

4.3. Villamos gyújtóberendezések

(Harmadik rész)

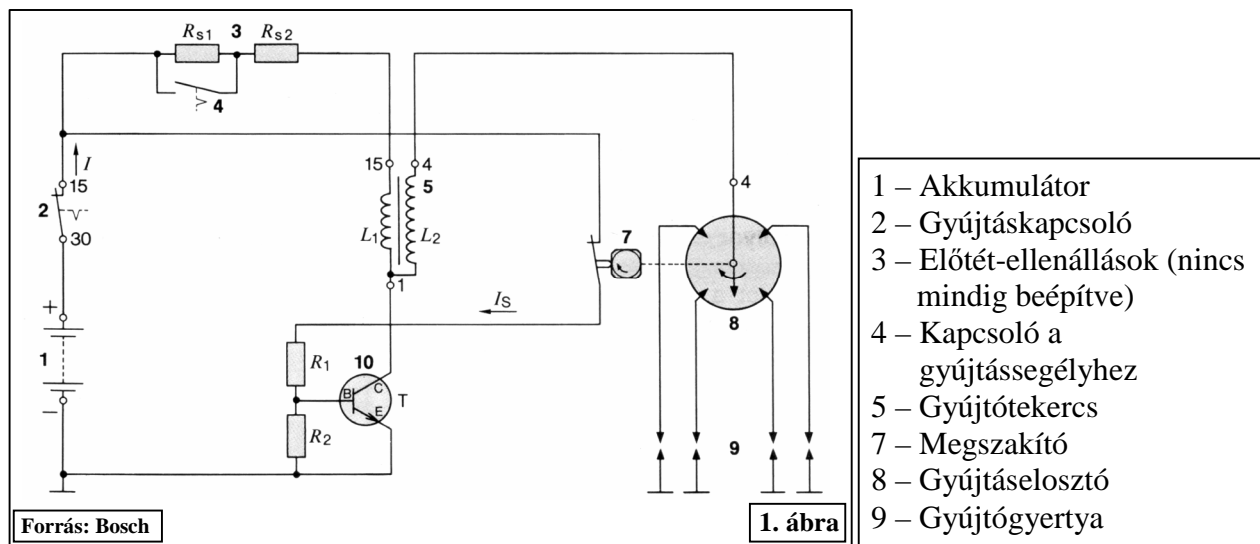
1. A megszakító tekercsgyújtások jellemzői, kedvezőtlen tulajdonságai

Előző írásunkban részletesen ismertettük a hagyományos gyújtás működését. Mielőtt rátérnénk a tekercsgyújtások elektronikus változataira, az alábbiakban felsoroljuk a hagyományos gyújtás jellemzőit és kedvezőtlen tulajdonságait.

1. Mivel a megszakítóval csak kb. 5A maximális áramerősség kapcsolható kellően hosszú élettartammal, magas szikraszámú motorokon megszakító gyújtással az optimális gyújtásenergia (kb. 100mJ) a rövid zárásidő miatt nem halmozható fel.
2. A mechanikus megszakító rendszereknél a gyújtásvezérlést is mechanikus eszközökkel valósították meg, ami nem képes minden motor-munkapontban az optimális előgyújtásszög beállítására.
3. Alacsony fordulatszámon az érintkezők közötti ív emésztí a gyújtásenergiát, ez csökkenti az elérhető terheletlen csúcsfeszültséget, ami indítási nehézségeket eredményezhet.
4. Az érintkezők közötti keletkező ív erősen korlátozza a megszakító élettartamát.
5. A megszakító és a bütyök kopása, valamint az érintkezők fogyása miatt változik a zárasszög és az előgyújtásszög, emiatt a rendszer beállítást, karbantartást és gyakori megszakító-cserét igényel. (Az előgyújtásszög és zárasszög változásnak kedvezőtlen hatása lehet a jármű károsanyag-emissziójára is.)
6. Üzem közben létrejöhet a megszakító pattogása (prell), ami rendellenes működést eredményezhet.
7. Magas fordulatszámon előfordulhat, hogy a megszakító nem képes követni a bütyök alakját – ez csökkenti a zárasszöget, ami csökkentheti a felhalmozott gyújtásenergiát.
8. „Rajtafelejtett gyújtás” esetén fennáll a sérülésveszély. (A tekercs túlmelegszik, és felesleges villamos fogyasztás is létrejöhet.)

2. Megszakítóval vezérelt, tranzisztoros tekercsgyújtások

A megszakítóval kapcsolt tekercsgyújtásokat rövid átmeneti időre néhány gyártónál az a gyújtóberendezés követte, amelynél még megmaradt vezérlőelemnek a megszakító, de a primer kör kapcsolását már félvezetőeszköz – egy bipoláris tranzisztor – végezte.



