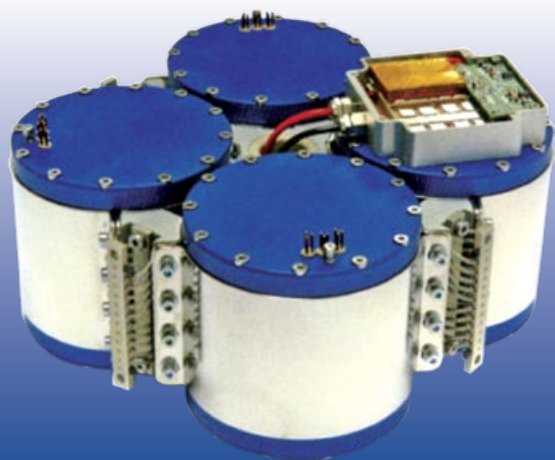


Hibrid rendszerek a Formula-1-ben

A 2009-es idénytől újabb technikai szabályváltozások lesznek a Formula-1-ben. A legnagyobb horderejű újdonság a KERS (Kinetic Energy Recovery System), vagyis a mozgási energia visszanyerésére szolgáló berendezés bevezetése. A csapatok többfajta műszaki megoldás közül választhatnak.



A KERS lényege az, hogy a jármű fékezéséhez szükséges energiát, munkát ne hagyjuk elveszni, így például hő formájában a környezetnek átadni, hanem nyerjük vissza és tároljuk ideig-óráig. Történhet ez elektromos energiává való átalakítással. A villamos energiát akkumulátorokban tároljuk, melyet a versenyző futam közben, a kormányon elhelyezett gomb benyomásával plusz teljesítményként használhat fel egy előzés vagy kigyorsítás során. A közúti hibrid autókban ez már elérhető funkció, amelynek fogyasztást csökkentő hatása van.

Egyes csapatok értetlenségüket fejezték ki azzal kapcsolatban, hogy a sportág szabályalkotó testülete, az FIA által felvázolt rendszer nem használja ki teljes egészében a hibridben rejlő lehetőségeket. A Formula-1-be szánt rendszer ugyanis csak

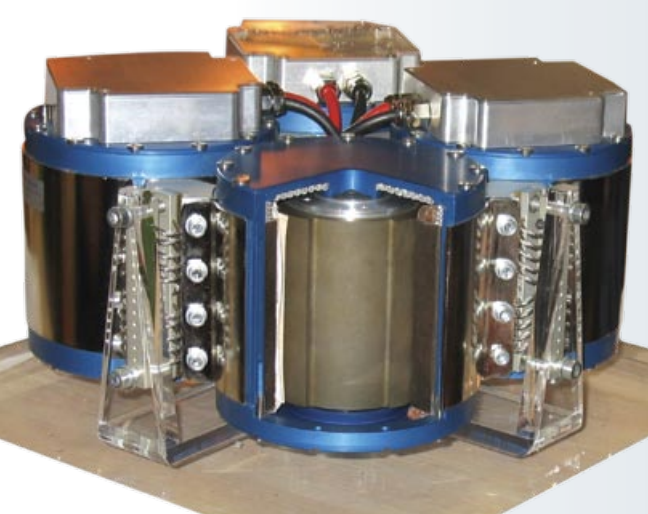
a keletkező energia 20%-át képes visszaforgatni, szemben egyes autógyártók közötti megoldásaival, melyek a 70%-ot is elérik. A jövő évtől várhatóan a slick gumibroncsok is visszatérnek a Formula-1-be, ami egy újabb problémát vet fel: be tudják-e építeni a rendszert úgy az autóba, hogy a súlyelosztás megfelelő legyen a slick abroncsok számára? A KERS ugyanis 24–25 kilogramm tömegű. A csapatvezetők egy része szerint a megoldást az jelentené, ha megnövelnék az autók kötelező minimális tömegét, így újra lehetne az autókban ballasztot elhelyezni, ami egy fontos eszköz az optimális tömegelosztás eléréséhez.

