

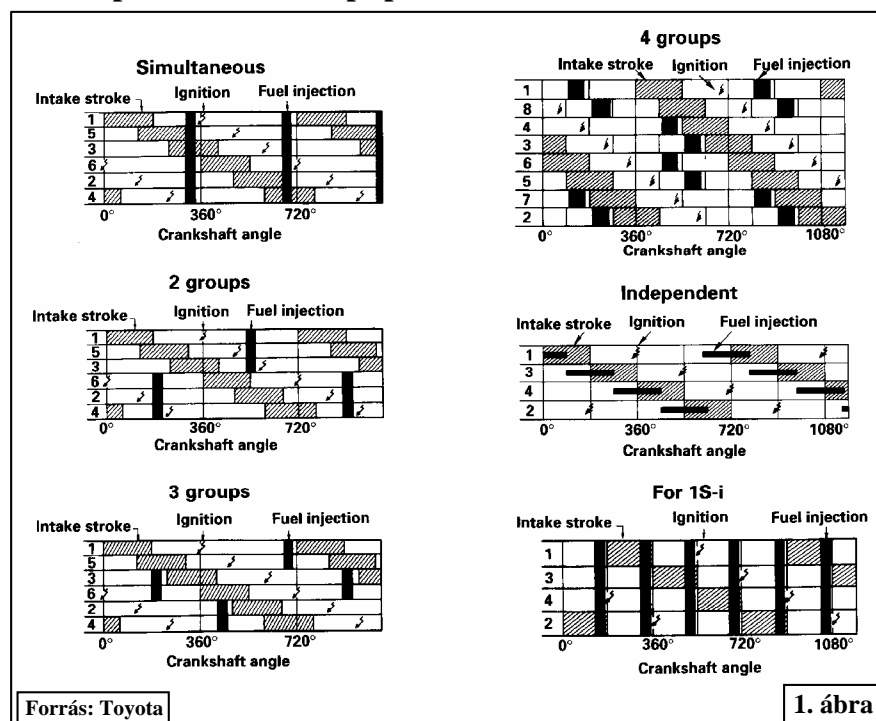
5.5. Benzinbefecskendező és integrált motorirányító rendszerek

(Ötödik rész)

A keverékképzési hibák beazonosítása során a vizsgálatot végző személynek gyakran szüksége van arra, hogy ismerje, hogyan vezérli az adott motor befecskendező szelepeit az ECU. Fontos kérdés lehet az is, hogy a motor hány milliszekundum befecskendezési idővel üzemel, hiszen elsősorban ez határozza meg a keverék-összetételt. Ha a javítóműhely rendelkezik oszcilloszkóppal, akkor legegyszerűbb a keresett időt a mérőeszköz felhasználásával meghatározni.

A benzinbefecskendező és integrált motorirányító rendszerek témakör ötödik cikkében a befecskendező szelepek vezérléséről és az úgynevezett befecskendezési oszcillogramokról lesz szó.

1. Szelepműködtetési alaptípusok



Az 1. ábrán a leggyakrabban alkalmazott befecskendezési módokat követhetjük nyomon.

