

RASHLADNI SUSTAVI KONTEJNERA

IZVEDBE I PRAKSA

Dr. sc. Predrag Kralj

2. Parno-kompresijski rashladni uređaji

2.1. Primjena na brodu

2.2. Tipovi kompresora

2.3. Ostali dijelovi

2.4. Glavni proizvođači i karakteristike

2.5. Rashladni uređaji kontejnera

2.6. Regulacija rashladnog učina

2.7. Praćenje rada i osnovna dijagnostika

2.8. Punjenje i pražnjenje uređaja

2.1. Primjena na brodu

Izvedbe

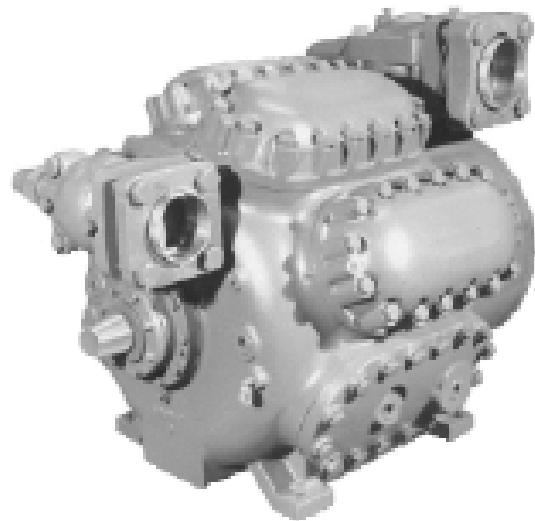
- čuvanje živežnih namirnica – provijant
 - hlađenje zraka u centralnim klima jedinicama
 - teret
 - ✦ ukapljivanje plinova
 - ✦ skladišta
 - ✦ **kontejneriziran teret**
 - manji uređaji
-

2.2. Tipovi kompresora

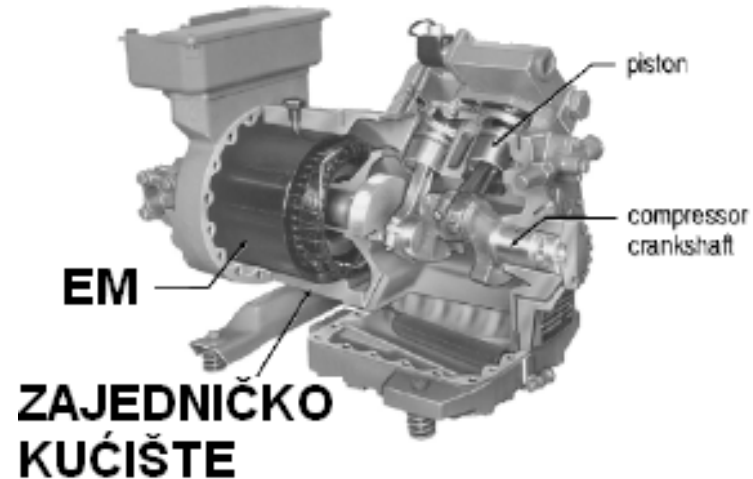
Podjele

- kućište: otvoreni, poluotvoreni, hermetički
 - povećanje energije fluida: stapni – klipni, vijčani, lamelasti, pužni – spiralni (engl. scroll)
 - najčešće primjenjivani u rashladnim uređajima kontejnera: stapni jedno i višecilindrični i jednoradni, otvoreni, poluotvoreni te hermetički; hermetički pužni
-

Otvoreni, poluotvoreni, hermetički kompresor

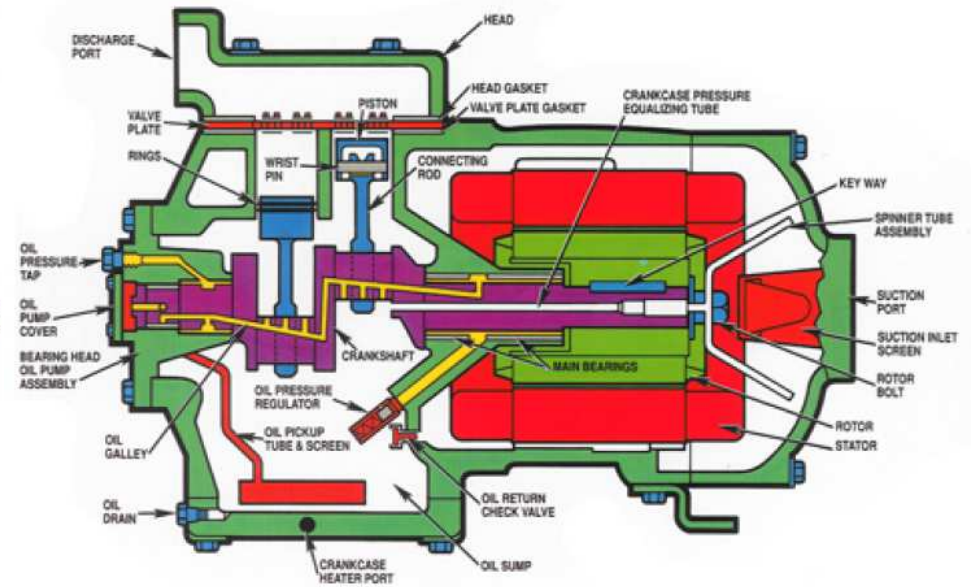
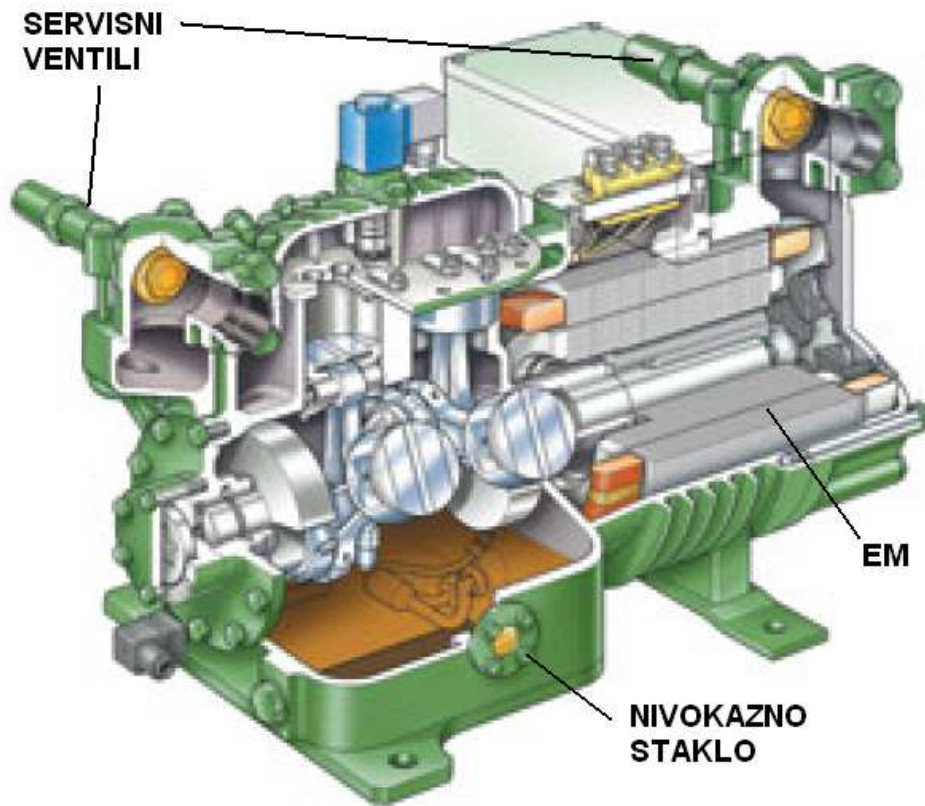


**ZAJEDNIČKO
KUĆIŠTE**

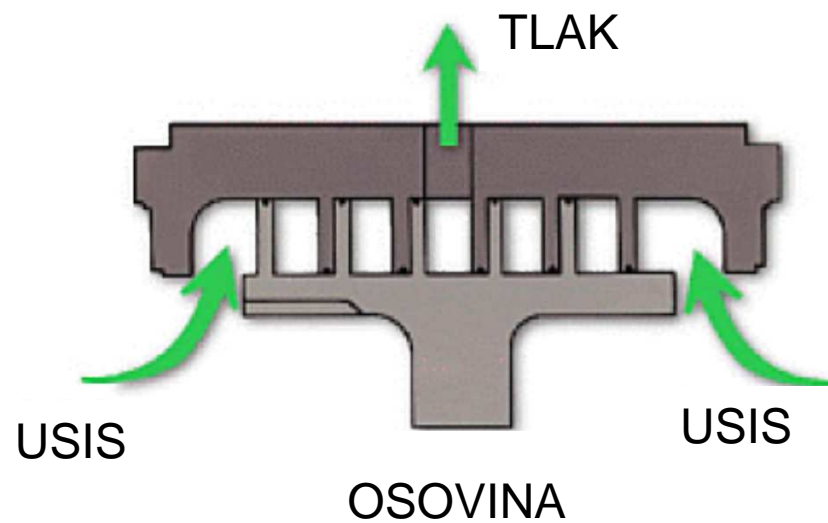
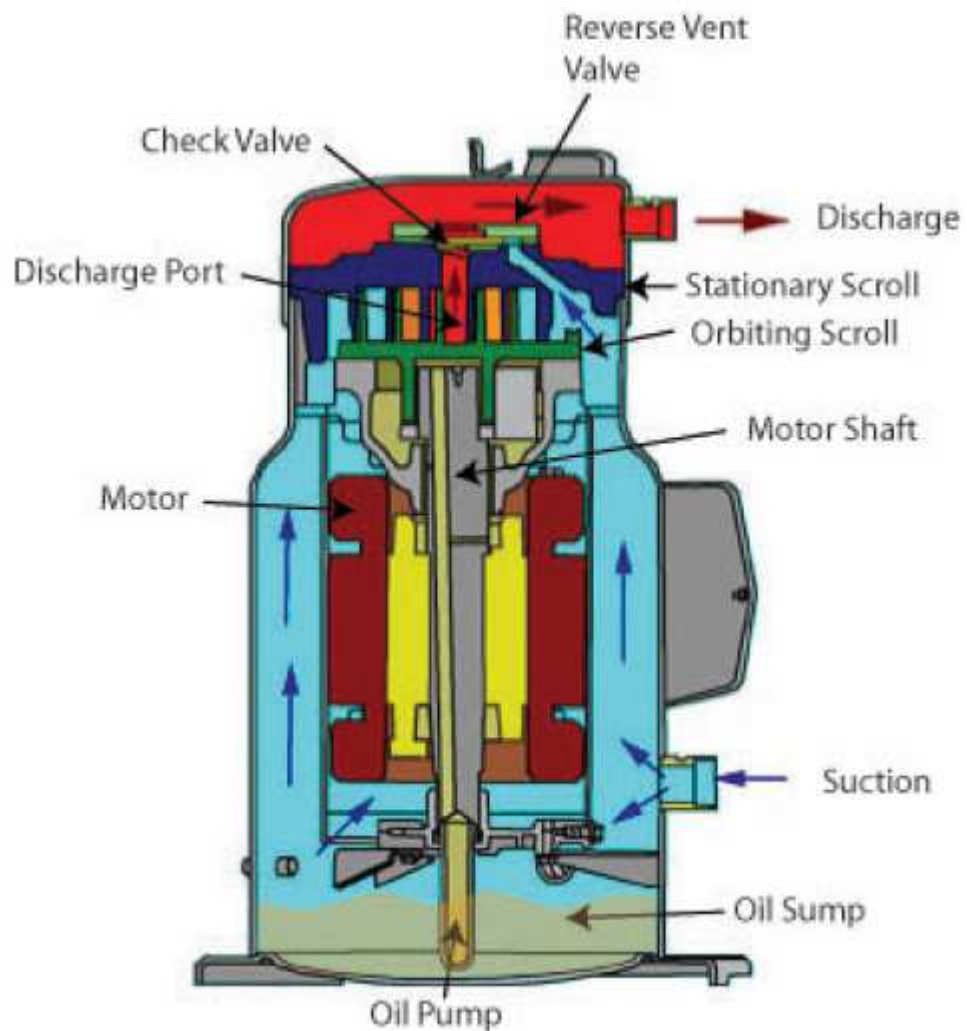


**ZAJEDNIČKO
KUĆIŠTE**

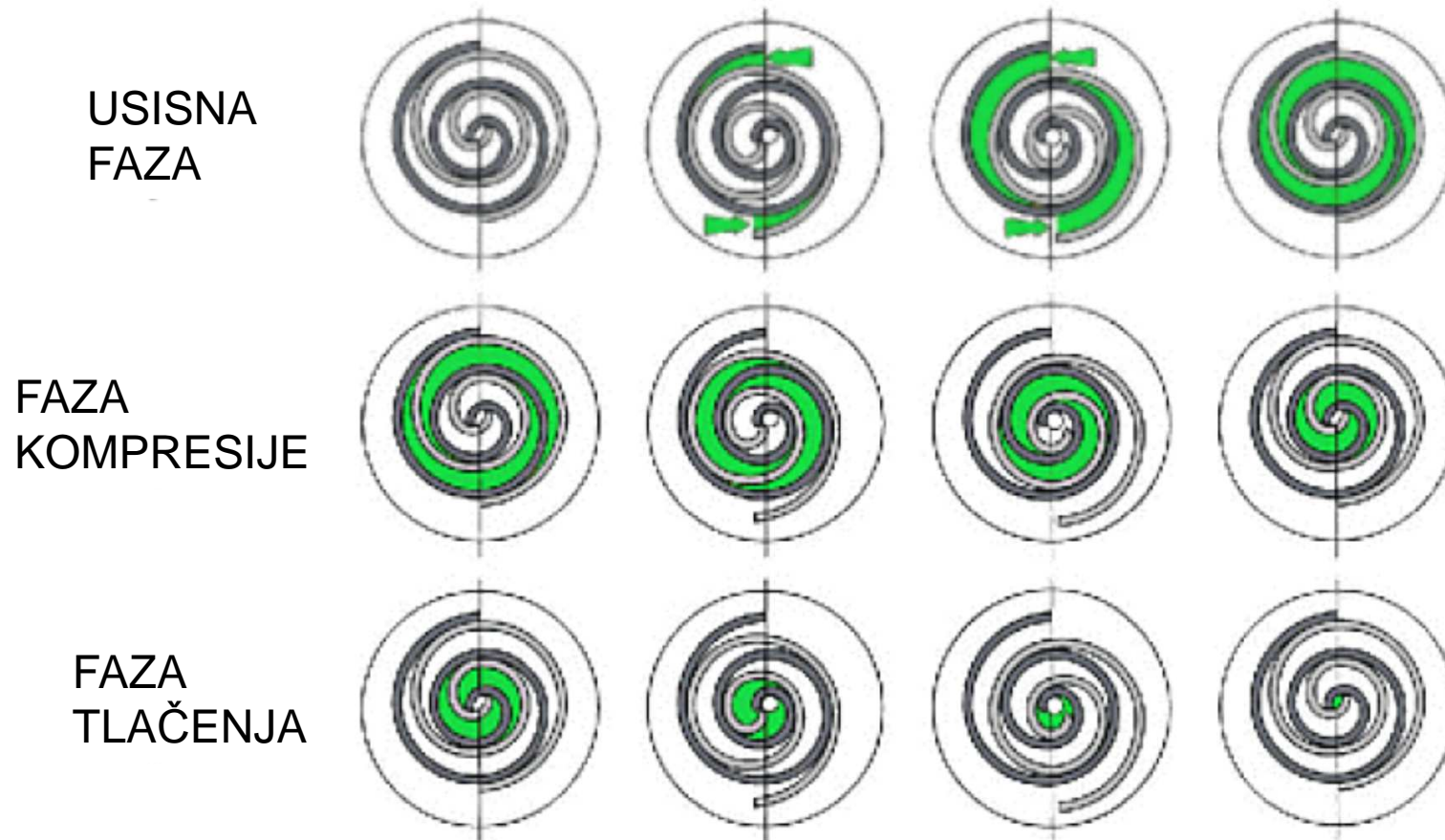
Poluotvoreni višecilindrični



Pužni (spiralni, engl. scroll)



