

MEHATRONIČKI SISTEMI KOD MOTORA I VOZILA

HIDRAULIČNI MODULATOR

Spring 2020

by

Slobodan Lubura

HIDRAULIČNI MODULATOR

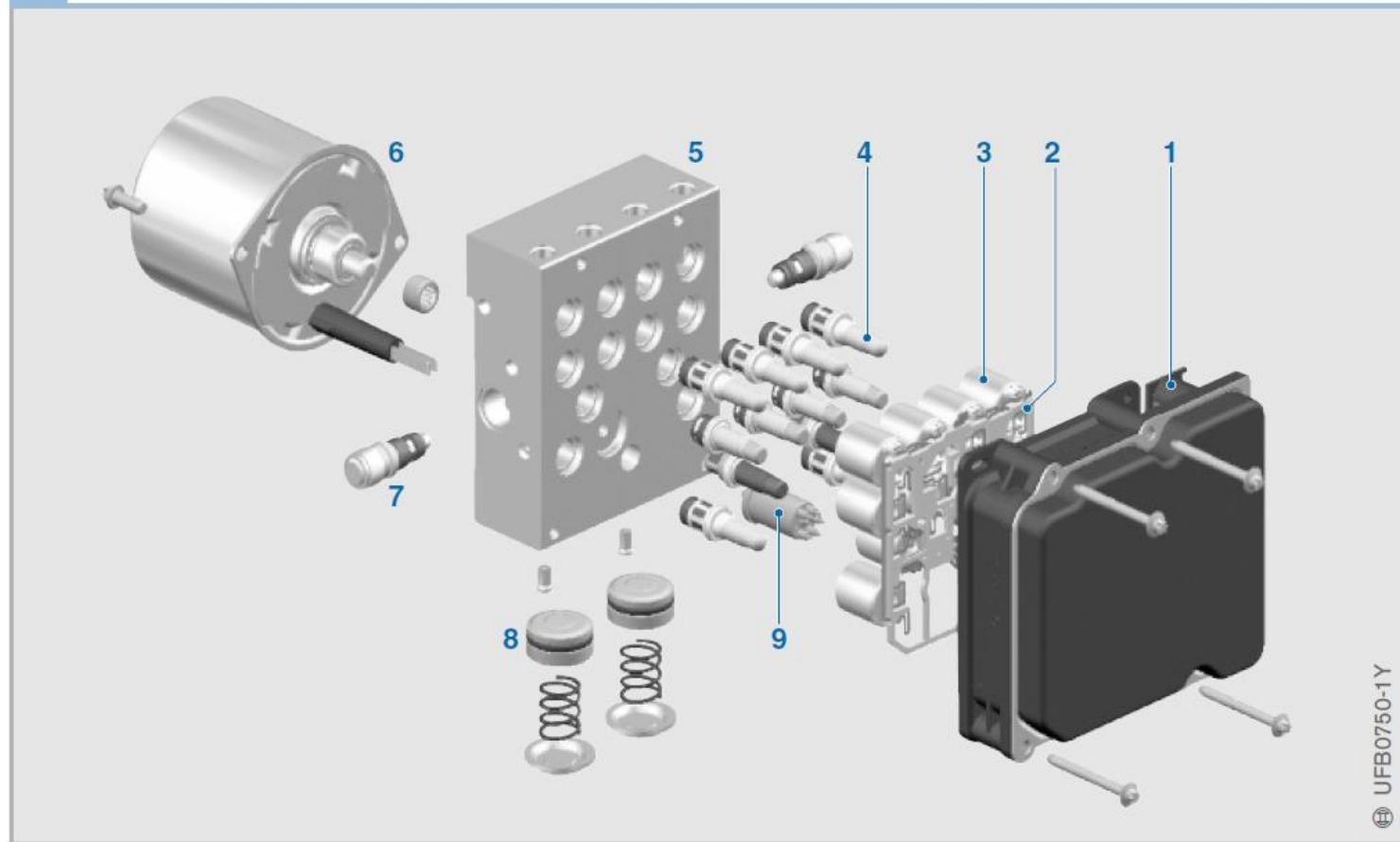
- Hidraulički modulator formira hidrauličnu vezu između glavnog cilindra i kočionih cilindara pojedinih točkova i predstavlja centralnu komponentu u elektronskim sistemima za kočenje vozila
- Prelaz sa 3/3 na 2/2 magnetne ventile bila je prekretnica u razvoju ABS sistema
- Pomoću ventila 3/3 koji su korišćeni u generaciji 2, upravljačke funkcije za generisanje, održavanje i smanjenje pritiska u kočionom sistemu mogle su obavljati samo jednim ovakvim ventilom.
- Za obavljanje navedenih funkcija ovi ventili su imali tri hidraulička kruga
- Nedostaci ovog rješenja bili su izuzetno skupa upravljačka jedinica i velika mehanička složenost

HIDRAULIČNI MODULATOR

- Generacija 8, koja je na tržište predstavljena 2001. godine, osmišljena je kao potpuno modularan sistem koji se može lako prilagoditi potrebama odgovarajućeg proizvođača vozila.
- Ova generacija hidrauličnih modulatora je vodotporna i može izdržati kratkotrajno uranjanje u vodu
- Hidraulički modulator za ABS / TCS / ESP sastoji se od aluminijskog bloka u kome su implementirane sve komponente hidrauličkog sistema

HIDRAULIČNI MODULATOR

1 ESP 8 hydraulic modulator



UFB0750-1Y

- 1 - upravljačka elektronika
- 2 - špule razvodnika
- 3 - polni nastavak magneta
- 4 - hidraulični ventili

- 5 - hidraulični blok
- 6 - DC motor
- 7 - klip pumpe
- 8 - rezervoar niskog pritiska
- 9 - senzor pritiska