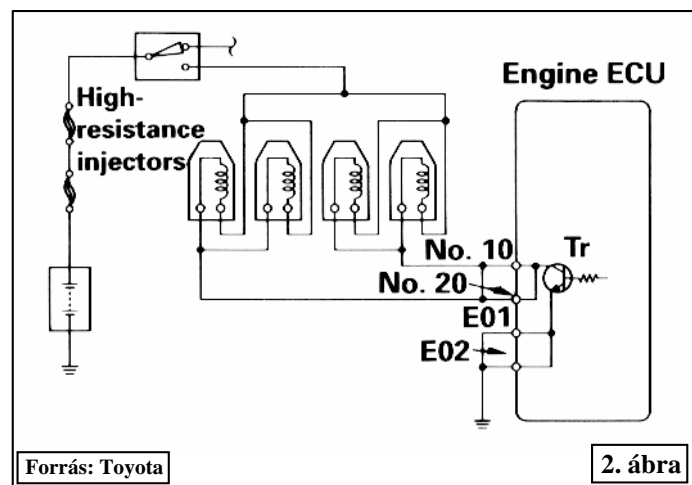
A szimultán (simultaneous) befecskendezésnél az összes szelep egyszerre fecskendez, motorfordulatonként, tehát két befecskendezéssel viszi be az egy ciklusban szükséges tüzelőanyag mennyiségét. A csoport (groups) befecskendezésre három példát is láthatunk. Hathengeres motoroknál a 2 csoportos, 3-3 – gyújtássorrendben egymást követő – szelepe fecskendez egyszerre. A 3 csoportosnál 2-2 szelep fecskendez egy időben, a 4 csoportosnál is 2-2, csak ott már 8 hengeres a motor.

Természetesen a motor működés szempontjából van a befecskende-

zésnek egy ideális időszakasza, ezért a legkorszerűbb rendszerek a gyújtássorrendet követve, egymástól függetlenül (independent) fecskendeznek. (Ez utóbbit legtöbbször szekvenciális befecskendezésnek nevezik.). Az ábrából kikövetkeztethetjük, hogy szívócsatorna befecskendezésnél a tüzelőanyag bevitel (fuel injection) ideális időszakasza a kipufogási ütem vége és a szívási ütem (intake stroke) kezdete.

A központi benzinbefecskendezőknél alapesetben a szelep munkáütemenként – tehát 4 hengeres motornál 180°-onként – fecskendez. Ez az ábrán a „For 1S-i” elnevezést kapta.

2. A befecskendező szelepek áramkörei

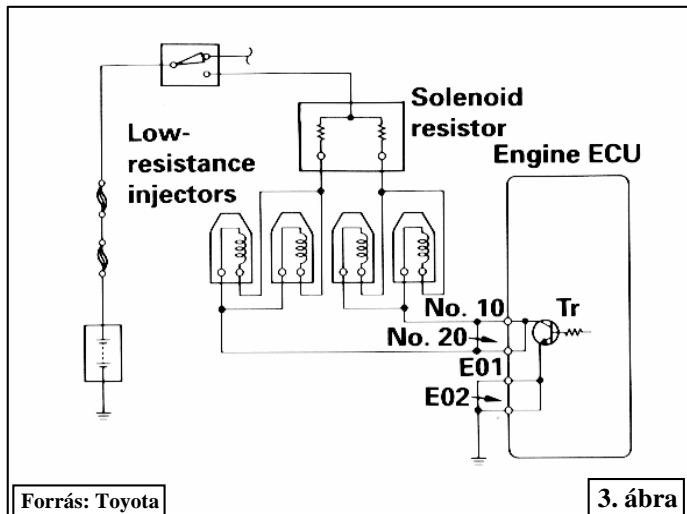


A 2-4 ábrákon szimultán befecskendezők áramköri megvalósításait közöljük

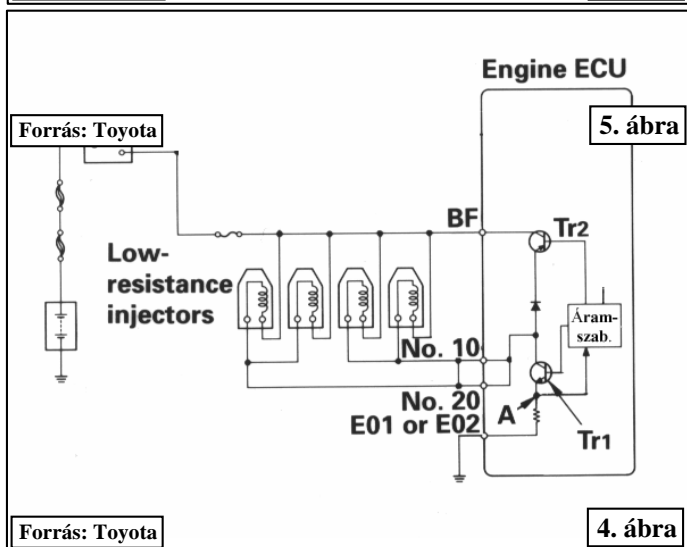
A 2. ábrán viszonylag nagy ellenállású (kb. 10-16 Ω-os) szelepek előtt ellenállások nélkül vannak párhuzamosan kapcsolva.

