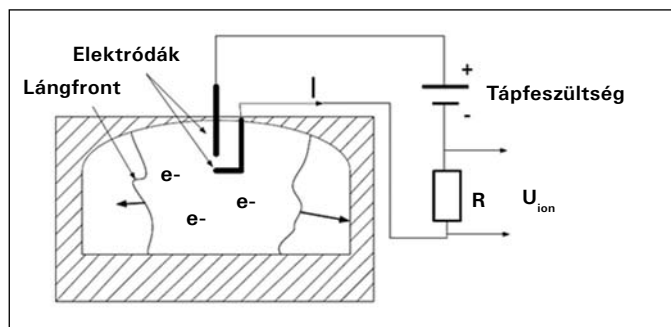


Az ionáram-mérésees gyújtás alapjai

Az Áramkör Autóvillamossági Szakmai Egyesület szeptember 10-én tartotta a 3. negyedévi szakmai konferenciáját a Fáy András Közlekedésgépészeti, Műszaki Szakközépiskolában. Az ÁRAMKÖR vezetője, Huszti Tibor az egyesület szakmai munkáját összefoglaló és a jövőbeli terveket ismertető bevezetője után a Fáy tanára, Gál Zoltán tartott az automatikus sebességváltókról előadást, részletesen tárgyalva a bolygómuvek felépítését, áttételszámítását. Az előadás egy oktatóvideó megtekintésével zárult. A nap második felében Bódi Béla az ionáram-mérésees gyújtások alapjait ismertette. A következőkben ezen előadás jegyzetéből szemezgetünk.

Az égéstérben létrejövő ionok mennyiségére voltaképpen egyszerűen következtethetünk, ha az **1. ábrán** látható kapcsolás szerint az égéstérbe benyúló elektródaparra feszültséget kapcsolva az elektródák között kialakuló ionáramot mérőellenálláson eső feszültség segítségével mérjük. Innentől már csak logikailag egy lépés, hogy az elektródapár akár a gyújtógyertya elektródái is lehetnének, melyekre a gyújtóív kialakása után feszültséget kapcsolva az ionáram mérhetővé válik.



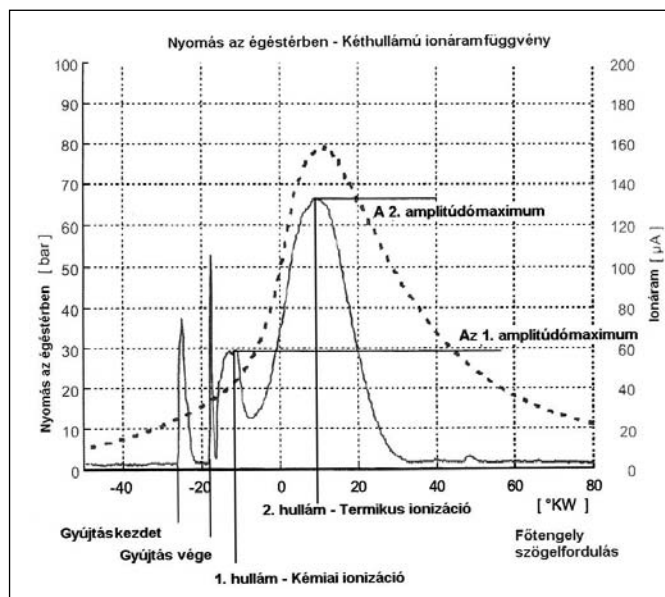
1. ábra: az ionárammérés elvi kapcsolása

A mért ionáram „idealizált” regisztrátumát a **2. ábrán** láthatjuk, melyet a szakirodalom kettős hullámú ionáramfüggvénynek nevez.

A **2. ábrán** látható 3 szakasz a következőképpen osztható fel:

1. Gyújtási fázis – A gyújtási folyamatban vesz részt. Ívfenntartáskor az ívfej és ívhát alatti szakaszt eltérő léptékkel mutatják ezen az ábrán. Hiszen a szekunder oldali szórt kapacitások kisülésekor igen rövid ideig akár 100 A-es áram is kialakulhat.
2. Kémiai ionizáció – Az égés képi az ionokat. Az égés során a különböző ionok más-más sebességgel rekombinálnak. Az ionáram csúcsa akkor van, amikor a lángfront a gyertyaelektrodával közvetlen kapcsolatban van.
3. Termikus ionizáció – A nagy nyomás és hőmérséklet képi az ionokat. Az ionáramcsúcs helye kifejezetten az égéstérben uralkodó nyomáscsúcs helyétől függ. Azaz a nyomáscsúcs maximumakor a mért ionáram is maximális értékű a második hullámszakaszban.

