



महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई  
(स्वायत्त) (ISO 21001:2018) (ISO/IEC 27001:2022)

अभियांत्रिकी आणि तंत्रज्ञान पदविका

शिक्षण पुस्तिका  
(Learning Material)

इंडस्ट्रियल हायड्रॉलिक्स अँड न्यूमॅटिक्स  
Industrial Hydraulics and Pneumatics  
(316363)

यंत्र अभियांत्रिकी गट

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

शिक्षण पुस्तिका  
Learning Material

इंडस्ट्रियल हायड्रॉलिक्स अँड न्यूमॅटिक्स  
Industrial Hydraulics and  
Pneumatics  
(316363)

मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यम  
(अभियांत्रिकी व तंत्राज्ञानातील पदविका सहावे सत्र)



महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई  
(स्वायत्त) (ISO 21001:2018) (ISO/IEC 27001:2022)

**एम.एस. बी. टी. ई.  
मार्गदर्शक**

**श्री. एस. एस. हरीप**  
विभागप्रमुख, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

**संकलक**

**श्री. वाय.व्ही. सहाणे**  
अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

**श्री. ए.आर. लांडे**  
अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

**श्री. व्ही.इ. कोठावदे**  
अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

**श्री. पी.बी. येलमामे**  
अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

**श्री. ए. टी. करंजकर**  
अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

**समीक्षक**

**श्री. व्ही.आर. सानप**  
अधिव्याख्याता, यांत्रिकी अभियांत्रिकी

**मुख्य समन्वयक**

**श्री. पी. टी. कडवे**  
प्राचार्य

**संस्था समन्वयक**

**श्री. एम. एस. दुकळे**  
विभागप्रमुख, यांत्रिकी अभियांत्रिकी



# महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळ.

(स्वायत्त) (ISO: २१००१:२०१८) (ISO/IEC: २७००१-२०१३)

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

दूरध्वनी क्र.: ०२२-६२५४२१०० / १५३ / १७०

email : director@msbte.com

web site : www.msbte.ac.in



## प्रास्ताविक

महाराष्ट्र राज्यातील पदविका स्तरावरील तंत्रशिक्षणामध्ये विद्यार्थ्यांचे रोजगार कौशल्य विकसित करून विद्यार्थ्यांचा सर्वांगीण विकास घडवून आणण्याकरिता महाराष्ट्र राज्य तंत्रशिक्षण मंडळाकडून पदविका अभ्यासक्रम वेळोवेळी अद्यावत करण्यात येतो. अभियांत्रिकी पदविका अभ्यासक्रम शिकत असताना संकल्पनात्मक ज्ञान, सुसंगत संदर्भ, प्रश्न विचारणे, विश्वसनीय 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 खेड्यापाडयातून विकसित झालेला देश असून ग्रामीण भागातील विद्यार्थ्यांना तांत्रिक शिक्षण घेताना भाषेचा अडसर न येता तांत्रिक बाबींचा आशय समजून घेणे शक्य होईल या दृष्टिकोनातून महाराष्ट्र राज्य तंत्र शिक्षण मंडळाने पदविका स्तरावरील तांत्रिक शिक्षणाकरिता विद्यार्थ्यांना मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय उपलब्ध करून दिलेला आहे.

राष्ट्रीय शैक्षणिक धोरण-२०२० प्रादेशिक भाषेतील शिक्षणास प्रोत्साहन देते, ज्यामुळे विद्यार्थ्यांना तांत्रिक अभ्यासक्रमांसाठी प्रादेशिक भाषेतून शिक्षणाचे माध्यम निवडता येते. त्या अनुषंगाने प्रादेशिक भाषांमध्ये तांत्रिक सामग्री आणि अभ्यास सामग्रीचा विकास आणि भाषांतर करण्याची आवश्यकता आहे. या धोरणास अनुसरून मंडळाने भागधारकांसाठी शैक्षणिक वर्ष २०२१-२२ पासून I-Scheme तसेच शैक्षणिक वर्ष २०२३-२४ पासून K-Scheme मध्ये द्विभाषिक माध्यमाचा पर्याय प्रथम ते तृतीय वर्षाकरिता उपलब्ध करून दिलेला आहे. या पर्यायास अनुसरून मंडळाने मराठी-इंग्रजी द्विभाषिक शैक्षणिक सामग्रीही संबंधीत विद्यार्थी व अधिव्याख्यातांकरिता उपलब्ध करून दिली 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 संपन्न 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 विषयांची मराठी-इंग्रजी (द्विभाषिक) शैक्षणिक सामुग्री बनविण्यासाठी अध्यापक व सुकाणू समितीचे सदस्य यांनी दर्शविलेले समर्पण व वचनबद्धता कौतुकास पात्र आहे, या सर्वांचे मी मनःपूर्वक अभिनंदन करतो!



(डॉ. प्रमोद नाईक)

संचालक

म. रा. तंत्र शिक्षण मंडळ, मुंबई

# अनुक्रमणिका

## INDEX

Sr. No	Name of Unit	Page Nos.
1	इंट्रोडक्शन टू हायड्रॉलिक्स अँड न्यूमॅटिक्स सिस्टिम्स Introduction to Hydraulic and Pneumatic Systems	1
2	पंप्स अँड कॉम्प्रेसर्स अँड अॅक्चुएटर्स Pumps and Compressors and Actuators	21
3	कंट्रोल व्हाल्वस Control Valves	47
4	अँडवान्सड कॉम्पोनन्ट्स अँड अॅक्सेसरीस Advanced Components and Accessories	65
5	हायड्रॉलिक्स अँड न्यूमॅटिक्स सर्किट्स Hydraulic and Pneumatic Circuits	82

## युनिट 1 इंट्रोडक्शन टु हायड्रॉलक्स अँड न्युमॅटिक्स सिस्टीम Introduction to Hydraulic and Pneumatic Systems

### विषय निष्पत्ती (Course Outcomes):

**CO1:** हायड्रॉलिक आणि प्युमॅटिक सिस्टिममधील विविध कॉम्पोनंट्स त्यांचे सिम्बॉल्स वरून आयडेन्टीफाय करणे. (Identify various components of hydraulic and pneumatic system from their symbols.)

### घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

**TLO 1.1:** दिलेल्या परिस्थितीत हायड्रॉलिक आणि न्युमॅटिक प्रणालींचे एकूण मांडणीचित्र (जनरल लेआउट) तयार करणे. (Prepare the general layout of hydraulic and pneumatic systems in given situation.)

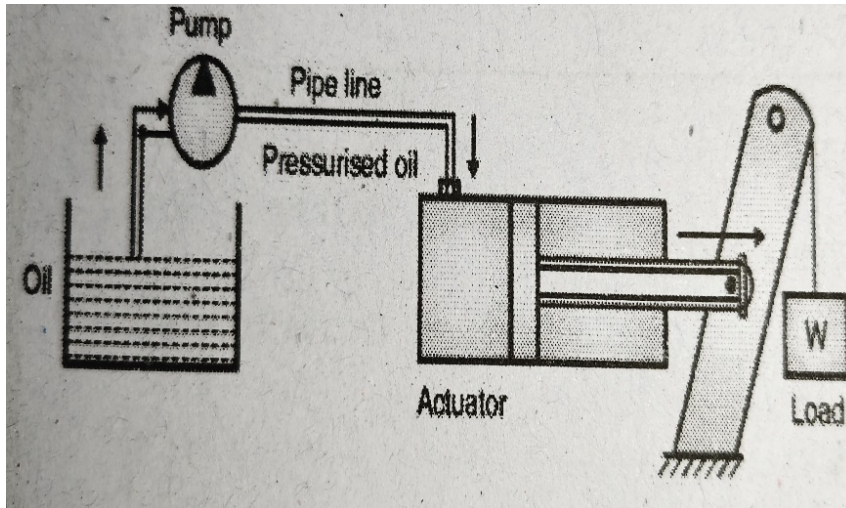
**TLO 1.2:** दिलेल्या हायड्रॉलिक आणि न्युमॅटिक घटकांची चिन्हे (सिंबॉल्स) समजून घेणे व त्यांचे स्पष्टीकरण करणे. (Interpret the symbols of given hydraulic and pneumatic components.)

**TLO 1.3:** हायड्रॉलिक द्रवाचे गुणधर्म लक्षात घेऊन, दिलेल्या आवश्यकतेनुसार योग्य द्रवाची निवड करणे. (Choose suitable hydraulic fluid as per given requirement based on its properties.)

**TLO 1.4:** फिल्टरची रचना (कन्स्ट्रक्शन) आणि कार्यपद्धती (वर्किंग) आकृतीसह समजावून सांगणे. (Explain construction and working of filter with sketch.)

**1.1 ऑइल हायड्रॉलिक आणि न्युमॅटिक सिस्टीम:** हायड्रॉलिक आणि न्युमॅटिक सिस्टीम या उद्योगांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरल्या जातात. या दोन्ही प्रणालींमध्ये फ्लुइड पॉवरचा वापर करून मशीन हलवणे किंवा नियंत्रित करणे (मेकॅनिकल वर्क करणे) सोपे होते.

**a) ऑइल हायड्रॉलिक सिस्टीम:** जेव्हा दाबाखालील इनकॉम्प्रेसिबल ऑइल वापरून ऊर्जा ट्रान्समिशन केले जाते आणि त्याद्वारे उपयोगी काम केले जाते, तेव्हा ती सिस्टीम ऑइल हायड्रॉलिक सिस्टीम म्हणून ओळखली जाते. हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये ऑइल वर प्रेशर आणल्यास ते संकुचित होत नाही, म्हणून जास्त शक्ती मिळते. त्यामुळे हायड्रॉलिक सिस्टीम जड भार उचलण्यासाठी खूप उपयोगी असते.



**Fig.1.1**  
**Oil hydraulics system**

उदाहरणे:

1. **ट्रॅक्टर ट्रॉली उचलणे:** ट्रॉलीच्या चेसिसखाली असलेल्या हायड्रॉलिक सिलेंडरमध्ये ऑईल चा प्रेशरदेऊन ट्रॉली सहजपणे वर उचलली जाते.
2. **जेसीबी मशीनचा आर्म मूव्हमेंट:** जेसीबी मशीनच्या आर्म च्या विविध हालचाली हालचाली हायड्रॉलिक सिलेंडरद्वारे केल्या जातात. ऑईल चा प्रेशरवाढवून आर्म वर-खाली किंवा पुढे-पाठ फिरवला जातो.

### b) न्यूमॅटिक सिस्टीम:

जेव्हा दाबाखालील हवा (कॉम्प्रेसड एअर) वापरून ऊर्जा ट्रान्समिशन केले जाते आणि त्याद्वारे उपयोगी काम केले जाते, तेव्हा त्या सिस्टीमला न्यूमॅटिक सिस्टीम म्हणतात. संकुचित हवा हलकी, स्वच्छ आणि सहज उपलब्ध असल्यामुळे ही सिस्टीम हलक्या आणि जलद हालचालीच्या कामांसाठी जास्त वापरली जाते.

उदाहरणे:

1. न्यूमॅटिक हँड टूल्स (उदा. न्यूमॅटिक ड्रिल) कॉम्प्रेसड एअर मोटर फिरवते आणि ड्रिल जलद फिरून छिद्र पाडण्याचे काम करते.
2. न्यूमॅटिक क्लॉम्पिंग सिस्टम उत्पादन प्रक्रियेत कामाचे तुकडे जलद आणि सुरक्षितपणे पकडण्यासाठी न्यूमॅटिक सिलेंडर वापरले जातात.

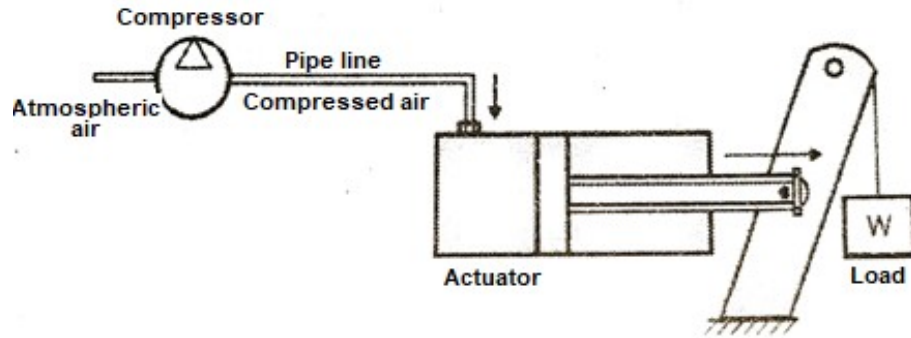


Fig.1.2  
Pneumatic System

### 1.1.1 ऑईल हायड्रॉलिक सिस्टीम:

#### a) ऑईल हायड्रॉलिक सिस्टीम जनरल लेआउट:

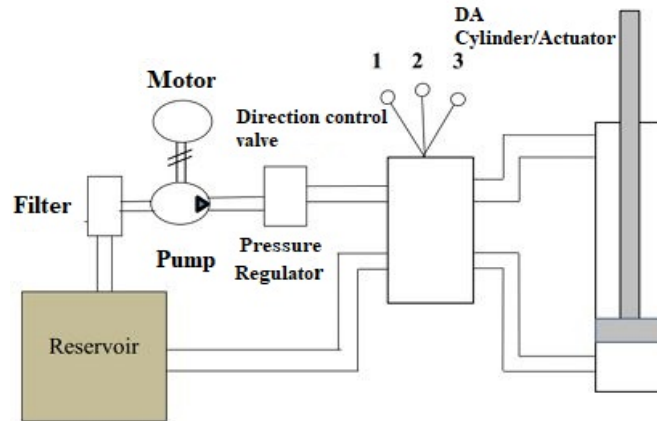


Fig.1.3  
Oil hydraulic system general layout

हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये विविध घटक असतात. हे घटक त्यांच्या कार्यानुसार योग्य क्रमाने बसवले किंवा मांडले जातात. सर्व घटकांना एकमेकांशी पाइपलाइन आणि फिटिंग्जच्या मदतीने जोडले जाते. घटकांची अशी क्रमबद्ध आणि कार्यानुसार केलेली रचना म्हणजे हायड्रॉलिक सिस्टीमचा सामान्य लेआउट होय. ऑईल हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये दाबाखालील ऑईल वापरले जाते. हे ऑईल हायड्रॉलिक सिस्टीमतील पंप, वाल्व्ह, अॅक्च्युएटर इत्यादी विविध घटकांमधून फिरते. या फिरणाऱ्या आणि दाबाखाली असलेल्या ऑईल च्या मदतीने दिलेले काम किंवा अनुप्रयोग पूर्ण केला जातो.

**हायड्रॉलिक सिस्टीम घटक:** हायड्रॉलिक सिस्टीम मुख्यतः काही महत्त्वाच्या घटकांनी बनलेली असते. प्रत्येक घटकाचे वेगळे कार्य असते आणि सर्व घटक एकत्रितपणे सिस्टीम काम सुरळीत चालू ठेवतात. हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये खालील घटकांचा समावेश असतो:

- 1) रिझरवायर टँक
- 2) फिल्टर
- 3) हायड्रॉलिक पंप
- 4) कंट्रोल वाल्व्ह
- 5) अॅक्च्युएटर
- 6) पाईपलाइन आणि फिटिंग्स
- 7) अॅक्सेसरीज

**1. रिझरवायर/ टँक-** हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये आवश्यक तेवढे ऑईल साठवण्यासाठी रिझर्व्हायर किंवा टाकी वापरली जाते. ही टाकी गोलाकार किंवा चौकोनी आकारात असते व तिची क्षमता लिटरमध्ये दिलेली असते, जसे 20 लि., 50 लि. टाकीला ऑईलचे पातळी दर्शक बसवलेले असते, ज्यामुळे ऑईलची पातळी सहज पाहता येते. पंपाच्या मदतीने ऑईल सिस्टीमतील विविध घटकांमधून फिरते आणि शेवटी पुन्हा टाकीत परत येते. खूप थंडी किंवा उष्णतेत काम करावे लागल्यास टाकीत ऑईल गरम करण्यासाठी हीटर किंवा थंड करण्यासाठी कूलर बसवले जातात.

**2. फिल्टर-** फिल्टर हे ऑईल तील धूळ, कण किंवा अशुद्धी वेगळ्या करण्याचे काम करते. त्यामुळे सिस्टीमला स्वच्छ आणि शुद्ध ऑईल मिळते व घटकांचे आयुष्य वाढते.

**3. हायड्रॉलिक पंप-** पंप ऑईल ला आवश्यक प्रेशर देतो व आवश्यक प्रवाह फ्लो रेट सिस्टीममध्ये पुरवतो. पंपाला चालना प्राइम मूव्हरकडून मिळते, जसे इलेक्ट्रिक मोटर किंवा आय.सी. इंजिन. पंपामुळेच ऑईल चा प्रेशरवाढून सिस्टीमचे काम सुरू राहते.

**4. नियंत्रण वाल्व्ह-** वाल्व्ह ऑईल चा दाब, ऑईल चा प्रवाह आणि प्रवाहाची दिशा नियंत्रित करण्यासाठी वापरले जातात. हायड्रॉलिक सर्किटमध्ये वाल्व्ह त्यांच्या कार्यानुसार योग्य ठिकाणी बसवले जातात.

कार्यानुसार नियंत्रण वाल्व्ह तीन प्रकारचे असतात:

- a) प्रेशरनियंत्रण वाल्व्ह ऑईल चा प्रेशरनियंत्रित करण्यासाठी वापरले जाते. उदा. प्रेशर रिलिफ वाल्व्ह.
- b) दिशा नियंत्रण वाल्व्ह ऑईल ची दिशा बदलण्यासाठी किंवा अॅक्च्युएटर चालवण्यासाठी वापरले जाते. उदा. 3/2 दिशा नियंत्रण वाल्व्ह (सिंगल ऍक्टिंग सिलिंडर साठी).
- c) प्रवाह नियंत्रण वाल्व्ह अॅक्च्युएटरला पुरवला जाणारा ऑईल चा प्रवाह नियंत्रित करून हालचालजलद किंवा मंद करण्यासाठी वापरले जाते. उदा. नीडल टाईप फ्लो कंट्रोल वाल्व्ह.

**5. अॅक्च्युएटर-** अॅक्च्युएटर ऑईल च्या दाबात साठवलेली ऊर्जा वापरून तिला यांत्रिक हालचालीत (मोशन) बदलतो. निर्माण होणाऱ्या यांत्रिक ऊर्जेनुसार अॅक्च्युएटर दोन प्रकारचे असतात. लिनिअर अॅक्च्युएटर-सरळ (हॉरीझॉन्टल / वर्टिकल) हालचाल देण्यासाठी हायड्रॉलिक सिलिंडरवापरले जातात.

उदा. सिंगल अँक्टिंग सिलेंडर, डबल अँक्टिंग सिलेंडर. जेसीबी च्या आर्ममध्ये डबल अँक्टिंग सिलेंडर वापरले जाते.

b) रोटरी अँक्व्युएटर-घड्याळाच्या दिशेने किंवा उलट दिशेने फिरणारी हालचाल निर्माण करतो. उदा. जड मिक्सर फिरवण्यासाठी हायड्रॉलिक मोटर.

**6. पाइपलाइन आणि फिटिंग्ज-** हे द्रव वहन करणारे घटक (फ्लुइड कंडक्टिंग इलेमेंट) म्हणून ओळखले जातात. दाबाखालील ऑईल विविध घटकांपर्यंत पाइपलाइन आणि फिटिंग्जच्या मदतीने पोहोचवले जाते. हायड्रॉलिक लेआउटमध्ये रिजिड पाइप, होझेस पाइप आणि विविध फिटिंग्ज जसे कनेक्टर्स, कपलिंग, रिड्यूसर इत्यादी वापरले जातात.

**7. अँक्सेसरीज-** अँक्सेसरीज सिस्टीमचे कार्य सुरळीत, सुरक्षित आणि कार्यक्षम ठेवण्यासाठी वापरल्या जातात. हायड्रॉलिक सिस्टीमतील सामान्य अँक्सेसरीज पुढीलप्रमाणे:

a) प्रेशरगेज: विविध ठिकाणी ऑईल चा प्रेशरमोजण्यासाठी वापरले जाते.

उदा. पंपाच्या डिस्चार्जनंतर.

b) सील आणि गॅस्केट: जोडांना लीक-प्रूफ करण्यासाठी वापरले जातात. त्यामुळे ऑईल गळती होत नाही.

c) अक्युमुलेटर: दाबाखालील ऑईल ची ऊर्जा साठवण्याचे काम करते.

d) हीट एक्सचेंजर: थंड हवामानात ऑईल गरम करण्यासाठी आणि गरम परिस्थितीत ऑईल थंड करण्यासाठी वापरले जाते.

e) फ्लो मीटर: सिस्टीमतील ऑईल चा प्रवाह किंवा डिस्चार्ज मोजण्यासाठी वापरले जाते.

f) इंटेंसिफायर / प्रेशर बूस्टर: आवश्यकतेनुसार ऑईल चा प्रेशरवाढवण्यासाठी वापरले जाते.

g) तापमान सेन्सर / तापमान गेज: हायड्रॉलिक ऑईल चे तापमान मोजण्यासाठी वापरले जाते.

**हायड्रॉलिक सिस्टीमचे फायदे :**

1. कमी मेहनतीत उच्च शक्ती आणि मोठा बल निर्माण करता येतो.
2. वेग, स्थिती आणि बल यावर सहज आणि अचूक नियंत्रण मिळते.
3. जड भार सहज हाताळता येतो.
4. उच्च शक्तीसाठी सिस्टीमचा आकार लहान ठेवता येतो.
5. ओव्हरलोडपासून संरक्षण मिळते (रिलीफ वाल्व्हद्वारे).
6. पाइपलाइन वापरून लांब अंतरावरही काम करता येते.
7. कमी वेगावरही सतत समान बल पुरवता येतो.

**हायड्रॉलिक सिस्टीमचे तोटे:**

1. ऑईल गळती होणे सामान्य आहे आणि त्यामुळे घाण तयार होते.
2. हायड्रॉलिक ऑईल महाग असते आणि त्यासाठी नियमित देखभाल आवश्यक असते.
3. न्युमॅटिक सिस्टीमपेक्षा अधिक जटिल आहे.
4. ज्वलनशील ऑईल असल्यामुळे आग लागण्याचा धोका असतो.
5. खूप जास्त वेगाच्या कामांसाठी योग्य नाही (न्युमॅटिकपेक्षा मंद कार्य).
6. पंप आणि मोटरमधून आवाज येतो.

**हायड्रॉलिक सिस्टीमचे उपयोग-** हायड्रॉलिक सिस्टीम चा वापर उद्योगात आणि विविध क्षेत्रांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर केला जातो. त्याचे काही महत्वाचे उपयोग पुढीलप्रमाणे आहेत:

1. **कृषी उपकरणे-** आधुनिक शेतमाल उपकरणांमध्ये हायड्रॉलिक सिस्टीमचा वापर करून उपकरणां वर खाली हलवले जाते. उदा. हायड्रॉलिक ट्रॅक्टर्स, हार्वेस्टिंग उपकरणे, स्प्रेडर्स, विशेष लागवड यंत्रणा यामध्ये वापर होते.
2. **मालवाहतूक सिस्टीम-**जड आणि मोठ्या वस्तू एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी हलवण्यासाठी हायड्रॉलिक लिफ्ट, क्रेन्स, जॅक यांचा वापर होतो. उदा. फोर्क लिफ्ट, क्रेन्स, ट्रक इत्यादी.
3. **मशीन टूल्स-**हायड्रॉलिक प्रेस मशीन, हायड्रॉलिक ग्राइंडर, हायड्रॉलिक शेपर, हायड्रॉलिक पॉवर हॅक्सॉ, हायड्रॉलिक शियरिंग मशीन, प्रेशर ड्राई या मशीन टूल्स मध्ये हायड्रॉलिक सिस्टम वापरली जाते.
4. **बांधकाम उपकरणे-**बांधकामाच्या साईटवर विविध मशीनसाठी हायड्रॉलिक सिस्टीम वापरली जाते. उदा. जेसीबी, हायड्रॉलिक शॉव्हल, डंपर, एक्सकव्हेटर, कॅटरपिलर, हायड्रॉलिक लिफ्ट, मिक्सर, क्रशर इत्यादी.
5. **संरक्षण / एरोस्पेस-**विमानांमध्ये हायड्रॉलिक कंट्रोल सिस्टम वापरली जाते. जेसीबी, शॉव्हल वाहन, रॉकेट लॉचर, विमानांचे विंग कंट्रोल सिस्टम यामध्ये हायड्रॉलिक सिस्टीम वापरली जाते.
6. **खाणकाम-**ओपन पिट आणि अंडरग्राउंड कामांमध्ये हायड्रॉलिक सिस्टीम वापरली जाते. खाणीतील ड्रिलिंग, क्रशिंग, मालवाहतूक यंत्रणेवर हायड्रॉलिक काम केले जाते.
7. **अर्थमुक्किंग उपकरणे-**मोठ्या प्रकल्पांमध्ये जसे पूल, टॉवर, रोड कन्स्ट्रक्शन, मेट्रो रेल्वे प्रकल्प यामध्ये मोठ्या आकाराची हायड्रॉलिक उपकरणे वापरली जातात.
8. **इतर उपयोग-**जहाज बांधकाम, अँडव्हेंचर राईड्स, रोबोटिक्स, इंजेक्शन मोल्डिंग यामध्येही हायड्रॉलिकसिस्टीम चा वापर केला जातो.

**1.1.2 न्युमॅटिक सिस्टीम:** न्युमॅटिक सिस्टीम ही अशी द्रवशक्ती सिस्टीम आहे ज्यामध्ये कॉम्प्रेसड एअर किंवा गॅस काम करण्यासाठी ऊर्जा ट्रान्समिशन आणि हालचाल नियंत्रित करण्याचे माध्यम म्हणून वापरली जाते. न्युमॅटिक सिस्टीममध्ये कॉम्प्रेसड एअर किंवा गॅस विविध घटकांमधून फिरवली जाते आणि ठराविक काम पूर्ण करण्यासाठी वापरली जाते. वापरले जाणारे माध्यम कॉम्प्रेसड एअर असल्यामुळे हायड्रॉलिक सिस्टीम पेक्षा यात फरक असतो.

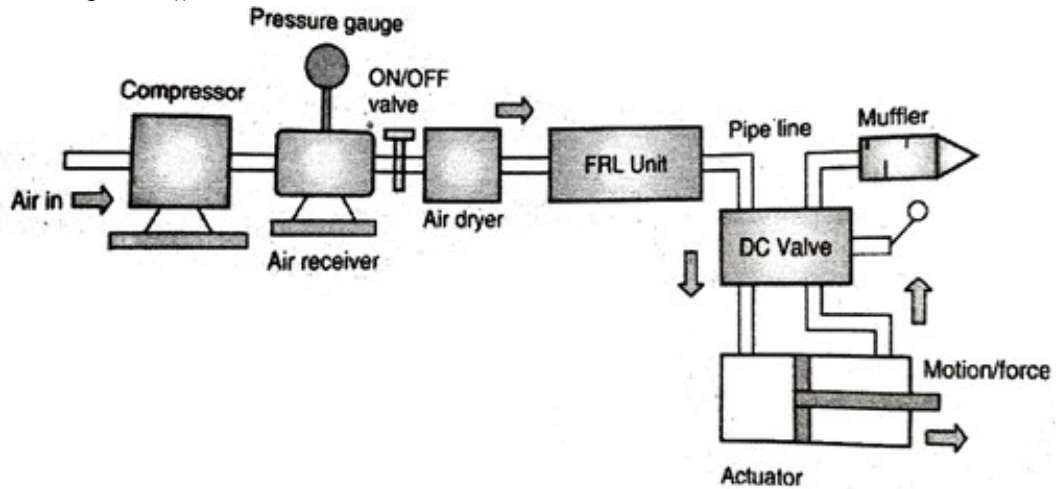


Fig.1.4

Pneumatic system general layout

**न्युमॅटिक सिस्टीमचे घटक:**

1. कॉम्प्रेसर
2. एअर कूलर
3. एअर रिसीव्हर

4. मॉड्युलर सेपरेटर
5. एफआरएल युनिट
  - a) फिल्टर
  - b) रेग्युलेटर
  - c) लुब्रिकेटर
6. कंट्रोल युनिट
7. एअर अॅक्च्युएटर्स
8. पाइपलाइन आणि फिटिंग्स
9. अॅक्सेसरीज

- 1) **कॉम्प्रेसर:** हे न्युमॅटिक सिस्टिमचे मुख्य घटक आहे. हे वातावरणातील हवा शोषून घेते आणि योग्य यंत्रणेद्वारे आवश्यक दाबापर्यंत हवा कॉम्प्रेसड करते. न्युमॅटिक सिस्टिमसाठी लागणारी कॉम्प्रेसड एअर कॉम्प्रेसर द्वारे मिळते. यात रेसिप्रोकेटिंग कॉम्प्रेसर, स्कू कॉम्प्रेसर, व्हेन कॉम्प्रेसर, लोब प्रकारचे कॉम्प्रेसर इत्यादींचा समावेश होतो. मोठ्या क्षमतेचे केंद्रीकृत कॉम्प्रेसर युनिट उपलब्ध असते, जे अनेक न्युमॅटिक मशिन्स चालवण्यासाठी पुरेशी कॉम्प्रेसड एअर साठवते. कॉम्प्रेसर चालवण्यासाठी प्राइम मूव्हर वापरतात. यामध्ये इलेक्ट्रिक मोटर, डिझेल/पेट्रोल इंजिन, गॅस टर्बाइन इत्यादींचा समावेश होतो.
- 2) **एअर कूलर:** कॉम्प्रेसरमधून बाहेर येणारी हवा तापलेली आणि उष्ण असतेही गरम हवा थंड करण्यासाठी एअर कूलर वापरला जातो
- 3) **एअर रिसिव्हर:** एअर रिसिव्हर हा एक सिलिंड्रिकल आकाराचा टँक आहे, ज्यामध्ये कॉम्प्रेसरने पुरवलेली कॉम्प्रेसड एअर साठवली जाते. यात हवेचा प्रेशरतपासण्यासाठी प्रेशर गेज लावलेले असते. याची क्षमता घन सेंटीमीटर ( $\text{cm}^3$ ) मध्ये दिली जाते आणि तो आडवा किंवा उभा अशा दोन्ही प्रकारे बसवता येतो. एअर रिसिव्हरमध्ये साठवलेली हवा पुढे न्युमॅटिक सिस्टिमला कॉम्प्रेसड एअर पुरवण्यासाठी वापरली जाते.
- 4) **मॉड्युलर सेपरेटर:** कॉम्प्रेसड एअरमध्ये पाण्याचे थेंब असू शकतात. ओलावा वेगळा काढण्यासाठी मोड्युलर सेपरेटर वापरतात. हवेतील पाणी धातूच्या भागांना गंज लावू शकते. म्हणूनच मोड्युलर सेपरेटरच्या मदतीने ही ओलावा काढून टाकली जाते.
- 5) **एफ आर एल युनिट:** हे सर्व्हिस युनिट म्हणूनही ओळखले जाते. यात तीन घटक सलग क्रमाने जोडलेले असतात.
  - a) फिल्टर: कॉम्प्रेसड हवेमधील (compressed air) धूळ, मळ, आणि इतर अशुद्धी काढून टाकण्याचे काम करतो.
  - b) रेग्युलेटर: कॉम्प्रेसड एअरचा प्रेशर नियंत्रित करून सिस्टिमला आवश्यक तो स्थिर प्रेशर पुरवतो.
  - c) ल्युब्रिकेटर: कॉम्प्रेसड एअरमध्ये सूक्ष्म प्रमाणात ऑईल मिसळतो, ज्यामुळे वाल्व्ह आणि अॅक्च्युएटरमधील हालचाल करणाऱ्या भागांना स्नेहन मिळते व ते सुरळीत चालतात.

#### 1.1.2.1 न्युमॅटिक सिस्टिमचे फायदे:

1. मोफत उपलब्ध हवा: कार्य करतांना माध्यम म्हणून वातावरणातील हवा वापरली जाते. हवा नैसर्गिकरित्या 24 तास मोठ्या प्रमाणात मोफत उपलब्ध असते.
2. स्वच्छ सिस्टिम : या सिस्टिम मुळे घाण किंवा ऑईल सारखा चिकटपणा तयार होत नाही. त्यामुळे कार्यक्षेत्र स्वच्छ राहते. हायड्रॉलिक सिस्टिम तील घाण होण्याची समस्या इथे नसते.

3. अग्निरोधक: हवा ज्वलनशील नसल्यामुळे न्युमॅटिक सिस्टीम आग लागण्याचा धोका निर्माण करत नाही. त्यामुळे ती उच्च तापमानाच्या ठिकाणीसुद्धा सुरक्षितपणे वापरता येते.
4. साधी आणि सोपी सिस्टीम : या सिस्टीम चे कनेक्शन करणे आणि ऑपरेट करणे सोपे असते.
5. रिटर्न लाइनची गरज नाही: हवा वापरल्यानंतर थेट वातावरणात सोडली जाते. तिला साठवण्याची किंवा पुन्हा परत पाठवण्याची गरज नसते. त्यामुळे रिटर्न पाईपलाइनचा खर्चही वाचतो.
6. सोपे देखभाल: कॉम्प्रेसर, एफ आर एल युनिट, वाल्व्ह आणि ऍक्च्युएटरचे देखभाल हायड्रॉलिक सिस्टीम पेक्षा सोपे व कमी खर्चिक असते.
7. सोपी वितरण व्यवस्था: कॉम्प्रेसड एअर हवा सहज साठवता आणि पाइपलाइनद्वारे वितरित करता येते. केंद्रीकृत कॉम्प्रेसर वापरून अनेक न्युमॅटिक मशीन चालवता येतात.

### 1.1.2.2 न्युमॅटिक सिस्टीमचे तोटे-

- a. हवा कॉम्प्रेसड करण्याचा जास्त खर्च: न्युमॅटिक सिस्टीम मध्ये हवा कॉम्प्रेसड करणे आणि तिचे कंडिशनिंग करणे यासाठी जास्त खर्च येतो.
- b. कमी अचूकता: हवा कॉम्प्रेसीबल असल्यामुळे दाबामध्ये बदल होतात आणि त्यामुळे हालचालींमध्ये त्रुटी निर्माण होऊ शकतात. म्हणून ही सिस्टीम फार अचूक व बारकाईच्या कामांसाठी योग्य नसते.
- c. आवाज जास्त निर्माण होणे: हवा पाइपमधून, वाल्व्हमधील छोटे छिद्र, ऍक्च्युएटरमधून जाताना आवाज निर्माण करते. विशेषतः एक्झॉस्ट भागात आवाज जास्त होतो. हे कमी करण्यासाठी सायलेन्सर किंवा मफलर वापरले जातात.
- d. जास्त ऑपरेटिंग खर्च: हवा मोफत असली तरी तिला कॉम्प्रेसड करणे, साठवणे, वाटप करणे आणि कंडिशन करणे यांचा खर्च जास्त येतो. त्यामुळे सिस्टीम चा एकूण ऑपरेटिंग खर्च वाढतो.
- e. कमी दाबावर काम: न्युमॅटिक सिस्टीम साधारण 10 बार दाबावर काम करते. या कमी दाबामुळे पंचिंग प्रेससारखी छोटी-मध्यम कामे करता येतात, पण जड भार हलवण्यासाठी हायड्रॉलिक सिस्टीम इतकी सक्षम नाही.
- f. अतिरिक्त ल्युब्रिकेशनची गरज: न्युमॅटिक सिस्टीम मध्ये ल्युब्रिकेटरची आवश्यकता असते, जो कॉम्प्रेसड एअर मध्ये सूक्ष्म प्रमाणात ऑईल मिसळतो. यामुळे ऍक्च्युएटर आणि इतर स्लाइडिंग भागांची घर्षण कमी होते आणि हालचाल सुरळीत होते.

### न्युमॅटिक सिस्टीम चे उपयोग (Application):

1. **औद्योगिक ऑटोमेशन**-काम किंवा जॉब्स मॅन्युअली हाताळण्याची गरज कमी करण्यासाठी ऑटोमेशनमध्ये न्युमॅटिक सिस्टीम वापरली जाते.ह्यामुळे कामाचे अनुक्रम वेगाने होते, माणसांचा सहभाग कमी होतो.उदा. न्युमॅटिक बँडिंग मशीन, न्युमॅटिक ऑटोमॅटिक पॅकेजिंग, न्युमॅटिक एम्बॉसिंग मशीन.
  - a) **ऑटोमोबाईल क्षेत्र**-न्युमॅटिक सिस्टीम मोठ्या वाहनांसाठी एअर ब्रेक सिस्टममध्ये उपयोगी आहे. वाहनांचे टायर्स कॉम्प्रेसड हवेने भरले जातात.ऑटोमोबाईल पॅनेल्स आणि बॉडी पार्ट्सवर स्प्रे पेंटिंग करण्यासाठीही न्युमॅटिक सिस्टीम वापरली जाते.
  - b) **बांधकाम उपकरणे**-बांधकामात न्युमॅटिक व्हायब्रेटर्स, रॉक ड्रिलिंग, न्युमॅटिक हॅमर, काँक्रीट मिक्सर, न्युमॅटिक पिस्टल ड्रिल वापरले जातात.
  - c) **फाउंड्री शॉप**-जॉलिंग मशीन चालवणे, मोल्ड आणि कास्टिंग स्वच्छ करणे न्युमॅटिक पॉवर टूल्स वापरून केले जाते.उदा. हँड ग्राइंडर्स.

- d) **हॅडटूल्स**-विविध पोर्टेबल हॅडटूल्स न्युमॅटिक सिस्टीम चा लोकप्रिय उपयोग आहेत. उदा. न्युमॅटिक ड्रिल्स, न्युमॅटिक स्क्रूड्रायव्हर्स, न्युमॅटिक रिव्हेटर्स.न्युमॅटिक ग्राइंडर्स वेल्डेड जॉइंट्स, कास्टेड घटकांचे फिनिशिंगसाठी वापरले जातात.असे हॅडटूल्स असेंब्ली लाईन्स, ऑटोमोबाईल सर्व्हिस स्टेशनमध्ये वापरले जातात.न्युमॅटिक प्रेस मशीन शीट मेटल ऑपरेशनसाठी वापरले जातात, जसे पंचिंग, ब्लॉकिंग इत्यादी.
- e) **बोरवेल ड्रिलिंग**-भूमिगत बोरवेल ड्रिलिंग न्युमॅटिक ड्रिलिंगद्वारे शक्य आहे.
- f) **पॅकेजिंग**-अन्न, औषधनिर्मिती, कृषी वस्तूंच्या पॅकेजिंगसाठी न्युमॅटिक सिस्टीम वापरली जाते.
- g) **इतर उपयोग**-टेक्सटाईल्स ऑटोमॅटिक लूमस, न्युमॅटिक कंवेयर, न्युमॅटिक डेंटल इन्स्ट्रुमेंट्स इत्यादी.

### इलेक्ट्रिकल ,हायड्रॉलिक आणि न्युमॅटिक सिस्टीम यांतील फरक:

पॅरामीटर	इलेक्ट्रिक सिस्टिम	हायड्रॉलिक सिस्टिम	न्युमॅटिक सिस्टिम
पॉवर स्रोत	विज	दाबलेले ऑईल	कॉम्प्रेसड एअर
माध्यम	इलेक्ट्रिकल ऊर्जा	हायड्रॉलिक ऑईल	हवा
प्रेसर रेंज	कमी	खूप जास्त (200-400 बार पर्यंत)	कमी ते मध्यम (6-10 बार)
बल निर्माण	कमी ते मध्यम	खूप जास्त	कमी
ऑपरेशनचा वेग	जलद(मोटरच्या वेगावर अवलंबून)	मध्यम	खूप जलद
अचूकता/ नियंत्रण	उच्च, अचूक नियंत्रण	उच्च,गुळगुळीतआणि अचूक	मध्यम (हवेची कॉम्प्रेससिबिलिटीअचूकता कमी करते)
स्वच्छता	स्वच्छ	ऑईल गळतीची शक्यता	खूप स्वच्छ (हवेचे उत्सर्जन स्वच्छ)
खर्च	सुरुवातीचा चालवण्याचा मध्यम	उच्च सुरुवातीचा खर्च	सुरुवातीचा खर्च कमी
देखभाल	कमी	जास्त (ऑईल गळती, सील्स बदलणे)	मध्यम (हवा गळती, ओलावा काढणे)
प्रणाली घटक	मोटर, स्विच, सेन्सर	पंप, वाल्व्ह, सिलिंडर, टाकी	कॉम्प्रेसर, वाल्व्ह, सिलिंडर
आवाज	कमी	कमी	जास्त (हवेच्या उत्सर्जनामुळे)
सुरक्षा	विजेचा शॉकचा धोका	उच्च दाबाचे ऑईल गळतीचा धोका	सुरक्षित, हवा हानिरहित
सामान्य उपयोग	रोबोटिक्स, गृहउपकरणे,CNC ड्राइव्ह	हायड्रॉलिक प्रेस,जेसीबी , इंजेक्शन मोल्डिंग मशीन	पॅकेजिंग, ऑटोमेशन, प्युमॅटिक टूल्स, पिक-अँड-प्लेस युनिट्स



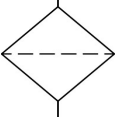



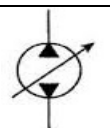
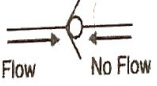
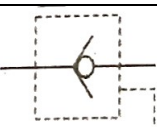
**1.1 आय एस ओ सिम्बॉल्स:** आय एस ओ सिम्बॉल्स संपूर्ण जगभर एकसारखी वापरली जातात. संकेत चिन्हांचे मानकीकरण (स्टॅन्डरडायझेशन) करणे आवश्यक असते, कारण त्यामुळे सर्वांना सर्किट समजणे

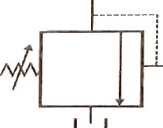
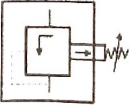
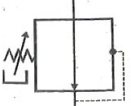
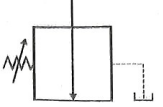
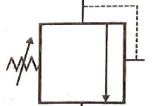
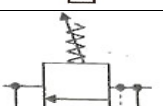




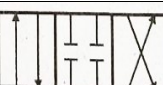


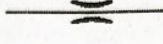
सोपे होते.

आय एस ओ (इंटरनॅशनल ओर्गनायझेशन फॉर स्टॅण्डरडायझेशन) ही एक आंतरराष्ट्रीय संस्था आहे. ती हायड्रॉलिक आणि न्युमॅटिक प्रणालींसाठी वापरल्या जाणाऱ्या संकेतचिन्हांचे नियम तयार करते.







ISO 1219-1 (2012) या मानकानुसार: फ्लुइड पॉवर सिस्टम्स (हायड्रॉलिक आणि न्युमॅटिक) आणि त्यातील विविध घटक.

### 1.1.1 हायड्रॉलिक सिस्टीम चे घटक दाखविण्यासाठी वापरले जाणारे सिम्बॉल्स:


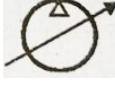

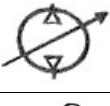
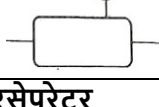
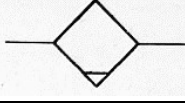
अ.क्र.	नेम ऑफ कॉम्पोनन्ट्स	सिम्बॉल	रिमार्क
1)	a) ऑइल रिझरवायर		टँक मध्ये ऑइल आहे
	b) ऑइल रिझरवायर		रिकामा टँक
2)	फिल्टर		ऑइल मधील घाण काढण्यासाठी फिल्टर
3)	<b>पंप/ मोटार</b>		
	a) युनीडायरेक्शनल फिक्स डिस्प्लेसमेंट.		वन ट्रॅंगल ओन्ली नो ऍरो
	b) युनीडायरेक्शनल व्हेरिएबल डिस्प्लेसमेंट.		वन ट्रॅंगल ओन्ली विथ ऍरो
	c) बायडायरेक्शनल फिक्स डिस्प्लेसमेंट.		दु ट्रॅंगल ओन्ली नो ऍरो
d) बायडायरेक्शनल व्हेरिएबल डिस्प्लेसमेंट.		दु ट्रॅंगल ओन्ली विथ ऍरो	
<b>प्रेसर कंट्रोल वाल्व</b>			
a) सिम्पल चेक वाल्व		फ्लो ऑफ ऑइल इन वन डायरेक्शन	
b) पायलोट चेक वाल्व		एक्सटर्नल ऑइल सप्लाय दु ऍक्युरेट वाल्व	


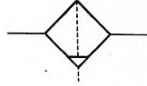
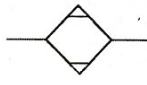

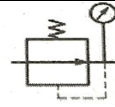

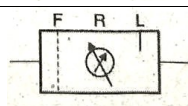
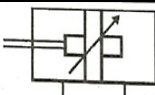
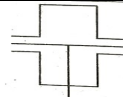
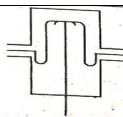



अ.क्र.	नेम ऑफ कॉम्पोनन्ट्स	सिम्बॉल	रिमार्क
4)	c) डायरेक्ट ऑपरेटेड प्रेशर रिलीफ वाल्व		रिलीफ प्रेशर इफ एक्ससेस
	d) पायलोट प्रेशर रिलीफ वाल्व		एक्सटर्नल ऑइल सप्लाय टु एँक्युरेट वाल्व
	e) प्रेशर रिड्यूसिंग वाल्व		रिड्यूस प्रेशर टु सब सिस्टीम
	f) अनलोडींग वाल्व		अनलोड द पॅम्प
	g) सिकेन्स वाल्व		सिकेनसिंग ऑपरेशन
	h) काउंटरबॅलन्स वाल्व		काउंटर बॅलन्स फॉर ओव्हर रनिंग लोड्स
5)	<b>दिशा नियंत्रक वाल्व (डायरेक्शन कंट्रोल वाल्व)</b>		
	a) शट ऑफ वाल्व		ऑन /ऑफ वाल्व
	b) 2/2 D C वाल्व		2 पोर्ट्स ,2 पोझिशनस
	c) 3/2 D C वाल्व		3 पोर्ट्स ,2 पोझिशनस
	d) 4/2 DC वाल्व		4 पोर्ट्स ,2 पोझिशनस
	e) 4/3 DC वाल्व (सेन्टर क्लोज़)		4 पोर्ट्स ,3 पोझिशनस मिडल क्लोज़ सेन्टर
	f) 5/2 D C वाल्व		5 पोर्ट्स ,2 पोझिशनस
6/2 D.C. वाल्व		6 पोर्ट्स ,2 पोझिशनस	
<b>(फ्लो कंट्रोल वाल्व)</b>			
a) फिक्स्ड/थ्रोटल वाल्व		नो एर्रो फॉर व्हेरिएशन	

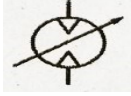

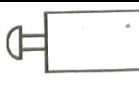
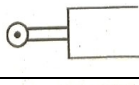

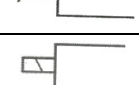
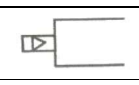

अ.क्र.	नेम ऑफ कॉम्पोनन्ट्स	सिम्बॉल	रिमार्क
6)	b) व्हेरिएबल फ्लो कंट्रोल वाल्व		एरो फॉर व्हेरिएशन
	c) फ्लो कंट्रोल विथ चेक वाल्व		कम्बाईन फ्लो कंट्रोल चेक वाल्व
	d) प्रेशर कॉम्पॅनसेटेड		प्रेशर रिकव्हर्ड आफ्टर थ्रोटलिंग
	e) प्रेशर टेम्परेचर कॉम्पॅनसेटेड		प्रेशर अँड टेम्परेचर कॉम्पॅनसेटेड
	<b>अॅक्च्युएटर्स</b>		
7)	a) सिंगल एक्टिंग सिलिंडर विथ स्प्रिंग		स्प्रिंग रिटर्न वन इनलेट/आउटलेट
	b) सिंगल एक्टिंग सिलिंडर विथ स्प्रिंग ग्रॅव्हिटी रिटर्न		ग्रॅव्हिटी रिटर्न वन इनलेट/आउटलेट
	c) डबल एक्टिंग सिलिंडर		दु इनलेट/आउटलेट
	d) डबल एक्टिंग थ्रू रॉड		पिस्टन रॉड ऑन बोथ साईड
	e) टँडम सिलिंडर		सिलिंडर इन सिरीज
	f) टेलेस्कोपिक सिलिंडर		सिलिंडर इन कॉम्पॅक्ट टाईप
	g) युनिडायरेक्शनल हायड्रॉलिक मोटर		सिंगल ट्रायगल अपोजिट टु पंप
8)	h) बाय-डायरेक्शनल हायड्रॉलिक मोटर		दु ट्रायगल अपोजिट टु पंप
	i) लिमीटेड रोटरी अॅक्च्युएटर		360° पेक्षा कमी फिरणे
<b>अॅक्च्युम्युलेटर (Accumulators)</b>			
9)	a) डेड वेट टाईप		विंग डेड वेट

अ.क्र.	नेम ऑफ कॉम्पोनन्ट्स	सिम्बॉल	रिमार्क
	b) स्प्रिंग लोडेड		स्प्रिंग सिम्बॉल
	c) गॅस चार्जे		युझिंग गॅस
	d) अनलोडेड		एम्प्टी
<b>ऑईल लाइन</b>			
10)	a) वर्किंग लाइन		मेन लाइन
	b) फ्लेक्सिबल पाईप		होसेस
	c) ड्रेन लाइन/ पायलोट लाइन		ऑक्सिलरी लाइन

### 1.1.2 न्यूमॅटिक सिस्टीमचे घटक दाखविण्यासाठी वापरले जाणारे सिम्बॉल्स

अ.क्र.	नेम ऑफ कॉम्पोनन्ट्स	सिम्बॉल	रिमार्क
1.	एअर कॉम्प्रेसर		
	a) युनीडायरेक्शनल फिक्स डिस्प्लेसमेंट.		वन ट्रायंगल एम्प्टी
	b) युनीडायरेक्शनल व्हेरिएबल डिस्प्लेसमेंट.		वन ट्रायंगल एम्प्टी विथ अॅरो
	c) बायडायरेक्शनल फिक्स डिलिव्हरी		टू ट्रायंगल एम्प्टी
	d) बायडायरेक्शनल व्हेरिएबल डिलिव्हरी		टू ट्रायंगल एम्प्टी विथ अॅरो
2)	एअर रिसीव्हर टँक		रिसीव्हर विथ प्रेशर गेज
<b>आर्द्रता वेगळे करणारे यंत्र /मॉईस्चरसेपरेटर</b>			
	a) वॉटर ट्रॅप (मॅन्युअल)		मॅन्युअल ड्रेन ऑफ वॉटर

अ.क्र.	नेम ऑफ कॉम्पोनन्ट्स	सिम्बॉल	रिमार्क
3)	b) वॉटर ट्रॅप (ऑटोमॅटीक)		ऑटोमॅटीक वॉटर ड्रेन
	c) फिल्टर विथ वॉटर ट्रॅप अँड ड्रेन		फिल्टर + वॉटर ट्रॅप
	d) डेसीक्काटोर (केमिकल एअर ड्रायर)		रासायनिक पदार्थ वापरून हवा वाळवणारा ड्रायर
4)	<b>एफ आर एल युनिट</b>		
	<b>सेपरेट सिम्बॉल</b>		
	i) फिल्टर		हवेचे शुद्धीकरण करणे
	ii) रेग्युलेटर		हवेचा प्रेशर नियंत्रित करते
	iii) ल्यूब्रिकेटर		हवेमध्ये तेल मिसळणे
b) कम्बाईन सिम्बॉल			कॉम्बाईन युनिट - कॉम्पॅक्ट
5)	<b>अॅक्च्युएटर्स</b>		
	<b>सिलिंडर सिम्बॉल</b>		
	a) D.A. सिलिंडर विथ ऍडजस्टेबल कुशनिंग		रिड्यूस इम्पॅक्ट ऑफ पिस्टन
	b) डायफ्रॅम सिलिंडर		फ्लेक्सिबल डायफ्रॅम
c) रोलिंग डायफ्रॅम सिलिंडर		रोलिंग फ्लेक्सिबल डायफ्रॅम	
6)	<b>एअर मोटर</b>		
	a) यूनिटायरेक्शनल फिक्स्ड डिस्प्लेसमेंट मोटर		वन डायरेक्शन स्पीड कॉन्स्टंट
	b) यूनिटायरेक्शनल व्हेरिएबल डिस्प्लेसमेंट मोटर		वन डायरेक्शन स्पीड चेंजेस
	c) बायडायरेक्शनल फिक्स्ड डिस्प्लेसमेंट मोटर		टू डायरेक्शन स्पीड कॉन्स्टंट

अ.क्र.	नेम ऑफ कॉम्पोनन्ट्स	सिम्बॉल	रिमार्क
	d) बायडायरेक्शनल व्हेरिएबल डिस्प्लेसमेंट मोटर		टू डायरेक्शन स्पीड कॉन्स्टंट
	e) लिमिटेड रोटरी एअर मोटर		एका फेरीपेक्षा कमी फिरणे
7.	दिशा नियंत्रक वाल्व सक्रिय करण्याची पद्धती (D.C. वाल्व actuation methods)		
	a) पुश बटण		हाताने ऑपरेट केलेले बटण
	b) रोलर		मॅन्युअल कंट्रोल
	c) लिव्हर		मॅन्युअल कंट्रोल
	d) पेडल		फूट ऑपरेटेड
	e) सॉलिनाईड		इलेक्ट्रिकली कंट्रोल्ड एलईडी
	f) पायलट कंट्रोल		एअर सिग्नल

**1.1.3 हायड्रॉलिक फ्लुईड:** हायड्रॉलिक फ्लुईड म्हणजे हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये वापरले जाणारे खास ऑईल आहे.

**हायड्रॉलिक फ्लुईड चे महत्वाचे गुणधर्म:** हायड्रॉलिक ऑईल ची निवड करतांना खालील गुणधर्म तपासले जातात

- व्हिस्कॉसिटी
- स्टेबल व्हिस्कॉसिटी इंडेक्स
- डिमलसिबिलिटी
- न्यूट्रालायझेशन नंबर
- लो फोमिंग टेण्डन्सी
- ऑक्सिडेशन रेसिस्टन्स
- लुब्रिसिटी
- करोझन रेसिस्टन्स
- गुड हिट डीसीसीपेशन ऍबिलिटी
- फ्लॅश पॉईंट व फायर पॉईंट
- फ्रीजिंग पॉईंट
- नॉन टॉक्सिक

**1. व्हिस्कॉसिटी-**हे ऑईल किती सहज वाहते किंवा शेयर ला किती प्रतिकार करते हे सांगते घर्षण दर आणि मशीनची कार्यक्षमता यावर प्रभाव पडतो. सर्वसाधारण मोजणीची युनिट कायनामॅटिक व्हिस्कॉसिटी आहे, जी बहुधा 40° c आणि 100° c तापमानावर डेटा शीट मध्ये दिलेली असते. मुख्य उपयोग:पाईप्स आणि होझेस मध्ये प्रेशरकमी होण्याची गणना. कायनामॅटिक व्हिस्कॉसिटी ची युनिट =centistokes

डायनॅमिक व्हिस्कॉसिटी = कायनामॅटिक व्हिस्कॉसिटी x डेनसिटी

2. **स्टेबल व्हिस्कॉसिटी इंडेक्स** -तापमान बदलल्यावर ऑईल चे सॅरीपण किती बदलते हे दर्शवते.  
जास्त V.I → तापमान बदलले तरी ऑईल चे सॅरीपण फार बदलत नाही.  
कमी V.I → तापमान बदलल्यास सॅरीपण जास्त बदलते.
3. **डिमलसिबिलिटी**-ऑईल पाण्यासोबत मिसळल्यावर सहज वेगळे होणे आवश्यक. पाणी सिस्टीम मध्ये अडथळा निर्माण करू शकते.
4. **न्युट्रालायझेशन नंबर**-ऑईल चा आम्लीय गुण दर्शवतो. गंज होऊ नये यासाठी मोजले जाते.
5. **लो फोमिंग टेण्डन्सी** -ऑईल हवा संपर्कात आल्यास हवेचे बुडबुडे तयार करू नये.
6. **ऑक्सिडेशन प्रतिकार**- ऑईल जास्त तापल्यावर खराब होऊ नये. आयुष्य वाढवण्यासाठी ऍंटीटिव्ह वापरतात.
7. **लुब्रिसिटी**- स्लायडिंग भागांचे घर्षण कमी करते. सिस्टीम स्मूथ चालतो आणि घटकांचे आयुष्य वाढते.
8. **करोझन रेसिस्टन्स** - कोणत्याही पार्ट्स वर गंज येऊ नये.
9. **गुड हिट डीसीसीपेशन ऍंबिलिटी**-ऑईल तील उष्णता सिस्टीम बाहेर सहज निघायला हवी.
10. **प्लॅश पॉइंट आणि फायर पॉइंट**- ऑईल जळायला किती तापमान लागते हे दर्शवते.
11. **फ्रीज / पोर पॉइंट (Pour Point / Freezing Point)**- खूप थंड तापमानात सिस्टीम चालवण्यासाठी ऑईल चे पातळ राहणे आवश्यक.
12. **नॉन टॉक्सिक**- मानव आणि पर्यावरणासाठी सुरक्षित असावे.