A szelepek a „+ tápot” közvetlenül a gyújtáskapcsoló IG jelű (15) csatlakozójáról kapják. A motor ECU a befecskendező szelepeket a „No.10” és „No.20” csatlakozási pontok végfoktesthez kapcsolásával (E01 és E02) kapcsolja be.

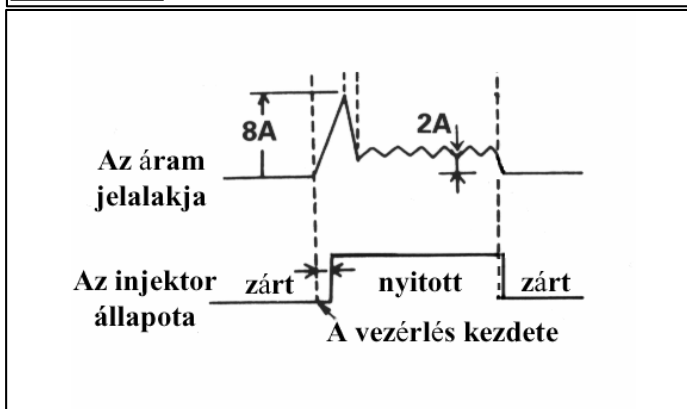
A motorirányító egység csatlakozóinak terheléscsökkentése céljából a szelepáramokat 2-2-csatlakozón keresztül „viszik be, illetve hozzák ki”.



A belépés előtt történő összekapcsolás az érintkezők egyenletes terhelését igyekszik biztosítani. A 3. ábrán egy olyan motorba készült szelepkapcsolást láthatunk, amelynél a szelepek magas motorhőmérséklet mellett túlmelegedhetnek, és fennállna a bennük lévő benzin gőzösödésének veszélye. Ha ekkor kisebb ellenállású (pl. 2Ω -os) szelepeket alkalmaznak és eléjük megfelelő nagyságú előtétet kapcsolnak, a szelepeket a rajtuk átfolyó működtető-áram kevésbé fogja melegíteni. Ekkor a szelepáram által fejlesztett hő jelentős hányada az előtétteken fejlődik. Ezzel elkerülhető a szelepek megengedett hőmérséklet fölé hevülése.



A 4. ábrán az úgynevezett áramszabályozószelepvezérlési módot mutatjuk be. Ennek lényege, hogy a kis ellenállású szelepeket ekkor előtét nélkül kapcsolják az ECU-hoz. A bekapcsolás pillanatában az áram igen gyorsan elkezd növekedni. Például 4db 2Ω -os szelepet és 12V fedélzeti feszültséget feltételezve, az áram 24 A-hoz tart. A szelepáramot azonban az áramszabályzó csak valamennyivel a meghúzási áram fölé engedi emelkedni. Az 5. ábra tanúsága szerint ez szelepenként 2A, ami összesen 8A. Ezt követően Tr1-t az áramszabályzó zárja, ugyanekkor Tr2-t nyitja mindaddig, amíg a szelepáramok le nem csökkennek a szelepenkénti 0,5 A re, ami összesen 2 A. Mivel ez nagyobb, mint a szelep-elengedési áram, a befecskendező szelepek ekkor még nem fognak zárni, tovább fecskendeznek. Ezt követően az áramszabályzó Tr1-t és Tr2-t nagy frekvenciával (20 kHz) ki-be kapcsolgatja, úgy, hogy a szelepeken az áram példánkban kb. 2A maradjon. A szelepáramot a szabályzó figyelőellenálláson keresztül érzékeli. A szelepek kikapcsolása Tr1 perióduson belüli „végleges” zárásával és Tr2 nyitásával történik. Az utóbb bemutatott áramszabályzós megoldás csekély szelepmelegítő hatás mellett gyors szelepnyitást és zárást biztosít.