A belső égésű motorban az égés során, a lángfront terjedésekor lejátszódó kémiai folyamatok során ionok is keletkeznek. Az ionizációs folyamat ezen részét kémiai ionizációnak nevezi a szakirodalom. Az égés előrehaladtával, a nyomás és a hőmérséklet-növekedés hatására létrejövő ionokat már termikus ionizációs szakaszba soroljuk. Az ionáram mérhető, melynek alakulásából a következő jellemzőkre következtethetünk: a kopogásos égésre, az égéskimaradásra, a szükséges előgyújtás értékére, és becsülhetjük a tüzelőanyag-levegő arányt is.

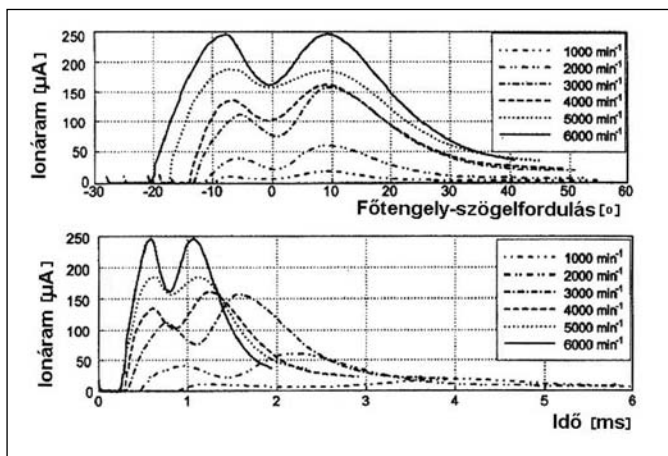


2. ábra: kettős hullámú ionáramfüggvény

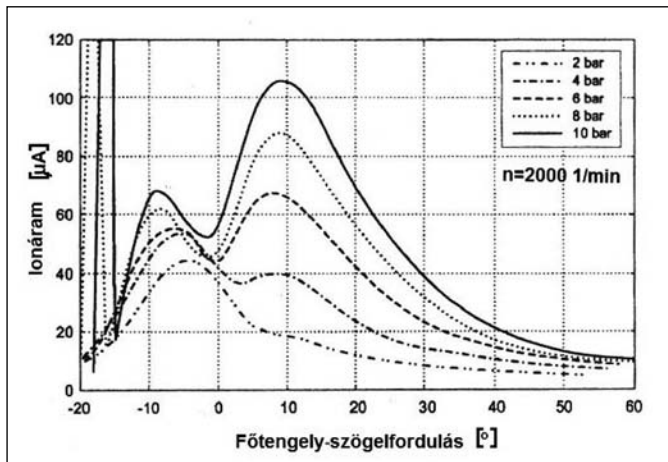
A mért ionáramgörbe gyújtás utáni görbeszakaszát kiértékelve a következő jellemzőkre következtethetünk:

- Égéslefolyás jellege a hengerben – azaz történt-e kopogásos égés. Mivel kopogásos égésnél az ionáramgörbére a hirtelen nyomás- és hőmérsékletváltozások miatt nagyfrekvenciás jel szuperponálódik.
- Égéskihagyás – az ionáram ellaposodottságából, csúcsnélküliségből detektálható.
- A hengerben uralkodó nyomás csúcs pontos helye, mivel a 2. szakasz (termikus ionizációs rész) ionáramcsúcsa pontosan definiálja a helyét. Ezáltal minden egyes hengerben az adott üzemi állapotnak megfelelő, maximális teljesítményleadáshoz tartozó előgyújtás határozható meg.
- Nyomásfelépülés jellege – Erre az ionáram alakjából következtethetünk.

