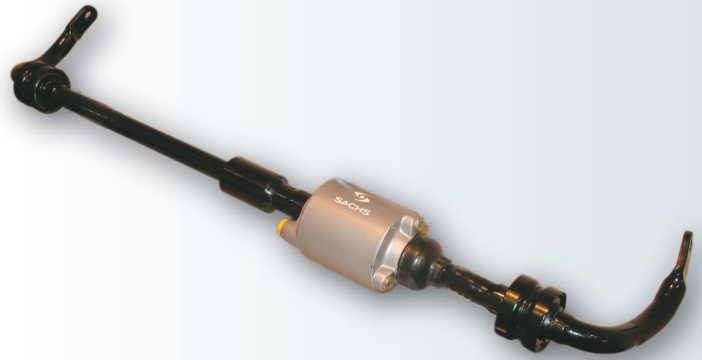


Aktív stabilizátorok

Az autójavítás során – valljuk sokkalal együtt – elkerülhetetlen az, hogy a javítandó, ki- vagy csak beszerelendő, meglehetősen bonyolult szerkezetekről minimálisan annyit tudjunk, hogy az mit csinál, miért került az autóba. Ez azonban az ügyfélpanaszok kivizsgálásához, a javításhoz, elektronikus illesztéshez, beállításához – mikor mi kell – édes kevés. Meg kell tanulnunk, meg kell értenünk az adott szerkezet „miértjét” és „hogyanját”. A BMW E65 és a LEXUS GS450h aktív stabilizátorainak bemutatása is kezdődjön a „hogyanokkal” és a „miértekkel”.



A „miért”

Az autó saját kormányzási tulajdonsága a menetbiztonsága szempontjából fontos tényező. Saját kormányzás alatt azt a járműviselkedést értjük, melyet túl- vagy alulkormányzottságnak nevezünk.

Kevés az eleve semleges viselkedő autót. Az alul- vagy a túlkormányzottság, melyet alapvetően a konstrukció határoz meg, számos további tényező függvényében alakul ki: az ívmeneti sebesség, a gumibroncsok nyomása (fajtája is!), a terhelés elhelyezkedése, az oldalszél ereje, hogy csak a fontosabbakat említsük, mind hatnak rá. Tudjuk, hogy az alulkormányzott tulajdonságú jármű kezelhető jobban.

A konstruktőrök feladata, hogy az autó jól irányítható, kézben tartható legyen. A fel-

építménymozgás befolyásolásának, a kitörési hajlam határokra belül tartásának megvannak a klasszikus mechanikai módszerei: jó felfüggesztési geometria, lengéscsillapítás, stabilizátorhatás, billenési centrumok és tengelyek célszerű elhelyezése. Ezeknek megvannak a maguk beavatkozási korlátai, általában egy optimumra állíthatóak be. Az autót mozgásviszonyai többnyire kilépnek ebből az optimumtartományból, és akkor mind komfort, mind közlekedésbiztonsági szempontból kedvezőtlenül viselkednek.

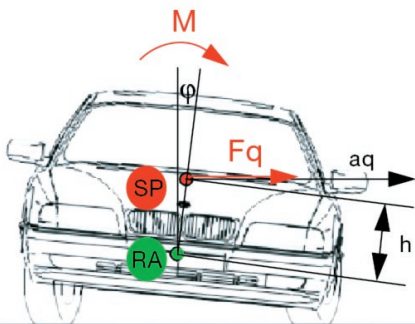
Itt is a mechatronika segít! A mechanikai tulajdonságokat, ha az igényeknek megfelelően lehet befolyásolni, az autót valamennyi mozgásállapotában sokkal kedvezőbben viselkedhet. Klasszikus példája ennek az aktív felfüggesztés.

