

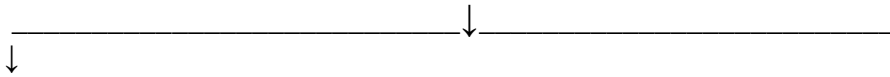
RAD S VIŠE CILINDARA



Problem blokirajućeg signala
(oba upravljačka priključka glavnog razvodnika su pod tlakom.)



PROJEKTIRANJE SHEMA UPRAVLJANJA



INŽENJERSKE METODE PROJEKTIRANJA

- shema se razrađuje po točno određenim pravilima pojedine metode
- specifičnosti rješava konstruktor na osnovu iskustva i intuicije

MATEMATIČKE METODE PROJEKTIRANJA

- temelji se na postupcima algebre logike (Bool)
- znanja iz kombinajske i sekvencijalne logike
- za vrlo složene probleme upravljanja



FUNKCIJSKI PRINCIP

Pneumatski element iako trajno aktivirani na izlazu sustava daju kratkotrajni signal.

KASKADNI PRINCIP

Kaskadno uključivanje dijela graničnih prekidača preko dodatnog " I " uvjeta ostvarenog kaskadnim razvodnicima.

KORAČNI PRINCIP

Uvijek je u slijed odvijanja uključen izlaz za jedan korak, a svi ostali su isključeni. Odvijanje rada korak po korak traži više elemenata koji su integrirani u taktne module te rješavaju većinu problema.

VDMA (Festo)

Udruga njem. ustanova za strojarstvo

KASKADNA metoda tvrtke
MARTONAIR

TAKT metoda

a) VDMA metoda

1. Prema zadanom problemu zapiše se slovni zapis gibanja cilindra (npr. A+B+B-A-).
 - A+ (plus iza oznake cilindra znači da se on izvlači, a minus da se uvlači).
 - Ako cilindri imaju paralelno gibanje pišu se u zapisu jedan ispod drugog A+
B+
2. Prema zapisu cilindra napravi se dijagram "s-t", put-vrijeme koji prikazuje ovisnost gibanja cilindra.
 - Ako ima više cilindra po redosljedu se crtaju jedan ispod drugoga počevši po zapisu odozgo
 - Međusobna veza među cilindrima prikaže se strelicama
 - Brzina gibanja cilindra crta se konstantom duž čitavog hoda, a nagib definira brzinu gibanja:
 - normalno gibanje (kut od 45°)
 - usporeno gibanje (kut od 30°) - ugraditi prigušnicu
 - ubrzano gibanje (kut od 60°) - ugraditi brzoispusni ventil
 - mirovanje cilindra prikazuje horizontalna crta
 - Dužine hodova svih cilindra nacrtamo jednakima
 - Promjer cilindra ne utječe na parametre u dijagramu
 - Veličine u dijagramu su bezdimenzionalne
 - Svugdje gdje u dijagramu kosa linija prelazi u horizontalnu, aktivirani razvodnik ostaje uključen dok klipnjača miruje. Ako se za trajanja mirovanja aktivira razvodnik koji ima isti prvi broj (pripada istom cilindru), a drugi broj suprotne parnosti (npr. 2.2 i 2.3), onda tu nastupa blokirajući signal (na mjestu prvo spomenutog razvodnika)
 - Na mjestu blokirajućeg signala ugradimo 3/2 razvodnik aktiviran zglobnim ticalom, a vraćan oprugom
 - Kad kosa crta u dijagramu prelazi u kosu (vrh trokuta) nema blokirajućeg signala i tu ugradimo 3/2 razvodnik aktiviran ticalom
 - Sve razvodnike odabiremo u normalno zatvorenom položaju
 - Zbog lakšeg snalaženja u dijagramu zaokružimo poziciju smještaja razvodnika sa zglobnim ticalom (blokirajući signal)
 - Smještaj pojedinog razvodnika u dijagramu zacrnimo točkom
 - Strelica koja izlazi iz točke kazuje poziciju uključivanja idućeg cilindra (oznaka je na točki dakle poziciji razvodnika, a ne na strelici koja definira poziciju uključivanja)
 - Gdje kosa crta prelazi u kosu, strelicu izvedemo da izlazi i uključuje istu točku (tu je 3/2 razvodnik sa ticalom)
 - Uz svaki cilindar u shemi treba postaviti ravnalo sa graničnim prekidačima
 - Ako granični prekidač predstavlja 3/2 sa zglobnim ticalom onda se uz njega nacrtava i strelica koja označava smjer gibanja uključivanog cilindra
 - Granični prekidači 3/2 sa ticalom stavljaju se na krajnje položaje ravnala, a 3/2 sa zglobnim ticalom pomaknute prema sredini kako bi dozvolili klipnjači da ih aktivira (da slobodno preskoči zglob) u neželjenom smjeru
 - Ako 3/2 sa zglobnim ticalom postavimo u krajnji položaj on preuzima ulogu 3/2 sa ticalom
 - Kada 2 puta kliknemo na razvodnik u Fluid sim-u pojavi se prozor za promjenu smjera gibanja uz granični prekidač, a kada 2 puta kliknemo na samo ticalo otvori se prozor za unos imena razvodnika

