



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

v rámci projektu reg. č. CZ.1.07/1.1.36/01.0010

Inovace ve výuce odborných předmětů – aplikace RVP do ŠVP

MECHATRONIKA

OBSAH

Pneumatika

1.	Použití pneumatiky.....	4
2.	Vlastnosti pneumatických zařízení.....	5
3.	Úprava stlačeného vzduchu.....	7
3.1.	Čištění vzduchu.....	7
3.1.1.	Čistič vzduchu s redukčním ventilem.....	7
3.1.2.	Automatické vypouštění kondenzátu.....	8
3.1.3.	Mazací zařízení – rozprašovač oleje.....	8
3.2.	Jednotka pro úpravu vzduchu.....	9
3.3.	Jednotka pro úpravu vzduchu použitá na výukových panelech.....	11
4.	Základní zapojení a úlohy k jejich ověření.....	12
4.1.	Přímé ovládání.....	14
4.1.1.	Přímé ovládání jednočinného pneumomotoru pomocí tlačítek.....	14
4.1.2.	Přímé ovládání pomocí přepínače.....	15
4.1.3.	Přímé ovládání dvojčinného pneumomotoru pomocí tlačítek.....	17
4.1.4.	Přímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s automatickým návratem pomocí tlačítka a koncového spínače.....	20
4.2.	Nepřímé ovládání.....	22
4.2.1.	Nepřímé ovládání pneumomotoru pomocí tlačítek.....	22
4.2.2.	Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s automatickým návratem pomocí tlačítka a koncového spínače.....	25
4.2.3.	Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s automatickým návratem a zpožděním pomocí časového spínače.....	27
4.2.4.	Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s tlakovým spínačem a automatickým návratem.....	29
4.2.5.	Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s počítadlem a startem pouze při splnění podmínce.....	31
4.2.6.	Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s rychlým pohybem pomocí rychloddřuku.....	34

Elektropneumatika

5.	Logické členy v ovládacích obvodech.....	36
5.1.	Logický součet v obvodech ovládání.....	37

5.2.	Logický součin v obvodech ovládání.....	38
5.3.	Start s podmínkou s pomocí logických členů v obvodech ovládání.....	40
6.	Pojmy z řídicí techniky.....	42
6.1	Řízení.....	42
6.1.1	Rozlišení řízení.....	42
6.1.2	Členění řídicího řetězce.....	42
6.2	Signál.....	42
7.	Znázornění změn pohybu a stavu.....	43
7.1	Grafy (diagramy) pohybu.....	43
7.2	Diagram stavu.....	43
7.3	Diagram řízení.....	44
8.	Úvod do elektropneumatiky.....	45
8.1	Elektrické a elektropneumatické přístroje.....	45
8.1.1	Spínací prvky.....	45
8.1.2	Spínací přístroje.....	45
8.1.3	Pneumatické rozvaděče s elektromagnetickým ovládáním.....	46
8.1.4	Pneumaticko-elektrické měniče.....	46
9.	Cvičební zapojení průmyslových aplikací.....	47
9.1	Řízení jednočinného válce.....	47
9.2	Řízení dvojčinného válce.....	51
9.3	Řízení dvojčinného válce s automatickým návratem.....	54
9.4	Řízení dvojčinného válce s počítáním cyklů.....	58
9.5	Řízení dvojčinného válce s časovým relé.....	60
9.6	Řízení dvojčinného válce s hlídáním tlaku.....	62
9.7	Řízení dvou pneumatických válců.....	64
9.8	Řízení dvou dvojčinných pneumatických válců.....	67
9.9	Řízení dvou dvojčinných pneumatických válců.....	68
9.10	Digitální modul LOGO.....	70
10.	Elektropneumatické schematické značky.....	74

Hydraulika

11.	Tekutinové mechanismy.....	75
12.	Hydrostatické mechanismy.....	76
12.1.	Pascalův zákon (tlak v kapalině vytvořený vnější silou).....	76
12.1.1.	Hydraulický zvedák.....	77

12.1.2	Přímočarý hydromotor – síly při pohybu pístnice.....	79
13.	Hydraulika.....	81
13.1.	Oblasti použití hydrauliky.....	81
14.	Řídící prvky.....	82
14.1.	Řízení tlaku.....	82
14.1.1.	Tlakové ventily.....	82
14.1.2.	Redukční ventily.....	86
14.1.3.	Praktická úloha.....	89
14.1.3.1.	p-Q charakteristika tlakového ventilu.....	89
14.1.3.2.	Funkce nepřímo řízeného tlakového ventilu.....	92
14.2.	Hrazení průtoku.....	94
14.2.1.	Jednosměrné ventily.....	94
14.2.2.	Hydraulické zámky.....	95
14.2.3.	Uzavírací ventily.....	96
14.2.4.	Hydraulické rozváděče.....	96
14.3.	Řízení průtoku – objemového.....	98
14.3.1.	Škrťací ventily.....	98
14.3.2.	Přímočarý hydromotor – rychlosti při pohybu pístnice.....	99
15.	Další praktické úlohy.....	101
15.1.	Vstřikovací lis.....	101
15.2.	Knihářský skládací stroj.....	104
15.3.	Obráběcí centrum.....	107
15.4.	Zvedací plošina.....	110
	Seznam použité literatury.....	114

1. Použití pneumatiky

Pod pojmem pneumatika je v této učebnici myšlena ta oblast využití stlačeného vzduchu, která pracuje s tlaky v rozsahu 0,2 - 0,8 MPa a energii stlačeného vzduchu využívá pro realizaci mechanických činností, například něco upnout, posunout, otočit a podobně.

2. Vlastnosti pneumatických zařízení

Úžasná dynamika a rozsah, v jakém se pneumatika dokázala prosadit do praxe, pramení především z toho, že v některých oblastech automatizace nabízí využití stlačeného vzduchu nejjednodušší a nejhospodárnější způsob řešení daného problému. Použití pneumatiky je výhodné především tam, kde budou maximálně využity tyto její přednosti:

- dostupnost: vzduch ke stlačování je k dispozici prakticky všude v neomezeném množství.
- doprava: rozvody stlačeného vzduchu umožňují jeho jednoduchou dopravu ke spotřebičům i na velké vzdálenosti. Protože použitý vzduch se nevrací do nádrže, odpadá vratné potrubí.
- skladovatelnost: stlačený vzduch je možno akumulovat v tlakové nádobě, takže kompresor nemusí pracovat nepřetržitě. Je možná i doprava v tlakových lahvích na odlehlá místa.
- teplotní odolnost: činnost pneumatických zařízení není ovlivňována kolísáním teploty. Pneumatická zařízení pracují spolehlivě i za poměrně vysokých teplot.
- bezpečnost: v prostředích s nebezpečím výbuchu, nebo požáru je možno používat běžná pneumatická zařízení bez nákladných bezpečnostních úprav a opatření.
- čistota: stlačený vzduch neobsahuje nečistoty ani škodliviny. Při jeho úniku nedochází ke znečištění okolí. To je nutné např. pro potravinářské provozy, dřevozpracující a textilní průmysl.
- jednoduchost: pneumatické prvky jsou poměrně jednoduché a proto i cenově výhodné. Případné poruchy jsou snadno a rychle zjistitelné bez nákladných diagnostických zařízení.
- rychlost: stlačený vzduch umožňuje dosažení vysokých pracovních rychlostí. Rychlost posuvu pístu ve válci je běžně 1-2 m/s.
- snadná regulace: používané pracovní tlaky, síly a rychlosti je možné jednoduchým způsobem plynule měnit v širokém rozsahu hodnot.
- přetížitelnost: pneumatická zařízení je možné přetížením i dlouhodobě zastavit, aniž by došlo k jejich poškození např. přehřátím.

Je však potřeba vidět i negativní vlastnosti pneumatiky, které nám dále upřesní oblast, ve které je použití pneumatických zařízení výhodné:

- náročná úprava: stlačený vzduch nesmí obsahovat nečistoty a vodu, jinak klesá životnost připojených prvků.
- stlačitelnost vzduchu: pneumatická zařízení neumožňují realizaci naprosto rovnoměrného pohybu a konstantních posuvů.
- dosažitelná síla: při běžně používaných tlacích a rychlostech mohou pneumatická zařízení hospodárně vyvozovat pracovní sílu maximálně 20000 – 30000 N, (to je 2000 – 3000 kp).

- hlučnost: provoz pneumatických zařízení je poměrně hlučný. Používáním tlumičů hluku na odvzdušňovacích výstupech prvků je však možno tento nedostatek do značné míry omezit.
- provozní náklady: stlačený vzduch je poměrně drahá forma energie. Výsledné náklady na provoz pneumatických zařízení jsou ale příznivě ovlivňovány vysokou výkonností pneumatických prvků při nízkých pořizovacích nákladech a minimálních nárocích na údržbu.

3. Úprava stlačeného vzduchu

3.1. Čištění vzduchu

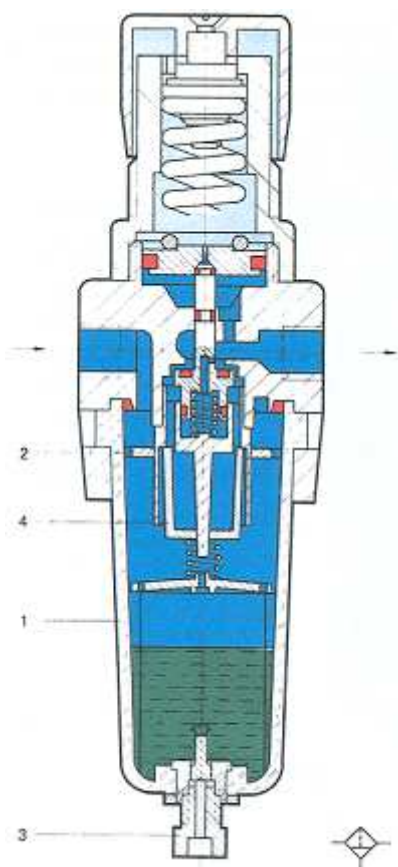
V praxi je potřeba věnovat zvýšenou pozornost kvalitě vzduchu, který používáme v pneumatických zařízeních. Znečištění způsobované mechanickými nečistotami, korozí potrubí, zbytky maziv a vzdušnou vlhkostí, vede často k poruchám pneumatických zařízení i ke zničení jednotlivých prvků.

Úprava vzduchu probíhá ve dvou stupních. Nejprve se zhruba odděluje kondenzát v odlučovači za chladičem. Další úpravy, jako jemné odloučení kondenzátu, filtrace atd., se pak provádějí až na místě spotřeby. Zvláště je nutno se věnovat dokonalému odstranění částic vody. Vysoušení vzduchu se provádí buď: absorbcí, adsorpcí, nebo ochlazováním (kondenzací).

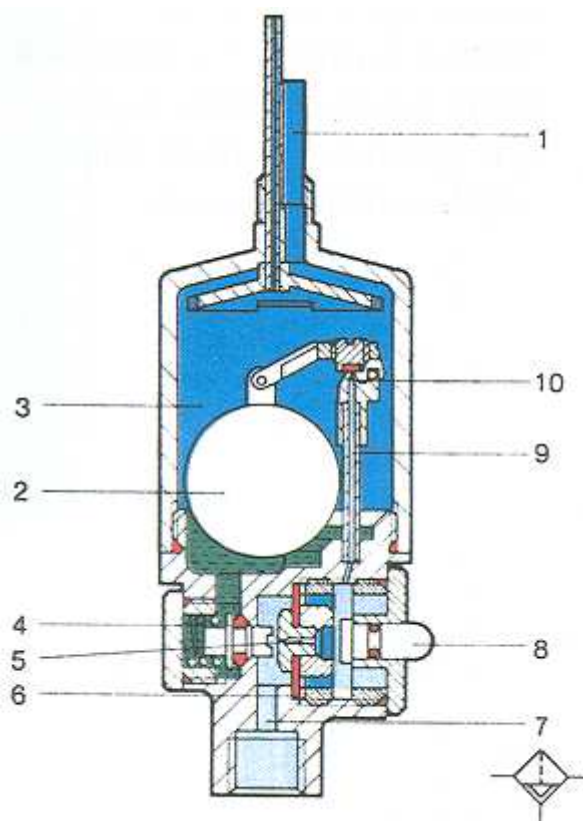
3.1.1. Čistič vzduchu s redukčním ventilem

Čističe vzduchu slouží k odstranění nečistot z protékajícího vzduchu a současně ho zbavují zkondenzované vody. Při vstupu do nádoby čističe (1) je vzduch vodíci štěrbinami (2) uveden do rotačního pohybu, kdy působením odstředivých sil dochází k odlučování větších mechanických nečistot a kapalných částic, které se pak usazují na dně nádoby. Dále vzduch prochází přes sintrový filtr (4), kde je vzduch zbavován nečistot větších jak 40 μm . Filtr se hromaděním nečistot zanáší a proto je potřeba ho pravidelně čistit, a nebo vyměnit. Dále vyčištěný vzduch postupuje přes redukční ventil a mazání dál ke spotřebičům.

Kondenzát hromadící se ve spodní části nádoby čističe (1) je nutné pravidelně kontrolovat a vypouštět výpustným šroubem (3). Proto zvláště v případech, kdy je ve vzduchu větší množství vody, je vhodné zvolit čističe s automatickým vypouštěním kondenzátu.



Vzduchový čistič s redukčním ventilem



Automatické vypouštění kondenzátu

3.1.2. Automatické vypouštění kondenzátu

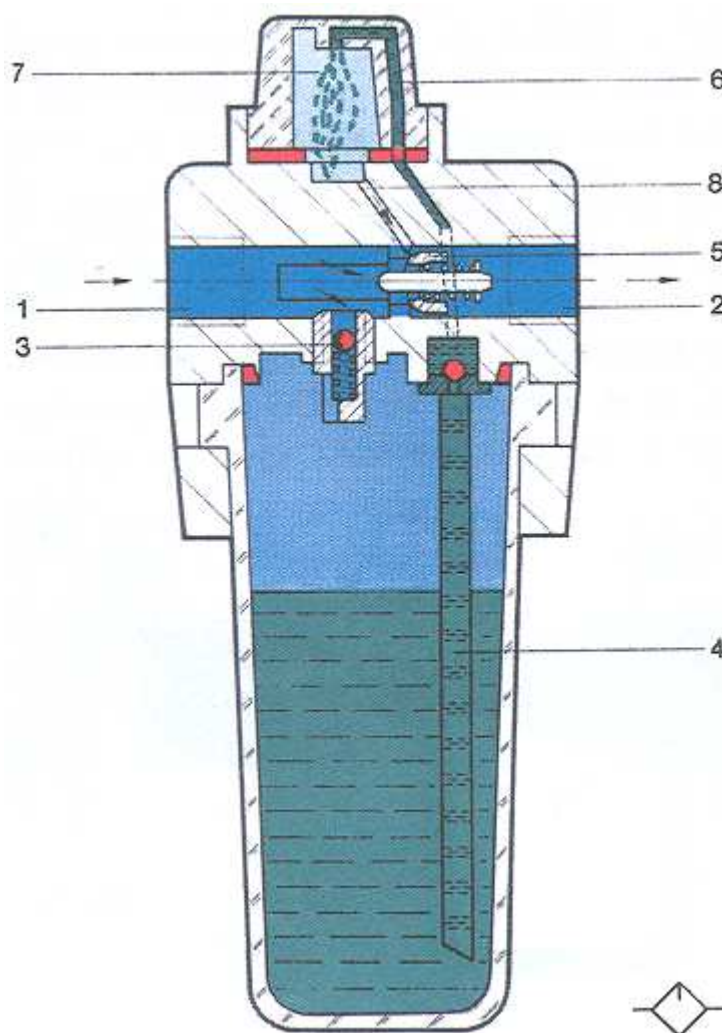
Vypouštění kondenzátu je nezbytné, protože jinak vzniká nebezpečí, že zkondenzovaná voda bude opět strhávána proudícím vzduchem. Kondenzát lze automaticky vypouštět například pomocí výše uvedeného konstrukčního principu.

Kondenzát stéká spojovacím potrubím (1) od čističe vzduchu do plovákové komory (3), kde stoupající hladina zdvihá plovák (2). Při dosažení určité výšky hladiny uvolní plovák pomocí páky otvor trysky (10). Vrtáním (9) začne proudit tlakový vzduch do dalšího prostoru a působí na membránu (6), která svým zdvihem otevře výpustný ventil (4) a kondenzát může odtékat výpustným otvorem (7). Při následujícím poklesu hladiny kondenzátu plovák (2) opět uzavře otvor trysky (10) a tlakový vzduch odfoukne tryskou (5) do ovzduší. Čepem (8) lze kondenzát vypouštět ručně.

3.1.3. Mazací zařízení – rozprašovač oleje

Rozprašovač oleje pracuje na principu Venturiho trubice. Tlakový vzduch protéká ze vstupu (1) rozprašovače na jeho výstup (2). Zmenšením průtočného průřezu ventilem (5) vzniká tlakový spád a tím podtlak v kanálku (8) a prostoru (7). Podtlakem je olej nasáván kanálkem (6) a trubičkou (4) ze zásobníku oleje. Olej kape do prostoru (7), stéká kanálkem (8) a v prostoru (5) ventilu je rozprašován do proudícího vzduchu. Se změnou rychlosti protékajícího vzduchu se mění i tlakový spád, což má za následek i změnu množství rozprašovaného oleje. Nastavování množství oleje lze provádět pomocí stavěcího šroubku na

hořejším konci trubičky (4). Prostor nad olejem je jednosměrným ventilem (3) spojen se vstupním kanálem rozprašovače, takže v zásobníku vzniká mírný přetlak, který působí na hladinu oleje v zásobníku a pomáhá jej vytlačovat do prostoru (7).



Rozprašovač oleje a jeho schematická značka

3.2. Jednotka pro úpravu vzduchu

Jednotka pro úpravu vzduchu slučuje v jeden stavební prvek čistič vzduchu, redukční ventil a mazací zařízení.

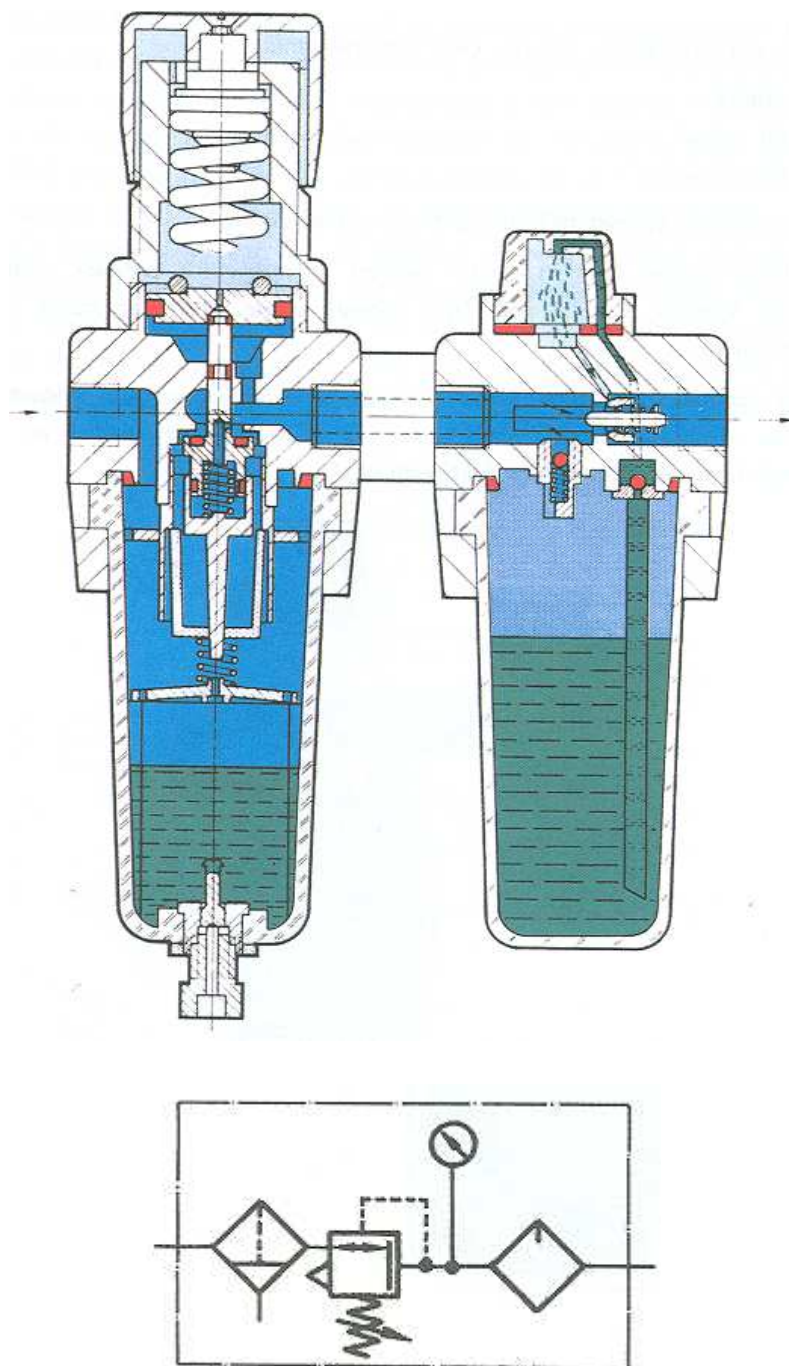
Pro správnou činnost jednotky je nutno zvolit její správnou velikost odpovídající skutečnému celkovému průtoku vzduchu. Při překročení velikosti průtoku vzrůstá neúměrná tlaková ztráta v jednotce.

Je nutné také nepřekračovat maximální povolený tlak pro danou jednotku a také se musí dodržet maximální povolená provozní teplota kvůli dílům z umělých hmot.

Nádobku s mazacím olejem také pravidelně kontrolujeme a případně doplňujeme olej do vyznačené úrovně a typu dle výrobce zařízení (většinou minerální olej).

Umělohmotnou nádobku v žádném případě nečistíme trichlorethylenem !!!

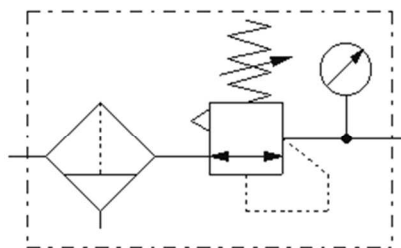
Pro spolehlivý provoz je nutné čističe vzduchu pravidelně kontrolovat, vypouštět kondenzát, nebo kontrolovat funkci automatického vypouštění. Filtř je nutné pravidelně čistit nebo měnit.



Kompletní jednotka pro úpravu vzduchu a její schematická značka

3.3. Jednotka pro úpravu vzduchu použitá na výukových panelech

Jednotka, použitá na výukových panelech, v sobě slučuje odlučovač kondenzátu a redukční ventil s měřičem výstupního tlaku vzduchu. Kondenzát se vypouští ručně, protože nádobka je dobře viditelná a množství zpracovaného vzduchu není velké. Proto stačí kondenzát vypouštět dle potřeby jednou za čas.



Obrázek odlučovače kondenzátu s redukčním ventilem a jeho schematická značka

Ještě než začneme s teorií používaných prvků a zapojováním pneumatických obvodů, tak je nutné se seznámit s označováním vstupů a výstupů pneumatických prvků. Používají se dvě varianty. Jedna používá označování pomocí písmen, druhá používá číslování.

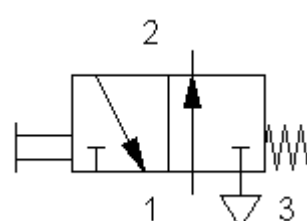
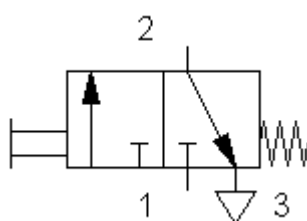
Přívod (tlakového vzduchu)	P	1
Pracovní výstupy	A, B, C	2, 4, 6 (sudé)
Odfuky	R, S, T	3, 5, 7 (liché)
Řídící vstupy	Z, X, Y	12, 14, 16 (10 + ovládaný výstup)

V žádném případě nelze pouštět přívod (tlakového vzduchu) do výstupů jakýchkoliv prvků (2, 4, 6 - sudé), vzduch by unikl přes odfuky prvků a zapojení by nepracovalo.

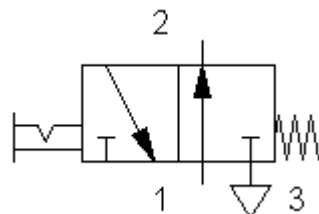
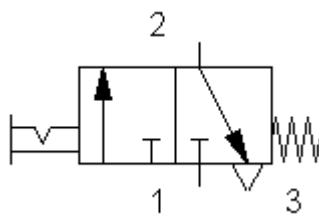
4. Základní zapojení a úlohy k jejich ověření

Než se začneme věnovat zapojování úloh, tak se seznámíme alespoň se základními používanými prvky a jejich schematickými značkami. Další nové prvky a značky budou uvedeny vždy u nových zapojení, pokud budou potřeba. Základ tedy tvoří tyto prvky:

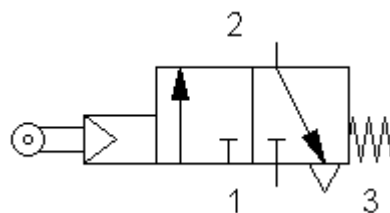
- spínací prvky: tlačítka, přepínače, koncové spínače.
- regulační prvky: škrticí ventily.
- pneumomotory (písty): jednočinné a dvojčinné.



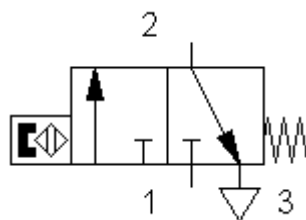
Obrázek tlačítka a jeho schematické značky, normálně zavřený a normálně otevřený



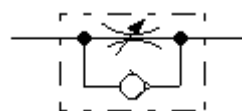
Obrázek přepínače a jeho schematické značky, normálně zavřený a normálně otevřený



Obrázek mechanického koncového spínače a jeho schematická značka

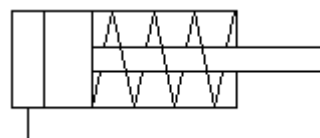


Obrázek magneticky ovládaného koncového spínače a jeho schematická značka



Obrázek dvou provedení jednocestných škrticích ventilů a jejich schematická značka

Ke škrticím ventilům jen dodám, že procházející vzduch u rovného provedení je škrčen ve směru šipky. Toto lze také vyčíst ze schematické značky umístěné na ventilu.



Obrázek jednočinného pneumomotoru a jeho schematická značka

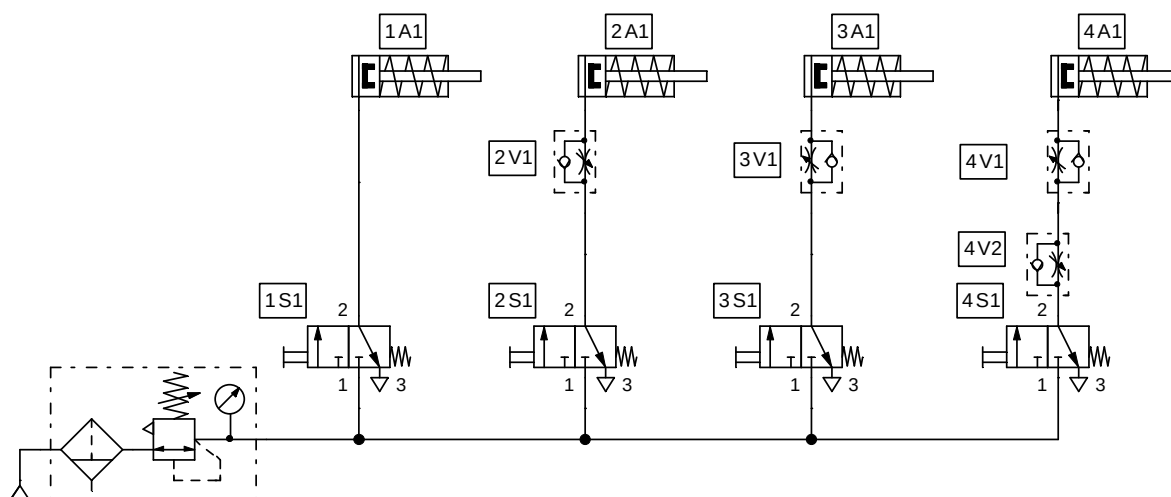


Obrázek dvojčinného pneumomotoru s regulací koncového tlumení a jeho schematická značka

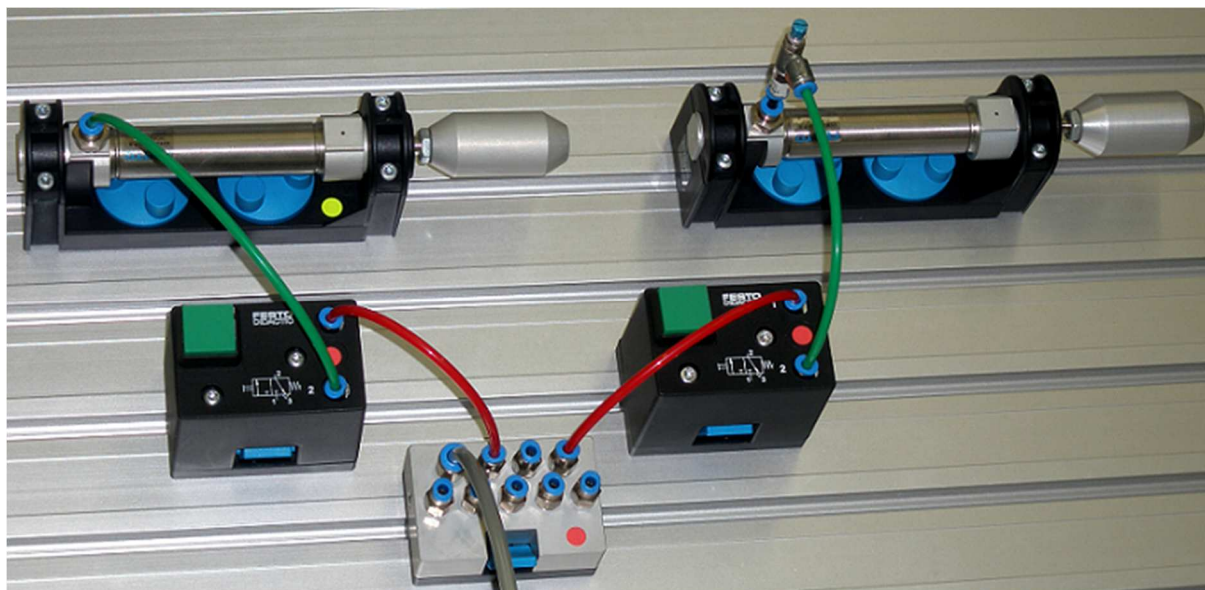
4.1. Přímé ovládání

4.1.1. Přímé ovládání jednočinného pneumomotoru pomocí tlačítek

Pohyb jednočinného pneumomotoru je ovládán pouze přímo tlačítkem. Tento způsob ovládání má velkou nevýhodu v tom, že je nutné držet tlačítko po celou dobu vysouvání a vysunutí pístu. Jakmile totiž tlačítko uvolníme, tak se pneumomotor začne vracet do výchozí polohy. Proto se toto zapojení používá jen pro velmi jednoduché aplikace, kde toto omezení nevadí. Další velkou nevýhodou je nutnost patřičného dimenzování všech použitých prvků pro požadované průtoky tlakového vzduchu při pohybu. Přesto si několik základních zapojení uvedeme. Jejich využití je především pro řízení velmi jednoduchých strojů, nebo pomocných přípravků například při upínání. Při upínání je však někdy výhodnější použít jiný ovládací prvek. Nemusíme totiž po celou dobu upnutí držet tlačítko.



Obrázek zapojení ovládání jednočinného pneumomotoru tlačítkem s variantami regulace rychlosti pohybu pomocí škrticích ventilů



Obrázek zapojení ovládání jednočinného pneumomotoru ze skutečných prvků

Zobrazeno je ovládání pneumomotorů 1A1 a 2A1 dle výše uvedeného zapojení.

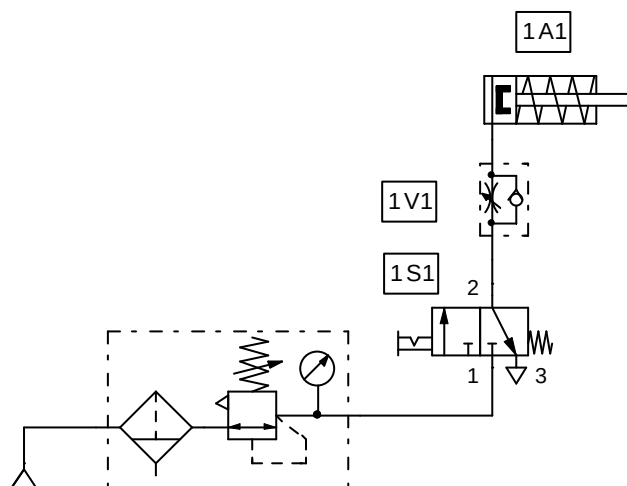
Úkol 1: postupně postavte a zapojte výše uvedená zapojení. Vyzkoušejte si vliv jednotlivých škrticích ventilů a jejich zapojení (orientaci) na regulaci rychlosti pohybu pístů.

Úkol 2: upravte a postupně zapojte výše uvedená zapojení tak, aby vysunutí pístu nastalo až po současném stisknutí dvou tlačítek (oběma rukama) najednou. Tento požadavek se často vyskytuje při ovládání strojů z důvodu bezpečnosti. Pohyb lze tak spustit až poté, kdy je jisté, že obsluha nemá ruku ve stroji.

Úkol 3: upravte a zapojte alespoň jedno z výše uvedených zapojení tak, aby píst byl vysunutý v klidové poloze ovládacího tlačítka, a jeho zasunutí nastalo až po zmáčknutí ovládacího tlačítka. Jaký prvek bude potřeba vyměnit za jiný, vhodnější?

4.1.2. Přímé ovládání pomocí přepínače

Určitou variantou, kde se alespoň nemusí tlačítko držet po celou dobu vysouvání a případně vysunutí, je použití přepínače 3/2 s aretací. Vždy ho jen přepneme a pneumomotor se sám vysune a v této poloze setrvává, dokud přepínač opět nepřepneme zpět. Pneumomotor v jednočinném provedení se po přepnutí sám vrátí do výchozí polohy, pokud nebude vnějšími vlivy (například vahou ovládaného zařízení) držen ve vysunuté poloze. To by se pak musel použít dvojčinný pneumomotor s příslušným ovladačem, kdy pneumomotor vrací do výchozí polohy také tlak vzduchu. Vzduch by již měl při správném dimenzování pneumomotoru provést jeho bezproblémový návrat do výchozí polohy. O řešení tohoto problému ale pojednává další kapitola.



Obrázek zapojení ovládání jednočinného pneumomotoru přepínačem

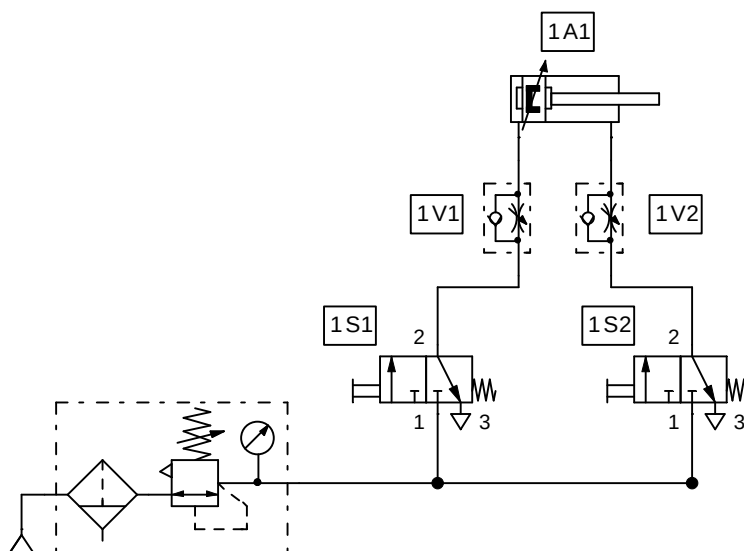


Obrázek zapojení ovládání jednočinného pneumomotoru přepínačem ze skutečných prvků

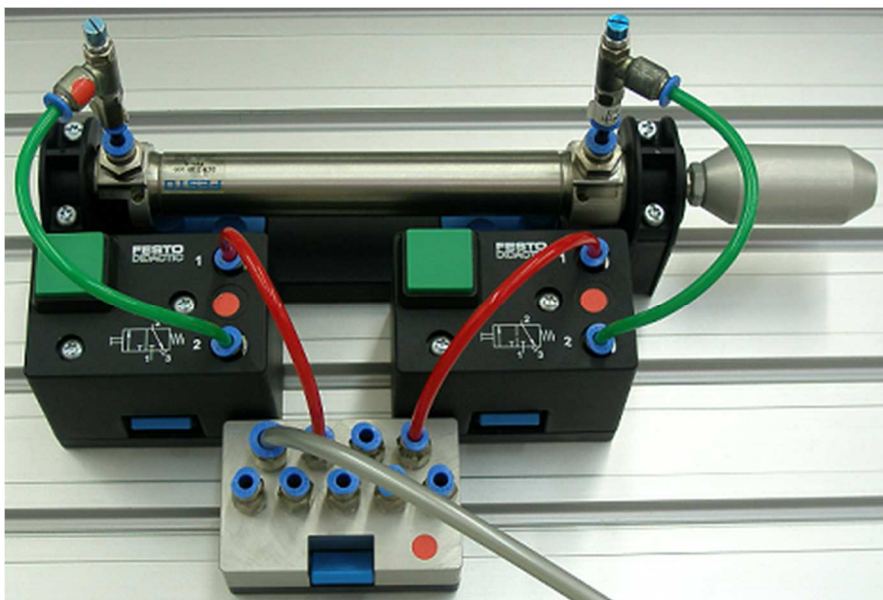
Úkol: zapojte výše uvedené zapojení a zjistěte, má-li škrticí ventil vliv při vysouvání, nebo při návratu pístu. Poté proveďte jeho otočení, a nastavte jej tak, aby pohyb, který bude regulovat, byl velmi pomalý.

4.1.3. Přímé ovládání dvojčinného pneumomotoru pomocí tlačítek

Trochu jinak se bude ovládat dvojčinný pneumomotor. Ten nemá vratnou pružinu a tak musíme zajistit pro jeho posuv vždy přívod tlakového vzduchu do patřičného vstupu. Pro jeho ovládání nám budou stačit dvě tlačítka v provedení 3/2. Po celou dobu pohybu je však nutné je držet stlačené, jakmile je pustíme, tak se pohyb zastaví. Pneumomotor však po zastavení nemá definovanou polohu a vlivem působících sil se může jeho píst relativně volně přesunovat do jiné polohy, než jsme chtěli. Způsobí to volné cesty v rozvaděcích ovládacích tlačítek přes „odfuky“.



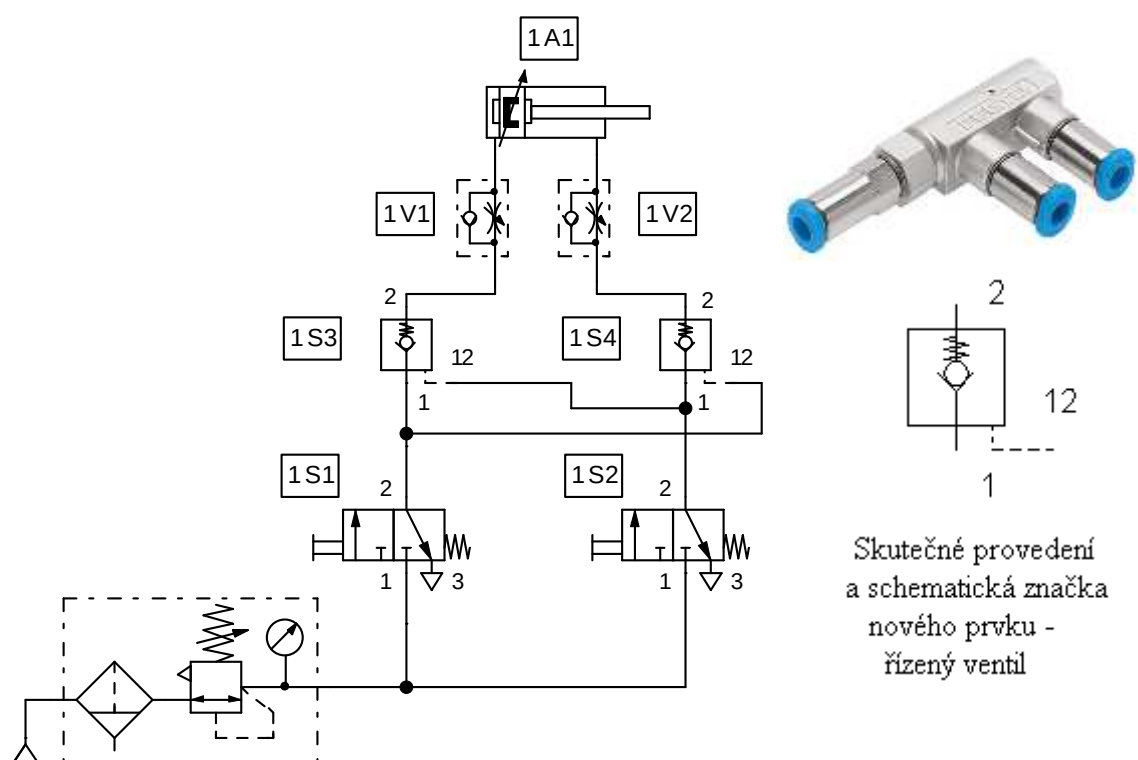
Obrázek zapojení ovládání dvojčinného pneumomotoru tlačítky



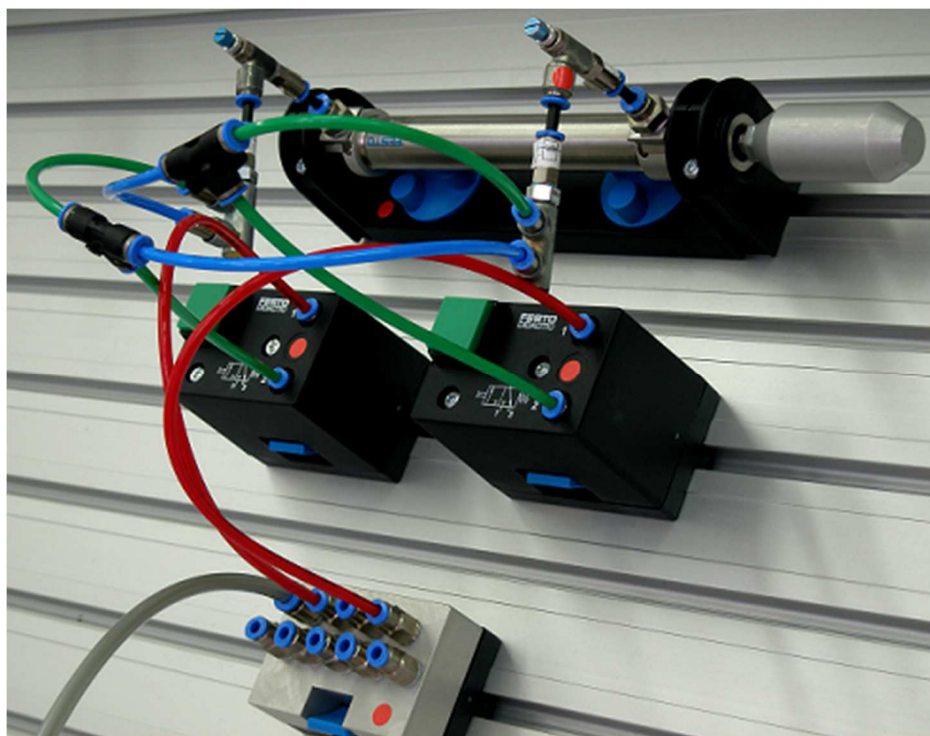
Obrázek zapojení ovládání dvojčinného pneumomotoru tlačítky ze skutečných prvků.

