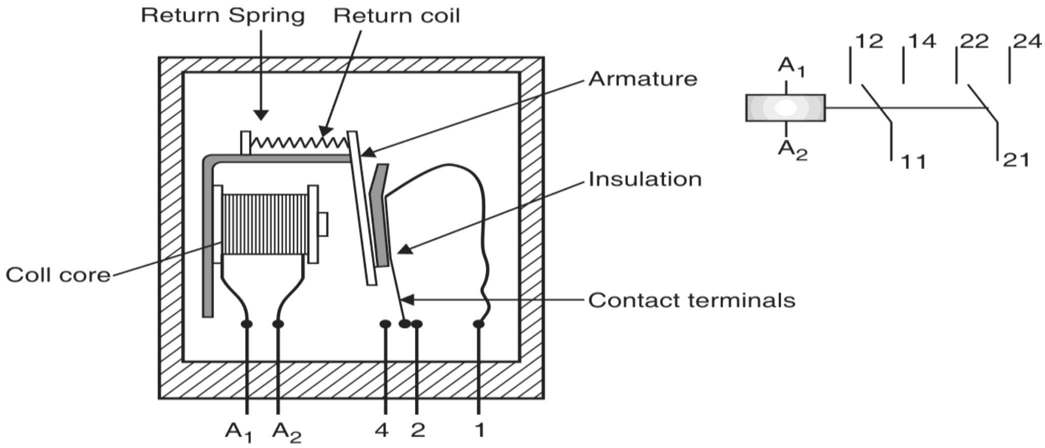


Figure 5.1.5 रिलेचा छेद आरेख (cross section of Relay)

5.1.6 टाईमर्स (Timers):

फ्लुइड पावर प्रणालीमध्ये, 'टाईमर्स' सामान्यत: सेन्सर्स म्हणून वापरले जात नाहीत, तर ते नियंत्रण प्रणालीचा एक भाग म्हणून वापरले जातात, जे दाब (pressure) सेन्सर्स, फ्लो (flow) सेन्सर्स, आणि स्थिती (position) सेन्सर्स सारख्या सेन्सर्ससह संवाद साधून वेळेवर आधारित अंतरांवर क्रिया सुरू करण्यासाठी वापरले जातात, परिणामी प्रणालीमध्ये एक वेळेवर आधारित प्रतिसाद तयार होतो; प्रत्यक्षात, टाईमर हा सेन्सर्सकडून मिळालेल्या इनपुटवर आधारित एक विलंब यंत्रणा म्हणून कार्य करतो. सेन्सर्स फ्लुइड पावर प्रणालीमध्ये दाब, फ्लो दर, किंवा सिलिंडर स्थिती यांसारख्या विविध पॅरामीटर्सचे मॉनिटरिंग करतात, आणि नियंत्रण प्रणालीला रिअल-टाईम डेटा प्रदान करतात. नियंत्रण प्रणालीतील टाईमर घटक एका क्रियेची विशिष्ट वेळापत्रक सेट करतो, जेव्हा सेन्सर सिग्नल प्राप्त होतो.

5.2 सोलेनॉइड चालित DCV वापरून SAC (सिंगल ॲक्टिंग सिलिंडर) आणि DAC (डबल ॲक्टिंग सिलिंडर) चे ऑटोमेशन सर्किट.

5.2.1 सोलेनॉइड चालित DCV वापरून SAC (सिंगल ॲक्टिंग सिलिंडर) चे ऑटोमेशन सर्किट.

सोलेनॉइड ऑपरेटेड डायरेक्शनल कंट्रोल वाल्व (DCV) वापरून सिंगल-ॲक्टिंग सिलेंडर साठी एक ऑटोमेशन सर्किट साधारणतः खालील घटकांचा समावेश करतो:

कार्यप्रणाली:

जेव्हा सोलेनॉइडला ऊर्जा दिली जाते (पुश बटण दाबल्यावर), तेव्हा डायरेक्शनल कंट्रोल वाल्व (DCV) शिफ्ट होतो आणि सिलेंडरमध्ये दाबलेल्या हवेचा प्रवेश होतो, ज्यामुळे सिलेंडर एक्सटेंड होतो (पुढे जातो). जेव्हा पुश

बटण सोडले जाते, तेव्हा सोलेनॉइड ऊर्जा गमावतो, आणि DCV परत त्याच्या मूळ स्थितीत (रिटर्न स्प्रिंगमुळे) येतो, ज्यामुळे सिलेंडर आपोआप रिट्रॅक्ट (मागे येतो) होतो (स्प्रिंग फोर्सद्वारे).

सर्किट डायग्रामचे स्पष्टीकरण:

न्युमॅटिक कंट्रोल सर्किट:

हवेचा पुरवठा 3/2 डायरेक्शनल कंट्रोल वाल्व (DCV) च्या इनलेटशी जोडला जातो. DCV चा आउटलेट सिलेंडरच्या पोर्टशी जोडलेला असतो. सिलेंडर रिट्रॅक्ट (retract) झाल्यावर हवा बाहेर पडण्यासाठी एग्झॉस्ट पोर्ट (exhaust port) असतो. सिलेंडरच्या गतीला नियंत्रित करण्यासाठी एक फ्लो कंट्रोल वाल्व बसवला जाऊ शकतो.

इलेक्ट्रिकल कंट्रोल सर्किट:

सोलेनॉइड कॉइल सक्रिय करण्यासाठी एक पुश बटण स्विच वापरला जातो. जर रिले वापरले गेले तर ते सोलेनॉइड ऑपरेशन नियंत्रित करू शकते आणि ऑटोमेशन सहजपणे करू शकते. ऑटो स्टॉप किंवा सिक्वेन्शियल ऑपरेशन्ससाठी एक लिमिट स्विच देखील जोडला जाऊ शकतो.

उपयोग (Application):

हे क्लॅम्पिंग ऑपरेशन्स, स्टॅम्पिंग मशीन, प्रेसिंग मेकॅनिझम इत्यादींमध्ये वापरले जाते. हे ऑटोमेटेड असेंब्ली लाईन्स आणि मटेरियल हँडलिंग सिस्टीम्समध्ये आढळते.