**1.1.3.2 हायड्रॉलिक द्रवावर तापमान आणि दाबाचा सोपा परिणाम:** हायड्रॉलिक द्रवाची कार्यक्षमता तापमान किंवा प्रेशरबदलल्यास बदलते. हे बदल थेट खालील गोष्टींवर परिणाम करतात:

1. हायड्रॉलिक द्रवावर तापमान वाढण्याचा परिणाम:

(A) **तापमान वाढ**-जेव्हा तापमान वाढते:

1. **व्हिस्कॉसिटी (Viscosity) घट**

- a) ऑईल पातळ होते (जास्त जाड नसते).
- b) पातळ ऑईल → गळती वाढते → प्रेशरकमी होतो.
- c) खराब लुब्रिकेशन → पंप आणि व्हॉल्व्हवर जास्त घास होतो आणि नुकसान होते.
- d) लुब्रिकेशन कमी होते-पातळ ऑईल व्यवस्थित ऑईल फिल्म तयार करू शकत नाही.
- e) धातू-धातू संपर्क वाढतो. यामुळे ओव्हरहीटिंग होते आणि पार्ट्स खराब होतात.
- f) ऑक्सिडेशन वाढते -गरम ऑईल ऑक्सिजनसह जास्त वेगाने प्रतिक्रिया करते. ऑईल काळे होते, घनद्रव्य तयार होते, आणि ऑईलची आयुष्य कमी होते.
- g) सील्स खराब होऊ शकता -जास्त उष्णता मुळे सील्स कडक होतात किंवा संकुचित होतात. यामुळे गळती होते आणि सिस्टमची कार्यक्षमता कमी होते.
- h) सिस्टीमची कार्यक्षमता कमी होते -कमी व्हिस्कॉसिटीमुळे → कमी प्रेशर → आउटपुट फोर्स कमी होते.

(B) **तापमान कमी होणे**- जेव्हा तापमान कमी होते:

- a) **व्हिस्कॉसिटी वाढ**-ऑईल जाड होते. जाड ऑईल हळूच वाहते पंप जास्त मेहनत करतो.
- b) **सिस्टम सुरू करणे कठीण होते**-जाड ऑईल मुळे पाईप आणि पंपमध्ये प्रतिकार निर्माण होतो. अॅक्युएटर्स (सिलिंडर) हळू प्रतिसाद देतात.
- c) **कॅव्हिटेशन होऊ शकते**-पंप जाड ऑईल पटकन खेचू शकत नाही. हवेच्या बुलबुले तयार होतात. कॅव्हिटेशन मुळे पंपचे पार्ट्स खराब होतात.

d) जास्त विद्युत वापर-जाड ऑईल फिरवण्यासाठी जास्त शक्ती लागते.जास्त वीज लागते.

## 2. हायड्रॉलिक ऑईलवर दाबाचा परिणाम:

1. प्रेशरवाढल्याने तापमान वाढते-जास्त दाबामुळे ऑईल दाबले जाते, उष्णता वाढते.

यामुळे उच्च तापमानासारखी समस्या होते:

- व्हिस्कॉसिटी घट
- सील्स खराब होणे
- गळती
- पार्ट्सची घास आणि खराबी

2. ऑईल ची कॉम्प्रेसिबिलिटी-हायड्रॉलिक ऑईल थोडे संकुचित होते. जास्त दाबावर ऑईल थोडे घटते. प्रेशरकमी केल्यावर ऑईल परत वाढते. याचा प्रभाव अचूकता आणि कंट्रोलवर होतो.

3. एराशन आणि कॅव्हिटेशनचा धोका-जास्त प्रेशरफरकामुळे हवेचे बुलबुले तयार होतात.

कॅव्हिटेशन मुळे पंप, व्हॉल्व्ह सीट्स आणि सिलिंडर पृष्ठभाग खराब होतात.

4. होझेस आणि सील्सवर ताण-जास्त दाबामुळे सील्स, पाईप आणि होझेसवर जास्त बल लागू होते. जर योग्य रेटिंग नसेल तर फुटणे किंवा गळती.

5. ऑईल च्या गुणधर्मात बदल-जास्त दाबामुळे ऑईल ची गुणधर्म बदलू शकतात:

- डेनसिटी
- व्हिस्कॉसिटी
- लुब्रिकेटिंग ऍबिलिटी

1.4 ऑईल फिल्टर्स: ऑईल फिल्टर्स हायड्रॉलिक तेलातील धूळ, धातूचे कण, माती आणि इतर अशुद्धता काढण्यासाठी वापरले जातात. यामुळे पंप व्हॉल्व्ह व्हॉल्व्ह आणि सिलिंडरचे आयुष्य वाढवते.

1. डिग्री ऑफ फिल्ट्रेशन)- डिग्री ऑफ फिल्ट्रेशन म्हणजे सर्वात लहान कण जो फिल्टर काढू शकतो. हे मायक्रॉन ( $\mu\text{m}$ ) मध्ये मोजले जाते. लहान मायक्रॉन रेटिंग म्हणजे चांगली फिल्ट्रेशन उदाहरण: 25  $\mu\text{m}$  फिल्टर  $\rightarrow$  25 मायक्रॉनपेक्षा मोठे कण काढतो.

10  $\mu\text{m}$  फिल्टर  $\rightarrow$  जास्त बारीक फिल्ट्रेशन

3  $\mu\text{m}$  फिल्टर  $\rightarrow$  खूप बारीक फिल्ट्रेशन

महत्वाचे: जास्त फिल्ट्रेशन  $\rightarrow$  स्वच्छ तेल, पण प्रवाह हळूहळू होतो

कमी फिल्ट्रेशन  $\rightarrow$  तेल सहज वाहते, पण धूळ तेलात राहते

1.4.1 फिल्ट्रेशन मटेरियल-फिल्टर मटेरियल म्हणजे तो पदार्थ जो मातीचे कण धरतो. सामान्य फिल्ट्रेशन मटेरियल:

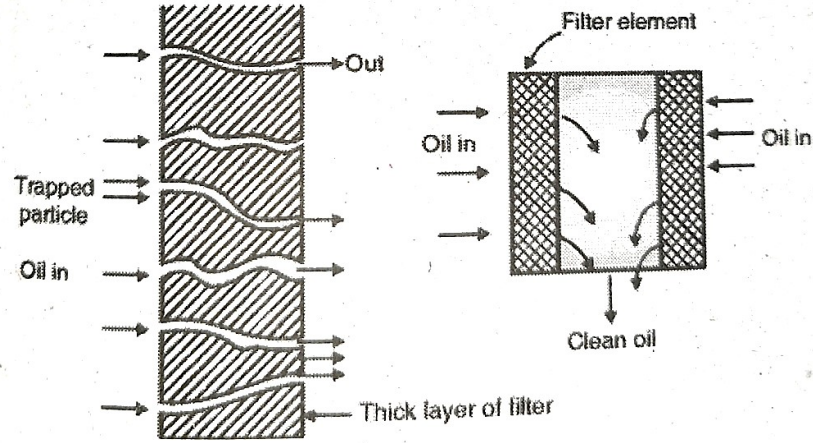
- पेपर (सेल्युलोज)-सर्वात सामान्य, स्वस्त आणि सामान्य वापरासाठी चांगले
- मेटल मेश (स्टेनलेस स्टील)-मजबूत आणि पुन्हा वापरता येणारे उच्च तापमान आणि उच्च दाबासाठी योग्य.
- वायर क्लॉथ-बारीक तारांचे थर, ज्या ठिकाणी अचूक फिल्ट्रेशन आवश्यक आहे तिथे वापरले जाते.
- सिंथेटिक फायबर (ग्लास फायबर, पॉलिस्टर)-जास्त माती धरून ठेवण्याची क्षमता
  - आधुनिक हायड्रॉलिक सिस्टममध्ये वापरले जाते.
- फेल्स-जाड साहित्य, डेपथ फिल्टर्समध्ये वापरले जाते. खूप लहान कण पकडण्यासाठी चांगले

1.4.2 फिल्टर्सचे प्रकार: हायड्रॉलिक फिल्टर्स मुख्यतः तीन प्रकारचे असतात:

- डेपथ फिल्टर

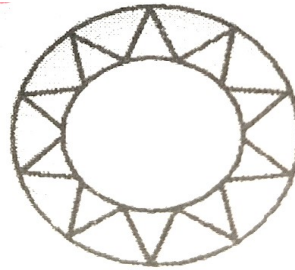
2. सर्फेस फिल्टर
3. फुल फ्लो फिल्टर (लाइन फिल्टर असेही म्हणतात)
4. प्रपोर्शनल फिल्टर (विशेष प्रकार, प्रपोर्शनल व्हॉल्व्हसाठी वापरले जाते)

**1. डेपथ फिल्टर:** डेपथ फिल्टर्स जाड थराच्या साहित्याने बनवले जातात, ज्यातून द्रव वाहावे लागते. ही मार्गिका पॅसेज द्रव प्रवेशासाठी तयार केली जातात, जसे की दाणे जाड सिलिंडरच्या थरात दाबलेले असतील किंवा फायबर ट्यूबमध्ये दाबलेले असतील. कण मार्गिकेत अडकतात आणि तेल फिल्टर केले जाते. डेपथ फिल्टरची क्षमता सर्फेस फिल्टरपेक्षा जास्त असते आणि हे बारीक पदार्थही अडवतात जे सर्फेस फिल्टरने वेगळे करू शकत नाहीत. डेपथ फिल्टरमध्ये वापरले जाणारे साहित्य: सेल्युलोज, सिंथेटिक फायबर, मेटल फायबर, ग्लास फायबर, सिन्डर्ड मेटल दाणे इत्यादी.



**Fig.1.5**  
**Depth filter**

**2. सर्फेस फिल्टर:** सर्फेस फिल्टर्स साधारणपणे पातळ शीट्सपासून बनवले जातात. या शीट्स अनेक फोल्ड करून बहुकोनीय (मल्टीपॉइंटेड) स्तराच्या आकारात तयार केल्या जातात. छोट्या जागेत मोठे पृष्ठभाग क्षेत्र उपलब्ध होते. हा फिल्टर एका बाऊलच्या (कपाच्या) आत बसवला जातो. या पातळ शीट्समध्ये छोटे छिद्र असतात. तेल त्यातून जाताना घनकण (सॉलिड पार्टिकल्स) त्या छिद्रांमध्ये अडकतात. सर्फेस फिल्टर्ससाठी वापरले जाणारे साहित्य: सेल्युलोज, विणलेले स्टील फायबर, विणलेले नायलॉन फायबर.



**Fig: 1.6**  
**Surface filter**

**3. फुल फ्लो फिल्टर:** नावाप्रमाणेच, फुल फ्लो फिल्टरमध्ये इनलेटपासून आउटलेटपर्यंत जाणारे संपूर्ण तेल फिल्टर केले जाते. या प्रकारचा फिल्टर जाड डेपथ फिल्टर एलिमेंटपासून बनलेला असतो, ज्याला सिलिंडरच्या आकारात तयार करून बाऊलमध्ये ठेवले जाते. यात अशुद्ध तेलासाठी इनलेट आणि स्वच्छ तेलासाठी आउटलेट असते. याचे आकारमान असे ठेवले जाते की संपूर्ण तेल प्रवाह सहजपणे फिल्टरमधून जाऊ शकेल.

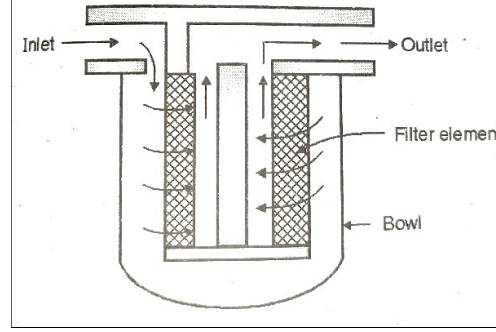


Fig.1.7

**Full flow filter**

**4.प्रपोर्शनल फिल्टर (बाय पास फिल्टर):** जेव्हा तेलाचा फक्त काही भाग फिल्टर एलिमेंटमधून पास होतो आणि उरलेला मुख्य भाग थेट, फिल्टर न करता पुढे जातो, तेव्हा त्याला बाय-पास फिल्टर म्हणतात. या फिल्टरमध्ये इनलेट आणि अरुंद मार्ग यामधील दाबातील फरकामुळे काही प्रमाणात तेल फिल्टर कार्ट्रिजकडे ओढले जाते, जेणेकरून त्यातील अशुद्धता काढता येतात. डायग्राम मध्ये बाय-पास व्हॉल्व्हसह लावलेला बाय-पास फिल्टर दाखवला आहे. हा व्हॉल्व्ह मोठ्या प्रमाणात तेलाला थेट बाय-पास करतो आणि फक्त थोडेसे तेल फिल्टरमधून जाण्यास परवानगी देतो.

**1.4 फिल्टर, रेग्युलेटर आणि ल्युब्रिकेटर (एफ आर एल) युनिटची रचना आणि कार्यप्रणाली**

न्यूमॅटिक सिस्टिममध्ये फिल्टर, रेग्युलेटर आणि ल्युब्रिकेटर हे तीन घटक एकत्र जोडून तयार केलेल्या कॉम्पॅक्ट युनिटला एफ आर एल युनिट म्हणतात. हे नेहमी खालील क्रमाने लावले जाते:

फिल्टर → रेग्युलेटर → ल्युब्रिकेटर

हे युनिट जवळजवळ प्रत्येक न्यूमॅटिक वर्कस्टेशनवर बसवले जाते. काही वेळा फिल्टर आणि रेग्युलेटर एकत्रित करून एक युनिट बनवले जाते, ज्याला कॉम्बिनेशन फिल्टर-रेग्युलेटर म्हणतात. एफ आर एल हे कॉम्प्रेस्ड एअरची सर्व्हिस युनिट आहे. यामध्ये कामाच्या क्रमाने तीन भाग जोडलेले असतात, जे न्यूमॅटिक सिस्टिममध्ये आवश्यक कार्य करतात.

**c) एफ आर एल युनिटचे मुख्य तीन घटक:**

1. फिल्टर
2. रेग्युलेटर
3. ल्युब्रिकेटर

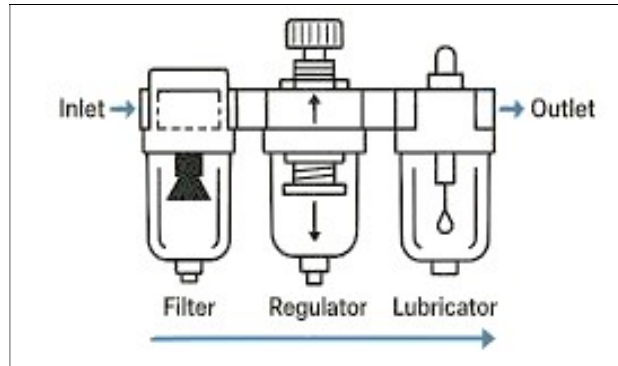
**एफ आर एल युनिटची बांधणी:**

Fig.1.8

**FRL unit**

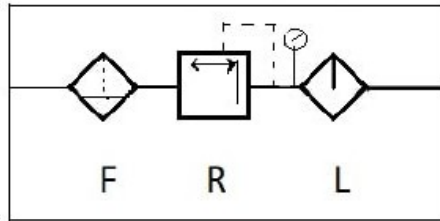
**एफ आर एल युनिट चे कार्य:**

- 1) **फिल्टर (F):** कंप्रेसरमधून येणाऱ्या हवेमध्ये मायक्रॉन व सब-मायक्रॉन आकाराचे धूळकण, माती, घाण, ओलावा अशा अशुद्धी असतात. फिल्टर हे हे सर्व कण वेगळे करून स्वच्छ हवा देते.
- 2) **रेग्युलेटर (R):** न्युमॅटिक सिस्टीममध्ये हवा प्रेशरनेहमी स्थिर राहत नाही. लाईन व्चुएशनमुळे प्रेशरकमी-जास्त होतो.हा प्रेशरनिश्चित पातळीवर ठेवणे आणि नियंत्रित करणे हे रेग्युलेटरचे काम आहे.
- 3) **ल्युब्रिकेटर (L):** स्लायडिंग भाग (उदा. स्पूल, पिस्टन, सिलिंडर इ.) यांच्यात घर्षण होते. हे घर्षण आणि वेअर-अँड-टिअर कमी करण्यासाठी ल्युब्रिकेटर तेलाचे बारीक थेंब हवेमध्ये मिसळतो.यामुळे भागांची गती सुधारते आणि आयुष्य वाढते.

**एफ आर एल युनिटचे स्थान):** एफ आर एल युनिट कंप्रेसरच्या आउटलेट नंतर बसवले जाते.

फिल्टर इतर सर्व एअर कंडिशनिंग घटकांपूर्वीलावला जातो.यामुळे रेग्युलेटरचे आतील भाग धूळ, घाण यापासून सुरक्षित राहतात आणि ल्युब्रिकेटरचे रिझर्वॉयलर चोक होण्याचे टाळले जाते.फिल्टरनंतर रेग्युलेटर बसवला जातो.ल्युब्रिकेटर हा एफ आर एल युनिटच्या शेवटी बसवला जातो, म्हणजेच रेग्युलेटरनंतर. तसेच, तो ज्या उपकरणाला तेलकट हवा पुरवतो त्या उपकरणाच्या शक्य तितक्या जवळ असावा.

**एफ आर एल युनिटचे महत्त्व:**कंप्रेसरमधून बाहेर पडणारी हवा गरम, घाणेरडी आणि ओलसर असते.ही हवा थेट सिस्टीममध्ये गेल्यास व्हॉल्व्ह, सिलिंडर आणि इतर न्युमॅटिक उपकरणांचे नुकसान होऊ शकते आणि त्यांचा आयुष्यकाळ कमी होतो.त्यामुळे हवा वापरण्यापूर्वी ती फिल्टर करणे ,प्रेसरनियंत्रित करणे आणि आवश्यकतेनुसार ल्युब्रिकेशन करणे अत्यावश्यक असते.

**एफ आर एल युनिटचा सिम्बॉल:**

**Fig.1.9**  
**FRL Unit**

**Exercise:****TLO 1.1 Prepare the general layout of hydraulic and pneumatic systems in given situation**

1. List any four basic components of a hydraulic system.
2. List the main components used in a pneumatic system.
3. Define actuator in hydraulic and pneumatic systems.
4. Explain the function of each block in a general hydraulic system layout.
5. State the function of 1. Reservoir, 2. Filter in oil Hydraulics
6. Compare oil hydraulic system with pneumatic system.

**TLO 1.2 Interpret the symbols of given hydraulic and pneumatic components.**

1. Draw the ISO symbol for:
  - (a) Hydraulic pump, (b) Double-acting cylinder
2. List any four common ISO symbols used in hydraulic systems.
3. Explain the meaning of the arrow used in the symbol of a hydraulic pump.
4. Differentiate between the symbol of a check valve and a pressure relief valve.
5. Why are standard ISO symbols used in hydraulic and pneumatic circuits?

**TLO 1.3 Choose suitable hydraulic fluid as per given requirement based on its properties**

1. Define viscosity of hydraulic fluid.
2. List any four important properties of hydraulic fluid.
3. Explain the effect of temperature on viscosity of hydraulic fluid.
4. Why is viscosity index (VI) important for selecting hydraulic fluid?
5. Suggest a suitable hydraulic fluid for a system working in cold environment. Give reason based on its properties.

**TLO 1.4 Explain construction and working of filter with sketch.**

1. Explain the construction and working of a depth filter with a neat sketch.
2. With a labeled sketch, describe the construction and working of a surface filter.
3. Draw a neat sketch of a full-flow filter and explain how it cleans hydraulic oil.
4. Explain the working of a bypass (proportional) filter with the help of a diagram.
5. Explain the difference in construction between depth filter and surface filter with sketches.

## युनिट 2

### पंप्स अँड कॉम्प्रेसर्स अँड अॅक्च्युएटर्स

#### (Pumps and Compressors and Actuators)

#### विषय निष्पत्ती (Course outcomes):

CO2 - दिलेल्या ऑइल प्रणालीसाठी पंप, कम्प्रेसर आणि ऍक्च्युएटर निवडणे (Select pump, compressor and actuator for given fluid operated system.)

#### घटक निष्पत्ती (Unit outcomes):

**TLO 2.1:** पंप आणि त्यांचे वर्गीकरण समजावून सांगणे. (Explain pumps and its classification.)

**TLO 2.2:** दिलेल्या घटकांच्या आधारे विविध प्रकारच्या पंपांची तुलना करणे. (Compare various types of pumps on the basis of given factors.)

**TLO 2.3:** दिलेल्या उपयोगाकरीता योग्य पंप निवडणे (Select pump for the given application.)

**TLO 2.4:** कम्प्रेसर आणि त्यांचे वर्गीकरण करणे. (Explain compressor and its classification.)

**TLO 2.5:** न्यूमॅटिक कम्प्रेसर, ऍक्च्युएटर्स आणि कंट्रोल व्हॉल्व्ह यांची कन्स्ट्रक्शन माहितीसह लिहिणे. (Write constructional details of pneumatic compressors, actuators and control valves with neat sketch.)

**TLO 2.6:** ऍक्च्युएटर्सचे विविध प्रकार तर्कासहित वर्गीकृत करणे. (Classify various types of actuators with justification.)

**TLO 2.7:** हायड्रॉलिक ऍक्च्युएटर्सची कन्स्ट्रक्शनसह लिहिणे. (Write constructional details of hydraulic actuators with neat sketch.)

**TLO 2.8:** दिलेल्या अनुप्रयोगासाठी योग्य ऍक्च्युएटर तर्कासहित निवडणे. (Select actuator for the given application with justification)

**2.1 हायड्रॉलिक पंप (Hydraulic Pumps):** हे एक यांत्रिक उपकरण आहे जे यांत्रिक ऊर्जेचे हायड्रॉलिक ऊर्जेमध्ये रूपांतर करते आणि प्रेशरयुक्त ऑइल प्रणालीमध्ये पाठवते. हे इतके महत्त्वाचे आहे की त्याला हायड्रॉलिक सिस्टमचे "हृदय" असेही म्हटले जाते.

**पंपचे फंक्शन:** संपूर्ण सिस्टिममध्ये हायड्रॉलिक फ्लुईड सतत प्रवाही ठेवणे, जेणेकरून प्रत्येक घटकाला आवश्यक ऑइल पुरवठा मिळेल. सिलिंडर, हायड्रॉलिक मोटर यांसारख्या अॅक्च्युएटर्सला कार्य करण्यासाठी लागणारा प्रेशरनिर्माण करणे. संपूर्ण हायड्रॉलिक सिस्टिमची हालचाल सुरळीत आणि अखंड राहावी यासाठी ऑइलचा प्रवाह कायम राखणे.

**2.1.2 वर्गीकरण:** हायड्रॉलिक पंपांचे दोन मुख्य प्रकारांमध्ये व्यापक वर्गीकरण केले जाते:

1. पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप
2. नॉन-पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप

पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट पंप पुढे दोन प्रमुख गटांत विभागले जातात:

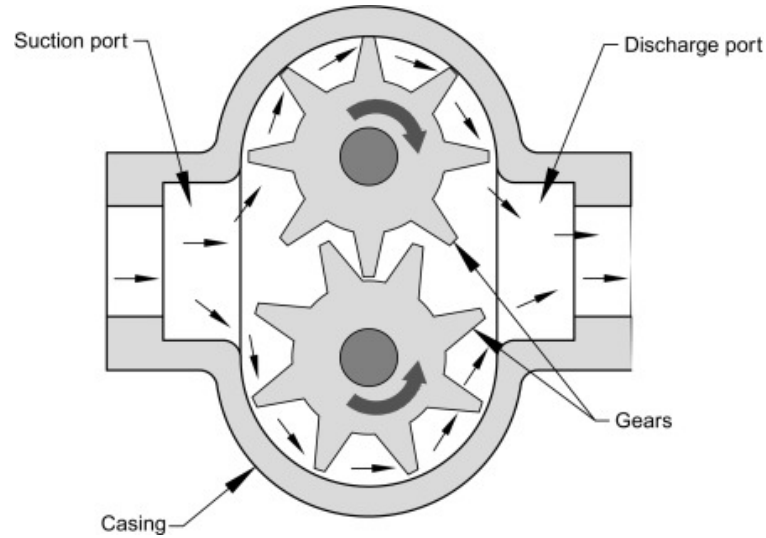
- 1) रोटरी पंप
- 2) रेसिप्रोकेटिंग पंप

#### 1. पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट – रोटरी पंपांचे वर्गीकरण

1. गिअर पंप

- a) एक्स्टर्नल गिअर पंप

- b) इंटरनल गिअर पंप
  - c) जिरोटर पंप
  2. व्हेन पंप
    - a) अनबॅलन्सड व्हेन पंप
    - b) बॅलन्सड व्हेन पंप
  3. स्कू पंप
  4. लोब पंप
2. पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट – रेसिप्रोकेटिंग पंपांचे वर्गीकरण
    1. ऍक्सियल पिस्टन पंप (Axial Piston Pump)
      - a) इनलाइन पंप
      - b) बेंट-ऍक्सिस पंप
    2. रेडियल पिस्टन पंप (Radial Piston Pump)
      - a) स्टेशनरी पंप
      - b) रोटरी सिलिंडर पंप
  - 1) एक्स्टर्नल गिअर पंप



**Fig 2.1**  
**External Gear Pump**

#### A) कन्स्ट्रक्शन

एक्स्टर्नल गिअर पंपामध्ये खालील घटक असतात:

- a) दोन एकसारखे बाह्य गिअर – एक ड्रायव्हर गिअर आणि दुसरा ड्रिव्हन गिअर असतो
- b) पंप हाउसिंग / केसिंग, ज्यामध्ये हे गिअर बसवलेले असतात.
- c) इनलेट पोर्ट – ज्या ठिकाणी ऑईल पंपात प्रवेश करतो.
- d) आउटलेट पोर्ट – ज्या ठिकाणातून दाबयुक्त ऑईल बाहेर पडतो.

**B) वर्किंग (Working):** रोटेशन सुरू होताच मोटारद्वारे ड्रायव्हर गिअर फिरू लागतो आणि त्याच्या जुळणीमुळे ड्रिव्हन गिअर उलट दिशेने फिरतो. गिअर ज्या ठिकाणी जुळणे थांबते, त्या ठिकाणी व्हॅक्यूम तयार होऊन इनलेटमधून ऑईल पंपात आत खेचले जाते. अडकलेले ऑईल गिअरच्या बाह्य परिघावर आणि गिअर व केसिंगमधील अरुंद जागेतून पुढे सरकत राहते. आउटलेटजवळ गिअर पुन्हा जुळताच

ऑईल उच्च दाबाने बाहेर ढकलले जाते. ही प्रक्रिया सतत पुनरावृत्ती होत राहते, ज्यामुळे स्मूथ, स्थिर आणि अत्यल्प पल्पसयुक्त प्रवाह मिळतो.

### C) फायदे (Advantages):

- सोपे कन्स्ट्रक्शन आहे, जे तयार करणे आणि देखभाल करणे सहज करते.
- उच्च प्रेशरनिर्माण करण्याची क्षमता आहे, त्यामुळे मध्यम ते उच्च दाबासाठी वापर करता येतो.
- सतत आणि स्मूथ प्रवाह मिळतो, ज्यामुळे सिस्टमचे कार्य सुरळीत चालते.
- कॉम्पॅक्ट आणि हलकेरचना आहे, ज्यामुळे कमी जागेतही पंप बसवता येतो.
- जाड किंवा घन ऑईल हाताळता येतो, ज्यामुळे तेल आणि ल्युब्रिकंट्स सारख्या द्रवांसाठी हा पंप योग्य आहे.

### D) तोटे (Disadvantages)

- डर्टी फ्लुइडसाठी योग्य नाही: घट्ट क्लिअरन्स असल्यामुळे धूळ किंवा पार्टिकल्स गेल्यास झीज वाढते.
- हाय स्पीडवर गिअर मेषिंगमुळे आवाज वाढतो.
- टाइमसोबत झीज वाढते त्यामुळे पंपाची इफिशियन्सी कमी होते.

## 2) इंटरनल गिअर पंप (Internal Gear Pump)

### A) कन्स्ट्रक्शन:

- यात दोन गिअर असतात:
  - एक्सटर्नल गिअर – मोटरशी जोडलेला ड्रायव्हिंग गिअर.
  - इंटरनल गिअर (रिंग गिअर) – ड्रिव्हन गिअर जो त्याच दिशेने फिरतो.
- दोन्ही गिअरमध्ये एक क्रेसेंट-शेपड स्पेसर बसवला जातो, जो इनलेट आणि आउटलेट वेगळे ठेवतो.
- इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट्स पंपाच्या एंड प्लेटवर असतात.
- पंप हाऊसिंग गिअर आणि क्रेसेंट स्पेसरला आवरण आणि सपोर्ट देते.

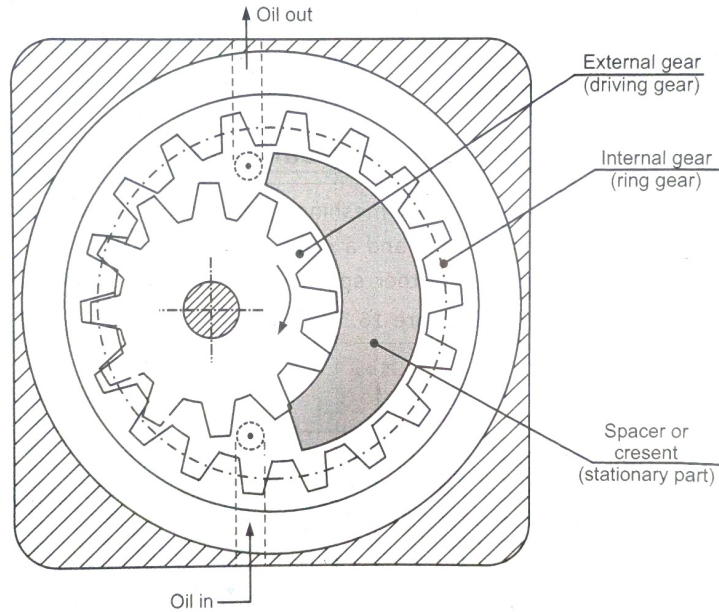


Fig 2.2

### Internal Gear Pump

**B) वर्किंग (Working):** एक्सटर्नल गिअर फिरतो आणि इंटरनल गिअरला फिरवते. इनलेट पोर्टवर गिअरचे गिअर अनमेष होताना व्हॅक्यूम तयार होते आणि ऑईल पंपात ओढले जाते. ऑईल गिअर्स आणि क्रेसेंट

यांच्यामधील जागेत ट्रॅप होते. हे ट्रॅप झालेले ऑइल बाहेरील बाजूने फिरत आउटलेट पोर्टकडे जाते. आउटलेटजवळ गिअर मेषिंगमुळे ऑइल प्रेशराइज होते आणि बाहेर ढकलले जाते. हा पंप स्मूथ आणि कंटिन्युअस फ्लो देतो आणि शांत ऑपरेशन करतो.

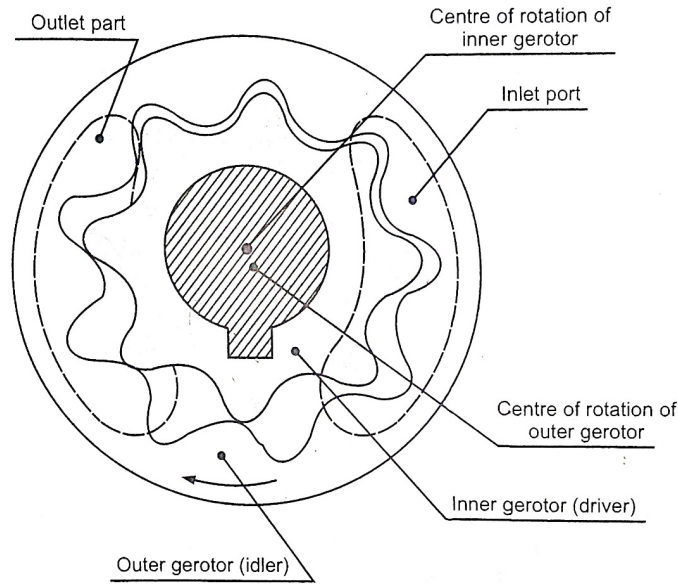
### C) फायदे :

1. सतत स्मूथ आणि स्थिर प्रवाह मिळतो, ज्यामुळे पंपचे कार्य सुरळीत चालते.
2. जाड/घन ऑइल सहज हाताळता येतो, त्यामुळे तेल किंवा ल्युब्रिकंट्स सारख्या उच्च श्यानता असलेल्या द्रवांसाठी योग्य आहे.
3. कमी आवाजात काम करते, त्यामुळे वातावरणावर त्रास होत नाही.
4. मजबूत बांधणी असून दीर्घकाळ टिकणारी आहे, ज्यामुळे देखभाल कमी लागते आणि सेवा आयुष्य जास्त असते.

### D) तोटे :

1. एक्स्टर्नल गिअर पंपच्या तुलनेत याची बांधणी अधिक कॉम्प्लेक्स असते.
2. खूप उच्च दाबावर इफिशियन्सी थोडी कमी होते.
3. बेसिक गिअर पंपपेक्षा किंमत जास्त.

### 3) जिरोटर पंप (Gerotor Pump)



**Fig 2.3**

### Gerotor Pump

**A) कन्स्ट्रक्शन:** Gerotor म्हणजे Generated Rotor अशी संज्ञा असून हा पंप दोन रोटर्सपासून तयार होतो. आतील जिरोटर (Inner Gerotor) हा ड्रायव्हर रोटर असून तो मोटरला जोडलेला असतो, तर बाहेरील जिरोटर (Outer Gerotor / Ring Rotor) हा ड्रिव्हन रोटर असून तो आतील रोटरच्या सभोवताली असतो आणि त्यामध्ये अधिक गिअरमधील दाते असतात. हे दोन्ही रोटर्स पंपाच्या हाउझिंगमध्ये ठेवलेले असतात. हाउझिंगमध्ये ऑइल पंपात प्रवेश करण्यासाठी सक्शन पोर्ट आणि बाहेर जाण्यासाठी डिस्चार्ज पोर्ट असतो. रोटर्स बाहेरील रिंगच्या आत फिरताना गिअरमधील चेंबर्स तयार होतात आणि याच चेंबर्समधून ऑइलची हालचाल घडते.

**B) वर्किंग:** इनर जिरोटर फिरू लागल्यानंतर त्यासोबत आऊटर जिरोटरही समकालिकरीत्या फिरतो.

रोटरचे गिअर सक्शन पोर्टजवळ एकमेकांपासून दूर जाताना त्या भागात व्हॅक्यूम तयार होऊन ऑइल पंपात खेचले जाते. पुढे फिरताना रोटार गिअरमधील आणि क्रेसेंटमधील जागेत ऑइल ट्रॅप होते आणि बाहेरील रिंगभोवती फिरत आउटलेटकडे नेले जाते. आउटलेटजवळ पोहोचल्यावर रोटारचे गिअर पुन्हा एकमेकांत मेष होतात आणि त्यामुळे चेंबरचा आकार कमी होत ऑइल दाबाखाली बाहेर ढकलले जाते. हे संपूर्ण चक्र सतत चालू राहते आणि त्यामुळे स्मूथ, स्थिर व पल्स-फ्री ऑइल फ्लो मिळतो.

### C) फायदे:

1. पंप स्मूथ आणि आवाज कमी करत काम करतो.
2. जाड किंवा घनत्व असलेले ऑइल सहज वाहवता येतात.
3. जागा कमी घेतो आणि सहज वापरता येतो.
4. दीर्घकाळ कार्यक्षम राहते.

### D) तोटे :

1. फार उच्च प्रेशरतयार करू शकत नाही.
2. धुळ, धातूचे कण किंवा कणाळ ऑइल वापरता येत नाहीत.
3. गिअर पंपच्या तुलनेत किंचित जास्त खर्चिक असते.

4. **व्हेन पंप (Vane Pump):** काम करण्याचा तत्त्व, रोटार फिरताना व्हेन्स ज्या कक्षांमध्ये (चेंबर्समध्ये) काम करतात, त्या कक्षांचे आकार सतत बदलत राहतात—कधी मोठे तर कधी छोटे. रोटार हा इक्सेंट्रिक हाऊसिंगमध्ये फिरत असल्यामुळे व्हेन्स बाहेर सरकून मोठा कक्ष तयार करतात, आणि त्या भागात कमी प्रेशरनिर्माण होऊन ऑइल आत खेचले जाते. रोटार पुढे फिरताना व्हेन्स हळूहळू हाऊसिंगच्या अरुंद भागात सरकतात, त्यामुळे तयार झालेला कक्ष लहान होत जातो. या कक्षाच्या क्रमिक संकुचनामुळे ऑइलवर प्रेशरवाढतो आणि अखेर ते उच्च दाबाने डिस्चार्ज पोर्टमधून बाहेर ढकलले जाते. हे संपूर्ण चक्र अखंडपणे चालू राहते, ज्यामुळे एकसमान, स्थिर आणि कमी पल्पसयुक्त ऑइल प्रवाह मिळतो.

व्हेन व्हेन पंप प्रकार: 1. बॅलन्सड व्हेन पंप, 2. इम्बॅलन्सड व्हेन पंप

### 1. बॅलन्सड व्हेन पंप (Balanced Vane Pump):

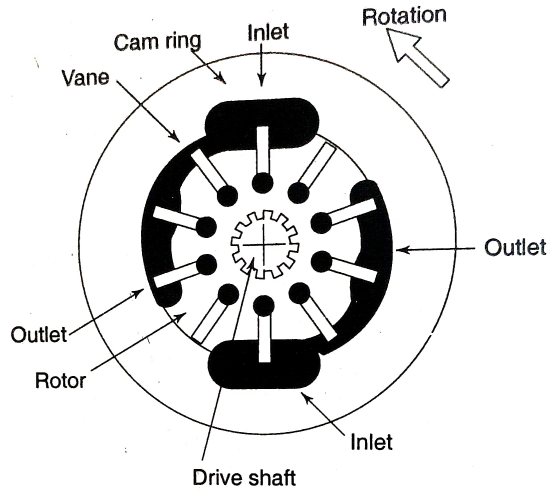


Fig 2.4

### Balanced Vane Pump

[Image reference: from book Page no 106: Oil hydraulics system by S.R. Majumdar]

A) **कन्स्ट्रक्शन:** रोटार शाफ्टवर स्थिर असून कॅम रिंगच्या आत सतत फिरतो, ज्यामुळे व्हेन्स जे रोटारवरील स्लॉटमध्ये बसवलेले आहेत, फिरताना आत-बाहेर सरकतात आणि दाबाचा फरक निर्माण करतात. कॅम

रिंग अंडाकृती (एलिप्टिकल) असल्यामुळे पंपमध्ये दोन सक्शन आणि दोन डिस्चार्ज क्षेत्र निर्माण होतात, जे प्रवाह अधिक संतुलित करतात. पोर्ट्स अशा प्रकारे मांडलेले असतात की सक्शन आणि डिस्चार्ज दोन्ही विरुद्ध बाजूंना होतात, ज्यामुळे पंप सतत, स्मूथ आणि पल्स-फ्री ऑइल प्रवाह देतो, तसेच प्रणालीतील झटक्यांचा धोका कमी करतो. या रचनेमुळे व्हेन्स पंप उच्च दाबावरही कार्यक्षम राहतो आणि दीर्घकाळ विश्वासार्ह ऑपरेशन सुनिश्चित होते.

**B) वर्किंग:** रोटर फिरताना व्हेन्स स्प्रिंगच्या सहाय्याने बाहेर सरकतात, ज्यामुळे सक्शन भागात रोटर आणि कॅम रिंगमधली जागा वाढते आणि व्हॅक्यूम तयार होऊन ऑइल आत शोषले जाते. शोषलेली ऑइल व्हेन्सच्या मदतीने सुरक्षितपणे हाऊसिंगमधील चेंबरमध्ये अडकवली जाते आणि संपूर्ण पंप हाऊसिंगभोवती वाहत ठेवली जाते. डिस्चार्ज भागात ही जागा कमी होताच ऑइल दाबाखाली आउटलेटकडे ढकलला जातो. या सतत चालणाऱ्या प्रक्रियेमुळे पंप गुळगुळीत, स्थिर आणि पल्स-फ्री ऑइल प्रवाह निर्माण करतो, ज्यामुळे उच्च दाबाखालीही यंत्रणा कार्यक्षम राहते आणि सिस्टममध्ये व्हायब्रेशन किंवा झटक्यांशिवाय विश्वसनीय ऑइल पुरवठा सुनिश्चित होतो.

याला "संतुलित का म्हणतात?

1. सक्शन व डिस्चार्जचा प्रेशरदोन विरुद्ध बाजूंवर कार्य करतो.
2. बेरिंगचे आयुष्य वाढते, घर्षण कमी होते आणि आवाज कमी होतो.

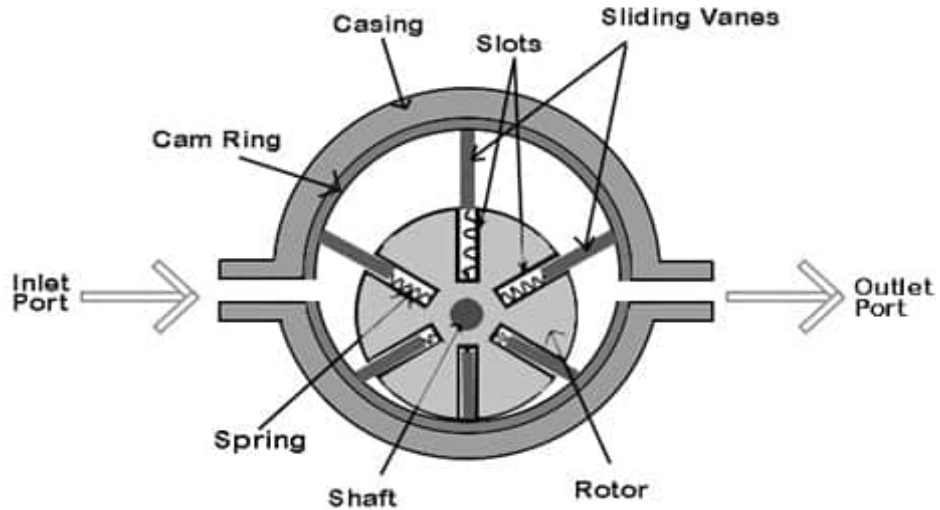
**फायदे :**

1. पंप चालताना द्रवाचे प्रवाह अत्यंत स्मूथ होतो.
2. पंपाची कार्यक्षमता उच्च असून ऊर्जा वाया जात नाही.
3. संतुलित रचनेमुळे पंपाचे आयुष्य जास्त असते.
4. मध्यम दाबाच्या प्रणालींसाठी हे पंप उपयुक्त ठरते.

**तोटे:**

1. डर्टी कणयुक्त ऑइल वापरल्यास पंप खराब होऊ शकतो.
2. गिअर पंपांच्या तुलनेत याची रचना अधिक गुंतागुंतीची आहे.
3. उत्कृष्ट कार्यक्षमता मिळवण्यासाठी पूर्णपणे स्वच्छ तेलाची आवश्यकता असते.

**2.इम्बॅलन्स्ड व्हेन पंप:**



**Fig 2.5**  
**Unbalanced Vane Pump**

**A) कन्स्ट्रक्शन:** या पंपमध्ये एका रोटरवर अनेक व्हेन्स बसवलेले असतात. रोटर ऑफ-सेंटर स्थितीत ठेवलेला असतो आणि तो एका एलिप्टिकल केसिंगमध्ये फिरतो. या ऑफ-सेंटर स्थितीमुळे रोटर आणि केसिंगमधील अंतर सतत बदलत राहते, ज्यामुळे सक्शन आणि डिस्चार्ज क्रिया सुलभ होतात. पंपमध्ये एक इनलेट पोर्ट (सक्शन) आणि एक आउटलेट पोर्ट (डिलिव्हरी) असतो, ज्याद्वारे ऑइल शोषून घेतला जातो आणि दाबाखाली बाहेर ढकलला जातो, परिणामी स्थिर प्रवाह निर्माण होतो.

**B) वर्किंग:** रोटर फिरताना, व्हेन्स सेंट्रीफ्युगल फोर्सच्या प्रभावाने बाहेर सरकतात आणि केसिंगला स्पर्श करतात. ज्या बाजूला रोटर आणि केसिंगमध्ये जास्त अंतर असते, त्या भागात व्हॅक्यूम तयार होते आणि ऑइल सक्शनद्वारे आत खेचला जातो. रोटर पुढे फिरताना, अंतर कमी होत जात असल्यामुळे ऑइल कंप्रेस होतो. नंतर कमी झालेल्या व्हॅल्यूममुळे द्रवाला दबाव प्राप्त होतो आणि तो डिलिव्हरी पोर्टमधून बाहेर ढकलला जातो, परिणामी पंप स्मूथ आणि सतत प्रवाह निर्माण करतो.

**इम्बॅलन्स (असंतुलित) म्हणून का ओळखले जाते?**

1. कारण पंपाच्या आत प्रेशर एका बाजूवरच अधिक पडतो.
2. फक्त एकाच बाजूला उच्च प्रेशरयेत असल्याने रोटरला सायड लोड लागू होतो.
3. यामुळे बेरिंगवर जास्त घर्षण होते आणि पंपाचे आयुष्य कमी होते.
4. या असमतोलांमुळे पंप तुलनेने कमी कार्यक्षम ठरतो.

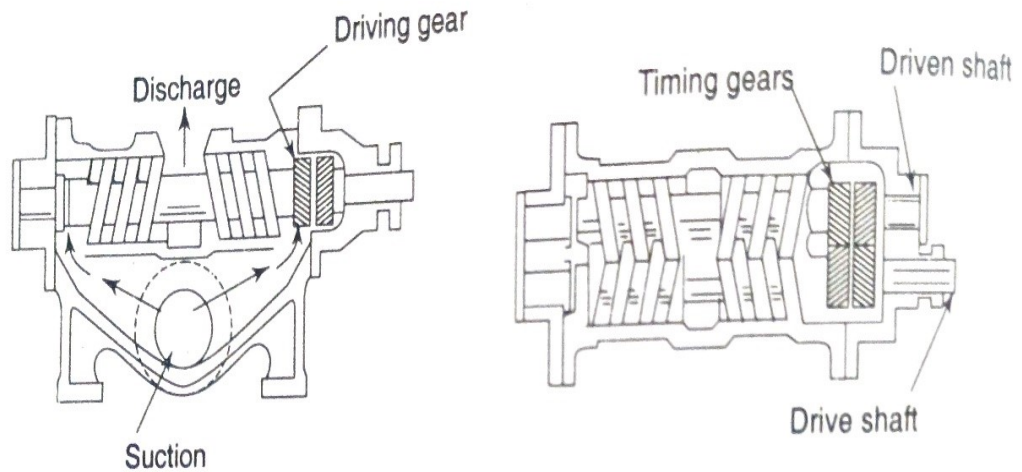
**C) फायदे :**

1. पंपाची रचना अगदी साधी आणि सोपी आहे.
2. लो ते मीडियम दाबाच्या उपयोगांसाठी हा पंप योग्य आहे.
3. ऑइलचा प्रवाह स्मूथ आणि अखंड मिळतो.

**D) तोटे :**

1. पंपच्या बेरिंग्सवर जास्त घर्षण आणि ताण निर्माण होतो.
2. संतुलित व्हेन पंपाच्या तुलनेत याचे आयुष्य कमी असते.
3. खूप उच्च दाबावर हे पंप कार्य करू शकत नाही.
4. डर्टी ऑइल वापरल्यास वेन्स आणि पंपच्या केसिंगला नुकसान होऊ शकते.

**5.स्कू पंप (Screw Pump):**



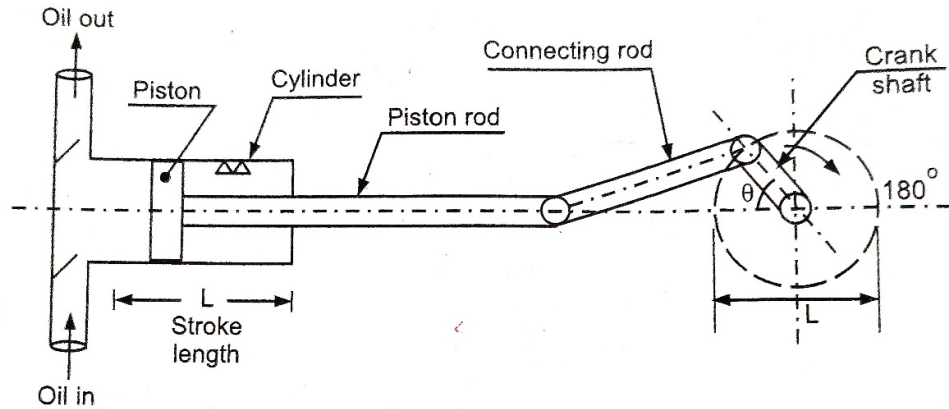
**Fig 2.6**

**Screw Pump**

[Image reference: from book Page no 102: Oil hydraulics system by S.R. Majumdar]

1. स्कू पंप हा पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट या तत्त्वावर काम करतो.
2. हेलिकल स्कूज फिरताना, त्यांच्या थ्रेड्स आणि पंप केसिंग यांच्या मध्ये ऑइल अडकून राहतो.

3. सततच्या फिरण्यामुळे स्कूज तो अडलेला ऑइल स्कू ऑक्सिसच्या दिशेने पुढे ढकलतात.
  4. यामुळे ऑइल इनलेटपासून आउटलेटपर्यंत खूपच स्मूथ आणि नॉन-पल्सेटिंग फ्लोमध्ये प्रवाहित होतो.
- A) कन्स्ट्रक्शन:** स्कू पंप मध्ये एका सिलिंड्रिकल हाऊसिंगमध्ये एक, दोन किंवा तीन स्कूज ठेवलेले असतात. ड्रायव्हिंग स्कू मोटरशी जोडलेला असतो आणि उर्वरित स्कूज ड्रायव्हिंग स्कूमुळे सिंक्रोनाइझ होऊन नियंत्रित पद्धतीने फिरतात. सक्शन पोर्टद्वारे ऑइल हाऊसिंगमध्ये प्रवेश करतो आणि स्कूजच्या फिरणाऱ्या हालचालीमुळे ऑइल ट्रॅप होतो व पुढे ढकलला जातो. डिलिव्हरी पोर्टवर ऑइल बाहेर पडतो, ज्यामुळे पंप सतत, स्मूथ आणि पल्स-फ्री प्रवाह निर्माण करतो.
- B) वर्किंग:** स्कू पंपमध्ये स्कू फिरायला लागल्यावर, स्कूच्या थ्रेड्समध्ये ऑइल अडकते आणि तो हळूहळू पुढे सरकत राहतो. स्कूच्या फिरण्यामुळे ऑइल इनलेट पोर्टपासून आउटलेट पोर्टपर्यंत नियमित पद्धतीने वाहते. जेव्हा ऑइल आउटलेटजवळ पोहोचतो, तेव्हा स्कूजमधील जागा कमी होऊन प्रेशरनिर्माण होतो, आणि ऑइल सतत, स्मूथ आणि पल्स-फ्री फ्लोने बाहेर ढकलला जातो, ज्यामुळे पंपला उच्च कार्यक्षमता आणि स्थिर ऑपरेशन प्राप्त होते.
- C) फायदे:**
1. या पंपाचे ऑपरेशन अतिशय स्मूथ आणि शांत असते.
  2. व्हिस्कस (जाड किंवा घनता असलेले) ऑइल सहज हाताळता येतो.
  3. पल्स-फ्री आणि स्थिर डिस्चार्ज मिळतो, ज्यामुळे ऑइलचा प्रवाह अखंड राहतो.
  4. पंप दीर्घकाळ टिकतो आणि विश्वासार्हतेसह कार्य करतो.
- D) तोटे:**
1. गिअर पंपांच्या तुलनेत किंमत तुलनेने जास्त असते.
  2. मळकट किंवा कणयुक्त (डर्टी) द्रवांसाठी हा पंप योग्य नाही; स्कूच्या पृष्ठभागाला नुकसान होऊ शकते.
  3. अत्यंत जास्त दाबावर पंपाची कार्यक्षमता (एफिशियन्सी) कमी होते.
- 6. पिस्टन पंप (Piston Pump):**



**Fig 2.7**  
**Piston Pump**

**पिस्टन पंपाचे तत्त्व (Principle of Piston Pump) - :** पिस्टन पंपामध्ये पिस्टनच्या रेसीप्रोकेटिंग (पुढे-मागे होणाऱ्या) हालचालीवर काम होते. जेव्हा पिस्टन मागे सरकतो (बॅकवर्ड स्ट्रोक), तेव्हा सिलिंडरमध्ये व्हॅक्यूम तयार होते आणि ऑइल सक्शन वाल्वद्वारे सिलिंडरमध्ये ओढले जाते. पिस्टन पुढे सरकताना

(फॉरवर्ड स्ट्रोक) ऑइल संकुचित होतो आणि डिलिव्हरी वाल्वद्वारे बाहेर ढकलला जातो. या सततच्या पुढे-मागे होणाऱ्या स्ट्रोकमुळे ऑइल उच्च दाबात, प्रवाह मिळतो.

**A) कन्स्ट्रक्शन:** पिस्टन पंपामध्ये सिलिंडर, पिस्टन, पिस्टन रॉड आणि इनलेट (सक्शन) व आउटलेट (डिलिव्हरी) वाल्व हे मुख्य घटक असतात. पिस्टन सिलिंडरमध्ये सतत आत-बाहेर (रेसीप्रोकेटिंग) हालचाल करतो, ज्यामुळे वाल्व ऑइलला नियंत्रित पद्धतीने सिलिंडरमध्ये ओढतात आणि बाहेर ढकलतात. पंपची मजबूत बांधणी उच्च प्रेशरसहन करण्यास सक्षम असते.

**B) वर्किंग:** पिस्टन मागे सरकताना सिलिंडरमध्ये सक्शन तयार होते आणि ऑइल इनलेट वाल्वमधून आत ओढला जातो. पिस्टन पुढे सरकताना ऑइल दाबाखाली बाहेर ढकलला जातो आणि आउटलेट वाल्वमधून बाहेर निघतो. या सतत पुढे-मागे होणाऱ्या स्ट्रोकमुळे ऑइलला उच्च दाबाचा प्रवाह मिळतो. ही प्रक्रिया सतत चालू राहते, ज्यामुळे पंप सतत उच्च दाबाने ऑइल वितरित करतो.

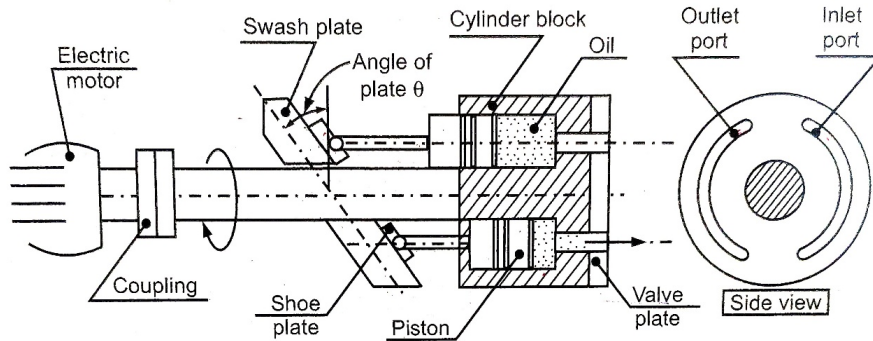
**C) फायदे:**

1. अतिशय उच्च प्रेशरतयार करू शकतो.
2. हैवी-ड्यूटी हायड्रॉलिक सिस्टीम्ससाठी योग्य.
3. व्हिस्कस (जाड) ऑइल सहजपणे पंप करू शकतो.
4. कार्यक्षम आणि विश्वासार्ह पंपिंग.

**D) तोटे:**

1. गिअर किंवा व्हेन पंपापेक्षा रचना अधिक क्लिष्ट (कॉम्प्लेक्स) असते.
2. किंमत जास्त असते.
3. मॅटेनन्स तुलनेने जास्त असतो.
4. फ्लोमध्ये पल्सेशन प्रवाह असतो.

## 7) अक्सियल पंप (Axial Piston Pump):



**Fig 2.8**

### Swash plate type axial Piston Pump

**A) कन्स्ट्रक्शन:** या पंपामध्ये सिलिंडर ब्लॉक असतो ज्यामध्ये अनेक पिस्टन्स ड्रायव्ह शाफ्टच्या अक्षाच्या समांतर रचलेले असतात. पिस्टन्सची हालचाल नियंत्रित करण्यासाठी स्वॅश प्लेट किंवा बॅट ऑक्सिस मॅकेनिझम वापरला जातो. सक्शन आणि डिलिव्हरीसाठी इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट्स असतात, ज्यामुळे ऑइल पंपाच्या आत प्रवेश करते आणि बाहेर पडते. संपूर्ण यंत्रणा मजबूत पंप हाऊसिंगमध्ये संरक्षित असते, जी उच्च प्रेशरसहज सहन करू शकते

**B) वर्किंग:** शाफ्ट फिरताना पिस्टन्स सिलिंडर ब्लॉकमध्ये पुढे-मागे (रेसीप्रोकेटिंग) सरकतात. पिस्टन्स मागे सरकताना सक्शन तयार होते आणि ऑइल इनलेट पोर्टमधून सिलिंडरमध्ये प्रवेश करते. पिस्टन्स पुढे सरकताना ऑइल दाबाने बाहेर ढकलले जाते आणि आउटलेट पोर्टद्वारे बाहेर सोडले जाते. या सततच्या

पिस्टन्सच्या हालचालीमुळे उच्च दाबाचा, प्रवाह तयार होतो, जो पंपच्या कार्यक्षमतेसाठी अत्यंत महत्त्वाचा असतो.