- Becsülhető a tüzelőanyag-levegő arány – az ionáramgörbe jellegéből, nagyságából és motorvezérlő által feldolgozott bemenő információkból (motorfordulatszám, terhelés, hőmérséklet) a lambda-szonda nélkül is számolható a hengerbe jutó keverék összetétele. Ha sorba vesszük, a fenti jellemzők miképpen befolyásolják a kialakuló ionáram jellegét, akkor megállapíthatjuk, hogy minden olyan paraméter, mely hatással van az égés lefolyására, az égési sebességre, az elégetendő tüzelőanyag mennyiségére, annak hatása van a mért ionáramra.
- Fordulatszám és motorterhelés – a fordulatszám és terhelés növekedésével nő az elégetett szénhidrogén-mennyiség, így az ionáram is. A **4. ábrán** a különböző motorterheléseknél (effektív középnyomásoknál) mérhető ionáramgörbéket láthatjuk.



3. ábra: az ionáramgörbe változása különböző motorfordulatszámoknál

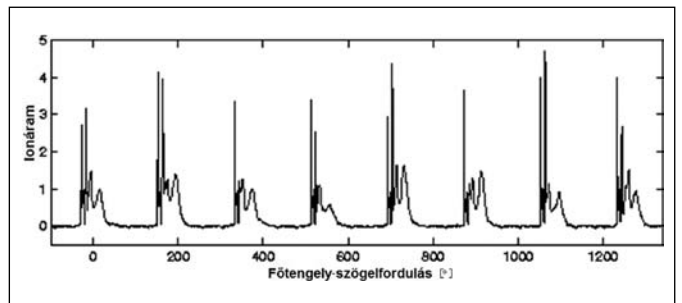


4. ábra: az ionáramgörbe alakjának változása különböző motorterheléseknél

- Gyújtási időpont – ahogy a hengertérben kialakuló nyomáscsúcs értéke változik, ennek megfelelően a 2. ionáram csúcspontja (termikus ionizáció) is módosul.
- Levegő/ tüzelőanyag arány – A kémiai ionizáció gyertyaelektrodáknál függ a λ -tól ($\lambda=0,85$ környékén éri el a maximumát), mivel az égés sebességének és a CH-mennyiség növekedésével nő az ionáram értéke.
- Elektrodátávolság – elektrodák hűtő hatása fokozottabb kisebb hézagnál (kisebb ionáram), azonban az elektrodák geometriai méretének növekedésével (nagyobb átmérőjű középelektroda) nő az ionáram.

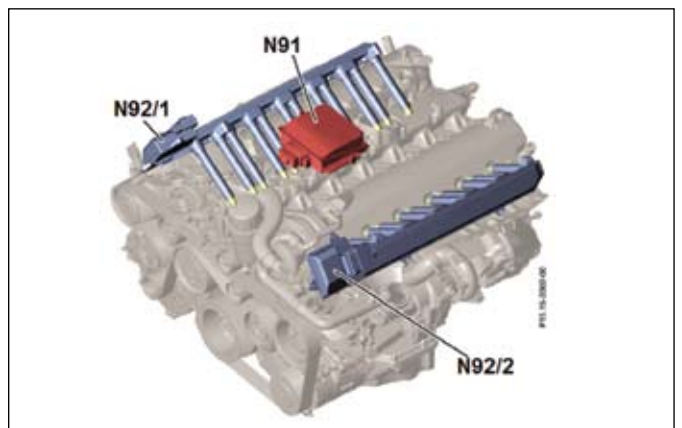
- Visszavezetett kipufogógáz mennyisége – a visszavezetett mennyiség növelésével csökken az ionáram, hiszen az égéssebesség csökken.
- Hőmérséklet – mivel a motor és levegő hőmérséklet-növekedése növeli az égési sebességet, és így az ionáramot is.

A valóságban azonban még a motor állandósult üzemiállapotában sem mérhetünk ciklusról ciklusra azonos ionáramlefutást. A ciklusvariancia – a belső égésű motorok azon tulajdonsága, hogy a munkaciklusok jellemzői még a motor állandósult állapotában is változnak a keverékképzés és a töltéscsere tökéletlensége miatt, még tovább bonyolítja a mért ionáram-lefutás kiértékelését. Ennek szemléltetésére nézzük meg az **5. ábrát**, ahol egy 4 hengerű motor hengereiben mért ionáram-regisztrátum látható. Itt mind a hengerek között, mind ugyanazon hengernél mért áramértékek között eltérések láthatóak.



