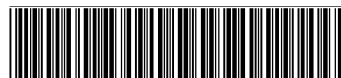




(19) REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNI ZAVOD ZA
INTELEKTUALNO VLASNIŠTVO



(10) Identifikator
dokumenta:

HR P960476 A2

HR P960476 A2

(12) PRIJAVA PATENTA

(51) MKP⁶: **F 04 D 27/00**
F 04 D 27/02

(21) Broj prijave: P960476A

(22) Datum podnošenja prijave patenta: 18.10.1996.

(43) Datum objave prijave patenta: 31.08.1997.

(31) Broj prve prijave: 08/546, 114 (32) Datum podnošenja prve prijave: 20.10.1995. (33) Država ili organizacija podnošenja prve prijave: US

(62) Broj i datum prvobitne prijave u slučaju podjele patenta:

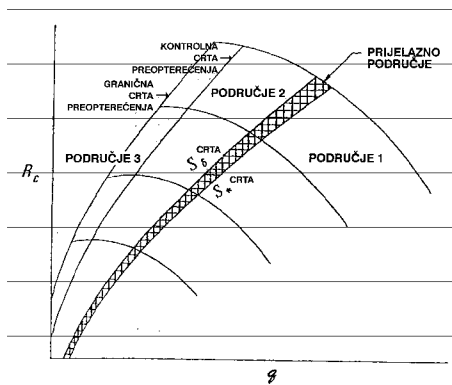
(71) Podnositelj prijave: **Compressor Controls Corporation, 11359 Aurora Avenue, Des Moines, 50322 IA, US**

(72) Izumitelj: **Serge Staroskelsky, 4123 Plumwood Dr., West Des Moines, IA, US**
Brett W. Batson, 2710-215th St., Dallas Center, IA, US
Saul Mirsky, 4114 Timberwood Drive, West Des Moines, IA, US
Vadim Shapiro, 413-51 St. Street, West Des Moines, IA, US

(74) Zastupnik: **PRODUCTA d.o.o., Zagreb, HR**

(54) Naziv izuma: **METODA I UREĐAJI ZA REGULACIJU OPTEREĆENJA IZMEĐU VIŠE KOMPRESORA**

(57) Sažetak: Uravnoteženje opterećenja između serije kompresora nije trivijalno. Opisan je način da se uravnoteže opterećenja za kompresorske sustave koji imaju svojstvo da se parametri preopterećenja, S , mijenjaju u istom smjeru s rotorskom brzinom tijekom procesa uravnoteženja. Kontrola regulacije opterećenja uključuje izjednačavanja odnosa tlaka, rotacijske brzine ili snage (ili njihovih funkcija) kada su kompresori u funkciji i daleko od preopterećenja. Zatim se, ako se približava preopterećenje, kontroliraju svi kompresori, tako da svi oni dosežu svoje kontrolne crte preopterećenja istovremeno.



HR P960476 A2

Područje izuma

Izum je iz područja strojarstva. Izum se općenito odnosi na metodu i uređaj za regulaciju opterećenja turbokompresorskih mreža u seriji. Točnije, izum se odnosi na metodu za razdiobu opterećenja pomoću kompresora u seriji, čime se sprječava prekomjerno recikliranje kada postane neophodno da se kompresori zaštite od preopterećenja.

Stanje tehnike

Kada je dva ili više kompresora povezano u seriji, zaštita od preopterećenja i procesna učinkovitost mogu se maksimalizirati ako se operativno održavaju ekvidistantno od njihovih granica preopterećenja kada ne recikliraju, i izjednačavanjem njihovih reciklirajućih brzina protoka pri recikliranju.

Današnji kontrolni sustavi za seriju kompresorskih mreža sastoje se od glavnog kontrolera, jednog kontrolera opterećenja koji je povezan sa svakim pokretačem, te jedini kontrolerom protiv preopterećenja za svaki kompresor. Sustav poput ovog rabi nekoliko komplementarnih svojstava da interaktivno održi željeni tlak ili brzinu protoka dok se istovremeno održava konstantni odnos između kompresora, štiti kompresori od preopterećenja. Jedno takvo svojstvo je uravnoteženje opterećenja koje održava kompresore na jednakoj udaljenosti od preopterećenja da se izbjegne nepotrebno recikliranje.

Opis tehničkog rješenja s primjerima izvođenja

Svrha ovoga izuma je da se dobije metoda za razdiobu opterećenja koje podnose kompresori u serijskoj mreži - kao što je transport plina (cjevovodom) kompresorima - koji imaju svojstvo da se parametri preopterećenja za sve kompresore mijenjaju u istom smjeru s promjenama brzine, tijekom procesa uravnoteženja. Međutim, mnogi kompresorski sustavi imaju slična svojstva i mogu biti upravljani korištenjem ovog pristupa koji koristi ulogu učinkovitosti u izbjegavanju recikliranja, ili ispuštanja plina, pri kontroli preopterećenja uvijek kada je to moguće. Izum opisuje uravnoteženja opterećenja da bi se minimiziralo recikliranje uz uravnoteženje odnosa tlaka ili rotacijskih brzina u slučaju kada recikliranje nije neizbježno.

Varijable koje se mogu kontrolirati su predmet ovog izuma i primjeri parametara kojima se može upravljati su rotacijska brzina, ulazno usmjeravajuće krilo i usisni prigušni ventili. Za ovu tehniku, kompresorska mapa je podijeljena u tri područja, plus malo prijelazno područje, kao što je prikazano na slici 1.

Područje 1 - Kada kompresoru ne prijeti opasnost od preopterećenja jer je blizu kontrolne crte, vrijednosti kao što su odnos tlaka, rotacijska brzina ili snaga mogu se uravnotežiti na unaprijed određen način među kompresorima u serijskoj mreži.

Područje 2 - Ako se bilo koja od kompresorskih operativnih točaka približava kontrolnoj crti preopterećenja, svi kompresori trebaju se držati na jednakoj udaljenosti od svojih kontrolnih crta preopterećenja, čime se odgađa bilo kakvo recikliranje sve dok svi kompresori u mreži ne dostignu svoje kontrolne crte.

Područje 3 - U slučaju kada svi kompresori recikliraju, korisno je upravljati performancom svih kompresora tako da svi recikliraju jednako.

Prijelazno područje - Ovo područje, između područja 1 i 2, namijenjeno je jednoličnom prijenosu kontrole između različitih varijabli procesa koje se rabe u ova dva područja.

Kratak opis crteža

Slika 1 prikazuje kompresorsku mapu s tri granice između tri područja, plus prijelazno područje.

Slika 2 prikazuje shematski dijagram koji predstavlja mrežu serije kompresora i kontrolnu shemu.

Slika 3 prikazuje blok dijagram kontrolne sheme za mrežu serije kompresora, koja ulazi u kontroler raspodjele opterećenja.

Slika 4 prikazuje funkcijski dijagram parametra x prema parametru $S_{\max}$.

Slika 5 prikazuje blok dijagram kontrolera raspodjele opterećenja za turbokompresore koji rade u seriji.

Najbolji način realizacije izuma

Kada kompresori rade "daleko od preopterećenja", preporučljivo je da se raspodjeli odnos tlaka među svim kompresorima na unaprijed definirani način. Realizirajući to na taj način da se maksimalizira učinkovitost može biti ispravno kada se kompresori pokreću plinskim turbinama.