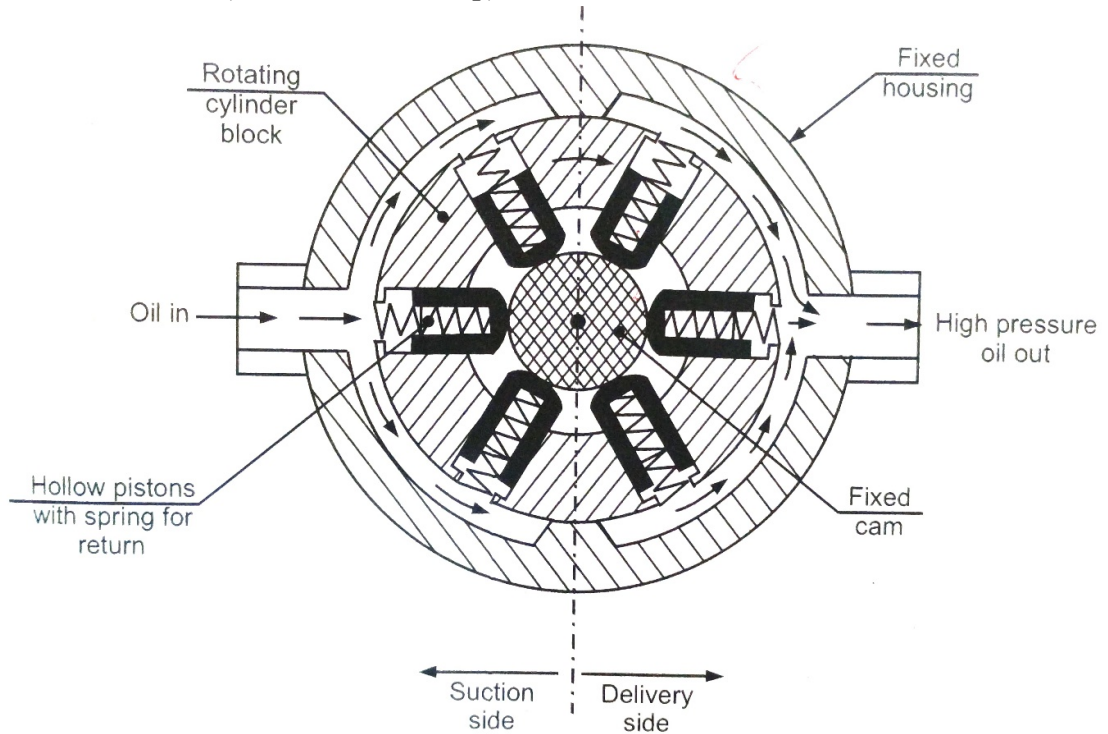
**C) फायदे:**

1. अत्यंत उच्च प्रेशर तयार करू शकतो.
2. कार्यक्षमता जास्त आणि कार्यप्रदर्शन खूप स्मूथ.
3. व्हेरिअबल डिस्प्लेसमेंट प्रकारात फ्लो सहज नियंत्रित करता येतो.
4. आकाराने कॉम्पॅक्ट पण शक्तिशाली पंप.

**D) तोटे:**

1. गिअर किंवा व्हेन पंपापेक्षा महाग.
2. स्वच्छ ऑइल आवश्यक, नाहीतर पिस्टन्स आणि इतर भागांचे घिसाड वाढते.
3. रचना आणि मॅटेनन्स जास्त कॉम्प्लेक्स.

**8) रेडियल पिस्टन पंप (Radial Piston Pump):**



**Fig 2.9**

**Radial Piston Pump**

**A) कन्स्ट्रक्शन:** पंपामध्ये सिलिंड्रिकल हाऊसिंग असते ज्यामध्ये अनेक पिस्टन्स रेडियल प्रमाणे रचलेले असतात. सर्व पिस्टन्स सिलिंड्रिकल बोरमध्ये मध्यभागी असलेल्या कॅम किंवा एक्सेंट्रिक शाफ्टभोवती व्यवस्थित ठेवलेले असतात. पंपामध्ये रोटर असतो जो मोटरला जोडलेला असतो, आणि कॅम रिंग डिझाईननुसार स्थिर किंवा हलणारा असतो. इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट्स हाऊसिंगमध्ये उपलब्ध असतात, जे सक्शन आणि डिलिव्हरीसाठी आवश्यक असतात.

**B) वर्किंग:** रोटर फिरत असताना, प्रत्येक पिस्टन रोटर आणि कॅम रिंगमधील एक्सेंट्रिसिटीमुळे आत-बाहेर सरकतो. पिस्टन बाहेर सरकताना, चेंबरमध्ये सक्शन तयार होते आणि ऑइल आत खेचले जाते. पिस्टन आत सरकताना, चेंबरची जागा कमी होते आणि ऑइल डिलिव्हरी पोर्टमधून बाहेर ढकलला जातो. सर्व पिस्टन्स एकत्र काम करतात, ज्यामुळे उच्च दाबाचा, स्मूथ आणि सततचा फ्लो मिळतो.

**C) फायदे:**

1. अत्यंत उच्च प्रेशर निर्माण करू शकतो.
2. व्हॉल्यूमेट्रिक कार्यक्षमता जास्त आहे.
3. स्मूथ डिस्चार्ज आणि कमी आवाज.
4. हैवी-ड्यूटी हायड्रॉलिक सिस्टीम्ससाठी उपयुक्त.

**D)तोटे:**

1. कॉम्प्लिकेटेड रचनामुळे किंमत जास्त आहे.
2. मॅटेनन्स खर्च जास्त.
3. स्वच्छ ऑइल आवश्यक आहे; ऑइल दूषित झाल्यास पंप संवेदनशील होतो.

**पंपांची तुलना(Comparison of pumps):****1. गिअर पंप आणि वेन् पंप:**

परिमाण	गिअर पंप	वेन पंप
कन्स्ट्रक्शन	दोन गिअर	रोटरसह स्लायडिंग वेन्स
फ्लोची वैशिष्ट्ये	पल्सेटिंग	स्मूथ आणि सततचा प्रवाह
प्रेशर क्षमता	जास्त	मध्यम
कार्यक्षमता	मध्यम	जास्त आणि समायोज्य
उपयोग	हायड्रॉलक्स, तेल हस्तांतरण	ऑटोमोटिव्ह, कमी आवाज प्रणाली

**2. गिअर पंप आणि स्कू पंप:**

परिमाण	गिअर पंप	स्कू पंप
कन्स्ट्रक्शन	पल्सेटिंग	खूप स्मूथ, पल्स-फ्री
फ्लोची वैशिष्ट्ये	लो ते मध्यम व्हिस्कोसिटी	खूप उच्च व्हिस्कोसिटी
प्रेशर क्षमता	मध्यम ते उच्च	उच्च
कार्यक्षमता	चांगली	अतिशय उच्च
उपयोग	लहान हायड्रॉलिक सिस्टीम्स	तेल बर्नर्स, फ्यूल इंजेक्शन, मरीन सिस्टीम्स

**3. इंटरनल गिअर आणि पंप एक्सटर्नल गिअर पंप:**

परिमाण	इंटरनल गिअर पंप	एक्सटर्नल गिअर पंप
कन्स्ट्रक्शन	इंटरनल + एक्सटर्नल गिअरसह क्रेसेंट	दोन एक्सटर्नल गिअर
फ्लोची स्मूथनेस	अतिशय स्मूथ	पल्सेटिंग
प्रेशरक्षमता	मध्यम	उच्च
कार्यक्षमता	उच्च	मध्यम
उपयोग	ल्यूब सिस्टम्स, फ्यूल पंप्स	सामान्य हायड्रॉलक्स

**2.2. कम्प्रेसर्स:****2.2.1. कम्प्रेसरची वर्गवारी (Classification of Compressors)****1. पिस्टन स्ट्रोकप्रमाणे**

1. सिंगल-अॅक्टिंग कम्प्रेसर: पिस्टनच्या एका बाजूवर फक्त प्रेशरनिर्माण होतो.

2. डबल-ऑक्टिंग कम्प्रेसर:
  3. सिंगल-स्टेज कम्प्रेसर: एका सिलिंडरमध्ये हवा अंतिम दाबापर्यंत कम्प्रेस होते.
    - a) टू-स्टेज कम्प्रेसर: दोन सिलिंडरमध्ये हवा कम्प्रेस होते, जास्त दाबासाठी.
    - b) मल्टी-स्टेज कम्प्रेसर: तीन किंवा अधिक स्टेजेस, अतिशय उच्च दाबासाठी.
3. सिलिंडरची रचना/स्थिती प्रमाणे (Position/Arrangement of Cylinders – Reciprocating Type)
  - a) वर्टिकल कम्प्रेसर
  - b) हॉरिझॉन्टल कम्प्रेसर
  - c) V-टाईप कम्प्रेसर
  - d) W-टाईप कम्प्रेसर
  - e) टँडेम कम्प्रेसर
4. प्राइम मुव्हर प्रमाणे
  1. इलेक्ट्रिक मोटर-ड्रिव्हन कम्प्रेसर
  2. IC इंजिन-ड्रिव्हन कम्प्रेसर
  3. डिझेल इंजिन-ड्रिव्हन कम्प्रेसर
  4. टर्बाइन-ड्रिव्हन कम्प्रेसर
5. मेकॅनिझम प्रमाणे
  - A. रेसीप्रोकेटिंग टाईप कम्प्रेसर
    - a) सिंगल-ऑक्टिंग रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसर
    - b) डबल-ऑक्टिंग रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसर
    - c) सिंगल-स्टेज किंवा मल्टी-स्टेज रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसर
  - B. रोटरी टाईप कम्प्रेसर
    - a) रोटरी व्हेन कम्प्रेसर
    - b) रोटरी स्कू कम्प्रेसर
    - c) रोटरी लोब कम्प्रेसर

#### A) रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसर:

**A) कन्स्ट्रक्शन:** रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसरमध्ये सिलिंडर, पिस्टन, कनेक्टिंग रॉड आणि क्रॅकशाफ्ट असतात. सिलिंडर हेडवर इनलेट (सक्शन) आणि आउटलेट (डिलिव्हरी) वाल्व बसवलेले असतात. पिस्टन सिलिंडरमध्ये रेसीप्रोकेटिंग होत असतो आणि क्रॅकशाफ्टच्या फिरण्यामुळे पिस्टनची ही हालचाल होते. यंत्रणा मजबूत हाऊसिंगमध्ये असते आणि स्मूथ ऑपरेशनसाठी कूलिंग व ल्युब्रिकेशनची व्यवस्था असते.

**B) काम करण्याचे तत्त्व (Working Principle):** रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसरमध्ये पिस्टन रेसीप्रोकेटिंग होताना सक्शन स्ट्रोक तयार होतो आणि हवा सिलिंडरमध्ये ओढली जाते. त्यानंतर पिस्टन रेसीप्रोकेटिंग होताच सिलिंडरमधील हवा दाबाखाली येते. जेव्हा प्रेशरपुरेसा वाढतो, तेव्हा डिलिव्हरी वाल्व उघडतो आणि कम्प्रेस्ड हवा रिसीव्हर टँकमध्ये ढकलली जाते. ही प्रक्रिया सतत चालू राहते, ज्यामुळे पिस्टन रेसीप्रोकेटिंग होत राहतो आणि हवा नियमितपणे पुरवली जाते.

### 1. सिंगल-ऑक्टिंग रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसर:

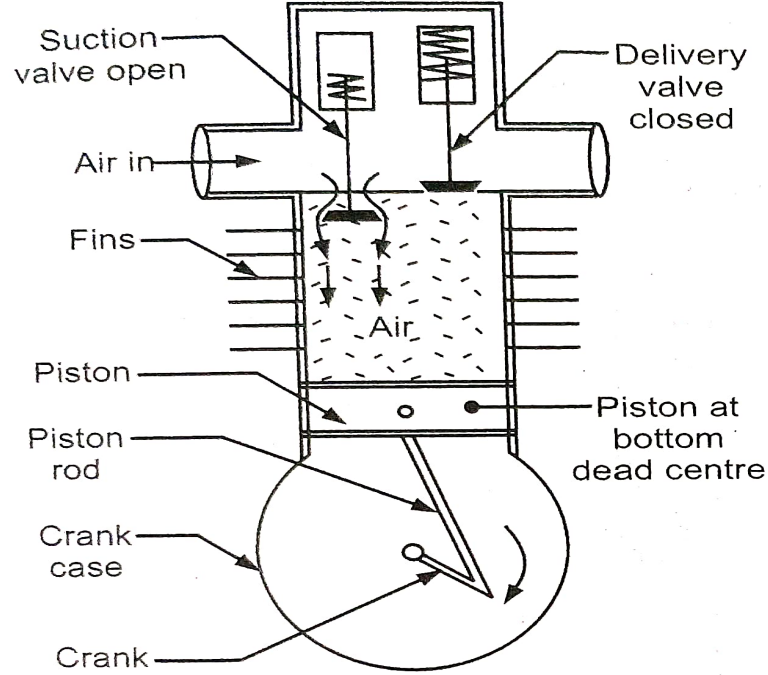


Fig 2.10

Single acting reciprocating air compressor.

**A) कन्स्ट्रक्शन:** सिंगल-ऑक्टिंग रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसरमध्ये सिलिंडर, पिस्टन, पिस्टन रॉड, कनेक्टिंग रॉड आणि क्रॅकशाफ्ट असतात. पिस्टन रेसीप्रोकेटिंग होताना फक्त एका बाजूला हवा दाबाखाली येते, तर दुसरी बाजू प्रेशर विरहित राहते. सिलिंडर हेडवर इनलेट आणि डिलिव्हरी वाल्व बसवलेले असतात. क्रॅकशाफ्ट इलेक्ट्रिक मोटरने चालवला जातो आणि पिस्टन सतत रेसीप्रोकेटिंग होतो, ज्यामुळे हवा दाबाखाली बाहेर ढकलली जाते.

**B) काम करण्याचे तत्त्व:**

क्रॅक फिरताना पिस्टन खाली जातो आणि सिलिंडरमध्ये व्हॅक्यूम तयार होते, ज्यामुळे इनलेट वाल्व उघडतो व हवा सिलिंडरमध्ये ओढली जाते. नंतर पिस्टन वर जातो आणि अडकलेली हवा दाबाखाली येते. प्रेशरवाढल्यावर डिलिव्हरी वाल्व उघडतो व हवा रिसीव्हर टँककडे ढकलली जाते. हा सायकल सतत चालतो, परंतु कम्प्रेसन फक्त पिस्टनच्या एका बाजूवरच होते.

### 2. डबल-ऑक्टिंग रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसर

**कन्स्ट्रक्शन:** डबल-ऑक्टिंग रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसरमध्ये सिलिंडरमध्ये पिस्टन असतो, ज्याच्या दोन्ही बाजूंवर हवा कम्प्रेस केली जाते. पिस्टन रॉड क्रॅकशाफ्टशी कनेक्टिंग रॉडने जोडलेली असते. प्रत्येक बाजूस इनलेट (सक्शन) वाल्व आणि आउटलेट (डिलिव्हरी) वाल्व बसवलेले असतात, जे हवा प्रवेश करणे आणि बाहेर जाणे नियंत्रित करतात. सिलिंडर हेडवर दोन सेट वाल्व्स असल्यामुळे दोन्ही बाजूंनी सतत कम्प्रेसन होतो, ज्यामुळे हवा सतत रिसीव्हर टँककडे ढकलली जाते.

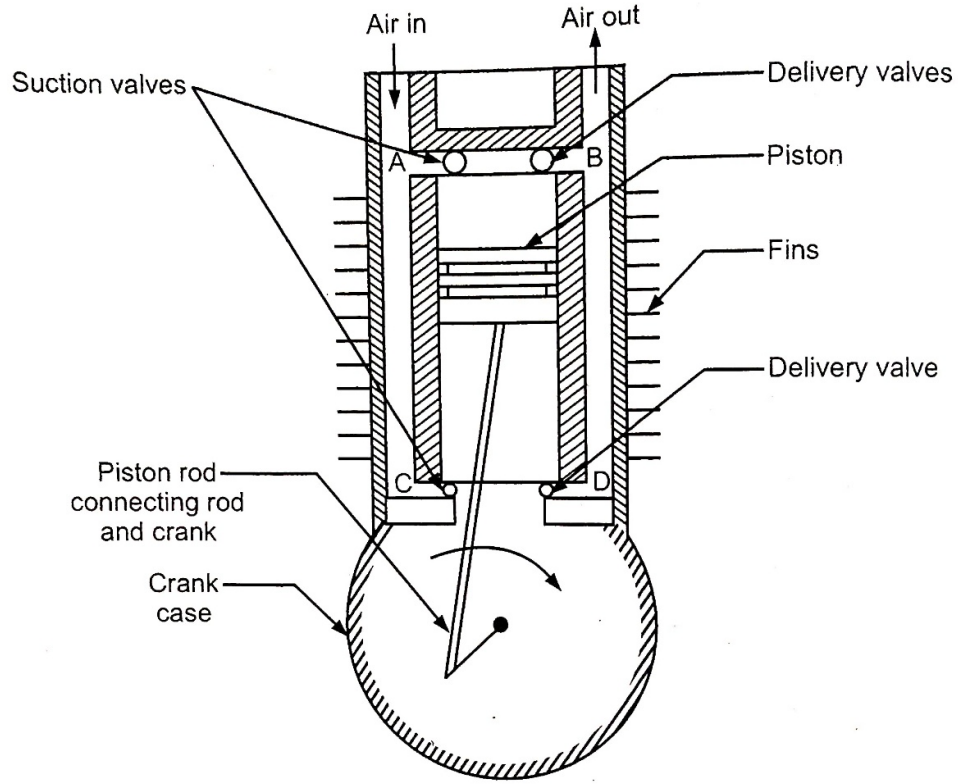


Fig 2.11

### Double acting reciprocating air compressor.

**B) काम करण्याचे तत्त्व :** डबल-अॅक्टिंग रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसरमध्ये, पिस्टन एका बाजूला हालताना त्या बाजूवर हवा कम्प्रेस केली जाते आणि दुसऱ्या बाजूवर सक्शन होते. पुढच्या स्ट्रोकवर एका बाजूची हवा कम्प्रेस होऊन डिलिव्हरी होते, तर परत स्ट्रोकवर उलट बाजू कम्प्रेस होते. अशा प्रकारे दोन्ही स्ट्रोकमध्ये सतत हवेची निर्मिती होते, ज्यामुळे आउटपुट वाढतो. वाल्व्स प्रेशरफरकामुळे आपोआप उघडतात आणि बंद होतात, ज्यामुळे पंपिंग प्रक्रिया सुरळीत चालते.

### 3. व्हेन कम्प्रेसर (Vane Compressor):

**A) कन्स्ट्रक्शन:** व्हेन कॉम्प्रेसरमध्ये, रोटर एक्सॅट्रिक सिलिंडरमध्ये रॅडियल स्लॉट्ससह बसवलेला असतो, ज्यामध्ये वेन्स (स्लायडिंग प्लेट्स) लवचिकतेने सरकतात. कॉम्प्रेसरच्या कॅसिंगमध्ये सक्शन (इनलेट) आणि डिलिव्हरी (आउटलेट) पोर्ट्स असतात, जे हवेच्या प्रवेश आणि बाहेर जाण्याचे मार्गदर्शन करतात. रोटर प्राइम मुव्हर म्हणजे इलेक्ट्रिक मोटर किंवा इंजिनशी जोडलेला असतो, ज्यामुळे रोटर फिरतो.

**B) वर्किंग:** व्हेन कॉम्प्रेसरमध्ये रोटर एक्सॅट्रिक सिलिंडरमध्ये सतत फिरतो. रोटरवरील वेन्स सेंट्रीफ्युगल फोर्सच्या प्रभावाने बाहेर सरकतात, ज्यामुळे रोटर आणि कॅसिंगमध्ये वेगवेगळ्या चेंबर तयार होतात. चेंबर तयार होताच हवा सक्शन (इनलेट) पोर्टमधून आत प्रवेश करते. रोटर सतत फिरत असल्यामुळे चेंबरचे आयतन कमी होते आणि आत आलेली हवा कम्प्रेस होते. कम्प्रेस्ड हवा डिलिव्हरी (आउटलेट) पोर्टमधून बाहेर सोडली जाते, ज्यामुळे व्हेन कॉम्प्रेसर सतत हवा वितरीत करतो.

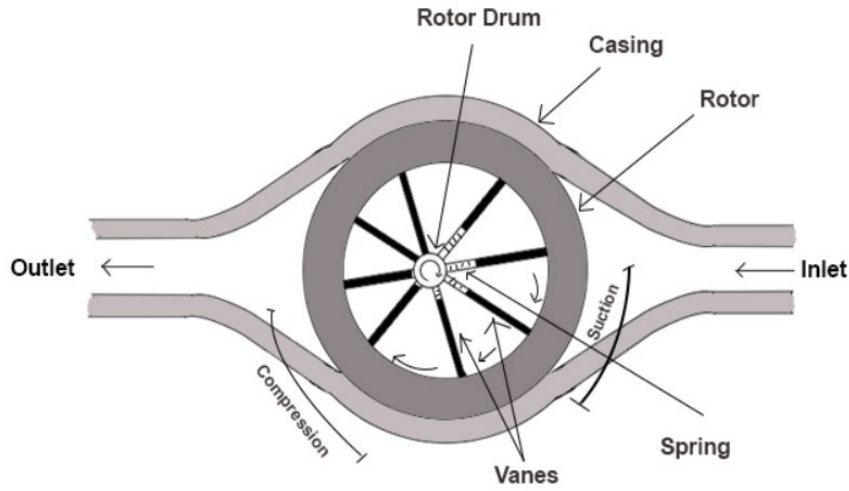


Fig 2.12

**Vane air compressor.****C) फायदे:**

1. सोपी आणि कॉम्पॅक्ट रचना असल्यामुळे इंस्टॉलेशन सोपे होते.
2. ऑइल/हवा प्रवाह स्मूथ आणि सतत मिळतो.
3. उच्च गतीवर सहज चालू शकतो.
4. रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसरपेक्षा ऑपरेशन शांत असते.

**D) तोटे:**

1. प्रेशरमर्यादा: कमी ते मध्यम दाबासाठी योग्य.
2. स्लायडिंग वेन्समुळे वेगाने घास पडतो आणि वेन्सचा लाइफ कमी होऊ शकतो.
3. अत्यंत उच्च दाबावर काम करण्यासाठी योग्य नाही.

**E)उपयोग:**

1. एअर टूल्स आणि न्यूमॅटिक सिस्टीम्समध्ये.
2. रेफ्रिजरेशन आणि एअर कंडिशनिंग सिस्टीम्स.
3. पेंटिंग आणि सँडब्लास्टिंग ऑपरेशन्समध्ये.
4. हलक्या औद्योगिक प्रक्रियांसाठी सतत हवा पुरवठा.

**4. स्कू कम्प्रेसर (Screw Compressor):**

**A) कन्स्ट्रक्शन:** स्कू कॉम्प्रेसरमध्ये दोन इंटरमेशिंग हेलिकल रोटर्स मजबूत कॅसिंगच्या आत बसवलेले असतात. रोटर्स शाफ्ट्सच्या दोन्ही टोकांना प्रिसिजन बॅरिंग्सचा आधार दिलेला असतो, ज्यामुळे त्यांची गती स्थिर आणि स्मूद राहते. कॅसिंगमध्ये हवा प्रवेश करण्यासाठी सक्शन पोर्ट आणि कम्प्रेस्ड हवा बाहेर जाण्यासाठी डिलिव्हरी पोर्ट उपलब्ध असतात. संपूर्ण यंत्रणा प्राइम मुव्हर म्हणजे इलेक्ट्रिक मोटर किंवा इंजिनद्वारे चालवली जाते, ज्यामुळे रोटर्स फिरतात आणि कॉम्प्रेसर कार्यरत राहतो.

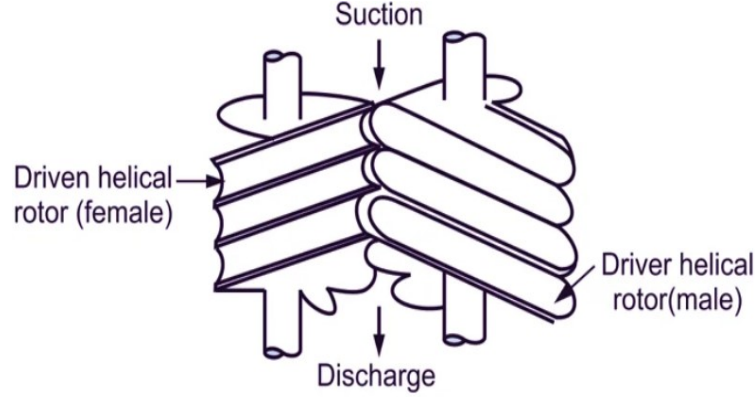


Fig 2.13

**Screw air compressor.**

**B) वर्किंग:** स्कू कॉम्प्रेसरमध्ये दोन हेलिकल रोटर्स एका कॅसिंगमध्ये बसवलेले असतात. हे रोटर्स फिरायला सुरुवात करताच त्यांच्या मधल्या जागेत हवा ओढली जाते. रोटर्स पुढे फिरत राहतात तसा ही अडकलेली हवा पुढे सरकते आणि तिच्यासाठी उपलब्ध जागा कमी होत जाते. त्यामुळे हवा हळूहळू दाबली जाते. शेवटी ही कम्प्रेस्ड हवा डिलिव्हरी पोर्टपर्यंत पोहोचते आणि बाहेर सोडली जाते.

**C) फायदे:**

1. सतत आणि पल्स-फ्री फ्लो मिळतो.
2. मोठ्या प्रमाणावर हवा हाताळू शकतो.
3. कॉम्पॅक्ट, विश्वासार्ह आणि शांत ऑपरेशन.
4. रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसरपेक्षा कमी मॅटेनन्स.

**D) तोटे:**

1. स्टेजप्रमाणे प्रेशरमर्यादा (सामान्यतः मध्यम) असते.
2. रेसीप्रोकेटिंग कम्प्रेसरपेक्षा किंमत जास्त असते.
3. क्लिअरन्स घासल्यास कार्यक्षमता कमी होते.

**E) उपयोग:**

1. औद्योगिक हवा पुरवठा सिस्टीम्स.
2. न्यूमॅटिक टूल्स आणि मशिनरी.
3. रेफ्रिजरेशन आणि एअर कंडिशनिंग सिस्टीम्स.
4. रासायनिक आणि अन्न प्रक्रिया उद्योग.

**2.3 दिलेल्या उपयोगांसाठी पंप/कम्प्रेसर निवड (Selection of Pump/Compressor)****पंप निवडताना विचार करण्याचे घटक:**

1. द्रवाचे प्रकार: स्वच्छ, घन ऑइल, खडबडीत किंवा क्षारीय .
2. आवश्यक फ्लो रेट: प्रति युनिट वेळ किती ऑइल आवश्यक आहे.
3. दाब/हेड आवश्यकता: सिस्टम रेसिस्टन्स पार करण्यासाठी आवश्यक ऊर्जा.
4. सिस्टम लॉस: घर्षण, लिकेज, पाइपिंग लेआउट.
5. गती आणि पॉवर उपलब्धता: मोटर/इंजिनकडून.
6. पंप प्रकाराची योग्यता: पॉझिटिव्ह डिस्प्लेसमेंट किंवा नॉन-पॉझिटिव्ह.
7. मॅटेनन्स आणि खर्च: सर्विसिंग सोपी आहे का, बजेट.

**कम्प्रेसर निवडताना विचार करण्याचे घटक**

1. गॅस प्रकार: हवा, इनर्ट गॅस, किंवा औद्योगिक गॅस.

2. प्रेशर आवश्यकता: कमी, मध्यम किंवा उच्च.
3. फ्लो आवश्यकता: प्रति युनिट वेळ किती गॅस आवश्यक आहे.
4. कम्प्रेसन स्टेजेस: कमी दाबासाठी सिंगल-स्टेज, उच्च दाबासाठी मल्टी-स्टेज.
5. ऑपरेशन प्रकार: सतत किंवा इंटरमिटंट.
6. प्राइम मुव्हर उपलब्धता: इलेक्ट्रिक मोटर, इंजिन, टर्बाइन.
7. मॅटेनन्स आणि खर्च: ऑपरेशन सोपे आणि बजेटमध्ये योग्य.

## 2.4 हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक ऍक्च्युएटर्स (Hydraulic & Pneumatic Actuators)

**व्याख्या(Definition):** ऍक्च्युएटर हा एक यंत्र आहे जे फ्लुइड एनर्जीचे मेकॅनिकल मोशनमध्ये रूपांतरित करते, जे सिस्टम/मेकॅनिझम हलवण्यासाठी किंवा नियंत्रित करण्यासाठी वापरले जाते.

**कार्ये (Functions):**

1. लिनियर किंवा रोटरी मोशन निर्माण करणे.
2. लोड हलवून मशीनरी ऑपरेट करणे.
3. औद्योगिक सिस्टीममध्ये पोजिशन, गती आणि बल नियंत्रित करणे.

### 2.4.1 हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक ऍक्च्युएटर्सचे प्रकार (Types of Actuators)

#### 1. सिंगल-ऍक्टिंग ऍक्च्युएटर

- a) फ्लुइड फक्त एका दिशेला काम करते.
- b) परत येण्यासाठी स्प्रिंग किंवा लोड वापरले जाते.
- c) **उपयोग:** हलके लोडसाठी, क्लॅम्पिंग, पिस्टन रीसेटिंग.

#### 2. डबल-ऍक्टिंग ऍक्च्युएटर

- a) फ्लुइड दोन्ही दिशांमध्ये काम करते.
- b) पिस्टन दोन्ही बाजूने नियंत्रित हालचाल करतो.
- c) **उपयोग:** मशीन टूल्स, ऑटोमेशन, ठोस लोडसाठी सतत रेषीय मोशन.

#### 3. टेलिस्कोपिक सिलिंडर

- a) मर्यादित जागेत लांब स्ट्रोकसाठी डिझाईन केलेले.
- b) एकापेक्षा अधिक स्टेजेसमध्ये स्ट्रोक विस्तारित होतो.
- c) **उपयोग:** ट्रक लिफ्ट, कन्स्ट्रक्शन मशीनरी जिथे लांब हालचाल आवश्यक.

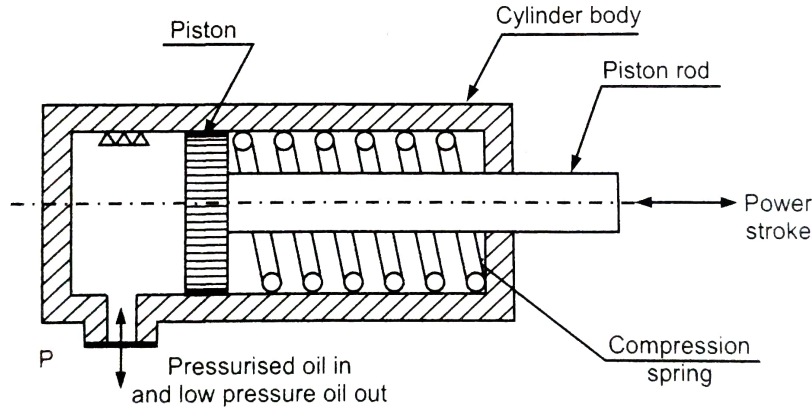
#### 4. रोटरी ऍक्च्युएटर्स

- a) **उपयोग:** रोबोटिक आर्म्स, टर्निंग उपकरणे, पायव्होट मोशन सिस्टम्स.

## 2.5 लिनियर ऍक्च्युएटर्स:

### 2.5.1 सिंगल-ऍक्टिंग लिनियर ऍक्च्युएटर्स

**व्याख्या:** सिंगल-ऍक्टिंग रेषीय ऍक्च्युएटर हा यंत्र आहे जो हायड्रॉलिक ऑइल किंवा कम्प्रेस्ड हवा वापरून फक्त एका दिशेने सरळ हालचाल निर्माण करतो. पिस्टन पुढे ढकलण्यासाठी फ्लुइडचा दबाव वापरला जातो आणि परत जाणारी हालचाल स्प्रिंग किंवा लोडच्या मदतीने आपोआप होते.



**Fig 2.14**  
**Single acting cylinder.**

**A) कन्स्ट्रक्शन:** सिंगल-अॅक्टिंग लिनीअर ऍक्च्युएटर्समध्ये मुख्य घटक म्हणजे सिलिंडर बॅरल, पिस्टन, पिस्टन रॉड, एंड कॅप्स, प्रेशर पोर्ट, रिटर्न स्प्रिंग आणि सील्स. सिलिंडर बॅरल ही मजबूत ट्यूब असते, ज्यामध्ये पिस्टन फिरतो. पिस्टन ऑइलच्या दाबामुळे पुढे सरकतो आणि सरळ रेषीय आउटपुट मोशन तयार करतो. पिस्टन रॉड पिस्टनशी जोडलेला असून, ही हालचाल बाहेरील यंत्रणेकडे पोहोचवतो. एंड कॅप्स सिलिंडरचे टोक बंद करतात आणि पिस्टन रॉडला स्मूथ मार्गदर्शन करतात. प्रेशर पोर्टद्वारे ऑइल सिलिंडरमध्ये प्रवेश करून पिस्टन पुढे ढकलतो. रिटर्न स्प्रिंग (न्यूमॅटिक प्रकारात) किंवा लोड/ग्रॅविटी (हायड्रॉलिक प्रकारात) पिस्टन परत आणतात. सील्स आणि बुशिंग्ज लिकेज टाळतात आणि हालचाल स्मूथ राहते.

**B) वर्किंग:** सिंगल-अॅक्टिंग लिनीअर ऍक्च्युएटरमध्ये फ्लुइडचा प्रेशरसिंगल पोर्टद्वारे सिलिंडरमध्ये लागू केला जातो. या दाबामुळे पिस्टन पुढे सरकतो आणि सरळ रेषीय हालचाल निर्माण होते. सप्लाय प्रेशरकाढल्यावर पिस्टन परत येतो; न्यूमॅटिक प्रकारात हे स्प्रिंगच्या मदतीने आणि हायड्रॉलिक प्रकारात लोड किंवा ग्रॅविटीच्या मदतीने होते. यामुळे पिस्टन फक्त एका दिशेने सक्रिय हालचाल करते, तर परत जाणारा स्ट्रोक आपोआप पूर्ण होतो.

**C) फायदे:**

1. सोपी रचना, सहज इंस्टॉलेशन आणि ऑपरेशन.
2. डबल-अॅक्टिंग प्रकारांच्या तुलनेत कमी खर्चिक.
3. कमी मॅटेनन्स; कमी पोर्ट्स आणि हलणारे भाग.
4. कॉम्पॅक्ट आणि हलके, विशेषतः न्यूमॅटिक प्रकारात.
5. जलद आणि पुनरावृत्तीक्षम सिंगल-दिशा ऑपरेशनसाठी आदर्श.

**D) तोटे:**

1. फक्त एका दिशेत बल निर्माण होतो.
2. रिटर्न स्ट्रोक कमजोर असतो (स्प्रिंग / लोडवर अवलंबून).
3. भारी कामासाठी योग्य नाही.
4. स्ट्रोकची मर्यादा असते.
5. काही डिझाईन्समध्ये स्प्रिंग थकून जाऊ शकते; बदल आवश्यक.

**E) उपयोग:** सिंगल-अॅक्टिंग ऍक्च्युएटर्सचा वापर सामान्यतः खालील ठिकाणी केला जातो:

1. क्लॉपिंग मशिन्स
2. मोल्ड्समधील इजेक्टिंग पिन्स

3. प्रेसिंग ऑपरेशन्स
4. ऑटोमॅटिक डोअर ओपनर्स
5. पॅकेजिंग आणि मटेरियल हँडलिंग उपकरणे
6. हलक्या-ड्यूटी लिफ्टिंग आणि पोजिशनिंग

### 2.5.2. डबल-अॅक्टिंग लिनीयर ऍक्च्युएटर Double Acting (Single Piston Rod End) Linear Actuator (Hydraulic/Pneumatic Cylinder)

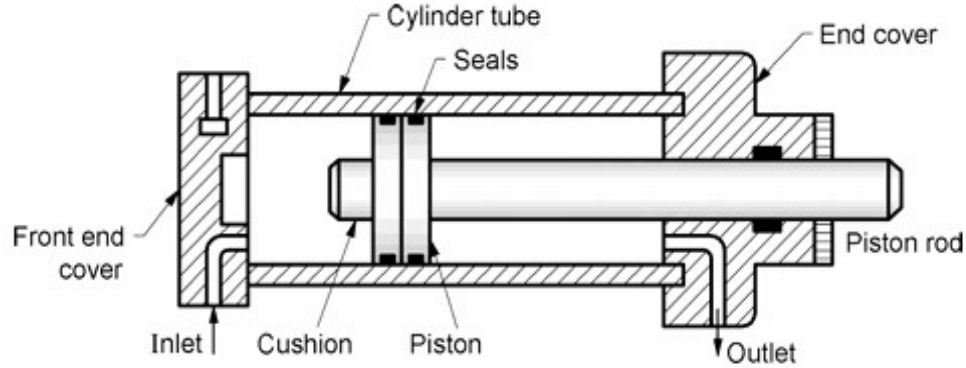


Fig 2.15

#### Double acting Single piston rod cylinder.

#### डबल-अॅक्टिंग रेषीय ऍक्च्युएट

**1. कन्स्ट्रक्शन:** डबल-अॅक्टिंग लिनीअर ऍक्च्युएटरमध्ये एक सिंगल पिस्टन-रॉड सिलिंडर असतो, ज्यामध्ये सिलिंडर बॅरल, पिस्टन, पिस्टन रॉड, एंड कव्हर्स, सील्स आणि बेअरिंग्ज तसेच दोन पोर्ट्स समाविष्ट असतात. सिलिंडर बॅरल मजबूत आणि लीक-प्रूफ असतो, ज्यामध्ये पिस्टन नियमितपणे हालतो. पिस्टन सिलिंडरला दोन स्वतंत्र चेंबर्समध्ये विभागतो, तर पिस्टन रॉड एका टोकातून बाहेर येतो आणि आउटपुट कामासाठी वापरला जातो. फ्रंट एंडवर रॉड-एंड कव्हर आणि रियर एंडवर कॅप कव्हर सिलिंडरचे टोक सुरक्षितपणे बंद करतात. सील्स आणि बेअरिंग्ज पिस्टन रॉडला स्मूथ मार्गदर्शन करतात आणि दाबाचे लिकेज टाळतात. कॅप-एंड पोर्ट फॉरवर्ड स्ट्रोकसाठी आणि रॉड-एंड पोर्ट रिटर्न स्ट्रोकसाठी वापरले जातात.

**2. वर्किंग:** डबल-अॅक्टिंग लिनीअर ऍक्च्युएटरमध्ये फॉरवर्ड स्ट्रोकसाठी प्रेशरअसलेला फ्लुइड कॅप-एंड पोर्टमध्ये प्रवेश करतो, ज्यामुळे पिस्टन पुढे सरकतो आणि पिस्टन रॉड बाहेर पडतो. ही हालचाल विविध औद्योगिक कार्यांसाठी वापरली जाते, जसे की लिफ्टिंग, पुशिंग किंवा क्लॉपिंग. रिटर्न स्ट्रोकसाठी फ्लुइड रॉड-एंड पोर्टमध्ये प्रवेश करतो, ज्यामुळे पिस्टन मागे सरकतो आणि पिस्टन रॉड पूर्णपणे परत येतो. या पद्धतीने दोन्ही दिशांमध्ये स्थिर आणि प्रभावी सरळ रेषीय हालचाल मिळते, जी उच्च कार्यक्षमता आणि नियंत्रण सुनिश्चित करते.

#### 3. फायदे:

1. दोन्ही दिशांमध्ये बल निर्माण होते, म्हणजे पुढे आणि मागे हालचाल शक्य आहे.
2. स्मूथ आणि अचूक मोशन कंट्रोल करता येतो.
3. उच्च फ्लुइड प्रेशरमुळे भारी लोड हाताळता येतो.
4. सतत आणि पुनरावृत्तीक्षम ऑपरेशन्ससाठी योग्य आहे.

#### 4. तोटे:

1. सिंगल-अॅक्टिंग सिलिंडरच्या तुलनेत जास्त खर्चिक आहे.
2. दोन्ही स्ट्रोकसाठी दोन कंट्रोल व्हॉल्व्ह आणि जास्त पाइपिंग आवश्यक असते.

3. रॉड बाजूचा बल कमी असतो, कारण त्या बाजूचा क्षेत्रफळ लहान असते.
  4. दोन चेंबरमधून लिकेज टाळण्यासाठी योग्य सीलिंगची आवश्यकता असते.
- 5. उपयोग:** डबल-अॅक्टिंग रेषीय ऍक्च्युएटर्स खालील ठिकाणी वापरले जातात:
1. मशीन टूल्समध्ये – क्लॉपिंग, कटिंग, आणि प्रेसिंग ऑपरेशन्स.
  2. इंडस्ट्रियल ऑटोमेशनमध्ये – पुशिंग, लिफ्टिंग, आणि मटेरियल शिफ्टिंग.
  3. हायड्रॉलिक प्रेसमध्ये – बेंडिंग, फॉर्मिंग, आणि मेटल शेपिंग.
  4. रोबोटिक्स आणि हँडलिंग सिस्टीम्समध्ये – अचूक पुढे-मागे हालचाल.
  5. कन्स्ट्रक्शन मशिन्समध्ये – स्टीयरिंग, स्टॅबिलायझर्स, आणि आउटरिगर्स.

### डबल-अॅक्टिंग – डबल पिस्टन रॉड एंड सिलिंडर Double Acting – Double Piston Rod End Cylinder

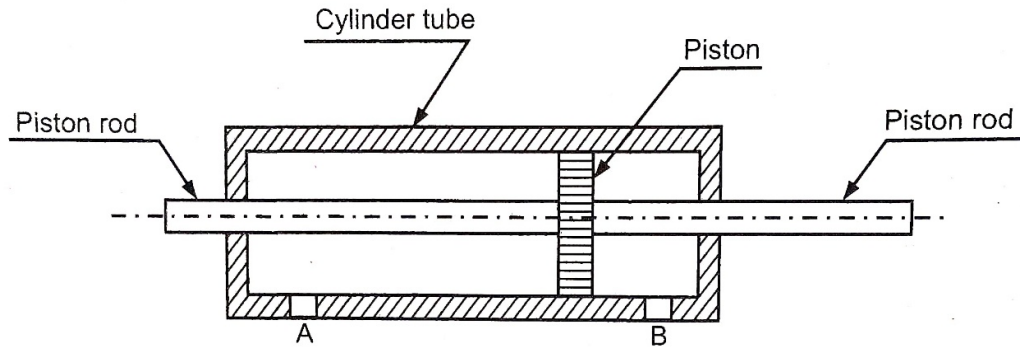


Fig 2.16

Double acting Double piston rod cylinder.

### डबल-अॅक्टिंग – डबल पिस्टन रॉड एंड सिलिंडर (Double-Acting, Double Piston Rod End Cylinder)

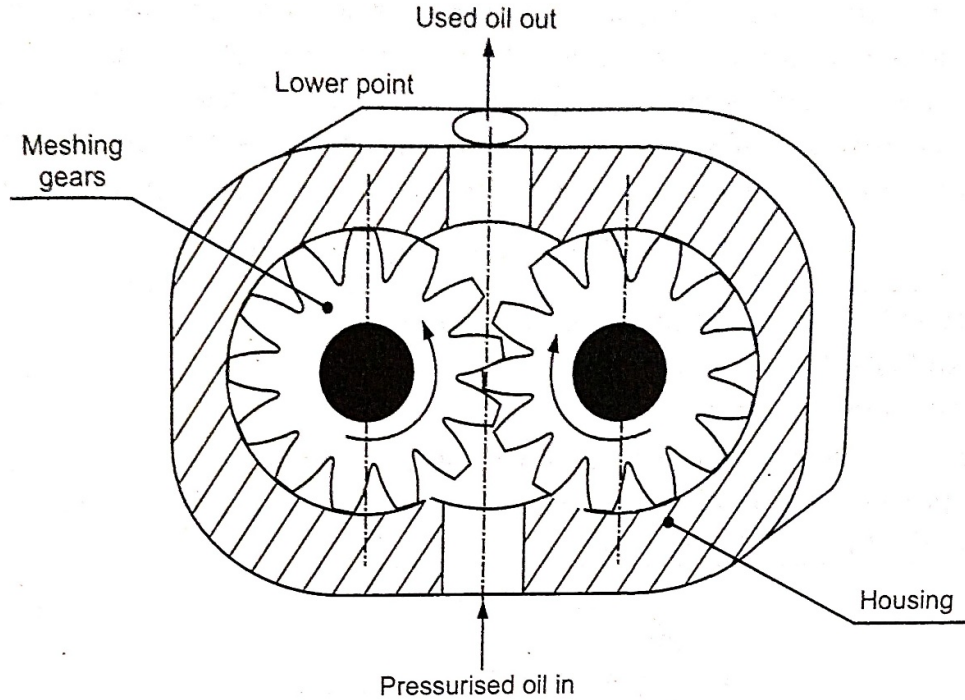
1. **कन्स्ट्रक्शन:** डबल-अॅक्टिंग डबल पिस्टन रॉड एंड सिलिंडरमध्ये एकच पिस्टन असतो, परंतु त्यात दोन पिस्टन रॉड्स असतात, जे पिस्टनच्या दोन्ही बाजूंनी बाहेर पडलेले असतात. सिलिंडरमध्ये दोन एंड कव्हर्स, दोन पोर्ट्स (एअर/ऑइल प्रवेश व निर्गमनासाठी), सिलिंडर बॅरल, पिस्टन आणि सील्स असतात. पिस्टन दोन्ही रॉड्सशी जोडलेला असल्यामुळे दोन्ही बाजूंना समान बल प्रसारित होते. दोन्ही बाजूंचे क्षेत्र समान असल्यामुळे फॉरवर्ड आणि रिटर्न स्ट्रोकमध्ये समान गती आणि समान बल मिळते, ज्यामुळे कार्यक्षमता उच्च आणि हालचाल नियंत्रित राहते.
2. **वर्किंग:** डबल-अॅक्टिंग रॉड एंड सिलिंडरमध्ये फ्लुइड फोर्सचा वापर करून दोन्ही दिशांमध्ये रेषीय हालचाल मिळते. जेव्हा फ्लुइड डाव्या बाजूच्या पोर्टमध्ये प्रवेश करतो, तेव्हा पिस्टन उजवीकडे सरकतो आणि कार्य स्ट्रोक तयार होतो. जेव्हा फ्लुइड उजव्या बाजूच्या पोर्टमध्ये प्रवेश करतो, तेव्हा पिस्टन डावीकडे सरकतो आणि रिटर्न स्ट्रोक तयार होतो. पिस्टनच्या दोन्ही बाजूंचे क्षेत्र समान असल्यामुळे दोन्ही दिशांमध्ये समान बल आणि गती प्राप्त होते.
3. **फायदे:**
  1. दोन्ही दिशांमध्ये समान बल आणि गती मिळते, ज्यामुळे सतत आणि नियंत्रित हालचाल शक्य होते.
  2. उत्कृष्ट अलायनमेंट – ड्युअल रॉड्स पिस्टनला दोन्ही बाजूंनी सपोर्ट करतात.
  3. अचूक पुश-पुल ऑपरेशन्ससाठी अत्यंत योग्य.
  4. ड्युअल रॉड्समुळे अधिक मजबुती मिळते आणि वाकणे कमी होते.

**4. तोटे:**

1. सिंगल-रॉड सिलिंडरच्या तुलनेत जास्त खर्चिक असतो.
2. रॉड दोन्ही बाजूंनी बाहेर पडल्यामुळे अधिक जागा आवश्यक असते.
3. स्ट्रोक लांब असल्यास, सिलिंडरची एकूण लांबी खूप जास्त होते, ज्यामुळे वापर मर्यादित होतो.
4. डबल रॉड मांडणीमुळे वजन थोडे जास्त होते.

**5. उपयोग:** डबल-अॅक्टिंग डबल पिस्टन रॉड एंड सिलिंडरचा वापर खालील ठिकाणी केला जातो:

1. जिथे समान फॉरवर्ड आणि रिव्हर्स बल आवश्यक आहे.
2. अचूक पोजिशनिंग आवश्यक असलेल्या मशीनमध्ये, जसे की पॅकेजिंग, रोबोटिक्स, आणि ऑटोमेशन.
3. मशीनिंग फिक्स्चरमध्ये टूल शिफ्टिंग आणि क्लॅम्पिंगसाठी.
4. मटेरियल हँडलिंग उपकरणांमध्ये स्मूथ पुश-पुल मोशनसाठी.
5. मापन प्रणाली जिथे दोन्ही दिशांमध्ये सतत समान गती आवश्यक आहे

**2.6 रोटरी ऍक्च्युएटर्स****A) गियर मोटर (Gear Motor).****Fig 2.17****Gear Motor**

1. **कन्स्ट्रक्शन:** गियर मोटरमध्ये एक इलेक्ट्रिक मोटर असते, जी हाऊसिंगच्या आत गियर सेटशी जोडलेली असते. गियर्स स्पर, हीलिकल किंवा प्लॅनेटरी प्रकारची असतात आणि त्यांची निवड आवश्यक टॉर्कनुसार केली जाते. मोटरचा शाफ्ट पहिला गियर फिरवतो, ज्यामुळे उर्वरित गियर्स गती कमी करतात आणि टॉर्क वाढवतात. अंतिम गियरशी जोडलेला आउटपुट शाफ्ट लोडला नियंत्रित रोटरी मोशन पुरवतो, ज्यामुळे गियर मोटर उच्च कार्यक्षमतेसह आणि स्थिरपणे कार्य करते
2. **वर्किंग :** जेव्हा गियर मोटरला इलेक्ट्रिक पॉवर दिली जाते, तेव्हा मोटरचा शाफ्ट फिरू लागतो. ही फिरणे

गियर ट्रेनकडे हस्तांतरित होते, जिथे गियर रेशो गती कमी करतो आणि टॉर्क वाढवतो. अंतिम गियर आउटपुट शाफ्ट फिरवते, ज्यामुळे लोडला नियंत्रित रोटरी मोशन मिळते. गियर मोटर ॲक्ट्युएटरच्या प्रकारानुसार सतत किंवा मर्यादित अँगल रोटेशन पुरवतो.

### 3. फायदे:

1. कमी गतीवर उच्च टॉर्क प्रदान करतो.
2. कॉम्पॅक्ट असून सोप्या इंस्टॉलेशनसाठी योग्य.
3. स्मूथ आणि नियंत्रित रोटरी मूव्हमेंट मिळते.
4. कमी देखभाल आवश्यक.

### 4. तोटे:

1. डायरेक्ट-ड्राइव्ह मोटर्सच्या तुलनेत मर्यादित स्पीड रेंज असते.
2. गियर घर्षणामुळे कार्यक्षमता थोडी कमी होते.
3. दीर्घकालीन वापराने गियरवर वेअर होते.

### 5. उपयोग:

1. रोबोटिक्समध्ये जॉइंट रोटेशनसाठी.
2. कन्वेयर ड्राइव्हसाठी.
3. पॅकेजिंग व मटेरियल-हँडलिंग मशीनमध्ये.
4. ऑटोमोटिव्ह सिस्टममध्ये, जसे पॉवर सीट आणि वायपर्स.
5. इंडस्ट्रियल ऑटोमेशनमध्ये नियंत्रित रोटरी मोशनसाठी.

## B) जिरोटर मोटर (Gerotor Motor):

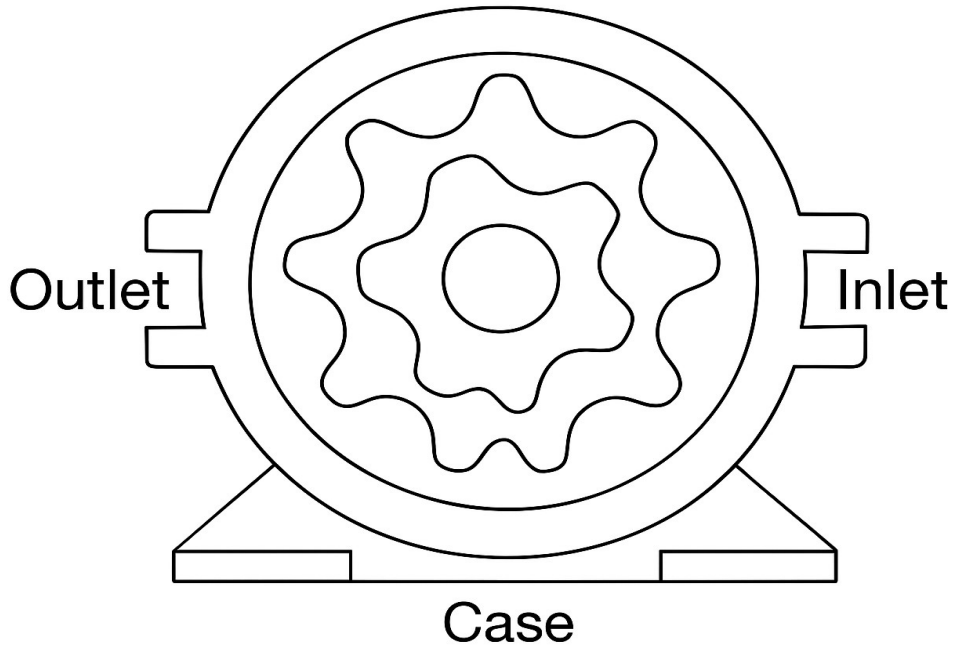


Fig 2.18  
Gerotor Motor

1. कन्स्ट्रक्शन: जिरोटर मोटरमध्ये दोन मुख्य फिरणारे घटक असतात: इनर गिअर, जे कमी गिअर असते

आणि आउटपुट शाफ्टशी जोडलेले असते, आणि आउटर गिअर, जे जास्त गिअर असते आणि इनर गिअरभोवती स्थित असते. आउटर गिअर हाऊसिंगमध्ये स्थिर बसवलेले असते, ज्यामध्ये इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट्स असतात. इनर आणि आउटर गिअरमध्ये लहान एक्सेंट्रिक ऑफसेट असल्यामुळे, गिअर्सच्या फिरण्याने ऑइलसाठी चेंबर तयार होतो आणि त्याद्वारे सतत आणि नियंत्रित ऑइल फ्लो सुनिश्चित होतो.

**2. वर्किंग:** प्रेशरयुक्त ऑइल इनलेट पोर्टमधून प्रवेश करते आणि इनर व आउटर गिअरमधील वाढणाऱ्या चेंबरमध्ये भरते. वाढत्या चेंबरमुळे इनर गिअर फिरतो, ज्यामुळे आउटपुट शाफ्ट वळतो. ऑइल संकुचित चेंबरमध्ये ढकलले जाते आणि आउटलेट पोर्टमधून बाहेर पडते. ही प्रक्रिया सतत चालू राहते, ज्यामुळे स्मूथ, कमी गती आणि उच्च टॉर्क असलेले रोटेशन मिळते.

### 3. फायदे:

1. हा मोटर कमी गतीवर उच्च टॉर्क निर्माण करतो.
2. ऑपरेशन खूप स्मूथ आणि शांत असते.
3. रचना कॉम्पॅक्ट आणि सोपी आहे.
4. कमी फ्लो रेटवर देखील कार्यक्षमतेने चालू शकतो.

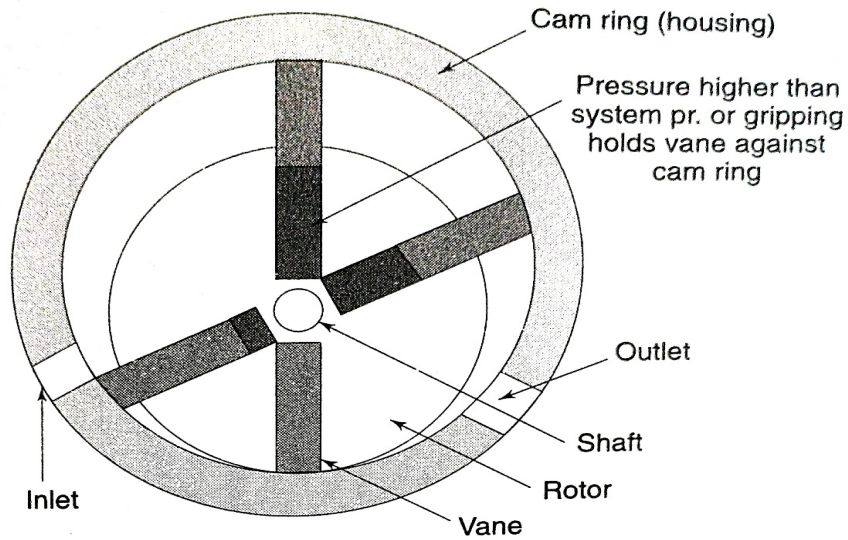
### 4.तोटे:

1. फक्त लो ते मिडियम प्रेशर सिस्टिम्ससाठी योग्य.
2. खूप उच्च गतीसाठी योग्य नाही.

