

Új féktechnikai fejlesztések a Continentalnál

A Budapesti Műszaki Egyetem egykori hallgatója, Schiel Lothar, a Frankfurti Continental Teves vállalat fejlesztőmérnöke, a BME Gépjárművek és Járműgyártás Tanszéken idén is tartott előadást a személygépkocsik legújabb féktechnikai fejlesztéseiről. Előadásának központi témája a Continental Konzern által fejlesztett elektronikus menetdinamikai szabályozó rendszer volt.

A személygépkocsikhoz kifejlesztett blokkolásgátlók gyártása az Ate vállalatnál az MK II típusú 1983-ban a Ford Scorpio típusú autókban kezdődött. Azóta is folyamatos fejlesztéseket végeznek ezen a területen. Jelenleg az MK 100-as típust szerelik be a különböző autógyárakban. Ez egy moduláris felépítésű, negyedik generációs blokkolásgátló. Az Európában nagy sorozatban készülő gépjárművek gyártóinak igényei ezzel kielégíthetők. Elektronikája Magyarországon készül. Az ABS-nél a fejlesztési cél az volt, hogy a kerék blokkolása lehetőség szerint minden körülmények között megakadályozható legyen. Az összes féknyeregnek olyan fékezónyomás-profilot valósítanak meg, hogy a pillanatnyilag rendelkezésre álló tapadási tényező a gumibroncs és az útfelület között minél hosszabb ideig

legyen jól kihasználható. Ez kifogástalan oldalvezetést biztosít a gépkocsinak, és optimális lesz a fékút hossza is. Egyúttal elkerülhető lesz a gumibroncs futófelületének helyi intenzív kopása egy erőteljes fékezés miatt. A blokkolásgátló szabályozása olyan kell legyen, hogy kellő gyorsasággal reagáljon az útfelület tapadási tényezőjének hirtelen változásaira. Ezek a kitűzött célok úgy valósíthatók meg, ha a hátsó futóműnél az úgynevezett „alsó szintű” (select low), az elsőnél pedig a mérsékelt perdítő nyomatókat keltő, úgynevezett GMA (Giermoment Abschwächung) „módosított egyedi szabályozást” alkalmaznak. Az ABS fejlesztése területén jelentős lépés volt az indukciós kerékfordulatszám-érzékelőről az áttérés az AMR (Anisotrop magnetoresistive) műkö-