Řešení, aby píst zůstal aretován v poloze, kam jsme ho vysunuli (například ovládání větracích oken u skleníku), jsou dvě.

První možností je použití řízených ventilů, které přidáme do výše uvedeného zapojení, a tak nám vznikne vylepšené zapojení bez této negativní vlastnosti.



Obrázek zapojení ovládání dvojčinného pneumomotoru tlačítky s aretačí polohy

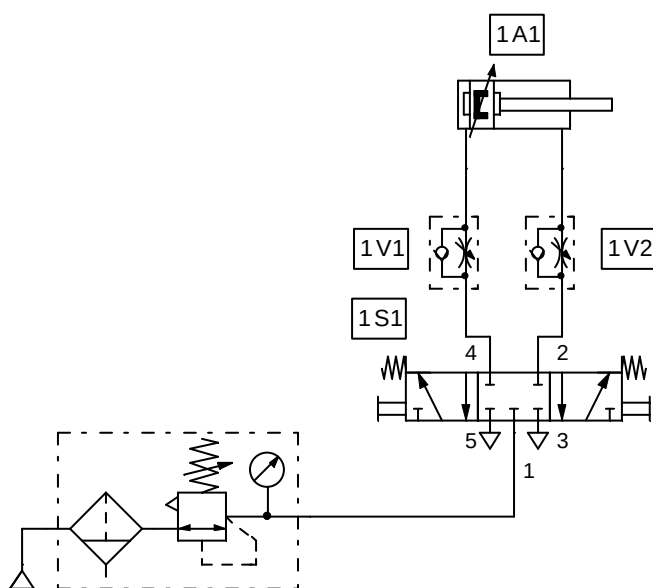


Obrázek zapojení ovládání dvojčinného pneumomotoru tlačítky s aretačí polohy pomocí řízených ventilů ze skutečných prvků

Píst lze zastavit v jakékoliv poloze a tam zůstane aretován. Jakékoliv vnější síly na něj působící způsobí posuv pouze o vzdálenost, která je dána vyrovnaním tlaku v obou částech pístu.

Úkol: zapojte si postupně obě dvě výše uvedená zapojení a přesvědčte se o rozdílné funkci obou zapojení. V prvním případě lze pístem rukou volně pohybovat, ve druhém je pohyb jen minimální do té doby, než se vyrovnají tlaky. Toto si můžete ověřit připojením tlakoměrů k přívodům pístu velmi krátkými hadičkami, neboť i ty mají svým objemem vliv na velikost pohybu. Toto si také vyzkoušejte a případně se touto zkušeností řiďte při Vaší další práci.

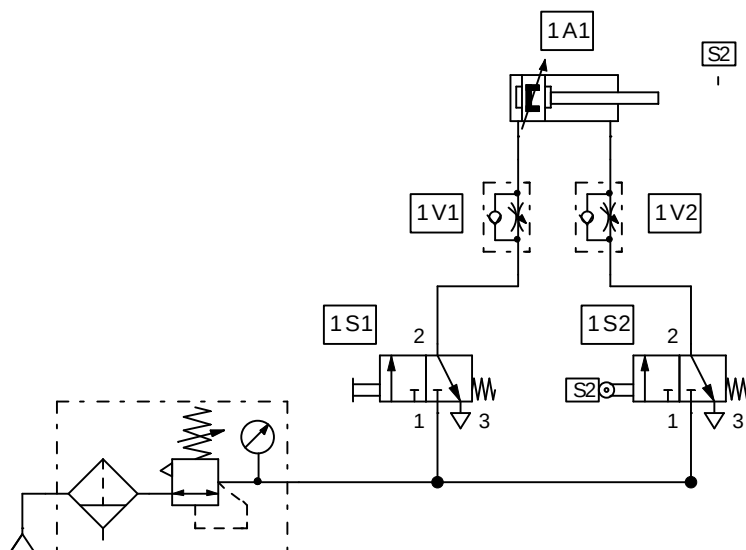
Druhou možností je použití ovládacího rozvaděče 5/3. To má i jednu výhodu, stačí nám jen jeden takto patřičně provedený ovladač typu 5/3 (v nulové, střední poloze uzavřený). Lze pomocí jednoho ovládacího prvku (většinou páčka se třemi polohami, nebo přepínač) vyjet s pístem do libovolné polohy a tam zastavit. Na toto zapojení však nemáme potřebný rozvaděč 5/3 a proto zapojení nebudeme realizovat, je zde jen uvedeno schéma zapojení. Ve skutečnosti bude jeho chování stejné, jako zapojení s aretační polohou pomocí řízených ventilů.



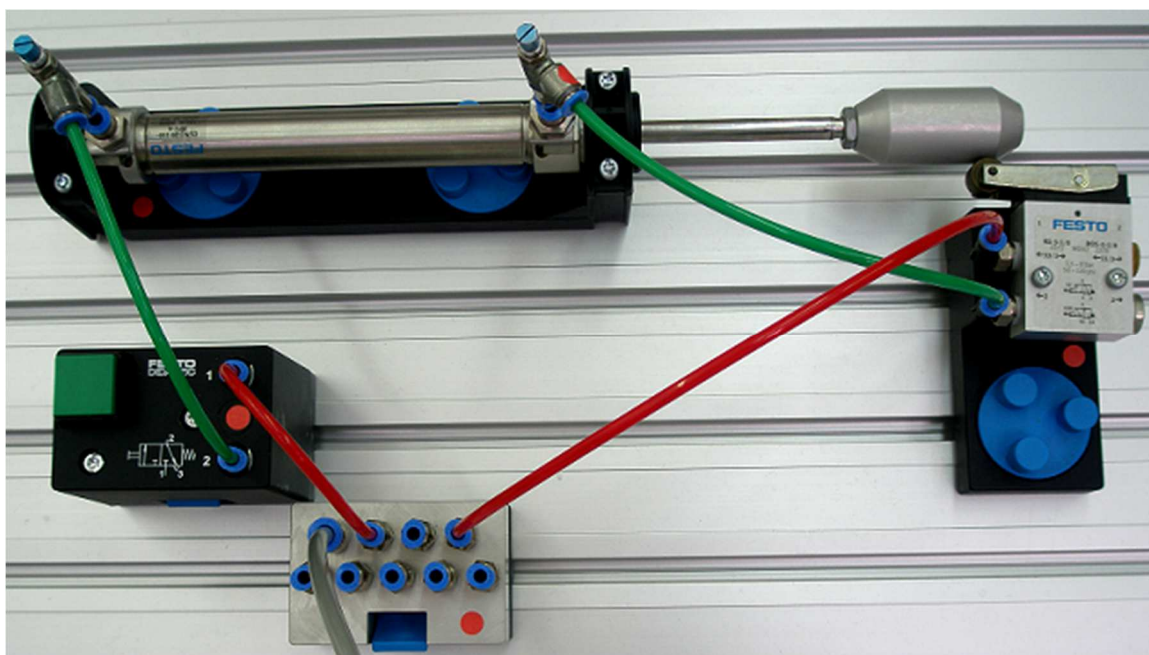
Obrázek zapojení ovládání dvojčinného pneumomotoru rozváděčem 5/3 s aretační polohou

4.1.4. Přímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s automatickým návratem pomocí tlačítka a koncového spínače

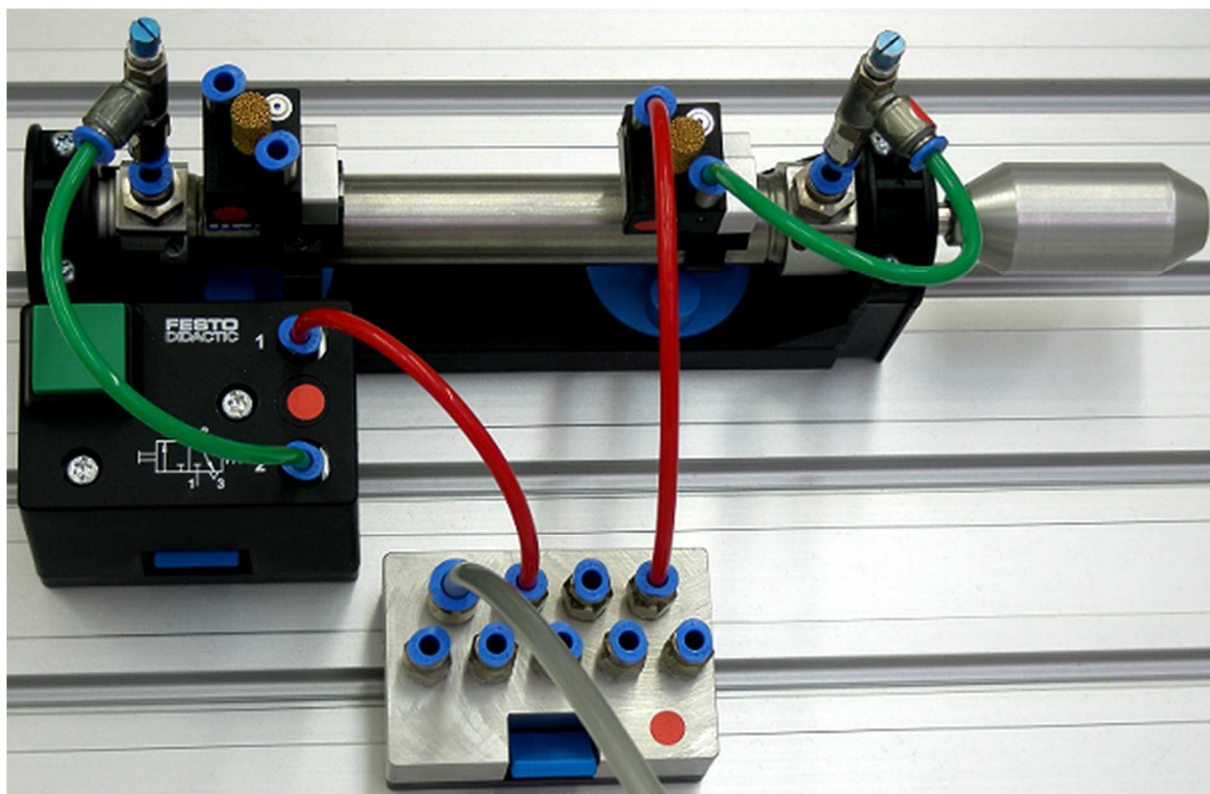
Další zapojení, které nám již přináší částečné automatizování zpětného pohybu, představuje použití nejen startovacího tlačítka, ale i koncového spínače. Jeho úkolem je, aby poté, co píst dosáhne nastavené polohy, zajistil jeho automatický návrat. Také považuji v tuto chvíli za důležité sdělit, že toto „učebnicové“ zapojení je funkční pouze pro rychlé pohyby na krátké dráze. Při použití škrticích ventilů a nastavení malé rychlosti posuvu nedojde u „dlouhých“ pístů k úplnému návratu do výchozí polohy, ale píst se zastaví dle nastavení škrticích ventilů a dalších vlivů (např. velikost zátěže, třecí odpory atd.), někde před výchozí polohou. Tuto skutečnost si ověříme na následujícím zapojení.



Obrázek zapojení ovládání dvojčinného pístu tlačítkem a s automatickým návratem



Obrázek zapojení ovládání dvojčinného pístu tlačítkem a s automatickým návratem pomocí mechanického koncového spínače



A ještě jeden obrázek zapojení ovládání dvojčinného pístu tlačítkem a s automatickým návratem, tentokrát pomocí magneticky ovládaného koncového spínače

Na naše jednoduché zkušební zapojení nebude působit tolik vnějších vlivů jako například při použití ve výrobní lince, kde píst pohybuje částmi této linky. Přesto se výše uvedená skutečnost prokáže při nastavení velmi pomalých posuvů pomocí škrticích ventilů, kdy jen velmi krátká doba „najetí“ na koncový spínač neumožní dostatečně dlouhý průtok vzduchu tak, aby ho byl dostatek pro celou dobu pomalého návratu pístu.

Ověřili jsme si tedy na tomto zapojení jeho praktickou „nefunkčnost“.

Úkol: upravte a postupně zapojte každé ze dvou výše nafocených zapojení tak, aby vysunutí pístu pneumomotoru nastalo až po současném stisknutí dvou tlačítek (oběma rukama) najednou. Tento požadavek se, jak jsme si již uvedli, často vyskytuje při ovládání strojů z důvodu bezpečnosti. Pohyb lze tedy spustit až poté, kdy je jisté, že obsluha nemá ruku v nebezpečné pracovní zóně stroje.

Ze všech zapojení, do této doby uvedených vyplývá, že jejich použití je vhodné pouze pro velmi jednoduché ovládací úkony. Proto se v praxi pro řízení složitějších zařízení prakticky používá pouze nepřímé řízení. To netrpí neduhy přímého řízení, a tak se na něj pojďme podívat trochu blíž.

4.2. Nepřímé ovládání

Co to znamená, když se řekne nepřímé ovládání? Znamená to, že ovládací a řídicí obvody jsou důsledně odděleny od obvodů tzv. „silových“, tedy těch, kde je k dispozici přímý vzduch pro pohon všech zařízení. Přímý vzduch nám do pístů dle požadavku řídicích obvodů pouští tzv. rozváděče, které jsou různých typů a provedení dle požadovaného průtoku, tlaku vzduchu a funkce.

4.2.1. Nepřímé ovládání pneumomotoru pomocí tlačítek

Nejjednodušší funkční zapojení se skládá ze dvou tlačítek, rozváděče, regulačních prvků pro řízení rychlosti a pneumomotoru. Mimo již známého zapojení pro přímé ovládání jednočinného pneumomotoru, nám tedy do zapojení přibude rozváděč.

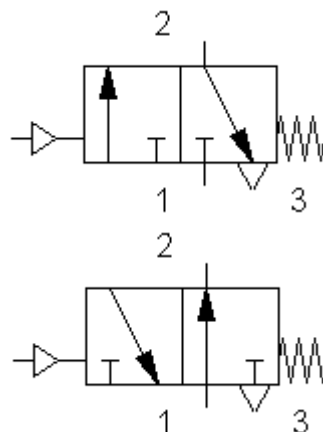
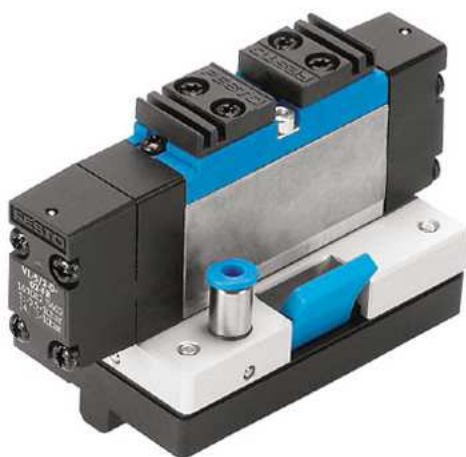
A protože je to nový komponent, tak se s ním nejdříve trochu seznámíme. Rozváděčů se vyrábí nepřeberné množství, které se dělí podle různých hledisek. To první a nejdůležitější je dělení podle množství vývodů a počtu poloh. Do počtu „děr“ se však nezapočítávají díry pro ovládání, ale jen tzv. „výkonové“. Například rozváděč 4/2 znamená, že má čtyři „díry“ pro připojení hadiček a dvě polohy, do kterých může být vnějšími ovládacími signály přesunut. A asi nepoužívanější rozváděč 5/2 znamená, že má pět „děr“ pro připojení hadiček a dvě polohy. U některých typů rozváděčů se však nepřipojuje počet hadiček dle počtu vývodů, protože některé vývody jsou odfukové, které na sobě mají našroubován tlumič hluku a již nic jiného se na něho nepřipojuje, použitý vzduch uniká do okolního prostředí.

Samozřejmě, že se vyrábí celá řada dalších kombinací, které jdou v námi používaném programu FluidSIM nakonfigurovat, a vytvořit s nimi funkční zapojení.

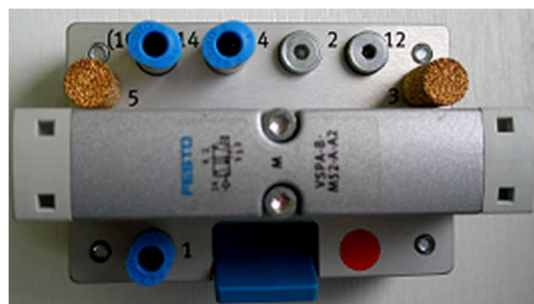
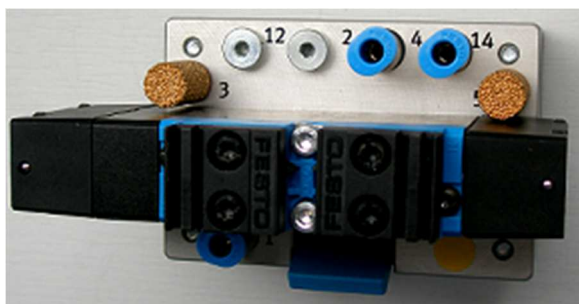
Některá provedení rozváděčů a jejich schematické značky si ukážeme na následujících obrázcích.

Nejdříve to budou jednočinné rozváděče a jejich schematické značky v klidu zavřený a v klidu otevřený pro provedení 3/2.

Vyznačují se tím, že v klidové (výchozí) poloze jsou drženy pružinami, a do pracovní polohy jsou přesunuty tlakem vzduchu. V ní setrvávají jen po dobu, kdy je tlak na řídicím vstupu. Jakmile tlak zmizí, tak se pomocí pružiny vrací do výchozí polohy. Proto tedy po celou dobu, kdy chceme, aby byl rozváděč přepnutý, tak musíme na řídicí vstup přivádět tlak. To bývá někdy problematické zajistit, a tak se na této pozici většinou používají dvojčinné rozváděče. Ovšem v některých aplikacích je zase výhodnější použití jednočinného rozváděče. Použití toho kterého rozváděče záleží na mnoha vnějších okolnostech. Například na vzájemném propojení použitých prvků realizujících požadovanou logiku, způsobu řízení a ovládání zapojených prvků, atd.

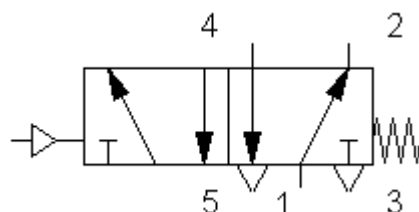


Obrázek jednočinného rozváděče 3/2 pro jednočinný píst a jeho schematické značky podle provedení - normálně zavřený a normálně otevřený



A dvě fotografie skutečných prvků

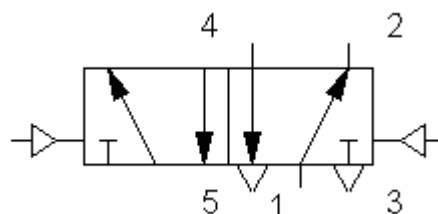
Další variantou jsou jednočinné rozváděče pro dvojčinné písty v provedení 5/2. Mechanické provedení je stejné jako u rozváděče 3/2, jen je ještě využit výstup číslo (2).



Toto je jejich schematická značka

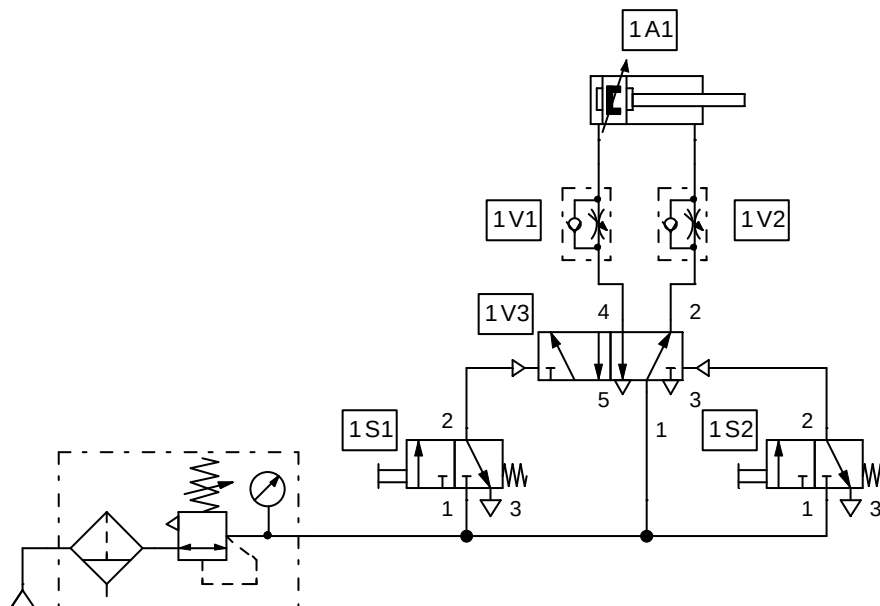
A jak již bylo výše uvedeno, velmi používané jsou ještě dvojčinné rozváděče 5/2. Jejich velká přednost je v tom, že jim na přesunutí stačí jen krátký řídicí impuls, a i po jeho zániku setrvávají v poloze, kam byly přesunuty. Tento stav trvá, dokud nejsou impulzem na druhém řídicím vstupu přesunuty zase zpět. Toto chování je většinou výhodné, ale má to bohužel i negativní stránku. Pokud se ovládané zařízení kvůli nějaké závadě, nebo výpadku elektřiny, případně tlakového vzduchu, zastaví uprostřed pracovního cyklu, tak po opětovném

zapnutí se tyto rozváděče samy nevrátí do svých výchozích poloh, ale musíme nějakými pomocnými obvody zařídit to, abychom všechny dvojčinné rozváděče přesunuli do výchozích poloh ještě před spuštěním zařízení do dalšího cyklu. Pokud by se to neudělalo, tak řada pneumomotorů zůstane různě vysunuta v pracovních pozicích a s největší pravděpodobností dojde k havárii zařízení. Jednočinné rozváděče tuto necnost nemají a tak se o ně většinou, až na výjimky, po výpadku nemusíme starat.



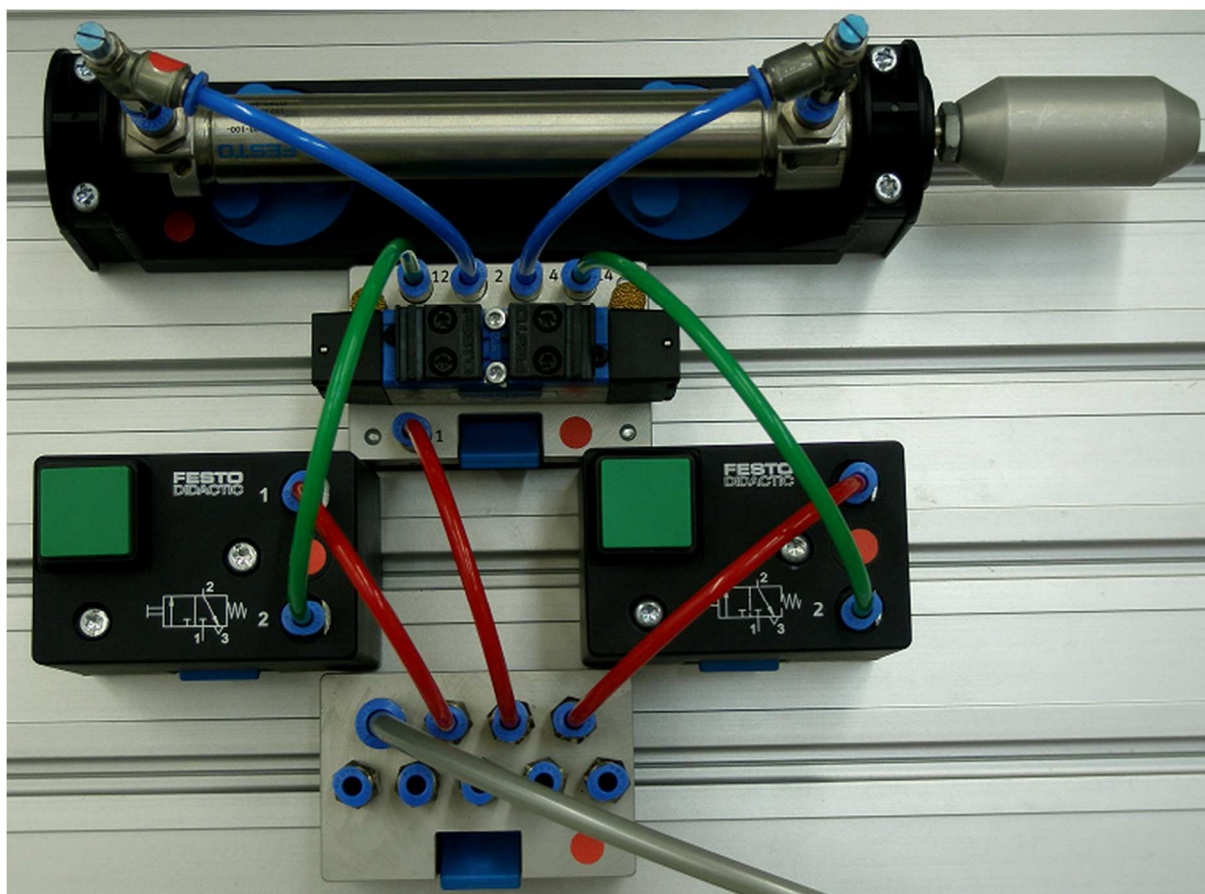
Obrázek dvojčinného rozváděče 5/2 a jeho schematická značka

Při zapojování s rozváděčem 5/2 začneme opět u nejjednoduššího zapojení ovládání pomocí dvou tlačítek. Dále budeme potřebovat jeden rozváděč 5/2, dva škrtkové ventily pro regulaci rychlosti a dvojčinný pneumomotor.



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pneumomotoru tlačítky a rozváděčem 5/2

Po správném zapojení můžeme hned vyzkoušet funkci. Krátkým stiskem tlačítka 1S1 (levé) se přesune rozváděč 1V3 a píst 1A1 se vysune. Jeho opětovný návrat zajistíme stisknutím tlačítka 1S2 (pravé), které nám přesune rozváděč do výchozí polohy a do ní se také následně vrátí i pneumomotor.



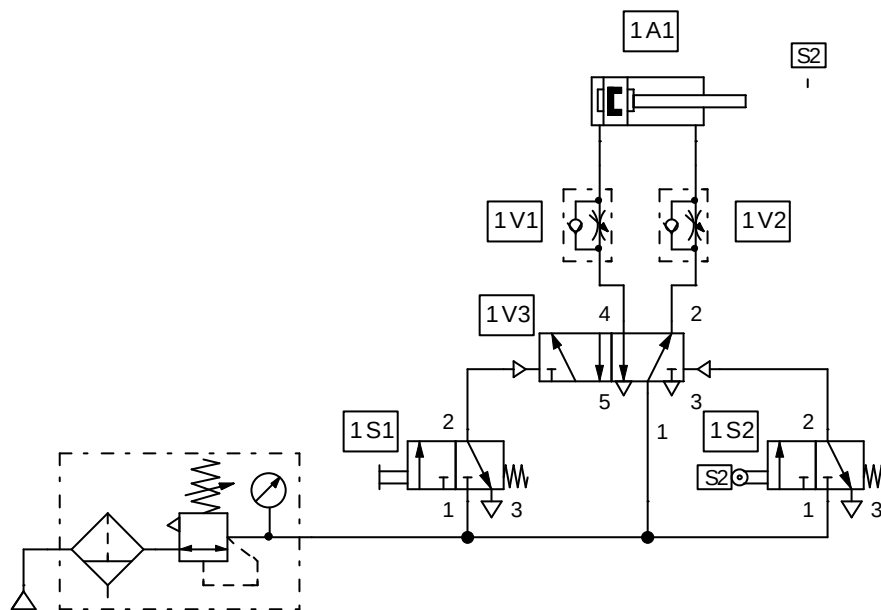
Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pneumomotoru tlačítky a rozváděčem 5/2

4.2.2. Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s automatickým návratem pomocí tlačítka a koncového spínače

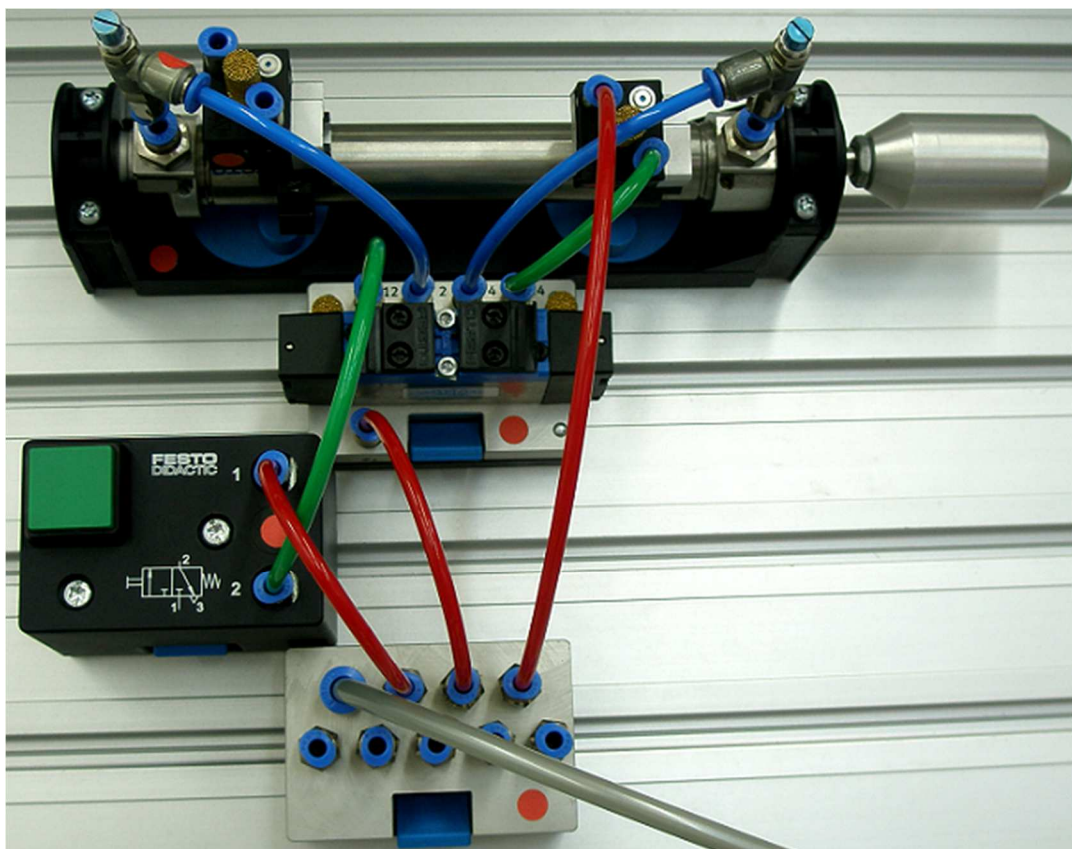
Stejně jako u přímého ovládání lze jednoduchou výměnou jednoho prvku zajistit automatický návrat pneumomotoru do výchozí polohy po předchozím dosažení nastavené polohy. U tohoto způsobu ovládání se již neprojeví necnost přímého ovládání, která byla popsána výše, a to nemožnost používat pomalý pohyb. Rychlost pohybu lze již nastavit libovolnou (a to i hodně pomalou), a přesto pneumomotor dojede vždy tam, kam má. To je právě zajištěno nepřímým řízením. Jeho výhoda spočívá v tom, že stačí jen velmi krátký ovládací impuls na přestavení „cestiček“ v rozváděči, a rozváděč již v této poloze setrvá až do dalšího ovládacího impulsu na opačnou stranu, který ho vlastně uvede do výchozího stavu. Tím je zajištěno napájení pneumomotoru stlačeným vzduchem po celou dobu jeho pohybu.

Úkol: upravte výše uvedené zapojení tak, aby vyhovovalo zadání o automatickém návratu. Jaký komponent je potřeba vyměnit? Jaké provedení použijete a proč jste tak učinili?

Řešení výše uvedeného úkolu je na následujících obrázcích. Místo tlačítka 1S2 použijeme koncový spínač, ať již samostatný, nebo namontovaný na pneumomotoru.



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pístu s automatickým návratem



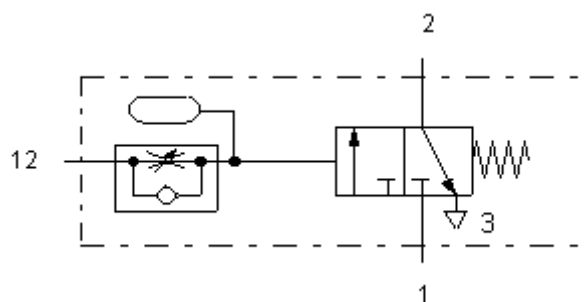
Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pístu s automatickým návratem

Na obrázku (fotu) zapojení se skutečnými prvky je použit jazýčkový koncový spínač namontovaný na tělese pneumomotoru.

4.2.3. Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s automatickým návratem a zpožděním pomocí časového spínače

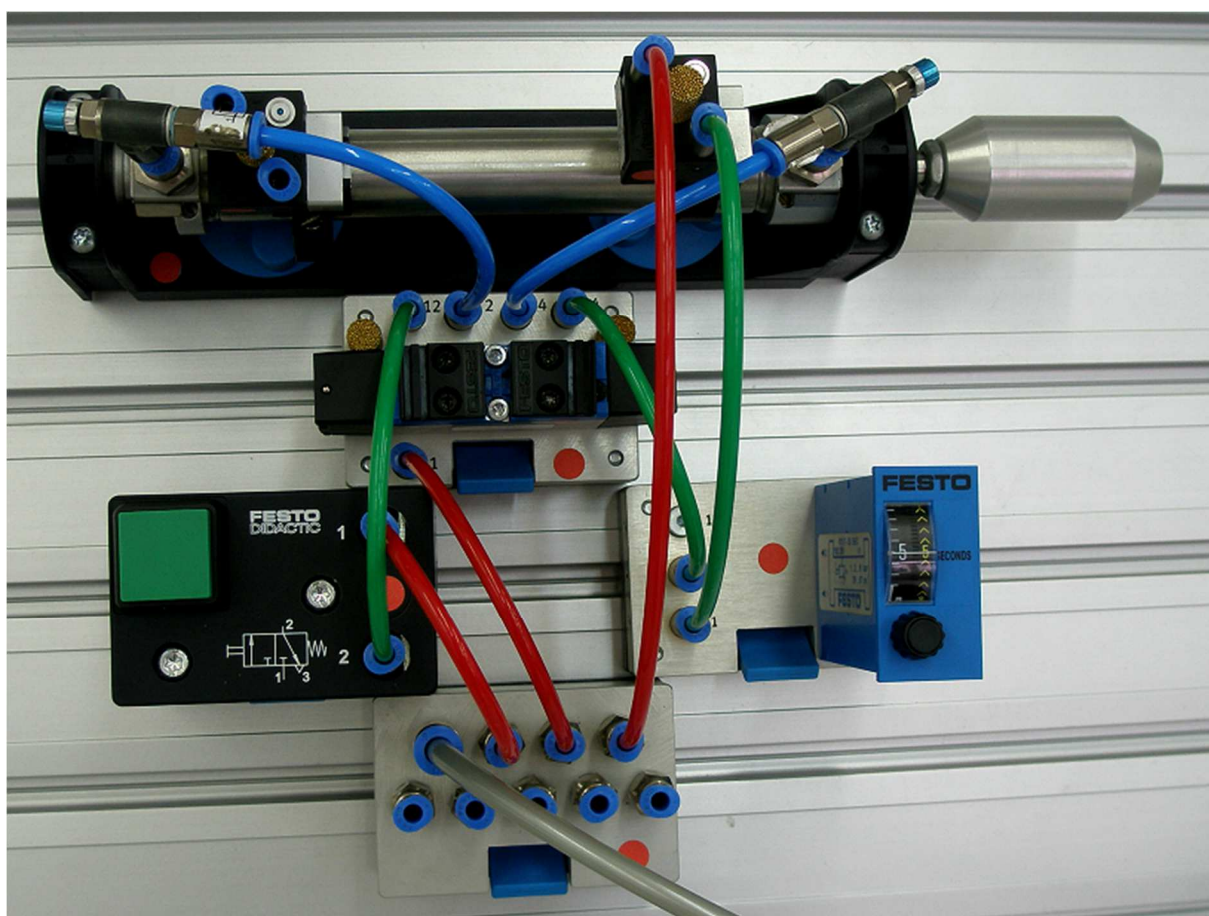
Toto zapojení používá další nový prvek, a tím je časové zpoždění. S jeho pomocí lze realizovat různá zpoždění. Ať jsou to různé čekací doby před dalším cyklem, nebo zpoždění, případně čekání někde v cyklu před dalším pohybem. Často se také používá v obvodech pro lisování, nebo lepení. A právě v takovémto zapojení si ukážeme jeho činnost. Představte si, že máme za úkol do vyráběných plastových pravítek pro rýsování za pomoci teplem zahřáté raznice lisovat stupnice. Jednoduchý úkol má však několik podmínek. Plast je křehký, a tak musí raznice přijet pomalu, aby nepoškodila vyráběné pravítko. Dále je potřeba aby raznice nějakou dobu působila na pravítko, aby se číslice a všechny čárky do hloubky důkladně vytvořily. Doba působení raznice nastavíme právě pomocí časového zpoždění.

A protože je časový spínač pro nás nový prvek, tak si ho také nejdříve představíme. Máme k dispozici dvě provedení. Jedno je prosté zpoždění, které po přivedení tlakového vzduchu na vstup (1) časuje nastavenou dobu a pak pustí vzduch na výstupu (2) dále do obvodu. Vstup (12) je uvnitř propojen s přívodem vzduchu (1), proto má časový spínač jen 2 vývody.



Obrázek časového zpoždění (normálně zavřený) a jeho schematická značka

Druhé provedení v klidu propouští vzduch ze vstupu (1) na výstup (2). Po přivedení ovládacího vzduchu na řídicí vstup (10) časuje nastavenou dobu a pak přepne rozváděč a přeruší tok vzduchu na výstup (2).



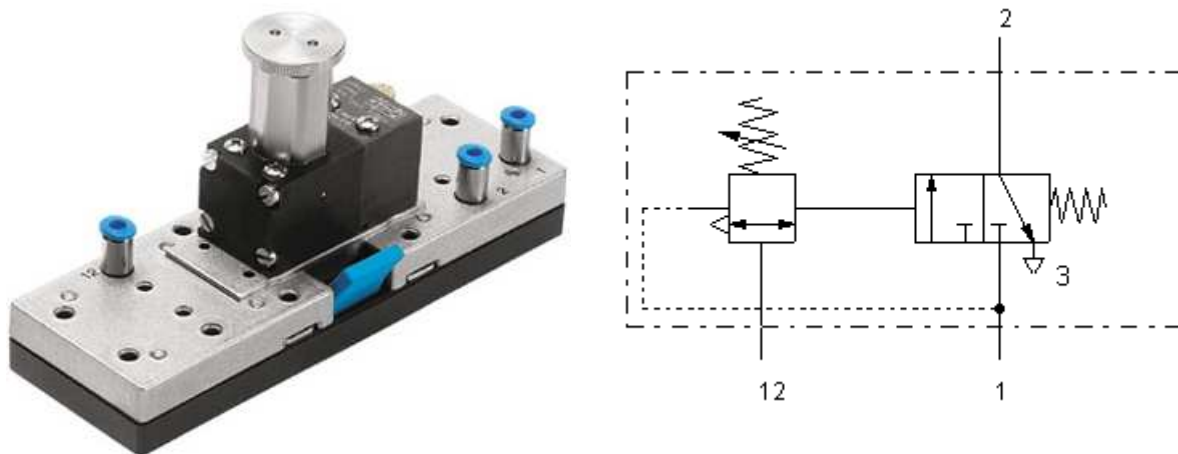
Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pneumomotoru s časováním a automatickým návratem

Úkol: upravte výše uvedené zapojení tak, aby nový cyklus bylo možné odstartovat pouze po návratu pneumomotoru do výchozí polohy. Pokud pneumomotor z jakékoliv příčiny nedoje do výchozí polohy, tak nesmí jít odstartovat další cyklus. Jaký komponent bude potřeba přidat dle zadání? Kam, abyste splnili úkol? Jaké provedení použijete a proč jste tak učinili?

4.2.4. Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s tlakovým spínačem a automatickým návratem

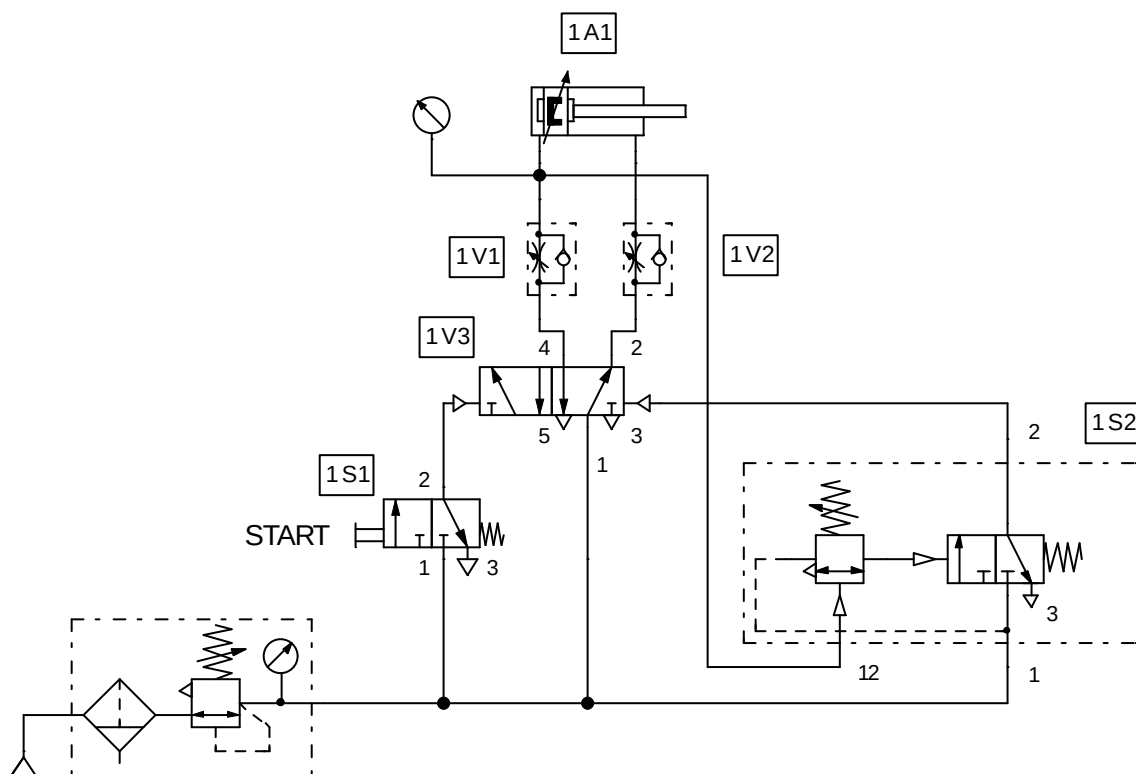
Další prvek, který se naučíme používat je tlakový spínač. Jeho skutečné provedení a schematická značka jsou uvedeny na obrázku níže.

Můžeme si na něm regulačním šroubem nastavit tlak, při kterém nám přepne vestavěný rozváděč. Funkce je tedy velmi jednoduchá. Na řídicí vstup přivádíme měřený tlak, a po jeho dosažení dojde k přepnutí vnitřního rozváděče. Na výstupu (2) se objeví tlak vzduchu, který využijeme pro ovládání v dalších obvodech.