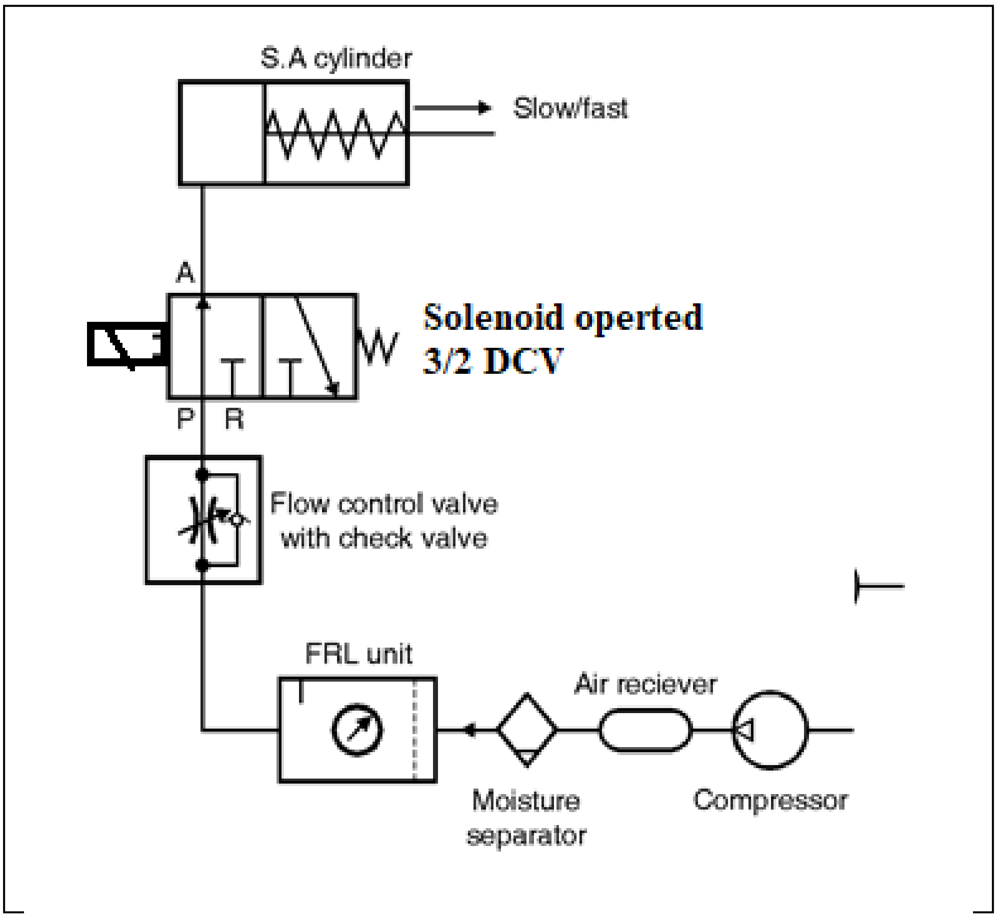


Figure 5.2.1 न्युमॅटिक सर्किट

5.2.2 सोलेनॉइड चालित DCV वापरून DAC (डबल ॲक्टिंग सिलिंडर) चे ऑटोमेशन सर्किट.

या सर्किटमध्ये 4/2 डबल-सोलेनॉइड DCV वापरला जातो. या सर्किटमध्ये दोन लिमिट स्विचेस आहेत, जे 4/2 DCV ऑपरेट करण्यासाठी वापरले जातात. जेव्हा एक लिमिट स्विच दाबला जातो, तेव्हा विद्‌युत प्रवाह संबंधित सोलेनॉइडकडे जातो आणि त्यामुळे 4/2 DCV चा स्पूल दुसऱ्या स्थितीत शिफ्ट होतो. पिस्टन रॉड, जेव्हा तो रेसिप्रोकट (पुढे मागे) करतो, तेव्हा ह्या लिमिट स्विचेसना ॲक्टिवेट करतो, ज्यामुळे 4/2 DCV ॲक्टिवेट होतो. यामुळे रॅमची ऑटोमॅटिक रेसिप्रोकेशन (पुढे मागे गती) साधली जाते. 4/2 DCV च्या पहिल्या स्थितीत, द्रव P - A आणि B - T मध्ये वाहतो. त्यामुळे सिलेंडर एक्सटेंड (पुढे) होतो. एक्सटेंशनच्या शेवटी, पिस्टन रॉडला फिट केलेला कॅम लिमिट स्विच "LS2" ला दाबतो. त्यामुळे विद्‌युत प्रवाह सोलेनॉइड "S2" कडे जातो आणि त्यामुळे 4/2 DCV चा स्पूल दुसऱ्या स्थितीत शिफ्ट होतो. दुसऱ्या स्थितीत 4/2 DCV मध्ये**,** द्रव P - B आणि A - T मध्ये वाहतो. त्यामुळे सिलेंडर रिट्रॅक्ट (मागे) होतो. रिट्रॅक्शनच्या शेवटी, कॅम लिमिट स्विच "LS1" ला दाबतो. त्यामुळे विद्‌युत प्रवाह सोलेनॉइड "S1" कडे जातो आणि त्यामुळे 4/2 DCV चा स्पूल पहिल्या स्थितीत परत शिफ्ट होतो. आणि हे चक्र सुरूच राहते.

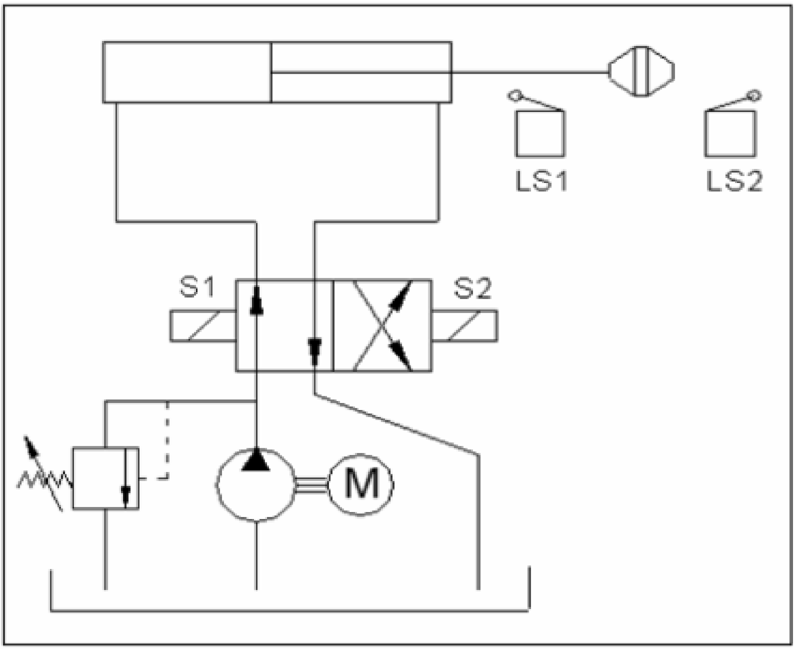


Figure. 5.2.2 LS1- Limit switch 1, **LS2-** Limit switch 2, **S1-** Solenoid 1, **S2-** Solenoid2

सोलेनॉइड चालित DCV वापरून DAC चे ऑटोमेशन सर्किट (Hydraulic)