- Ako 2 puta kliknemo na ravnalo otvori se prozor za unos graničnih prekidača (ime i pozicija unosa)
- 3/2 razvodnicima sa ticalom ne možemo mijenjati smjer aktiviranja
- 3/2 razvodnicima sa zglobnim ticalom na didaktičkoj ploči smjer aktiviranja mijenjamo ugradnjom s gornje ili donje strane klipnjače uvučene za dužinu završetka klipnjače
- Sve oznake na razvodnicima možemo umjesto dvoklika mijenjati i s jednim desnim klikom odabirajući opciju *properties*

b) KASKADNA metoda

1. Pravilo o zapisu gibanja cilindara isto je kao i kod VDMA metode
2. Ako redosljed cilindara pri izvlačenju zadržava isti redosljed kao pri povratku nema blokirajućeg signala
3. Prvo se nacрта funkcijski krug i u njemu se označi smjer odvijanja procesa
 - U smjeru kazaljke na satu u krugu nacrtamo redosljed rada cilindara
 - Ako cilindri obave paralelan rad crtaju se jedan uz drugoga
 - Iznad oznake svakog cilindra upisuju se granični prekidači
 - Svi granični prekidači su 3/2 razvodnici sa ticalom smješteni na krajnjim pozicijama ravnala
 - Ako se cilindar izvlači (A+) aktivira granični prekidač a_1 , a ako se uvlači onda a_0
 - Tako za (B+) = (b_1), a (B-) = (b_0)
 - Sa dvije vertikalne crte \parallel (START) označi se početak ciklusa
 - Krug se razdjeli u kružne isječke, ali tako da se jedan cilindar ne smije 2 puta pojaviti u istom isječku
 - Svaki isječak označava jednu kaskadu
 - Broj kaskadnih razvodnika (n) je za 1 manji od broja kaskada (k) **$n=k-1$**
 - Kaskadni razvodnik je ustvari 4/2 ili 5/2 razvodnik obostrano aktiviran tlačno
 - Razvodnici unutar kaskade uključuju direktno cilindre u njoj prema zapisu
 - Zadnji razvodnik u kaskadi, uključuje iduću kaskadu
 - Kaskada aktivira direktno prvi cilindar u njoj
 - Uključivanje iduće kaskade briše prethodnu kaskadu
 - Svi razvodnici unutar jedne kaskade imaju priključeno napajanje na izlaz te kaskade (to je realizacija "I" funkcije pasivnim spojem)
 - Ako se dva razvodnika u kaskadi aktiviraju istovremeno onda ih spojimo serijski bez obzira je li jedan od razvodnika normalno otvoren (ili čak oba)
 - Ako je START prvi razvodnik u kaskadi njega aktivira ta kaskada
 - Napajanje STARTA ide na izlaz kaskade samo ako je on prvi razvodnik u njoj
 - Napajanje STARTA ako nije prvi razvodnik unutar kaskade ide serijski spojeno na razvodnik koji ga uključuje
 - Na izlaz pojedine kaskade spaja se:
 - napajanje svih razvodnika u njoj
 - gibanje nekog cilindra prema zapisu iz funkcijskog kruga
 - spoj uključivanja kad spojimo više kaskadnih razvodnika

Kod spoja više kaskadnih razvodnika postoji propisan način njihova spajanja:

- međusobni spoj kaskadnih razvodnika (sa radnog voda 4 prvog na napajanje idućeg počevši od zadnje kaskade)
- pojedinu kaskadu aktivira impuls zadnjeg razvodnika u prethodnoj kaskadi
- slobodne upravljačke izlaze spojimo na izlaz (2) prethodne kaskade

