

Félaktív és aktív kormányzás

A személygépjárművek szervokormányait sem kerülhette el az elmúlt években az az általános gépjárműszerkezet-reform, mely a tömegcsökkentést, a „tudás”-növelést és a karbantartási igény csökkentését célozza. A kormányzással számos biztonsági intézkedés lenne segíthető, és másodlagosan, de nem mellékesen, több kényelmi, kezelési funkció is teljesíthetővé válna. Ha...

Ha a kormányzás jellemzői – így a szervohatás – igénynek, szükségnek megfelelően módosíthatóak lennének.

A mechatronika itt is a megoldás kulcsa: olyan mechanizmusokat kell létrehozni, melyek működése elektronikus irányítás alá vonható.

A szervokormányok (nincsenek ma más kormánygépek) lehetnek hidraulikus vagy villanymotoros rásegítésűek, tehát hidromechanikus és elektromechanikus szervokormányokról beszélünk.

A hidromechanikus kormány szervoszivattyúját a belső égésű motor állandóan hajtja, ha kell a szervorásegítés, ha nem. Ennél energiatakarékosabb, ha a szervoszivattyút villanymotor forgatja. A villanymotor üzeme a folyadék szállítási igényhez illeszthető.

A hidraulika-rendszer adottsága, hogy nyomás- és hozamszabályozást tesz lehetővé. A „ZF-Servotronic 2” hidromechanikus szervokormány gépkocsi-sebességfüggő szer-



1. ábra: 1 – sebességjel a műszerfalból, 2 – vezérlőelektronika, 3 – elektrohidraulikus szelep, 4 – fogasléc kormánygép, 5 – szervoszivattyú, 6 – olajtartály, 7 – flexibilis, hidraulikus lengéscsillapító csővezeték, 8 – kormánykerék-állító mechanizmus



2. ábra

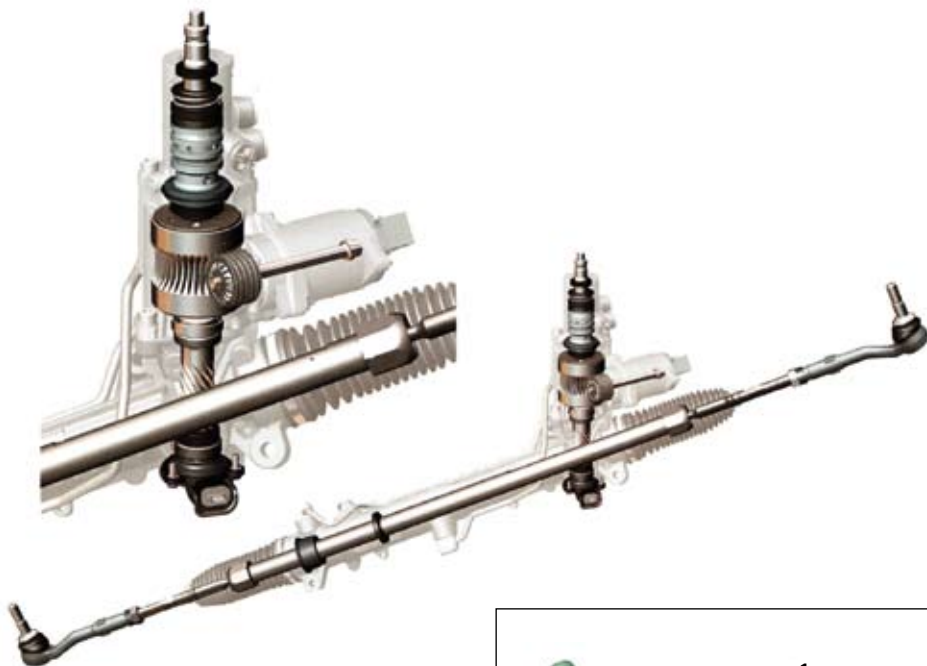
vohatást fejt ki (1. ábra). A szervoszelepbe elektromosan működtetett, szabályozható fojtást építettek, mely a gépkocsi sebességének növekedésével arányosan csökkenti a hidraulika-munkanyomást. A legnagyobb szervohatás a gépkocsi álló helyzetében, kis sebességénél alakul ki.