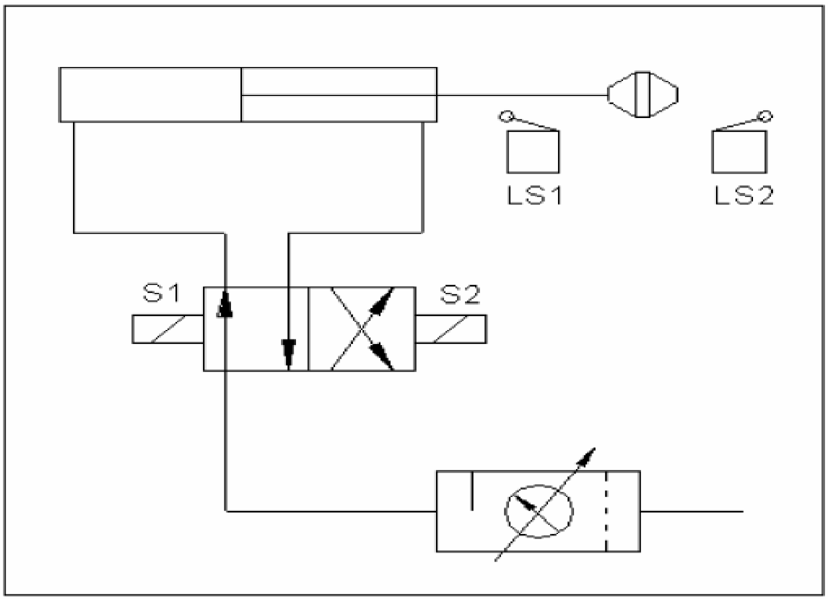


Figure. 5.2.2 LS1- Limit switch 1, **LS2-** Limit switch 2, **S1-** Solenoid 1, **S2-** Solenoid2

सोलेनॉइड चालित DCV वापरून DAC चे ऑटोमेशन सर्किट (Pneumatic)

5.3 SAC (Single Acting Cylinder) आणि DAC (Double Acting Cylinder) साठी सिंगल/डबल पायलट ऑपरेटेड DCV (इम्पल्स ऑपरेशन) वापरून ऑटोमेशन सर्किट:

5.3.1 सिंगल पायलट ऑपरेटेड DCV (इम्पल्स ऑपरेशन) वापरून SAC (Single Acting Cylinder) साठी ऑटोमेशन सर्किट:

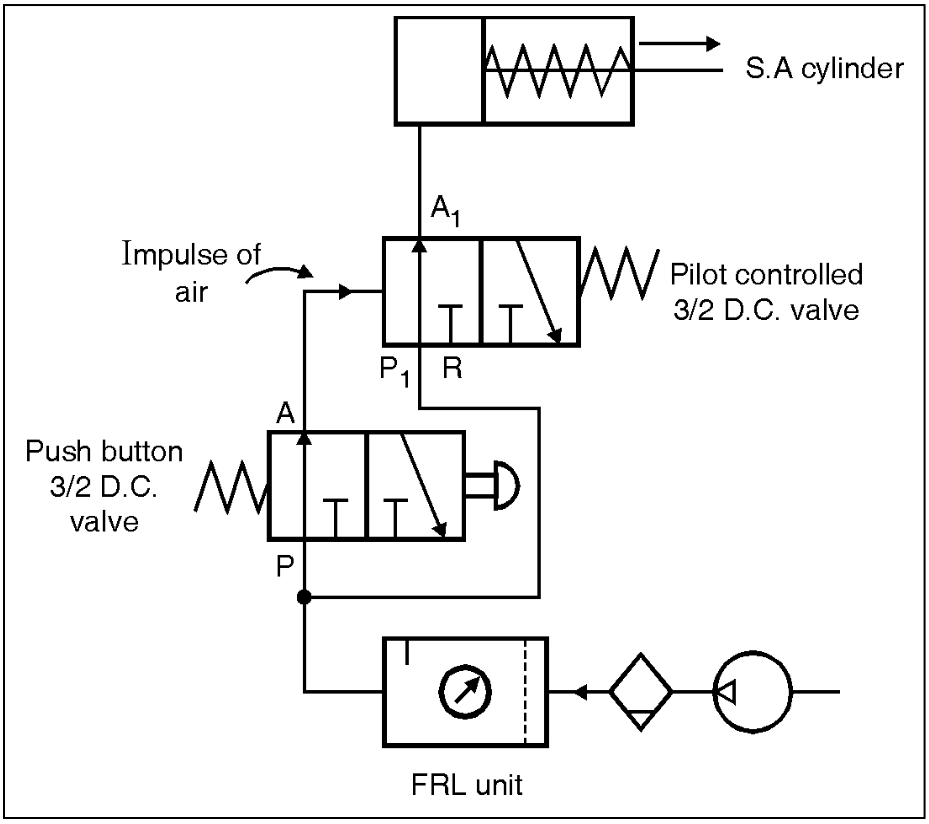


Figure 5.3.1 न्यूमॅटिक सर्किट

कार्यप्रणाली:

इम्पल्स ॲक्ट्युएशन: जेव्हा पुश बटण वाल्व दाबला जातो, तेव्हा एक तात्पुरता हवेचा प्रेशर सिग्नल पायलट वाल्वला पाठवला जातो. यामुळे DCV शिफ्ट होतो, ज्यामुळे दाबलेली हवा सिलेंडर पोर्टमध्ये प्रवेश करते आणि पिस्टन एक्सटेंड (पुढे) होतो. बटण सोडल्यावरही DCV त्याच शिफ्ट केलेल्या स्थितीत राहतो कारण ही एक इम्पल्स प्रणाली आहे.

ऑटोमॅटिक रिट्रॅक्शन: सिंगल-ऍक्टिंग सिलेंडरमध्ये एक अंतर्गत स्प्रिंग असते, जी हवा पुरवठा बंद केल्यावर पिस्टनला परत ढकलते. जेव्हा दुसरे इम्पल्स (किंवा पायलट प्रेशरचे व्हेंटिंग) DCV ला त्याच्या डिफॉल्ट स्थितीत परत आणते तेव्हा रिट्रॅक्शन घडतो, ज्यामुळे हवा पुरवठा थांबवला जातो आणि सिलेंडर रिट्रॅक्ट होतो. हे दुसऱ्या पुश-बटण वाल्व, यांत्रिक रोलर लिमिट स्विच, किंवा दुसऱ्या ऑपरेशनकडून न्युमॅटिक पायलट सिग्नल वापरून केले जाऊ शकते.

सर्किट डायग्रामचे स्पष्टीकरण:

न्युमॅटिक कंट्रोल सर्किट:

दाबलेली हवा पायलट ऑपरेटेड DCV ला पुरवठा केली जाते. पायलट ॲक्ट्युएटर (जो इम्पल्स वाल्वद्वारे नियंत्रित केला जातो) DCV ला शिफ्ट करतो, ज्यामुळे सिलेंडर एक्सटेंड होतो. दुसरा इम्पल्स किंवा पायलट हवा बाहेर सोडते आणि DCV ला त्याच्या मूळ स्थितीत परत आणते, ज्यामुळे सिलेंडर रिट्रॅक्ट होतो. सिलेंडरच्या गतीला नियंत्रित करण्यासाठी एक फ्लो कंट्रोल वाल्व जोडला जातो.

इलेक्ट्रिकल कंट्रोल सर्किट (जर सोलिनॉयड पायलट वापरला जात असेल):

एक क्षणिक पुश बटण स्विच सोलेनॉइड कॉइलला ऊर्जा देतो, ज्यामुळे DCV शिफ्ट होतो. एक लिमिट स्विच किंवा दुसरा इम्पल्स सिग्नल सोलिनॉयडला रीसेट करतो, ज्यामुळे DCV परत त्याच्या प्रारंभिक स्थितीत येते.

