

Proporcionální řízení: průvodce pro uživatele

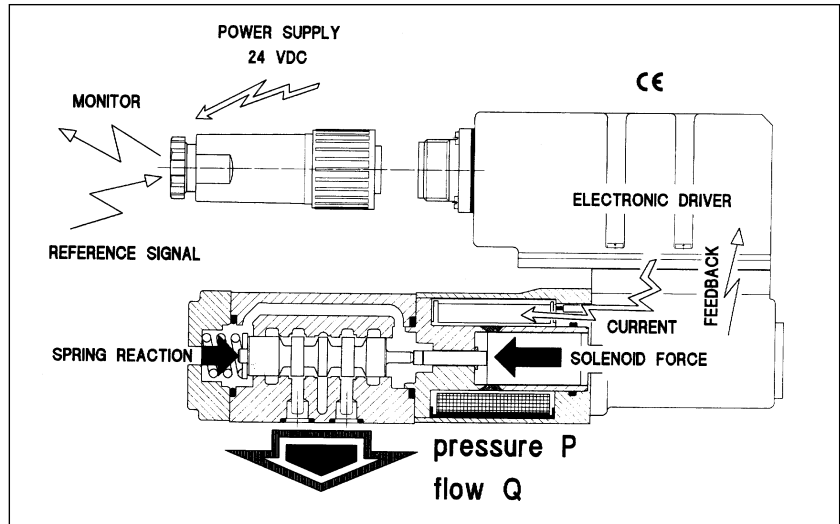
1 Co je to proporcionální řízení?

Elektrohydraulické proporcionální řízení moduluje hydraulické parametry v souladu s elektronickými referenčními signály. Je to ideální rozhraní mezi hydraulickými a elektronickými systémy a je používáno v otevřených nebo uzavřených řídicích smyčkách, viz odstavec (3), aby se získaly rychlé, jemné a přesné pohyby, které se dnes vyžadují u moderních strojů a zařízení. Elektrohydraulické systémy jsou částí celé automatizační architektury.

Informace, řízení a výstražné signály mohou být přenášeny z elektrohydraulického systému do centralizovaného řídicího systému a naopak pomocí standardních sběrnic „přehledným“ způsobem, viz odstavec (10).

2 Popis funkce

Jádrum elektrohydraulického řízení je proporcionální ventil. Elektronický budič reguluje vlastní elektrický proud přiváděný do elektromagnetu ventilu v souladu s referenčním signálem (normálně ± 10 V). Elektromagnet převádí elektrický proud na mechanickou sílu, která působí na šoupátko/kuželku, proti vratné pružině: zvětšením proudu se vytváří i odpovídající zvětšení výstupní síly a následné stlačení vratné pružiny a tak pohyb šoupátka nebo kuželky. Jestliže nastane výpadek proudu, vratná pružina obnoví neutrální polohu v závislosti na konfiguraci ventilu. U provedení s pilotním řízením, proporcionální pilot reguluje průtok a tlak působením na šoupátko/kuželku hlavního pracovního stupně.

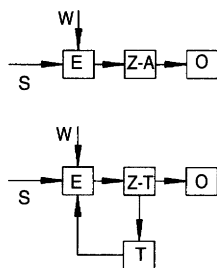


3 Řídicí smyčka

Existují dva druhy řídicích smyček: otevřená smyčka a uzavřená smyčka.

Otevřená řídicí smyčka, viz odstavec (11).

Hydraulické řízení je obstaráváno modulací elektrického budičového signálu, aniž byl konečný výsledek regulační smyčky ověřován.

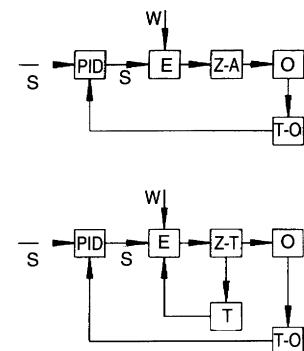


Typické blokové schéma proporcionálních systémů, například užitím ventilu -A, -T

ATOS kód specifikuje: A = ventily bez integrovaného převodníku, T = ventily s integrovaným převodníkem, TE = jako nahoře plus v továrně seřizený integrovaný elektronický budič v uzavřené smyčce.

Uzavřená řídicí smyčka, viz odstavce (12), (13).

Regulované parametry jsou nepřetržitě ověřovány zpětnovazebním převodníkem a tím není řízení uzavřeno smyčkou ovlivňováno poruchami okolního prostředí.



