

Járműfejlesztési projektek Zalaegerszezen Elektromos formaautó telemetria fejlesztése, Elektromos hajtáslánc, mechatronikai úton szinkronizált váltó

Kamondi László*; Dr. Fodor Dénes**; Rózsás Zoltán***

* Miskolci Egyetem címzetes egyetemi tanár (e-mail: machkl@uni-miskolc.hu)

** Pannon Egyetem Mérnöki Kara, Gépészmérnöki Intézetének vezetője (e-mail: fodor@almos.uni-pannon.hu)

*** Autóipari Próbapálya Zala Kft., Oktatási és K+F Koordinátor (e-mail: zoltan.rozsas@apz.hu)

Tartalmi kivonat: Az alábbi munka bemutatja a Zalaegerszezi járműfejlesztési projektek néhány fontosabb elemét, mint az elektromos forma auto hajtáslánc fejlesztése, valamint telemetriával és az abból kinyerhető adatokkal kapcsolatos tevékenységeket.

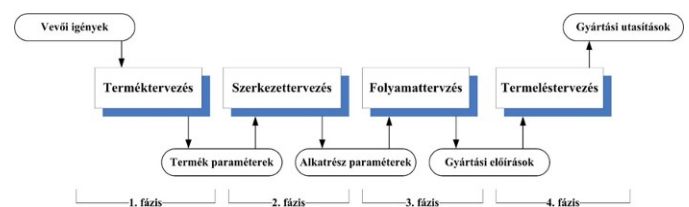
1. BEVEZETÉS

A járműiparban egyre nagyobb hangsúllyal szerepelnek az alternatív meghajtású, tisztán elektromos járműplatformok, valamint az au-tonóm járművek fejlesztései melyeknek szemmel látható eredményeit már a mindennapokban is tapasztalhatjuk. A fejlesztési kapacitások mellett egyre nagyobb hangsúlyt kapnak, az újszerű járműipari megoldások kísérleti, validációs kutatásai. Ezekre a trendekre alapozva, a kutatás téma egyik fő iránya az elektromos hajtáslánchoz kapcsolódó műszaki kihívások megoldása, az ezekhez kapcsolódó mérés-technikai, adatgyűjtési és adattovábbítási feladatok megoldás volt. A projekt keretein belül megalkotott nyomaték váltó prototípus egy elektromos hajtásláncba épülő kísérleti sebességváltó prototípus, melynek a szinkronizációját mechatronikai megoldásokkal támogattuk, míg a fogaskerek kialakításánál aszimmetrikus fogprofil alkalmaztunk. A kialakított mechatronikai rendszert feladata az automatizált sebességfokozat-váltások megvalósítása, illeszkedve a prototípus egyedi tulajdonságaihoz.

1.1 A fejlesztési, tervezési folyamat helye és meghatározottsága

A kis-, közép- és multinacionális vállalkozások és vállalatok vezetésének stratégiai döntései határozzák meg azokat a célokat és kereteket, melyek figyelembevételével kell az igényként megjelölt vagy felvetett terméket fejleszteni, tervezni és létrehozni. Ez a folyamat összetett (1. ábra), mert benne mindig megjelenik a fejlesztést megelőző kutatás, a fejlesztést motiváló változás, mely irányulhat a konkrétan a termékre vagy az előállítási folyamatra, illetve a folyamat konkrét elemeinek megvalósítására, a tervezésre. A folyamat megvalósulásához mindig jelen van egy alapvető motiváló erő, a piac igényeinek minőségi kielégítése, melyet úgy is megfogalmaznak, hogy „a legjobbat a legkedvezőbb áron”.

Ez az elvárás a fejlesztési, tervezési folyamat állandó kontrollja mellett lehet csak végbe.



1. ábra. A termék létrehozás folyamata

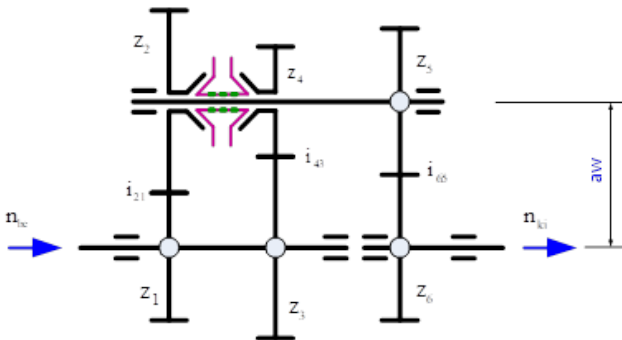
1.2 Nem szimmetrikus fogalakú hengeres fogaskerékpárok tervezési kérdései