उपयोग (Application):

- पंचिंग, स्टॅम्पिंग, आणि कटिंग ऑपरेशन्स
- ऑटोमेटेड असेंब्ली लाईन्स
- मटेरियल सॉर्टिंग आणि इजेक्शन सिस्टीम्स

5.3.2 डबल पायलट ऑपरेटेड DCV (इम्पल्स ऑपरेशन) वापरून DAC (Double Acting Cylinder) साठी ऑटोमेशन सर्किट:

या सर्किटमध्ये 4/2 डबल-पायलट DCV वापरला जातो. या सर्किटमध्ये दोन कॅम ऑपरेटेड 3/2 DCV असतात, ज्यांना "लिमिट वाल्व्हस" म्हटलं जातं, जे 4/2 DCV ऑपरेट करण्यासाठी वापरले जातात. जेव्हा एक लिमिट वाल्व दाबला जातो, तेव्हा द्रव संबंधित पायलटकडे जातो आणि त्यामुळे 4/2 DCV चा स्पूल दुसऱ्या स्थितीत शिफ्ट होतो. पिस्टन रॉड, जेव्हा तो रेसिप्रोकट (मागे पुढे) करतो, तेव्हा हे लिमिट वाल्व्हस ॲक्टिवेट होतात, जे 4/2 DCV ला ॲक्टिवेट करतात. यामुळे डबल-ॲक्टिंग सिलेंडर (DAC) चे ऑटोमॅटिक रेसिप्रोकेशन (पुढे मागे) साधता येते.

4/2 DCV च्या पहिल्या स्थितीत, द्रव P - A आणि B - T मध्ये वाहतो. त्यामुळे सिलेंडर एक्सटेंड (पुढे) होतो. एक्सटेंशनच्या शेवटी, पिस्टन रॉडला फिट केलेला कॅम लिमिट वाल्व "LV1" ला दाबतो. त्यामुळे द्रव पायलट "P1" कडे जातो आणि यामुळे 4/2 DCV चा स्पूल दुसऱ्या स्थितीत शिफ्ट होतो.

दुसऱ्या स्थितीत 4/2 DCV मध्ये, द्रव P - B आणि A - T मध्ये वाहतो. त्यामुळे सिलेंडर रिट्रॅक्ट (मागे) होतो. रिट्रॅक्शनच्या शेवटी, कॅम लिमिट वाल्व "LV2" ला दाबतो. त्यामुळे द्रव पायलट "P2" कडे जातो आणि यामुळे 4/2 DCV चा स्पूल पहिल्या स्थितीत परत शिफ्ट होतो. आणि हे चक्र सुरूच राहते.

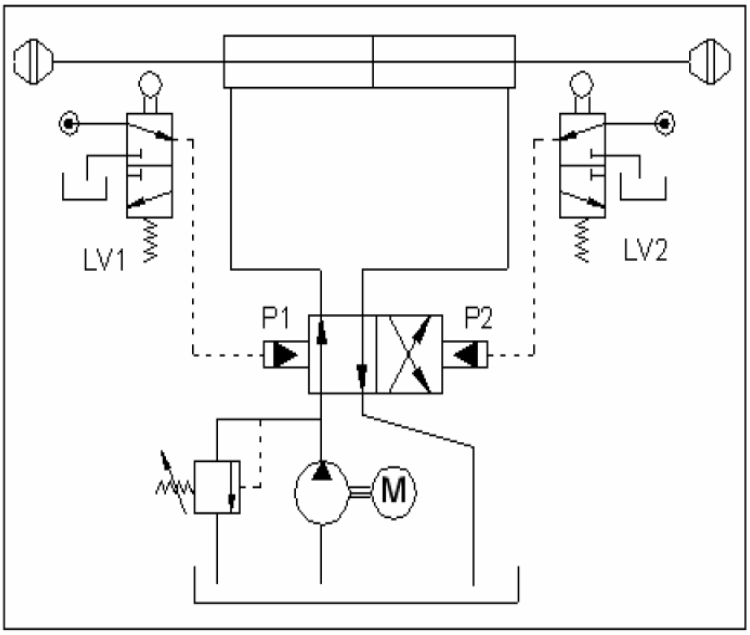


Figure.5.3.2 (A) LV1- Limit valve 1, **LV2-** Limit valve 2, **P1-** Pilot valve 1, **P2-** Pilot valve2
डबल पायलट ऑपरेटेड DCV वापरून DAC साठी ऑटोमेशन सर्किट (Hydraulic Circuit)

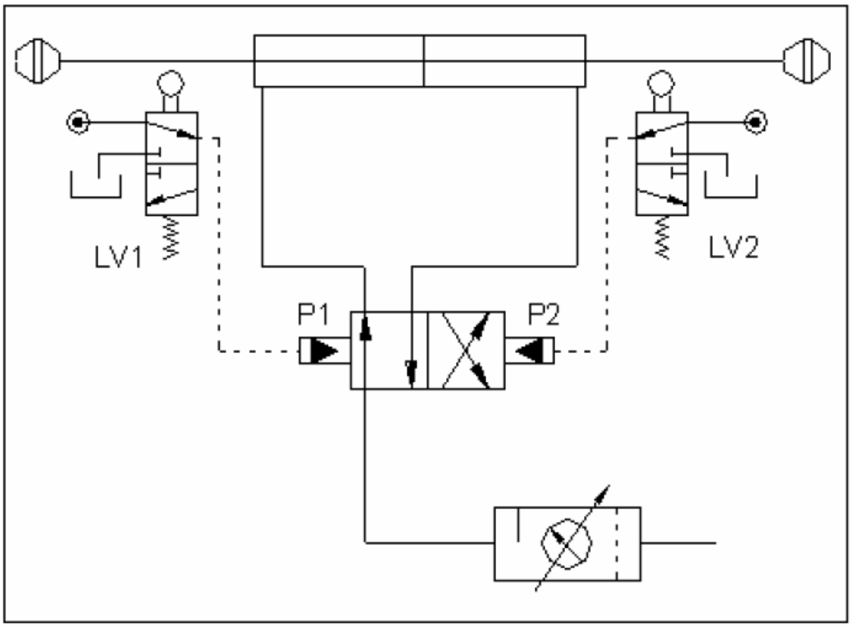


Figure.5.3.2 (b) LV1- Limit valve 1, **LV2-** Limit valve 2, **P1-** Pilot valve 1, **P2-** Pilot valve 2
डबल पायलट ऑपरेटेड DCV वापरून DAC साठी ऑटोमेशन सर्किट (Pneumatic Circuit)

5.4 लॉजिक गेट व्हॉल्व्हस (शटल वाल्व - OR गेट, ट्विन प्रेशर व्हॉल्व्ह - AND गेट), टाइम डिलेय वाल्व वापरून ऑटोमेशन सर्किट्स:

5.4.1 लॉजिक गेट व्हॉल्व्ह वापरून ऑटोमेशन सर्किट (शटल व्हॉल्व्ह - OR गेट):

सर्किटचा उद्देश:

सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडरचे रेसिप्रोकेटिंग (पुढे मागे) मोशन तयार करण्यासाठी दोन 3/2 डी.सी. वाल्व (दोन ऑपरेटर) वापरणे, जेव्हा ऑपरेटर 1 किंवा ऑपरेटर 2 त्यांचा डी.सी. वाल्व ॲक्टिव्हेट करतो.

