

FESTO

Pneumatic Starter

Theoriedeel



Bestelnummer.:
Versie: 08/2007
Auteurs: F. Ebel, S. Idler, G. Prede, D. Scholz
Redactie: Reinhard Pittschellis
Vertaling: W. Kluiters
Grafisch: Doris Schwarzenberger
Layout: 08/2007

© Festo Didactic GmbH & Co. KG, D-73770 Denkendorf, 2007
Internet: www.festo-didactic.de
e-mail: did@festo.com

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën of op enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

1	Basiskennis van pneumatiek	6
1.1	Natuurkundige basiskennis	6
1.1.1	Standaardeenheden	7
1.1.2	Afgeleide eenheden	7
1.1.3	Wet van Newton	7
1.1.4	Druk	8
1.2	Eigenschappen van lucht	9
1.2.1	Wet van Boyle	9
1.3	Onderdelen van een pneumatische schakeling en hun functie	11
1.4	Werking en kenmerken van actuatoren –pneumatiek cilinder	13
1.4.1	Enkelwerkende cilinder	13
1.4.2	Dubbelwerkende cilinder	13
1.4.3	Snelheidsregeling bij enkelwerkende cilinders	14
1.4.4	Snelheidsregeling bij dubbelwerkende cilinders	17
1.5	Functie en kenmerken van actuatoren - pneumatiekventielen	19
1.5.1	Functie van pneumatiek ventielen	19
1.5.2	Benaming en symbolen van pneumatiekventielen	20
1.5.3	Bedieningswijze van stuurventielen	21
1.5.4	Aansturing van een enkelwerkende cilinder	22
1.5.5	Aansturing van een dubbelwerkende cilinder	23
1.6	Werking en kenmerken van overige pneumatische actuatoren	24
1.6.1	Pneumatische aandrijvingen met geleiding en zuigerstangloze aandrijving	24
1.6.2	Pneumatische grijpers	26
1.7	Weergave van pneumatische besturingen in een schema	27
1.7.1	Codering van symbolen in schema's	28

1 Basiskennis van Pneumatiek

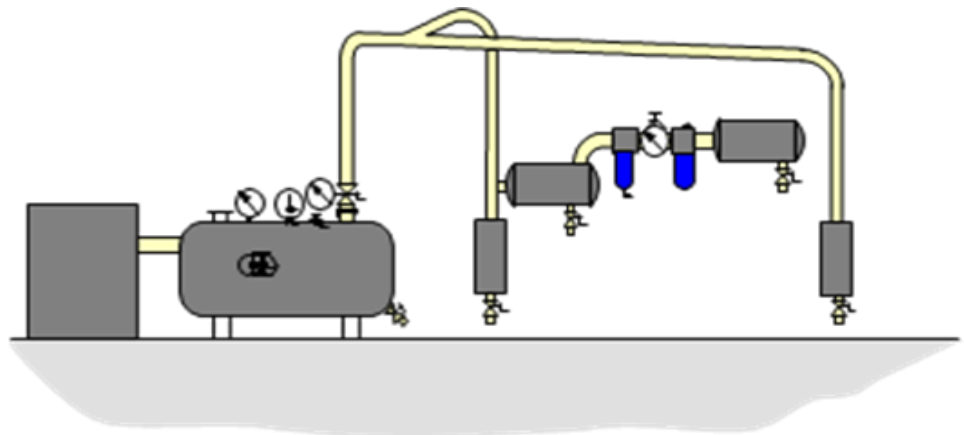
Het begrip pneumatiek is afkomstig van het Griekse woord „ πνεῦμα“ (pneuma), dat wind of adem betekent. Men verstaat daaronder de toepassing van perslucht in technische systemen.

In 1902 werkten de eerste machines op perslucht. Daarna werden kort na elkaar diverse pneumatische toepassingen ontwikkeld zoals pneumatische buizenpost, de persluchtrem, de klinkhamer, de klopboormachine en verscheidene andere persluchtgereedschappen.

Sinds 1950 heeft de pneumatiek zich tot een omvangrijke en succesvolle tak van de industrie ontwikkeld.

Een moderne pneumatische installatie in de automatiseringstechniek bestaat uit deelsystemen voor:

- Productie en conditionering van de perslucht (compressor)
- Distributie van de perslucht (afsluiters, slang en koppelingen)
- Sturing van de perslucht (stuurventielen).



Productie en distributie van perslucht

Als pneumatische aandrijving worden meestal cilinders toegepast. Deze kenmerken zich door robuuste vorm, grote verscheidenheid, eenvoudige installatie en gunstige prijs. Door deze voordelen kent de pneumatiek een breed toepassingsgebied.



Pneumatische cilinder met ventiel en een industriële toepassing

1 Basiskennis van pneumatiek

Overige voordelen van pneumatiek zijn:

Kenmerk	Voordeel van pneumatiek
Hoeveelheid	Lucht is bijna overal in bijna onbegrensde hoeveelheid beschikbaar.
Transport	Lucht kan zeer eenvoudig via slangen getransporteerd worden.
Opslag	Perslucht kan in een luchtvat opgeslagen worden voor latere toepassing. Het luchtvat (fles) kan daarnaast ook transporteerbaar zijn.
Temperatuur	Perslucht is nagenoeg ongevoelig voor de temperatuurschommelingen. Dit garandeert een betrouwbare werking zelfs onder extreme condities.
Veiligheid	Perslucht levert geen risico m.b.t. brand- of explosiegevaar.
Milieu	Ongesmeerde perslucht veroorzaakt geen milieuverontreiniging.
Constructie	De arbeidelementen zijn eenvoudig van constructie en daardoor goedkoop.
Snelheid	Perslucht is een snel medium. Er kunnen hoge zuiger snelheden en korte schakeltijden bereikt worden.
Overbelasting	Pneumatische gereedschappen en arbeidelementen kunnen in stilstand belast worden en kunnen daardoor niet overbelast worden.

1.1

Natuurkundige basiskennis

Lucht is een gasmengsel met de volgende samenstelling:

- ca. 78 % stikstof
- ca. 21 % zuurstof.

Daarnaast bevat het sporen van kooldioxide, argon, waterstof, neon, helium, krypton en xenon.

