

# Bitek, ampererek és „a mi autónk”

Mindenekelőtt szeretném megköszönni, hogy a sorozat első részét néhányan nemcsak elolvasták, de meg is írták véleményüket a mérésekkel kapcsolatban. Az egyik kérdés így hangzott: „Az szeretném megkérdezni, hogy milyen gyakorlati hibáknál, tehát pontosan milyen rendellenes működésnél lehet, illetve van értelme ezeknek a méréseknek?”. A választ azért szeretném előre-bocsátani, mert éppúgy érvényes erre a mérésorozatra is: „A leírt mérés, úgy gondolom, leginkább a rendszer működésének megértését segíti, tehát pl. azt, miért lényeges a kábelek (viszonylag) nagy keresztmetszete, miért kell vigyáznunk, ha megbontjuk a kábelköteget, hogyan lehetséges lomha, mechanikus elemekkel rendkívül gyors szabályzás elérése... Szóval a céloom leginkább a működés magyarázata volt - hogyan lehet kimutatni egyszerű eszközzel (mint pl. a 4 millió forintos motortesztter...) valamilyen bonyolultabb folyamatot.”

Ha tehát adott a konkrét hiba, legyünk felvértezve néhány trükkel, na és persze a rendszer alapos ismeretével.

A Bitek, ampererek és a ... sorozat következő tagja mondhatni önmagától ajánlkozott a megmérettetésre. A mi autónk egészen pontosan az én autómotó jelenti, ez pedig egy Suzuki Wagon R+. A kocsi pár hónapja került a családba, s ezzel sorsa megpecsételődött – azóta mint állatorvosi ló szerepel a különböző tanfolyamokon. Ahogy az gondolom Önök előtt is egyértelmű, az emberek egy része státuszszimbólumként vásárol autót, másik része közlekedni szeretne vele. Harmadik kategóriát képezik azok, akik számára az autó egy műszaki produktum, amit tehát meg kell érteni, meg kell ismerni, figyelni kell a hangját, meg kell mérni...

Az említett gépkocsiban egy korszerűnek mondható, 16 szelepes, 1,3 liter lökettérfogatú motor van, természetesen katalizátorral és (ez pedig még majdnéhány újabb vizsgálatot) két lambdaszondás hengrenkénti befecskendező rendszerrel, duplaszikrás gyújtótrafókkal, kopogásszabályzással. Az egész mérésorozat azzal kezdődött, hogy (mint minden tulajdonos szerint) sokat fogyasztott az autóm. Ez a „sok” nagyjából 20-25%-ot jelentett a gyári normához képest, ami azért nem csekélység. A szerviz információi szerint az első 5000 kilométeren ezzel nem kell törődni, így is tettem. A motor emissziós értékei egyébként kitűnőek voltak, a katalizátor is hamar eléri az üzemi hőmérsékletét (ennek ára van: a bemelegedés első perceiben a motor 2200 1/min környékén pörög), utána viszont a keverék-összetétel gyakorlatilag a 0,99 – 1,01-es lambda-érték között mozog, ami ideálisnak mondható. (A benzines

területen kevésbé járatosak kedvéért: ekkor a motorban lévő tényleges és az adott mennyiségű benzinhoz elméletileg szükséges levegőmennyiség aránya ennyi. Ennél az 1 körüli értéknél tehát az összetétel a katalizátor működése számára optimális.)

Látszani tehát nem nagyon látszott semmilyen hiba, mégis tettem egy kísérletet (amit viszont rám hivatkozva senki se tegyen meg ugyanígy, forduljanak inkább a garanciális szervizhez).