A „mivel”

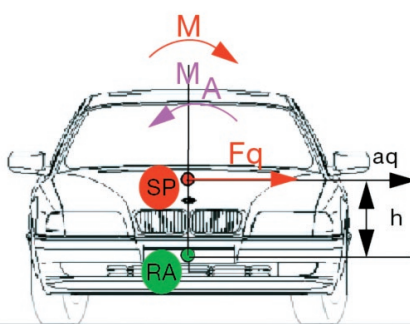
A futómű stabilizátora elsősorban arra hivatott, hogy a kocsiszekerény dőlését kanyarban csökkentse. Ezzel a stabilitást növeli, és mivel az oldaldőlést csökkenti, a kényelemérzés sem romlik. A stabilizátorrúd csavaró (torziós) merevsége adja a funkció számára fontos nyomatékot. Ha ez túl nagy érték vagy éppen ellenkezőleg kevés, kénytelen, hogy változtatni kell a torziórúd merevségét. Egyenesmeneti haladásnál, buckára futáskor a stabilizátor hatása (mert ekkor is dolgozik) kedvezőtlen, és terepjárókor sem jó hatású.

Az oldalerő hatására (ívmenetben, erős oldalszél stb.) megdőlt karosszériát az 1. ábra mutatja.

Az aktív stabilizátorok segítségével befolyásolni lehet a jármű „billenéssel szembeni merevségét”.



Passzív stabilizátorral szerelt jármű

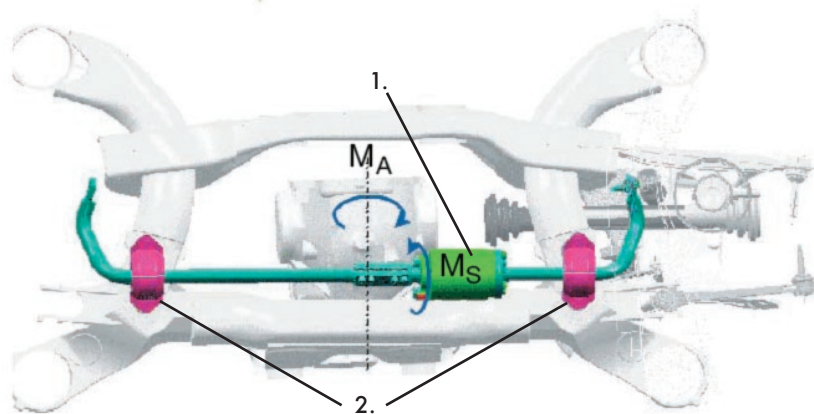


Aktív stabilizátorral szerelt jármű

M : oldalgyorsulás hatására bekövetkező nyomaték, φ : billenési szög, aq : oldalgyorsulás, Fq : centripetális erő, M_A : aktív stabilizáló nyomaték, R_A : momentán tengely, SP : súlypont, h : erőkar nagysága

A „hogyan”: a BMW Dynamic Drive-rendszere

A Dynamic Drive- (későbbiekben DD) rendszer a „félbevágott” stabilizátorrudakat egy lengőmotorral, az abban lévő hidraulikaolajjal köti össze. A nyomás nagyságát az első és hátsó tengelyekre a DD központi irányítóegysége az oldalgyorsulás függvényében vezérli ki, az előre programozott és tanult jellegzőknek megfelelő mértékben.



1. Lengőmotor, 2. Golyóscsapágyak
 M_A : aktív stabilizáló nyomaték
 M_S : a lengőmotor előfordulása által keltett nyomaték

Adott nyomás kivezrlésének hatására a stabilizátorrúd-felek egymáshoz képest elfordulnak a lengőmotor hosszanti tengelye körül. Az elfordulás hatására nyomaték ébred (M_S).

Az aktív stabilizáló nyomaték a BMW E65 esetében 0,3 g oldalgyorsulásig teljesen meg tudja szüntetni a felépítmény dőlését. A 0,3 g feletti oldalgyorsulás hatására a felépítmény már megdő. A felépítmény megdőlése és az alulkormányzott kormányzási tulajdonság figyelmezteti a vezetőt arra, hogy a stabilitás határán vezet.

A változtatható merevségnek köszönhetően egyenes menetben a stabilizátorrúd-feleket akár el is választhatjuk egymástól, hiszen ekkor felesleges, nagyobb sebességeknél például bukkánóra futva hátrányos is. Természetesen egy ilyen rendszerrel szemben rendkívül fontos követelmény a gyors reagálás. Egy gyors sávváltáskor, hirtelen fellépő oldalszél hatására, egy akadály kikerülésekor a DD rendszerének is időben kell tudnia reagálnia.