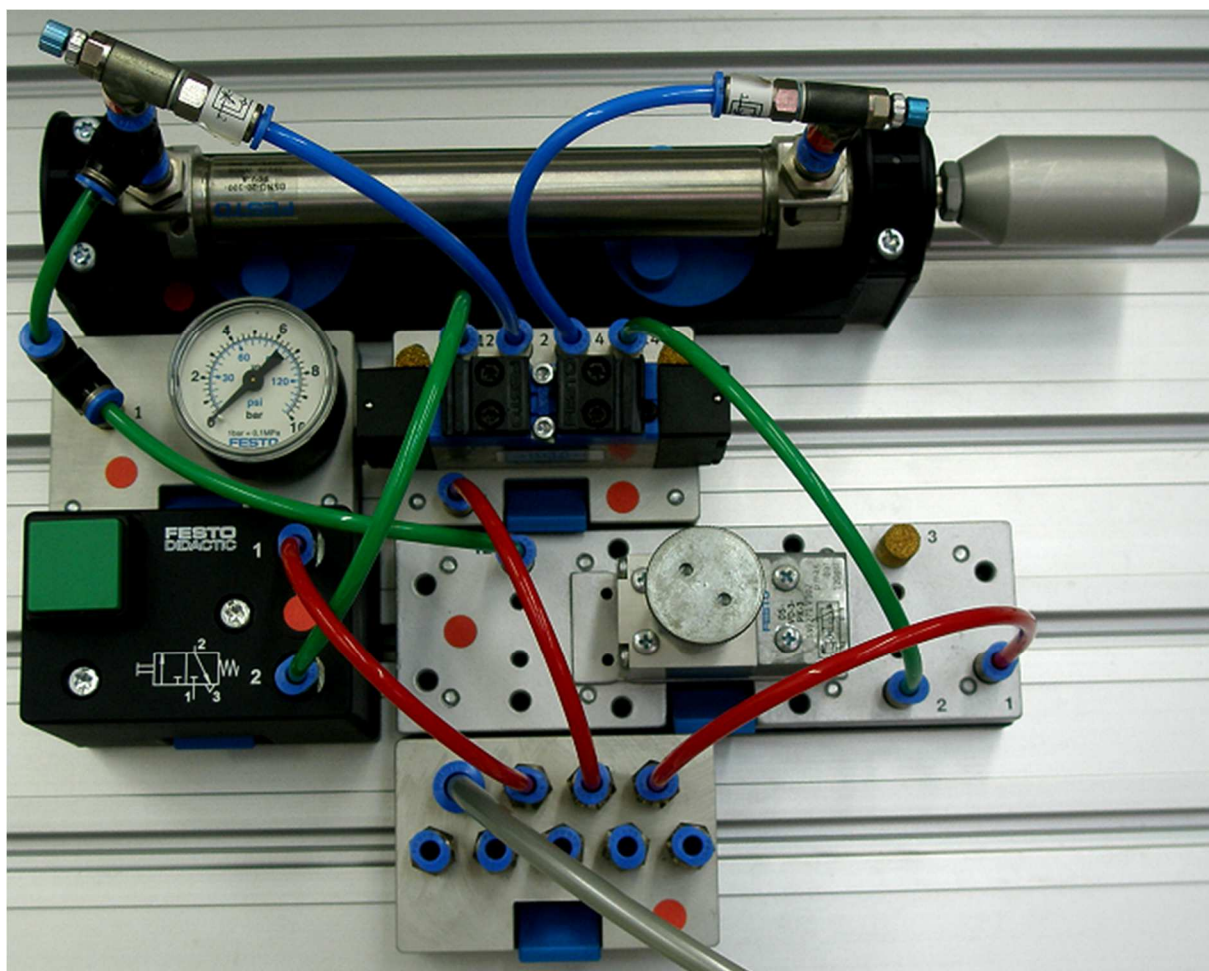


Obrázek tlakového spínače a jeho schematická značka

Často se této možnosti také využívá v obvodech pro lisování, nebo lepení. Příkladem může být následující úkol. Do výrobku je potřeba přilepit definovanou silou další díl. Definovanou proto, protože jinak by došlo k destrukci plastového výrobku. Tento jednoduchý úkol však může mít několik podmínek. Plast je křehký, a tak musí úchop s vlepovanou částí přijet pomalu, aby se nepoškodil výrobek. To nám zajistí například vhodné použití škrticích ventilů. Dále je potřeba aby úchop nějakou, postupně se zvyšující silou působil na výrobek, aby se vlepovaná část důkladně přitiskla a přilepila. Tlak, a tím pádem sílu nastavíme právě pomocí tohoto tlakového spínače.



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pneumomotoru s tlakovým spínačem a automatickým návratem



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pneumomotoru s tlakovým spínačem a automatickým návratem

Úkol: upravte výše uvedené zapojení tak, aby po dosažení nastaveného tlaku nenastal ihned návrat do výchozí polohy, ale pneumomotor ještě „tlačil“ na slepovaný díl 5 sekund a teprve pak se vrátil do výchozí polohy. Jaký komponent bude potřeba přidat dle zadání? Kam ho zapojíte, abyste splnili úkol? Jaké provedení použijete a proč jste tak učinili?

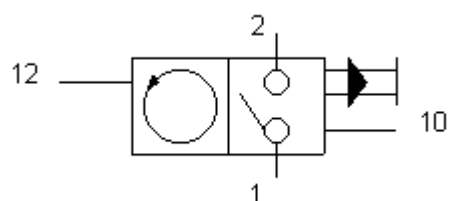
4.2.5. Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s počítadlem a startem pouze při splnění podmínce

V dalším zapojení budeme používat další nový prvek, který se naučíme. Je to počítadlo. Jeho skutečné provedení a schematická značka jsou uvedeny na obrázku níže.

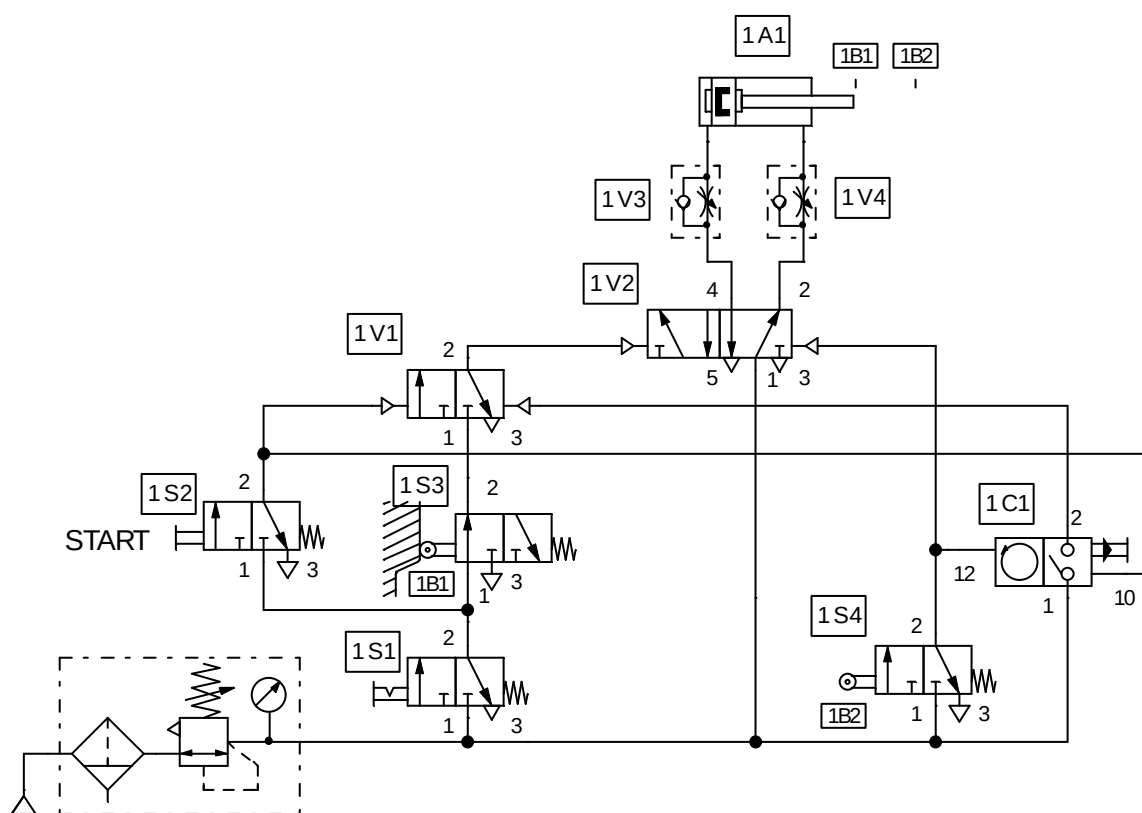
Funkce je velmi jednoduchá. Můžeme si na něm pomocí tlačítek předvolby nastavit požadovaný počet impulsů. Po napočítání nastaveného počtu impulsů se přepne vnitřní rozváděč a na výstupu se objeví tlak.

Přívod napájecího vzduchu je označen (P, ve schematické značce je označen 1). Na počítací vstup (Z, 12) přivádíme tlakové pulzy například z vhodného koncového snímače. Po napočítání nastaveného počtu impulsů se na výstupu (A, 2) objeví tlak vzduchu, který

využijeme pro ovládání v dalších obvodech. Počítadlo resetujeme krátkodobým přivedením tlaku na vstup (Y, 10).



Obrázek počítadla a jeho schematická značka

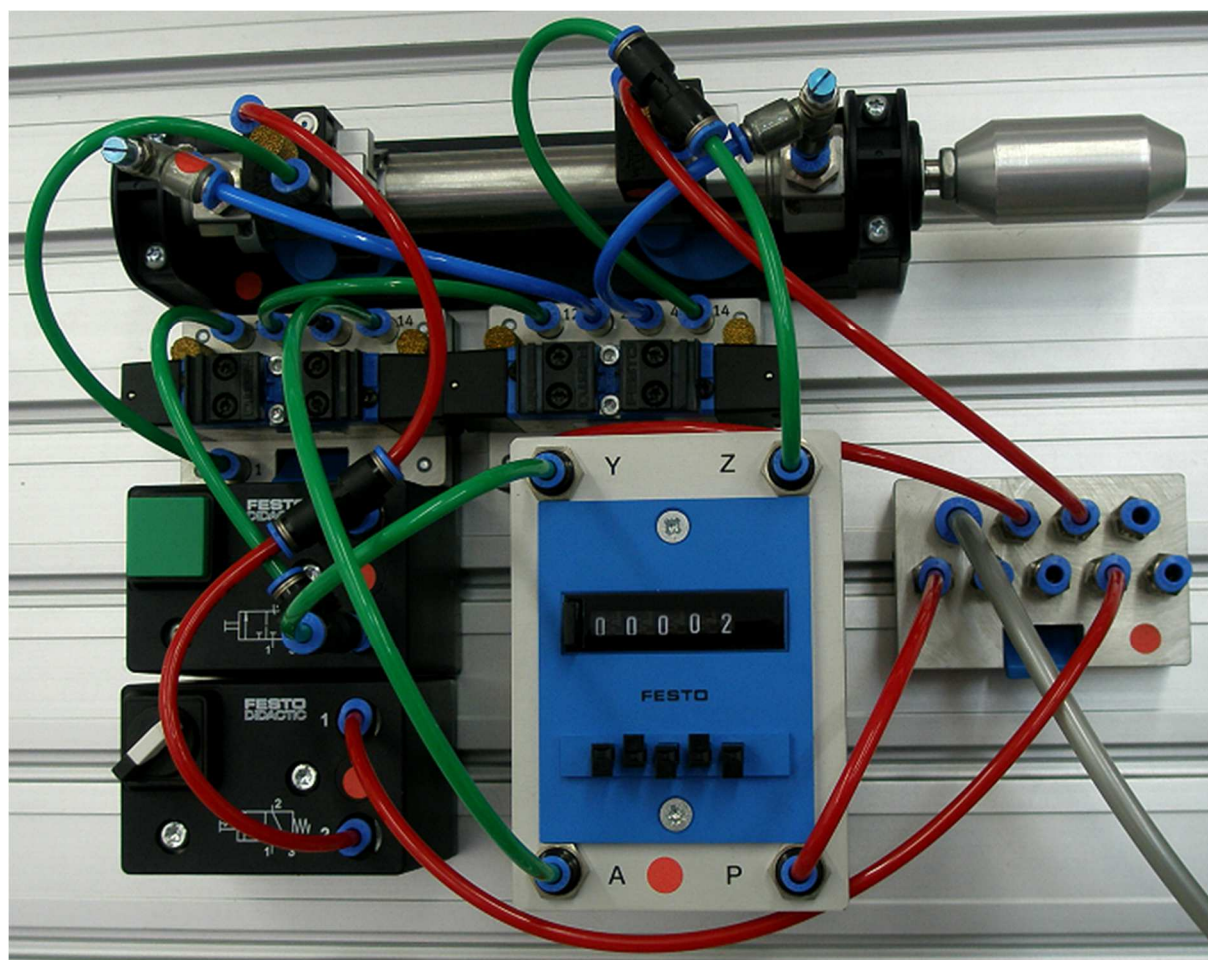


Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pneumomotoru s podmínkou pro spuštění, automatickým návratem a počítadlem pro provedení nastaveného počtu cyklů

Impulzy pro počítač vstup musíme odebrat z koncového spínače, který spíná při vysunutí pístu (1B2). Pokud bychom je brali ze spínače (1B1), tak by se provedl vždy jeden cyklus navíc oproti nastavené hodnotě.

A co je to vlastně ta „podmínka“? Zjednodušeně řečeno, je to stav a poloha zařízení, kdy lze provést odstartování automatického cyklu bez nebezpečí havárie, či jiného poškození zařízení nebo zranění osob. Většinou si tento výchozí stav ohlídáme pomocí nějakých koncových snímačů, nebo čidel. Jejich signály pak použijeme v ovládacích obvodech pro blokování spuštění cyklu, když nejsou podmínky splněny.

A již následuje obrázek zapojení ze skutečných prvků. Bohužel se nám ale s přibývajícím počtem dalších potřebných prvků a jejich propojení, začíná zhoršovat „čitelnost zapojení“ na obrázku. Je proto potřeba si dávat při zapojování pozor na správnost.



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pneumomotoru s podmínkou pro spuštění, automatickým návratem a počítadlem pro provedení nastaveného počtu cyklů ze skutečných prvků

Úkol: upravte výše uvedené zapojení tak, aby výchozí poloha byla při vysunutém pístu. Co vše je potřeba změnit, aby bylo zapojení a počítání funkční?

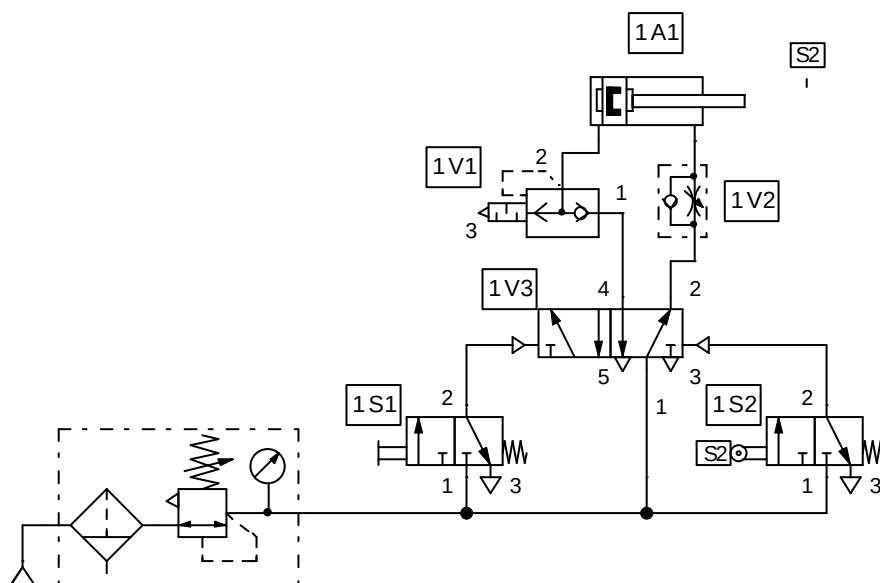
4.2.6. Nepřímé ovládání dvojčinného pneumomotoru s rychlým pohybem pomocí rychloodfuku

Dalším pneumatickým prvkem, který si představíme je tzv. rychloodfuk a používá se pro zvýšení rychlosti pohybu. Je to prvek, který je v jednom směru normálně uvnitř propustný. V opačném směru se uvnitř přepne klapka a vzduch, který má z pístu uniknout, nemusí jít přes rozváděče soustavou hadiček, které průtok vzduchu kladou odpor, ale je vypuštěn přímo do okolí. Odpouštění vzduchu je provázeno klapavými zvuky a také z velké „odfukovací“ plochy prvku je „cítit závan“ vzduchu. Rychlost pístu se v tuto chvíli viditelně zvýší. Skutečné vyobrazení a schematická značka jsou na následujícím obrázku. Ze schematické značky je funkce rychloodfuku docela dobře pochopitelná.

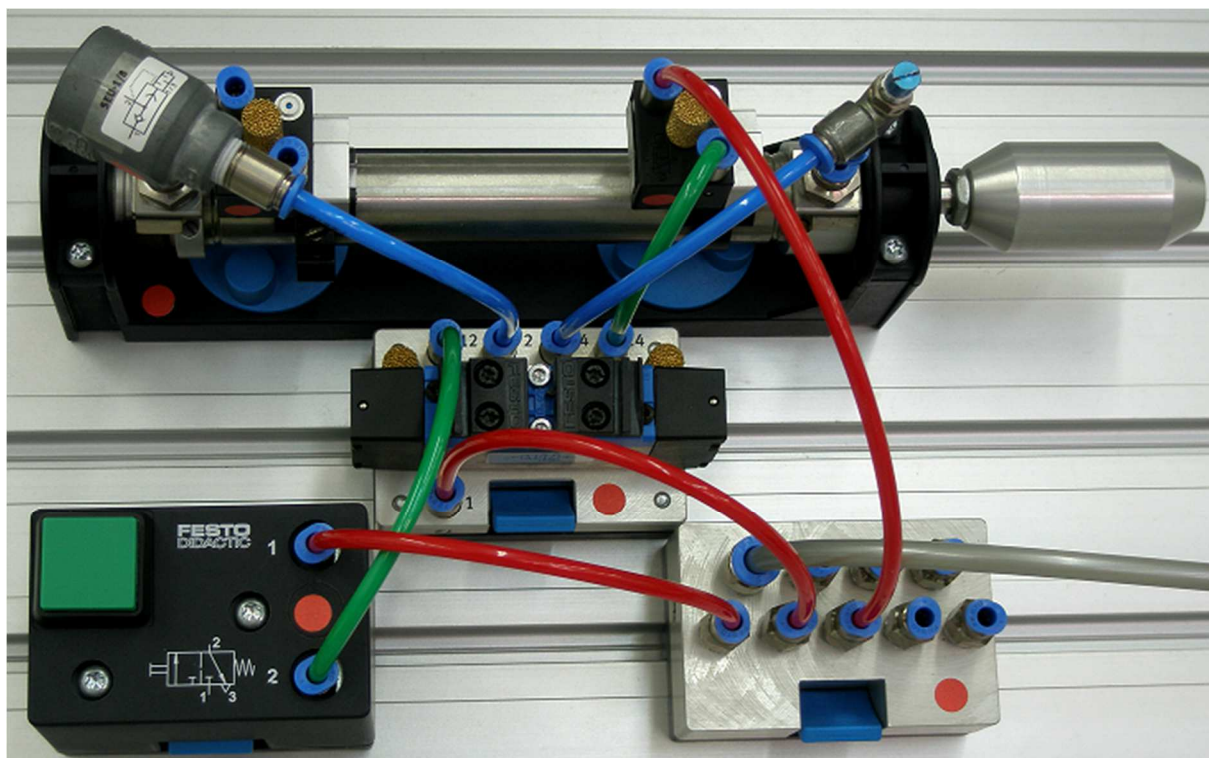


Obrázek rychloodfuku a jeho schematická značka

Pro vyzkoušení funkce si půjčíme jednoduché zapojení nepřímého ovládání s automatickým návratem, kde například do části pro zpětný pohyb použijeme tento prvek místo škrticího ventilu. Pro správnou funkci musí být umístěn vždy co nejblíže pístu, ideálně přímo u jeho vývodu, aby jeho účinnost byla co největší. Funkční zapojení je na následujícím obrázku. Zapojte jej a vyzkoušejte jeho správnou funkčnost.



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pneumomotoru s automatickým návratem a rychloodfukem při návratu



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pneumomotoru s automatickým návratem a rychloodfukem při návratu

Úkol: upravte výše uvedené zapojení tak, aby rychloodfuk byl aktivní při vysunování pístu. Čili aby píst vyjížděl rychle.

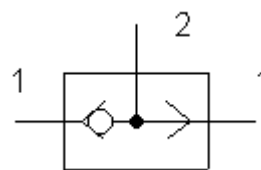
5. Logické členy v ovládacích obvodech

Logické členy se poměrně často používají v pneumatických, nebo elektrických ovládacích obvodech na pozicích, když je potřeba nějaké rozhodování, vyhodnocování, nebo jsou-li splněny případně nějaké podmínky.

Máme logický součet (OR) a součin (AND). U součtu stačí signál (pneumatický, nebo elektrický) alespoň na jednom vstupu (případně mohou být signály na obou vstupech), a máme signál i na výstupu. U součinu musí být u prvku s dvěma vstupy aktivní oba vstupní signály. Teprve pak se na výstupu objeví také signál. Jakmile se jeden ze signálů „ztratí“, tak se okamžitě ukončí i výstupní signál. A až bude opět splněna podmínka obou vstupních signálů, tak bude signál i na výstupu.

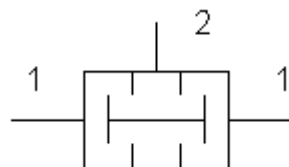
Těchto výhodných vlastností se využívá ve složitějších zapojeních, kde nám to usnadňuje a zjednodušuje vyřešení různých, zdánlivě „neřešitelných“ funkčních podmínek.

Nejdříve se ale seznámíme s novými prvky a jejich schematickými značkami. Začneme logickým součtem.



Obrázek logického součtu a jeho schematická značka

A pokračujeme logickým součinem.



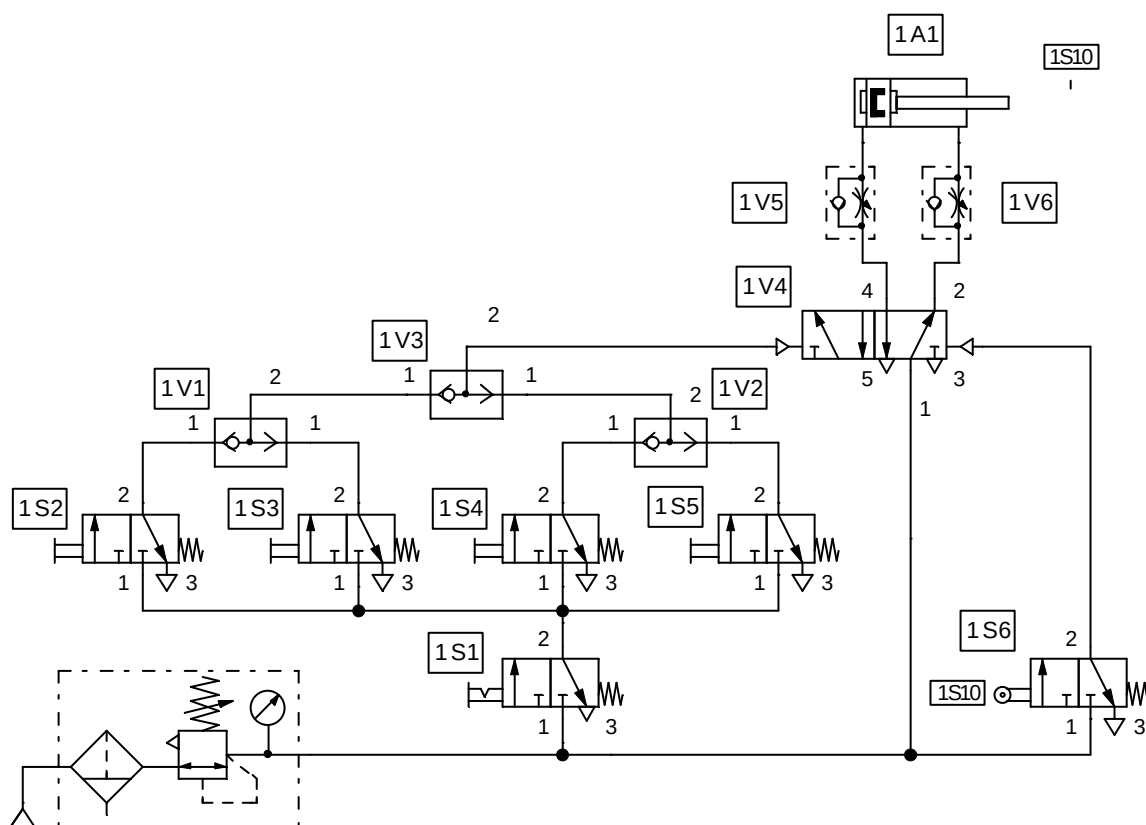
Obrázek logického součinu a jeho schematická značka

5.1. Logický součet v obvodech ovládání

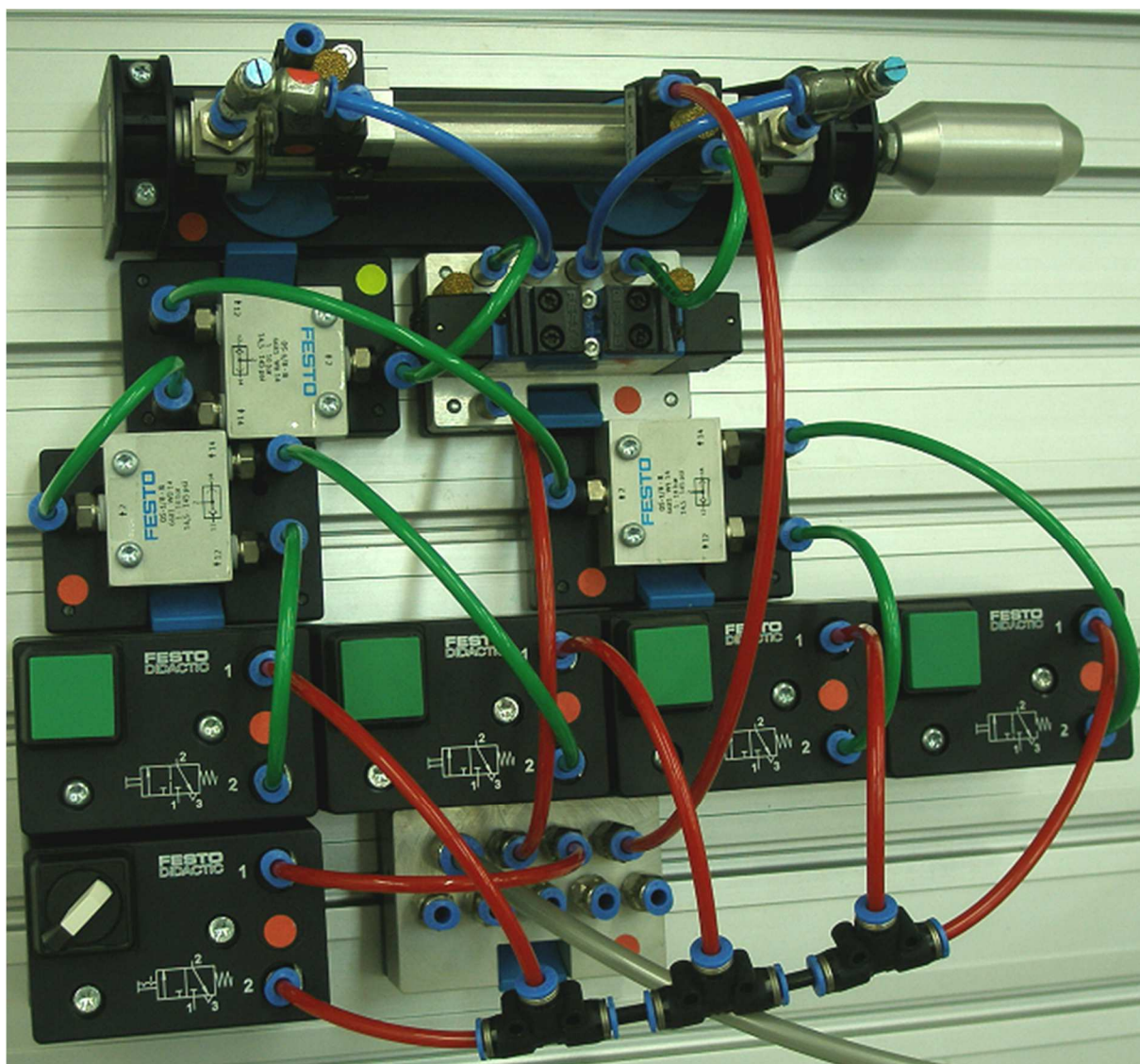
Logickému součtu stačí jen jeden vstupní signál, aby byl i signál na výstupu. Může se toho využít například při potřebě ovládání zařízení z více míst. Signály ze všech tlačítek dovedeme na logický člen, který při potřebě většího počtu vstupů složíme z členů se dvěma vstupy.

Jako příklad si uvedeme zapojení pro ovládání ze čtyř míst. Zmáčknutím jakéhokoliv ze čtyř tlačítek se nám vysune pneumomotor.

Pro realizaci využijeme již dříve probrané zapojení s automatickým návratem. Jen místo jednoho startovacího tlačítka použijeme čtyři a k nim patřičný počet logických členů tak, aby zapojení splnilo funkci dle zadání.



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pístu s automatickým návratem a s možností ovládání ze čtyř míst

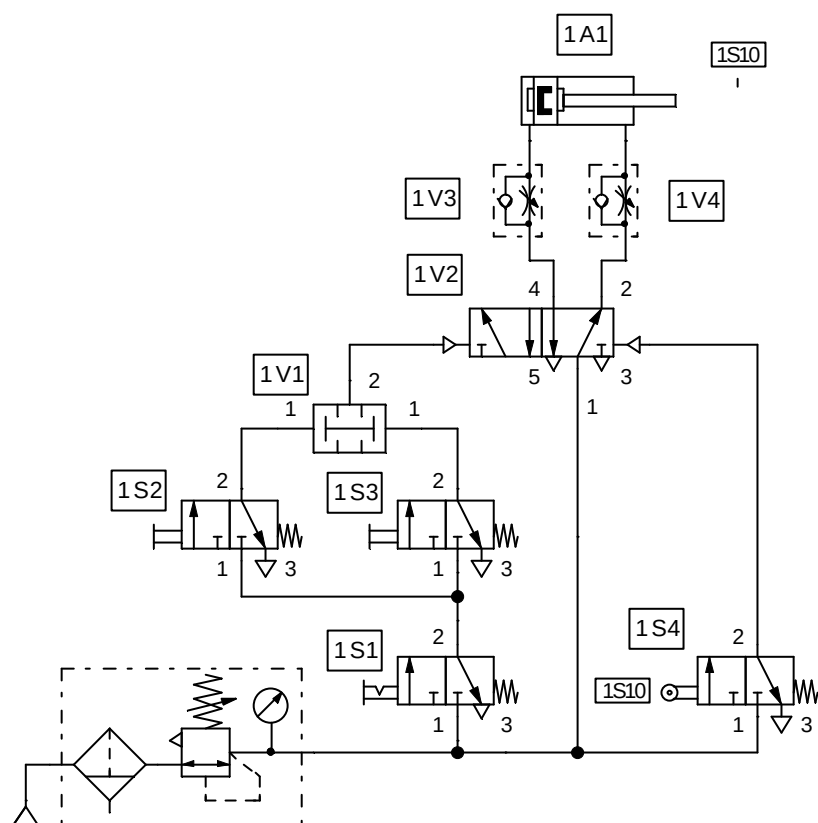


Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pístu s automatickým návratem a s možností ovládání ze čtyř míst

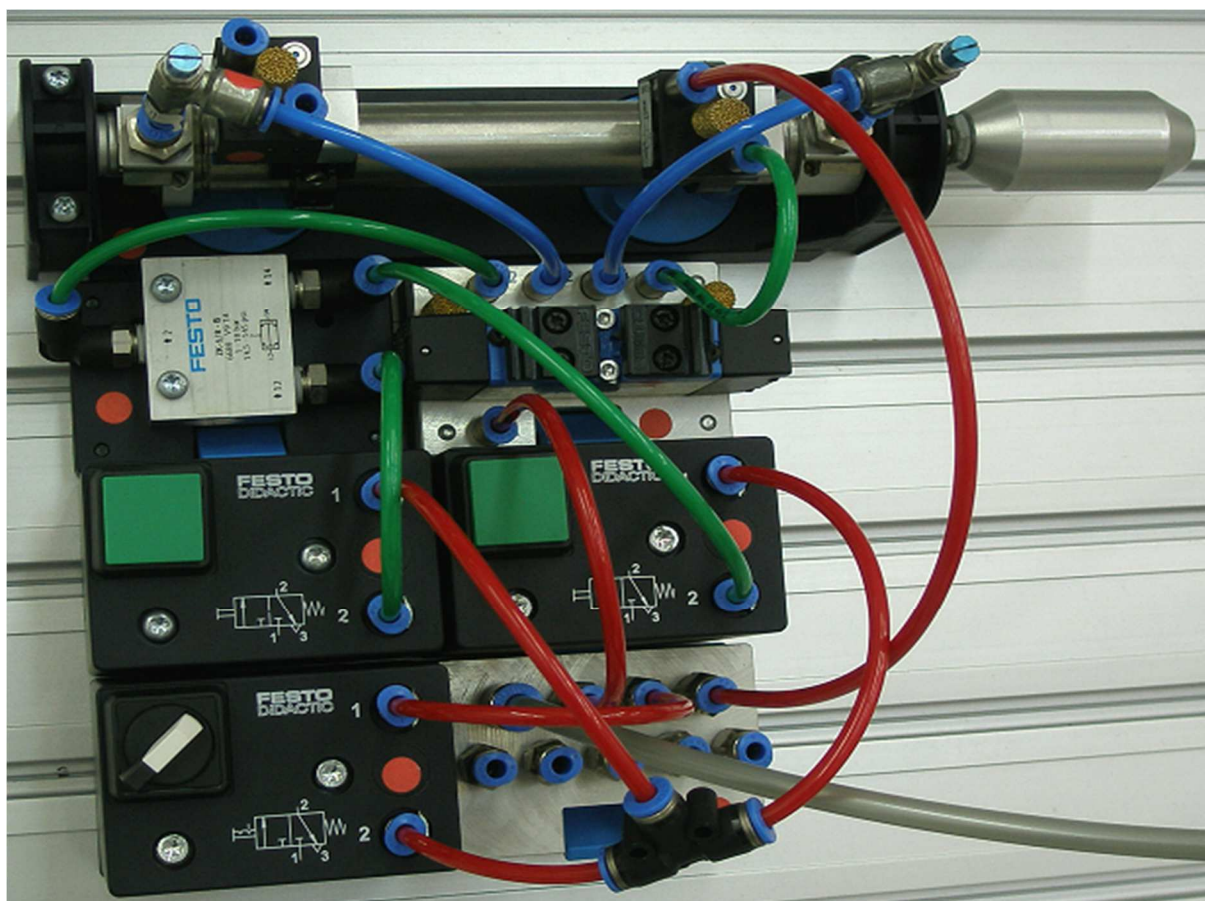
5.2. Logický součin v obvodech ovládání

Logický součin se výhodně použije tam, kde potřebujeme sledovat dva, nebo i více signálů na shodu. Ve chvíli, kdy budou všechny signály shodné, dostaneme i signál výstupní. Tento logický člen využijeme tam, kde je podmínkou povolit spuštění zařízení jen tehdy, když zmáčkeme obě startovací tlačítka současně oběma rukama. To je například u lisu.

Pro realizaci opět využijeme již dříve probrané zapojení s automatickým návratem. Jen místo jednoho startovacího tlačítka použijeme dvě a k nim příslušný logický člen tak, aby zapojení fungovalo dle zadání.

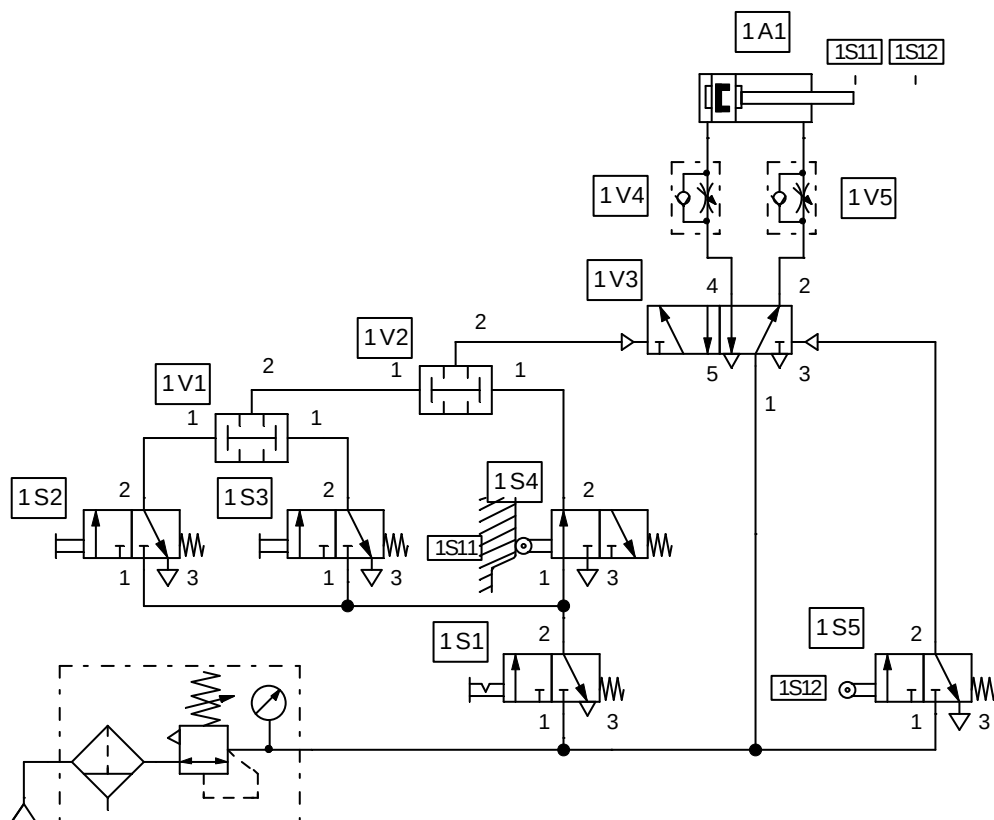


Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pístu s automatickým návratem a s nutností ovládání pomocí obou rukou a na fotce níže jeho skutečné provedení



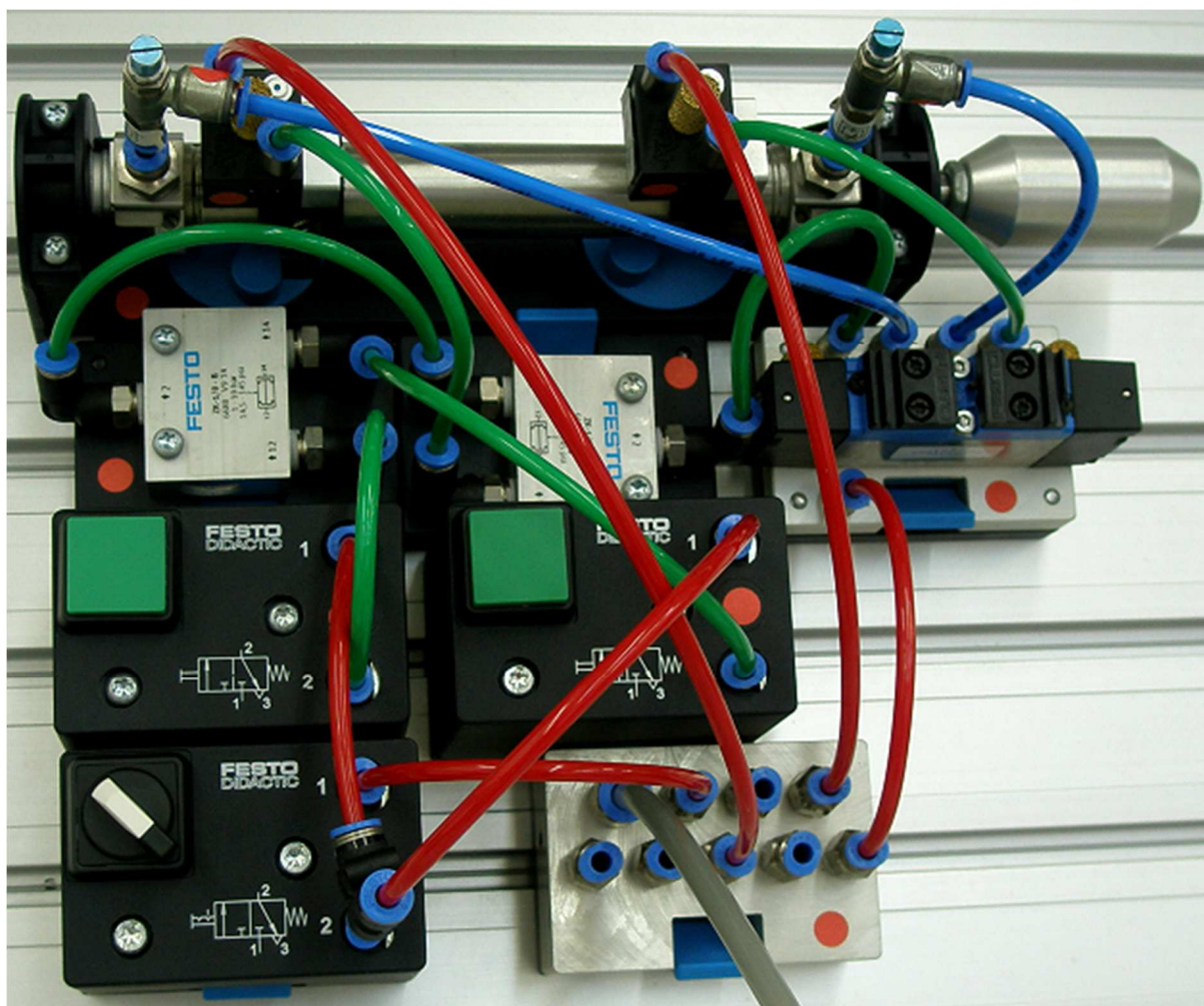
5.3. Start s podmínkou s pomocí logických členů v obvodech ovládání

A ještě si můžeme ukázat jedno zapojení dle následujících podmínek. Zařízení lze odstartovat jen tehdy, je-li pneumomotor opravdu ve výchozí poloze. Není-li v ní, nesmí jít spustit. To lze zařídit pomocí součinových členů tak, že budeme ve spouštěcím obvodu sledovat i výchozí polohu pneumomotoru pomocí koncového spínače.



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pístu s automatickým návratem a s nutností ovládání pomocí obou rukou a s podmínkou pneumomotoru ve výchozí poloze

Zapojte si výše uvedené zapojení a odzkoušejte jeho správnou funkci. Chybějící podmínku (píst ve výchozí poloze) nasimulujete tak, že posunete koncový spínač mimo klidovou polohu pístu. Lepší je pro vyzkoušení této podmínky použít samostatný koncový spínač (ne ten, který je namontovaný na válci pístu), se kterým je lepší manipulace při nastavování.



