

## 4.8. Villamos gyújtóberendezések

(Nyolcadik rész)

A gyújtóberendezésekről szóló írásunk utolsó cikke gyakorlatban megvalósított különböző gyártmányú és kialakítású motorvezérlők gyújtóáramköreinek felépítését és működését ismerteti. A jobb megértés céljából ismét adatokat veszünk fel, és oszcillogramok megrajzolásával szemléltetjük az egyes gyújtóáramkörökben lejátszódó folyamatokat. Először két hagyományos elosztós rendszert mutatunk be, majd egy duplaszikrás (D-DIS) és egy külön szikrás gyújtókört (S-DIS) elemzünk.

### 1. Ford EEC-IV motorirányító rendszer gyújtóáramkörének jellemzői, felépítése és működése

A gyújtásoldalról bemutatásra kerülő EEC-IV motorirányítót többek között a Ford Sierrákba, Tranzitokba és Scorpiókba építették be, tehát igen nagy darabszámban készült, ezért azt gondoljuk, még van esély, hogy találkozik vele a praktizáló autószerelő.

#### 1.1. A gyújtás főbb jellemzői:

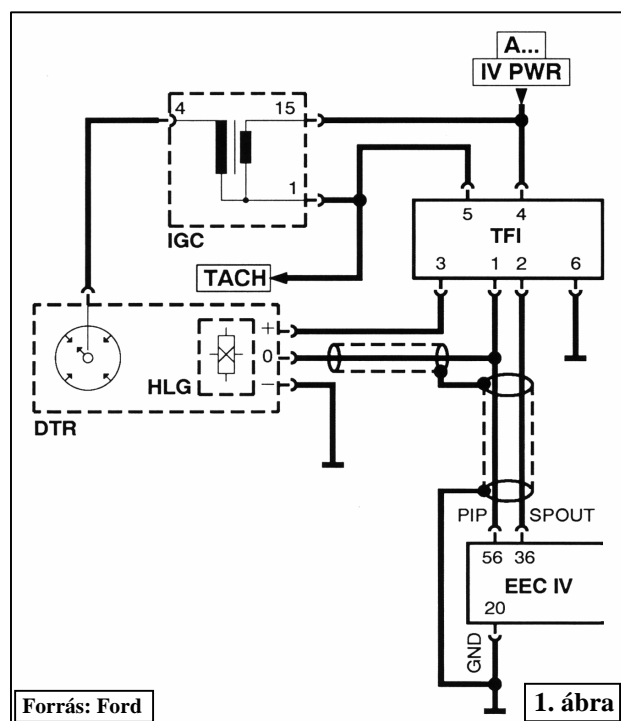
- tekercsgyújtás,
- zárásszög szabályzású primeráram határolás,
- Hall jeladás,
- motorvezérlő által irányított elosztós, elektronikus gyújtás (EZ)

#### 1.2. Felépítése és működése

A motorirányító gyújtórendszere (1. ábra) egy jól bevált „TZ gyújtás” továbbfejlesztett változata. Primeráram határolós tranzistoros gyújtásként úgy működött, hogy a gyújtáselosztóban elhelyezett Hall jeladó (HLG) jelének (PIP jel) felfutó élére a gyújtásmodul (TFI) kikapcsolta végfokát és ekkor megjelent

a gyújtóív. (Természetesen ez időtáiban az előgyújtás vezérlés mechanikus volt, tehát röpsúlyos és depressziós előgyújtás vezérlőkkel rendelkezett.) Az elektronikus motorirányítóvá válást követően az alábbiak szerint működik:

A gyújtáselosztóban (DTR) elhelyezett Hall jeladó 50%-os kitöltési tényezőjű négyszögjelet (PIP) állít elő. Indítózáskor és a beindulási folyamat alatt egy meghatározott fordulatszámig (pl. 450 1/min) a PIP jel



- DTR – Gyújtáselosztó
- HLG – Hall-jeladó
- IGC – Gyújtótekercs
- TFI – Gyújtásmodul
- EEC IV – Elektronikus motorirányító egység
- PIP – Fordulatszám és vonatkoztatási jel
- SPOUT – Gyújtásvezérlő jel
- GND – Test
- TACH – Fordulatszám-mérő csatlakozás
- A.../IV PWR – „+” táp („15”)

felfutó élé váltja ki a gyújtásmodulban a végfok tranzisztor zárását. E fordulatszám határig a rendszer az úgynevezett kezdeti előgyújtásszöggel üzemel, amelynek nagyságát a gyújtáselosztó helyzete határozza meg. (Példánkban ez majd  $10^\circ$  lesz.) Ekkor a rendszer még úgy működik, mint egy áramhatárolós zárásszög vezérlésű Bosch terminológia szerinti tranzistoros gyújtás (TZ)

Ha a motor beindult az EECIV bemeneti információi alapján (fordulatszám, szívócső-nyomás, hőmérsékletek, stb.) előállítja az  $U_{SPOUT}$  jelet, amelynek felfutó élé szintén a gyújtásmodulban a végfok kikapcsolását vonja maga után. Mivel az  $U_{SPOUT}$  felfutó élé megelőzi az  $U_{PIP}$  felfutó élét, a rendszer az előgyújtás-szöget a kezdetihez képest növeli.

A jobb megértés céljából most adatokat veszünk fel, pár jellemzőt kiszámolunk és megrajzolunk négy alapvető időfüggvényét.

