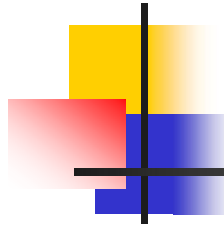


BRODSKA POSTROJENJA I SUSTAVI

BRODSKI POMOĆNI UREĐAJI I
SUSTAVI

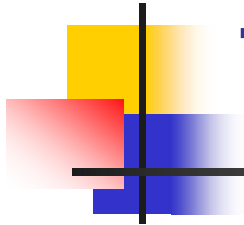
dr.sc. Predrag Kralj
www.pfri.uniri.hr/~pkralj



Uvjeti

- ispit
- 30-ak pitanja – 50 bodova
- prolazna ocjena 40% uspješnosti
- studenti s manje bodova, ali prisutni na satima mogu ispitu pristupati ponovo (uz dogovor s nastavnikom)
- studenti s manje bodova i bez uvjeta prisutnosti moraju slušati ponovo



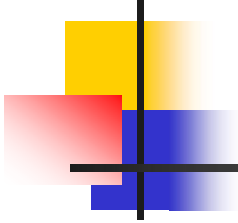


Teme

1. klasifikacijski i sistemski nacrti i simboli
2. klasifikacijska društva i propisi
3. pomoćni uređaji – osnove rada
4. sustavi i elementi

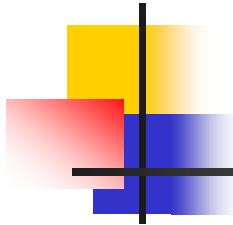
1. Klasifikacijski i sistemski nacrti

Ponekad stvarna izvedba cjevovoda odstupa od sheme. To se posebno odnosi na starije brodove, koji nisu proizvedeni kompjuterskom tehnologijom (CAD/CAM), već su cjevvari prema izvedbi strojarnice i razmještaju strojeva i uređaja 'vukli' cijevi, a po potrebi su dodavani elementi cjevovoda koji nisu naknadno uvedeni u nacrt. Drugi razlog koji može dovesti do takve situacije su naknadne preinake u strojarnici. Dužnost je časnika stroja detaljno se upoznati sa stvarnim cjevovodom, drugim riječima, treba 'pratiti' cijevi po cijeloj strojarnici i identificirati sve važne elemente. Neke se cijevi 'vuku' ispod stropa, a neke ispod najdonje podnice strojarnice ('pajola') pa to nije jednostavan posao. Pomoć pri tome je označavanje cjevovoda bojama i glavnih elemenata cjevovoda natpisnim pločicama. Danas se cijevi označavaju prema ISO standardu, dok se nekad radilo o svojevrsnom standardu brodogradnje.



Pristup nacrtima

- (arhiva brodogradilišta)
- arhiva brodarske kompanije
- kod upravitelja stroja
- u kontrolnoj prostoriji strojarnice
- sheme u informacijskom sustavu upravljanja strojarnicom



Cijevi

- materijali (čelik, lijevano željezo, bakar i slitine...)
- zaštita (premazi, pocinčavanje, guma)
- unutarnji promjer i debljina stjenke
- ispitni tlak (najčešće 50% veći od radnog tlaka)
- pad tlaka kroz cjevovod, dilatacije
- označavanje: boja i natpisna pločica

Marine Pipe Marking



The ISO 14726 standard defines the principle colours for identifying pipes. Each of the following colours indicates a certain group of substances. As this is an international standard and most ships sail in international waters, all text is in English only.

Group colour	Substance	Group colour	Substance
Black	Waste Media	Orange	Oils other than fuel
Blue	Fresh Water	Silver	Steam
Brown	Fuel	Red	Fire Fighting
Green	Sea Water	Violet	Acids, Alkalis
Grey	Non-flammable gases	White	Air in ventilation systems
Copper	Masses (dry and wet)	Yellow	Flammable gases

Legend	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
		Size in mm < 70 mm	Size in mm < 70 mm	Size in mm > 70 mm
		Order Flat	Order Flat	Order Flat

Legend	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
		Size in mm < 70 mm	Size in mm < 70 mm	Size in mm > 70 mm
		Order Flat	Order Flat	Order Flat

Waste Media	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Waste Media		227 000	227 001	227 170
Black Water		227 001	227 002	227 171
Waste Oil		227 002	227 003	227 172
Billge Water		227 003	227 004	227 173
Exhaust gas		227 004	227 005	227 174
Sewage		227 005	227 006	227 175

Fresh Water	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Fresh Water		227 006	227 007	227 176
Condensate from heating system		227 007	227 008	227 177
Fresh water-sanitary		227 008	227 009	227 178
Cooling fresh water		227 009	227 010	227 179
Feed water		227 010	227 011	227 180
Distillate		227 011	227 012	227 181
Potable water		227 012	227 013	227 182
Chilled water		227 013	227 014	227 183
Condensate		227 014	227 015	227 184

Fuel	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Fuel		227 005	227 006	227 185
Heavy Fuel		227 006	227 007	227 186
Liquid gas		227 007	227 008	227 187
Petrol		227 008	227 009	227 188
Diesel Fuel		227 009	227 010	227 189

Sea water	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Sea water		227 010	227 011	227 190
Ballast water		227 011	227 012	227 191
Cooling sea water		227 012	227 013	227 192
Sanitary sea water		227 013	227 014	227 193

Non-flammable gases	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Non-flammable gases		227 014	227 015	227 194
Oxygen		227 015	227 016	227 195
Breathing gas		227 016	227 017	227 196
Nitrogen		227 017	227 018	227 197
Refrigerant		227 018	227 019	227 198
Pressure air HP		227 019	227 020	227 199
Breathing air		227 020	227 021	227 200

Masses	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Masses		227 187	227 188	227 189

Oil other than fuel	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Oil other than fuel		227 021	227 022	227 201
Used oil		227 022	227 023	227 202
Thermal oil		227 023	227 024	227 203
Dirty oil		227 024	227 025	227 204
Lubricating oil		227 025	227 026	227 205
Hydraulic oil		227 026	227 027	227 206

Steam	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Steam		227 027	227 028	227 207
Steam for heating		227 028	227 029	227 208
Boiler steam		227 029	227 030	227 209
LP Drains		227 030	227 031	227 210
Supply steam		227 031	227 032	227 211
Exhaust steam		227 032	227 033	227 212
HP Drains		227 033	227 034	227 213

Fire fighting	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Fire fighting		227 034	227 035	227 214
Fire-fighting fresh water		227 035	227 036	227 215
Fire-fighting sea water		227 036	227 037	227 216
Fire-fighting CO2 gas		227 037	227 038	227 217
Sprinkler water		227 038	227 039	227 218
Fire-fighting powder		227 039	227 040	227 219
Fire-fighting foam		227 040	227 041	227 220

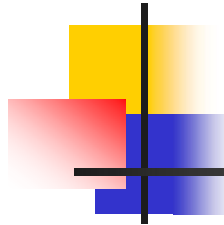
Acids & Alkalis	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Acids & Alkalis		227 041	227 042	227 221

Air in ventilation systems	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Air in ventilation systems		227 042	227 043	227 222
Natural exhaust air		227 043	227 044	227 223
Supply air, atmospheric		227 044	227 045	227 224
Natural supply air		227 045	227 046	227 225
Mechanical exhaust air		227 046	227 047	227 226

Flammable gases	Colour	Layout 6	Layout 8	Layout 7
Flammable gases		227 047	227 048	227 227
Hydrogen		227 048	227 049	227 228
Acetylene		227 049	227 050	227 229
Mixture of Propane/Butane		227 050	227 051	227 230

PIPE MARKING



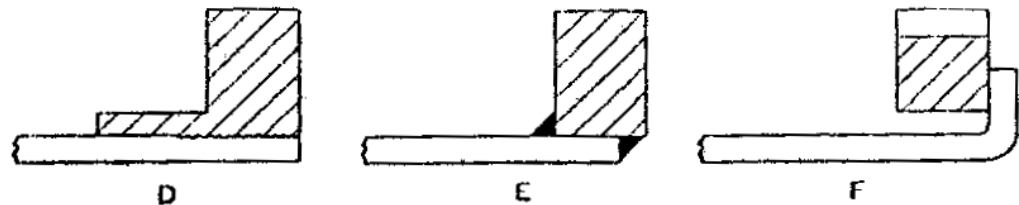
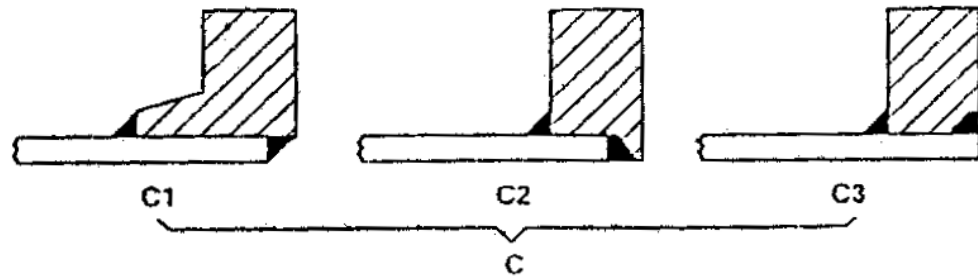
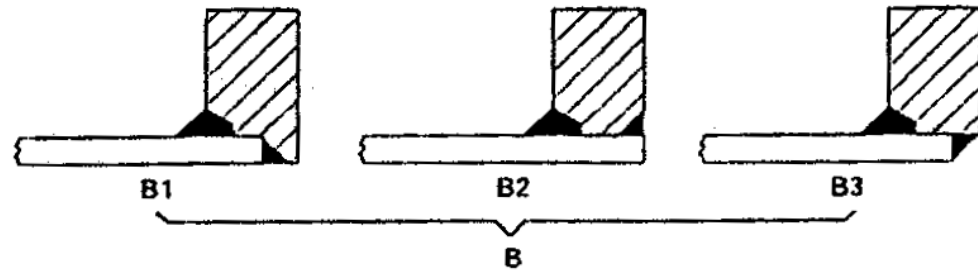
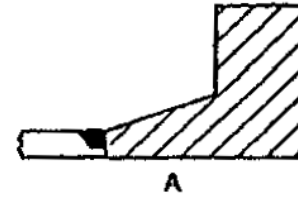


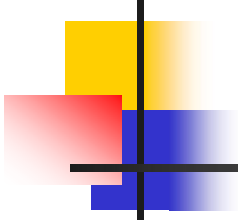
Natpisne pločice

- bakrene
- ugravirana skraćenica naziva
- ne radi se o podacima proizvođača uređaja (npr. pumpe, kompresora, elektromotora...) već o oznaci brodogradilišta
- svaki bitni element cjevovoda

Cijevni spo

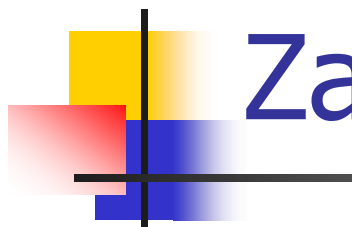
- rastavljivi i ne
- rastavljivi
 - razne izvedbe 'ERMETO' spo
 - brtvljenje od guma s poja
- nerastavljivi
 - zavarivanje,
 - primjena: spo kroz nepropu





Ostali elementi cjevovoda

- zaporni elementi
- filtri
- regulacijski i kontrolni elementi
- kompenzatori dilatacija
- kondenzni lonci
- slijepe prirubnice (slijepo-prolazne)
- prigušnice...