Obrázek zapojení nepřímého ovládání dvojčinného pístu s automatickým návratem a s nutností ovládání pomocí obou rukou a s podmínkou pneumomotoru ve výchozí poloze

Úkol: upravte a doplňte, případně odeberte příslušné prvky tak, aby výše uvedené zapojení zůstalo stejně funkční, ale zjednodušilo by se jeho zapojení. Existuje více možností úprav.

6. Pojmy z řídicí techniky

6.1 Řízení

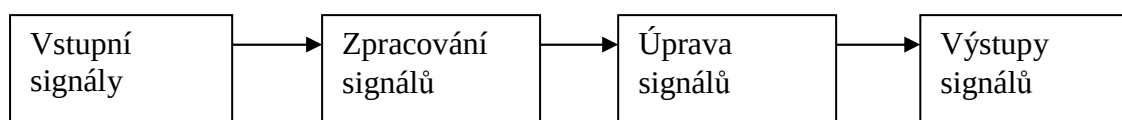
Řízení je pochod v systému, u kterého jedna nebo více veličin na vstupu ovlivňuje výstupní veličiny podle zákonitostí charakteristických pro tento systém.

6.1.1 Rozlišení řízení

Synchronní – vstupní signál je zpracováván synchronně v rytmu hodinového signálu. **Asynchronní** – změna na výstupu je závislá na okamžité variabilitě vstupních signálů a nezávisí na hodinovém kmitočtu. **Kombinační** – logické stavy na vstupu určují podle pravidel Boolovy algebry stavy výstupních signálů. **Pevný taktovací sled** – je naprogramován pevný sled kroků, který odpovídá podmínkám zásahů obsluhy. **Časově závislý taktovací sled** – sled taktů v časových intervalech měřených časovači, během kterých dochází ke změnám ovládacích signálů. **Řízení podmíněné změnou stavu stroje** – následné změny stavů jsou podmíněny splněním stavů předchozích.

6.1.2 Členění řídicího řetězce

Rozdělení řídicího řetězce pro kombinovaný řídicí systém, např. elektropneumatický je následující:



Signály procházející od vstupního bloku, přes blok zpracování se v bloku úpravy převedou na typ energie pro který je výstup navržen. V elektropneumatice takovému řetězci odpovídají tyto prvky: **vstupy** – tlačítka, koncové spínače, bezkontaktní snímače, **zpracování signálů** – cívková relé, PLC automaty, **úprava signálů** – elektropneumatické rozvaděče, **výstupy signálů** – pneumomotory.

6.2 Signál

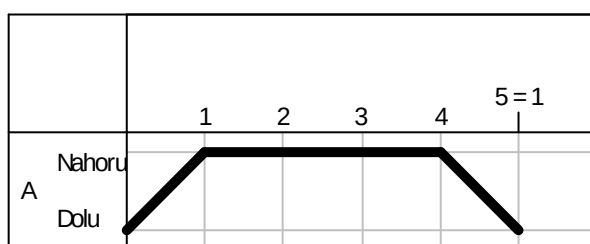
Rozumíme jím vytvořenou informaci zobrazenou pomocí hodnotového vyjádření. Signál může být **analogový** – má spojitý průběh ve svém celém rozsahu. Dalším typem signálu je **diskrétní** – je nespojitý a skládá se z konečného počtu hodnot ve svém rozsahu. Třetím druhem signálu je **digitální (číslicový)** – je tvořen posloupností vzorků, které mohou nabývat pouze omezeného počtu hodnot. Posledním důležitým signálem je **binární (dvouhodnotový)** – obsahuje informaci ANO-NE s dostatečně širokým oddělovacím pásmem. Hodnota signálu se musí nacházet v dolním nebo horním hodnotovém pásmu. Pokud by se nacházela v oddělovacím (zakázaném) pásmu, mohl by se například ventil nacházet v neurčité poloze. To by mohlo způsobit chybné sepnutí.

7. Znázornění změn pohybu a stavu

Dále popsané formy zobrazení pro pohyb pracovních členů a jejich stavů dotváří nebo někdy i nahrazují slovní popis řídicího systému. Je důležité začínat řešení praktických příkladů tvorbou grafických zobrazení, neboť to přispívá k jejich lepšímu porozumění.

7.1 Grafy (diagramy) pohybu

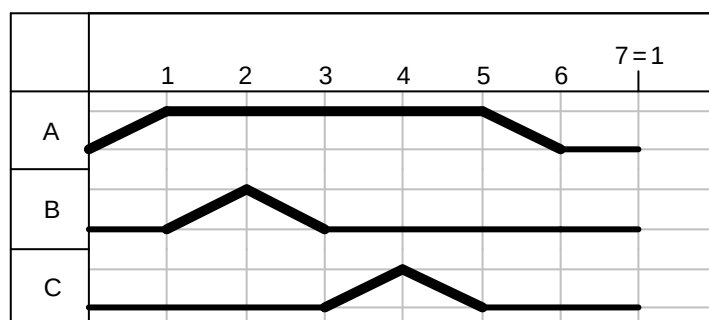
Zobrazení chodu určitého zařízení o jednom pracovním členu v závislosti na taktech (krocích). Pojem krok znamená změnu stavu pracovního členu. Pro pojem graf se dál bude užívat slovo diagram.



7.2 Diagram stavu

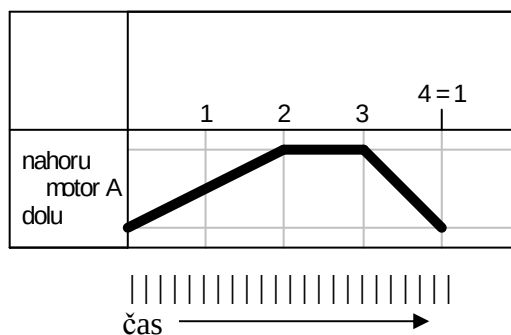
Zobrazení chodu více členů zařízení se provádí stavovým diagramem. Doporučené zásady pro jeho kreslení:

- takty vynášíme vodorovně po stejných úsecích.
- u více diagramů pod sebou zachováváme odstup cca $\frac{1}{2}$ taktu.
- označení jednotky charakterizované diagramem se provádí v levé části.
- normování taktů je libovolné.



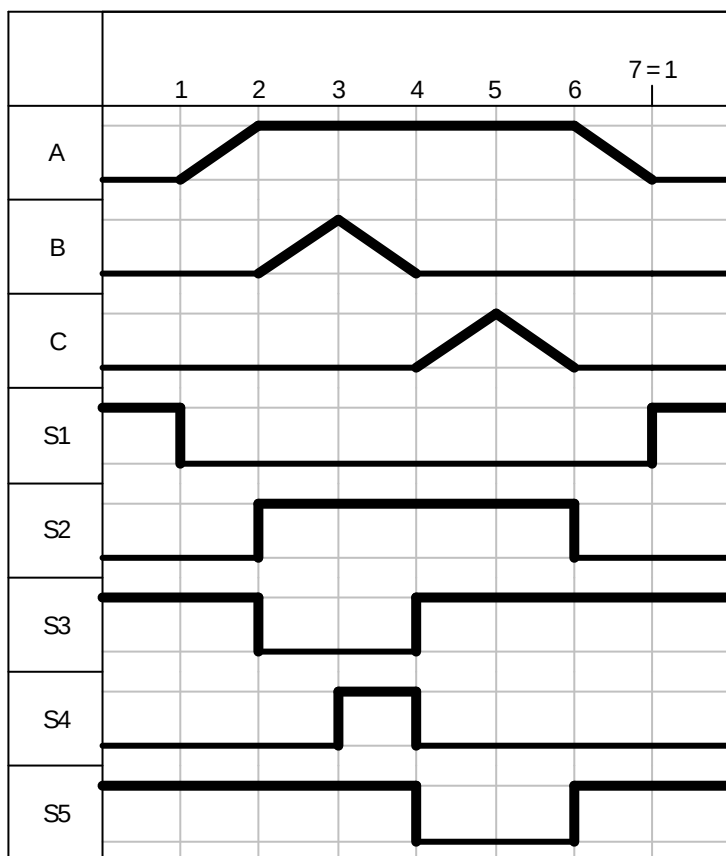
Označení stavů je libovolné. Můžeme je označit údaji o změně polohy pístu (dopředu/dozadu, nahoru/dolů, 0/1 atd.). Obdobně je také možné provést **zkrácený symbolický zápis** pohybu akčních členů. Pro pohyb vpřed píšeme symbol (+), pro pohyb nazpět do výchozí polohy píšeme symbol (-). Např. předchozí obrázek se pomocí zkrácené symboliky zapíše následovně: A+,B+,B-,C+,C-,A-.

Pro změnu pohybu členů v závislosti na čase se zavede měřítko času v délce taktů, jak ukazuje následující obrázek. Takto provedené diagramy používáme tam, kde je nutné v rámci programového sledu brát zřetel na časovou závislost.



7.3 Diagram řízení

V těchto diagramech se zobrazuje stav sepnutí signálů, které ovládají akční členy. Kreslíme je společně s pohybovými diagramy. Příklad je na následujícím obrázku.



A,B,C znázorňuje pohyb akčních členů (vpřed, vzad). S1 až S5 znázorňuje stavy spínačů (sepnuto, rozepnuto).

Oba diagramy rozšiřují a zřetelně ukazují vzájemné souvislosti v uvažovaném zařízení.

8. Úvod do elektropneumatiky

Rozvod a zpracování řídicí a pracovní energie zajišťují určité funkční prvky, které se ve schématech znázorňují předepsanými značkami (viz příloha). Pouhá znalost významu značek nestačí k tomu, abychom správně tvořili řídicí systémy nebo abychom mohli co nejrychleji najít vzniklé závady. Je důležité znát konstrukci, funkci a použitelnost těchto prvků.

8.1. Elektrické a elektropneumatické přístroje

8.1.1. Spínací prvky

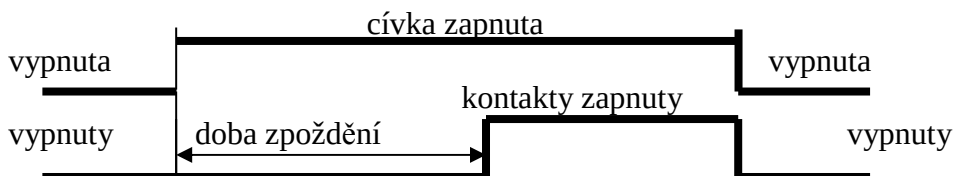
Používají se spínací prvky kontaktní a bezkontaktní. **Spínací kontaktní prvky** lze rozdělit podle např. způsobu ovládání - ruční, - mechanické, - dálkové pro pneumatické, hydraulické, elektrické ovládání. Kontaktní prvky jsou známy nejčastěji jako tlačítka, přepínače, koncové spínače s narážkou, kladičkou atd. Jiné rozdělení je podle doby trvání ovládacího signálu - samočinný návrat, - s aretací nebo podle funkce kontaktu - spínací, - rozspínací, - přepínací. Mezi kontaktní prvky patří i magnetický snímač s jazýčkovým kontaktem. Patří do skupiny bezdotykových. Nelze jej užívat v zařízeních kde vzniká silné magnetické pole. **Bezkontaktní spínací prvky** mají svoji výhodu oproti předchozím v tom, že se u nich neopalují kontakty, nevyžadují žádnou ovládací sílu, pracují bez odskoků při spínání a tiše. Nejvýznamnější jsou - indukční s napájením stejnosměrným i střídavým. Princip: cívka oscilátoru vytváří magnetické pole působící v určité zóně. Kovový předmět vložený do této zóny způsobí pokles amplitudy oscilací. To vyhodnotí klopný obvod ve snímači a odpojí nebo připojí zátěžový obvod. Kapacitní snímače - princip: přiblížením kovového nebo nekovového předmětu k činné ploše snímače vzroste kapacita mezi zemí (kostrou) a činnou plochou, zapne se oscilátor, vzniklé kmity vyhodnotí klopný obvod a výstupní obvod připojí nebo odpojí zátěž. Kapacitní snímače jsou citlivé na znečištění aktivní plochy snímače. Optické snímače - princip: vysílaný světelný paprsek vysílačem je vyhodnocován přijímačem. Paprsek se sledovaným předmětem přeruší nebo se od předmětu odrazí. Přítomnost nebo nepřítomnost světelného paprsku v přijímači vyhodnocuje klopný obvod, výstupní obvod pak připojí nebo odpojí zátěž. Optické snímače se dělí na světelné závory – vysílač a přijímač jsou umístěny odděleně, reflexní světelné závory - vysílač a přijímač jsou společně a odrazná plocha je zvlášť, reflexní spínač - vysílač a přijímač jsou společně, odraznou plochu nahrazuje sledovaný předmět.

8.1.2 Spínací přístroje

Základním prvkem jsou **relé**. Jsou různé typy, ale mají stejný princip funkce: - magnetický obvod tvořený jádrem a kotvou, vinutí na jádru. Po zapnutí napětí do vinutí vznikne magnetické pole, to přitahuje kotvu k jádru. Na kotvě jsou izolovaně uchyceny kontakty, které v důsledku pohybu kotvy změny svůj stav. Relé mají velké výhody v teplotní nezávislosti, galvanickém oddělení mezi řídicím obvodem a silovým obvodem, mají velký izolační odpor mezi rozpojenými kontakty. Do nevýhod patří opotřebení kontaktů, citlivost na znečištění, omezená rychlost spínání a hluk. Relé se vyrábějí s ovládacím napětím střídavým i stejnosměrným s různým počtem kontaktů. Do speciální kategorie relé řadíme polarizovaná relé, impulsní relé, časová relé a elektromagnety. **Elektromagnet** je tvořený vinutím a magneticky měkkým jádrem, které se po zapojení vinutí na napětí vtahuje dovnitř tohoto vinutí. Je důležitou částí elektropneumatických rozvaděčů.

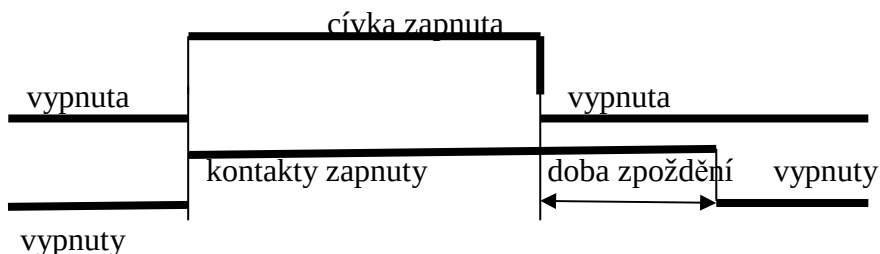
Časová relé rozeznáváme se **zpožděným přitahem** a **zpožděným odpadem**. Časový diagram relé se zpožděným přitahem je na obrázku A. Po sepnutí napětí do cívky relé uplyne nastavená doba zpoždění než relé sepne a přestaví kontakty.

Obrázek A



Časový diagram relé se zpožděným odpadem ukazuje další obrázek B. Po sepnutí napětí do cívky relé se kontakty relé okamžitě přestaví. Po vypnutí napětí do cívky relé zůstávají kontakty relé po nastavenou dobu stále ještě přestaveny a po jejím uplynutí se vrací do výchozí polohy.

Obrázek B



8.1.3 Pneumatické rozvaděče s elektromagnetickým ovládáním

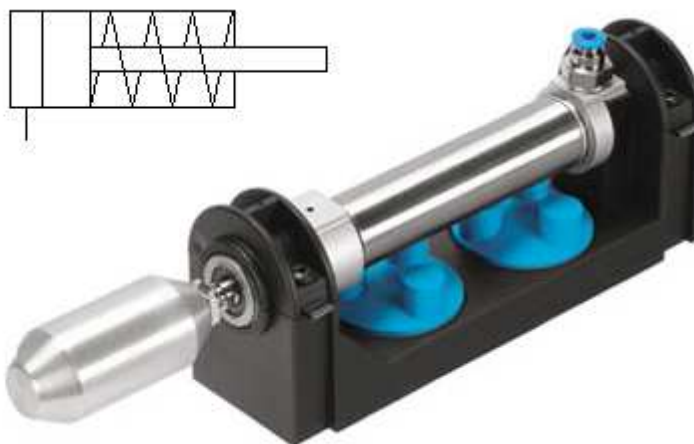
Pomocí rozvaděčů se realizuje v určitém systému přechod z elektrických signálů na pneumatické. Princip činnosti je pro celou škálu elektro-pneumatických rozvaděčů stejný: - elektromagnet ovládá (přestavuje) šoupátko nebo talířový ventil do příslušné funkční polohy a tím odkrývá nebo zavírá cestu pracovnímu médiu (vzduchu) k akčním členům. Pneumatické rozvaděče s elektromagnetickým ovládáním se stejně jako v pneumatice rozlišují podle počtu pracovních cest (kanálků), kterými prochází vzduch a podle počtu poloh, které mohou zaujmout. Podle toho jsou např. značeny: - 2/2 – dvě cesty, dvě polohy, - 3/2 – tři cesty, dvě polohy, - 5/4 – pět cest, čtyři polohy apod. **Polohy rozvaděčů** mohou být definované – **monostabilní rozvaděče** (vracejí se do základní polohy vratnou pružinou) nebo nedefinované – **bistabilní rozvaděče**. Všechny rozvaděče mají i pomocné ruční ovládání. Výčet rozvaděčů s jejich schematickým značením je uveden v příloze.

8.1.4 Pneumaticko-elektrické měniče

Takové přístroje mají převádět pneumatický signál (tlak vzduchu) na elektrický signál. Princip: vzduch působí na membránu nebo pístek a ty ovládají mikropsínač. Ovládací tlak může být velký i malý. U malých ovládacích tlaků se používají měniče se zesilovačem signálu – ovládací vzduch v řídicím kanálku prohne membránu, tím uvolní cestu vysokému tlaku vzduchu, který přestaví mikropsínač. Do skupiny těchto měničů řadíme i tlakové spínače. Ty spínají el. obvod (mikropsínač) při určitém nastaveném tlaku vytvořeném regulační pružinou.

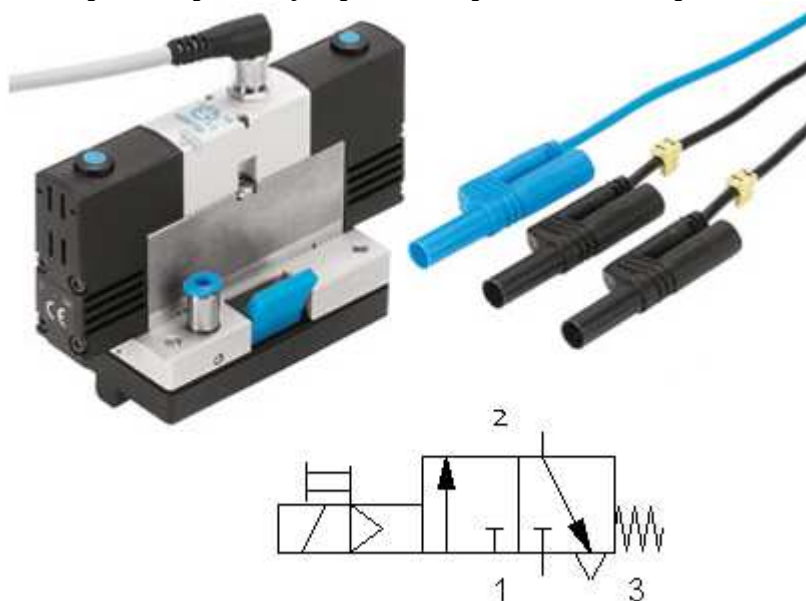
9. Cvičební zapojení průmyslových aplikací

9.1 Řízení jednočinného válce



Obrázek 1

Na obrázku 1 je použitý jednočinný přímočarý motor a jeho schematická značka. Dalším prvkem potřebným pro řízení pneumatického přímočarého motoru je monostabilní



Obrázek 2

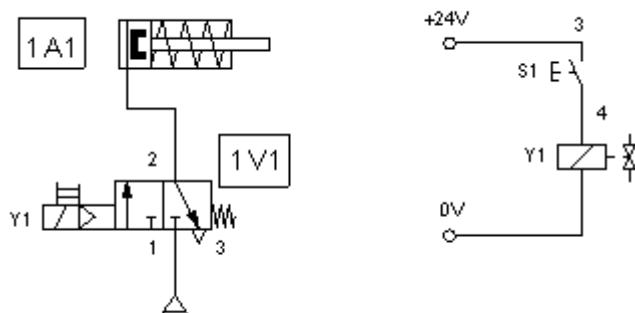
rozvaděč 3/2 v normálním stavu uzavřený. Na obrázku 2 je vyobrazen rozvaděč s el. kabelem a jeho schematická značka. Přívod tlakového vzduchu do vstupu 1, výstup vzduchu do válce 2 a odvětrání vzduchu do atmosféry 3. V případě řešení úkolu přímým způsobem je nutné použít elektrický mechanický spínač (tlačítko), který je na následujícím obrázku 3 se schematickou značkou.



Obrázek 3

Zadání – pneumatický jednočinný přímočarý motor (dále jen válec) se má po stisknutí tlačítka vysunout. Po uvolnění tlačítka se má vrátit do výchozí polohy.

Řešení této úlohy, ale i všech následujících můžeme provést **pomocí přímého i nepřímého řízení**. **Přímé:** Stisknutím tlačítka S1 prochází proud do cívky Y1 monostabilního elektropneumatického rozvaděče 1V1. Ten se přestaví do příslušné funkční polohy. Stlačený vzduch prochází ze vstupu 1 do výstupu 2 a odtud do válce 1A1 pod píst. Ten se vysune. Uvolněním tl. S1 zaniká elektromagnetické pole v cívce rozvaděče, vratná pružina přestavuje rozvaděč do klidové polohy, tlak vzduchu pod pístnicí válce je odvětráván do volného prostoru výstupem 3. Síla pružiny jednočinného válce vrací pístnici do zasunuté polohy.



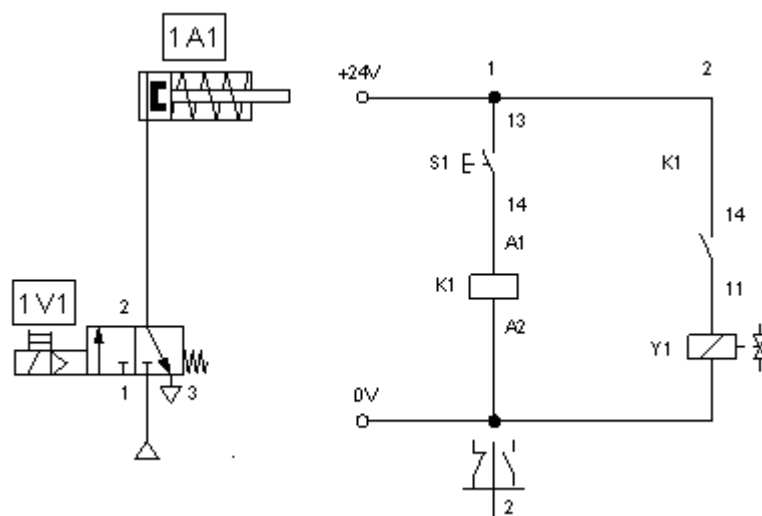
Na dalším obrázku 4 je celkové elektrické a pneumatické propojení úkolu.

Při nepřímém řízení se pro řešení úkolu použije ještě elektrické relé. Jeho vyobrazení je na následujícím obrázku 5 i s jeho schematickou značkou.

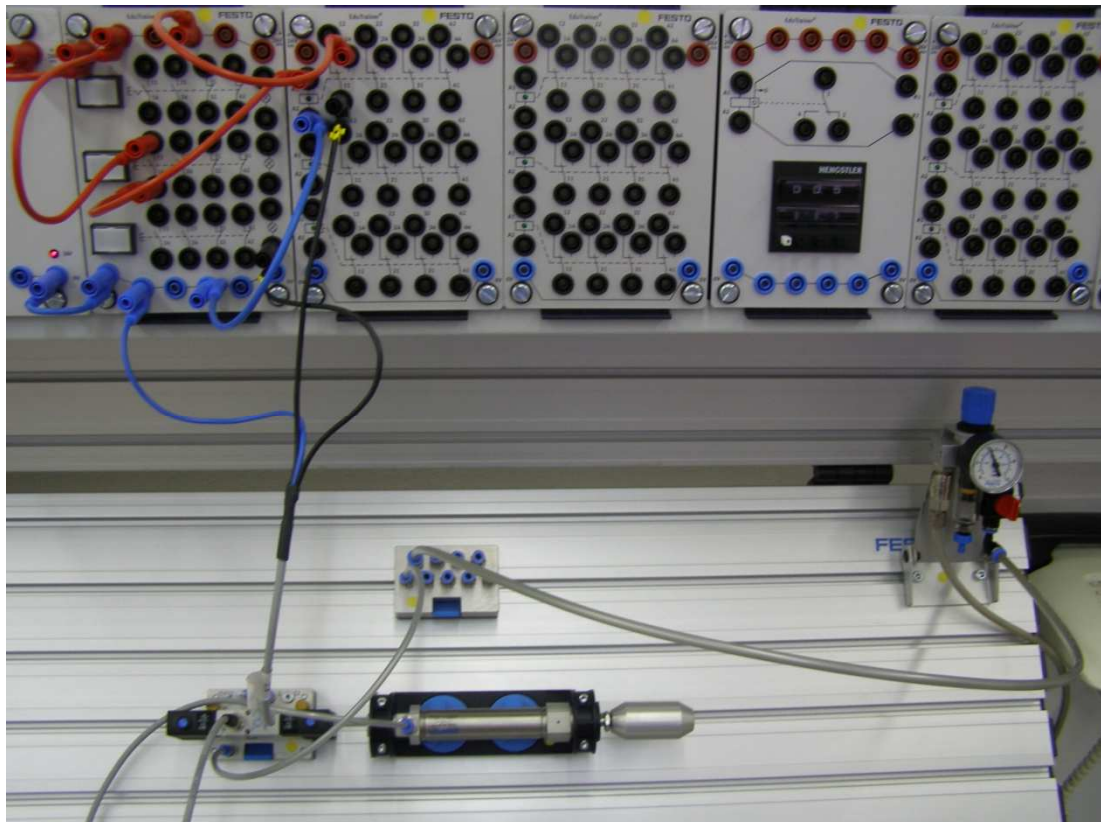


Nepřímé: Tam kde spínaný výkon tlačítka S1 neodpovídá požadavkům elektromagnetu monostabilního elektropneumatického rozvaděče Y1 (proudovému zatížení), musíme používat nepřímé řízení. Tlačítkem S1 sepne relé K1. Toto relé svým spínacím kontaktem K1 sepne napětí na cívku Y1 elektropneumatického rozvaděče 1V1 a po jeho

přestavení do funkční polohy se píst válce 1A1 vysune. Uvolněním tl.S1 odpadá relé K1, rozpíná jeho kontakt K1, rozvaděč se vrací do klidové polohy a pístnice válce pomocí pružiny také.



Elektrické a pneumatické propojení jednočinného pneumomotoru.

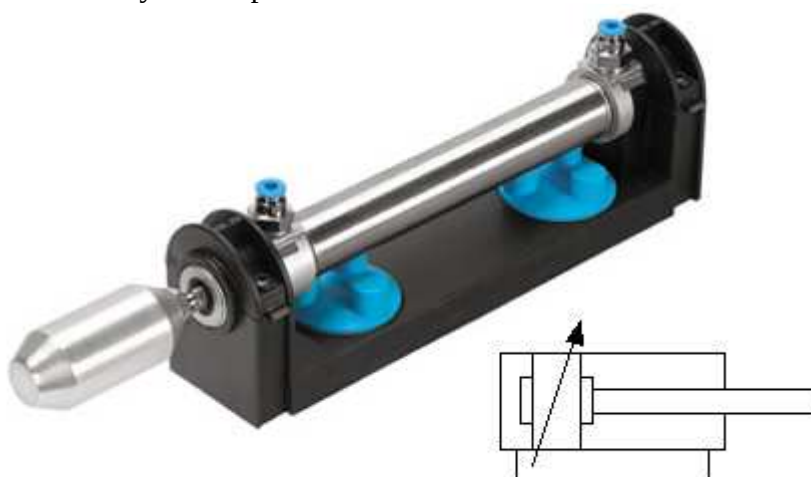


Obrázek 6

Úkol: a) zapojte jednočinný válec řízený přímo dvěma startovacími tlačítky tak, aby válec vysouval pouze při stisku obou tlačítek. b) stejné zapojení ovládejte prvním nebo druhým startovacím tlačítkem. c) jedním tlačítkem střídavě ovládejte dva jednočinné válce.

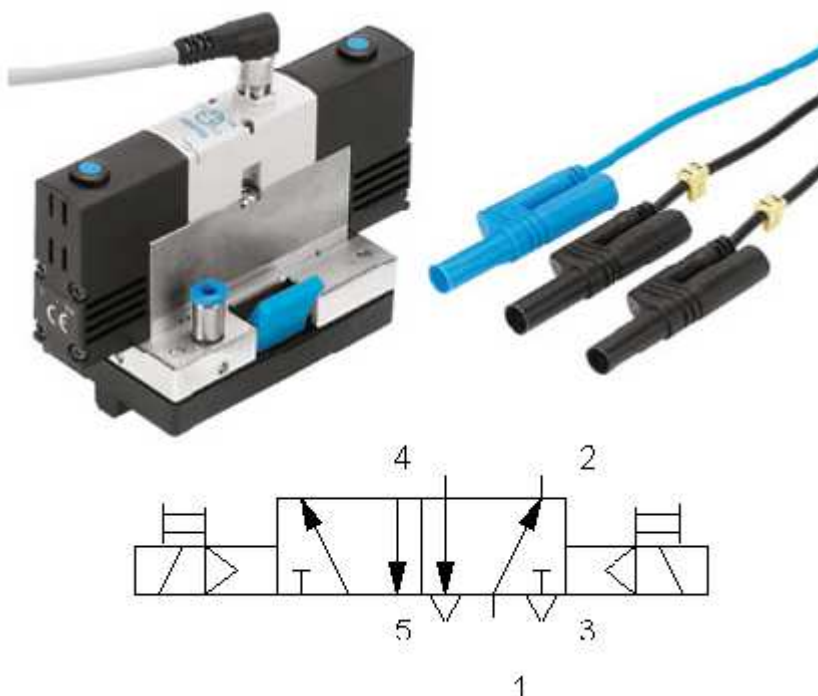
9.2. Řízení dvojčinného válce

Dvojčinný pneumatický válec spolu se schematickou značkou obr.7



Obrázek 7

Bistabilní elektropneumatický rozvaděč 5/2 s el. kabelem a jeho schematická značka obr.8

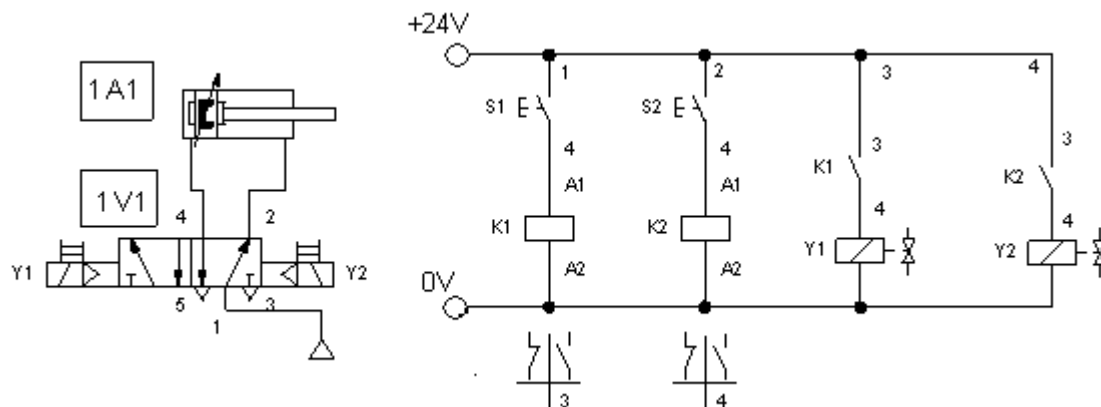


Obrázek 8

Zadání – dvojčinný pneumatický válec se má vysunout stiskem tlačítka S1 a zasunout stisknutím tlačítka S2.

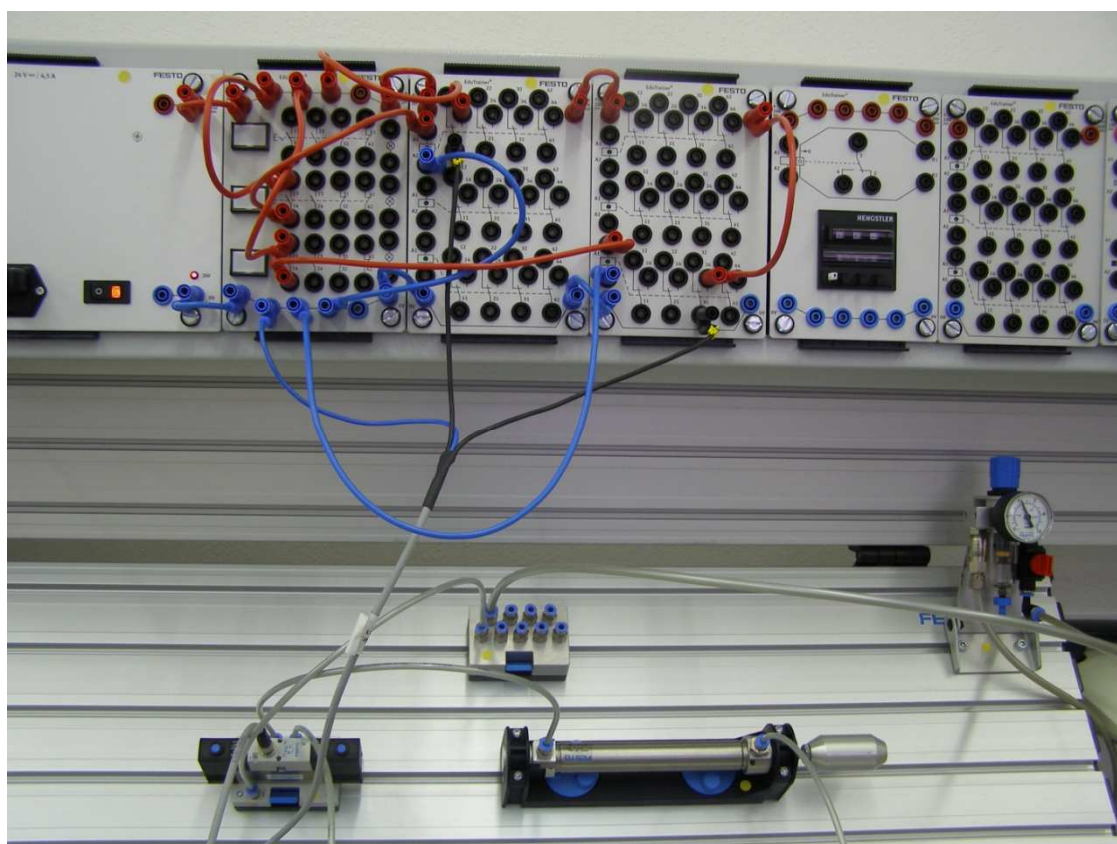
Řešení úlohy **nepřímým** řízením: Tlačítko S1 po stisku spíná napětí na cívku relé K1, které svým kontaktem K1 sepne napětí do elektromagnetu Y1 elektropneumatického

rozvaděče 1V1. Rozvaděč se přestaví z klidové polohy do funkční a pustí vzduch do dvojčinného válce 1A1 a dojde k vysunutí pístnice. Tlačítko S2 určené pro návrat pístnice válce zpět do klidové polohy po stisku pustí napětí na cívku relé K2, to svým kontaktem K2 sepne napětí na cívku Y2 elektromagnetu rozvaděče 1V1. Ten se přestaví a vzduch, který je vpuštěný před pístnici válce ji vrací nazpět.



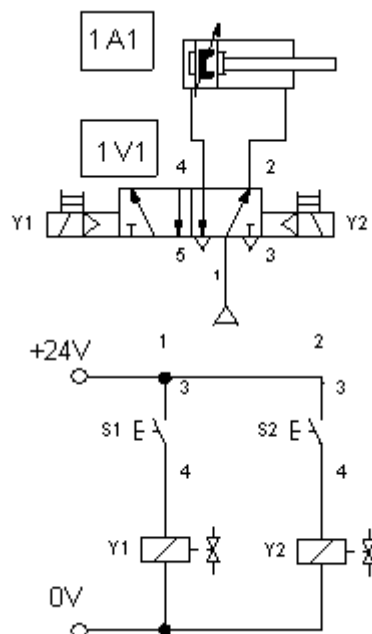
Na následujícím obrázku 9 je elektrické a pneumatické propojení úlohy. Bistabilní elektropneumatické rozvaděče jsou ovládané elektrickými impulsy. Tlačítka není proto nutné držet sepnutá po celou dobu změny polohy pneumatického válce.

Nepřímé řízení dvojčinného motoru

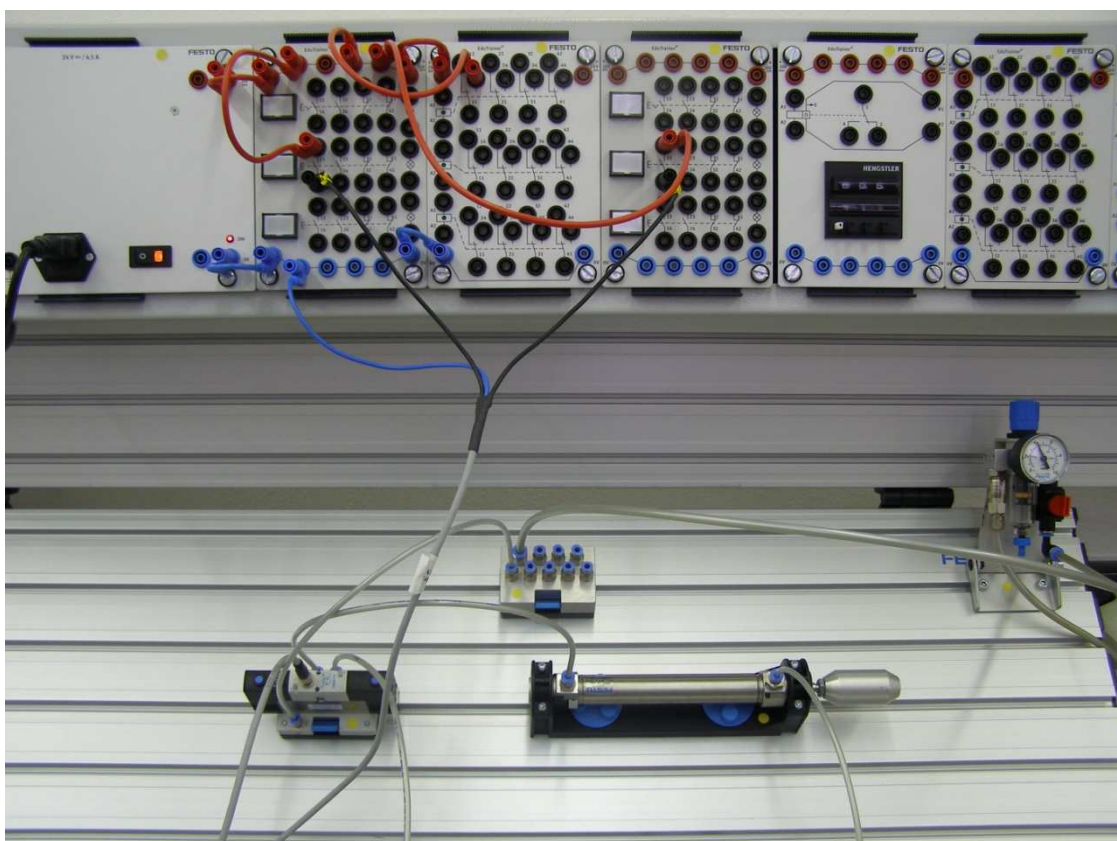


Obrázek 9

Řešení úlohy **přímým** řízením obr. 10: Tlačítko pro start S1 po stisku pouští proud do cívky elektromagnetu Y1 bistabilního rozvaděče 1V1. Rozvaděč se přestaví, píst válce 1A1 se vysune. Stiskem tlačítka S2 pro návrat se pustí proud do cívky elektromagnetu Y2, rozvaděč se přestaví, válec 1A1 se vrací zpět.



Přímé řízení dvojčinného pneumomotoru



Obrázek 10

Ve zbylých úlohách se bude provádět pouze nepřímé řízení.

Úkol: a) dvojčinný válec se vysune pomocí monostabilního elektropneumatického rozvaděče a zůstane ve vysunuté poloze, návrat se provede tlačítkem Stop.