Voor een beter begrip van de wetmatigheden van perslucht is kennis van de natuurkundige grootheden belangrijk. Hieronder zijn de voor perslucht belangrijke grootheden met de daarbij behorende eenheden uit het standaard eenhedenstelsel (SI) weergegeven.

1.1.1 Standaardeenheden

Grootheid	Symbool	Eenheid
lengte	l	meter (m)
massa	m	kilogram (kg)
tijd	t	seconde (s)
temperatuur	T	Kelvin (K, $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$)

1.1.2 Afgeleide eenheden

Grootheid	Symbool	Eenheid
kracht	F	Newton (N), $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
oppervlakte	A	vierkante meter (m^2)
volume	V	kubieke meter (m^3)
volumestroom	q_v	(m^3/s)
druk	p	Pascal (Pa) $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N}/\text{m}^2$ $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$

1.1.3 Wet van Newton

De eerste wet van Newton is in 1687 door Isaac Newton geformuleerd in zijn boek de *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Latijn voor wiskundige beginselen van de natuurfilosofie) en beschrijft de benodigde kracht voor verandering van beweging.

Kracht = massa • versnelling

$$F = m \cdot a$$

Om een beweging (versnelling) te realiseren heb je een kracht nodig. De grootte van deze kracht is afhankelijk van de te verplaatsen massa.

Op een voorwerp in rust werkt ook een kracht: de aantrekkingskracht. De versnelling van de aantrekkingskracht is op aarde gelijk aan $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$.

1.1.4 Druk

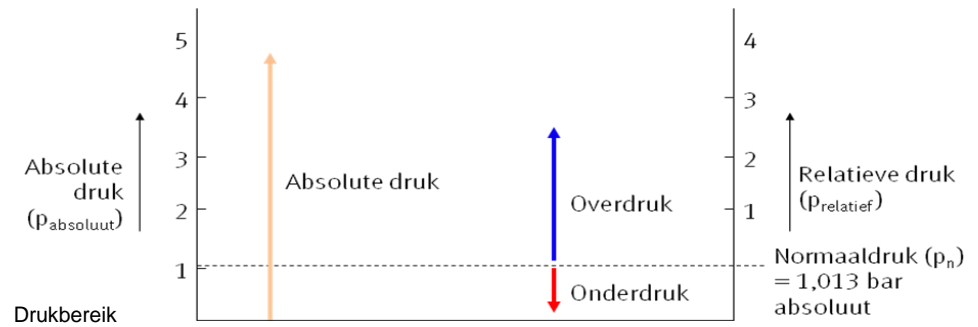
In de natuurkunde bedoelt men met het begrip druk de drukkracht per oppervlakte-eenheid. Druk is een vorm van mechanische spanning. De SI-eenheid van druk is de pascal (Pa), maar ook de eenheid bar en atmosfeer worden vaak gebruikt.

1 Pascal (Pa) komt overeen met de druk, die een loodrecht werkende kracht van 1 N op een oppervlakte 1 m^2 uitoefent.

De druk, die op aarde heerst, wordt atmosferische druk ($p_{\text{atmosfeer}}$) genoemd. Deze druk wordt ook wel normaaldruk genoemd. Een druk vergeleken met de atmosferische druk noemen we relatieve druk (P_{relatief}). Het relatieve bereik boven de atmosferische druk noemen we overdruk, het bereik onder de atmosferische druk noemen we onderdruk. De relatieve druk kan berekend worden met de formule:

1 Basiskennis van pneumatiek

$$p_{\text{relatief}} = p_{\text{absoluut}} - p_{\text{atmosfeer}}$$



De atmosferische druk is niet constant. De waarde verandert door weersinvloeden.

De absolute druk p_{absoluut} is een op nuldruk –absoluut vacuüm- gebaseerde waarde. De absolute druk is gelijk aan de som van de atmosferische druk en de over- of onderdruk. In de praktijk worden hoofdzakelijk meetinstrumenten gebruikt die de overdruk aangeven. De absolute druk p_{absoluut} is ongeveer 100 kPa (1 bar) hoger.

In de pneumatiek is het gebruikelijk, alle gegevens over perslucht op de zogenaamde normtoestand te betrekken. De normtoestand volgens DIN 1343 is een door normtemperatuur en normdruk vastgelegde toestand van een vast, vloeibaar of gasvormige stof.

- Normtemperatuur $T_n = 273,15 \text{ K}$, $t_n = 0 \text{ °C}$
- Normdruk $p_n = 101325 \text{ Pa} = 1,01325 \text{ bar}$

1.1.5 Eigenschappen van lucht

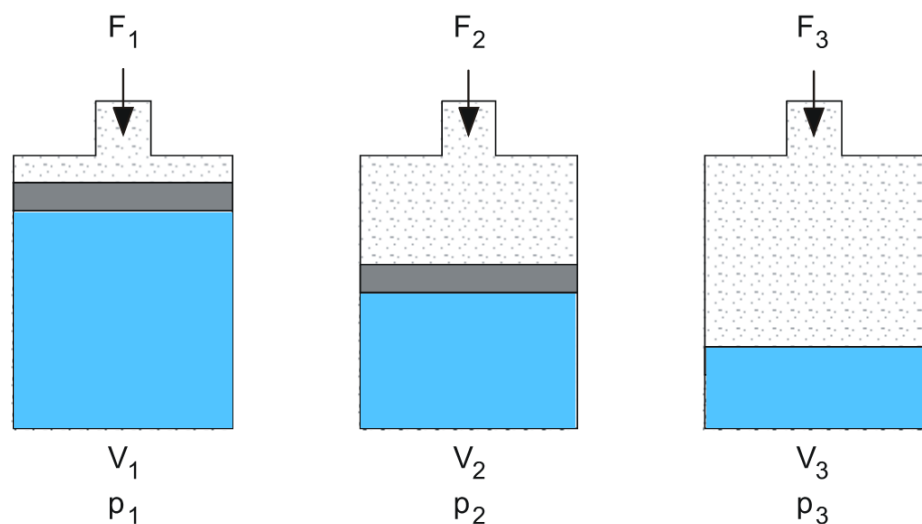
Kenmerkend voor lucht is zeer geringe cohesie, d.w.z. de aantrekkingskracht tussen de luchtmoleculen. Deze kan in de pneumatiek verwaarloosd worden. Zoals alle gassen heeft lucht geen vaste vorm. Zij verandert van vorm zodra er kracht op uitgeoefend wordt en verspreidt zich over de gehele ruimte.