Za

■ V

■ C

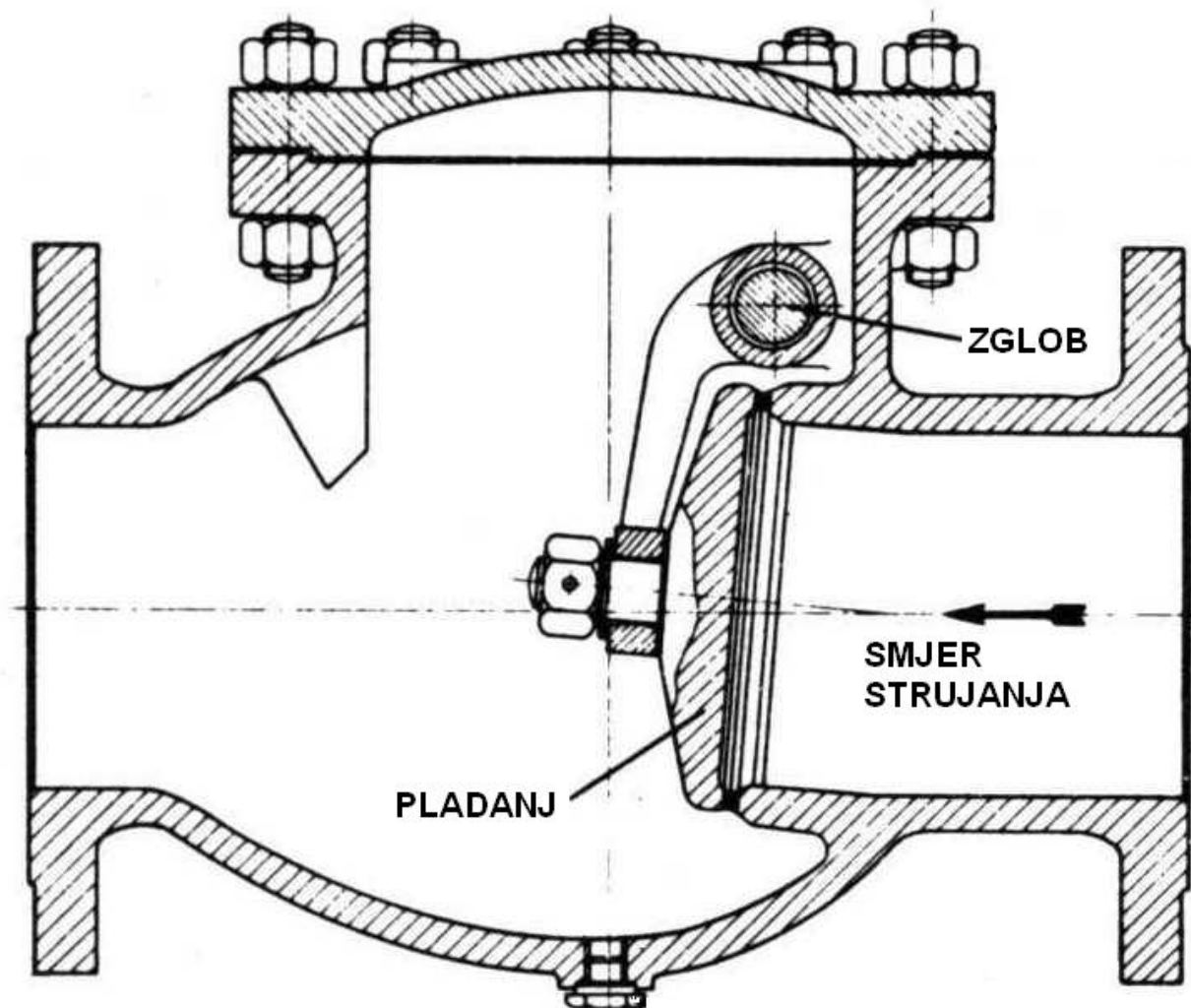
|

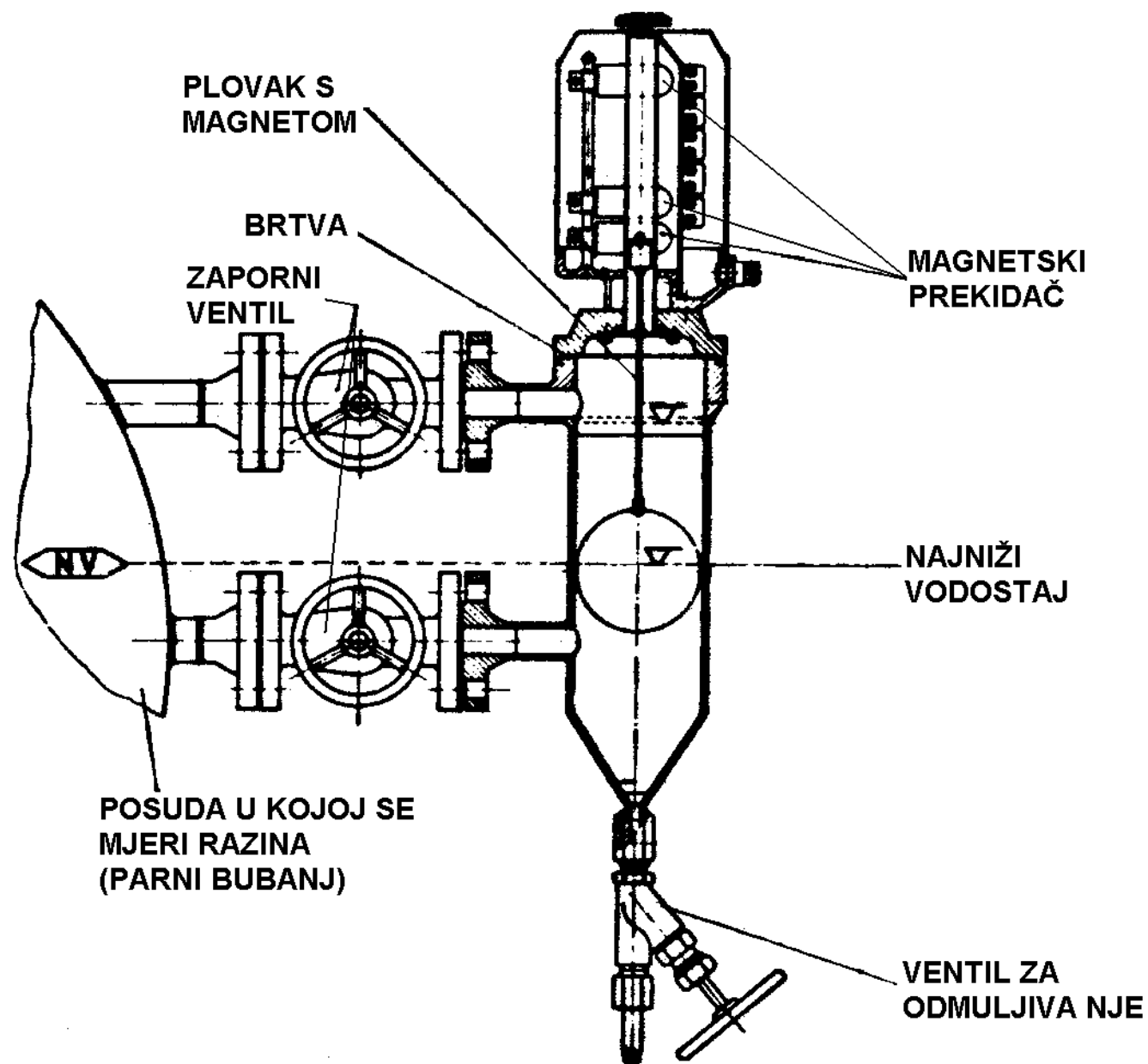
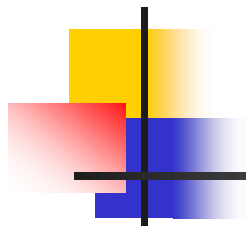
■ S

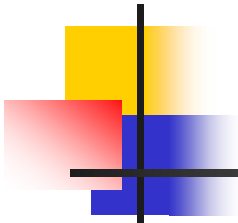
Č

■ L

|







Dužnosti časnika

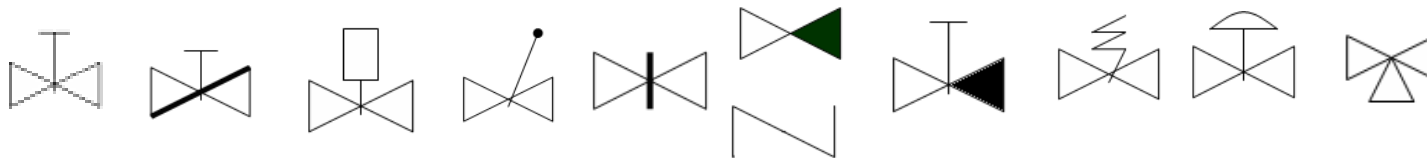
- redovite provjere funkcionalnosti i propuštanja
- priprema za čišćenje
- baždarenje daljinskih osjetnika

Simboli elemenata cjevovoda

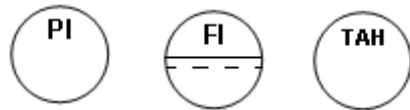
- pumpe, kompresori, turbine



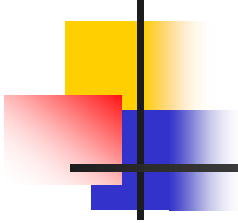
- ventili



- mjerni instrumenti



- nazivni promjeri cijevi

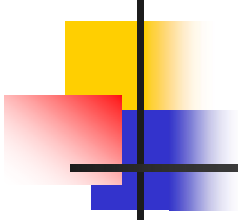


2. Propisi

- međunarodne konvencije
 - SOLAS, MARPOL
- klasifikacijska društva
 - HRB, LR, ABS, BV, DNV, GL, RINA...
- kod definiranja nekih veličina uzimaju se u obzir i preporuke proizvođača opreme, strukovne norme...

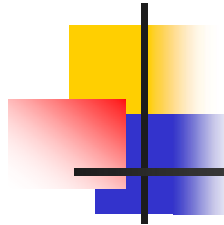


- dio 7 – Strojni uređaj
- dio 8 – Cjevovodi
- dio 9 – Strojevi
- dio 10 – Kotlovi, izmjenjivači topline i posude pod tlakom
- dio 11 – Rashladni uređaj
- dio 13 – Automatizacija
- dio 17 – Protupožarna zaštita
- dio 22 – Sprečavanje zagađivanja



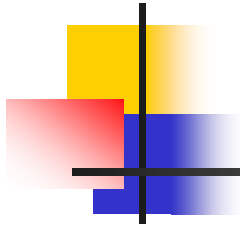
3. Pomoćni uređaji

- 3.1. pumpe (crpke)
- 3.2. kompresori, puhala, ventilatori
- 3.3. kormilarski uređaj
- 3.4. pritezna i sidrena vitla
- 3.5. zaštita okoliša
- 3.6. rashladni uređaj
- i dr.