A gyújtás működése az elvi kapcsolási vázlat alapján (1. ábra)

A gyújtáskapcsoló és a megszakító zárt helyzetében az R_1 és R_2 feszültségosztón áram folyik, emiatt a tranzisztor bázisa emitterénél magasabb potenciálra kerül. Ez létrehozza a tranzisztoron a bázisáramot, ami előidézi az npn tranzisztor nyitását (vezető állapotát). Ekkor növekedhet – az akkumulátor „+”, gyújtáskapcsoló 30, 15, R_{S1} , R_{S2} , L_1 , „1”, tranzisztor kollektor, emitter, „akku -”, úton – a primer áram. Ha a megszakítót a bütyök nyitja az R_1 - R_2 osztón nem folyik áram, tehát a tranzisztor bázisa emitterével azonos potenciálra kerül. A megszűnő bázisáram zárja a tranziszort, ekkor a primer kör kapcsolóeleme kollektor-emitter irányban felveszi nagy ellenállású állapotát. Emiatt a primer áram igen gyorsan csökkenni kezd. Itt is rezgőkör jön létre, amelyet a primer tekercs induktivitása és a zárt tranzisztor (valamint a kör) önkapacitása alkot. A gyors primeráram csökkenés gyakorlatilag ugyanazt a folyamatot váltja ki, mint a hagyományos gyújtásnál a megszakítás, tehát innen a folyamat már ismert.

A gyújtás jellemzői

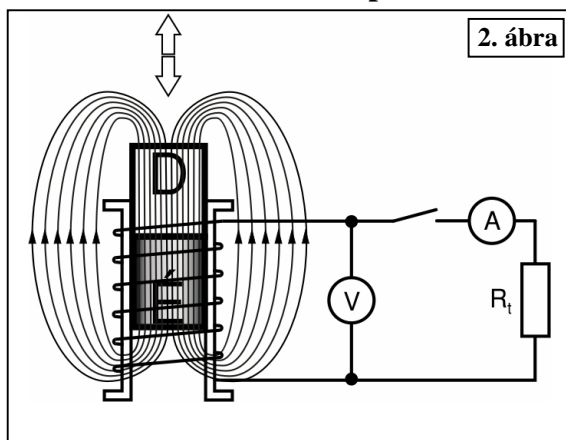
1. E gyújtórendszert elsősorban a nagy szikraszámú – tehát magas fordulató és/vagy nagy hengerszámú – motoroknál alkalmazták, ahol a rövid zárasi idő miatt kis induktivitású, de nagy áramfelvételű (pl.: 7,3A) primer tekercsre volt szükség. (Ezt a megszakító kellő élettartammal nem tudta volna kapcsolni.)
2. Mivel a megszakítón csak a tranzistor vezérlőárama folyik keresztül, és abban ráadásul induktív tag sincs, annak villamos igénybevétele minimális.
3. Tekintve, hogy a megszakító – mint mechanikus jeladó – megmaradt, a rendszer gyakori karbantartást (beállítást és megszakító cserét) igényel elsősorban a kopások miatt.
4. Az állandó zárasszög alkalmazása kedvezőtlen, hiszen alacsony fordulatszámokon a túl hosszú zárásidő következtében a gyújtás feleslegesen sok energiát fogyaszt és ekkor a tekercs is erősen melegedhet. (Ezt az előtétellenállások – R_{S1} , R_{S2} – hivatottak csökkenteni.)

3. Megszakító nélküli gyújtások

A 80-as évek elejétől gyártott, akkor korszerű Otto-motoros járművekben már olyan gyújtásokat alkalmaztak, amelyekben nem találunk megszakítót. Ezekben indukciós, vagy valamilyen elektronikus (érintkező nélküli) jeladót alkalmaztak. Az alábbiakban ezek közül a jeladók közül ismertetjük a három legelterjedtebbet.

31. Indukciós jeladók

3.1.1. Működési alapelve



2. ábra

Ha egy tekercsben mágneset mozgatunk, akkor változik a tekercs által körülfogott mágneses tér, a fluxus. A fluxus-változás a nyugalmi indukció elvén a tekercsben:

$$u_i = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \text{ nagyságú feszültséget indukál.}$$

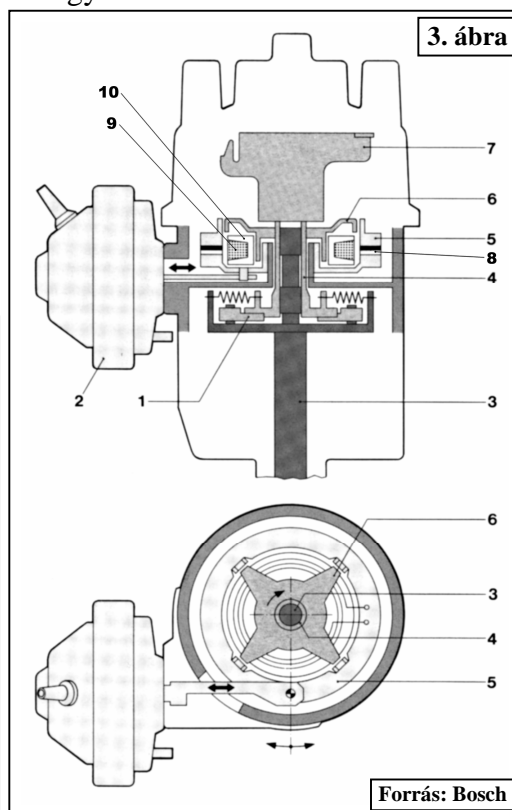
Zárt áramkör esetén (tehát, ha a 2. ábrán a kapcsolót zárjuk) az indukált feszültség a körben áramot hajt. (Ez a jól ismert váltakozó áramú generátorok működésének is az alapelve.) A létrejövő áram irányát Lenz törvénye alapján az alábbiak szerint határozhatjuk meg: az indukált feszültség által létrehozott áram iránya mindig olyan, hogy az, az őt létrehozó hatást gátolni igyekszik. Esetünkben ez a hatás

az állandómágnes mozgása. Zárt áramkör esetén tehát a mágneset erővel kell a tekercs belsejébe benyomni, vagy onnan kihúzni. (Ebből kis mágnességtani ismerettel – az adott feltételek mellett – az áramirány meghatározható.)