Schiel Lothar, a Continental Teves fejlesztőmérnöke



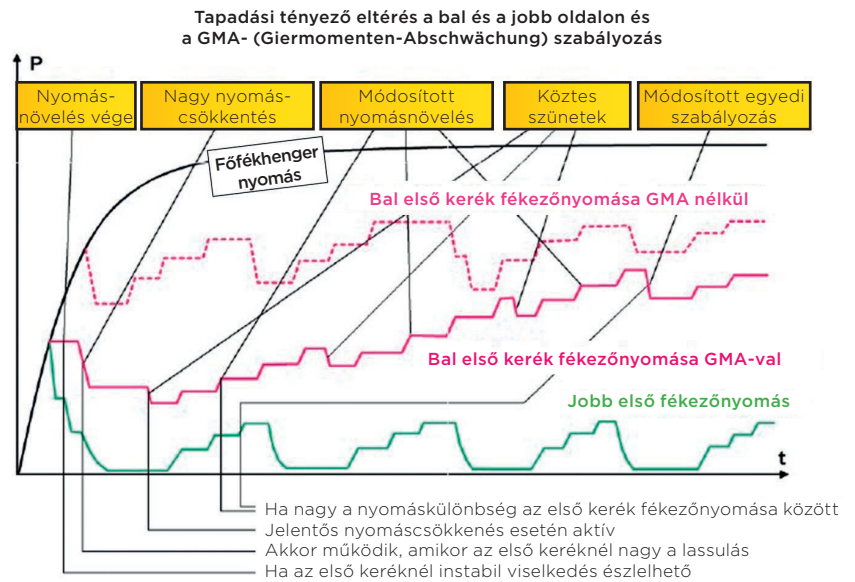
Az egyetemi hallgatóság

dési elvű úgynevezett aktív érzékelőre. Ennek előnye, hogy kisebb sebességnél is precízebb jelképzést tesz lehetővé és a forgásirány is megállapítható. A kerékfordulatszám-érzékelők jeleiből az elektronika egy erre a célra kifejlesztett algoritmussal meghatározza a referenciasebességet, amely a további működések alapját képezi. Az előadó az idei alkalommal is részletesen ismertette a blokkolásgátló részegységeit, szerkezeti felépítését, működését, a vele szemben támasztott elvárásokat és követelményeket, de ebben a cikkben nem szeretnénk ismétlésekbe bocsátkozni a tavaly megjelenttel, ezért elsősorban a különleges működésmódokkal foglalkozunk és azokkal a féktechnikai újításokkal, melyekről eddig még nem lehetett olvasni.

KÜLÖNLEGES ABS-MŰKÖDÉSEK

A kerékfordulatszám-érzékelők jeleiből ügyesen megírt szoftverrel más fontos, a gépkocsi dinamikai viselkedése szempontjából értékes információk is nyerhetők. Például az, hogy egyenesen halad-e, vagy éppen kanyarodik. Az is megállapítható, hogy milyen irányban teszi azt és milyen dinamikával. Ezeket a jellemzőket összefoglalva a gépkocsi trajektoriája írja le.

A gyors működésű elektronika az érzékelők jeleiből kinyert információk alapján például kanyarodáskor vagy hirtelen fékezéskor az ABS különleges működési módjait képes bekapcsolni. Ezekre lehetnek példák az ABS plus, az ESBS, illetve a CBC elnevezésű módok, melyeket a Continental Teves munkatársai fejlesztettek ki. Részfékezésnél például olyan a hatásuk, hogy a szabályozó algoritmus a kanyar belső kerekeknél csekély féknyomáscsökkentést hajt végre. Az így létrejövő, de nem számottevő nyomáskülönbség a gépkocsi tömegközépponti függőleges tengelye körül stabilizáló nyomatékot fejt ki. Vagy pedig teljes fékezésnél egy bizonyos mun-



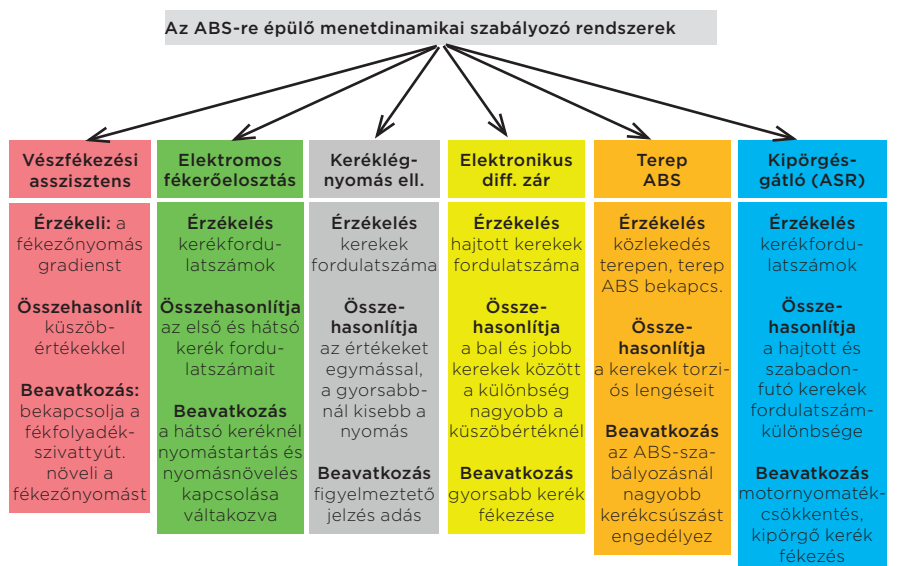
Az ABS módosított egyedi szabályozásának nyomásdiagramja

kapont után, a kanyar belső és kanyar külső első kerekeknél nagyobb fékezónyomás-különbséget hoz létre, amely szintén stabilizáló nyomatékot kelt. Ezek már olyan beavatkozások, melyek a gépkocsi keresztirányú dinamikájára vannak hatással. Az eredmény kissé hasonlít az ESP-szabályozáshoz, annak ellenére, hogy nem alkalmazza annak különleges érzékelőit. Ezek az érdekesnek tűnő algoritmusok persze hosszas,