A motorban lévő gyertyák (bármilyen motorról legyen is szó) nagyon mostoha körülmények közepette üzemelnek. Míg hűvös a motor, a lerakódott égéstermékek miatt nagy a testre lehúzó szikrák valószínűsége, ez a jelenség a bemelegedés után az öntisztulással megszűnik. A nagyobb termikus igénybevétel során viszont annak nő meg a veszélye, hogy izzani kezd a gyertya középelektrodja, ami korai gyújtást okozhat. A gyertyagyártók a motorgyártókkal közösen határozzák meg a motor számára optimális kialakítású és hőértékű gyertyát (az utolsó fázisban kísérleti úton, vizsgálva, melyik gyertyával nem lép fel egyik kellemetlen jelenség sem). Az autó tehát – elvileg – a megfelelő gyertyával hagyja el a gyárkaput, csak hogy – s ez most mérésekkel meg nem alapozható magánvéleményem – az egyes országokban kapható benzinek egymástól mégiscsak eltérnek (a benzinek természetesen nem az oktánszám az egyetlen paramétere), tehát az egyik fontos körülmény nem azonos mindenhol.

Rövidre fogva, az ajánlott 7-es hőértékű gyertya helyett beszereltem egy sorozat 8-as hőértékűt (FR8D+X-et). Az eredmény (szubjektív!): már csak kb. 10-15%-os túlfogyasztás, sokkal dinamikusabb motor! Ez már jó, de még nem az igazi.

Magyarázat: az adott márkájú gyertyánál a hőérték-számot úgy kell érteni, hogy minél nagyobb a szám, annál könnyebben felmelegszik a gyertya, tehát annál inkább alkalmas pl. a rövid, városi üzemmódra. Egy hőértékszámnál nagyobb különbséget azonban már nem mernék kipróbálni – a hőterhelés hatására szétrobbanó porcelándarabkákká elég nagy kárt tudnak okozni a hengerekben.

A folytatás egy mérés technikai bemutatót következett, ahol éppen a duplaszikrás gyújtótranszformátort szerettem volna szemléltetni, amikor eszembe jutott, hogy itt az alkalom, meg lehet nézni a Suzuki gyújtásképét, primert és szekundert egyaránt.



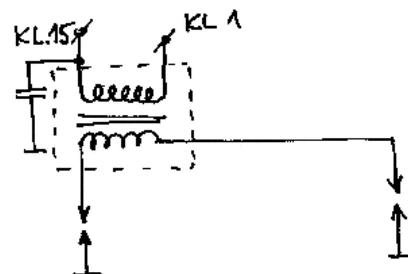
Az ábrán látható, hogy egy-egy duplaszikrás trafót helyeztek el a 2-es és a 4-es hengereken, amelyek egyik kivezetése közvetlenül a gyertyára megy le, a másik pedig egy-egy gyújtókábelrel a párban működő hengerre csatlakozik. Van tehát szekunder kábel, fel lehet venni a szekunder képet. Olyan motorteszterre van szükség, amelyen van több bemenetű szekunder fogó, illetve duplaszikrás trafó beállítási lehetőség. A korábbi méréseknél is bevált Bosch gyártmányú FSA560-as tudja ezeket, van rajta akár nyolc körös primer adapterkábel is (a duplaszikrás, illetve hengrenkénti gyújtótrafós rendszereknél a mérés során nem köthetjük össze a trafók megszakított kivezetését, ezeket egyenként kell a motorteszterre kapcsolnunk).

Bekötöttem tehát az autót, miközben nyolc árgus szempár figyelt.

Teljesen hibás eljárás volt!

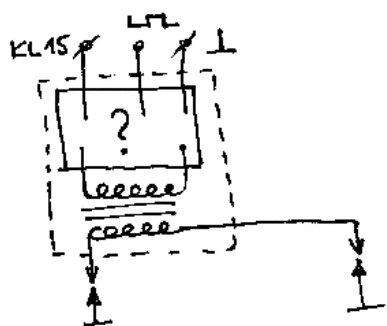
Először is, az ember ne tartson bemutatót ismeretlen rendszeren, mert legalább annyira fog csodálkozni a mérési eredményen, mint akiknek mutatja.

