

Dossier Pneumatisch Positioneren

De meeste pneumatische cilinders dienen enerzijds om werkstukken te positioneren en anderzijds om mechanische onderdelen aan te drijven.

Het exacte aantal posities dat men wenst te bereiken, kan variëren van één vaste positie als het gaat om het positioneren van werkstukken tot een onbeperkt aantal vrij te programmeren posities als men bijvoorbeeld een paletiseerautomaat wil aandrijven.

In dit dossier bespreken we de meest gebruikte oplossingen die toelaten werkstukken of machineonderdelen pneumatisch te positioneren.

Festo Belgium nv
Kolonel Bourgstraat 101
BE-1030 Brussel

Tel.: +32 2 702 32 39
Info_be@festo.com
www.festo.com

Inleiding

Wanneer welk systeem toepassen?

Men kan op drie manieren een pneumatisch aangedreven machineonderdeel positioneren:

- Mechanisch door gebruik te maken van de mechanische eindpositie van de cilinder;
- Stuurtechnisch door de cilinder te doen stoppen met behulp van traditionele wegventielen
- Servopneumatisch door toepassing van een regelkring met een aangepast servoventiel.

Belangrijk bij elke toepassing is dat men het meest aangepaste systeem gebruikt voor de toepassing. Twee essentiële vragen moeten voorafgaandelijk worden beantwoord als men een cilinder wil positioneren:

- Hoeveel posities moeten er voorzien worden?
- Welke nauwkeurigheid wordt er verwacht?

Het aantal posities

Het aantal posities is de belangrijkste factor voor het bepalen van de manier van positioneren.

- Door gebruik te maken van aangepaste cilinders kan men op zeer eenvoudige wijze tot 6 vaste posities gaan met behulp van mechanische positionering.
- Met zuigerstangloze cilinders of cilinders met doorlopende zuigerstang kan men stuurtechnisch en op een zeer eenvoudige manier verschillende vaste tussenposities vastleggen.
- Met een servopneumatisch positioneringssysteem kan men oneindig veel vrij programmeerbare posities bereiken door toepassing van een regelkring.

De nauwkeurigheid

Wanneer we over nauwkeurigheid spreken, moeten we rekening houden met twee verschillende nauwkeurigheidsvormen.

De mechanische tolerantienauwkeurigheid:

Deze wordt bepaald door de toelaatbare tolerantiefout op cilinders.

In figuur 1 wordt de maximale toelaatbare afwijking op de slaglengte van een normcilinder voorgesteld (maximale toelaatbare afwijkingen volgens ISO-norm).

Als men dus een genormeerde cilinder met zuigerdiameter 32 mm en slaglengte 200 mm aankoopt, zal de reële mechanische slaglengte liggen tussen de 200 en de 202 mm.

Als men mechanisch gaat positioneren, is het belangrijk om met deze tolerantiefout rekening te houden.

De positioneernauwkeurigheid:

Dit is de nauwkeurigheid die men zal verkrijgen als men een cilinder stuurtechnisch gaat positioneren. De positioneernauwkeurigheid kan variëren van 0,1 mm tot enkele centimeters in functie van de gebruikte pneumatische schakeling, de te verplaatsen massa en de cilindersnelheid.

	Piston \varnothing (internal cylinder \varnothing) [mm]	Stroke length [mm]	Permissible stroke deviation [mm]
DIN ISO 6432	8	Up to 500	+1.5
	10		
	12		
	16		
	20		
DIN ISO 6431	25	Up to 500	+2
	32		
	40	Over 500	+3.2
	50	Up to 12,500	+2.5
	63		
	80	Over 500	+4
	100	Up to 12,500	+4
	125		
	160		
	200	Over 500	+5
250			
320	Up to 2000		

Fig. 1

Mechanisch positioneren

Laten we nu even kijken hoe we op eenvoudige wijze mechanisch kunnen positioneren. In functie van het te behalen aantal posities zal men andere componenten moeten kiezen

A. Mechanisch positioneren op 1 nauwkeurige positie

Soms is het niet de positie van de cilinder maar de positie van een werkstuk dat belangrijk is. Men wil met andere woorden een werkstuk op één welbepaalde vaste positie houden.