Legenda:

- W = stejnosměrná energie
- S = referenční signál
- Z-A, -T = ventily samostatně v sestavě -A nebo -T
- E = elektronické buzení
- T = převodník ventilu
- T-O = převodník systému
- O = pohonný systém
- PID = řízení os

4 Elektrohydraulika versus elektromechanika

Elektrohydraulické osy jsou snadněji programovatelné velmi podobným způsobem, jako elektromechanické systémy a umožňují pružnou automatizaci přes softwar pomocí centrální řídicí jednotky. Ve srovnání s elektromechanickými systémy mají elektrohydraulické systémy následující výhody:

- vlastní ochranu proti přetížení
- samočinné mazání systému
- velkou hustotu výkonu
- automatické přizpůsobení síly
- jednoduché, plynulé změny rychlosti, sil a kroutících momentů
- rychlá operační odezva
- schopnost nahromadit energii
- dlouhá životnost a vysoká spolehlivost

Servopohony s integrovanými převodníky a elektronikou představují vyšší stupeň elektrohydraulického řešení, které potřebuje jednoduché potrubí k hydraulickému zdroji a jednoduché elektrické vedení ve výkonové elektronice: ty jsou dostupné v povětrnosti odolném provedení pro venkovní použití, v odvětví mobilních strojů i pro námořní účely, anebo v nevýbušném provedení i pro chemický průmysl a pro instalace na vrtných plošinách. Zjednodušují konstrukci, vytvářejí pružnou automatiku s maximální spolehlivostí.

5 Proporcionální ventily Atos

Atos – špička v průkopnické proporcionální elektrohydraulice nabízí dnes jednu z nejvýhodnějších řad. Ventily ATOS mohou být šoupátkového typu (odvozené od přímočarých šoupátkových rozvaděčů) nebo v kartridžovém provedení (vycházejí z logických prvků) a mohou být shrnuty do dvou základních tříd, majících elektromagnety rozdílné konstrukce.

ZO elektromagnety – účinné elektromagnety (30 W), určené pro přímo působící ventily velikosti ISO/CETOP 03-NGG6 a 05-NG10 a instalovaných pro různá použití: **ZO-A** – vhodně pro aplikace s uzavřenou nebo otevřenou smyčkou, vybavené ručním ovládním.

ZO-T – s integrálním elektronickým převodníkem, umožňující velké statické a dynamické výkony.

ZO-TE – jako nahoře plus integrovaná elektronika naprogramovaná v řídicí smyčce. **ZJ-TE** elektromagnet standardní pilotní modul nové originální konstrukce (v patentovém řízení) vyvinutý k řízení kteréhokoli druhého proporcionálního stupně a obsahující: pilotní ventil s malým výkonem (10 W) a vysokou dynamikou (150 Hz), reduktor tlaku, indukční převodník pro zpětnou vazbu hlavního šoupátka a příslušnou elektroniku, která je celá naprogramovaná v uzavřené smyčce.

V porovnání s elektromagnety ZO, pilotní moduly ZJ-TE mají nižší absorpci (vstupní proud 0,8A namísto 2A) a nemají přísná omezení síly a zdvihu a proto mohou přímo ovládat šoupátka rozvaděčů kterékoli velikosti nebo kterékoli zařízení právě tak, jako malé servopohony.

6 Nové proporcionální ventily versus servoventily

Nové ventily řady ZO a ZJ, v porovnání s dobrými servoventily si udržují typické výhody proporcionální hydrauliky, nízkou citlivost, hrubší požadavky na filtraci, vlastní stabilitu, snazší obsluhu a návazně na to zvýšenou spolehlivost. Mohou být také využity v systémech s otevřenou smyčkou díky své vyšší stabilitě. Většina proporcionálních ventilů je „bezpečnostních“, to znamená, že samočinně dosáhnou hydraulicky bezpečné polohy, v případě, že chybí signál.

7 Proč proporcionální ventily s integrovanou elektronikou?

V nové generaci proporcionálních TE ventilů s integrovanou elektronikou je elektrický signál definován polohou hlavního šoupátka, a proto umožňují regulaci ventilu, v uzavřené smyčce, s výstupem na monitor pro možnost bezpečné kontroly. Jsou používány více a více v mnoha moderních aplikacích také proto, že integrovaná elektronika, naprogramovaná v továrně, zajišťuje precizní funkci plus zaměnitelnost „ventil za ventil“, jednoduché propojení pomocí vodičů se systémem.

Elektronika je zalita do pryskyřice a zapouzdřena do kovového krytu s třídou izolace IP 65, není citlivá na vibrace, rázy, je odolná proti povětrnosti a cívky jsou zcela zality v plastické hmotě.

8 Bezpečnostní operace

Proporcionální ventily mohou být vybaveny „bezpečnostní“ operací, to znamená, že v případě, že chybí referenční signál, anebo obecněji řečeno, když nastane výpadek elektrické sítě, na systému nevznikne žádná škoda. Bezpečnostní operace může být realizována přímo proporcionálním ventilem (bezpečnostní operace je přímo ve vlastním ventilu), anebo může být realizována jako návazná operace skupiny ventilů.

9 Komponenty pro proporcionální ventily

Proporcionální ventily mohou být rozděleny do čtyř různých tříd.