### Adatok:

A motor főténgelyének fordulatszáma:  $n = 1500 \text{ 1/min} = 25 \text{ 1/s}$

A motor négyütemű:  $i=4$

Hengerszám:  $z=4$

Zárásidő:  $t_z=4 \text{ ms}$

Áramhatárolási idő:  $t_{\text{hat}}=1 \text{ ms}$

A primeráram határolási értéke:  $i_{\text{pmax}}=6 \text{ A}$

A fordulatszám és vonatkoztatási jel kitöltési tényezője:  $k_{\text{PIP}}=50 \%$

A kezdeti előgyújtásszög:  $\alpha_0=10^\circ$  (a gyújtáselosztó beállításából adódik)

A pillanatnyi előgyújtásszög:  $\alpha_{\text{gy}}=25^\circ$  (feltételezett memória adat)

### Számított értékek:

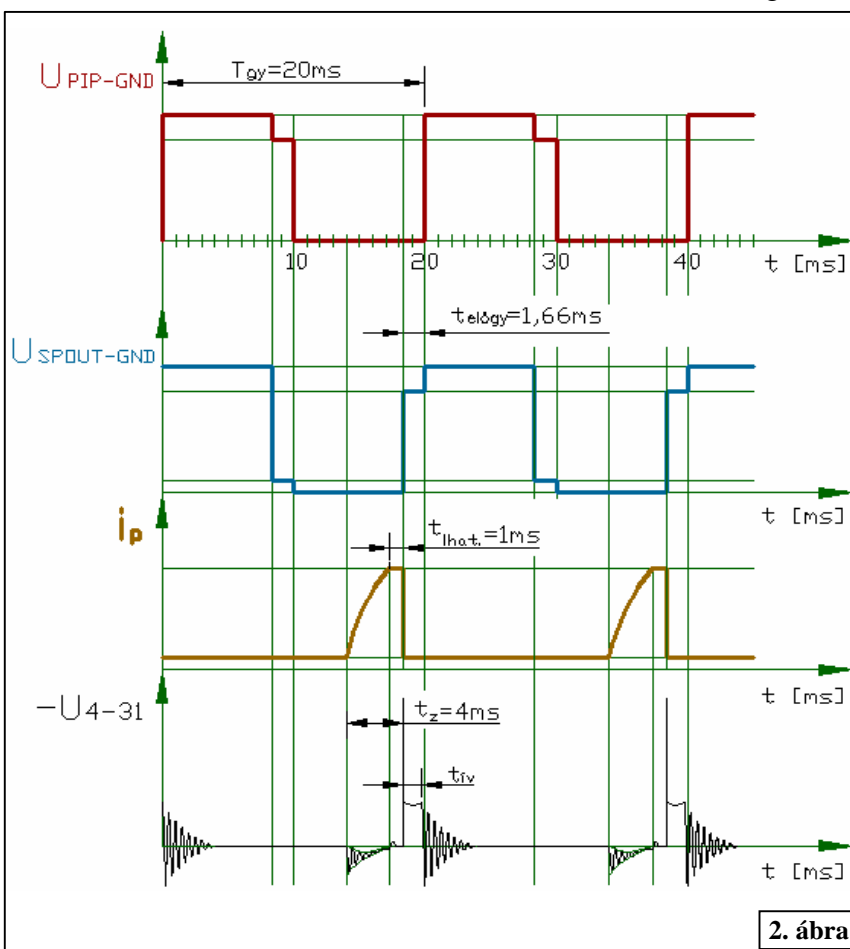
A gyújtás periódusideje:  $T_{\text{gy}}=1/25*2=0,02 \text{ s}=20 \text{ ms}$

A főténgely periódusideje:  $T_{\text{föt}}=1/25=0,04 \text{ s}=40 \text{ ms}$

A főténgely  $1^\circ$ -os elfordulásához szükséges idő: „ $1/v$ ” =  $40 \text{ ms}/360^\circ \gg 0,11 \text{ ms}/^\circ$

Az előgyújtásidő:  $t_{\text{előgy}} \gg 15^\circ * 0,11 \text{ ms}/^\circ \gg 1,66 \text{ ms}$

Példánkban a  $25^\circ$ -os pillanatnyi előgyújtásszöghöz az  $U_{\text{SPOUT}}$  felfutó élének 1,66 ms-al kell megelőznie az  $U_{\text{PIP}}$  felfutó élét, hiszen  $15^\circ$ -os előreállításra van szükség. (A kezdeti előgyújtásszög ugyanis  $10^\circ$ )



2. ábra

A mellékelt (rajzolt) oszcillogramokon az alábbiak figyelhetők meg:

- a Hall jeladó által előállított PIP jel egy  $T_{\text{gy}} = 20 \text{ ms}$  periódusidejű négyszögjel, amelynek kitöltési tényezője  $k_{\text{PIP}}=50 \%$ , hiszen 10ms-ig magas ( $\approx 12\text{V}$ ) szintű és 10ms-ig alacsony ( $\approx 0\text{V}$ ) szintű.

- az SPOUT jel, amelyet az EECIV (tehát a motor ECU) állít elő, szintén négyszögjel.

- esetünkben, mivel nem indítózunk és nem kényszerfutásban megy a rendszer, az  $U_{\text{SPOUT}}$  jel felfutó élére következik be a végfok-tranzisztor zárása, tehát 1,66 ms-mal a PIP jel felfutó éle előtt jön létre a gyújtóív. Ez nyomon követhető a primer áram és a szekunder feszültség oszcillogramjain is.

- a gyújtásmodul végfok tranzisztorát az adott feltételek mellett periódusonként  $t_z=4 \text{ ms}$ -ig tartja nyitva. A primer áram 3 ms alatt éri el a határolási értéket, majd 1ms-os áramhatárolási szakasz következik.

- az áramhatárolás kezdete megfigyelhető a szekunder oszcillogramon is.

- az ívfenntartási idő kb. 1,5 ms. (Ez többek között a felhalmozott gyújtásenergiától, a sűrítési végnomástól és a gyertyaelektroda hézagától függ, és egyszerű módon nem számítható adat.)