A nem-szimmetrikus fogalakú fogaskerek megjelenését és elterjedését a fogaskerekes hajtóműveknek az a tulajdonsága tette lehetővé, üzemszerűen nem változtatják meg a forgásirányukat [1]. Abban az esetben, ha irányváltásra is szükség van, akkor ezt a funkciót egy beépített irányváltó fokozat biztosítja. Az ilyen típusú hajtóművek lehetséges alkalmazási területe a szélerőművek hajtásmegoldásai, vagy a járműipar sebességváltói. E fogaskerékpároknak további lehetősége a villamos hajtású járművek hajtásoptimalizálásában van. A nem-szimmetrikus fogalak alapszámára jellemző, hogy az egyes fogoldalakat származtató szerszám-alapprofil élek profilszöge más és eltér a szabványosnak tekinthető $\alpha = 20^\circ$ -tól [2], az egyik oldal nagyobb, a másik oldal kisebb. A nagyobb alap-profilszögű oldalt támasztó-, a kisebb alap profilszögű oldalt működő oldalnak nevezik. A fogaskerék szempontjából ez azt jelenti, hogy két alapkör van. A hajtásban a működő oldali kapcsolódás határozza meg a forgásirányt, ezzel a kapcsolódás kapcsolószögét is. Abban az esetben, ha a forgásirány megváltozik, akkor az alapkörök és ezzel a kapcsolószög is megváltozik. Ezzel a választási lehetőséggel biztosítható a kapcsolószám növelése mellett a fog fogtőszilárdságának a megőrzése. Az alkalmazási lehetőségek a

tervezők számára azt a kihívást jelentik, hogy a hivatalos nemzetközi- és nemzeti szabványok nem támogatják sem a geometriai tervezést, sem a szilárdsági ellenőrzést, sem megfelelőségi mérési vizsgálatok számítási alapjait. A tervezők munkájának támogatása azzal lehet segíteni, ha megteremtődik annak a teoretikus alapja, hogy ismert legyen a hézagmentes kapcsolódást biztosító profíleltolás tényezők összege általános fogazathálónál, normálméretű kerekeknel a többfogmértet meghatározó összefüggés, nagyméretű kerekeknel a fogvastagságot meghatározó összefüggés, a fogazathatárok ellenőrizhetősége (kiemelten a fejszalag-vastagság, a kapcsolódási interferencia), a fogtő-szilárdság ellenőrzéséhez a fogalak tényező meghatározhatósága (a maximális feszültségi hely ismerete). Természetesen a helyesen felépített és ellenőrzött geometria mellett lényeges további elem a gyártószám kialakítása egyrészt a nagyoló- és simító megmunkáláshoz, majd a befejező finom megmunkálásokhoz, figyelembe véve köztes termikus megmunkálásokat is.

2. SEBESSÉGVÁLTÓ PARAMÉTEREINEK MEGHATÁROZÁSA

A járműipari villamos energiaforrású hajtásláncok egyik kritikus feladata, hogy a villamosmotor nyomatékfordulatszám jelleggörbéjét az elérendő sebességtartományban a hajtásláncban optimalizálják. Ehhez indokoltá válhat a hajtáslánc mechanikus váltóval történő kombinálása, mely az eddigi vizsgálatok eredményeképpen egy 2 fokozatú, csak egy irányban forgó fogazott elemű hajtómű (2. ábra).



2. ábra. Villamos hajtáslánc fordulatszám illesztése nem-szimmetrikus fogalakú fogaskerék hajtóművel

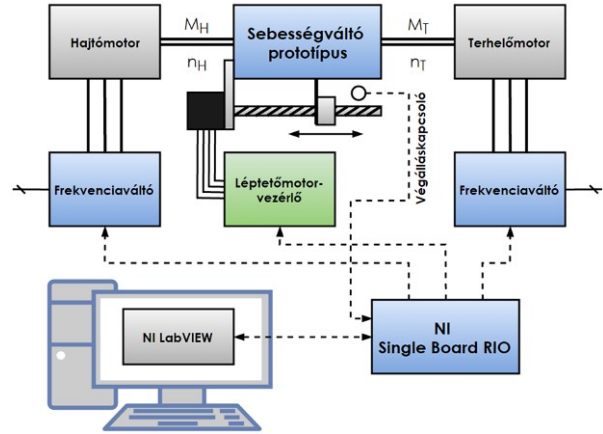
A hajtóműben megvalósítandó, ill. megvalósítható tengelytávolság a beépítési környezet által adott hasáb méretei határozzák meg, ami általában a konstruktőr számára kényszerhelyzet. A tesztelés számára meghatározott terhelés alapján, a kerekek modulja egységesen melyet a pillanatnyi gyártási nehézségek korlátoztak be. A geometriai adatok első ránézésre is azt sugallják, hogy az elemi- és általános tengelytávolság közötti eltéréseket részben egyenes és ferde fogú kerekekkel hidalható át. Jelen hajtómű esetében minden kerék egyenes fogú és ahol kell ott általános fogazatú, mely profíleltolások fogazatokat tételez fel.