- * **tlakové řídicí ventily:** odlehčovací a redukční ventily, nabízejí široké aplikační možnosti pro jejich schopnost regulovat nastavený tlak proporcionálně k referenčnímu signálu (až do tlaku, který je ručně nastaven a zablokován)
- * **4-cestné přímočaré šoupátkové rozvaděče** pro řízení směru kapaliny a jejího škrčení proporcionálně k řídicímu signálu rozvaděče. Tyto rozvaděče mohou být použity v uzavřené nebo otevřené smyčce řídicího systému k určení směru, rychlosti a zrychlení \ zbrzdění pohonu a servopohonu. Také se mohou použít pro regulaci tlaku v uzavřené smyčce.
- * **škrťací kartridžové ventily:** různé typy, odlehčení tlaku, redukování tlaku, 2 a 3- cestné rozvaděče a řízení průtoku.
- * **ventily řízení průtoku:** 2 nebo 3- cestné, tlakově kompenzované a proto převážně používané v otevřených smyčkách.

Řídicí elektronika obsahuje:

- * **budiče pro proporcionální ventily bez integrovaného převodníku,** jsou pro použití v otevřené i uzavřené smyčce
- * **budiče pro proporcionální ventily s integrovaným převodníkem:** mohou být v otevřené nebo v uzavřené smyčce pro ventily s řízením v uzavřené smyčce: porovnávají signál zpětné vazby ventilového převodníku se vstupním referenčním signálem (napětí nebo proud), vytvářejí „signál chyby“ a ovládají regulaci ventilu proporcionálně k tomuto „signálu chyby“ modulováním proudu elektromagnetu.
- * **karty doplňkových funkcí:** pro doplňkové funkce, jako je generování cyklu naprogramovaných referencí, předvolených referenčních funkcí, rozhraní, přívod energie, zobrazení hodnoty regulovaných parametrů, atd..
- * **převodníky a joysticky:** převodníky zdvihu, rychlosti, tlaku pro monitorování regulovaných parametrů, joysticky pro dálkové ovládní
- * **elektronické řadiče os:** porovnávají signál zpětné vazby převodníku systému se vstupním signálem (napětím nebo proudem), vytvářejí „signál chyby“, který je přiváděn jako referenční signál do budiče ventilu.

10 Elektrohydraulické systémy integrované do komunikační sítě

Moderní elektrohydraulické systémy mohou být integrovány do komunikační sítě, obvykle nazývané „polní sběrnice“ (nepr. PROFIBUS, INTERBUS-S a jiné).

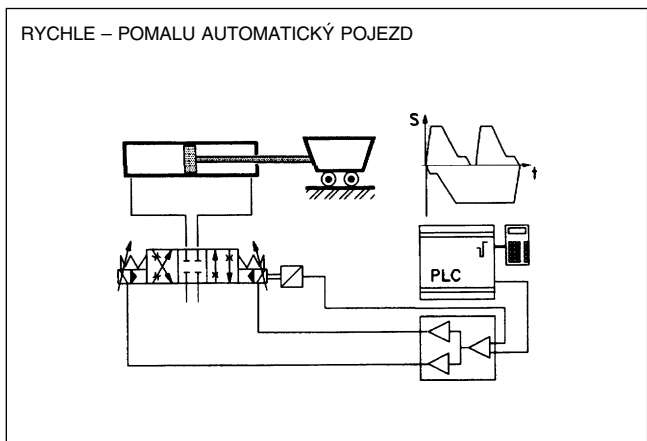
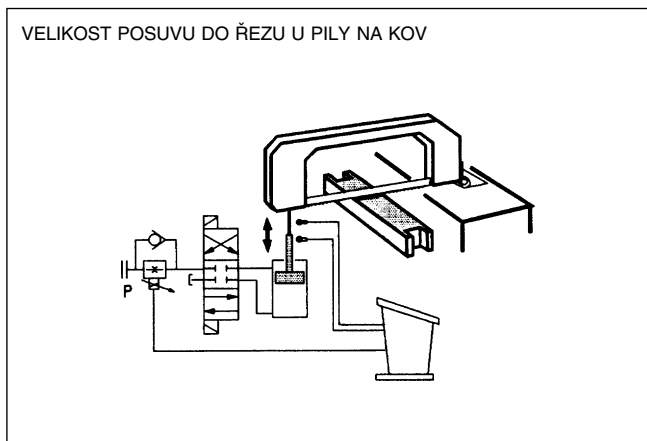
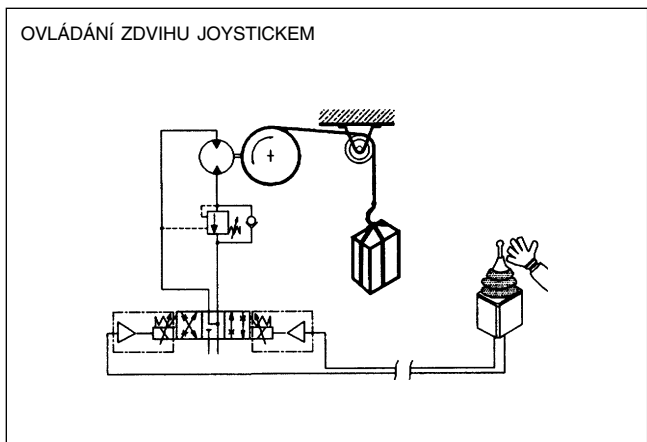
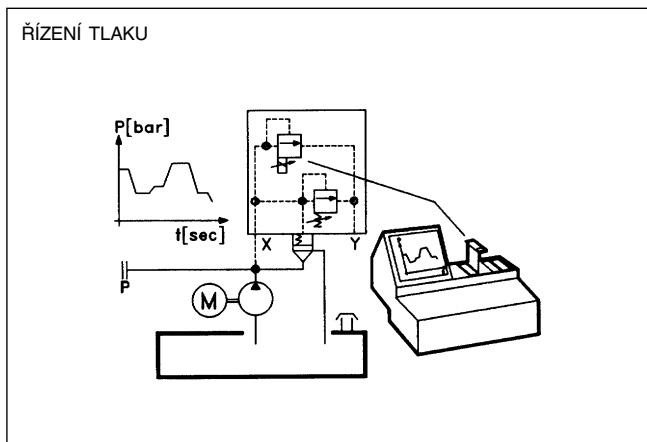
Polní sběrnice se obecně používá proto, aby propojila snímače, spínače, převodníky, motory, pohony a další zařízení. Až do současnosti bylo propojení a řízení hydraulických ventilů realizováno převážně řadou rozhraní nebo pospojováním „bod od bodu“ s nákladnými vodiči a vysokou pořizovací cenou.