De stoppercilinder

Het stoppen op één welbepaalde positie kan men gemakkelijk realiseren door

gebruik te maken van 1 of meer stoppercilinders. Deze cilinders hebben tot doel werkstukdragers, paletten of pakketten tegen te houden op een welbepaalde positie en weer vrij te geven wanneer het past in de productieketen. De stoppercilinder zorgt ervoor dat deze functie eenvoudig kan worden uitgevoerd voor massa's tot 300 kg. Het grote verschil met traditionele cilinders bestaat

erin dat stoppercilinders grote dwarskrachten op de zuigerstang kunnen opvangen.

De slaglengte van een stoppercilinder is meestal zeer beperkt. Uiteraard is hier de slaglengte niet zo belangrijk. De zuigerstang van de stoppercilinder moet enkel een radiale kracht kunnen opnemen.

Er zijn drie uitvoeringen van stoppercilinders(Fig. 2 + 3 + 4)

De drie versies zijn dubbel- en of enkelwerkend met veerretour beschikbaar.



Fig. 2: Stoppercilinder met penuitvoering
FESTO type STA-50-30-P-A

- Documentatie
- Informatieblad
- Accessoires
- CAD

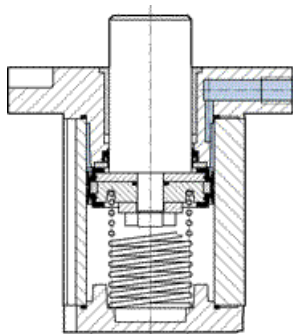


Fig. 3: De stoppercilinder met roluitvoering.
FESTO type STA-50-30-P-A-R

- Informatieblad
- Accessoires
- CAD

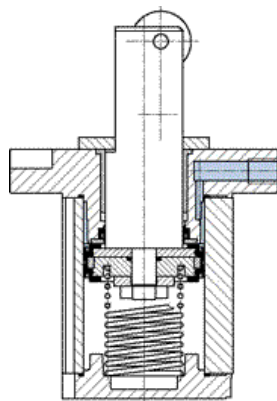
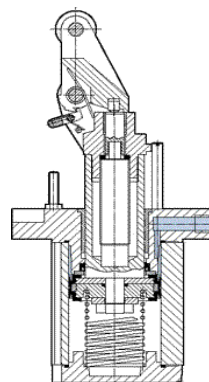


Fig. 4: De stoppercilinder met knikroluitvoering en zelfinstellende hydraulische schokdemper.
FESTO type STAF-32-20-P-A-K

- Informatieblad
- Accessoires
- CAD



Toepassing

Stoppen van werkstukken op een transportsysteem. (Fig. 5)

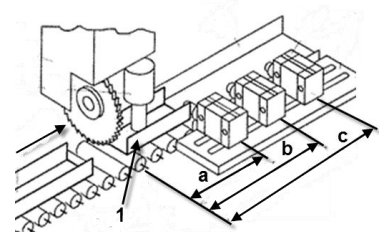


Fig. 5: Het werkstuk 1 wordt door de stoppercilinders op een lengte a, b of c gepositioneerd ten opzichte van de cirkelzaag.

B. Mechanisch positioneren op 2 nauwkeurige posities

Het positioneren in 2 standen kan men bereiken met traditionele dubbelwerkende cilinders. (Fig. 6)

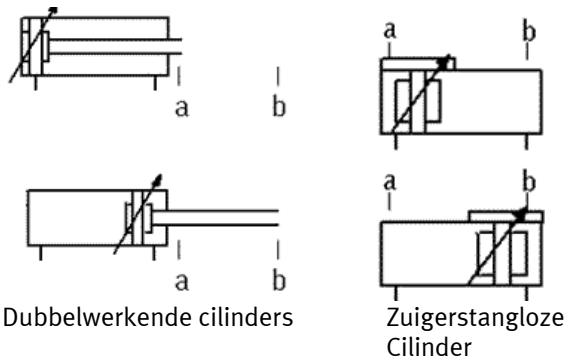


Fig. 6

Hierbij moet men wel rekening houden met de mechanische tolerantienauwkeurigheid van de gebruikte cilinder (zie Fig. 1 bij tolerantienauwkeurigheid).

Toepassing

Werkstukken worden met een X-Y manipulator met zwenkaandrijving en grijper verplaatst. (Fig. 7).

Hierbij worden de volgende aandrijvingen gebruikt:

- X-as: een zuigerstangloze cilinder met slede (Festo type SLM)
- Y-as: cilinders met dubbele doorlopende zuiger (Festo type DPZ).

Indien de tolerantienauwkeurigheid van de X en Y as onvoldoende nauwkeurigheid bieden kunnen deze eindposities mechanisch perfect worden afgesteld.