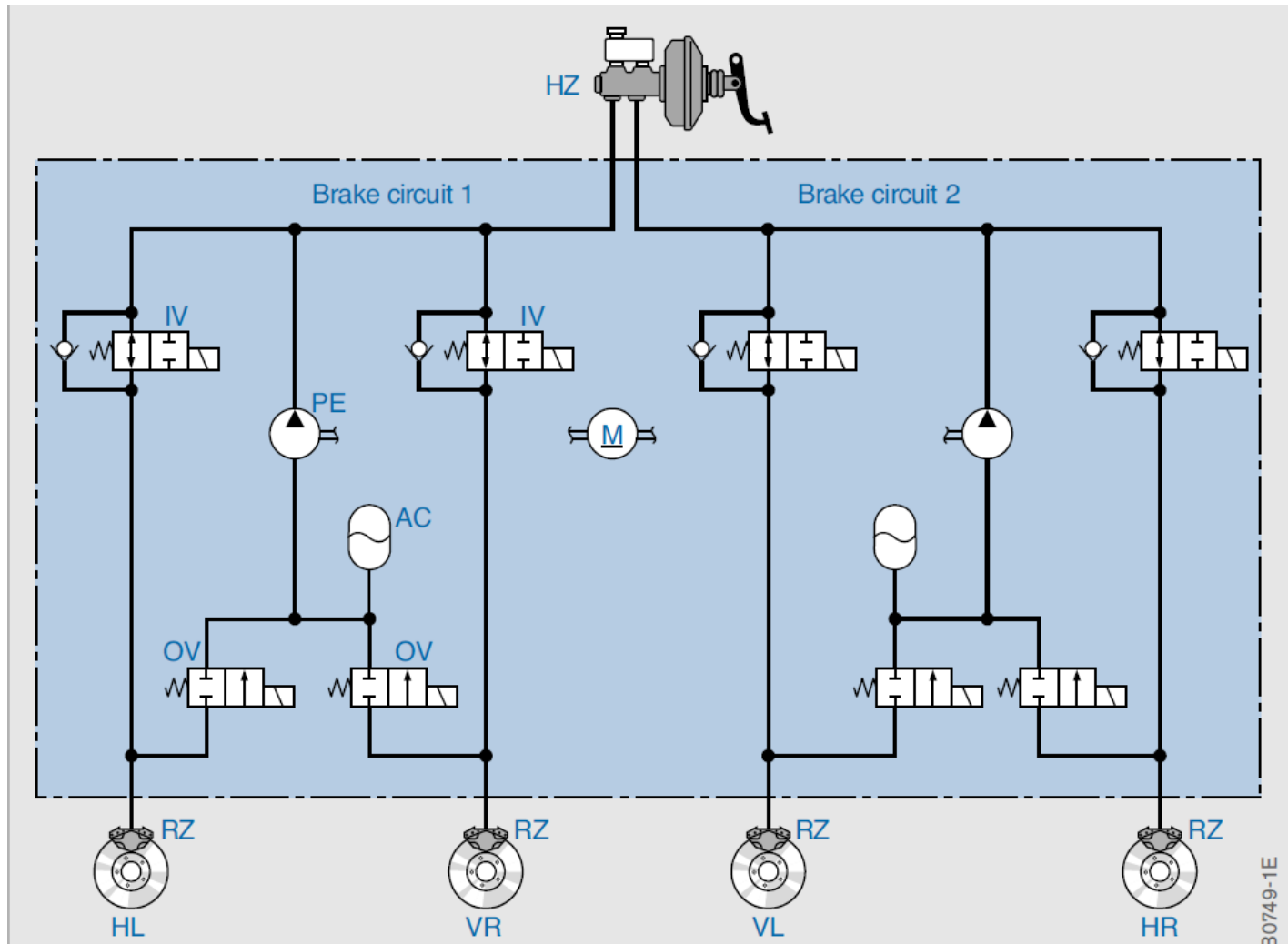
HIDRAULIČNI MODULATOR KOD ABS SISTEMA

- Kod trokanalnog ABS sistema, hidraulični modulator sadrži jedan ulazni ventil i jedan izlazni ventil za svaki prednji točak pojedinačno i jedan ulazni ventil i jedan izlazni ventil za zadnju osovinu (zadnje točkove) što ukupno čini šest ventila.
- Ovaj sistem se koristi samo u vozilima sa dvokružnom konfiguracijom kočionog kruga.
- Točkovi na zadnjoj osovini ne kontrolišu se pojedinačno, već se upravljaju po principu „izaberi niži“
- To znači da točak sa većim proklizavanjem određuje podesiv pritisak osovine.

HIDRAULIČNI MODULATOR KOD ABS SISTEMA

- Kod četvorokanalnog ABS sistema (dvokružni kočioni sistem i X – dijagonalni kočioni sistem), po jedan ulazni ventil i jedan izlazni ventil koristi se za svaki točak pojedinačno što ukupno daje osam cilindara
- Ovaj sistem omogućava da se za svaki pojedinačno kontroliše kočiona sila
- Sastavni dio sistema je povratna pumpa i rezervoar niskog pritiska za svaki kočioni krug pojedinačno
- Obje pumpe pogonjene su zajedničkim DC motorom

HIDRAULIČNI MODULATOR



HZ – glavni cilindar
 RZ – kočioni cilindar
 IV – ulazni ventili
 OV - izlazni ventili

PE – povratna pumpa
 M – motor pumpe
 AC – rezervoar niskog pritiska

HIDRAULIČNI MODULATOR KOD TCS SISTEMA

- Za razliku od ABS sistema, TCS sistem sa dvokružnim kočionim sistemom ima dodatni preklopni ventil i dodatni ulazni ventil na zadnjoj osovini (pogonski točkovi) za šta je ukupno potrebno 10 ventila.
- U TCS sistemima sa X – dijagonalnim kočionim sistemom potrebni su dodatni preklopni ventil i ulazni ventil za svaki krug pa je ukupan broj potrebnih ventila hidrauličnog modulatora 12