## 2. Suzuki G13-BA motorirányító rendszer gyújtóáramkörének jellemzői, felépítése és működése

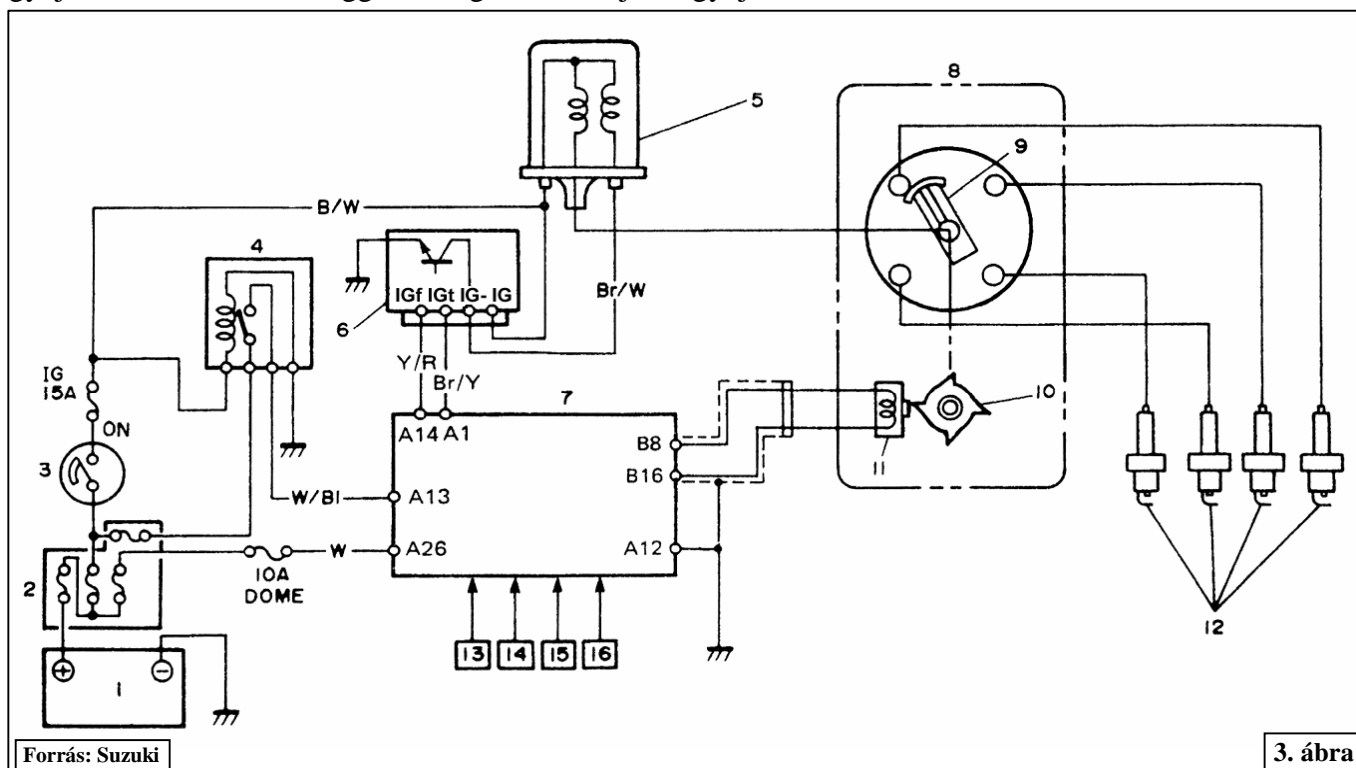
A gyújtásoldalról bemutatásra kerülő Suzuki G13-BA motorirányítót a „régiből központi befecskendezéses” Suzuki Swift-ekbe építették be, amely hazánkban igen nagy darabszámban került forgalomba, ezért erről is azt gondoljuk, van esélye a praktizáló autószerelőnek, hogy találkozik vele.

## 2.1. A gyújtás főbb jellemzői:

- tekercsgyújtás,
- zárászög vezérlésű, primeráram határolás csak rendszerhibából adódó túláram esetén jön létre,
- indukciós jeladós,
- motorvezérlő által irányított elosztós, elektronikus gyújtás (EZ)
- gyújtás-visszaigazoló jelet (IGF) képez,
- rendelkezik digitális alapjárt szabályzással

## 2.2. Felépítése és működése

Az ECM a bemeneti információi (motorfordulatszám, szívócsőnyomás, fojtószelepállás, hőmérsékletek, stb.) alapján előállítja az IGT jelet. Az 5V-os amplitúdójú négyszögjel felfutó élére a gyújtásmodul a primer tekercset bekapcsolja. Ekkor növekedhet a primer áram az alábbi úton: akku. „+”, biztosítók, gyújtáskapcsoló, biztosító (IG 15A), primer tekercs, gyújtásmodul IG-, végfok tranzisztor, gyújtásmodul test. A gyújtásidőzítő jel lefutó élére a tekercset a végfok kikapcsolja, és ezáltal az aktuális – a gyújtáselosztó állásától függő – hengerben létrejön a gyújtóív.



Forrás: Suzuki

3. ábra

1 – Akkumulátor  
2 – Biztosítók  
3 – Gyújtáskapcsoló  
4 – Főrelé

5 – Gyújtótekercs  
6 – Gyújtásmodul  
7 – Motorirányító egység (ECM)  
8 – Gyújtáselosztó  
9 – Elosztó rotor  
10 – Jeladó rotor (póluskerék)

11 – Fordulatszám és vonatkoztatási jeladó (CAS)  
12 – Gyújtógyertya  
13 – Fojtószelepállás jel (TPS)  
14 – Motorhőmérséklet jel (WTS)  
15 – Szívócsőnyomás jel (PS)  
16 – Vizsgálati (beállítási) bemenet  
IG- – Gyújtótekercs „-” („1”)  
IGt – Gyújtásidőzítő jel  
IGf – Gyújtás-visszaigazoló jel  
IG – „+” táp („15”)

A jobb megértés céljából most ismét adatokat veszünk fel, pár jellemzőt kiszámolunk és megrajzolunk négy alapvető időfüggvényét.