Pumpe

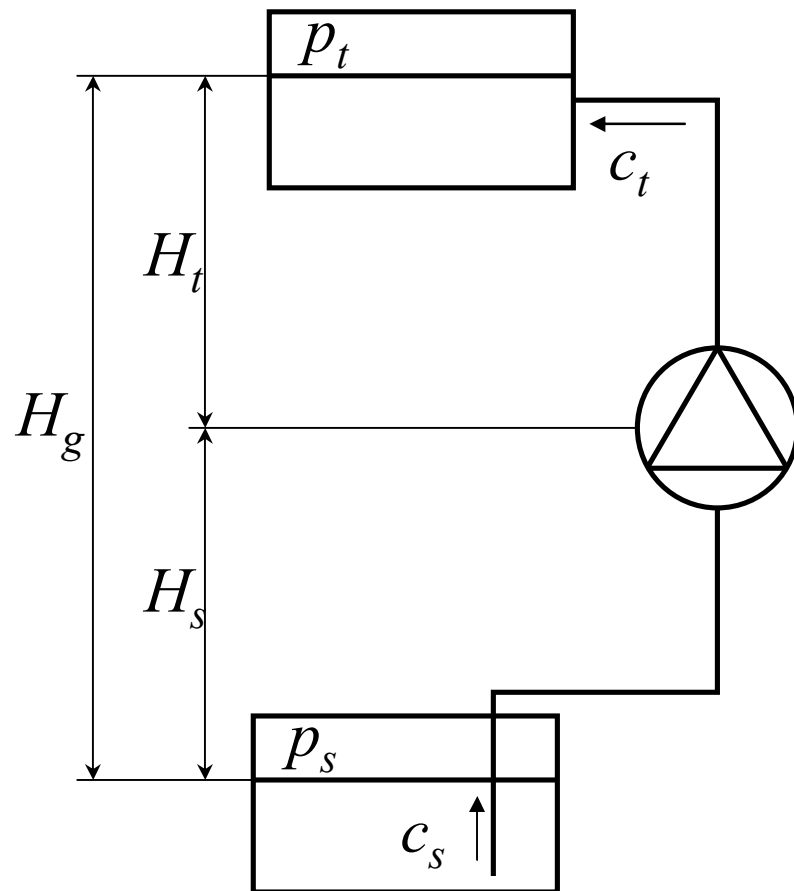
- hidraulički strojevi koji uloženu energiju (rad) pretvaraju u energiju fluida
- povećanje energije fluida očituje se u povećanju potencijalne (tlak, položaj) i kinetičke energije (brzina)
- manometarska visina – manometri na usisnoj i tlačnoj strani pumpe



Podjela pumpi

- prema načinu predaje energije fluidu:
 - dinamičke
 - volumenske
- dinamičke: turbopumpe, pumpe s posebnim učincima
- volumenske: stapne i klipne, vijčane, zupčaste, režnjaste, membranske...

Osnove rada pumpe



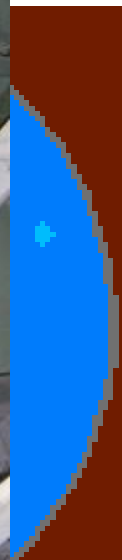
$$H_g = H_t + H_s [\text{m}]$$

$$H = H_g + H_p + H_u + h_{tr}$$

$$H = H_g + \frac{p_t - p_s}{\rho \cdot g} + \frac{c_t^2 - c_s^2}{2g} + h_{tr}$$

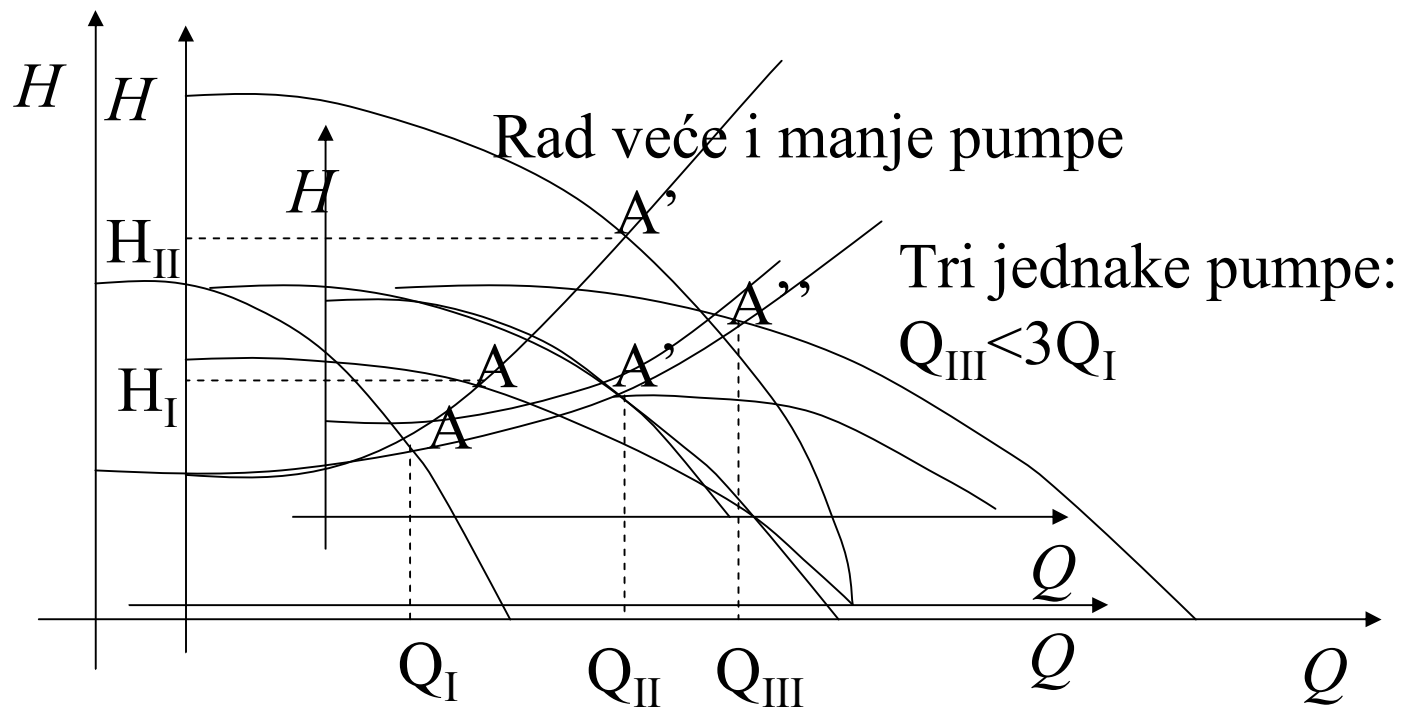


e

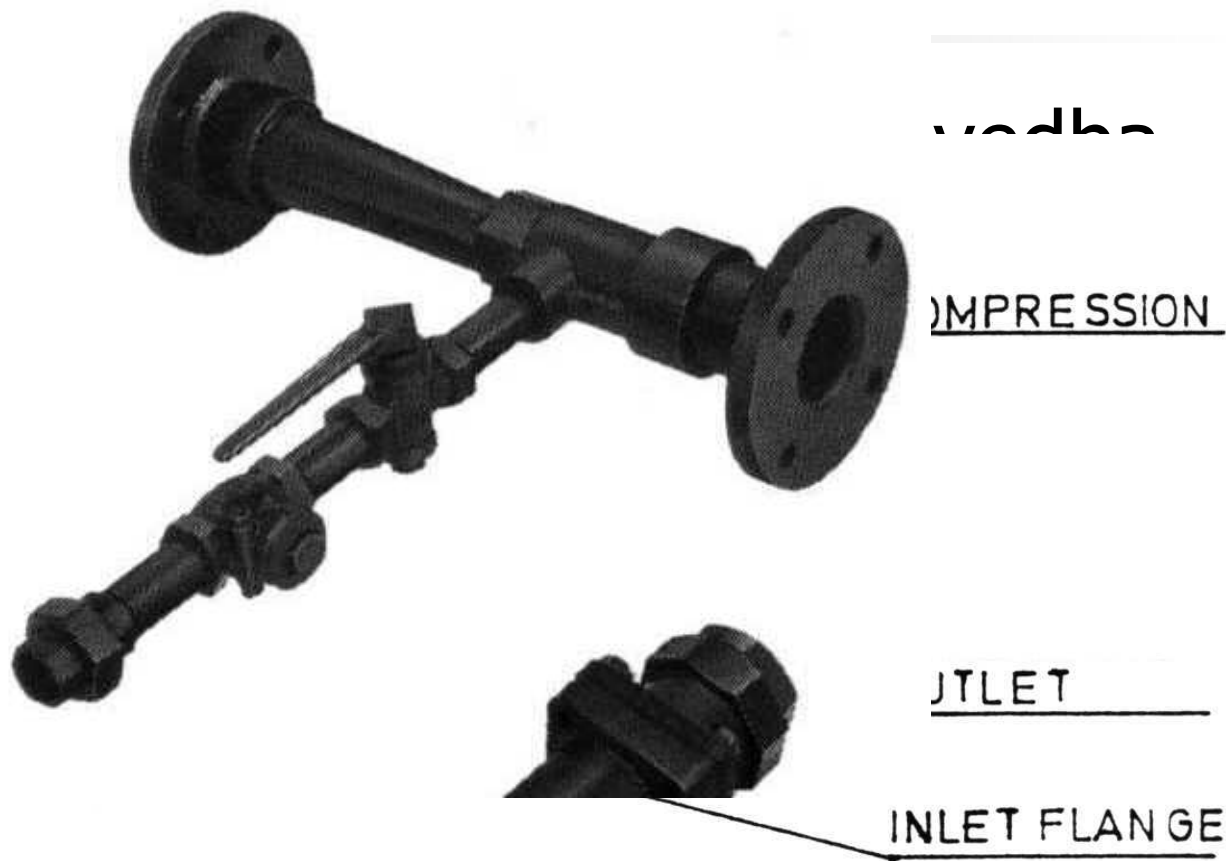


Paralelni i serijski spoj

- paralelnim se povećava protok
- serijskim se povećava napor

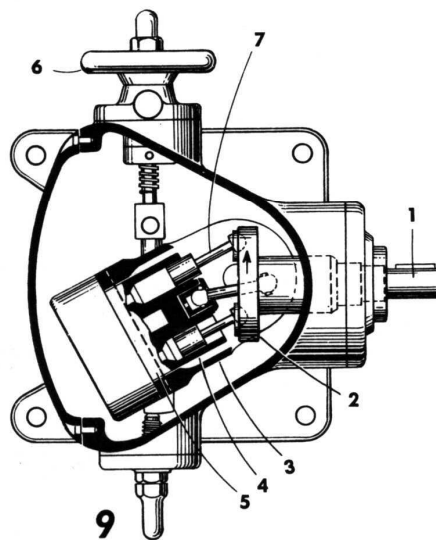
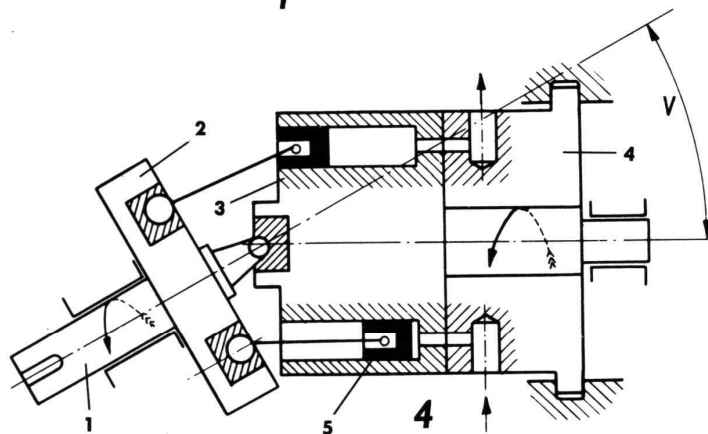