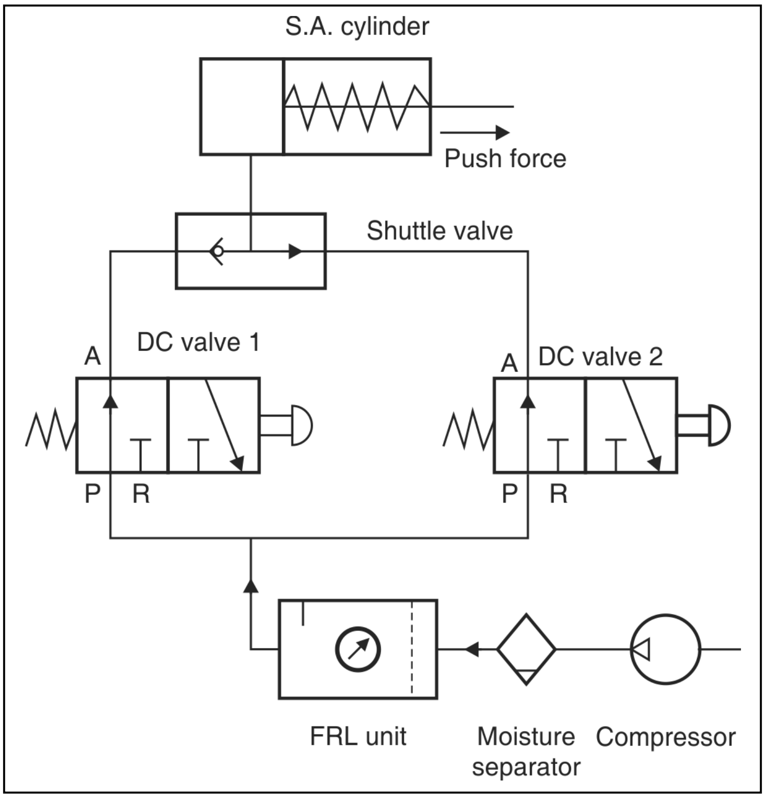


Figure. 5.4.1 शटल वाल्व वापरून ऑटोमेशन सर्किट

सर्किट घटक:

1. एअर कॉम्प्रेसर
2. मॉइश्चर सेपरेटर
3. 3/2 डी.सी. वाल्व - 2 नग
4. शटल वाल्व
5. सिंगल ऍक्टींग सिलेंडर (S.A. Cylinder)
6. पाईप, होसेस इत्यादी

सर्किटचे स्पष्टीकरण:

या सर्किटमध्ये शटल वाल्व वापरला जातो जो दोन पुश-बटण ऑपरेटेड 3/2 डी.सी. वाल्वसह जोडला जातो, जे दोन हातांच्या ऑपरेशनसाठी वापरले जातात.

1. **डी.सी. वाल्व 1:** कॉम्प्रेसज्ड एअर 3/2 डी.सी. वाल्वमध्ये प्रवेश करते आणि त्याचे आउटपुट शटल वाल्वच्या डाव्या बाजूस दिले जाते. हे शटल वाल्वसाठी इनपुट असते.
2. **डी.सी. वाल्व 2:** कंप्रेस्ड एअर 3/2 डी.सी. वाल्वमध्ये प्रवेश करते आणि त्याचे आउटपुट शटल वाल्वच्या उजव्या बाजूस दिले जाते. हे देखील शटल वाल्वसाठी इनपुट असते.
3. **शटल वाल्व:** जेव्हा कोणताही एक डी.सी. वाल्व ॲक्टिव्हेट होतो, तेव्हा शटल वाल्वच्या कार्यानुसार, ते शटल वाल्वला S.A. सिलेंडरला आउटपुट देते आणि त्यामुळे सिलेंडरच्या फॉरवर्ड स्ट्रोकला (forward stroke) कारणीभूत ठरते.

उपयोग (Application):

जेव्हा सिलेंडर किंवा वाल्व एका किंवा अनेक स्थानांवरून नियंत्रित केले जातात, तेव्हा मशीनचे नियंत्रण वेगवेगळ्या ठिकाणांवरून केले जाते.

5.4.2 लॉजिक गेट वाल्व वापरून ऑटोमेशन सर्किट (ट्विन प्रेशर वाल्व - AND गेट):

सर्किटचे उद्दीष्ट : दोन डी.सी. वाल्व्हचा (दोन हात/ऑपरेटर) वापर करून सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडरच्या पुढच्या हालचालीसाठी सुरक्षा सर्किट तयार करणे, जेव्हा ऑपरेटर 1 आणि ऑपरेटर 2 आपापले डी.सी. वाल्व्ह ॲक्ट्युएट करतात.

सर्किट घटक :

1. एअर कॉम्प्रेसर
2. मॉइश्चर सेपरेटर
3. 3/2 डी.सी. वाल्व - 2 नग
4. ट्विन प्रेशर वाल्व
5. सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडर
6. पाईप, होसेस इत्यादी

सर्किटचे स्पष्टीकरण : हे सर्किट दोन पुश बटन ऑपरेटर असलेल्या 3/2 डी.सी. वाल्व्हचा वापर करून ट्विन प्रेशर वाल्व्हशी जोडलेले आहे, जे दोन हात ऑपरेटरसाठी आहे.

1. **डी.सी. वाल्व्ह 1:** कंप्रेस्ड हवा 3/2 डी.सी. वाल्व्हमध्ये प्रवेश करते आणि त्याचा आउटपुट ट्विन प्रेसर वाल्व्हच्या डाव्या बाजूस दिला जातो. हे ट्विन प्रेसर वाल्व्हसाठी इनपुट 1 असते.
2. **डी.सी. वाल्व्ह 2:** कंप्रेस्ड हवा 3/2 डी.सी. वाल्व्हमध्ये प्रवेश करते आणि त्याचा आउटपुट ट्विन प्रेसर वाल्व्हच्या उजव्या बाजूस दिला जातो. हे ट्विन प्रेसर वाल्व्हसाठी इनपुट 2 असते.