Pužni (spiralni, engl. scroll)



2.3. Ostali dijelovi

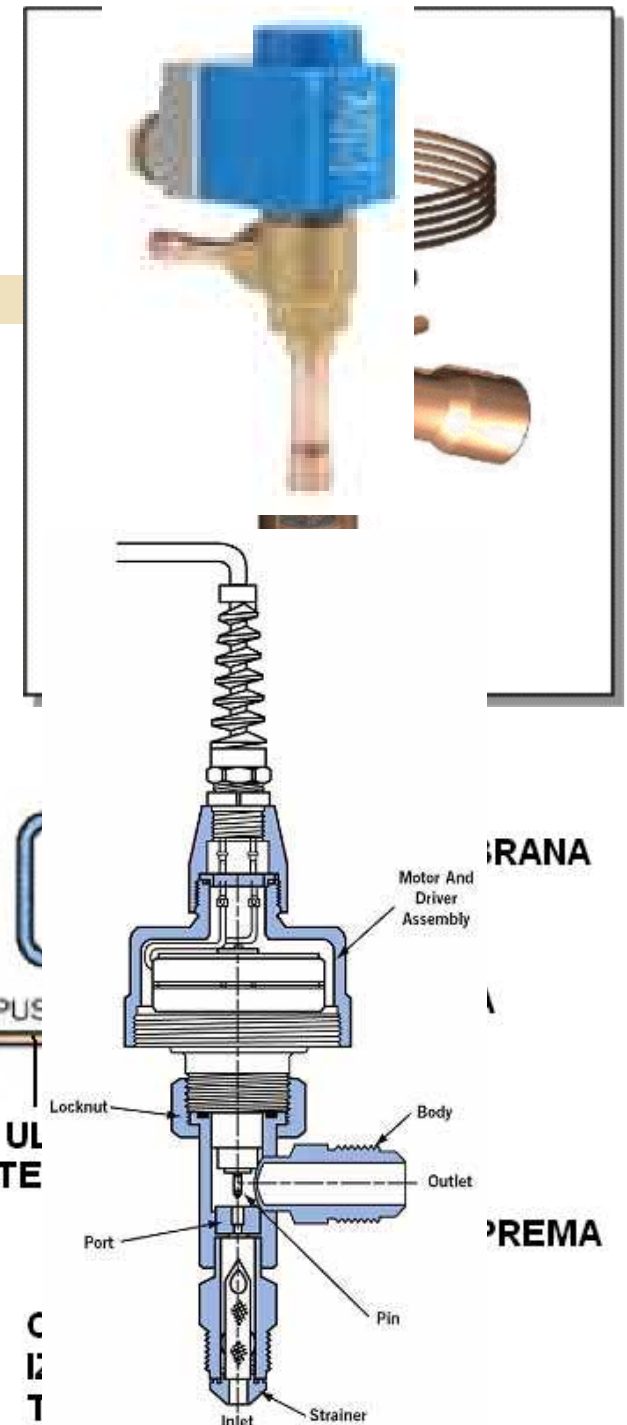
Kondenzator

- hlađeni vodom (morem), cilindrični plašt, morska voda kroz cijevi – radni fluid oko njih, posuda pod tlakom – sigurnosna armatura)
- **hlađeni zrakom (radni fluid kroz cijev, zrak oko njih – prirodno ili prisilno strujanje)**



Prigušni element

- kapilara ili **regulacijski ventil (TEV ili EEV)**
- znatan pad tlaka uslijed čega dolazi do promjene faze radnog fluida (tekućina visokog tlaka se pretvara u mokru paru niskog tlaka)
- TEV ili EEV obično puštaju količinu radnog fluida koja u isparivaču potpuno ispari i još se malo pregrije
- pregrijanje se kreće u rasponu od 3 do 10°C



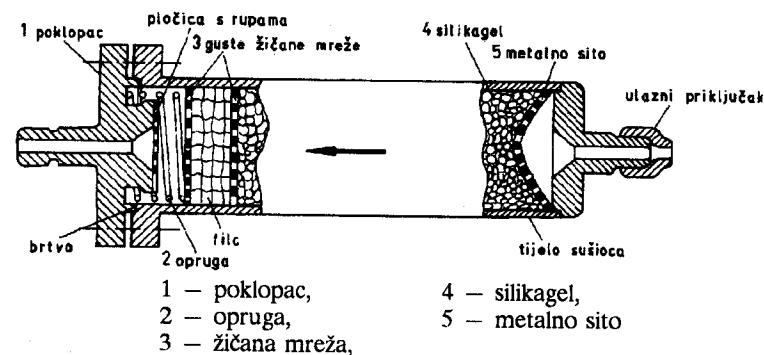
Isparivač

- prirodna ili **prisilna** cirkulacija zraka
- prisilna cirkulacija zraka: regulacija protoka zraka brojem ventilatora i regulacijom broja okretaja ventilatora
- odleđivanje
 - ✦ Zašto? Led je izolator, stvara toplinski otpor.
 - ✦ električnim grijačima ili uvođenjem tople pare radne tvari
- sušenje zraka (posebna cijev za toplu paru)



Ostala oprema

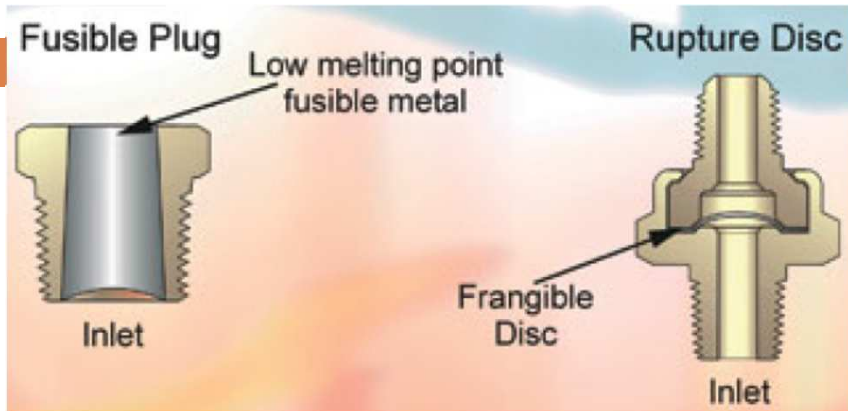
- filter-sušilac
 - ✦ rastavljivi ili **hermetički**
 - ✦ strelica za smjer ugradnje
- pokazno staklo
 - ✦ manjak sredstva
 - ✦ zasićenje sušioca
- pothlađivač kondenzata
- spremnik
- elektromagnetski ventili
- nepovratni ventili i ventili s dvostrukim sjedištem
- mjerna i regulacijska armatura



Pothlađivač kondenzata



Spremnik (receiver)



EM ventili

Membrana: guma ili teflon

Ručno upravljanje u nuždi

Pilot ventil

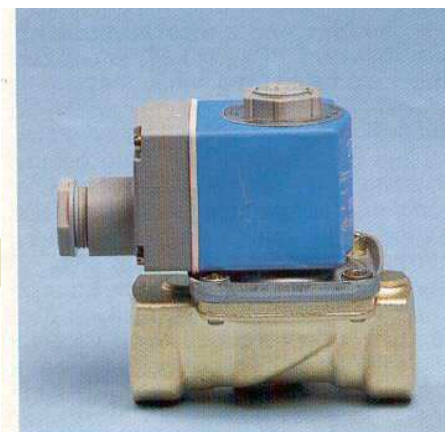
Površina membrane s gornje strane je veća, a kako je tlak isti kao na ulazu ventil je zatvoren

Zavojnica pod naponom privlači element 15 te se prostor s gornje strane membrane povezuje s tlakom na izlazu - otvaranje

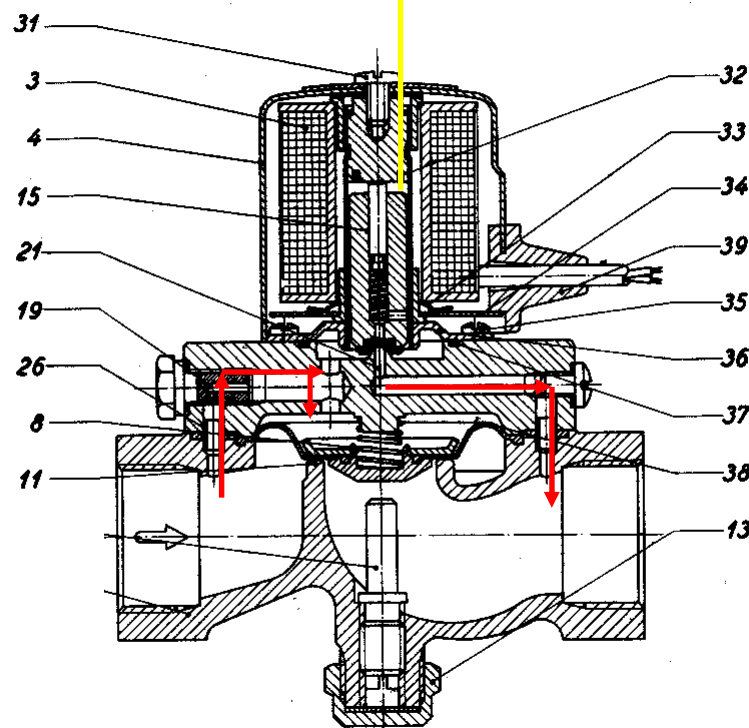
$$p_{ulaz} A_{memb,dolje} = F_{otv}$$

$$p_{ulaz} A_{memb,gore} = F_{zatv}$$

$$A_{men} p_{ulaz} A_{memb,dolje} = F_{otv} > F_{zatv} = p_{izlaz} A_{memb,gore}$$

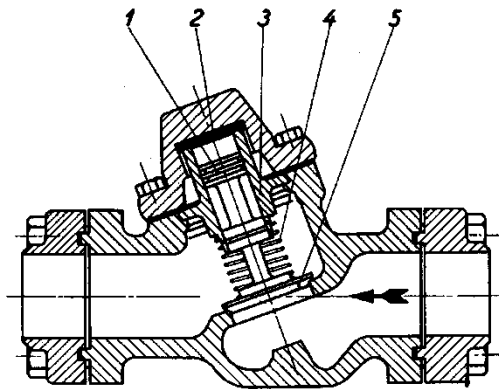


EVSIT 18 m. 18Z coil, 10 W.



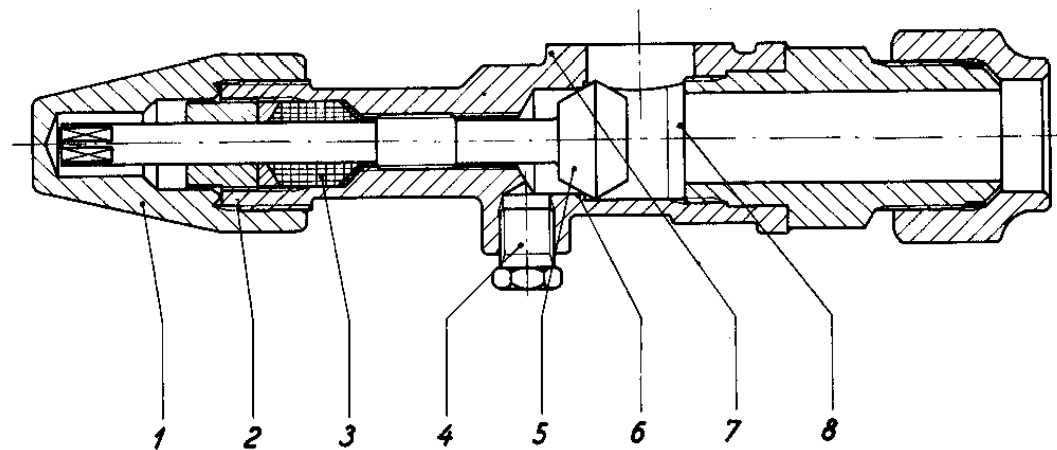
Ventili

NEPOVRATNI VENTIL



Type KVDA 35 - 40

VENTIL S DVOSTRUKIM SJEDIŠTEM



2.4. Glavni proizvođači i karakteristike

Proizvođači

- Carrier
 - Thermoking
 - Daikin
 - Star Cool
 - Denso
-

Carrier



Carrier je vodeći proizvođač. Pioniri su rashladne tehnike.

Koristi nekoliko tipova kontejnera. Danas se najviše koriste: *Primeline* i *Thinline*.

Primeline koristi R-134a. Ima hermetički kompresor pužnog tipa (engl. scroll). Koristi EEV. Regulacija kapaciteta vrši se s dva ventila sa suprotnim djelovanjem, jedan je otvoren za povećanje, a drugi za smanjenje kapaciteta, ili s jednim by-pass ventilom koji spaja tlačnu i usisnu stranu kompresora.