További „tudást” a hidraulikával nem vagy csak bonyolult vezérléssel lehet a rendszerbe bevinni. A tudásnövelés egyszerű módja, ha áttérnek a villanymotoros hajtásra, annak szabályozására.

Nézzük először, milyen képességekkel kell felruházni a kormányzást annak érdekében, hogy hozzájárulhasson a korszerű biztonsági és kényelmi követelmények teljesítéséhez.

Ki mit tud?

1 – A szervorásegítés legyen sebességfüggő: célszerű, ha álló helyzetben való kerekelfordítás, illetve kis sebességgel haladó, például parkolási manővereket végző jár-



3. ábra

mű nagy szervoerővel segíti a kormányzást előre- és hátramenetben. Nagy sebességű haladásnál viszont kis mértékű legyen a rásegítés a biztonság érdekében. Ne lehessen könnyen (kis kézinyomatékkal) elkormányozni, ezzel – véletlen kormánykerék-elfordítással (például átnyúlás az anyósülésre) – könnyen nagy irányváltást okozni.

2 – A kormánygép áttétele legyen változtatható:

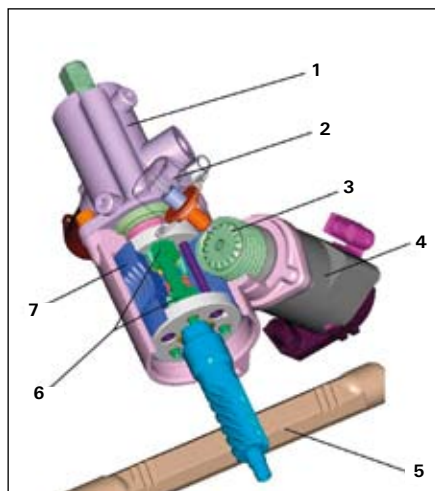
az a 1-es pontban leírtak akkor lehetnek igazán kedvezőek, ha a kormánykerék elfordítás/kerék elfordulás áttétel is változtatható. Parkolásnál célszerű a nagy áttétel, a kormánykerék-elfordítás nagy kerékelfordítást eredményezzen, nagy sebességnél viszont ugyanolyan mértékű elfordítás kis kerékelfordítást vonjon maga után.

Közepes sebességnél az áttételt – ahogy a prospektusok fogalmazzak – az „agilitás” határozza meg. A „sportos” üzemmódot választók a „direkt” áttételt várják el.

Autópályán, nagy tempóban, kis kormányáttétellel haladó gépjármű előtti automatikusan felismert akadály vészhelyzeti kikerülésénél a rendszernek a kormányáttételt növelnie kell tudni.

3 – Az ESP funkció támogatása: a gépjármű kitörésénél a függőleges tengely körüli perdülés mérsékelhető, megakadályozható kerekenkénti fékezéssel vagy hajtással, de jó eredmény érhető el kormányzással. A stabilizáló (ellen)kormányzásnak a vezetői kerékelfordítástól függetlennek kell lennie, azt növelheti vagy mérsékelheti.

Az ESP funkciót támogathatja a szervorendszer is azért, hogy a kritikus helyzetben a vezető által végzett elkormányzást, ellen-



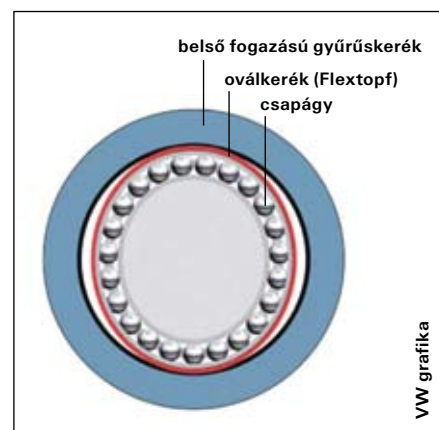
4. ábra: 1 – hidraulikus szervoszelep, 2 – arretáló retesz, 3 – csiga, 4 – villanymotor, 5 – fogasléc, 6 – bolygókerékek, 7 – csigakerék (bolygókeréktartó ház)

kormányzást a szükséges mértékig szervoerővel is segíti. Nagy szervoerőt ad, ha további elkormányzás szükséges, és nem ad szervoerőt, ha már további elkormányzás nem szükséges.