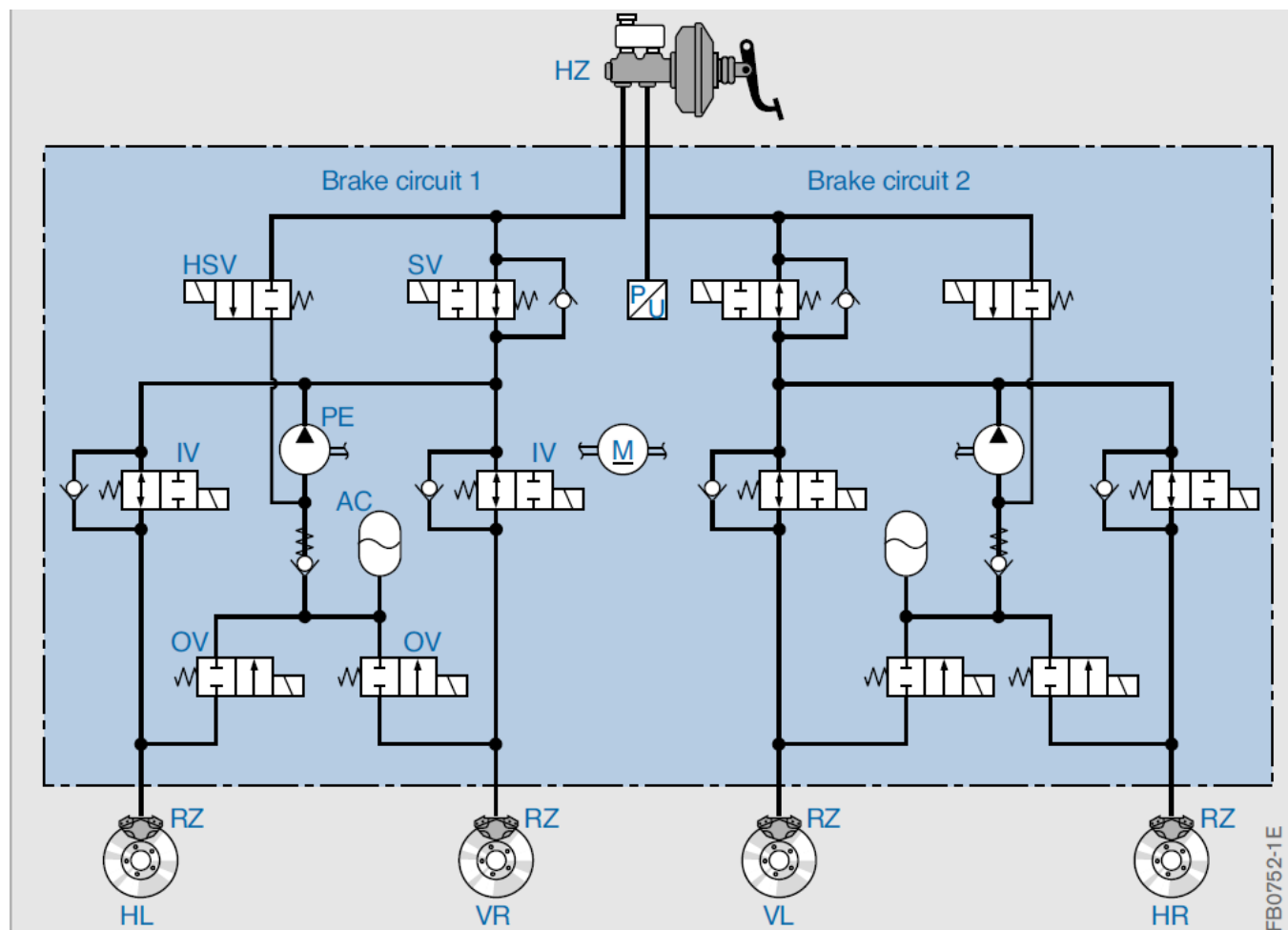
HIDRAULIČNI MODULATOR KOD ESP SISTEMA

- Kod ESP sistema hidraulični modulator ima 12 ventila bez obzira na konfiguraciju kočionog kruga
- U ovim sistemima dva ulazna ventila koja postoje u hidrauličnom modulatoru kod TCS sistema zamenjena su sa dva prekidačka ventila visokog pritiska
- Razlika između dva tipa ventila je u tome što visokopritisni preklopni ventil može raditi na većim diferencijalnim pritiscima ($> 0,1 \text{ MPa}$)
- Integrirani senzor pritiska koristi se isključivo u ESP sistemima. Senzor detektuje pritisak u glavnom kočionom cilindru, tj. komandu vozača
- Ovo je potrebno kod povremno-aktivnog rada ESP sistema, pošto primarni pritisak generiše vozač automobila preko papučice za kočenje

HIDRAULIČNI MODULATOR KOD ESP SISTEMA

- Pošto TCS / ESP sistemi trebaju da automatski stvaraju pritisak u kočionom sistemu, povratna pumpa se zamjenjuje sa samoodzračnom pumpom
- Dodatni nepovratni ventil sa specificiranim pritiskom zatvaranja potreban da se spriječi neželjeno izvlačenje kočionog medija iz cilindara točkova