Voor de X-as (Fig. 8) kan de slaglengte mechanisch beperkt worden met een aanslagplaat (1), een instelbare aanslag (2) laat een fijne-instelling toe.

Voor de Y-as (Fig. 9) kan de tolerantienauwkeurigheid weggewerkt worden met een instelbare aanslag (3).

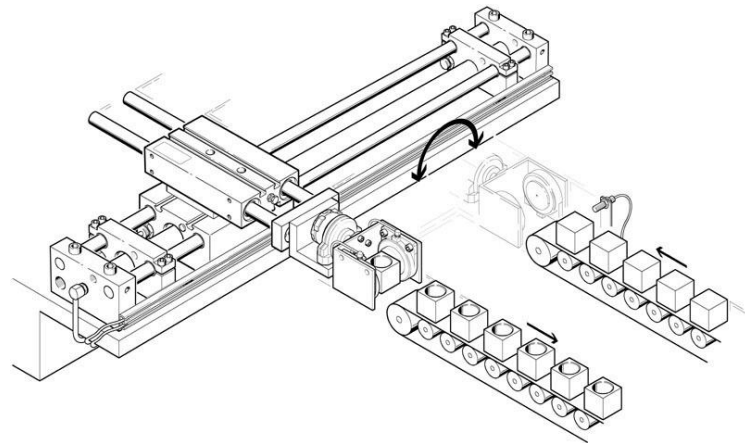


Fig. 7

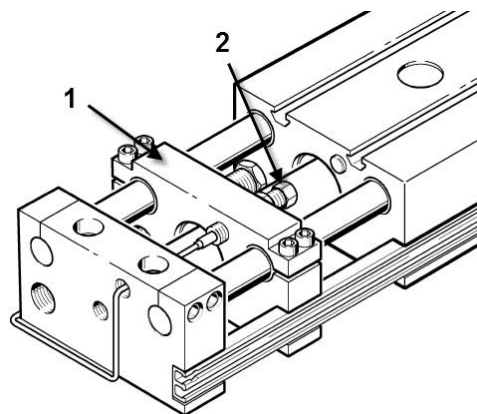


Fig. 8

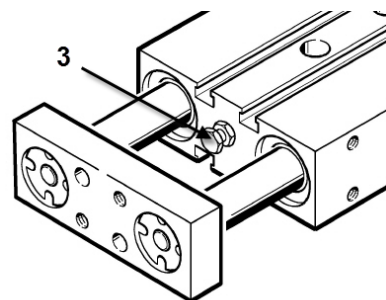


Fig. 9

C. Mechanisch positioneren met slechts 3 tot 4 nauwkeurige posities

Standaardcilinder met meerstandenkit

Indien men 3 of 4 posities wenst, maakt men best gebruik maken van meerstandencilinders.

Een traditionele drie- of vierstandencilinder bestaat uit twee dubbelwerkende cilinders die door middel van een meerstandenkit rug aan rug zijn samengebouwd. (Fig. 10).

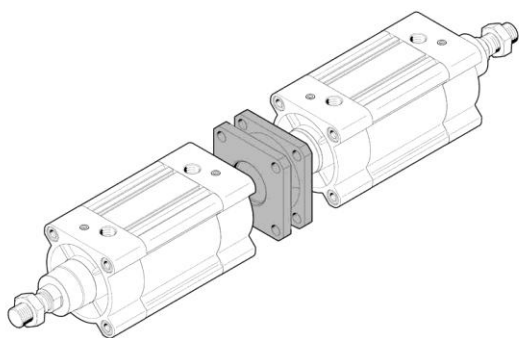


Fig. 10

Een dergelijke meerstandencilinder kan naargelang de slaglengtes van de gekozen cilinders 3 tot 4 posities innemen. Nadeel van deze constructievorm is het feit dat er twee zuigerstangen aanwezig zijn waarvan één vast moet worden gemonteerd. Hierdoor is een traditionele voet of flensbevestiging van de cilindercombinatie niet mogelijk.

Realisatie van 3 standen

Om dit te bereiken worden twee cilinders met gelijke slaglengte met elkaar verbonden. De verplaatsing is steeds de som van de verplaatsing van beide cilinders.