Je však možné použít polní sběrnici k řízení proporcionálních ventilů, a to levnou telefonní dvojlínkou pro přenos referenčního signálu z PLC k ventilu a zpětně signál monitorovat, společně se všeobecnou informací z pole (provozu).

11 Řízení v otevřené smyčce: typické náčrtky

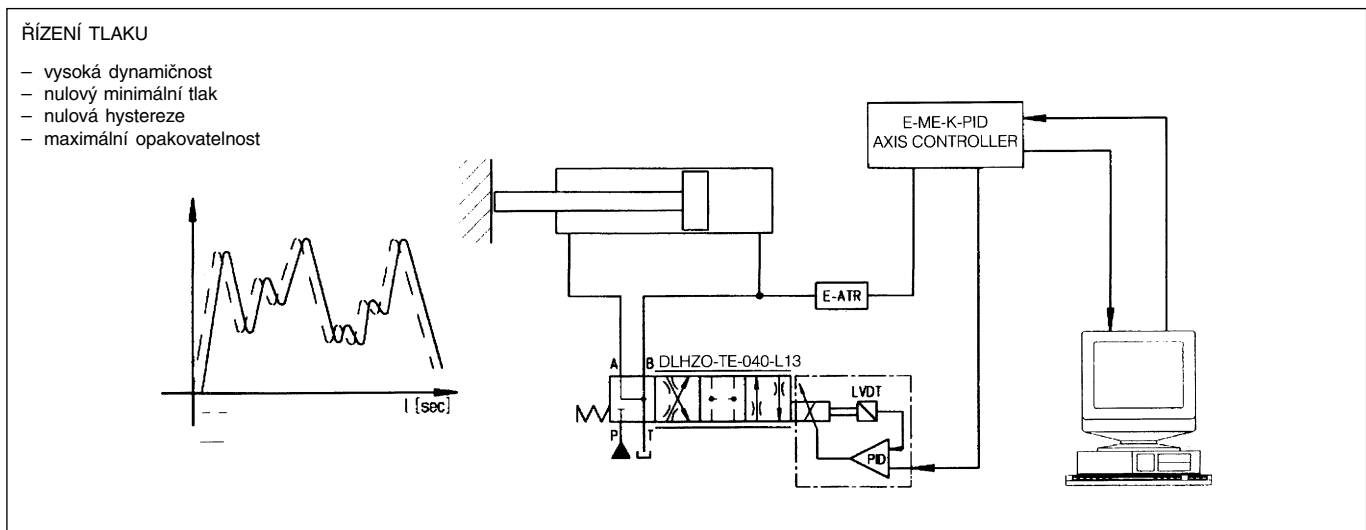
Otevřená řídicí smyčka je vhodná pro získání jemného postupu mezi různými úrovněmi hydraulických parametrů jakýchkoli nerovnoměrností, kde má obsluha nepřetržitou kontrolní funkci při vizuální kontrole zpětné vazby, jako je tomu například při použití „dálkového ovládání“.

Je obvykle používáno tam, kde není vyžadována velká přesnost: ve skutečnosti může být řízení v otevřené smyčce citlivé na rušivé signály okolního prostředí, jako je změna teploty, změna viskozity, na změnu momentu setrvačnosti vlivem pohybujících se hmot, atd.