3. Befecskendezési oszcillogramok

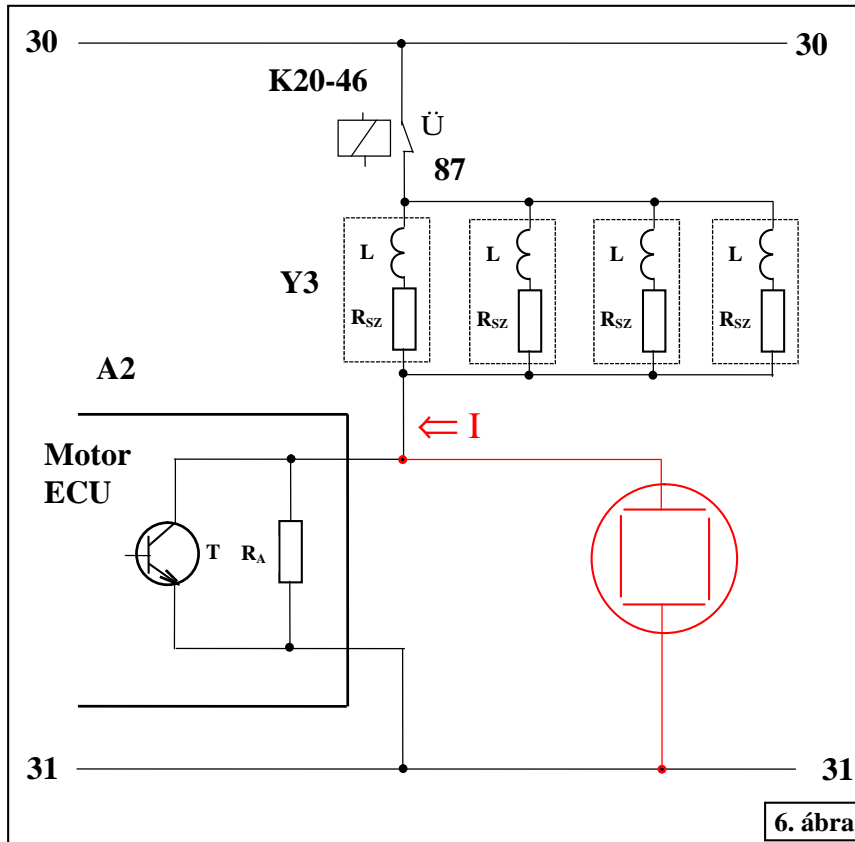
Mint láttuk a befecskendező szelepeket a motorirányító egységek a test oldalon vezérlik, mivel legtöbbször npn tranzisztorok a kapcsolóelemek. (Ezek nagy sorozatú gyártására van egy viszonylag olcsó technológia.)

Fontos leszögezni, hogy a befecskendezési oszcillogram nem a szelepek két sarkán megjelenő feszültség időfüggvénye, hanem a kapcsolóelemen megjelenő feszültség időbeli változása. Mivel az oszcilloszkóppal kevés kivételtől eltekintve járműtesthez képesti feszültséget jelenítünk meg (ezzel biztosan elkerülhetjük a „múszergyilkos” földzárlat létrejöttét), ezért a mérőeszköz úgynevezett hideg pontját járműtesthez fogjuk csatlakoztatni. Ez esetben viszont az úgynevezett melegpont számára e mérésnél nem marad más csatlakoztatási helyünk, mint a szelep kapcsolóelem felőli oldala.