A rendszer 400 kJ energiát nyer vissza körönként, amit 82 plusz lóerőre lehet átváltani, egész pontosan 6,7 másodperc hosszan, minden egyes körben. A rendszer először

csak a hátsó tengelyről nyeri az energiát, később azonban engedélyezik a KERS fejlesztése során, hogy az autó más hőt termelő forrásaiból (hűtő, motor, kipufogó) is energiát nyerhessenek. Ez persze nem kötelező, viszont ezt az erőt közvetlenül és szabályozatlanul vissza lehetne vezetni.

A vonatkozó adatok 2011-ben 800 kJ és 136 plusz lóerő, 2013-ban pedig már 1600 kJ és 272 plusz lóerő (!) lesznek. A hibrid rendszer fejlesztése persze nem kevés pénzbe kerül, egyes gyártók szerint a motorokra költött büdzsé harmadát el fogja vinni, ami akár 20 millió eurót is jelenthet. Egyes vélemények szerint egy KERS-egység 130 ezer euróba kerülhet.

A KERS műszaki megvalósítására 3 lehetőség adódik: a hidraulikus hibrid, az elektromos hibrid és a kinetikus hibrid, egy



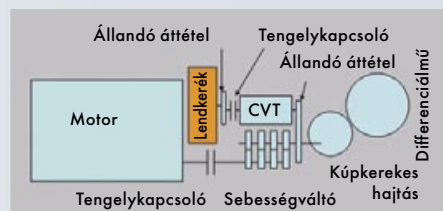
Dynastore a Compact Dynamics-tól

A Compact Dynamics cég által kifejlesztett Dynastore lendkerekes energiatároló rendszer egyaránt alkalmazható a Formula-1-ben és a közúti autózásban is, természetesen más-más paraméterekkel. A rendszer egy lendkereket nagy fordulatszámra gyorsít, és ebben tárolja a mozgási energiát. (Lásd a címképet is!) A lendkerék nem más, mint egy elektromotor forgórésze (rotorja). Egyéb forgó tömegre nincs szükség. Az energiatárolás úgy történik, hogy a hátsó tengelyről hajtott generátor villamos áramát felhasználva, a motorüzemű rendszer felpörög. Az energia visszanyerésekor pedig megfordul az áram iránya, a rendszer generátorüzemre áll át (a forgórész lassul), és táplálja a hátsó tengellyel kapcsolatban lévő, most motorüzemű villamos gépet. A rendszer működtetéséhez szükséges minimális energiát négy kisebb tárolóegység alkalmazásával csökkentik. A Dynastore-rendszer 500 kJ energiát tesz elérhetővé, ami több, mint az FIA-szabályok által meghatározott 400 kJ.

Flybrid Systems

Az angliai, Silverstone székhelyű, Jon Hilton és Doug Cross (mindketten a Renault F1-es motorfejlesztő részlegének volt munkatársai) nevével fémjelzett Flybrid Systems vállalat is elkészítette KERS-rendszerét, melynek sematikus ábrája alul látható. A rendszer fő alkotóelemei a következők. Az acélból és szén-szál-erősítésű műanyagból álló lendkerék több mint $60\,000\text{ min}^{-1}$ fordulatszámmal forog egy vákuumkamrában. A lendkerék burkolata olyan szigetelést tartalmaz, amely megakadályozza az anyagleválást és elszabadulást a lendkerék egyébként valószínűtlen meghibásodása esetén. A lendkerék a kimenő oldalon csatlakozik az erőátvitelhez, több állandó áttételen, a tengelykapcsolón és egy toroid hajtómű típusú CVT-váltón keresztül, melyet az Xtrac/Torotrac tervezett. A rendszer elnyerte a Professional MotorSport World Expo 2007 kiállítás „Az év motorinnovációja” díját. A fejlesztők remélik, hogy a rendszer a közúti használatban, autókban és buszokban is felhasználható lesz. A hagyományos elektro-hibrid rendszerekkel szemben a Flybrid KERS-rendszere kompaktabb, hatékonyabb, könnyebb és környezetbarátabb megoldást jelent.