3.1.2. Indukciós gyújtáselosztó felépítése és működése

A 3. ábrán egy Bosch indukciós-jeladós gyújtáselosztó működési vázlatát láthatjuk. A jeladó „lelke” az ábrán metszetben látható gyűrű alakú csévetestre (10) feltekercselt jeladótekercs (9). Ebben keletkezik a mágneses térváltozás hatására a 4. ábrán látható alakú jelfeszültség. A mágneses teret egy lapos állandómágnes hozza létre (8). Ha az osztó tengelye az ábrán vázolt helyzetben áll, akkor az állandómágnes terének jelentős részét az álló és a forgó

- 1 – Röpsúly
- 2 – Depressziós elő- és utógyújtás-vezérlő
- 3 – Elosztótengely
- 4 – Csőtengely
- 5 – Álló indukcióvonal-vezető
- 6 – Forgó indukcióvonal-vezető (póluskerék)
- 7 – Elosztó rotor
- 8 – Állandó mágnes
- 9 – Jeladótekercs
- 10 – Csévetest



Forrás: Bosch

indukcióvonal-vezetők átvezetik a tekercs belsején. Ekkor az viszonylag nagy fluxust fog körül. Ha a forgórész elfordul, tehát a forgó indukcióvonal-vezető (6) fogai nem állnak az álló indukcióvonal-vezető (5) előtt, a tekercs által körülfogott fluxus csökken. A póluskerék forgása tehát a jeladótekercs által körülfogott mágneses teret változtatja, ami abban az ismertetett elv szerint feszültséget indukál.

3.1.3. Az indukciós jeladók jellemzői

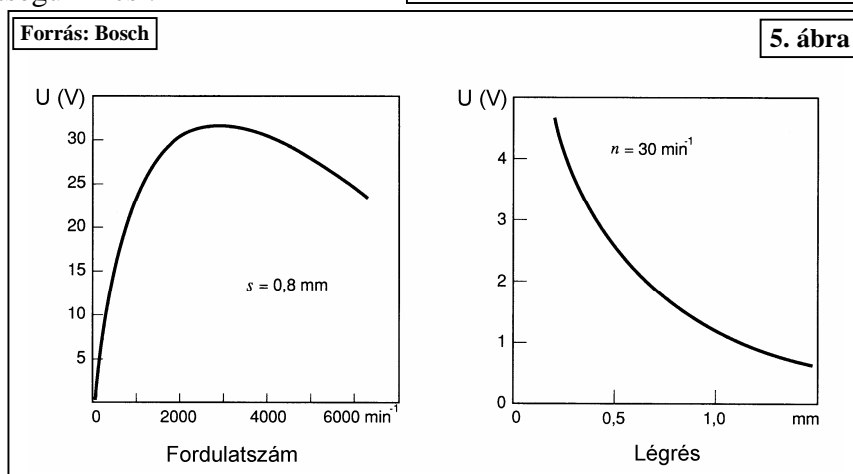
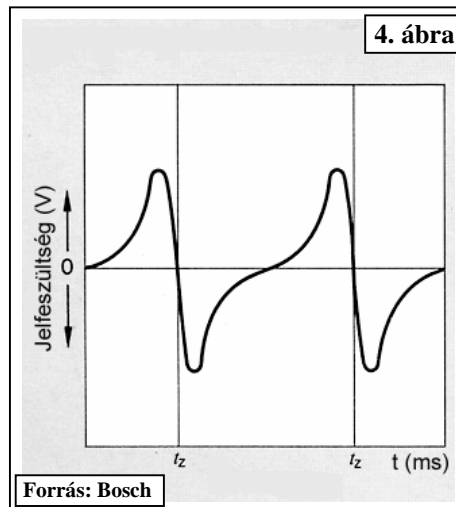
1. E jeladók felépítésükből következően (mivel nem tartalmaznak félvezető eszközöket) a legjobb környezetállósági tulajdonságokkal rendelkező szenzorok, ezért ezek a legelterjedtebben alkalmazott „forgás-jeladók” közé tartoznak.

2. Felépítésük egyszerű, előállítási költségük kicsi.

3. Jelfeszültségük váltakozó feszültség, amelynek jelalakja közel szinuszos vagy a 4. ábra szerinti.

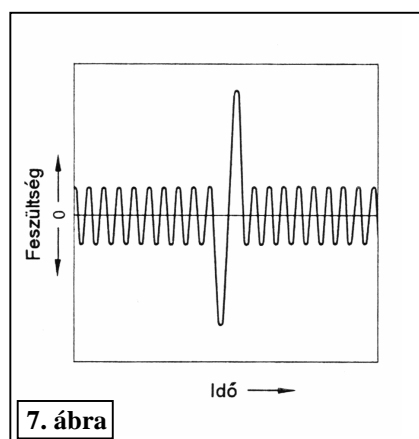
4. Indukciós jeladóval létrehozható fordulatszám és vonatkoztatási jel is. Ekkor a 6. ábrán látható szerkezeti kialakítást szokták alkalmazni. A jelfeszültség ilyenkor a 7. ábra szerint alakul.