### 5. उपयोग :

1. लहान वाहनांमध्ये व्हील ड्राइव्हसाठी.
2. शेती वरचना उपकरणे.
3. कन्वेयर ड्राइव्ह आणि मिक्सर्ससाठी

## C) व्हेन मोटर (Vane Motor):



**Fig 2.19**  
**Vane Motor**

[Image reference: from book Page no 289: Oil hydraulics system by S.R. Majumdar]

1. **कन्स्ट्रक्शन:** व्हेन मोटरमध्ये रोटर एका एक्सेंट्रिक (ऑफ-सेंटर) हाऊसिंगमध्ये बसवलेला असतो, ज्याच्या स्लॉटमध्ये काही व्हेन लवचिकतेने बसवलेले असतात. हे व्हेन सेंट्रीफ्यूगल फोर्स आणि हायड्रॉलिक दाबाच्या प्रभावाने पुढे-मागे सरकतात. हाऊसिंगमध्ये फ्लुइडचा इनलेट पोर्ट आणि आउटलेट पोर्ट असतो. जेव्हा उच्च-दाबाचे ऑइल प्रवेश करते, तेव्हा त्याचा प्रभाव व्हेनवर पडतो आणि रोटर फिरतो, ज्यामुळे नियंत्रित रोटेशन तयार होते.
2. **वर्किंग:** व्हेन मोटरमध्ये उच्च-दाबाचे ऑइल इनलेट पोर्टमधून प्रवेश करते आणि व्हेनला बाहेर ढकलते. पसरलेल्या व्हेनवर ऑइलचा प्रेशररोटरला नियंत्रित रीतीने फिरवतो. रोटरच्या फिरण्यामुळे व्हेन ऑइल पकडून आउटलेट पोर्टकडे नेतात, जिथे प्रेशरकमी होतो. सतत उच्च-दाबाचे ऑइल प्रवेश केल्यामुळे रोटर अखंडपणे फिरतो आणि आवश्यक टॉर्क निर्माण होतो.
3. **फायदे:**
  - a) स्मूथ आणि समान घूर्णन तयार करते.
  - b) सोपी आणि कॉम्पॅक्ट डिझाइन आहे.
  - c) कमी व्हायब्रेशनसह शांतपणे चालते.
  - d) मध्यम प्रेशर आणि उच्च-गतीच्या अनुप्रयोगासाठी योग्य आहे.
4. **तोटे:**
  - a) अतिशय उच्च-दाबाच्या कार्यासाठी योग्य नाही.
  - b) व्हेन घासून जातात आणि त्यांचा काळजीपूर्वक बदल आवश्यक असतो.
  - c) स्टार्टिंग टॉर्क गियर किंवा जिरोटर मोटरच्या तुलनेत कमी असतो.
5. **उपयोग:**
  - a. कन्वेयर ड्राइव्हसाठी वापरले जाते.
  - b. मशीन टूल फीडर्समध्ये वापरले जाते.
  - c. मटेरियल हँडलिंग सिस्टम्ससाठी योग्य आहे.
  - d. ऑटोमोबाईल आणि पॅकेजिंग उपकरणांमध्ये देखील वापरले जाते.

#### D) पिस्टन मोटर (Piston Motors)

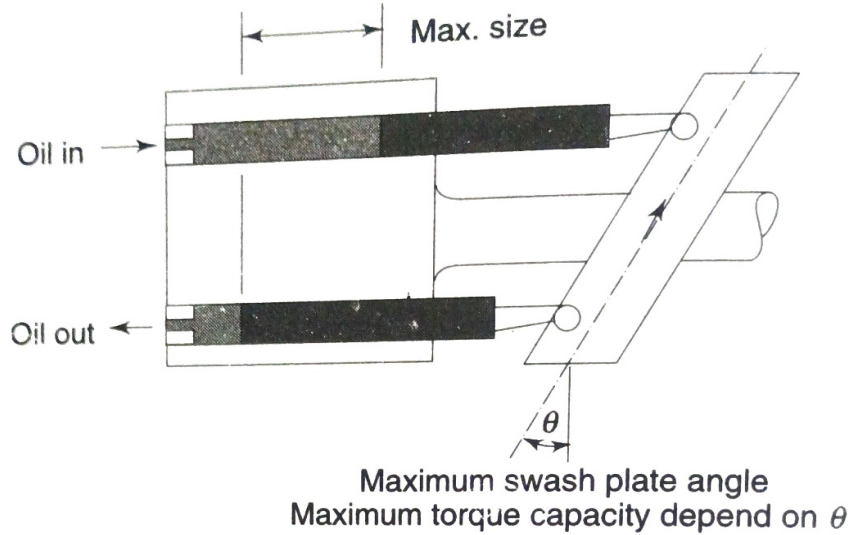


Fig 2.20

Piston Motor

[Image reference: from book Page no 296: Oil hydraulics system by S.R. Majumdar]

**हायड्रॉलिक मोटर:**

1. **कन्स्ट्रक्शन:** हायड्रॉलिक मोटरमध्ये सिलिंडर ब्लॉकमध्ये पिस्टन्स रेडियल किंवा अक्षीय पद्धतीने बसलेले असतात. पिस्टन्स ड्रायव्ह शाफ्टशी जोडलेले असतात, जे आउटपुट टॉर्क निर्माण करतात. इनलेट आणि आउटलेट पोर्ट्स हायड्रॉलिक ऑइलचा प्रवाह नियंत्रित करतात आणि चेंबरमध्ये प्रेशरनिर्माण करतात.
2. **वर्किंग:** दाबयुक्त ऑइल मोटरमध्ये प्रवेश करून पिस्टनला पुढे ढकलते. पिस्टनवर लागू झालेला प्रेशरस्वॅश प्लेट किंवा कॅम रिंगवर परिणाम करतो, ज्यामुळे रोटरी टॉर्क तयार होतो. हा टॉर्क ड्रायव्ह शाफ्टला फिरवतो आणि मोटरला सतत स्मूथ रोटेशन मिळते.
3. **फायदे:**
  - a) अत्यंत उच्च टॉर्क निर्माण करू शकतो.
  - b) उच्च दाबावर कार्यक्षमतेने काम करतो.
  - c) जड-औद्योगिक आणि हवामान-सहनशील उपयोगांसाठी योग्य.
4. **तोटे:**
  - a. व्हेन किंवा गियर मोटर्सच्या तुलनेत जास्त महाग.
  - b. कठीण डिझाइन आणि जड वजन.
  - c. अनेक हलणान्या भागांमुळे देखभाल अधिक.
5. **उपयोग:**
  - a. जड यंत्रसामग्री आणि कन्स्ट्रक्शन उपकरणे.
  - b. क्रेन, एक्सकॅव्हेटर आणि विंचमध्ये हायड्रॉलिक ड्राइव्हस.
  - c. औद्योगिक प्रेस आणि इंजेक्शन मॉल्डिंग मशीन.

**Exercise:****TLO 2.1 Explain pumps and its classification.**

1. Classify pumps in detailed.
2. Explain construction and working of a gear external gear pump.
3. Explain construction and working of a gear Internal gear pump.
4. Explain construction and working of a gerotor pump.

**TLO 2.2 Compare various types of pumps on the basis of given factors.**

5. Describe the difference between positive displacement and non-positive displacement pumps.
6. Compare gear pump and vane pump.
7. Compare gear and screw pump.
8. Compare external and internal gear pump

**TLO 2.3 Select pump for the given application.**

9. Explain construction and working of a vane pump.
10. Explain construction and working of a screw pump.
11. Explain construction and working of radial piston pump.
12. Explain construction and working of axial pump.

**TLO 2.4 Explain compressor and its classification.**

1. Classify compressors in detailed.
2. Explain selection criteria of pump.
3. Explain selection criteria of compressor

**TLO 2.5 Write constructional details of pneumatic compressors, actuators and control valves with neat sketch.**

16. Describe the construction of a single-stage reciprocating compressor.
17. Describe the construction of a double-stage reciprocating compressor.
18. Describe the construction of a vane compressor.
19. Describe the construction of a screw compressor.

**TLO 2.6 Classify various types of actuators with justification.**

20. Classify actuators in detailed.
21. Describe the construction of a single-acting pneumatic cylinder.
22. Describe the construction of a double-acting single rod cylinder.

**TLO 2.7 Write constructional details of hydraulic actuators with neat sketch.**

23. Describe the construction of a double-acting double rod cylinder.
24. Describe the construction and working hydraulic gear motor.
25. Compare Gear motor and vane motor

**TLO 2.8 Select actuator for the given application with justification**

1. Explain the construction and working hydraulic vane motor.
2. Explain the construction and working hydraulic gerotor motor.
3. Explain the construction and working hydraulic piston motor.

## युनिट - 3 कंट्रोल व्हॉल्व (Control Valves)

### विषय निष्पत्ती (Course Outcomes):

**CO 3** दिलेल्या द्रव-चालित प्रणालीसाठी योग्य नियंत्रण व्हॉल्व निवडणे (Select appropriate control valves for a given fluid-operated system)

### घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

**TLO 3.1** डायरेक्शन कंट्रोल / प्रेशर कंट्रोल / फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व यांची वर्गीवारी करणे (Classify direction control/pressure control/flow control valves)

**TLO 3.2** दिलेल्या डायरेक्शन कंट्रोल, प्रेशर कंट्रोल आणि फ्लो कंट्रोल व्हॉल्वचे बांधकामात्मक तपशील स्वच्छ रेखाचित्रासह लिहणे (Write the constructional details of the given direction, Control/pressure, and Control/flow control valves with a neat sketch.)

**TLO 3.3** कामकाजाच्या परिस्थितीनुसार डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्वसाठी योग्य अॅक्च्युएशन पद्धती निवडणे (Select suitable actuation methods of direction control valves as per working Conditions)

**TLO 3.4** डायरेक्शन कंट्रोल, प्रेशर कंट्रोल आणि फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व विविध निकषांवर तुलना करणे (Compare direction, Control/pressure/flow control valves on various grounds)

**TLO 3.5** दिलेल्या उपयोगासाठी योग्य कंट्रोल व्हॉल्व निवडणे (Select appropriate control valve for given application)

**3.1 डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व (DC व्हॉल्व):** DC व्हॉल्व हा एक प्रकारचा कंट्रोल व्हॉल्व आहे जो हायड्रॉलिक ऑइल किंवा कंप्रेसड एअरचं फ्लो सिस्टिमच्या गरजेनुसार एका ठराविक डायरेक्शनमध्ये गाइड करतो. यामुळे फ्लुइडचा फ्लो स्टार्ट, स्टॉप किंवा डायरेक्शन बदलणे शक्य होतं, हायड्रॉलिक किंवा न्यूमॅटिक सर्किटमध्ये. हा व्हॉल्व पोर्ट्स नावाच्या एकाहून अधिक ओपनिंग्जनी बनलेला असतो (ज्यांना "वेज" असंही म्हणतात), ज्यातून फ्लुइड एंटर आणि एग्झिट होतं. या पोर्ट्सच्या संख्येनुसार DC व्हॉल्व चे प्रकार ठरवले जातात उदा. 2-वे, 3-वे आणि 4-वे व्हॉल्व. प्रत्येक व्हॉल्व वेगवेगळ्या पोर्ट्समध्ये फ्लोची रचना (flow paths) तयार करतो, आणि ह्याच रचना व्हॉल्व च्या पोजिशन्स म्हणून ओळखल्या जातात. सामान्यतः, DC व्हॉल्व मध्ये 2 किंवा 3 पोजिशन्स असतात. एक म्हणजे नॉर्मल पोजिशन (जेव्हा व्हॉल्व अॅक्च्युएट नसतो ) आणि उरलेले म्हणजे वर्किंग पोजिशन्स (जेव्हा अॅक्च्युएट केला जातो). उदाहरणार्थ, 4/2 व्हॉल्व यामध्ये 4 पोर्ट्स आणि 2 पोजिशन्स असतात. व्हॉल्व चे पोर्ट्स आणि पोजिशन्स मिळून तो कोणत्या फंक्शनसाठी वापरला जाईल हे ठरतं विशेषतः अॅक्च्युएटर्स जसं की सिलिंडर्स किंवा मोटर्स कंट्रोल करण्यासाठी, फ्लुइड पॉवर सिस्टिममध्ये

#### A] क्लासिफिकेशन :

DC व्हॉल्व चे खालील प्रकारांनुसार वर्गीकरण केलं जातं:

#### 1. स्पूल टाइपनुसार:

1. स्लायडिंग स्पूल
2. रोटरी स्पूल

#### 2. पोर्ट्सच्या संख्यानुसार: 2/2, 3/2, 4/2, 4/3, 5/2, 5/3

#### 3. अॅक्च्युएशन मेथडनुसार:

1. मॅन्युअल (लेवर, पुश बटन)

2. मेकॅनिकल (रोलर कॅम)
3. सोलिनॉइड
4. न्यूमॅटिक पायलट
5. हायड्रॉलिक पायलट

#### 4. ऑपरेशन प्रकारानुसार:

1. डायरेक्ट ऑपरेटेड
2. पायलट ऑपरेटेड

**1. पॉपेट व्हॉल्व :** या व्हॉल्व मध्ये पॉपेट, बॉल, किंवा यासारखी इतर वस्तू – उदा. प्लेट, एक अगदी बारकाईने मशीन केलेल्या व्हॉल्व सीटवर बसवलेली असते.

1. सीटवर प्रेशर देणारा सीलिंग एलिमेंट वापरला जातो
2. सिंपल कन्स्ट्रक्शन
3. फास्ट रिस्पॉन्स
4. न्यूमॅटिक्समध्ये कॉमनली वापरला जातो

**2. स्लायडिंग स्पूल व्हॉल्व :** हा एक सिलिंड्रिकल पिस्टनसारखा असतो ज्याची रुंदी कमी असून, तो व्हॉल्व च्या बॉडीच्या आत स्लाइड होतो, आणि पोर्ट्स उघडतो किंवा बंद करतो. यामध्ये 2, 3 किंवा 4 लॅंड्स असतात.

1. सिलिंड्रिकल बॉडीमध्ये मशीन केलेला स्पूल असतो
2. हायड्रॉलक्समध्ये सर्वात जास्त वापरला जाणारा व्हॉल्व
3. 4/2, 4/3, 5/2 अशा टायप्समध्ये अॅक्सेलेबल

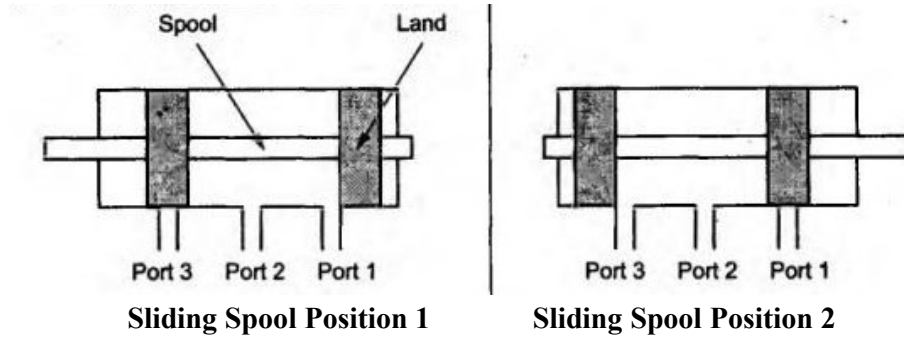


Fig. 3.1

#### Construction and working of Sliding Spool Valve

**1. रोटरी स्पूल व्हॉल्व :** या व्हॉल्व मध्ये सर्क्युलर डिस्क (रोटेटेबल पिस्टन) असतो ज्यामध्ये लॉगिट्यूडिनल ग्रीव्हज (उभ्या चिरा) केलेल्या असतात. व्हॉल्व मध्ये स्पूल घोटाळतो (रोटेट होतो) आणि सिस्टिमच्या गरजेनुसार पोर्ट्सना कनेक्ट करतो. हे व्हॉल्व स्लो प्रेशरसाठी योग्य असतात.

1. स्पूल बॉडीच्या आत फिरतो
2. फ्रिक्शन कमी आणि लाईफ जास्त

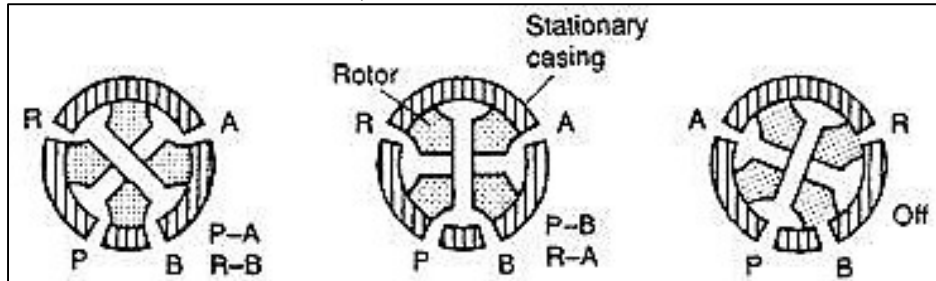


Fig. 3.2

#### Rotary Spool Valve

1. **2/2-वे DCV:** फिगर 3.3 मध्ये एक टू-वे टू-पोजिशन (नॉर्मली क्लोज्ड) प्रकारचा स्पूल टाइप व्हॉल्व दाखवलेला आहे. या व्हॉल्व मध्ये दोन पोर्ट्स असतात – P आणि A. पोर्ट P हा पंप लाईनला कनेक्ट असतो, आणि पोर्ट A हा सिस्टिमच्या आउटलेटला जोडलेला असतो. फिगर 3.3 (a) मध्ये व्हॉल्व ची नॉर्मल पोजिशन आणि त्याचं करस्पॉन्डिंग सिंबॉल दाखवलेलं आहे. या पोजिशनमध्ये व्हॉल्व एक स्पिंगच्या फोर्सने होल्ड केलेला असतो. या स्थितीत, इनलेट पोर्ट P वरून फ्लो थांबवला जातो, म्हणजेच तो आउटलेट पोर्ट A कडे जाऊ शकत नाही. फिगर 3.3 (b) मध्ये व्हॉल्व ची अॅक्चुएटेड पोजिशन आणि त्याचं सिंबॉल दाखवलं आहे. या पोजिशनमध्ये, स्पिंगचा रेसिस्टन्स ओव्हरकम करणारा फोर्स दिला जातो, त्यामुळे व्हॉल्व शिफ्ट होतो. या स्थितीत, इनलेट पोर्ट P वरून फ्लो आउटलेट पोर्ट A कडे जाण्यास परवानगी मिळते

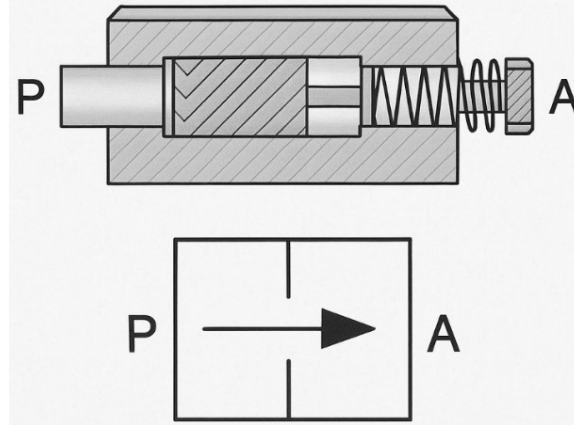


Fig. 3.3

**2/2-Way DCV**

2. **3/2-Way DCV:** थ्री-वे व्हॉल्व इनलेटवरून आउटलेटकडे फ्लो ला परवानगी देतो किंवा तो ब्लॉक करतो. याशिवाय, जेव्हा पंप ब्लॉक असतो, तेव्हा आउटलेटमधून फ्लो परत टँकमध्ये जाण्याची सुविधा थ्री-वे व्हॉल्व मध्ये असते, जी टू-वे व्हॉल्व मध्ये नसते. थ्री-वे व्हॉल्व मध्ये तीन पोर्ट्स असतात – प्रेशर इनलेट (P), सिस्टिमकडे जाणारा आउटलेट (A), आणि टँककडे जाणारा रिटर्न पोर्ट (T). फिगर 3.4 मध्ये 3/2-वे व्हॉल्व चा नॉर्मली क्लोज्ड प्रकार दाखवलेला आहे. त्याच्या नॉर्मल पोजिशनमध्ये, व्हॉल्व स्पिंगच्या साहाय्याने धरून ठेवलेला असतो आणि प्रेशर पोर्ट P ब्लॉक केलेला असतो, तर आउटलेट पोर्ट A हा टँक पोर्ट T शी कनेक्ट असतो. जेव्हा व्हॉल्व अॅक्चुएट केला जातो, तेव्हा प्रेशर पोर्ट P आउटलेट A शी कनेक्ट होतो आणि टँक पोर्ट T ब्लॉक होतो, अशा प्रकारे फ्लो सिस्टिमकडे वळतो.

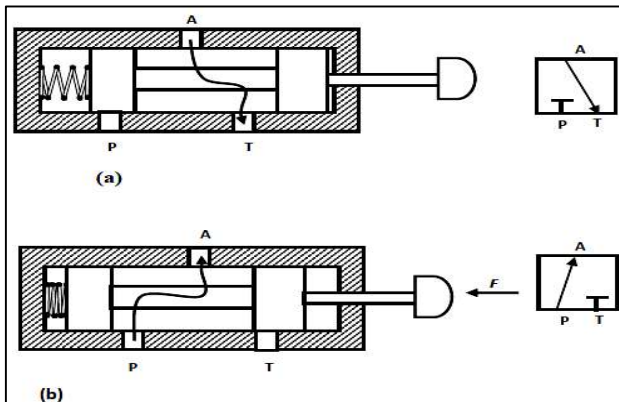


Fig. 3.4

**3/2-Way DCV**

3. **4/2 पॉपेट व्हॉल्व (4/2 poppet valve):** 4/2 पॉपेट व्हॉल्व हा एक डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व आहे ज्यामध्ये चार पोर्ट्स आणि दोन पोजिशनस असतात. या पोर्ट्सना P (प्रेशर पोर्ट), A आणि B (सिलिंडर पोर्ट्स), आणि R (एग्झॉस्ट पोर्ट) असे लेबल दिलेले असते. व्हॉल्व च्या हाऊसिंगच्या आत बऱ्याच बोअर्स बनवलेल्या असतात, जे पॉपेट एलिमेंट्सद्वारे कनेक्ट केलेले असतात. हे पॉपेट्स फ्लो पाथ ओपन किंवा क्लोज करतात. स्केमॅटिकमध्ये दाखवलेल्या पोजिशननुसार फ्लुइड P वरून A कडे जातो, आणि B वरून परत R कडे फ्लो होतो. जेव्हा पुश-बटन अॅक्चुएटर प्रेस केला जातो, तेव्हा आतले पॉपेट्स त्यांची पोजिशन बदलतात आणि फ्लो P वरून B कडे, आणि A वरून R कडे वळवला जातो. व्हॉल्व ची फ्लो कॅपॅसिटी पोर्ट्सच्या साइज आणि क्रॉस-सेक्शनवर अवलंबून असते. प्रेशर लॉस कमी करण्यासाठी व्हॉल्व च्या आतली फ्लो चॅनल्स स्मूथ आणि एफिशियंट डिझाइन केलेली असतात. व्हॉल्व एलिमेंट्सचा मूव्हमेंट न्यूट्रल (झीरो) पोजिशनमध्ये सामान्यतः स्प्रिंगने कंट्रोल केला जातो. अचूक ऑपरेशनसाठी काही डिझाईन्समध्ये प्रेशर कम्पेन्सेशनसुद्धा असतो, ज्यामुळे बदलत्या लोड्स आणि प्रेशर परिस्थितीतही व्हॉल्व स्टेबल राहतो.

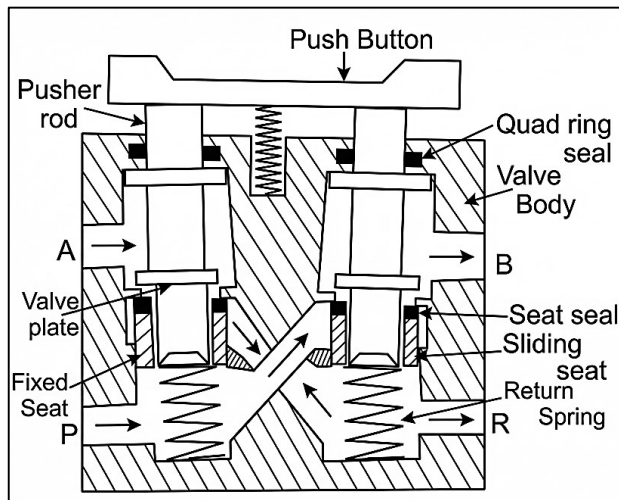


Fig. 3.5

#### 4/2 Poppet valve

4. **4/2- वे डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व:** फोर-वे डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व (4/2 DCV) सामान्यतः डबल-अॅक्टिंग सिलिंडर्स आणि बायडायरेक्शनल हायड्रॉलिक किंवा न्यूमॅटिक मोटर्स ऑपरेट करण्यासाठी वापरला जातो. या व्हॉल्व मध्ये चार पोर्ट्स असतात – P (प्रेशर इनलेट), T (टँक किंवा एग्झॉस्ट पोर्ट), आणि A व B (वर्किंग पोर्ट्स). व्हॉल्व च्या नॉर्मल पोजिशनमध्ये पंपमधून आलेला फ्लुइड P वरून B कडे जातो, आणि A पोर्ट T टँक पोर्टला कनेक्ट असतो. जेव्हा व्हॉल्व अॅक्चुएट केला जातो, तेव्हा फ्लोची दिशा बदलते – P पोर्ट A शी कनेक्ट होतो आणि B पोर्ट T शी जोडला जातो, ज्यामुळे अॅक्चुएटर उलट दिशेने मूव्ह होतो. अशा प्रकारे, हा व्हॉल्व सिलिंडर किंवा मोटरची मूव्हमेंट रिव्हर्स करू शकतो. टू-वे किंवा थ्री-वे व्हॉल्व फक्त एकाच फ्लो पाथला कंट्रोल करतात, पण फोर-वे व्हॉल्व एकाच वेळी दोन फ्लो पाथ्स कंट्रोल करतो, म्हणूनच तो एक्स्टेंशन आणि रिट्रॅक्शन दोन्ही मोशन लागणाऱ्या अप्लिकेशन्ससाठी आदर्श असतो. 4/2 DCV चा ग्राफिकल सिंबॉल दोन पोजिशनस आणि चार पोर्ट्स दाखवतो, ज्यामध्ये प्रत्येक पोजिशनमध्ये फ्लोची दिशा अॅरोने स्पष्ट केली जाते.

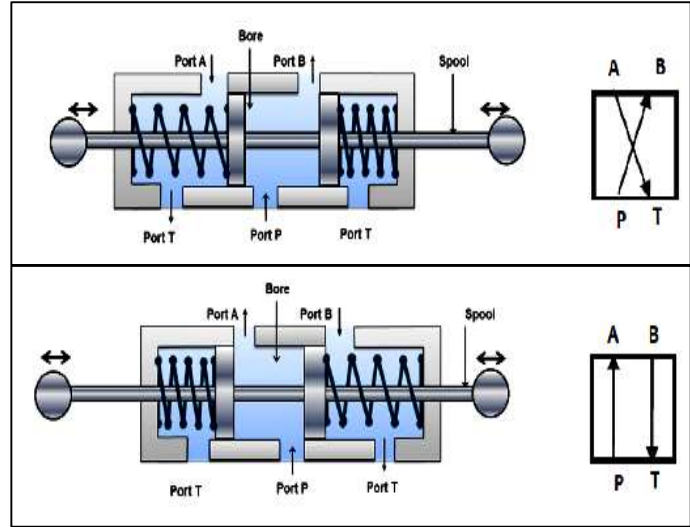
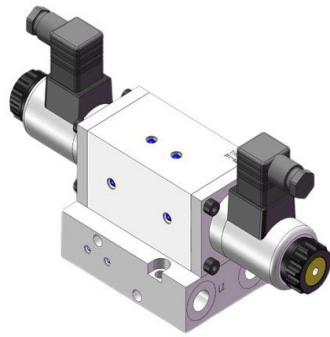


Fig. 3.6

#### 4/2-Way Direction Control Valves

5. **4/3 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व:** 4/3 डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व हा एक हायड्रॉलिक किंवा न्यूमॅटिक व्हॉल्व आहे ज्यामध्ये चार पोर्ट्स आणि तीन पोजिशनस असतात. हे चार पोर्ट्स म्हणजे – एक प्रेशर पोर्ट (P), दोन अॅक्चुएटर पोर्ट्स (A आणि B), आणि एक टँक रिटर्न पोर्ट (T). हा व्हॉल्व डबल-अॅक्टिंग सिलिंडर किंवा बायडायरेक्शनल मोटरचं मूव्हमेंट कंट्रोल करण्यासाठी सामान्यतः वापरला जातो. व्हॉल्व च्या तीन पोजिशनस असतात. अॅडव्हान्स, रिट्रॅक्ट आणि न्यूट्रल (सेंटर). न्यूट्रल पोजिशनचं डिझाइन सिस्टिमच्या गरजेनुसार वेगवेगळं असू शकतं जसं की क्लोज्ड सेंटर (सगळे पोर्ट्स ब्लॉक), ओपन सेंटर (सगळे पोर्ट्स कनेक्ट), किंवा टँडेम सेंटर (P ते T ओपन, A आणि B ब्लॉक). व्हॉल्व च्या आत एक स्पूल स्लाइड होतो आणि पोर्ट्समधील फ्लो डायरेक्शन बदलतो. हा स्पूल मॅन्युअल लेव्हर्स, इलेक्ट्रिक सोलिनॉइड्स, किंवा पायलट प्रेशरद्वारे हलवता येतो. व्हॉल्व योग्यरित्या काम करत राहावा म्हणून, फ्लुइड स्वच्छ ठेवणे, झंजाळ किंवा ब्लॉकेज तपासणे यांसारखी रेग्युलर मॅटेनन्स गरजेची असते. अशा प्रकारचा व्हॉल्व त्या इंडस्ट्रीजमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरला जातो जिथे अॅक्चुएटरच्या मूव्हमेंटवर अचूक आणि स्मूथ कंट्रोल आवश्यक असतो..

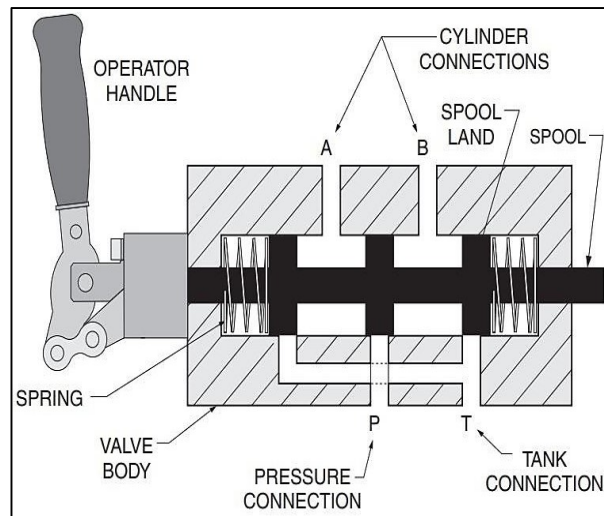


Fig. 3.7

#### 4/3 Way Direction Control Valve

6. **5/2 डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व (5/2 DCV)** : 5/2 डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व (DCV) हा एक न्यूमॅटिक व्हॉल्व आहे ज्यामध्ये पाच पोर्ट्स आणि दोन पोजिशन्स असतात, आणि तो मुख्यतः डबल-अॅक्टिंग सिलिंडर्स ऑपरेट करण्यासाठी वापरला जातो. या व्हॉल्व मध्ये एक प्रेशर पोर्ट (P), दोन सिलिंडर पोर्ट्स (A आणि B), आणि दोन एग्झॉस्ट पोर्ट्स (R1 आणि R2) असतात. या व्हॉल्व मध्ये दोन स्टेबल पोजिशन्स असतात ज्यामुळे एअरफ्लोची दिशा बदलू शकते. एका पोजिशनमध्ये, कंप्रेस्ड एअर P वरून A कडे जाते आणि B पोर्टचा फ्लो R2 कडे एग्झॉस्ट होतो, ज्यामुळे सिलिंडर एक्स्टेंड होतो. दुसऱ्या पोजिशनमध्ये, एअर P वरून B कडे जाते आणि A वरून R1 कडे एग्झॉस्ट होतो, ज्यामुळे सिलिंडर रिट्रॅक्ट होतो. व्हॉल्व च्या आतला स्पूल आडवा (horizontal) हलतो आणि फ्लो पाथ बदलतो. स्पूलचं अॅक्चुएशन सोलिनाईड कॉइल, न्यूमॅटिक पायलट सिग्नल, मेकॅनिकल रोलर किंवा मॅन्युअल लेव्हरद्वारे केलं जातं. हा व्हॉल्व न्यूमॅटिक अॅक्चुएटरमध्ये फॉरवर्ड आणि बॅकवर्ड मोशन कंट्रोल आणि रिपीट करण्यासाठी उपयुक्त ठरतो.

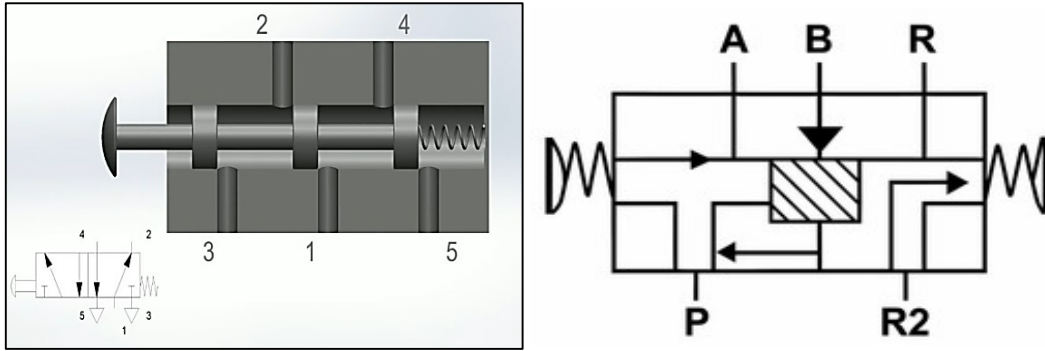


Fig. 3.8

### 5/2 Direction Control Valve (5/2 DCV)

7. **5/3 डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व (5/3 DCV)**: 5/3 डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व (DCV) हा पाच पोर्ट्स आणि तीन पोजिशन्स असलेला व्हॉल्व आहे, जो न्यूमॅटिक सिस्टिममध्ये डबल-अॅक्टिंग सिलिंडर्स ऑपरेट करण्यासाठी वापरला जातो. या व्हॉल्व मुळे 5/2 व्हॉल्व च्या तुलनेत अधिक कंट्रोल मिळतो, कारण यामध्ये सेंटर (न्यूट्रल) पोजिशन उपलब्ध असते, जी सिस्टिमच्या गरजेनुसार विशिष्ट अॅक्शन घेऊ देते. पाच पोर्ट्समध्ये एक प्रेशर पोर्ट (P), दोन अॅक्चुएटर पोर्ट्स (A आणि B), आणि दोन एग्झॉस्ट पोर्ट्स (R1 आणि R2) असतात. या व्हॉल्व च्या तीन पोजिशन्स म्हणजे – एक्स्टेंड, रिट्रॅक्ट, आणि न्यूट्रल. यामधील न्यूट्रल किंवा सेंटर पोजिशन हीच 5/3 व्हॉल्व ला खास बनवते, कारण ती विविध प्रकारे डिझाइन केली जाऊ शकते जस की – A आणि B दोन्ही ब्लॉक, A आणि B टँकला कनेक्ट, किंवा P टँकला कनेक्ट – आणि त्यामुळे सिलिंडरच्या मूव्हमेंटवर अधिक अचूक कंट्रोल मिळतो.

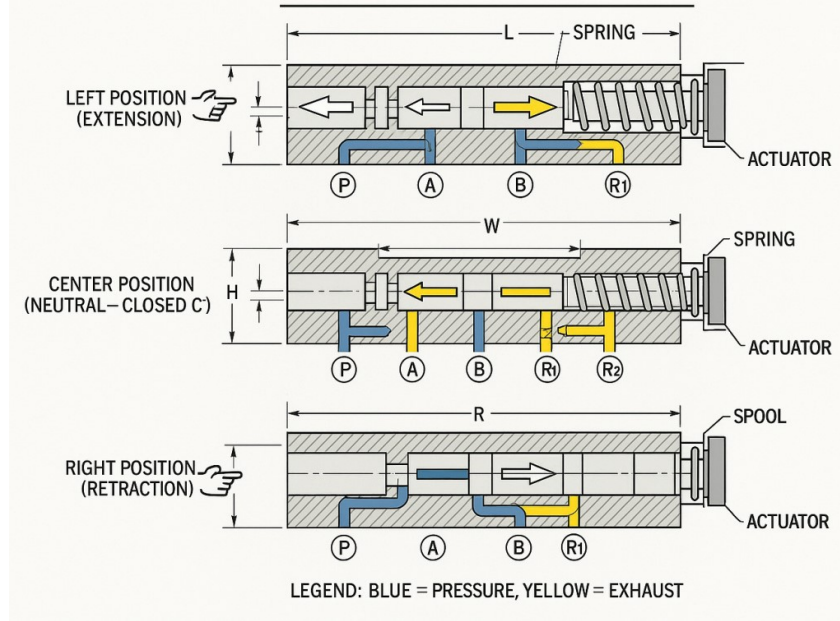


Fig. 3.9

### 5/3 Direction Control Valve (5/3 DCV)

#### B] चेक व्हॉल्व प्रकार:

1. सिंपल चेक व्हॉल्व – या व्हॉल्व चं मुख्य फंक्शन म्हणजे फ्लोला फक्त एकाच दिशेने परवानगी देणे आणि दुसऱ्या दिशेने तो रोकणे. डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व चा सगळ्यात सोपा प्रकार म्हणजे चेक व्हॉल्व, जो टू-वे व्हॉल्व असतो कारण त्यामध्ये दोन पोर्ट्स असतात. चेक व्हॉल्व चा उद्देश असा असतो की फ्लुइड एकाच दिशेने फ्री फ्लो करावा आणि उलट दिशेने कोणताही फ्लो होऊ देऊ नये. फ्लुइड व्हॉल्व मधून सीट आणि पॉपेटमधील जागेतून प्रवास करतो. जेव्हा फ्लो योग्य दिशेने असतो, तेव्हा फ्लुइडचा प्रेशर स्प्रिंग फोर्सवर मात करतो आणि फ्लो पुढे जातो. पण जर फ्लो उलट दिशेने होण्याचा प्रयत्न झाला, तर फ्लुइडचा प्रेशर पॉपेटला क्लोज पोजिशनमध्ये ढकलतो, ज्यामुळे कोणताही फ्लो होऊ शकत नाही.

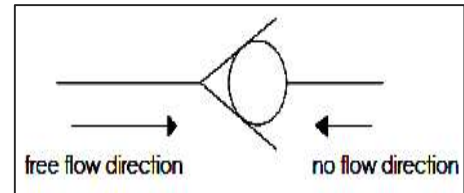
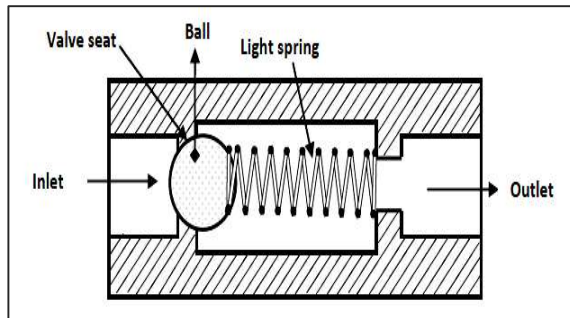


Fig. 3.10

### Simple Check Valve Construction and Symbol

2. पायलट ऑपरेटेड चेक व्हॉल्व :: पायलट ऑपरेटेड चेक व्हॉल्व आणि त्याचा सिंबॉल फिगर 3.11 मध्ये दाखवलेला आहे. हा व्हॉल्व नेहमीप्रमाणे एकाच दिशेने फ्री फ्लोला परवानगी देतो, पण जेव्हा फ्लो साधारणपणे ब्लॉक केलेल्या उलट दिशेने करायचा असतो, तेव्हा पायलट प्रेशर व्हॉल्व च्या पायलट पोर्टवर दिला गेल्यावरच फ्लो शक्य होतो. या व्हॉल्व मध्ये चेक व्हॉल्व पॉपेटला एक पायलट पिस्टन जोडलेला असतो, जे थ्रेडेड पॉपेट स्टेमवर नटने फिक्स केलेले असते. एक हलकं स्प्रिंग पायलट पिस्टनवर प्रेश करतो

पॉपेटला सीटवर होल्ड करतं आणि नो-फ्लो कंडीशन तयार करतं. व्हॉल्व मध्ये असलेलं सेपरेट ड्रेन पोर्ट हे पिस्टनच्या खालच्या भागात प्रेशर बिल्ड-अप होऊ नये म्हणून असतं, जेणेकरून तेल तिथे अडकू नये. ग्राफिकल सिंबॉलमधली डॅशड लाईन म्हणजे पायलट प्रेशर लाईन जी व्हॉल्व च्या पायलट प्रेशर पोर्टशी जोडलेली असते. पायलट चेक व्हॉल्व ज हायड्रॉलिक सिलिंडर्सना विशिष्ट पोजिशनमध्ये लॉक करून ठेवण्यासाठी वापरले जातात..

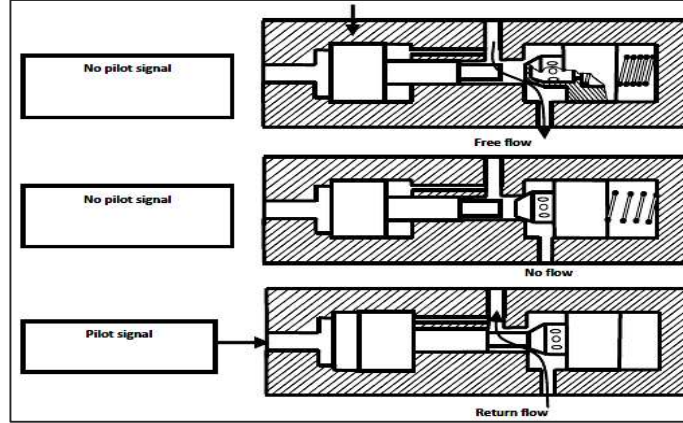


Fig. 3.11

## Pilot Operated Check Valve

**C] DC व्हॉल्व अॅक्चुएशनचे मेथड्स:** डायरेक्शन कंट्रोल वॉल्व्स वेगवेगळ्या पद्धतींनी अॅक्चुएट (संचलित) केले जाऊ शकतात. अॅक्चुएशन म्हणजे व्हॉल्व मधील मूव्हिंग एलिमेंटला एका पोजिशनमधून दुसऱ्या पोजिशनमध्ये हलवण्याची पद्धत. खालील चार बेसिक अॅक्चुएशन मेथड्स वापरल्या जातात: मॅन्युअल अॅक्चुएशन, मेकॅनिकल अॅक्चुएशन, सोलिनाॅइड-ऑपरेटेड अॅक्चुएशन, पायलट-ऑपरेटेड अॅक्चुएशन

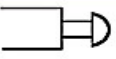
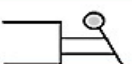


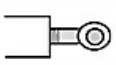

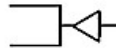

<b>Manual Activation</b>	 Push Button
	 Lever
<b>Electrical Activation</b>	 Solenoid
<b>Mechanical Activation</b>	 Spring
	 Roller Lever
	 Foot Pedal
<b>Pneumatic / Hydraulic Activation</b>	 Pneumatic
	 Hydraulic

Fig. 3.12

## Methods of actuation of DC Valves

**D] पॅरामिटरनुसार पॉपेट व्हॉल्व आणि स्पूल व्हॉल्व यांचं तुलनात्मक विश्लेषण:**

Table: पॉपेट व्हॉल्व आणि स्पूल व्हॉल्व यांचं तुलनात्मक विश्लेषण

पॅरामिटर	पॉपेट व्हॉल्व	स्पूल व्हॉल्व
वर्किंग प्रिंसिपल	डिस्क किंवा कोन (पॉपेट) फ्लो पाथ सील/अनसील करतो	स्लायडिंग स्पूलने इंटरनल फ्लो पाथ ओपन/क्लोज होतो
इंटरनल डिझाईन	सिंपल डिझाईन, कमी मूव्हिंग पार्ट्स	कॉम्प्लेक्स डिझाईन, प्रिसाईज मशीनिंग आवश्यक
फ्लो कंट्रोल	झपाट्याने ओपन/क्लोज – ऑन/ऑफ कंट्रोलसाठी योग्य	फ्लोचं स्मूथ आणि ग्रॅज्युअल कंट्रोल
रिस्पॉन्स टाईम	खूप वेगाने ओपन होतो, शॉर्ट स्ट्रोक	स्पूल मूव्हमेंटमुळे थोडा स्लो
कॉस्ट	सामान्यतः कमी खर्चिक	मशीनिंगमुळे खर्च जास्त
मेंटेनन्स	सोपं – सील्सवर कमी घास	पार्ट्स झिजू शकतात, कुशल मेंटेनन्स लागतो
लीकेज रेसिस्टन्स	उत्कृष्ट सीलिंग – अतिशय कमी लीकेज	झिजल्यास इंटरनल लीकेज होऊ शकतो
अप्लिकेशन्स	स्टार्ट/स्टॉप, एमर्जन्सी शट-ऑफ, हाय-स्पीड स्विचिंग	कंटिन्युअस कंट्रोल, फ्लो डायरेक्शन, प्रेशर कंट्रोलसाठी योग्य
व्हॅक्युम यूज	शिफारस नाही – व्हॅक्युममध्ये नीट सील होत नाही	व्हॅक्युम व प्रेशर दोन्ही अप्लिकेशन्ससाठी योग्य
पोर्ट कॉन्फिगरेशन	मर्यादित (मुख्यतः 2/2, 3/2)	2/2, 3/2, 4/2, 5/2, 5/3 वगैरे अनेक प्रकारात
व्हर्सॅटिलिटी	कमी व्हर्सॅटाइल	अत्यंत व्हर्सॅटाइल – सिलेक्टर, डायव्हर्टर म्हणून वापरता येतो
न्यूट्रल पोजिशनमधील फंक्शन	सहसा न्यूट्रल फंक्शनसाठी डिझाइन नसतो	ओपन, क्लोज किंवा एक्झॉस्ट सेंटर पोजिशनसह डिझाइन करता येतो

**E] 3-पोजिशन DC वॉल्वमध्ये स्टँडर्ड सेंटर पोजिशनची सिलेक्शन (4/3 वॉल्व्स):**

3-पोजिशन DC व्हॉल्व मध्ये खालील गोष्टी असतात:

- तीन स्पूल पोजिशन्स → लेफ्ट, राईट, सेंटर
- चार पोर्ट्स → P (प्रेशर), T (टँक), A आणि B (अॅक्चुएटरकडे)

या व्हॉल्व मध्ये सेंटर पोजिशन ही न्यूट्रल किंवा विश्रांतीची पोजिशन असते. योग्य सेंटर पोजिशन निवडणं खूप महत्वाचं असतं कारण ते सुरक्षा, एनर्जी सेव्हिंग, लोड होल्डिंग, आणि इंडस्ट्रियल हायड्रॉलिक सिस्टिममधील योग्य कंट्रोलसाठी आवश्यक आहे.

4/3 DC व्हॉल्व साठी स्टँडर्ड सेंटर पोजिशन्सचे प्रकार:

1. क्लोज्ड सेंटर
2. ओपन सेंटर
3. टँडेम सेंटर

या प्रत्येक सेंटर पोजिशनचा व्हॉल्व न्यूट्रल मोडमध्ये वेगळा व्यवहार करतो.

**1. क्लोज्ड सेंटर पोजिशन**

सिंबॉल: सेंटर पोजिशनमध्ये सगळे पोर्ट्स ब्लॉक असतात.

वैशिष्ट्ये:

1. अॅक्चुएटरकडे कोणताही फ्लो जात नाही

2. पंप फ्लो ब्लॉक केला जातो
3. सिलिंडर लोडला घट्ट पकडून ठेवतो
4. जर रिलीफ व्हॉल्व नसेल, तर प्रेशर बिल्ड-अप होऊ शकतो

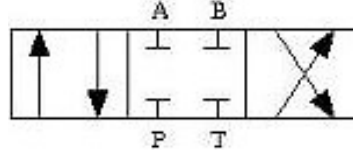


Fig. 3.13

**Closed Center Position****2. ओपन सेंटर पोजिशन**

सिंबॉल: सेंटर पोजिशनमध्ये P, A, B आणि T हे सगळे पोर्ट्स एकमेकांशी कनेक्टेड असतात.

वैशिष्ट्ये:

1. पंप फ्लो थेट टँककडे मोकळ्या मार्गाने परत जातो.
2. सिलिंडर किंवा अॅक्चुएटर फ्री मूव्ह होतो – म्हणजे त्याला होल्डिंग मिळत नाही.
3. कोणताही प्रेशर बिल्ड-अप होत नाही.

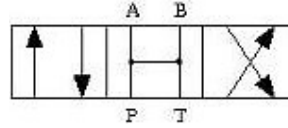


Fig. 3.14

**Open Center Position****3. टँडेम सेंटर पोजिशन**

सिंबॉल: सेंटर पोजिशनमध्ये P ते T ओपन असतो, आणि A आणि B पोर्ट्स ब्लॉक असतात.

वैशिष्ट्ये:

- लोड होल्ड केला जातो, कारण A आणि B पोर्ट्स ब्लॉक असतात.
- पंप फ्लो टँककडे डायव्हर्ट होतो, ज्यामुळे एनर्जी सेव्हिंग होते.
- ही पोजिशन ओपन आणि क्लोज्ड सेंटरच्या दोन्ही फायद्यांचा संयोजन करते.

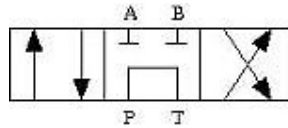


Fig. 3.15

**Tandem Center Position**

**3.2 प्रेशर कंट्रोल वॉल्व्स (PC वॉल्व्स)** हायड्रॉलिक सिस्टिममध्ये प्रेशरशी संबंधित कंट्रोल फंक्शन्स मिळवण्यासाठी वापरले जातात. या वॉल्वसचा काम फ्लुइडचा प्रेशर मॅटेन करणे, कमी करणे किंवा कंट्रोल करणे असतं. या वॉल्वसचा उपयोग सिस्टिममधील काही भागात प्रेशर कमी करण्यासाठी, पंपचा अनलोडिंग करण्यासाठी, अॅक्चुएटर्सच्या मूव्हमेंट्सचे सीकेन्स सेट करण्यासाठी, ओव्हररनिंग लोड्सना बॅलन्स करण्यासाठी आणि जेव्हा हायड्रॉलिक मोटर्स इनर्शियावर चालत असतात तेव्हा त्यांना ब्रेक देण्यासाठी केला जातो. प्रेशर कंट्रोल वॉल्वस सिस्टिममध्ये सुरक्षितता आणि कार्यक्षमतेसाठी महत्त्वाचे असतात कारण ते प्रेशर योग्य मर्यादित ठेवून सिस्टिमला ओव्हर प्रेशरपासून वाचवतात.

### A] प्रकार आणि कार्यपद्धती (Types & Working Principles)

**1. प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व:** प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व हायड्रॉलिक सर्किटमधील मॅक्सिमम प्रेशर लिमिट करण्यासाठी वापरला जातो. जेव्हा सिस्टिममधील प्रेशर पूर्वनिश्चित स्तरावर पोहोचतो, तेव्हा हा व्हॉल्व फ्लुइडसाठी एक पर्यायी मार्ग उपलब्ध करून देतो, ज्यामुळे ओव्हरप्रेशर टाळता येतो. सर्व फिक्स्ड-वॉल्यूम पंप सर्किट्समध्ये प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व असणे आवश्यक असते, कारण हे व्हॉल्व संपूर्ण सिस्टिमला जास्त प्रेशरपासून सुरक्षित ठेवतात. फिक्स्ड-वॉल्यूम पंप जेव्हा फिरतो, तेव्हा त्याला फ्लुइड हलवावंच लागतं. जर पंप ओपन-सेंटर सर्किटद्वारे अनलोड होत असेल किंवा अॅक्चुएटर्स मूव्ह होत असतील, तर फ्लुइड मूव्हमेंटमध्ये अडथळा येत नाही. पण जेव्हा अॅक्चुएटर स्टॉल होतो (चालना थांबते) आणि डायरेक्शनल व्हॉल्व अजूनही शिफ्टेड पोजिशनमध्ये आहे, तेव्हा फ्लुइडला कुठेही जायचं नसतं आणि प्रेशर झपाट्याने वाढतो. अशा परिस्थितीत प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व चं कार्य महत्त्वाचं ठरतं ते प्रेशर सेट व्हॉल्यूच्या पुढे गेल्यावर उघडतं, आणि फ्लुइडचा काही भाग टँककडे वळवून सिस्टिमला सुरक्षित ठेवतो.

**प्रकारः:**

1. डायरेक्ट-ऑपरेटेड
2. पायलट-ऑपरेटेड (हाय फ्लो साठी )

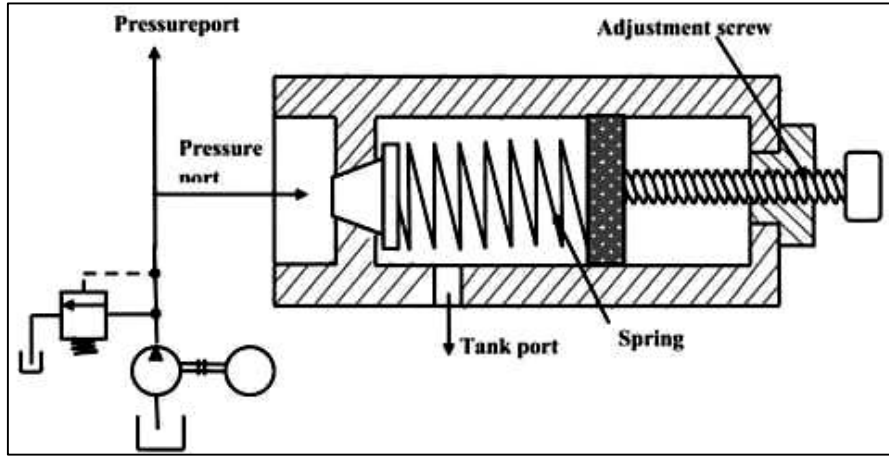


Fig. 3.16

### Pressure Relief Valve

**2. प्रेशर रिड्यूसिंग व्हॉल्व:** प्रेशर रिड्यूसिंग व्हॉल्व हा एक स्वयंचलित व्हॉल्व आहे जो हाय इनलेट प्रेशरला कमी करून स्टेबल आणि कमी आउटलेट प्रेशरमध्ये रूपांतरित करतो. याला प्रेशर रिड्यूसिंग रेग्युलेटर असंही म्हणतात. हा व्हॉल्व कोणत्याही बाह्य पॉवरशिवाय काम करतो आणि सिस्टिमच्या स्वतःच्या प्रेशरचा उपयोग करून फ्लो कंट्रोल करतो. हा व्हॉल्व हायड्रॉलिक, न्यूमॅटिक किंवा इतर फ्लुइड सिस्टिममध्ये सेफ आणि स्थिर डाउनस्ट्रीम प्रेशर मॅटेन करून ठेवतो. प्रेशर रिड्यूसिंग वॉल्व्ज गॅस, स्टीम, ऑइल, आणि वॉटर सिस्टिम्ससारख्या विविध इंडस्ट्रीजमध्ये वापरले जातात. हे वॉल्व्स विश्वसनीय, मॅटेनन्ससाठी सोपे आणि पूर्णतः ऑटोमॅटिक असतात.

फ्लो कंट्रोल कसा केला जातो यावरून हे वॉल्व्स दोन मुख्य प्रकारात विभागले जातात:

- 1. डायरेक्ट-अॅक्टिंग टाइप:** हे वॉल्व्स लहान, साधे आणि कमी खर्चिक असतात. इंस्टॉलेशनला सोपे असून लो फ्लो किंवा लहान लोड असलेल्या सिस्टिमसाठी योग्य असतात.
- 2. पायलट-ऑपरेटेड टाइप:** हे वॉल्व्स आकाराने मोठे आणि अधिक अचूक प्रेशर कंट्रोल देणारे असतात. मोठ्या लोड्स किंवा जिथे प्रिसाईज प्रेशर कंट्रोल आवश्यक आहे अशा सिस्टिमसाठी वापरले जातात. मात्र, हे वॉल्व्स महाग आणि कॉम्प्लेक्स असतात.