A Dynamic Drive különböző saját kormányzottági tulajdonságokat állít be annak megfelelően, hogy az autó milyen gyorsan halad:

1. Egyforma stabilizáló nyomaték – semleges saját kormányzottági tulajdonság
 Azonos mértékű oldalerőt képesek felvenni a tengelyek elöl-hátul, azaz nem ébred hossz tengely körül forgatónyomaték. Az ilyen tulajdonságokkal bíró futómű gyors reagálású, adott kormánymozdulatra gyorsan reagál, pontos kezelhetőséget biztosít a vezető számára. Kisebb sebességeknél egy tapasztalatlan vezető is jól tudja kezelni az ilyen tulajdonságokkal bíró járművet.
2. Első tengelyen nagyobb stabilizáló el-lennyomaték – alulkormányzott saját kormányzottági tulajdonság

Az első tengely nem tud akkora oldalerőt átvinni mint a hátsó tengely, a jármű alulkormányzott lesz. Egy alulkormányzott autót azonban egy tapasztalatlanabb sofőr is könnyebben korigál nagyobb sebességeknél, gyorsabb kanyarvételeknél is.

A hidromechanikus szerkezetet természetesen úgy alakították ki, hogy a rendszer meghibásodása esetén se tudjon nagyobb aktív stabilizáló nyomaték kialakulni a hátsó tengelyen.

A Dynamic Drive-rendszer elemei

A DD-rendszer központi irányítóegysége

Az egység a 30-as pontról kapja a tápfeszültséget, és egy 10A-s biztosíték védi. Csak akkor válik aktívvá, ha CAN-üzemeltetésen keresztül a CAS (Car Access System) a gyújtás bekapcsolása után engedélyt küld számára. A CAS ellenőrzi, hogy a DD ECU-ja az adott járműhöz tartozik-e, vagy sem. Az irányítóegység ellenőrzi a működ-tető mágnesszelepeket. Ha hibát észlel,

biztonsági üzemmódba állítja a járművet. Az ECU lekapcsol, ha túl nagy, vagy ha túl kis feszültséget kap.

Érzékelők

Az oldalgyorsulás-érzékelőt az első utasoldali ülés alatt a padlólemezhez erősítve találjuk, méréshatára +1,1 g. Első-hátsó tengelyhez tartozó hidraulikakörök nyomásérzékelői a szelepházba vannak beépítve. Itt található az útváltó szelep helyzetét érzékelő szenzor is. Hidraulika folyadékszint-érzékelő a hidraulikafolyadék-tartályon van. Csak annyit érzékel, a folyadékszint adott határ alatt van-e a tartályban, erről hibaiüzenetet küld.

Aktuátorok

Nyomásszabályzó szelepek

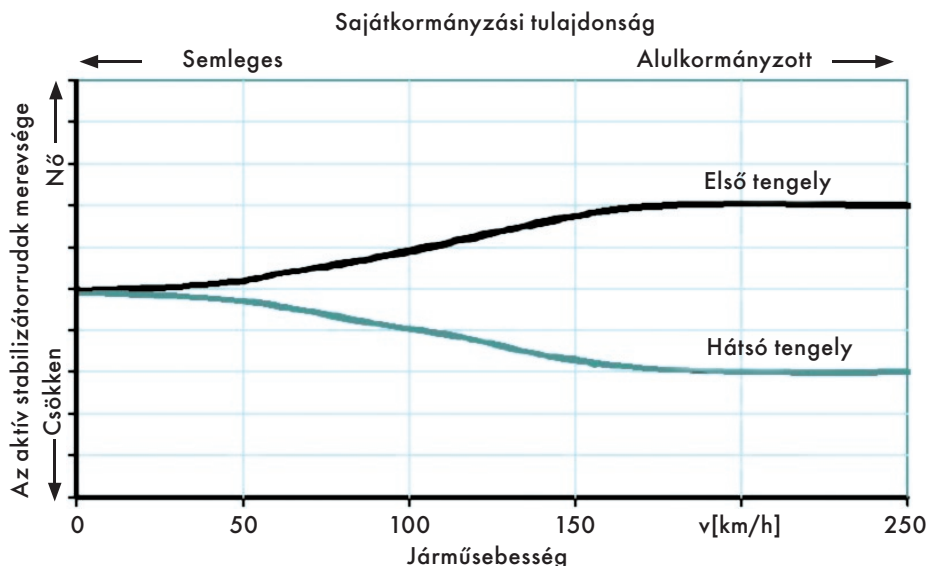
Mindkét tengelyhez külön nyomásszabályzó szelep tartozik. Ezek a szelepek állítják be a stabilizátorrudak merevségét meghatározó nyomásértékeket. Egyenes haladás-kor a szelepek elengednek, nyitva hagyják a csatornákat, a hidraulikafolyadék szabadon áramlik vissza a tartályba.