9.3.Řízení dvojčinného válce s automatickým návratem

Jednosměrný škrťací ventil a jeho schematická značka



Obrázek 11

Schematická značka mechanického elektrického spínače (přepínače) obr.12

Obrázek



12

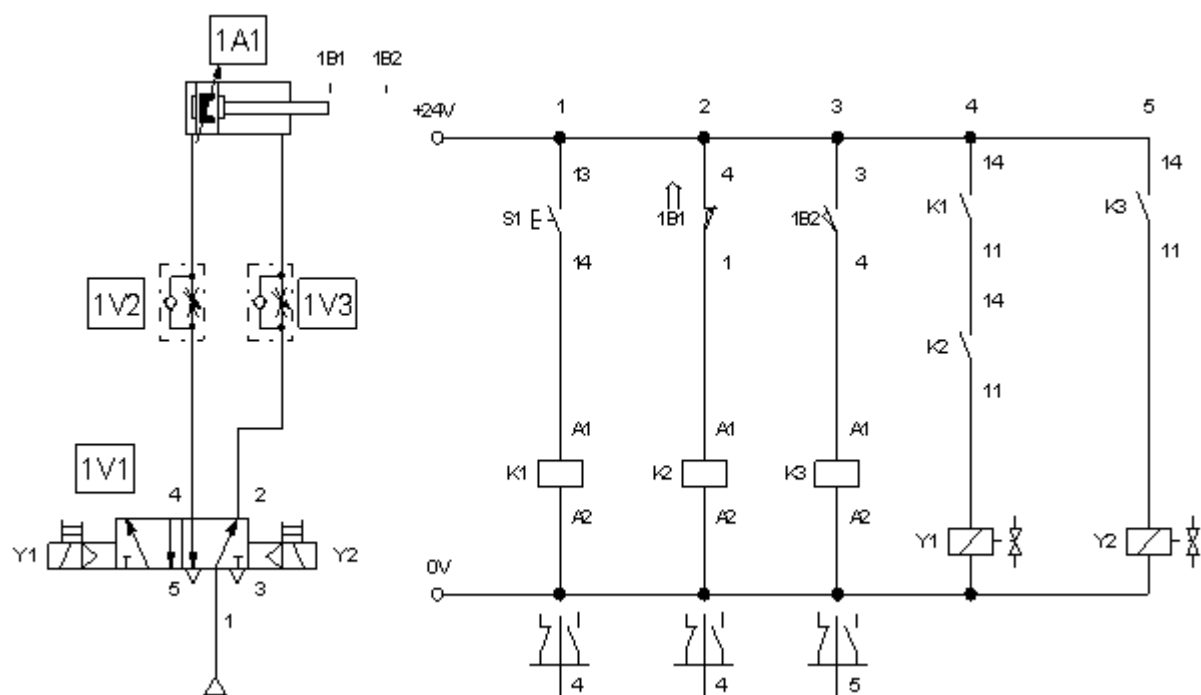
Provedení spínače je na obr.13



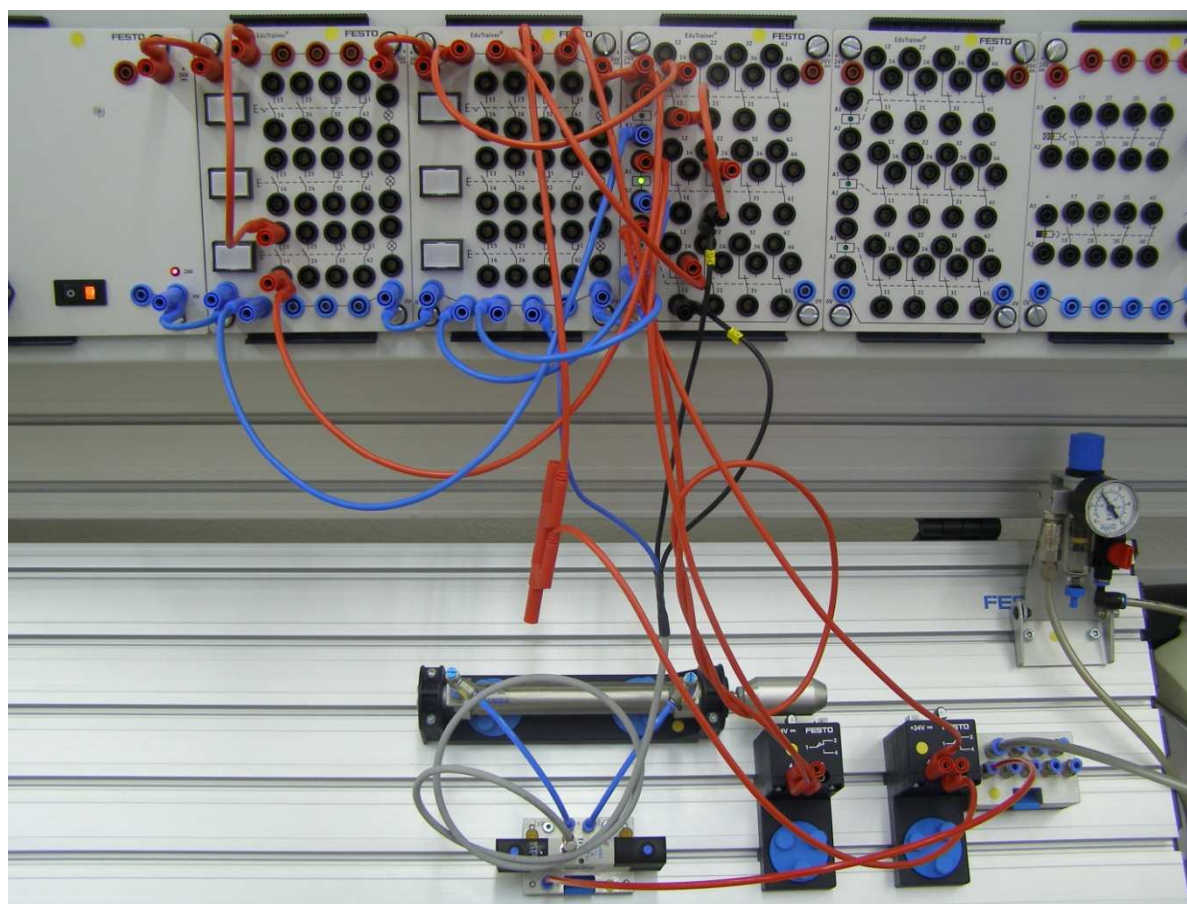
Obrázek 13

Zadání – po stisku tlačítka S1 dvojitý válec vyjede a vrátí se zpět po dosažení maximální polohy.

Řešení úlohy: pro snímání max. polohy a klidové polohy je použit mechanický el. spínač. Tlačítko S1 ovládá relé K1, kontakt K1 sepne. Snímač klidového stavu 1B1 vzduchového válce 1A1 ovládá napětí na cívku relé K2. Jeho spínací kontakt K2 je řazený v sérii se spínacím kontaktem K1, na cívku Y1 je přes v sérii řazené kontakty přivedeno napětí, bistabilní rozvaděč přestaví z klidové polohy do pracovní, dvojitý válec vyjede. V maximální poloze pístnice válce 1A1 se sepne spínač 1B2, relé K3 sepne svůj kontakt K3, přivede se ovládací napětí na cívku Y2 elektropneumatického rozvaděče, ten se přestaví a pracovní tlak zasune pístnici válce do klidové polohy. Cyklus je znovu spustitelný tlačítkem S1. Rychlost pohybu dvojitého válce je řízena jednosměrnými škrťacími ventily. Ty se budou vždy používat i v následných cvičeních.

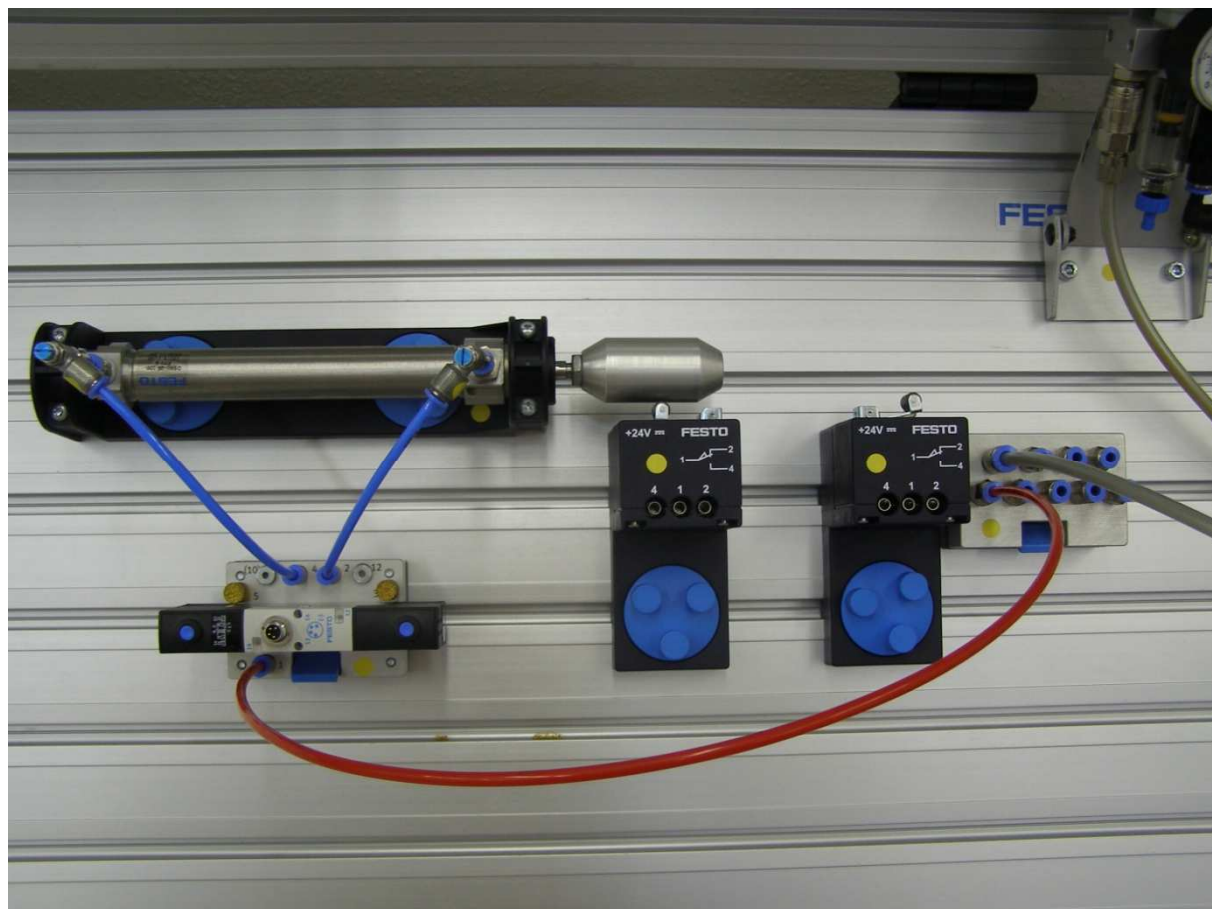


Zapojení elektrické části ovládání



Obrázek 14

Zapojení pneumatické části



Obrázek 15

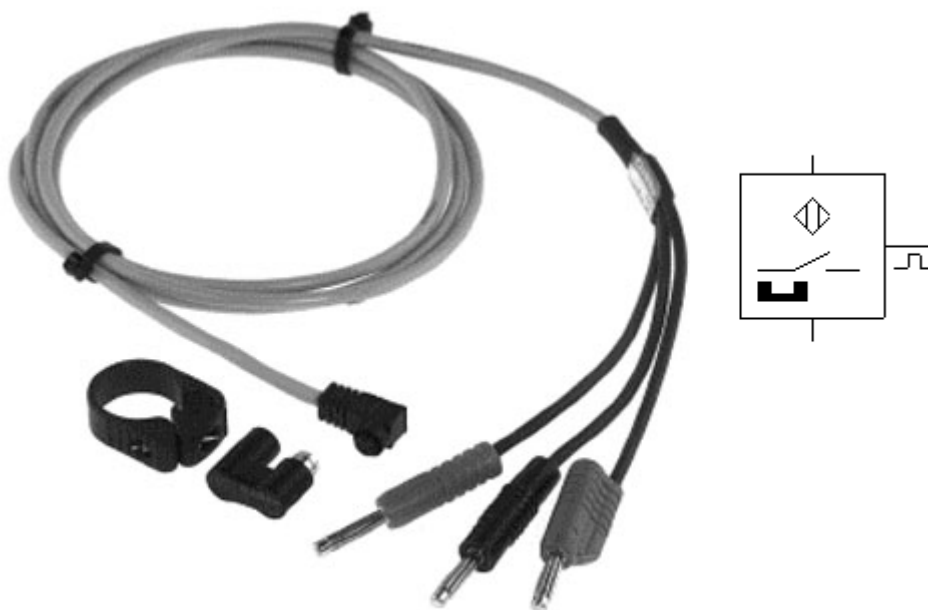
Úkol: a) proved'te stejnou úlohu s obměnou na trvalý chod bez možnosti zastavení tlačítkem Stop. b) změňte úkol podle předchozího bodu na spuštění tlačítkem Start a vypnutí tlačítkem Stop.

9.4. Řízení dvojčinného válce s počítáním cyklů

U zapojení s definovaným konečným počtem pracovních cyklů pneumatického válce se používá elektrické počítadlo. Na vstupu A1 přijímá elektrické impulzy, které souvisejí se změnou pracovní polohy akčního členu a odečítá je na mechanickém počítadle od počáteční nastavené hodnoty. Po dosažení hodnoty 0 změní počítadlo stav přepínacích kontaktů a to až do doby než se provede reset počítadla elektrickým impulsem do vstupu R1 nebo mechanicky. Vstupy A2 a R2 se připojují na nulový potenciál. Na obr. 16 je počítadlo a schematická značka. Přepínací kontakt není součástí schématické značky počítadla.



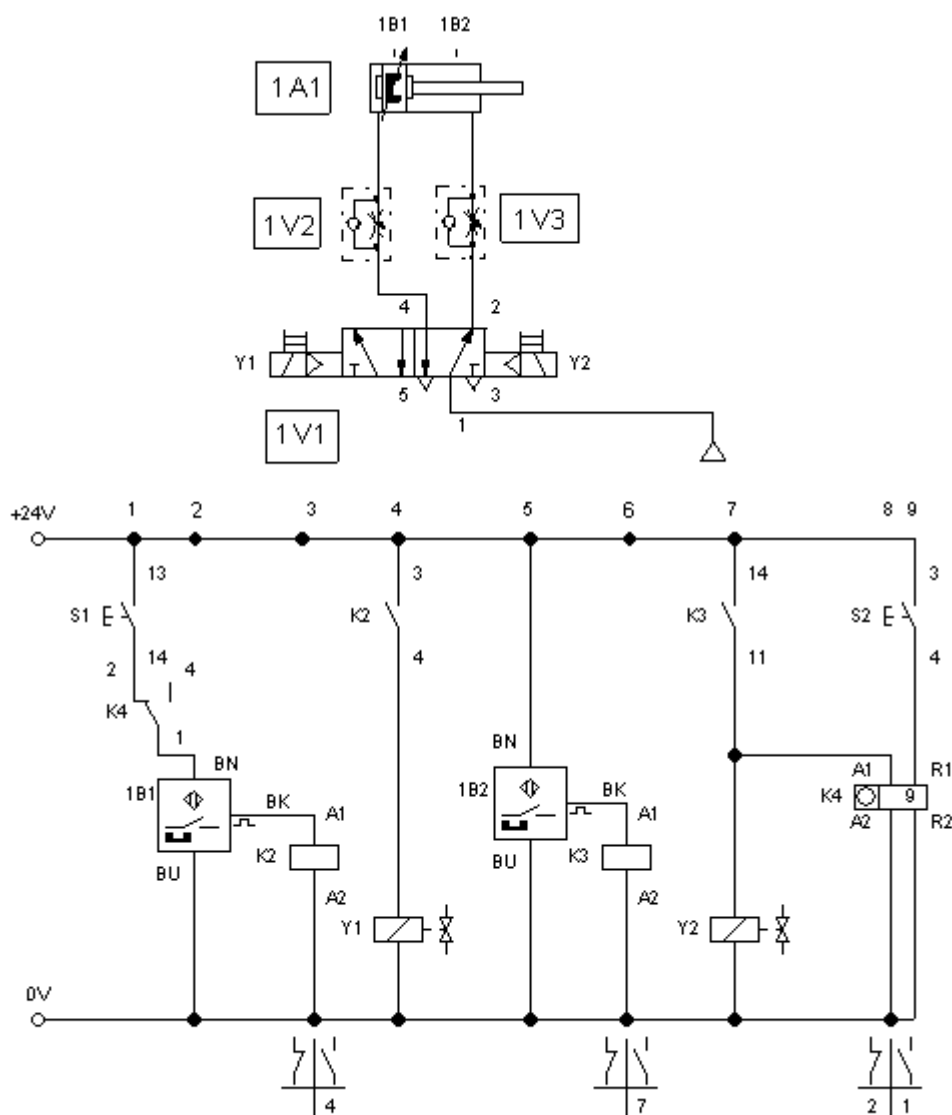
Obrázek 16



Obrázek 17

Na obrázku 17 je vyobrazený magnetický snímač s kabely a jeho schematická značka. Snímač je uchycený na dvojčinném válci v klidové a maximální poloze pístnice. Magnet nasazený uvnitř válce na pístnici sepne po přiblížení se k jazýčkovému kontaktu tento kontakt.

Zadání – proved'te tlačítkem S1 9-krát jednotlivě vysunutí dvojčinného válce. Válec se po dosažení maximální polohy automaticky vrací zpět.



Řešení úkolu – stlačením tlačítka S1 se dostane napětí na magnetický spínač 1B1 přes klidovou polohu přepínacího kontaktu K4 elektrického počítadla K4. Spínač 1B1 sepne relé K2. Relé sepne svým kontaktem K2 napětí na elektromagnet Y1 elektropneumatického bistabilního rozvaděče 1V1. Rozvaděč se přestaví do pracovní polohy, vzduch prochází přes škrticí ventil 1V2 do dvojčinného válce 1A1. Ten se vysune, magnetický snímač 1B2 v maximální poloze pístnice sepne napětí na relé K3. Relé svým kontaktem K3 sepne elektromagnet Y2 na rozvaděči 1V1 a zároveň přivede napětí do počítačícího vstupu elektrického počítadla K4. Rozvaděč se přestaví a pístnice válce se vrací do klidové polohy vzduchem vedeným přes škrticí ventil 1V3. Nový cyklus se provede až opětovným stiskem tlačítka S1. Po dosažení devíti cyklů se přepne přepínací kontakt K4 elektrického počítadla

K4 a žádný další cyklus již nelze stiskem tlačítka S1 provést. Toto lze provést až po vynulování počítadla stiskem tlačítka S2.

Úkol: proveďte výše popsanou úlohu tak, aby se celý počet devíti cyklů začal pouze jedním stiskem tlačítka S1.

9.5. Řízení dvojčinného válce s časovým relé

Časová relé často používáme u zapojení, kdy akční člen (členy) má setrvat po definovanou dobu v pracovní (případně i klidové) poloze. Modul relé je na obrázku 18.

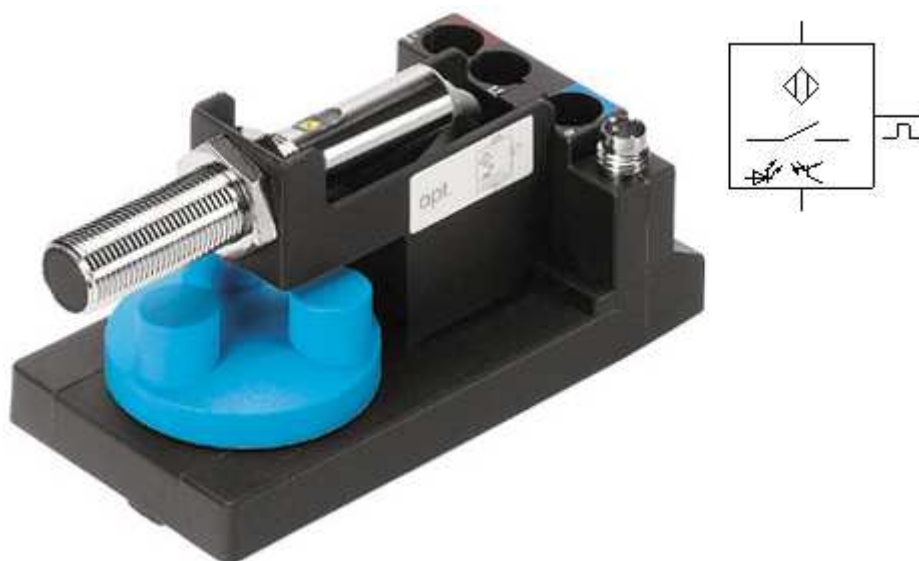


Obrázek 18

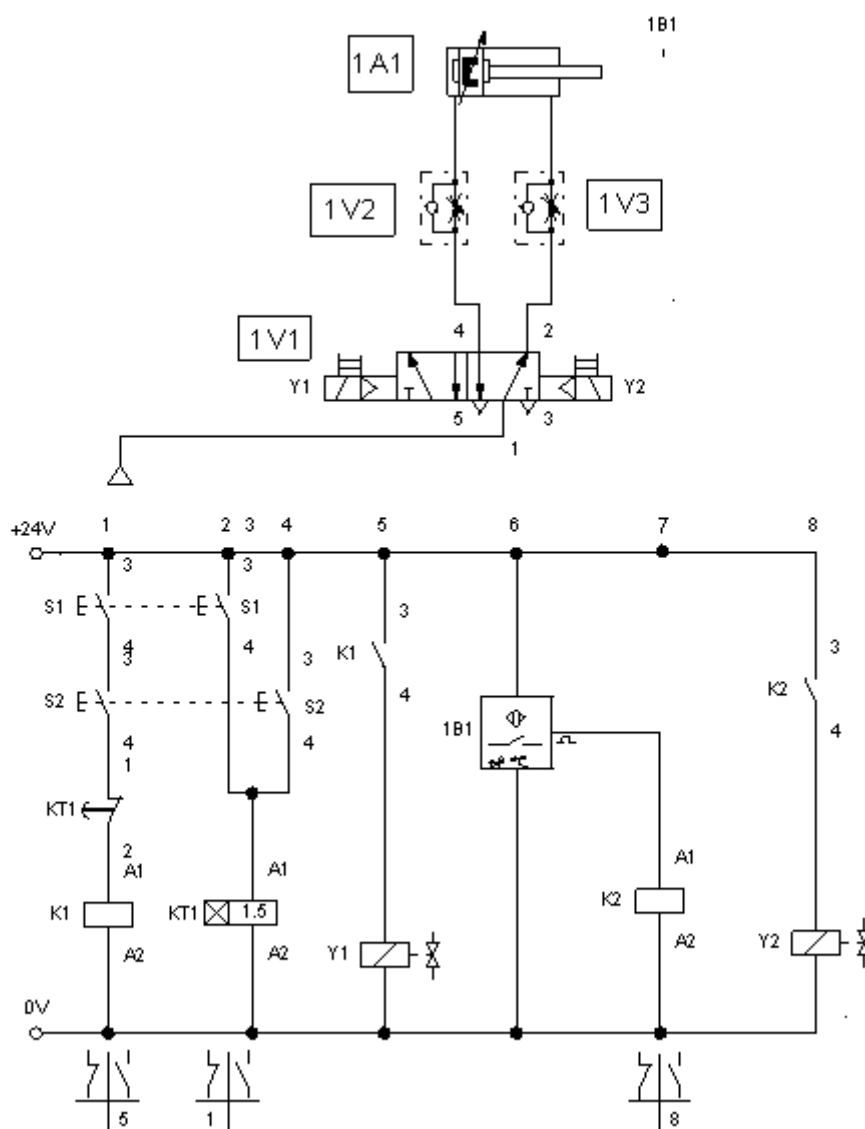
Schématická značka nahoře náleží časovému relé se zpožděným přitahem, dolní pak časovému relé se zpožděným odpadem. Časová relé označujeme zkratkou KT, stejně jako jejich spínací a rozpínací kontakty.

Pro detekování vysunuté polohy se použije optický snímač, který je vyobrazen na obr.19 i se schématickou značkou. Napájecí kabel je třížilový (modrý, černý, červený). Snímač lze také napojit samostatnými napájecími šňůrami.

Zadání – dvojčinný válec se má vysunout po současném stisku dvou startovacích tlačítek (z důvodu bezpečnosti, rozhodovací čas je 1,5sekundy). Při delším časovém odstupu proces nesmí odstartovat. Válec se po dosažení max. polohy vrací zpět.



Obrázek 19



Řešení úlohy – stisknutím tlačítek S1 a S2 do nastavené doby v libovolném pořadí zapneme funkci časového relé KT1. V případě, že nedojde během uplynutí nastavené doby ke stisku zbylého startovacího tlačítka, rozpojí se kontakt KT1 a proud neprojde do cívky relé K1. Při legálním startu sepne kontakt K1 napětí na cívku Y1 elektropneumatického rozvaděče 1V1. Ten přestaví svou polohu a válec 1A1 se vysune. Snímač 1B1 zaregistruje polohu pístnice válce a sepne svým impulsem relé K2. To svým kontaktem K2 pustí napětí na cívku Y2 elektropneumatického rozvaděče. Ten se přestaví do klidové polohy a pístnice válce se zasouvá zpět do klidové polohy. Rychlost pracovního cyklu lze regulovat škrtíci ventily 1V2 a 1V3.

Úkol: předchozí úlohu změňte tak, aby pístnice pracovního válce zůstala v maximální poloze 7 sekund.

9.6. Řízení dvojčinného válce s hlídáním tlaku

Pro hlídání pracovního tlaku, např. minimálního, se využívá tlakové piezorezistivní čidlo. Jedno z jeho mnohých provedení a schematická značka jsou na obrázku 20. Na dalším obrázku 21 je zobrazený napájecí kabel pro tento digitální tlakoměr.



Obrázek 20

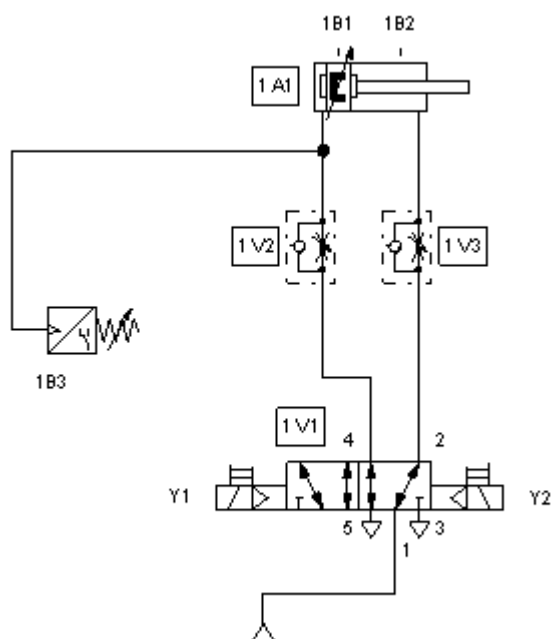
Vyobrazený digitální tlakoměr patří do skupiny pneumaticko-elektrických převodníků. Může být provozován otočený v libovolné poloze. Jeho rozsah pracovního tlaku je 0 až 10 barů. Spínací tlak se může nastavit v rozmezí 0,2 až 9,98 barů. Hystereze tlaku se může nastavit v rozsahu 0 až 9 barů. Lze na něm nastavit provoz se spínacím kontaktem (NO) nebo rozpínacím (NC) kontaktem. Může být provozován v režimu okénka, kdy jeho výstup spíná nebo rozpíná v námi nastaveném rozsahu max. a min. tlaku, nebo v módu hrany, kdy reaguje na dosažení nastavené úrovně tlaku. Námi používaný tlakoměr má kromě kontaktního výstupu ještě výstup analogový napěťový.

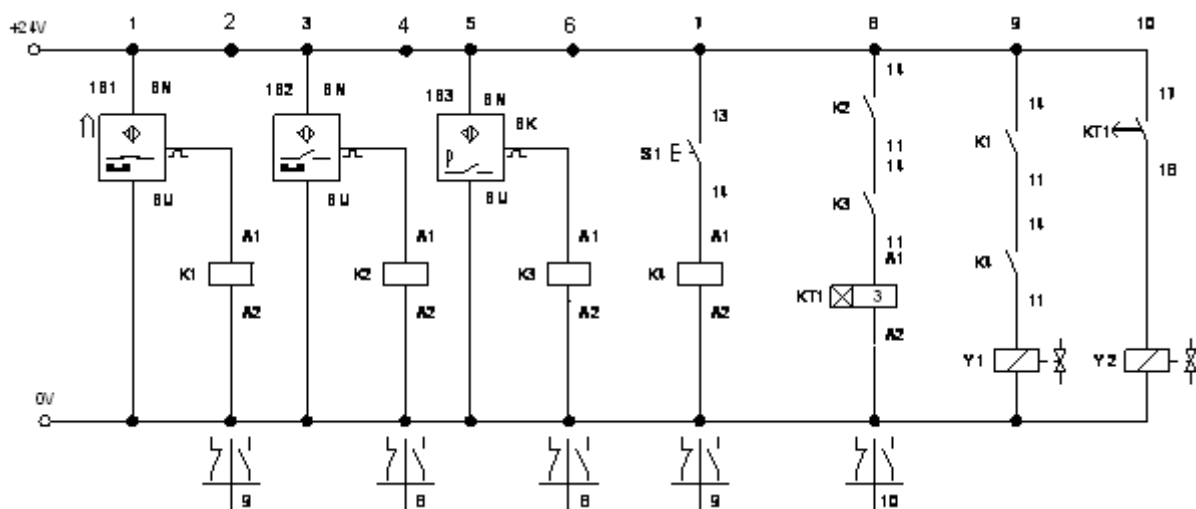
Napájecí kabel pro tlakoměr má červený vodič +, modrý vodič -, černý vodič je výstup pro zátěž a bílý vodič je napěťový analogový výstup. Napětí na tomto vodiči je přímo úměrné tlaku. **Důležité:** naše provedení výstupního kontaktu **vyžaduje připojení zátěže proti mínusu**. Jiná provedení spínají zátěž proti napájecímu +.



Obrázek 21

Zadání – dvojčinný válec se má vysunout stiskem startovacího tlačítka a zůstat vysunutý po dobu 3 sekund za podmínky, že pracovní tlak bude minimálně 5 barů.





Řešení úkolu – stisknutím tlačítka S1 sepne relé K4 a jeho kontakt K4. Dvojčinný válec se zabudovanými magnetickými spínači je v klidové poloze. Spínač 1B1 je sepnutý. Relé K1 je sepnuté a kontakt K1 také. Proto se dostane napětí na elektromagnet Y1 elektropneumatického rozvaděče 1V1. Rozvaděč se přestaví, tlakový vzduch prochází přes jednosměrný škrťací ventil 1V3 a pístnice válce 1A1 vyjede do maximální polohy, která je indikována sepnutím magnetického spínače 1B2. Tento spínač sepne relé K2 a sepne se jeho kontakt K2. Tlakové čidlo 1B3 se po dosažení nastaveného tlaku také sepne a svým výstupem spíná relé K3. Sepne se kontakt K3 a přijde napětí na cívku časového relé KT1. Pokud by se z nějakého důvodu nedosáhlo nastaveného tlaku v místě připojení tlakoměru 1B3, nesepnulo by relé K3 a časové relé KT1 by nedostalo ovládací napětí. V případě bezporuchového chodu se sepne časové relé se zpožděným přitahem KT1 a po uplynutí nastavené doby 3 sekund spíná svým kontaktem KT1 napětí do cívky elektromagnetu Y2. Rozvaděč se přestaví, pracovní vzduch prochází přes škrťací ventil 1V2 do okolí a pístnice válce 1A1 se vrací zpět do klidové polohy.

Úkol: - řešenou úlohu upravte tak, aby se po spuštění provedlo 12 cyklů.

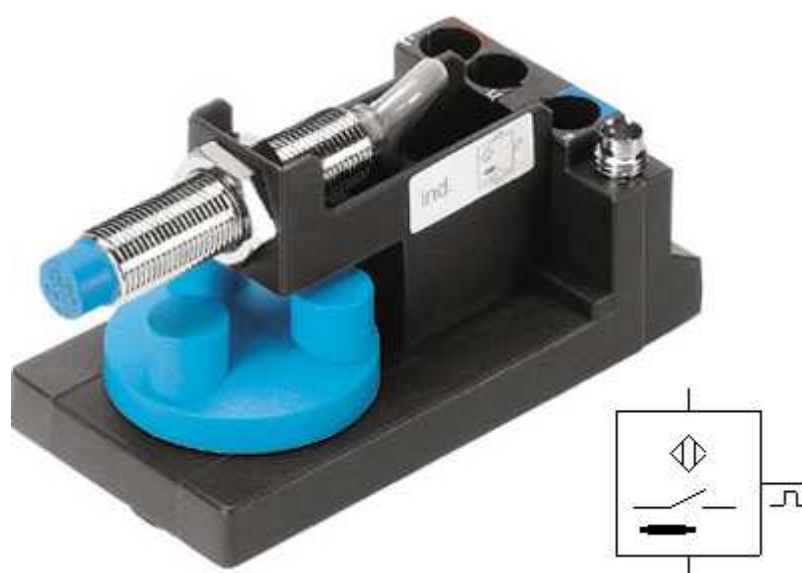
9.7. Řízení dvou pneumatických válců

V tomto zapojení použijeme pro indikaci maximálních poloh pneumatických válců další typy bezkontaktních snímačů. Jejich princip činnosti byl zmiňován již v úvodu elektropneumatiky.

Na obr.22 je zobrazen kapacitní snímač a jeho schematická značka, na dalším obr.23 je indukční snímač se schematickou značkou. Pro přívodní kabel a napájení platí stejné zásady, jako v případě optického snímače.

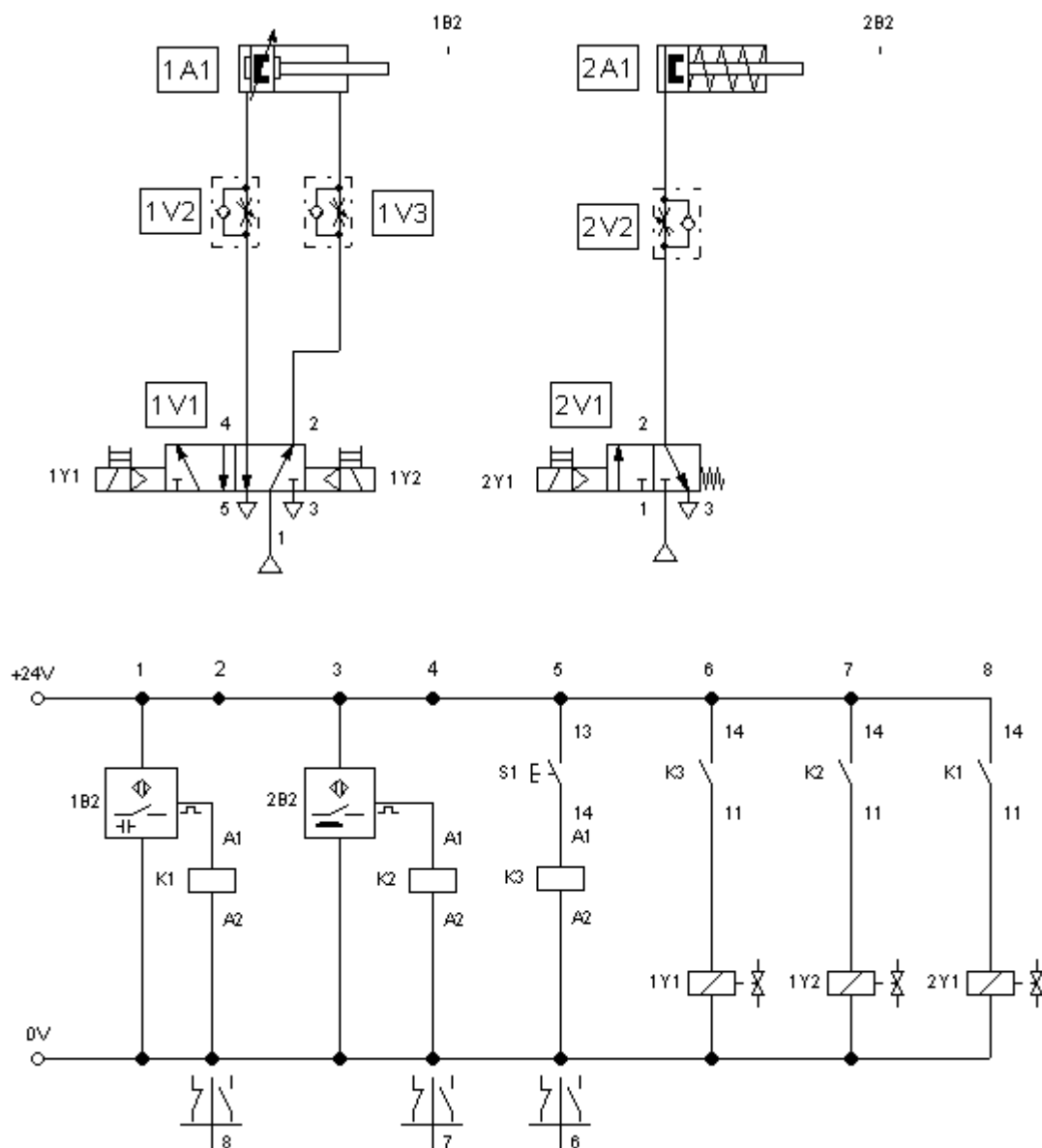


Obrázek 22



Obrázek 23

Zadání – stiskem tlačítka Start se má vysunout dvojčinný pneumatický motor 1A1. Po dosáhnutí jeho maximální polohy se má vysunout jednočinný pneumatický motor 2A1. Když motor 2A1 dosáhne maximální polohy, začne se současně s motorem 1A1 vracet zpět do klidové polohy.

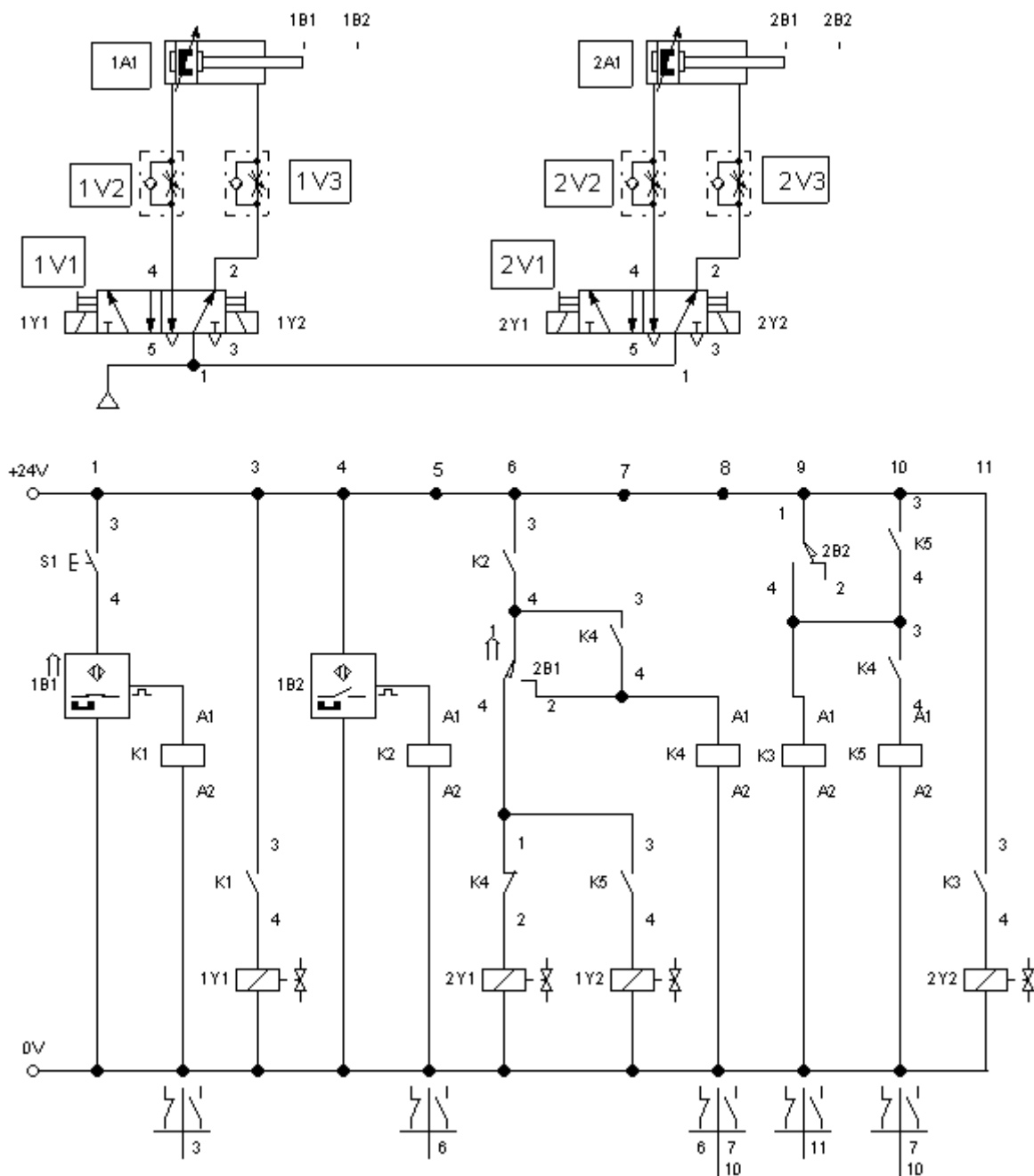


Řešení úkolu – spínač S1 přivede napětí na cívku relé K3. Jeho spínací kontakt K3 sepne napětí na cívku elektromagnetu 1Y1 bistabilního elektropneumatického rozvaděče 1V1. Rozvaděč se přestaví. Pracovní vzduch přes jednosměrný škrťací ventil 1V2 vysouvá dvojčinný válec 1A1. Jeho pístnice sepne ve své maximální poloze kapacitní spínač 1B2. Snímač svým výstupem sepne napětí na cívku relé K1 a to svým kontaktem K1 sepne napětí do elektromagnetu 2Y1 monostabilního elektropneumatického rozvaděče 2V1. Ten se přestaví, vzduch jde přes škrťací ventil 2V2 a vysouvá se jednočinný válec 2A1. Jeho pístnice ve své dosažené maximální poloze sepne indukční snímač 2B2. Spínač svým výstupem sepne relé K2. Relé svým kontaktem K2 sepne ovládací napětí do elektromagnetu 1Y2 rozvaděče 1V1. Bistabilní elektropneumatický rozvaděč 1V1 se přestaví, pístnice dvojčinného válce 1A1 se zasouvá. Kapacitní snímač 1B2 se rozpojí, odpadá relé K1, přestane působit ovládací napětí na elektromagnetu 2Y1 a pístnice jednočinného válce 2A1 se zasouvá tlakem vratné pružiny.

Úkol: - řešenou úlohu upravte tak, aby se oba válce zasouvaly až po setrvání motoru 2A1 15 sekund v maximální poloze.

9.8. Řízení dvou dvojčinných pneumatických válců

Zadání – po stisku tlačítka S1 se má vysunout válec 1A1. Po dosažení jeho maximální polohy se má vysunout válec 2A1. Ten se ze své max. polohy vrací hned zpět do výchozí. Až potom provede návrat zpět do výchozí polohy také válec 1A1.



Sekvence vysouvání válců se dá zapsat jako 1A1+ , 2A1+ ,2A1- ,1A1- .