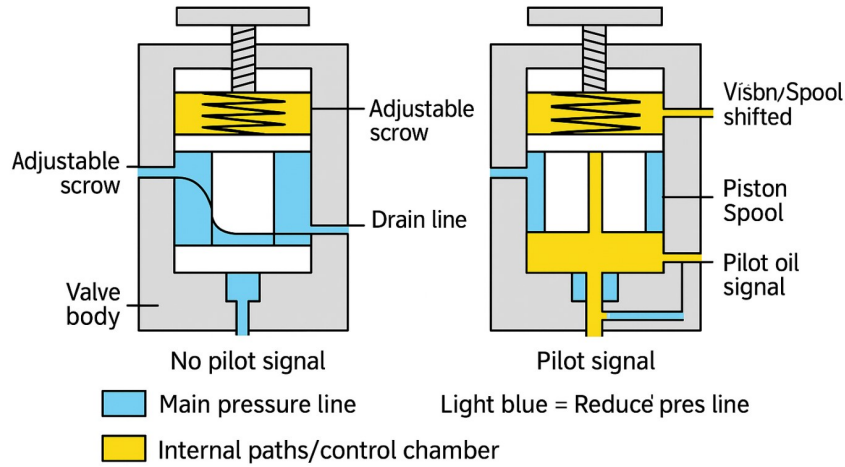


Fig. 3.17

### Pressure Reducing Valve

**3. सीकेन्स व्हॉल्व:** सीकेन्स व्हॉल्व हा एक प्रकारचा प्रेशर कंट्रोल व्हॉल्व आहे जो फ्लुइडला सिस्टिममधील वेगवेगळ्या भागात एक विशिष्ट क्रमाने (सीकेन्सने) पाठवतो. हा व्हॉल्व हे सुनिश्चित करतो की एक अँक्चुएटर (जसं की सिलिंडर) त्याचं मूव्हमेंट पूर्ण केल्यावरच दुसरं अँक्चुएटर काम करायला सुरूवात करेल. सुरुवातीला व्हॉल्व बंद असतो आणि फ्लुइड फ्री फ्लोने प्रायमरी अँक्चुएटरकडे जातो. जेव्हा ठराविक प्रेशर गाठलं जातं, तेव्हा व्हॉल्व उघडतो आणि फ्लुइड सेकंडरी अँक्चुएटरकडे वळवला जातो.

यामुळे मल्टी-स्टेप ऑपरेशन्स असलेल्या सिस्टिममध्ये सुरक्षा आणि एफिशियंसी दोन्ही वाढते. सीकेन्स व्हॉल्व दिसायला आणि काम करायला प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व सारखा असतो, पण तो फ्लुइड टँकला न पाठवता, सर्किटच्या दुसऱ्या भागात वळवतो. काही डिझाईन्समध्ये स्विचिंग टाइम कंट्रोल पिस्टनने अँडजस्ट करता येतो, जे फक्त प्रेशरवर अवलंबून नसतो.

सीकेन्स वॉल्व्स एअरोस्पेस, ऑटोमोटिव्ह मॅन्युफॅक्चरिंग आणि फ्लुइड प्रोसेसिंग इंडस्ट्रीजमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात. एक कॉमन उदाहरण म्हणजे क्लॅम्प आणि ड्रिल सर्किट: पहिल्यांदा क्लॅम्प सिलिंडर वर्कपीसला पकडतो (स्टेप 1), आणि मगच ड्रिल सिलिंडर ऑपरेट होतो (स्टेप 2). अनेक सीकेन्स वॉल्व्समध्ये इनबिल्ट चेक व्हॉल्व असतो जो रिव्हर्स फ्लोला परवानगी देतो, पण सीकेन्सिंग फक्त फॉरवर्ड डायरेक्शनमध्ये - म्हणजे प्रायमरी ते सेकंडरी सर्किटमध्येच होते.

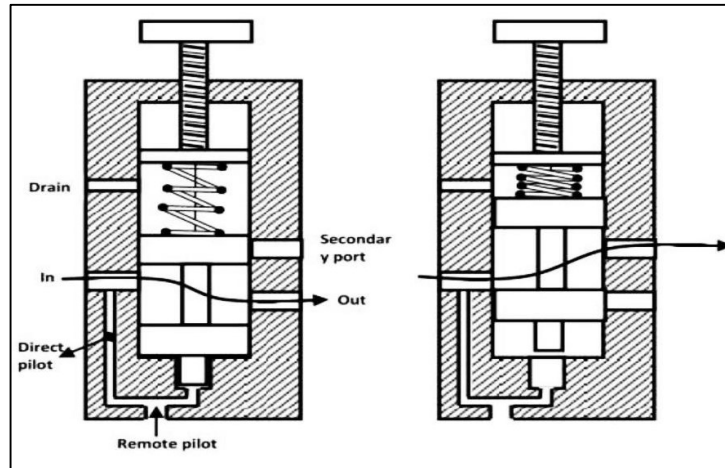
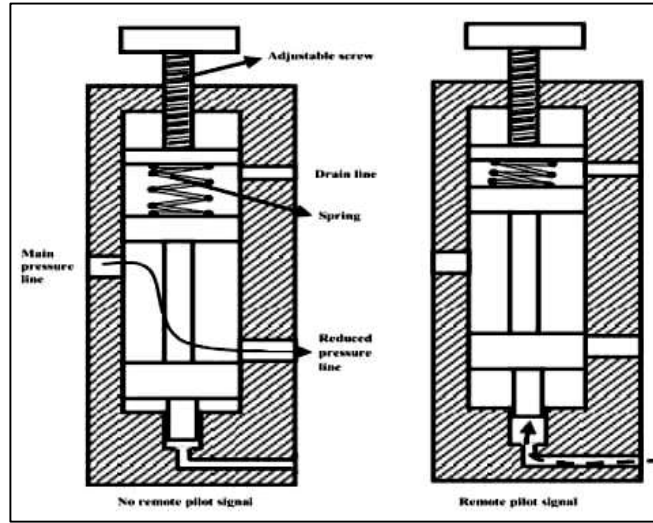


Fig. 3.18

### Sequence Valve

3. **अनलोडिंग व्हॉल्व :** अनलोडिंग व्हॉल्व हा एक प्रकारचा प्रेशर कंट्रोल डिवाइस आहे जो अधिक फ्लुइड टँकमध्ये कमी किंवा अगदी शून्य प्रेशरने डायव्हर्ट करण्यासाठी वापरला जातो. याचा एक सामान्य उपयोग हाय-लो पंप सर्किट्समध्ये केला जातो, जिथे दोन पंप्स एकाच वेळी अॅक्चुएटरला हाय स्पीड आणि लो प्रेशर देतात. नंतर सर्किट शिफ्ट होऊन एकाच पंपाने हाय प्रेशर देऊन काम पूर्ण केलं जातं.

अनलोडिंग व्हॉल्व चा आणखी एक उपयोग म्हणजे ओव्हरसाईज रॉड सिलिंडरच्या कॅप एंडमधील अतिरिक्त फ्लो टँकला पाठवणे, जेव्हा सिलिंडर रिट्रॅक्ट होतो. यामुळे सिस्टिममध्ये प्रेशर ड्रॉप कमी राहतो आणि छोट्या, कमी खर्चिक डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व चा वापर शक्य होतो. अनलोडिंग व्हॉल्व आयडल कंडिशनमध्ये पंप फ्लो कमी प्रेशरने टँककडे वळवतो, आणि विशेषतः टू-पंप सिस्टिममध्ये वापरला जातो. अशा प्रकारे, तो सिस्टिममध्ये कार्यक्षमतेने फ्लो कंट्रोल आणि एनर्जी सेव्हिंग साध्य करतो.



**Fig. 3.19**  
**Unloading Valve**

#### 4. काउंटरबॅलन्स व्हॉल्व :

काउंटरबॅलन्स व्हॉल्व हा एक खास प्रकारचा प्रेशर कंट्रोल व्हॉल्व आहे जो लोड स्थिर ठेवण्यासाठी आणि गुरुत्वाकर्षणामुळे अचानक खाली पडू नये म्हणून सुरक्षा प्रदान करतो. हा व्हॉल्व मुख्यतः व्हर्टिकल प्रेस, लिफ्ट ट्रॅक्स, लोडर्स आणि अशा सिस्टिममध्ये वापरला जातो जिथे सिलिंडर्स उभ्या स्थितीत लोड सपोर्ट करत असतात किंवा हळूवार खाली सोडावा लागतो.

हा व्हॉल्व सिस्टिममध्ये बॅक प्रेशर तयार करून काम करतो. जेव्हा सिस्टिम विभ्रंती अवस्थेत असते, तेव्हा व्हॉल्व स्पिंग फोर्सने बंद स्थितीत असतो, त्यामुळे अॅक्चुएटर (उदा. सिलिंडर) मध्ये फ्लुइड ट्रॅप होतो आणि लोड जागेवर स्थिर राहतो. यामुळे पिस्टन रॉड हलत नाही आणि लोड अचानक खाली पडत नाही.

जेव्हा पोर्ट A वर लोडमुळे प्रेशर वाढतो आणि पूर्वनिश्चित मर्यादा ओलांडतो, तेव्हा तो व्हॉल्व च्या स्पूलवर प्रेशरटाकतो. हा प्रेशरजेव्हा स्पिंग फोर्सपेक्षा जास्त होतो, तेव्हा व्हॉल्व उघडतो आणि फ्लुइड टँककडे जाऊ लागतो, ज्यामुळे लोडचं नियंत्रणात असलेलं खाली जाणं (controlled descent) शक्य होतं.

ही प्रक्रिया व्हॉल्व लाइन प्रेशर सेन्स करून थेट काम करतो म्हणून त्याला डायरेक्ट-ऑपरेटेड व्हॉल्व मानलं जातं. काउंटरबॅलन्स व्हॉल्व सिस्टिममध्ये सुरक्षितता, स्थिरता आणि अचूक कंट्रोल सुनिश्चित करतो, विशेषतः जिथे लोड हायटवरून हळूवार खाली आणणं आवश्यक असतं.

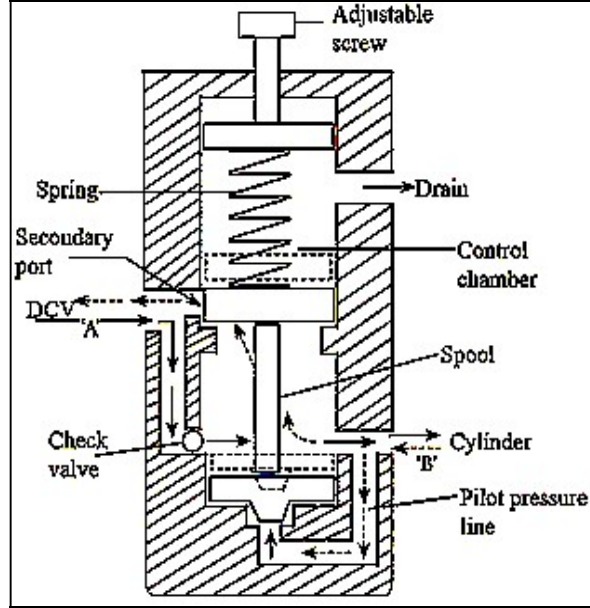


Fig 3.20

## Counterbalance Valve

B] प्रेशर कंट्रोल वॉल्व्सचं विविध निकषांवर तुलना (Comparison of PC Valves on Various Grounds):

Sr. No.	निकष (Grounds)	प्रेशर रिलीफ	प्रेशर रिड्यूसिंग	सीकेन्स	काउंटरबॅलन्स	अनलोडिंग
1	मुख्य कार्य (Primary Function)	सिस्टिममधील मॅक्स प्रेशर लिमिट करतो (सुरक्षा)	उप-सर्किटसाठी प्रेशर कमी करतो	अॅक्चुएटरच्या ऑपरेशनचा क्रम नियंत्रित करतो (सिलिंडर 1 नंतर सिलिंडर 2)	गुरुत्वाकर्षणाविरुद्ध लोड होल्ड करतो	पंप फ्लो कमी प्रेशरने टॅककडे वळवतो (एनर्जी सेव्हिंग)
2	नॉर्मल स्थिती (Normal Position)	नॉर्मली क्लोज्ड	नॉर्मली ओपन	नॉर्मली क्लोज्ड	नॉर्मली क्लोज्ड	नॉर्मली क्लोज्ड
3	पायलट सेन्सिंग (Pilot Sensing)	इंटरनल (इनलेट)	इंटरनल (आउटलेट)	इंटरनल (इनलेट)	इंटरनल (इनलेट)	एक्सटर्नल (रिमोट पायलट)
4	ड्रेन कनेक्शन	इंटरनल	एक्सटर्नल	एक्सटर्नल	इंटरनल	इंटरनल
5	चेक व्हॉल्व (Check Valve)	नाही	ऑप्शनल	होय (इन्टिग्रल)	होय (इन्टिग्रल)	नाही (साधारणतः एक्सटर्नल)

Sr. No.	निकष (Grounds)	प्रेशर रिलीफ	प्रेशर रिड्यूसिंग	सीक्वेन्स	काउंटरबॅलन्स	अनलोडिंग
6	सिस्टिम प्रेशर नियंत्रण (System Pressure)	मॅक्स प्रेशर सेट करतो	सतत कमी व स्थिर प्रेशर राखतो	स्टेप 1 पूर्ण होईपर्यंत प्रेशर होल्ड करतो	बॅक-प्रेशर मॅटेन करतो	पंपचा प्रेशर जवळपास शून्यावर आणतो. (सिस्टिम प्रेशर कायम ठेवून)

### 3.3 फ्लो कंट्रोल वॉल्व्स (FC वॉल्व्स)

फ्लो कंट्रोल वॉल्व्स फ्लो रेट नियंत्रित करतात आणि त्यामुळे अॅक्चुएटर्सचा वेग ठरवला जातो.

#### 1. नॉन-कम्पेन्सेटेड फ्लो कंट्रोल वॉल्व :

नॉन-कम्पेन्सेटेड फ्लो कंट्रोल वॉल्व (ज्याला थ्रॉटल वॉल्व किंवा निडल वॉल्व असाही म्हणतात) हा सर्वात सोपा हायड्रॉलिक स्पीड कंट्रोल डिव्हाइस आहे. हा वॉल्व फ्लुइड लाईनमध्ये एक रेग्युलेटेड रेस्ट्रिक्शन तयार करून अॅक्चुएटर (सिलिंडर किंवा मोटर) चा वेग नियंत्रित करतो.

"नॉन-कम्पेन्सेटेड" म्हणजे लोड किंवा टेम्परेचरमध्ये झालेल्या बदलांना वॉल्व अॅडजस्ट करत नाही. त्यामुळे लोड वाढला किंवा बदलला, की फ्लो रेट आणि परिणामी अॅक्चुएटरचा स्पीड देखील बदलतो. हे वॉल्व साध्या ऑपरेशन्ससाठी योग्य असले तरी प्रेशर किंवा तापमान बदलणाऱ्या सिस्टिममध्ये अचूक स्पीड कंट्रोल देत नाही..

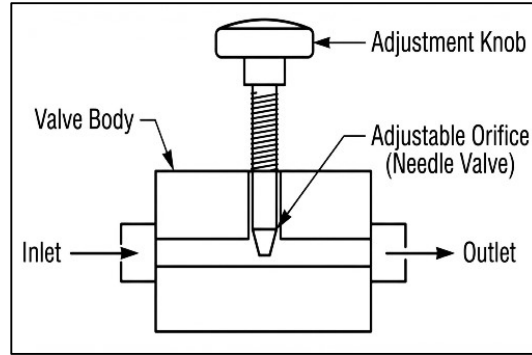


Fig. 3.21

#### Non-compensated flow control valve

#### 2. प्रेशर-कम्पेन्सेटेड फ्लो कंट्रोल वॉल्व :

प्रेशर-कम्पेन्सेटेड फ्लो कंट्रोल वॉल्व (FCV) हायड्रॉलिक सिस्टिममध्ये वापरला जातो जिथे इनलेट किंवा आउटलेट प्रेशरमध्ये बदल झाला तरी फ्लो रेट कायम स्थिर असणे आवश्यक असतं. सामान्य सर्किट्समध्ये प्रेशर बदलल्यामुळे फ्लो रेट बदलतो, पण अनेक मशीन ऑपरेशन्ससाठी स्मूथ आणि अचूक कार्य करण्यासाठी सतत एकसारखा फ्लो लागतो.

हा वॉल्व सिस्टिमच्या प्रेशरमध्ये होणारे बदल ऑटोमॅटिक सेन्स करून, इंटरनल मेकॅनिझमच्या साहाय्याने फ्लो अॅडजस्ट करतो. त्यामुळे मशीनचा अॅक्चुएटर स्पीड स्थिर राहतो, लोड बदलल्यानंतरही कामात व्यत्यय येत नाही. अशा प्रकारचा वॉल्व प्रिसिजन-कंट्रोल लागणाऱ्या हायड्रॉलिक सिस्टिममध्ये अतिशय उपयुक्त ठरतो.

.या वॉल्व मध्ये एक हॉलो पॉपेट (स्लायडिंग एलिमेंटचा एक प्रकार) असतो, ज्याच्या खालच्या भागात फिक्स ऑरिफिस आणि आतमध्ये एक स्प्रिंग असतो. जेव्हा प्रेशराइज्ड ऑइल इनलेट पोर्टमधून वॉल्व मध्ये प्रवेश

करतो, तेव्हा तो पॉपेटच्या खालच्या भागावर प्रेशरटाकतो आणि स्प्रिंगला कॉम्प्रेस करतो. यामुळे पॉपेट उजवीकडे सरकतो आणि आउटलेट पोर्ट अंशतः बंद होतो. ऑइल ऑरिफिसमधून फ्लो करताना, तो पॉपेटच्या आतील बोरमध्ये भरतो आणि पॉपेटच्या दुसऱ्या बाजूला प्रेशरनिर्माण करतो. त्यामुळे पॉपेटच्या दोन्ही बाजूंवर समान प्रेशर तयार होतो. जेव्हा हा प्रेशर संतुलनात येतो, तेव्हा स्प्रिंग पॉपेटला थोडं डावीकडे ढकलतो आणि आउटलेट पोर्ट एवढंच उघडतो की फ्लो सतत आणि स्थिर राहतो. या प्रक्रियेमुळे व्हॉल्व आपोआप अँडजस्ट होतो आणि फ्लो रेट कायम एकसारखा ठेवतो, जरी इनलेट प्रेशर वाढलं किंवा कमी झालं तरी. ही खासियत त्या सर्किट्ससाठी अत्यावश्यक असते जिथे लोड बदल जरी झाले तरी अँक्चुएटरचा स्पीड अचूक आणि स्थिर राहायला हवा.

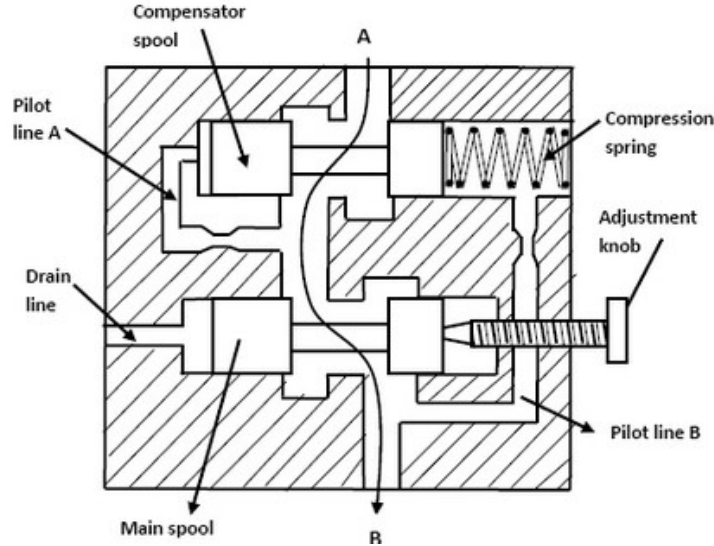


Fig. 3.22

### Pressure-compensated flow control valve

#### 3. प्रेशर आणि टेम्परेचर कम्पेन्सेटेड फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व :

प्रेशर आणि टेम्परेचर कम्पेन्सेटेड फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व चा स्केमॅटिक डायग्राम फिगरमध्ये दाखवलेला आहे. या व्हॉल्व चं ऑपरेशन मूलतः प्रेशर कम्पेन्सेटेड रिस्ट्रिक्टर टाइप व्हॉल्व सारखंच असतं, पण त्यामध्ये थ्रॉटल टाइप टेम्परेचर कम्पेन्सेटिंग डिव्हाइस सुद्धा जोडलेलं असतं.

या व्हॉल्व मध्ये कम्पेन्सेटरी स्पूलच्या बॉडीमध्ये ड्रिल केलेल्या पॅसेजमधून प्रेशर सेन्स केला जातो — स्वतंत्र सेन्सिंग पॅसेज न ठेवता. जेव्हा सिस्टिममध्ये प्रेशर बदलतो, तेव्हा हे स्पूल हलतं आणि मीटरिंग ऑरिफिसचं क्षेत्रफळ (flow area) अँडजस्ट करतं, ज्यामुळे आवश्यक तेवढं प्रेशर कम्पेन्सेशन मिळतं.

या व्हॉल्व मध्ये पारंपरिक थ्रॉटल अँरेजमेंटऐवजी V-नॉचेससह कप-शेप डिव्हाइस वापरलं जातं, जे फ्लो रेटवर अधिक अचूक नियंत्रण ठेवतं. हे कप एक छोटं स्प्रिंग आणि अँल्युमिनियम मिश्रधातूचा रॉड यांच्या सहाय्याने होल्ड केलं जातं, जो कपच्या आत फ्लुइड फ्लोमध्ये सरकतो. एकदा विशिष्ट फ्लो रेटसाठी सेट केल्यावर, तेलाचं तापमान वाढल्यावर तेल पातळ होतं आणि फ्लो वेगाने जाऊ लागतो. पण याच वेळी अँल्युमिनियमचा रॉड उष्णतेमुळे प्रसारित होतो (expand) आणि थ्रॉटल ओपनिंग बंद करतं ज्यामुळे तेलाच्या विश्कोसिटी बदलामुळे होणारा फ्लो बदल कॉम्पेन्सेट केला जातो.

यामुळे, जरी तेल पातळ झालं तरीही फ्लो रेट जवळजवळ स्थिर राहतो. यामध्ये अनेकदा इनबिल्ट चेक व्हॉल्व असतो जो रिव्हर्स फ्लोला जवळपास अडथळाविना परवानगी देतो. हा व्हॉल्व खूप स्थिर आणि अत्यंत अचूक नियंत्रण देणारा असल्यामुळे तो हाय प्रिसिजन अँप्लिकेशन्समध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरला जातो.

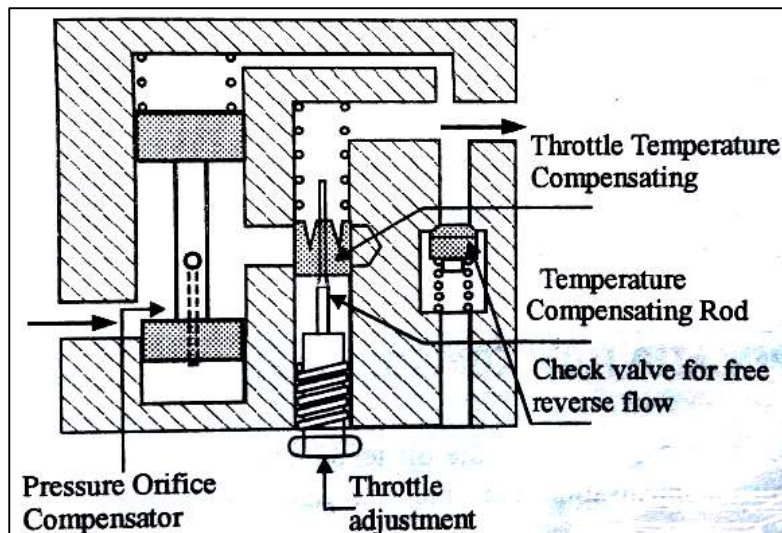


Fig. 3.23

### Pressure & Temperature Compensated Valve

#### Exercise:

#### TLO 3.1 – Classify Direction / Pressure / Flow Control Valves

1. Classify direction control valves based on the number of ports.
2. List any two types of pressure control valves used in hydraulic systems.
3. List two flow control valves commonly used in hydraulic circuits.
4. Explain the meaning of normally open and normally closed valves.
5. Differentiate between direct-acting and pilot-operated valves.

#### TLO 3.2 – Write Constructional Details of DC/PC/FC Valves with Neat Sketch

1. Describe the function of a spool in a directional control valve.
2. Explain the role of the spring arrangement in control valve design.
3. State the function of a throttling element in flow control valves.
4. Explain the significance of pilot lines in pilot-operated valves.
5. Write the purpose of return ports in valve construction.

#### TLO 3.3 – Select Suitable Actuation Methods of DCVs as per Working Condition

1. Justify the role of actuation method in selecting a direction control valve in sequencing circuit.
2. Write a situation for solenoid actuation is preferred over manual operation.
3. Evaluate the suitability of manual actuation in low-cost fluid systems.
4. State the function of a spring return mechanism in a DC valve.
5. Describe the condition where mechanical actuation is practically useful.

#### TLO 3.4 – Compare DC/PC/FC Valves on Various Grounds

1. List any two comparison parameters for direction and pressure control valves.
2. Compare the operating principles of pressure control and flow control valves.
3. Compare meter-in and meter-out methods of flow control.

4. Distinguish between the construction of a needle valve and a throttle valve on the basis of shape and design of flow controlling element.
5. State two key performance factors for evaluating different types of valves.

**TLO 3.5 – Select Appropriate Control Valve for Given Application**

1. Explain the importance of selecting the correct valve in a fluid power system.
2. Justify the use of a 4/3 DCV in double-acting cylinder applications.
3. List the application of a pressure-reducing valve in a low-pressure zone.
4. State the condition where a quick exhaust valve should be used.
5. Write two applications of a sequence valve in industry.

## युनिट - 4

### अँडव्हान्स्ड कॉम्पोनॅन्ट्स अँड अॅक्सेसरीज

#### (Advanced Components and Accessories)

#### विषय निष्पत्ती (Course Outcomes):

**CO4** – प्रगत फ्लुइड ऑपरेटेड सिस्टीमसाठी योग्य विशेष कॉम्पोनॅन्ट्सची निवड करणे. (Select appropriate special components for advanced fluid operated system.)

#### घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

**TLO 4.1** दिलेल्या प्रकारच्या विशेष अॅक्च्युएटर्सचे बांधकाम व कार्यप्रणाली रेखाचित्रासहित वर्णन करणे. (Describe with sketch construction and working of given type special actuators)

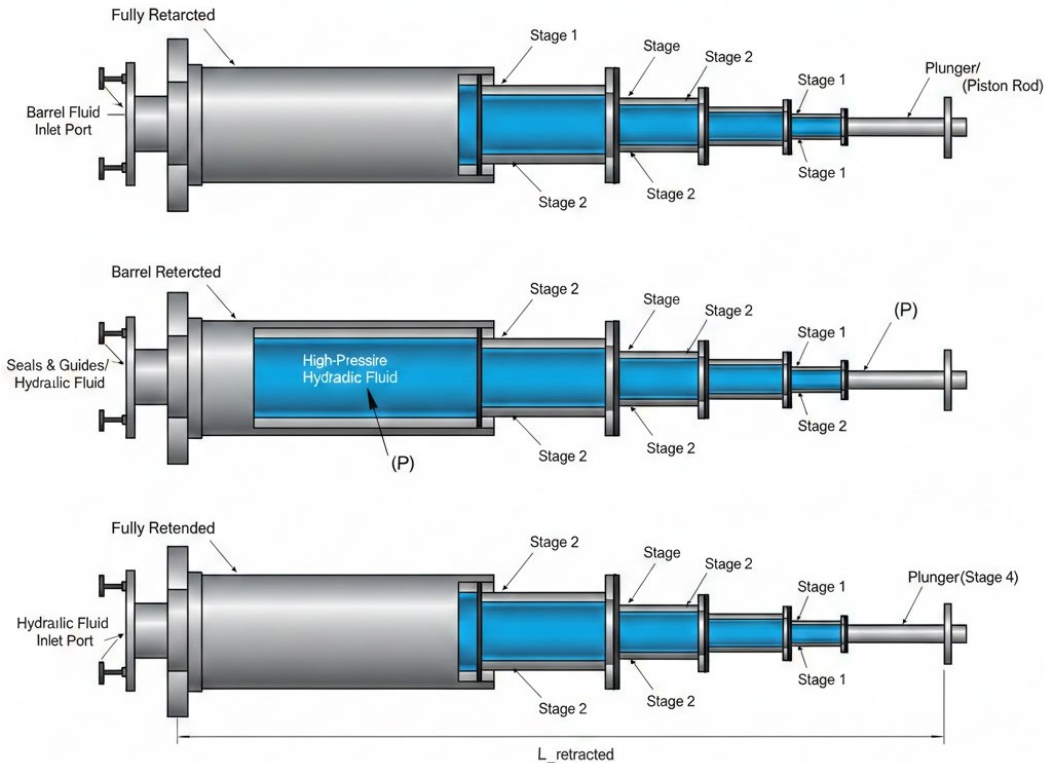
**TLO 4.2** दिलेल्या अनुप्रयोगासाठी योग्य प्रकारचे विशेष व्हॉल्व्हस निवडणे. (Select appropriate type of special valves for given application)

**TLO 4.3** हायड्रॉलिक व नुंम्याटिक सिस्टीममध्ये योग्य अॅक्सेसरीज निवडणे. (Select appropriate accessories in hydraulic and pneumatic system)

**TLO 4.4** इलेक्ट्रो-नुंम्याटिक सिस्टीममधील विविध कॉम्पोनॅन्ट्सचा वापर स्पष्ट करणे. (Illustrate the use of various components of Electro Pneumatic system)

**TLO 4.5** साध्या हायड्रॉलिक व नुंम्याटिक सर्किटसाठी लॅडर डायग्राम तयार करणे. (Develop ladder diagram for simple hydraulic and pneumatic circuits)

#### 4.1 विशेष रचना: टेलिस्कोपिक, टँडम आणि रॉडलेस सिलिंडर, टेलिस्कोपिक सिलिंडरचे बांधकाम आणि कार्यप्रणाली



**Fig. 4.1**  
**Telescopic Cylinder**

टेलिस्कोपिक सिलिंडर ही मूळतः एकमेकांच्या आत बसलेल्या ट्यूब्स किंवा स्टेजेसची मालिका असते, ज्यामुळे कमी रिट्रॅक्टेड लांबीतून खूप मोठा स्ट्रोक मिळतो. सामान्य हायड्रॉलिक सिलिंडरच्या रचनेत सर्वात बाहेरील आणि सर्वात मोठ्या व्यासाचा बॅरल असतो, ज्याच्या आत क्रमाने लहान होत जाणारे इनर स्टेजेस बसवलेले असतात आणि शेवटी सर्वात लहान व्यासाचा पिस्टन रॉड किंवा प्लंजर ठेवलेला असतो. प्रत्येक स्टेजमध्ये स्लाइडिंग पृष्ठभागांच्या मध्ये आवश्यक सील्स आणि गाईड्स बसवलेले असतात, जे अंतर्गत व बाह्य द्रवगळती रोखतात, घर्षण कमी करतात आणि लोड समान पद्धतीने समर्थित राहतो याची खात्री करतात. प्रत्येक स्टेजचा कमाल विस्तार निश्चित करण्यासाठी स्टॉप रिंग्सही बसवलेले असतात, ज्यामुळे स्टेजेस पूर्णपणे वेगळे होण्यापासून संरक्षण होते. जेव्हा सिलिंडरच्या बेसमध्ये हायड्रॉलिक द्रव प्रवेश करतो, तेव्हा प्रेशरसर्वात मोठ्या उपलब्ध पिस्टन क्षेत्रावर प्रथम कार्य करतो आणि त्यामुळे सर्वात मोठे स्टेज बाहेर येते. हे स्टेज त्याच्या मेकॅनिकल स्टॉपपर्यंत पोहोचल्यानंतर प्रेशरपुढील मोठ्या एरियावर वळतो, ज्यामुळे पुढील स्टेज विस्तारतो आणि ही प्रक्रिया पुढे सुरू राहते जोपर्यंत सर्वात लहान रॉड पूर्णपणे बाहेर येत नाही. सिंगल-एॅक्टिंग रचनेत रिट्रॅक्शन साधारणपणे जोडलेल्या लोडच्या वजनाने होते, जे स्टेजेसला परत बॅरलमध्ये ढकलते आणि द्रव बाहेर निसटतो, ज्यामुळे सिलिंडर पुन्हा रिट्रॅक्टेड स्थितीत येतो.

#### टेलिस्कोपिक सिलिंडरचे फायदे:

1. कमी रिट्रॅक्टेड लांबी ठेवून खूप मोठा स्ट्रोक मिळतो.
2. कमी जागेत बसणाऱ्या अनुप्रयोगांसाठी उपयुक्त, जसे डंप ट्रक्स, क्रेन्स आणि लिफ्ट्स.
3. स्टेजेस क्रमाने विस्तारल्यामुळे एकसंध आणि प्रगतीशील विस्तार मिळतो.
4. लांब सिंगल-रॉड सिलिंडरची गरज न पडता मोठी उंची मिळवता येते.
5. मल्टी-स्टेज क्रियेच्या मुळे उभ्या उचल आणि टिपिंग अनुप्रयोगांमध्ये उत्कृष्ट कार्यक्षमता मिळते.

#### टेलिस्कोपिक सिलिंडरचे तोटे:

1. अनेक स्टेजेस, सील्स आणि गाईड्समुळे बांधकाम जटिल असते.
2. उत्पादन आणि देखभाल खर्च जास्त असतो.
3. उच्च बाजूच्या लोड्स सहन करू शकत नाही आणि योग्य बाह्य मार्गदर्शन आवश्यक असते.
4. हलक्या लोडवर हळू रिट्रॅक्ट होते कारण बाह्य शक्तीवर अवलंबून असते.
5. अनेक सीलिंग पॉइंट्समुळे गळतीचा धोका वाढतो.
6. पूर्णपणे विस्तारल्यानंतर कमी ताकद आणि कठोरता मिळते.

#### टॅन्डम सिलिंडरचे बांधकाम आणि कार्यप्रणाली

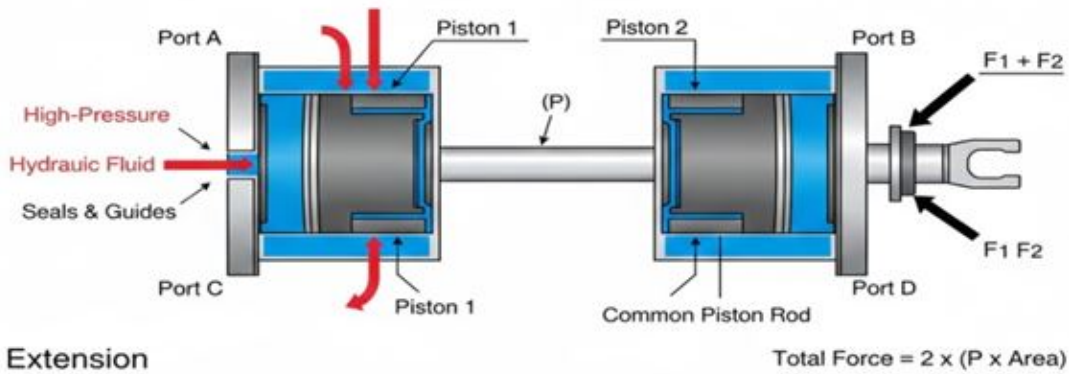
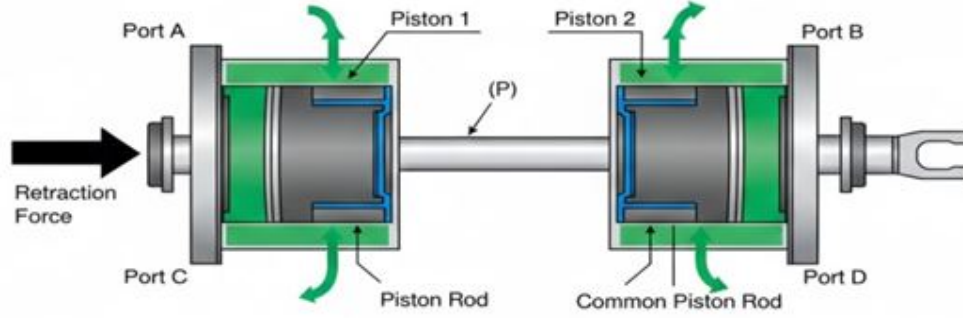


Fig. 4.2  
Tandem Cylinder Extension



Retraction

Figure 4.3

### Tandem Cylinder Retraction

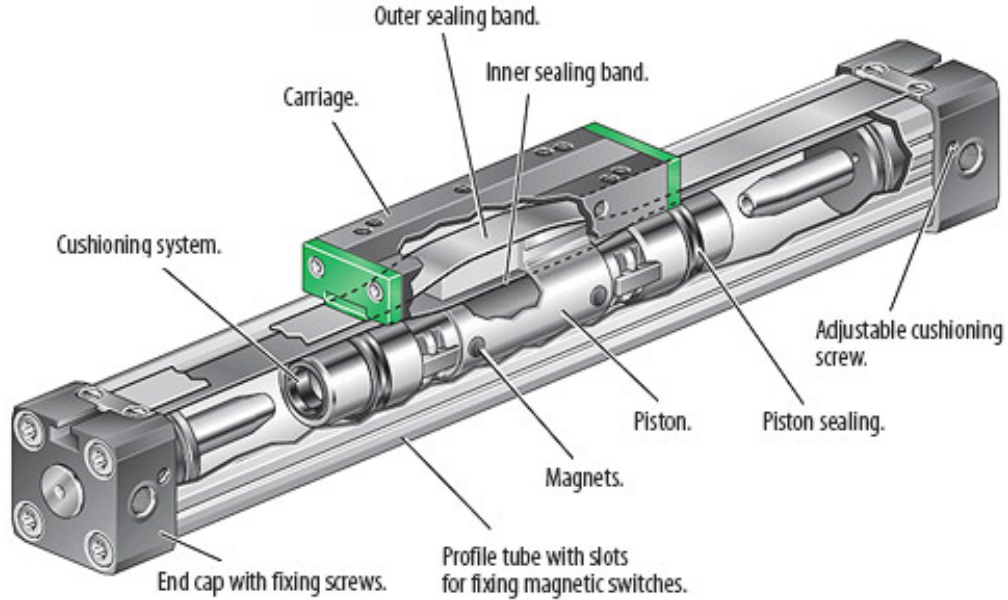
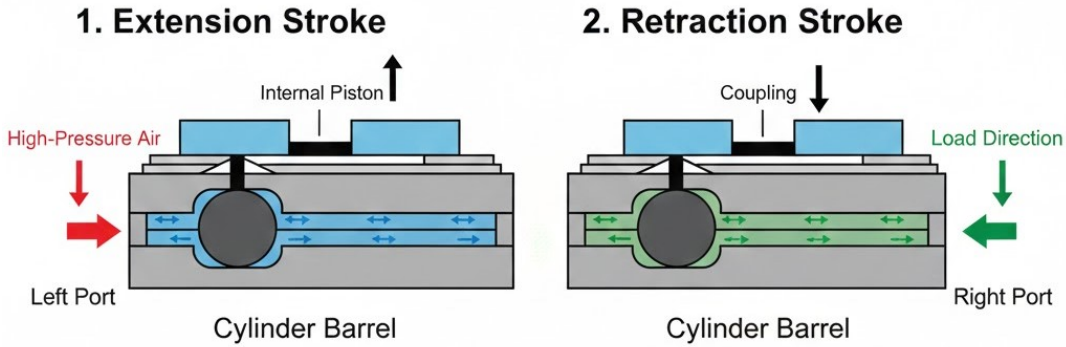
टँडम सिलिंडर हे दोन स्वतंत्र पिस्टन (Piston 1 आणि Piston 2) एका सरळ रेषेत एका लांबट सिलिंडर बॅरल मध्ये बसवून तयार केले जाते, आणि या दोन्ही पिस्टनना जोडणारी एकच मजबूत पिस्टन रॉड असते. या रचनेमुळे दोन्ही पिस्टनचे एकत्रित एरिया प्रभावीपणे वापरता येतो. टँडम सिलिंडरमध्ये एकूण चार पोर्ट्स असतात—दोन एक्स्टेन्शन साठी आणि दोन रिट्रॅक्शन साठी—ज्याद्वारे दाबाचा द्रव दोन्ही पिस्टनच्या पुढील आणि मागील चेंबर मध्ये एकाच वेळी पोहोचवला जातो. त्याची कार्यप्रणाली फोर्स मल्टिप्लिकेशन या तत्त्वावर आधारित असते. एक्स्टेन्शन स्ट्रोक दरम्यान, उच्च दाबाचा द्रव दोन्ही पिस्टनच्या मागील चेंबरमध्ये एकाच वेळी जातो आणि कारण निर्माण होणारा फोर्स हा पिस्टनच्या एरिया वर अवलंबून असतो, त्यामुळे टँडम सिलिंडरमध्ये मिळणारा एकत्रित फोर्स हा Piston 1 आणि Piston 2 यांनी निर्माण केलेल्या फोर्सच्या बेरजेइतका मिळतो. यामुळे समान बोअर साईज आणि समान दाबावर काम करणाऱ्या साध्या सिलिंडरच्या तुलनेत टँडम सिलिंडर अधिक फोर्स निर्माण करतो. त्यामुळे मर्यादित रॅडियल स्पेस असलेल्या पण जास्त फोर्सची गरज असलेल्या अनुप्रयोगांसाठी हे अत्यंत उपयुक्त ठरते; मात्र या रचनेमुळे संपूर्ण सिलिंडरची लांबी वाढते हा एक मर्यादित तोटा आहे.

#### टँडम सिलिंडरचे फायदे:

1. दोन पिस्टन्सचे बल एकत्रित होऊन खूप उच्च बल निर्माण होते.
2. एकूण लांबी कमी ठेवून उच्च बल उत्पादन मिळते.
3. अशा यंत्रांसाठी उपयुक्त जिथे मोठ्या व्यासाचा सिलिंडर बसवता येत नाही.
4. बाजूच्या लोड कमी होऊन आणि सरिखन सुधारल्यामुळे स्थिरता अधिक चांगली मिळते.
5. कमी ऑपरेटिंग दाबावर देखील आवश्यक बल मिळते.

#### टँडम सिलिंडरचे तोटे:

1. दोन सिलिंडर्स साखळीप्रमाणे बसवलेले असल्यामुळे एकूण लांबी जास्त असते.
2. अतिरिक्त पिस्टन्स, सील्स आणि ट्यूब्स वापरल्यामुळे खर्च जास्त येतो.
3. अचूक सरिखन आणि अतिरिक्त सील्स आवश्यक असल्यामुळे बांधकाम जटिल असते.
4. गळती व घर्षणाची शक्यता अधिक असल्यामुळे देखभाल जास्त करावी लागते.
5. मोठ्या द्रव प्रमाण भरावे लागल्यामुळे कार्यगती थोडी कमी होते.

**रॉडलेस सिलिंडरचे बांधकाम आणि कार्यप्रणाली:****Figure 3.1 Rod less cylinder**

- |                       |
|-----------------------|
| 1. Cylinder Barrel    |
| 2. Inner Sealing Band |
| 4. Outer Cover Band   |
| 5. Internal Piston    |

**Figure 4.4****Rod less cylinder**

रॉडलेस सिलिंडर हा एक विशेष रेषीय अॅक्च्युएटर आहे जो बाह्य पिस्टन रॉड शिवाय लांब स्ट्रोक मिळवतो, त्यामुळे तो अत्यंत संकुचित आणि कॉम्पॅक्ट असतो. त्याचे बांधकाम एक लांबट सिलिंडर बॅरलभोवती केंद्रित असते, ज्यामध्ये पारंपारिक पिस्टन आत बसलेला असतो. सामान्य स्लॉट किंवा बँड-प्रकारच्या रचनेत, बॅरलमध्ये एक सलग लांबट स्लॉट असतो, जो आतल्या स्टील बँडने आणि बाहेरील सीलिंग बँडने संपूर्ण लांबीभर सील ठेवला जातो. पिस्टन या स्लॉटद्वारे बाह्य कॅरिजला घट्ट जोडलेला असतो, जो सिलिंडरवर सरकतो आणि लोड वाहतो. सिलिंडरचे कार्य एका टोकावर दाबाचा द्रव सोडून केले जाते, ज्यामुळे अंतर्गत पिस्टन ढकलले जाते; पिस्टन हलल्यावर, कॅरिजची जोडणी तात्पुरते सीलिंग बँड उंच करते, ज्यामुळे द्रव मार्ग मोकळा होतो,

आणि लगेच त्यांना परत खाली दाबते, ज्यामुळे हालचाल करणाऱ्या कॅरिजच्या मागे दाब-सुरक्षित सील कायम राहतो. चुंबकीय प्रकारच्या रचनेत, स्लॉट आणि सीलिंग बँड पूर्णपणे काढलेले असतात; त्याऐवजी पिस्टनमध्ये एक शक्तिशाली चुंबकीय रिंग असतो, जो त्या अनुरूप चुंबकीय कॅरिजला लॉक करतो, ज्यामुळे कॅरिज पिस्टनच्या हालचालीनुसार सिलिंडर बॅरलच्या सीलबंद भिंतीतून सरकतो, आणि गळतीशिवाय स्वच्छ वातावरणासाठी आदर्श प्रणाली निर्माण होते.

#### रॉडलेस सिलिंडरचे फायदे:

1. पिस्टन रॉड नसल्यामुळे प्रतिष्ठापनासाठी कमी जागेची आवश्यकता असते.
2. रॉड वाकण्याच्या जोखमीशिवाय खूप लांब स्ट्रोक मिळतो.
3. रॉड बकलिंगच्या समस्यांचे पूर्णतः निराकरण होते.
4. अंगभूत गाईड्समुळे लोड अधिक चांगल्या प्रकारे मार्गदर्शन केले जाते.
5. कॉम्पॅक्ट असून कमी जागेत बसणाऱ्या यंत्रांसाठी योग्य.
6. हलक्या हालचालीमुळे उच्च गतीने कार्य करण्यास सक्षम.

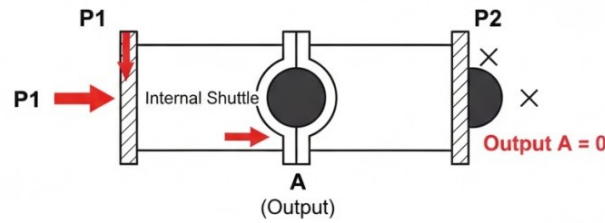
#### रॉडलेस सिलिंडरचे तोटे:

1. यंत्रसामग्रीची रचना अधिक जटिल असते.
2. पारंपारिक रॉड-प्रकारच्या सिलिंडरपेक्षा खर्च जास्त येतो.
3. यंत्रसामग्रीतील स्लॉट सील्समुळे गळतीची शक्यता असते.
4. जड किंवा उच्च बाजूच्या लोडसाठी उपयुक्त नाही.
5. सील घर्षण टाळण्यासाठी स्वच्छ वातावरण आवश्यक असते.
6. चुंबकीय प्रकारात बलाची क्षमता कमी असते.

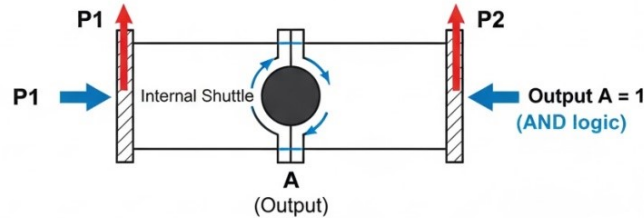
#### 4.2 ड्युअल प्रेशर व्हॉल्व्ह (AND लॉजिक व्हॉल्व्ह), शटल व्हॉल्व्ह (OR लॉजिक व्हॉल्व्ह), टाइम डिले व्हॉल्व्ह आणि क्लिक एगझॉस्ट व्हॉल्व्ह:

##### ड्युअल प्रेशर व्हॉल्व्ह (AND लॉजिक व्हॉल्व्ह):

##### Scenario 1: Input from P1 Only (P1=1, P2, 0)



##### Scenario 2: Input from P1 AND P2 (P1=1, P2=1)



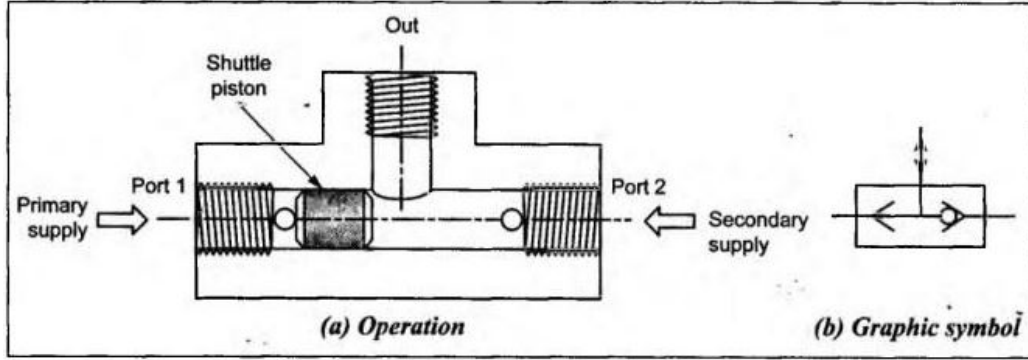
P1, P2: Inlet Ports  
A: Output Port  
Shuttle: Internal Sealing Element

Fig. 4.5

#### Dual pressure valve (AND logic valve)

1. ड्युअल प्रेशर व्हॉल्व्ह हा व्हॉल्व्ह कठोरपणे AND लॉजिक लागू करतो. आउटपुट सिग्नल मिळवण्यासाठी दोन इनपुट सिग्नल्सची एकाच वेळी आवश्यकता असते (P1 वर प्रेशर AND P2 वर प्रेशर).
2. सामान्य उपयोग: सर्वात सामान्य वापर दोन-हात सुरक्षितता सर्किटमध्ये केला जातो, जसे प्रेशर, कटर्स किंवा धोकादायक यंत्रांवर. मशीन फक्त तेव्हाच कार्य करेल जेव्हा ऑपरेटर डाव्या बटणावर AND उजव्या बटणावर एकाच वेळी प्रेशरदेईल, ज्यामुळे दोन्ही हात सुरक्षितपणे कामाच्या क्षेत्रापासून दूर राहतील.

**शटल व्हॉल्व्ह (OR लॉजिक व्हॉल्व्ह):**

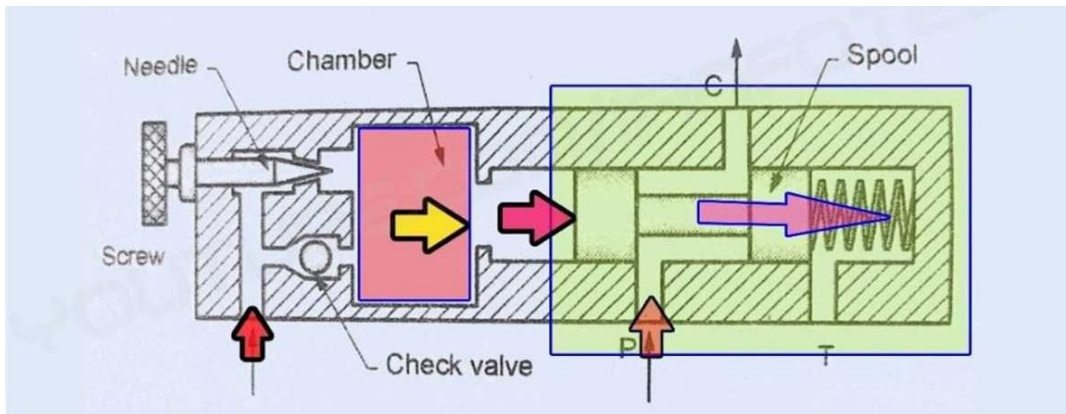


**Fig.4.6**

#### Shuttle valve (OR Logic valve)

शटल व्हॉल्व्ह, ज्याला डबल-चेक व्हॉल्व्ह असेही म्हणतात, हा एक सामान्य डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह आहे, जो एका पेक्षा जास्त पॉवर स्रोतांवरून नियंत्रण आवश्यक असताना वापरला जातो. हा रेषेत प्रेशरपर्यायी स्रोतांमधून मिळू देतो, ज्यामुळे बॅकअप किंवा सेकंडरी पंप असलेल्या सिस्टीमसाठी हा आदर्श ठरतो. शटल व्हॉल्व्ह सामान्यतः मुख्य पंप काम न केल्यास सेकंडरी किंवा बॅकअप पंपमधून द्रव प्रवाह स्थानांतरित करण्यासाठी वापरला जातो. सामान्य तीन-पोर्ट शटल व्हॉल्व्हमध्ये एक पिस्टन असतो जो दोन इनलेट पोर्ट्सच्या दरम्यान हलतो, आणि दोन पर्यायी स्रोतांसाठी द्रव मार्ग प्रदान करतो. जेव्हा वेळेस उजव्या इनलेट पोर्टवरील प्रेशरडाव्या पोर्टवरील दाबापेक्षा जास्त असतो, तेव्हा शटल पिस्टन डावा पोर्ट बंद करतो. जेव्हा डावा पोर्टवरील प्रेशरउजव्या पोर्टवरील दाबापेक्षा जास्त होतो, तेव्हा पिस्टन स्टॉपच्या विरोधात उजवीकडे सरकतो, उजवा पोर्ट बंद करतो आणि डावा पोर्ट उघडतो, अशा प्रकारे जास्त प्रेशरअसलेल्या स्रोताकडून अखंड द्रव पुरवठा सुनिश्चित होतो.

**टाइम डिले व्हॉल्व्ह:**



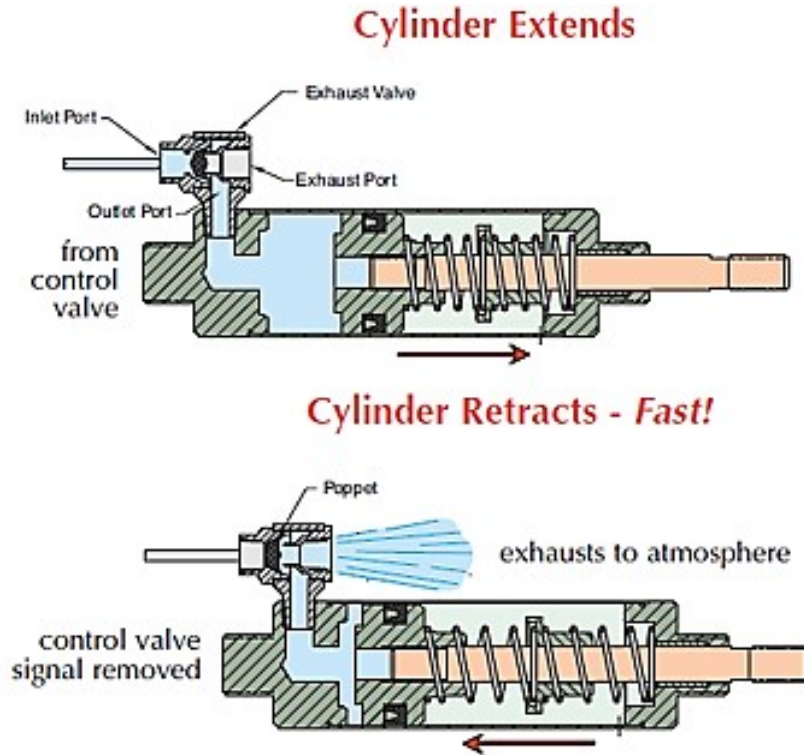
**Fig.4.7**

#### Time Delay Valve

टाइम डिले व्हॉल्व्ह हा एक संयोजन व्हॉल्व्ह आहे, जो आवश्यकतेनुसार ऑपरेशन वेळ सेट करण्यासाठी वापरला जातो. टाइम डिले वाढवता किंवा कमी करता येतो, जेव्हा नॉन-रिटर्न फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हमधून द्रव प्रवाह समायोजित केला जातो. हा बदल द्रव भरला जाण्याचा आणि पायलटने डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्ह कार्यान्वित करण्याचा वेळ वाढवतो किंवा कमी करतो. टाइम डिले व्हॉल्व्ह हा नुंम्याटिकली अॅक्च्युएटेड 3/2 डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्ह, एअर रिझर्वॉयर आणि थ्रॉटल रिलीफ व्हॉल्व्ह या घटकांचा संयोजन असतो. टाइम डिले फंक्शन थ्रॉटल व्हॉल्व्हच्या वापराने रिझर्वॉयरमध्ये किंवा रिझर्वॉयरमधून होणाऱ्या एअर फ्लो रेटवर नियंत्रण ठेवून प्राप्त केले जाते. थ्रॉटल व्हॉल्व्हचे समायोजन करून कमाल आणि किमान वेळेत टाइम डिलेचे सूक्ष्म नियंत्रण करता येते. नुंम्याटिक टाइम डिले व्हॉल्व्हमध्ये साधारण टाइम डिले 5-30 सेकंदांच्या दरम्यान शक्य आहे. बाह्य रिझर्वॉयर जोडल्यास टाइम डिले वाढवता येतो.