5. Az indukciós jeladók kedvezőtlen tulajdonsága, hogy jelfeszültségük amplitúdója erősen függ a fordulatszámtól. (5. ábra) Ez

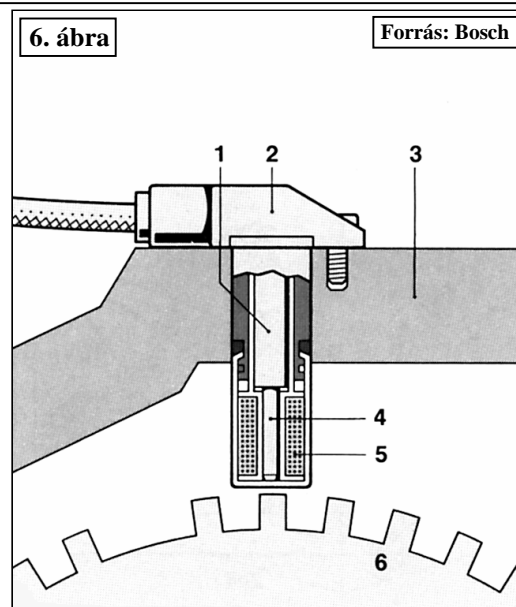


természetes, hiszen ez működési elvükből ($u_i = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$)

következik. E tulajdonság elsősorban akkor jelenthet problémát, ha a póluskerék fordulatszáma kicsi, például indítózáskor.



- 1 – Állandó mágnes
- 2 – Jeladóház
- 3 – Tengelykapcsolóház
- 4 – Vasmag
- 5 – Jeladótekercs
- 6 – Forgó indukcióvonal-vezető (póluskerék)

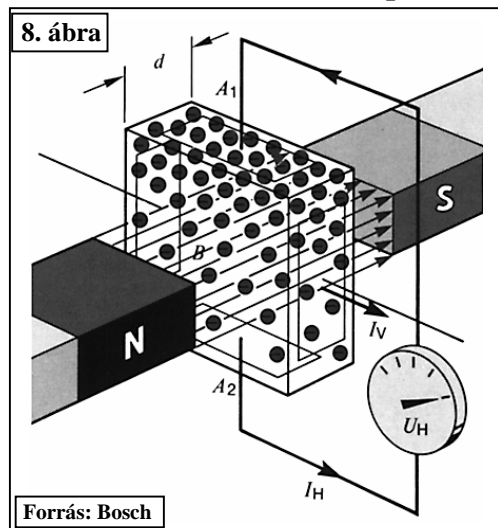


6. Fontos tudni – hiszen a gyakorlatban gyakran előfordul ebből eredő hiba –, hogy a jeladó-légrés nagyságától erősen függ a jelfeszültség (lásd 5. ábra). Piciny légrés-növekedés például indítási nehézségeket eredményezhet, hiszen ilyenkor az alacsony motorfordulatszámból adódóan egyébként is kicsi a jelfeszültség.

7. Az indukciós jeladók előnyös tulajdonsága e szenzorok viszonylag egyszerű vizsgálhatósága is. A legtöbb hiba – pl. tekercsszakadás vagy zárlat – ellenállásméréssel kimutatható. A légrés-hiba feltárására a fordulatszám mérése mellett megbízható gyári adatra és váltakozó feszültség mérésére alkalmas multiméterre, de méginkább oszcilloszkópra lehet szükségünk.

3.2. Hall-jeladók

3.2.1. A működés alapelve – Hall-hatás



Ha mágneses térbe áramjárta vezetőlapkát helyezünk – esetünkben ez a 8. ábrán látható „d” vastagságú hasáb –, akkor arra erő hat, amelynek nagysága: $F = B * I_V * l * \sin \alpha$

Az úgynevezett Lorentz erő – mivel mágneses kölcsönhatásból adódik – közvetlenül a mozgó töltésekre – tehát az elektronokra – fejt ki hatását, ezért az, töltésmegosztást létesít az anyagon belül. Az ábrán az erő – mivel hatásvonala merőleges a mágneses mezőre és a gerjesztőáram irányára is – a lapka felső felébe taszítja az elektronok egy részét. Ezzel megosztja azt. A villamos megosztás hatására az áramra és a mágneses térre is merőleges irányban – az A₁ és A₂ oldalak között – feszültség mérhető.