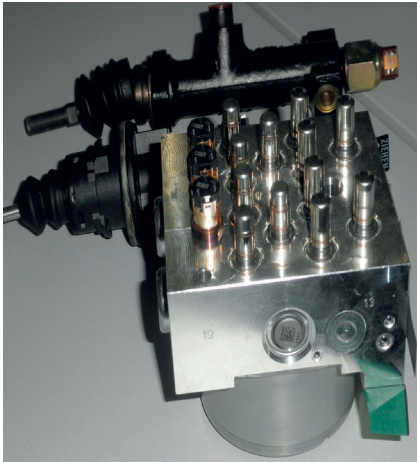
precízen végrehajtott menetdinamikai mérésekre alapozva valósulhattak meg. Csak így érhető az el, hogy a beavatkozás semmi esetre se rontson, hanem javítson a gépkocsi menetdinamikáján.

ABS-ELEKTRONIKÁK ÉS SOKOLDALÚ MŰKÖDÉSŰK

Az elektronika gyártásánál világszerte jelentős lépés volt a felületre szerelt,



Az ABS-re épülő menetdinamikai szabályozó rendszerek áttekintése.



Az új ESP hidraulikaegység két főfékhenger társaságában.

SMT- (Surface Mounted Technology) technológia alkalmazása. Ez tette lehetővé, hogy az így készült nyomtatott áramköri panelek közvetlenül rászerezhetők lettek az ABS hidraulikaegységre és azzal együtt a mechanikai és hő terhelésnek kitett motortérben kaphattak helyet. Az elektronika kapacitása és működési sebessége közben folyamatosan növekszik és egyre több feladatot képes ellátni. Ilyenek például az elektronikus fékerőfelosztás, amely a korábban alkalmazott hidromechanikus működésű fékerőszabályozókat váltotta fel. A fékasszisztens az ABS hidraulikaegység elemeit úgy működteti, hogy vészfékezéseknél sokkal dinamikusabb a fékezőnyomás-kivezérlés. A gumiabroncs légnyomásának ellenőrzés megvalósulhat a DDS-rendszerrel. Ez a rövidítés az angol Deflation Detektion System-re utal, melynek az a működési elve, hogy a kisebb légnyomás miatt laposabb keréknek kisebb a dinamikai sugara, ezért gyorsabban forog. A kerékfordulatszám-érzékelők jeleinek precíz kiértékelésével megállapítható, hogy melyiknél várható defekt. A TPMS – Tire Pressure Monitoring System nyomásérzékelőt alkalmaz, melynek rádiófrekvenciás jelét az ABS kerékfordulatszám-érzékelő vezetéke, mint antenna közvetíti az elektronikának. A kiértéke-

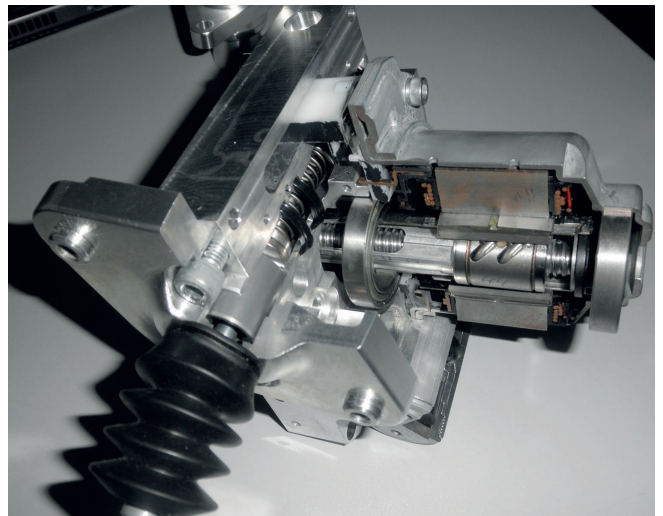
lést és a gépkocsivezető figyelmeztetését mindkét változatnál az ABS-elektronika végzi. Ezek beszerelése minden új gépkocsiba 2015 óta kötelező.