Pumpe s nosebnim učincima



Stapne i klipne pumpe

- stapne samos
- klipne
- nejedr
- dvorac



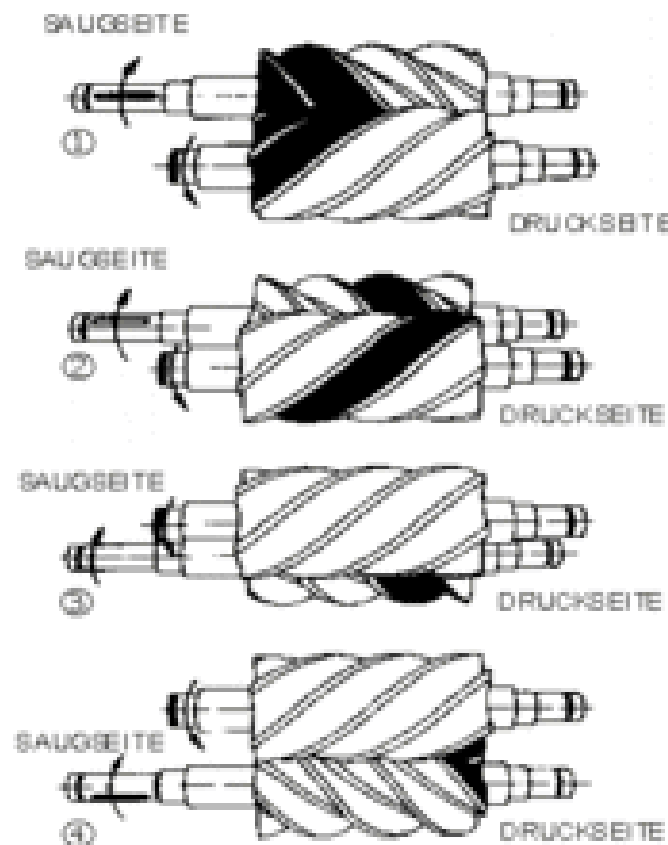
r su

aulički sustavi

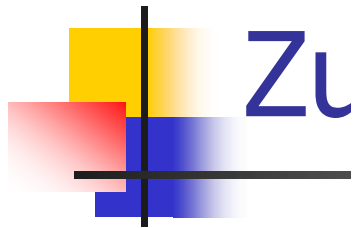
šecilindrične

Vijčane pumpe

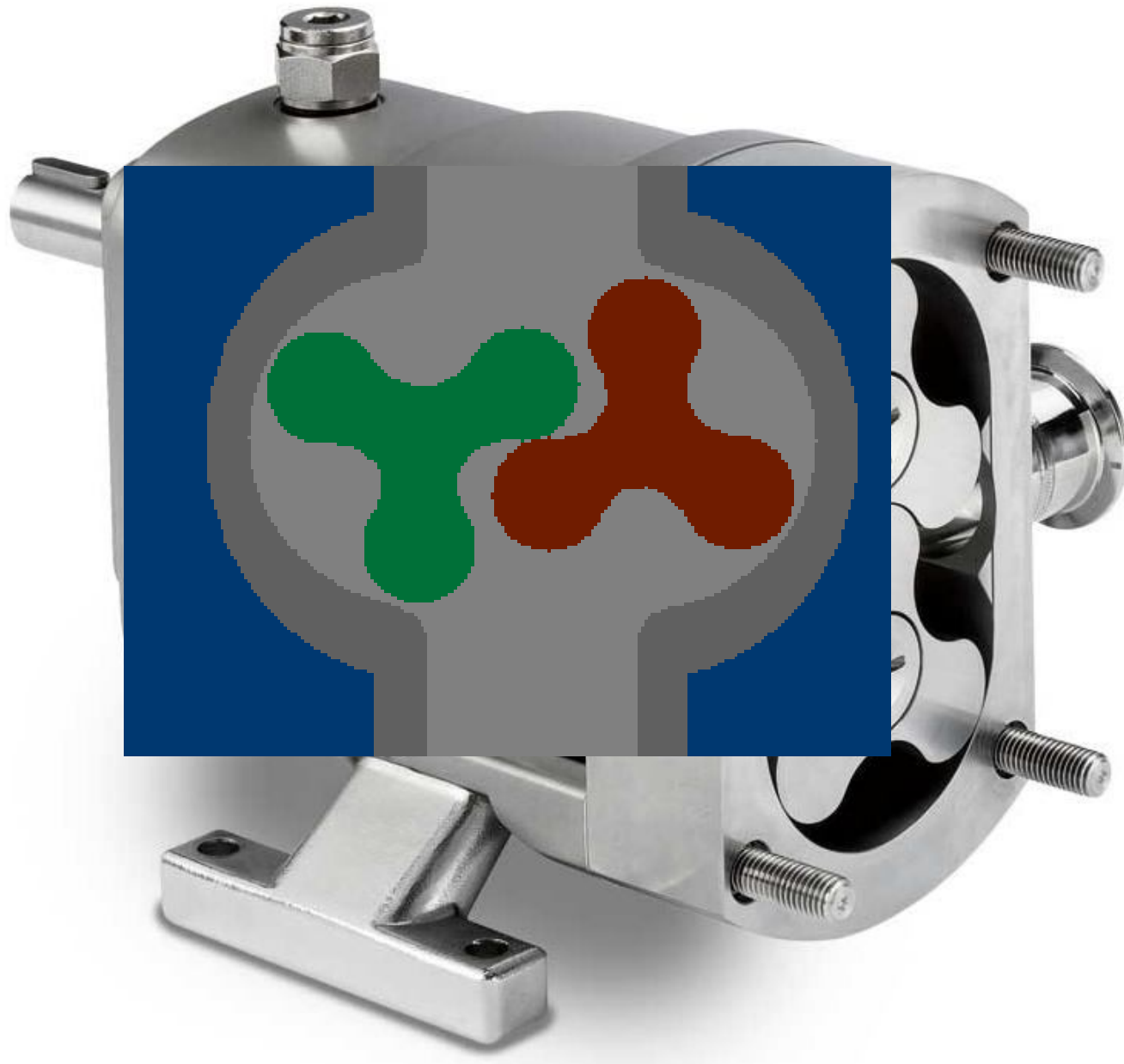
- primjena:
- gorivo, ulje
- jedan, dva

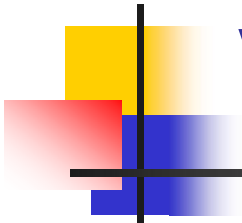


, neki tereti



■ f
■ f
c





Važni pojmovi

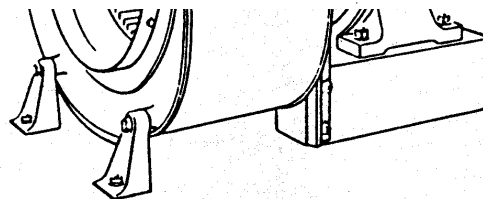
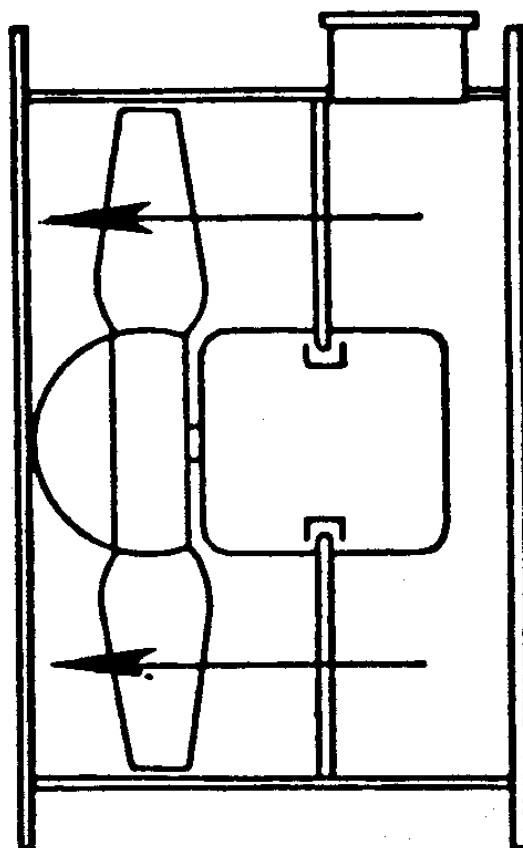
- samosisnost
- kavitacija
- pogonski stroj
- NPSH
- instrumenti za praćenje rada

3.2. Ventilatori

- uloženi u er
- ventili
- puha
- supe
- najva
 - sta
 - ras



- **startanje s strani**

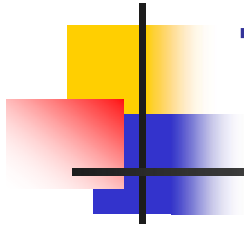


mpresori

(plinu)
laka

bar

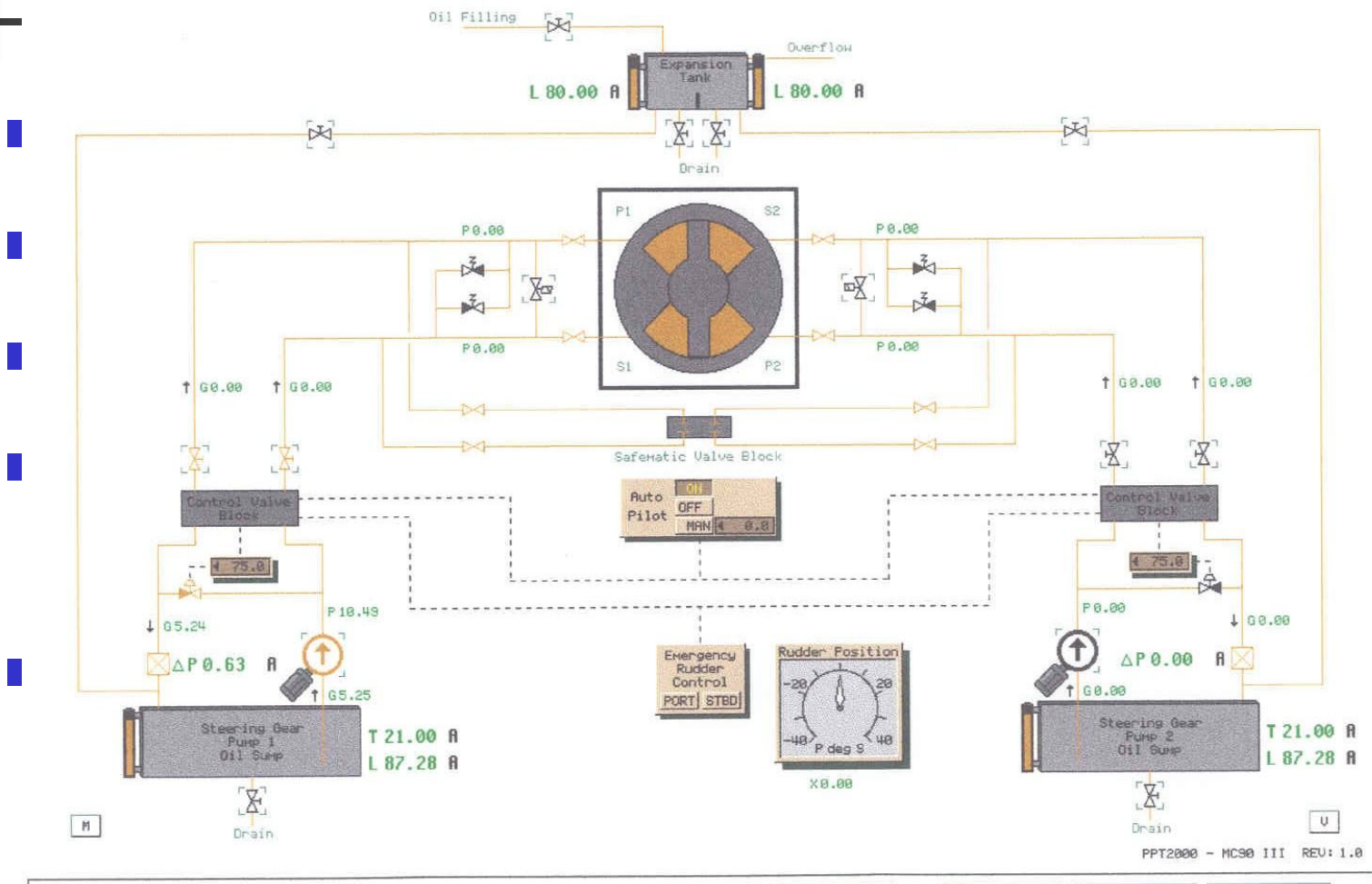
ilima na tl.