Slaglengte cilinder 1	Slaglengte cilinder 2	Verkregen verplaatsing
$l_1 = 100 \text{ mm}$	$l_2 = 100 \text{ mm}$	

Cilinder 1 in	Cilinder 2 in	0 mm
Cilinder 1 uit	Cilinder 2 in	100 mm
Cilinder 1 in	Cilinder 2 uit	100 mm
Cilinder 1 uit	Cilinder 2 uit	200 mm

Realisatie van 4 standen

Om dit te bereiken worden twee cilinders met verschillende slaglengtes met elkaar verbonden (Fig. 11).

De verplaatsing is steeds de som van de verplaatsing van beide cilinders.

Slaglengte cilinder 1	Slaglengte cilinder 2	Verkregen verplaatsing
$l_1 = 100 \text{ mm}$	$l_2 = 150 \text{ mm}$	
Cilinder 1 in	Cilinder 2 in	1 = 0 mm
Cilinder 1 uit	Cilinder 2 in	2 = 100 mm
Cilinder 1 in	Cilinder 2 uit	3 = 150 mm
Cilinder 1 uit	Cilinder 2 uit	4 = 250 mm

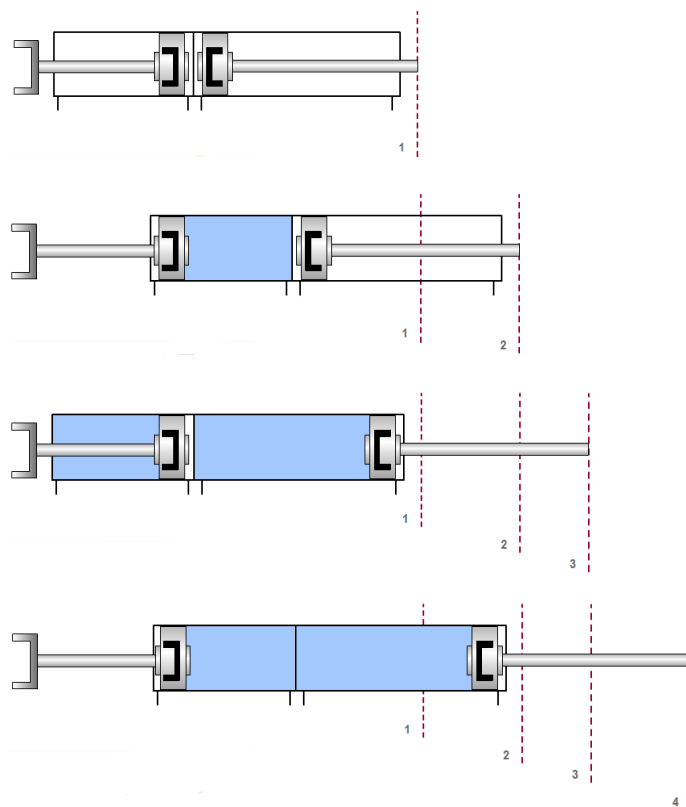


Fig. 11



[Animatie DPNC](#)

D. Mechanisch positioneren met slechts 3 tot 6 nauwkeurige posities

Meerstandencilinders voor 3 tot 6 posities

Door gebruik te maken van twee tot vijf cilinders met verschillende slaglengtes die in één combinatie samengebouwd worden, kan men 3 tot 6 posities bereiken (Fig. 12).

De verplaatsing is afhankelijk van de cilinder die men aanstuurt.

Het voordeel van deze meerstandencilinder is dat hij aan de hand van een traditionele voet of flensbevestiging kan gemonteerd worden op de machine.

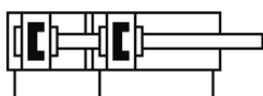
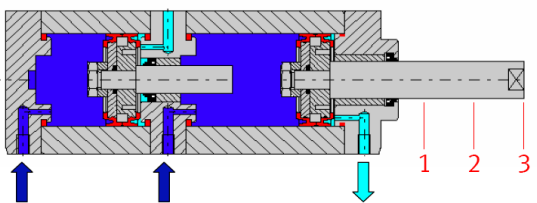
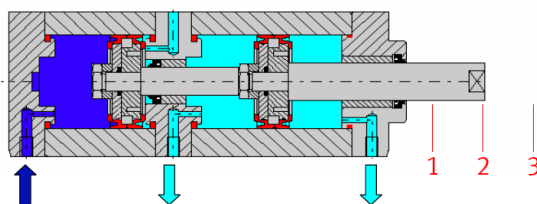
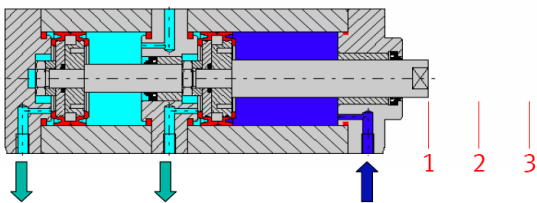
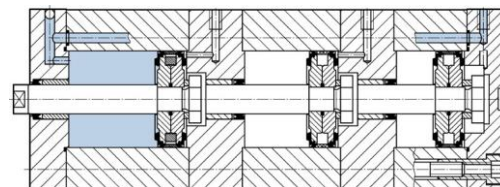