4 – Elhúzáskorrekció: ha a gépkocsira hosszan tartó vagy állandó oldalero hat, például tartós oldalszél vagy pályadőlés, esetleg az elhúzás futómű-beállítási vagy gumibroncshibából ered, akkor kormányzással ezt korrigálni lehet, az egyenesmenetet kézi kormányzással nem kell biztosítani.

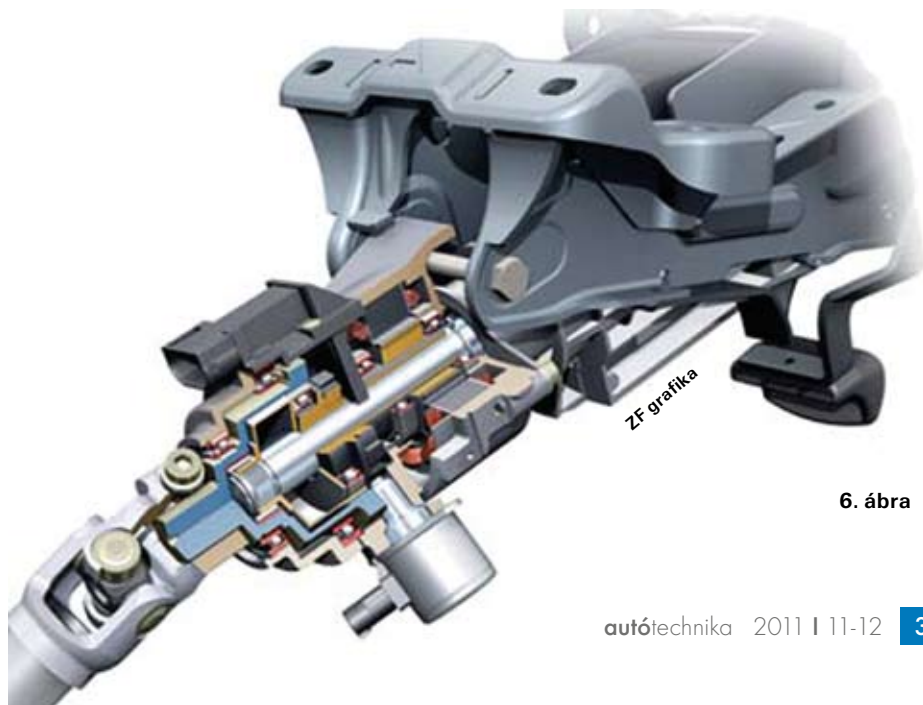
Az elhúzáskorrekció szükségességének másik esete gyorsításnál jelentkezik. A keretbe beépített motoroknál a konstrukció általában olyan, hogy a féltengelyek hossza eltérő, ebből adódóan más a dőlésszögük. Gyorsításnál ez keréknyomaték-különbséget ad és csekély mértékű elhúzást eredményez. Ezt automatikus kormányzással korrigálni lehet.

5 – Önálló kormányzás: az automatikus parkolási manővereknél, farral való párhuzamos vagy merőleges beállításnál a kormányzás vezetői beavatkozás nélkül történik, illetve nem is szabad ilyenkor a kormányt megfogni.

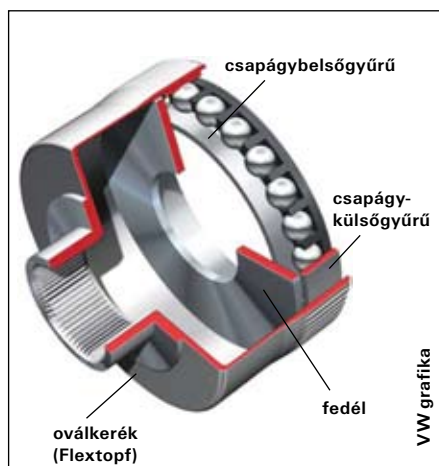


5. ábra

VW grafika



6. ábra



VW grafika

7. ábra

6 – Automatikus kikerülés: váratlan akadály felbukkanásakor vagy utoléréses ütközés veszélyekor, a baleset következményeinek mérséklése, esetleg elkerülése végett, a vészfékezésen túl szóba jöhet az automatikus kormányzással történő irányváltás is. A kameraalapú környezetfelmérő rendszer adhat a kormányzásnak erre parancsot és vezényelheti a folyamatot. Ez a rendszer léphet működésbe a gépkocsi ütközés utáni, a gépkocsivezető által már nem irányított mozgásának kontrollálásában. Ismét csak azzal a céllal, hogy a baleseti következményeket mérsékelje.