### Adatok:

A motor főtengelyének fordulatszáma:  $n = 2400 \text{ 1/min} = 40 \text{ 1/s}$

A motor négyütemű:  $i=4$

Hengerszám:  $z=4$

Zárásidő:  $t_z=3\text{ ms}$

Az elosztóba épített indukciós jeladó póluskerekének fogszáma:  $z_K=4$

A kezdeti előgyújtásszög:  $\alpha_0=10^\circ$  (a gyújtáselosztó beállításából adódik)

A pillanatnyi előgyújtásszög:  $\alpha_{gy}=30^\circ$  (feltételezett memória adat)

### Számított értékek:

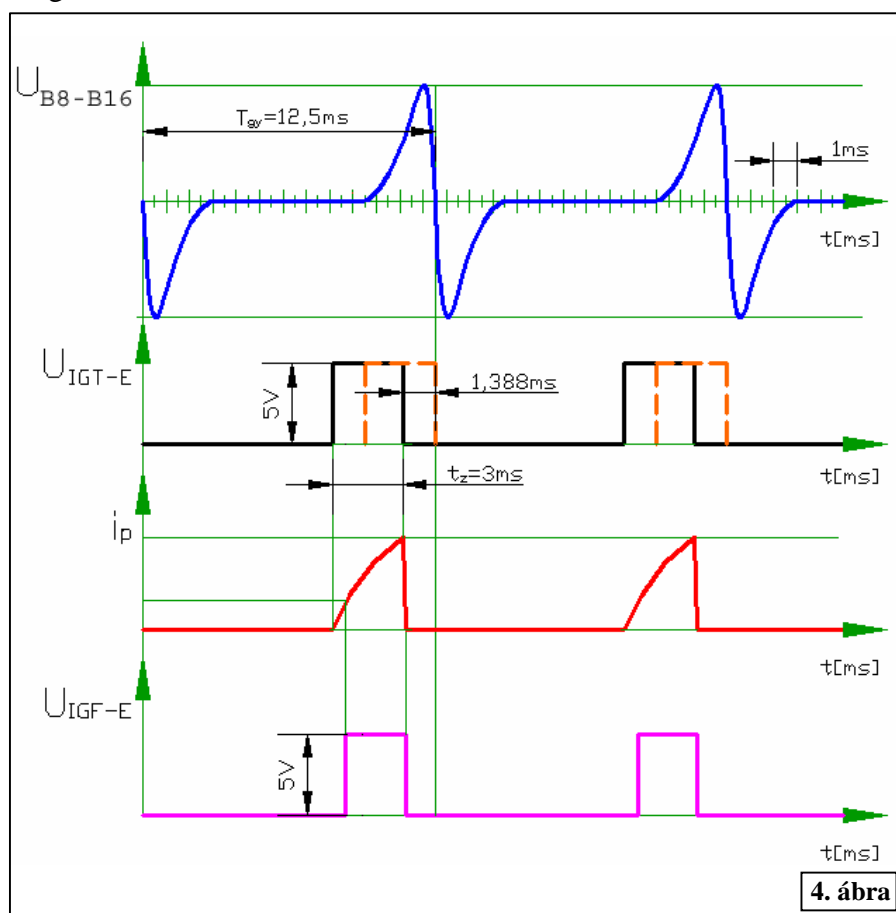
A gyújtás periódusideje:  $T_{gy}=1/40*2=0,0125\text{ s}=12,5\text{ ms}$

A főtengety periódusideje:  $T_{föt}=1/40=0,025\text{ s}=25\text{ ms}$

A főtengety  $1^\circ$ -os elfordulásához szükséges idő: „ $1/v$ ” =  $25\text{ ms}/360^\circ \gg 0,0694\text{ ms}/^\circ$

Az előgyújtásidő:  $t_{előgy} \gg 20^\circ * 0,0694\text{ ms}/^\circ \gg 1,388\text{ ms}$

Példánkban a  $30^\circ$ -os pillanatnyi előgyújtásszöghöz az  $U_{IGT-E}$  lefutó élének tehát  $1,388\text{ ms}$ -al kell megelőznie az  $U_{B8-B16}$  lefutó élét, hiszen  $20^\circ$ -os előreállításra van szükség.



A mellékelt (rajzolt) oszcillogramokon az alábbiak figyelhetők meg:

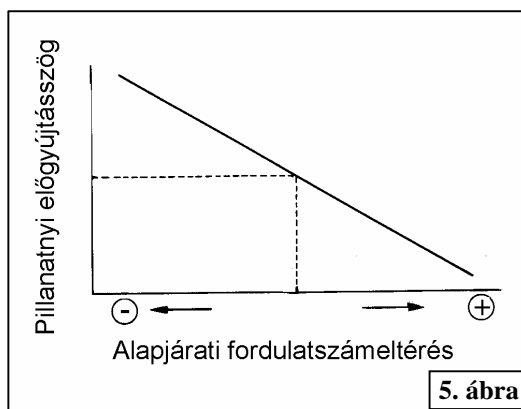
- a gyújtáselosztóban elhelyezett indukciós jeladó az  $U_{B8-B16}$  szerinti feszültségjelet hozza létre. Tudnunk kell, hogy indítózaskor és a beindulási folyamat alatt egy meghatározott fordulatszámig a jel lefutó élével egybeesik az IGT jel lefutó éle, (sárgával szaggatottan rajzolva) tehát a rendszer az elosztó beállításától függő (fix) kezdeti előgyújtásszöggel üzemel. (Így működik kényszerfutáskor és a diagnosztikai csatlakozó „E és D” csatlakozásának összekapcsolásakor – beállítási helyzetben – is.)
- ha a motor beindult a motor ECU bemeneti információi alapján (fordulatszám, szívócsőnyomás, hőmérsékletek, stb.) a gyújtásidőzítő jelet az előgyújtás-és a zárásszög-jellegzőnek megfelelően módosítja.

- az IGT jel „H” szintje esetünkben  $t_z=3\text{ ms}$ , az adott fedélzeti feszültség mellett ennyi idő kell, hogy a primer körben a primer áram az optimálisra növekedhessen. A zárásszög ekkor  $3/12,5*90^\circ=21,6^\circ$ .