Másrészt, SOHA ne kössünk rá mérőműszert olyan rendszerre, amelyiknek nincs meg a kapcsolási rajza, főleg ha gyújtásról van szó. Ez esetben nem volt meg, fejből persze mindenki tud rajzolni egy hasonlót:



És akkor logikus, hogy miért van hátrópólusú csatlakozója a duplaszikrás trafónak, megkerestem tehát a gyújtás pluszt (a Kl. 15-öt), meg a szakított testet (Kl. 1), aztán beállítottam a motortesztteret ... és nem történt semmi. Hát persze hogy nem, mert ez a gyújtás **nem ilyen volt** (nem is volt mérhető primer jel). Rövid töprengés után úgy döntöttem, hogy akkor meg ilyen lesz:

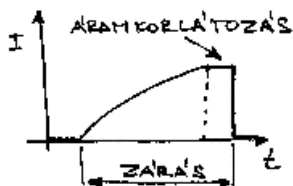
# Bitek, amperok és „a mi autónk”



Némi magyarázat a hevenyészett vázlatához (ami azért még mindig jobb, mint vakon mérni). Az újabb verzió szerint, a trafóban benne van a végfok, ezért kap egy testet, kapcsolt pluszt (Kl. 15), valamint a középső lábára egy vezérlő jelet (négyszögjel formájában), amit a vezérlőegység állít elő. Hogy mi van a „dobozban” azt nem tudjuk, de annyira nem is érdekes, mivel ekkor primer feszültséget amúgy sem lehet mérni, tehát marad a vezérlőjel mérése oscilloszkóppal (ez egy kis feszültségű jel), meg a szekunder oldali mérés (amivel szerencsénk van, hogy egyáltalán hozzáférhető a kábele, mivel az egyre gyakrabban alkalmazott megoldásnál a gyújtómodulokon minden egy tömbbe van öntve).

A folytatáshoz az árammérést hívtam segítségül. (Nem véletlenül „Bitek, amperok...” a cím).

Primer áramot a hagyományos gyújtásrendszereknél is lehet (sőt kell mérni). Szükséges hozzá egy árammérő fogóval felszerelt motorteszter, és rá kell csatlakozni az 1-es kapocsra menő kábelre, pontosabban köré kell tenni a fogót. A kép, amire számítani lehet, az alábbira hasonló:



A primerkör zárásakor az áram fokozatosan növekszik, majd eléri a trafó számára meghatározott maximumot, ekkor bekapcsol az áramkorlátozás (ami, ha a gyújtóelektronika pontosan számolja ki a zárásidőt, akkor nulla), majd a végfok megszakítja az áramot.

A tekercsekben felhalmozott energia  $W = \frac{1}{2} LI^2$ , tehát a megszakításakor a tekercsből nyerhető energia is közelítőleg az áram négyzetével arányos.

Mivel a gyújtásidőpont (tehát a megszakítás) a motor pillanatnyi üzemállapottól függően változik, ugyanígy változik majd a zárás időpontja is, viszont mivel a tekercs azonos, ha a kapocsfeszültség nem változik, akkor a zárás idejének (nem a zárásszögnek) állandónak kell lennie. Ha túl hosszúra állítja a vezérlőegységet, akkor csak fölöslegesen fűti a

tekercset, ha pedig túl rövidre, akkor kevés lesz a gyújtóenergia (mivel alacsonyabb áramértéknél szakít). Lássuk a bekötést! A kábel külső borítását kissé le kellett nyúzni (viszont a szigetelést nem bántottam, tehát a legkíméletesebb módszer), majd rátettem a fogót a ... az tippelt jól, aki azt mondta hogy vagy a pozitív, vagy a negatív kábelre, mivel mindkettőn ugyanaz az áram folyik (a vezérlő kör árama elhanyagolható különbséget okoz).

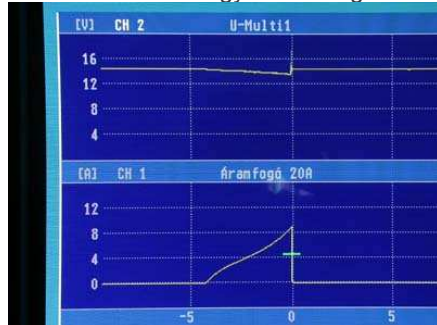


Az ábrán némi csalás látható, időközben ugyanis bekötöttem három Y-kábelt is a feszültségmérésre. Ha már volt Y-kábel, rátettem a feszültségmérő csipeszt is a Kl. 15-re, tehát oda, ahol stabil 12 voltnak kellene lennie (pontosabban 14,4-nek, mivel ennyit termel a generátor).