5. ábra: a ciklusvariancia miatti eltérő ionáramgörbék

Napjainkban az ionáramméréssel kombinált gyújtással számos gyártó gyújtórendszere rendelkezik. Kétségtelen, hogy a '90-es évek elején a SAAB ebben úttörő szerepet játszott a MECCEL-lel együtt fejlesztett Trionic rendszerével. Erről a rendszerről a Szakiban és az Autótechnikában számos cikk jelent meg (1995/05, 2004/02). A Mercedes és a Maybach egyes motorjai (V12) ECI (Energy Controlled Ignition) TEMIC által fejlesztett ionáramméréses gyújtórendszerrel rendelkeznek. A BMW M5-V10 és M3-V8-as motorjainál és a Delphi gyújtórendszerénél szintén feltűnik az ionárammérés. Továbbiakban a Mercedes M275 V12-es motor ECI gyújtása az ionárammérés szempontjából kerül ismertetésre. A **6. ábrán** láthatóan került elhelyezésre a 2 db gyújtómodul (N92/1 és N92/2), és a tápegység (N91). A gyújtás levétele után a gyújtórendszer megbontása előtt legalább 4 percet kell várni a gyújtórendszer kondenzátorainak kislülése miatt.



6. ábra: az ECI gyújtórendszer elemeinek elhelyezése (Forrás: Mercedes)

A tápegység (N91) főbb feladatai:

- a gyújtómodulok számára a gyújtáshoz szükséges primer feszültség, 180 V létrehozása,
- a gyújtómodulok számára az ionáramméréshez szükséges primer feszültség, 23 V létrehozása,
- 12 V-os tápfeszültséget ad a gyújtómoduloknak.

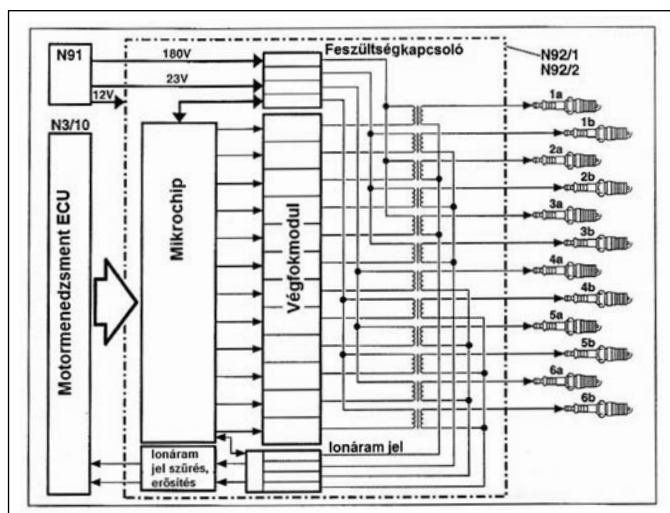
A gyújtómodulok jellemzői (N92/1 és N92/2):

- Gyújtómodulonként – hengerenkénti 2 gyertya miatt – 12 darab egybeépített primer és szekunder tekercssel rendelkezik.
- Gyújtásakor a gyújtómodul a tápegység (N91) által adott 180 V-os egyenfeszültséget az adott hengernél 25 kHz-es frekvenciával kapcsolgatja, mely a szekunder tekercsben feszültséget indukál. A gyújtóív fennállásának időtartama 1,5–2 ms alapjáraton és 0,15 ms magas fordulatszámon.
- Az ionárammérés a gyújtóív kialakása után kezdődik, amihez a tápfeszültséget a tápegység (N91) 23 V-os feszültség 65 kHz-es frekvenciájú kapcsolásával biztosítja a gyújtómodul. Ennek révén a gyertyaelektrodákra kb. 1 kV-os mérőfeszültség kerül.
- Magában a gyújtómodulban történik a primer tekercsre kapcsolt feszültség (180 és 23 V) átkapcsolása is.
- A **7. ábrán** látható, hogy a szekunder tekercs másik kivezetése egy mérő és kiértékelő áramkörbe van bekötve. Ahol a mérés, jelszűrés és jelformálás után az ionáram-információ a motormenedzsment-elektronika felé (4 vezeték segítségével mind a 12 hengerre vonatkozóan) kerül továbbításra. Vegyük észre a **7. ábrán**, hogy az egymást követő 3-3 hengerhez tartozó szekunder tekercs kivezetések közösítve vannak. Azonban a mérés szempontjából ez kedvező, mivel a gyújtási sorrend miatt (1-12-5-8-3-10-6-7-2-11-4-9) ezek a hengerek gyújtási időpontjai egymástól távol helyezkednek el.
- A gyújtómodulok esetleges cseréjekor a tekercskivezetések végén lévő O gyűrűt cserélni kell!