टाइम डिले व्हॉल्व्ह, एनसी प्रकार (NC type): ऑन-डिले टाइमर (NC type) ची सामान्य आणि अॅक्च्युएटेड स्थिती खालील आकृतीत दाखवली आहे. येथे दिसते की 3/2 डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्ह कायमस्वरूपी ऑन-डिले मोडमध्ये कार्य करते. परंतु, काही रचनेत चेक व्हॉल्व्ह उलट दिशेने जोडल्यास व्हॉल्व्ह ऑफ-डिले मोडमध्ये कार्य करू शकतो. या उद्देशासाठी थ्रॉटल चेक व्हॉल्व्हच्या पोर्ट्स बाहेर काढले पाहिजेत.

**क्विक एग्झॉस्ट व्हॉल्व्ह:**



**Fig.4.8**

### Quick Exhaust Valve

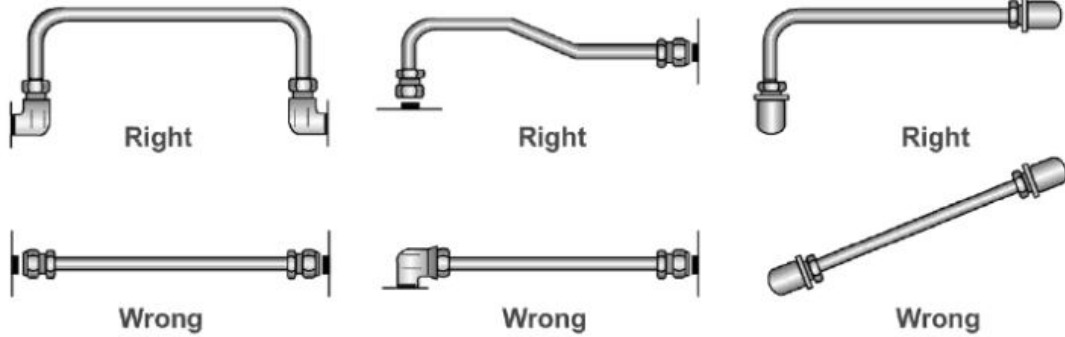
सामान्य अनुप्रयोगात, एग्झॉस्ट व्हॉल्व्ह स्पिंग रिटर्न किंवा डबल ऍक्टिंग नुंम्याटिक सिलिंडरच्या इनलेटमध्ये बसवला जातो. कंट्रोल व्हॉल्व्हमधून पुरवठा होणारा हवा एग्झॉस्ट व्हॉल्व्हच्या इनलेट पोर्टमध्ये पाठवला जातो. नायट्राईल पॉपेट एग्झॉस्ट पोर्ट सील करते आणि व्हॉल्व्हच्या आउटलेट पोर्टमधून सिलिंडरमध्ये हवा प्रवाहित होऊ देते. दाबित हवा पिस्टनवर ढकलते आणि रॉडला बाहेर काढते, स्पिंग संकुचित करते, जोपर्यंत पूर्ण रॉड विस्तार मिळत नाही.

जेव्हा कंट्रोल व्हॉल्व्ह एग्झॉस्ट व्हॉल्व्हच्या इनलेट पोर्टमधून हवा बाहेर काढते, तेव्हा नायट्राईल पॉपेट इनलेट पोर्ट सील करण्यासाठी हलतो आणि एग्झॉस्ट पोर्ट सिलिंडरला उघडतो. दाबित हवेला थेट एग्झॉस्ट

व्हॉल्व्हमधून वातावरणात बाहेर जाण्याची परवानगी दिली जाते. सामान्यतः हवा कंट्रोल व्हॉल्व्हकडे परत प्रवास करते, जे खूप लांब एअरलाइन असते. परंतु, एग्झॉस्ट व्हॉल्व्ह सिलिंडरवर थेट बसवल्याने, पिस्टन पटकन रिट्रॅक्ट होते कारण वातावरणापर्यंतचा अंतर खूप लहान आणि मुक्त असतो.

**4.3 अॅक्सेसरीज:** पाइप्स, होसेस, फिटिंग्स, सील्स आणि गॅस्केट्स, अॅक्युम्युलेटर्स, मफलर यांचे प्रकार, बांधकाम आणि कार्य

**पाइप्स आणि ट्यूबिंग:**

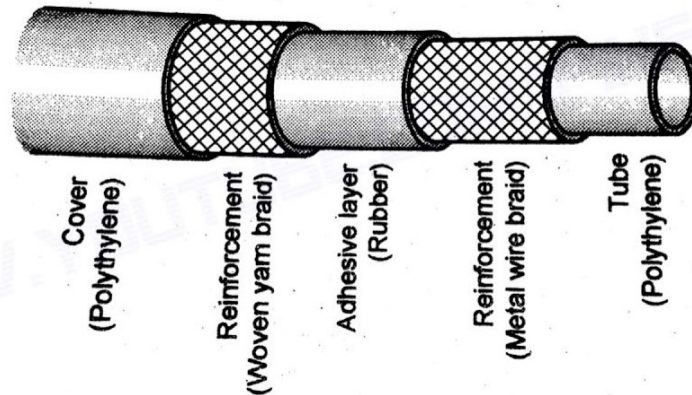


**Fig.4.9**

### Pipes and Tubing

- पाइप्स:** उच्च प्रवाह, कमी प्रेशर असलेल्या स्थिर रेषांसाठी वापरले जातात (सर्वसाधारण नुम्याटिक मुख्य रेषांमध्ये) किंवा मोठ्या उच्च दाबाच्या हायड्रॉलिक रेषांसाठी. हे कठीण असतात आणि थ्रेडेड किंवा वेल्डेड फिटिंग्सने जोडले जातात.
- ट्यूबिंग:** उच्च दाब, लहान व्यासाच्या रेषांसाठी वापरली जाते (जास्तीत जास्त हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये सामान्य). हायड्रॉलिक सिस्टीमसाठी पाइपच्या तुलनेत ट्यूबिंग प्राधान्याने वापरली जाते कारण याची आतील भिंत गुळगुळीत असते, ज्यामुळे प्रवाह सुधारतो आणि उच्च प्रेशरसहन होतो. विशेष कॉम्प्रेशन फिटिंग्स वापरून हे सुरक्षित केले जाते.
- बांधकाम:** हायड्रॉलिकसाठी साधारणतः स्टील (कार्बन किंवा स्टेनलेस) वापरले जाते, तर नुम्याटिकसाठी कॉपर, अल्युमिनियम किंवा कठीण प्लास्टिक वापरली जातात.
- कार्य:** द्रव प्रवाहासाठी निश्चित, कायमस्वरूपी, कठीण मार्ग प्रदान करणे.

**होसेस (Hoses):**



**Fig.4.10**  
**Hoses**

1. **बांधकाम:** बहुस्तरीय रचना असते ज्यात आतला कोअर (द्रवासाठी), मजबूत करण्यासाठीची थरं (काठिण्यासाठी ब्रेडेड स्टील वायर किंवा टेक्सटाईल फायबर) आणि बाहेरील संरक्षणात्मक कव्हर असते.
2. **कार्य:** जिथे लवचिकतेची गरज असते, तिथे वापरले जातात, जसे स्थिर घटकाला हालचाल करणाऱ्या अॅक्च्युएटरशी जोडणे (उदाहरणार्थ, बॅकहो बूमवरील हायड्रॉलिक सिलिंडर). हे कंपन्न शोषतात आणि चुकीच्या सरिखनाला सामंजस्य करतात.
3. **अॅक्सेसरी विचार:** होसेस सुरक्षिततेसाठी अत्यंत महत्त्वाच्या असतात आणि त्यांची निवड आवश्यक कार्यरत दाब, बस्ट प्रेशर आणि द्रवाच्या प्रकारावर (रासायनिक सुसंगतता) आधारित केली पाहिजे.

### फिटिंग्स (कनेक्टर्स):

**कार्य:** पाइप्स, होसेस किंवा ट्यूबिंग एकमेकांशी आणि कॉम्पोनंट्सशी (व्हॉल्व्हस, पंप्स) जोडण्यासाठी वापरले जातात.

#### प्रकार:

- a) **थ्रेडेड फिटिंग्स:** कमी दाबाच्या नुम्याटिक रेषांसाठी सामान्यपणे वापरल्या जातात.
- b) **फ्लेज फिटिंग्स:** उच्च प्रवाह असलेल्या हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये मोठ्या पाइप्स आणि पंप्स जोडण्यासाठी वापरल्या जातात.
- c) **कंप्रेशन/फेर्यूल फिटिंग्स:** मेटल ट्यूबिंग जोडण्यासाठी वापरल्या जातात. ट्यूबिंगच्या भिंतीवर मेटल रिंग (फेर्यूल) दाबून सील करतात.
- d) **क्लिक-डिसकनेक्ट कपलिंग्स:** टूल्स किंवा होसेस लवकर, गळतीशिवाय जोडणे आणि वेगळे करणे शक्य करतात (उदाहरणार्थ, नुम्याटिक टूल्स).

**सील्स आणि गॅस्केट्स:** सील्स अंतर्गत आणि बाह्य गळती रोखण्यासाठी अत्यंत महत्त्वाच्या आहेत, ज्याचा थेट परिणाम सिस्टीमच्या कार्यक्षमतेवर आणि सुरक्षिततेवर होतो.

### 1. सील्स

**कार्य:** हलणाऱ्या भागांमध्ये द्रवाची गळती रोखणे (डायनामिक सील्स) किंवा स्थिर भागांपासून गळती टाळणे (स्टॅटिक सील्स).

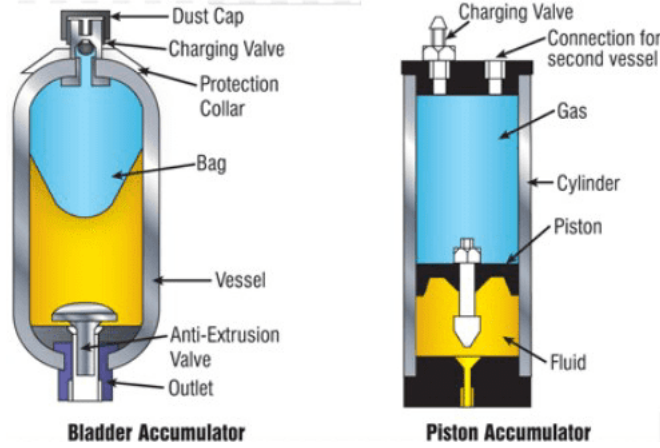
#### प्रकार:

- a) **पिस्टन सील्स (डायनामिक):** पिस्टनवर बसवलेले असतात, ज्यामुळे बोरमधील अंतर्गत गळती टाळता येते.
- b) **रॉड सील्स (डायनामिक):** सिलिंडर हेडमध्ये बसवलेले असतात, जे पिस्टन रॉडच्या बाह्य गळती टाळतात.
- c) **ओ-रिंग्स (स्टॅटिक/डायनामिक):** बहुउपयोगी रिंग्स, ज्या ग्रूहमध्ये बसवून द्रव मार्ग किंवा कॉम्पोनंट्समध्ये सील करतात.
- d) **वायपर्स/स्क्रॅपर्स (अॅक्सेसरी):** पिस्टन रॉडच्या बाहेरील बाजूस बसवलेले असतात, जे सिलिंडरमध्ये माती, धूळ आणि दूषित पदार्थ प्रवेश होऊ न देता मुख्य रॉड सीलचे नुकसान रोखतात.

### 2. गॅस्केट्स:

**कार्य:** दोन स्थिर यंत्र घटकांमध्ये स्थिर सील प्रदान करणे, जसे व्हॉल्व्ह आणि मॅनिफोल्ड ब्लॉकच्या दरम्यान.

**बांधकाम:** सामान्यतः लवचिक साहित्यापासून बनवलेले असतात, जसे रबर, कॉर्क किंवा कंपोजिट्स.

**अॅक्युमुलेटर्स (फक्त हायड्रॉलक्ससाठी):****Fig. 4.11****Accumulators**

अॅक्युमुलेटर्स हे हायड्रॉलिक सिस्टीममध्ये वापरणारे विशेष साठवण उपकरण आहेत.

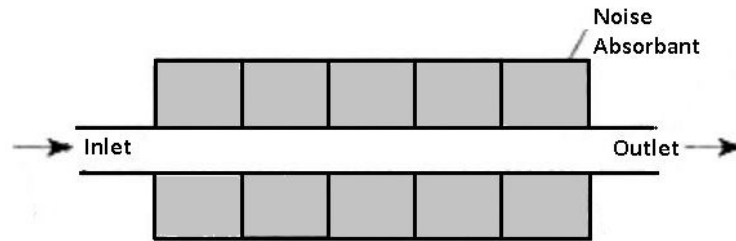
**बांधकाम:** सर्वसामान्य प्रकार म्हणजे ब्लॉडर प्रकार. यात एक शेल असतो ज्यात लवचिक ब्लॉडर असतो, जो निष्क्रिय वायूने (साधारणतः नायट्रोजन) प्री-चार्ज केलेला असतो आणि हायड्रॉलिक रेषेशी जोडलेला असतो.

**कार्य:**

**a) ऊर्जा साठवण:** दाबित द्रवाची ऊर्जा साठवतो, ज्यामुळे पंप लहान ठेवता येतो किंवा आपत्कालीन शक्तीसाठी वापर करता येतो.

**b) शॉक/कंपन शोषण:** अचानक व्हॉल्व्ह बंद होणे किंवा अॅक्युएटरच्या हालचालीमुळे होणाऱ्या दाबाच्या शिखर आणि हायड्रॉलिक शॉक (वॉटर हॅमर) ला कमी करतो.

**c) गळती भरपाई:** लहान गळतीची भरपाई करण्यासाठी द्रव पुरवून सिस्टीममध्ये प्रेशरकायम ठेवतो, ज्यामुळे पंपला सतत सायकल करण्याची आवश्यकता पडत नाही.

**मफलर्स (फक्त नुंम्याटिक साठी):****Fig. 4.12****Mufflers**

मफलर्स (किंवा सायलेंसर्स) हे नुंम्याटिक सिस्टीममध्ये वापरणारे अत्यावश्यक अॅक्सेसरीज आहेत.

**बांधकाम:** साधारणतः छिद्रयुक्त साहित्य वापरले जाते, जसे सिण्टर्ड ब्रॉन्स, फेल्ट किंवा प्लास्टिक मिडिया, जे मेटल किंवा प्लास्टिक बॉडीमध्ये ठेवलेले असते.

**कार्य:** नुंम्याटिक व्हॉल्व्हस आणि सिलिंडरच्या एग्झॉस्ट पोर्टवर बसवले जातात. यांचा उद्देश हवा जलद वातावरणात बाहेर निघताना निर्माण होणाऱ्या आवाजाचे प्रमाण कमी करणे, कामगारांचे कान संरक्षित करणे आणि सुरक्षितता नियमांचे पालन करणे हा आहे. काही वेळा ते बाहेर निघणाऱ्या हवेतून दूषित पदार्थ फिल्टर करण्याचे कामही करतात.

#### 4.4 इलेक्ट्रो प्युमॅटिक्सची ओळख, महत्वाचे टप्पे, सामान्य वापरले जाणारे उपकरणांचे कार्य आणि फायदे, PLC प्रोग्रामिंग पद्धती:

**इलेक्ट्रो प्युमॅटिक्सची ओळख:** इलेक्ट्रो प्युमॅटिक्स ही तंत्रज्ञान आहे जी नुम्याटिक घटकांच्या अनुक्रम आणि कार्यावर नियंत्रण ठेवण्यासाठी इलेक्ट्रिक सिग्नल्सचा (साधारणतः कमी व्होल्टेज DC) वापर करते. इलेक्ट्रिक घटक नियंत्रण प्रणालीसारखे काम करतात (मेंदूसारखे), तर नुम्याटिक घटक कार्य पार पाडतात (स्नायूसारखे). या दोन सिस्टीम्समधील मुख्य इंटरफेस म्हणजे सोलिनाईड-ऑपरेटेड डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह (DCV).

**सामान्य वापरल्या जाणाऱ्या उपकरणांचे कार्य:** ही उपकरणे नुम्याटिक व्हॉल्व्हवरील सोलिनाईड्सवर नियंत्रण ठेवण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या इलेक्ट्रिक सर्किटचे भाग आहेत.

#### मॅन्युअली अॅक्च्युएटेड उपकरणे:

उपकरण	कार्य	उपयोग
पुश बटण स्विचेस	दाबल्यावर इलेक्ट्रिक सिग्नल सुरु करतो (क्षणिक संपर्क)	सायकल सुरु करणे, आपत्कालीन थांबवणे, किंवा मॅन्युअल ओव्हरराइड

#### सेन्सिंग/इनपुट उपकरणे (कंडिशन चेकर):

ही उपकरणे भौतिक स्थिती (स्थिती, दाब, वेळ) इलेक्ट्रिक सिग्नलमध्ये रूपांतरित करतात.

उपकरण	कार्य	उपयोग
लिमिट स्विचेस	यांत्रिकरित्या अॅक्च्युएटेड स्विच, हलणाऱ्या भागाची भौतिक स्थिती (एंड-ऑफ-स्ट्रोक) शोधण्यासाठी वापरला जातो, जसे सिलिंडर पिस्टन रॉड	सिलिंडर पूर्णपणे विस्तारित झाल्यावर रिट्रॅक्ट करण्यासाठी सिग्नल पाठवणे
प्रेशर स्विचेस	सेट केलेला द्रव प्रेशर(हवा किंवा तेल) इलेक्ट्रिक सिग्नलमध्ये (ON/OFF) रूपांतरित करतो, जेव्हा प्रेशरथ्रेशोल्ड गाठतो	सिस्टम सुरु करण्यापूर्वी एअर टँक किमान दाबावर आहे याची खात्री करणे
प्रॉक्सिमिटी सेन्सर	कोणत्याही वस्तूला स्पर्श न करता तिची उपस्थिती किंवा अनुपस्थिती शोधण्यासाठी नॉन-कॉन्टॅक्ट सेन्सर वापरला जातो; अनेकदा चुंबकत्व (सिलिंडर पिस्टन्ससाठी), इंडक्शन किंवा ऑप्टिक्स वापरतात	कॉन्व्हेयर बेल्टवर धातूच्या भागाच्या जवळ येण्याचा शोध घेणे
टेम्परेचर स्विचेस	तापमान विशिष्ट सेट पॉईंट गाठल्यावर इलेक्ट्रिक सर्किट उघडते किंवा बंद करते	एअर कॉम्प्रेसर मोटर जास्त तापल्यास सिस्टम बंद करणे

#### कंट्रोल/प्रोसेसिंग उपकरणे (द लॉजिक):

उपकरण	कार्य	उपयोग
सोलिनाईड्स	व्हॉल्व्हशी जोडलेला इलेक्ट्रोमॅग्नेट. ऊर्जा दिल्यावर, हे चुंबकीय क्षेत्र निर्माण करते जे व्हॉल्व्ह स्पूल हलवते आणि हवा प्रवाहाचा मार्ग बदलतो	प्राथमिक इंटरफेस: इलेक्ट्रिक सिग्नलला नुम्याटिक क्रियेत रूपांतरित करणे
प्रॉक्सिमिटी सेन्सर	धातूच्या वस्तूची उपस्थिती शोधतो (उदाहरणार्थ, घटक किंवा पिस्टन रॉडची स्थिती)	यांत्रिक लिमिट स्विचची जागा घेते, वस्तूच्या उपस्थितीला इलेक्ट्रिक सिग्नलमध्ये रूपांतरित करते (इनपुट)

टेम्परेचर स्विच	घटकाचे तापमान मॉनिटर करते (उदाहरणार्थ, मोटर किंवा द्रवाचा रिझर्वॉयर)	तापीय स्थिती (तापमान) इलेक्ट्रिक सिग्नलमध्ये रूपांतरित करते, सामान्यतः सिस्टम संरक्षण किंवा स्थिती मॉनिटरिंगसाठी
इलेक्ट्रिक काउंटर	सेन्सरने तयार केलेले पल्स (सिग्नल्स) मोजतो	शोधलेल्या वस्तूची संख्या किंवा पूर्ण झालेल्या सायकल्सच्या आधारावर बॅच कंट्रोल किंवा सिक्वेन्स स्टेप्स पार पाडण्यासाठी वापरला जातो

**रिले:** इलेक्ट्रिकली ऑपरेटेड स्विच. एक छोटा इलेक्ट्रिक करंट खूप मोठ्या करंटला ON किंवा OFF करू शकतो, किंवा मेमरी (लॉचिंग) आणि लॉजिक फंक्शन्स (AND, OR, NOT) अंमलात आणण्यासाठी वापरला जातो. उच्च आणि कमी व्होल्टेज सर्किट वेगळे करणे किंवा कॉम्प्लेक्स सिक्वेन्सिंग लॉजिक तयार करणे.

**टायमर (इलेक्ट्रिक):** एक उपकरण जे प्री-सेट टाइम डिले नंतर इलेक्ट्रिक आउटपुट देते, ON-Delay (ऊर्जेसाठी विलंब) किंवा OFF-Delay (ऊर्जा कमी करण्यासाठी विलंब). उदाहरणार्थ, क्लॅम्प सिलिंडर ५ सेकंद स्थिर ठेवणे आणि नंतर पुढील स्टेपकडे हालवणे.

**इलेक्ट्रिक काउंटर:** सेन्सर किंवा स्विचकडून येणारे इलेक्ट्रिक पल्स (सिग्नल्स) मोजतो. उदाहरणार्थ, ५० पार्ट्स तयार झाल्यानंतर मशीन थांबवणे.

#### इलेक्ट्रो नुम्याटिक सर्किट डिझाईनमधील महत्वाचे टप्पे:

1. **मोशन डायग्राम (स्टेप-सिक्वेन्स डायग्राम):** आवश्यक हालचालींचा क्रम स्पष्टपणे ठरवा (उदाहरणार्थ,  $A + B + B - A -$ ).
2. **नुम्याटिक पॉवर सर्किट:** योग्य अॅक्च्युएटर्स (सिलिंडर्स) आणि योग्य सोलिनाॅइड DCVs निवडा (उदाहरणार्थ, 5/2 सिंगल किंवा डबल सोलिनाॅइड).
3. **इलेक्ट्रिक कंट्रोल सर्किट (इनपुट लॉजिक):** इनपुट सिग्नल्सवर (लिमिट स्विचेस, पुश बटन्स इ.) आधारित सिक्वेन्स सुरक्षित आणि अचूकपणे पार पाडण्यासाठी स्विचेस, रिले, टायमर वापरून लॉडर लॉजिक किंवा सर्किट डिझाईन करा.
4. **वायरिंग आणि कनेक्शन:** कंट्रोल सर्किटमधून आउटपुट सिग्नल्स नुम्याटिक व्हॉल्व्हरील सोलिनाॅइड्सशी जोडा.

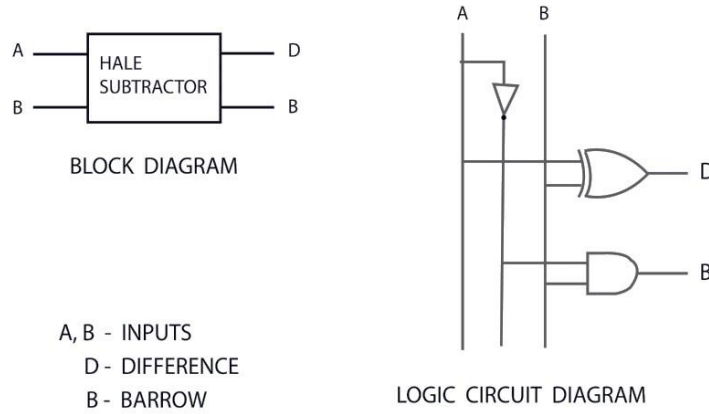
#### इलेक्ट्रो न्यूमॅटिक्सचे फायदे:

1. **लवचिकता आणि सुलभ बदल:** इलेक्ट्रिक कंट्रोल सर्किट्स (विशेषतः PLC-आधारित) वायरिंग किंवा कोड बदलून सहज सुधारता येतात, जे पूर्णपणे नुम्याटिक सर्किट्ससारखे नाहीत ज्यासाठी पुन्हा पाइपिंग करणे आवश्यक असते.
2. **केंद्रित नियंत्रण (PLC):** एकच प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (PLC) अनेक नुम्याटिक, हायड्रॉलिक आणि इलेक्ट्रिक उपकरणे नियंत्रित करू शकतो, ज्यामुळे मोठ्या सिस्टीम्स सोप्या होतात.
3. **लांब अंतरावर सिग्नलिंग:** इलेक्ट्रिक सिग्नल्स नुम्याटिक सिग्नल्सच्या तुलनेत कमी ऊर्जा हानी आणि जास्त वेगाने लांब अंतरावर पाठवता येतात.
4. **कॉम्प्युटरशी एकत्रीकरण:** उत्पादन व्यवस्थापन प्रणाली, HMI (ह्युमन-मशीन इंटरफेस) आणि कॉम्प्युटर नेटवर्क्ससह सहज इंटरफेस करता येतो.

**PLC प्रोग्रामिंग पद्धती:** अधिक कॉम्प्लेक्स इलेक्ट्रो नुंम्याटिक सिस्टीमसाठी, लॉजिक कंट्रोलसाठी रिलेऐवजी PLC वापरले जाते. मुख्य प्रोग्रामिंग पद्धती खालीलप्रमाणे आहेत:

1. **लॅडर डायग्राम (LD):** सर्वात सामान्य पद्धत, इलेक्ट्रोमेकॅनिकल रिले लॉजिक डायग्रामवर आधारित. रँग्स, कॉन्टॅक्ट्स, आणि कॉइल्स वापरून सर्किट लॉजिक दृश्यात्मकपणे दर्शवते.

BLOCK AND CIRCUIT DIAGRAM OF HALF SUBTRACTOR



**Fig. 4.13**

#### Ladder Diagram

2. **फंक्शन ब्लॉक डायग्राम (FBD):** स्टँडर्ड फंक्शन ब्लॉक्स (जसे AND, OR, टायमर ब्लॉक्स) लाईन्सने जोडले जातात, डिजिटल लॉजिक डायग्रामसारखे.
3. **स्ट्रक्चर्ड टेक्स्ट (ST):** उच्च-स्तरीय, टेक्स्ट-आधारित भाषा (Pascal सारखी) जी कॉम्प्लेक्स गणितीय किंवा स्ट्रक्चर्ड कामांसाठी वापरली जाते.
4. **सिक्रेन्शियल फंक्शन चार्ट (SFC):** सिक्रेन्शियल किंवा स्टेप-बाय-स्टेप प्रोसेसेससाठी ग्राफिकल पद्धत, मल्टी-सिलिंडर इलेक्ट्रो नुंम्याटिक सिक्रेन्सेससाठी आदर्श.

#### 4.5 साध्या हायड्रॉलिक आणि नुंम्याटिक सर्किट्सचे लॅडर डायग्रामचे विकास - OR, AND, टाइम डिले, सिक्रेन्सिंग

##### 1.सिंपल हायड्रॉलिक सर्किट्सचे लेडर डायग्राम्स:

सर्किट आणि रिले लेडर डायग्राम फिगर 4.13 मध्ये दाखवलेला सिस्टिम विचारात घ्या, जो सिंगल लिमिट स्विच वापरून डबल-अॅक्टिंग हायड्रॉलिक सिलिंडर कंट्रोल करण्यासाठी वापरला जातो. फिगर 4.13 (b) मध्ये फिगर 4.13 मध्ये दाखवलेल्या सिस्टिमसाठी हार्ड-वायर्ड रिले लेडर डायग्राम दाखवलेला आहे.

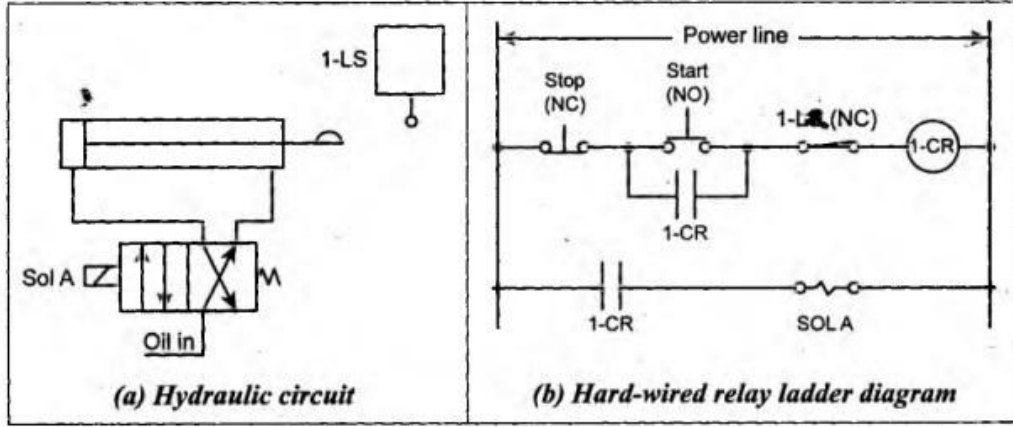


Fig. 4.13

### Circuit and Relay Ladder Diagram

**2. पी.एल.सी. (PLC) लेडर लॉजिक डायग्राम:** डायग्राम 4.14 मध्ये हार्ड-वायर्ड रिले लेडर डायग्रामच्या इक्विवॅलेंटसाठी पी.एल.सी. लेडर लॉजिक डायग्राम दाखवलेला आहे. दोन्ही डायग्राम्सचे लेआउट एकसारखे असल्याचे नोंद घेता येते. रिले लेडर डायग्रामचे दोन रन्स (rungs) पी.एल.सी. लेडर लॉजिक डायग्रामच्या दोन रन्समध्ये कन्व्हर्ट केले जातात. इनपुट मॉड्युल्स रिलेप्रमाणे वागतात, त्यामुळे मूळ स्विच कॉन्टॅक्ट्सऐवजी रिले कॉन्टॅक्ट्स वापरले जातात (ज्यांना 'X' हा प्रीफिक्स आणि त्यापुढे नंबर दिला जातो). आणि आउटपुट मॉड्युल्स रिले कॉइल्सच्या जागी वापरले जातात (ज्यांना 'Y' हा प्रीफिक्स आणि त्यापुढे नंबर दिला जातो)

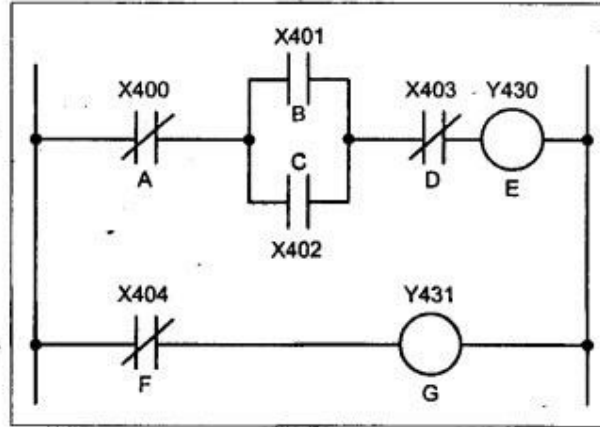


Fig. 4.14

### PLC Ladder Logic Diagram

#### 3. बुलिअन समीकरण:

आपणास माहिती आहे की PLC लॉजिक फंक्शन्सवर आधारित ऑपरेशन्स करते. लेडर डायग्राममधील प्रत्येक रन्ग (rung) एका बूलियन इक्वेशनने (Boolean equation) रिप्रेझेंट केला जाऊ शकतो. या उद्देशासाठी, प्रत्येक इलेक्ट्रिकल कॉम्पोनंटचे रिप्रेझेंटेशन करण्यासाठी कॅपिटल लेटर्स A, B, C इत्यादी वापरले जातात. आता प्रत्येक रन्गसाठी बूलियन इक्वेशन्स पुढीलप्रमाणे लिहिता येतात

$\bar{A} \cdot (B + C) \cdot \bar{D} = E$  हे समीकरण असे वाचले जाते: NOT A AND (B OR C) AND NOT D EQUALS E. आपल्याला माहिती आहे की OFF स्टेट '0' ने आणि ON स्टेट '1' ने रिप्रेझेंट केली जाते.

या इक्वेशनचा अर्थ असा की: E एन-जाईज होतो जेव्हा A NOT अँक्च्युएटेड असतो AND B किंवा C अँक्च्युएटेड असतो AND D NOT अँक्च्युएटेड असतो.

खालची रंग: F = G याचा अर्थ: G सक्रिय होते, जेव्हा F सक्रिय होते

### PLC वापरून पन्युमॅटिक सर्किटचे नियंत्रण

उदाहरण 1: एक डबल-अँक्टिंग पन्युमॅटिक सिलिंडर मशिनिंग ऑपरेशन करण्यासाठी वापरला आहे. सिलिंडर पुढे (Advance / A+) जाण्यासाठी एकाच वेळी दोन पुश बटणे दाबावी लागतात. जर यापैकी कोणतेही एक बटण सोडले, तर सिलिंडर परत मागे (Retract / A-) सुरुवातीच्या स्थितीत येतो.

सोल्यूशन:

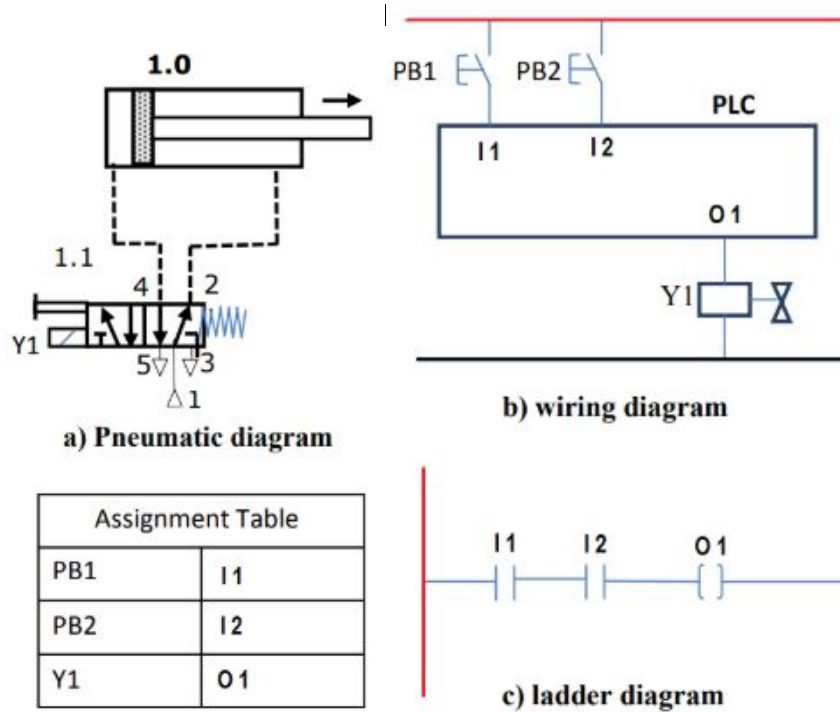


Fig. 4.15

### Pneumatic diagram and Ladder diagram

PLC वायरिंग डायग्राममध्ये दाखवल्याप्रमाणे PB1 आणि PB2 हे पुश बटणे I1 आणि I2 या मेमरी अँड्रेसला जोडलेले आहेत. लॅडर डायग्राममध्ये I1 आणि I2 हे सिरीजमध्ये जोडले आहेत, त्यामुळे AND लॉजिक तयार होते. जेव्हा PB1 आणि PB2 ही दोन्ही बटणे एकाच वेळी दाबली जातात, तेव्हा I1 आणि I2 हे 0 अवस्थेतून 1 अवस्थेत जातात. यामुळे कॉईलपर्यंत करंट (पॉवर) पोहोचतो आणि आउटपुट O1 सक्रिय होते. आउटपुट O1 सक्रिय झाल्यावर सोलिनॉइड कॉईल काम करते आणि सिलिंडर पुढे (एक्स्टेंड) होतो आणि आवश्यक ऑपरेशन करतो. जर PB1 किंवा PB2 यापैकी कोणतेही एक बटण सोडले (दाबलेले नाही), तर त्या बिटचे अँड्रेस पुन्हा 0 होतात. कारण I1 आणि I2 सिरीजमध्ये आहेत, त्यामुळे त्यापैकी एकही 0 असेल तर आउटपुट O1 मिळत नाही. आउटपुट O1 बंद झाल्यावर सोलिनॉइड बंद होतो आणि सिलिंडर परत मागे (रिट्रॅक्ट) येतो

उदाहरण 2: डबल अँक्टिंग सिलिंडर पुढे आणि मागे अशी दोन्ही हालचाल करण्यासाठी वापरला जातो.

सिलिंडरला पुढे पाठवण्यासाठी PB1 हा पुश बटण दाबला जातो. सिलिंडरला मागे आणण्यासाठी PB2 हा पुश बटण दाबला जातो. हा कार्यभाग करण्यासाठी पन्युमॅटिक सर्किट, PLC वायरिंग डायग्राम आणि लॅडर डायग्राम काढा.

सोल्यूशन:

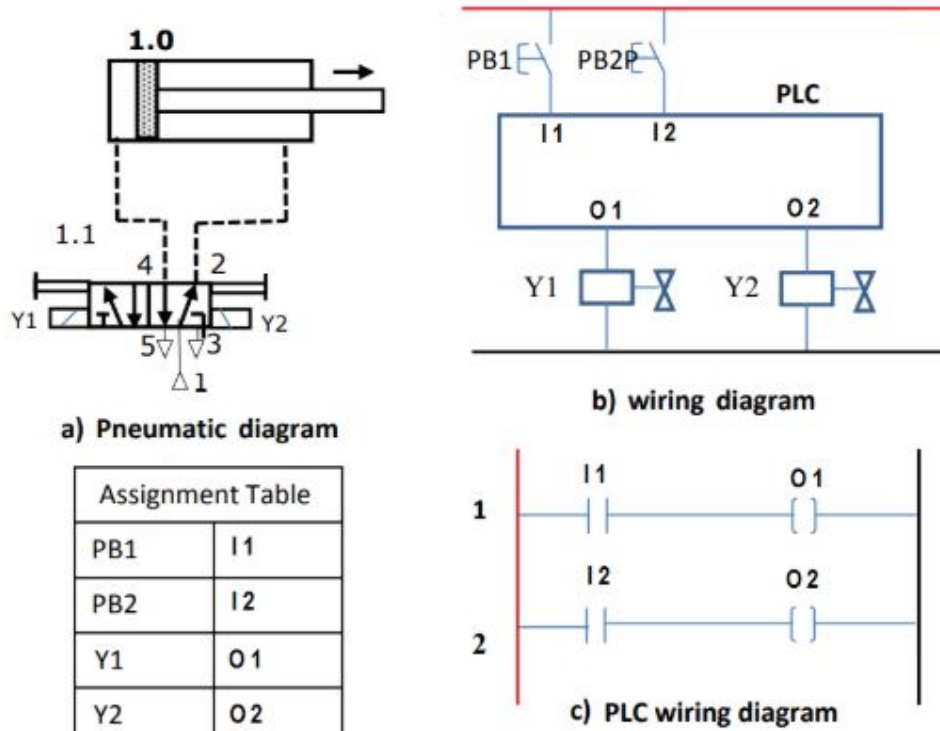


Fig. 4.16

#### Pneumatic diagram and Ladder diagram

वरील आकृतीमध्ये PLC वायरिंग डायग्राम आणि लॅडर डायग्राम दाखवले आहेत. जेव्हा पुश बटण PB1 दाबले जाते, तेव्हा I1 या अॅड्रेसची स्थिती 1 होते आणि त्यामुळे Q1 हा आउटपुट सक्रिय होतो. Q1 सक्रिय झाल्यावर सॉलिनॉइड Y1 चालू होते आणि सिलिंडर पुढे सरकतो. सिलिंडर पूर्ण पुढच्या टोकापर्यंत पोहोचल्यानंतर जेव्हा PB2 हे पुश बटण दाबले जाते, तेव्हा I2 या अॅड्रेसची स्थिती 1 होते आणि त्यामुळे Q2 हा आउटपुट सक्रिय होतो. Q2 सक्रिय होताच सॉलिनॉइड Y2 चालू होते आणि सिलिंडर परत सुरुवातीच्या स्थितीत येतो.

**Exercise:**

#### TLO 4.1 Describe with sketch construction and working of given type special actuators

1. Explain the construction and working of a telescopic cylinder with a neat sketch.
2. Describe the construction and working of a tandem cylinder.
3. Explain the working principle of a rod less cylinder (band-type or magnetic).
4. State any two advantages of a telescopic cylinder.
5. Tandem cylinder used in high-force applications, Justify.

#### TLO 4.2 Select appropriate type of special valves for given application

1. Define a shuttle valve.
2. State the function of a quick exhaust valve.
3. Explain AND logic valve with a neat sketch and example.
4. Explain the construction and working of a shuttle (OR) valve With neat diagram.
5. Explain the operation of a quick exhaust valve and state its advantages.

**TLO 4.3 Select appropriate accessories in hydraulic and pneumatic system**

1. State the purpose of a hydraulic accumulator.
2. Mention any two differences between pipes and hoses.
3. Explain the construction and function of hydraulic accumulators.
4. Classify seals used in hydraulic cylinders.
5. Explain the construction and applications of hoses.

**TLO 4.4 Illustrate the use of various components of Electro Pneumatic system**

1. State the use of a solenoid Operated Valve.
2. State any two advantages of electro-pneumatics.
3. Describe the function of relays and solenoids in electro-pneumatic circuits.
4. Explain the steps involved in designing an electro-pneumatic circuit.

**TLO 4.5 Develop ladder diagram for simple hydraulic and pneumatic circuits**

1. State the meaning of OR logic in ladder diagrams.
2. Develop ladder diagram for energizing solenoid using AND logic.
3. Explain the OR logic ladder diagram for dual control with neat Sketch.
4. Explain the forward and reversed sequence using limit switches.

## युनिट- 05

### हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक सर्किट्स (HYDRAULIC & PNEUMATIC CIRCUITS)

#### विषय निष्पत्ती (Course Outcome):

**CO5** - दिलेल्या ऍप्लिकेशनसाठी हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक सर्किट्स विकसित करणे. (Develop hydraulic and pneumatic circuits for given applications.)

#### घटक निष्पत्ती (Theory Learning Outcomes):

**TLO 5.1** दिलेल्या ऍप्लिकेशनसाठी डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्ह वापरून हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक सर्किट्स काढा. (Draw hydraulic and pneumatic circuits using direction control valve for given application.)

**TLO 5.2** दिलेल्या ऍप्लिकेशनसाठी प्रेशर कंट्रोल व्हॉल्व्ह वापरून हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक सर्किट्स काढा. (Draw hydraulic and pneumatic circuits using pressure control valve for given application)

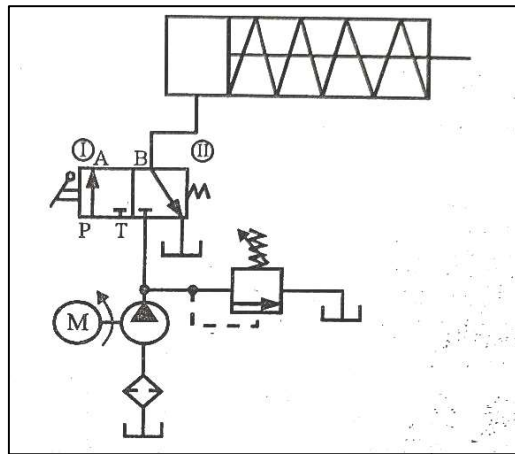
**TLO 5.3** दिलेल्या ऍप्लिकेशनसाठी फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह वापरून हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक सर्किट्स काढा. (Draw hydraulic and pneumatic circuits using flow control valve for given application)

**TLO 5.4** विशिष्ट ऍप्लिकेशनसाठी हायड्रॉलिक सर्किट विकसित करा. (Develop hydraulic circuit for specified applications)

**TLO 5.5** विशिष्ट ऍप्लिकेशनसाठी न्यूमॅटिक सर्किट विकसित करा. (Develop pneumatic circuit for specified applications)

**TLO 5.6** दिलेल्या हायड्रॉलिक आणि न्यूमॅटिक प्रणालींच्या देखभाल प्रक्रियेचे वर्णन करा. (Describe maintenance procedure of the given hydraulic and pneumatic system.)

**5.1.1 लिनिअर हायड्रॉलिक अॅक्च्युएटर्सची डायरेक्ट ट्रिगरिंग:** डायरेक्ट ट्रिगरिंगला डायरेक्ट अॅक्च्युएशन असेही म्हणतात. या पद्धतीमध्ये मुख्य डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्हला लीव्हर, पुशबटण, कॅम, मेकॅनिकल लिंकेज किंवा थेट सोलिनाॅइड यांसारख्या बाह्य शक्तीने डायरेक्ट चालवले जाते. या पद्धतीमध्ये स्पूल हलवण्यासाठी पायलट व्हॉल्व्हचा वापर केला जात नाही. डायरेक्ट कंट्रोल व्हॉल्व्हच्या स्पूलवर लागणारे ऑपरेटिंग बल डायरेक्ट स्पूलवरच लागू केले जाते.



**Fig. 5.1**

#### Direct triggering of linear hydraulic actuators

सदर सर्किटमध्ये ऑइल टाकीमधून फिल्टरमधून पंपाच्या इनलेटकडे प्रवाहित होते. पंप दाबयुक्त ऑइल D.C. व्हॉल्व्हकडे पाठवतो. D.C. व्हॉल्व्हच्या या स्थितीत P पोर्ट A पोर्टशी जोडलेला असतो आणि B पोर्ट बंद असतो. A पोर्ट S.A. सिलेंडरच्या इनलेटला जोडलेला असतो. D.C. व्हॉल्व्हमधून ऑइल पाईपलाइनद्वारे सिलेंडरमध्ये प्रवेश करते. सिलेंडरमध्ये आलेले ऑइल पिस्टनला फेस साइडकडून ढकलते. जेव्हा ऑइलचा प्रेशरस्प्रिंगच्या बलापेक्षा जास्त होतो, तेव्हा तो पिस्टनला सिलेंडरच्या उजव्या टोकाकडे ढकलतो. पिस्टन पूर्णपणे उजव्या टोकाला पोहोचल्यावर स्ट्रोक पूर्ण होतो, याला पिस्टनचे एक्स्टेंशन म्हणतात.

जेव्हा D.C. व्हॉल्व्हला लीव्हरने चालवून त्याच्या सामान्य स्थितीत आणले जाते, तेव्हा अॅक्च्युएटरचा A पोर्ट (जो आता आउटलेट म्हणून कार्य करतो) T पोर्टशी जोडला जातो आणि पंपाचा P पोर्ट बंद होतो. P पोर्टमधून पुरवठा बंद झाल्याने स्प्रिंग विस्तारतो आणि A आउटलेटमार्गे ऑइल रिझर्व्हायरच्या T पोर्टकडे ढकलतो. R पोर्टमधून तेल पूर्णपणे बाहेर पडल्यावर पिस्टन डाव्या टोकाला पोहोचतो. अशाप्रकारे पिस्टनचा रिट्रॅक्शन स्ट्रोक पूर्ण होतो.

### 5.1.2 लिनिअर हायड्रॉलिक अॅक्च्युएटर्सची अप्रत्यक्ष ट्रिगरिंग (पायलट व्हॉल्व्हसह)

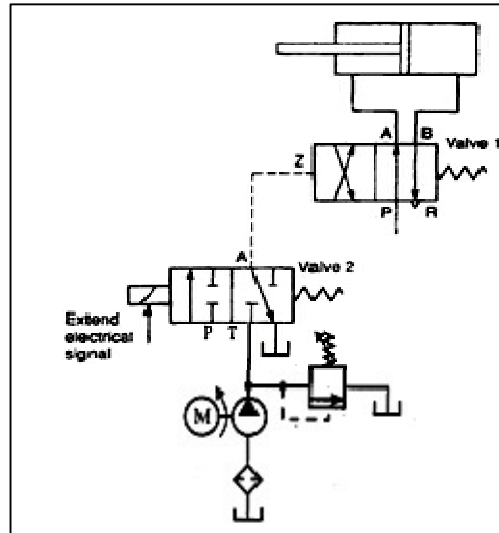


Fig. 5.2

#### Indirect triggering (with pilot valve) of linear hydraulic actuators

लिनिअर हायड्रॉलिक अॅक्च्युएटर्सची अप्रत्यक्ष ट्रिगरिंग ही पद्धत लहान पायलट व्हॉल्व्हचा वापर करून मोठ्या पायलट ऑपरेटेड डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्ह (DCV) च्या स्पूलचे शिफ्टिंग नियंत्रित करते. यामुळे उच्च दाबाच्या परिस्थितीतही सिलेंडरला स्मूथ आणि सुरक्षितपणे कार्य करणे शक्य होते. जेव्हा ऑपरेटर पायलट व्हॉल्व्ह चालवतो, तेव्हा कमी प्रवाहाचा पायलट सिग्नल मुख्य DCV च्या स्पूलच्या एका किंवा दुसऱ्या बाजूस पाठविला जातो, ज्यामुळे स्पूल शिफ्ट होऊन पंपाचा पूर्ण प्रवाह सिलेंडरच्या योग्य पोर्टकडे एक्स्टेंशन किंवा रिट्रॅक्शन साठी निर्देशित केला जातो. कारण पायलट व्हॉल्व्ह अतिशय कमी बल हाताळतो, त्यामुळे ऑपरेटरचे श्रम कमी होतात आणि मोठ्या अॅक्च्युएटर्सचे रिमोट, स्वयंचलित किंवा उच्च दाबावरील नियंत्रण सुलभ होते. ही पद्धत प्रणालीची विश्वासार्हता वाढवते, मुख्य व्हॉल्व्हवरील झीज कमी करते आणि ऍडव्हान्स हायड्रॉलिक प्रणालींमध्ये अचूक व कार्यक्षम गती नियंत्रणास मदत करते.

### 5.1.3 रोटरी हायड्रॉलिक अॅक्चुएटर्सची डायरेक्ट ट्रिगरिंग

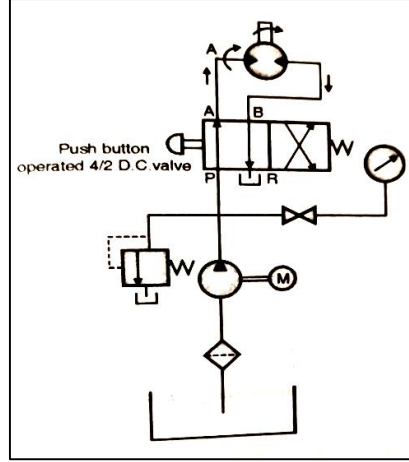


Fig. 5.3

#### Direct triggering of rotary hydraulic actuators

**एॅक्चुएटेड स्थिती:** या स्थितीत D.C. व्हॉल्व्हा P पोर्ट A पोर्टशी जोडलेला असतो, ज्यामुळे हायड्रो मोटरमध्ये ऑइल प्रवेश करते. मोटरमध्ये जाणारे ऑइल हायड्रो मोटरला घड्याळाच्या दिशेने (clockwise) फिरवते. वापरलेले आणि कमी दाबाचे ऑइल B पोर्टमार्गे R पोर्टकडे जात रिझर्वायरमध्ये परतते.

**नॉर्मल स्थिती:** D.C. व्हॉल्व्हाची स्थिती बदलण्यासाठी पुश बटण चालवले जाते. या स्थितीत P पोर्ट B पोर्टशी जोडला जातो, ज्यामुळे ऑइल हायड्रो मोटरच्या B इनलेटमधून प्रवेश करते. ऑइल मोटरला घड्याळाच्या उलट दिशेने (counter-clockwise) फिरवते. या स्थितीत A पोर्ट R पोर्टशी जोडलेला असतो ज्याद्वारे कमी दाबाचे ऑइल रिझर्वायरमध्ये परत जाते.

**5.1.4 रोटरी हायड्रॉलिक अॅक्चुएटर्सची अप्रत्यक्ष ट्रिगरिंग (पायलट व्हॉल्व्हसह):** रोटरी हायड्रॉलिक अॅक्चुएटर्सची अप्रत्यक्ष ट्रिगरिंग म्हणजे लहान पायलट व्हॉल्व्हा वापर करून मोठ्या मुख्य डायरेक्शनल व्हॉल्व्हाचे नियंत्रण करणे. हा मुख्य व्हॉल्व्ह थेट अॅक्चुएटरला चालवतो, त्यामुळे मुख्य व्हॉल्व्हला थेट ऑपरेट करण्याची आवश्यकता राहत नाही. या पद्धतीमुळे उच्च प्रवाह असलेल्या रोटरी अॅक्चुएटर्सचे रिमोट, कमी श्रमाचे आणि अधिक सुरक्षित नियंत्रण करणे शक्य होते आणि मुख्य पॉवर लाईन्स लहान ठेवता येतात.

**न्यूट्रल / होल्ड स्थिती:** मुख्य DCV मध्य स्थितीत असतो, ज्यामुळे प्रवाह बंद होतो; रोटरी अॅक्चुएटर लॉक स्थितीत राहतो.

**एका दिशेने फिरवा:** पायलट व्हॉल्व्ह मुख्य DCV च्या एका पायलट पोर्टमध्ये प्रेशरपाठवतो, ज्यामुळे स्पूल शिफ्ट होतो. पंपाचा प्रवाह अॅक्चुएटरच्या A पोर्टकडे जातो आणि B पोर्ट टॅकशी जोडला जातो. त्यामुळे अॅक्चुएटर एका दिशेने फिरतो.

**उलट दिशेने फिरवा:** पायलट व्हॉल्व्ह विरुद्ध पायलट पोर्टमध्ये प्रेशरपाठवण्यासाठी स्विच केला जातो. त्यामुळे प्रवाह उलट होतो (पंप → B पोर्ट, A पोर्ट → टॅक), आणि अॅक्चुएटरची रोटरी दिशा देखील उलटते.

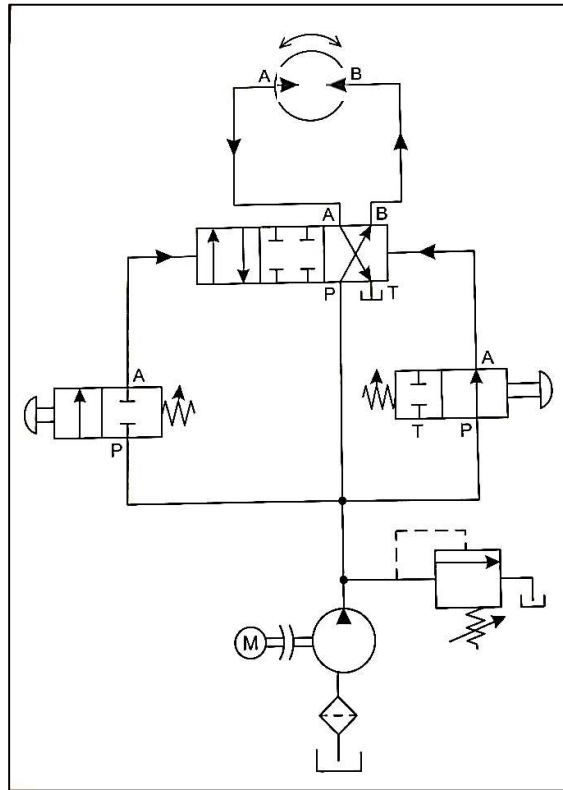


Fig. 5.4

Indirect triggering (with pilot valve) of rotary hydraulic actuators

5.1.5 लिनिअर न्यूमॅटिक अॅक्च्युएटर्सची डायरेक्ट ट्रिगरिंग

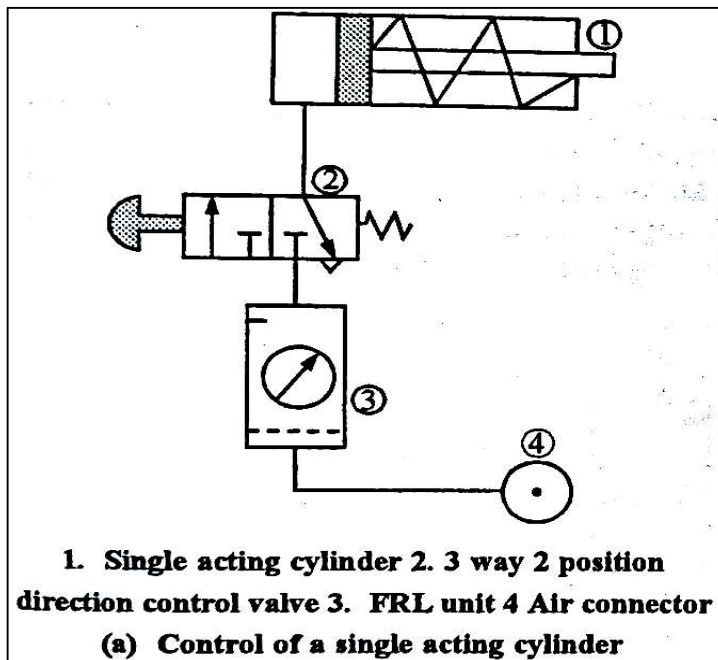


Fig. 5.5

Direct triggering of linear Pneumatic actuators

लिनिअर न्यूमॅटिक अॅक्च्युएटरची डायरेक्ट ट्रिगरिंग तेव्हा घडते, जेव्हा ऑपरेटर मुख्य डायरेक्शनल कंट्रोल व्हॉल्व्ह (DCV) डायरेक्ट चालवतो, जो कोणताही पायलट किंवा सहाय्यक नियंत्रण न वापरता कॉम्प्रेसज्ड हवा सिलेंडरकडे पाठवतो. या पद्धतीमध्ये हँडल, पुश बटण, लीव्हर किंवा मेकॅनिकल कॅम मुख्य व्हॉल्व्हचा स्पूल ऍक्चुअली हलवतात, ज्यामुळे लगेचच पिस्टनच्या एक्स्टेंशन किंवा रिट्रॅक्शनसाठी सिलेंडरच्या दोन्ही बाजूंपैकी एका बाजूस हवा पाठवली जाते.