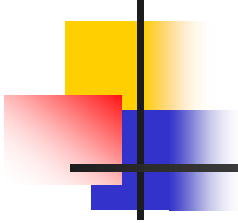


Tipovi

- ventilatori
 - turbostrojevi (propelerni, centrifugalni)
- kompresori
 - stapni – klipni
 - rotacijski: lamelasti, pužni, turbo, vijčani

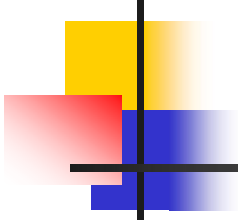
3.3. Kormilarski uređaj





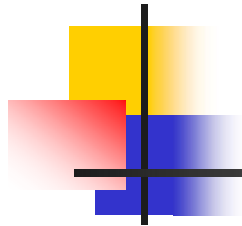
3.4. Pritezna i sidrena vitla

- hidraulična ili električna
- dvije brzine pritezanja – dizanja
- zajednički pogonski stroj – izvrstiva spojka
- kočnica (pojasna)



3.5. Zaštita okoliša

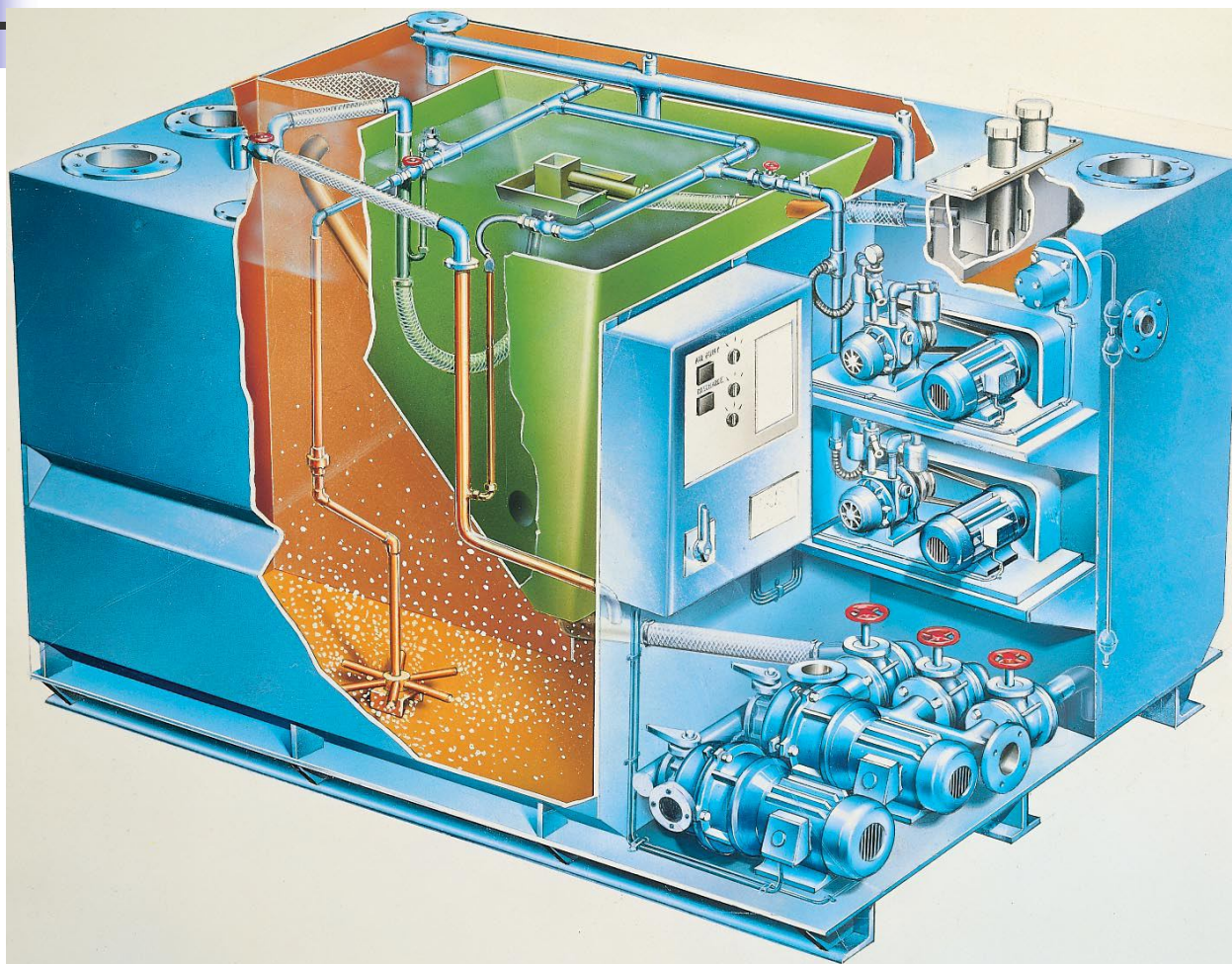
- MARPOL: zaštita morskog okoliša od ispuštanja s brodova ulja, kemikalija, krutog otpada, fekalija, plinova
- Separator kaljuže
- Uređaj za preradu fekalnih voda
- Spaljivač smeća



Separator kaljuže

- zauljena i zaprljana voda sakuplja se u sabirnom tanku i ne smije se ispustiti u more bez obrade
- razdvajanje vode i ulja ostvaruje se djelovanjem sile gravitacije (+centrifugalne) zbog različite gustoće
- do 15 ppm ulja i do 30 l/NM

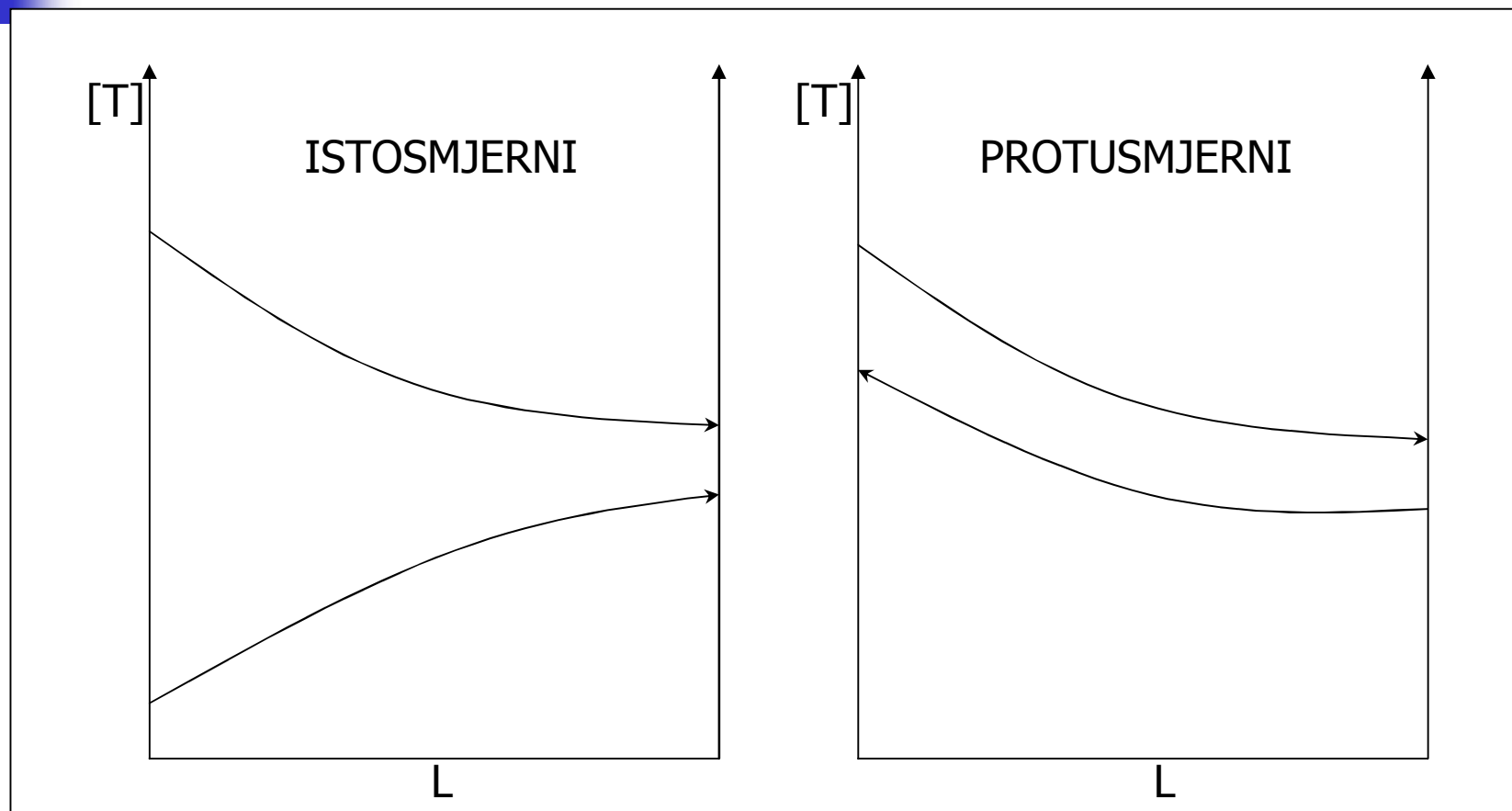
Prerada fekalnih voda

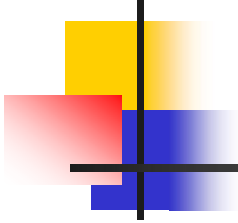


ije

e

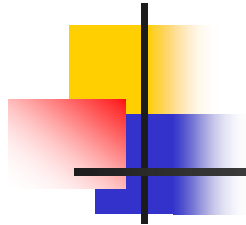
Izmjenjivači topline





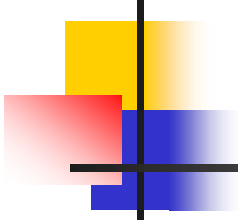
3.6. Rashladni uređaj

- ohladiti ispod temperature okoline i održati tu temperaturu
- parnokompresijski uređaji
- rade poput dizalica topline
- radni fluidi isparavaju pri niskim temperaturama, a zatim ih se komprimira te kondenzacijom predaju toplinu okolini
- najvažnija primjena: provijant