Za mrežu serije kompresora, učinkovitost i sigurnost mogu se postići racionalnom raspodjelom opterećenja koje dijele kompresori. Slika 2 prikazuje takvu konfiguraciju u mreži s dva turbokompresora u seriji 20, a oba pokreće plinska turbina. Svaki kompresor ima odvojenu kontrolnu shemu koja obuhvaća uređaje za praćenje ulaznih procesnih signala, kao što su diferencijalni tlak duž uređaja za mjerenje protoka 21 i duž kompresora 28, usisnog tlaka 22 i ispušnog tlaka 23. Ovaj sustav također uključuje transmiere za namještanje pozicije reciklirajućeg ventila 24, ventila ulazne temperature 24, temperature usisavanja 27, temperature ispuštanja 29 i rotacijske brzine 26. Ovi i ostali signali međusobno integriraju i ulaze kao parametri za uravnoteženje u kontroler za uravnoteženje opterećenja.

Učinkovitost operacije zahtijeva da se izbjegne recikliranje ili ispuštanje plina u cilju kontrole preopterećenja uvijek kada je to moguće (još uvijek uz održavanje sigurnosti). Moguće je provesti kontrolu performansi na takav način da se minimizira recikliranje, što znači da ga treba izbjeći kada je moguće, te spriječiti prekomjerno recikliranje kada je neophodno da se zaštite kompresori. Ovaj tip kontrole performansi uključuje držanje kompresora na jednakoj udaljenosti od preopterećenja kada se njihovo djelovanje približava području preopterećenja. Tehnika uravnoteženja opterećenja opisana je u ovom odjeljku i pokazana na slici 1 kao tri granice između tri režima plus prijelazno područje.

Područje 1 (daleko od preopterećenja) - Mora biti definirana udaljenost od kontrolne crte preopterećenja ispod koje nema neposredne opasnost od preopterećenja. Kada su operativne točke kompresora za njih sve bar toliko daleko od kontrolne crte preopterećenja, performansom kompresora može se upravljati da se uravnoteži odnos tlaka. Za fleksibilnost, definirana je za svrhu kontrole funkcija odnosa tlaka, $f_2(R_c)$. Ova funkcija će držati parametar uravnoteženja u ovom području do manje od jedan i omogućiti sjedinjavanje područja 1 i područja 2 kroz prijelazno područje.

Područje 2 (blizu preopterećenja) - Kada je kompresor blizu kontrolne crte preopterećenja, treba definirati parametar koji opisuje udaljenost svakog kompresora od ove crte. Ovaj parametar treba održavati jednakim za svaki kompresor.

Mogući parametar može biti

$$S_s = \frac{f_1(R_c)}{q_s^2}$$

gdje je:

S_s = parametar preopterećenja

R_c = odnos tlaka duž kompresora, P_d/P_s

P_d = apsolutni tlak ispuštanja

P_s = apsolutni tlak usisavanja

q_s = reducirani protok na usisnoj strani kompresora, $\sqrt{\Delta p_{o,s}/P_s}$

$\Delta p_{o,s}$ = signal mjerenja protoka pri usisavanju.

Funkcija f_1 vraća vrijednost q_s^2 , na graničnoj crti preopterećenja, za danu vrijednost nezavisne varijable R_c . Prema tome, S_s ide prema jedinici na graničnoj crti preopterećenja. Ona je manja od jedan na sigurnoj (desnoj) strani granične crte preopterećenja. Granični rub, b , se dodaje na S_s da se konstruira kontrolna crta preopterećenja, $S = S_s + b$. Tada je definicija između operativne točke i kontrolne crte preopterećenja jednostavno $\delta = 1 - S$, koja opisuje parametar koji je pozitivan u sigurnom području (desno od kontrolne crte preopterećenja), a nula na kontrolnoj crti preopterećenja.

Regulacija opterećenja blizu kontrolne crte preopterećenja zahtijeva manipuliranje performansama svakog kompresora tako da su 5 svih kompresora povezane konstantama razmjernosti - što im omogućava da idu prema nuli istovremeno. Dakle, nijedan kompresor neće reciklirati dok svi ne budu morali reciklirati. Time se poboljšava energetska učinkovitost procesa jer je reciklirajući plin gubitak sa stanovišta potrošnje energije (ali ne sa stanovišta sigurnosti). Time se također ne dozvoljava da bilo kompresor bude u bitno većoj opasnosti od preopterećenja nego bilo koji drugi - svi moraju jednako dijeliti "opasnost preopterećenja".

Područje 3 (pri recikliranju) - Kada se zahtijeva recikliranje zbog sigurnosti strojeva, mora se uvesti dodatno ograničenje da se odredi jedinstveni operativni uvjet. Za parametar uravnoteženja, definiramo

$$S_p = S[1 + \dot{m}_r] = S \left[1 + C_r \frac{P_1}{\sqrt{T_1}} f_3(R_{c,r}) \right]$$

gdje je:

S_p = parametar uravnoteženja

m_v = relativna brzina protoka mase kroz ventil za recikliranje

C_v = koeficijent protoka ventila, $f_v(v)$

v = položaj otpuštanja ventila

5 P_1 = tlak plina koji ulazi u ventil

T_1 = temperatura plina koji ulazi u ventil

$$f_3(R_{c,v}) = \left[1 - C_a \left(1 - 1/R_{c,v} \right) \right] \sqrt{1 - 1/R_{c,v}} \quad , \quad \left[f_3(R_{c,v}) \leq \sqrt{0,148/C_a} \right]$$

C_a = konstanta

$R_{c,v}$ = odnos tlaka duž ventila.

10

Parametar S_p identičan je sa S kada je reciklirajući ventil zatvoren ($m_v = 0$), dakle, može se također koristiti u području 2. Međutim, za razliku od S , S_p raste iznad jedan kada je operativna točka na kontrolnoj crti preopterećenja i kada je ventil za recikliranje otvoren. Dakle, uravnoteženje S_p rezultira jedinstvenom operacijom za bilo kakve uvjete.

15 Da bi S_p bio fleksibilniji, treba uvesti konstantu proporcioniranja, β , kao što slijedi:

$$S_p^* = [1 - \beta(1 - S)][1 + m_v]$$

20 Na ovaj način, ravnotežom se može upravljati, a ipak svi kompresori dosižu svoju kontrolnu crtu preopterećenja istovremeno.

Blok dijagram za izračunavanje parametra uravnoteženja S_p^* je prikazan na slici 3 gdje je odašiljač podataka s visokotlačnog kompresora (prikazano na slici 1) izračunat da definira S_p^* kao ulaz za kontroler uravnoteženja opterećenja. Na slici, modul 30 izračunava odnos tlaka (R_c) za koji se podrazumijeva da je točan za kompresor i za ventil za recikliranje. Drugi modul 31 izračunava reducirani protok kroz kompresor (q_s^2) dva karakterizatora funkcije 32, 33 definiraju odnos tlaka

25

$$[f_1(R_c), f(R_c)_3]$$

30 Množitelj 34 određuje relativnu protočnu masu recikliranja (m_v) iz funkcije odnosa tlaka $[f_3(R_c)]$, apsolutnog tlaka pri ispuštanju (P_a, HP) 23, te s podacima odašiljača za položaj ventila za recikliranje $[f_v(v)]$ 24 i odašiljača temperature

$$\left(1/\sqrt{T_{1,HP}} \right) \quad 25. \text{ Relativna masa protoka za recikliranje se zatim dodaje konstanti } (1 + m_v) 35.$$

35 Djelitelj 36 daje parametar preopterećenja (S_s) koji djeluje na drugi modul 37 tako da zbraja ovu vrijednost i sigurnosni rub (b) da se opiše parametar preopterećenja (S). Slijedeći redoslijed operacija na parametru S , generator sumiranja 38 generira $1 - \beta(1 - S)$ koji se množi sa $1 + m_v$, definirajući parametar uravnoteženja S_p^* kao ulaz za kontroler uravnoteženja opterećenja 40.