1.1.6 Wet van Boyle

De wet van Boyle beschrijft het gedrag van ideale gassen bij constante temperatuur. De wet is vernoemd naar de Ierse filosoof en scheikundige Robert Boyle (1627-1691)

Lucht laat zich samenpersen (compressie) en zal weer uitzetten (expansie) zodra het daarvoor de ruimte krijgt. Bij constante temperatuur is het product van volume en absolute druk voor een afgesloten gasmengsel constant. Als bijvoorbeeld het volume halveert, verdubbelt de druk.

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = p_3 \cdot V_3 = \text{constant}$$



Rekenvoorbeeld

Lucht van atmosferische druk wordt tot 1/7 van het volume samengeperst.
Welke druk ontstaat, indien de temperatuur constant blijft?

P1: Druk in de atmosfeer	=1 bar
P2: Druk van de samengeperste lucht	= ?
V1: Volume voor samenpersen	= x
V2: Volume na samenpersen	= x/7

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{V_1}{V_2}$$

$$p_2 = 100_{[kPa]} \cdot \frac{x}{x/7} = 100_{[kPa]} \cdot 7 = 700_{[kPa]} = 7_{[bar]} \text{ absoluut}$$

$$\text{Daaruit volgt: } p_{\text{relatief}} = p_{\text{absoluut}} - p_{\text{atmosfeer}} = (700 - 100) \text{ kPa} = 600 \text{ kPa} = 6 \text{ bar}$$

Een compressor, met een overdruk van 600 kPa (6 bar), heeft dus een compressie verhouding van 7:1.

1.2

De onderdelen van een pneumatische schakeling en hun functie

Compressor

De energie voor een persluchtsysteem wordt geleverd door schroef- of zuiger compressoren. Zij leveren een uitgangsdruk van 700 – 800 kPa (7 – 8 bar). Hierdoor is gewaarborgd, dat ondanks drukschommelingen, een werkdruk van tenminste 600 kPa (6 bar) voor de aansturing van cilinders beschikbaar is.

Persluchtfilter / waterafscheider

Een persluchtfilter worden in een persluchtsysteem opgenomen om aangezogen vuildeeltjes en condens te verwijderen. Gefilterde perslucht draagt bij aan een hogere levensduur van pneumatische onderdelen.

Drukreduceerventiel

Op een drukreduceerventiel wordt de vereiste druk voor een machinedeel ingesteld. Drukschommelingen in het persluchtsysteem worden afgevlakt. De ingestelde uitgangsdruk blijft constant, als de druk op de ingang minstens 50 kPa (0,5 bar) boven de gewenste uitgangsdruk ligt.

Kogelkraan

Met een kogelkraan sluit je een gedeelte van een perslucht systeem af.

Stuurventiel

Een stuurventiel blokkeert de doorgang van perslucht en laat deze op het gewenste moment doorstromen naar een aandrijfelement. De juiste aansluiting van de onderdelen is bepalend voor de veiligheid en betrouwbaarheid van de installatie.

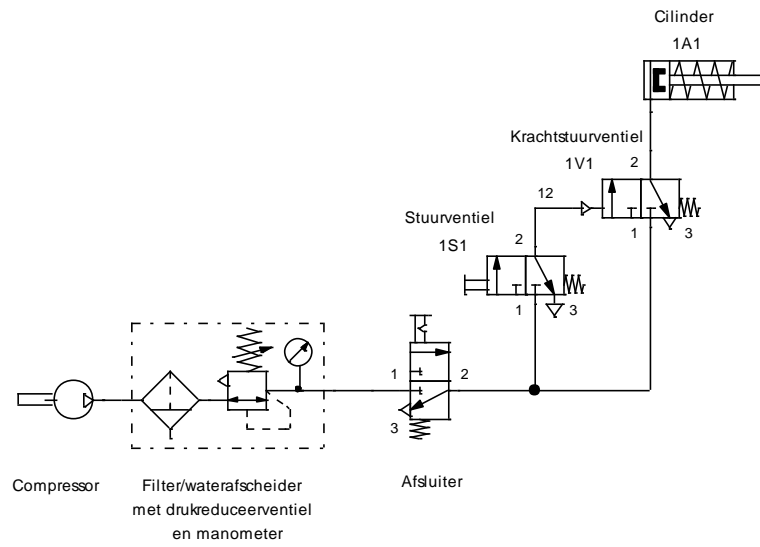
Krachtstuurventiel

Dit is een aan de cilinderafmetingen aangepast ventiel, dit ventiel levert de vereiste luchtstroom voor de cilinder.

Cilinder

Een cilinders is een robuust aandrijfelement met lage storingsgevoeligheid en lange levensduur. Bij gunstige afmeting is een hoge snelheid mogelijk. Voorwaarden voor een storingsvrije werking zijn juiste uitlijning en montage.

1 Basiskennis van pneumatiek



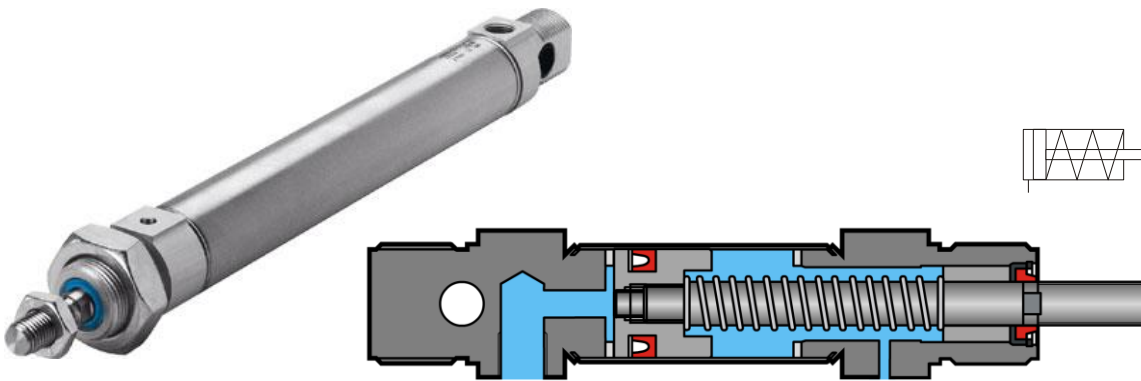
Belangrijkste onderdelen van een pneumatische schakeling

