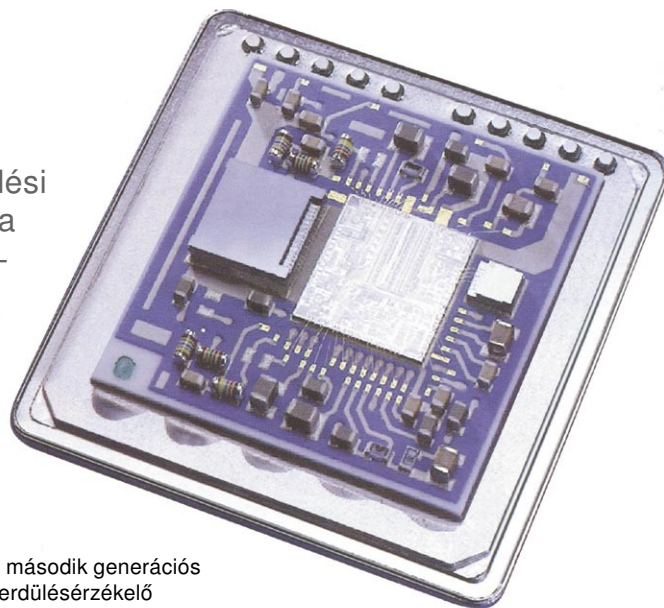


10 éves a Bosch ESP

A fejlesztés további lépései

A Bosch ESP rendszert az elmúlt évtized alatt folyamatosan továbbfejlesztették. Újabb működési elvű érzékelőket alkalmaznak, de az elektronika és a hidraulikaegység is igazodott a változó követelményekhez. Egyre többen tapasztalhatják kedvező menetdinamikai hatását, hiszen a középosztályba tartozó személygépkocsiknál is széles körben alkalmazzák. Nem szabad arról megfeledkezni, hogy csak a fizikai törvények határain belül működik hatékonyan.



A második generációs perdülésérzékelő

Az újság előző számában a Bosch első, 5.0 típusjelzésű ESP rendszeréről és annak működési elvéről olvashattunk. Ezt követően a fejlesztések során elkészült az 5.3, majd hamarosan az 5.7 változat. Jelenleg a legújabb az ESP 8.0 van sorozatgyártásban, mely a Renault Megane-ban 2001-ben debütált. Ez az első olyan változat, mely ESP szabályozás közben végrehajtott fékezéskor, a nyomásérzékelők, a féklámpakapcsoló, illetve a kézi-fékkar végálláskapcsolójának jelére nem kapcsol vissza ABS működésre. Ez már arra is képes, hogy a vezető által kivezérelt fékezőnyomáshoz hozzá tudja adni az ESP szabályozás miatt szükségessé váló, egy bizonyos kerékhez kivezérelendő nyomást. A fejlesztések során a hidraulikaegységek és az elektronika is egyre kisebbé, könnyebbé és hatékonyabbá vált.

Az ESP így támogatja a vezetőt

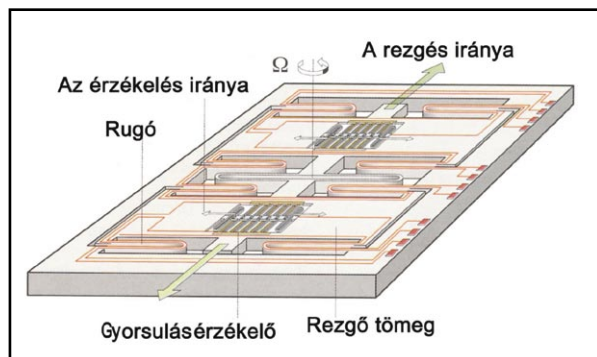
Nézzük meg néhány nem mindennapos helyzetben a gépkocsi viselkedését és az ESP hatását.

- Amikor hátsókerék-hajtású gépkocsi állandó sebességgel olyan szlalompályán halad, hogy folyamatosan egyre jobban el kell fordítani a kormánykereket, ezzel arányosan a gázpedált is lejjebb kell nyomni. A növekvő motornyomaték a hajtott kerekeknél növekvő kerékcsúszást eredményez és ESP nélkül a gépkocsi instabillá válik. Nem engedelmeskedik a kormánymozdulatoknak. A ferdefutási szög növekszik, nagyobb lesz, mint az útfelületnek megfelelő érték és bekövetkezik a farolás. Az ESP

még a stabilitásvesztés előtt beavatkozik, mert a gépkocsi nem elég gyorsan reagál a kormánymozdulatra. Először azonban az ESP egyik alprogramja, a kipörgésgátló (ASR) avatkozik be és csökkenti a motor nyomomatékát. Ha szükséges, fékezi a két hajtott hátsó kereket, melyeknél így növekszik az oldalvezető erő és ez is a farolási hajlam ellen hat. Az ESP bizonyos kerekek

egyedi fékezésével a kormányzást támogató perdítónyomatékot hoz létre. A vezető a hátsó kerekeknél bekövetkező, kormányzást támogató fékezési impulzusokból szinte semmit nem érez.