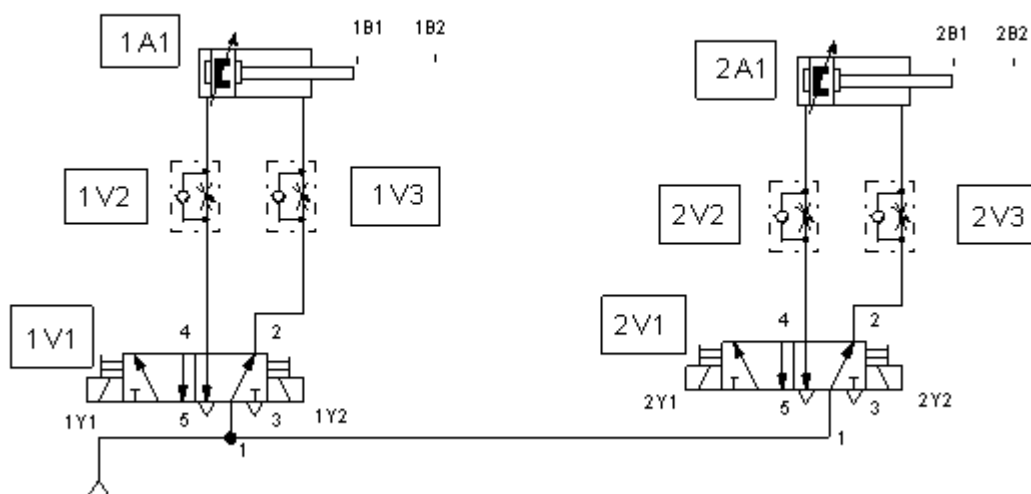
Řešení úkolu – tlačítko S1 přivede napětí přes najetý magnetický snímač 1B1 válce 1A1 na cívku relé K1. To svým kontaktem K1 sepne napětí na elektromagnet 1Y1 elektropneumatického rozvaděče 1V1. Ten se přestaví a začne se vysouvat pístnice

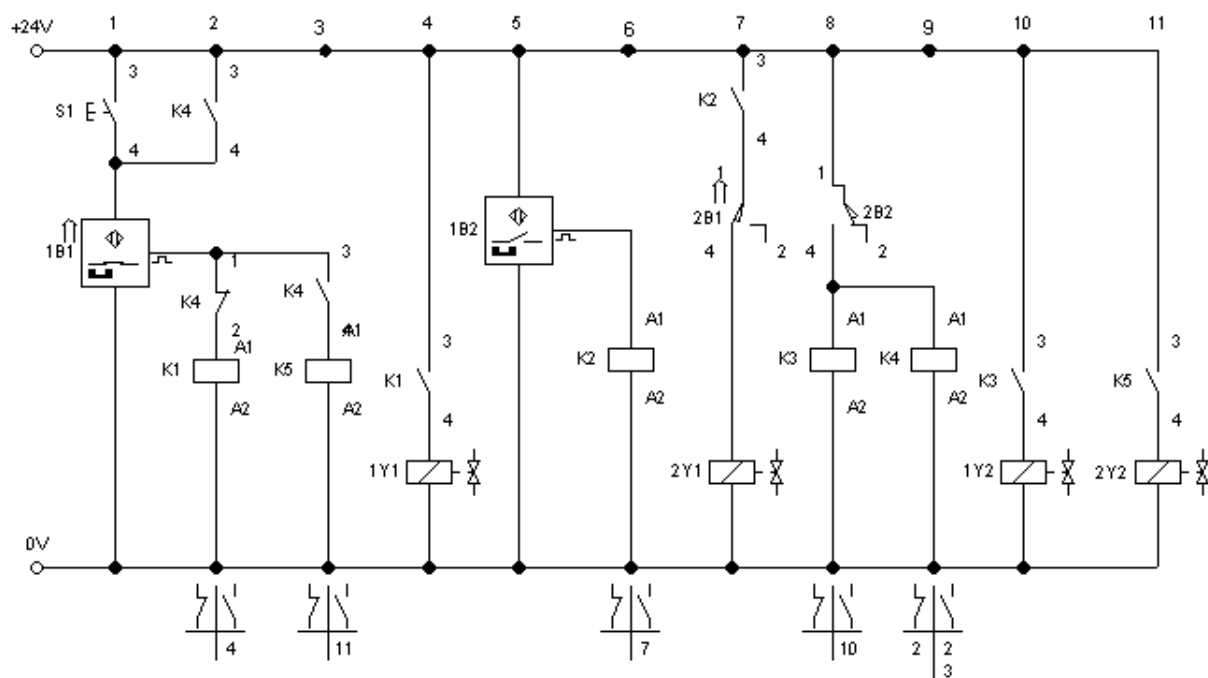
pneumatického válce 1A1. Pístnice ve své dosažené maximální poloze sepne magnetický snímač 1B2, který sepne relé K2. Jeho spínací kontakt K2 přivede přes najetý přepínací kontakt 2B1 pneumatického válce 2A1 a přes klidový kontakt K4 napětí na elektromagnet 2Y1 elektropneumatického rozvaděče 2V1. Rozvaděč se přestaví a pístnice pneumatického válce 2A1 se začne vysunovat. Přepínací kontakt 2B1 přepne a přes sepnutý kontakt K2 přivede napětí na cívku relé K4. Toto relé se svým spínacím kontaktem K4 samo přidrží v sepnutém stavu a svým druhým spínacím kontaktem K4 připraví následné sepnutí relé K5. Toho se docílí po dosažení maximální polohy pístnice, když sepne přepínací kontakt 2B2. Přes tento kontakt 2B2 se přivede napětí na cívku relé K3, které svým spínacím kontaktem K3 sepne napětí na cívku elektromagnetu 2Y2. Elektropneumatický rozvaděč 2V1 se přestaví. Současně se přes kontakt 2B2 a již sepnutý kontakt K4 sepne relé K5, které se svým spínacím kontaktem K5 samo přidrží. Jeho druhý spínací kontakt K5 sepne a připraví budoucí sepnutí elektromagnetu 1Y2. Pístnice válce 2A1 se vrací zpět a po dosažení klidové polohy, kdy se přepne kontakt 2B1, se přes něj a již sepnutý kontakt K5 přivede napětí na elektromagnet 1Y2. Elektropneumatický rozvaděč 1V1 se přestaví a pístnice válce 2A1 se vrací zpět. Snímač 1B2 se rozezne a zruší se elektrický obvod pomocných relé K4 a K5.

Úkol: - řešenou úlohu upravte tak, aby se dala spustit až po simulaci vložení dílce indukčním snímačem.

9.9. Řízení dvou dvojčinných pneumatických válců

Zadání – po stisku tlačítka S1 se má vysunout válec 1A1. Po dosažení jeho maximální polohy se má vysunout válec 2A1. V maximální poloze válce 2A1 se vrátí zpět válec 1A1. Až poté se vrátí do klidové polohy válec 2A1.





Sekvence vysouvání válců se dá zapsat jako 1A1+ , 2A1+ ,1A1- ,2A1- .

Řešení úkolu – tlačítko S1 přivede napětí přes najetý magnetický snímač 1B1 válce 1A1 a klidový kontakt K4 na cívkou relé K1. To svým kontaktem K1 sepne napětí na elektromagnet 1Y1 elektropneumatického rozvaděče 1V1. Ten se přestaví a začne se vysouvat pístnice pneumatického válce 1A1. Pístnice ve své dosažené maximální poloze sepne magnetický snímač 1B2, který sepne relé K2. Jeho spínací kontakt K2 přivede přes najetý přepínací kontakt 2B1 pneumatického válce 2A1 napětí na elektromagnet 2Y1 elektropneumatického rozvaděče 2V1. Rozvaděč se přestaví a pístnice pneumatického válce 2A1 se začne vysouvat. Po dosažení max. polohy přepínací kontakt 2B2 přepne a přivede napětí na cívkou relé K3 a K4. Relé K3 svým kontaktem K3 sepne napětí na elektromagnet 1Y2 elektropneumatického rozvaděče 1V1. Ten se přestaví a pístnice válce 1A1 se začne zasouvat do klidové polohy. Současně s přepnutím spínače 2B2 se sepne napětí na cívkou relé K4. Rozpojí se jeho klidový kontakt K4, sepnou se oba přídržné kontakty K4. Po návratu válce 1A1 do klidové polohy se sepne magnetický spínač 1B1. Ten přivede přes sepnuté kontakty K4 napětí na cívkou relé K5. To svým kontaktem K5 sepne napětí na elektromagnetický ventil 2Y2 elektropneumatického válce 2V1. Ten se přestaví a pístnice válce 2A1 se vrací do klidové polohy.

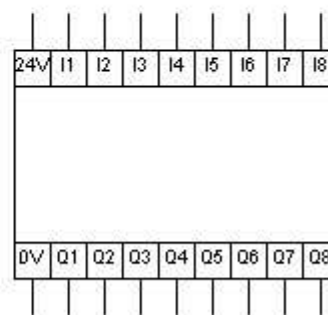
Úkol: - řešte obdobnou úlohu se dvěma dvojčinnými válci v pořadí 1A1+,1A1- ,2A1+,2A1-.

9.10. Digitální modul LOGO

Logický programovatelný modul zobrazený na obr. 24 i se schematickou značkou umožňuje sekvenční řízení elektropneumatických členů v závislosti na obsahu sestaveného a nahraného programu ve své paměti. Vyžaduje pro svou činnost napájecí napětí 24V stejnosměrných. K dispozici je 8 digitálních vstupů a 4 reléové beznapěťové výstupy. Vstupy jsou značené I1 až I8, výstupy Q1 až Q4. Do vstupů se přivádí digitální informace logická nula = 0V nebo logická jednička = +24V. Výstupy pak spínají např. 24V pro ovládání potřebných členů.



Digital module



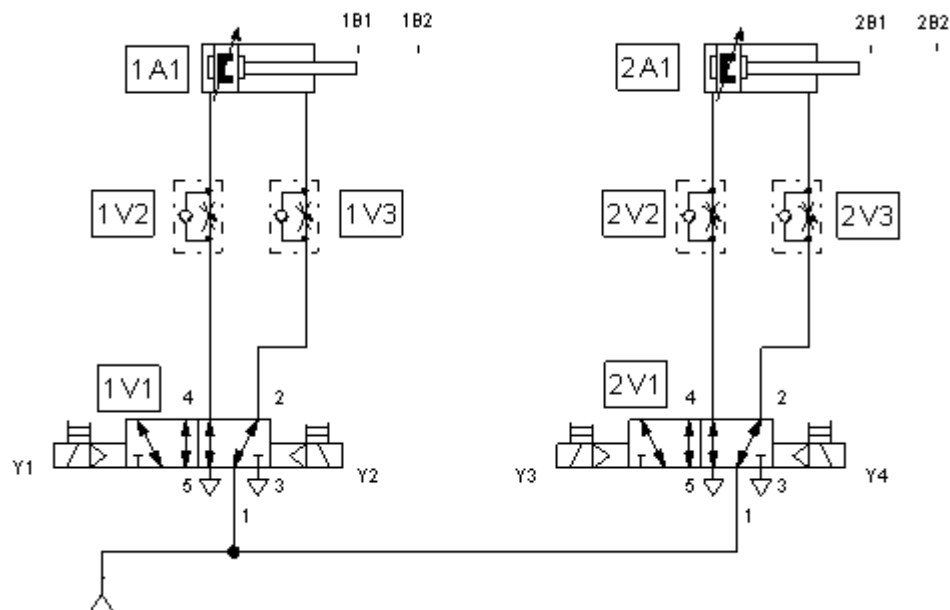
Obrázek 24

Vzájemné logické, kombinační a časové vazby mezi vstupy a výstupy provádíme po dvojkliku schematické značky modulu (2-krát levé tlačítko myši). Zobrazí se okno a v něm 8 vstupů a 8 výstupů. Výstupy ale prakticky použijeme 4. Vstupy lze s výstupy přímo spojovat nebo lze mezi ně vložit kombinační logiku, časové posloupnosti a další vazby ze záložky **Digitální technika** podle požadavků programu. Po zavření okna je sestavený program k dispozici v okně simulace.

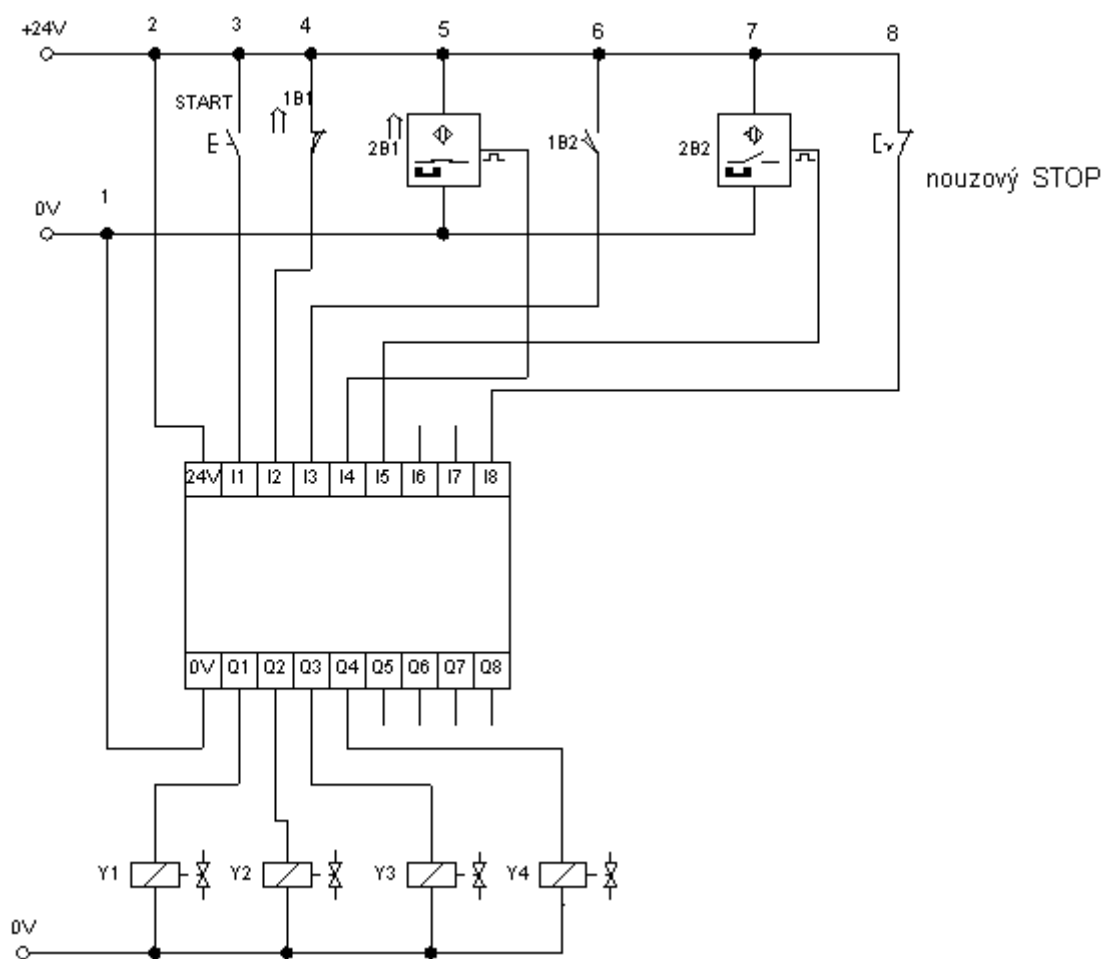
Z praktických požadavků pro reálné zapojení a vyzkoušení na výukovém panelu je potřebné sestavený program nahrát do paměťového modulu LOGA. Pro tuto potřebu lze doporučit sestavení programu v softwaru Logo Soft Comfort. Tento software nám pak umožní snadné nahrání našeho programu do modulu LOGA.

Zadání – stiskem tlačítka Start provedte řízení dvojčinných válců v pořadí 1A1+, 2A1+, 2A1-, 1A1-. Proces lze kdykoliv zastavit nouzovým tlačítkem Stop. Válcové se vrátí do klidové polohy.

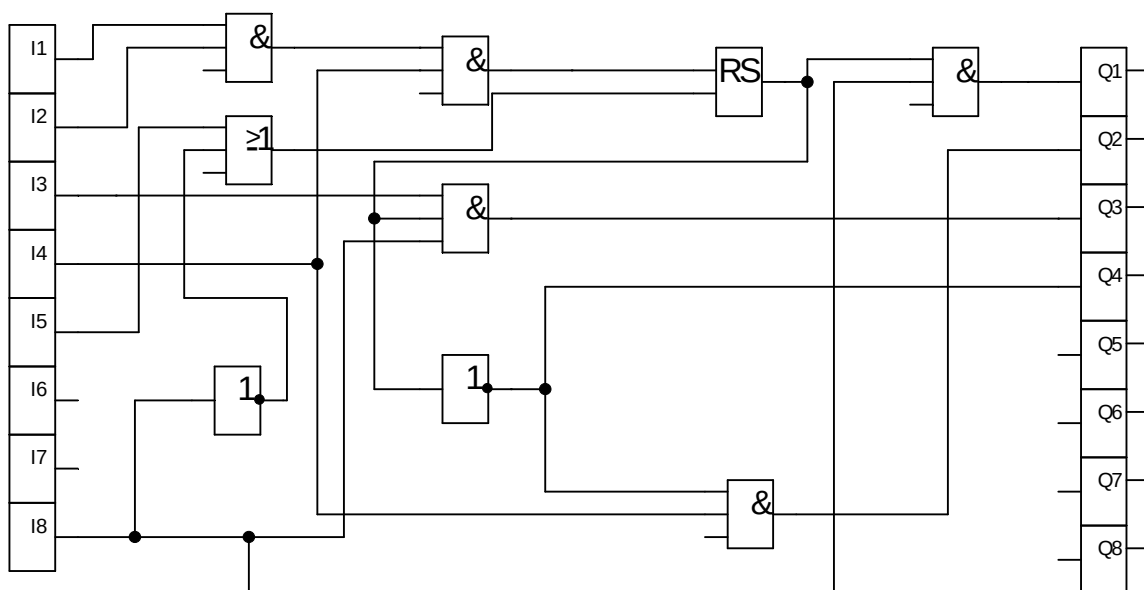
Pneumatické schéma úkolu:



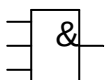
Elektrické schéma úkolu:



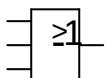
Logické vazby – program pro LOGO:



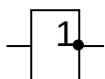
Použité logické členy:



AND – logický součin - úroveň log.1 (+24V) použitá na obou vstupech současně má za následek uvedení výstupu do log.1. Jiné kombinace dávají na výstupu log.0 (0V). Nepoužitý vstup se chová jako log.1.



OR – logický součet – log.1 na jednom nebo více vstupech uvede výstup do log.1.



NOT – negace vstupu – logická hodnota na výstupu je opačná k hodnotě přivedené na vstup.



RS - klopný obvod – log.1 na vstupu R nastavuje výstup do log.0. Log.1 na vstupu S nastavuje výstup do log.1.

Řešení úkolu – pro spuštění programu jsou potřebné informace o klidových polohách obou dvojčinných pneumatických válců. Informace dávají najeté spínače 1B1 a 2B1. Ty přivádějí 24V do vstupů I2 a I4. Nouzové tlačítko Stop přivádí napětí do vstupu I8 a je tím simulován normální stav procesu. V klidovém stavu se nachází výstupy Q2 a Q4 sepnuté, přivádějí napětí na cívky Y2 a Y4 elektropneumatických rozvaděčů 1V1 a 2V1. Tlačítko Start způsobí překlacení obvodu RS do log.1, rozepnutí výstupů Q2 a Q4 a sepnutí výstupu Q1. Napětí se přivede na cívku Y1, elektropneumatický rozvaděč 1V1 se přestaví a válec 1A1 se vysouvá. V max. poloze se sepne spínač 1B2, přivede se napětí na vstup I3, logickou vazbou dojde k sepnutí výstupu Q3. Ten přivede napětí na cívku Y3, rozvaděč 2V1 se přestaví a vyjízdí válec 2A1. V max. poloze se sepne magnetický spínač 2B2. Informace z něj na vstupu

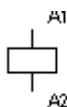
I5 způsobí resetování RS obvodu (výstup přejde do logické 0). To má za následek rozpojení výstupu Q1 a sepnutí výstupu Q4. Ten přivede napětí na cívku Y4, rozvaděč 2V1 se přesune, válec 2A1 zajíždí. Ve své klidové poloze válec spíná spínač 2B1, ten sepne napětí do vstupu I4, to má za následek sepnutí výstupu Q2. Tento výstup přivede napětí na cívku Y2, elektropneumatický rozvaděč 1V1 se přesune a válec 1A1 se začne zasouvat. Rozpojení (stlačení) tlačítka nouzového Stopu v kterékoliv době, způsobí vždy reset obvodu RS a na základě toho se vždy sepne výstup Q4 a následně výstup Q2. Válce zaujmou klidovou polohu.

Úkol: - probraný příklad po spuštění tlačítkem start zacyklete v nekonečné smyčce.

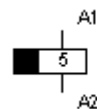
10. Elektropneumatické schematické značky



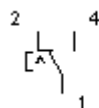
kontrolka



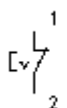
relé



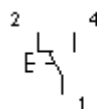
časové relé se
zpožděným
vypnutím



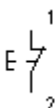
tlačítko
přepínací
s aretací



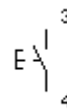
tlačítko
rozpínací
s aretací



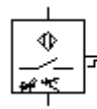
tlačítko
přepínací



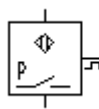
tlačítko
rozpínací



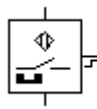
tlačítko
spínací



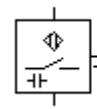
optický
snímač



tlakový
spínač



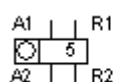
magnetický
snímač



kapacitní
snímač



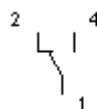
induktivní
snímač



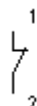
elektrické
počítadlo



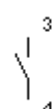
+24V
elektrická
svorka



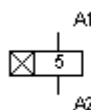
přepínací
kontakt



rozpínací
kontakt



spínací
kontakt



časové relé se
zpožděným
zapnutím



0V
elektrická
svorka



elektromagnetický
ventil



bzučák

11. Tekutinové mechanismy

Tekutinové mechanismy umožňují přeměnu mechanické energie točivého nebo přímočarého pohybu na tlakovou energii kapaliny nebo vzduchu, rozvod a regulaci této energie a v koncových prvcích mechanismů její zpětnou přeměnu na mechanickou energii (v hydromotorech či pneumatorech).

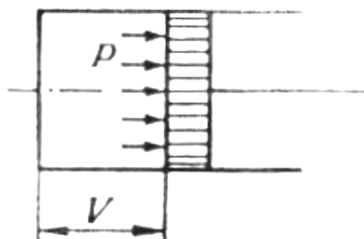
Tekutinové mechanismy nejčastěji rozdělujeme podle dvou základních hledisek:

1. podle použitého média máme mechanismy:

- hydraulické (tekutinou je kapalina)
- pneumatické (tekutinou je vzduch)

2. podle způsobu přeměny energií rozlišujeme:

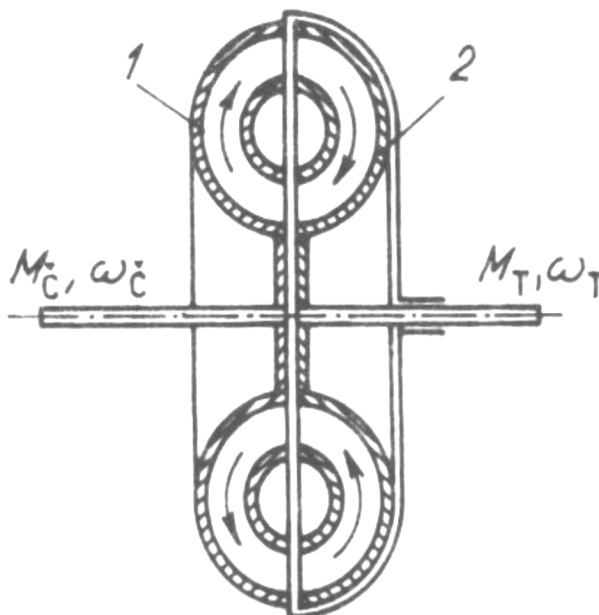
- hydrostatické a pneumostatické mechanismy, v nichž se mechanická energie mění přímo na tlakovou energii kapaliny (hydraulického oleje) nebo vzduchu



tlaková energie kapaliny

$$W_p = p V$$

- hydrodynamické a pneumodynamické mechanismy, v nichž se mechanická energie mění nejprve na kinetickou energii tekutiny a následně na její tlakovou energii.



Hydrodynamická spojka – schéma:

- 1 – čerpadlové kolo
2 – turbínové kolo

kinetická energie kapalin

$$W_k = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} V \rho v^2$$

12. Hydrostatické mechanismy

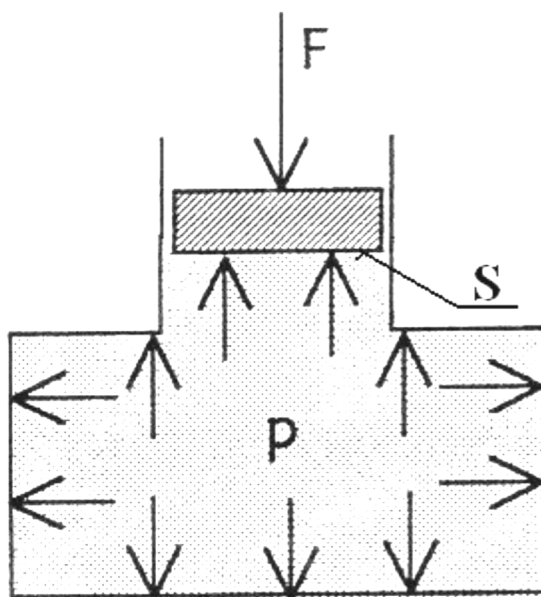
Dále se budeme věnovat hydrostatickým mechanismům. Nejprve si vysvětlíme jejich fyzikální základy. Hydraulickou kapalinu budeme považovat za nestlačitelnou. Do fyzikálních základů zahrneme Pascalův zákon popisující tlak v kapalině způsobený vnějšími silami, dále zákony zachování hmoty a energie. Spolu s Pascalovým zákonem si vysvětlíme i jeho využití u hydraulického zvedáku a také, jak se projevuje v přímočarých hydromotorech. U hydraulického zvedáku, díky rozdílným plochám pístů, získáváme hydraulický převod. Ten můžeme vyjádřit buď jako silový nebo dráhový.

12.1. Pascalův zákon (tlak v kapalině vytvořený vnější silou)

Tlak p vytvořený v kapalině se šíří všemi směry a je ve všech směrech stejný. Jeho velikost je přímo úměrná vnější síle F , kterou působíme kolmo na pohyblivou část uzavřené nádoby (např. píst) a nepřímo úměrná ploše pístu S .

Pomocí výše uvedených symbolů můžeme Pascalův zákon vyjádřit matematicky:

$$p = \frac{F}{S}$$



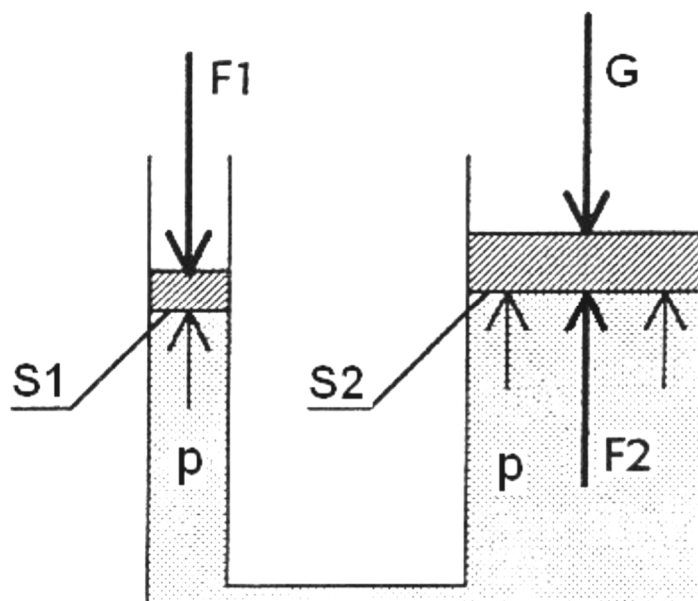
Ze základního vztahu popisujícího Pascalův zákon můžeme vyjádřit sílu F :

$$F = p S$$

Vidíme zde přímou úměru jak mezi silou F a tlakem p , tak mezi silou F a plochou S .

Jak se tato závislost projeví u hydraulického zvedáku a u přímočarého hydromotoru?

12.1.1. Hydraulický zvedák



Působíme-li na malý píst o ploše S_1 silou F_1 , (vyvozenou zpravidla ještě pomocí páky), vytvoříme v uzavřeném prostoru pod oběma písty poměrně velký tlak p o velikosti

$$p = \frac{F_1}{S_1}$$

Takto vytvořený tlak se v kapalině šíří všemi směry (Pascalův zákon) a působí i na plochu S_2 velkého pístu. Zde vytvoří sílu F_2 o velikosti

$$F_2 = p S_2$$

Tato síla F_2 působí proti tíze břemena G a umožňuje jeho zdvihání.

U hydraulického zvedáku nás zajímá kolikrát větší je výstupní síla F_2 velkého pístu zvedáku oproti vstupní síle F_1 , kterou působíme na malý píst.

$$\frac{F_2}{F_1}$$

Poměr těchto sil nazýváme silovým převodem hydraulického zvedáku. Je to jeden ze způsobů jak definujeme tzv. hydraulický převod i_h zvedáku.

Nabízí se otázka jak jednoduše a předem (bez měření sil F_1 a F_2) lze zjistit hydraulický převod i_h zvedáku. Vyjděme z faktu, že tlak p je stejný pod malým i velkým pístem a pomocí Pascalova zákona jej vyjádříme jako poměr příslušné síly a plochy na každém pístu:

$$p = p$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

po úpravě rovnice

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{F_2}{F_1} = i_h$$

zjišťujeme, že hydraulický převod i_h zvedáku můžeme vyjádřit také jako poměr ploch velkého a malého pístu.

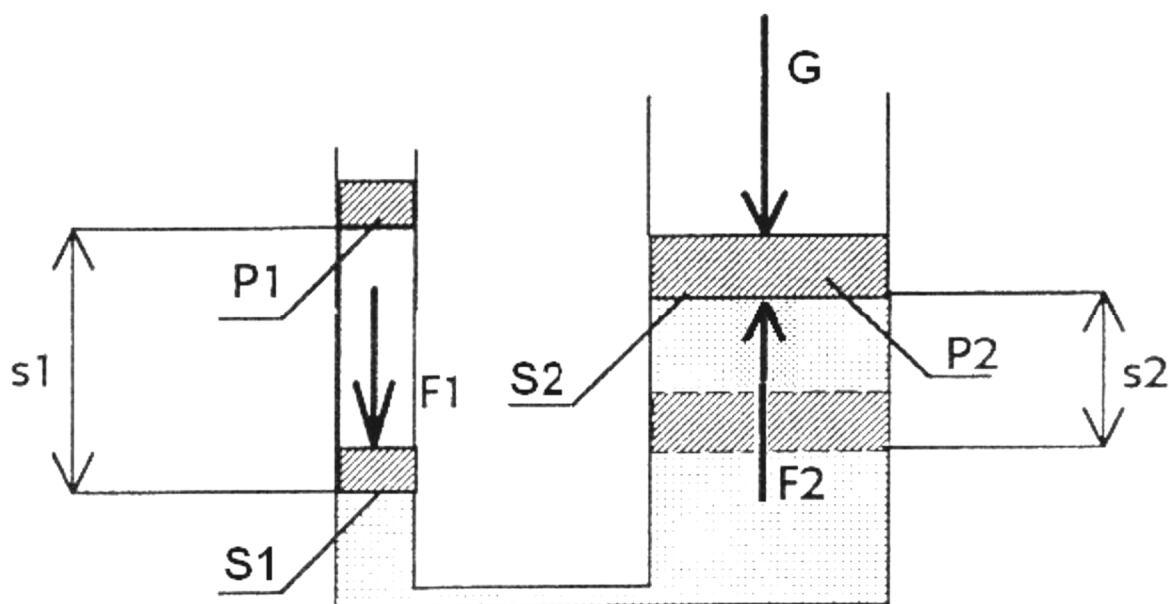
Počítáme-li plochy pomocí průměrů pístů (obecně):

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

dostaneme po dosazení a úpravě zlomku

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{D_2^2}{D_1^2} = i_h$$

Nyní můžeme z poměru druhých mocnin průměrů velkého pístu D_2 a malého pístu D_1 stanovit hydraulický poměr i_h zvedáku.



U hydraulického zvedáku nás také zajímá kolikrát větší dráhu s_1 vykoná malý píst P_1 pístového čerpadla zvedáku oproti dráze s_2 velkého pístu P_2 při zdvihání břemene o tíze G .

Poměr těchto drah pístů nazýváme dráhovým převodem hydraulického zvedáku.

$$\frac{s_1}{s_2}$$

Je to další ze způsobů jak definujeme tzv. hydraulický převod i_h zvedáku, jak dokážeme dále.

Ke stanovení výše uvedeného dráhového převodu můžeme dojít například z rovnosti výtlačného objemu kapaliny obou pístů:

$$V_1 = V_2$$

$$s_1 S_1 = s_2 S_2$$

po úpravě rovnice

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{s_1}{s_2} = i_h$$

zjišťujeme, že hydraulický převod i_h zvedáku můžeme vyjádřit také jako poměr drah malého a velkého pístu.

Jiný způsob vyjádření dráhového převodu zvedáku vychází z rovnosti práce sil působících na jednotlivé písty:

$$W_1 = W_2$$

$$F_1 s_1 = F_2 s_2$$

po úpravě rovnice

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{F_2}{F_1} = i_h$$

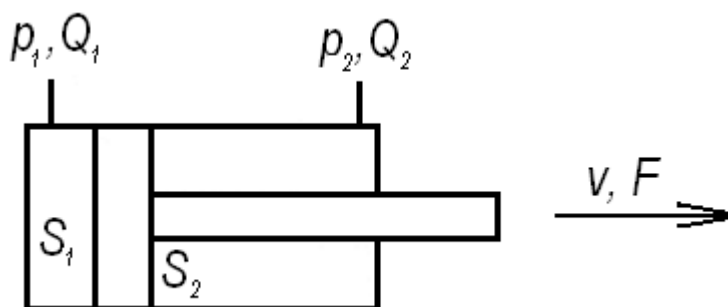
Z výsledku je zřejmé, že dráhový převod

$$\frac{s_1}{s_2}$$

se rovná silovému převodu zvedáku

$$\frac{F_2}{F_1}$$

12.1.2. Přímočarý hydromotor – síly při pohybu pístnice



Na dvojčinném přímočarém hydromotoru s jednostrannou pístnicí můžeme pozorovat také aplikaci Pascalova zákona:

$$F = p S$$

Vzhledem k rozdílnosti činných ploch pístu $S_1 > S_2$ je zřejmé, že při stejném tlaku $p = p_1 = p_2$ dodávaném hydrogenerátorem, bude síla F_1 při vysouvání pístnice větší, než síla F_2 při jejím zasouvání.

13. Hydraulika

Tímto výrazem zjednodušeně označujeme hydrostatické mechanismy, které pomocí hydraulických kapalin umožňují přenos tlakové energie vytvořené v hydrogenerátorech až k místu její zpětné přeměny na mechanickou energii buď posuvného pohybu přímočarých hydromotorů nebo rotačního pohybu rotačních hydromotorů.

13.1. Oblasti použití hydrauliky

Hydraulické mechanismy se používají buď jako stacionární nebo mobilní.

Typickou oblastí použití stacionárních hydraulických mechanismů je konstrukce obráběcích a tvářecích strojů. Dále pak:

- výrobní a montážní stroje
- dopravní linky
- zvedací a přepravní zařízení
- vstřikovací stroje
- válcovací linky
- výtahy

Typickou oblastí použití mobilní hydraulické techniky jsou:

- stavební stroje
- sklápěčky, rypadla, zdvižné plošiny
- zvedací a přepravní zařízení
- zemědělské stroje

14. Řídící prvky

Umožňují řízení průtoku nebo tlaku, případně obou parametrů, v hydrostatických mechanismech.

1. řízení tlaku:

- tlakové ventily
- redukční ventil

2. hrazení průtoku:

- jednosměrné ventily
- uzavírací ventily (např. kohouty)
- hydraulické zámky
- rozváděče

3. řízení průtoku:

- škrtící ventily

14.1. Řízení tlaku

Prvky pro řízení tlaku jsou:

a) tlakové ventily

- tlakové omezovací ventily, tj. pojistné
- přepouštěcí ventily

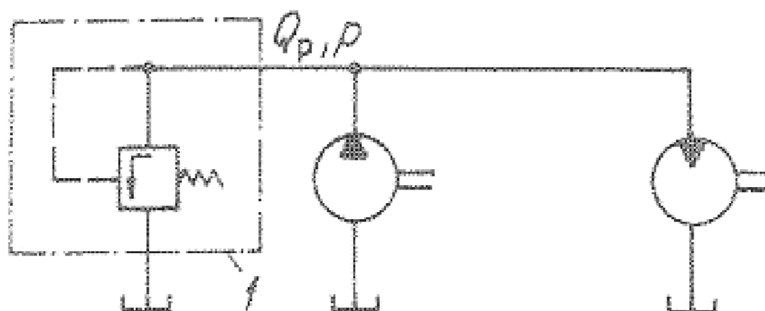
Udržují tlak na vstupu téměř nezávislý na průtoku.

b) redukční ventily

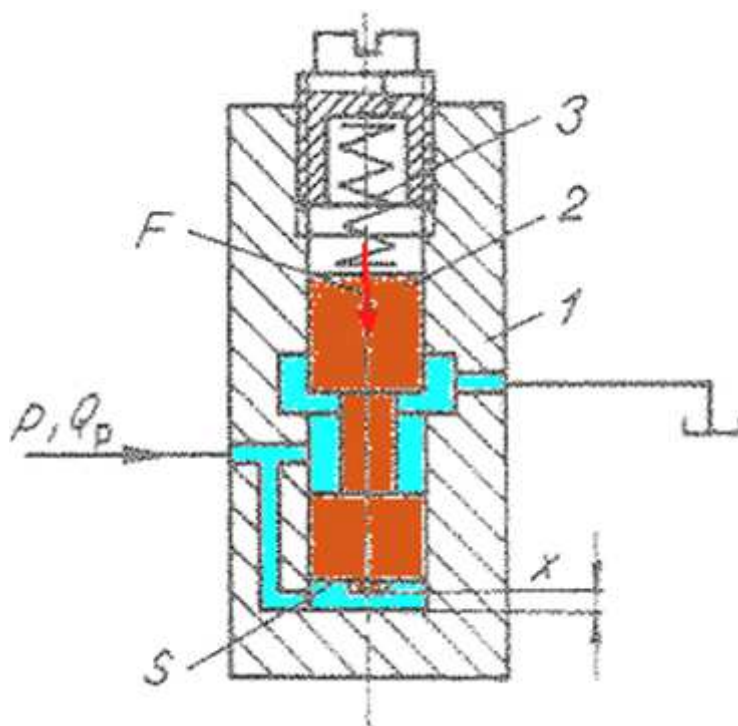
Udržují tlak na výstupu téměř nezávislý na průtoku a na vstupním tlaku.

14.1.1. Tlakové ventily

Jsou to bezpečnostní prvky v hydraulických obvodech, které jsou v klidovém stavu uzavřené a otevírají se pouze při nárůstu tlaku v obvodu nad stanovenou mez. Umisťují se zapojené paralelně vedle hydrogenerátoru (zdroji tlakové energie).



1 – tlakový omezovací ventil (TOV) nebo přepouštěcí ventil



1 – těleso ventilu, 2 – šoupátko, 3 – pružina (s regulací stlačení)
x – posunutí šoupátka, S – čelní plocha šoupátka

Princip činnosti tlakového omezovacího ventilu:

V klidové poloze je tlakový omezovací (pojistný) ventil uzavřen. To znamená, že šoupátko je v dolní krajní poloze díky síle předepnuté (částečně stlačené) pružiny F_0 a dorazem dosedá na těleso ventilu, přičemž spodní hrana horního tandemového pístku šoupátka uzavírá odtokový kanál k nádrži. Tlak kapaliny p působí přes vstupní a řídicí kanál na plochu S mezikruží spodního čela šoupátka. Síla F_p způsobená tlakem p nestačí k překonání síly pružiny a šoupátko zůstává ve spodní základní poloze.

K otevření ventilu dochází při pohybu šoupátka směrem nahoru a to je tehdy, když při nárůstu tlaku kapaliny p naroste také síla F_p způsobená tlakem a je větší než síla pružiny F_0 . Jakmile se začne šoupátko pohybovat nahoru působí tlak kapaliny p již na plochu S celého kruhu spodního čela šoupátka. Tím dojde k dalšímu skokovému nárůstu této síly a to je nutné proto, že při pohybu šoupátka nahoru dochází zároveň ke stlačování pružiny, která klade větší odpor (síla F_0 narůstá na sílu $F = F_0 + k \cdot x$).

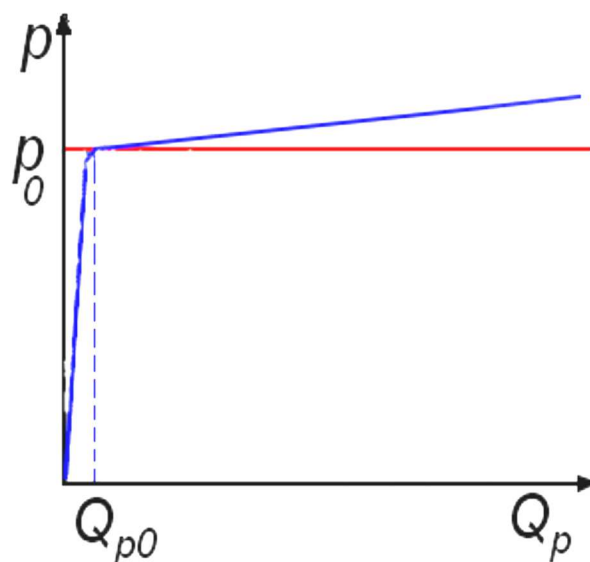
Přepouštěcí ventily mají podobnou konstrukci i princip činnosti jako tlakové omezovací neboli pojistné ventily. Zásadní rozdíl spočívá v tuhosti pružiny působící na šoupátko ventilu. Tyto pružiny mají měkčí lineární charakteristiku, což se projevuje v nastavení menší přitlačné síly F_0 pružiny.

Princip činnosti přepouštěcího ventilu:

Po spuštění hydrogenerátoru je přepouštěcí ventil vždy částečně otevřen, a proto trvale přepouští část kapaliny zpět do nádrže (odtud název „přepouštěcí“). To znamená, že hydrogenerátor trvale vytváří vyšší tlak p , než který potřebujeme v hydraulickém obvodu. A potřebný pokles tlaku zajišťuje právě přepouštěcí ventil. Tento způsob snižování tlaku v hydraulickém obvodu není příliš efektivní a dochází při něm k rychlému ohřevu oleje a změně jeho viskozity.

Pohyb šoupátka je podobně jako u tlakového omezovacího ventilu řízen okamžitým rozdílem síly pružiny F (ta roste s jejím stlačením) a síly F_p , vyvozené tlakem kapaliny p na čelní plochu S šoupátka (ta závisí na velikosti tlaku kapaliny). Přitom spodní hrana horního tandemového pístku šoupátka uzavírá a otevírá odtokový kanál k nádrži, tím se mění regulovaný tlak kapaliny p a jeho změna způsobí pohyb šoupátka. To se neustále opakuje.

Charakteristika tlakového ventilu



Udává vzájemnou závislost mezi vstupním tlakem kapaliny p a jejím množstvím Q_p , které při daném tlaku proteče ventilem zpět do nádrže.

Součin těchto dvou parametrů nám vyjadřuje tzv. ztrátový výkon:

$$P_z = Q_p p$$

Z charakteristiky je zřejmé, že do určitého tlaku p_0 , když je ventil uzavřen dochází pouze k malému průsaku kapaliny Q_{p0} ventilem. Při dalším i mírném nárůstu tlaku již výrazně narůstá průtočné množství Q_p kapaliny ventilem (ventil se otevírá).

Po porovnání ztrát tlakového omezovacího ventilu a přepouštěcího ventilu zjišťujeme, že větší ztrátový výkon bude mít ventil přepouštěcí.

Tlakové ventily je možné ještě rozdělit podle:

1. konstrukce:

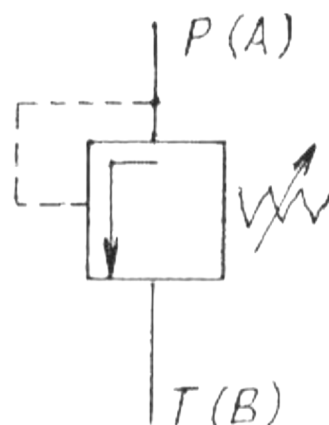
- sedlové
- šoupátkové

2. řízení:

- přímo řízené (jednostupňové)
- nepřímo řízené (dvoustupňové)

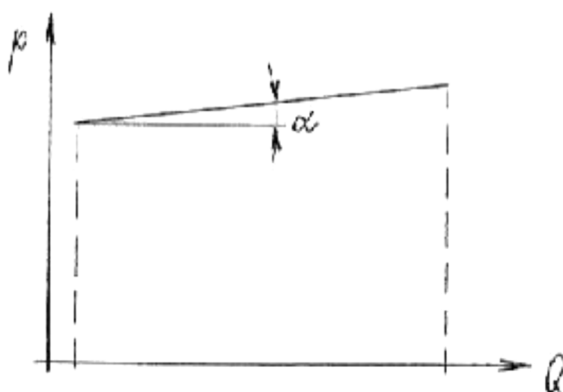
3. funkce:

- ve větvi P – T:
 - pojistné
 - přepouštěcí
 - odlehčovací (odpojovací)
 - brzdné
- ve větvi A – B:
 - podpěrné
 - předepínací
 - postupové (připojovací) ...