1.3

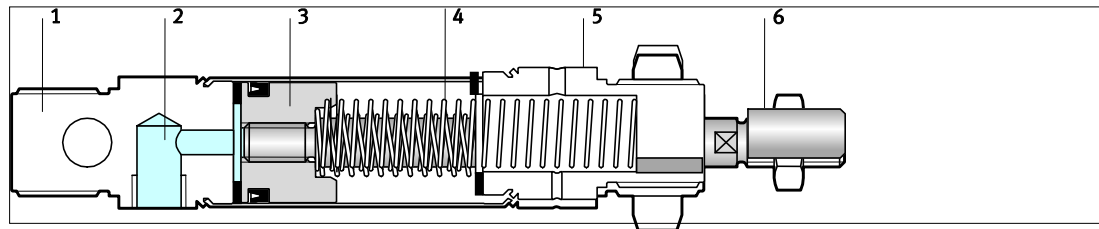
**Werking en kenmerken van
actuatoren
- pneumatiek cilinder**

1.3.1 Enkelwerkende cilinder

Op een enkelwerkende cilinder wordt aan één zijde de perslucht aangesloten. Daardoor kan deze cilinder slechts in één richting kracht leveren. Voor de retourslag moet de cilinderkamer ontlucht worden, de ingebouwde veer drukt de zuiger weer terug. De ontluchting van de cilinderkamer (waar de veer zich bevindt) vindt plaats via een gaatje in het cilinderdeksel



Foto, doorsnede en symbool van een enkelwerkende cilinder

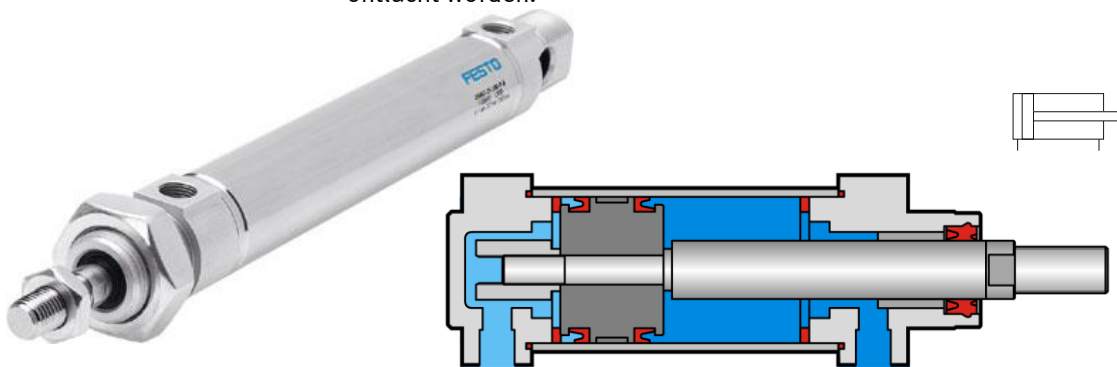


Nr.	Onderdelen	Werking
1	Bodemdeksel	Wanneer lucht via de persluchtaansluiting (met een druk groter dan de omgevingsdruk) de cilinder instroomt, wordt de zuiger met daar aan vast de zuigerstang naar buiten gedrukt. Wanneer de perslucht wordt losgehaald van de persluchtaansluiting duwt de veer de zuiger met daar aan vast de zuigerstang weer terug in de uitgangspositie. De lucht stroomt via de persluchtaansluiting de cilinder uit.
2	Persluchtaansluiting	
3	Zuiger	
4	Veer	
5	Lagerdeksel	
6	Zuigerstang	

1.3.2 Dubbelwerkende cilinder

Een dubbelwerkende cilinder heeft aan beide zijden een aansluiting. Deze cilinder kan kracht leveren in twee richtingen. De kracht van de uitgaande slag is groter dan de ingaande slag, omdat de oppervlakte, waarop de perslucht werkzaam is, aan de zuigerzijde groter is dan aan de zuigerstangzijde.

Een dubbelwerkende cilinder heeft voor elke cilinderkamer een aansluiting. Voor de omschakeling van bewegingsrichting moet de ene cilinderkamer belucht en de ander ontlucht worden.

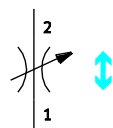


Foto, doorsnede en symbool van dubbelwerkende cilinder

1.3.3 Snelheidsregeling bij enkelwerkende cilinders

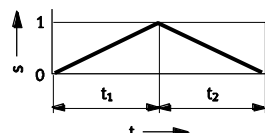
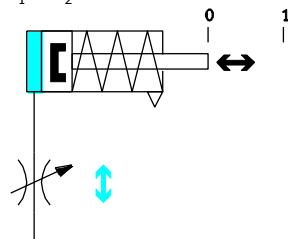
Smoring

Bij een smoring wordt de leidingdiameter traploos ingesteld. Het effect van de gereduceerde volumestroom is in beide richtingen gelijk.



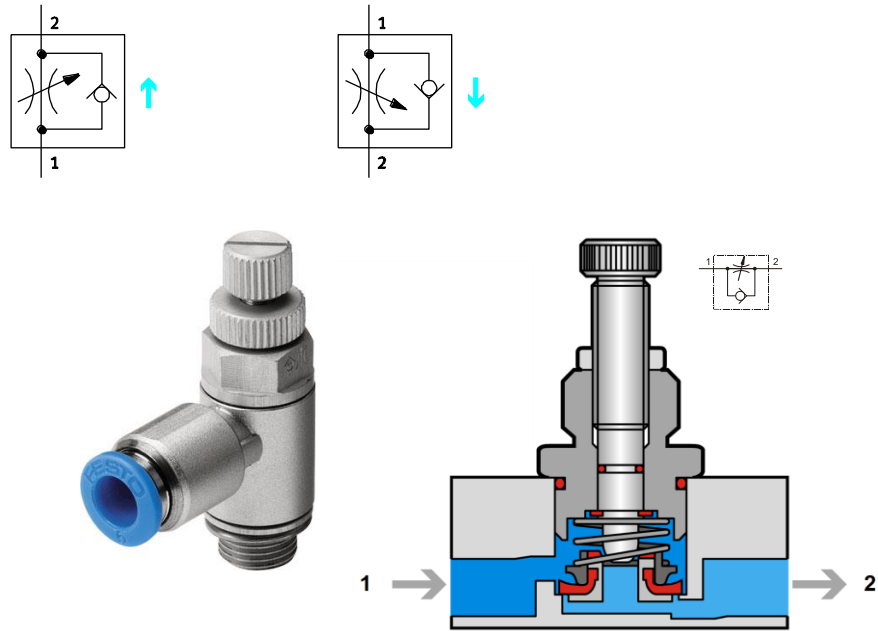
De smoring bevindt zich bij een enkelwerkende cilinder in de leiding naar de cilinder. De ingestelde snelheid geldt voor de in- en uitgaande slag. De lucht wordt gesmoord bij het beluchten en het ontluchten van de cilinderkamer.