Fig. 12: meerstandencilinder met 3 posities. (2 cilinders in serie gemonteerd).



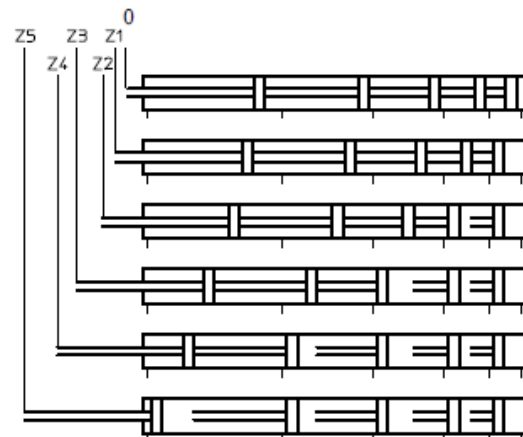
[Animatie ADN](#)



Afbeelding meerstandencilinder voor 4 standen (3 cilinders in serie gemonteerd).

Festo type [Meerstandencilinder ADN-25](#) -

- [Documentatie](#)
- [Informatieblad](#)
- [Accessoires](#)
- [CAD](#)



Afbeelding meerstandencilinder voor 6 standen (5 cilinders in serie gemonteerd).

Hieronder ziet men het pneumatische aansluitschema voor een meerstandencilinder met 4 posities (Fig. 13). Voor het uitsuren van de cilinder stuurt men telkens het ventiel 1V4 met één van de drie overige ventielen 1V1, 1V2 of 1V3.

Nadeel van deze aansluitvorm is echter dat men in sommige toepassingen moet verhinderen dat de voorste cilinder door een externe negatieve belasting kan uitschuiven. In dat geval is het aangewezen dat men op de eerste cilinder continu een tegendruk plaatst (Fig. 14).

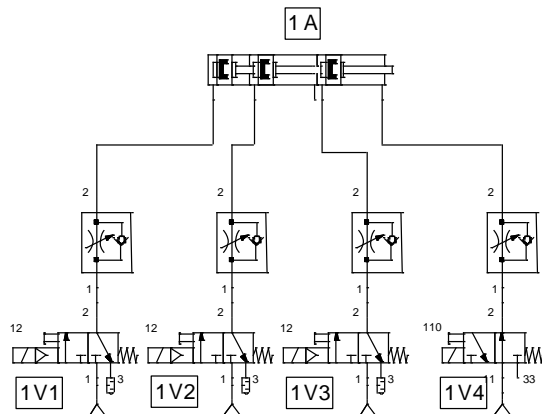


Fig. 13

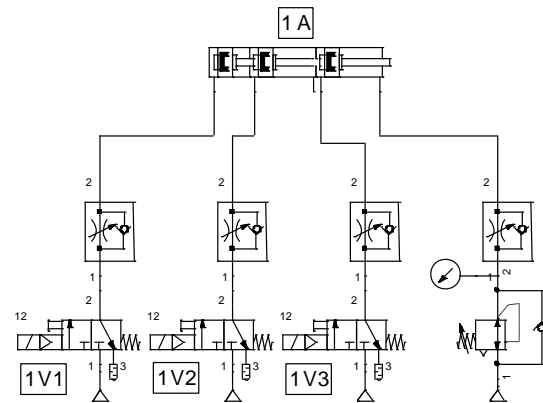


Fig. 14

Pneumatisch positioneren

Verschillende posities, waarbij de nauwkeurigheid niet zo belangrijk is, kunnen op een zeer eenvoudige en goedkope manier worden bereikt met traditionele ventielen.