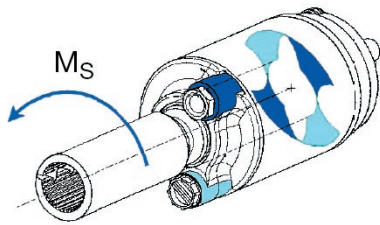
A szelepek behúznak, amikor kanyarmentet követnek. A lengőmotorban a nyomás rendkívül gyorsan tud felépülni, az ECU által meghatározott értékre. Az oldalgyorsulás mértékétől függően elöl 5-80 barig, hátul 5-170 barig változhat a nyomás nagysága. A szelepek a szelepházban vannak.

Az útváltó szelep a folyadék áramlásának irányát határozza meg. Ez az érzékelő is a szelepházban foglal helyet.

Biztonsági szelep

Amennyiben aktiválja az ECU, akkor „reseteli” az első tengelyhez tartozó lengőmo-





A lengőmotor működése

tort. A rendszer nyomása limitált, a folyadék áramlásának irányától függően. A szelepházban foglal helyet.

Ellenőrző szelep

Ez a szelep lehetővé teszi a folyadék leeresztését, lehetővé teszi a lengőmotorban kavitáció kialakulásának megelőzését. Az ellenőrző szelep is a szelepházban található. A szelepház a jobb oldali első kerékjárat mögött helyezkedik el, közel az A-oszlophoz.

Tandemszivattyú

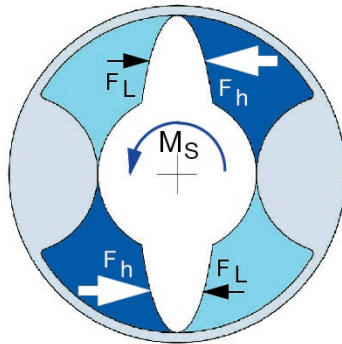
Főtengelyről hajtott hosszbordás szíjjal. Alapjáraton, 750 min⁻¹ fordulatszám mellett 200 bar-os nyomásértéknél 3,3 l/min szállítási teljesítménye van, 1165 min⁻¹ mellett már 7 l/min mennyiséget szállít. A hidraulikus szervo számára is ez a szivattyú szállít, valamint a két rendszer hűtője és hidraulika-tartálya is közös.

A DD-rendszerrel nem felszerelt autókban is ugyanazt a tartályt és hűtőt alkalmazzák.

A lengőmotor

A hátsó tengelyhez tartozó lengőmotor nagyobb, mint az első. Hátul 170 bar mellett 800 Nm-t, elöl 180 bar mellett 600 Nm-t képes létrehozni a szerkezet.

A lengőmotor két-két, átlósan egymással szemben elhelyezkedő kamrái összeköttetésben állnak, ezért nyomásuk mindig azonos. Az egyik kamrapár nagynyomású folyadékot előállító tandemszivattyúval, a kisnyomású kamrapár pedig a folyadék tartállyal van összekötve. A különböző nyomású térrészek egymással szemben helyezkednek el, ezért ezek azonos felületeken, eltérő nagyságú erőhatásokat eredményeznek (F_L -> kis nyomásból származó erő, F_H -> nagy nyomásból származó erő). Mivel F_H nagyobb mint F_L , a lengőmotor hosszanti tengelye körül M_s forgatónyomaték ébred, melynek hatására a házhoz erősített, és a forgórészhez erősített stabilizátorrúd-felek egymáshoz képest elfordulnak. Ez a forgatónyomaték generálja a stabilizáló aktív nyomatéket, M_{A-t} , amely a billenőnyomatéket ellensúlyozza.