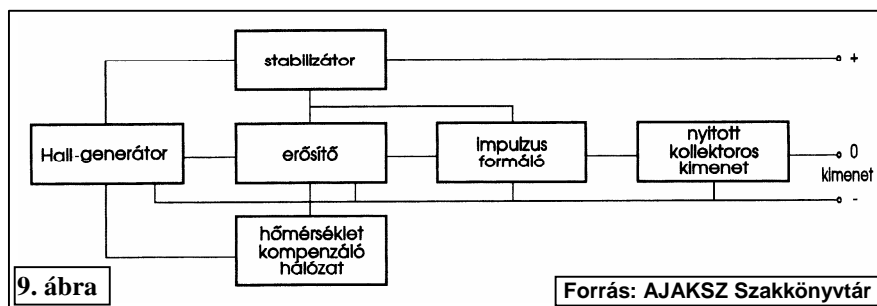
Az úgynevezett Hall feszültség nagyságát az alábbi összefüggéssel határozhatjuk meg: $U_H = R_H * B * I_V * \sin \alpha$

A képletben R_H a lapka anyagától függő úgynevezett Hall állandó.

Mivel R_H nagysága közvetlenül az anyag egységnyi tárfogatában lévő szabad töltéshordozók számától függ (azzal fordítottan arányos), a vezető anyagok Hall állandója kicsi a szigetelőké nagy. Az utóbbiakat viszont nem lehet gerjeszteni, ezért a Hall elemek alapanyaga félvezető. (Ezek Hall állandója nem túl kicsi, és vezetnek annyira, hogy rajtuk a gerjesztetőáram létrehozható.)

3.2.2. Hall-IC

A gépjárműveken alkalmazott Hall jeladók nem egyszerű Hall elemek, hanem úgynevezett Hall IC-k. Ezek magukba foglalják a Hall elemen (Hall-generátoron) kívül a 9. ábrán látható áramköri rendszereket. Ez előnyös, mert a Hall feszültség általában komoly jelerősítésre szorul, mivel félvezető alapú erősen hőmérsékletfüggő, merthogy jelformátlan természetesen követi az indukcióváltozás jelalakját.

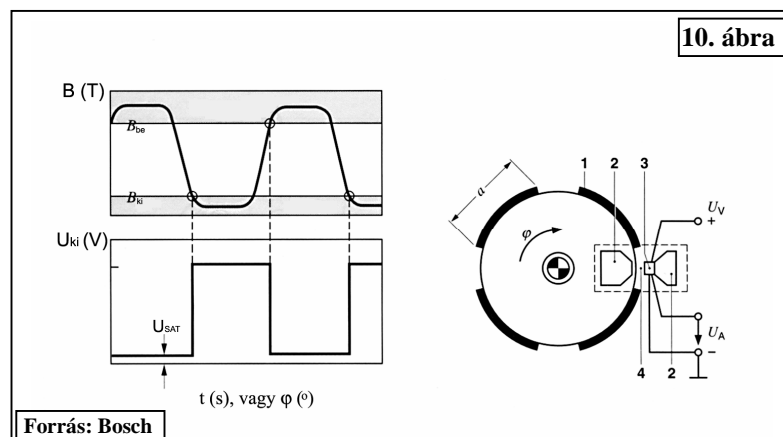


Gyújtásjeladóként „négysszögjel” az ideális jelalak, ezért a Hall-IC kimenete célszerűen egy nyitott kollektoros kapcsolótranszisztor. Az npn tranzisztor emittere a „táp –”-hoz, bázisa az impulzusformálóhoz kapcsolódik és kollektorát vezetik ki a jeladó jelvezetékeként. A szenzor jelvezetéke az elektronikus

egységben általában egy „felhúzó ellenálláson” keresztül a „+ táphoz” kapcsolódik. Így a tranzisztor nyitása és zárása következtében a jelvezetéken 10. ábrán látható jelfeszültséget (U_{ki}) kapjuk.

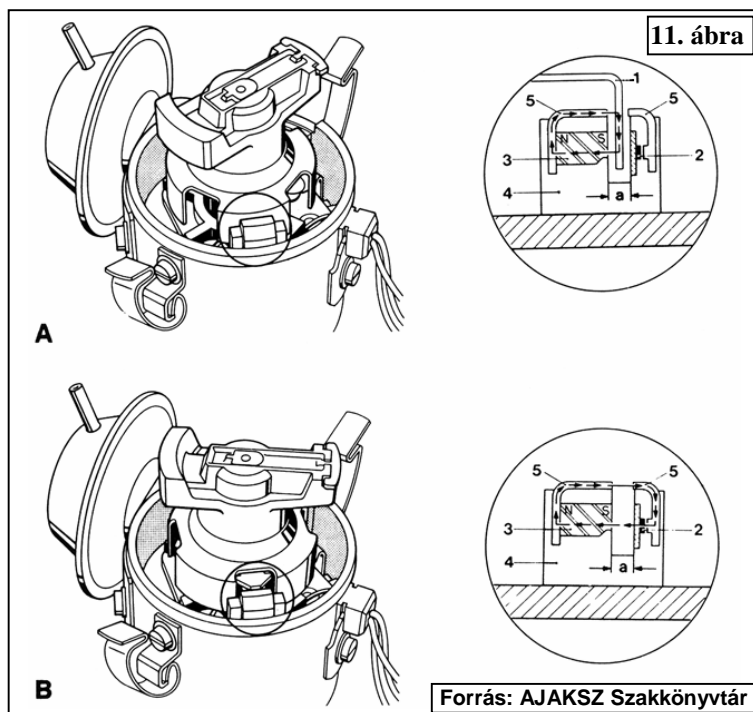
3.2.3. Hall-jeladós gyújtáselosztó

A 10. és a 11. ábrán a Hall jeladó működése követhető nyomon. A gyújtáselosztó tengelye a forgó mágneskaput (blendét) hajtja meg. Ha a mágneskapu a 10. ábra, illetve a 11. ábra a „B” helyzetének



megfelelő állást veszi fel, az állandó mágnes terét az indukcióvonal-vezetők a Hall-IC-n át vezetik. Ekkor az viszonylag erős mágneses mezőbe kerül, ezért a Hall-elem feszültsége magas. Ez az elektronikus egységein keresztül kivezérli a nyitott kollektoros kapcsolótranszisztor,