A klasszikus (nem áramvezérelt) befecskendezési oszcillogram ismertetését egy számítási feladaton keresztül végezzük, úgy gondoljuk ez konkrétabbá teszi mondandónkat. Először megrajzoljuk a szelepáram oszcillogramját, majd az ismertebb (egyszerűbben mérhető) feszültség oszcillogramot is.

Számítási feladat

Az 6. ábrán látható kapcsolási rajzon az L-Jetronic egyik változatának fő- és szivattyú-reléjét (K20-46), befecskendező-szelepeit (Y3), az azokat működtető végfokot (T) és védőellenállását (R_A) láthatjuk. A végfokhoz egy oszcilloszkópot csatlakoztattunk, amelyen a befecskendezés feszültség-oszcillogramja jelenik (jelenne) meg. (A függőleges bemenet hideg pontját testeltük, meleg pontját a végfok szelepek felőli végéhez kapcsoltuk.) Az ábrába bejelöltük azt a helyet, ahol az áramoszcillogram (c, feladat) figyelőellenállás alkalmazásával felvehető volna.



Adatok:

A pillanatnyi fedélzeti feszültség:

$$U_{30-31} = 14 \text{ V}$$

Egy szelep ellenállása: $R_{sz} = 14 \Omega$

A védőellenállás nagysága:

$$R_A = 31,5 \Omega$$

a, feladat

Az adatok ismeretében számítsuk ki, hogy ideális kapcsolótranszisztort, relét és vezetékhlózatot feltételezve a megadott feszültség mellett mekkora a tranzisztor nyitott helyzetében egy-egy befecskendező-szelep maximális áramfelvétele, és mekkora minimális értékre csökken az a kikapcsolást követően!

Megoldás:

$$I_{sz,max} = U_{87-31}/R_{sz} = 14/14 = 1 \text{ A}$$

$$I_{sz,min} = U_{87-31}/(R_{sze} + R_A)/4 = 14/(14/4 + 31,5)/4 = 0,1 \text{ A}$$

b, feladat

Határozzuk meg, hogy mekkora a tranzisztor be- és kikapcsolásakor a szelepek áramköreinek időállandója (t_{be} és t_{ki}), ha a szelepek induktivitása $L_{sz} = 1,4 \text{ mH}$. (Az induktivitást állandó értékűnek tekintjük.)

Megoldás:

$$\tau_{be} = L_{sz}/R_{sz} = 1,4/14 = 0,1 \text{ ms}$$

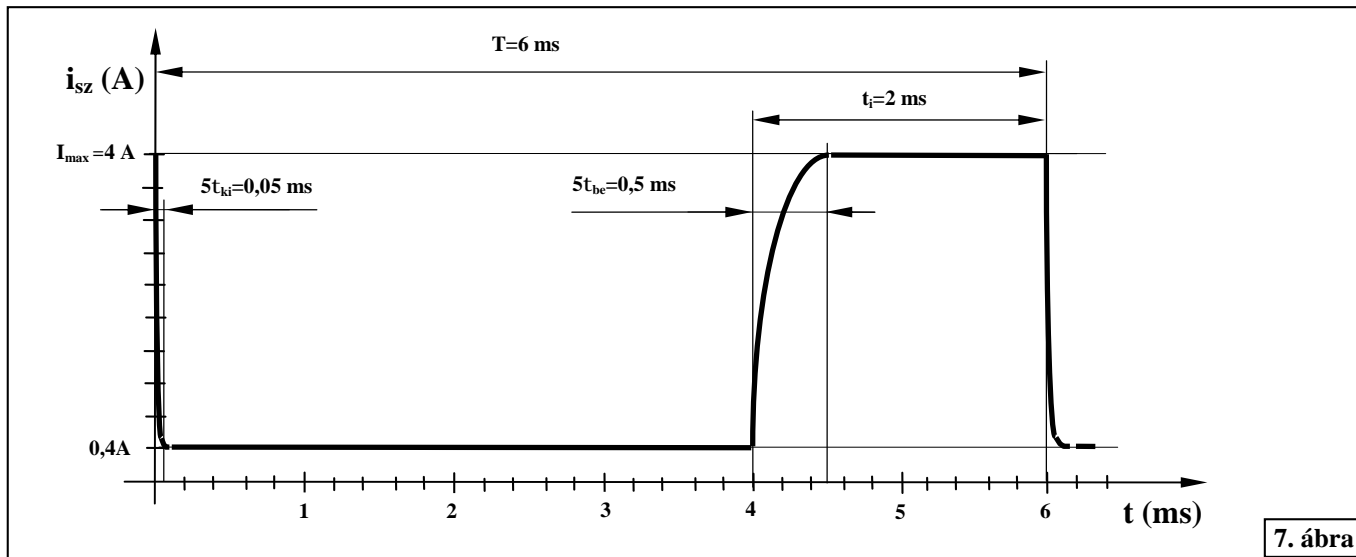
$$\tau_{ki} = L_{sz}/(R_{sz} + R_A * 4) = 1,4/(14 + 31,5 * 4) = 0,01 \text{ ms}$$