40 Iz gornjeg razmatranja, uz odgovarajući izbor parametra uravnoteženja u području recikliranja (područje 3), pomak iz područja 2 u područje 3 (te natrag) obavlja se automatski.

Da bi se uravnotežile različite varijable, neophodno je definirati zadanu točku i procesnu varijablu za kontrolnu petlju kao funkciju smještaja operativne točke na kompresorskoj mapi. Jedan način da se ovo izvrši je definirati parametar x , tako da

$$x = \begin{cases} 1 & \text{za } S_s \leq S_{\max} \\ \frac{S_{\max} - S_s}{S_s - S_{\delta}} & \text{za } S_s < S_{\max} < S_s \\ 0 & \text{za } S_{\max} \leq S_s \end{cases}$$

45 gdje je:

$S_{\max}$ = maksimalna vrijednost S (najbliža preopterećenju) za bilo koji kompresor u mreži u danom vremenu

S_s = desna granica prijelaznog područja

S_{δ} = lijeva granica prijelaznog područja.

50

Funkcijski dijagram x prema $S_{\max}$ prikazan je na slici 4. Valja uočiti da je x jednak za sve kompresore i da je izračunat prema parametrima koji odgovaraju onima najbližima njegovoj crti opterećenja. Parametar uravnoteženja, B , može se definirati kao funkcija od x :

$$(a) B=(1-x)f_2(R_c)+x[1-\beta(1-S)][1+m_v]=\beta_2+\beta_1 S^*_p$$

te je lako uočiti da je

$$\beta_1=x \quad i \quad \beta_2=(1-x)f_2(R_c)$$

Funkcija odnosa tlaka $f_2(R_c)$, u jedn. (a), treba biti monotona i uvijek manja od S_s da se osigura da B bude također monotona.

- 10 Jedn. (a) se koristi da definira procesnu varijablu i određenu točku za svaki kontroler uravnoteženja opterećenja. Za procesnu varijablu, za specifični kompresor, za izračunavanje B koristi se vrijednost S^*_p . Da se izračuna određena točka, izračunava se prosjek svih vrijednosti B.

- 15 Slika 5 prikazuje pojedinosti uporabe jedn. (a) u blok dijagramu kontrolera dijeljenja opterećenja (označen na slici 3) za mrežu dva kompresora, dok na parametre uravnoteženja ($S^*_{p,1}, S^*_{p,2}$) 50 djeluje modul 52 koji generira maksimalnu vrijednost S (S_{max}) koja se rabi pri određivanju parametra (x) 53. Uz to, odnosi tlaka ($R_{C,1}, R_{C,2}$) 51 zajedno za parametrima uravnoteženja 50 i parametrom x 53, pomažu u izračunavanju procesnih varijabli (PV_1, PV_2) 54 i, redom, određene točke (SP) 55. Drugi modul 56 zatim izračunava pogrešku ($\varepsilon_1, \varepsilon_2$) koje se rabe da se izvedu izlazni signali 57, 58 kojis e zatim odašilju do upravitelja brzine specifičnog kompresora 59, 60.

- 20 Alternative gore opisanom algoritmu za uravnoteženje opterećenja je opisan za uravnoteženje prema parametrima koji nisu odnos tlaka. Primjeri takvih parametara su rotacijska brzina, snaga i udaljenost od granica pokretača. Mogu se koristiti i ostali oblici parametra preopterećenja, S; primjerice

$$S = \frac{\Delta p_c}{\Delta p_o} \quad i \quad S = \frac{f(h_r)}{q_s^2}$$

- 25 gdje je:

- Δp_c = diferencijalni rast tlaka duž kompresora
 h_r = reducirani vrh, $(R_c^\sigma - 1)/\sigma$
 30 $\sigma = (k-1)/\eta_p k$
 η_p = politropna učinkovitost.

- Uravnoteženje tijekom recikliranja može se izvršiti bez računanja relativnog protoka mase kroz ventile za recikliranje. Primjerice, moguće je izvršiti uravnoteženje korištenjem samo kombinacije funkcija odnosa tlaka, $f_3(R_{C,v})$, te funkcije položaja ventila za recikliranje, $f_v(v)$; čak i korištenjem samo $f_v(v)$. Štoviše, kompenzacija se može načiniti prema razlikama temperature. Ove se metode mogu također primijeniti na kompresore u paraleli.

- Očito je da su moguće različite modifikacije i inačice ovoga izuma u svjetlu gore iznesenih činjenica. Podrazumijeva se, dakle, da unutar dosega priloženih zahtjeva, izum može biti primijenjen i na drugi način od onoga koje je specifično
 40 opisan.

PATENTNI ZAHTEJEVI

- 45 1. Metoda za kontroliranje kompresorskog sustava koji se sastoji iz bar dva kompresora, barem jednog pokretača, i množine uređaja za variranje performansi navedenih kompresora, **naznačena time**, što se sastoji iz sljedećih stupnjeva:
- (a) definiranje parametra preopterećenja, S,, koji predstavlja udaljenost između operative točke i crte preopterećenja za svaki kompresor;
- 50 (b) specficiranje vrijednosti, S,, navedenog parametra preopterećenja za svaki kompresor;
- (c) manipuliranje performansama navedenih kompresora da se održi unaprijed određen odnos između svih kompresora i/ili pokretača kada su operative točke svih kompresora dalje od vrijednosti preopterećenja nego od navedenih specficiranih vrijednosti, S.; i
- (d) manipuliranje performansama navedenih kompresora na takav način da svi kompresori dosežu svoje crte preopterećenja istovremeno.
- 55 2. Metoda prema zahtjevu 1, **naznačena time**, gdje stupanj definiranja parametra preopterećenja, S, obuhvaća sljedeće stupnjeve:
- (a) konstruiranje kontrolne crte preopterećenja za kompresor, u dvodimenzionalnom prostoru;
- (b) definiranje funkcije, $f_1(\cdot)$ koja vraća vrijednost apscise kod preopterećenja za danu vrijednost ordinate varijable;

i

(c) izračunavanje odnosa $f_2(\cdot)$ za vrijednost apscise prema stvarnim vrijednostima varijabli na ordinati i apscisi.