DCV आकाराने लहान, हलका आणि सामान्य न्यूमॅटिक दाबावर चालवण्यासाठी सोपा असल्यामुळे पायलट सहाय्याची गरज नसते. त्यामुळे ही पद्धत सोपी, जलद आणि किफायतशीर ठरते, आणि क्लॉम्पिंग, सॉर्टिंग, पॅकेजिंग यांसारख्या कमी बल आणि जास्त गती आवश्यक असलेल्या ऍप्लिकेशनसाठी तसेच बेसिक ऑटोमेशन कार्यासाठी अत्यंत उपयुक्त असते.

### 5.1.6 लिनिअर न्यूमॅटिक अॅक्च्युएटर्सची अप्रत्यक्ष ट्रिगरिंग (पायलट व्हॉल्व्हसह)

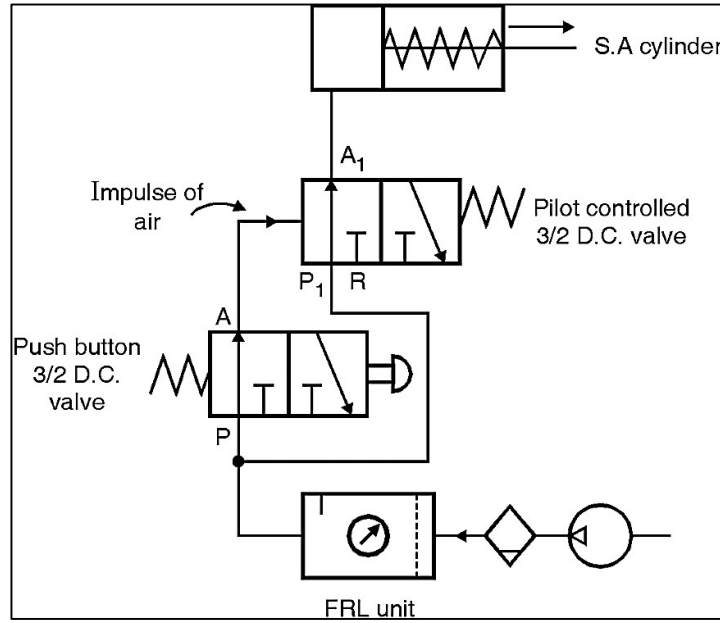


Fig 5.6

#### Indirect triggering (with pilot valve) of linear Pneumatic actuators

Fig 5.6 मध्ये पायलट नियंत्रित 3/2 D.C. व्हॉल्व्ह असलेले सर्किट दर्शविले आहे. FRL युनिटमधून येणारी हवा पुश-बटण चालविलेल्या 3/2 D.C. व्हॉल्व्हमध्ये प्रवेश करते. या व्हॉल्व्हमध्ये P पोर्ट आणि A पोर्ट परस्पर जोडलेले असल्यामुळे कॉम्प्रेसज्ड हवा A पोर्टमधून बाहेर येते. या A पोर्टमधून मिळणारी हवा पायलट नियंत्रित 3/2 D.C. व्हॉल्व्हच्या पायलट लाइनकडे नेली जाते.

कॉम्प्रेसज्ड हवा पायलट D.C. व्हॉल्व्हवर इम्पल्स तयार करून त्याला त्याची ऑपरेटिंग स्थिती मिळवून देते. या स्थितीत P1 पोर्ट आणि A1 पोर्ट एकमेकांशी जोडलेले असतात, ज्याद्वारे FRL नंतरची कॉम्प्रेसज्ड हवा पुरवली जाते. हवेचा प्रवाह सिंगल अॅक्टिंग सिलेंडरमध्ये प्रवेश करतो आणि पिस्टनला पुढील दिशेने ढकलतो.

### 5.1.7 रोटरी न्यूमॅटिक अँक्च्युएटर्सची डायरेक्ट ट्रिगरिंग

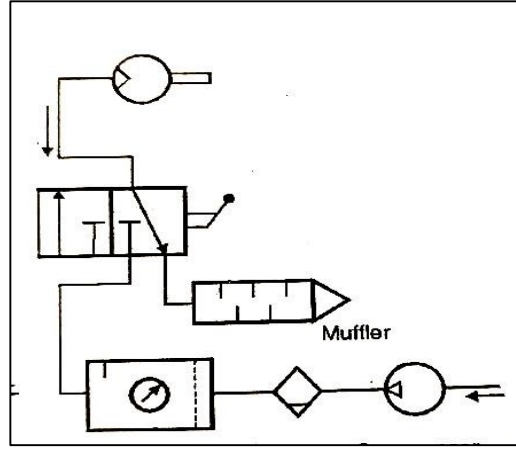


Fig 5.7

#### Direct triggering of rotary Pneumatic actuators

या स्थितीत FRL युनिटमधून येणारी कॉम्प्रेसज्ड हवा D.C. व्हॉल्व्हमध्ये प्रवेश करते. D.C. व्हॉल्व्ह P पोर्टला A पोर्टशी जोडतो, ज्यामुळे कॉम्प्रेसज्ड हवा एअर मोटरमध्ये प्रवेश करते. यामुळे मोटर घड्याळाच्या दिशेने फिरते. जेव्हा D.C. व्हॉल्व्ह सामान्य स्थितीसाठी (Normal Position) चालवला जातो, तेव्हा P पोर्ट बंद होतो आणि हवेचा पुरवठा थांबतो. त्यामुळे मोटरची कोणतीही हालचाल होत नाही.

### 5.1.8 रोटरी न्यूमॅटिक अँक्च्युएटर्सची अप्रत्यक्ष ट्रिगरिंग (पायलट व्हॉल्व्हसह)

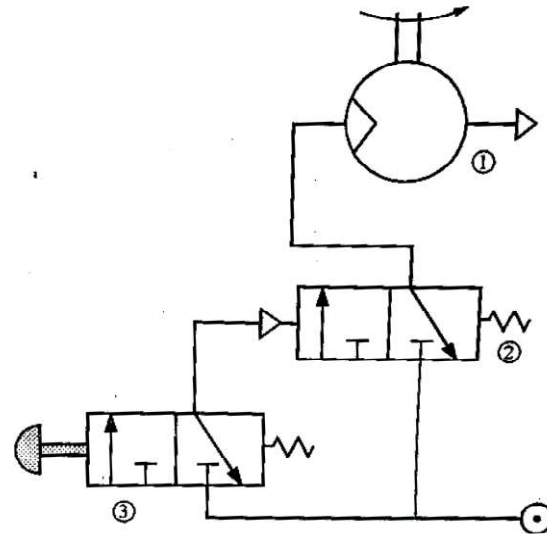
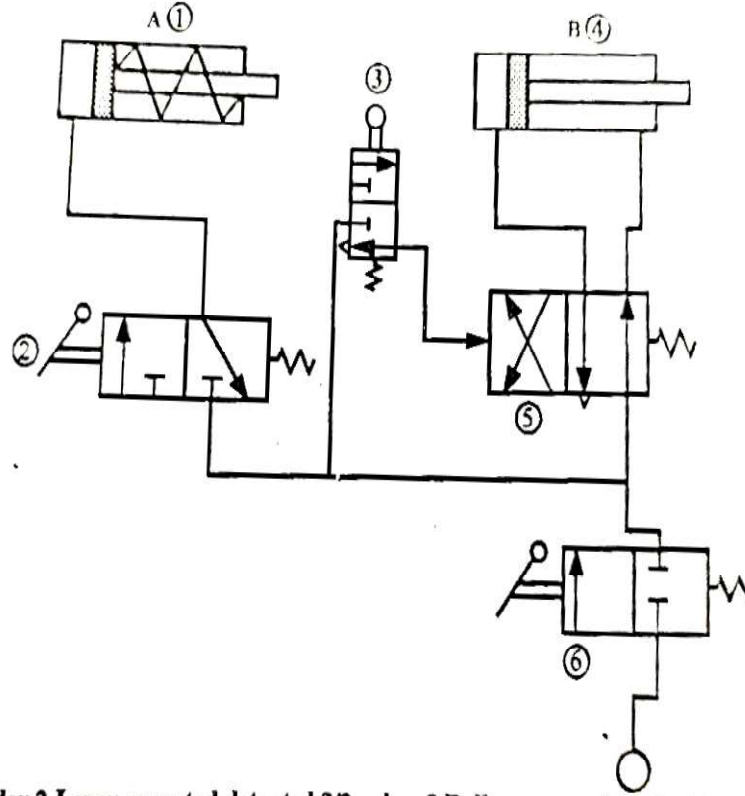


Fig 5.8

#### Indirect triggering (with pilot valve) of rotary Pneumatic actuators

हे सर्किट सिंगल अँक्टिंग सिलेंडरच्या पायलट नियंत्रणासारखेच आहे, फक्त अँक्च्युएटरमध्ये बदल आहे. S.A. सिलेंडरच्या जागी युनिडायेरेक्शनल (एकदिशात्मक) मोटर वापरली जाते. ही मोटर पायलट नियंत्रित 3/2 D.C. व्हॉल्व्हच्या साहाय्याने रोटरी (rotary) गती निर्माण करते.

### 5.2.1 सिंगल आणि डबल सीक्वेन्स सर्किट



1 - S.A. cylinder 2 Lever operated detented 3/2 valve 3 Roller operated 3/2 DCV 4 - D.A. cylinder  
5 Pilot operated spring return 4/4 DCV 6 Lever operated 2/2 DCV

Fig 5.9

#### Single and double sequence circuit

##### ऑपरेशन 1:

**S.A. सिलेंडरची हलचाल रोलर ऑपरेटेड व्हॉल्व्हपर्यंत:** FRL युनिटमधील कॉम्प्रेसज्ड हवा प्रथम 2/2 D.C. व्हॉल्व्हमध्ये आणि नंतर लीव्हर ऑपरेटेड 3/2 D.C. व्हॉल्व्हमध्ये प्रवेश करते. A1 इनलेटमार्गे मिळालेली हवा S.A. सिलेंडरचा पिस्टन पुढे ढकलते आणि पिस्टन रोलर ऑपरेटेड व्हॉल्व्हकडे सरकतो. पिस्टन हलत असताना त्याचा रॉड एंड 3/2 D.C. व्हॉल्व्हच्या रोलरला स्पर्श करतो आणि यामुळे ऑपरेशन क्रमांक 1 पूर्ण होते.

##### ऑपरेशन 2:

**D.A. सिलेंडरची पुढील (Forward) दिशा हलचाल:** S.A. सिलेंडरचा रॉड एंड 3/2 D.C. व्हॉल्व्हचा रोलर दाबतो आणि व्हॉल्व्ह उघडतो, ज्यामुळे FRL युनिटमधील हवेचा पुरवठा पुढे जोडला जातो. रोलर ऑपरेटेड 3/2 D.C. व्हॉल्व्हमधून हवा पायलट लाईनमध्ये जाते आणि पायलट ऑपरेटेड 4/2 D.C. व्हॉल्व्ह कार्यरत करते. 2/2 D.C. व्हॉल्व्हमधून येणारी हवा D.A. सिलेंडरच्या A इनलेटमार्गे प्रवेश करते आणि पिस्टन रॉडला पुढील दिशेला ढकलते. B पोर्ट R पोर्टशी जोडलेला असल्यामुळे कमी दाबाची हवा वातावरणात एक्झॉस्ट होते. अशा प्रकारे ऑपरेशन क्रमांक 2 पूर्ण होते.

**5.2.2 टू पंप अनलोडिंग सर्किट:** या सर्किटमध्ये लो प्रेशर (LP) आणि हाय प्रेशर (HP) असे दोन पंप दिलेले असतात, जसे Fig 5.10 मध्ये दाखविले आहे. पंचला जलद हालचाल (rapid movement) आवश्यक असताना LP आणि HP दोन्ही पंप एकत्रितपणे ऑइल पुरवतात, ज्यामुळे पिस्टनचा रिट्रॅक्शन स्ट्रोक अँडव्हान्स कटिंग

स्ट्रोकच्या तुलनेत अधिक वेगाने होतो. पंच जेव्हा वर्कपीसकडे हालचाल करण्यास सुरुवात करतो, तेव्हा सुरुवातीला मंद गतीची आवश्यकता असते. या टप्प्यावर HP पंपाचा प्रवाह अनलोडिंग व्हॉल्व्हमार्गे वळविला जातो आणि फक्त LP पंप अॅक्च्युएटरला ऑइल पुरवतो. पंच वर्कपीसजवळ पोहोचल्यावर प्रेस ऑपरेशनसाठी जास्त बलाची आवश्यकता असते; त्यामुळे HP पंपाचा पुरवठा पुन्हा सुरू केला जातो आणि LP सोबत एकत्रित केला जातो, ज्यामुळे उच्च प्रेशरनिर्मिती होऊन प्रेस ऑपरेशन प्रभावीपणे पार पडते.

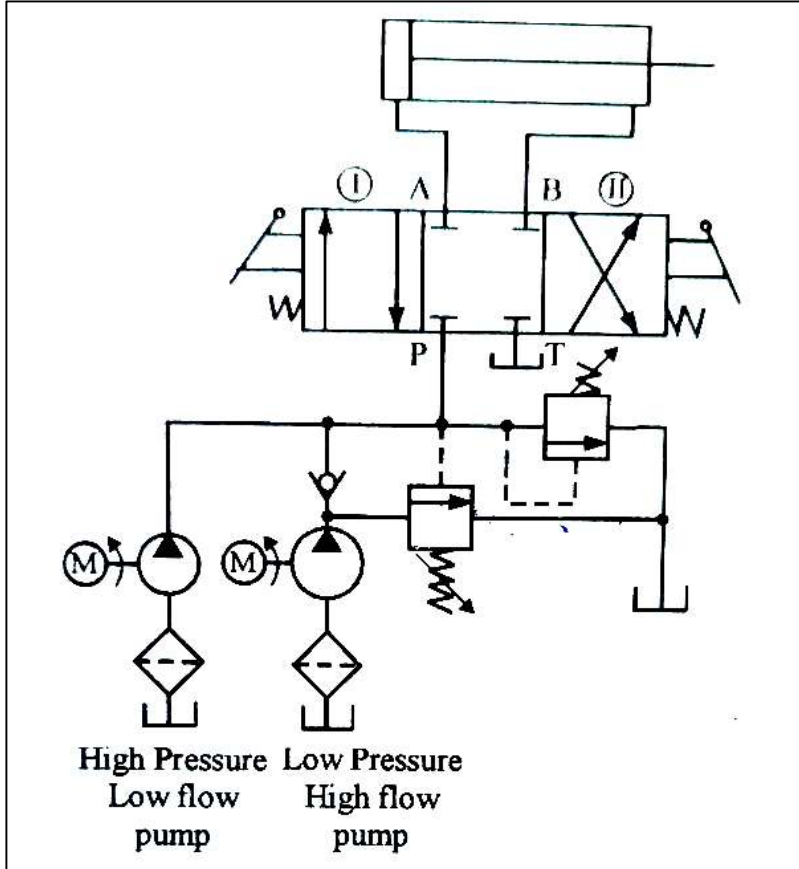


Fig 5.10

### Two pump unloading circuit

#### 5.2.3 काउंटरबॅलन्स सर्किट

**लोड उचलणे:** D.C. व्हॉल्व्हच्या पहिल्या स्थितीत सिलेंडरच्या खालच्या इनलेटमधून तेल प्रवेश करते आणि फिगर 5.11 मध्ये दर्शवल्याप्रमाणे लोड वरच्या दिशेने उचलते. चेक व्हॉल्व्हमार्गे ऑइल मोकळेपणाने प्रवाहित होते आणि सिलेंडरमधील वरच्या पोर्टमधून R पोर्टकडे परत जाते.

**लोड खाली उतरणे:** जर काउंटरबॅलन्स व्हॉल्व्ह उपलब्ध नसेल, तर लोडचे जड वजन आणि पिस्टनच्या गतीमुळे ऑइल वेगाने प्रवाहित होईल, ज्यामुळे पिस्टन ओव्हर-रन होऊ शकतो आणि सिलेंडरच्या एंड कव्हरला नुकसान होऊ शकते.

पुढील स्थितीत, D.C. व्हॉल्व्ह सिलेंडरच्या वरच्या इनलेटमधून तेल प्रवेश करू देतो, ज्यामुळे लोड खालीच्या दिशेने उतरण्यास सुरुवात होते, रिटर्न लाईनमधील ऑइल पिस्टनच्या बाजूस काउंटरबॅलन्स प्रेशरपुरवते. पिस्टनखालील प्रेशरपूर्व-निश्चित काउंटरबॅलन्स व्हॉल्व्हच्या सेट व्हॅल्यूला पोहोचल्यावर, काउंटरबॅलन्स व्हॉल्व्ह उघडतो आणि सिलेंडरच्या रिट्रॅक्शन स्ट्रोकसाठी ऑइलला प्रवाहित होऊ देतो.

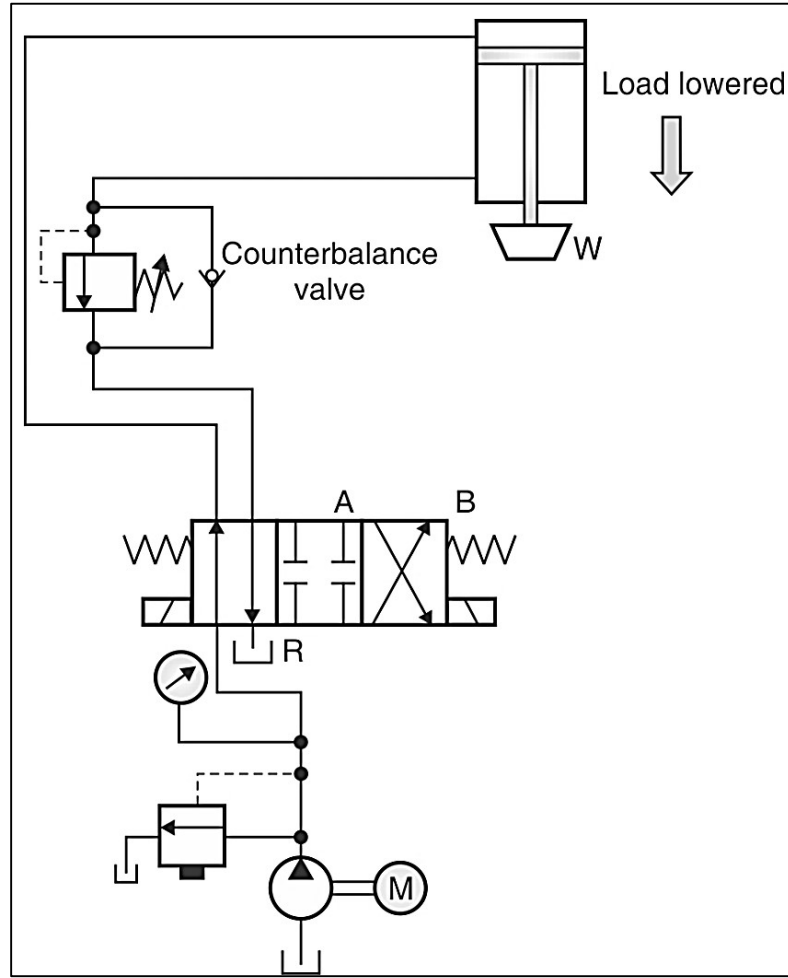


Fig 5.11  
Counterbalance circuit

#### 5.2.4 सिस्टमच्या विशिष्ट भागामध्ये कमी दाबासाठी सर्किट:

प्रेसर-रिड्यूसिंग व्हॉल्व्ह आपल्या सेट केलेल्या मूल्यापेक्षा डाऊनस्ट्रीम बाजूवरील प्रेशरवाढ देत नाही. समजा वर्कपीस दोन क्लॅम्पद्वारे पकडायचा आहे. दुसरा क्लॅम्प अशा ठिकाणी ठेवलेला आहे की अतिदाबामुळे वर्कपीसचे नुकसान होऊ शकते. अशा परिस्थितीत क्लॅम्पिंग प्रेशरमर्यादित करण्यासाठी प्रेशर-रिड्यूसिंग व्हॉल्व्हचा वापर केला जातो, जसे फिगर 5.12 मध्ये दाखवले आहे. समजा Fig 5.12 मधील व्हॉल्व्ह 500 psi वर सेट केलेला आहे. जर व्हॉल्व्हच्या आउटलेटवरील प्रेशर 500 psi पेक्षा जास्त झाला, तर प्रेशर-रिड्यूसिंग व्हॉल्व्ह अंशतः बंद होतो आणि एक लहान ओरिफिस तयार करतो. या ओरिफिसमधील प्रेशर ड्रॉपमुळे डाऊनस्ट्रीम प्रेशर 500 psi पर्यंत कमी होते.

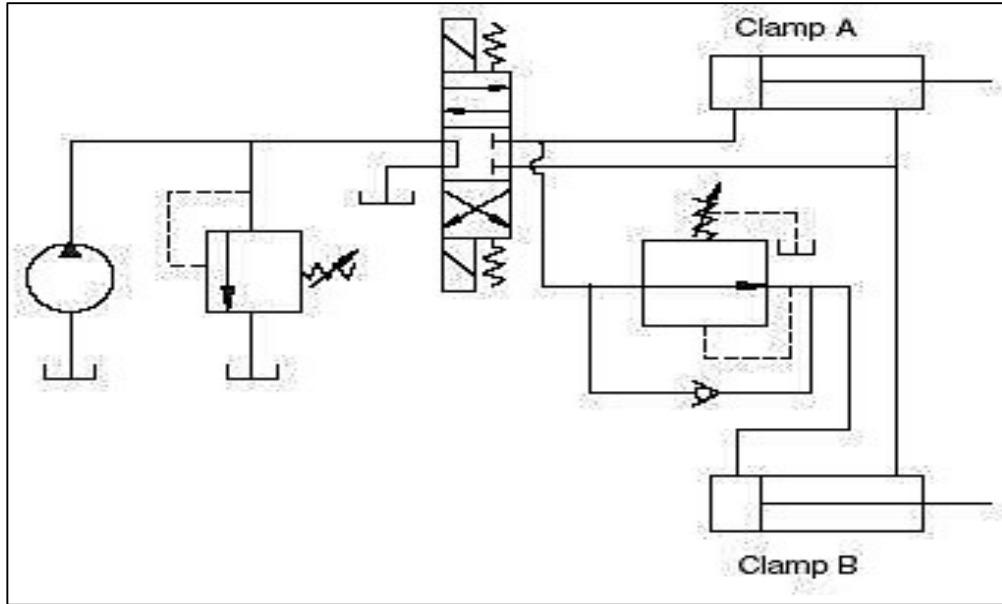


Fig 5.12

Circuit for reduced pressure in part of the system.

5.3.1 हायड्रॉलिक अॅक्च्युएटर्ससाठी मीटर-इन सर्किट्स

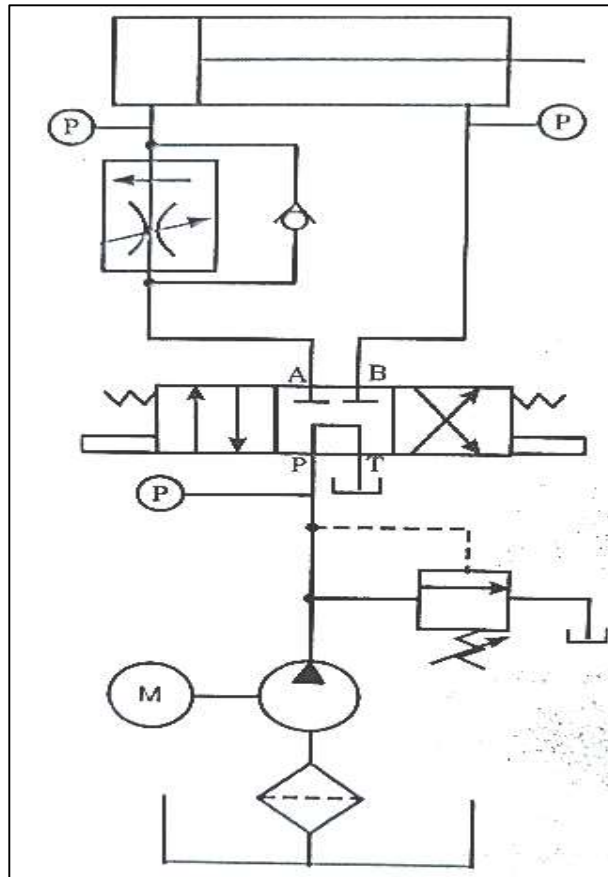


Fig 5.13

Meter in circuits for hydraulic actuators

मीटर-इन सर्किट ही अशी पद्धत आहे ज्यामध्ये फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह हायड्रॉलिक सर्किटमध्ये अशा प्रकारे बसविला जातो की अॅक्च्युएटरकडे जाणाऱ्या द्रवाच्या प्रवाहावर निर्बंध (restriction) येतो. जर फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह बसवलेला नसता, तर अॅक्च्युएटर जो या प्रकरणात सिलेंडर आहे त्याचे एक्स्टेंशन आणि रिट्रॅक्शन पूर्णपणे अनियंत्रित वेगाने झाले असते. फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हची उपस्थिती सिलेंडरमध्ये जाणाऱ्या द्रवाच्या प्रवाहावर नियंत्रण ठेवते आणि त्यामुळे सिलेंडरच्या एक्स्टेंशनचा वेग कमी होतो.

जेव्हा प्रवाहाची दिशा उलटते, तेव्हा चेक व्हॉल्व्ह सुनिश्चित करतो की परत जाणारा प्रवाह फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हला बायपास करतो. सिलेंडरमध्ये जाणारा इनलेट फ्लो फ्लो-कंट्रोल व्हॉल्व्हद्वारे नियंत्रित होतो. परंतु रिटर्न स्ट्रोकदरम्यान, ऑइल नीडल व्हॉल्व्हला बायपास करून चेक व्हॉल्व्हमधून प्रवाहित होतो, त्यामुळे रिटर्न स्पीड नियंत्रित राहत नाही. याचा अर्थ असा की सिलेंडरचा एक्स्टेंशन स्पीड नियंत्रित केला जातो, तर रिट्रॅक्शन स्पीड नियंत्रित केला जात नाही.

### 5.3.2 हायड्रॉलिक अॅक्च्युएटर्ससाठी मीटर-आउट सर्किट्स

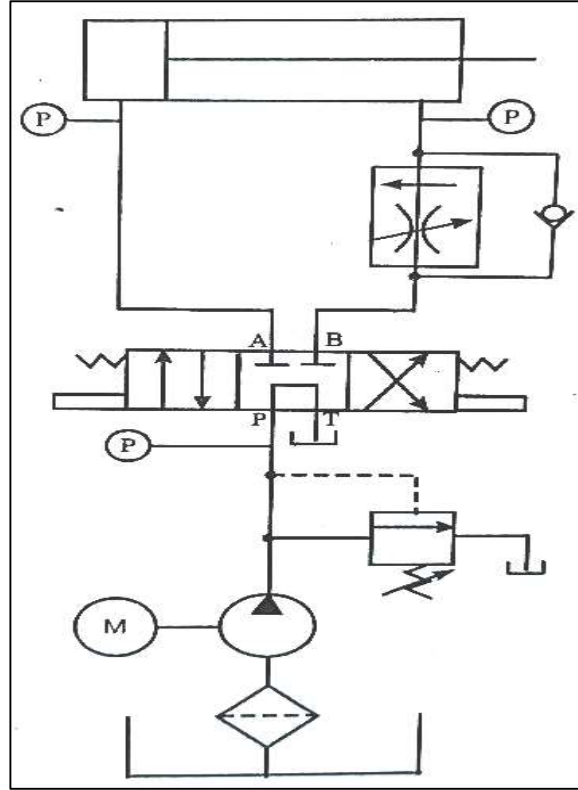


Fig 5.14

#### Meter out circuits for hydraulic actuators.

फिगरमध्ये मीटर-आउट स्पीड कंट्रोल सर्किट दाखविले आहे. या सर्किटमध्ये फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह डायरेक्शन कंट्रोल (D.C.) व्हॉल्व्ह आणि सिलेंडरच्या रॉड एंड यांच्या दरम्यान बसविला जातो. या व्हॉल्व्हची अशी बसवणी सुनिश्चित करते की सिलेंडरमधून बाहेर येणारा हायड्रॉलिक ऑइल नियंत्रित (metered) केला जातो. जेव्हा D.C. व्हॉल्व्ह उजव्या स्थितीत हलविला जातो, तेव्हा पंपामधून येणारे ऑइल सिलेंडरच्या ब्लाइंड एंडकडे पाठविला जातो. रॉड एंडमधून परत येणारे (exhaust) ऑइल रिझर्व्हायरमध्ये पोहोचण्यापूर्वी फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हमधून जबरदस्तीने प्रवाहित होतो. रॉड एंड बाजूवर या नियंत्रित प्रतिबंधामुळे पिस्टनची हालचाल नियंत्रीत होते. परिणामी, पिस्टनचा एक्स्टेंशन स्ट्रोक स्लो आणि स्मूथपणे होतो.

### 5.3.3 हायड्रॉलिक अँक्च्युएटर्ससाठी ब्लीड-ऑफ सर्किट्स.

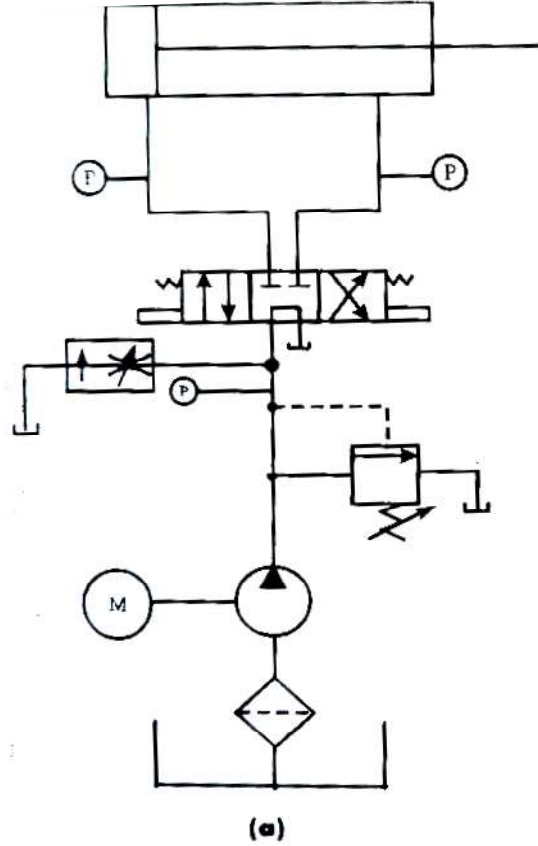


Fig 5.15

#### Bleed off circuits for hydraulic actuators.

ब्लीड-ऑफ कंट्रोल सर्किटमध्ये पंप आणि अँक्च्युएटर यांच्या मधे फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह बसवून अँक्च्युएटरची कार्यगती नियंत्रित केली जाते. या पद्धतीमध्ये फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह टँकमध्ये परत सोडल्या जाणाऱ्या प्रवाहाचे बायपास आणि ऍडजस्टमेंट अलाऊड करतो. पंपाचा डिस्चार्ज प्रेशर अँक्च्युएटरच्या ऑपरेटिंग प्रेशरइतका होतो, ज्यामुळे सर्किटची कार्यक्षमता चांगली राहते. या साठी लहान फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह पुरेसा असतो. तथापि, फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हद्वारे टँकमध्ये सोडला जाणारा प्रवाह जरी स्थिर राहिला तरी, पंपाच्या डिस्चार्ज रेटमध्ये बदल झाल्यावर अँक्च्युएटरची गती बदलते. अँक्च्युएटरला ओढून (pull-type load) लोड लागू झाल्यास, मीटर-इन कंट्रोलमध्ये जसे अचूक स्पीड कंट्रोल मिळते तसे येथे शक्य होत नाही. अनेक अँक्च्युएटर्सना स्वतंत्रपणे नियंत्रित करणे या सर्किटमध्ये शक्य नसते. हे सर्किट अशा उपकरणांमध्ये वापरले जाते जिथे लोड एकसमान असतो आणि गतीतील थोडेफार बदल स्वीकार्य असतात.

### 5.3.4 न्यूमॅटिक अँक्च्युएटर्ससाठी मीटर-इन सर्किट्स

मीटर-इन न्यूमॅटिक सर्किटमध्ये, चेक व्हॉल्व्हसह फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह (FCV) हा DCV आणि अँक्च्युएटर यांच्या मधे बसविला जातो. अँक्च्युएटरच्या एक्स्टेंशन स्ट्रोकदरम्यान गती नियंत्रणासाठी, फिगरमध्ये दाखविल्याप्रमाणे FCV आणि चेक व्हॉल्व्ह पिस्टन साइडवर बसविले जातात. मीटर-इन सर्किटमध्ये कॉम्प्रेसज्ड हवा नियंत्रित दराने अँक्च्युएटरमध्ये प्रवेश करते. मीटर-इन फ्लो कंट्रोल सर्किटचा न्यूमॅटिक डायग्राम फिगरमध्ये दाखवला आहे. या सर्किटमध्ये कॉम्प्रेसज्ड हवा सिलेंडरमध्ये ज्या दराने प्रवेश करते तो दर फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हद्वारे नियंत्रित केला जातो. FCV सिलेंडरच्या इनलेटवर बसविला जातो. कॅप एंड पोर्ट "C" हा एक्स्टेंशनसाठी इनलेट असतो आणि रॉड एंड पोर्ट "R" हा रिट्रॅक्शनसाठी इनलेट असतो.

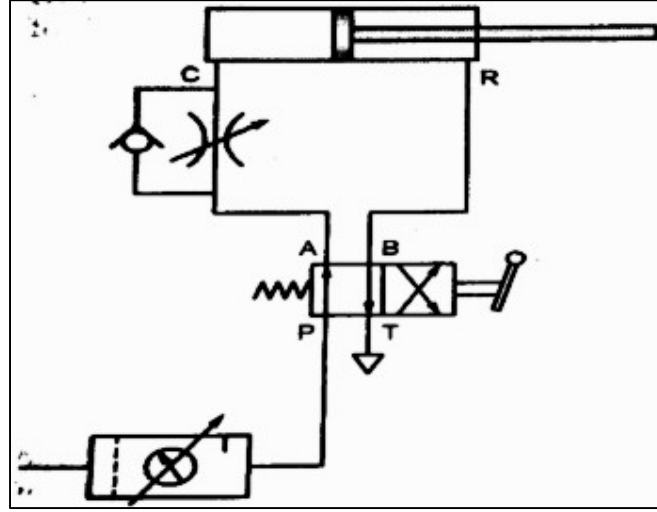


Fig 5.15

Meter in circuits for pneumatic actuators.

### 5.3.5 न्यूमॅटिक अॅक्चुएटर्ससाठी मीटर-आउट सर्किट्स

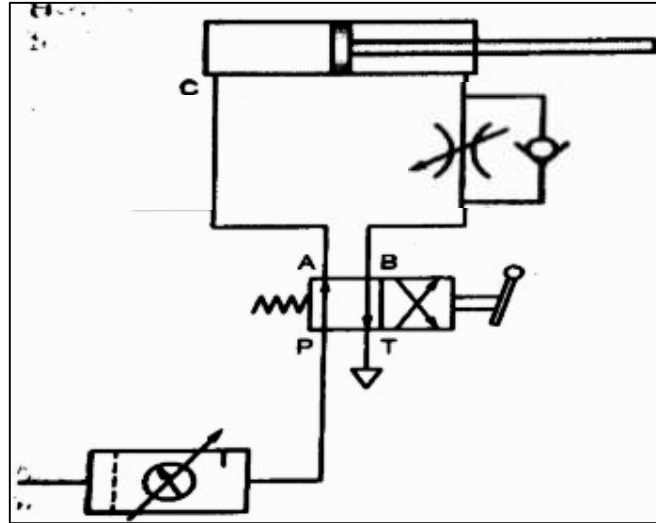


Fig 5.16

Meter out circuits for pneumatic actuators.

मीटर-आउट सर्किटमध्ये, सिलेंडरमधून बाहेर जाणाऱ्या एक्झॉस्ट हवेवर निर्बंध (restriction) आणून अॅक्चुएटरची गती नियंत्रित केली जाते. या निर्बंधामुळे बॅकप्रेसर तयार होते, ज्यामुळे पिस्टनची हालचाल स्मूथ आणि स्थिर होते विशेषतः ओव्हररनिंग लोड्ससाठी उपयुक्त. या सर्किटमध्ये चेक व्हॉल्व्हसह फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह रिटर्न लाईनमध्ये बसविला जातो. चेक व्हॉल्व्ह एका दिशेने मोकळा प्रवाह होऊ देतो, परंतु एक्झॉस्ट बाजूस येणारी हवा थॉटल केली जाते. यामुळे सिलेंडर जलद किंवा अनियंत्रित गतीने हलू नये आणि गती सातत्यपूर्ण राहावी, याची खात्री होते. हे सर्किट लोडच्या बदलत्या परिस्थितीत अधिक स्थिर गती नियंत्रण देते आणि ओव्हररनिंग लोड असलेल्या सिलेंडरांसाठी तसेच उभ्या दिशेच्या नियंत्रणासाठी (vertical control) अधिक योग्य ठरते. बदलते लोड किंवा ओव्हररनिंगचा धोका असलेल्या ऍप्लिकेशनसाठी स्थिर व नियंत्रित हालचाल मिळवण्यासाठी मीटर-आउट सर्किट हा सर्वोत्तम पर्याय आहे.

### 5.3.6 न्यूमॅटिक अँक्च्युएटर्ससाठी ब्लीड-ऑफ सर्किट्स

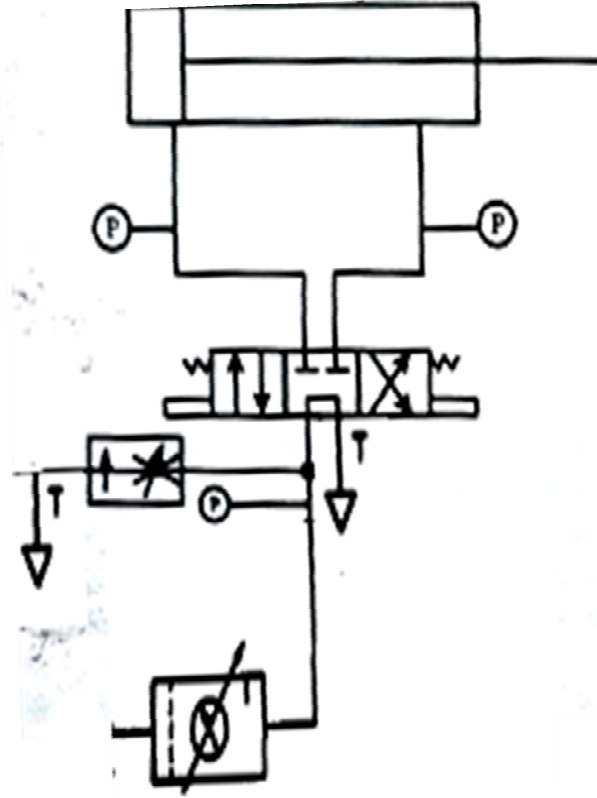


Fig 5.17

#### Bleed off circuits for pneumatic actuators.

न्यूमॅटिक ब्लीड-ऑफ सर्किटमध्ये अँक्च्युएटरची गती नियंत्रित करण्यासाठी अतिरिक्त कॉम्प्रेसज्ड हवा ऍडजस्टेबल फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हमार्गे वातावरणात (atmosphere) परत वळवली जाते. यामुळे सिलेंडरकडे जाणाऱ्या हवेचे प्रमाण कमी होते आणि अँक्च्युएटरची हालचाल मंदगतीने होते. ही पद्धत ऊर्जा कार्यक्षम असली तरी इतर पद्धतींच्या तुलनेत गती नियंत्रणाची अचूकता थोडी कमी असते. त्यामुळे लोड सातत्यपूर्ण असलेल्या आणि रिटर्न स्पीड अत्यावश्यक नसलेल्या ऍप्लिकेशनमध्ये हे सर्किट अधिक योग्य ठरते.

या सर्किटचे मुख्य घटक म्हणजे:

1. डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्ह
2. फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह
3. अँक्च्युएटर

फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह सिलेंडर लाईनमधून वातावरणात हवा बायपास करतो, ज्यामुळे एक्सटेंशन किंवा रिट्रॅक्शन स्ट्रोकदरम्यान गतीचे नियंत्रण ठेवता येते.

#### 5.4.1 लॉजिक OR सर्किट

फिगर 5.18 मधील सिंगल अँक्टिंग सिलेंडर दोन भिन्न सर्किट्सद्वारे चालवला जाऊ शकतो. उदाहरणार्थ, मॅन्युअल ऑपरेशन किंवा ऑटोमॅटिक सर्किट सिग्नलद्वारे ऑपरेशन. म्हणजेच, कोणताही एक कंट्रोल व्हॉल्व्ह कार्यरत झाला (OR स्थिती), तरीही सिलेंडर कार्य करतो. त्यामुळे फिगर 5.18 मधील सर्किटमध्ये OR फंक्शन अस्तित्वात आहे. परंतु, जर दोन 3/2 डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्हचे आउटलेट्स ट्रायोडच्या एका पोर्टशी जोडले, तर पहिल्या कंट्रोल व्हॉल्व्हमधील हवेचा प्रवाह दुसऱ्या कंट्रोल व्हॉल्व्हच्या एक्झॉस्टमधून बाहेर

जाईल, आणि अशा परिस्थितीत सिलेंडर कार्य करणार नाही. ही समस्या शटल व्हॉल्व्ह ट्रायोडच्या पोर्टला जोडून सोडवली जाऊ शकते. शटल व्हॉल्व्ह सुनिश्चित करतो की कोणताही एक व्हॉल्व्ह ऑपरेट झाल्यास योग्यरित्या हवा सिलेंडरकडे जाईल आणि एक्झॉस्टमधून वाया जाणार नाही.

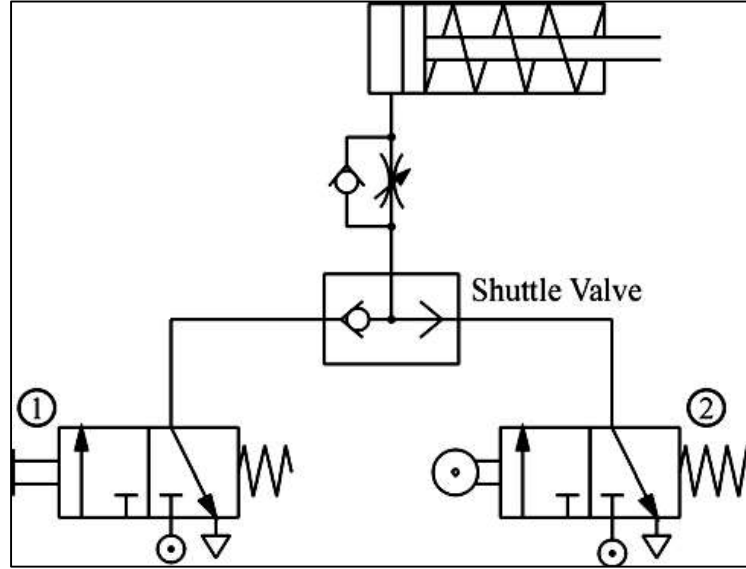


Fig 5.18

Logic OR circuit

#### 5.4.2 लॉजिक ऍण्ड (AND) - टू-हँड सेफ्टी सर्किट

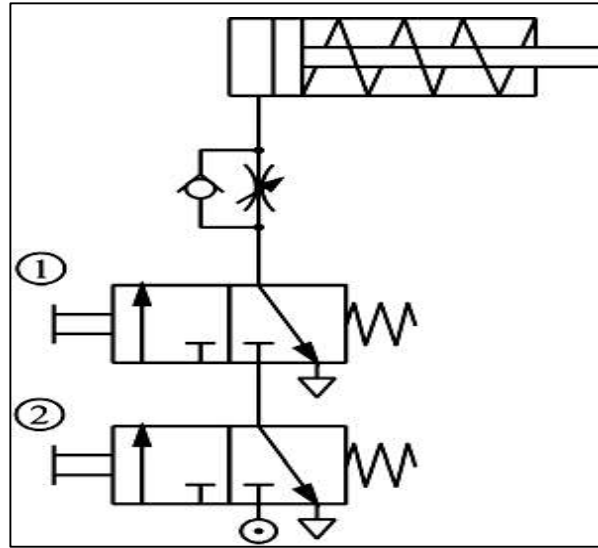


Fig 5.19

Logic AND- two hand safety circuit.

ऍण्ड (AND) फंक्शनला इंटरलॉक कंट्रोल असेही म्हणतात. याचा अर्थ असा की नियंत्रण फक्त तेव्हाच शक्य होते, जेव्हा दोन्ही अटी पूर्ण होतात. याचे एक सामान्य उदाहरण म्हणजे असा न्यूमॅटिक सिस्टम, जो फक्त तेव्हाच कार्य करतो जेव्हा त्याचे सेफ्टी डोअर बंद असते आणि मॅन्युअल कंट्रोल व्हॉल्व्ह ऑपरेट केला जातो. फ्लो पॅसेज दोन्ही कंट्रोल व्हॉल्व्ह ऑपरेट झाल्यावरच उघडतो. फिगर 5.19 मध्ये AND फंक्शन सर्किटचे डायग्राम दाखविले आहे. सिलेंडर फक्त तेव्हाच कार्य करतो, जेव्हा दोन्ही व्हॉल्व्ह ऑपरेट केले जातात.

### 5.4.3 क्विक एक्झॉस्ट सर्किट

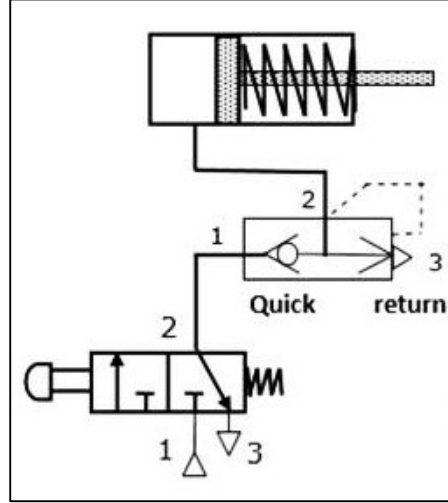


Fig 5.20

#### Quick exhaust Circuit.

**फॉरवर्ड मोशन:** पिस्टनच्या पुढील हालचालीदरम्यान कॉम्प्रेस्ड हवा पोर्ट 1 आणि पोर्ट 2 मार्गे पिस्टनच्या मागील बाजूस डायरेक्ट प्रवेश करते. सप्लाय प्रेशर डायफ्रामवर कार्य करत असल्यामुळे पोर्ट 3 बंद राहतो. पोर्ट 3 ला सहसा एक सायलेंसर बसविला जातो, जेणेकरून एक्झॉस्टमुळे होणारा आवाज कमी होईल.

**रिटर्न मोशन:** पिस्टनच्या रिटर्न हालचालीदरम्यान सिलेंडरमधील एक्झॉस्ट हवा पोर्ट 3 च्या उघडण्यामधून थेट वातावरणात बाहेर पडते (हे उघडणे सामान्यतः मोठे असते व सायलेंसरने सुसज्ज असते). या स्थितीत पोर्ट 2 डायफ्रामद्वारे सीलबंद असतो. त्यामुळे एक्झॉस्ट हवा वर्किंग लाईनमधील लांब व अरुंद मार्गांनी किंवा फायनल कंट्रोल व्हॉल्व्हमार्गे जाण्याची आवश्यकता राहत नाही.

#### 5.5.1 अक्युमुलेटरचा अक्झिलरी पॉवर सोर्स म्हणून वापर करणारी हायड्रॉलिक सर्किट्स

हे अक्युमुलेटरचे अक्झिलरी पॉवर सोर्स म्हणून वापरले जाणारे सर्वात सामान्य ऍप्लिकेशनपैकी एक आहे. या ऍप्लिकेशनमध्ये अक्युमुलेटरचे उद्दिष्ट असे असते की पंपाने वर्क सायकलदरम्यान पुरवलेले ऑइल साठवून ठेवणे. नंतर आवश्यकतेनुसार अक्युमुलेटर हे साठवलेले ऑइल सोडतो, ज्यामुळे सायकल पूर्ण होते आणि पंपाला सहाय्य करणारा दुय्यम ऊर्जा स्रोत म्हणून कार्य करतो. ज्या प्रणालीमध्ये इंटरमिटंट (मध्यांतराने चालणाऱ्या) ऑपरेशन्स असतात, अशा ठिकाणी अक्युमुलेटरचा वापर पंपाची क्षमता (pump capacity) कमी करण्यास मदत करतो. या ऍप्लिकेशनमध्ये अक्युमुलेटर आणि फोर-वे व्हॉल्व्हचा वापर केला जातो. फोर-वे व्हॉल्व्ह मॅन्युअली ऑपरेट केला असता अक्युमुलेटरमधील ऑइल सिलेंडरच्या ब्लॉक एंडकडे पाठवले जाते. असे केल्याने पिस्टन स्ट्रोक पूर्ण होईपर्यंत पुढे (extend) सरकतो. सिलेंडर पूर्णपणे एक्स्पँड झाल्यावर पंप अक्युमुलेटरला चार्ज करतो. फोर-वे व्हॉल्व्ह डी-अॅक्टिव्हेट केल्यावर सिलेंडर रिट्रॅक्ट होतो. या वेळी अक्युमुलेटर आणि पंप दोन्ही ऑइल पुरवतात, ज्यामुळे सिलेंडर जलदगतीने रिट्रॅक्ट होतो. अक्युमुलेटरचा बॅकअप पॉवर सोर्स म्हणून वापर करण्याची ही पद्धत आहे.

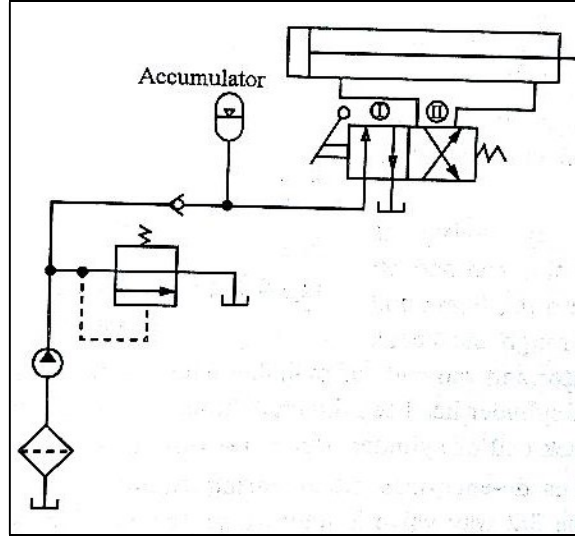


Fig 5.21

### Hydraulic circuits using accumulator as an auxiliary power source

#### 5.5.2 लीकेज कॉम्पेन्सेटर म्हणून अॅक्युमुलेटर वापरणारी हायड्रॉलिक सर्किट्स

अॅक्युमुलेटरमध्ये साठवलेली ऊर्जा प्रणालीतील आतल्या किंवा बाहेरील लीकेजमुळे होणाऱ्या ऊर्जेच्या नुकसानीची भरपाई करण्यासाठी वापरली जाऊ शकते. (साधारणपणे, जेव्हा सिस्टम प्रेशराइज्ड असते पण ऑपरेशनमध्ये नसते, तेव्हा ही परिस्थिती उद्भवते.) ही पद्धत हायड्रॉलिक प्रेससारख्या सर्किट्समध्ये अत्यंत उपयुक्त ठरते, कारण त्यांना दीर्घकाळ उच्च प्रेशर आवश्यक असतो.

या ऍप्लिकेशनमध्ये, अॅक्युमुलेटर (फिगर 5.22) लीकेजमुळे दीर्घ कालावधीत होणारी ऊर्जा हानी भरून काढण्यासाठी कॉम्पेन्सेशन म्हणून कार्य करतो, विशेषतः जेव्हा सिस्टम प्रेशराइज्ड असते पण वापरात नसते.

प्रेसर स्विचवर सेट केलेल्या जास्तीत जास्त प्रेशरपर्यंत पंप सिस्टम आणि अॅक्युमुलेटरला चार्ज करतो. सिस्टम वापरात नसताना आवश्यक प्रेशरकायम ठेवण्यासाठी, अॅक्युमुलेटरला दीर्घकाळ लीकेजद्वारे निघणारे ऑइल सिस्टममध्ये पुरवावे लागते. शेवटी, सिस्टमचा प्रेशर आवश्यक कमीत कमी स्तराखाली येताच पंप आपोआप ऑइल पुरवून सिस्टम रीफिल करण्यास सुरुवात करतो. यामुळे सिस्टमचे तापमान कमी राहते आणि विद्युत ऊर्जा बचत होते.

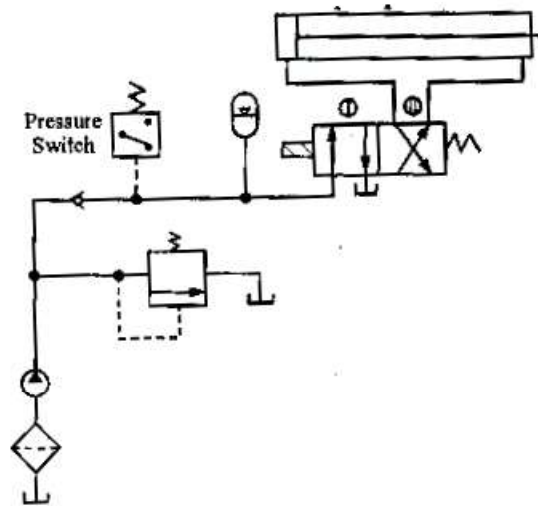


Fig 5.22

### Hydraulic circuits using accumulator as leakage compensator.

### 5.5.3 इमर्जन्सी पॉवर सोर्स म्हणून अॅक्युमुलेटर वापरणारी हायड्रॉलिक सर्किट्स

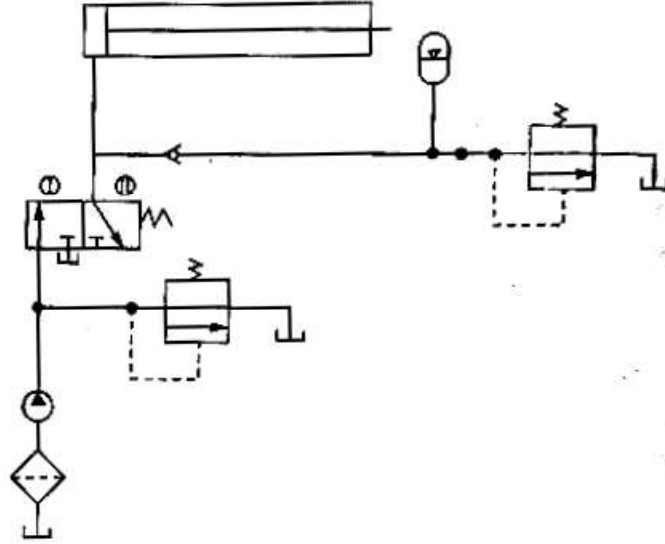


Fig 5.23

#### Hydraulic circuits using accumulator as emergency power source.

काही हायड्रॉलिक ऍप्लिकेशनमध्ये, सुरक्षा कारणांमुळे सिलेंडरचे पिस्टन त्यांच्या प्रारंभिक स्थितीत (starting position) परत आणणे आवश्यक असते, जरी त्या वेळी विद्युत पुरवठा खंडित झाला तरी. अशा परिस्थितींमध्ये, सिलेंडरचे पिस्टन रिट्रॅक्ट करण्यासाठी अॅक्युमुलेटरचा इमर्जन्सी पॉवर सोर्स म्हणून उपयोग केला जाऊ शकतो. उदाहरणार्थ, धरणामधील फ्लड गेट चालवणारी हायड्रॉलिक प्रणाली विचारात घेऊ शकतो. जर अशा प्रणालीदरम्यान विद्युत पुरवठा बंद झाला, तर फ्लड गेट चालू ठेवण्यासाठी आवश्यक असलेला वर्किंग फ्लुइड अॅक्युमुलेटर पुरवतो. त्यामुळे विद्युत पुरवठा उपलब्ध नसतानाही गेट सुरक्षितपणे ऑपरेट होऊ शकते.