c, feladat

Ábrázoljuk léptékhelyesen az alábbi koordináta-rendszerben, hogyan változik a fenti jellemzőkkel rendelkező szelepek áramfelvétele (a keresett helyen) $n = 10000 \text{ 1/min}$ fordulaton, ha a befecskendezési idő $t_i = 2 \text{ ms}$. (Feltételezzük, hogy az áram $5t$ alatt eléri a végső értéket.)

Megoldás:

A befecskendezés periódusideje: $T = \frac{60}{n} = \frac{60}{10000} = 0,006s = 6ms$



7. ábra

d, feladat

Határozzuk meg azt is, hogy a fenti adatok mellett mekkora maximális feszültség jelenik meg a befecskendezési oszcillogramon a végfok nyitásának pillanatában!

Megoldás:

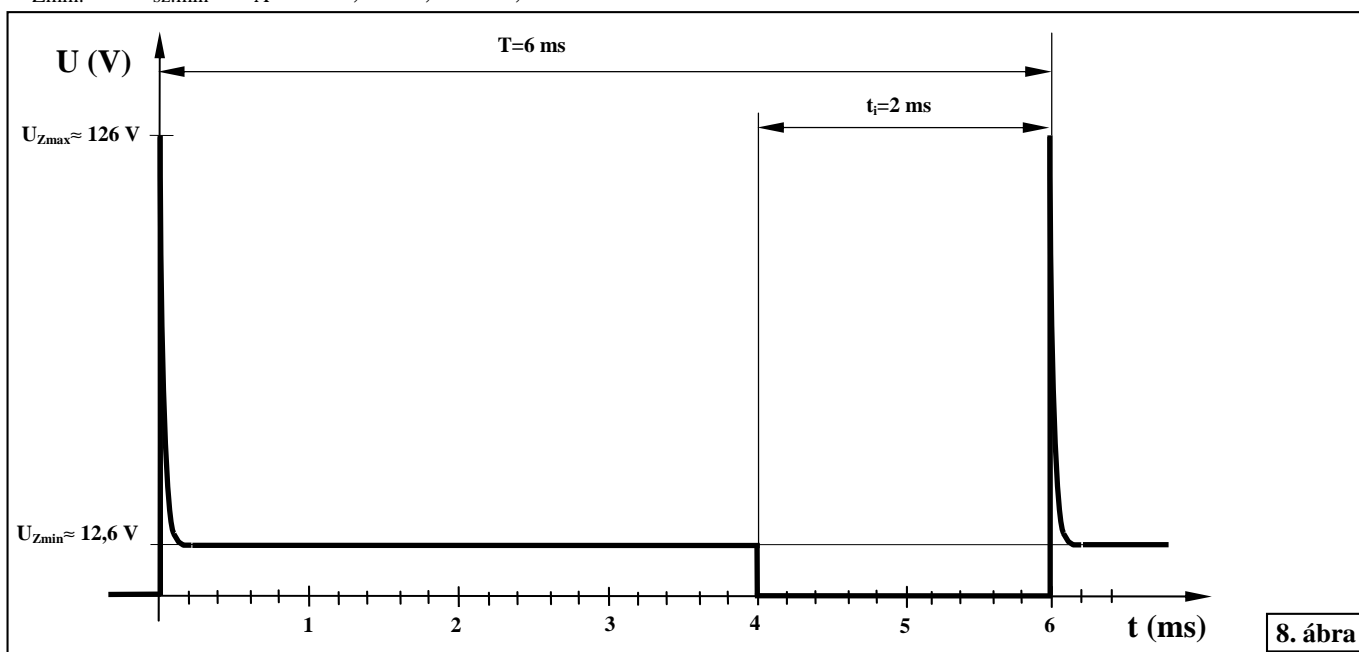
$$U_{Zmax} = 4 * I_{sz,max} * R_A = 4 * 1 * 31,5 = 126 \text{ V}$$