- Ha tükörképen 50 km/h sebességnél erős fékezés közben sávot kell váltani, ABS nélkül ez eredménytelen lenne, az autó egyenesen továbbcsúszna. Az ABS működése közben már az első kormánymozdulatnál a ferdefutási szög és a perdülési sebesség akkora, hogy a vezető erőteljes ellenkormányzásra kényszerül. Hatására ellentétes irányúra változik a ferdefutási szög és növekszik. Ismét ellenkormányzás szükséges, mely stabilizál és a gépkocsi megáll a másik sávban. Az ESP működésekor növekszik a stabilitás és kisebb kormánykorrekció is elegendő, mert erre azonnal reagál. A perdülési sebesség és a ferdefutási szög is kisebb.
- Átlagos képességű vezetők menetszimulátorban kanyargós mellékúton 100 km/h sebességgel haladnak. A kanyarokban általában a 0,3 g keresztirányú gyorsulást nem lépik túl. Ha az út tapadási tényezője hirtelen $\mu = 0,3$ körüli értékre csökken, majd 55 m után ismét $\mu = 1,0$ -re növekszik, a vezetők 78%-a kisodródik. ESP-s gépkocsival azonos körülmények között mindenki biztonságosan közlekedik.



A második generációs perdülésérzékelő nagy nagyításban

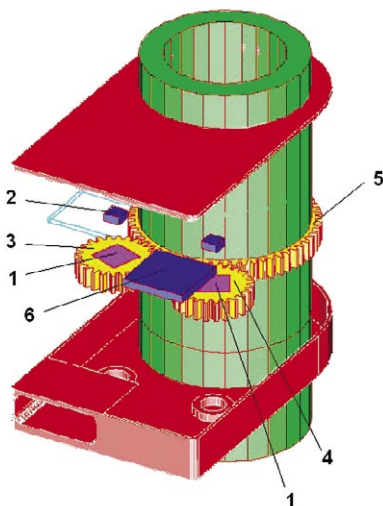


A második generációs kormánykerék elfordításérzékelője

Az ESP rendszer nem csak a beavatkozásai révén növeli az aktív biztonságot, hanem erről a vezetőt az ellenőrzőlámpa villogásával figyelmezteti. Ezt komolyan kell venni és kevésbé dinamikus vezetési stílusra kell „visszakapcsolni”, mert megközelítettük a gépkocsi stabilitási határát. Amit a vezető még nem érzékel, az ESP már igen.

Második generációs perdülésérzékelő

A légiközlekedésből átvett girométert a gépkocsikban néhány év után új kompakt mikromechanikai perdülésérzékelő váltotta fel. A 7x7 mm-es szilícium chip belső



A kormánykerék elfordításérzékelőjének működési elve. 1 állandó mágnes, 2 AMR (Anisotrop magnetoresistiv Sensor) mérő egység, 3 fogaskerék n db foggal, 4 fogaskerék n+1 db foggal, 5 fogas-kerék, 6 kiértékelő elektronika.

szerkezete csak 50-szeres nagytásban válik láthatóvá. 600 mikrométer vastag szilícium lapkára szilíciumoxid- és 10 mikrométer vastagságú poliszilícium réteget visznek fel. Ebből két rugózott, 50 mikrométer vékony lapkát marnak ki, melyek a rezgő tömegeket alkotják. Ezek mindkét oldalára a rezgési tengelyre merőlegesen poliszilíciumból kialakított kapacitív gyorsulásérzékelőket illesztnek.

Az érzékelőt és a kiértékelő elektronikát hajszálvékony arany huzalok kötik össze. Ez elektronikát a rezgő tömegek gerjesztéséhez szükséges váltakozó feszültséget előállító egységgel is ellátják. Az így összeállított komplett egységet egy kerámia lapkára szerelik és egy fémtokban helyezik el, melyet atmoszférikus nyomású, száraz nitrogénnel töltenek fel és hermetikusan lezárnak. A legkülső burkolat műanyagból készül, melyen az elektromos csatlakozót és a rögzítési helyeket is kialakítják.