3. Metoda prema zahtjevu 2, **naznačena time**, gdje je varijabla na apscisi reducirani protok, $\Delta p_0/p$, a varijabla na ordinati je odnos tlaka, R_c .
- 5 4. Metoda prema zahtjevu 2, **naznačena time**, gdje je varijabla na apscisi reducirani protok, $\Delta p_0/p$, a varijabla na ordinati je reducirani vrh, $h_r = (R_c^\sigma - 1)/\sigma$
5. Metoda prema zahtjevu 1, **naznačena time**, gdje je varijabla na apscisi diferencijalni tlak duž uređaja za mjerenje protoka, Δp_0 , a varijabla na ordinati je razlika tlaka duž kompresora, Δp_c .
- 10 6. Metoda prema zahtjevu 1, **naznačena time**, gdje se stupanj održavanja unaprijed određenog odnosa između svih kompresora provodi izjednačavanjem funkcija odnosa tlaka, R_c .
7. Metoda prema zahtjevu 6, **naznačena time**, gdje se odnos tlaka izračunava sukladno sljedećim stupnjevima:
 - (a) određivanje tlaka pri usisavanju navedenog kompresora;
 - (b) određivanje tlaka pri pražnjenju navedenog kompresora;
 - (c) korekcija vrijednosti navedenog tlaka usisavanja i tlaka pražnjenja na apsolutnu skalu tlaka; i
 - 15 (d) dijeljenje tako korigiranog tlaka pražnjenja sa tako korigiranim tlakom usisavanja da je izračuna odnos tlaka.
8. Metoda prema zahtjevu 1, **naznačena time**, gdje se stupanj održavanja unaprijed određenog odnosa između svih kompresora vrši izjednačavanjem funkcija snage, P .
9. Metoda prema zahtjevu 8, **naznačena time**, gdje se snaga određuje mjerenjem snage pomoću uređaja za mjerenje snage i generiranjem signala snage koji je proporcionalan snazi.
- 20 10. Metoda prema zahtjevu 8, **naznačena time**, gdje se vrijednost koja je proporcionalna snazi izračunava sljedećim stupnjevima:
 - (a) mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna tlaku usisavanja, p_s ;
 - (b) mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna temperaturi usisavanja, T_s ;
 - (c) mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna tlaku pražnjenja, p_d ;
 - 25 (d) mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna temperaturi pražnjenja, T_d ;
 - (e) mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna diferencijalnom tlaku duž uređaja za mjerenje protoka, Δp_0 ;
 - (f) izračunavanje vrijednosti,

$$\sigma = \log \frac{T_d}{T_s} / \log \frac{p_d}{p_s};$$

(g) konstruiranjem prve vrijednosti množenjem vrijednosti proporcionalnih temperaturi, tlaku i diferencijalnom tlaku, sve zajedno za usisavanje ili pražnjenje navedenog kompresora, i kvadratnim korjenovanjem navedenog produkta;

- 30 (h) izračunavanjem odnosa tlaka, R_c , dijeljenjem navedenog tlaka pražnjenja s navedenim tlakom usisavanja;
- (i) izračunavanjem reducirane visine, h_r , stavljanjem navedenog odnosa tlaka na potenciju koja je jednaka navedenom σ , oduzimanjem za jedan, i dijeljenjem razlike s navedenim σ , i
- (j) množenjem prve navedene vrijednosti s navedenim reduciranim vrhom.
- 35 11. Metoda prema zahtjevu 1, **naznačena time**, gdje se stupanj održavanja unaprijed određenog odnosa između svih pokretača vrši uravnoteženjem navedenih udaljenosti pokretača do granice.
12. Metoda prema zahtjevu 11, **naznačena time**, gdje je navedena granica temperaturna granica pokretača plinske turbine.
13. Metoda prema zahtjevu 11, **naznačena time**, gdje je navedena granica maksimalna granična brzina navedenog pokretača.
- 40 14. Metoda prema zahtjevu 11, **naznačena time**, gdje je navedena granica minimalna granična brzina navedenog pokretača.
15. Metoda prema zahtjevu 11, **naznačena time**, gdje je navedena granica maksimalna obrtna sila navedenog pokretača.
16. Metoda prema zahtjevu 11, **naznačena time**, gdje je navedena granica maksimalna granična sila navedenog pokretača.
- 45 17. Metoda prema zahtjevu 1, **naznačena time**, gdje se stupanj održavanja unaprijed određenog odnosa između svih kompresora vrši izjednačavanjem funkcija rotacijske brzine, N .
18. Metoda prema zahtjevu 17, **naznačena time**, gdje je rotacijska brzina određena mjerenjem rotacijske brzine uređajem za mjerenje brzine i generiranjem signala brzine proporcionalnog brzini.
19. Metoda za kontrolu kompresijskog sustava koji se sastoji bar iz dva kompresora, bar jednog pokretača, te množine uređaja za variranje performansi navedenih kompresora, sredstava za opterećenje i instrumentacije, **naznačena time**, koja se sastoji iz sljedećih stupnjeva:
 - (a) definiranje parametra opterećenja, S , koji predstavlja udaljenost između operativne točke i crte opterećenja za svaki kompresor;
 - (b) izračunavanje vrijednosti S za svaki kompresor koji se temelji na signalima iz navedene instrumentacije;
 - 55 (c) određivanje maksimalne vrijednosti, $S_{\max}$, za sve vrijednosti S svih kompresora;
 - (d) specificiranje vrijednosti, S_* , navedenog parametra opterećenja za svaki kompresor;
 - (e) specificiranje vrijednosti, S_δ navedenog parametra opterećenja koji je bliži ili jednako blizu kao i S , za svaki kompresor;
 - (f) konstruiranje funkcije, $f_2(\cdot)$, odnosa tlaka, R_c , za svaki kompresor;