- 1 – Forgó mágneskapu (blende)
- 2 – Indukcióvonal-vezető
- 3 – Hall-IC
- 4 – Mágneskapu-ablak



ami a jelvezeték potenciálját alacsony értékre húzza. (U_{SAT}).

Ha a mágneskapu a 11. ábra „A” helyzetének megfelelő állásba kerül, az állandó mágnes terét a forgó blende vezeti el. Ekkor a Hall-IC gyenge mágneses térbe kerül, ezért a Hall-elem feszültsége alacsony. Emiatt a nyitott kollektoros kapcsolótranszisztor zárt állapotba kerül. Ekkor a Hall-IC jelvezetékét az elektronikus egységben elhelyezett felhúzó ellenállás magas potenciálra – gyakorlatilag „+ tápra” – emeli.

- 1 – Forgó mágneskapu (blende)
- 2 – Hall-IC
- 3 – Állandó mágnes
- 4 – Alaplap
- 5 – Indukcióvonal-vezető

3.2.4. A Hall-jeladók jellemzői

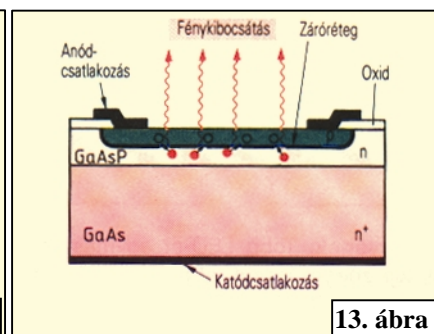
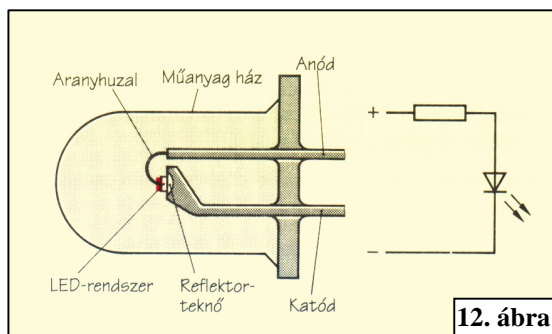
1. E jeladók népszerűségüket elsősorban jelfeszültségük jelalakjának köszönhetik. A „szolgáltatott négyszögjel” kiválóan alkalmas vezérlésre, hiszen a fel- illetve lefutó élekkel ez könnyen elvégezhető.
2. Mivel tartalmaznak félvezető eszközöket, környezetállósági tulajdonságaik csak komoly tervezést követően tették őket alkalmassá a gépjárműves felhasználásra.
3. Felépítésük nem egyszerű, de nagy sorozatú gyártásuk miatt ma már előállítási költségük csekély.
4. E jeladókkal is létrehozható fordulatszám és vonatkoztatási jel egyaránt.
5. Kedvező tulajdonságuk az is, hogy jelfeszültségük amplitúdója független a motorfordulatszámtól.
6. Légrés-méretből adódó hibák e jeladóra szinte egyáltalán nem jellemzőek.
7. A Hall jeladók megjelenésekor sok gondot okozott e szenzorok vizsgálata. A „szokásos próbálámpás” ellenőrzés gyakran zárult az alábbi eredménnyel: „a jeladó a vizsgálat előtt még jó volt”. Ennek egyszerű a magyarázata. A helyes polaritás szerint tápfeszültséggel ellátott jeladóhoz, ha a „+ tápra és a jelvezetékre próbálámpát kötött valaki és az elosztó tengelyét forgatta, az első nyitáskor a végfoktranszisztor a túlterhelés miatt „elhalálozott”. Tudni kell, hogy egy izzó veszélyes terhelés, mivel a bekapcsolás pillanatában kb. 10-12-szer akkora áramot vesz fel, mint amikor már felizzott. Tehát egy 5W-os izzólápa a bekapcsoláskor akár $60W/12V=5A$ áramot is felvehet. Természetes, hogy ez tönkretette a Hall-IC-be beintegrált „mikro-transzisztor”. A próbálámpás vizsgálatot tehát feltétlen kerüljük, helyette egy LED-es próbálámpát kapcsoljunk az említett helyekre. Az elektronika gépjárműves térhódítása óta e szenzorról is elmondhatjuk: kis szakértelemmel, odafigyeléssel ez is egyszerűen vizsgálható!

3.3. Fényelektromos jeladók

3.3.1. Fénykibocsátó és fényérzékelő elemek

Fénykapukat a fény nagy terjedési sebessége és közeg nélküli terjedése miatt a műszaki életben már igen rég óta alkalmaznak. Gépjármű gyújtás-jeladót csak néhány gyártó hozott forgalomba.