HIDRAULIČNI MODULATOR KOD ESP SISTEMA

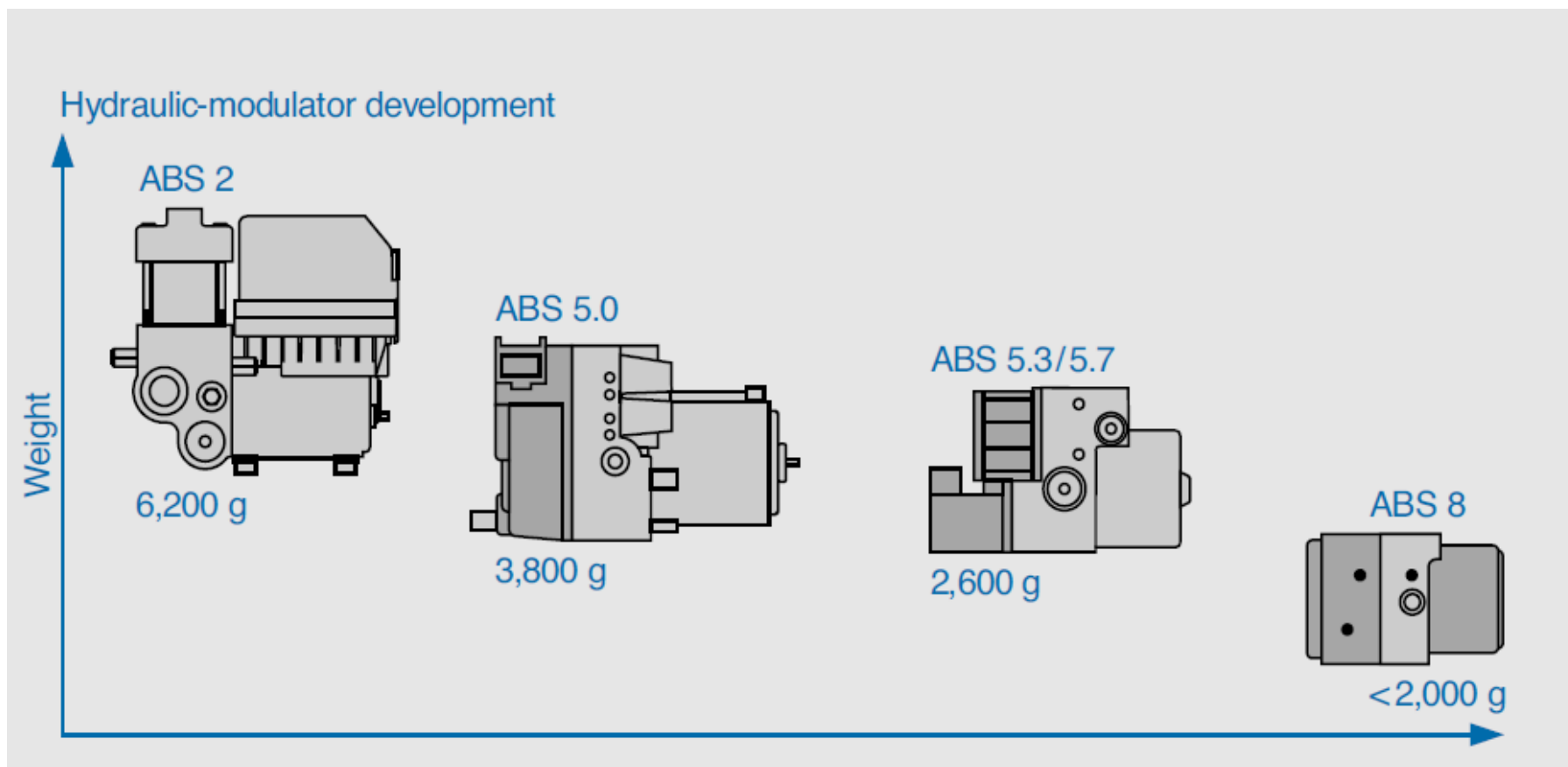


HZ – glavni cilindar
 RZ – kočioni cilindar
 IV – ulazni ventili
 OV – izlazni ventili
 SV – preklopni ventil

HSV – visokopritisni preklopni ventil
 PE – povratna pumpa
 M – motor pumpe
 AC – rezervoar niskog pritiska