e, feladat

Számítsuk ki a zárt állapotú tranzisztoron – az önindukciós eseményeket követően megjelenő feszültséget és rajzoljuk meg az oszcilloszkópon megjelenő befecskendezési oszcillogramot!

Megoldás:

$$U_{Zmin} = 4 * I_{sz,min} * R_A = 4 * 0,1 * 31,5 = 12,6 \text{ V}$$



8. ábra

f, feladat

A kiszámított adatok felhasználásával ismertessük az áramkör működését!

A szelep vezérlőáramkörének működése:

Amikor a kapcsolótranszisztor zárt (nem vezető) helyzetben van, rajta keresztül nem folyik áram. Az önindukciós eseményeket követően a szelepeken csak a védőellenállás miatt alakul ki szelepenként 0,1A áram. Ez nem tartja nyitva a befecskendező szelepeket, tehát azok nem fecskendeznek, a védőellenálláson – tehát az oszcilloszkóp bemenetén – ekkor 12,6 V feszültség esik.

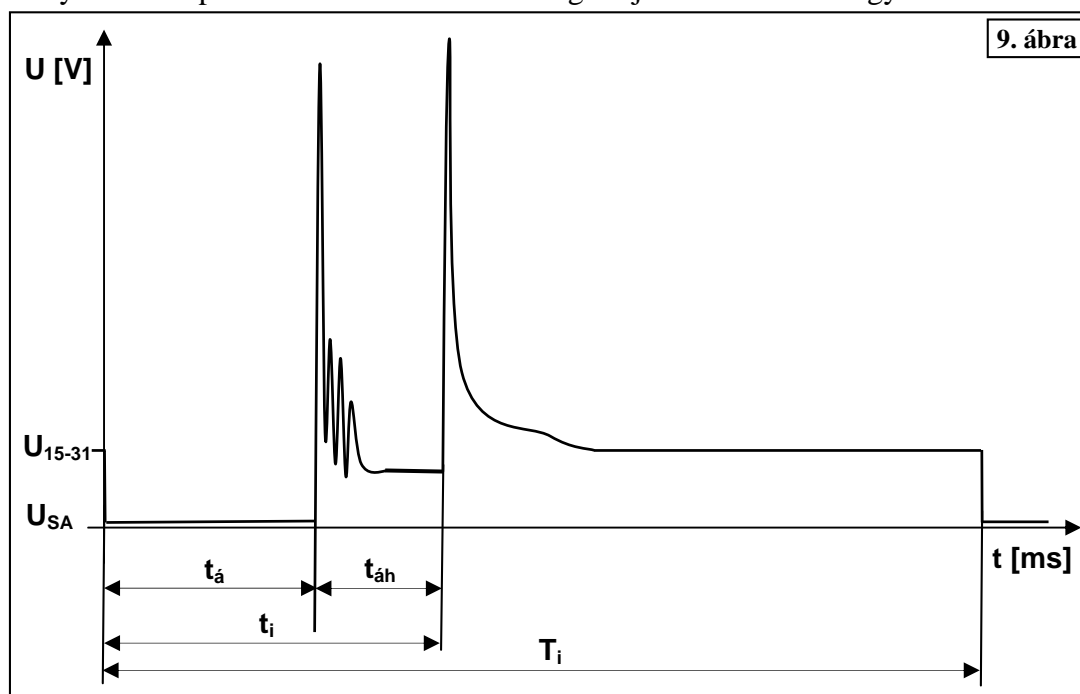
Ha a tranzisztort az „agy” nyitásra vezérli, az felveszi közel nulla ellenállású állapotát és rajta keresztül – exponenciális lefolyással – növekednek a szelepáramok. A $\tau_{be}=0,1$ ms időállandó miatt a szelepeken csak kb. 0,5 ms eltelte után alakul ki a maximális (1A-es) áram. A szeleptűk csak a meghúzási áramot (pl. 0,5A) követően mozdulnak meg, és csak ezt követően kezdenek el fecskendezni. A végfokon a névleges befecskendezési idő (2 ms) alatt ≈ 0 V feszültség esik.