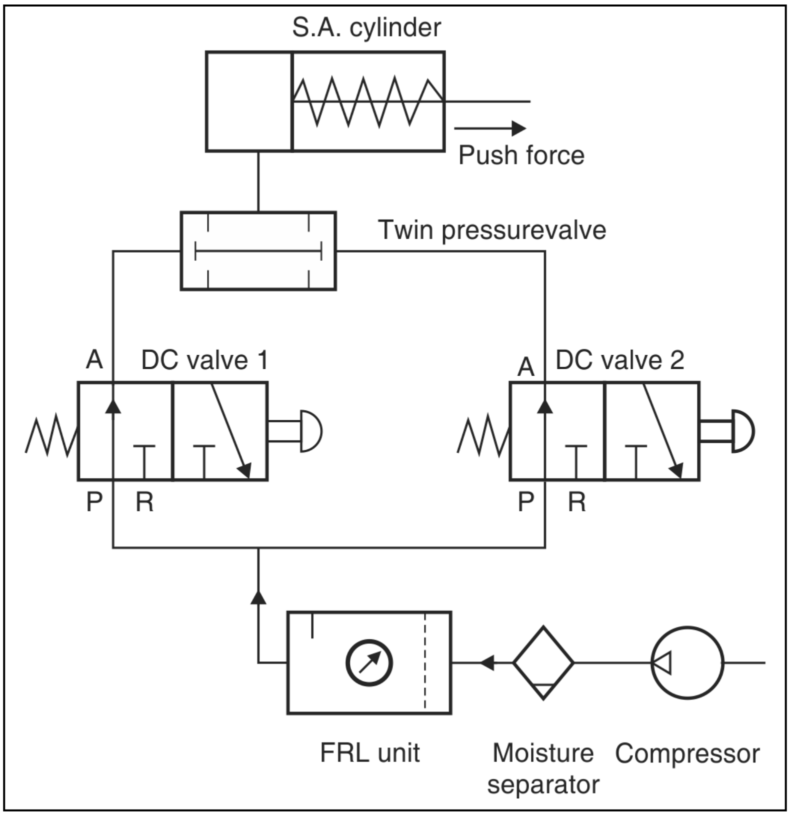


Figure. 5.4.2 ट्विन प्रेशर वाल्व वापरून ऑटोमेशन सर्किट

3. **ट्विन प्रेसर वाल्व्ह:** जेव्हा ऑपरेटर 1 आणि ऑपरेटर 2 आपापले डी.सी. वाल्व्ह ॲक्ट्युएट करतात, तेव्हा ट्विन प्रेसर वाल्व्हच्या कार्यानुसार, त्याचा आउटपुट सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडरला दिला जातो आणि

सिलेंडरचा फॉरवर्ड स्ट्रोक होतो. जर ऑपरेटर 1 त्याचे डी.सी. वाल्व्ह ॲक्ट्युएट करतो आणि ऑपरेटर 2 त्याचे डी.सी. वाल्व्ह ॲक्ट्युएट करत नाही, तर सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडरला कोणताही आउटपुट सिग्नल दिला जात नाही. त्याचप्रमाणे, जर ऑपरेटर 2 त्याचे डी.सी. वाल्व्ह ॲक्ट्युएट करतो आणि ऑपरेटर 1 त्याचे डी.सी. वाल्व्ह ॲक्ट्युएट करत नाही, तर सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडरला कोणताही आउटपुट सिग्नल दिला जात नाही.

उपयोग (Application):

हे दोन हात/ऑपरेटरसाठी असलेले सुरक्षा सर्किट आहे, जे प्रेस मशीन्स हाताळताना वापरले जाते. जेव्हा दोन्ही ऑपरेटर त्यांच्या कार्याचे पूर्णत्व सुनिश्चित करतात, तेव्हा ते डी.सी. वाल्व्ह ॲक्ट्युएट करून सिलेंडरला ऑपरेशन करण्यासाठी सक्रिय करतात.

5.4.3 टाइम डिले व्हॉल्व्ह वापरून ऑटोमेशन सर्किट्स

टाइम डिले व्हॉल्व्ह: हवा टाइम डिले फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हद्वारे आणि एअर रिसिव्हरमधून जाईल, जे आवश्यक असलेल्या वेळेची विलंब प्रदान करेल आणि पायलट कंट्रोल 3/2 डी.सी. व्हॉल्व्हला आउटपुट सिग्नल देईल.

पायलट कंट्रोल 3/2 डी. सी. व्हॉल्व्ह: हे संकुचित हवेचा प्रवेश सिंगल ॲक्टिंग सिलेंडरला देईल, ज्यामुळे पुढील स्ट्रोक पूर्ण होईल.

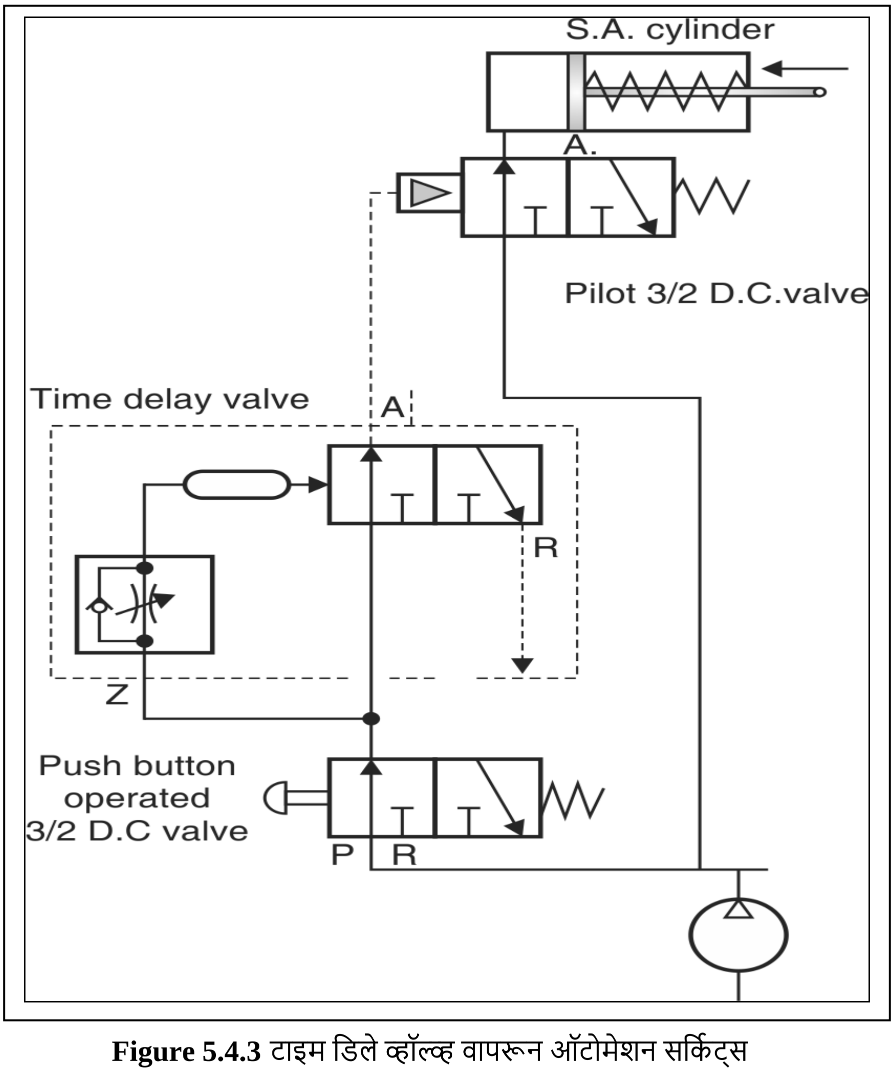
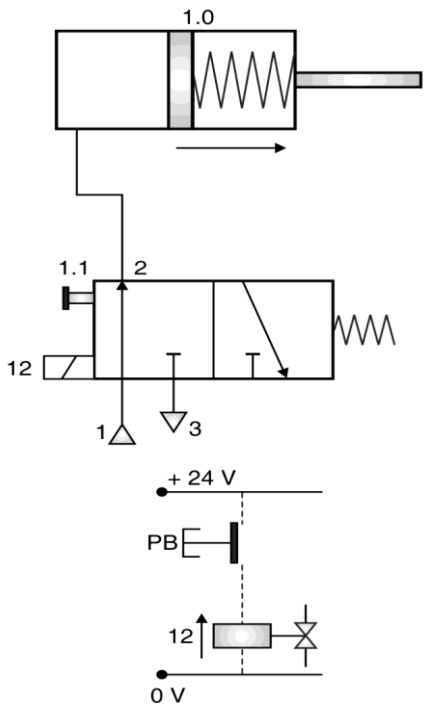