A Formula-1-be szánt rendszernek már a töréstesztjét is sikeresen elvégezték. A lendkereket felpörgették a maximális $64\,500$ percenkénti fordulatra, majd eltávolították a meghajtórészt, és összetörték a teljes tesztkamrát, amely a Formula-1-ben elterjedt ötvözetből készült. A teszt során a kamrát 20 g lassulásnak vetették alá. Az ütközés után a lendkerék még mindig gyorsan forgott, és teljesen sértetlen volt. A Flybrid már egy



A Flybrid-rendszer és a hajtáslánc kapcsolata

meg nem nevezett F-1-es

csapatot is megnyert ügyfelének. A cég és partnerei (Xtrac, Torotrac) a motorsporton kívül potenciális lehetőséget látnak a rendszer szélesebb körű alkalmazásában is, például a nagy teljesítményű közúti autók területén. A cél egyrészt a nagyobb teljesítmény, másrészt a kisebb tüzelőanyag-fogyasztás és CO_2 -kibocsátás elérése, főleg városi üzemmódban, ahol sokat kell lassítani és gyorsítani. A lendkerekes rendszer kétszer annyira hatékony mint egy mozgási energia visszanyerő rendszer, amely energiáját akkumulátorban tárolja. Lendkerék használatával fékezéskor a mozgási energia legalább 65% -a visszanyerhető, míg a jelenlegi akkumulátoros technológiával a 45% a legnagyobb elérhető érték.



vagy több lendkerékkel. A hidraulikus hibrid gyakorlatilag kiesik a Formula-1 számára mint lehetőség, mivel egyetlen előnye a nagy hatásfok, hátránya a nagy méret és a jelentős tömeg. Ezzel szemben az elektromos hibrid tűnik a megfelelő megoldásnak. Működési alapelve a Formula-1-ben is hasonló, mint egy sorozatgyártású közúti autóban. Az elektromotort a V8-as erőforrás hajtja. Fékezéskor generátorként működik, és tölti az energiatárolót. Ez a folyamat állítja a legnagyobb kihívás elé a mérnököket, ugyanis ez az időszak elég rövid 400 kJ energia tárolásához. (Egy F1-es autó lassulására jellemző adat: 340 km/h sebességről 80 -ra $2,7$ másodperc alatt lassul le.) Az elektromos energiát a Formula-1-ben lítium-ionos akkumulátorokban vagy az úgynevezett ultrakapacitású kondenzáto-

rokban tárolják, melyek csak rövid ideig, de nagy teljesítményt képesek leadni, rövid töltési idő mellett. Ez persze nem mindig előny, főleg egy esős versenyen nem az. Az energiatárolást a vezérlőelektronika (ECU) felügyeli és szabályozza. Átlagban körönként $0,25$ másodperc előny nyerhető a rendszerrel a szimulációk szerint. A maximális sebesség pedig $4\text{--}5\text{ km/h}$ -val nő, a pályától is függően.

A Williams-csapat riválisaitól eltérően egy harmadik lehetőséget, lendkerekes energiatárolást választott. A fejlesztés 2 millió angol fontba fog kerülni. Az ún. kinetikus hibrid módszer azonban nagy problémákat rejt magában. A lendkerekek nagy fordulatszáma, amely a percenkénti 60 ezer fordulatot is elérheti, instabillá teheti a versenyautót. A megoldás ezért a közúti autók

sorozatgyártásában sem terjedt el, csak prototípusok léteznek. A Williams részese-dést szerzett az Automotive Hybrid Power Limited (AHP) cégben, amely nagy energiájú, kompozit lendkerekeket gyárt energia-visszanyerő rendszerekhez. A Williams tervezett rendszerének alapját egy akár $100\,000\text{ min}^{-1}$ (!) fordulatszámú lendkerék adná. A hírek szerint azonban nem mindegyik csapatnak kell saját magának kifejleszteni a KERS-rendszert, a Ferrari például ezt a motorral együtt adná ügyfélcsapatának (Toro Rosso, Force India). A KERS-rendszert a Formula-1-es csapatok közül eddig csak a Honda próbálta ki autóján. A csapatfőnök Ross Brawn tájékoztatott erről, a tapasztalatokról azonban nem nyilatkozott.

ONÓDI GÁBOR