Ha az ECU a végfokot ismét zárásra vezérli, az felveszi nagy ellenállású (példánkban végtelen ellenállású) állapotát. Ekkor a tekercsek inductivitása miatt a szelepeken $\tau_{ki}=0,01$ ms időállandó szerint exponenciális lefolyással csökkeni kezd az áram. A kikapcsolás pillanatában a tekercsek a védőellenálláson csak úgy tudnak 4A áramot hajtani, ha bennük 126V önindukciós feszültséget indukál a szelepáram csökkenése. (Ha az ellenállás nem volna ott, a zárt tranzisztoron hajtánák át a 4A-t és ez tönkretenné a kapcsoló elemet.)

Amikor a szelepáram az elengedési érték alá csökken, (pl. 0,25 A) a szeleptűt a rugó zárási irányba mozgatja, majd a szelepen át megszűnik a befecskendezés. A számítási eredmények alapján belátható, hogy minél nagyobb védőellenállást alkalmazunk, annál gyorsabban fog csökkeni a szelepáram – tehát annál kisebb lesz a záráskezési idő –, de annál nagyobb önindukciós feszültség terheli a végfoktranszisztort.

Az áramszabályzott rendszerek befecskendezési oszcillogramja

Mivel a 4-5 ábrán bemutatott rendszer működése kismértékben eltér a fentebb számítási példán keresztül ismertett szelepvezérlési módtól, úgy gondoltuk, hogy rövid magyarázattal közzétesszük az ily módon irányított szelepek befecskendezési oszcillogramját is. A 9. ábrán egy GM-Multec központi befecskende-



zések, digitális motorirányító befecskendezési oszcillogramját közöljük. Az áramszabályzós rendszerben lényeges eltérést csupán a befecskendezési szakaszban (t_i) vehetünk észre. Ez ugyanis két részre – az áramfelfutási (t_a) és az áramhatárolási szakaszra (t_{ah}) – tagolódik. Az első szakasz azonos a „hagyományos szelepvezérléssel, de a határolási szakasz

kezdetén $Tr1$ átmeneti zárása önindukciós feszültségtűt eredményez. A határolási szakaszban, amikor a szelep még nyitva van, megfigyelhető a tranzisztorok gyors ki-be kapcsolása. A szelep zárásra-vezérlésekor újabb nagyobb amplitúdójú önindukciós tű keletkezik, majd hozzávetőlegesen megjelenik a fedélzeti feszültség.

2008-10-31

A témakör hatodik „cikke” két hét múlva jelenik meg!