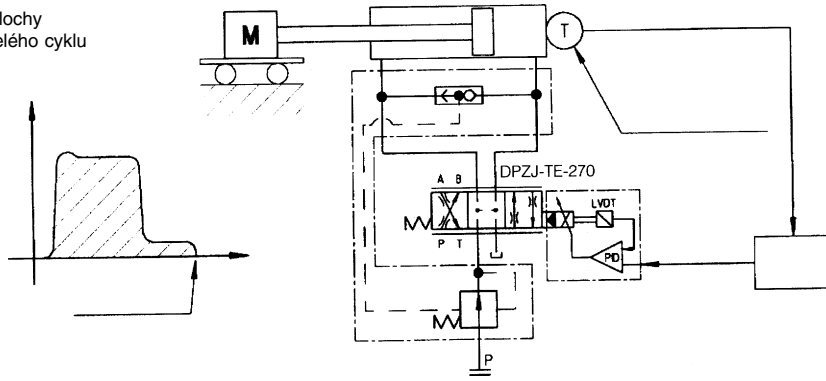
12 Uzavřená smyčka: typické náčrtky

Při řízení v uzavřené smyčce jsou regulované parametry nepřetržitě ověřovány zpětnou vazbou převodníku a tím uzavřená smyčka není citlivá na poruchy přicházející z okolního prostředí. Elektronické zpětnovazební převodníky, které měří konečné výsledky regulace (polohu, rychlost, sílu, úhel atd.) mohou být integrovány do pohonu nebo externě namontovány na stroj. Převodníky posílají elektrické signály do elektronického řadiče. Řadič (analogická PID karta nebo digitální souřadnicová karta), přijímají zpětnou vazbu a porovnávají ji s referenčním signálem. Odlišnost těchto dvou signálů (chyba), aktivuje PID řízení a udělá změny v povelovém signálu do proporcionálního ventilu, aby se eliminovala odlišnost. Řízení v uzavřené smyčce umožňuje stálou kontrolu a jednotné výsledky, a tak představuje optimální řešení pro řízení celého stroje a vysoký výkon.



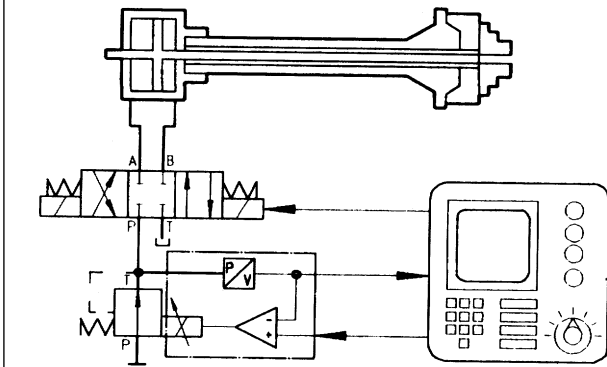
ŘÍZENÍ POLOHY/RYCHLOSTI

- vysoká přesnost konečné plochy
- absolutní opakovatelnost celého cyklu



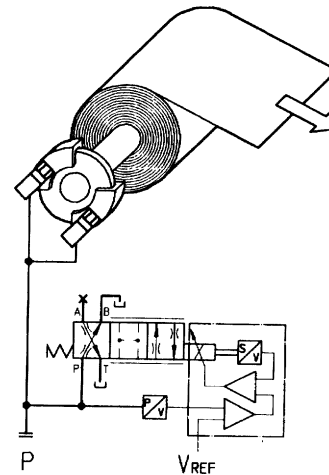
13 Uzavřená smyčka: příklady použití

Kontrola tlaku pro sevření sklíčidla pomocí RZGO-TER



Automatické řízení upínací síly je nezbytným požadavkem u vřetena vyvrtáček na hluboké díry, aby se zamezilo poškození drahých nástrojů. Řídicí signál je zpracován CNC systémem, proporcionální ventil má integrovaný tlakový převodník plus elektroniku uzavřené smyčky.

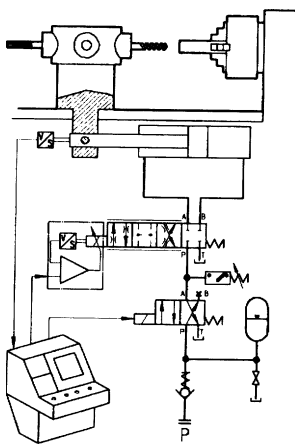
Řízení zátkovací tyče u lící pánve v ocelárně



Při aplikaci v ocelárně je použita robustní elektrohydraulická jednotka speciálně kvůli zajištění spolehlivosti a výkonu.