#### सर्किट:

फिगर 5.23 मध्ये गॅस-लोडेड अॅक्युमुलेटर इमर्जन्सी पॉवर सोर्स म्हणून कसा वापरला जाऊ शकतो ते दाखविले आहे. या सर्किटमध्ये मुख्यतः सोलिनॉइड-ऑपरेटेड 3/2 DC व्हॉल्व्ह असतो. ऑपरेटर 3/2 DC व्हॉल्व्हचा सोलिनॉइड एनर्जाइज करणारे पुश-बटण दाबतो तेव्हा ऑइल सिलेंडरच्या ब्लाइंड एंडकडे प्रवाहित होते. त्याच वेळी चेक व्हॉल्व्हही उघडतो. त्यामुळे प्रेशर खालील ऑइल सिलेंडरच्या रॉड एंडकडे आणि पुढे अॅक्युमुलेटरमध्ये प्रवेश करते. सिलेंडरचा पिस्टन एक्स्टेंड होत असताना अॅक्युमुलेटर हे ऑइल चार्ज करतो. जेव्हा विद्युत पुरवठा बंद होतो, तेव्हा सोलिनॉइड डी-एनर्जाइज होतो. सोलिनॉइड-ऊर्जेच्या अनुपस्थितीत स्प्रिंग प्रेशर व्हॉल्व्हला त्याच्या स्प्रिंग-ऑफसेट मोडमध्ये शिफ्ट करतो. आता अॅक्युमुलेटरमध्ये दाबाखाली साठवलेले ऑइल सिलेंडरच्या रॉड एंडकडे जबरदस्तीने पाठवले जाते. यामुळे सिलेंडरचा पिस्टन त्याच्या स्टार्टिंग पोजिशनमध्ये रिट्रॅक्ट होतो.

### 5.6.1 पोजिशन-डिपेन्डंट ऑटोमॅटिक रिव्हर्सल ऑफ पिस्टन:

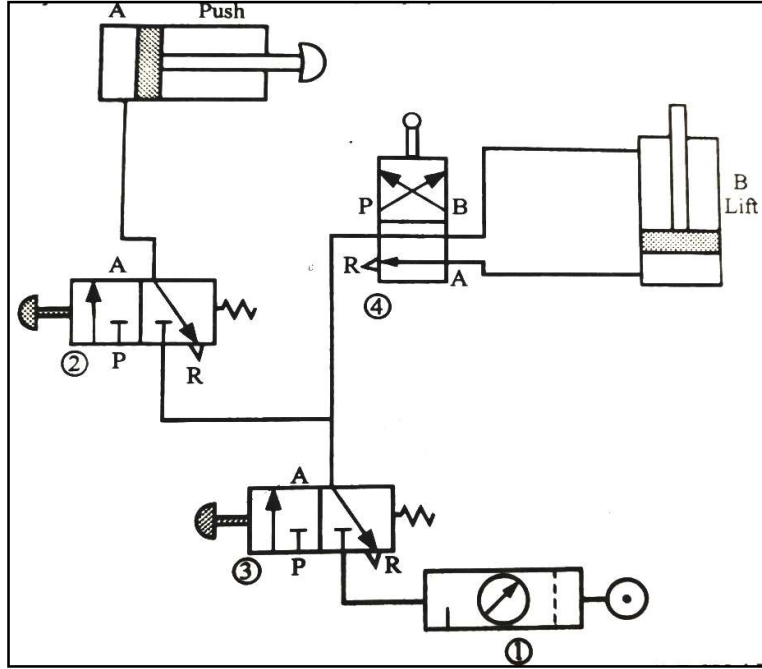


Fig 5.24

#### Position dependent automatic reversal of piston

ऑटोमॅटिक रिव्हर्सल म्हणजे सिलेंडर पूर्णपणे एक्स्टेंड झाल्यानंतर, तो एका विशिष्ट स्थानावर (साधारणपणे एंड-स्ट्रोक) पोहोचताच ऑपरेटरच्या कोणत्याही हस्तक्षेपाशिवाय आपोआप रिट्रॅक्ट होतो आणि उलटही घडते. हे पिस्टनची पोजिशन ओळखणाऱ्या यांत्रिक किंवा न्यूमॅटिक सेन्सिंग डिव्हाइसेसच्या साहाय्याने साध्य केले जाते, जे डायरेक्शन कंट्रोल व्हॉल्व्हचे शिफ्टिंग नियंत्रित करतात.

या सर्किटचे कार्य पद्धत अशी आहे की पुश-बटण ऑपरेटेड 3/2 DCV (व्हॉल्व्ह 1) दोन पायलट-रिटर्न 3/2 व्हॉल्व्हस (व्हॉल्व्ह 2 आणि 4) यांना हवा पुरवतो. हे दोन्ही व्हॉल्व्ह सिंगल-अॅक्टिंग पुश सिलेंडर (A) आणि डबल-अॅक्टिंग लिफ्ट सिलेंडर (B) यांचे सीक्वेन्शियल कंट्रोल करतात.

ऑपरेटर व्हॉल्व्ह 1 दाबतो तेव्हा कॉम्प्रेस्ड हवा व्हॉल्व्ह 3 कडे जाते, ज्यामुळे ते शिफ्ट होते आणि रोलर-ऑपरेटेड 4/2 DCV (व्हॉल्व्ह 4) कडे हवा पाठवते. व्हॉल्व्ह 4 शिफ्ट होताच डबल-अॅक्टिंग सिलेंडर B वरच्या दिशेने एक्स्टेंड होतो (लिफ्ट). सिलेंडर B त्याचा स्ट्रोक पूर्ण करतो तेव्हा त्याच्या एंडवर असलेला रोलर व्हॉल्व्ह 4 ला मेकॅनिकली ऑपरेट करतो, ज्यामुळे व्हॉल्व्ह पुन्हा रिव्हर्स होऊन रिटर्न साइडकडे हवा पाठवली जाते आणि सिलेंडर B रिट्रॅक्ट होतो.

याच वेळी व्हॉल्व्ह 2 मधून मिळालेली हवा सिंगल-अॅक्टिंग सिलेंडर A ला पुश स्ट्रोक करण्यासाठी चालवते. पुश-बटण सोडल्यावर व्हॉल्व्ह 1 पायलट हवा बाहेर सोडतो, त्यामुळे व्हॉल्व्ह 2 आणि 3 त्यांच्या नॉर्मल स्थितीत परत येतात. परिणामी, सिलेंडर A स्प्रिंगद्वारे रिट्रॅक्ट होतो आणि सिलेंडर B रिव्हर्स केलेल्या 4/2 व्हॉल्व्हमार्गे परत येतो. त्यामुळे हा संपूर्ण सिस्टम समन्वितरीत्या कार्य करतो पुश-बटण दाबल्यावर पुश सिलेंडर आणि लिफ्ट सिलेंडर दोन्ही कार्यरत होतात आणि एंड-पोजिशनला रोलर-ऑपरेटेड व्हॉल्व्ह लिफ्ट सिलेंडरचे ऑटोमॅटिक रिव्हर्सल सुनिश्चित करतो.

## 5.6.2 प्रेशर-डिपेन्डंट ऑटोमॅटिक रिव्हर्सल ऑफ पिस्टन:

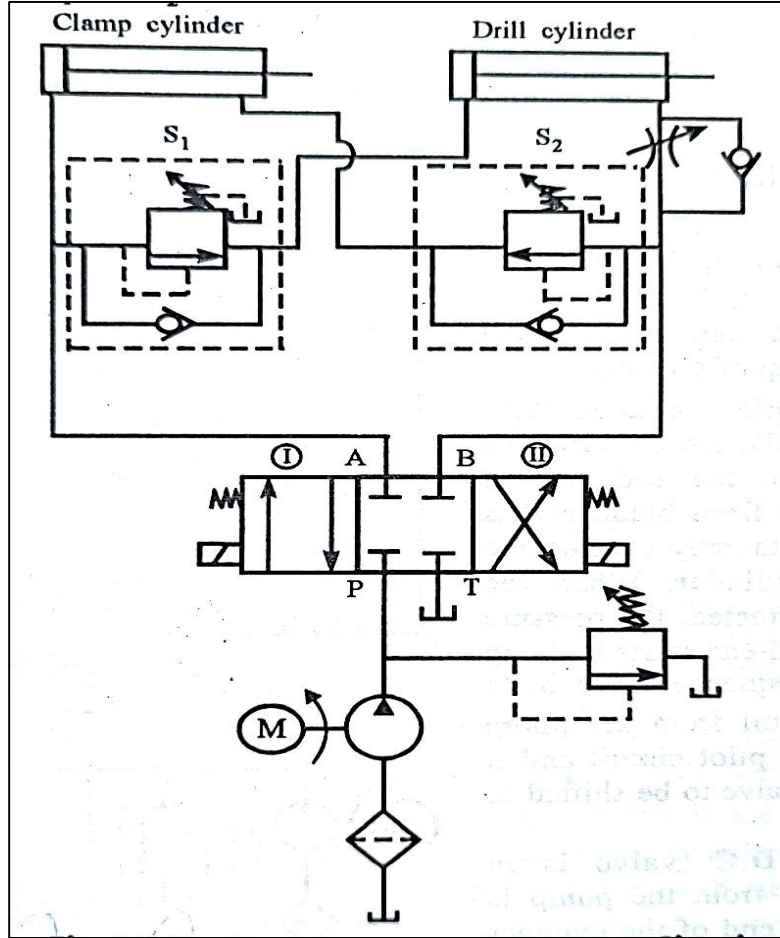


Fig 5.25

**Pressure dependent automatic reversal of piston**

सीकेन्सिंग सर्किट्समध्ये दोन सिलेंडर्स एकामागून एक कसे कार्य करतील हे सीकेन्स केले जाते. उदाहरणार्थ, फिगर 5.25 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे क्लॅम्पिंग आणि ड्रिलिंग ऑपरेशनसाठी सीकेन्स सर्किटचा उपयोग केला जाऊ शकतो. येथे  $S_1$  आणि  $S_2$  या सीकेन्स व्हॉल्व्हमध्ये होणाऱ्या प्रेशर स्टेप इन्क्रीजमुळे सीकेन्स प्राप्त केला जातो. जेव्हा 4/3 वे सोलिनॉइड-अॅक्ट्युएटेड D.C. व्हॉल्व्ह पोझिशन (I) मध्ये शिफ्ट केला जातो, तेव्हा ऑइल दोन्ही सिलेंडर्सच्या ब्लॉक एंडकडे प्रवाहित होतो. क्लॅम्प सिलेंडर प्रथम एक्स्टेंड होतो कारण त्याचा प्रवाह सर्वप्रथम सीकेन्स व्हॉल्व्ह  $S_1$  ला भेटतो. त्यानंतर ऑइल ड्रिल सिलेंडरच्या ब्लॉक एंडमध्ये प्रवेश करतो, ज्यामुळे ड्रिल सिलेंडर एक्स्टेंड होऊन ड्रिलिंग ऑपरेशन सुरू होते. जेव्हा सोलिनॉइड डी-एनर्जाइज होतो आणि 4/3 वे D.C. व्हॉल्व्ह पोझिशन (II) मध्ये येतो, तेव्हा प्रवाह दोन्ही सिलेंडर्सच्या रॉड एंडकडे वळविला जातो. सर्वप्रथम ड्रिल सिलेंडर पूर्णपणे रिट्रॅक्ट होतो कारण आता त्याच्या रॉड एंडकडे जाणारा ऑइल अडथळ्याशिवाय प्रवाहित होतो. ड्रिल सिलेंडर पूर्णपणे मागे घेतला गेल्यावर प्रेशर वाढू लागतो आणि त्यामुळे सीकेन्स व्हॉल्व्ह  $S_2$  उघडतो. नंतर ऑइल क्लॅम्प सिलेंडरमध्ये प्रवेश करतो, ज्यामुळे ड्रिल सिलेंडरच्या रिट्रॅक्शननंतर क्लॅम्प सिलेंडर रिट्रॅक्ट होतो आणि क्लॅम्प सिलेंडर मागे आल्याने वर्कपीस डी-क्लॅम्प होतो.

टीप :

1. सीकेन्स व्हॉल्व्ह  $S_1$  ड्रिल सिलेंडरच्या ब्लॉक-एंड पायलट लाइनमध्ये बसविला आहे, ज्यामुळे क्लॅम्प सिलेंडर एक्स्टेंड झाल्यावरच ड्रिल सिलेंडर एक्स्टेंड होतो.
2. सीकेन्स व्हॉल्व्ह  $S_2$  क्लॅम्प सिलेंडरच्या रॉड-एंड पायलट लाइनमध्ये बसविला आहे, ज्यामुळे ड्रिल

सिलेंडर रिट्रॅक्ट झाल्यानंतरच क्लॉम्प सिलेंडर रिट्रॅक्ट होतो.

3. ड्रिल सिलेंडरच्या रॉड एंडवरील मीटर-आउट सर्किट मंद-गती, उच्च-प्रेशरकटिंग स्ट्रोक लागू करण्यात मदत करते.

4. सीकेन्स व्हॉल्व्ह S<sub>1</sub> आणि S<sub>2</sub> मधून होणाऱ्या प्रेशर ड्रॉपमुळे क्लॉम्प सिलेंडरच्या ब्लॅक एंडवर आणि ड्रिल सिलेंडरच्या रॉड एंडवर प्रेशरअधिक असतो.

### 5.6.3 टाइम-डिपेन्डंट ऑटोमॅटिक रिव्हर्सल ऑफ पिस्टन (टाइम डिले सर्किट)

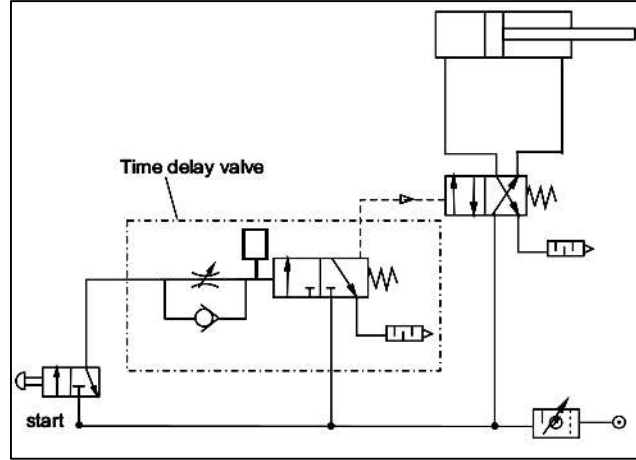


Fig 5.26

#### Time dependent automatic reversal of piston (Time Delay Circuit).

टाइम डिले सर्किट हे नावाप्रमाणेच पुश-बटण दाबल्यानंतर होणाऱ्या परिणामाला काही प्रमाणात विलंब देण्यासाठी वापरले जाते. काही अभियांत्रिकी ऍप्लिकेशनमध्ये मुख्य व्हॉल्व्हला दिला जाणारा इम्पल्स विशिष्ट कालावधीसाठी जाणीवपूर्वक विलंबित करणे आवश्यक असते ऑपरेशनल किंवा तांत्रिक कारणांमुळे. अशा परिस्थितीमध्ये हा व्हॉल्व्ह अत्यंत उपयुक्त ठरतो.

सर्किट डायग्राममध्ये दाखवल्याप्रमाणे, टाइम डिले सर्किटमध्ये टाइम डिले व्हॉल्व्हचा वापर केला जातो. हा व्हॉल्व्ह मूलतः एक मीटरिंग व्हॉल्व्ह आणि अॅक्युमुलेटर वापरतो, जोपर्यंत प्रेशर पूर्णपणे तयार होत नाही तोपर्यंत इम्पल्स प्रदान करत नाही. त्यामुळे प्रथम बटण दाबल्यानंतर पुढील ऑपरेशनला निश्चित कालावधीचा विलंब मिळतो.

### 5.7 रोलर-ऑपरेटेड व्हॉल्व्ह, सोलिनाॅइड-ऑपरेटेड व्हॉल्व्ह आणि लिमिट स्विचे वापरून डबल-अॅक्टिंग सिलेंडरची कंट्रोलियस टू अँड फ्रॉ हालचाल

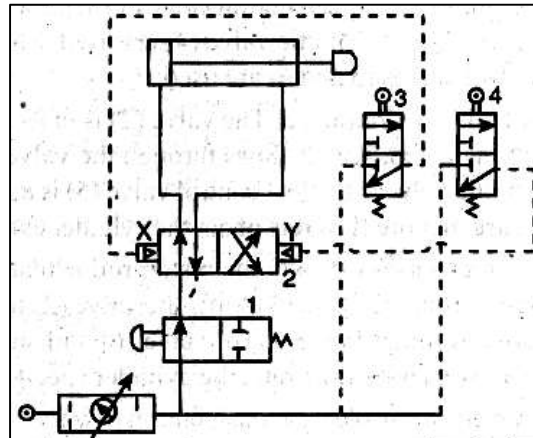


Fig 5.27

#### Continuous to and fro motion of double acting cylinder

फिगरमध्ये पायलट-कंट्रोल ऑटोमॅटिक रीसिप्रोकेशन सर्किट दाखविले आहे. जेव्हा टू-वे व्हॉल्व्ह (1) अॅक्टिव्हेट केला जातो, तेव्हा सिलेंडरची पुढे-मागे हालचाल (reciprocation) सुरू होते. ऑटोमॅटिक सायकलिंग पायलट एअरच्या सहाय्याने साध्य होते, ज्याला पर्यायी रीतीने रोलर-अॅक्ट्युएटेड थ्री-वे व्हॉल्व्ह (3 आणि 4) मार्फत मुख्य कंट्रोल व्हॉल्व्ह (2) शिफ्ट करण्यासाठी पाठवले जाते. मुख्य कंट्रोल व्हॉल्व्ह (2) सुरुवातीला त्याच्या लेफ्ट मोडमध्ये असतो. व्हॉल्व्ह 3 चा रोलर मेकॅनिकली दाबला गेल्यावर हवा सिलेंडरच्या ब्लॉक एंडमध्ये प्रवेश करते आणि सिलेंडर एक्स्टेंड होतो. एक्स्टेंशनच्या शेवटी पायलट कंट्रोल व्हॉल्व्ह (4) ट्रिप होतो आणि हवा मुख्य कंट्रोल व्हॉल्व्ह (2) च्या पायलट चेंबर (Y) कडे प्रवाहित होते. त्यामुळे व्हॉल्व्ह (2) राईट मोडमध्ये शिफ्ट होतो. आता सिलेंडर रिट्रॅक्ट होऊ लागतो. रिट्रॅक्शनच्या शेवटी पायलट व्हॉल्व्ह (3) ट्रिप होतो आणि हवा DC व्हॉल्व्ह (2) च्या X बाजूस पुरवली जाते, ज्यामुळे व्हॉल्व्ह पुन्हा लेफ्ट मोडमध्ये शिफ्ट होतो आणि सिलेंडर पुन्हा एक्स्टेंड होऊ लागतो.

**5.8.1 रिजनरेटिव्ह सर्किट:** रिजनरेटिव्ह सर्किट म्हणजे असे सर्किट ज्यामध्ये एखाद्या घटकातून (component) डिस्चार्ज होणारा प्रेशराईज्ड ऑइल परत सिस्टिममध्ये पाठवला जातो, ज्यामुळे पॉवर इनपुटची आवश्यकता कमी होते. सिंगल-रॉड D.A. सिलेंडरसाठी, रॉड एंडमधून डिस्चार्ज होणारे ऑइल ब्लॉक एंडकडे वळविला जातो, ज्यामुळे रॉडच्या एक्स्टेंशन स्पीडमध्ये वाढ होते. सिलेंडरचे दोन्ही एन्ड्स पॅरललमध्ये जोडलेले असतात. 4/3 वे D.C. व्हॉल्व्हपैकी एका पोर्टला ब्लॉक केलेले असते.

रिजनरेटिव्ह सर्किटचे ऑपरेशन पुढीलप्रमाणे आहे:

- (1) जेव्हा 4/3 वे D.C. व्हॉल्व्ह स्पिंग-सेंटर केलेल्या स्थितीत असते, तेव्हा सिलेंडर हायड्रॉलिकली लॉक केला जातो.
- (2) जेव्हा D.C. व्हॉल्व्ह पोजिशन (II) मध्ये अॅक्ट्युएट केला जातो, तेव्हा ऑइल D.C. व्हॉल्व्हला बायपास करून सिलेंडरच्या रॉड एंडमध्ये प्रवेश करतो आणि पिस्टन रॉड रिट्रॅक्ट होतो. ब्लॉक एंडमधील ऑइल पोर्ट A आणि T मार्फत टँकमध्ये परत जातो. हाच रिट्रॅक्शन स्ट्रोक आहे.
- (3) जेव्हा D.C. व्हॉल्व्ह पोजिशन (I) मध्ये अॅक्ट्युएट केला जातो, तेव्हा पिस्टन रॉड वेगाने एक्स्टेंड होतो. हा स्पीड नियमित D.A. सिलेंडरपेक्षा जास्त असतो कारण रॉड एंडमधील फ्लो ( $Q_r$ ) पंप फ्लो ( $Q_p$ ) सोबत ब्लॉक एंडकडे रिजनरेट होतो. त्यामुळे ब्लॉक एंडकडे जाणारा एकूण फ्लो ( $Q$ ) प्रभावीपणे वाढतो. परिणामी आपल्याला वेगवान एक्स्टेंशन स्ट्रोक मिळतो.

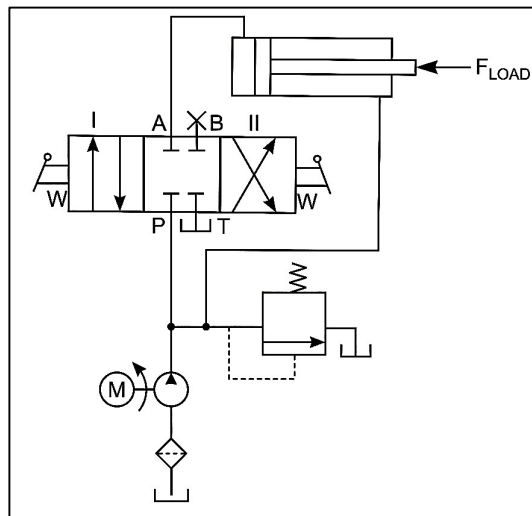


Fig 5.28

### Regenerative circuit

**5.8.2 रॅपिड फीड रिटर्न सर्किट:** या सर्किटमध्ये ऑपरेशनदरम्यान दोन वेग वेगवेगळ्या गती मोडमध्ये मिळतात:

1. **रॅपिड ट्रान्सव्हर्स:** जलद हालचालीसाठी फास्ट स्पीड
2. **फीड (मंद गती):** वर्क ऑपरेशनसाठी नियंत्रित आणि मंद गती

**सर्किट स्पष्टीकरण**

**1. रॅपिड मूव्हमेंट (Forward Stroke / Extension):** D.C. व्हॉल्व्ह पंपाकडून येणारा पूर्ण प्रवाह कोणत्याही फ्लो-कंट्रोल निर्बंधाशिवाय सिलेंडरच्या डाव्या बाजूस पाठवतो, ज्यामुळे पिस्टन रॅपिड स्पीडने पुढे सरकतो. पिस्टनच्या दुसऱ्या बाजूचे ऑइल कोणत्याही निर्बंधाशिवाय रिटर्न लाइनमार्गे परत जाते.

**2. कंट्रोल्ड फीड (Forward Stroke / Extension):** कॅम ऑपरेटेड व्हॉल्व्ह, ज्याला डिसेलेरेशन व्हॉल्व्ह असे म्हणतात, सिलेंडरचा पिस्टन त्या ठिकाणी पोहोचेल अशा अंतरावर बसवलेला असतो. पिस्टन कॅमला स्पर्श करताच नियंत्रित हालचाल सुरू होते. सिलेंडर रॉड कॅम ऑपरेटेड व्हॉल्व्हला अॅक्ट्युएट करतो आणि त्यामुळे पंपाचा प्रवाह फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हमधून वळविला जातो. फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्ह प्रवाहावर निर्बंध आणतो किंवा त्याला नियंत्रित करतो, त्यामुळे वर्क ऑपरेशनसाठी प्रोग्राम केलेल्या फीड रेटवर पिस्टन मंद गतीने हलतो.

**3. रॅपिड रिटर्न (Return Stroke / Retraction):**

D.C. व्हॉल्व्ह दुसऱ्या स्थितीत शिफ्ट केला जातो आणि सिलेंडरच्या रॉड एंडकडे ऑइल पुरवले जाते, ज्यामुळे सिलेंडर रिट्रॅक्ट होतो. रिटर्न लाइनमधील प्रवाहावर कोणताही निर्बंध नसल्यामुळे सिलेंडर रॅपिड रिटर्न स्ट्रोक पूर्ण करतो.

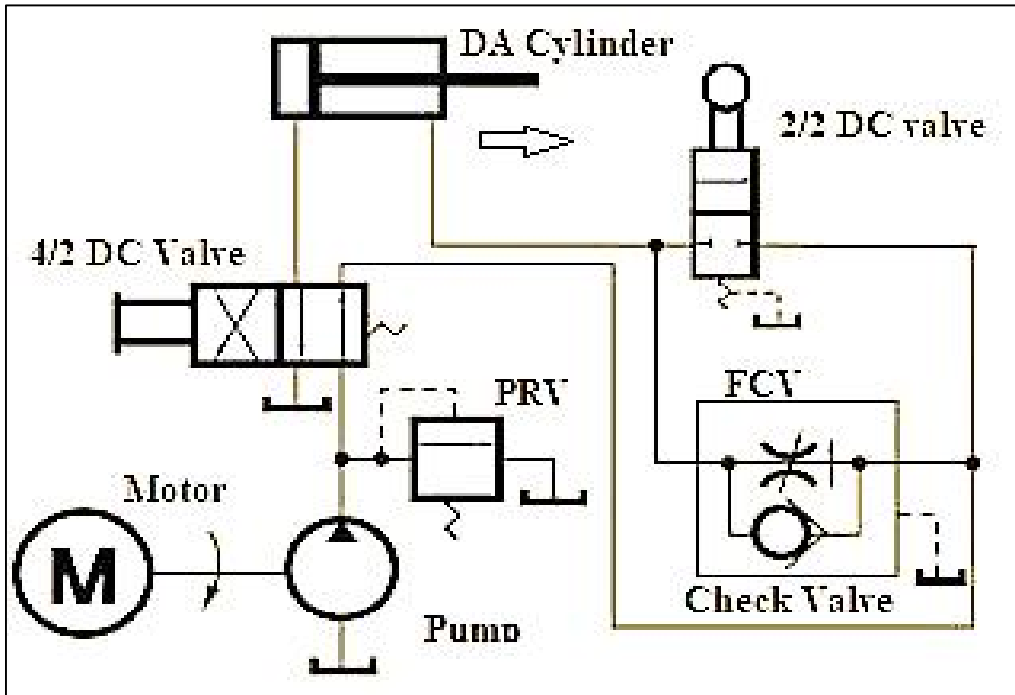


Fig 5.29

Rapid feed return circuit

### 5.8.3 सिलेंडर सिन्क्रोनायझिंग सर्किट्स - सिरीज प्रकार:

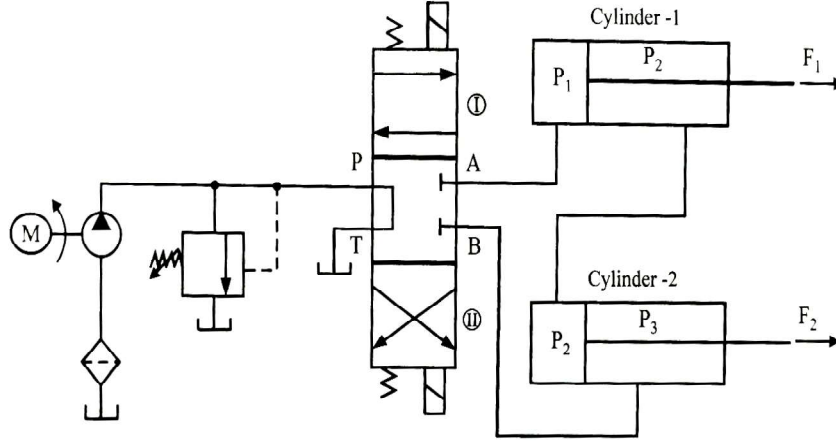


Fig 5.30

#### Cylinder synchronizing circuits Series

फिगरमध्ये दाखविलेल्या सर्किटमध्ये दोन सिलेंडर्सना सिरीजमध्ये जोडून त्यांचे सिन्क्रोनायझेशन साधण्याची सोपी पद्धत दर्शविली आहे. पंपामधून येणारे ऑइल सिलेंडर 1 च्या ब्लॉक एंडमध्ये दिले जाते आणि सिलेंडर 1 च्या रॉड एंडमधून येणारे तेल सिलेंडर 2 च्या ब्लॉक एंडकडे पाठविले जाते. सिलेंडर 2 च्या रॉड एंडमधील द्रव 4/3 D.C. व्हॉल्व्हमार्गे टँककडे परत जातो.

दोन्ही सिलेंडर्समध्ये पूर्ण सिन्क्रोनायझेशन मिळवण्यासाठी खालील अट पूर्ण केली पाहिजे:

(1) सिलेंडर 2 च्या पिस्टनचे एरिया = सिलेंडर 1 च्या (पिस्टन एरिया - रॉड एरिया) इतके असावे.

$$A_{b2} = (A_{b1} - A_{r2})$$

(2) पंपाची क्षमता अशी असली पाहिजे की सिलेंडर 1 च्या पिस्टनवर कार्य करणारा लोड आणि दोन्ही सिलेंडर्सवर येणारा एकत्रित प्रतिकार ओलांडण्यासाठी आवश्यक प्रेशर तो पुरवू शकेल. हे पुढीलप्रमाणे दर्शविले जाते:

$$\text{For cylinder 1: } p_1 A_{b1} - p_2 (A_{b1} - A_{r1}) = F_1$$

$$\text{For cylinder 2: } p_2 A_{b2} - p_3 (A_{b2} - A_{r2}) = F_2$$

Adding eqns (1) and (2) :

$$p_1 A_{b1} - p_2 (A_{b1} - A_{r1}) + p_2 - p_3 (A_{b2} - A_{r2}) = F_1 + F_2$$

$$\text{But, condition is } A_{b2} = A_{b1} - A_{r1}$$

$$\text{and } p_3 = 0 \text{ (oil is drained back to tank)}$$

Substituting eqns (4) and (5) in eqn (3), we get,

$$p_1 A_{b1} = F_1 + F_2$$

फिगर 5.30 मध्ये दाखविलेल्या सर्किटमध्ये पिस्टन सील्समधून होणाऱ्या लीकेजमध्ये बदल झाल्यास दोन सिलेंडर्सच्या स्ट्रोक टाइमिंगमध्येही बदल होईल. कारण या सर्किटमध्ये कोणताही कॉम्पेन्सेटिंग व्हॉल्व्ह नाही, त्यामुळे काही सायकल्सनंतर सिस्टमचे सिन्क्रोनायझेशन बिघडण्याची शक्यता असते. तथापि, प्रत्येक सायकलच्या शेवटी सिन्क्रोनायझेशनमधील लहान विसंगती दुरुस्त करण्यासाठी, फिगर 5.30 मध्ये दाखविलेल्याप्रमाणे रिप्लेनिशिंग सर्किट वापरता येते.

#### 5.8.4 सिलेंडर सिन्क्रोनायझिंग सर्किट्स – पॅरलल प्रकार:

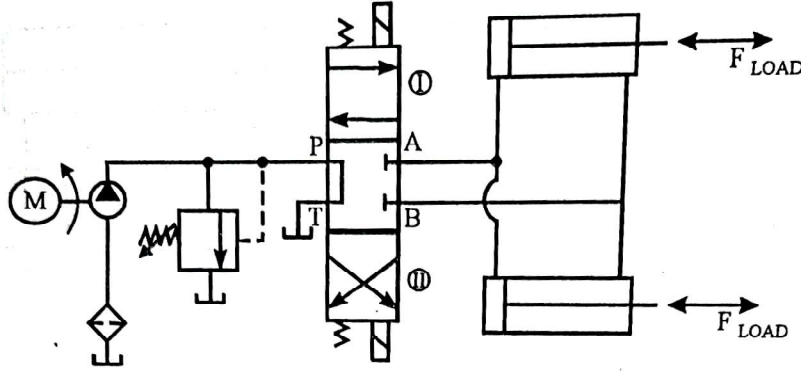


Fig 5.31

#### Cylinder synchronizing circuits Parallel

फिगर 5.31 मध्ये दोन एकसारखे सिलेंडर्स पॅरललमध्ये जोडलेले दाखविले आहेत. हे लक्षात घेतले पाहिजे की सिलेंडर्स जरी एकसारखे असले तरी अचूक सिन्क्रोनायझेशन मिळवण्यासाठी दोन्ही सिलेंडर्सवरील लोड देखील एकसारखा असणे आवश्यक आहे. जर दोन्ही सिलेंडर्सवरील लोड एकसारखा नसेल (पॅकिंग फ्रिक्शनमधील फरक किंवा पिस्टन सील्समधील लीकेजमधील बदलांमुळे), तर कमी लोड असलेला सिलेंडर प्रथम एक्स्टेंड होईल, कारण त्याला कमी प्रेशरवर हालचाल करता येते. हा सिलेंडर स्ट्रोक पूर्ण केल्यावरच सिस्टम प्रेशर वाढून जास्त लोड असलेल्या दुसऱ्या सिलेंडरसाठी आवश्यक प्रेशर निर्माण करतो. त्यामुळे त्या सिलेंडरचे एक्स्टेंशन नंतर होते. याप्रमाणे, लोडमधील फरकांमुळे पॅरललमध्ये जोडलेले सिलेंडर्स सिन्क्रोनायझेशनमध्ये चालत नाहीत, तर सीक्वेन्समध्ये ऑपरेट होतात.

**5.9.1 मिलिंग मशीनसाठी हायड्रॉलिक सर्किट्स:** मिलिंग मशीनसाठीचे हायड्रॉलिक सर्किट इतर सर्किट्सच्या तुलनेत काहीसे वेगळे असते. मिलिंग मशीनच्या टेबलची हालचाल विविध प्रकारच्या कामासाठी वेगवेगळ्या फीडनुसार समायोज्य असणे आवश्यक असते. त्यामुळे सिलेंडरच्या दोन्ही स्ट्रोकसाठी, म्हणजेच एक्स्टेंशन आणि रिट्रॅक्शनसाठी, सिलेंडरच्या दोन्ही टोकांवर फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हा वापर केला जातो. या सर्किटचे आणखी एक वैशिष्ट्य म्हणजे यामध्ये दोन पंप वापरलेले असतात:

1. मेन पंप – कमी दाब, जास्त डिस्चार्ज
2. बूस्टर पंप – जास्त दाब, कमी डिस्चार्ज

बूस्टर पंपचे कार्य म्हणजे मेन पंपाने दिलेल्या प्रेशरपेक्षा जास्त पातळीवर हायड्रॉलिक प्रेशर वाढवणे. या प्रकारचा वापर करण्यामागील कारण म्हणजे ऊर्जा बचत करणे तसेच उच्च प्रेशर आणि उच्च डिस्चार्ज असलेल्या पंपाचा वापर टाळणे. या सर्किटमध्ये वापरलेला 4/3 DCV हा मॅन्युअली ऑपरेटेड असतो. सिलेंडरच्या स्ट्रोकची लांबी लिमिट स्विचद्वारे ऍडजस्टेबल ठेवलेली असते. 4/3 DCV च्या सेंटर पोजिशनमध्ये सर्व पोर्ट्स बंद असतात, त्यामुळे संपूर्ण हायड्रॉलिक सिस्टम लॉक स्थितीत राहते. पोजिशन (I) मध्ये पंपामधील प्रवाह सिलेंडरच्या ब्लॉक ऍडकडे दिला जातो आणि एक्स्टेंशन सुरू होते, तर रॉड ऍडमधील ऑइल टँकमध्ये डिस्चार्ज होते. पोजिशन (II) मध्ये पंपाचा प्रवाह रॉड ऍडकडे वळविला जातो, ज्यामुळे सिलेंडर रिट्रॅक्ट होतो आणि ब्लॉक ऍडकडील ऑइल टँककडे परत जाते.

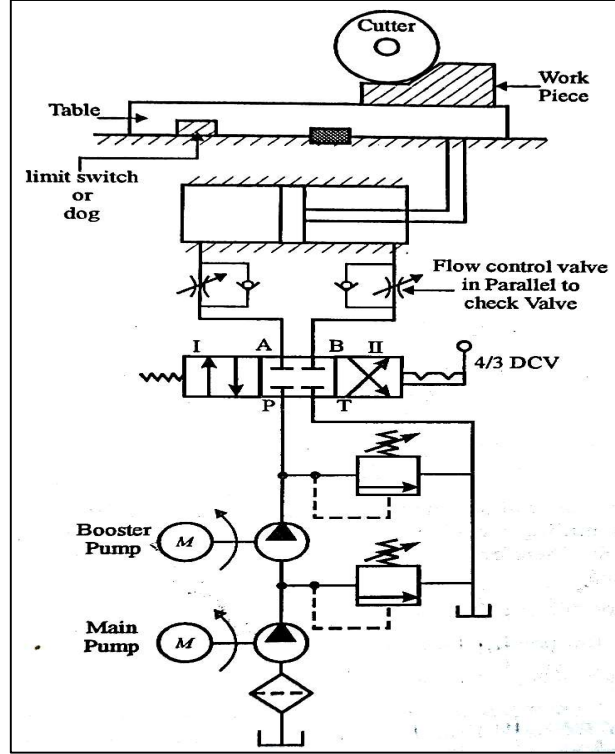


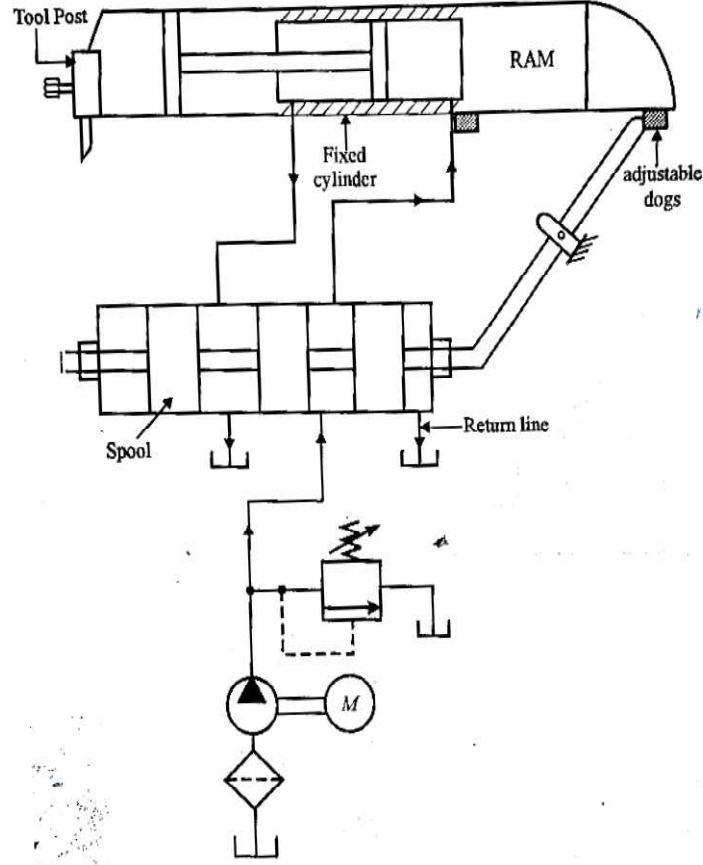
Fig 5.32

### Hydraulic circuits for Milling Machine

#### 5.9.2 शेपर मशीनसाठी हायड्रॉलिक सर्किट

या सर्किटमध्ये सिंगल पिस्टन रॉड असलेला डबल-अॅक्टिंग सिलेंडर वापरला जातो आणि स्पूल प्रकारचा DCV वापरला जातो, जो लीव्हरद्वारे नियंत्रित केला जातो. या डायरेक्शन कंट्रोलिंग स्पूलमुळे प्रेशरयुक्त ऑइल सिलेंडरच्या ब्लॉक एंडकडे की रॉड एंडकडे पाठवायचे हे ठरवले जाते. रॅममध्ये बसवलेला सिलेंडर वापरला जातो, ज्यामुळे आवश्यक फीडसह फॉरवर्ड स्ट्रोक मिळतो आणि रिटर्न स्ट्रोक शक्य तितका जलद होतो. रॅमच्या स्ट्रोकची लांबी खटकीच्या स्थितीने ऍडजस्टेबल ठेवता येते.

फिगर मध्ये दाखविलेल्या डायरेक्शन कंट्रोलिंग स्पूलच्या स्थितीत पंपामधून येणारा प्रवाह एक्स्टेंशनसाठी सिलेंडरच्या ब्लॉक एंडकडे दिला जातो आणि रॉड एंड बाजूचे ऑइल टँककडे परत जाते. एक्स्टेंशनच्या शेवटी लिमिट स्विच आणि लीव्हर-ऑपरेटेड स्पूलमुळे स्पूलची स्थिती बदलली जाते. या दुसऱ्या स्थितीत पंपाचा प्रवाह पिस्टन सिलेंडरच्या रॉड एंडकडे वळविला जातो आणि पिस्टनच्या ब्लॉक एंडकडील ऑइल टँककडे परत जाते. अशा प्रकारे लीव्हर अॅरेन्जमेंटमुळे हे सर्किट सतत पुढे-मागे हालचाल करणाऱ्या (continuous reciprocating) रॅमप्रमाणे कार्य करते.



**Fig 5.32**  
**Hydraulic circuits Shaper Machine**

### 5.9.3 सरफेस ग्राइंडिंग मशीनसाठी हायड्रॉलिक सर्किट्स

ग्राइंडिंग मशीनसाठी टेबलची सतत पुढे-मागे हालचाल (continuous reciprocation) आवश्यक असते. ही टेबल हालचाल फिगर मध्ये दाखविलेल्या हायड्रॉलिक सर्किटच्या साहाय्याने साध्य केली जाते. या सर्किटमध्ये डबल-अॅक्टिंग, डबल पिस्टन रॉड असलेला सिलेंडर वापरला जातो. पिस्टन रॉडची दोन्ही टोके मेकॅनिकली टेबलशी जोडलेली असतात. जेव्हा टेबल मागील टोकाला (डाव्या टोकाच्या स्थितीत) असते, तेव्हा व्हॉल्व्ह 2 चा रोलर अॅक्ट्युएट होतो आणि तो पोजिशन 1 मध्ये येतो. त्यानंतर 4/2 DCV ला पायलट सिग्नल दिला जातो आणि तो व्हॉल्व्हला पोजिशन 1 मध्ये शिफ्ट करतो.

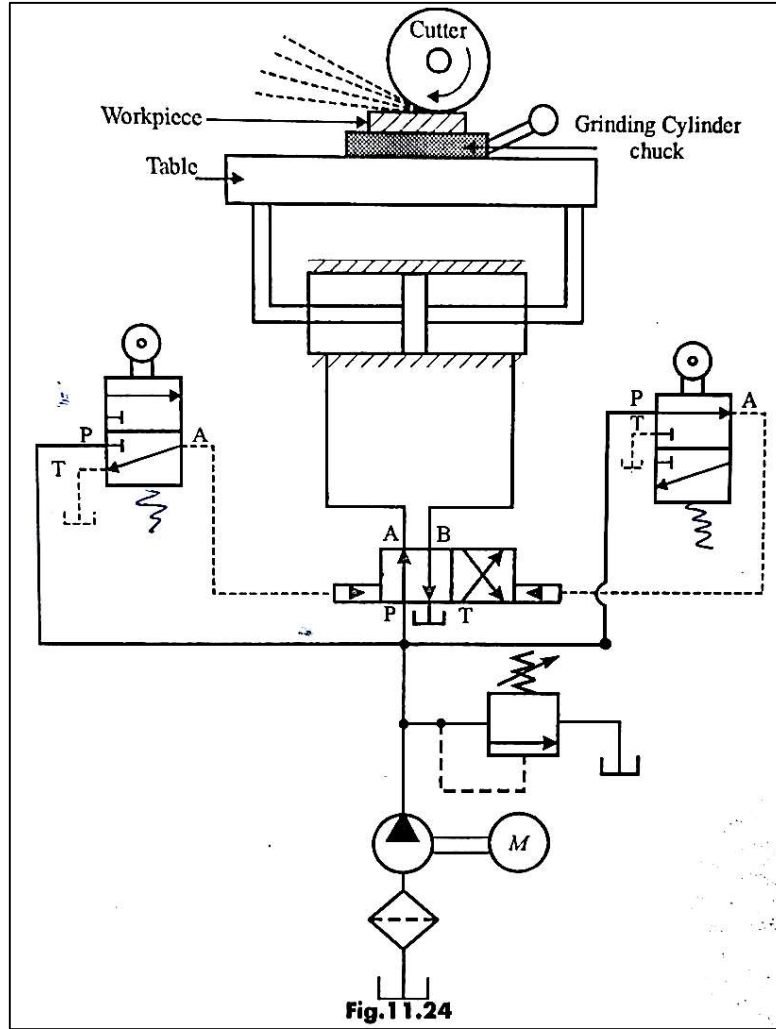


Fig 5.33

### Hydraulic circuits Surface Grinding Machine

आता पंपाचा प्रवाह पिस्टनच्या डाव्या बाजूकडे जातो आणि टेबलचा फॉरवर्ड स्ट्रोक होतो. फॉरवर्ड स्ट्रोकच्या शेवटी व्हॉल्व्ह 1 चा कॅम अॅक्ट्युएट होतो आणि हा व्हॉल्व्ह पोजिशन 1 मध्ये येतो. त्यानंतर पिस्टनच्या उजव्या बाजूकडे पायलट सिग्नल दिला जातो आणि टेबलचा रिटर्न स्ट्रोक होतो. रिटर्न स्ट्रोकच्या शेवटी व्हॉल्व्ह 2 चा रोलर पुन्हा अॅक्ट्युएट होतो आणि अशा प्रकारे संपूर्ण सायकल पूर्ण होते.

#### 5.10.1 हायड्रॉलिक सिस्टिम मधील फॉल्टचे शोध आणि उपाय

लक्षणे (Symptom)	संभाव्य कारणे (Probable Cause)	उपाय (Remedy)
आवाज करणारा पंप (Cavitation/Aeration)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ऑइलची पातळी कमी असणे.</li> <li>2. इनलेट फिल्टर / स्ट्रेनर जाम होणे.</li> <li>3. सक्शन लाईनमध्ये हवा गळती (Air leak) होणे.</li> <li>4. तेलाची विस्कोसिटी जास्त असणे (तेल खूप जाड असणे).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. रिझर्व्हॉयरमध्ये योग्य पातळीपर्यंत तेल भरा.</li> <li>2. इनलेट फिल्टर स्वच्छ करा किंवा बदला.</li> <li>3. सक्शन लाईनचे फिटिंग टाईट करा; सील्स बदला.</li> <li>4. कमी विस्कोसिटीचे ऑइल वापरा किंवा सिस्टिम गरम (warm-up) करा.</li> </ol>

<b>कमी किंवा अजिबात सिस्टम प्रेशर नसणे</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. प्रेशर रिलीफ व्हॉल्व्ह खूप कमी सेट केलेला असणे किंवा ओपन स्थितीत अडकलेला असणे.</li> <li>2. पंप झिजलेला असणे (आतील लीकेज).</li> <li>3. मोठी बाह्य गळती (External leak).</li> <li>4. पंप कपलिंग तुटलेले असणे.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. रिलीफ व्हॉल्व्ह ऍडजस्टेबल करा किंवा अडकलेला असल्यास स्वच्छ करा.</li> <li>2. हायड्रॉलिक पंप दुरुस्त करा किंवा बदला.</li> <li>3. लाईन्स तपासून गळती दुरुस्त करा.</li> <li>4. पंप कपलिंग बदला.</li> </ol>
<b>अॅक्च्युएटरची गती स्लो असणे</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. सिलेंडर किंवा व्हॉल्व्हमध्ये आंतरिक लीकेज.</li> <li>2. फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हमध्ये अडथळा (restriction).</li> <li>3. पंप झिजलेला असणे (कमी प्रवाह).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. पिस्टन सील्स किंवा व्हॉल्व्ह स्पूल सील्स बदला.</li> <li>2. फ्लो कंट्रोल व्हॉल्व्हचे सेटिंग योग्य करा.</li> <li>3. पंपचा फ्लो रेट तपासा; झिजलेला असल्यास बदला.</li> </ol>
<b>ऑइल जास्त तापणे</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ऑइलची पातळी खूप कमी असणे.</li> <li>2. हीट एक्सचेंजर / कूलर जाम होणे.</li> <li>3. रिलीफ व्हॉल्व्ह सतत डिस्चार्ज करत असणे.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ऑइलची पातळी वाढवा (Top-up करा).</li> <li>2. कूलरचे फिन्स किंवा पाण्याच्या ट्यूब्स स्वच्छ करा.</li> <li>3. सर्किट डिझाइन तपासा किंवा रिलीफ व्हॉल्व्हचे सेटिंग प्रेशर पेक्षा जास्त ठेवा.</li> </ol>
<b>ऑइलचा फेस</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. सक्शन साइडमधून हवा आत येणे.</li> <li>2. रिटर्न लाईन ऑइलच्या पातळीच्या वर असणे (splashing).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. सक्शन फिटिंग टाईट करा.</li> <li>2. रिटर्न लाईन टँकमधील ऑइलच्या पातळीखाली वाढवा.</li> </ol>

### 5.10.2 न्यूमॅटिक सिस्टिम मधील फॉल्टचे शोध आणि उपाय

लक्षण (Symptom)	संभाव्य कारणे (Probable Cause)	उपाय (Remedy)
<b>कमी सिस्टम प्रेशर</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. कंप्रेसर आवश्यक मागणी पूर्ण करू शकत नाही.</li> <li>2. वितरण लाईनमध्ये मोठ्या प्रमाणात हवा गळती.</li> <li>3. इनटेक फिल्टर जाम झालेले आहे.</li> <li>4. रेग्युलेटर खूप कमी प्रेशरवर सेट केलेला आहे.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. कंप्रेसरची क्षमता तपासा; वापरात नसलेल्या लाईन्स बंद करा.</li> <li>2. साबणाचे पाणी वापरून गळती शोधा; गळती दुरुस्त करा किंवा फिटिंग टाईट करा.</li> <li>3. इन्टेक फिल्टर स्वच्छ करा किंवा बदला.</li> <li>4. रेग्युलेटर आवश्यक प्रेशरवर ऍडजस्ट करा.</li> </ol>
<b>एअर लाईन्समध्ये पाणी साचणे</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. एफआरएल युनिटमधील वॉटर ट्रॅप भरलेला आहे.</li> <li>2. एअर ड्रायर योग्यरित्या कार्यरत नाही.</li> <li>3. रिसिक्लर टँकमधील पाणी काढलेले नाही (ड्रेनेज न केलेले).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. वॉटर ट्रॅप मॅन्युअली रिकामा करा किंवा ऑटो-ड्रेन वापरा.</li> <li>2. रेफ्रिजरेटेड / डेसिकंट ड्रायरची सर्व्हिस करा.</li> <li>3. दररोज रिसिक्लर टँकवरील ड्रेन व्हॉल्व्ह उघडा.</li> </ol>

सिलेंडरची अनियमित हालचाल (स्टिक-स्लिप)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ल्युब्रिकेशनचा अभाव (एअर मिस्ट न मिळणे).</li> <li>2. पिस्टन रॉड वाकलेला असणे.</li> <li>3. सिलेंडर सील्स झिजलेल्या असणे.</li> <li>4. हवेचे प्रेशरकमी असणे.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. FRL युनिटमधील ल्युब्रिकेटर भरा आणि योग्य प्रकारे समायोजित करा.</li> <li>2. सिलेंडर बदला.</li> <li>3. सिलेंडर सील्स बदला.</li> <li>4. सप्लाय प्रेशर तपासा.</li> </ol>
टूल / अॅक्च्युएटरमध्ये शक्ती कमी असणे	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. होजेस / फिटिंग्ज आकाराने लहान (undersized) असणे.</li> <li>2. गळतीमुळे होणारा प्रेशर ड्रॉप.</li> <li>3. फिल्टर एलिमेंट जाम होणे.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. जास्त डायमीटरच्या होजेस वापरा.</li> <li>2. अपस्ट्रीम गळती दुरुस्त करा.</li> <li>3. एफआरएल मधील फिल्टर एलिमेंट बदला.</li> </ol>
अत्याधिक आवाज (हिसिंग)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ब्लो-ऑफ व्हॉल्व्ह उघडा असणे किंवा हवेची गळती.</li> <li>2. मफलर / सायलेंसर नसणे किंवा खराब झालेला असणे.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. सीलमधील गळती बंद करा.</li> <li>2. व्हॉल्व्हच्या एक्झॉस्ट पोर्टवर सायलेंसर बसवा किंवा बदला.</li> </ol>

**Exercise:****TLO 5.1 – Draw hydraulic and pneumatic circuits using direction control valves**

1. State the function of a direction control valve in a hydraulic circuit.
2. Write any two types of direction control valves used in pneumatic systems.
3. Draw the symbol of a 4/3 DCV.
4. List the significance of neutral position in a 4/3 DCV.
5. Write any two actuators commonly controlled by DCVs.

**TLO 5.2 – Draw hydraulic and pneumatic circuits using pressure control valves**

1. State the purpose of a pressure relief valve in hydraulic systems.
2. Write the function of a pressure reducing valve.
3. State the meaning of cracking pressure in pressure control valves.
4. Write the role of sequence valves in multi-cylinder circuits.
5. State the symbol of a pressure relief valve.
6. Write the use of unloading valve in hydraulic circuits.

**TLO 5.3 – Draw hydraulic and pneumatic circuits using flow control valves**

1. State the function of a flow control valve.
2. Write the effect of flow control valve on actuator speed.
3. State the meaning of meter-in flow control.
4. Write the meaning of meter-out flow regulation.
5. Write one application of flow control valves in automated systems.

**TLO 5.4 – Develop hydraulic circuit for specified applications**

1. State the purpose of a regenerative circuit in hydraulic applications.
2. Write the role of an accumulator in hydraulic systems.
3. State the significance of pilot lines in advanced hydraulic circuits.
4. Write one application of a clamping circuit.
5. List any two safety elements in hydraulic circuits.

**TLO 5.5 – Develop pneumatic circuit for specified applications**

1. State the use of FRL unit in pneumatic circuits.
2. List the functions of an air compressor in pneumatic systems.
3. Write one application of a two-hand safety circuit.
4. State the use of shuttle valve in pneumatic logic circuits.
5. Write the purpose of using a quick exhaust valve.

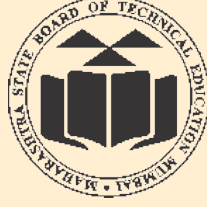
**TLO 5.6 – Describe maintenance procedure of hydraulic and pneumatic systems**

1. State the need for preventive maintenance in fluid power systems.
2. List any two causes of hydraulic oil contamination.
3. Write the purpose of checking air leakage in pneumatic lines.
4. Write any two common faults found in hydraulic systems.
5. State the reason for periodic inspection of hoses and fittings.

## REFERENCES

<b>Sr.No.</b>	<b>Author</b>	<b>Title</b>	<b>Publisher with ISBN Number</b>
1	Majumdar S.R	Oil Hydraulic system Principles and maintenance	Tata McGraw Hill,1st Edition, ISBN: 9780074637487
2	Majumdar S.R	Pneumatics Systems Principles and Maintenance	Tata McGraw Hill,1st Edition, ISBN-978-0-07- 460231-7
3	Anthony Esposito	Fluid Power with applications	Pearson Education, Inc 2000,7th Edition, ISBN 81- 7758-580-0
4	Harry Stewart	Hydraulics and Pneumatics	Taraporewala Publication,1st Edition, ISBN:978-0672234125
5	S.Ilango, V.Soundararajan	Introduction to Hydraulics and Pneumatics	PHI Learning Pvt.Ltd. Delhi, 2nd Edition , ISBN:978-81-203-4406-8
6	D. Stewart	Hydraulic And Pneumatic Power For Production Industrial Hydraulics	Industrial Press INC. 200, Madison Avenue, 1st Edition, New-York 10016.ISBN:978-0831111144

## HEAD OFFICE



Secretary,  
Maharashtra State Board of Technical Education  
49, Kherwadi, Bandra (East), Mumbai - 400 051  
Maharashtra (INDIA)

Tel: (022)26471255 (5 -lines)

Fax: 022 - 26473980

Email: -secretary@msbte.com

Web -[www.msbte.org.in](http://www.msbte.org.in)

## REGIONAL OFFICES:

### MUMBAI

Deputy Secretary (T),  
Mumbai Sub-region,  
2<sup>nd</sup> Floor, Govt. Polytechnic Building,  
49, Kherwadi, Bandra (East)  
Mumbai - 400 051  
Phone: 022-26473253 / 54  
Email: rbtemumbai@msbte.com

### PUNE

Deputy Secretary (T),  
M.S. Board of Technical Education,  
Regional Office,  
412-E, Bahirat Patil Chowk.  
Shivaji Nagar, Pune  
Phone: 020-25656994 / 25660319  
Fax: 020-25656994  
Email: rbtepn@msbte.com

### NAGPUR

Deputy Secretary (T),  
M.S. Board of Technical Education  
Regional Office,  
Mangalwari Bazar, Sadar, Nagpur - 440 001  
Phone: 0712-2564836 / 2562223  
Fax: 0712-2560350  
Email: rbteng@msbte.com

### AURANGABAD

Deputy Secretary (T),  
M.S. Board of Technical Education,  
Regional Office,  
Osmanpura, Aurangabad -431 001.  
Phone: 0240-2334025 / 2331273  
Fax: 0240-2349669  
Email: rbteau@msbte.com