7 – Segített, kontrollált kormány egyenesmeneti visszajárás: az elkormányzott kerék egyenesmenetbe való szabad visszajárását a kerékre ható, a futómű-geometriából adódó visszatérítő nyomaték okozza. A visszajárást az elektromos szervó segítheti, hogy az mindig határozottan, megadott sebességgel történjen. A kormánykerék-elfordulás szögjeladója azonosítja a középállást, ameddig a visszajárást a szervónak segítenie kell.

Aktív kormányművek

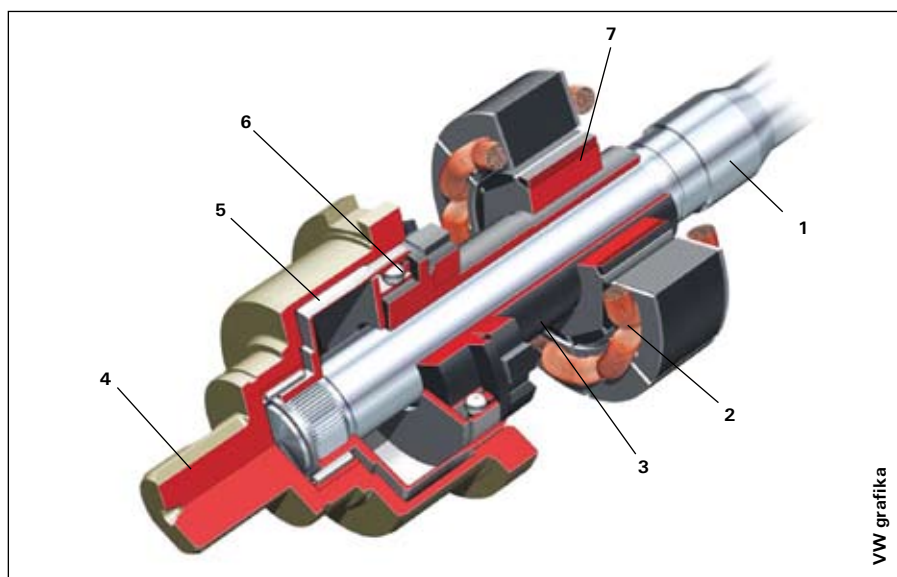
Mindezeket összességében tudják az ún. aktív kormányrendszerek. Az „aktivitás” lényege az, hogy a kerékelfordítás mindenkori szöge két bemenő elfordítástól függ: az egyik a vezetői kormánykerék-elfordítás, a másik a gépi korrekciós elfordítás, mely a kormánykerék-elfordítástól függetlenül azt meg tudja növelni vagy le tudja csökkenteni. Tehát a kerékelfordítás e kettő előjelhelyes összege lesz (2. ábra).

A ZF Lenksysteme adatai (egy beépítési példára) szerint 100°-os kormánykerék-szögelfordítás 6° kerékelfordítást jelent, ezt az aktív kormányzás 1,5°-kal tudja módosítani, tehát vagy 7,5° vagy 4,5° lesz eredőként a kerékelfordulás.

A szervorendszernek az aktív kormányzáshoz nincs köze. Az aktív kormányzás – e sorok szerzőjének ismerete szerint – vagy bolygómű, vagy hullámhajtómű révén valósul meg. Ez mind hidraulikus, mind villamos szervóval működhet együtt.