- (g) izračunavanje vrijednosti odnosa tlaka, R_c , za svaki kompresor;
 (h) izračunavanje skalnog koeficijenta, x ($0 \leq x \leq 1$);
 (i) izračunavanje vrijednosti koja je funkcija stanja navedenih sredstava za opterećenje, $f_v(v)$;
 (j) izračunavanje vrijednosti parametra uravnoteženja,
 $B = (1-x)f_2(R_c) + x[1-\beta(1-S)][1+f_v(v)]$, za svaki kompresor;
 (k) definiranje vrijednosti skupa točaka za navedeni parametar uravnoteženja za svaki kompresor; i
 (l) manipuliranjem performansama navedenih kompresora da se izjednače navedeni parametri uravnoteženja uravnoteženja na navedenu zadanu točku za svaki kompresor..
20. Metoda za kontrolu kompresijskog sustava koji se sastoji bar iz dva kompresora, bar jednog pokretača, te množine uređaja za variranje performansi navedenih kompresora, sredstava za opterećenje i instrumentacije, **naznačena time**, koja se sastoji iz sljedećih stupnjeva:
 (a) definiranje parametra opterećenja, S , koji predstavlja udaljenost između operativne točke i crte opterećenja za svaki kompresor;
 (b) izračunavanje vrijednosti S za svaki kompresor koji se temelji na signalima iz navedene instrumentacije;
 (c) određivanje maksimalne vrijednosti, S_{max} , za sve vrijednosti S svih kompresora;
 (d) specifikiranje vrijednosti, S_s , navedenog parametra opterećenja za svaki kompresor;
 (e) specifikiranje vrijednosti, S_δ , navedenog parametra opterećenja koji je bliži ili jednako blizu kao i S za svaki kompresor;
 (f) konstruiranje funkcije, $f_2(\cdot)$, snage, P , za svaki kompresor;
 (g) izračunavanje vrijednosti snage, P , za svaki kompresor;
 (h) izračunavanje skalnog koeficijenta, x ($0 \leq x \leq 1$);
 (i) izračunavanje vrijednosti koja je funkcija stanja navedenih sredstava za opterećenje, $f_v(v)$;
 (j) izračunavanje vrijednosti parametra uravnoteženja,
 $B = (1-x)f_2(P) + x[1-\beta(1-S)][1+f_v(v)]$, za svaki kompresor;
 (k) definiranje vrijednosti skupa točaka za navedeni parametar uravnoteženja za svaki kompresor; i
 (l) manipuliranjem performansama navedenih kompresora da se izjednače navedeni parametri uravnoteženja uravnoteženja na navedenu zadanu točku za svaki kompresor.
21. Metoda za kontrolu kompresijskog sustava koji se sastoji bar iz dva kompresora, bar jednog pokretača, te množine uređaja za variranje performansi navedenih kompresora, sredstava za opterećenje i instrumentacije, **naznačena time**, koja se sastoji iz sljedećih stupnjeva:
 (a) definiranje parametra opterećenja, S , koji predstavlja udaljenost između operativne točke i crte opterećenja za svaki kompresor;
 (b) izračunavanje vrijednosti S za svaki kompresor koji se temelji na signalima iz navedene instrumentacije;
 (c) određivanje maksimalne vrijednosti, S_{max} , za sve vrijednosti S svih kompresora;
 (d) specifikiranje vrijednosti, S_s , navedenog parametra opterećenja za svaki kompresor;
 (e) specifikiranje vrijednosti, S_δ , navedenog parametra opterećenja koji je bliži ili jednako blizu kao i S za svaki kompresor;
 (f) konstruiranje funkcije, $f_2(\cdot)$, rotacijske brzine, N , za svaki kompresor;
 (g) izračunavanje vrijednosti rotacijske brzine, N , za svaki kompresor;
 (h) izračunavanje skalnog koeficijenta, x ($0 \leq x \leq 1$);
 (i) izračunavanje vrijednosti koja je funkcija stanja navedenih sredstava za opterećenje, $f_v(v)$;
 (j) izračunavanje vrijednosti parametra uravnoteženja,
 $B = (1-x)f_2(N) + x[1-\beta(1-S)][1+f_v(v)]$, za svaki kompresor;
 (k) definiranje vrijednosti skupa točaka za navedeni parametar uravnoteženja za svaki kompresor; i
 (l) manipuliranjem performansama navedenih kompresora da se izjednače navedeni parametri uravnoteženja na navedenu zadanu točku za svaki kompresor.
22. Metoda prema zahtjevima 19, 20 ili 21, **naznačena time**, gdje se navedeni skalni koeficijent izračunava kao = $\min\{1, \max[0, S_{max} - S_0]/(S_\delta - S_0)\}$.
23. Metoda prema zahtjevima 19, 20 ili 21, **naznačena time**, gdje je v uzeto da bude zadana zočka, OUT, za sredstva za opterećenje, koja se dobiju od kontrolera protiv preopterećenja.
24. Metoda prema zahtjevima 19, 20 ili 21, **naznačena time**, gdje je navedena funkcija, $f_v(\cdot)$, također funkcija odnosa tlaka, R_c , duž kompresora.
25. Metoda prema zahtjevima 19, 20 ili 21, **naznačena time**, gdje je navedena funkcija, $f_v(\cdot)$, funkcija brzine protoka mase, m , duž kompresora.
26. Metoda prema zahtjevu 25, **naznačena time**, gdje izračunavanje vrijednosti koja je proporcionalna navedenoj brzini protoka mase, m , pomoću navedenih sredstava za opterećenje uključuje sljedeće stupnjeve:
 (a) konstruiranje funkcije zadane točke, $f_5(OUT)$, da se predstavi koeficijent protoka, C_v , sredstava za opterećenje;
 (b) konstruiranje funkcije odnosa tlaka duž ventila sukladno sa ISA ili proizvođačem ventila;
 (c) izračunavanjem prvog produkta množenjem navedene funkcije navedene zadane točke sa navedenom funkcijom odnosa tlaka;
 (d) izračunavanjem drugog produkta množenjem prvog navedenog produkta sa apsolutnim tlakom, p_1 , na ulazu u navedena sredstva za opterećenje; i

(e) dijeljenjem navedenog drugog produkta sa kvadratnim korijenom apsolutne temperature, T_1 , na navedenom ulazu u navedena sredstva za opterećenje.

27. Metoda prema zahtjevu 26, **naznačena time**, gdje se funkcija odnosa tlaka

duž ventila izračunava kao

$$f_3\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \left[1 - C_d \left(1 - \frac{P_2}{P_1}\right)\right] \sqrt{1 - \frac{P_2}{P_1}}.$$

28. Metoda prema zahtjevu 26, **naznačena time**, gdje se podrazumijeva da je apsolutni tlak, p_1 , konstantan.

- 5 29. Metoda prema zahtjevu 26, **naznačena time**, gdje se podrazumijeva da je apsolutna temperatura, T_1 , konstantna.

30. Metoda prema zahtjevu 25, **naznačena time**, gdje izračunavanje vrijednosti proporcionalne navedenoj brzini protoka mase, m , kroz navedeno sredstvo za opterećenje, uključuje sljedeće stupnjeve:

(a) mjerenje diferencijalnog tlaka duž uređaja za mjerenje protoka;

(b) mjerenje tlaka u okolini navedenog uređaja za mjerenje protoka;

- 10 (c) mjerenje temperature u okolini navedenog uređaja za mjerenje protoka;

(d) izračunavanje produkta množenjem vrijednosti navedenog diferencijalnog tlaka i navedenog tlaka; i

(e) dijeljenje navedenog produkta s vrijednošću navedene temperature i kvadratnim korjenovanjem cijelog izraza.

31. Uređaj za kontroliranje kompresijskog sustava koji se sastoji bar iz dva kompresora, bar jednog pokretača, te množine uređaja za variranje performansi navedenih kompresora, **naznačen time**, koji se sastoji iz:

- 15 (a) sredstva za definiranje parametra preopterećenja, S , koji predstavlja udaljenost između operativne točke i crte preopterećenja za svaki kompresor;

(b) sredstva za specificiranje vrijednosti, S_* , navedenog parametra preopterećenja za svaki kompresor;

(c) sredstva za upravljanje performansama navedenih kompresora da se održi unaprijed određeni odnos između svih kompresora i/ili pokretača kada su operativne točke svih kompresora dalje od preopterećenja nego navedena

- 20 specificirana vrijednost, S_* ; i

(d) sredstva za upravljanje performansama navedenih kompresora na takav način da svi kompresori dosižu svoje crte preopterećenja istovremeno.

32. Uređaj prema zahtjevu 31, **naznačen time**, gdje su sredstva za definiranje parametra preopterećenja, S , uključuje:

(a) sredstva za konstruiranje kontrolne crte preopterećenja kompresora u dvodimenzionalnom prostoru;

- 25 (b) sredstva za definiranje funkcije, $f_1()$, koji daju vrijednost apscise pri preopterećenju za danu vrijednost varijable na ordinati; i

(c) sredstva za izračunavanje odnosa $f_1()$ za vrijednost apscise korištenjem aktualnih vrijednosti varijabli na apscisi i ordinati.

- 30 33. Uređaj prema zahtjevu 32, **naznačen time**, gdje je varijabla na apscisi reducirani protok, $\Delta p_0/p$, a varijabla na ordinati je odnos tlaka, R_c .

34. Uređaj prema zahtjevu 32, **naznačen time**, gdje je varijabla na apscisi reducirani protok, $\Delta p_0/p$, a varijabla na ordinati je reducirani vrh, $h_r = (R_c^\sigma - 1)/\sigma$.