De tussenpositie van de cilinder wordt gedetecteerd met bijkomende sensoren. Indien de exacte tussenpositie van de cilinder moet gekend zijn is het aan te raden om positietransmitters te gebruiken in plaats van traditionele cilindersensoren (zie dossier “Sensoren in de elektropneumatica”)

A. Pneumatisch positioneren met 5/3 ventielen

Een veel gebruikt ventiel om een cilinder te doen stoppen in een tussenpositie is het 5/3-ventiel. In de meeste gevallen geeft dit echter geen goed resultaat.

Laten we even de verschillende opstellingsmogelijkheden bekijken.

5/3-ventiel met open middenstand

De eerste mogelijkheid is het gebruik van een 5/3-ventiel met open middenstand (Fig. 15).

Deze oplossing kan enkel gebruikt worden voor horizontaal geplaatste cilinders.

Wegens het ontbreken van tegendruk in de rustpositie is men bij deze opstelling verplicht om de cilindersnelheden te smoren op de beluchting met slechte snelheidsregelingen als gevolg.

Ander nadeel van deze opstelling is dat de cilinder in zijn middenstand volledig los staat en bijgevolg bij de geringste dwarskracht volledig naar links of rechts zal bewegen.

Algemeen kan men stellen dat deze opstelling geen goed resultaat zal opleveren.

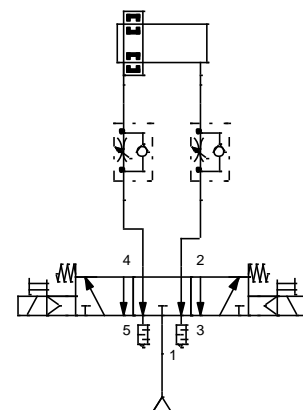


Fig. 15

5/3-ventiel met beluchte middenstand

De tweede mogelijkheid is het gebruik van een 5/3-ventiel met beluchte middenstand (Fig. 16)

Bij deze opstelling staan beide cilinderkamers steeds onder druk waardoor een goede snelheidsregeling mogelijk is.

Nadeel van deze opstelling is echter dat de cilinder volledig los staat en bij de geringste dwarskracht volledig naar links of rechts zal bewegen.

Bovendien is deze opstelling enkel toepasbaar op zuigerstangloze cilinders of cilinders met doorlopende zuigerstang die horizontaal geplaatst zijn.

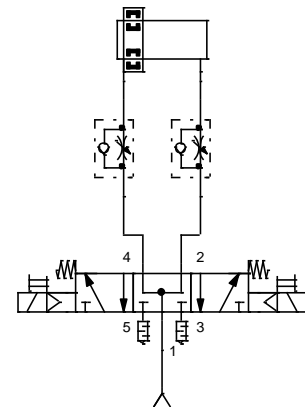


Fig. 16

5/3-ventiel met gesloten middenstand

De derde mogelijkheid is het gebruik van een 5/3-ventiel met gesloten middenstand (Fig. 17).

Bij deze oplossing kunnen de cilindersnelheden op een normale manier worden ingesteld.

In een opstelling met 5/3-ventielen met gesloten middenstand is het aan te raden om de snelheidsregeling niet op de cilinder (Fig. 17) maar op het ventiel te voorzien (Fig. 18).

Men dient er rekening mee te houden dat na een lange stilstand van de machine de cilinder door interne lekken in het ventiel drukloos komt te staan.

Hierdoor is een soepele opstart van de cilinder bij inbedrijfstelling niet gewaarborgd, zelfs bij gebruik van een softstartventiel.

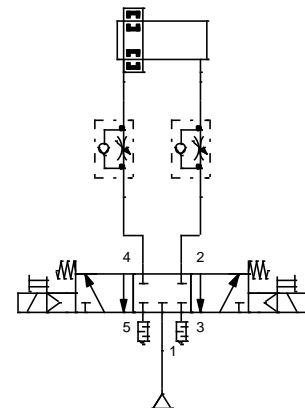


Fig. 17

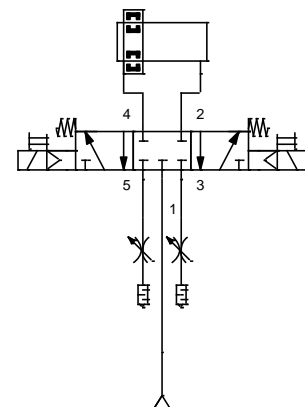


Fig. 18

B. Pneumatisch positioneren met gestuurde terugslagkleppen

Over het algemeen is het aan te raden gebruik te maken van gestuurde terugslagkleppen om een cilinder in een tussenpositie te stoppen. In dit geval wordt de cilinder gestuurd door twee 5/2-ventielen (Fig. 19). Dankzij deze opstelling zijn beide cilinderkamers steeds van druk voorzien in ruststand.