Meg ne feledkezzük az ASR-ről, vagyis a kipörgésgátlóról, amely az ABS-működést kiegészítő első bővítés eredménye volt. Legalább annyira veszélyes ugyanis a túl nagy nyomatékjal hajtott kipörgő kerék, mint a blokkolóra fékezett. Az alkalmazások kezdetén még gyakran tették fel a Mester Urak a kérdést, hogy „tessék mondani, miért kötik be a féklámpakapcsolót az ABS-elektronikához?” Ma már mindenki tudja, hogy ennek jele alapján dönti el az elektronika, hogy most ABS-ként, vagy ASR-ként kell-e, működjön. Vagyis fékezünk, vagy éppen gyorsítunk?

Kevés szakembernek tűnt fel viszont, amikor egy évtizeddel később az ABS hidraulikaegységen megjelent egy nyomásérzékelő, melyet az elektronikához kötöttek be. Aztán, hogy ne okozzon nagy fejtörést, hamarosan „eldugták” az elektromágneses szelepek közé, az elektronika panelje alá, hogy kívülről ne is legyen látható. Ez az érzékelő méri a fékezőnyomás felfutási gyorsaságát. Egy bizonyos küszöbérték átlépésekor ez alapján veszi tudomásul az elektronika, hogy vészfékezés van folyamatban. A vezető támogatására gyorsan bekapcsolja a fékfolyadék-szivattyút és máris

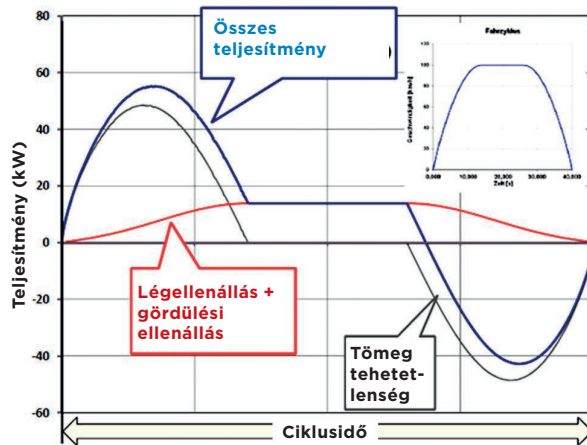
ketten fékeznek. Aki a kormánykereket fogja, és aki a fékezőnyomást eddig csak módosította az elektromágneses szelepeivel. Így működik a fékasszisztens és most már ismerjük annak aktiválási „peremfeltételét” is.

Mint újabb fejlesztést, meg kell említeni az összkerékhajtásúaknál alkalmazott „ABS terep fokozatát”. Ezt eddig a gépkocsivezetőnek a műszerfalán elhelyezett kapcsolóval kellett aktiválni. Az újabb elektronikák a kerékek torziós lengései alapján a kerékfordulatszám-érzékelők jelei felismerik, hogy a nagyobb kerécsúszást lehetővé tevő terep-ABS-nek kell működésbe lépnie. Ez laza talajon, sárban, friss hóban, homokban rövidíti a fékutat azzal, hogy a majdnem blokkoló kerék a laza anyagból maga előtt éket túr. Folytathatjuk a sort a BLD-vel, mely az angol Brake Lock Differential kifejezést rövidíti. Ugyanezt a német szakirodalom EDS-ként, vagyis Elektronische Differentialsperre néven említi, ami elektronikus működésű differenciálzárat jelent. Persze, ha alaposan szemléljük az autót, akkor sem találunk differenciálzárat, mint korábban, mert ezt a feladatot a vezetőtől függetlenül végrehajtott, a kipörgésre hajlamosá vált kerék fékezése látja el. Ezek alapján tehát teljes joggal állíthatjuk, hogy első sorozatbeépítése, 1978 óta, igencsak összetett menetdinamikai szabályozó rendszerré vált a blokkolásgátló.