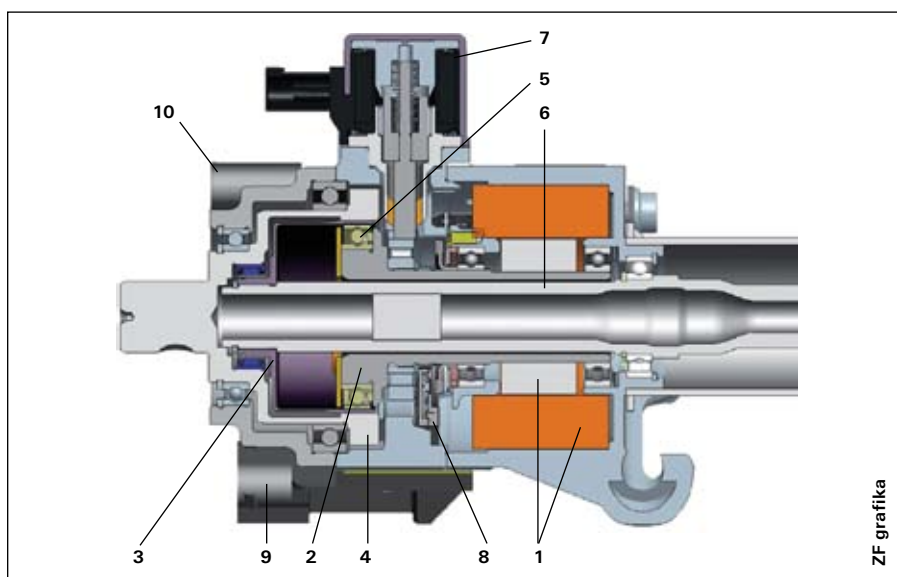
Az aktív kormányművek bolygóműves változatát BMW modelleken találjuk (3. és 4.

ábra). A bolygókeréktartó ház a csigakerék, a csiga hajtása villanymotoros. Ha a bolygókeréktartó kikötött (leblokkolt), elfordulni nem tud, akkor a kormánytengely elfordulása áttétellel a fogaslécra tevődik át. Ez akkor szükséges, ha a diagnosztika az aktív kormányzás beavatkozó körében hibát észlel. Ha a bolygókerékház a kormánytengely-jelfordulással azonos értelemben fordul el, növeli az elkormányzást, az ellenkező esetben csökkenti. Kormány középállásban az aktív kormányzás jobbra is, balra is tud néhány fo-



VW grafika

8. ábra: 1 – kormánytengely, 2 – villanymotor-állórész, 3 – oválkerék-csőtengely, 4 – gyűrűkerék-kihajtás, 5 – oválkerék (Flextopf), 6 – flexibilis golyóscsapágy, 7 – villanymotor-forgórész