Dále z výše uvedeného víme, že tlakový ventil je:

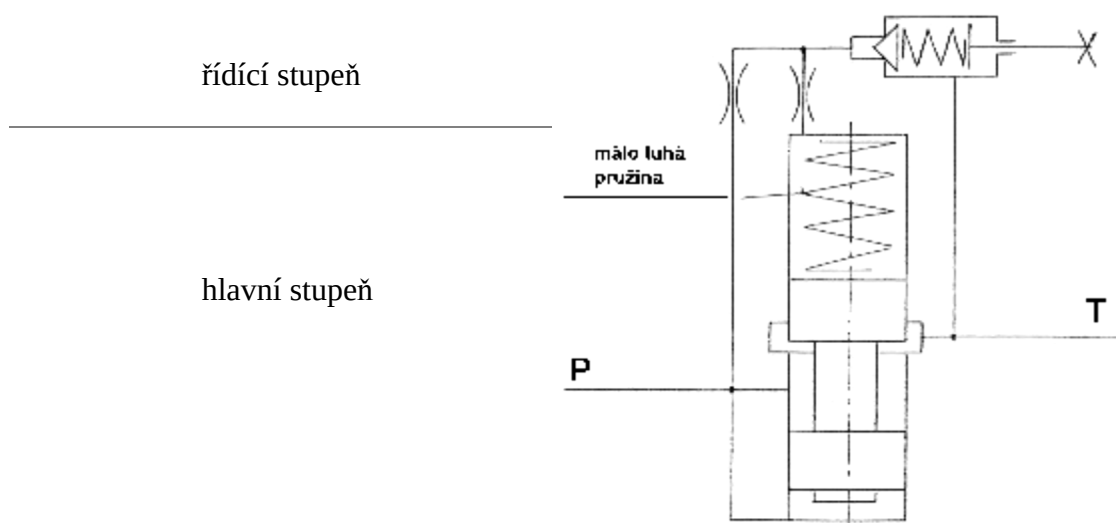
- ve výchozí poloze uzavřen
- ovládá se tlakem na vstupu
- jeho $p - Q$ charakteristika stoupá



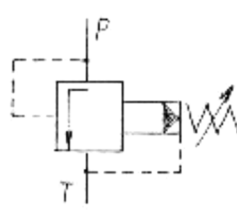
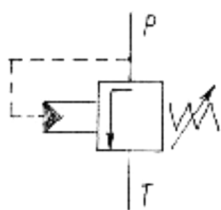
Úhel α závisí na tuhosti pružiny. Pro velké světlosti J_s a průtoky Q_v vychází tuhost pružiny velká a charakteristika ventilu strmá. Proto se používají nepřímo řízené dvoustupňové tlakové ventily.

Nepřímo řízené dvoustupňové ventily tlakové

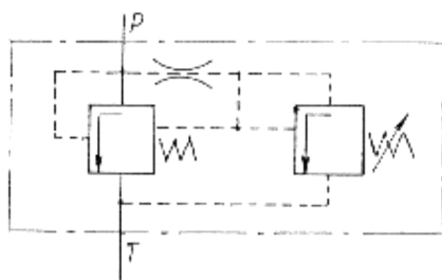
Funkční schéma:



Značky:



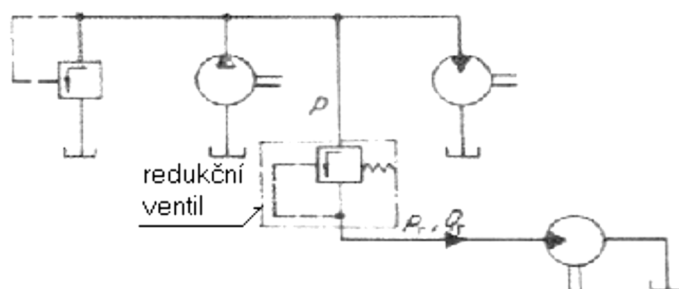
zjednodušené



podrobná
(kreslí se pouze jedna tryska)

14.1.2. Redukční ventily

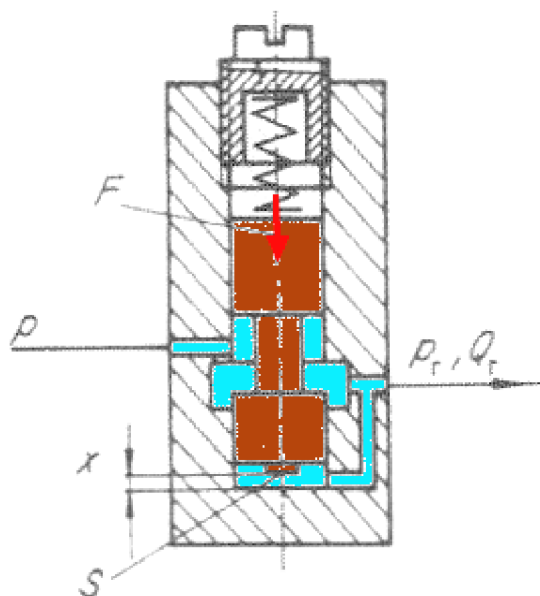
Jsou to regulační prvky v hydraulických obvodech, které jsou v klidovém stavu otevřené a přivírají se pouze při nárůstu výstupního tlaku (za ventilem) nad stanovenou mez. Umisťují se zapojené sériově, tj. za sebou s hydromotorem (spotřebičem tlakové energie), třeba jen v některé větvi hydraulického obvodu, kde snížením tlaku dosáhneme zmenšení vysouvací síly pístnice (u přímočarých hydromotorů) nebo snížení kroutícího momentu (u rotačních hydromotorů).



F – síla pružiny

x – posunutí šoupátka

S – čelní plocha šoupátka



Princip činnosti redukčního ventilu:

V klidové poloze je redukční ventil otevřen. To znamená, že šoupátko je v dolní krajní poloze díky síle předeprnuté (částečně stlačené) pružiny F_0 a dorazem dosedá na těleso ventilu. Spodní hrana dolního tandemového pístku šoupátka zcela otevřela odtokový kanál k hydromotoru. Tlak kapaliny p_r působí přes výstupní (odtokový) a řídicí kanál na plochu S mezikruží spodního čela šoupátka. Síla F_p způsobená tlakem p_r nestačí k překonání síly pružiny a šoupátko zůstává ve spodní základní poloze (průtok otevřen).

K postupnému přivírání ventilu dochází při pohybu šoupátka směrem nahoru a to je tehdy, když při nárůstu tlaku kapaliny v odtokovém kanálu p_r naroste také síla F_p způsobená tlakem a je větší než síla pružiny F_0 . Jakmile se začne šoupátko pohybovat nahoru, působí tlak kapaliny p_r již na plochu S celého kruhu spodního čela šoupátka. Tím dojde k dalšímu skokovému nárůstu této síly a to je nutné proto, že při pohybu šoupátka nahoru dochází zároveň ke stlačování pružiny, která klade větší odpor (síla F_0 narůstá na sílu $F = F_0 + k \cdot x$).

Ztrátový výkon:

$$P_z = Q_r (p - p_r)$$

Redukční ventily je možné ještě rozdělit podle:

1. konstrukce:

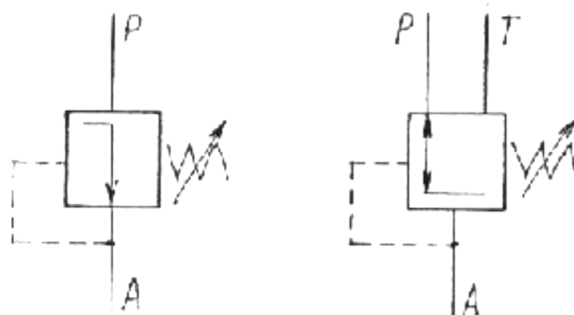
- sedlové
- šoupátkové

2. řízení:

- přímo řízené (jednostupňové)
- nepřímo řízené (dvoustupňové) ... H502

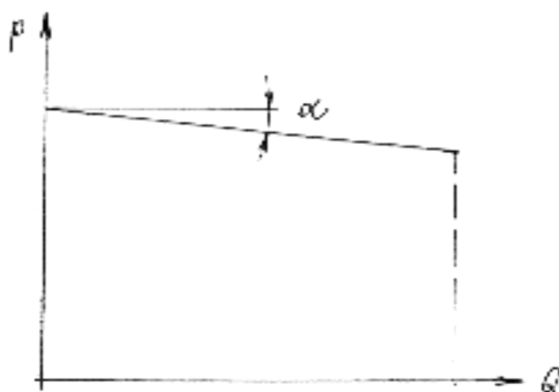
3. počtu cest:

- dvoucestné
- třícestné



Také již víme, že redukční ventil je:

- ve výchozí poloze otevřen
- ovládá se tlakem na výstupu
- jeho $p - Q$ charakteristika klesá



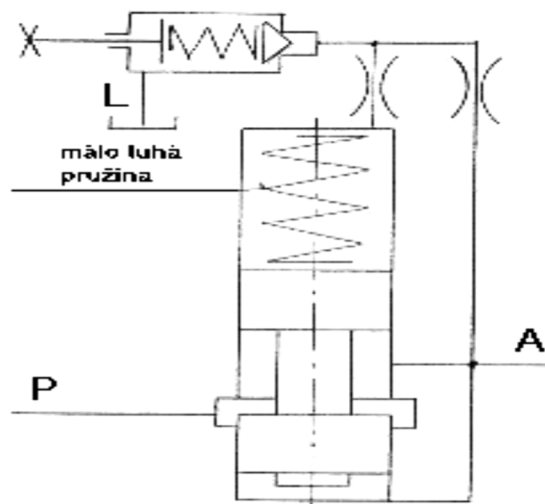
Úhel α závisí na tuhosti pružiny. Pro velké světlosti J_s a průtoky Q_v vychází tuhost pružiny velká a charakteristika ventilu strmá. Proto se používají nepřímo řízené dvoustupňové redukční ventily.

Nepřímo řízené dvoustupňové ventily redukční

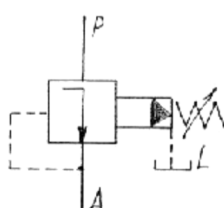
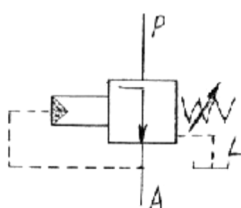
Funkční schéma:

řídící stupeň

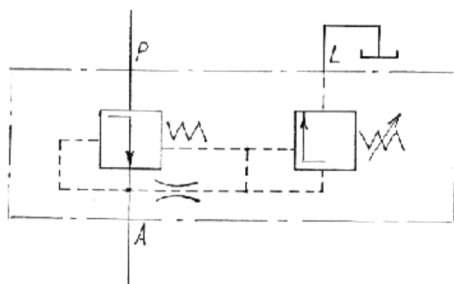
hlavní stupeň



Značky:



zjednodušené

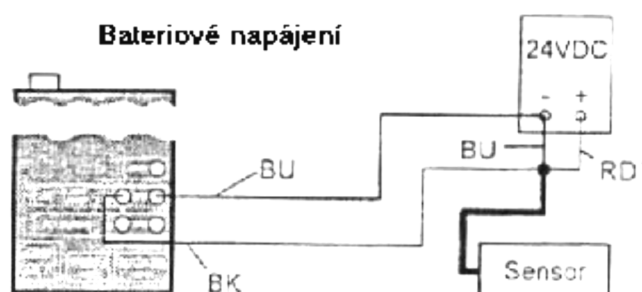
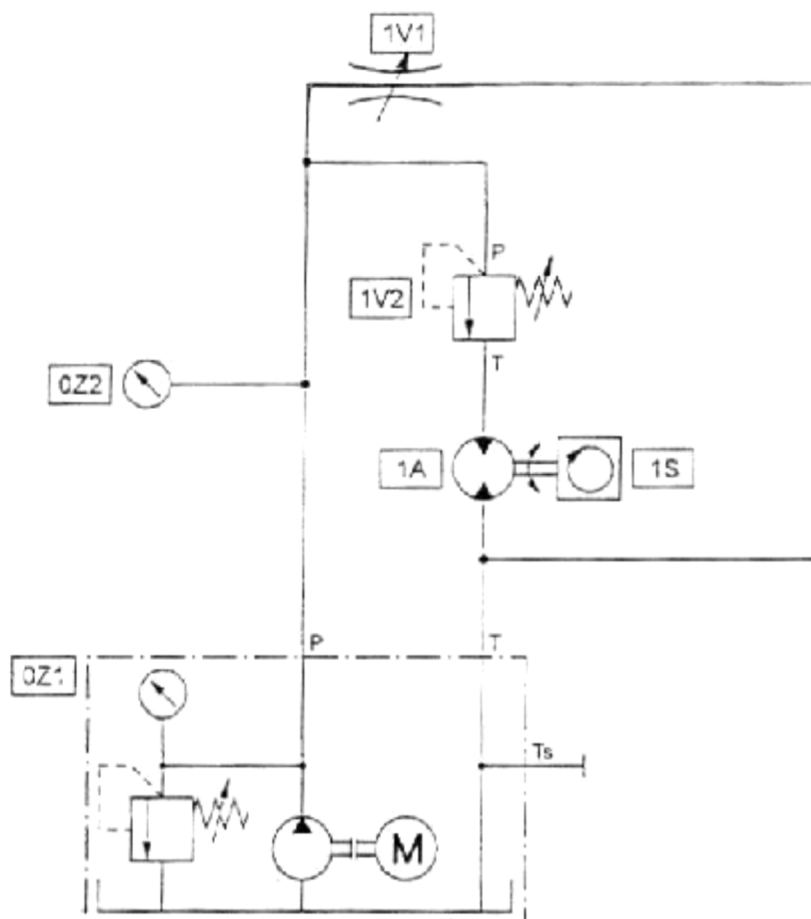


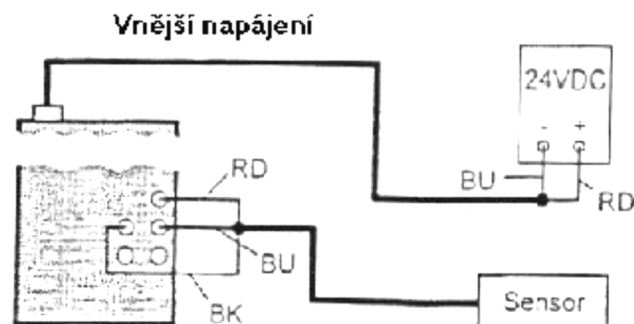
podrobná

14.1.3. Praktická úloha

14.1.3.1. p-Q charakteristika tlakového ventilu

Změřte p-Q charakteristiku přímo řízeného tlakového ventilu a určete rozdíl mezi otevíracím a maximálním tlakem. Totéž proveďte u nepřímě řízeného tlakového ventilu.





Teplota oleje na začátku měření $t_1 = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$

Přímo řízený ventil

Q [l/min]	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	3,...
p [bar]						40

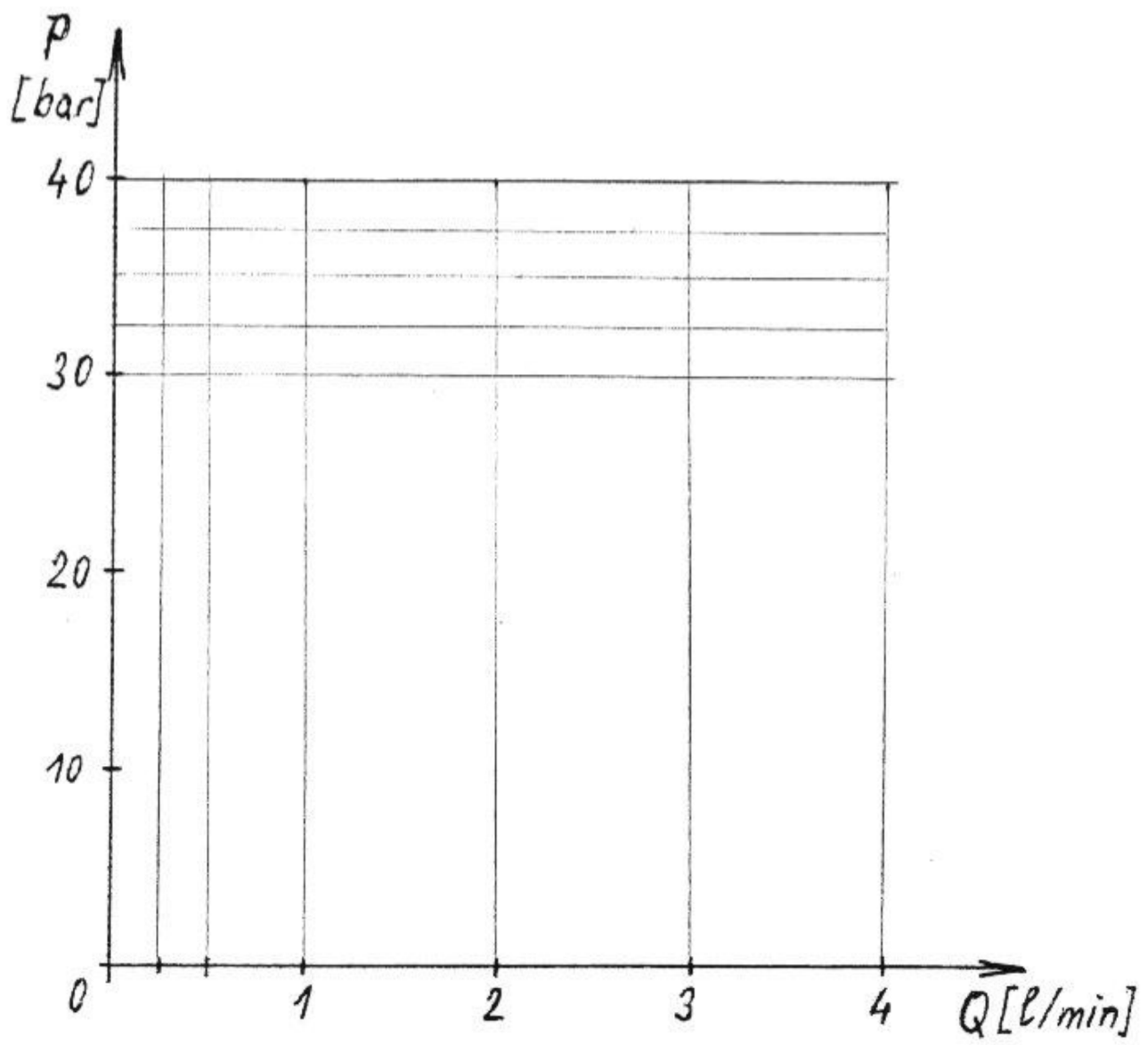
$$\Delta p = 40 - \dots = \dots \text{ bar}$$

Nepřímo řízený ventil

Q [l/min]	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	3,...
p [bar]						40

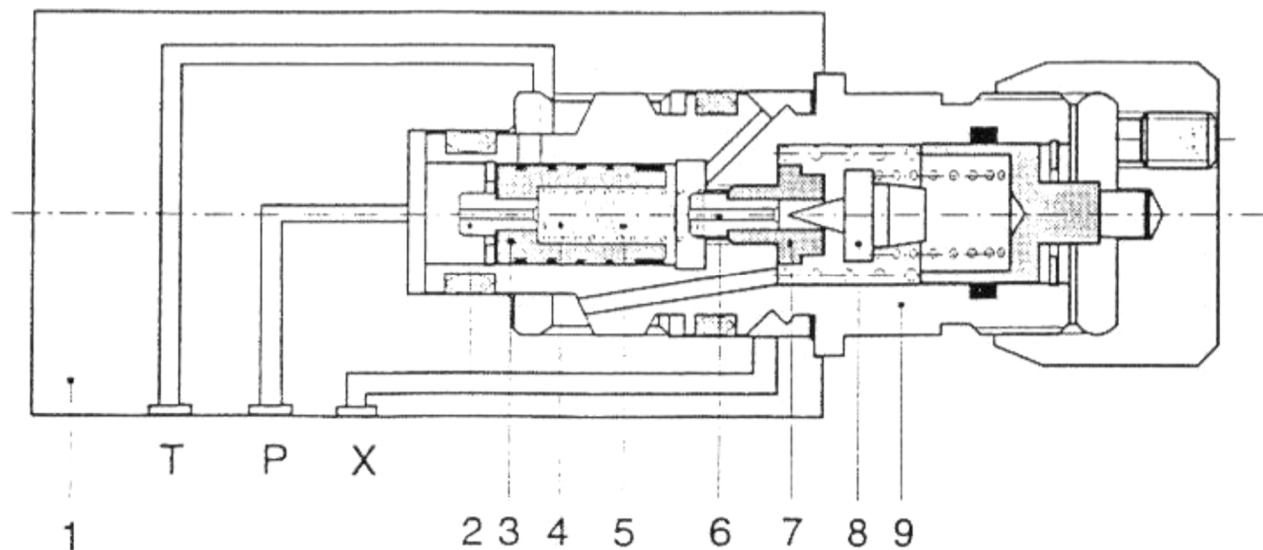
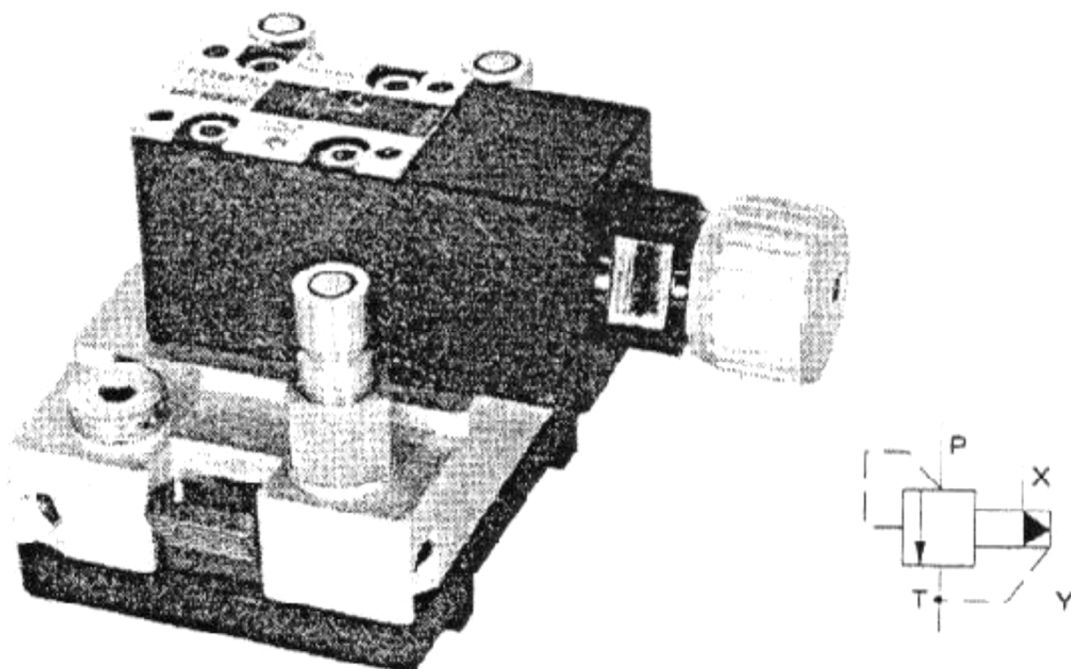
$$\Delta p = 40 - \dots = \dots \text{ bar}$$

Teplota oleje na konci měření $t_2 = \dots \text{ } ^\circ\text{C}$



14.1.3.2. Funkce nepřímo řízeného tlakového ventilu

Ověřte činnost nepřímo řízeného tlakového ventilu pomocí dvou tlakoměrů. Ve schématu je dvoustupňový ventil nakreslen podrobnou značkou, neboť v jednoduché značce není vidět propojení kanálů P a X před tryskou.

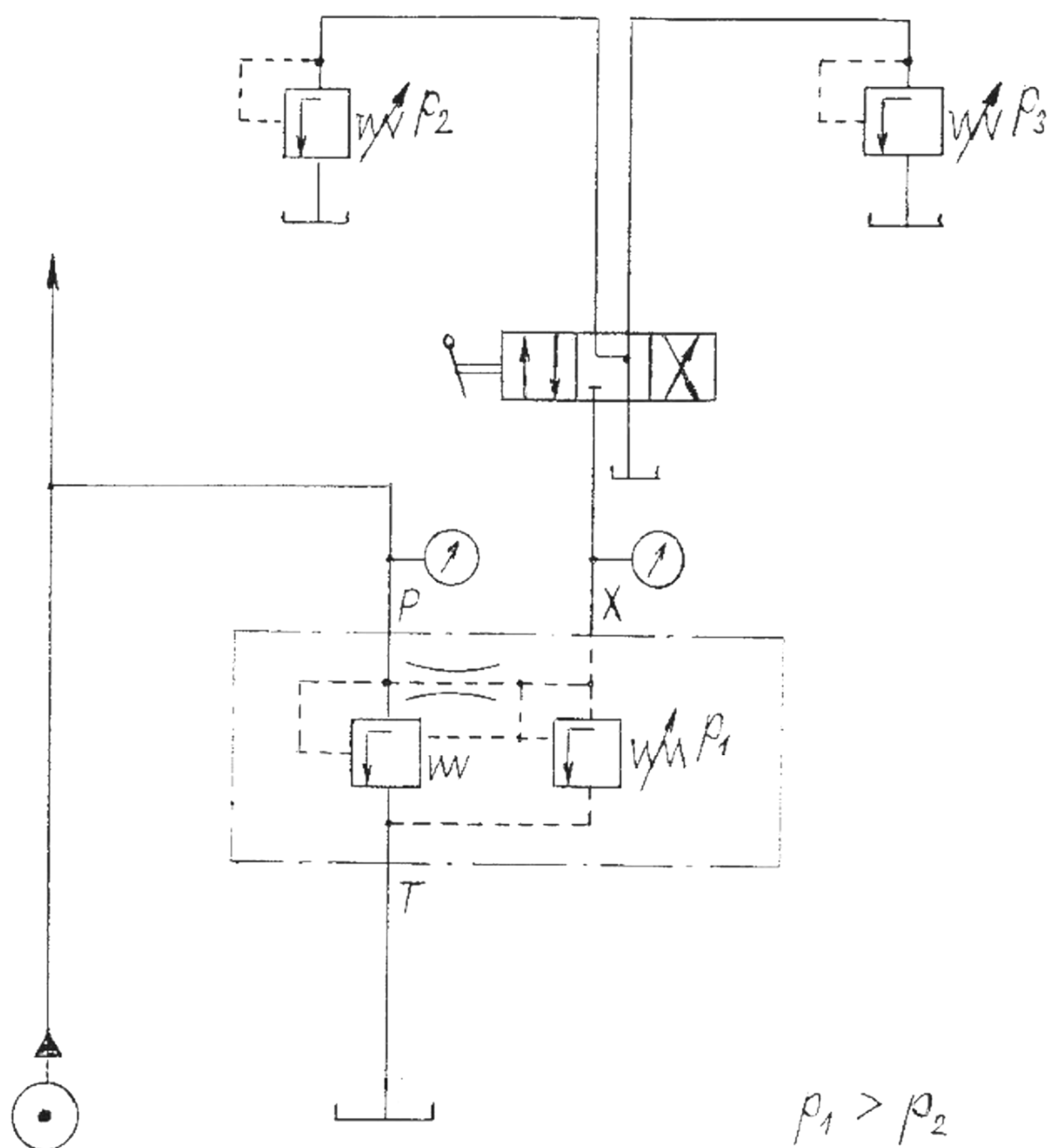


Hlavní část ventilu:

- 1 – těleso, 2 – tryska, 3 – šoupátko,
- 4 – pružina (slabá – pro překonání tření), 9 – vestavěné těleso,

Řídící část ventilu:

- 6 – tryska, 7 – sedlo, 8 – uzavírací prvek, 10 – pružina



$$P_1 > P_2$$

$$P_1 > P_3$$

14.2. Hrazení průtoku

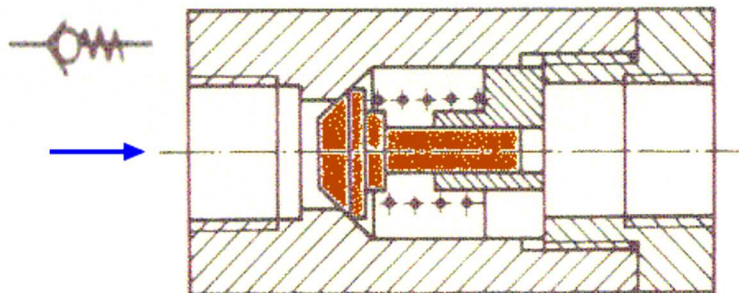
Prvky pro hrazení průtoku jsou:

- a) jednosměrné ventily
 - neřízené
 - řízené
- b) hydraulické zámky
- c) uzavírací ventily
- d) hydraulické rozváděče

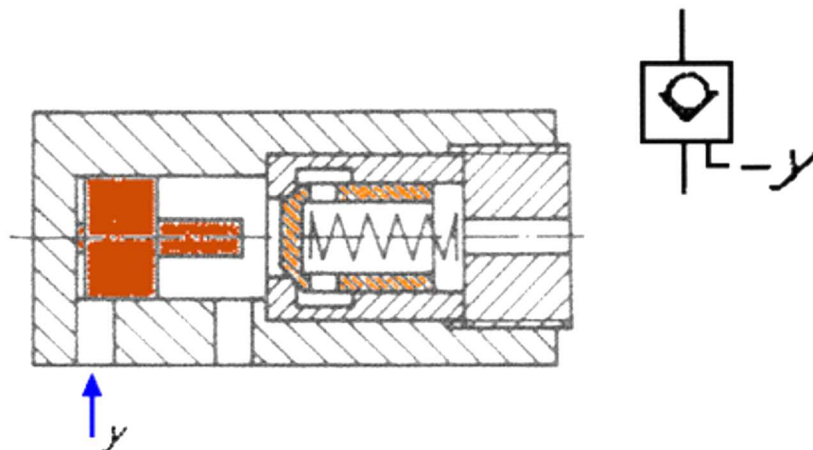
14.2.1. Jednosměrné ventily

V hydraulických obvodech jsou to prvky, které umožňují průtok kapaliny pouze jedním směrem (neřízené). U řízených jednosměrných ventilů je možné přivedení tlaku kapaliny do řídicího kanálku *y* otevřít ventil v původně závěrném směru nebo jej naopak přidržet uzavřený ve směru propustném (dle konstrukce ventilů).

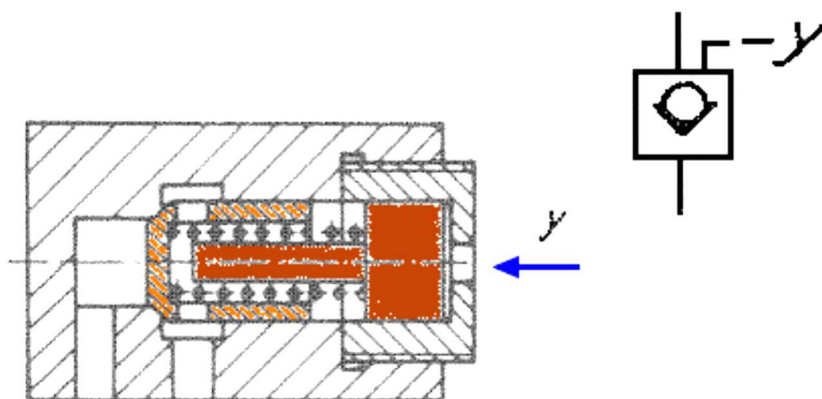
- neřízené



- řízené (s možností otevření v původně závěrném směru)



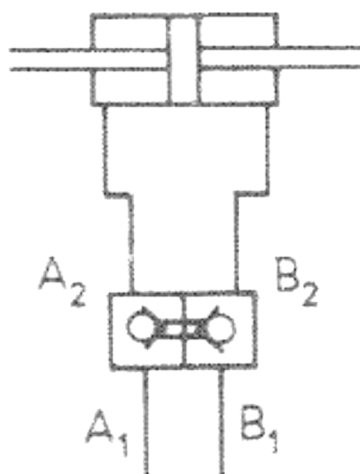
- řízené (s možností uzavření v původně propustném směru)



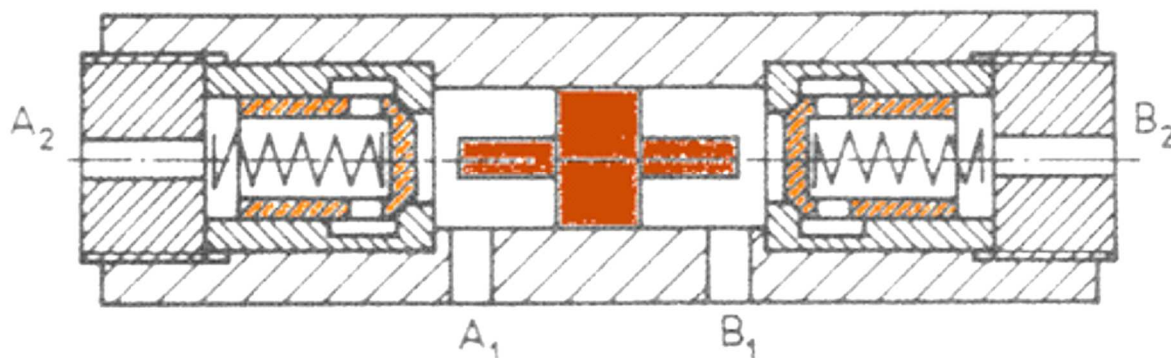
14.2.2. Hydraulické zámky

V hydraulických obvodech jsou to bezpečnostní prvky, které jsou tvořeny dvěma jednosměrnými řízenými ventily zapojenými proti sobě tak, aby tlaková kapalina protékající v propustném směru jedním ventilem byla zároveň přivedena do řídicího kanálku druhého ventilu, čímž dojde k jeho otevření v závěrném směru (u dvojčinných přímočarých hydromotorů je tím umožněn odtok kapaliny za hydromotorem do nádrže).

Schéma zapojení



Konstrukce



4.2.3. Uzavírací ventily

Viz uzavírací armatury (ventily, kohouty, šoupata) – probíráno v předmětu Stavba a provoz strojů.

4.2.4. Hydraulické rozváděče

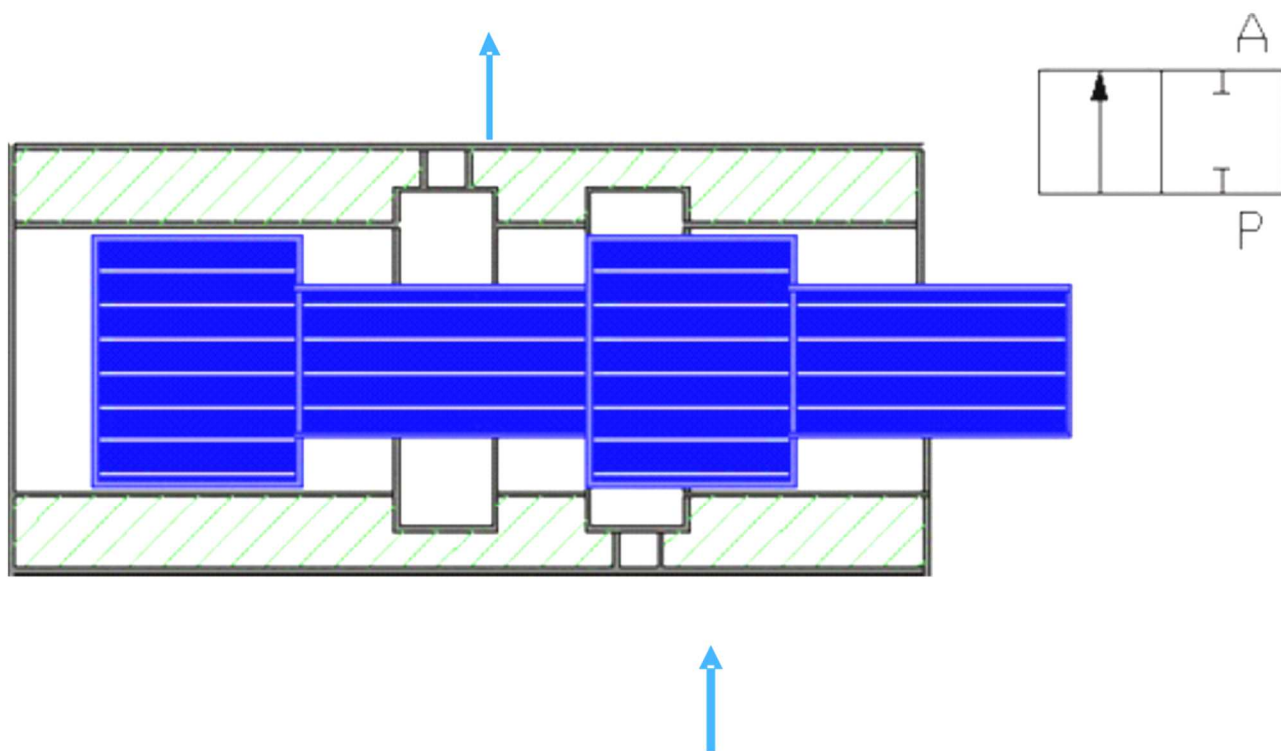
V hydraulických obvodech jsou to prvky, které umožňují rozvod tlakové kapaliny do příslušné části hydromotoru(ů) a zároveň odvod kapaliny bez tlaku zpět do nádrže nebo hrazení průtoku kapaliny. Podle konstrukce jsou rozváděče šoupátkové a sedlové.

Přímočarý šoupátkový rozváděč 2/2 (dvoucestný dvoupolohový)

První číslo udává počet přípojů rozváděče a druhé číslo počet jeho funkčních stavů.

Označení přípojů: P – přívod tlakového oleje (od hydrogenerátoru)

A – výstup (k hydromotoru)

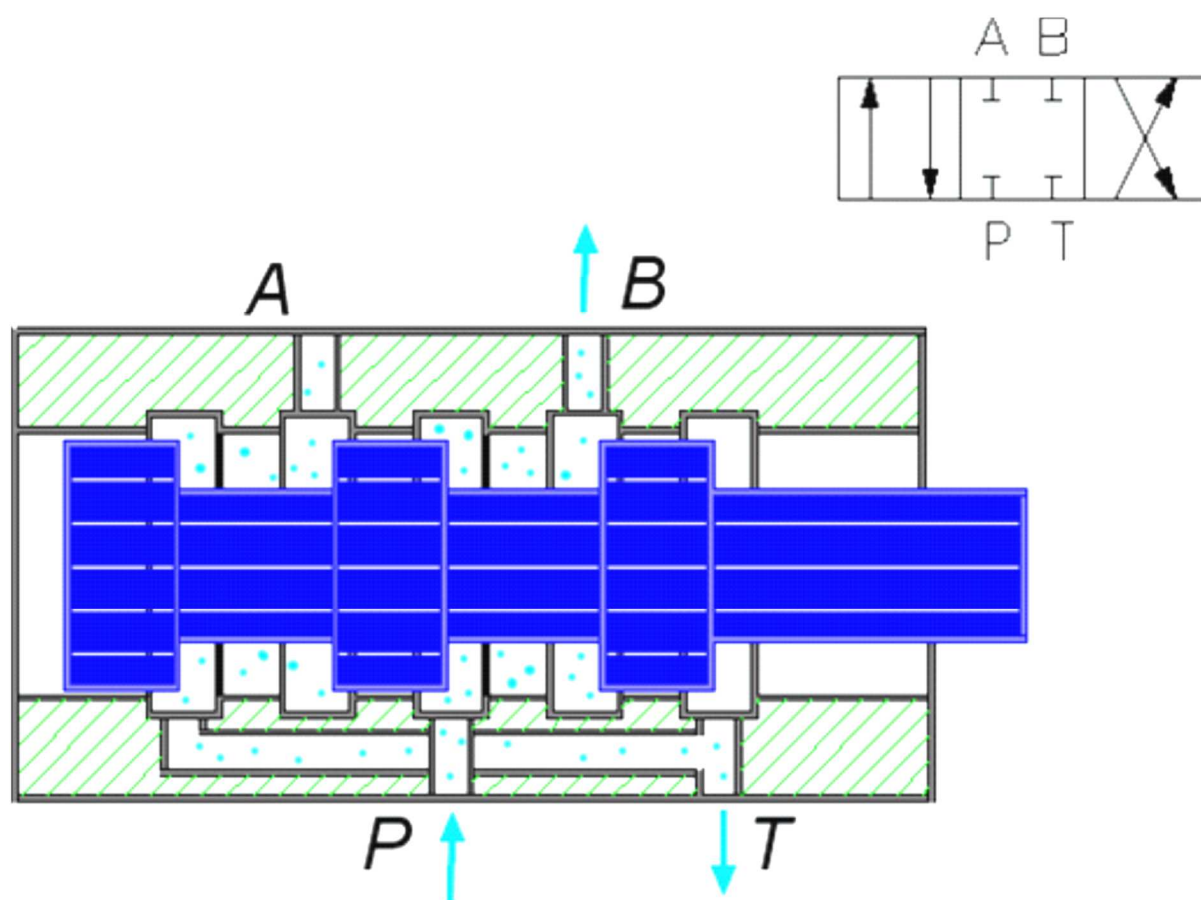


U vícecestných rozváděčů (viz další obrázek) se další přípoje označují:

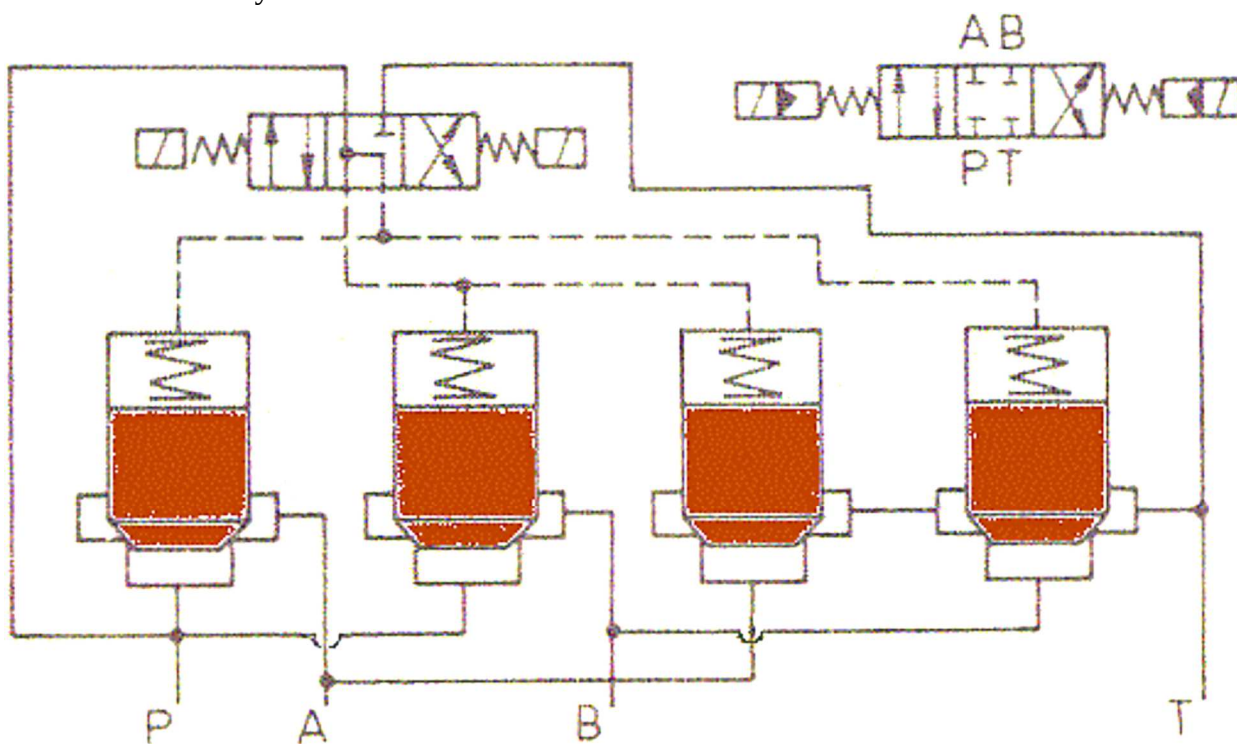
T – odvod oleje ze zpětné větve (bez tlaku) do nádrže (tanku)

B – druhý výstup (k hydromotoru)

Přímočarý šoupátkový rozváděč 4/3 (čtyřcestný třípolohový)



Ventilový rozváděč



14.3. Řízení průtoku – objemového

Průtokem objemovým Q_v rozumíme objem kapaliny V , který proteče určitým průřezem za jednotku času t .