Bekapcsolt gyújtásnál a gerjesztő áramkör a két parányi tömeget vízszintes síkban egymással ellenkező fázisban mozgatja. Amikor a gépkocsi megperdül, vele mozdul a kocsiszekrényhez rögzített érzékelő is. Az egyenes vonalú rezgést végző tömegekre a vízszintes síkban Corioli-erő hat. Ez elmozdulást eredményez, ami kapacitásváltozással jár. Az érzékelő a gépkocsi perdületével arányos feszültségjelet ad. A fejlesztések során a hamarosan digitális kimenettel is ellátták, de megtartották az analóg információ továbbítás lehetőségét is, ami a korábban gyártott rendszerekhez is felhasználhatóvá tette. Az érzékelő működéshez a tápfeszültséget az ESP elektronika adja. A gyújtás bekapcsolása után egy másodpercen belül már működőképes. Menet közben az elektronika folyamatosan ellenőrzi az érzékelő mechanikus és elektronikus részeinek állapotát.

A perdülésérzékelő mérési tartománya ± 100 °/s.

A kocsiszekrény tömegközéppontja közelében helyezik el. A beszerelési menetirányt nyílal jelölik. Az ESP elektronika soros kimenetéről a mért

értéket CAN buszon keresztül más elektronikus szabályozórendszerek is megkapják, mint például az adaptív sebességszabályozás vagy a navigációs rendszer.

Az ESP rendszer különleges öndiagnosztikája

Nem lenne célszerű, ha az ESP rendszer biztonságos működése érdekében ebből a drága érzékelőből kettőt kellene beszerezni. Ezért a konstruktőrök egy különleges diagnosztikai megoldáshoz folyamodtak. A működés közben esetleg bekövetkező hibákat több különböző szinten észlelik és ezek alapján következtethetnek a beavatkozások.



Az ESP rendszer hibát jelez

Az első hibaérzékelési szint

A beérkező jelek meglétének, értéktartományának, szórásának ellenőrzése. Ez vonatkozhat magára az érzékelőre, annak áramkörére, az elektronika bemeneti egységére, de a beavatkozó egységekre is. Ez alapján állapítható meg például a vezetékszakadás vagy a rövidzárlat.

A második érzékelési szint

A gyújtás bekapcsolását követően aktívvá váló rendszer elemeinek ellenőrzése az elindulás kezdetén történik. Ez kiterjed például az előszállító szivattyú működtetésére, szelepek vezérlésére, továbbá a perdülésérzékelő ellenőrzésére. Ezek az ellenőrzések megismétlődnek a 30 km/h sebesség elérését követően.

A harmadik érzékelési szint

Az első két ellenőrzési szint célja az alapvető működőképesség ellenőrzése. A harmadik szint az analitikus redundancia elvén működik. Az elnevezés onnan származik, hogy bizonyos érzékelők jelei

közötti egy matematikai modell segítségével kihasználja a fizikai összefüggéseket és ez alapján állapítja meg az egyes jelek elfogadhatóságát. Az érzékelők jeleiből matematikai összefüggésekkel kiszámít bizonyos fizikai mennyiségeket, melyeket összehasonlít más érzékelők jeleivel. Az eltérések nagysága alapján történik a működőképesség megállapítása. Egy bizonyos küszöbértéknél nagyobb eltérés tekinthető hibának. Ha ilyen üzemállapot következik be, csökkentett üzemmódba kapcsol az ESP rendszer és működteti az ellenőrzőlámpát. Az elektronikus fékerőfelosztás meghibásodása esetén az ABS és a fék ellenőrzőlámpája együtt világít és hangjelzés is hallható. Ilyen esetben romlik a gépkocsi fékezés közbeni stabilitása, ezért szakszervizben minél előbb el kell végezteni a javítást. A gyújtás le-, majd visszakapcsolása után a csökkentett üzemmód továbbra is fennáll, ha a hibát nem javították meg. Ha a hiba már nem áll fenn, az ellenőrzőlámpa már nem világít, de az elektronika a hibakódot még 40 gyújtás ki- és bekapcsolásig megjegyzi. A hibakódtároló csak három hibát jegyez meg. Ha egy negyedik hiba keletkezik, az felülírja az utolsót. A hibakódok törlése után ezért egy próbautat kell megtenni és utána a hibakódot ismét kiolvasni. Az ESP rendszer a CAN hálózaton keresztül a kerékfordulatszám-érzékelők jelei alapján kiszámított gépkocsisebességet és a megtett távolság értékét a műszerfal



A diagnosztikai laptop illesztő áramkörrel csatlakozik a diagnosztikai csatlakozóhoz

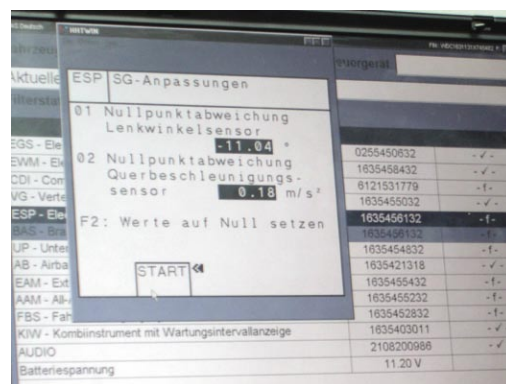
kijelzőjének adja át. A pontos értékek miatt kódolni kell a gépkocsi kerékméretét. Ez a diagnosztikai műszerrel végezhető el.