Ostalo

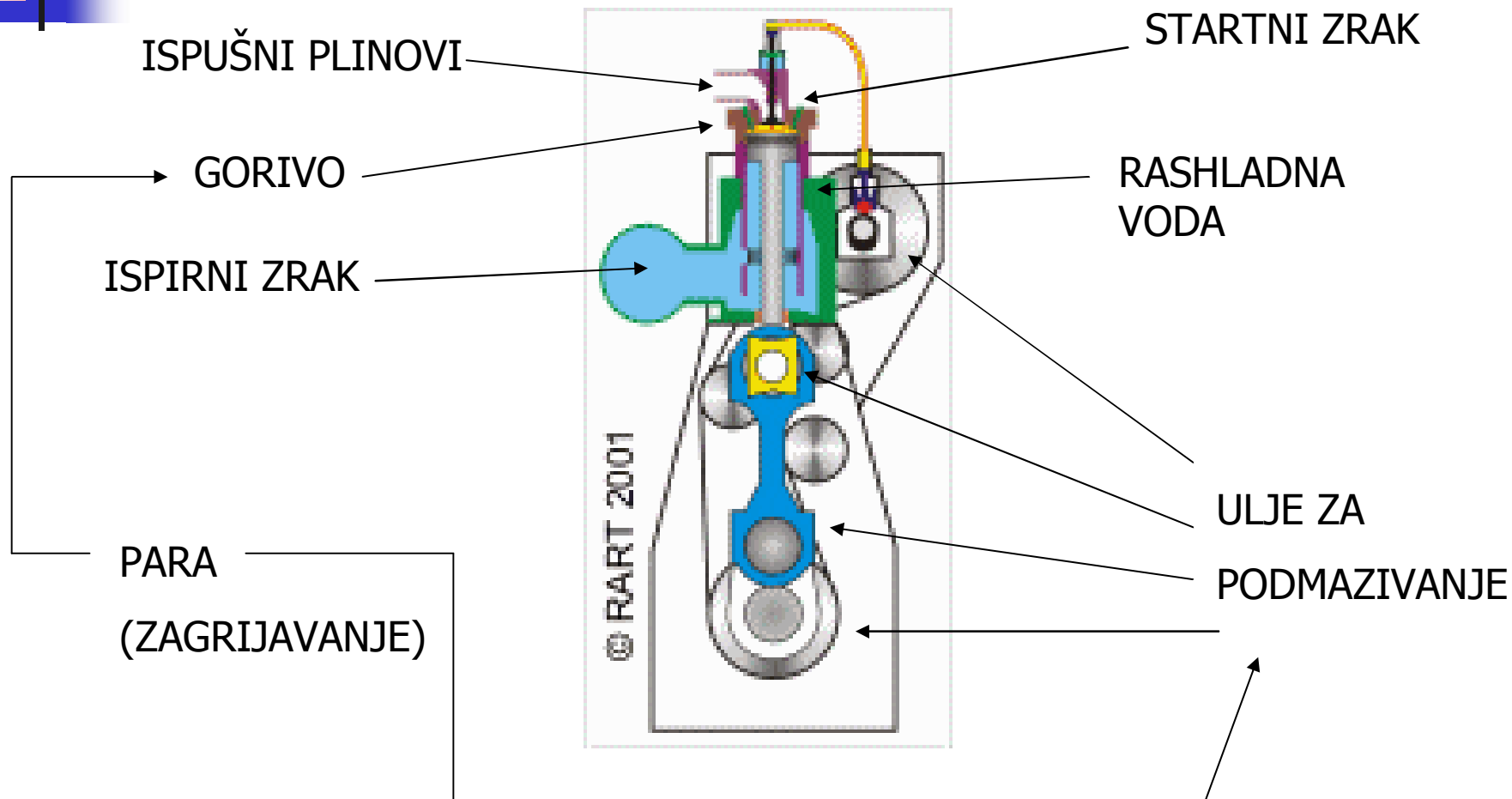
- hidrofor
- propelerno vratilo i statvena cijev
- separatori goriva i ulja

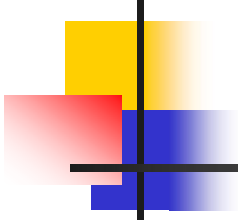


4. Sustavi i elementi

- pogonski sustavi omogućuju rad porivnog stroja tj. poriv broda
- sustavi opće službe osiguravaju sigurnost broda, okoliša, komfor...
- sustavi specijalne namjene - teret

Pogonski sustavi - DM

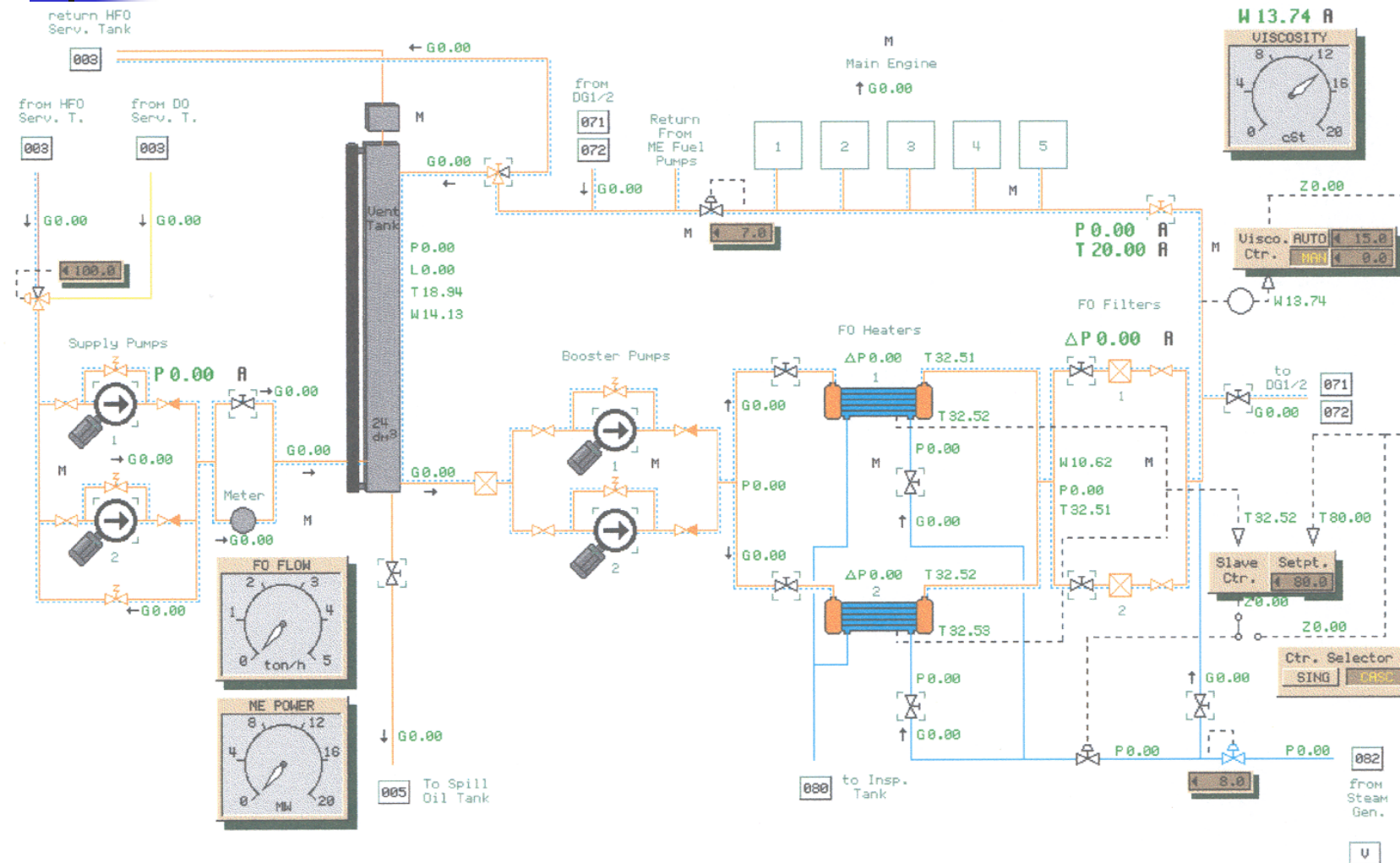


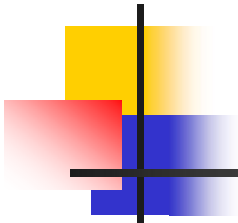


Uspostava pogona

- u svakom trenutku mora postojati mogućnost uspostavljanja pogona
- potrebno: izvor električne energije u nuždi, gorivo (grijanje?), ulje za podmazivanje, rashladna voda

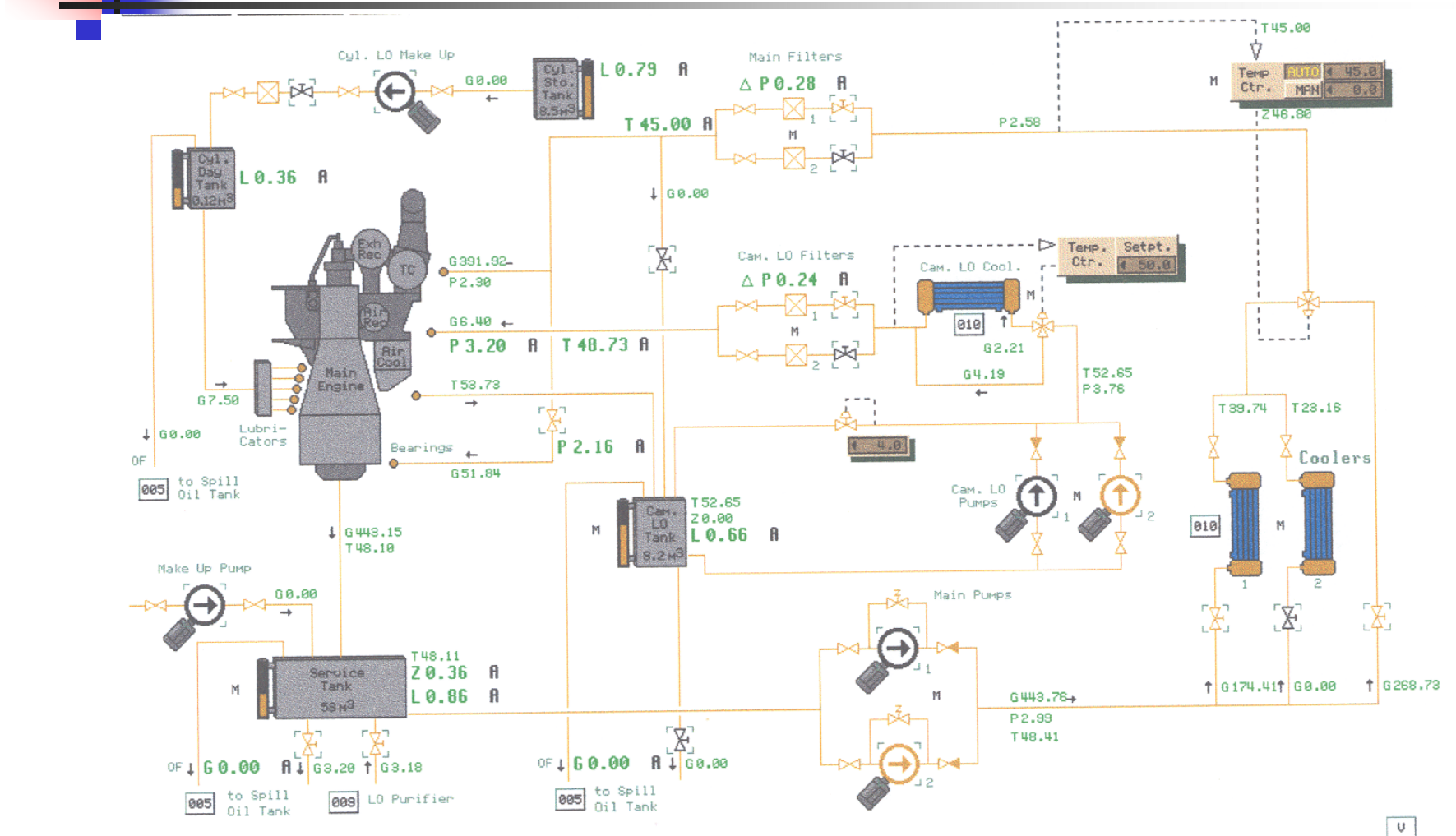
Sustav goriva

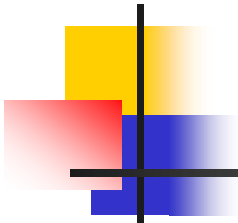




Dužnosti časnika stroja

- praćenje stanja u tankovima – dnevno stanje
- rukovođenje ukrcajem
- transfer goriva po potrebi
- upravljanje radom separatora
- praćenje rada sustava i motora kod pripreme za rad i tijekom rada
- održavanje – plansko ili po potrebi