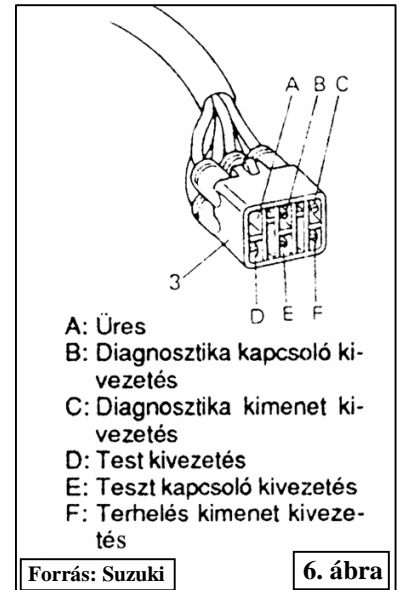
- a primer áram oszcillogramját tanulmányozva levonhatjuk a következtetést, e rendszerenél nincs primeráram határolás.

- a gyújtás visszaigazoló jelet (IGF jel) a gyújtásmodul állítja elő és azt az ECM dolgozza fel. Ez is egy  $5\text{V}$ -os amplitúdójú négyszögjel, amely esetünkben a primer áram változásáról ad információt. Ha e jel kimarad, az ECM a katalizátor védelme érdekében gyújtásoldalról leállítja a motort.

Nem beszéltünk még a digitális alapjárat szabályzásról (DLS). Ennek lényege (Lásd 5. ábra!), hogy a korszerű Otto-motorok gyújtórendszerei a kis alapjárat egyenlőtlenségi fok (kis fajlagos szögsebesség ingadozás) elérése érdekében alapjáraton az előgyújtásszöget nem tartják állandó értéken. Pillanatnyi



nagyságát attól függően változtatják, hogy milyen mértékben változik a főtegyel szögsebessége. Ha például az ECM egy adott henger munkakörmét követően túlzottan nagy szöggyorsulást érzékel, ennek korrekciójaként a gyújtásrendben következő henger előgyújtásszögét csökkenti. Természetesen, ha az irányítóegység ellentétes hatást érzékel az aktuális henger előgyújtását növelni fogja. Tehát alapjáraton az előgyújtásszög folyamatosan változik, olyan, mintha egy hagyományos rendszernél „lógna az elosztó tengelye”, vagy egyenlőtlenül kopott lenne a megszakító bütyök. A DLS igen egyenletes alapjáratot képes létrehozni, de tudnunk kell, hogy miatta nem beszélhetünk e gyújtásoknál alapelőgyújtásról, csak kezdeti előgyújtásszögről. Ahhoz, hogy a DLS működését megállítsuk, – tehát a kezdeti előgyújtásszög beállítható legyen – e rendszernél a diagnosztikai csatlakozóban az úgynevezett teszt kivezetést testelni kell. Tehát a 6. ábra szerint az „E” és „D” kivezetéseket egy vezetékkel össze kell kötni. Ekkor a digitális alapjárat szabályzás megáll, és a kezdeti előgyújtásszög a gyárilag előírt értékre állítható.



### 3. Peugeot 405 BFZ (Sagem 4GJ) motorirányító rendszer gyújtóáramkörének jellemzői, felépítése és működése

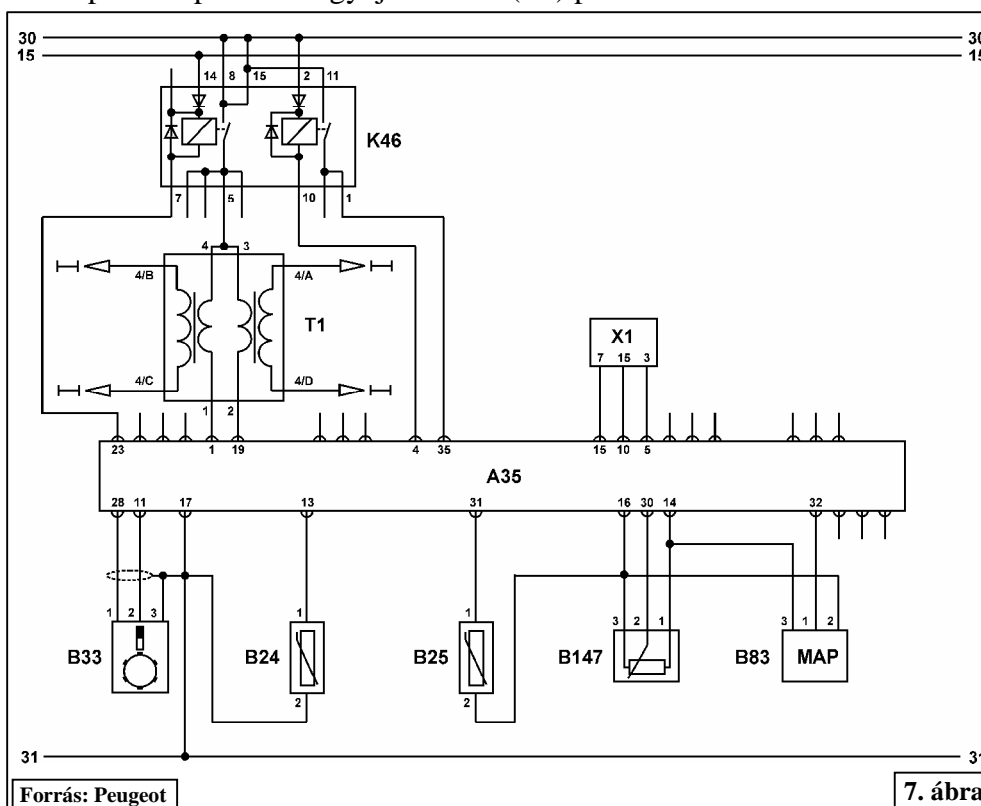
A gyújtásoldarról ebben az alfejezetben bemutatásra kerülő motorirányító a duplaszikrás gyújtásra ad gyakorlatban megvalósított példát.