- svi razvodnici koji signaliziraju uvučeni položaj klipnjače (a_0, b_0, c_0, \dots) u Fluid sim-u automatski dobiju simbol "zida" na ticalu i prebace se u otvoreni položaj
- ako je shema složena (više kaskada) onda na izlazu iz svake kaskade povučemo horizontalno njen pravac na koji priključimo elemente prema zapisu
- ako neki cilindar ponavlja gibanje onda se na graničnom ravnalu treba za svako ponovljeno gibanje postaviti novi set graničnih prekidača: B+B-B+B- (b_1, b_0, b_1', b_0')
- u Fluid sim-u granični prekidači prekrivaju jedan drugoga (vidi se samo zadnje upisani), a njihovo stvarno stanje znamo ako 2 puta kliknemo na ravnalo (na didaktičkoj ploči jedan par razvodnika stavimo sa gornje, a drugi par sa donje strane klipnjače)
- Ponavljanje hodova traži "ILI" uvijet ispred glavnog razvodnika cilindra koji ponavlja hod

c) TAKT metoda

- Postojanje jednog izlaza u svakom koraku omogućava jednostavno rješavanje ponavljanja hodova nekog cilindra
- U tom slučaju ako neki cilindar ponavlja gibanje dovoljno je bez obzira na broj ponavljanja odabrati samo dva granična prekidača (za B, b_0 i b_1)
- Svi odabrani granični prekidači su 3/2 razvodnici aktivirani ticalom, a automatskim odabirom uvučenog položaja (oni sa indeksom 0) prebace se u otvoreni položaj
- Kod ponavljanja hodova izlazi iz takvog modula idu na "ILI" ventile (kojih broj ovisi o broju ponavljanja hodova)
- Napajanja svih graničnih 3/2 razvodnika idu na razdjelnik zraka
- Svaki radni korak zahtjeva 1 takti modul
- Ako više cilindara radi paralelno za svih je zajednički jedan takti modul
- Takti modul se sastoji od 3/2 impulsno aktiviranog razvodnika, "I" funkcije izvedene sa 3/2 razvodnikom u pasivnom spoju i "ILI" ventila za uključivanje izlaza
- Ako "ILI" ventil isključuje izlaz modula onda je to tip taktnog modula TAA
- Ako "ILI" ventil uključuje izlaz modula onda je to tip taktnog modula TAB
- U takti lanac možemo povezati minimalno 3 modula
- Svaki modul ima 10 priključaka
 - Y_n , spaja se na *startni* razvodnik
 - Z_n, Z_{n+1} (direktno spojeni – brišu prethodan izraz)
 - 2 puta P (napajanje)
 - 2 puta L (resetiranje, možemo ga ne spajati)
 - X – ulaz
 - A – izlaz
 - Y_{n+1} (aktivira ga zadnje aktivirani razvodnik i on ide na napajanje *starta*)

- Ako se dva razvodnika koji djeluju na X priključak (ulaz u modulu) aktiviraju istovremeno povežemo ih sa "I" ventilom
- Način spajanja taktnih modula:
 - sva napajanja P u seriju, a završetke na razdjelnik
 - sve priključke L u seriju, a posljednji s prvim
 - sve Z_n priključke u seriju Z_n priključke u seriju, a Z_{n+1} na Z_n
 - Y_n na radni vod startnog razvodnika
 - Y_{n+1} na napajanje startnog razvodnika
 - $X_1, X_2, X_3...$ prema zapisu rada na radne vodove razvodnika koji ih aktiviraju
 - $A_1, A_2, A_3...$ na glavne razvodnike prema zapisu rada
- Ako shema ne funkcioniра aktiviraj za početak 3/2 tlačno aktivirani razvodnik razvodnik unutar prvog taktnog modula (da izbriše prethodni izlaz)
- Svaki taktni modul u didaktičkoj opremi ima 4 ulaza i izlaza ($A_1, A_2, A_3, A_4; X_1, X_2, X_3, X_4$). Ako su nama potrebna samo 3 onda X_4 prespojimo sa A_4

d) KOMBINACIJA METODA (najčešće kaskadna i taktna)

- Primjenjuje se kada bi zadatak tražio veći broj kaskadnih razvodnika
- Kao i kod kaskadne nacrtu se i označi funkcijski krug te kretnja cilindra i aktivacija razvodnika
- Zadnje aktivirani razvodnik u kaskadi ide umjesto na spoj kaskadnog razvodnika dotične kaskade na pripadni ulaz taktnog modula i zbog lakšeg snalaženja njega zaokružimo
- Broj taktnih modula odgovara broju kaskada
- Izlaz iz taktnog modula (A) uključuje prvi cilindar u idućoj kaskadi
- Napajanje razvodnika koji uključuje kaskade (njihove ulaze u taktnom modulu) idu na razdjelnik zraka
- Napajanja ostalih razvodnika idu na izlaz A kaskade kojoj pripadaju
- Radni vod starta ide na Y_n , a njegovo napajanje na Y_{n+1}
- Ostali elementi taktnih modula spajaju se kao kod TAKT metode
- Na izlaze iz kaskada A_1, A_2, A_3 povuku se horizontalne crte na koje spajamo aktivacije cilindra i napajanje razvodnika iz te kaskade