Thinline koristi R-134a. Ima višecilindrični (6) klipni kompresor poluotvorenog tipa. Koristi TEV. Regulacija kapaciteta vrši se prigušnim ventilom na usisnoj cijevi kompresora.

U oba slučaja elektromotor kompresora je trofazni.

Thermoking



Drugi po udjelu na tržištu.

Najkorišteniji je *Magnum* kontejner (*Magnum*, *Magnum SL*, *Magnum 20*).

Magnum radi s R-404A. To je smjesa. Malo otežava održavanje.

Trofazni elektromotor za pogon hermetičkog pužnog kompresora.

Regulacija kapaciteta pomoću EMV-a koji djeluje na kompresor – rasterećuje ga.

Thermoking Superfreezer (CRR DF model)



Za posebno niske temperature.

Kaskadni rashladni sustav: primarni, koji koristi R-134a hladi sekundarni s R-23.

Hermetički pužni kompresor za R-23.

Višecilindrični poluotvoreni kompresor (Copeland Discus) za R-134a.

Daikin

Bori se za drugo mjesto.

Tip LXE. Razlikuju se sustavi kontrole (DECOS).

Također koristi R-134a.

Hermetički pužni kompresor pogoni trofazni elektromotor. Regulacija kapaciteta prigušnim ventilom na usisu (SMV).

Kondenzator hlađen zrakom ili vodom (spremnik).

Prigušni element je EEV.

Denso



Dva kompresora s regulacijom broja okretaja pogonskog elektromotora (trofazni s inverterom).

Koristi R-404A (6,3 kg).

Rotacioni hermetički kompresor.

Prigušni elementi su EEV – posebno za ekonomajzer i isparivač.

Ekonomajzer se koristi u odgovarajućem načinu (modu) rada kao pothlađivač kondenzata čime se povećava rashladni učin i rashladni množilac.

Odleđivanje isparivača električnim grijačem.

Star cool



Koristi R-134a.

Dvostepeni stapni kompresor s regulacijom broja okretaja (inverter).

Koristi EEV.

Ima ekonomajzer za pothlađivanje kondenzata.

2.5. Rashladni uređaji kontejnera

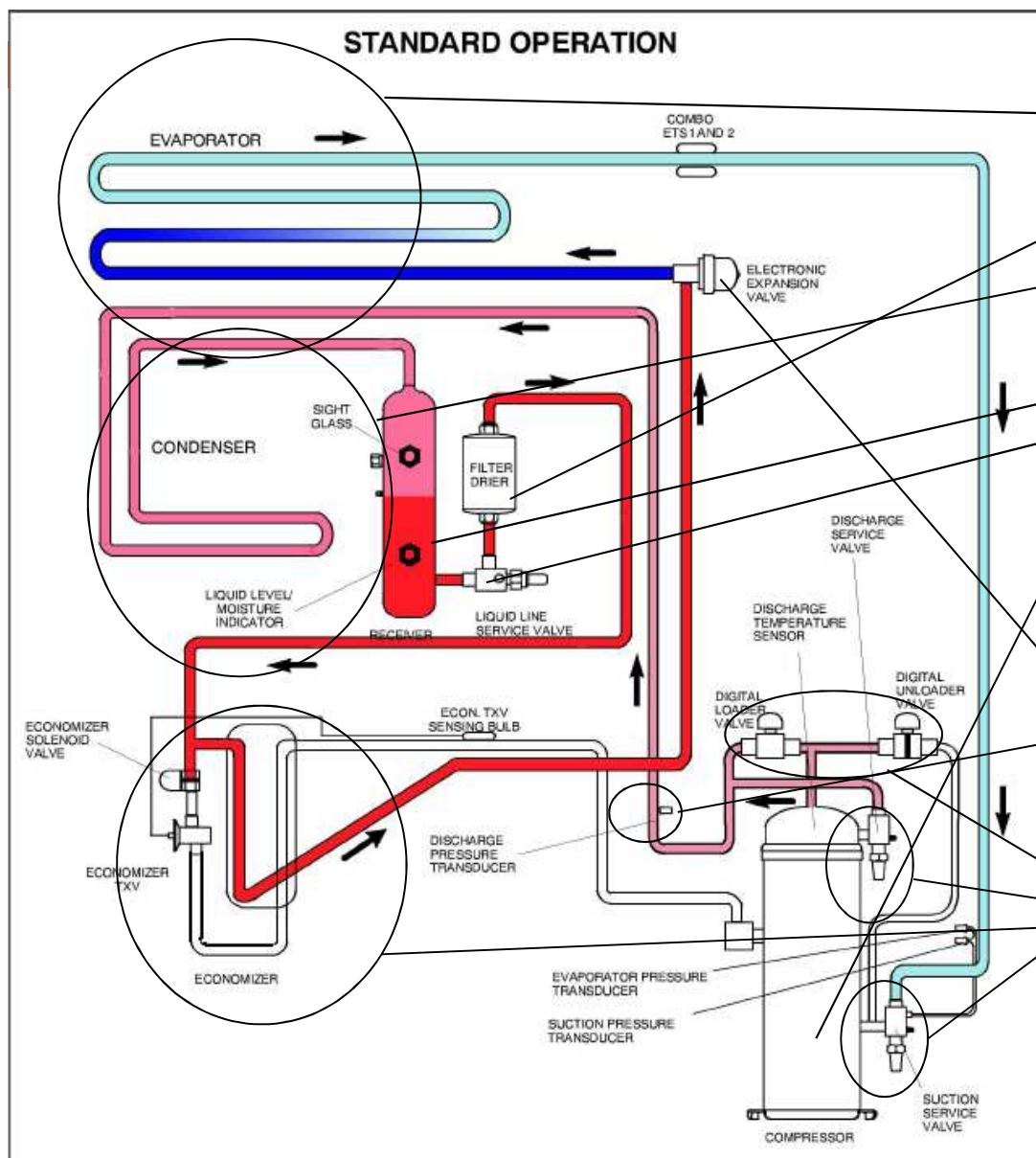
Shema Carrier Primeline

Karakteristike rashladnog uređaja:

- 4,54 kg R-134a

- zaštita – topivi element na spremniku 99°C ili disk koji puca na 35 barg

- HPS 17,5 / 24,5 barg



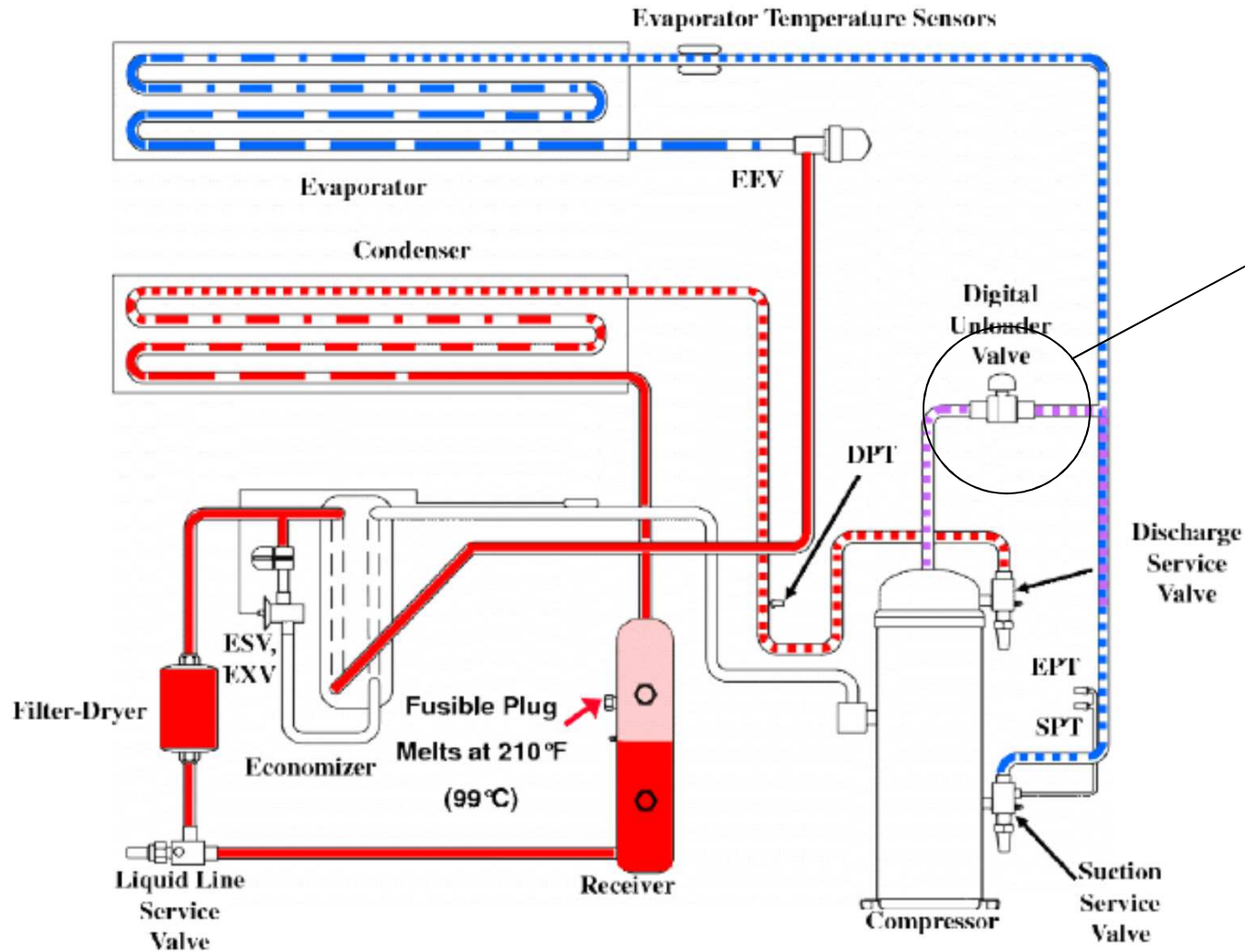
SPREMNIK
ZAPORNI VENTIL
TEKUĆE FAZE

TERMOSTATSKI SKROLO
KOMPRESOR
SERVISNI
VENTIL I S

DAVAČ TLAKA,
TLAČNA STRANA
KOMPRESORA,
ZAŠTITA

VENTILI ZA
OPTEREĆENJE I
RASTEREĆENJE

Shema Carrier Primeline



DRUKČIJA
REGULACIJA
KAPACITETA

Shema Carrier Thinline 368

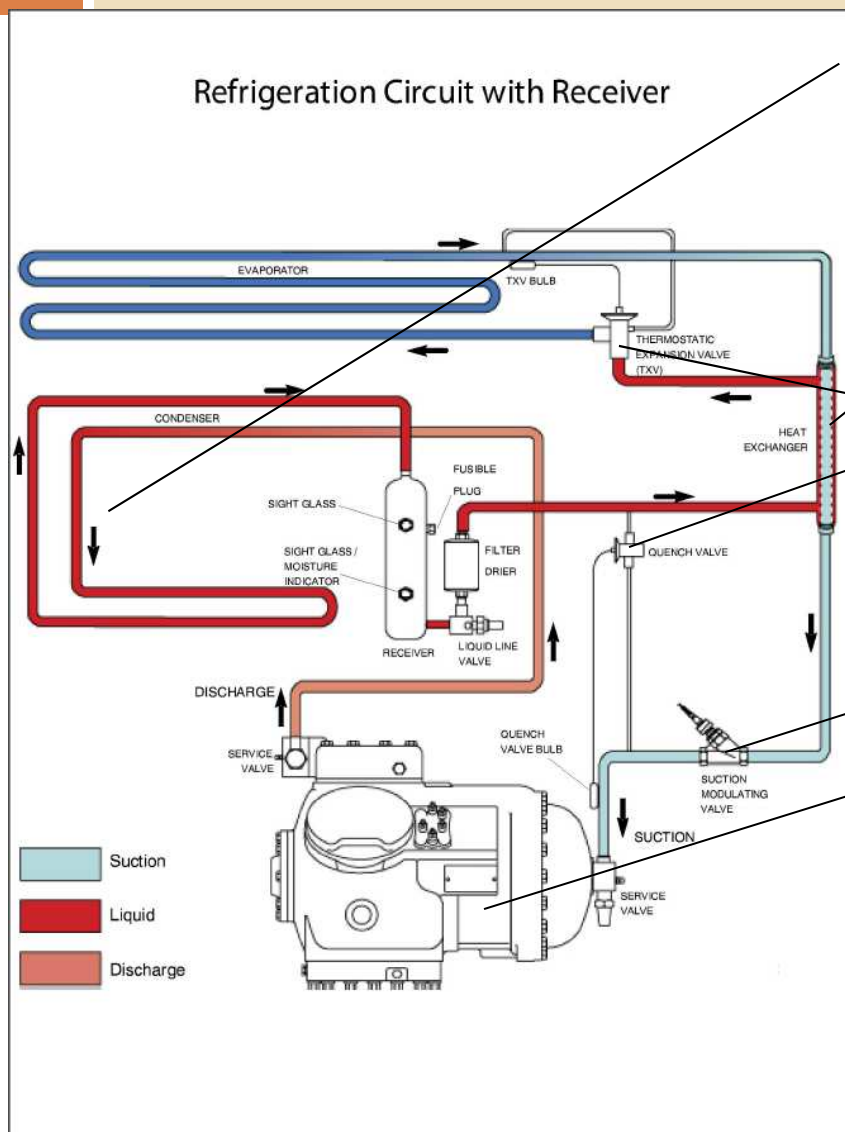
Karakteristike:

-3,3 kg R-134a

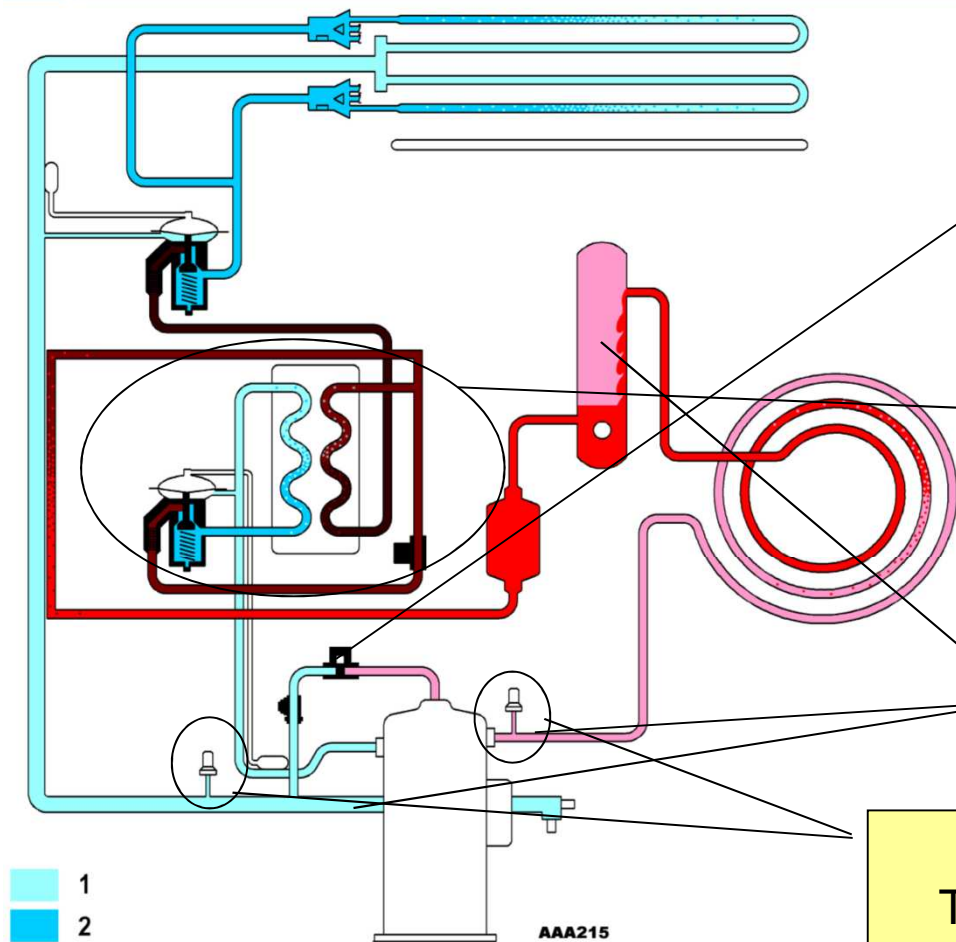
-HPS isto

SUSTAV IMA
KONDENZACIJE - topivi element ili disk
UPRAVLJA RADOM VENTILATORA
KONDENZATORA: AKO JE VANJSKA
TEMPERATURA NIŽA OD 27°C
VENTILATOR SE UKLJUČUJE KAD
JE TLAK VEĆI OD 200psig (14barg)
ILI NIJE RADIO DUŽE OD 60s, A
ISKLJUČUJE SE KAD JE TLAK NIŽI
OD 130psig (9,1barg) ILI JE RADIO
DUŽE OD 30s

REGULACIJU
KAPACITETA
VISECILINDRICNI,
POLUOTVORENI



Shema Thermoking Magnum



Karakteristike:

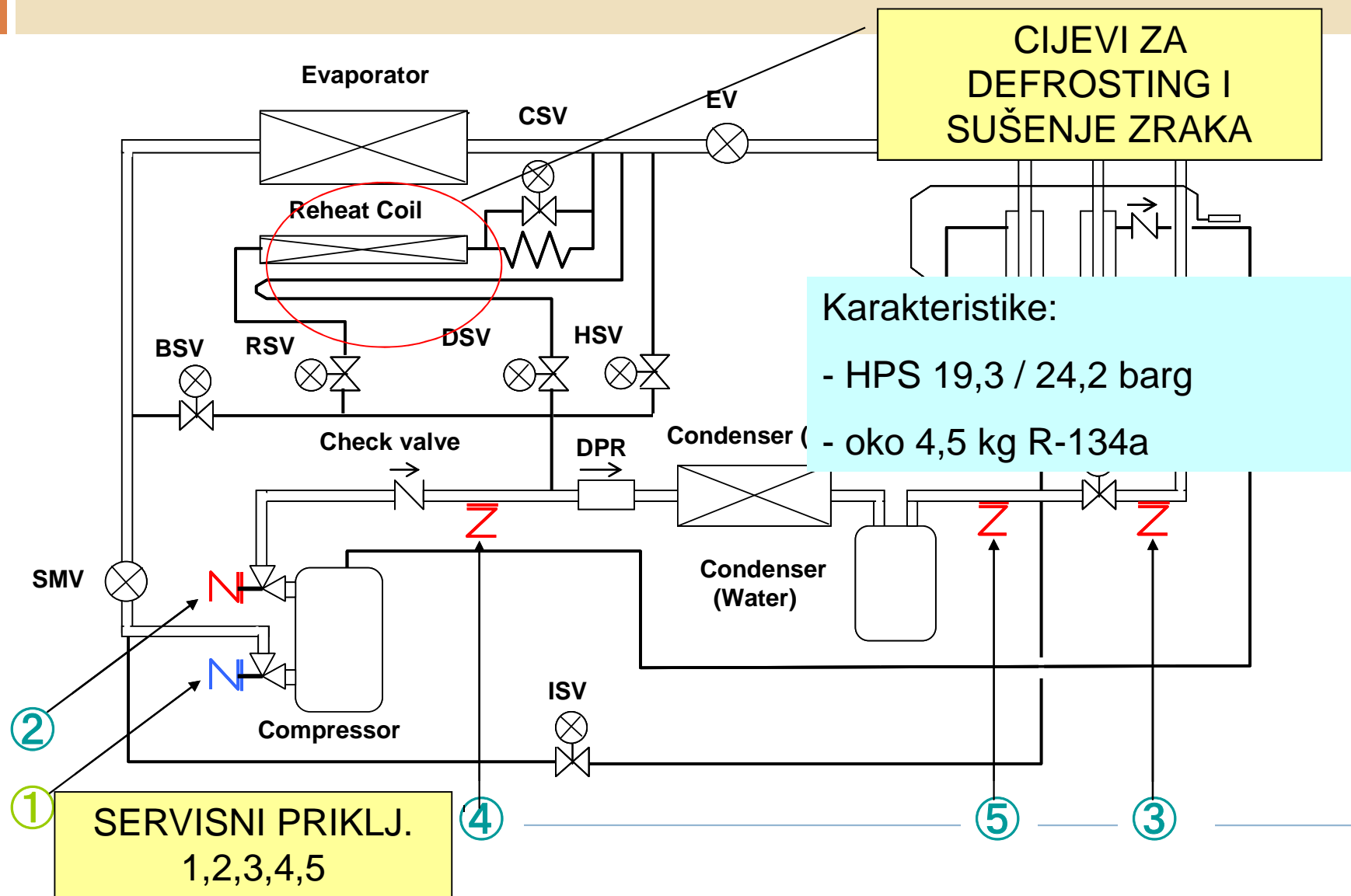
- 4,0 kg (4,8 ako ima vodom hlađeni kondenzator – spremnik)
- topivi element
- HPS 26 / 32,4 barg
- LPS od -0,17 do -0,37 / 0,28 – 0,48 bar
- usisni tlak od 1,3 do 6,7 barg
- tlačna strana 10,35 do 26,5 barg

DA
TLA

KOMPRESORNA
SPREMNIKU

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

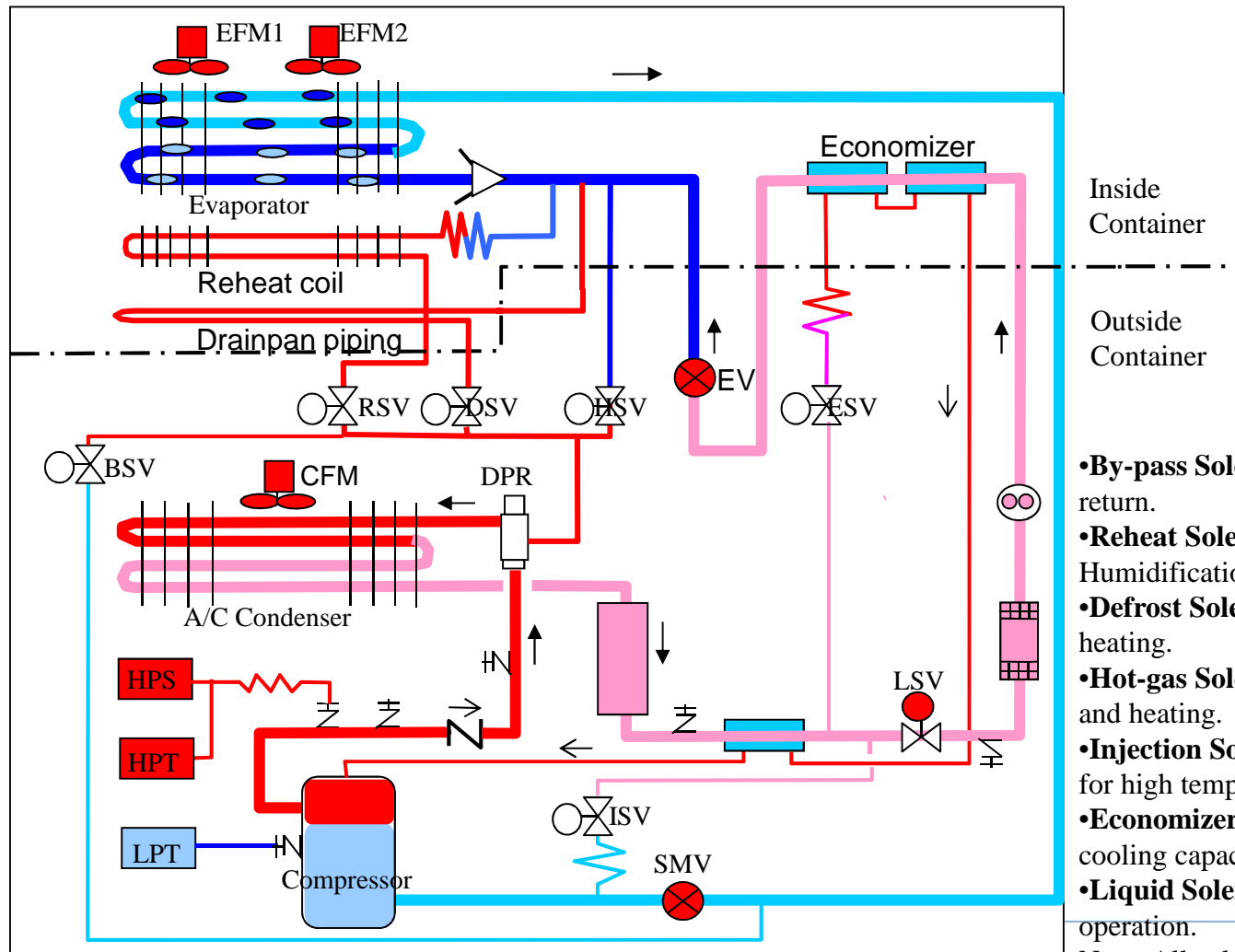
Shema Daikin: priključci s nepovratnim ventilima



Kada se koriste i kako?

1. provjera tlaka kompresora (priklučci 1 i 2)
 2. pražnjenje sustava nakon automatske 'pump down' procedure (najprije preko 5 za tekućinu, a zatim 4 i 5)
 3. provjera tlaka s dušikom
 4. vakumiranje i sušenje
 5. punjenje sustava
-

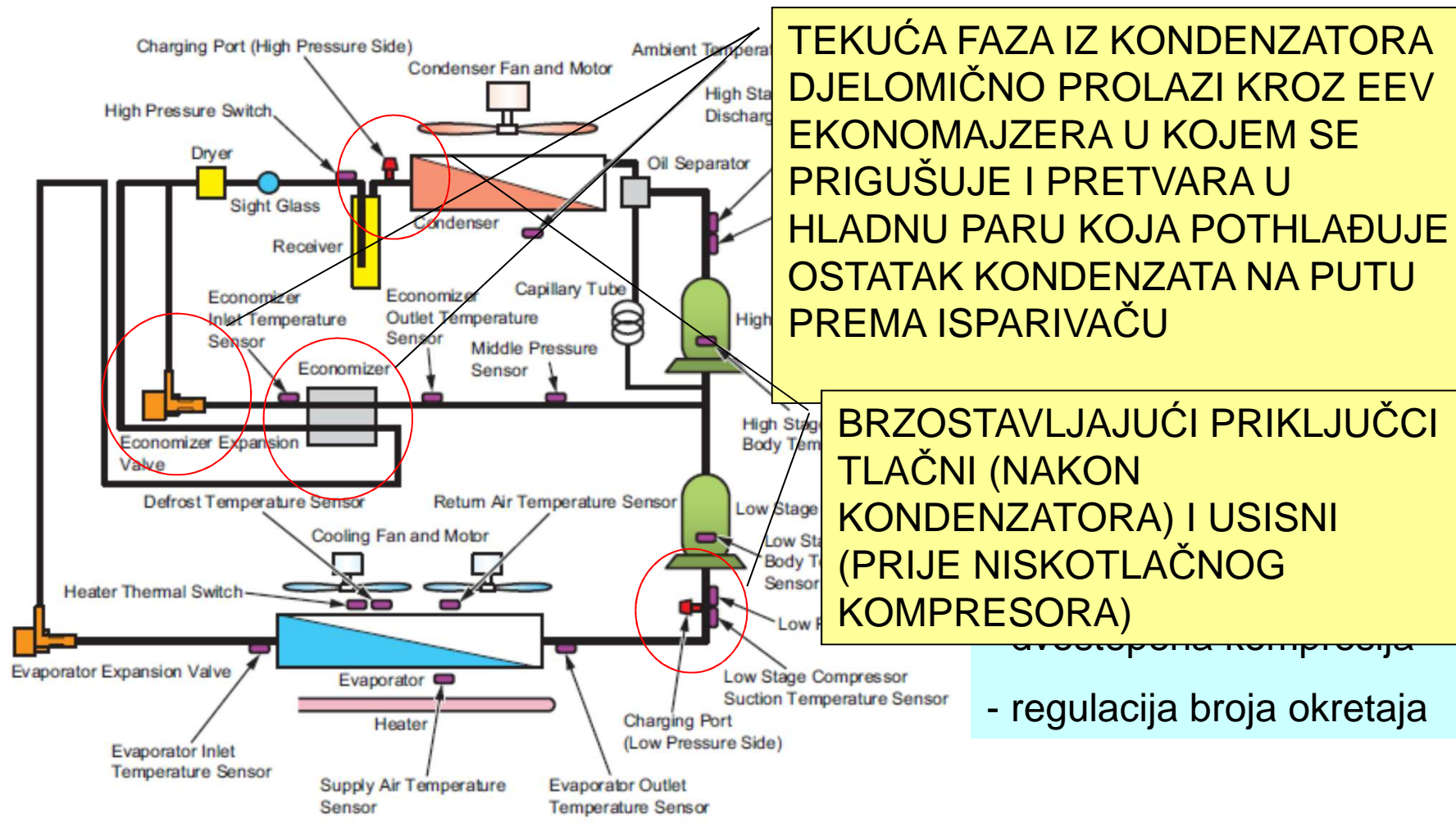
Daikin – funkcije solenoida



- **By-pass Solenoid Valve (BSV)** > main function is oil return.
- **Reheat Solenoid Valve (RSV)** (option) > used for De-Humidification.
- **Defrost Solenoid Valve (DSV)** > used for defrost and heating.
- **Hot-gas Solenoid Valve (HSV)** > also used for defrost and heating.
- **Injection Solenoid Valve (ISV)** > to protect compressor for high temperature.
- **Economizer Solenoid Valve (ESV)** > used for extra cooling capacity.
- **Liquid Solenoid Valve (LSV)** > ON during cooling operation.