Platí rovnice:

$$Q_v = \frac{V}{t}$$

Pokud objem kapaliny V vyjádříme jako součin průtočného průřezu S a dráhy s , kterou kapalina urazí, dostáváme vztah:

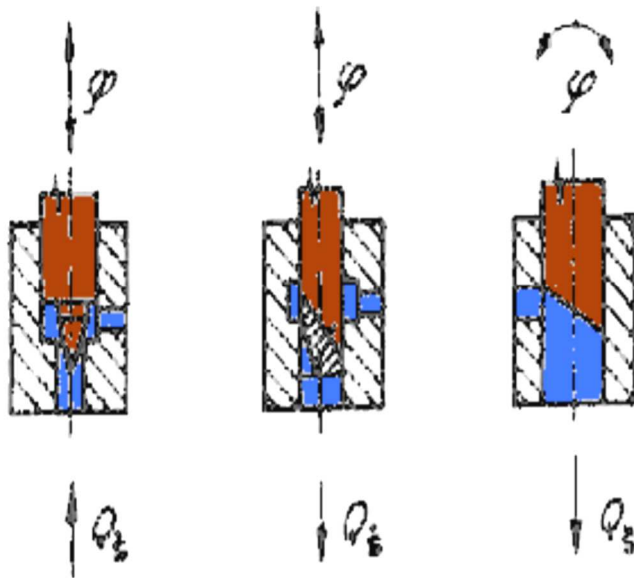
$$Q_v = \frac{S s}{t}$$

Protože poměr dráhy s a času t je rychlost proudící kapaliny v , můžeme objemový průtok Q_v vyjádřit:

$$Q_v = S v$$

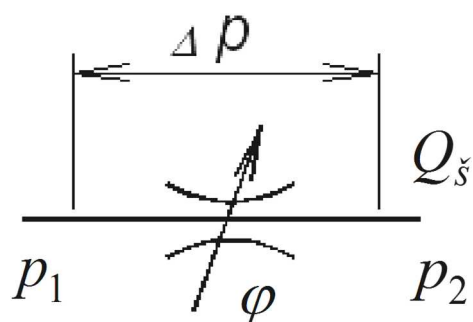
Je zřejmé, že čím menším průřezem bude kapalina protékat, tím menší množství Q_v tudý za jednotku času proteče a tím menší rychlostí se bude pohybovat hydromotor (koncový člen hydrostatického mechanismu).

14.3.1. Škrticí ventily



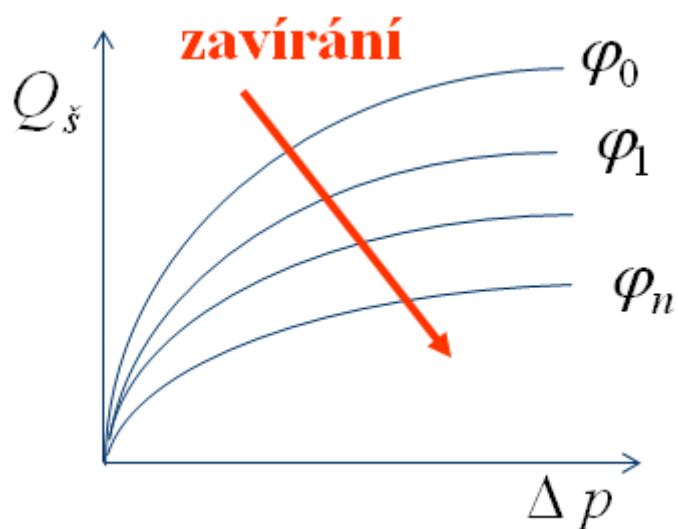
Posouváním nebo otáčením šoupátka dochází ke změně průřezu a tím i ke změně objemového průtoku Q_v . Velikostí průtoku se řídí buď rychlost pohybu přímočarého hydromotoru nebo velikost otáček rotačního hydromotoru.

Schématická značka škrticího ventilu s tryskou:



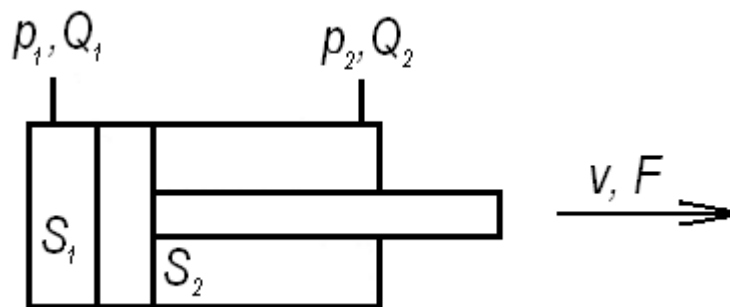
Při škrcení průtoku dochází zároveň k poklesu tlaku hydraulické kapaliny Δp .

Charakteristika škrticího ventilu:



Udává vzájemnou závislost úbytku tlaku Δp a škrceného průtoku Q_s podle polohy regulačního šoupátka φ .

14.3.2. Přímočarý hydromotor – rychlosti při pohybu pístnice



Na dvojčinném přímočarém hydromotoru s jednostrannou pístnicí můžeme pozorovat také aplikaci zákona zachování hmoty popisovaného rovnicí kontinuity:

$$Q_v = S v = \textit{konst.}$$

nebo

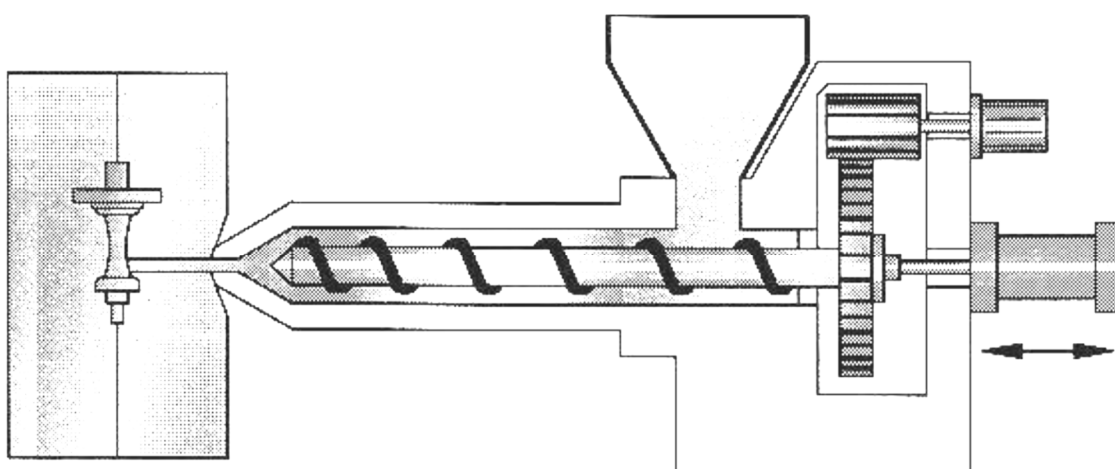
$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

Vzhledem k rozdílnosti činných ploch pístu $\underline{S_1} > \underline{S_2}$ je zřejmé, že při stejném průtočném množství $\underline{Q_v}$ dodávaném hydrogenerátorem, bude rychlost $\underline{v_1}$ při vysouvání pístnice menší, než rychlost $\underline{v_2}$ při jejím zasouvání.

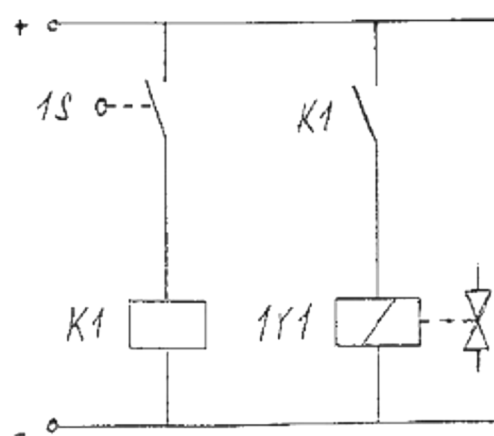
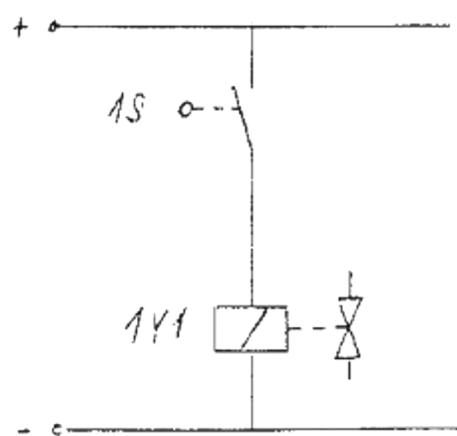
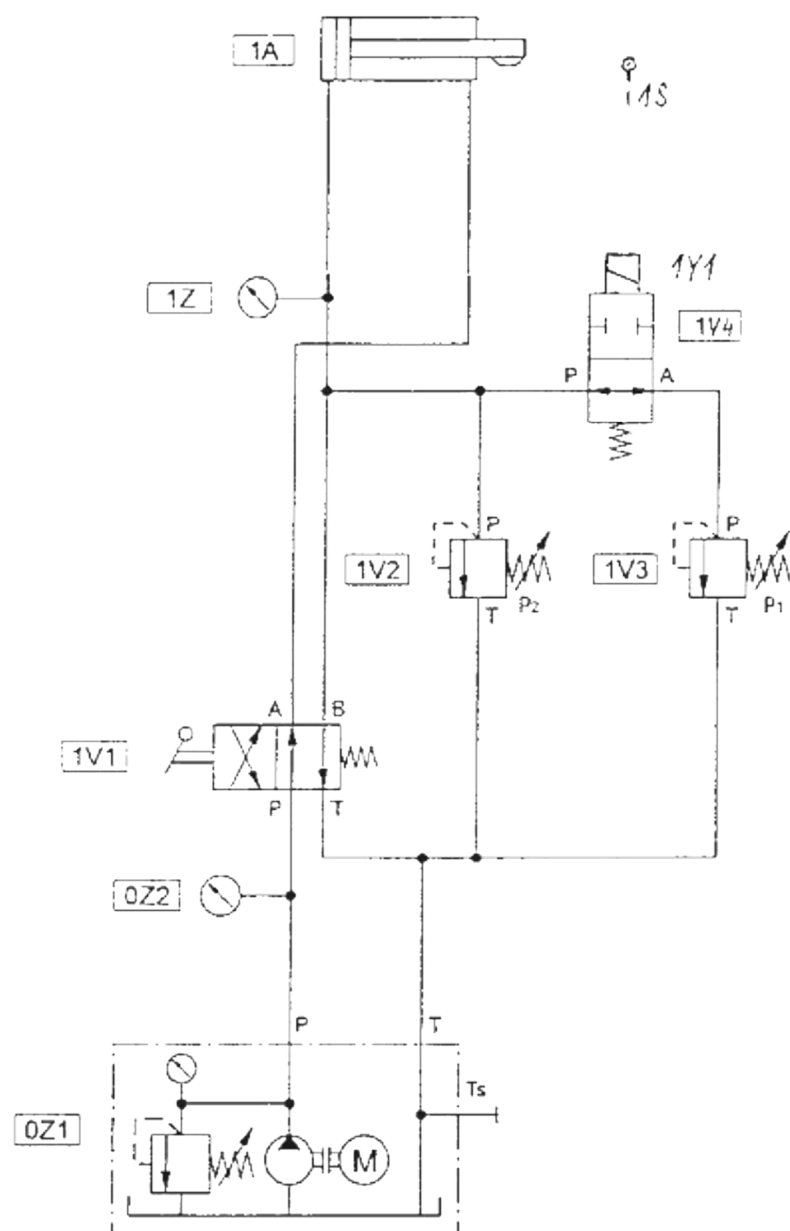
15. Další praktické úlohy

15.1. Vstřikovací lis

Forma vstřikovacího lisu na plasty je plněna nízkým pracovním tlakem (malou silou). V závěru operace je k plnění formy zapotřebí vysokého tlaku (velké síly). Přepínání tlaků má být odvozeno od dráhy přímočarého hydromotoru.

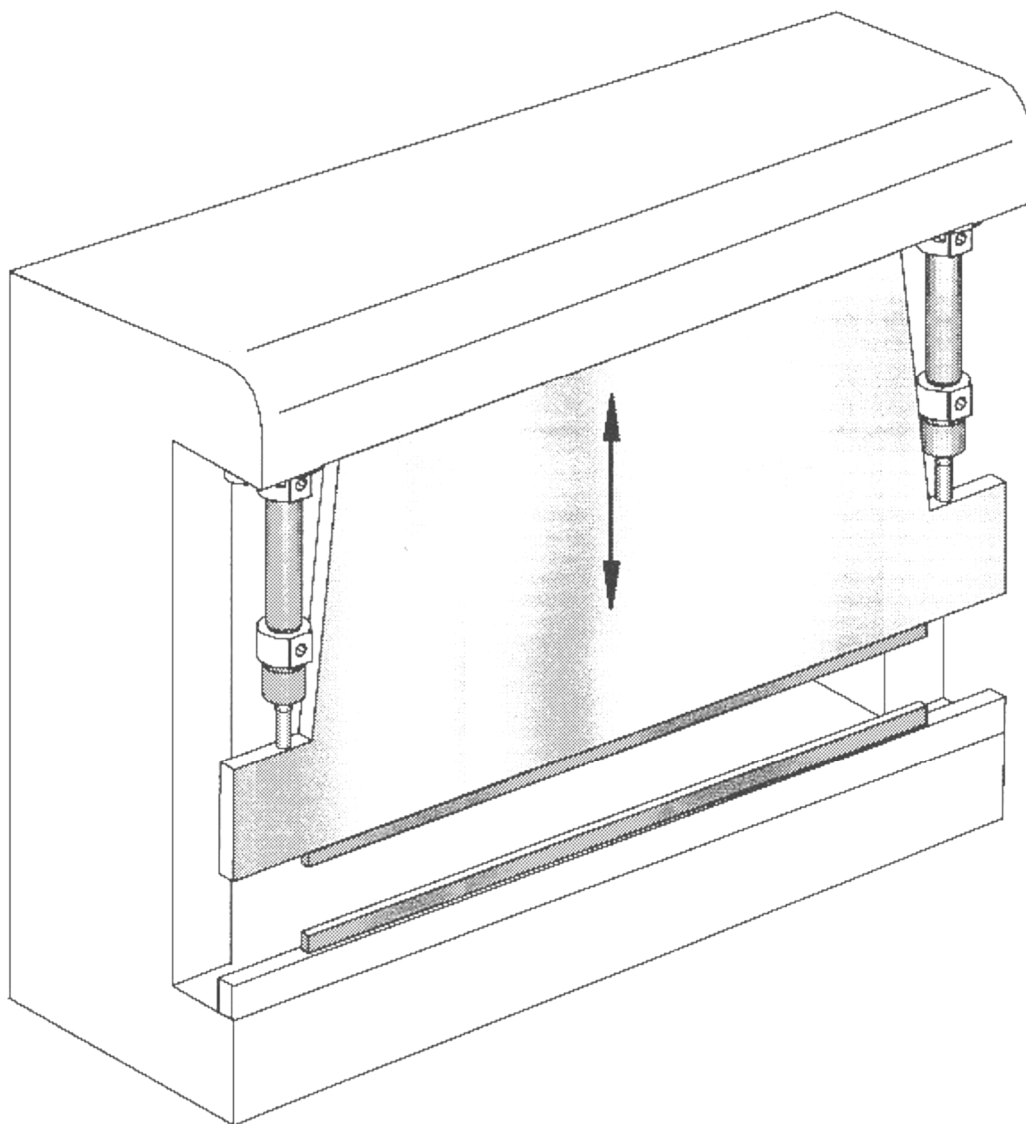


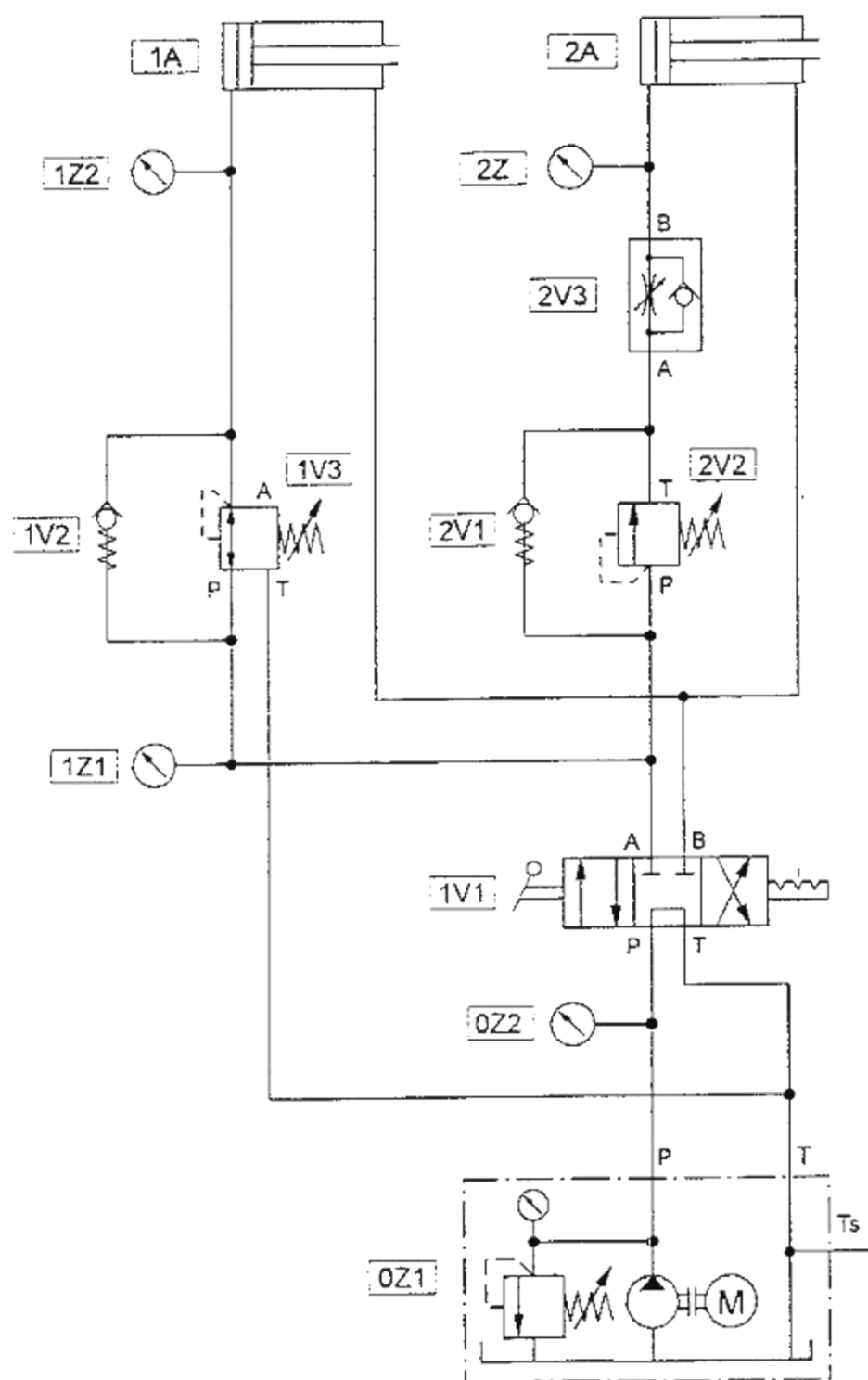




15.2. Knihařský skládací stroj

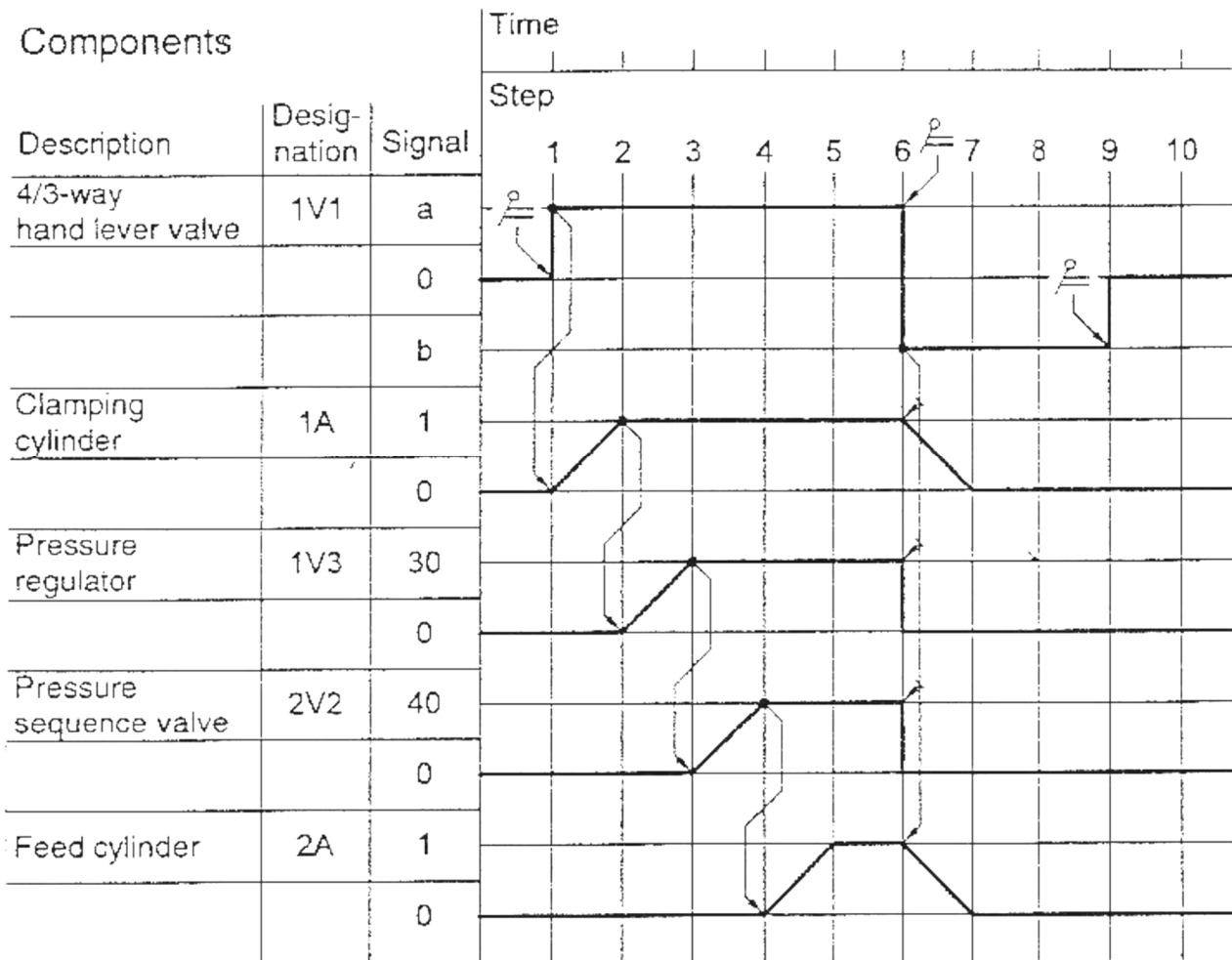
V knihařském skládacím stroji je upínán citlivý materiál, proto upínací síla musí být nastavitelná a omezená. Skládací (pracovní) hydromotor(y) se nesmí pohnout dříve, než je dosaženo určitého tlaku. Skládací rychlost musí být také nastavitelná podle druhu skládaného materiálu.





Krokový diagram

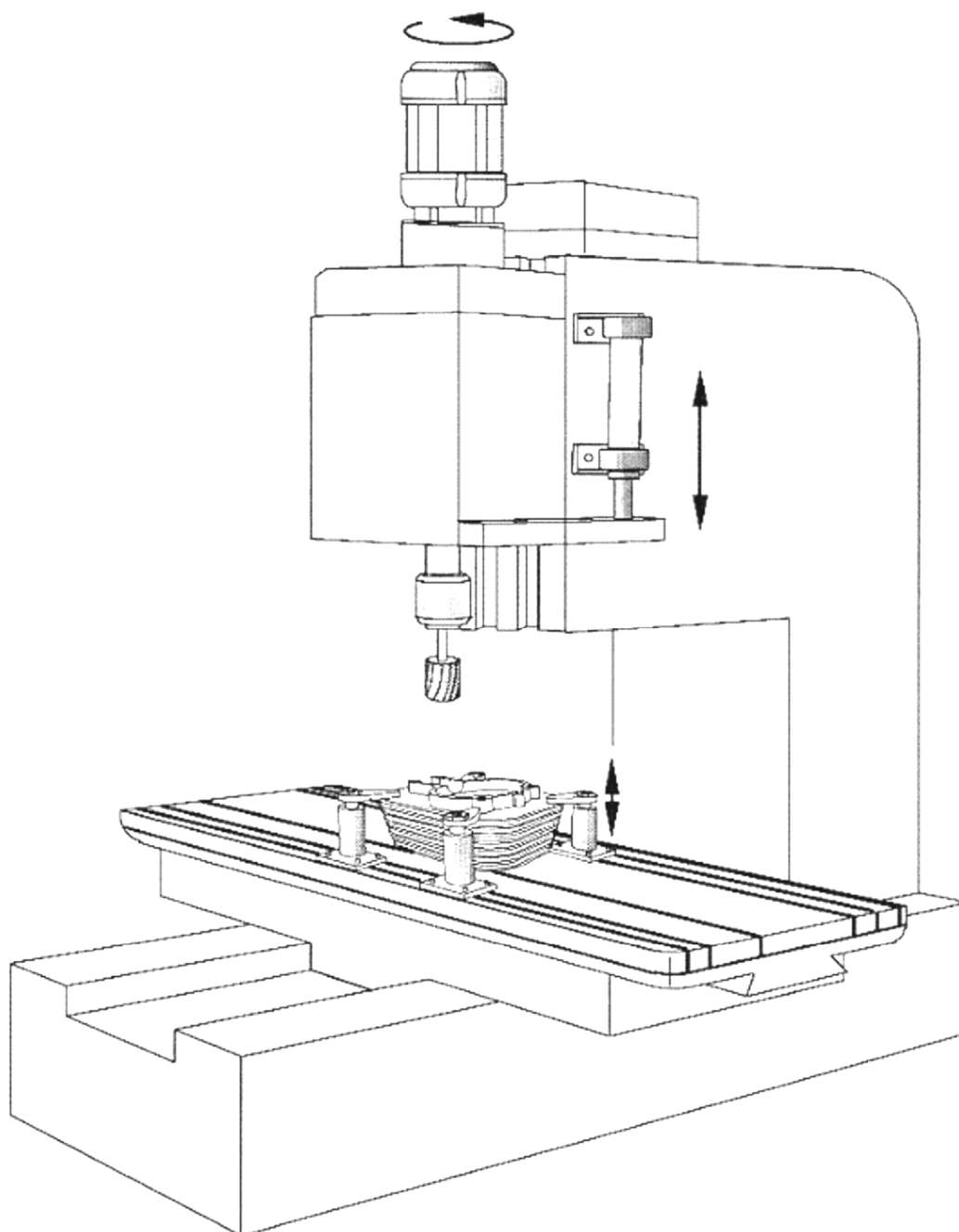
Components

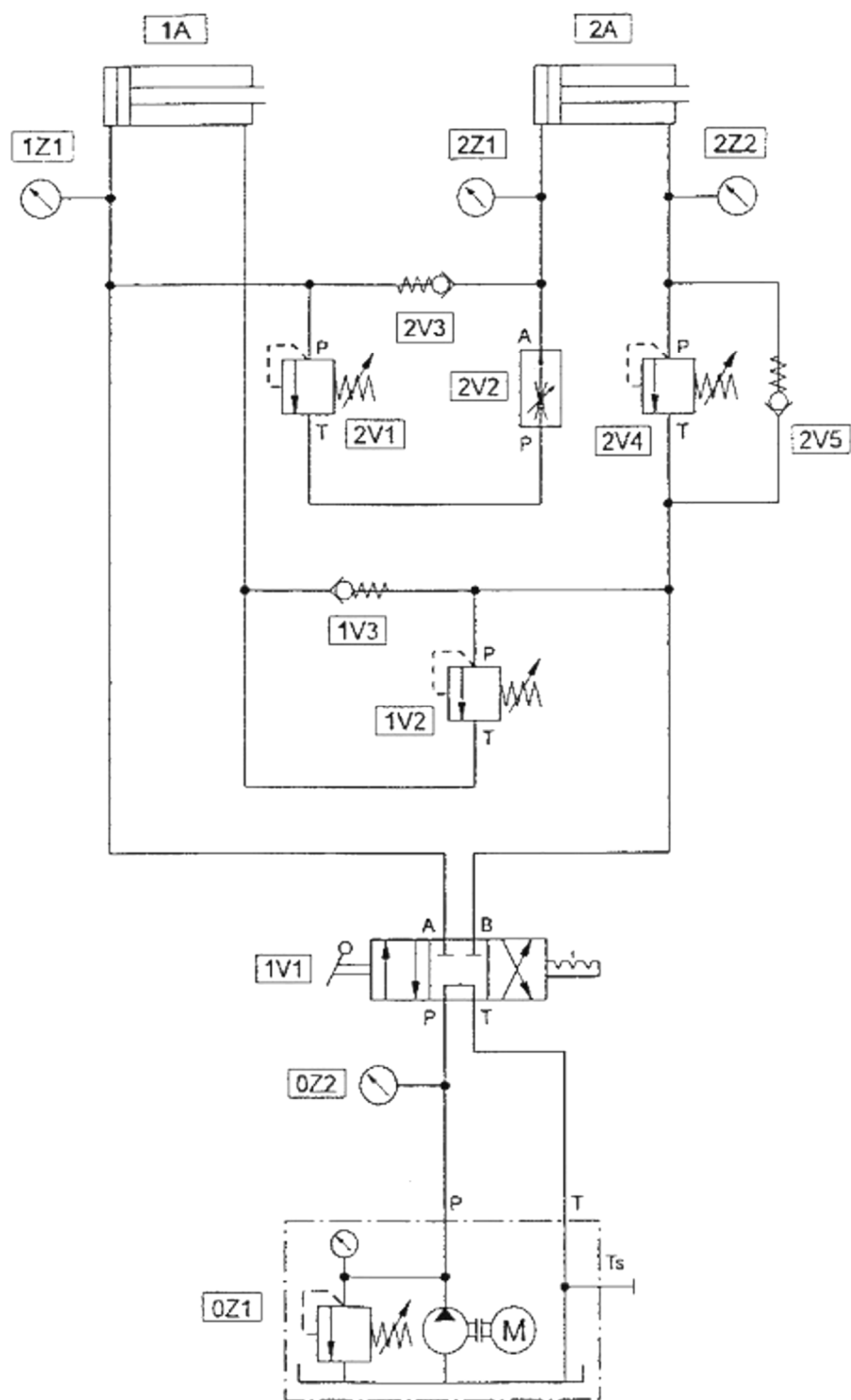


15.3. Obráběcí centrum

Na frézovacím obráběcím centru je posuv vřeteníku a upínání obrobku provedeno hydraulicky. Oba hydromotory jsou součástí jednoho obvodu a musí splňovat následující požadavky:

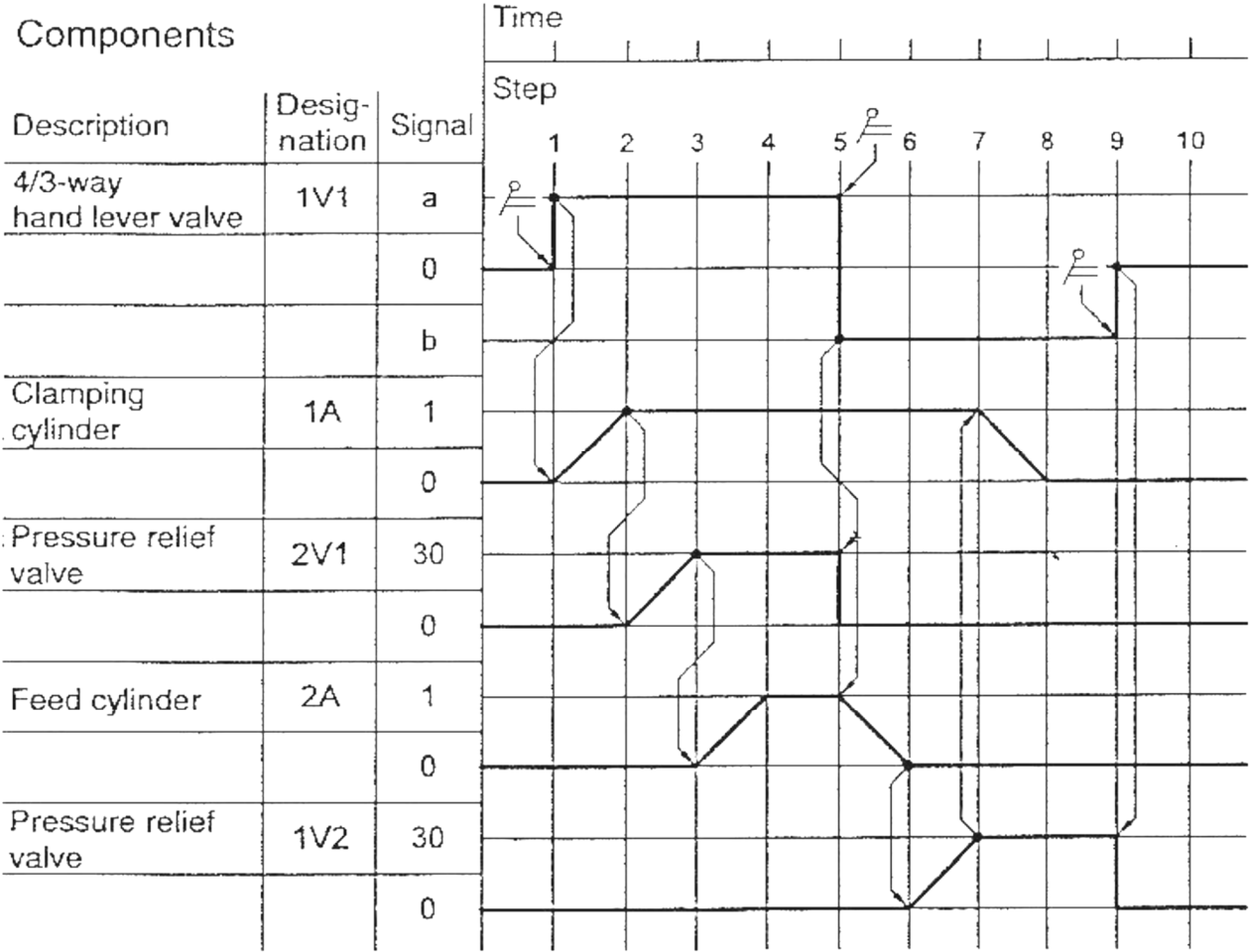
- a) frézování může nastat až po řádném upnutí obrobku,
- b) k uvolnění obrobku nesmí dojít dříve, než vřeteník vykoná úplný zpětný pohyb.





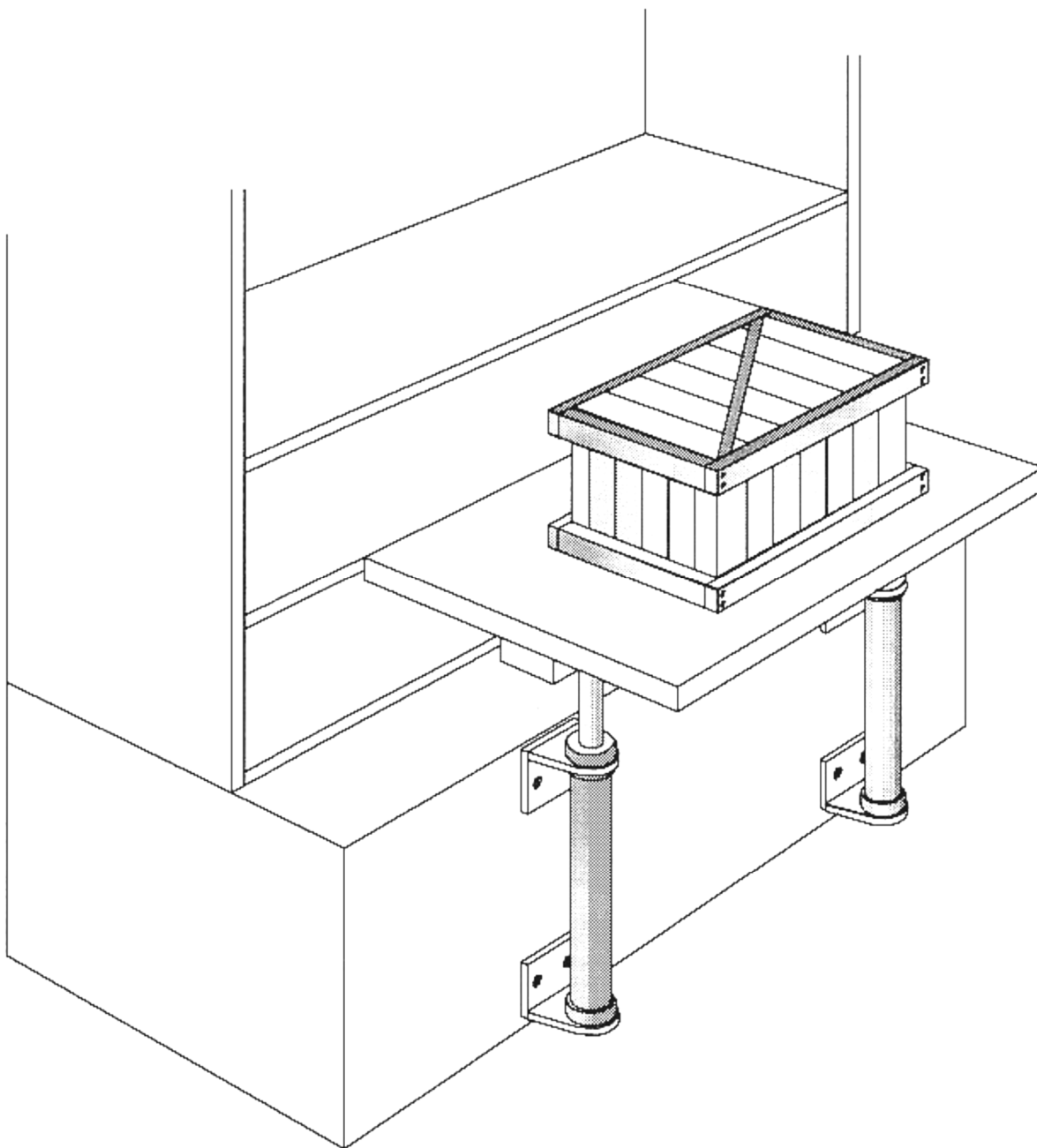
Krokový diagram

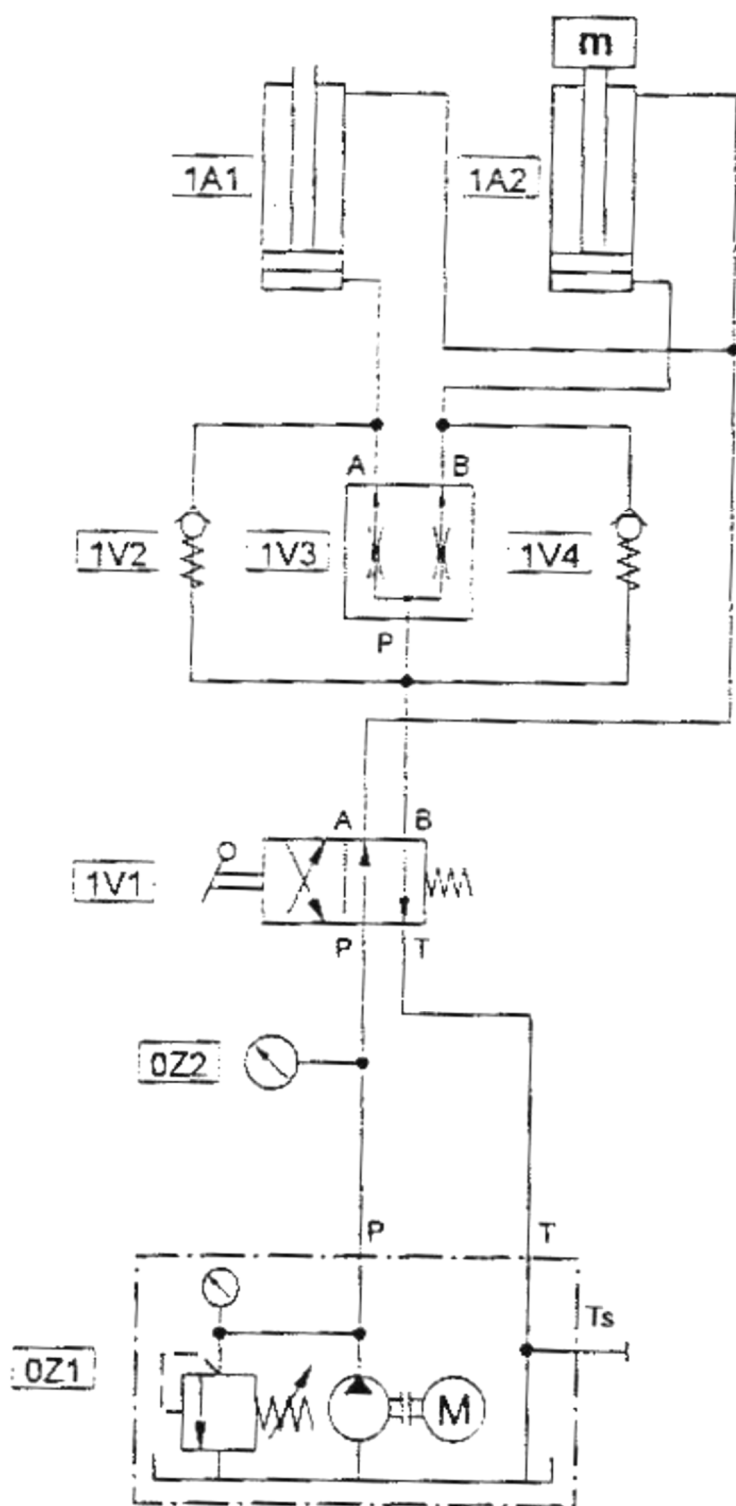
Components

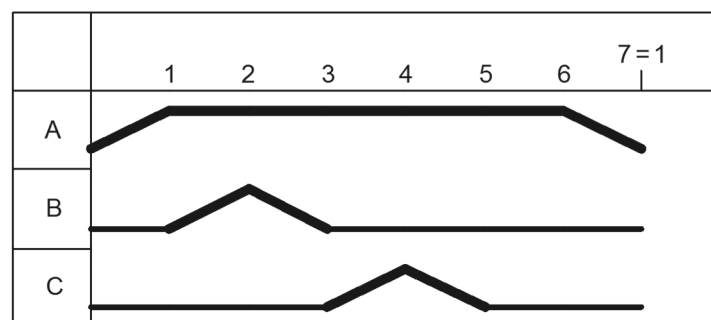


15.4. Zvedací plošina

Zvedací plošina pro těžká břemena má dva přímočaré hydromotory. Aby zvedání bylo správné, musí se obě pístnice pohybovat stejnou rychlostí, a to i při exentrickém zatížení, které je demonstrováno tíhou na jednom hydromotoru.







SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Copyright by FESTO Didactic D-7300 Esslingen 1978

překlad: BENEŠ, Pavel. - MYKISKA, Antonín.: 1989 ISBN 80-01-00042-7

FESTO Didactic Esslingen 1986, ISBN 80-01-00066-4