$t_1 = t_2 = \text{instelbaar}$



Snelheidsregelventiel

De instelling van de smoring werkt bij een snelheidsregelventiel slechts in één richting. In tegenovergestelde richting is de instelling van de smoring niet relevant. De luchtstroom wordt via het terugslagventiel om de smoring geleid. De smoringsrichting wordt op het onderdeel met behulp van een pijl aangegeven.

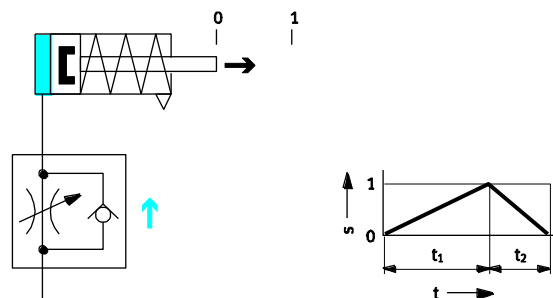


Foto, doorsnede en symbool van een snelheidsregelventiel

Uitgaande slag:

De luchtstroom wordt door een snelheidsregelventiel gesmoord. Hierdoor is de snelheid van de uitgaande slag instelbaar. Bij de retourslag wordt de luchtstroom via het terugslagventiel geleid.

t_1 = instelbaar
 t_2 = constant (niet instelbaar)

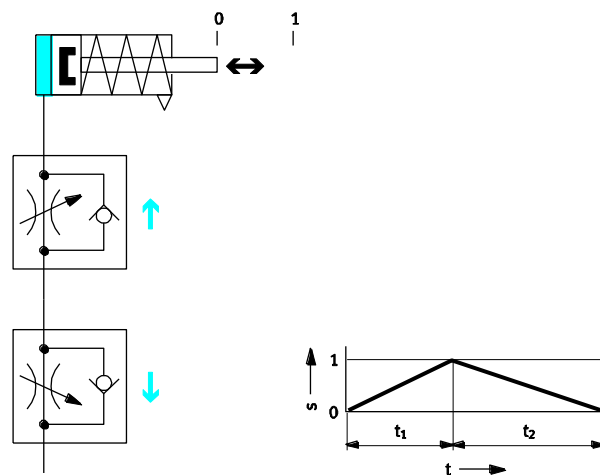


Regeling met twee snelheidsregelventielen

De snelheid van de in- en uitgaande slag kunnen individueel worden ingesteld door 2 tegengestelde snelheidsregelventielen achter elkaar te plaatsen.

t_1 = instelbaar

t_2 = instelbaar



1.3.4 snelheidsregeling van dubbelwerkende cilinders

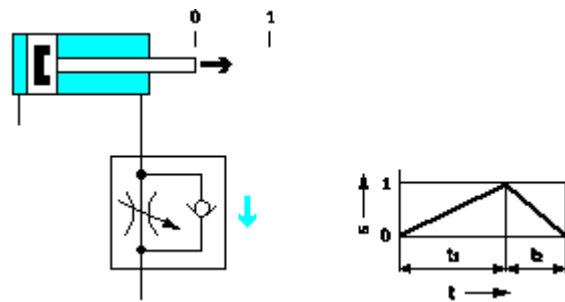
Uitgaande slag (smoring van de uitstromende lucht)

Smoring van de uitstromende lucht is de meest toegepaste methode.

De snelheidsregeling is dan lastonafhankelijk. De ingestelde snelheid is alleen van toepassing op de uitgaande slag.

t_1 = instelbaar

t_2 = constant (niet instelbaar)

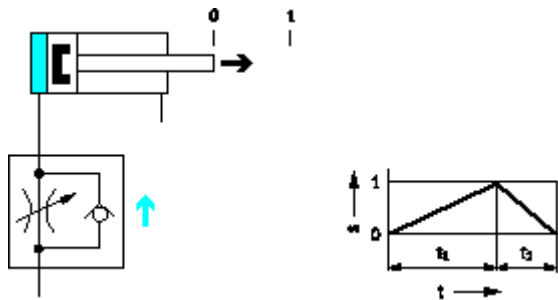


Uitgaande slag (smoring van instromende lucht)

Het is ook mogelijk de instromende lucht te smoren. Een last in de bewegingsrichting van de cilinder maakt de cilinder langzamer dan de ingestelde waarde. Er is kans op een onregelmatige beweging door het stick slip effect*. De ingestelde snelheid is alleen van toepassing op de uitgaande slag.

t_1 = instelbaar

t_2 = constant (niet instelbaar)



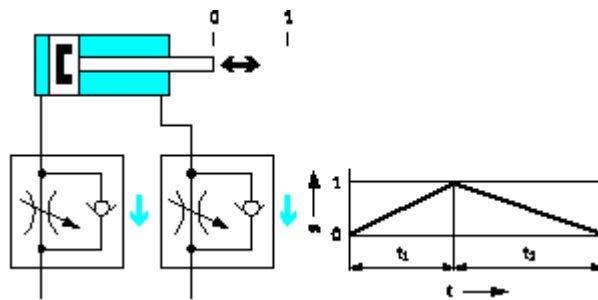
* Het verschijnsel dat bij het over elkaar schuiven van twee voorwerpen, soms spontaan een schokkende beweging optreedt, noemt men Stick-slip. De oorzaak van het verschijnsel ligt in het feit dat er tussen twee schuivende oppervlakken wrijving optreedt. De kracht die nodig is om de wrijving te overwinnen is groter als het voorwerp stilstaat (statische wrijving), dan als het voorwerp al beweegt (dynamische wrijving).