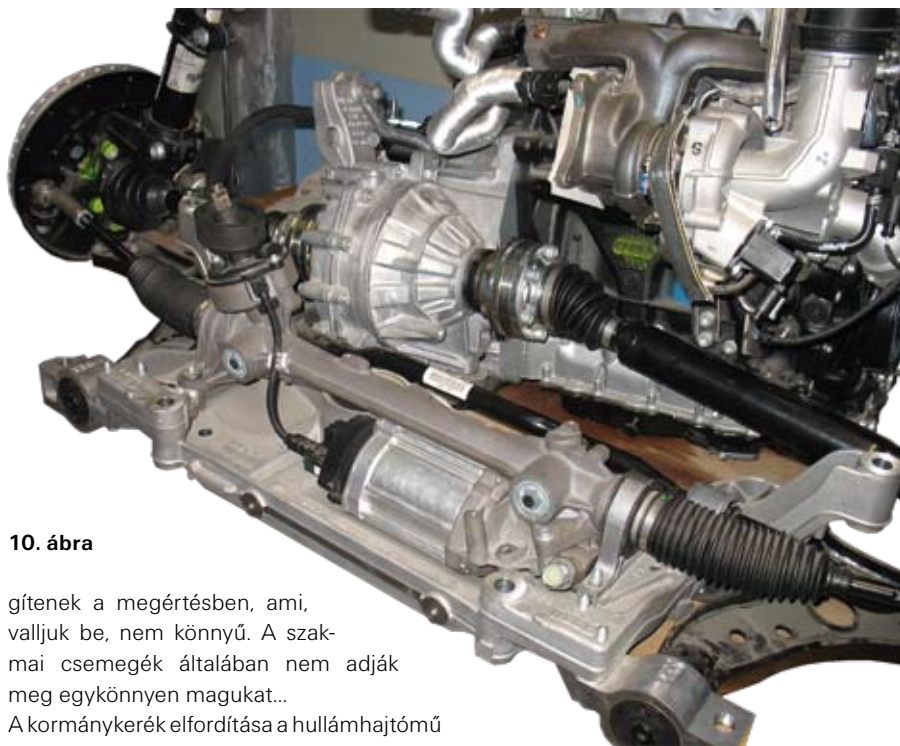
ZF grafika

9. ábra: 1 – villanymotor álló- és forgórész, 2 – hullámgenerátor, 3 – oválkerék (Flextopf), 4 – gyűrűkerék, belső fogazású kimenőtengely, 5 – flexibilis golyóscsapágyzás, 6 – üreges kormánytengely (behajtás), 7 – arretáló mágneskeres, 8 – motorszögelfordulás-jeladó, 9 – jelvezeték elektromos csatlakozó, 10 – főáramú csatlakozó

kot elfordítani, például oldalszél esetén. Az aktív kormány hidraulikus szervóval működik együtt, a servo-vezérlőszelep a bolygómű elé kerül, látjuk rajta a ZF-Servotronic 2 – korábban tárgyalta – elektromos szelepét.

A ZF cég és mások is hullámhajtóművet alkalmaznak, hogy két szabadságfokúvá tegyék a kormányzást, azaz a kerék elfordulását két bemeneti jellemzővel együtt határozzák meg. Ismétlésként: az egyik a kormánykerék vezetői elfordítása, a másik a járműmozgás-szabályozás beavatkozása.

A hullámhajtómű (5. ábra) rendkívül kis helyet foglal el, például elhelyezhető a kormányoszlopon. Erre példát az Audi A4 „Dynamiklenkung” (dinamikus kormányzás) rendszere ad (6. ábra). Az aktív kormányzás teljes mechanizmusát az Audi számára a ZF-Lenksysteme gyártja, a hullámhajtóművet a Harmonic Drive AG szállítja. Többnyire szokatlan gépelem ez, még a sokat látott autószerelőknek is. (Az Autótechnika 2011/4. számában megjelent „A hullámhajtómű és alkalmazása a gépkocsiban” cikk már szövegről a technikáról). Szerkezeti képeink se-



10. ábra

gítenek a megértésben, ami, valljuk be, nem könnyű. A szakmai csemegék általában nem adják meg egykönnyen magukat... A kormánykerék elfordítása a hullámhajtómű ovális, deformációra képes (flexibilis) oválkerékére (Flextopf) hat (7. ábra), annak fogain

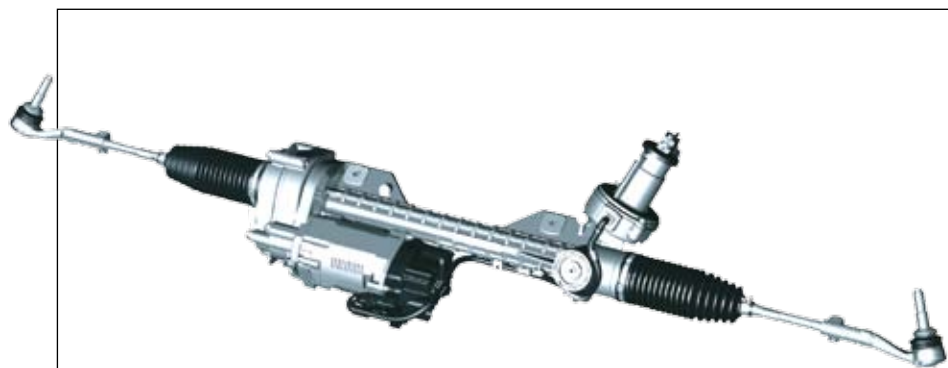
át jut a gyűrűkerékre és végül a fogaslécet hajtó fogaskerékre. Az oválkerékben foglal helyet a villanymotorral forgatott hullámgenerátor-tárcsa. A villanymotor igen gyorsan forog, egy az egyben hajtva a hullámgenerátor-tárcsát. Mivel a hullámhajtóműnek igen nagy az áttétele, egy tárcsa-körbefordulásra csak két fogat fordul el az oválkerék, a gyors állításhoz szükséges a nagy villanymotor-fordulat (8. ábra). A tárcsa forgásirányától függően növeli vagy csökkenti a gyűrűkerék és így a kimenő kormánytengely elfordulását. A hullámgenerátor-tárcsa flexibilis golyóscsapágyazáson keresztül érintkezik az oválkerékkel. Az összeállítási rajzot a 9. ábra mutatja.