Note: All solenoid valves are normally closed valves.

Denso



TEKUĆA FAZA IZ KONDENZATORA DJELOMIČNO PROLAZI KROZ EEV EKONOMAJZERA U KOJEM SE PRIGUŠUJE I PRETVARA U HLADNU PARU KOJA POTHLAĐUJE OSTATAK KONDENZATA NA PUTU PREMA ISPARIVAČU

BRZOSTAVLJAJUĆI PRIKLJUČCI TLAČNI (NAKON KONDENZATORA) I USISNI (PRIJE NISKOTLAČNOG KOMPRESORA)

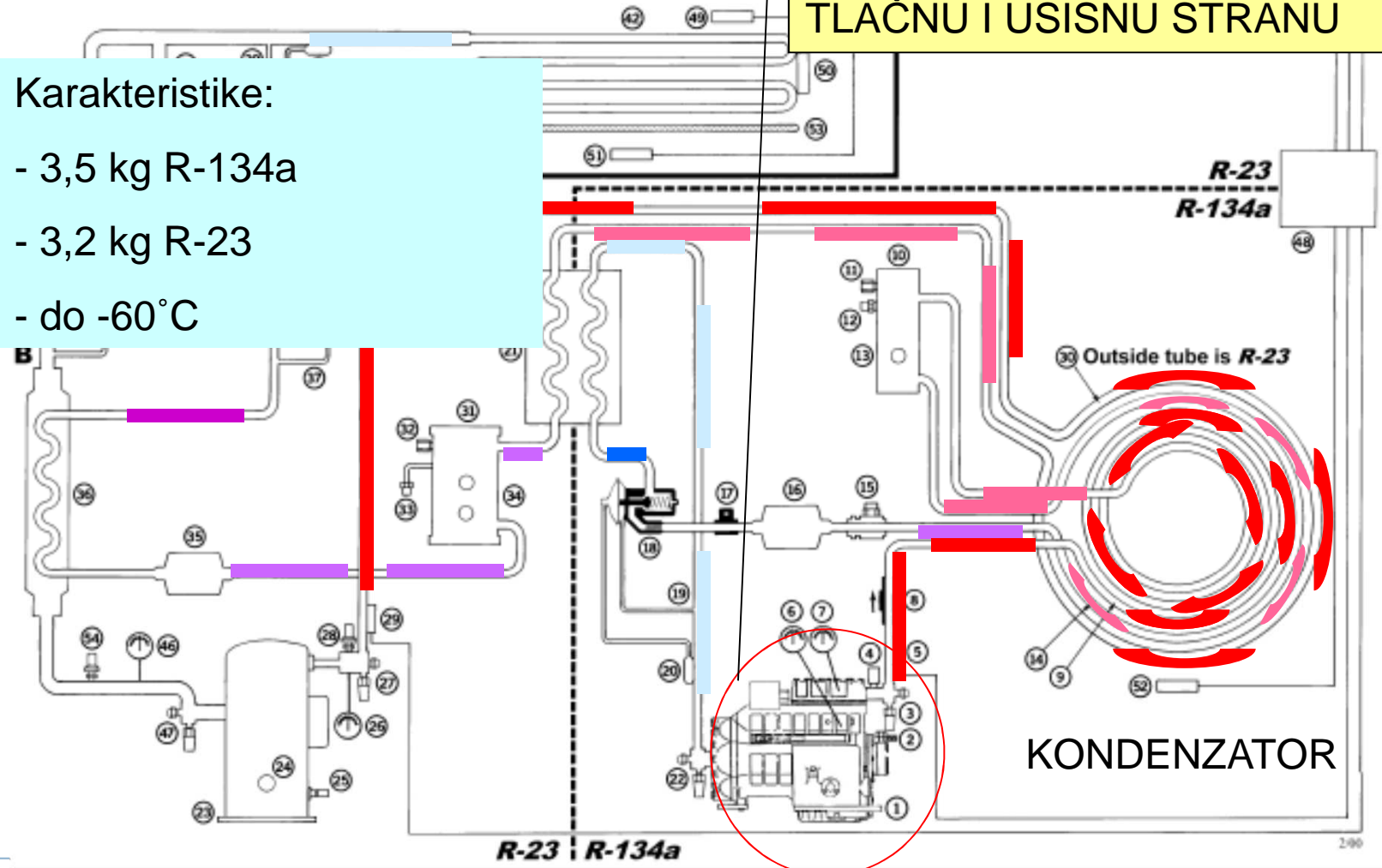
- regulacija broja okretaja

Thermoking Superfreezer

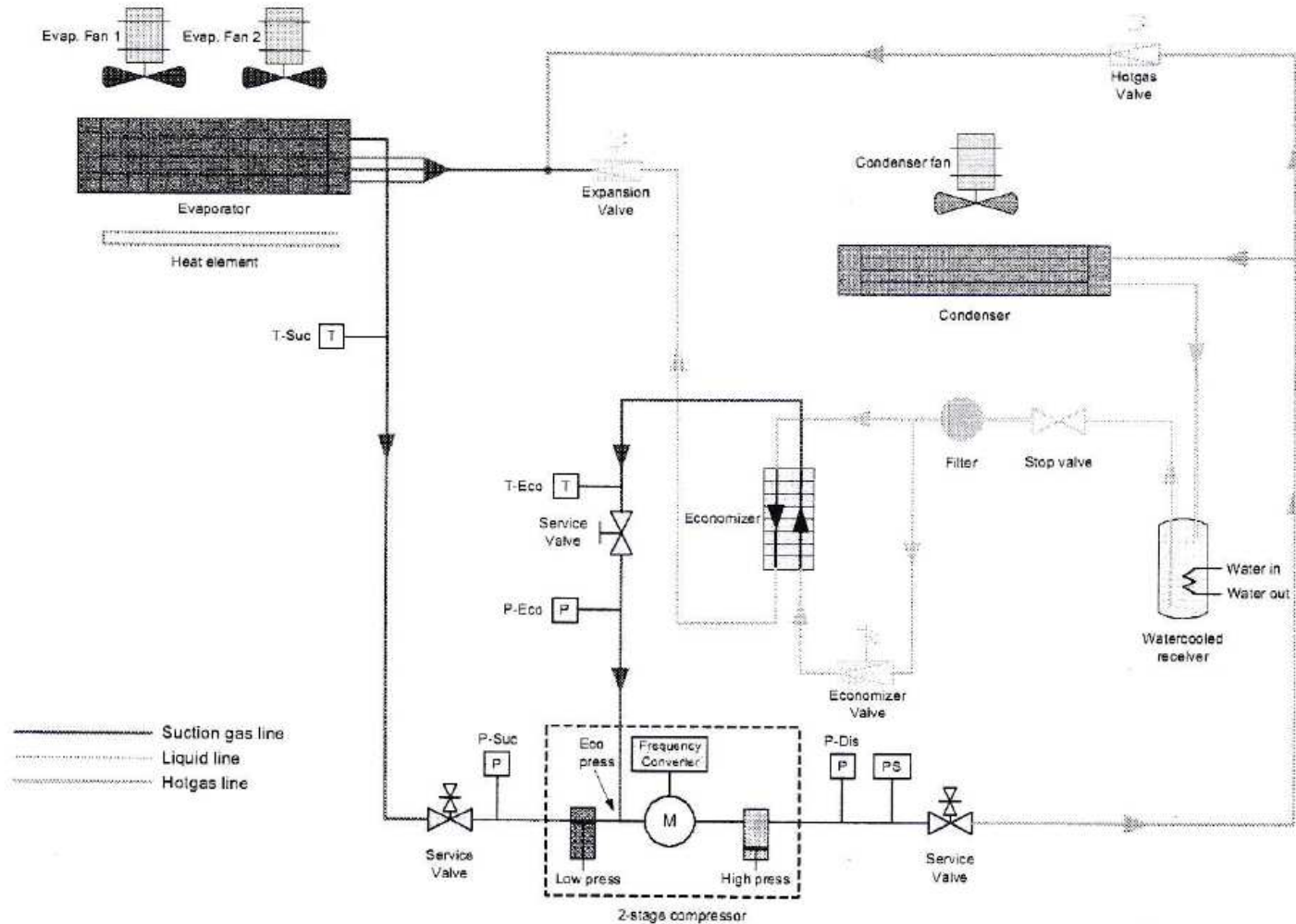
POLUOTVORENI
VIŠECILINDRIČNI KOMPRESOR
RASTEREĆENI START POMOĆU
BY-PASS VENTILA KOJI SPAJA
TLAČNU I USISNU STRANU

Karakteristike:

- 3,5 kg R-134a
- 3,2 kg R-23
- do -60°C



Star Cool



Osjetnici

39

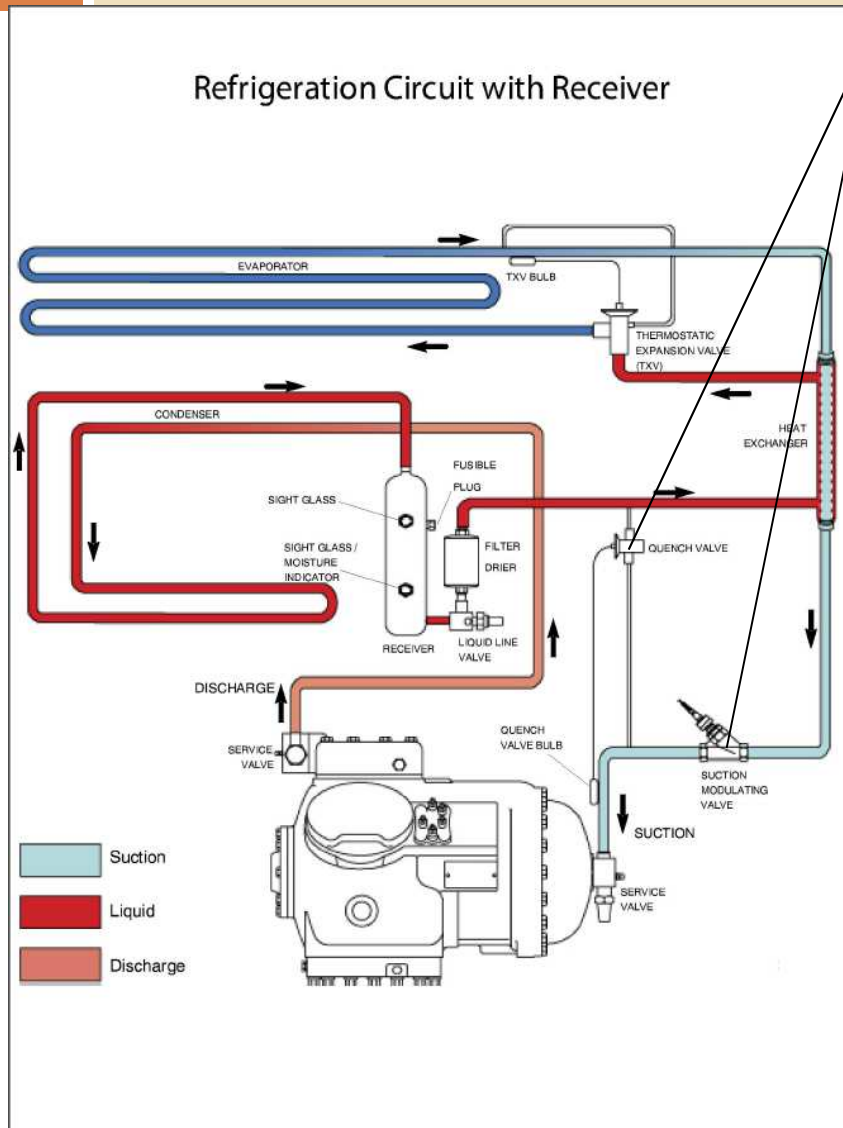
- Tlaka
 - Usisna i tlačna strana kompresora
 - Kondenzator
 - Isparivač
 - Temperature
 - Kompresor
 - Isparivač
 - Kondenzator
 - Zrak prije i poslije isparivača
 - Zrak i(ili) voda kondenzatora
 - Vlažnosti
 - Ako je chill mode
-

2.6. Regulacija rashladnog učina

Regulacija kapaciteta (rashladnog učina)