In- en uitgaande slag

Bij smoring van de uitstromende lucht met behulp van twee snelheidsregelventielen, kan de snelheid voor in- en uitgaande slag individueel ingesteld worden.

t_1 = instelbaar

t_2 = instelbaar



1.4

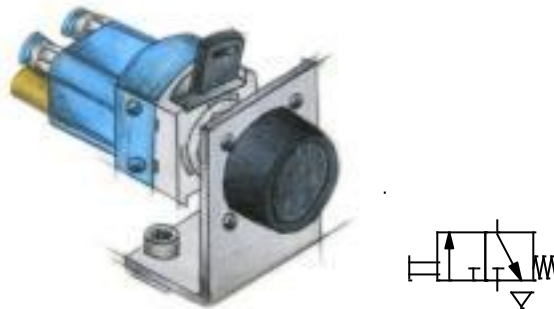
Funcie en kenmerken van ventielen

1.4.1 Funcie van pneumatiek ventielen

Pneumatiek ventielen sturen de perslucht. De doorstromingsrichting wordt in het symbool aangegeven met een pijl.

De belangrijkste taken van pneumatische stuurventielen zijn:

- Het doorlaten of blokkeren van de perslucht
- Het in- en uitsturen van pneumatische aandrijvingen



3/2-Stuurventiel, monostabiel met handbediening



5/2–Stuurventiel luchtbediend met handbediening

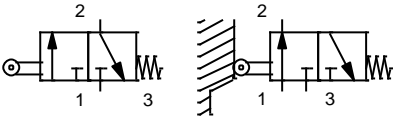
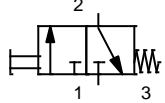
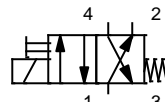
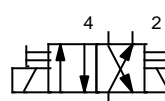
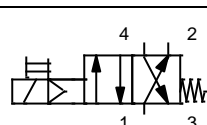
1.4.2 Benaming en symbolen van pneumatiek ventielen

De volgende tabel geeft een overzicht van de belangrijkste stuurventielen:

Symbol	Benaming	Functie
	<p>2/2-Stuurventiel –in ruststand gesloten –in ruststand geopend</p>	<p>Ventiel met twee schakelstanden en twee aansluitingen</p>
	<p>3/2-Stuurventiel –in ruststand gesloten –in ruststand geopend</p>	<p>Ventiel met twee schakelstanden en drie aansluitingen</p>
	<p>4/2-Stuurventiel</p>	<p>Ventiel met twee schakelstanden en 4 aansluitingen</p>
	<p>5/2-Stuurventiel</p>	<p>Ventiel met twee schakelstanden en 5 aansluitingen</p>
	<p>5/3-Stuurventiel, middenstand gesloten</p>	<p>De zuiger blijft staan. Ook als de zuiger halverwege de slag van de cilinder is.</p>
	<p>5/3-Stuurventiel, middenstand ontlucht</p>	<p>In de middenstand wordt geen kracht uitgeoefend op de zuiger van een cilinder. De zuigerstang van bewegen worden.</p>
	<p>5/3-Stuurventiel, middenstand belucht</p>	<p>De zuiger van cilinders met aan één zijde een zuigerstang gaat met gereduceerde kracht uit.</p>

1.4.3 Bedieningswijze van stuurventielen

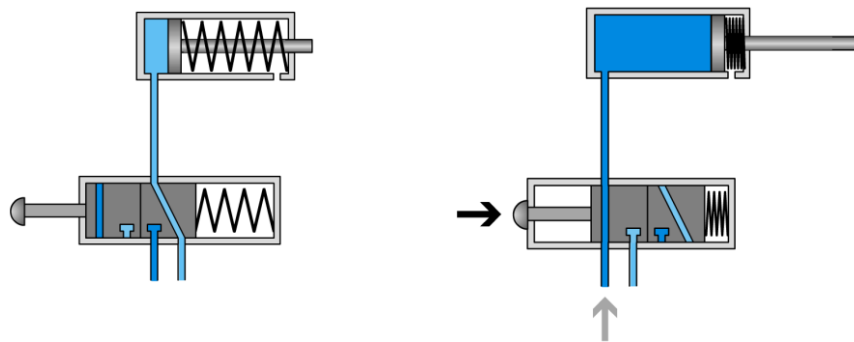
De volgende tabel geeft een overzicht van de belangrijkste bedieningswijze van stuurventielen.

Symbol	Benaming	Functie
	Rolbediend ventiel, veerretour, monostabiel	Dit ventiel wordt bijvoorbeeld door een cilindernok bediend, wordt vooral gebruikt voor het waarnemen van de eindstanden van cilinder.
	Handbediend ventiel, veerretour, monostabiel	Dit ventiel wordt met de hand bediend en door een veer naar de ruststand teruggebracht.
	Magneetventiel met handbediening, veerretour, monostabiel	Dit ventiel wordt door een elektromagneet (of met de hand) bediend en door een veer naar de ruststand teruggebracht.
	Magneetventiel met handbediening, bi-stabiel	Dit ventiel wordt door een magneetspoel bediend (of met de hand) en blijft in deze stand tot de andere magneetspoel (of handbediening) bediend wordt.
	Magneetventiel met pneumatische voorsturing en handbediening, monostabiel	Dit ventiel wordt door een magneetspoel (of met de hand) bediend. De magneet (of de handbediening) stuurt een pneumatische hulpschakeling, die het ventiel bedient.

1.4.4 Aansturing van een enkelwerkende cilinder

Onderstaande afbeelding toont een 3/2 stuurventiel die de beweging van een enkelwerkende cilinder aanstuurt. Het ventiel heeft drie aansluitingen en twee schakelstanden.

- Als de drukknop niet wordt ingedrukt, wordt de cilinderkamer via het ventiel ontlucht. Door de veer in de cilinder schuift de zuigerstang in.
- Als de drukknop ingedrukt wordt, schakelt het ventiel om en wordt de cilinderkamer belucht. De zuigerstang schuift uit.
- Bij het loslaten van de drukknop, wordt de cilinderkamer ontlucht en schuift de zuigerstang door de kracht van de veer weer in.