A jeladók fénykibocsátó elemei régebben miniatűr izzólámpák voltak, ma szinte kizárólag fénykibocsátó diódákat – LED-eket használnak. Ezek speciális félvezető anyagból – pl. gallium-arsenidből (GaAs), gallium-arsenid-foszfidből (GaAsP) – készült nyitóirányban előfeszített p-n átmenetek. (12. és 13. ábra)



Működési elvük lényege, hogy a p-n átmenetben nyitó irányú áram hatására létrejövő elektron-lyuk újraegyesülést (rekombinációt) elektromágneses sugárzás kíséri. A kilépő elektromágneses hullám hullámhossztartománya beeshet az optikai sugárzás – ezen belül a fény (tehát az emberi szemmel is érzékelhető sugár) – hullámhossztartományába.

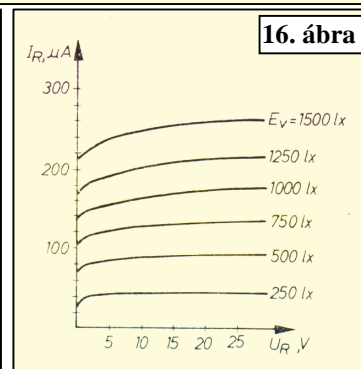
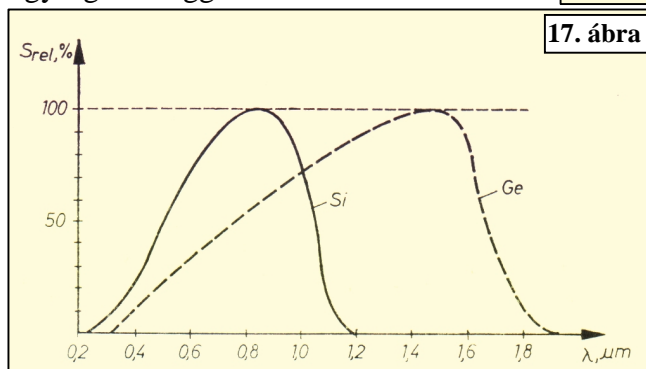
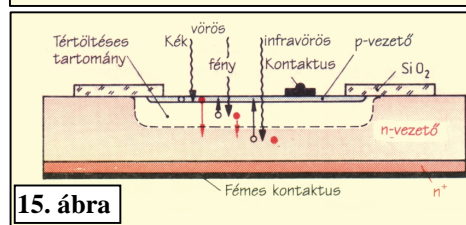
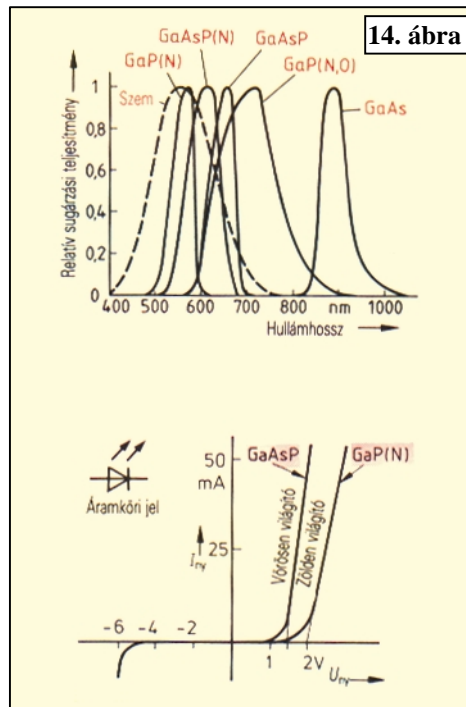
A fénykibocsátó dióda nyitófeszültségét és a kibocsátott elektromágneses hullám relatív sugárzási teljesítményét (hullámhossz-eloszlását, színét) döntően a LED alapanyaga határozza meg.

Mindez jól megfigyelhető a 14. ábrán. Vegyük észre továbbá, hogy a fényemittáló diódák nyitó-és zárófeszültsége is alacsony, emiatt vizsgálatukkor fokozott gondosságot igényelnek.

A fényelektromos jeladók érzékelő elemei általában fotodiódák (ritkábban fototranzisztorok).

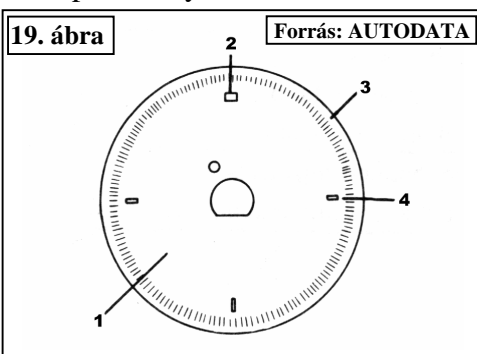
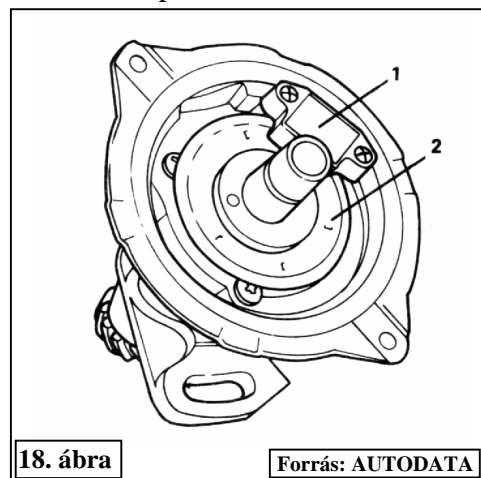
A fényérzékeny diódák olyan p-n átmenetek, amelyek üzemszerűen záróirányú előfeszítésben működnek és átmenetük külső fényrel megvilágítható. A 15. ábrán a fotodióda elvi felépítését és működését magyarázó vázlat látható. Működésének lényege, hogy a záróirányban elő-feszített p-n átmenetben a megvilágítás hatására megnő a kisebbségi töltéshordozók száma, és ez megnöveli záróirányú áramukat. A 16. ábrán megfigyelhető hogy a diódán átfolyó áram nagysága kb. 30V-ig a feszültségtől szinte független, csak a megvilágítás (E_V) nagyságától függ. A 17-es ábrát elemezve