FB0752-1E

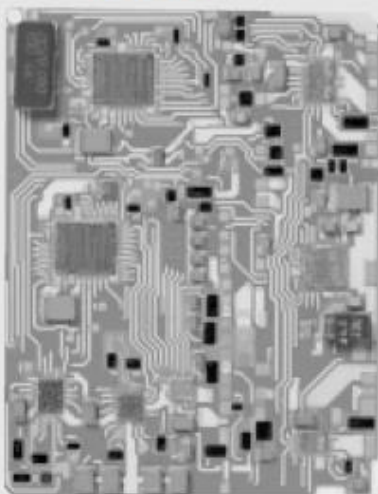
HIDRAULIČNI MODULATOR KOD ABS SISTEMA



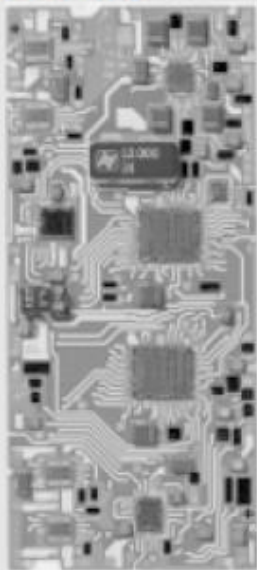
HIDRAULIČNI MODULATOR KOD ABS SISTEMA

Development of electronics

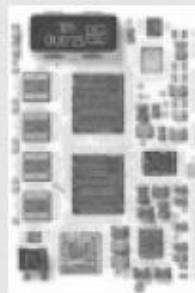
ABS 2



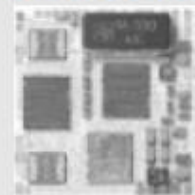
ABS 5.0



ABS 5.3



ABS 5.3/5.7



ABS 8



1989

1993

1995

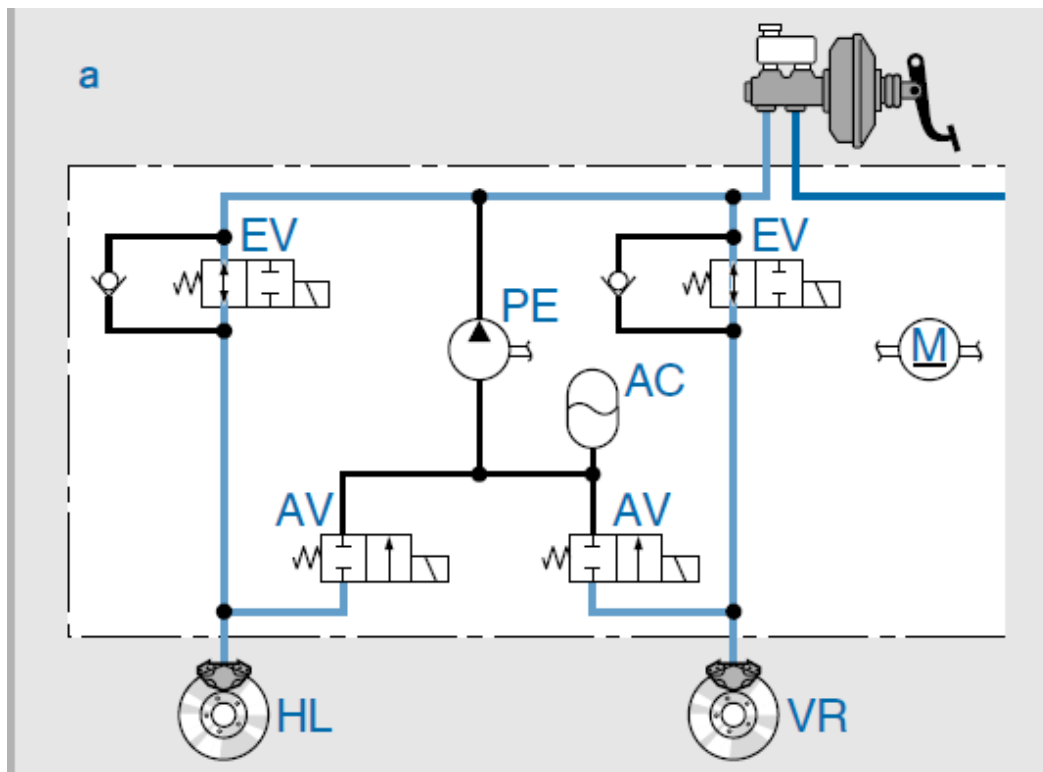
2001

MODULACIJA PRITISKA KOD ABS SISTEMA

- U ABS / TCS / ESP kočionim sistemima, pritisak se podešava pomoću elektromagnetnih ventila
- Izlazni ventili i ulazni visokopritisni preklopni ventili (kod TCS / ESP sistema) su normalno zatvoreni (nema pobude špula) i mogu se naći u samo dvije pozicije: otvoren i zatvoren
- Nasuprot tome, ulazni i preklopni ventili u 8-moj generaciji modulatora pritiska su normalno otvoreni kada nema pobude špule. Na ovaj način dobijaju se bolje performanse kočenja sa smanjenom bukom
- Pritisci do 200 bara mogu se podešavati korišćenjem standardnog set ventila
- Specijali kočioni sistemi sa još većim pritiscima i većim protocima, mogu se dobiti nadogradnjom hidrauličnih modulatora generacije 8 i uglavnom se koriste za komercijalna vozila

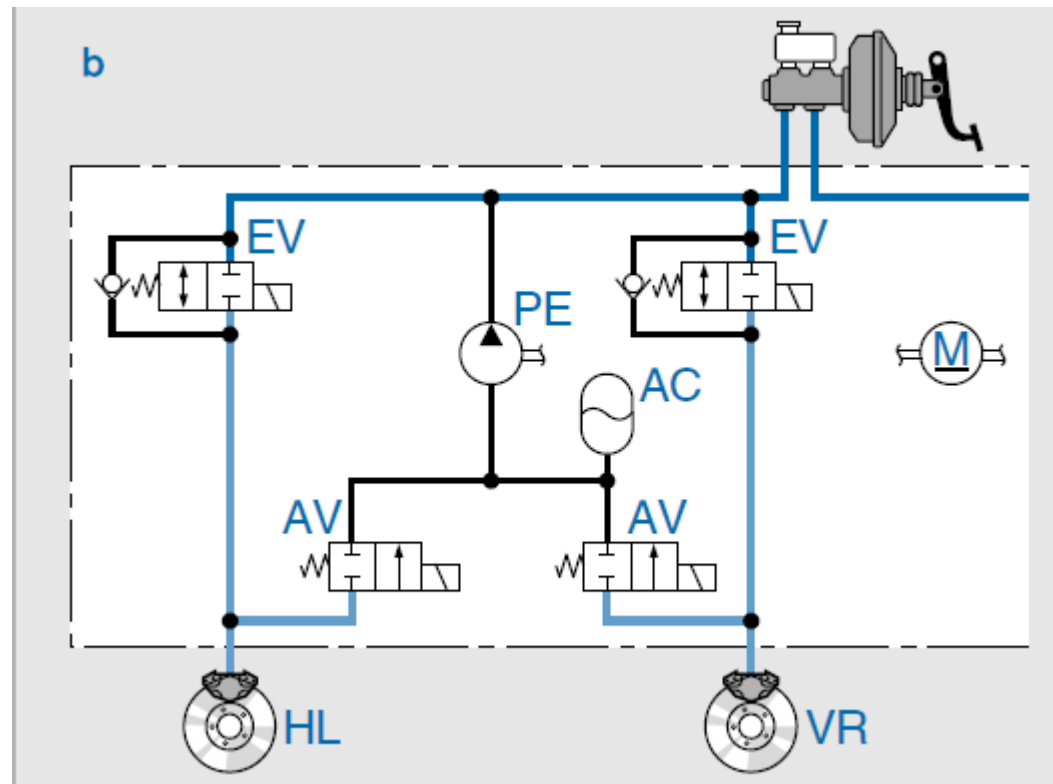
MODULACIJA PRITISKA KOD ABS SISTEMA

- U slučaju ABS kočenja, vozač prvo stvara pritisak u kočionom sistemu (kočionu silu) pritiskom na papučicu kočnice
- To je moguće ostvariti bez prebacivanja ventila, jer je ulazni ventil (EV) otvoren, a izlazni ventil (AV) je zatvoren kada nema pobude špula (nema napona na špulama)