#### 3.1. A gyújtás főbb jellemzői:

- tekercsgyújtás,
- zárásszög vezérlésű, primeráram határolás csak rendszerhibából adódó túláram esetén jön létre,
- indukciós jeladós,
- motorvezérlő által irányított,
- duplaszikrás (VEZ; D-DIS)

#### 3.2. Felépítése és működése

A 7. ábrán látható kapcsolás szerint az elektronikus irányítóegység (A35) végfokain keresztül most két összeépített duplaszikrás gyújtótekercs (T1) primerkörébe avatkozik be. Az egyik tekercs kikapcsolása az 1-4 hengerekben (4A-4D), a másiké a 2-3 hengerekben (4B-4C) hoz létre egyszerre gyújtóívet.



- K46 – Relémodul
- T1 – Gyújtótekercsek
- X1 – Diagnosztikai csatlakozó
- A35 – Elektronikus irányítóegység
- B33 – Motorfordulatszám és vonatkoztatási jeladó
- B24 – Motorhőmérséklet jeladó
- B25 – Levegőhőmérséklet jeladó
- B147 – Fojtószelepállás érzékelő
- B83 – Szívócsőnyomás jeladó

A jobb megértés céljából az alábbi adatokat vettük fel, ismét pár jellemzőt kiszámoltunk és megrajzoltunk öt alapvető időfüggvényét.

**Adatok:**

A motor főtengelyének fordulatszáma:  $n = 1000 \text{ 1/min} = 16,66 \text{ 1/s}$

A motor négyütemű:  $i=4$

Hengerszám:  $z=4$

Zárásidő:  $t_z=3,2 \text{ ms}$

A lendítőkeréken lévő póluskerék fogszáma:  $z_K=60-2$  (Tehát  $6^\circ$ -onként van egy fog, de két egymást követő fog egy helyen hiányzik.)

A hiányzó fogak közepe 19 foggal az 1-4 henger felső holtpontja előtt helyezkedik el.

A pillanatnyi előgyújtásszög:  $\alpha_{gy}=12^\circ$  (Feltételezett memória adat.)

A primeráram optimális értéke:  $i_{popt}=6,4 \text{ A}$

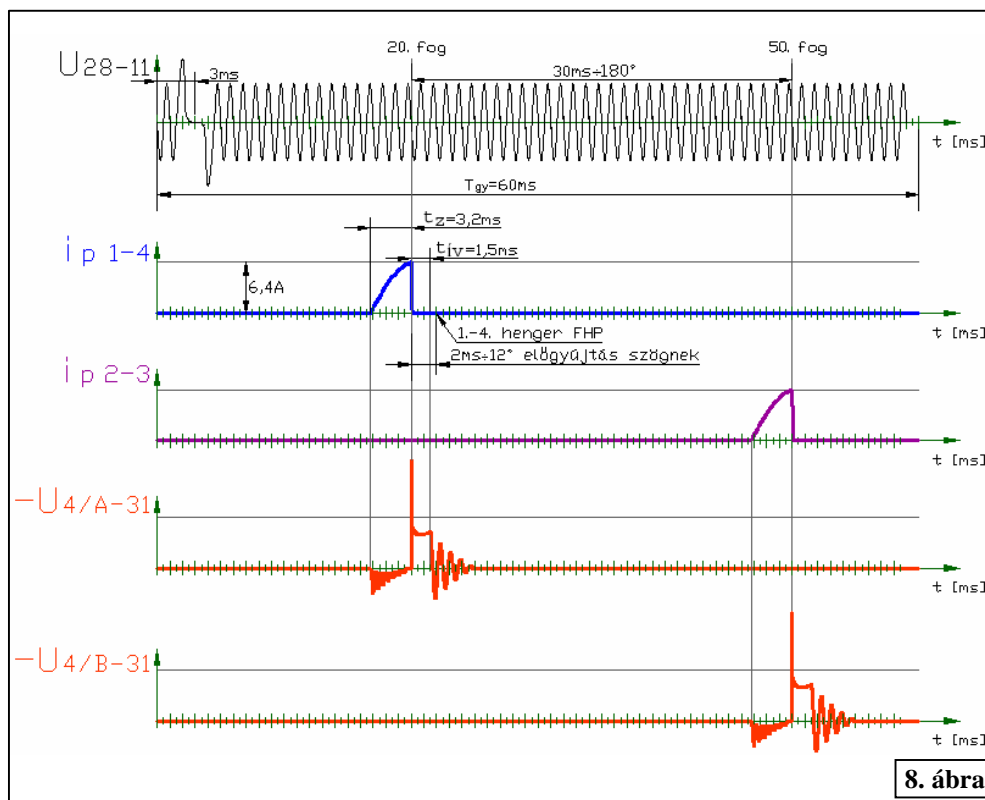
**Számított értékek:**

A gyújtás periódusideje:  $T_{gy}=1/16,6 = 0,06 \text{ s} = 60 \text{ ms}$  (Mivel D-DIS fordulatonként hoz létre egy-egy gyújtó tekercs gyújtóívét.)

A főtengely periódusideje:  $T_{föt}=1/16,6 = 0,06 \text{ s} = 60 \text{ ms}$

A fenti adatok alapján a főtengely milliszekundumonként fordul  **$6^\circ$ -ot, 1 fogosztásnyit.**

A mellékelt (rajzolt) oszcillogramokon az alábbiak figyelhetők meg:



- mivel a lendítőkeréken elhelyezkedő 60-2 fogas póluskerék „foghiányának” közepe 19 foggal ( $19 \times 6^\circ = 114^\circ$ -kal) az 1. és 4. henger felső holtpontja előtt kerül az indukciós jeladó elé, és a bemeneti információik alapján az 1-4 hengerekben épp  $12^\circ$  pillanatnyi előgyújtásszöget kíván az ECU beállítani, a „foghiány után” 17 foggal – tehát  $17 \times 6^\circ = 102^\circ$ -kal, azaz 17 ms-mal – kell az 1-4 hengerek primer tekercsét kikapcsolni.