Menet közben...

A rendszer indulása

A gyújtás ráadása után, elsőként lefut az elektronika belső tesztje. Ezután minden mágnesszelep működését ellenőrzi az öndiagnosztika. A szenzorok elektronikájában, csatlakozóiban, kábeleiben lévő szakadásokat, rövidzárokat is kiszűri. Végül a hidraulika biztonsági funkcióit ellenőrzi. Mindezek után egy maximum 60 baros nyomást vezérel ki a tandemszivattyú és a biztonsági szelep közé. Ezzel egyidejűleg ellenőrzi az első tengelyhez tartozó nyomásérzékelő működését. A DD-funkció csak akkor indul el, ha az autó legalább 5 km/h-val halad, teljes funkcionálitását pedig 20 km/h felett éri el. Az autó álló helyzetében minden szelep elenged, a DD-funkció inaktív.

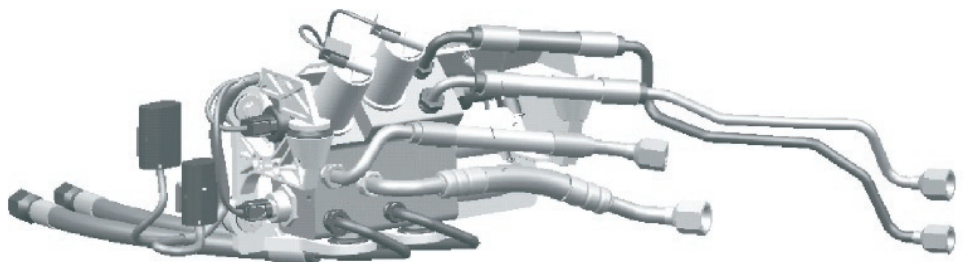
Egyenes haladás

A motor elindítása után a szivattyú 3-5 bar-os nyomással tölti fel a rendszert. Az aktuátorok egyik oldalán megjelenik ez a nyomás, a stabilizátorrudakat még nem éri el. Az első és a hátsó tengely stabilizátorrúd-feleihez tartozó szelepek nincsenek behúzva, ezért a hidraulikafolyadék szabadon áramlik vissza a tartályba. Ameddig a jármű egyenesen halad, addig ez a funkció működik.

Kanyarodás

Kanyarodás közben az oldalgyorsulás-érzékelők jeleinek hatására az ECU jelet küld az egyes tengelyekhez tartozó szelepeknek. Minél nagyobb az oldalgyorsulás, annál nagyobb kitérés jelet küld az ECU. Minél nagyobb a kitérés tényező, annál nagyobb nyomás épül fel a stabilizátorrudakhoz tartozó lengőmotor belsejében. Az útváltó szelepek az ECU a szelep helyzetét figyelő szenzor jelei alapján és a kanyarvétel irányának megfelelően ad ki jelet.

Biztonsági üzemmódban az FS biztonsági szelep rugóerő hatására zár. Az első tengelyhez vezető folyadékcsatorna lezár, a hidraulikaolaj nem tud kiáramolni az első lengőmotorból, ezáltal megakadályozza azt, hogy túlkormányozottság jöjjön létre. Az ellenőrző szelepek lehetővé teszik azt, hogy elvezessük a hidraulikafolyadékot a



A szelepház

V1: első tengely lengőmotorjának hidraulikacsatlakozása (1)

V2: első tengely lengőmotorjának hidraulikacsatlakozása (2)

H1: hátsó tengely lengőmotorjának hidraulikacsatlakozása (1)

H2: hátsó tengely lengőmotorjának hidraulikacsatlakozása (2)

P: szivattyúcsatlakozás

T: folyadék tartály-csatlakozás

RV: útváltó szelep

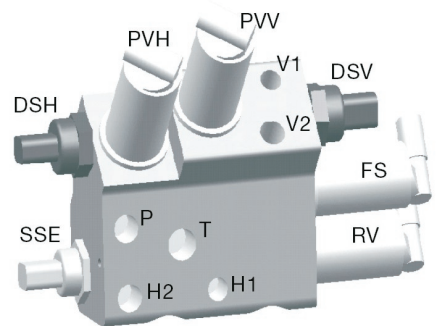
FS: biztonsági szelep

RW1, RW2: ellenőrző szelep (a szelepházban)

PVH, PVV: első/hátsó nyomáshatároló szelep

SSE: útváltó szelep helyzetének jeladója

DSV/DSH: első/hátsó tengelyhez tartozó nyomásérzékelő



lengőmotorból, így védve azt a kavitáció kialakulásának veszélyétől.