Bij het sturen van de spoel 1Y1 (Fig. 20) zal ventiel 1V1 de terugslagklep 1V4 via zijn stuurpoort 21 opensturen waardoor de linkse cilinderkamer kan ontluchten en de cilinder 1A zich naar links beweegt. Bij het wegvallen van de sturing 1Y1 zal de sturing op de 21 poort van de terugslagklep wegvallen waardoor de cilinder stopt.

Om de cilinder naar rechts te doen bewegen stuurt men ventiel 1V2.

De nauwkeurigheid van de tussenposities zal sterk afhankelijk zijn van de te verplaatsen massa en van de cilindersnelheid en kan variëren van enkele millimeters tot enkele centimeters in functie van de toepassing.

Toepassing

In de afgebeelde portaalconstructie (Fig. 21) die aangedreven wordt door een zuigerstangloze cilinder, moeten verschillende vaste posities worden verkregen.

Door de aangepaste uitvoering van de magazijnuitgangen en stoters op de cilinders C, D en E is de vereiste positienuwkeurigheid niet zo belangrijk.

De twee uiterste posities worden mechanisch geïmplementeerd, maar voor de overige posities wordt de cilinder gestopt aan de hand van gestuurde terugslagkleppen.

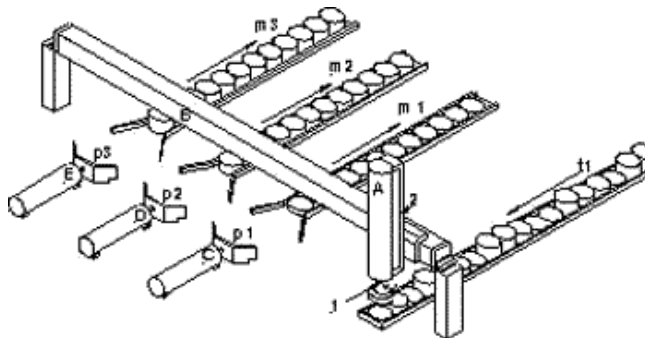


Fig. 21

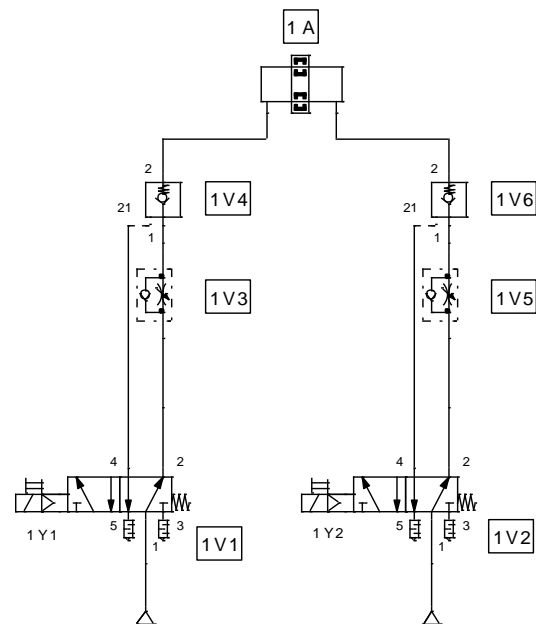


Fig. 19

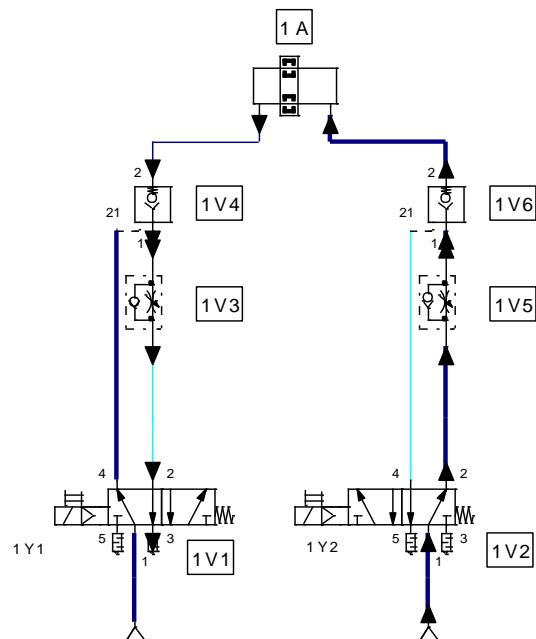


Fig. 20

Servopneumatisch positioneren

Indien het aantal te bereiken posities vrij programmeerbaar moet zijn of indien de posities een grote en meetbare nauwkeurigheid vereisen, kan men best een beroep doen op een servopneumatisch gestuurd systeem.