35. Uređaj prema zahtjevu 32, **naznačen time**, gdje je varijabla na apscisi diferencijalni tlak duž uređaja za mjerenje protoka, Δp_0 , a varijabla na ordinati je razlika tlaka duž kompresora, Δp_c .

- 35 36. Uređaj prema zahtjevu 31, **naznačen time**, gdje se sredstva za održavanje unaprijed određenog odnosa između svih kompresora provode izjednačavanjem funkcija odnosa tlaka, R_c .

37. Uređaj prema zahtjevu 36, **naznačen time**, gdje se odnos tlaka izračunava pomoću:

(a) sredstva za mjerenje tlaka pri usisavanju navedenim kompresorom;

(b) sredstva za mjerenje tlaka pri pražnjenju navedenim kompresorom;

- 40 (c) sredstva za korekciju navedenih vrijednosti tlaka usisavanja i tlaka pražnjenja na apsolutnu skalu tlaka; i

(d) sredstva za dijeljenje navedenog korigiranog tlaka pražnjenja navedenim tlakom usisavanja da se izračuna odnos tlaka.

38. Uređaj prema zahtjevu 31, **naznačen time**, gdje se sredstva za održavanje unaprijed određenog odnosa između svih kompresora temelje na izjednačavanju funkcije snage, P .

- 45 39. Uređaj prema zahtjevu 38, **naznačen time**, gdje se snaga određuje mjerenjem snage uređajem za mjerenje snage i generiranjem signala snage koji je proporcionalan snazi.

40. Uređaj prema zahtjevu 38, **naznačen time**, gdje se vrijednost proporcionalna snazi izračunava pomoću:

(a) sredstva za mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna tlaku usisavanja, p_s ;

(b) sredstva za mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna temperaturi usisavanja, T_s ;

- 50 (c) sredstva za mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna tlaku pražnjenja, p_d ;

(d) sredstva za mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna temperaturi pražnjenja, T_d

(e) sredstva za mjerenje vrijednosti koja je proporcionalna diferencijalnom tlaku duž uređaja za mjerenje protoka, Δp_0 ;

(f) sredstva za izračunavanje vrijednosti,

$$\sigma = \log \frac{T_d}{T_s} / \log \frac{p_d}{p_s};$$

(g) sredstva za konstruiranje vrijednosti koja je proporcionalna brzini protoka mase, m , množenjem vrijednosti koje su proporcionalne temperaturi, tlaku i diferencijalnom tlaku, sve zajedno za usisavanje ili pražnjenje navedenog kompresora, i kvadratnim korjenovanjem navedenog produkta;

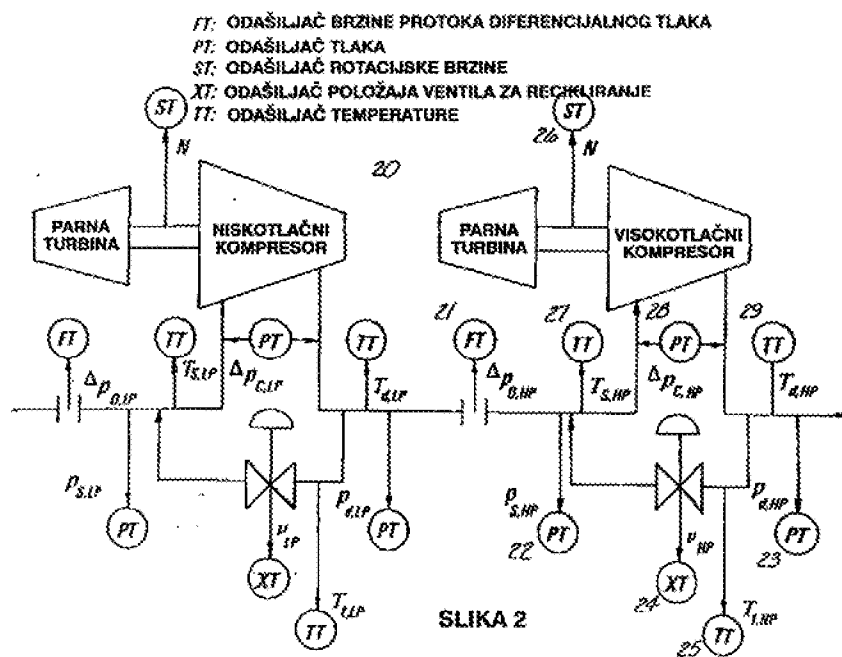
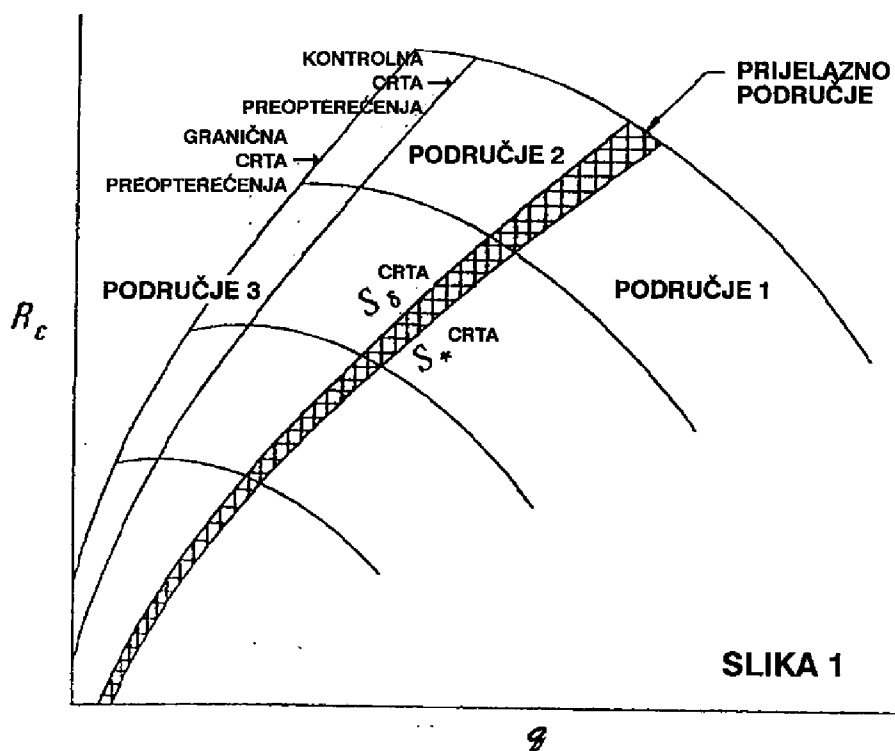
55