A fogak nem-szimmetrikus fogalakúak. Az alaprofil-szögek a hajtó oldalon α , a támasztó oldalon β . Ez a

megkötöttség a gyártáskor odafigyelést igényel, mivel nem mindegy, hogy melyik oldalról van helyzet meghatározva a megmunkálásra váró fogaskerék.

2.1. A tesztrendszer felépítése

A tesztrendszer elvi felépítését a 3. ábra szemlélteti, amelyen a tápellátás nincs feltüntetve:



3. ábra. A tesztrendszer vázlatos felépítése

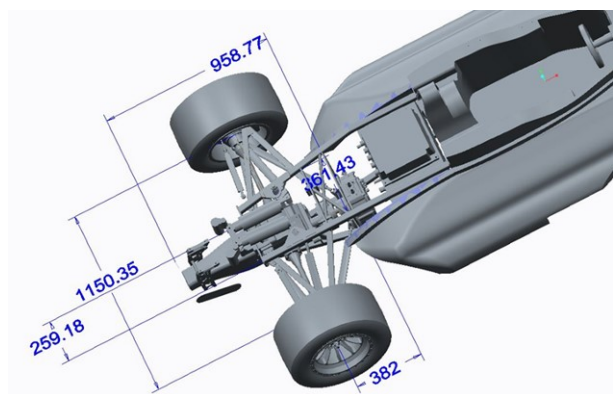
A tesztrendszer központi eleme a Single Board RIO vezérlő. Ennek FPGA modulján fut a frekvenciaváltók és a léptetőmotor-vezérlő alapjeleinek előállítás, az ún. valósídejű vezérlő részén pedig a felügyelő rendszer, ami kapcsolatot tart a számítógépen futó LabVIEW-val.

2.2. prototípus váltó beépítésének lehetőségei

A váltó alapelhelyezésénél több, a beépítés alapjául szolgáló szempontot vettünk figyelembe.

A beépítési igények alapján a prototípus az alábbi igények szerint kerültek kialakításra:

1. Az elektromos erőforrás tengelyvonalával való egybeesés.
2. A jármű fenéklemezének változatlan pozícióban való megtartása.
3. A féltengelyek pozíciójának változatlan megtartása.



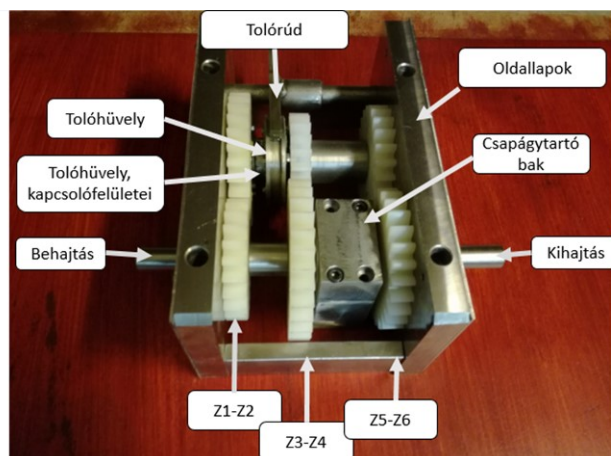
4. ábra. A váltó beépítésre rendelkezésre álló hely

A 4. ábrán látható, hogy a váltó tengelyvonala egybeesik az elektromos erőforrás tengelyvonálával. A prototípus beszerelés után az a következő megállapítások tehetők:

- A féltengelyek pozíciójának változatlan megtartása lehetséges, ha az erőforrás helyzetét függőleges irányban csekély mértékben eltoljuk.
- A jármű fenéklemezének vonala fölé kerül a váltó, tehát annak átalakítása nem szükséges.
- A vázszerkezet változtatásokat igényel.
- A vázszerkezet merevítő elemek helyzetének áttervezése szükséges.
- Várhatóan a jármű menetdinamikai tulajdonságai nem változnak számottevően.