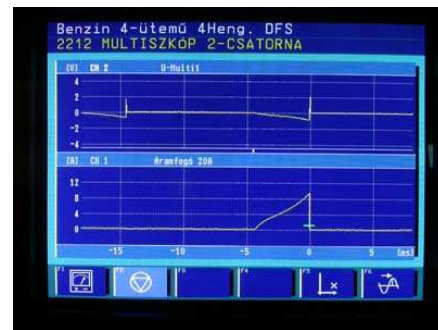
Az eredmény:



Az áramgörbe olyan volt, mint amire számítottam, a feszültséggörbében azonban érdekes törés figyelhető meg.



Váltófeszültségű beállításban (amikor a jelet annak átlagértékéhez viszonyítjuk) a jelenség méginkább szembetűnő.



A magyarázat: ahogy a trafóban egyre nagyobb áram folyik, a (viszonylag) vékony primer kábelben feszültségesés jön létre. Ez nem baj akkor, ha a vezérlőegység tud róla, mert akkor a zárásidő hosszabbításával kompenzálja a hatását, vagyis azt, hogy a tekercsáram nem éri el ugyanazt az értéket. Itt viszont csak egy „buta” végfok van, mit tud ez tenni?

Gondolkozzunk fordítva! Ha megszüntetem a feszültségesést, akkor meg kellene változnia az áram csúcsertékeknek is (mivel a vezérlési időre nincs visszahatása). Ehhez egészen egyszerűen a trafó Kl. 15-re kötöttem az akku pozitív saruját, egy jóval vastagabb keresztmetszetű mérőkábelrel, a testre pedig az akku testet ugyanígy.



A következő ábrán látszik, hogy az áram csúcserték nem nőtt meg:



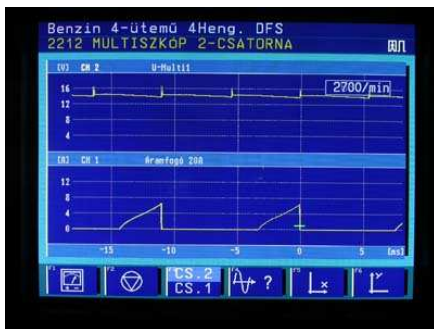
Akinek jó szeme van, észreveheti, hogy ugyanakkor megjelent a vázlaton már jelzett áramkorlátozás! A végfok tehát ennyit tud tenni: ha túl hosszú a zárásidő, áramot korlátoz, ha kicsi, akkor semmit.

A következő mérés azóta sok álmatlan éjszakát okozott, mert saját szememmel láttam, megmértem, a magyarázatát valószínűleg tudom, megoldani viszont nem.



# Bitek, amperok és „a mi autónk”

Ha ellenőrizni szeretnénk a zárasszög szabályzást, rá kell vennünk az elektronikát a szabályzásra. Megemeltem tehát a fordulatszámot, ennek hatására a zárasszögnek nőnie kell, a tekerics feltöltési ideje ugyanakkor nem változhat. A következő elkészítő képet kaptam:



Ez, bárhog is nézem, azt jelenti, hogy a fordulatszám növelésével a tekerics töltési ideje az eredeti kb. 4.25 ms-ról 3.25 ms-ra csökken, a megszakítás pillanatában mért áramcsúcs pedig 9.0 amperról 6.0 amperra. A mérés alatt a fordulatszám stabilan 2700 1/min volt. A biztonság kedvéért újabb mérés, ezúttal 2990-es fordulatszám, az eredmény ugyanaz:



Ebben az esetben még az előzőekben alkalmazott trükk sem volt semmilyen hatással: a kiegészítő kábelben betáplált akku-plusz, illetve mínusz sem tűntette el az „amper-vesztéséget”. A korábban felírt képlet szerint a tekericsben lévő energia az áramerősség négyzetével arányos. Eszerint az eredeti, 9 amperos áram energiájához képest most  $6^2/9^2=36/81=0.44$ , vagyis 44%-nyi energia áll rendelkezésünkre. De miért is baj ez? Az autó „normális” használat esetén általában a 3000-es fordulatszám környékén üzemel. Ahhoz, hogy a keverék biztosan belobbanjon, adott energiára van szükség. Ha a gyújtóenergia kevesebb, néha kimarad a gyújtás. (Az égéstérben az égés feltételei állandóan változnak, ezért nem marad ki minden belobbanás). Ennek eredménye azonban nem biztos, hogy azonnal mérhető a kipufogógázon. A befecskendező rendszer a beszívott légmennyiség (esetleg szívócsőnyomás) alapján beállít egy kiinduló keverékösszetételt. A lambdaszonda

felületén lévő platinaréteg mikrokatalizátorként működik, amely reagáltatja a gázban lévő CO-t és HC-t az oxigénnel – bizonyos határok között tehát számára mindegy, hogy a keverék elégett, vagy sem, csak annak összetételét figyeli, létrehozza a visszacsatoló jelet, a keverék lambdaértéke jó lesz. Mivel (működő keverékszabályzás mellett) a bemenő keverék lambdaértéke 1 körüli, ezért jó katalizátor esetén a kipufogóba kerülő el nem égett benzin reagál a fel nem használt levegővel, a csövön tehát nem benzin jön ki, hanem CO<sub>2</sub> és H<sub>2</sub>O, valamint hő formájában az az energia, ami a motorteljesítményből hiányzik.

Eddig jutottam az autó mellett – a mérés technikát bemutattam a tanfolyamon, de ahogy a bővített Murphy törvények mondják, minden probléma megoldása újabb problémákat szül.

Hagyjuk tehát az amperokat, nézzük meg, mit tehetnek erről a bitek?

A vezérlőegységekben a folyamatokat leíró adatokat jellegzőekben tárolják. Ez érvényes a gyújtásra és befecskendezésre egyaránt. A vezérlőegység nem valamiféle függvényből számítja ki a szükséges gyújtásidőpontot, illetve az ahhoz tartozó zárasszöget, hanem a memóriában tárolt táblázatból veszi az értékeket, majd bizonyos bemenő jelek alapján korrekciókat végez rajta. Tehát például 100 fordulatonként tárolja a pillanatnyi fordulatszámhoz tartozó zárasszöget. Amennyiben két létező érték közötti zárasszögre van szüksége, a szomszédos értékekből számol. Amennyiben a gyártó rossz adatokkal programozta a vezérlőegységet, akkor az a működés során ebből dolgozik. Volt már rá példa, a szoftverfrissítés nem ritka az autóiiparban sem. Speciális eset, amikor a tuning cégek átírják ezeket az adatokat. A megoldás kétélű fegyver: lehetséges, hogy a gyártó hagyott egy „biztonsági” tartalékot, aminek kihasználásával növelhető a teljesítmény, de az is lehet, hogy a nagyobb teljesítmény miatt rohamosan csökken a motor, illetve a váltó élettartama.

Amennyiben Önnek, kedves olvasó volna valamilyen ötlete a leírt jelenséggel kapcsolatban, én és a mi autónk, várjuk véleményét!

Ruzsa János  
[ruzsa.janos@uhtecnika.hu](mailto:ruzsa.janos@uhtecnika.hu)  
[www.uhtecnika.hu](http://www.uhtecnika.hu)

Feladat: Mi a piros nyíl szerepe a következő ábrán látható árammérő fogón? Pontos definíciót kérek! Mi történik, ha nem vesszük figyelembe? Válaszokat írásban várom.

A helyes válaszadók jutalma egy baráti kézfogás a 2003-as DIGÁ-n.