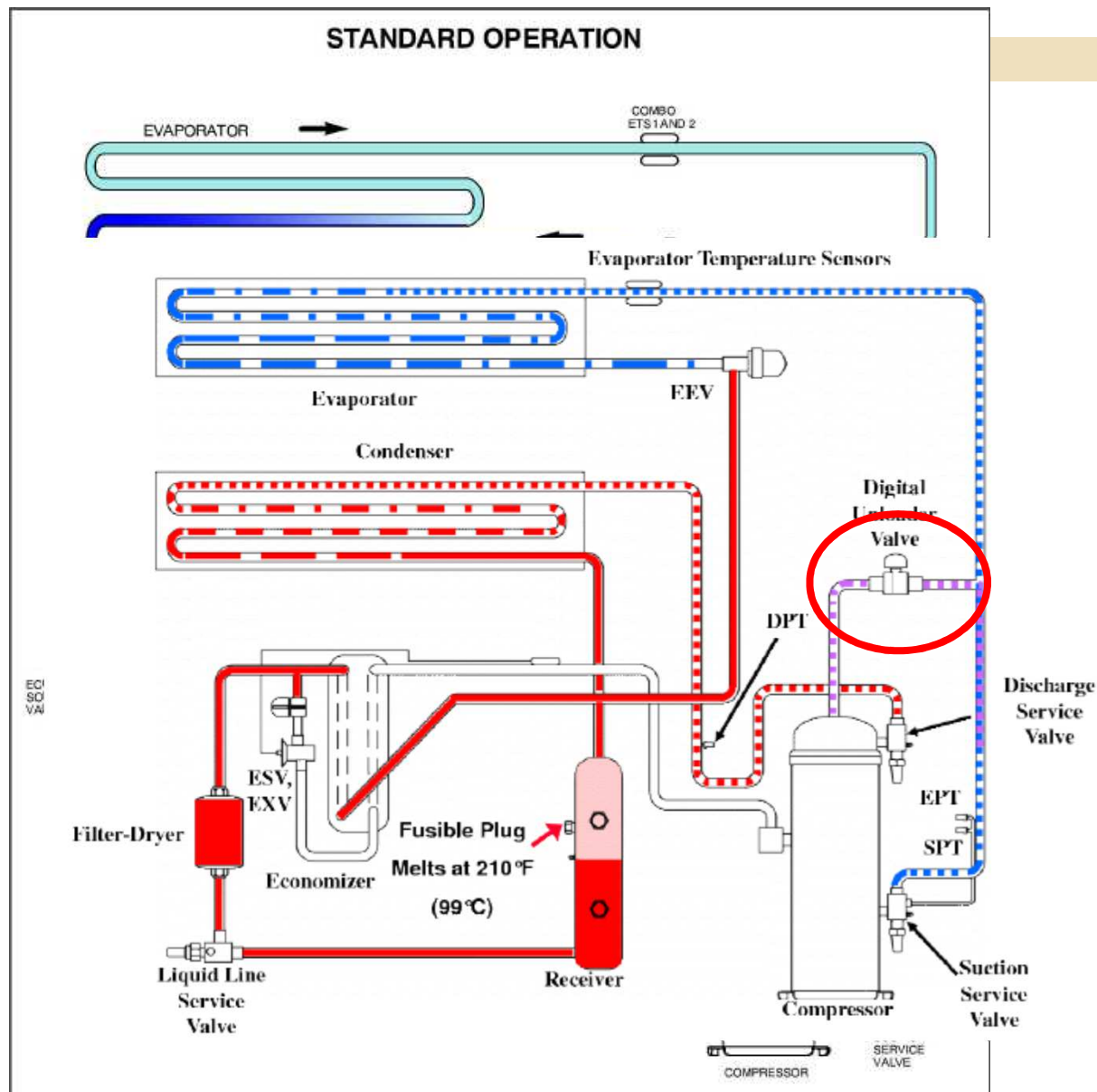
- djelovanjem na kompresor ili njegov pogonski stroj
 - ✦ scroll kompresor – Thermoking Magnum
 - ✦ broj okretaja elektromotora (inverter) – Denso, Star Cool
 - djelovanjem na sustav
 - ✦ by-pass cijelog sustava – u biti ventil konstantnog tlaka (usisa) – Carrier Primeline
 - ✦ dva spregnuta ventila (DLV&DUV) – Carrier Primeline
 - ✦ prigušivanje usisa (SMV) – Carrier Thinline, Daikin
-

Carrier Thinline



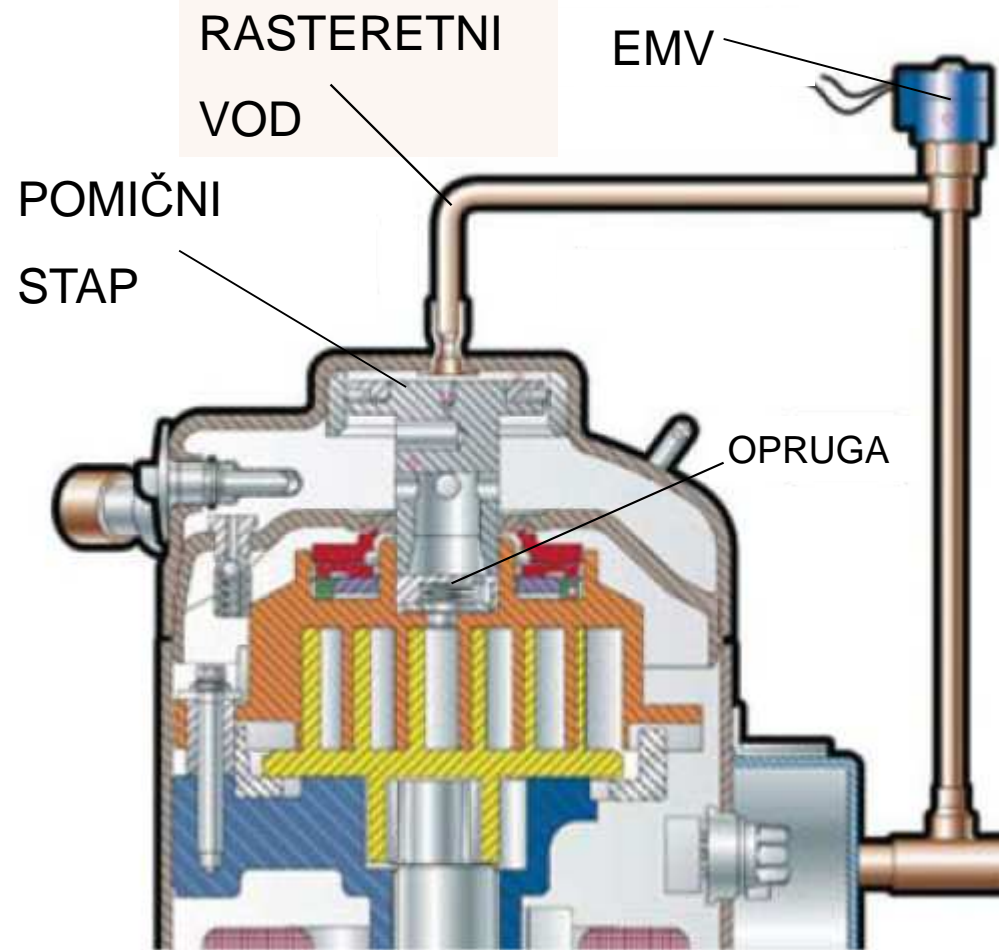
U PERIODIMA MALOG OPTEREĆENJA SMV (SUCTION MODULATING VALVE) PRITVARANJEM SMANJUJE DOTOK RADNOG FLUIDA U KOMPRESOR KAKO BI GA USKLADIO S POTREBNIM RASHLADNIM UČINOM, NO USLIJED TAKVOG RADA POSTOJI OPASNOST OD PREGRIJAVANJA ELEKTROMOTORA. RADNI FLUID KOD POLUOTVORENIH KOMPRESORA UJEDNO I HLADI ELEKTROMOTOR. ZATO SE UGRAĐUJE QUENCH VALVE (TAKOĐER TEV), KOJI U SKLADU S TEMPERATUROM USISNE CIJEVI PRSKA MOKRU PARU NISKOGL TLAKA U USISNU CIJEV KOMPRESORA.

Carrier Primeline

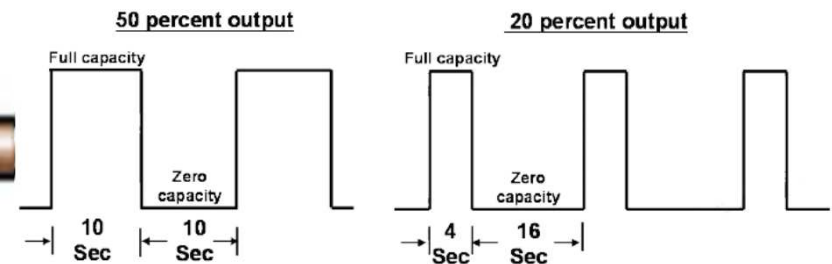


U OVIM IZVEDBAMA PUŠTA SE RADNI FLUID S TLAČNE NA USISNU STRANU KOMPRESORA. KOD TOGA TAKOĐER DOLAZI DO OPASNOSTI OD PREGRIJAVANJA ELEKTROMOTORA PA SE KUĆIŠTE (KOMPRESORI SU HERMETIČKI) HLADI POMOĆU POSEBNOG TEV-a.

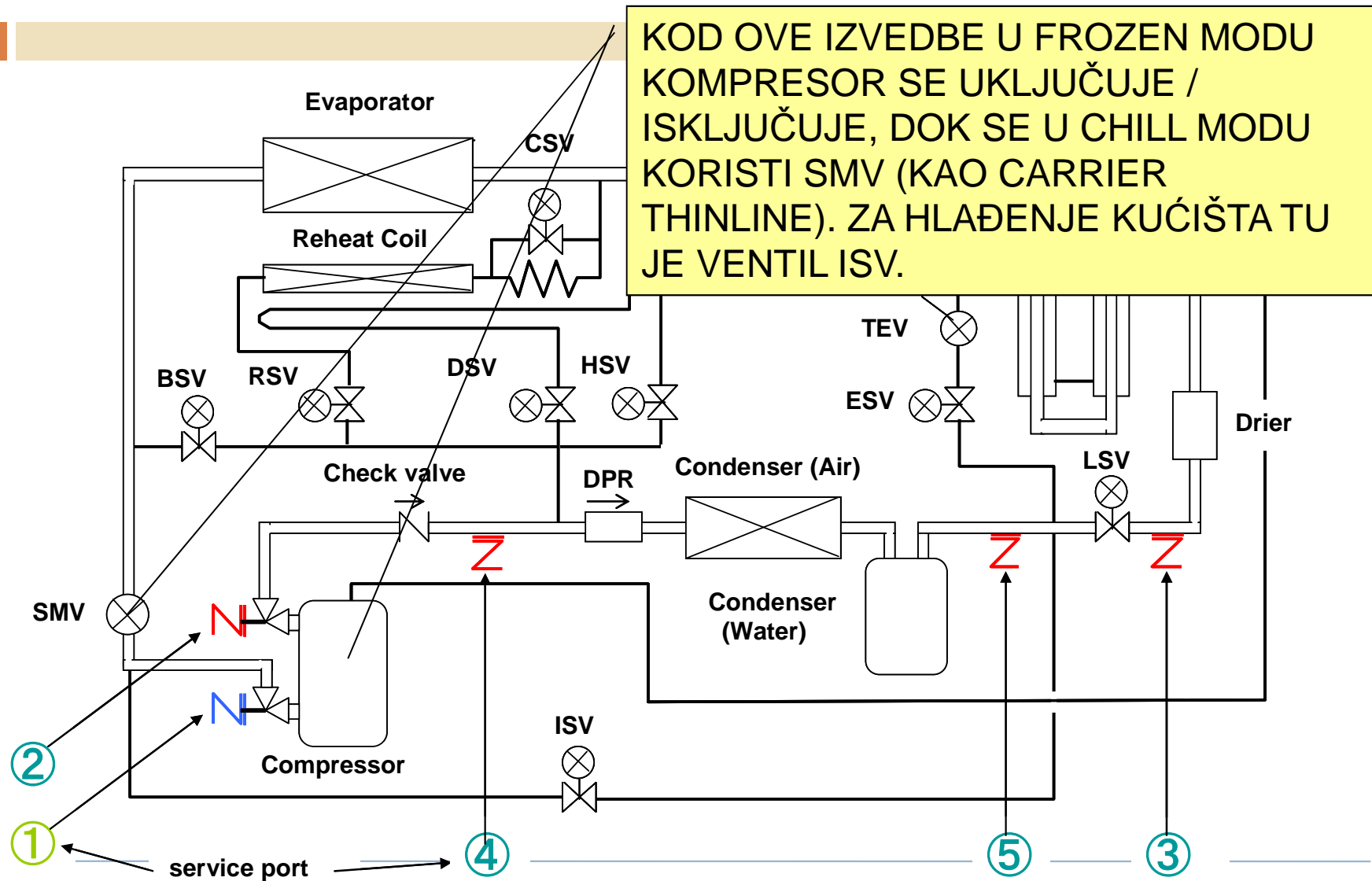
Thermoking Magnum



KOD OVE IZVEDBE EMV NEMA ULOGU PUŠTANJA RADNOG FLUIDA S TLAČNE NA USISNU STRANU. KADA JE ZATVOREN U KOMORI IZNAD RASTERETNOG STAPA TLAK JE IZJEDNAČEN S TLAKOM U TLAČNOJ KOMORI KOMPRESORA, NO NJEOVIM SE OTVARANJEM TLAK U KOMORI SMANJUJE TE OPRUGA PODIŽE RASTERETNI STAP ČIME SE DOBAVA KOMPRESORA SMANJUJE NA NULU.



Daikin



2.7. Praćenje rada, održavanje i osnovna dijagnostika

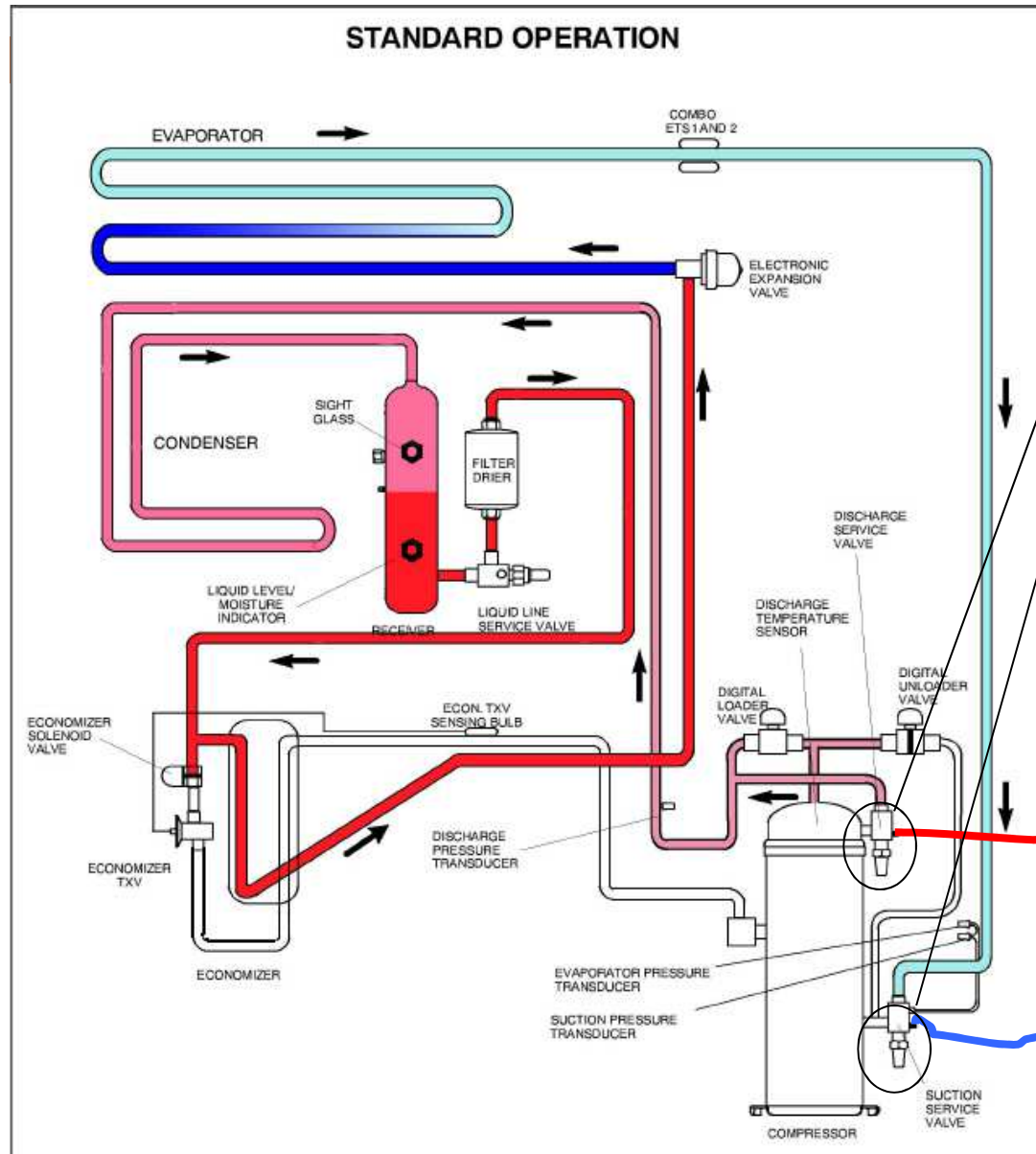
Pripadajuća armatura uređaja ili prijenosna oprema