Dužnosti časnika stroja

- praćenje stanja sustava, posebno u radu (iako postoji automatska zaštita)
- praćenje potrošnje cilindarskog ulja
- dolijevanje (transfer) ulja po potrebi
- upravljanje radom separatora ulja
- održavanje



High S
Sea C



R
R

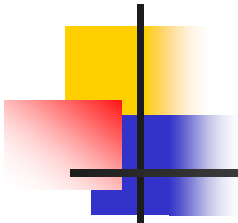
080
Steam Generation
Plant

062
Bilge Wells

001
Sea Water
System

U

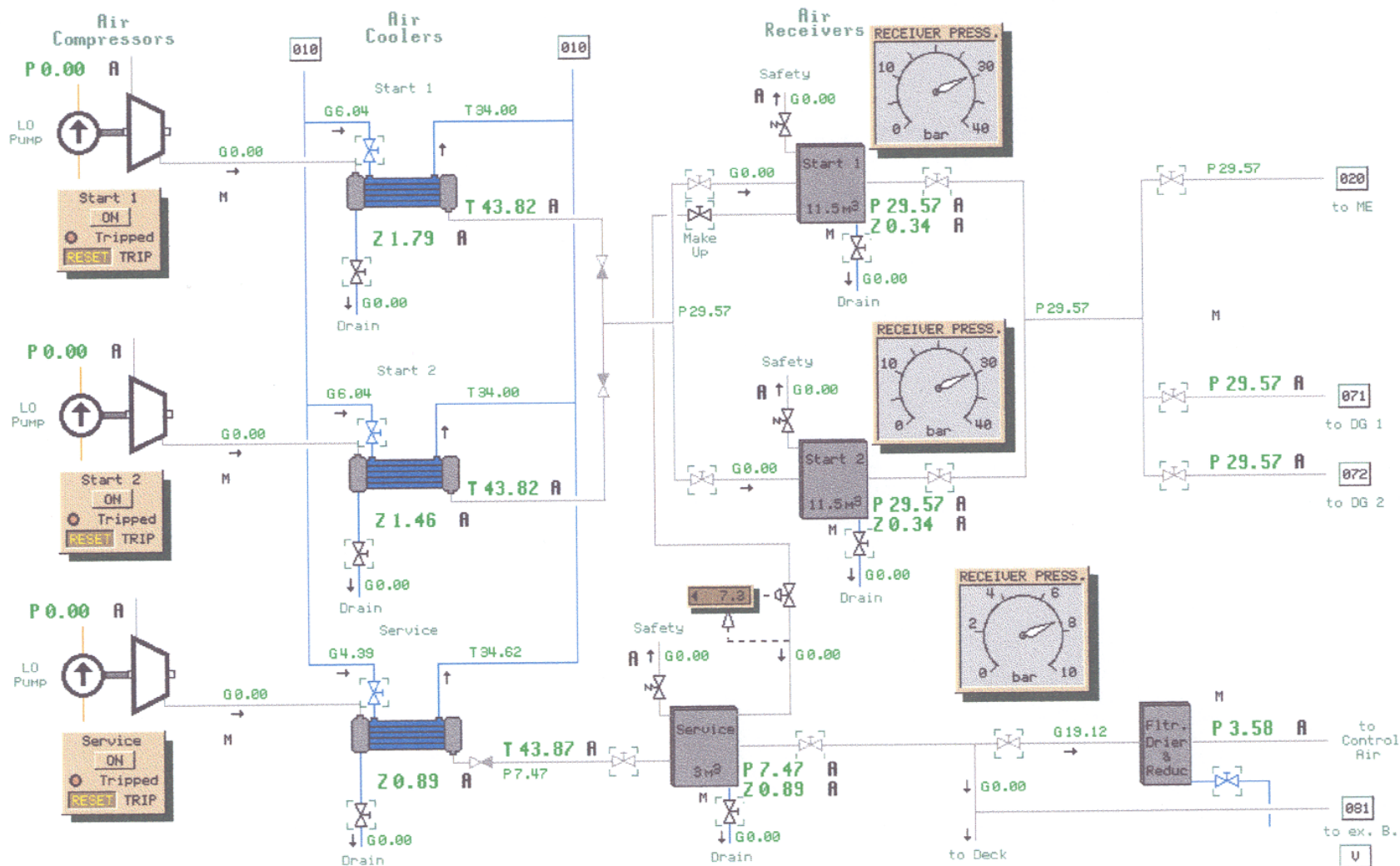
"TYPE"

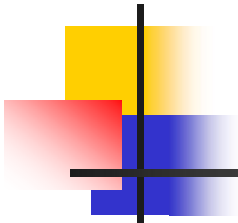


Dužnosti časnika stroja

- praćenje stanja (temperatura i tlakova)
- održavanje elemenata, prije svega
čišćenje – morska voda stvara kamenac
- nadopuna sustava slatke vode
- odušivanje – ispuštanje zraka iz
cjevovoda kako bi se izbjegli zračni
džepovi

Sustav komprimiranog zraka

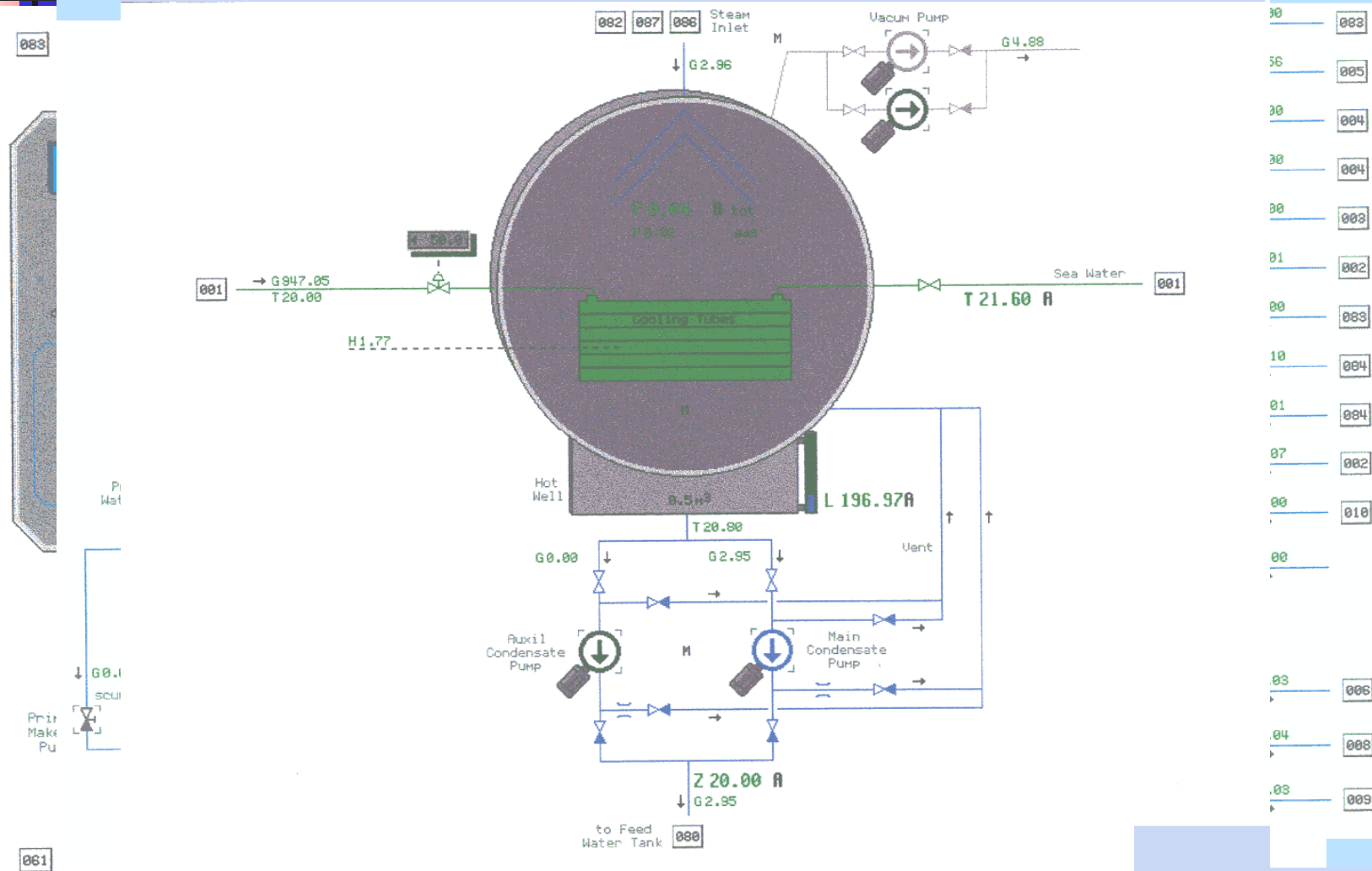


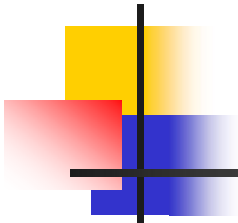


Dužnosti časnika stroja

- praćenje rada kompresora
- stanje tlaka u spremnicima
- dnevno ispuštanje vode iz spremnika
- ispuštanje vode prije upućivanja glavnog porivnog stroja

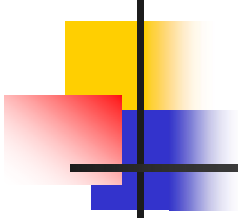
Sustav pare, kondenzata i napojne vode





Dužnosti časnika stroja

- praćenje stanja
- održavanje elemenata – čišćenje kamenca i dr.
- nadopuna sustava vodom i aditivima
- odušivanje – ispuštanje plinova



Sustavi opće službe

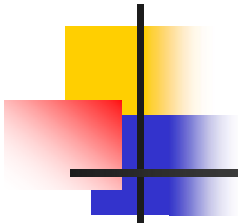
- kaljuža i balast
- ventilacija i klimatizacija
- odušivanje, sondiranje, preljevi i naljevi
- sanitarna voda
- otpadna voda
- protupožarni sustavi
- daljinsko upravljanje (pneumatika i hidraulika)

Sustav kal

- svaki brodski nenamjerno n mogućnost pr
- pražnjenje se ('drenažom' tj
- neki brodski p dijelu trupa, n te se prazne p
- sakupljena tek zabranjeno isp skupljanje o o

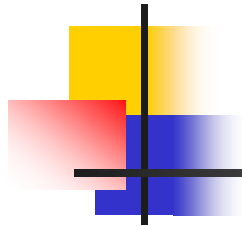


m
ki
e



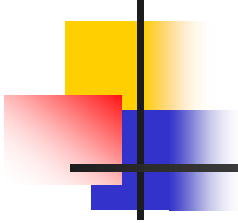
Dužnosti časnika stroja

- redovito prepumpavanje kaljužnih voda u sabirni tank kaljuže
- upravljanje separatorom kaljuže
- ispuštanje pročišćene vode s broda je automatizirano, tj. automatski se prekida ako se postignu određeni uvjeti



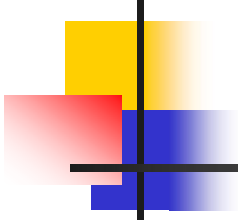
Sustav balasta

- balast – dodatna masa
- balastni se tankovi pune morem s ciljem postizanja potrebnog trima, nagiba trupa te naprezanja u brodskoj konstrukciji
- balastni tankovi su tankovi dvodna, bočni tankovi, pramčani i krmeni pikovi
- dvije pumpe balasta



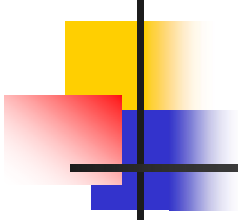
Ventilacija strojarnice

- dovodenje svježeg zraka
- važno zbog ispravnog rada strojeva i temperature zraka u strojarnici
- veći broj ventilatora - fleksibilnost
- 50% ukupne količine dovodi se na usisne filtre turbopuhala glavnog motora
- pretlak u strojarnici



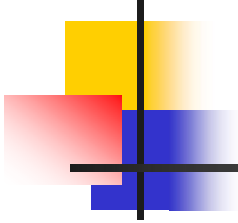
Klimatizacija

- kondicioniranje zraka
- temperatura i vlažnost
- centralne klima jedinice
- nadgrađe, kontrolna prostorija
strojarnice i dr.