Az MK C1 fékezőegység metszete.

Teljesítményigények



A tömeg felgyorsítása

$$P = m \cdot G \cdot v$$

Légellenállás

$$P = c_w \cdot A \cdot \frac{\rho}{2} \cdot v^2$$

Gördülési ellenállás

$$P = f \cdot m \cdot g \cdot v$$

Hibrid és villanyautók energiaigénye egy menetciklus alatt.

AZ ESP ÚJ ALAPOKRA HELYEZI A GÉPKOCSIK MENETDINAMIKÁJÁT

Néhány speciális érzékelő és egy újabb szoftver alkalmazásával a blokkolásgátlóból ESP-rendszer alakítható ki. Az ESP-nél is a folyamatos fejlesztések tanúi vagyunk. Ennél a rendszer-nél alkalmazták az első úgynevezett intelligens érzékelőt, a gépjárművek menetdinamikai szabályozóinál. A kormánykerék-elfordítás érzékelőt saját elektronikával látták el, így el tudta végezni a jel kiértékelését, és az eredményt CAN-üzenetként küldte az elektronikának. Ez valójában négy fizikai jellemzőt jelent: 1. melyik irányban, 2. hány fokkal szögrel, 3. milyen gyorsan fordítja el a vezető a kormánykereket és a 4., hányadik körülfordításnál tart. Az elektronika a matematikai modell segítségével ez alapján határozza meg a vezető szándékának megfelelő menetpályát. Eljárt az idő az egykor újdonságnak számító sensor-cluster felett is, mely szintén az első ilyen alkalmazás volt. A perdülés- és a keresztirányú gyorsulásérzékelők összevonásával alkották meg. Kezdetben a perdülésérzékelőt a gépkocsi tömegközéppontjában kellett elhelyezni, hogy a tényleges perdülési sebességet érzékelje. De hamarosan, ha ettől eltértek, legtöbbször az autógyár

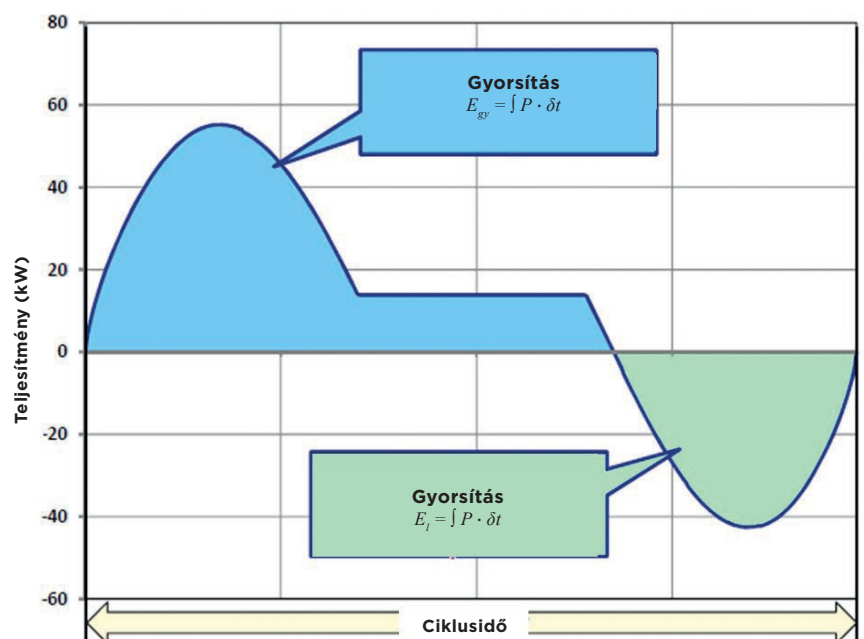
kívánságára, a szoftverben a korrekciós tényezővel, majd annak módosításával lehetett elérni, hogy az új helyen is a valóságos értéket mérje. Ez alapján tudja meghatározni az ESP-elektronika a gépkocsi tényleges menetpályáját. A két menetpálya összehasonlítása alapján határozható meg a szükséges beavatkozás. Jelenleg már a perdülésérzékelőt az MK 100-as ESP-rendszer-nél az elektronikába szerelik be, mely az