Külső szivárgás esetén teljes rendszerkiesés következik be.

Szerviztippek

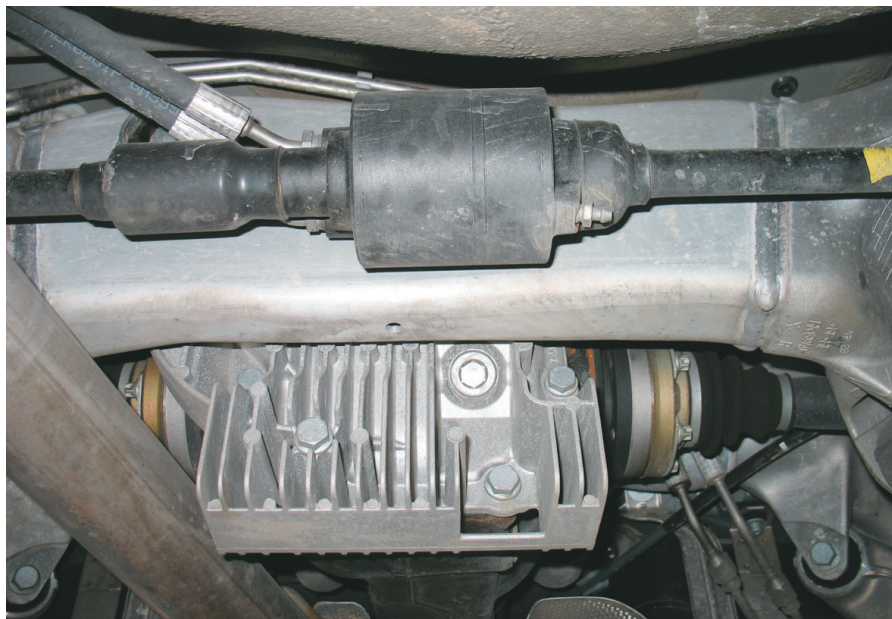
A csatlakozók mindegyik hidraulikus elemhez különböző méreteken kerültek kialakításra, így azokat összecszerelni nem lehet. A rendszerhez tartozó, elektromos vezetékeket alulról takarja az alvázburkoló fedél. A megfelelő kábelfelerősítési pontokat tartjuk be, és sohasem hagyjunk az alvázon szabadon lógva kábelt.

A Dynamic Drive-rendszer üzembe helyezése

Ezt a procedúrát minden esetben el kell végeznünk, ha a rendszert megbontottuk, vagy kicseréltük annak egyes elemeit. Akkor is el kell végeznünk, ha az oldalgyorsulás-érzékelőt cseréltük. A következő körülményeket kell kialakítanunk ahhoz, hogy a keresztirányú gyorsulásérzékelőt és a két nyomássenzorot illeszteni tudjuk egymáshoz:

- a járműnek a négy kerekén kell állnia,
- a jármű ne legyen terhelt,
- a motor alapjáraton járjon,
- az ajtókat csukjuk be, senki sem tartózkodik a járműben.

Az üzembe helyezés során (mind a gyárban vagy a műhelyben) senki sem tartózkodhat a jármű közelében. Emellett meg kell győződnünk arról, hogy az üzembe helyezéshez



szükséges feltételek adottak-e (megfelelő hőmérséklet, konstans motorfordulatszám).