vegyük észre azt is, hogy a fotodiódák érzékenyek az őket megvilágító fény hullámhosszára is. Azt, hogy egy adott fotodióda mely hullámhosszra a legérzékenyebb, alapanyaga határozza meg.



3.3.2. Fényelektromos gyűjtésselosztó felépítése és működése

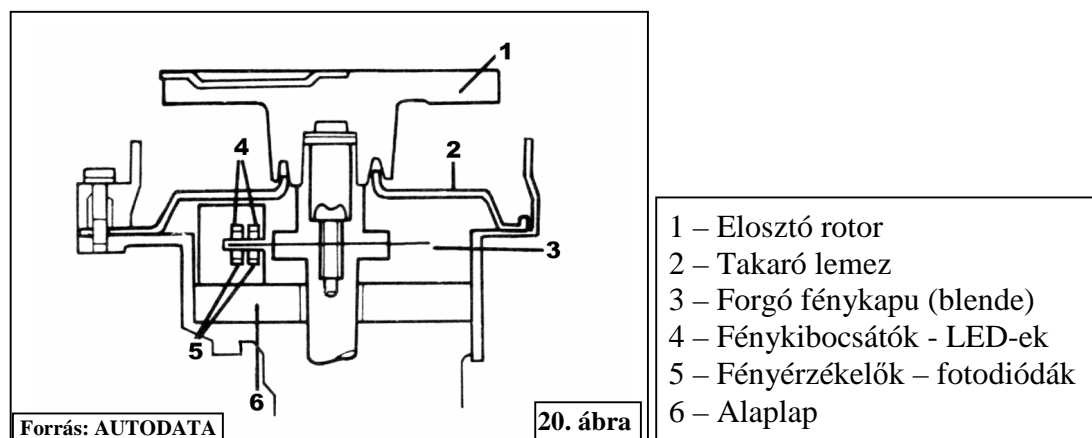
A fényelektromos-jeladós gyűjtésselosztóban a fotodiódák fényáramának útját a forgó blende szakítja meg. Ez alapvetően két kivágással rendelkezik. (19. ábra) A külső lyuksor (nagy számú kivágással) alatt, illetve felett a fordulatszám jeladó fénykibocsátó és fényérzékelő elemeit találjuk. (Ez érthető, hiszen az ECU annál pontosabban ismerheti a motor pillanatnyi fordulatszámát, minél gyakrabban tud frissíteni.)



- 1 – Forgó fénykapu (blende)
- 2 – Hengerazonosító ablak
- 3 – Fordulatszám ablakok
- 4 – Vonatkoztatási ablakok

- 1 – Érzékelő egység
- 2 – Forgó fénykapu (blende)

A forgó blendén a kisebb átmérőjű lyuksor a vonatkoztatási jeladó kivágásait adja. Közöttük egy nagyobb kivágást találunk, ami az 1. henger azonosítására szolgál. A 20. ábrán megfigyelhetők a gyújtáselosztó klasszikus elemei és az a takarólemez is, amely az elosztószikrázás fényhatásától védi az érzékelőket.



A 17. ábrán megfigyelhető, hogy ez esetben is „IC-s kivitelű” a jeladó. A fényérzékelő és fénykibocsátó elemeket összeépítik egyéb áramkörökkel. (Feszültségstabilizáló, jelerősítő jelformáló, stb.) A négy kivezetésű szenzor két csatlakozóján a tápfeszültséget kapja. A fordulatszám és vonatkoztatási jeladónak egy-egy jelvezetéke van. Mindkettő üzem közben négyszögjelnek megfelelően változtatja a potenciálját. A fordulatszám jeladó a sok kivágás miatt viszonylag nagy frekvenciával, a vonatkoztatási jeladó az egymást követő munkaütemeknek megfelelő gyakorisággal. Az utóbbi egyik négyszögjelének „alakja” eltér a többitől. Ez szolgál a hengerazonosításra.

A fényelektromos jeladó jellemzői értelemszerűen megegyeznek a Hall jeladóéval. Annak okát, hogy ezeket miért nem alkalmazzák elterjedtebben, csak találgatni tudnánk, ezt nem tesszük.

2008-03-20

A témakör negyedik „cikke” három hét múlva jelenik meg!