8. ábra: N92/1 gyújtómodul leszerelt védőburkolattal

Ezen utóbbi funkciók talán magyarázatra szorulnak. Ugyanis a hengerenkénti két gyertyánál a gyújtási időpont a motor kis terhelésénél és 2000 min⁻¹ fordulatszám alatt egyszerre történik, azonban közepes és teljes terhelésnél az egyik gyertya 10 főtengelyfokkal előbb gyújt, mint a másik. Azonban, hogy hengerenként melyik a „első” gyertya, az két főtengely-fordulatonként változik. Így elkerülhető a gyertyaelektrodák egyenlőtlen elhasználódása és az egyenlőtlen lerakódás a hengerfejben. További érdekes opció, hogy kis motorterhelésnél, kis fordulatszámon a motormenedzsment-rendszer fogyasztáscsökkentés miatt, a bal oldali hengert lekapcsolja. Ha az előzőekben ismerttetett gyújtási sorrendet megnézzük, akkor voltaképpen a gyújtási sorrendbe minden második henger van lekapcsolva, tehát a motor járása ilyenkor nem válik egyenlőtlené. A **8. ábrán** egy a Fáy András Szakközépiskola tulajdonában lévő, bontott gyújtómodul (N92/1) látható. A gyújtómodul bal oldalán található a 16 pólusú csatlakozó, melynek a lábkiosztását az **1. táblázat** tartalmazza. A fenti modul párja az N92/2 gyújtómodul, mely lábkiosztása azonos sorrendű, csak értelemszerűen a hengerek sorszámai különböznek.



7. ábra: az ECI gyújtórendszer elvi felépítése

A N3/10 motorvezérlő-ionárammérés szempontjából fontos feladatai:

- a gyújtómodultól érkező ionáramjelek kiértékelése,
- a gyújtási jellegzők és az ionáramjel alapján az adott hengerek előgyújtásának és ivedejének meghatározása,
- a gyújtásváltás (Ignition Change) és gyújtáseltolás (Ignition Offset) vezérlése.

N92/1 lábkiosztása		
1	Gyújtástriggerjel 1. henger	9 -
2	Gyújtástriggerjel 2. henger	10 Gyújtáseltolásjel (ignition offset)
3	Gyújtástriggerjel 3. henger	11 Gyújtásváltásjel (ignition change)
4	Gyújtástriggerjel 4. henger	12 Gyújtástriggerjel 6. henger
5	Ionáramjel test	13 Gyújtástriggerjel 5. henger
6	Ionáramjel 1-3 henger	14 Segéd feszültség, 23 V
7	Ionáramjel 4-6 henger	15 Akkumulátorfesz.
8	Test	16 Gyújtástápfesz. 180 V

1. táblázat: Az N92/1 gyújtómodul lábkiosztása

A fentieket átolvasva, átgondolva még számos részlet biztos, hogy megválaszolásra vár. De talán ahhoz elég, hogy kellő alapokat kapjunk a későbbi mélyebb ismeretek megszerzéséhez.

BÓDI BÉLA

Felhasznált irodalom:

- Mercedes TIS anyagok,
- Huszti Tibor jegyzetei,
- A Szaki, Autószaki, Autótechnika vonatkozó cikkei
- <http://wenku.baidu.com/view/d810de0490c69ec3d5bb75ab.html>
- <http://linuxfan.org/~ipdown/mybrick/automotive/DIY-Ion-Sensing-2.pdf>