A procedura öt jól elkülöníthető, egymást automatikusan követő lépésből áll:

1. Az útváltó szelep ellenőrzése 3-3,4 másodperc között, az SSE jelei alapján.
2. A kisnyomású teszt (az előzőek után, a 3,4-4,3 másodperc közötti időintervallumban). A biztonsági szelep és az útváltó szelep ilyenkor nincs feszültség alatt. Az ECU a nyomásbeállító szelepeket működteti elől és hátul. A felépítmény éppen ezért meg fog dőlni.

Ügyeljünk arra, hogy a jármű környezetében ez a dőlés akadálymentesen „kivitelezhető” legyen, ne érjen neki az autó semminek.

3. Az első tengely nagynyomású tesztje (az előzőek után, a 4,3-9,9 másodperces intervallumban). A lengőmotorba 180 baros nyomást vezet a rendszer. Ellenőrzi azt, hogy nincs-e „fellevegősödve” a rendszer, illetve azt, hogy nincs-e szivárgás benne, nem reteszelődött-e a lengőmotor.

4. A hátsó tengely nagynyomású tesztje (9,9-15 másodperc között). A lengőmotorba 170 baros nyomást vezérel ki a rendszer. Ellenőrzi azt, hogy nincs-e fellevegősödve a rendszer, nincs-e szivárgás benne, nem reteszelődött-e a lengőmotor.

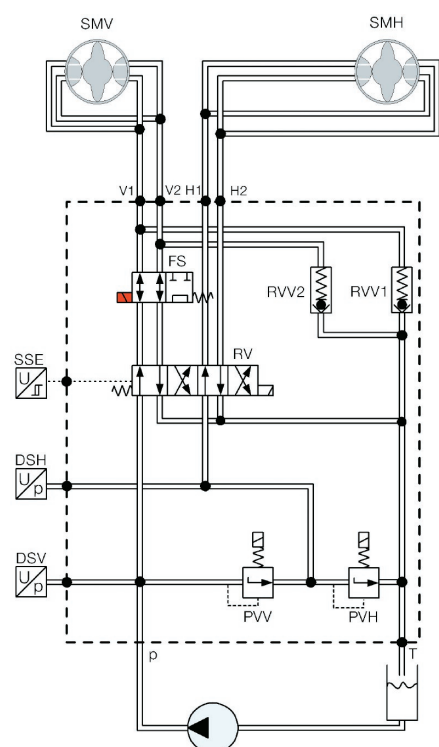
5. Nyomássenzorok ellenőrzése 15-25 másodperc között. Az első és hátsó tengelyekhez tartozó jellegzők ellenőrzése (összeveti a tárolt és a jelenlegi értékeket egymással). A hibás nyomásérzékelőket kiszűri.

A DD-rendszer légtelenítése

A műveletet diagnosztikai teszterrel kell elvégezni abban az esetben, ha a DD-rendszer hidraulikakörét megnyitottuk. A légtelenítést a lengőmotor légtelenítő csavarjain keresztül tudjuk végrehajtani.

Cikkünk folytatásaként, a Lexus GS450h típusának aktív stabilizáló rendszerét mutatjuk majd be. A két rendszer felépítése különböző, ám a funkció, megvalósítandó szabályozási céljaik egyeznek. A GS450h rendszere tisztán elektronikus, lengőmotor helyett egy kefe nélküli DC-motort és egy nagy áttételű hullámhajtóművet használ az aktív stabilizáló nyomoték létrehozására.

CSÜTÖRTÖKI TAMÁS



A szelepház

V1: első tengely lengőmotorjának hidraulikacső-csatlakozása (1)

V2: első tengely lengőmotorjának hidraulikacső-csatlakozása (2)

H1: hátsó tengely lengőmotorjának hidraulikacső-csatlakozása (1)

H2: hátsó tengely lengőmotorjának hidraulikacső-csatlakozása (2)

P: szivattyúcsatlakozás

T: folyadéktartály-csatlakozás

RV: útváltó szelep

FS: biztonsági szelep

RW1, RW2: ellenőrző szelep (a szelepházban)

PVV, PVH: első/hátsó nyomáshatároló szelep

SSE: útváltó szelep helyzetének jeladója

DSU/DSH: első/hátsó tengelyhez tartozó nyomásérzékelő

SMV: első tengelyhez tartozó lengőmotor

SMH: hátsó tengelyhez tartozó lengőmotor