- ha az optimális primer áram eléréséhez a pillanatnyi fedélzeti feszültség mellett 3,2 ms-ra van szükség, az ECU 3,2

ms-mal kapcsolja be a tekercset a kikapcsolás előtt. Ez esetünkben  $3,2\text{ms}/60\text{ms} \times 180^\circ = 9,6^\circ$  zárásszöget eredményez.

- az ECU a másik hengerpár primertekercsét, azonos előgyújtásszöget feltételezve, az 1-4 hengerekhez képest  $180^\circ$ -ra, tehát 30 ms  $\Rightarrow$  30 fog késéssel, ugyanígy vezérli. (Természetesen a hengerpárok gyújtógyertyáiban egyszerre keletkezik ív, de csak az épp sűrítési ütemet végző hengerben indul meg az égés.)

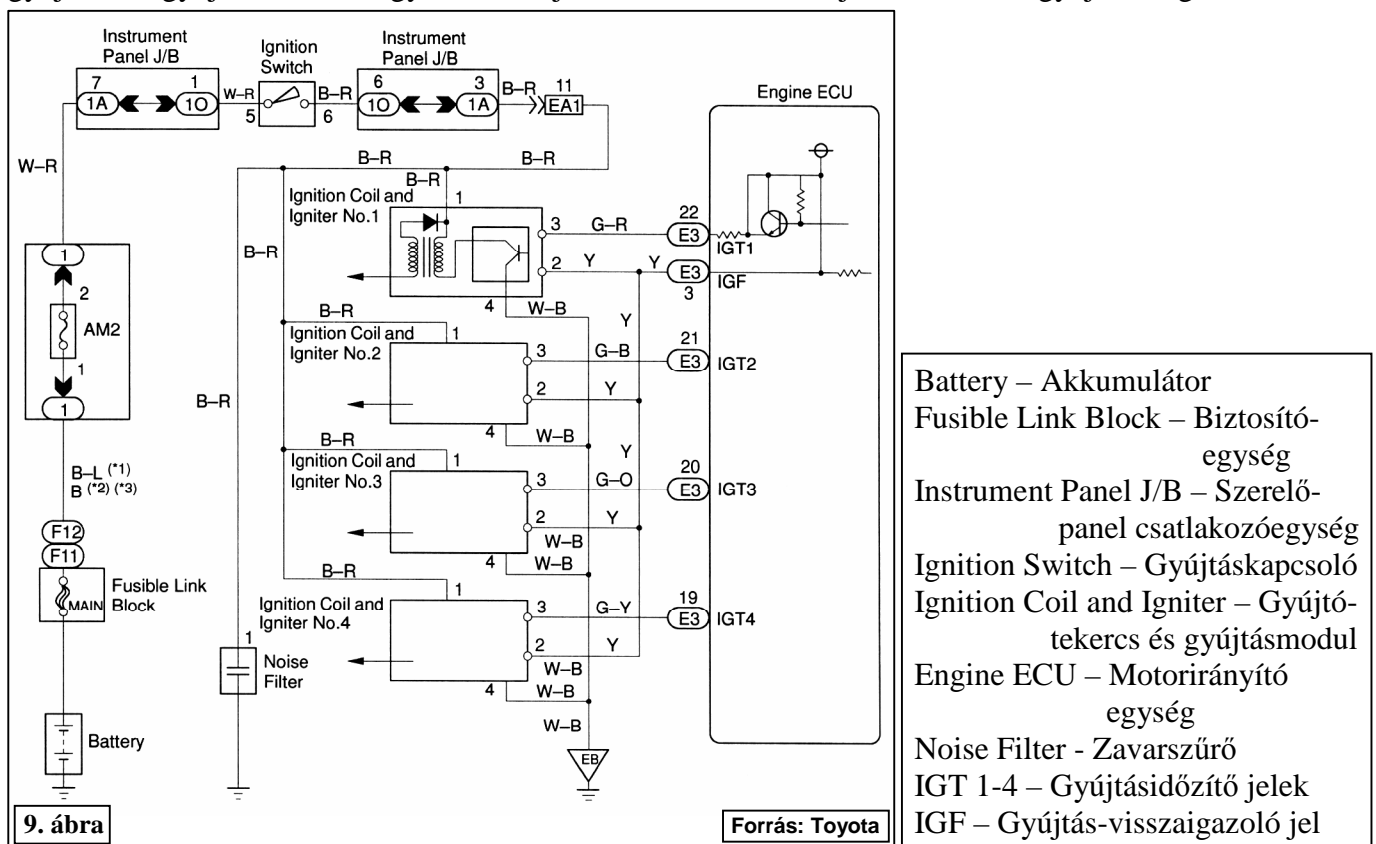
## 4. Toyota Yaris 2NZ-FE motorirányító rendszer gyújtóáramkörének jellemzői, felépítése és működése

### 4.1. A gyújtás főbb jellemzői:

- tekercsgyújtás,
- zárásszög vezérlésű, primeráram határolás csak rendszerhibából adódó túláram esetén jön létre,
- indukciós jeladós, a lendítőkeréken és a vezérműtengelyen is elhelyeztek egy-egy póluskereket és hozzájuk kapcsolódó indukciós jeladót,
- motorvezérlő által irányított, a motor változó szelepvezérlésű,
- különszikrás (VEZ; S-DIS)
- adaptív kopogásmentesített,
- IGF jelet képez,
- a gyújtásmodulet beépítik a gyújtótekercsbe.

### 4.2. Felépítése és működése

A 9. ábrán látható kapcsolás szerint az elektronikus irányítóegység (Engine ECU) bemeneti információi alapján (ezeket a kapcsolási vázlat nem tünteti fel) hengershámnak (4) megfelelő számú gyújtásidőzítő jelet generál. Az 5V-os amplitúdójú négyzetjelek egy-egy gyújtótekercsbe egybeépített gyújtásmodulet vezérelnek. E feszültségjelek felfutó élére nyitnak a végfokok, a lefutó élére zárnak, és létrejön a gyújtóív. A gyújtásmodulek egyetlen IGF-jel vezetéken informálják az ECU-t a gyújtás megtörténtéről.