- mjerenje tlaka na usisnoj i tlačnoj strani kompresora
 - mjerenje temperatura rashladnog prostora i dr.
 - nivokazna stakla (na kondenzatoru i kućištu kompresora, **na spremniku**), protočno pokazno staklo poslije filtra-sušioca
 - električne veličine (snaga kompresora)
-

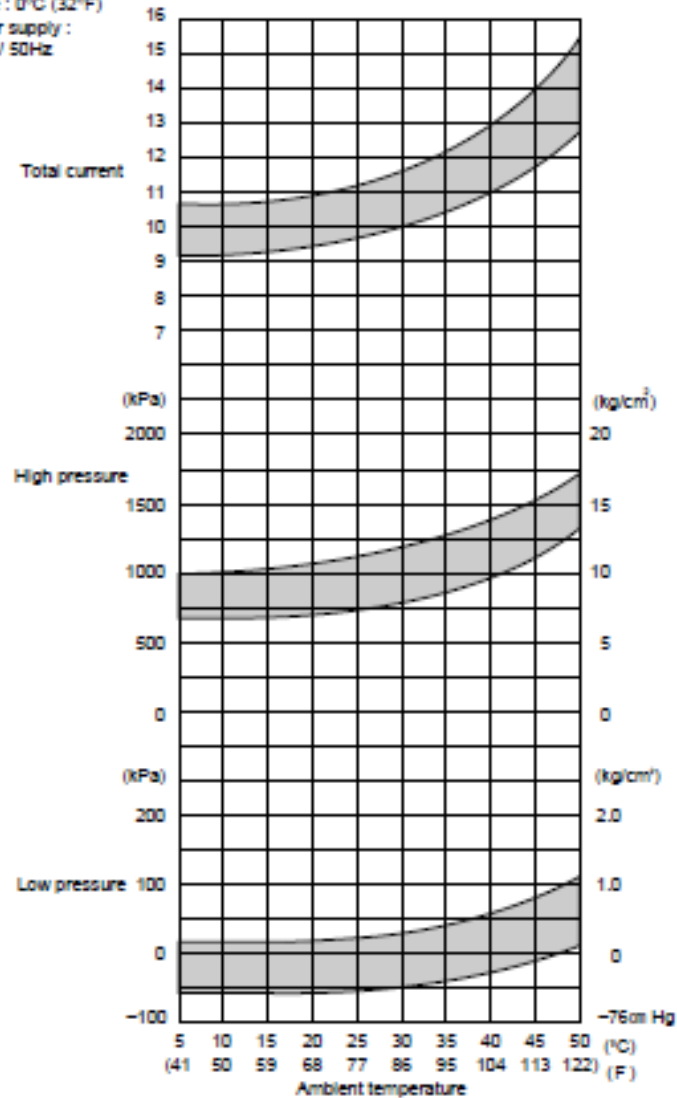
Spajanje manometara

OTV./ZATV.
VENTILE

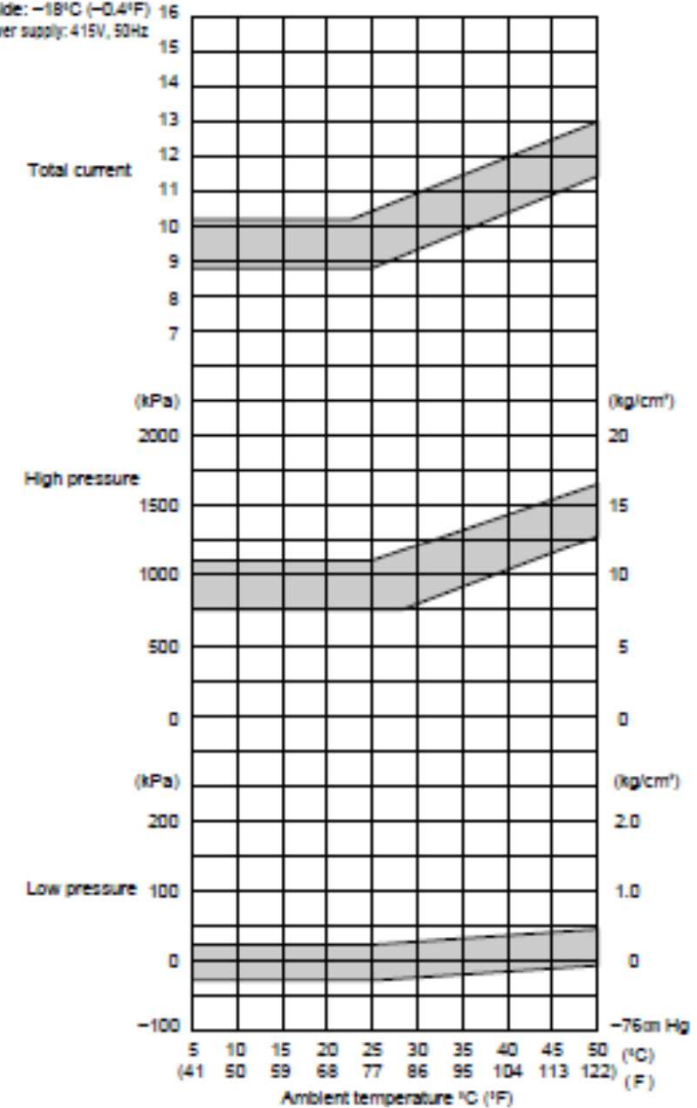


Ovisnost normalnih tlakova o vanjskoj temp.

● Chilled mode
 Inside: 0°C (32°F)
 Power supply: 415V / 50Hz



● Frozen mode
 Inside: -18°C (-0.4°F)
 Power supply: 415V, 50Hz



Odnosi tlakova za neke kvarove

- oba imaju više vrijednosti
 - ✦ višak plina u sustavu, veliko toplinsko opterećenje, prijav kondenzator, kvar ventilatora kondenzatora
 - oba imaju niže vrijednosti
 - ✦ manjak plina, malo toplinsko opterećenje, zaleđen isparivač
 - usisni je viši, na tlačnoj strani niži
 - ✦ kvar kompresora, kvar ekspanzijskog ventila ili sustav očitava višu temperaturu na izlazu iz isparivača
 - usisni je niži, na tlačnoj strani viši
 - ✦ začepljenje(?) u sustavu
-

Ostalo



- pokazno staklo (protočno ili na spremniku)
 - može pokazati manjak rashladnog sredstva
 - ✦ potrebno otkloniti mjesta propuštanja
 - ✦ potrebno nadopuniti sustav
 - može pokazati zasićenost sušioca s vlagom
 - ✦ zamijeniti sušioc (ili punjenje)
 - ✦ možda se voda zaledila u ekspanzijskom ventilu
-

Što ako uređaj ne hladi dovoljno?

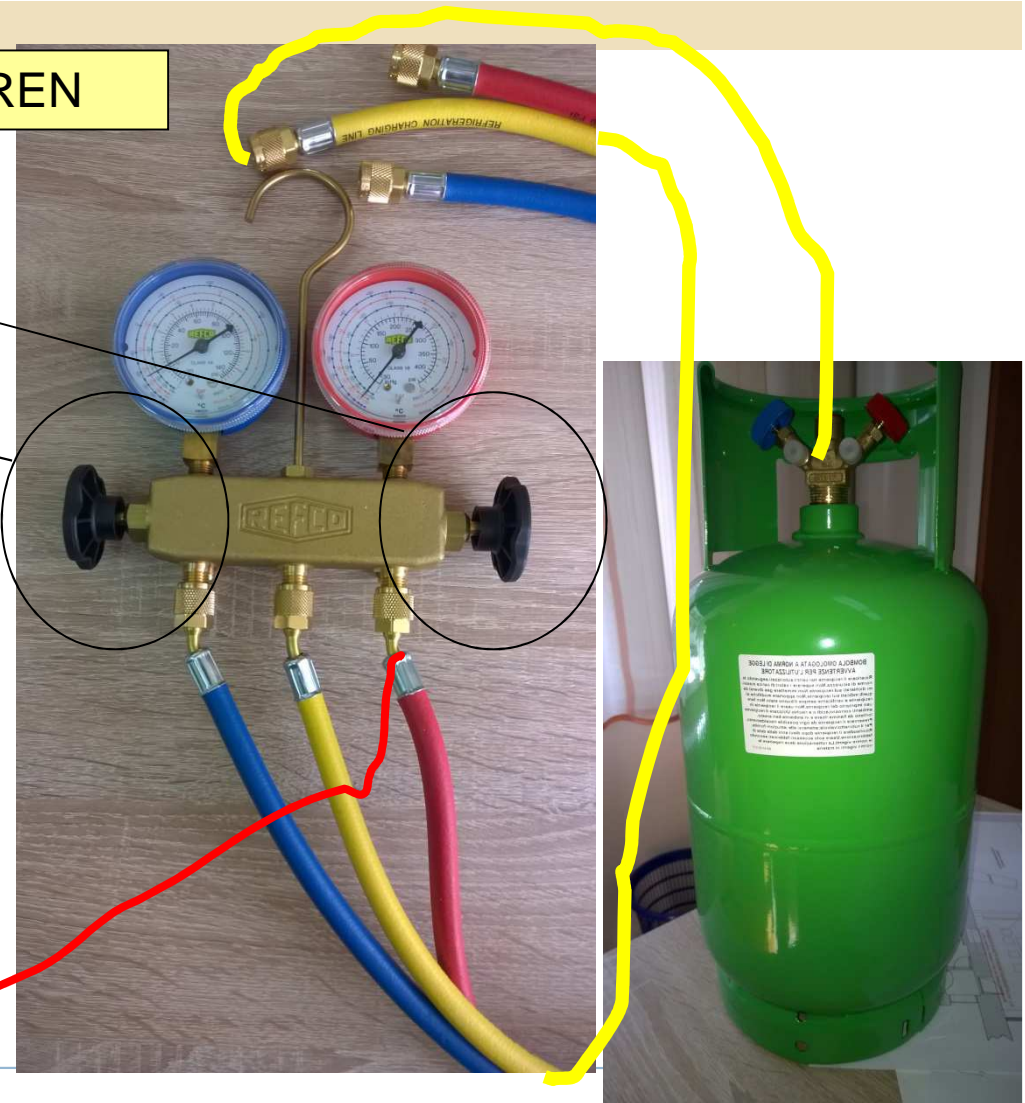
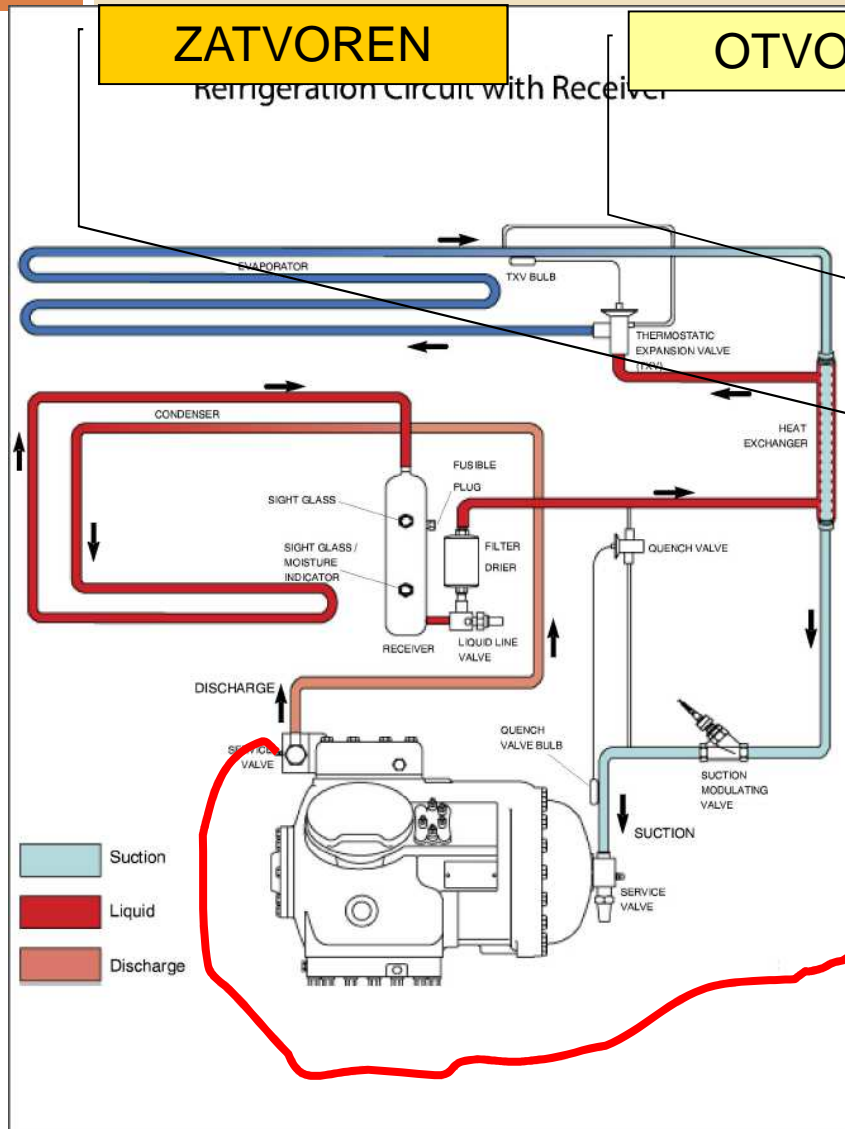
- termostat – previsoko podešene željene vrijednosti temp. tereta
 - kvar kompresora
 - isparivač
 - ✦ zaleđen
 - ✦ kvar ventilatora
 - manjak rashladnog sredstva
 - ekspanzijski ventil
 - ✦ previše otvoren ili zatvoren
 - ✦ otpušten bulb ili se očitava previsoka temperatura
 - ✦ blokiran, zaleđen
 - ✦ greška kapilare – bulba
 - ✦ premali ili preveliki EV
-