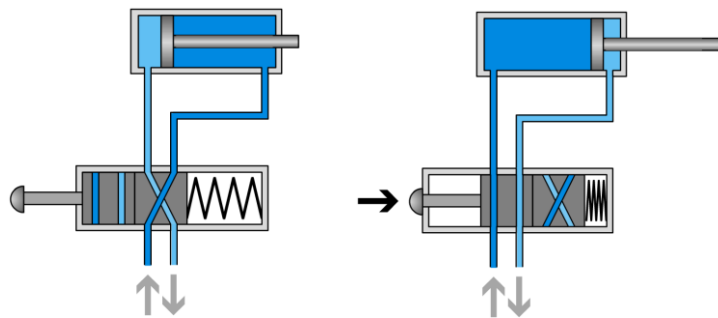


Aansturing een enkelwerkende cilinder

1.4.5 Aansturing van een dubbelwerkende cilinder

Onderstaande afbeelding toont een 5/2 stuurventiel die de beweging van een dubbelwerkende cilinder aanstuurt. Het ventiel heeft 5 aansluitingen en 2 schakelstanden.

- Als de drukknop niet wordt ingedrukt, wordt de linker cilinderkamer ontlucht en de rechter cilinderkamer belucht. De zuigerstang staat ingeschoven.
- Als de drukknop ingedrukt wordt, schakelt het ventiel om. De linker cilinderkamer wordt belucht en de rechter cilinderkamer wordt ontlucht. De zuigerstang schuift uit.
- Bij het loslaten van de drukknop, schakelt het ventiel terug en de zuigerstang schuift in.

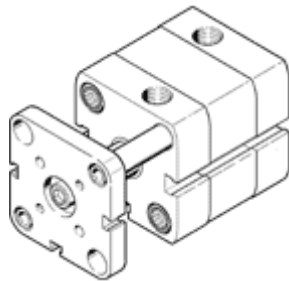


Aansturing een dubbelwerkende cilinder

1.5
Werking en kenmerken van
overige pneumatische
actuators

1.5.1 Pneumatische aandrijvingen met geleiding en zuigerstangloze aandrijvingen

Voor speciale toepassingen, voornamelijk in handling toepassingen, worden vaak pneumatische aandrijvingen met geleiding toegepast. In tegenstelling tot gewone cilinders kan de zuigerstang niet gedraaid worden. Voor eenvoudige toepassingen past men glijlagers toe. Deze zijn geschikt voor een kleine belasting en hebben een beperkte nauwkeurigheid. Voor hoog dynamische toepassingen kan men kiezen voor kogelomloopgeleidingen.



Pneumatische aandrijving met geleiding

1 Inleiding in de pneumatiek

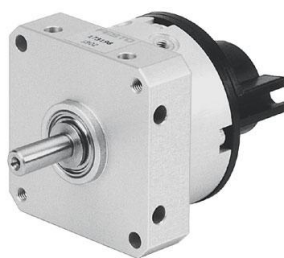
Een ander soort aandrijvingen zijn de zuigerstangloze aandrijvingen. Deze cilinders hebben geen zuigerstang en zijn daardoor bijzonder geschikt voor grote slaglengten.

De zuigerstangloze cilinder is slechts een klein stukje langer dan de slaglengte, terwijl een cilinder met zuigerstang in de uitstand minstens twee keer zolang is als de slaglengte. Daarnaast is deze aandrijving meestal met hoogwaardige geleidingen uitgevoerd.



Zuigerstangloze pneumatische aandrijving

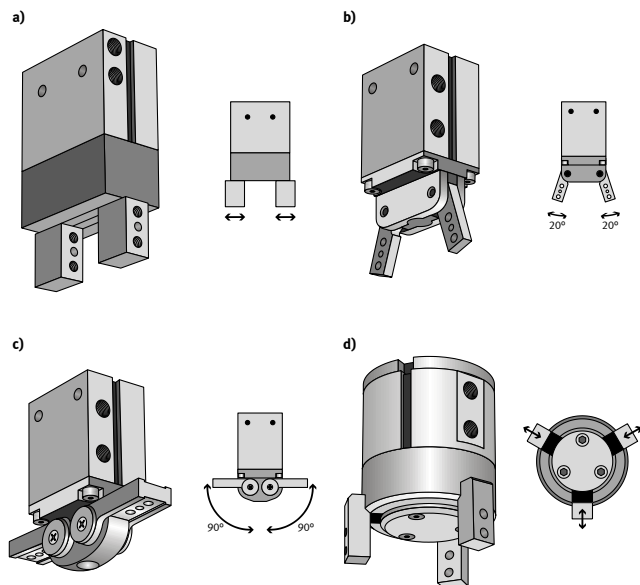
Pneumatische draaicilinders worden ingezet als een draaiende beweging noodzakelijk is.



Pneumatische draaicilinder

1.5.2 Pneumatische grippers

Pneumatisch aangedreven grippers worden toegepast om producten op te pakken. In de volgende afbeelding zie je verschillende uitvoeringsvormen.



a) Parallel-gripper

b) Radiaal-gripper (20 graden)

c) Radiaal-gripper (90 graden)

d) 3-Punts-gripper

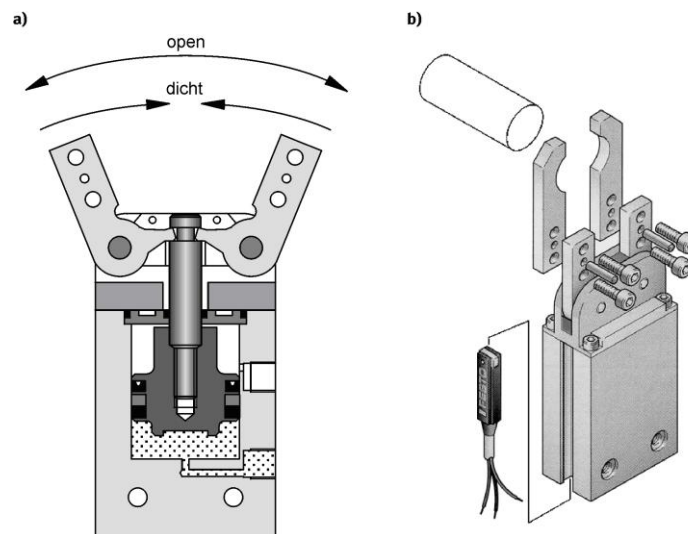
Pneumatische grippers

De volgende afbeelding toont een doorsnede van een radiaal-gripper. Deze wordt door een dubbelwerkende cilinder aangedreven.