3. A HAJTÓMŰ PROTOTÍPUS MŰKÖDÉSE, ÉS FŐBB JELLEMZŐI

A tolóhüvelyes megoldásnak az előnye volt, hogy egyszerűen megvalósítható. A hátránya, hogy kapcsolás során az eltérő fordulat következtében, gyakran zajos és nehezen alkalmazható, ezt a problémát mechatronikai megoldással oldottuk meg, melynek a lényege hogy folyamatosan mérjük a behajtó és a kihajtó oldali fordulatot és a váltás során a behajtó oldalon beállítjuk a kihajtó oldalnak megfelelő fordulatszámot.



5. ábra: Összeszerelt hajtómű

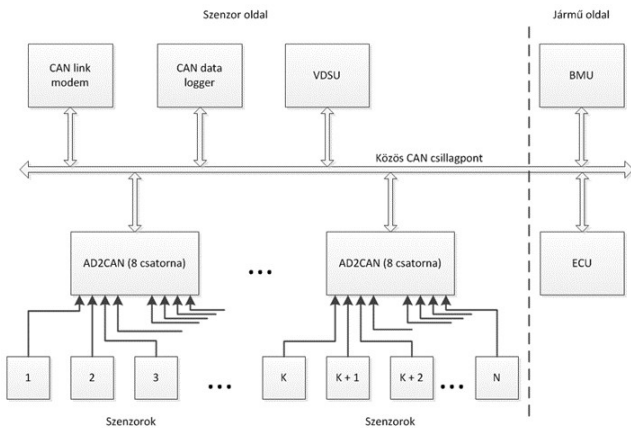
A tolókerék mozgását és biztosítását léptetőmotorral oldottuk meg. A váltás során először kapcsolókörmök kúpfelületei érintkeznek, s a beállított fordulatnak köszönhetően a tolóhüvelyt a léptetőmotor a következő fokozatba mozdítja. Az 5. ábrán látható a hajtómű összeszerelt állapotban, a behajtás a baloldalon a kihajtás a jobb oldalon található.

4. JÁRMŰ TELEMETRIA RENDSZER KIALAKÍTÁSA

A projektem célja egy olyan szenzorhálózat és mérőrendszer kialakítása, amely – feltelepítve egy járműre – képes meghatározott üzemi jellemzők érzékelésére, a fogadott jelek tárolására, vezeték nélküli továbbítására, illetve rendelkezik a megfelelő szoftveres feldolgozási, valamint megjelenítési lehetőséggel

4.1 Rendszerterv

A járművön belül kialakításra kerül egy CAN busz, amelyre csatlakoznak az egyes járműves szenzorok, adatrögzítő és továbbító egységek (6. ábra). Az analóg kimenetű szenzorok jeleinek CAN buszon történő továbbításához AD2CAN™ eszközöket használunk. Az AD2CAN™ egy 8 csatornás 12 bit felbontású analóg-digitális átalakító eszköz, amely az analóg mérések eredményeit CAN üzenetekbe csomagolva továbbítja. A szenzorok számától függően a továbbiakban több AD2CAN™ átalakító eszköz kerülhet beépítésre.

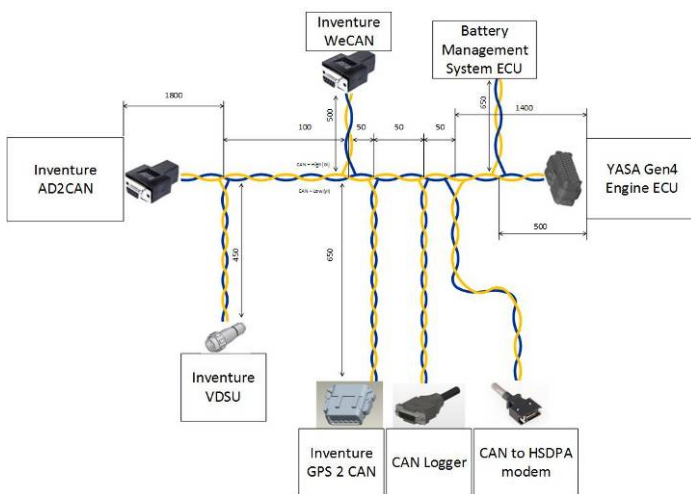


6. ábra: Formula autó mérőrendszer vázlata

4.2 Layout tervezése

Az előrelátható rendszerfejlesztési lépések során mind több analóg kimenetű szenzor beépítése várható mindegyik járműben, így az AD2CAN™ egységek is szorosan a járműhez tartoznak, konfigurálásukat és kalibrálásukat elegendő a szenzortelepítés alkalmával egyszer elvégezni.