2.8. Pražnjenje i punjenje uređaja

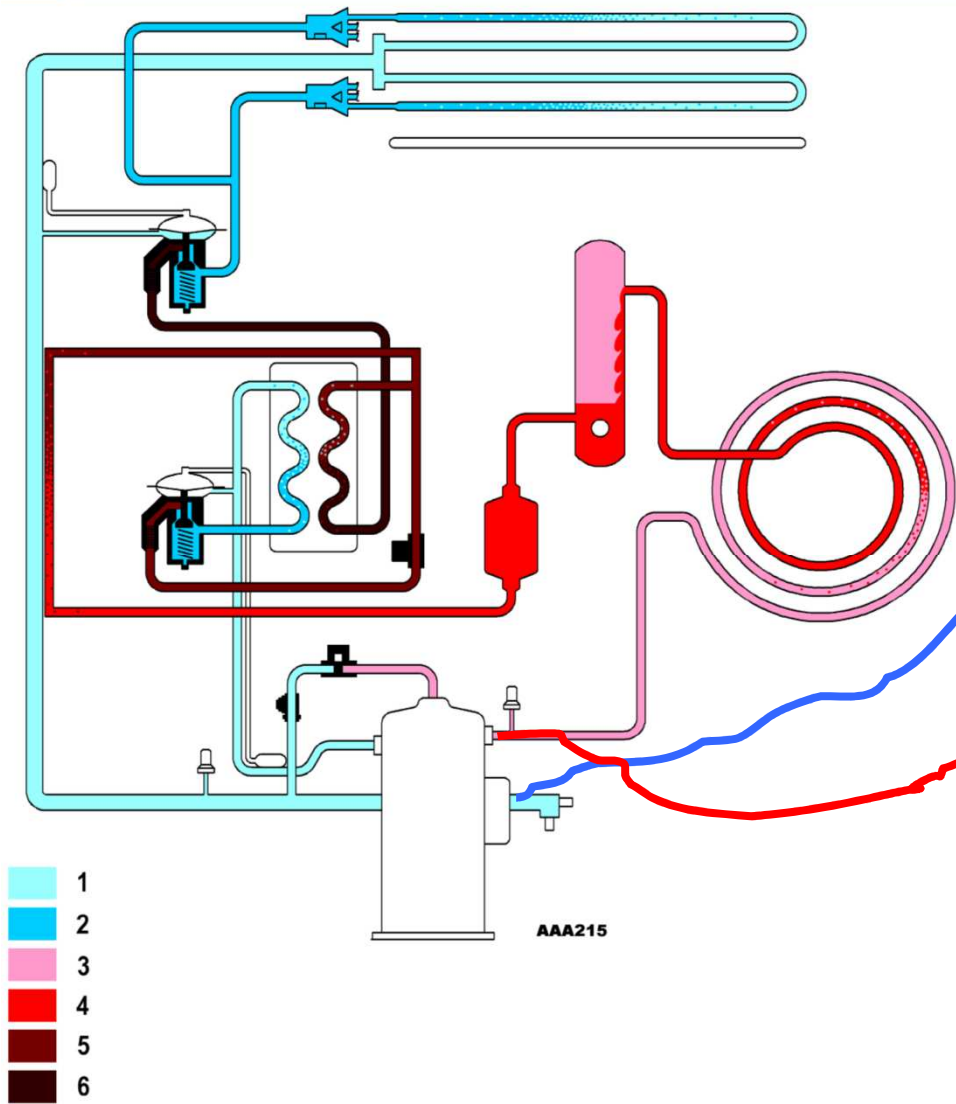
Pražnjenje

- u za to predviđene spremnike
 - vakuum pumpom ili radom kompresora, tlakom u sustavu
 - poželjno: spremnik uroniti u posudu s hladnom vodom (0°C)
 - zbog brzine postupka i preciznosti određivanja količine sredstva u uređaju neki proizvođači rashladnih uređaja kontejnera izvode postupak 'potpunog' pražnjenja i punjenja sustava (engl. pump down)
-

Pražnjenje Carrier Thinline - kompresorom

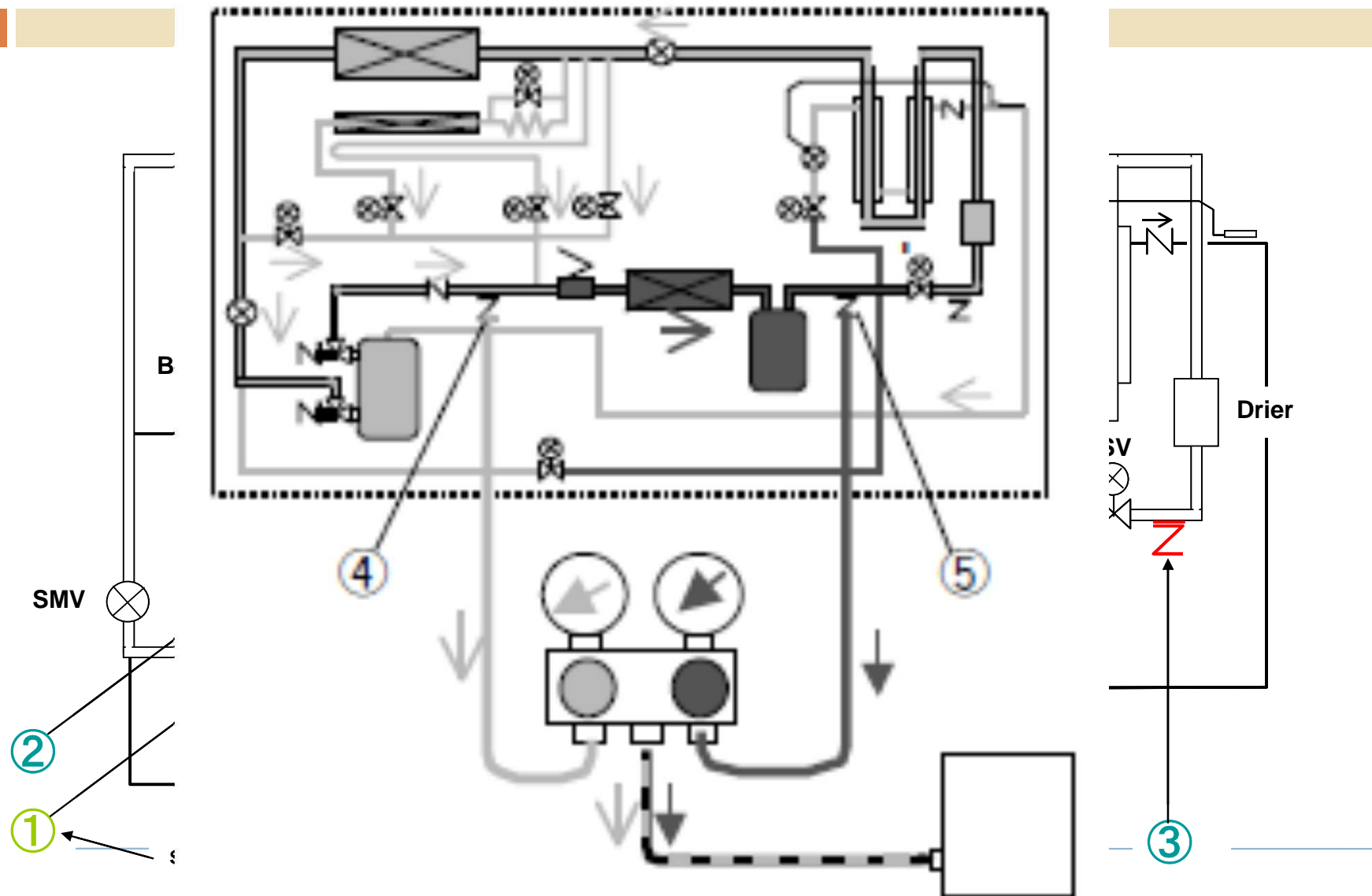


Pražnjenje 'vakum pumpom'



Pražnjenje Daikin

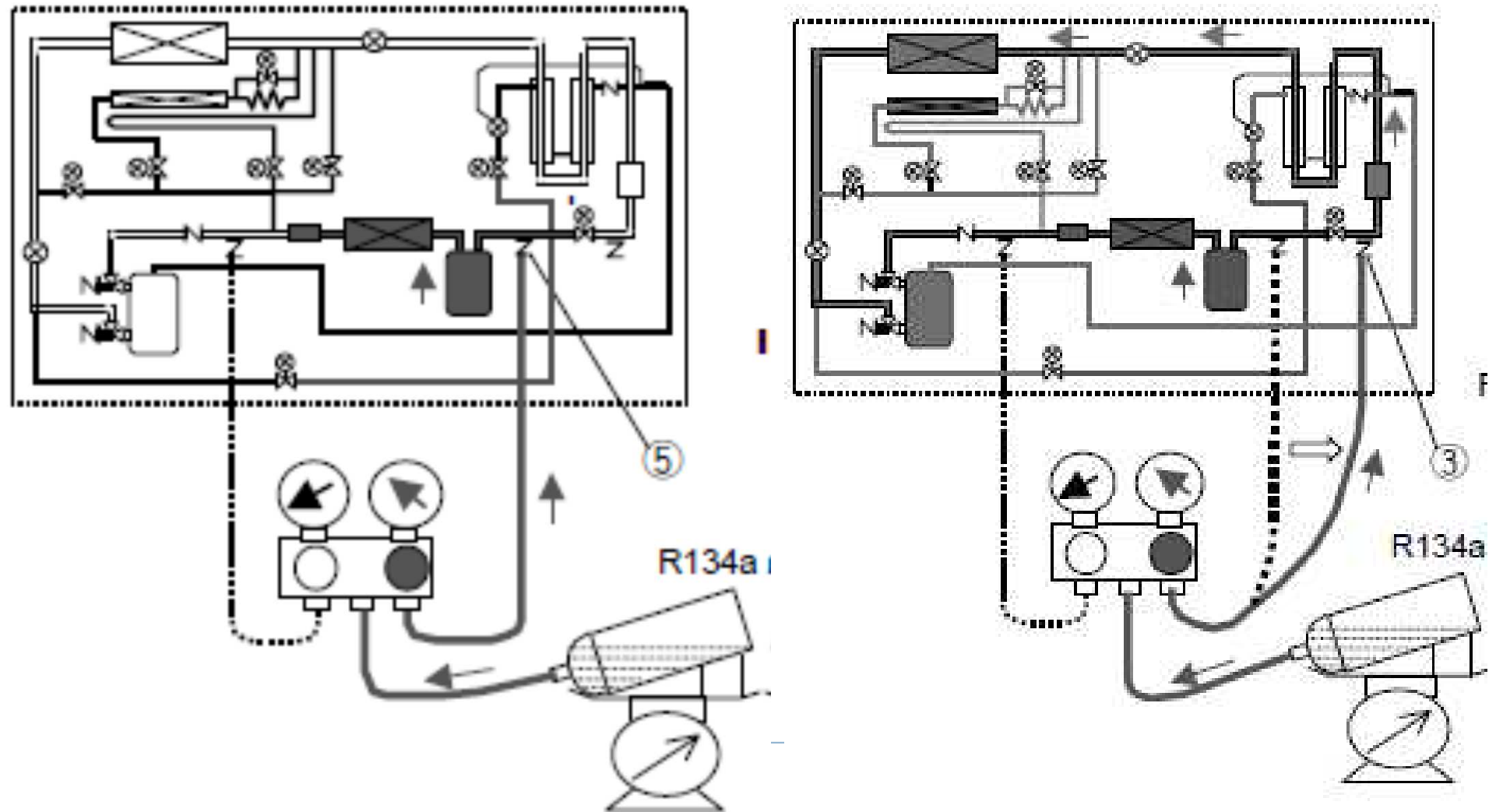
POMOČU
PRIKLJUČAKA 4 I 5



Punjenje


- punjenje: tekućom i plinovitom fazom
 - punjenje tekućom fazom je brže zbog veće gustoće fluida
 - otvoreni i poluotvoreni kompresori spojeni su na cjevovod ventilima s dvostrukim sjedištem – punjenje isključivo plinovitom fazom
 - priključci za punjenje (i pražnjenje)
 - spremnik rezervnog plina (veći imaju dva ventila: za plin i tekućinu)
-

Punjenje Daikin u dva koraka



Spremnici

- nose oznaku radnog fluida (Rxx)
 - kod postupka punjenja je potrebna vaga
-

- 
- VAŽNO: punjenje sustava preko usisnog ventila s dvostrukim sjedištem kompresora može dovesti do ozbiljnog oštećenja kompresora uslijed hidrauličkog udara)
 - postupak se može ubrzati **kratkotrajnim** okretanjem spremnika i punjenjem tekućinom
-

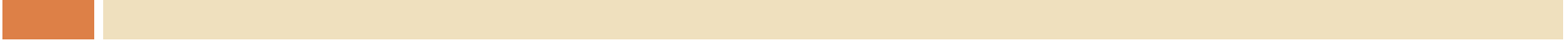
Ulje

- čepovi za ispust i nadolijevanje
- zamjena starog ulja, nadopuna
- neki kompresori imaju priključne ventile za punjenje i pražnjenje, ako ih nemaju može se puniti preko usisnog ventila kompresora
- ukoliko imaju samo čep, prije njegovog uklanjanja potrebno je u kućištu kompresora postići atmosferski tlak*

* u stvari tlak treba biti malo viši, kao predostrožnost za slučaj pogreške manometra; možda treba podesiti usisni presostat ili ga premostiti

Ostalo

- tlačenje (dušikom)
 - vakumiranje i sušenje
 - zamjena nekih elemenata sustava
-



HVALA