ESP-hidraulikaegységen kap helyet. Ezzel egyszerűsödött a vezetékhálózat és egyúttal növekedett a megbízhatóság is. Nem utolsósorban csökkent ezzel a gyártás költsége is.

Az ESP-szabályozás is különböző modulokból épül fel, melyek egymással együttműködve alkotják az egyre összetettebbé váló működést. Ezekre a modulokra nézünk néhány példát a következőkben.

Standard ESP, vagyis hagyományos ESP-szabályozás a perdületi gyorsulás és a kúszási szög változása alapján történik. A SESP, a szenzitív ESP, vagyis magyarul az érzékeny ESP szabályozás, mely elsősorban a gépkocsi terhelésének változásait veszi figyelembe.

Az ARP, mely az Active Rollover Prevention angol kifejezést rövidíti és aktív, borulással szembeni védelmet nyújt. Ez a modul avatkozik be például extrém hirtelen sávváltás és kitérés esetén. TSP, vagyis a Trailer Stability Program a perdülésérzékelő jelének finom kiértékelése alapján az utánfutó vontatásakor felismeri a vontató és a vontatott járműnek veszélyt jelentő instabil viselkedését és automatikusan a fék működtetésével



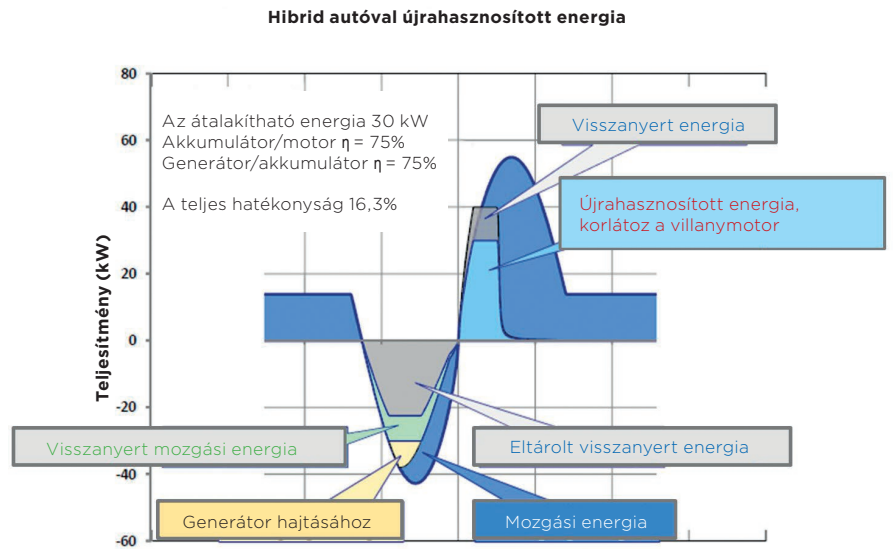
A gyorsítás és a lassítás energiahányadai.

elvégi a járműszerelvény stabilizálását. ESP-beavatkozás az aktív szervokormányval. Ezen az új beavatkozási lehetőségen jelenleg még dolgoznak a Continental Teves fejlesztőmérnökei. Az aktív szervokormányval történő beavatkozáskor fékezés nélkül engedelmesen követi a gépkocsi vezetőjének szándékát. Ez dinamikusabb vezetést és kedvezőbb hajtóanyag-felhasználást tesz lehetővé, mert az egyik vagy másik kerék fékezésével történő beavatkozás nem lassítja a gépkocsit. Az automatikusan végrehajtott kormánykorrekciót a vezető egy enyhe kormánykerékfordító-nyomaték útján érzékeli. Ezt az „ajánlást” a vezető erőteljes kormányzással „felülírhatja”, ha szükséges.