Figure 5.4.3 टाइम डिले व्हॉल्व्ह वापरून ऑटोमेशन सर्किट्स

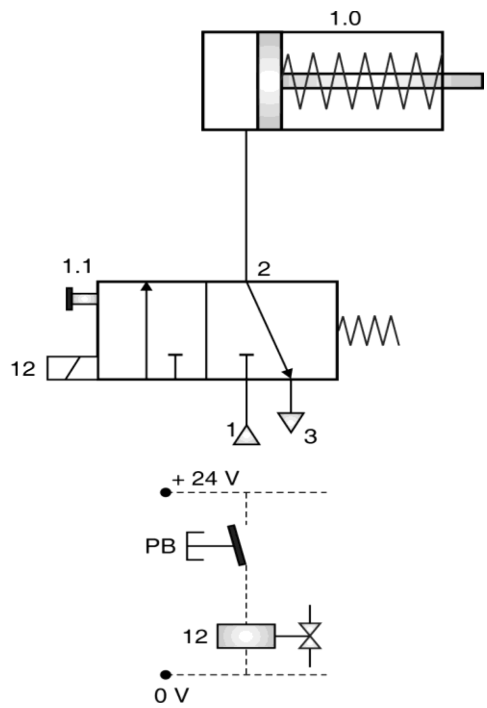
5.5 SAC (सिंगल ॲक्टींग सिलेंडर) आणि DAC (डबल ॲक्टींग सिलेंडर) साठी मूलभूत इलेक्ट्रो-न्युमॅटिक सर्किट्स:

5.5.1 सिंगल ॲक्टींग सिलेंडर (SAC) साठी मूलभूत इलेक्ट्रो-न्युमॅटिक सर्किट्स:

फॉरवर्ड स्ट्रोक: सर्किट त्यावेळी बंद होते जेव्हा पुश बटन PB बंद होते. कोइल Y मध्ये एक चुंबकीय क्षेत्र तयार होते. कोइलमधील आर्मेचर संकुचित हवेच्या मार्गाला उघडतो. संकुचित हवा 3/2 डी.सी. व्हॉल्व्हच्या 1 पासून 2 पर्यंत वाहते आणि सिलेंडरला अंतिम फॉरवर्ड स्थितीपर्यंत जातो.



a) Extended position



b) Retracted position

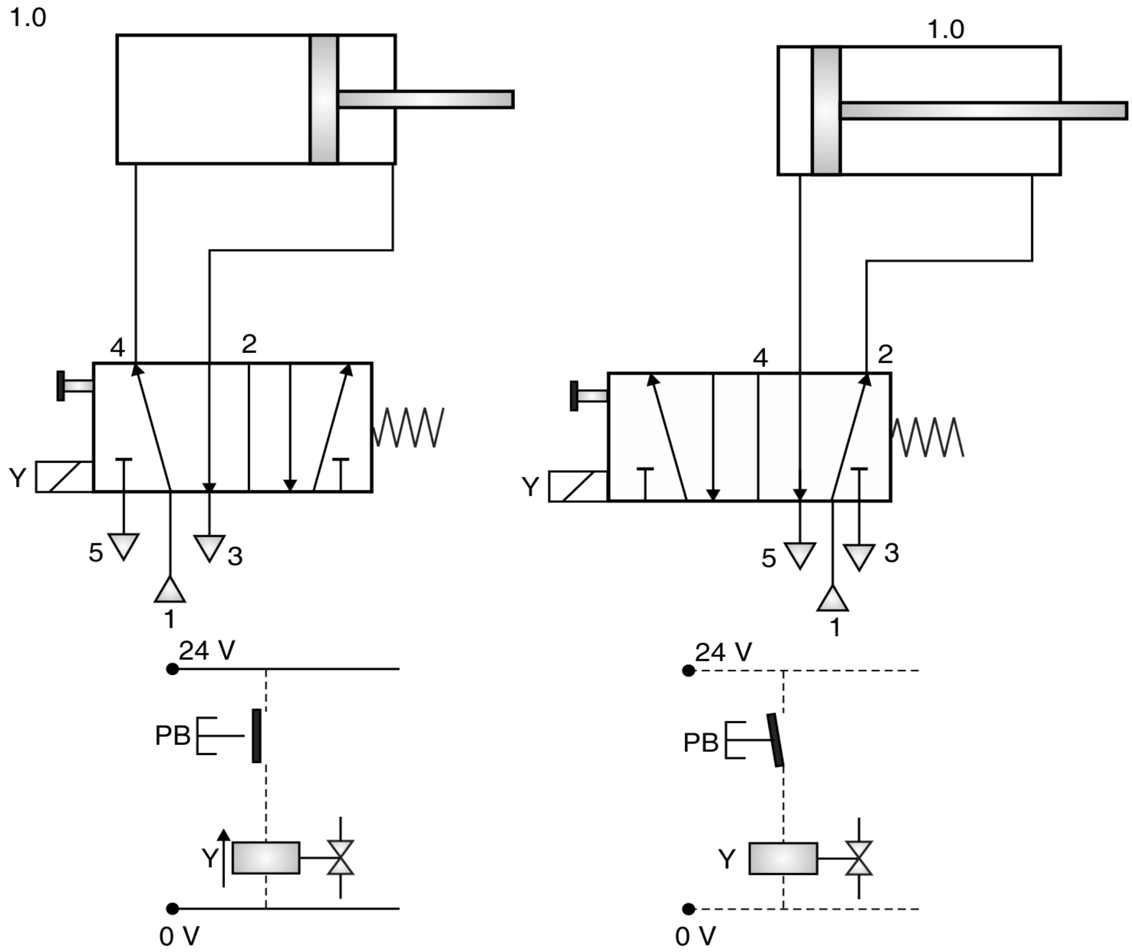
Figure. 5.5.1 SAC साठी मूलभूत इलेक्ट्रो-न्युमॅटिक सर्किट्स

रिटर्न स्ट्रोक: जेव्हा पुश बटन PB सोडले जाते, तेव्हा सर्किट अडथळा होतो. कोइल Y मधील चुंबकीय क्षेत्र कोसळते, 3/2 मार्ग व्हॉल्व्ह त्याच्या मूळ स्थितीमध्ये परत जातो, जसे की वरील Figure 5.5.1मध्ये दाखवले आहे. सिलेंडरमधील संकुचित हवा नंतर 3 पोर्टमधून डी.सी. व्हॉल्व्ह (DCV) द्वारे बाहेर पडते आणि सिलेंडर अंतिम रिअर स्थितीकडे जातो.