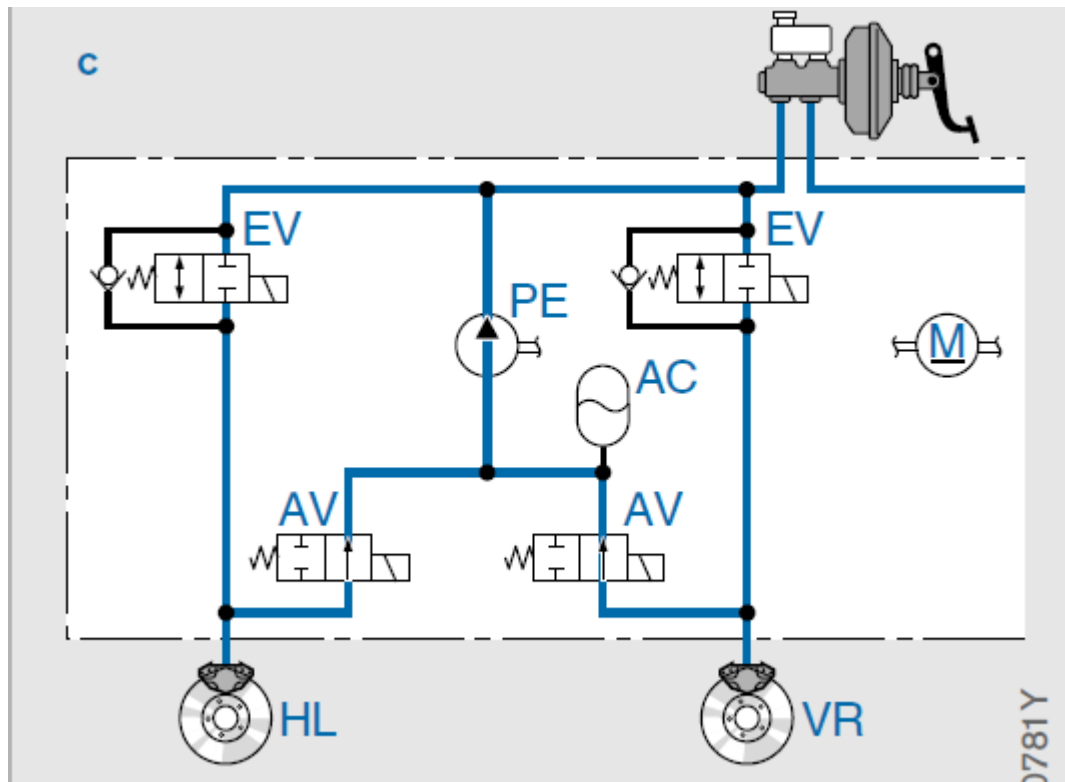
MODULACIJA PRITISKA KOD ABS SISTEMA

- Zatvaranjem ulaznih ventila nastaje stanje održanja konstantnog pritiska u kočionom sistemu



MODULACIJA PRITISKA KOD ABS SISTEMA

- Ukoliko neki od točkova zablokira, otvaranjem odgovarajućeg izlaznog ventila smanjuje se pritisak u dijelu kočionog sistema tog točka i on će biti odblokiran



MODULACIJA PRITISKA KOD ABS SISTEMA

- Kočnička tečnost iz kočionog cilindra blokiranog točka može takođe da isteče i u rezervoar niskog pritiska (AC). Ovaj rezervoar ima ulogu prigušivača
- Povratna pumpa u kočionom krugu, koju pokreće zajednički motor preko ekscentričnog elementa, smanjuje pritisak u kočionom sistemu na vrijednost manju od one koja je određena pritiskom na papučicu kočnice od strane vozača.
- ABS sistem može nezavisno kontrolisati i više točkova ako se oni istovremeno zablokiraju