Bij een servopneumatisch gestuurd systeem (Fig. 22) maakt men gebruik van een standaardcilinder (1) of een zuigerstangloze cilinder (2).

De cilinderpositie wordt continu opgemeten met behulp van een extern (3) of een geïntegreerd meetsysteem (4).

Een elektronische stuurkaart (5) vergelijkt de gewenste positie van de cilinder met de bestaande positie en stuurt in functie van de afwijking tussen deze twee waarden een servoventiel (6) aan dat op zijn beurt de cilinder naar de gewenste positie bijstuurt.

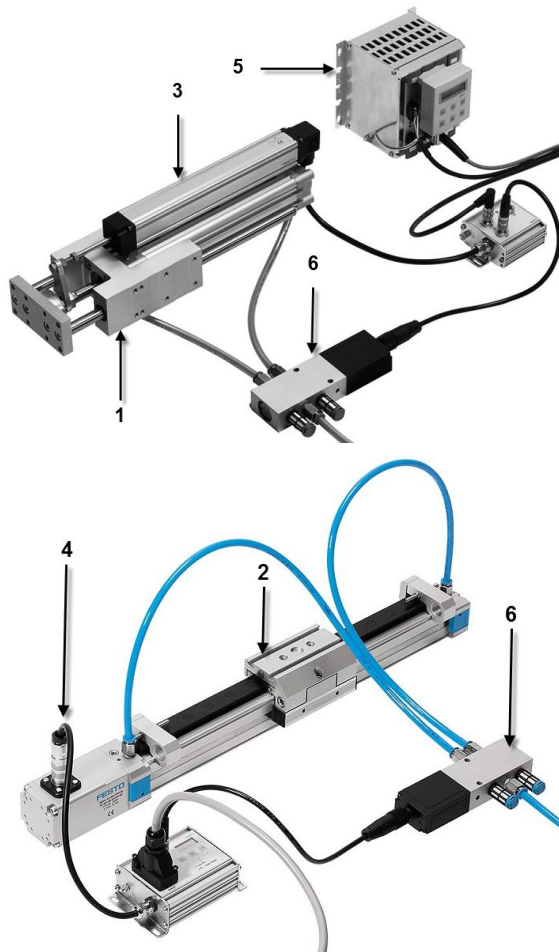


Fig 22

De maximale slaglengte voor deze toepassing bedraagt 2000 mm en de maximum cilindersnelheid kan tot 2500 mm/s oplopen. Met de nieuwste generatie stuurkaarten bereikt men een herhaal-positienauwkeurigheid van 0,2 mm.

De massa die men kan positioneren met een servopneumatische as mag oplopen tot 180 kg op een horizontale as en 60 kg op een verticale as.

Toepassing

Een typisch voorbeeld voor een servopneumatisch systeem is een machine waarbij producten in een bepaalde, maar variabele vorm moeten worden gepalleteerd (Fig. 23).

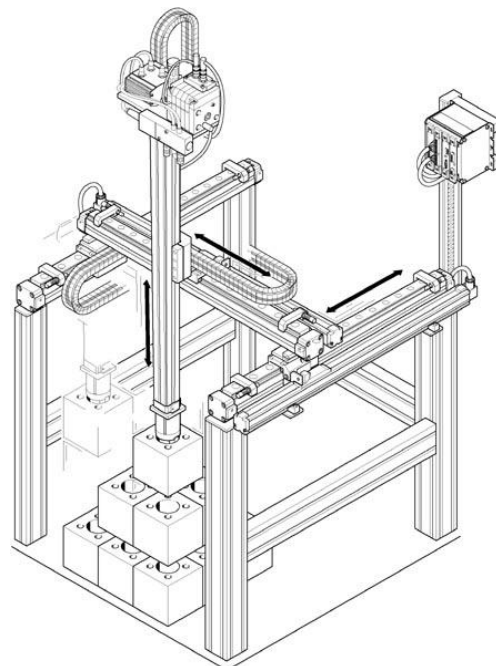


Fig. 23