Ha az ESP elektronika hibát észlel, folyamatosan világít a műszerfalon elhelyezett háromszög alakú, narancssárga színű ellenőrzőlámpa. A hiba pontos behatárolásához a gépkocsihoz rendszeresített diagnosztikai műszert lehet használni. A Mercedesnél például a Star diagnosztikai laptopot. Ez interface-n és a gépkocsi központi diagnosztikai csatlakozóján keresztül létesít kapcsolatot az ESP elektronikával. A kijelzett hibakódon kívül szöveges üzenet formájában is megnevezi a hibás egységet.

A második generációs magnetorezisztív kormánykerék-elfordulás érzékelő

A kormányoszlop végénél helyezik el. Belsejében a nagy fogaskerék mechanikus kapcsolatban van a kormánykerék tengelyével. Hozzá két kisebb fogaskerék kapcsolódik, melyek fogszáma egymáshoz képest eggyel eltér. Ezekre a kis fogaskerekre egy-egy állandó mágneset szereltek. Ezek forgási sebessége a fogszámkülönbség miatt eltérő. A közelükben elhelyezett magnetorezisztív érzékelők egy-egy szinuszjellet képeznek. A kettő együtt egyértelműen meghatározza a kormánykerék helyzetét, elfordítási irányát és sebességét, melyet az érzékelőbe beépített elektronika kiértékel. Természetesen ezt is ellátják diagnosztikai és hibakódtároló áramkörrel. Tehát ez is az intelligens érzékelők családjába sorolható. Az információkat a CAN hálózaton keresztül továbbítja az ESP elektronikának.

Ha az érzékelőt meghibásodás miatt ki kell cserélni, vagy a kormánygép szorul cserére, illetve a futóművön végeznek megbontásos javítást, az egyenes meneti helyzetét a gépkocsihoz rendszeresített diagnosztikai műszerrel újra kalibrálni kell. Ez az alapfeltétele az ESP kifogástalan működésének. Az érzékelő meghibásodása, vagy nem megfelelő kalibrálás esetén az ESP rendszer nem működik, de az ABS és az EBV aktív marad.



A feltárt hibák

Az ESP rendszer CAN-buszos adatátvitelle

Az ESP elektronika a CAN-busz hálózat segítségével a motor és az automatikus sebességváltó, valamint összerékhajtású gépkocsiknál annak elektronikájával folyamatos kapcsolatban áll. A vezető sebességigénye a motor tényleges nyomtatókával összehasonlítható. Az ASR szabályozás szükségességét az ESP elektronika ismeri fel, de a beavatkozást a motorelektronika végzi. Hasonló a helyzet jeles úton, amikor a motorfékező nyomtató szabályozásának kell beavatkoznia hirtelen gázpedál-visszaengedéskor, vagy a sebességfokozat visszakapcsolásakor. Ha a gépkocsi csúszós úton indul, hamarabb fog bekövetkezni a második sebességfokozat kapcsolása. Ezek a beavatkozások nagy teljesítményű motorral szerelt autókban érezhetően javítják a menetdinamikát. Az elektronikák közötti adatátvitel a nagy sebességű CAN hálózaton keresztül valósul meg, méghozzá úgy, hogy az ESP rendszer kapja a legnagyobb prioritást. Sajnos az egy évtized alatt végzett fejlesztőmunkák ellenére még vannak olyan különleges menetkörülmények, melyek közepette az ESP sem képes segíteni. A kötelező óvatosság ilyen korszerű gépkocsikban ülve sem hanyagolható el. Az igazi megoldás az, amikor a gépkocsira ható perdítőnyomatékot nem egy kerék fékezésével ellensúlyozzák, hanem az ESP elektronika az aktív szervókormányknak ad beavatkozási parancsot a vezetőtől független kormánykorrekcióra. Ekkor a kormánykerék nem mozdul, mert a villanymotor csigahajtáson és bolygóműves fokozaton keresztül kormányozza el a kerekeket a szükséges mértékben.

Kófalusi Pál