MODULACIJA PRITISKA KOD ESP SISTEMA

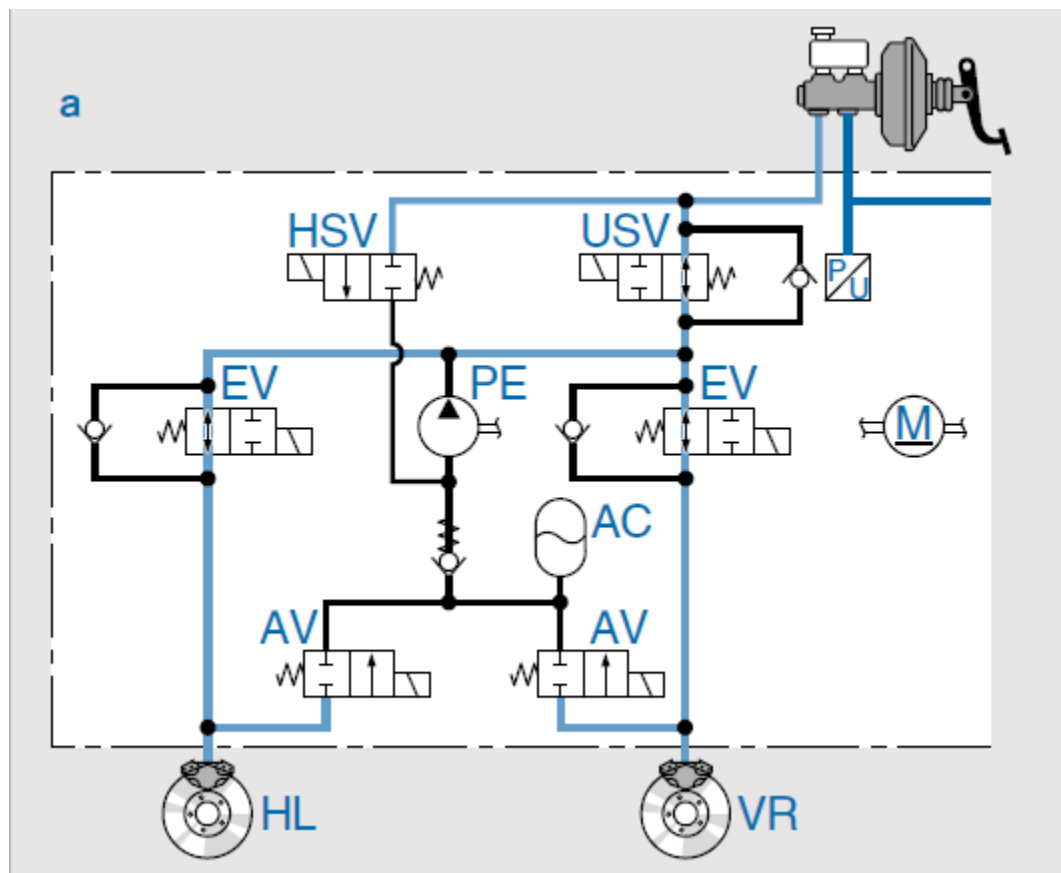
- Za razliku od ABS sistema kod ESP sistema za elektronsku kontrolu stabilnosti vozila glavni kočioni cilindar sa kočionim cilindrima točkova povezan je preko preklopnog ventila koji je u normalnom stanju otvoren i preklopnog ventila visokog pritiska koji je u normalnom stanju zatvoren (nema pobude špula)
- Ovi ventili potrebni su za aktivnu / djelomično aktivnu intervenciju u kočionom sistemu
- Sistem za generisanje pritiska u kočionom sistemu sastoji se od dvije samoodzračne pumpe i motora. Koriste se klipne pumpe kao kod ABS sistema
- Ove pumpe mogu da stvore pritisak u kočionom sistemu, nezavisno od primarnog pritiska koju stvara vozač pritiskom na papučicu kočnice
- Pumpe pogoni DC motor preko ekscentričnog elementa

MODULACIJA PRITISKA KOD ESP SISTEMA

- Kao što je to već napomenuto kod TCS/ESP sistema pumpe mogu da stvore pritisak u kočionom sistemu nezavisno od primarnog pritiska koju stvara vozač pritiskom na papučicu kočnice, koji može biti i veći od primarnog pritiska
- Da bi TCS/ESP sistemi automatski, nezavisno od vozača, generisali pritisak u kočionom sistemu (kočionu silu), preklopni ventil treba da bude zatvoren, a ulazni ventil ili preklopni visokopritisni ventil treba da budu otvoreni
- Tada kočiona tečnost iz rezervoara dolazi u glavni kočioni cilindar, a zatim pod pritiskom dalje dospijeva do kočionih cilindara pojedinih točkova
- Elektronska kontrola motora pumpe smanjuje buku koja nastaje pri aktiviranu pomenutih Sistema kočenja
- Pumpe mogu biti opremljene dodatnim elementima za prigušivanje koji udovoljavaju strogim zahtevima proizvođača za emisiju buke

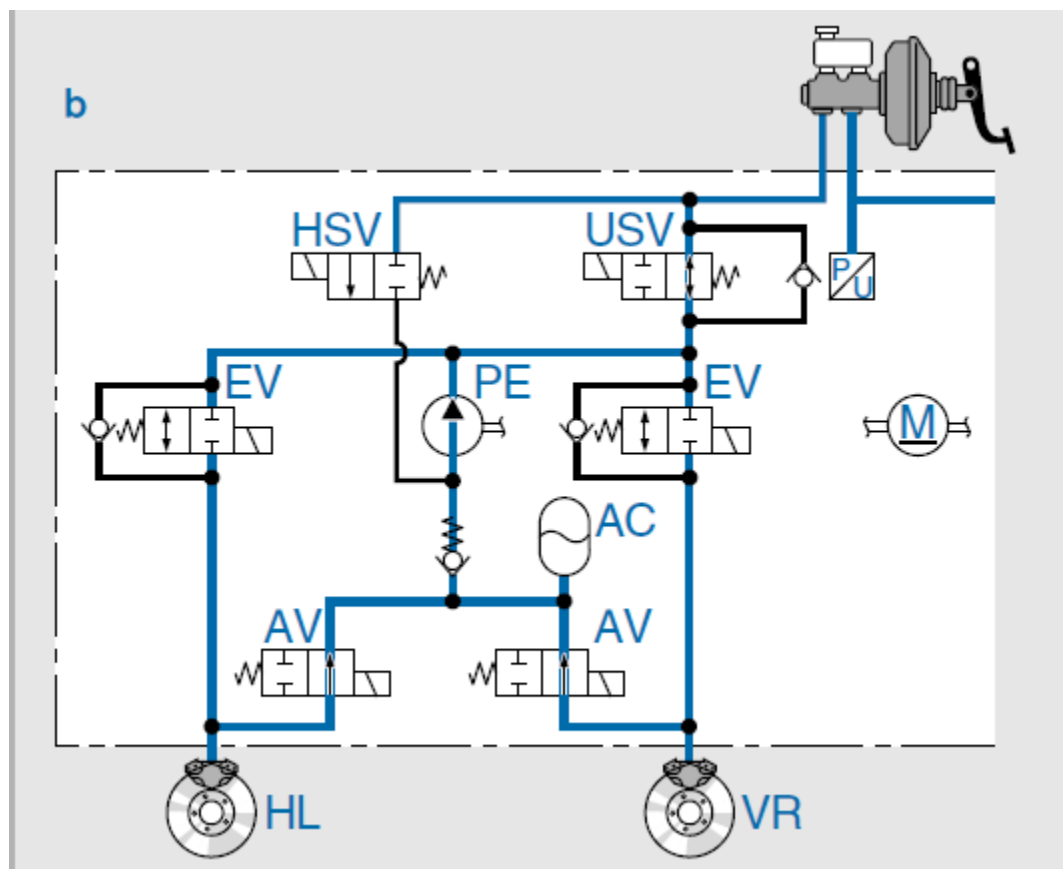
MODULACIJA PRITISKA KOD ESP SISTEMA

- Porast pritiska u kočionom sistemu od strane vozača pritiskom na papučicu kočnice