Az Audi „Dynamiklenkung” is hidromechanikus szervóval dolgozik együtt.

Az aktív kormány műszaki leírásaiban a hangsúlyt elsősorban a változtatható áttételre teszik, hiszen ez az a tulajdonság, melyet az autós érzékel és parkolásnál bizonyára értékel is. Ez angol rövidítéssel E-VGR (Electric variable gear ratio steering).

Félaktív szervokormányok

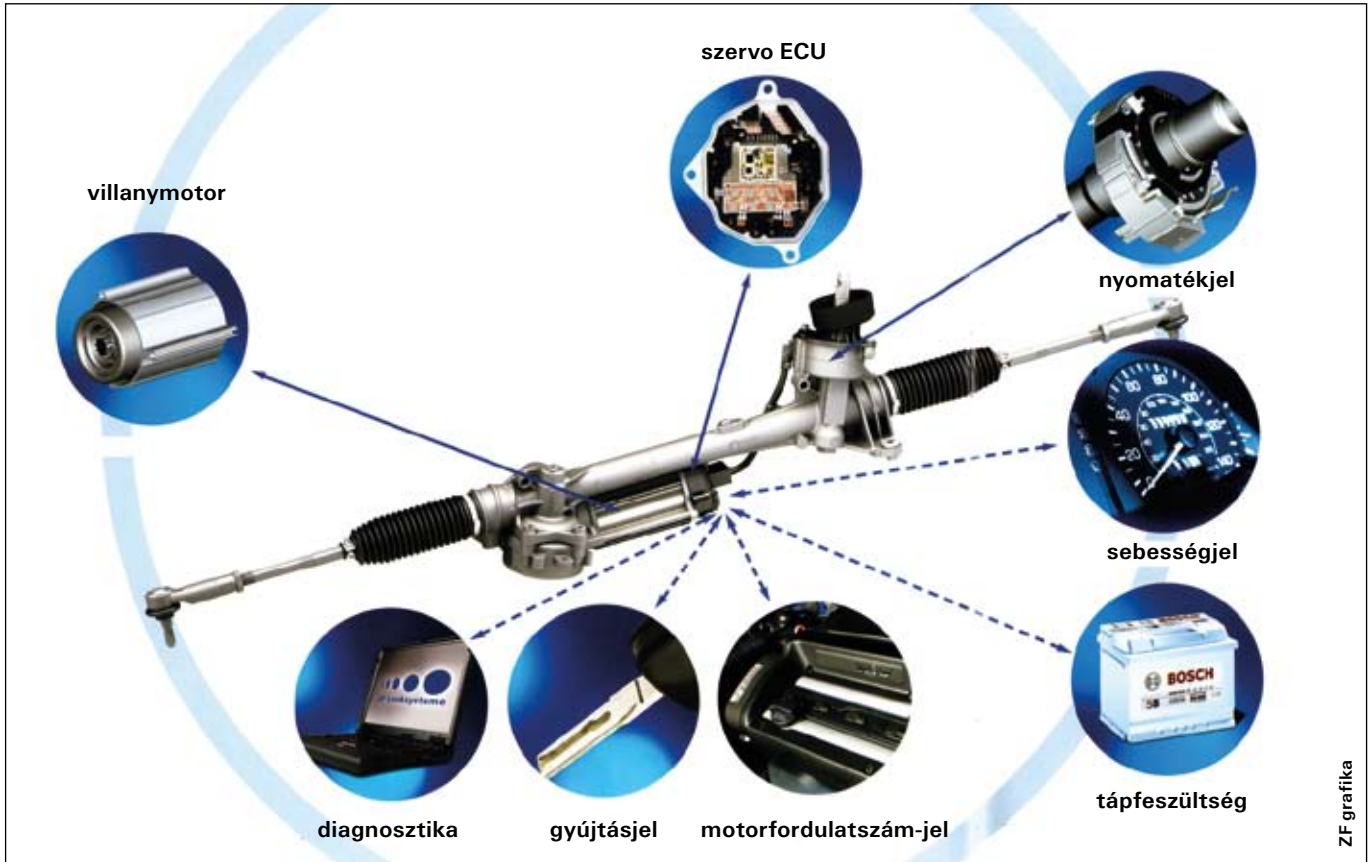
Az elektromechanikus szervokormányok irányítóegységei a fenti 1–7 követelményből csak arra nem programozhatóak, amihez vezetőfüggetlen korrekciós kerékkormányzás szükséges, mert mechanizmusuk ezt nem teszi lehetővé. Mint láttuk a követelmények ismertetésénél, vannak a korrekci-