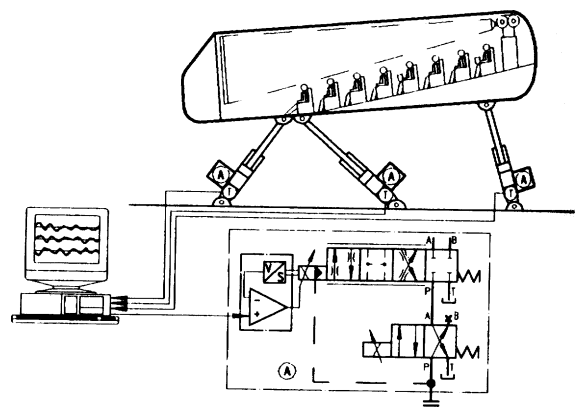
Příklad ukazuje speciální elektrohydraulický systém pro regulaci hladiny roztažené oceli, včetně proporcionálního ventilu s integrovanou elektronikou, bezpečnostní nouzové ruční ovládní, hydraulický servoválec s potenciometrickým převodníkem a integrovaný blok s řídicími ventily: celé zařízení je naprogramováno a připraveno k práci.

Polohování suportu pomocí DLHZO-TE-040



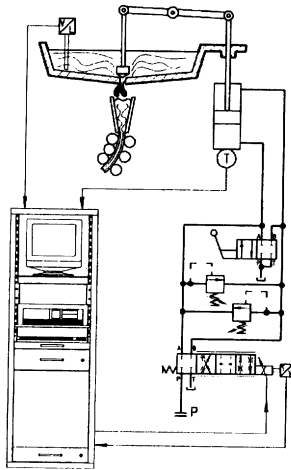
Příklad ukazuje proporcionální ventil s nelineární charakteristikou pro zlepšení rozlišení v oblasti slabých signálů, je řízen vlastní souřadnicovou kartou, aby byla docílena přesná kontrola rychlosti a polohy. Lineární digitální převodník namontovaný do válce dává zpětnou vazbu rychlosti a polohy. Akumulátor udržuje stálý hydraulický tlak, aby byl zajištěn vhodný tlakový nárůst přes proporcionální ventil pro jakékoli pracovní podmínky. Při nebezpečí je odpojen ON-OFF elektromagnetický ventil (a pak je opět zapnut, aby se obnovily pracovní podmínky), když proporcionální ventil je v nulové překryvací mezipoze.

Řízení brzd u snovacího stroje pomocí DLHZO-TE



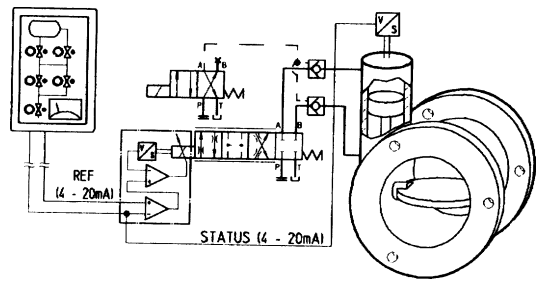
Řízení tažné síly u textilního snovacího stroje je dosaženo proporcionálním systémem, který reguluje činnost brzd. Ventil má integrovanou elektroniku schopnou řídit brzdny tlak v uzavřené smyčce skrze signál zpětné vazby u tlakového převodníku, na rozdíl od konvenčních řídicích systémů, tento systém umožňuje jemnou regulaci začínající na nulovém tlaku.

Simulátor pro dynamické kino pomocí DLKJZ-TE



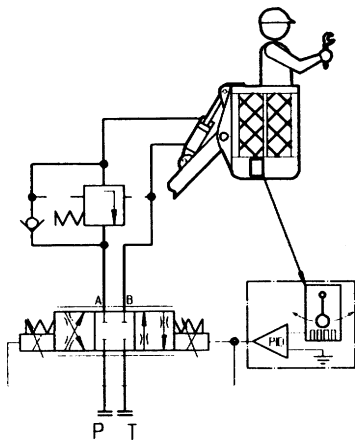
Všechny simulace je možné docílit zařízením podobným, jako je na tomto příkladu, který ukazuje mobilní zařízení poháněné servovalci s proporcionálním „přímo na palubě“, který má integrovanou elektroniku.

Třícestný proporcionální kartridž pro lisu na zpracování plastů



U lisů na zpracování plastických hmot, proporcionální kartridžový škrťací ventil plní tři hlavní funkce, t. j. rychlost vstřikování, průběh tlaku a protitlak při plnění formy. Elektronické řízení je provedeno proporcionálním ventilem s integrovanou elektronikou a s integrovaným převodníkem polohy, který uzavírá smyčku na hlavní kuželce pro přesné nastavení a má vysokou dynamičnost.

Ventil ve výrobním procesu, polohovaný pomocí DLKJZ-TE



Dálkové ovládání ventilu ve výrobním procesu je snadno dosaženo elektrohydraulickým systémem: nastavený referenční signál v rozsahu od 4 mA do 20 mA určuje polohu otevření a tím regulaci ventilu v uzavřené smyčce se stálým monitorováním výstupu, aby byla zaručena bezpečnost. Integrovaný elektronický budič může být přímo řízen 4–20 mA signálem, vytvářeným počítačem pro dálkové ovládání. Bezpečnostní blok je opatřen zpětným ventilem, pilotovaným ON-OFF solenoidovým ventilem.