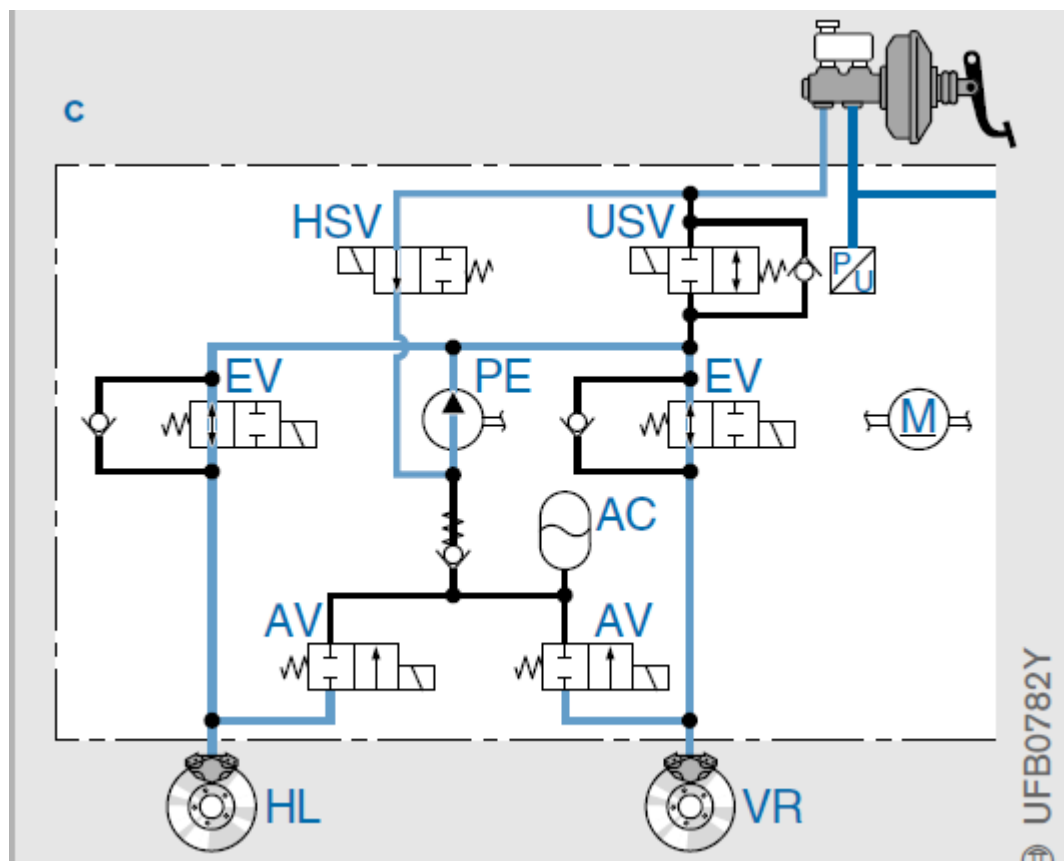
MODULACIJA PRITISKA KOD ESP SISTEMA

- Reducija pritiska u kočionom sistemu zbog djelovanja ABS sistema



MODULACIJA PRITISKA KOD ESP SISTEMA

- Povećanje pritiska u kočionom sistemu pomoću samoodzračnih pumpi zbog djelovanja TCS/ESP sistema



MODULACIJA PRITISKA KOD ESP SISTEMA

- U osnovi postoje tri režima rada ESP sistema:
 - Pasivni – radi kao ABS system
 - Poluaktivni – kada primarni pritisak u kočionom sistemu generisan od strane vozača nije dovoljan za stabilizaciju vozila
 - Aktivni - kada se generiše pritisak u kočionom sistemu za stabilizaciju vozila nezavisno od vozača

ESP POLUAKTIVNI REŽIM RADA

- Kod poluaktivnog režima rada ESP sistema preklopni ventil visokog pritiska mora biti u mogućnosti da otvori usisni put za pumpu i u slučaju postojanja veliki diferencijalnih pritiska u kočionom sistemu
- To je bitno u slučaju kad je vozač pritiskom na papučicu kočnice već stvorio veliki primarni pritisak, ali taj pritisak nije dovoljan da stabilizuje vozilo
- Kada ESP kontroler detektuje nestabilno stanje vozila, preklopni ventili se zatvaraju, a preklopni ventil visokog pritiska se otvara. Dijeve pumpe zatim stvaraju dodatni pritisak da bi se vozilo stabilizovalo
- Pošto se vozilo stabilizuje, izlazni ventil se otvara i višak pritiska iz kočionog cilindra kontrolisanog točka izlazi u rezervoar

ESP AKTIVNI REŽIM RADA

- Ako ESP kontroler prepozna nestabilno stanje vozila, preklopni ventili se zatvaraju čime se sprječava hidraulični kratki spoj pumpi preko preklopnog / visokopritisnog preklopnog ventila. Time se omogućava generisanje pritiska u kočionom sistemu
- Istovremeno se otvaraju preklopni ventili visokog pritiska. Time se dozvoljava da samoodzračna pumpa, pumpa kočionu tečnost u određeni kočioni cilindar/cilindre točka/točkova da bi povećali kočioni pritisak
- Ukoliko je potrebno povećati kočioni pritisak samo za jedan točak (kompenzacija zanošenja vozila), ulazni ventili ostalih točkova trebaju biti zatvoreni
- U fazi smanjenja pritiska otvaraju se izlazni ventili, preklopni ventili i visokotlačni preklopni ventili vraćaju se u prvobitni položaj. Kočiona tečnost ide u rezervoare.