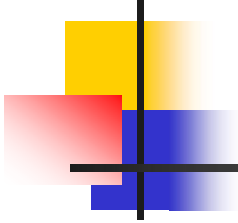
Neki elementi i održavanje

- filtri
 - oni su zaštita, provjera zaprljanja i zamjena
- pumpe
 - tlakovi na usisnoj i tlačnoj strani
- kompresori
 - tlakovi na usisnoj i tlačnoj strani
- izmjenjivači topline
 - zaprljanje izmjenjivačkih površina - čišćenje
- hidrofori
 - nadopuna zraka



Mjerenje i automatizacija

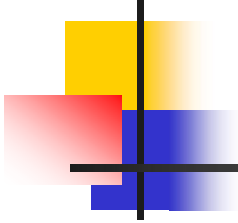
- klasa automatiziranosti strojarnice
- definira mjerna mjesta, način indikacije, mjesto prikaza, alarmiranje, zaštitno djelovanje
- mjerno mjesto: npr. prije i poslije pumpe
- način indikacije: stalno ili na poziv, analogno ili digitalno
- mjesto prikaza: lokalno, ECR, BCR
- alarmiranje: donja ili gornja vrijednost
- zaštitno djelovanje: SLOWDOWN i SHUTDOWN motora, uključivanje rezervne pumpe, gašenje plamena na gen. pare itd.



Automatizacija rada pomoćnih uređaja

- automatski rad pogonskih pumpi
 - rezervne kod pada tlaka
 - nakon određenog broja radnih sati
 - po uspostavi EE sustava
- automatsko uključivanje komp. zraka
 - dvopoziciona regulacija, kod donje se vrijednosti tlaka u spremniku komp. uključuje, a kod gornje isključuje
- automatski rad rashladnog uređaja
 - dvopoz. regulacija temperature u komori, dvop. reg. usisnog tlaka
- automatski rad separatora goriva i ulja
 - potpuno automatiziran rad i javljanje greške, isključivanje kod prevelikih vibracija

Automatizacija rada pomoćnih uređaja

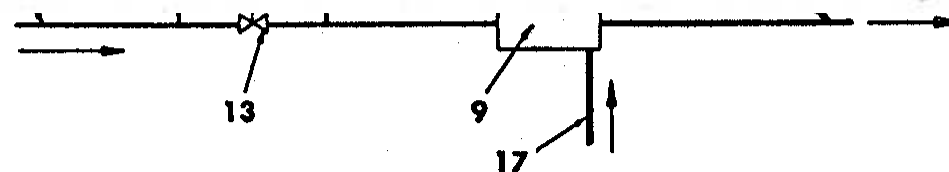
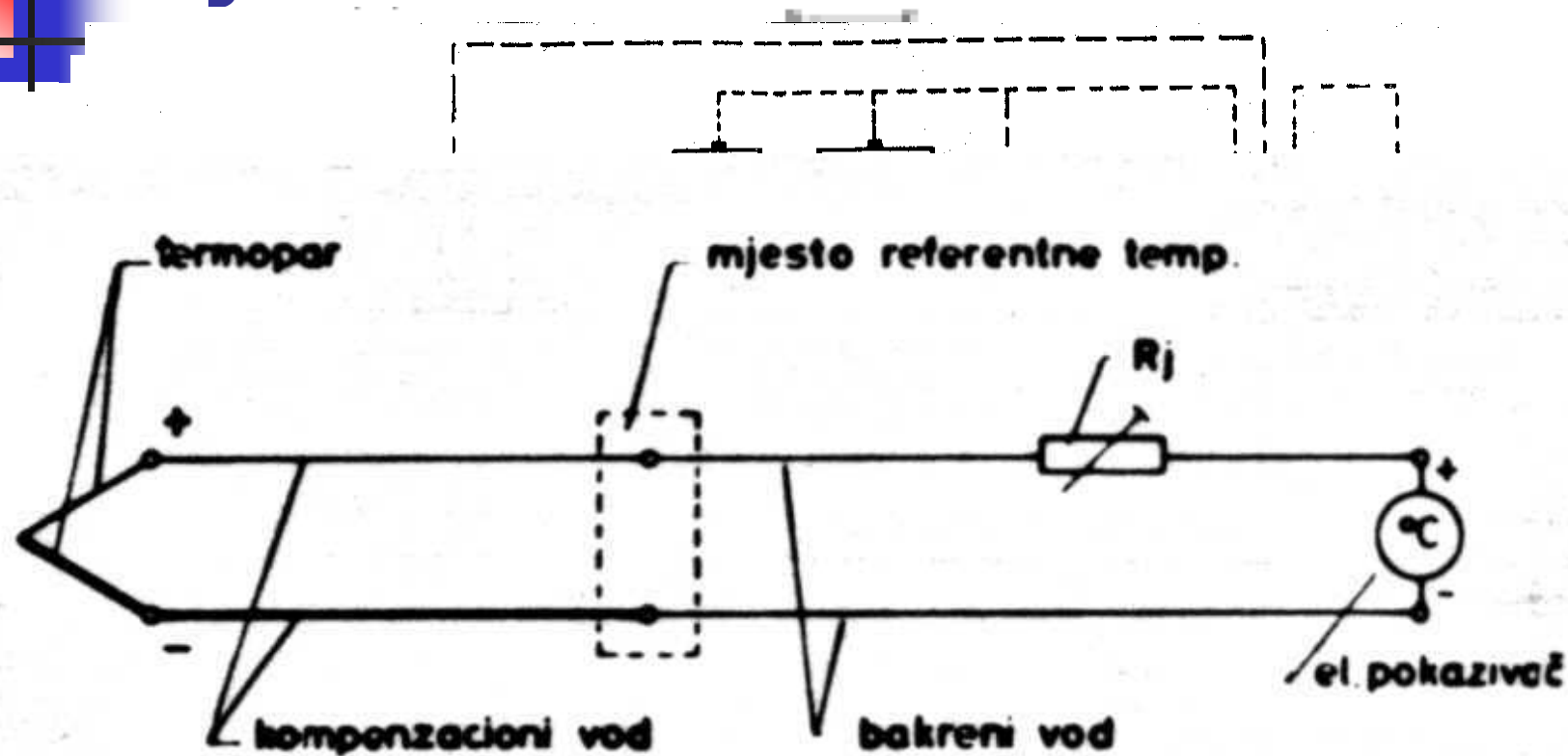


- automatski prekid ispuštanja pročišćene kaljužne vode
 - >15 ppm,
 - >30 l/NM
- automatski rad samočistivih filtara (sušioča): gorivo, ulje, kontrolni zrak
- automatski rad uređaja za proizvodnju destilirane vode

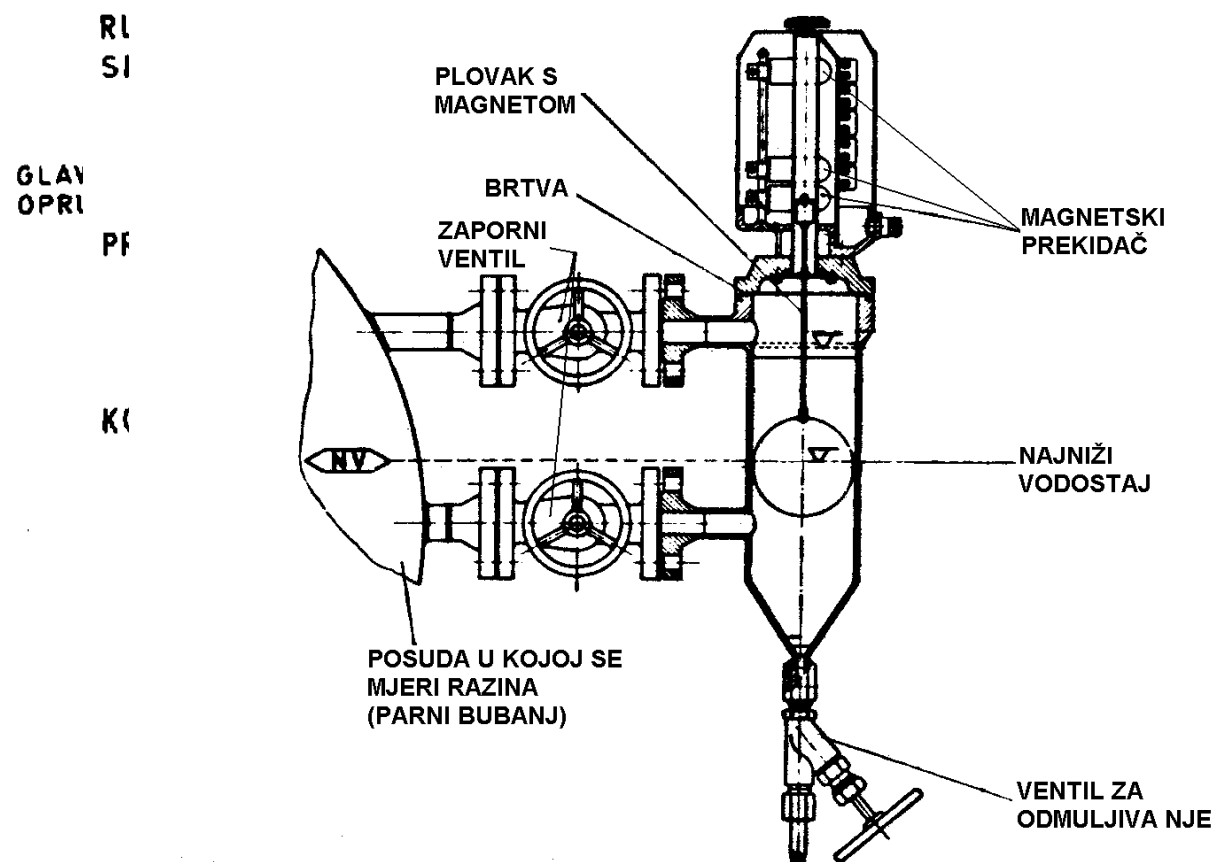
Automatizirana brodska elektrana

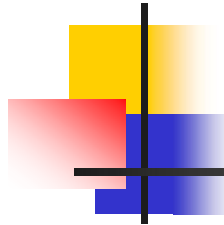
- uključivanje i isključivanje 'stand-by' generatora u skladu s opterećenjem
- 'stand-by' generator mora biti spreman za upućivanje (predgrijan, podmazan, pripremljeno gorivo)
- nakon upućivanja automatski se izjednačava frekvencija, dovodi se u fazu, izjednačava napon te nakon priključenja na mrežu izvrši raspodjela opterećenja

Mjerni instrumenti



Prekidači





Zaključak

- zahtjevan i odgovoran posao časnika
- pomaže automatski nadzor, ali...
- fizikalne osnove procesa i mjernih instrumenata
- redovite kontrole i praćenja rada
- uvježbavanje reakcija i razmišljanje unaprijed o mogućim situacijama i rješenjima