A 7. ábra mutatja Formula 2000 alapú járműbe tervezett „kábelkorbács” CAN busz kommunikációért felelős vezeték részét. A téves összeköttetések megelőzése érdekében minden egység más típusú, autóiipari csatlakozóval rendelkezik. Az összeállított mérőrendszeren az előzetes számítás szerinti buszterheltség ellenőrzése is elvégezhető. Erre két független módszert alkalmaztunk, első körben az Inventure WeCAN PC szoftver segítségével mértünk buszterhelést, ami átlagosan 14-16% közötti értéket mutatott. Ezzel párhuzamosan egy CAN Multitester nevű vizsgáló műszert is csatlakoztattunk a hálózathoz, mely CAN Monitor üzemmódjában mérni képes a buszterheltség százalékos értékét, valamint a teljes kommunikáció sávszélességét. Itt 14-15% közötti terheltséget és 72-80 kbit/s sávszélességet kaptunk eredményül



7. ábra - A Formula autóba szerelt CAN hálózat topológiája

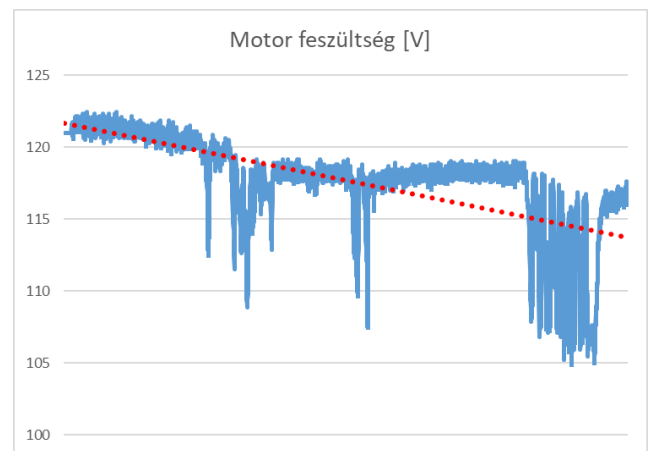
4. AKKUMULÁTOR FESZÜLTÉGCSÖKKENÉSE, ÁLLAPOTA

Az alkalmazott nagy kapacitású akkumulátor feszültsége teljesítményfelvétel esetén csökken.

A feszültségcsökkenés mértéke függ:

- Akkumulátor töltöttsége
- Cellák állapota (élettartam során változó paraméter)
- Terhelés mértéke (áramfelvétel)
- Terhelés időbeli lefolyása (tűskés, állandó)

A 8. ábra az akkumulátor pakk feszültségének változását mutatja be egy 10 perces járműves mérés során. A mérés során a jármű 3 alkalommal gyorsult fel 40-50km/h sebességre. Ezek a gyorsítások a grafikonon feszültségcsökkenés formájában jelennek meg:



8. ábra Az akkumulátor kapcsolófeszültsége a teszt során

A mérés során az akkumulátor merült. Míg a mérés elején az akkumulátor feszültsége ~121V volt, addig a mérés végére ~116V-ra csökkent. Az ábrán behúzott trendvonal jelzi az akkumulátor feszültség csökkenésének mértékét.

Jelen esetben a görbe meredeksége -5V/10perc. Az akkumulátor merülésének mértéke nagyban függ a terheléstől, azonban egy átlagos terhelési szintet megállapítva az akkumulátor merülése becsülhető. Például ilyen terhelés lehet egy versenykör megtétele.

A fent említett paramétereket felhasználva következtetni lehet a járműben elhelyezett nagy kapacitású akkumulátor állapotára.

A jelenleg rendelkezésre álló mérések nem elegendőek az akkumulátor állapotának meghatározásához, csupán tapasztalati úton szerzett eredményeket lehet megemlíteni:

- Azonos terhelés hatására gyorsabb kislülés -> Akku állapota romlott
- Azonos terhelés hatására nagyobb feszültségesés -> Akku állapota romlott
- Akku töltése gyorsabb -> Akku állapota romlott

FORRÁSOK:

[1] Kapelevich, A.: Geometry and design of involute spur gears with asymmetric teeth, Mechanism and Machine Theory, Pergamon, 35 (2000) pp. 117-130.

[2] Drágár, Zs.,- Kamondi, L: Nem-szabványos alapprofilú fogaskerekek tervezésének kérdései, Géptervezők és Termékfejlesztők XXVII. Szemináriuma, Miskolc, 2011. november 10-11., GÉP, ISSN 0016-8572, LXII. évf., 2011/7-8., I. kötet, p. 35-38.



CAETS

„IFFK 2017” Budapest

Online: ISBN 978-963-88875-3-5
CD: ISBN 978-963-88875-2-8



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2



Paper 05

Copyright 2017 Budapest, MMA.
Editor: Dr. Péter Tamás

- 42 -