### Adatok:

A motor főtengelyének fordulatszáma:  $n = 3333 \text{ 1/min} = 55,5 \text{ 1/s}$

A motor négyütemű:  $i=4$

Hengershám:  $z=4$

Zárásidő:  $t_z=3,2 \text{ ms}$

A lendítőkeréken lévő póluskerék fogszáma:  $z_{NE}=36-2$  (Tehát  $10^\circ$ -onként van egy fog, de két egymást követő fog egy helyen hiányzik.)

A hiányzó lendítőkerék fogak közepe 19 foggal az 1-4 henger felső holtpontja előtt helyezkedik el.

A vezérműtengelyen lévő póluskerék fogszáma:  $z_G=4-1$  (Tehát  $90^\circ$ -onként van egy fog, de egy hiányzik.)

A kezdeti előgyújtásszög:  $\alpha_0=5^\circ$

A pillanatnyi előgyújtásszög:  $\alpha_{gy}=45^\circ$  (Feltételezett memória adat.)

### Számított értékek:

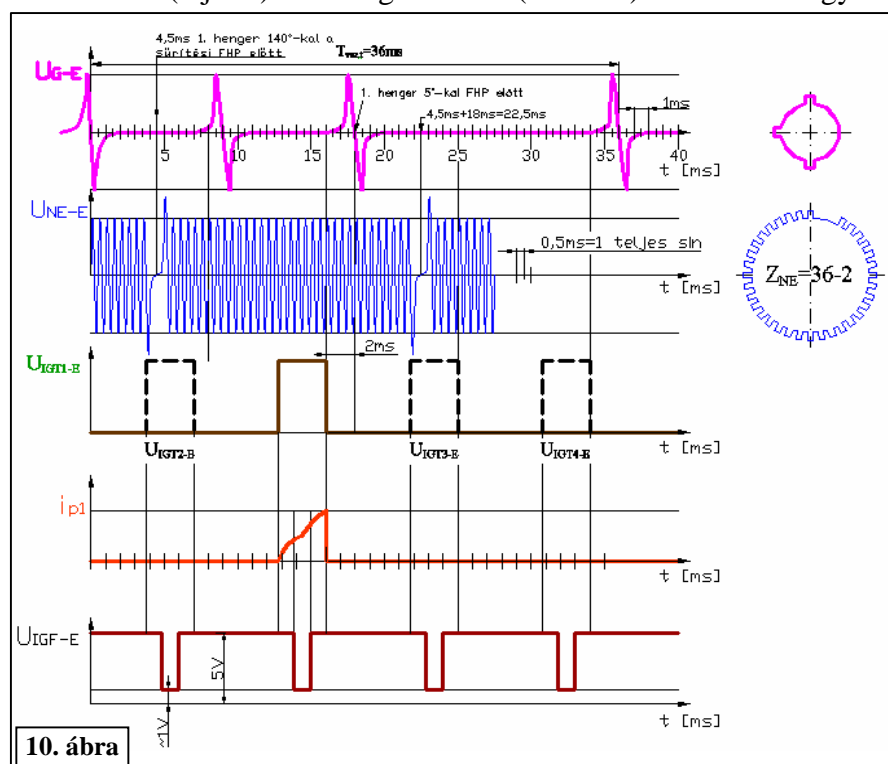
A gyújtás periódusideje:  $T_{gy} = 2/55,5 = 0,036 \text{ s} = 36 \text{ ms}$  (Mivel S-DIS két főtengely-fordulatonként hoz létre egy-egy gyújtótekerccs gyújtóívet.)

A főtengely periódusideje:  $T_{főt} = 1/55,5 = 0,018 \text{ s} = 18 \text{ ms}$

A fenti adatok alapján a főtengely milliszekundumonként fordul  $20^\circ$ -ot, 2 főtengely-póluskerék fogosztásnyit.

Indításkor – ekkor a motor kezdeti előgyújtásszöggel üzemel – a rendszer az NE jel foghiányát követő G jel második lefutó élére gyújt az 1. hengerben.

A mellékelt (rajzolt) oszcillogramokon (10. ábra) az alábbiak figyelhetők meg:



- a fenti fordulatszám mellett, 0,5 ms-onként követik egymást az NE jel lefutó élei, miközben a főtengely  $10^\circ$ -okat fordul el.
- az ECU bemeneti információi alapján miután az 1. hengert beazonosította (NE és G jelek szükségesek ehhez) az IGT jelekkel vezérli a gyertyatrafókba beépített gyújtás-modulokon keresztül a tekerceket.
- a példaként választott adatok mellett az  $5+40^\circ$  előgyújtásszög esetén az 1. henger IGT jelének lefutó élét 2 ms-mal a G lefutó éle elé kell „tenni”, hiszen 2 ms alatt  $40^\circ$ -ot fordul a motor főtengelye. Feltéve, hogy nincs kopogásmentesítés, a további IGT jelek 9 ms –onként követik egymást.
- a zárásidő az adott feltételek mellett  $3,2 \text{ ms}$ , ami megfelel  $3,2 \text{ ms} / 36 \text{ ms} * 360^\circ = 32^\circ$  zárásszögnek.

- megfigyelhető, hogy a primer áram oszcillogramjának „alakja” különleges, az áramfelfutás eltér a szokásos exponenciális lefolyástól. (Tehát a látható görbe nem rajzi hiba.) Ez a gyertyatrafóknál – a kis méretre törekvés miatt alkalmazott – állandómágneses vasmag következménye.

- a gyújtás-visszaigazoló jelet a gyújtásmodulok állítják elő. Amikor az adott tekerccs primer árama eléri az első megjelölt áramküszöböt, az aktuális modul az  $U_{IGF}$  vezeték potenciálját kb. 1V-ra húzza, majd a második küszöb elérésénél visszaemeli. Tehát a primeráram figyelésén alapul ez esetben is az IGF jel képzése.

2008-07-18

*A gyújtástémakörrel szóló cikksorozatot befejeztük.*

*A következő témakör első írása három hét múlva jelenik meg!*