5.5.2 डबल ॲक्टींग सिलेंडरसाठी (DAC) मूलभूत इलेक्ट्रो-न्युमॅटिक सर्किट्स:

फॉरवर्ड स्ट्रोक: डबल ॲक्टींग सिलेंडर 5/2 मार्ग व्हॉल्व्हद्वारे नियंत्रित केला जातो. जेव्हा पुश बटन PB दाबले जाते, तेव्हा कोइल Y एनर्जेएज़ (energize) होते आणि पायलट कंट्रोलद्वारे संकुचित हवा 5/2 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्हला सक्रिय करते. पिस्टन अंतिम फॉरवर्ड स्थितीकडे जातो.

रिटर्न स्ट्रोक: जेव्हा पुश बटन PB सोडले जाते, तेव्हा सर्किट अडथळा होतो. कोइल Y मधील चुंबकीय क्षेत्र कोसळते, 5/2 चा रिटर्न स्प्रिंग सक्रिय होतो आणि 5/2 मार्ग व्हॉल्व्ह त्याच्या मूळ स्थितीमध्ये परत जातो, जसे की Figure 5.5.2 मध्ये दाखवले आहे. सिलेंडरमधील संकुचित हवा नंतर 5/2 डी.सी. व्हॉल्व्हच्या 5 पोर्टमधून बाहेर पडते आणि सिलेंडर अंतिम रिअर स्थितीकडे जातो.



a) Extended position b) Retracted position

Figure. 5.5.2DAC साठी मूलभूत इलेक्ट्रो-न्युमॅटिक सर्किट्स

Exercises

TLO 5.1 List function of automation devices

1. State the functions of push button switches. (U)
2. List automation devices used in fluid power system. (R)
3. State the function of limit switches. (U)
4. List types of proximity sensors. (R)
5. State the functions of timers. (U)
6. Select automation device in following cases: (A)
   a. To detect the presence or absence of objects on conveyor belt within a limit of 3 mm.
   b. To detect the presence of people in automatic door system.
   c. To start or stop the conveyor based on presence or absence of objects.
   d. To control the duration of welding operation.

TLO 5.2 Explain simple automation circuit using solenoid operated DC valve with diagram.

1. Draw the automation circuit for actuation of SAC using solenoid operated DCV. (U)
2. Explain the automation circuit for actuation of DAC using solenoid operated DCV. (U)
3. Develop automation circuit for tool movement of shaper machine. (A)
4. Develop automation circuit for movement of hacksaw for pipe cutting operation. (A)

TLO 5.3 Draw impulse or pilot control automation circuits.

1. Draw the automation circuit of SAC using pilot operated DCV. (U)
2. Explain automation circuit for the operation of double acting cylinder using pilot operated direction control valve. (U)
3. Develop the impulse pneumatic circuit for trigger an alarm when door is opened in a security system. (A)

TLO 5.4 Explain automation circuits using special control valves with diagram.

1. Explain with suitable circuit diagram use of shuttle valve (Logic OR gate) in pneumatic circuit. (U)
2. Draw AND logic pneumatic circuit to operate SAC. (U)
3. Explain working of time delay valve with suitable diagram. (U)
4. Develop the circuit to trigger an alarm when either of two doors in opened. (A)
5. Develop the circuit to operate hydraulic ram when two operators operate the DCV after insertion of metal sheet. (A)

TLO 5.5 Describe simple electro pneumatic circuits with diagram.

1. List components and write their function used in Electro Pneumatic System. (R)
2. Draw Electro pneumatic circuit to operate single acting cylinder using 3/2 solenoid operated DCV. (A)
3. Enlist electrical components used in Electro-pneumatics system. (R)
4. Develop electro-pneumatic circuit to clamping the job on drilling machine table. (A)

References:

Sr.No	Author	Title	Publisher with ISBN Number
1	Dr. P. N. Modi, Dr. S. M. Seth	Hydraulics and Fluid mechanics including hydraulics machines	Standard Book House, Rajsons Publication Pvt. Ltd., New Delhi, ISBN 978-81-89401-26-9, Year: 2017
2	C. P. Kothandaraman, R. Rudramoorthy	Fluid Mechanics and Machinery	New Age International (P) Limited, New Delhi, ISBN : 978-81-224-3398-2, Year : 2012
3	Majumdar S.R.	Oil Hydraulic system-Principles and maintenance	Tata McGraw Hill, ISBN: 978-0-07-463748-7, Year : 2013
4	Majumdar S.R.	Pneumatics Systems Principles and Maintenance	Tata McGraw Hill, ISBN: 978-0-07-463748-7, Year : 2013
5	Shanmuga Sundaram	Hydraulic and Pneumatic Controls	S. Chand Publishing, New Delhi, ISBN: 978-8-12-192635-5, Year:2013

Learning websites and portals:

Learning Websites

Sr.No	Link / Portal	Description
1	https://en.wikipedia.org/wiki/Hydraulic_pump	Hydraulic Pumps (all types)
2	https://www.youtube.com/watch?v=Qy1iV6EzNHg	Animation of Hydraulic pumps (all types)
3	https://www.youtube.com/watch?v=pWuxYnqYDnk	Animation of Hydraulic pumps
4	https://www.youtube.com/watch?v=sEVTIRYHoGg	Eaton Pump assembly
5	https://www.youtube.com/watch?v=XAItnsUcES0	Pneumatic control valves animation
6	https://www.youtube.com/watch?v=yIot4shcOkE	Control valve symbol generation
7	https://www.youtube.com/watch?v=jsMJbJQkGTs	Animation of D.C.Valve
8	https://www.youtube.com/watch?v=CQPwvWXbV3w	Animation of 4/2,4/3 D.C

Sr.No	Link / Portal	Description
		Valves
9	https://www.youtube.com/watch?v=bovfDsAYSbc	Animation of Hydraulic cylinder
10	https://www.youtube.com/watch?v=icaqvfAtccY	Telescopic cylinder animation
11	https://www.youtube.com/watch?v=MmYpzgh6Gok	Pneumatic cylinder
12	https://www.youtube.com/watch?v=WRCj5Tnopo0	Pilot control pneumatic circuits
13	https://www.youtube.com/watch?v=4eCuPVxezzY	Speed control hydraulic circuit
14	https://www.youtube.com/watch?v=2HNkIldunyY	Material Handling Automated System
15	https://www.youtube.com/watch?v=355XnDsAkDw	Pneumatic components automation line
16	https://www.youtube.com/watch?v=PvYu200BVy4	Introduction to Festo FluidSIM 6