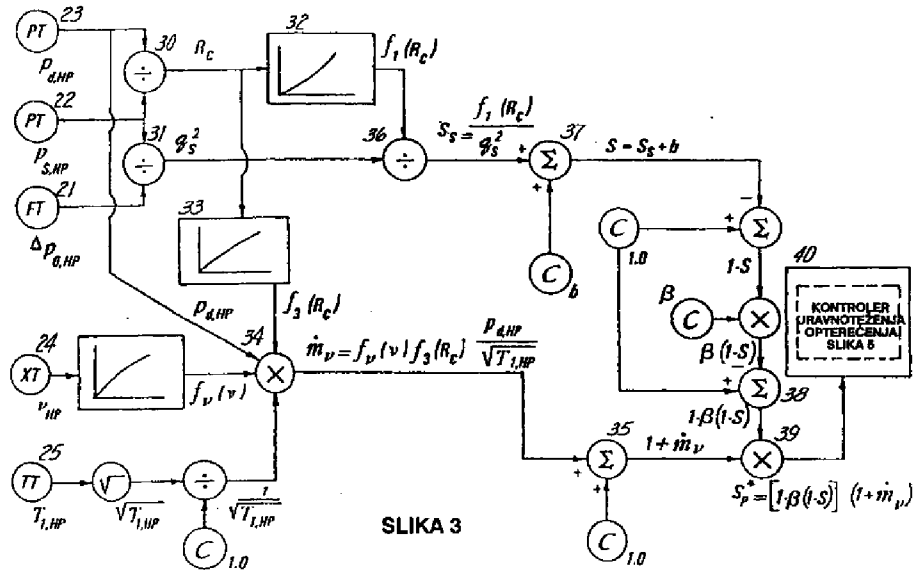
- (h) sredstva za izračunavanje odnosa tlaka, R_c , dijeljenjem navedenog tlaka pražnjenja s navedenim tlakom usisavanja;
- (i) sredstva za izračunavanje reduciranog vrha, h_r , stavljanjem navedenog odnosa tlaka na potenciju koja je jednaka σ , oduzimanjem jedan, te dijeljenjem dobivene razlike s navedenim σ , i
- (j) sredstva za množenje navedene vrijednosti koja je proporcionalna protoku mase s navedenim reduciranim vrhom.
41. Uređaj prema zahtjevu 31, **naznačen time**, gdje se sredstva za održavanje unaprijed određenog odnosa između svih kompresora temelje na uravnoteženju navedenih udaljenosti pokretača od granice.
42. Uređaj prema zahtjevu 41, **naznačen time**, gdje je navedena granica temperaturna granica navedenog pokretača plinske turbine.
43. Uređaj prema zahtjevu 41, **naznačen time**, gdje je navedena granica maksimalna granična brzina navedenog pokretača.
44. Uređaj prema zahtjevu 41, **naznačen time**, gdje je navedena granica minimalna granična brzina navedenog pokretača.
45. Uređaj prema zahtjevu 41, **naznačen time**, gdje je navedena granica maksimalna granična obrtna sila navedenog pokretača.
46. Uređaj prema zahtjevu 41, **naznačen time**, gdje je navedena granica maksimalna granična snaga navedenog pokretača.
47. Uređaj prema zahtjevu 31, **naznačen time**, gdje se sredstva za održavanje unaprijed određenog odnosa između svih kompresora temelje na izjednačavanju funkcije rotacijske brzine, N .
48. Uređaj prema zahtjevu 47, **naznačen time**, gdje je rotacijska brzina određena mjerenjem rotacijske brzine uređajem za mjerenje brzine i generiranjem signala brzine koji je proporcionalan brzini.
49. Uređaj za kontroliranje kompresijskog sustava koji sadrži bar dva kompresora, bar jedan pokretač i množinu uređaja za variranje performansi navedenih kompresora, sredstva za opterećenje i instrumentaciju, **naznačen time**, koji sadrži:
- (a) definiranje parametra preopterećenja, S , koji predstavlja udaljenost između operativne točke i crte opterećenja za svaki kompresor;
- (b) izračunavanje vrijednosti S za svaki kompresor koji se temelji na signalima iz navedene instrumentacije;
- (c) određivanje maksimalne vrijednosti, S_{max} , za sve vrijednosti S svih kompresora;
- (d) specificiranje vrijednosti, S_* , navedenog parametra opterećenja za svaki kompresor;
- (e) specificiranje vrijednosti, S_8 , navedenog parametra opterećenja koji je bliži ili jednako blizu kao i S_* za svaki kompresor;
- (f) konstruiranje funkcije, $f_2(\cdot)$, odnosa tlaka, R_c , za svaki kompresor;
- (g) izračunavanje vrijednosti rotacijske brzine, R_c , za svaki kompresor;
- (h) izračunavanje skalnog koeficijenta, x ($0 \leq x \leq 1$);
- (i) izračunavanje vrijednosti koja je funkcija stanja navedenih sredstava za opterećenje, $f_v(v)$;
- (j) izračunavanje vrijednosti parametra uravnoteženja,
 $B = (1-x)f_2(R_c) + x[1-\beta(1-5)][1+f_v(v)]$, za svaki kompresor;
- (k) definiranje vrijednosti skupa točaka za navedeni parametar uravnoteženja za svaki kompresor; i
- (l) sredstva za manipuliranje performansama navedenih kompresora da se izjednače navedeni parametri za uravnoteženje na navedenu određenu vrijednost za svaki kompresor.
50. Uređaj za kontroliranje kompresijskog sustava koji sadrži bar dva kompresora, bar jedan pokretač i množinu uređaja za variranje performansi navedenih kompresora, sredstva za opterećenje i instrumentaciju, **naznačen time**, koji sadrži:
- (a) definiranje parametra preopterećenja, S , koji predstavlja udaljenost između operativne točke i crte opterećenja za svaki kompresor;
- (b) izračunavanje vrijednosti S za svaki kompresor koji se temelji na signalima iz navedene instrumentacije;
- (c) određivanje maksimalne vrijednosti, S_{max} , za sve vrijednosti S svih kompresora;
- (d) specificiranje vrijednosti, S_* , navedenog parametra opterećenja za svaki kompresor;
- (e) specificiranje vrijednosti, S_8 , navedenog parametra opterećenja koji je bliži ili jednako blizu kao i S_* za svaki kompresor;
- (f) konstruiranje funkcije, $f_2(\cdot)$, snage, P , za svaki kompresor;
- (g) izračunavanje vrijednosti snage, P , za svaki kompresor;
- (h) izračunavanje skalnog koeficijenta, x ($0 \leq x \leq 1$);
- (i) izračunavanje vrijednosti koja je funkcija stanja navedenih sredstava za opterećenje, $f_v(v)$;
- (j) izračunavanje vrijednosti parametra uravnoteženja,
 $B = (1-x)f_2(P) + x[1-\beta(1-S)][1+f_v(v)]$, za svaki kompresor;
- (k) definiranje vrijednosti skupa točaka za navedeni parametar uravnoteženja za svaki kompresor; i
- (l) sredstva za manipuliranje performansama navedenih kompresora da se izjednače navedeni parametri za uravnoteženje na navedenu određenu vrijednost za svaki kompresor.
51. Uređaj za kontroliranje kompresijskog sustava koji sadrži bar dva kompresora, bar jedan pokretač i množinu uređaja za variranje performansi navedenih kompresora, sredstva za opterećenje i instrumentaciju, **naznačen time**, koji sadrži:

- (a) definiranje parametra preopterećenja, S , koji predstavlja udaljenost između operativne točke i crte opterećenja za svaki kompresor;
- (b) izračunavanje vrijednosti S za svaki kompresor koji se temelji na signalima iz navedene instrumentacije;
- (c) određivanje maksimalne vrijednosti, $S_{\max}$, za sve vrijednosti S svih kompresora;
- 5 (d) specificiranje vrijednosti, S_* , navedenog parametra opterećenja za svaki kompresor;
- (e) specificiranje vrijednosti, S_8 , navedenog parametra opterećenja koji je bliži ili jednako blizu kao i S_* za svaki kompresor;
- (f) konstruiranje funkcije, $f_2(\cdot)$, rotacijske brzine, N , za svaki kompresor;
- (g) izračunavanje vrijednosti rotacijske brzine, N , za svaki kompresor;
- 10 (h) izračunavanje skalnog koeficijenta, x ($0 \leq x \leq 1$);
- (i) izračunavanje vrijednosti koja je funkcija stanja navedenih sredstava za opterećenje, $f_v(v)$;
- (j) izračunavanje vrijednosti parametra uravnoteženja,
 $B = (1-X)f_2(N) + x[1-\beta(1-S)][1+f_v(v)]$, za svaki kompresor;
- (k) definiranje vrijednosti skupa točaka za navedeni parametar uravnoteženja za svaki kompresor; i
- 15 (l) sredstva za manipuliranje performansama navedenih kompresora da se izjednače navedeni parametri za uravnoteženje na navedenu određenu vrijednost za svaki kompresor.
52. Metoda prema zahtjevima 49, 50 ili 51, **naznačena time**, gdje se navedeni skalni koeficijent izračunava kao = $\min\{1, \max[0, S_{\max} - S_0]/(S_8 - S_0)\}$.
53. Metoda prema zahtjevima 49, 50 ili 51, **naznačena time**, gdje je v uzeto da bude namještena točka, OUT, za sredstva za opterećenje, koja se dobiju od kontrolera protiv preopterećenja.
- 20 54. Metoda prema zahtjevima 49, 50 ili 51, **naznačena time**, gdje je navedena funkcija, $f_v(\cdot)$, također funkcija odnosa tlaka, R_c , duž kompresora.
55. Metoda prema zahtjevima 49, 50 ili 51, **naznačena time**, gdje je navedena funkcija, $f_v(\cdot)$, funkcija brzine protoka mase, m , duž kompresora.
- 25 56. Metoda prema zahtjevu 55, **naznačena time**, gdje izračunavanje vrijednosti koja je proporcionalna navedenoj brzini protoka mase, m , pomoću navedenih sredstava za opterećenje uključuje sljedeće stupnjeve:
- (a) konstruiranje funkcije zadane točke, $f_3(\text{OUT})$, da se predstavi koeficijent protoka, C_v , sredstava za opterećenje;
- (b) konstruiranje funkcije odnosa tlaka duž ventila sukladno sa ISA ili proizvođačem ventila;
- (c) izračunavanjem prvog produkta množenjem navedene funkcije navedene zadane točke sa navedenom funkcijom odnosa tlaka;
- 30 (d) izračunavanjem drugog produkta množenjem prvog navedenog produkta sa apsolutnim tlakom, p_1 , na ulazu u navedena sredstva za opterećenje; i
- (e) dijeljenjem navedenog drugog produkta sa kvadratnim korijenom apsolutne temperature, T_1 , na navedenom ulazu u navedena sredstva za opterećenje.
- 35 57. Uređaj prema zahtjevu 56, **naznačen time**, gdje je funkcija odnosa tlaka duž ventila izračunata kao
- $$f_3\left(\frac{p_2}{p_1}\right) = \left[1 - C_d\left(1 - \frac{p_2}{p_1}\right)\right] \sqrt{1 - \frac{p_2}{p_1}}.$$
58. Uređaj prema zahtjevu 56, **naznačen time**, gdje se podrazumijeva da je apsolutni tlak, p_1 , konstantan.
59. Uređaj prema zahtjevu 56, **naznačen time**, gdje se podrazumijeva da je apsolutna temperatura, T_1 , konstantna.
60. Metoda prema zahtjevu 55, **naznačena time**, gdje izračunavanje vrijednosti proporcionalne navedenoj brzini protoka mase, m , kroz navedeno sredstvo za opterećenje, uključuje sljedeće stupnjeve:
- 40 (a) sredstvo za mjerenje diferencijalnog tlaka duž uređaja za mjerenje protoka;
- (b) sredstvo za mjerenje tlaka u okolini navedenog uređaja za mjerenje protoka;
- (c) sredstvo za mjerenje temperature u okolini navedenog uređaja za mjerenje protoka;
- (d) sredstvo za izračunavanje produkta množenjem vrijednosti navedenog diferencijalnog tlaka i navedenog tlaka; i
- 45 (e) sredstvo za dijeljenje navedenog produkta s vrijednošću navedene temperature i kvadratnim korjenovanjem cijelog izraza.

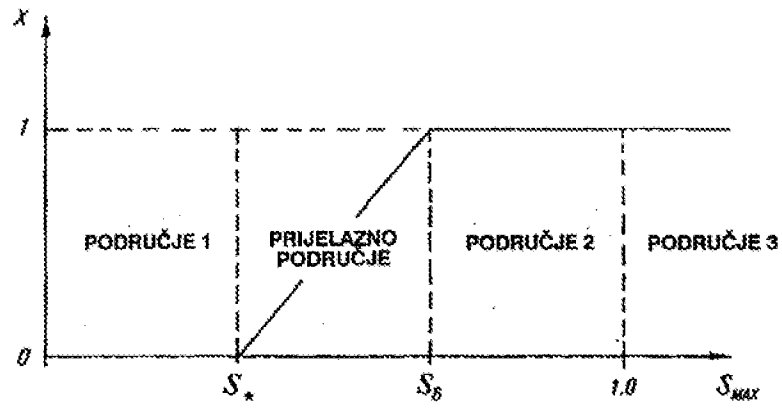
SAŽETAK

- 50 Uravnoteženje opterećenja između serije kompresora nije trivijalno. Opisan je način da se uravnoteže opterećenja za kompresorske sustave koji imaju svojstvo da se parametri preopterećenja, S , mijenjaju u istom smjeru s rotorskom brzinom tijekom procesa uravnoteženja. Kontrola regulacije opterećenja uključuje izjednačavanja odnosa tlaka, rotacijske brzine ili snage (ili njihovih funkcija) kada su kompresori u funkciji i daleko od preopterećenja. Zatim se, ako se približava
- 55 preopterećenje, kontroliraju svi kompresori, tako da svi oni dosežu svoje kontrolne crte preopterećenja istovremeno.

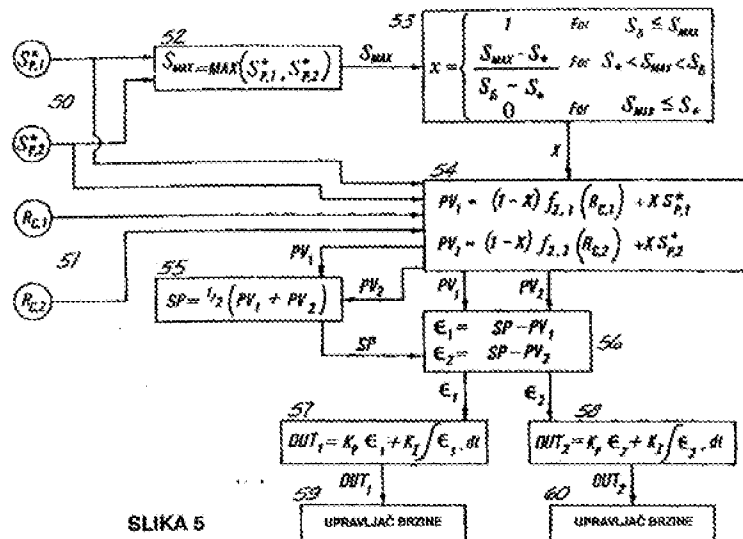




SLIKA 3



SLIKA 4



SLIKA 5