Řízení rychlosti u děrovacího lisu pomocí LIQZJ-TE (kartridžový ventil)

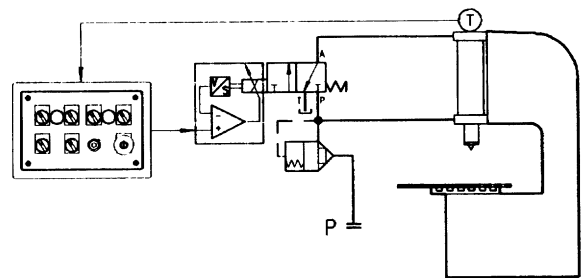
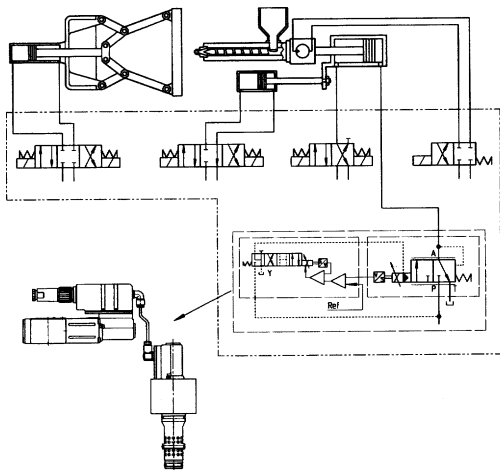


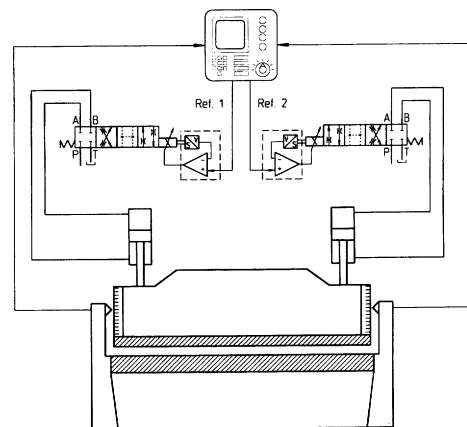
Schéma ukazuje regenerativní obvod použitím proporcionálního kartridžového ventilu s integrovanou elektronikou, nastavenou pro pohon vysokorychlostního děrovacího lisu. Vysoký výkon je dosažen řízením v uzavřené smyčce skrze převodník zdvihu na válci děrování.

Automatické vyrovnávání vysokozdvíže plošiny pomocí DHZO-T-073-D



Tato typická aplikace umožňuje automatické vyrovnávání plošiny použitím proporcionálního ventilu, řízeného specifickou elektronikou, která obsahuje snímač horizontální polohy plus elektronický budič v uzavřené smyčce. Celý elektronický systém je kompaktní modul přímo umístěný uvnitř.

Synchronizační řídicí systém pro ohýbací lisu.



U ohýbačky plechu jsou dva válce, které zdvínají a spouštějí beran a u kterých je během pohybu požadavek synchronizace pohybu a vysoké přesnosti polohy. Toho je úspěšně dosaženo pomocí dvou proporcionálních ventilů, řízených v uzavřené smyčce centrální jednotkou, která využívá signály přicházející i z převodníků polohy, namontovaných na beranu.

14 Typické výrazy

Opakovatelnost: Maximální rozdíl mezi následnými hodnotami hydraulických parametrů, získaným za stejných hydraulických a elektrických podmínek po proměnných příkazech poslaných ventilu. Opakovatelnost je měřena v procentech a je vztažena k maximální hodnotě regulovaného hydraulického parametru a v aplikacích s otevřenou smyčkou je přímo spojena s přesností systému.

Prosak: Množství kapaliny prosakující tlakovým kanálem a nádrží v době, kdy kanál je zavřený. Je přímo spojen s kvalitou opracování a dává představu o velikosti minimálního řízeného průtoku.

Referenční signál: Elektrický signál, kterým je napájen elektronický regulátor, aby se získal požadovaný budicí proud ventilu.

Budicí proud: Proud požadovaný pro buzení ventilu, je vyjádřen v mA.

Předmagnetizační proud (mA): Budicí proud požadovaný pro přivedení ventilu do nulového bodu za jakéhokoli nastavení pracovních podmínek.

Dither: Pulzační kmitočet budicího proudu.

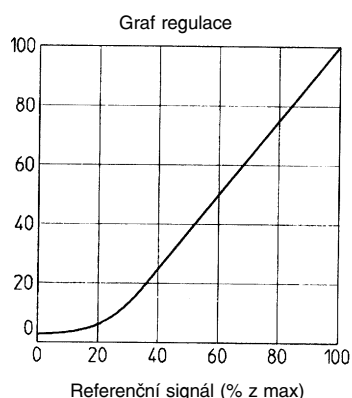
Regulační stupeň: Vztah mezi hodnotami budicího proudu a hodnotami referenčních signálů, je lineární a nastavitelný.

Rampový čas: čas potřebný ke změně budicího proudu ventilu následovaný krokovou změnou v referenčním signálu.