11. ábra



12. ábra



ZF grafika

13. ábra

ós kormányzást ugyan nélkülöző, de annak funkcióit támogató megoldások. Ezekre is programozhatóak az elektromechanikus szervokormányok. Ezért nevezzük az irányított - ECU „vezérelt” - elektromechanikus szervokormányokat félaktív szervokormányoknak.

Az autóvezető a funkciók többségét valószínűleg egyenként nem érzékeli, „csak” az a véleménye alakulhat ki, hogy az autó jól, könnyen irányítható, parancsait engedelmesen követi.

Az EPS-család

Az EPS (a nemzetközileg használt angol kifejezés, az Electrical Power Steering rövidítése, de van aki Electrically Assisted Steering néven és EAS rövidítéssel illeti) a félaktív elektromechanikus szervokormány már ma is jelentős elterjedtségű az autótechnikában, 2016-ra pedig már várhatóan minden második autóban ilyen kormány szerkezet lesz. A szerkezeti kialakítás változatos, a villanymotoros hajtómű elhelyezkedése lehet:

- a kormányoszlopon, az áttétel csigahajtás (EPSc, ahol a „c” a column, oszlop szót jelöli),

- a fogaslécet hajtó fogaskerék-behajtásnál, az áttétel csigahajtás (EPSp, ahol a „p” a pinion, behajtó fogaskerék szót jelöli),
- a fogasléccel párhuzamos tengelyelrendezéssel, az áttétel kétszeres csigahajtás (EPSdp, ahol a „dp” a double pinion kifejezést rövidíti), **10. ábra**,
- a fogasléccel párhuzamos tengelyelrendezéssel, az áttételt különböző átmérőjű fogazott kerekek adják szíjhajtással, a fogasléc elmozdítása golyósorsóval történik (EPSbd, ahol a „bd” a belt drive, szíjhajtás kifejezést takarja), **11. ábra**,
- a fogasléccel egytengelyű elrendezésű, a villanymotor forgó- és állórésze a fogaslécet körül fogja, a fogaslécre a forgórész golyósorsón keresztül viszi át a nyomatékot (EPSrdd, ahol az „rdd” a rack direct drive, fogasléc közvetlen hajtás kifejezést jelöli), **12. ábra**.

A rendszer jeladói, működéséhez szükséges bemeneti információk (**13. ábra**):

- kormánykerékelfordítás-szögjeladó (vagy a kormányoszlopon vagy a kormánygép behajtásánál),
- kézinyomaték (torziósrúd-elcsavarodás érzékelése),

- villanymotor-fordulatszám és szögsebesség-jeladó,
- villanymotor/elektronika hőmérséklet,
- tápfeszültség
- motorfordulatszám,
- gépkocsisebesség,
- ESP-beavatkozás.

Jelen cikkünkkel nem törekedtünk többre, csak annyira, hogy bepillantást adjunk a korszerű, elsősorban elektromos szervokormányok világába. Reméljük, sokaknak adott újat azzal, hogy a kormányok megmutatták, sokkal többet tudnak, mint elődeik, és mára miként váltak a jármű-menetviselkedés szabályozásának integrált elemévé. A téma további kifejtését ígérjük, hiszen szerkezetanilag is be kell mutatni őket, diagnosztikájuk mellett rendszerbe illesztésük eljárása is megér egy eszmefuttatást.

DR. NAGYSZOKOLYAI IVÁN

A cikk megírásához felhasználtuk a ZF Lenksysteme, VW, BMW, Toyota, Bosch, TRW, JTEK, Harmonic Drive AG., ThyssenKrupp Presta szakmai anyagait.