A HIBRID ÉS VILLANYAUTÓK FÉKEZÉSE

Az autógyárakat és a fékrendszerek gyártóit egyaránt foglalkoztatja a villany- és a hibrid autóknál megvalósítható energiavisszatápláló fékezés lehetősége. Ez az energia-felhasználás és a károsanyag-kibocsátás szempontjából is a fejlesztőmérnökök érdeklődésének középpontjában áll. Az energia-visszatápláló fékezés csak a hajtott kerekre hat, ennek ellenére meg kell valósítani a megszokott, és hatáságilag előírt lassulást. Van, amikor vészfékezésre is szükség van. Így tehát az energia-visszatápláló és a hidraulikus fékezés megfelelő összehangolására van szükség. Ezzel a feladattal csupán a korszerű elektronikák képesek megbirkózni. Az akkumulátor energia felvevő képessége is korlátozott. Ezért a töltési folyamat időbeli széthúzása miatt kondenzátorokkal is kiegészítik az akkumulátort.

Az első és talán a legfontosabb kérdés az, hogy mennyi az újrahasznosítható energia. Ehhez meg kell vizsgálni a gépkocsi menetciklusát. Az ábrából kitűnik, hogy lényegesen kevesebb energia alakul hővé a sűrűdős fékberendezéssel, ha a hajtó villanymotor generátoros



Az újrahasznosítható energia hibrid autónál.

üzemmódba kapcsolva is kiveszi a részét a lassításból. Tudomásul kell azonban vennünk, hogy a gépkocsi gyorsítására fordított energiának csak egy része hasznosítható újra. Ebből a szempontból elvész a gördülési- és a légellenállásra, a sűrűdős és a tömegtehetetlenség legyőzésére fordított hányad. Veszteséggel jár a mozgási energia elektromos árammá alakítása és annak tárolása is az akkumulátortelepben majd ismételt visszaalakítása mozgási energiává. A lassításkor visszanyerhető energia csak a tömegtehetetlenséggel arányos hányad. Itt is jelentkeznek veszteségek. Energia-visszanyerési potenciál a két energia hányadosa. A villanymotorral elérhető teljes hatékonyság 17,2%, a hibrid autóval pedig 16,3%. Ezeknél a gépkocsiknál nagyfeszültségű akkumulátortelepeket alkalmaznak. Mivel a hajtó motorok általában háromfázisú váltóáramúak az inverterre hárul az egyen/váltakozó áram átalakítása.

MK C1, AZ ÚJ HIDRAULIKUS FÉKEZŐEGYSÉG

Az előadás résztvevői a kezükbe vehették azt a metszetet, amely a tavalyi előadáson részletesen ismertettet és

az Autótechnikában is bemutatott fékezőegységről készült. Ez jelenleg még nincs sorozatgyártásban. A tervek szerint a következő évben kezdődik a sorozatbeépítése az Alfa Romeo Giorgio típusba. Ez az elektronikával ellátott fékezőegység helyettesíti a vákuumszivattyút, a fékrásegítőt, a főfékhengert, az ABS hidraulikaegységet. Az MK C1 hagyományos hajtásláncú, hibrid és elektromos hajtású gépkocsik fékezésére egyaránt alkalmas. A beépített elektronika lehetővé teszi, hogy működjön vele az energia-visszatápláló fékezés is. Korlátlan a megvalósítható regeneratív fékezési hányad. Ez az új fékrendszer kiegészítő berendezésekkel – egy második, független energiával táplált működtető egységgel – kiválóan alkalmas a teljesen autonóm, vagyis a vezető nélküli közlekedésre, amennyiben ennek megfelelően kialakított gépkocsiba szerelik.

KÓFALUSI PÁL

A cikk Schiel Lothar 2015. november 12-én, a BME Közlekedésmérnöki Karán megtartott előadása alapján készült, a szerző néhány saját gondolatával kiegészítve.