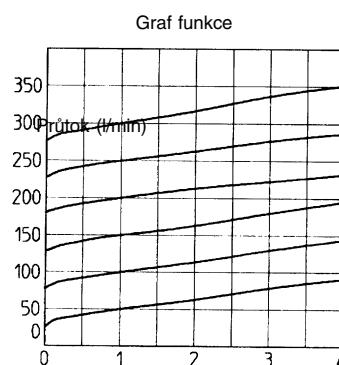
Elektrický zisk: Faktor, který násobí chybu smyčky ke korigování hodnot budicího proudu u řízení v uzavřené smyčce.

15 Typické grafy proporcionálního řízení

TLAKOVÉ ŘÍDICÍ VENTILY



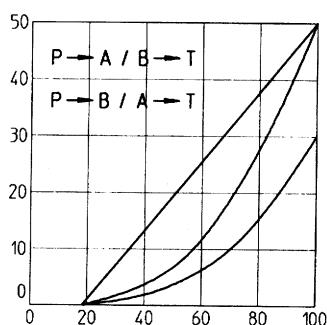
Jak se mění tlak regulovaný ventilem podle referenčního signálu.



Jak se mění tlak regulovaný podle průtoku.

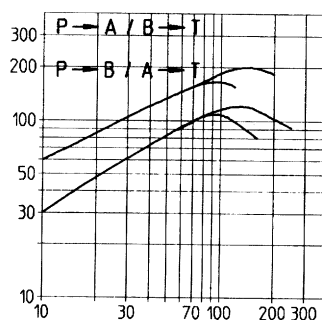
VENTILY ŘÍDICÍ SMĚR A PRŮTOK

Graf regulace při charakteristice Δp



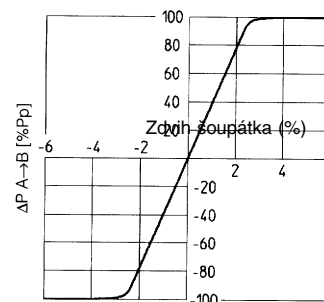
Jak se mění tlak regulovaný ventilem v závislosti na elektrickém referenčním signálu.

Graf regulace při maximálním referenčním signálu



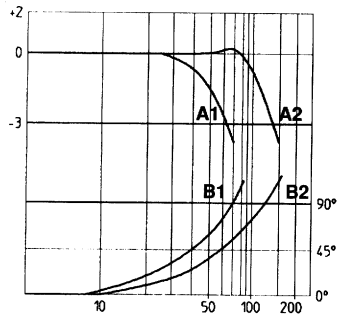
Regulovaný průtok versus funkční Δp při maximálním referenčním signálu. Jak se mění ventilem regulovaný průtok podle tlakového spádu ventilu.

Graf tlakového zisku



Jak se mění výstupní tlak v pracovním zazátkovaném kanálu v závislosti na zdvihovém součátka u ventilu s nulovým překrytím v klidové poloze. Na ose X je vyjádřen zdvih šoupátka v procentech celkového zdvihu. Na ose Y je vyjádřen v procentech vstupního tlaku. Tlakový zisk je hodnota zdvihu šoupátka (%), ve které Δp mezi kanály A a B odpovídá 80 % vstupního tlaku.

Bodyho graf

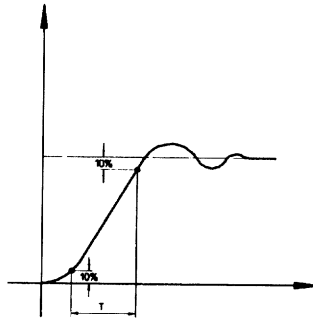


Křivka ukazuje typické regulační rozsahy ($\pm 5\%$ a $\pm 90\%$)

A) jak poměr amplitud (mezi amplitudou referenčního signálu a skutečnou amplitudou zdvihu šoupátka) se mění s frekvencí sinusovitého referenčního signálu

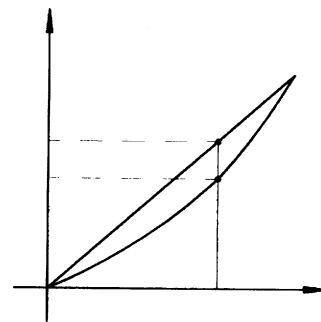
B) jak fáze (mezi referenčním sinusovitým signálem a skutečným zdvihem šoupátka) se mění s frekvencí referenčního signálu.

Čas odezvy – krokový vstup



Časové zpoždění požadované pro ventil, aby dosáhl požadovaného hydraulického výstupu, které následuje po krokové změně referenčního signálu (obvykle 0 – 100%)
Čas odezvy je měřen v milisekundách (ms) a je snadným parametrem pro ohodnocení dynamiky ventilu.

Hystereze



Maximální rozdíl mezi dvěma hodnotami regulovaného hydraulického parametru, získaný při stejném nastavení příkazu z 0 na maximum a pak z maxima do 0.
Hystereze je měřena v procentech maximální hodnoty regulovaného hydraulického parametru.