De afbeelding laat zien hoe de grijpvingers (voor cilindrische producten) en de naderingsschakelaar op de gripper aangebracht kunnen worden.

De keuze van het type gripper, de afmeting en grijpvingers zijn afhankelijk van de vormen en het gewicht van het product.

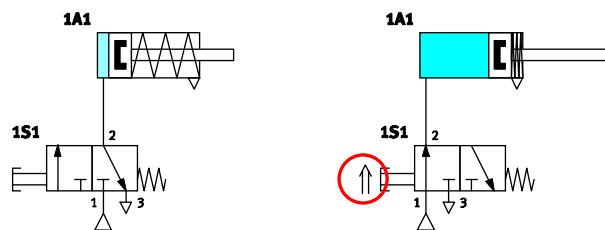
1 Inleiding in de pneumatiek



Radiaal-grijper: aandrijfprincipe, grijpervingers naderingsschakelaars

1.6 Weergave van pneumatische besturingen in een schema

De symbolen van de individuele componenten worden in schema's in onbediende toestand getekend. Deze weergave blijkt voor beginners problematisch. Daarom wordt (in tegenstelling tot de gangbare normen) voor een beter begrip in de onderstaand voorbeeld tevens het schema in bediende toestand weergegeven. De pijl voor het drukknop van het 3/2 stuurventiel geeft aan dat het ventiel bediend is.

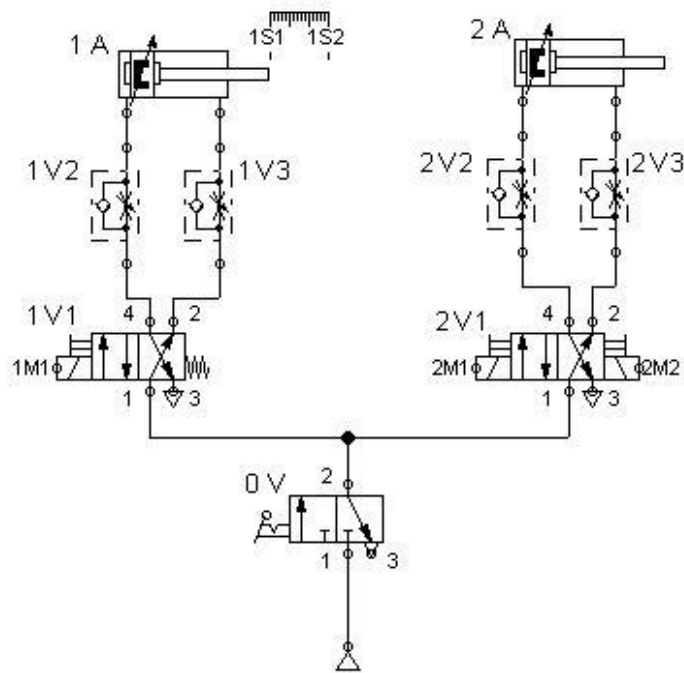


Schema voor een directe aansturing met 3/2 stuurventiel

1.6.1 Codering van symbolen in schema's

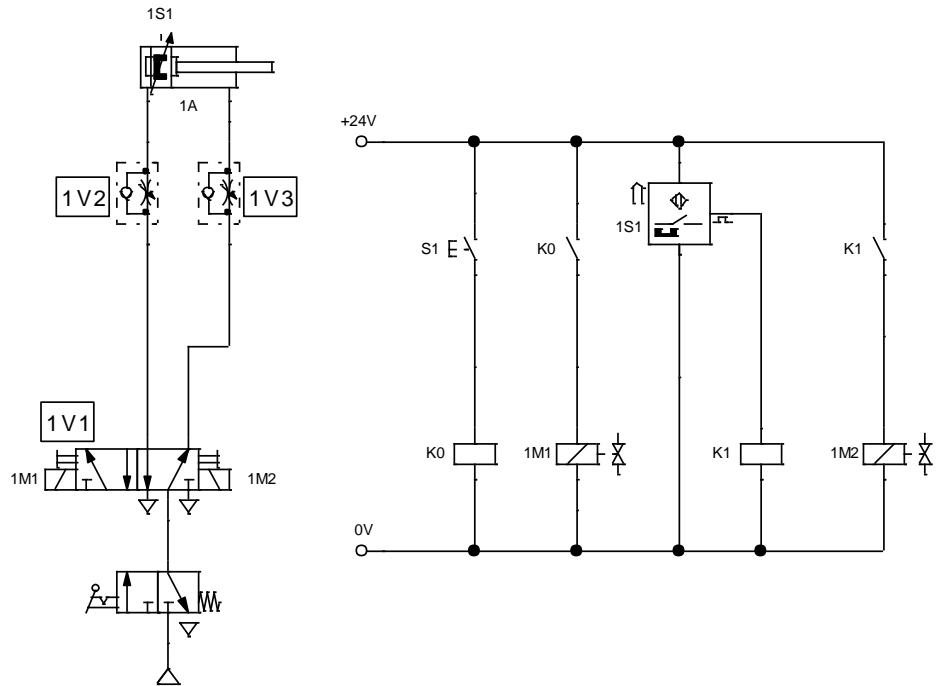
De opbouw van pneumatische schema's, de volgorde, de codering en nummering van symbolen is vastgelegd in de norm DIN/ISO 1219-2. De symbolen worden in onbediende toestand getekend (ruststand). Het arbeidsdeel (cilinder met het hoofdstuur ventiel) bevindt zich boven in het schema. Het stuurgeedeelte met de signaalgevers daaronder.

De codering van de componenten gaat van onder naar boven en van links naar recht).



Codering in een pneumatisch schema

Voorbeeld voor de weergave van een elektropneumatische schakeling



Weergave een elektropneumatische schema

Werking van het elektropneumatische schema:

Door het bedienen van drukknop S1 wordt relais K0 bediend, hierdoor sluit het relaiscontact K0 die de magneetspoel 1M1 bediend. Het ventiel schakelt om en zuigerstang van de cilinder schuift uit. Als de zuigerstang geheel uit is, schakelt de magnetische eindschakelaar 1S1 het relais K1 en bedient daarmee magneetventiel 1M2. Daardoor gaat de cilinder weer in.