



*Szolnoki Tudományos Közlemények XIII.
Szolnok, 2009.*

DR. SZABÓ LÁSZLÓ¹ – DOBOS GÁBOR²

JAK-52 OKTATÓ REPÜLŐGÉP EGY KONSTRUKCIÓS PROBLÉMÁJÁNAK MEGOLDÁSI LEHETŐSÉGEI FESTO FLUIDSIM SZOFTVER FELHASZNÁLÁSÁVAL³

*A munkánkkal az volt a célunk, hogy felkeltsük a figyelmet a JAK-52 oktató repülőgép egy konstrukciós problémájára, ami repülésbiztonsági szempontból nem elhanyagolható. Mivel ezt a repülőgép típust a Magyar Honvédségben a pilóta növendékek alapkiképzésében alkalmazzák, így a problémafelvetést és annak egy, vagy több lehetséges megoldását fontosnak ítéljük. Szükséges elmondani, hogy eddig ebből a konstrukciós problémából hazánkban nem volt rendkívüli esemény repülésbiztonsági szempontból, de ha egy probléma fennáll, akkor a véletlenek összejártsága miatt bármikor súlyos események forrása lehet. A repülésbiztonsági probléma ott jelentkezik, hogy ha a gyakorló pilóta (hallgató) az első fülkében a vezérlőkart a féklap kiengedése, vagy behúzása után nem állítja vissza semleges helyzetbe, akkor az oktató a hátsó fülkéből már nem tud korrigálni ill. nem képes vezérelni a féklapot. Ezt konstrukciós problémát modelleztük le **FESTO FluidSIM** szoftverrel és ennek felhasználásával kísérletet tettünk a probléma technikai megoldásaira.*

A munkánkkal az volt a célunk, hogy felkeltsük a figyelmet a JAK-52 oktató repülőgép (1. ábra) egy konstrukciós problémájára, ami repülésbiztonsági szempontból nem elhanyagolható. Mivel ezt a repülőgép típust a Magyar Honvédségben a pilóta növendékek alapkiképzésében alkalmazzák, így a problémafelvetést és annak egy, vagy több lehetséges megoldását fontosnak ítéljük. Szükséges elmondani, hogy eddig ebből a konstrukciós problémából hazánkban nem volt

¹ Dr. Szabó László, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Bolyai János Katonai Műszaki Kar, Repülő és Légvédelmi Intézet, Repülő Sárkány-Hajtómű Tanszék, szabo.laszlo@zmne.hu

² Dobos Gábor repülőmérnök, imgabris@gmail.com

³ Szaklektorált cikk. Leadva: 2009. szeptember 15. Elfogadva: 2009. december 10.

rendkívüli esemény repülésbiztonsági szempontból, de ha egy probléma fennáll, akkor a véletlenek összejárása miatt bármikor súlyos események forrása lehet. Az általunk vizsgált probléma a féklap (2. ábra) vezérlésének kérdése a két fülkéből.



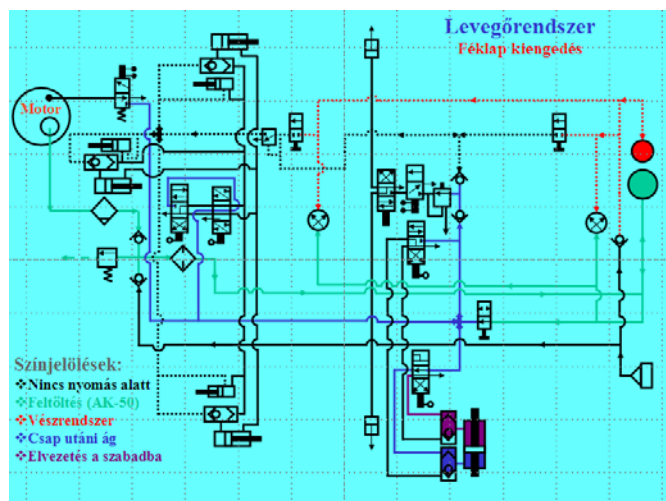
1. ábra

Jak-52 repülőgép féklapja



2. ábra

A SRENK rendszerű féklapokat a szárny 1-6. bordái között a szárny alsó felületén, a kilépőélnél helyezték el. A féklapok nyitásakor 45° -ra térnek ki megnövelve ezzel a repülőgép ellenállását és csökkentve a leszállási úthosszt. A féklapok duralumíniumból készült szegecselt szerkezetek, amelyeknek fő részei az „U” keresztmetszetű főtartó és a hét darab sajtolt borda. A bal féklap a 2a. és 4. bordánál, a jobb féklap pedig 2. és 5. bordánál van bekötve a féklap vezérléshez. A féklapok működtetése egy **sűrített-levegős** működtetésű **munkahengerrel** történik (3. ábra), amelynek **vezérlőcsapjai** (625300M) mind az első, mind a hátsó fülkében a bal kezelőpulton találhatóak.



3. ábra

Féklapok működtető csapjai (625300M)

A féklapok működtető csapjai háromállású csapok, amelyek **vezérlőkarjai** minkét fülkében a bal oldali panelen vannak elhelyezve (4. ábra).

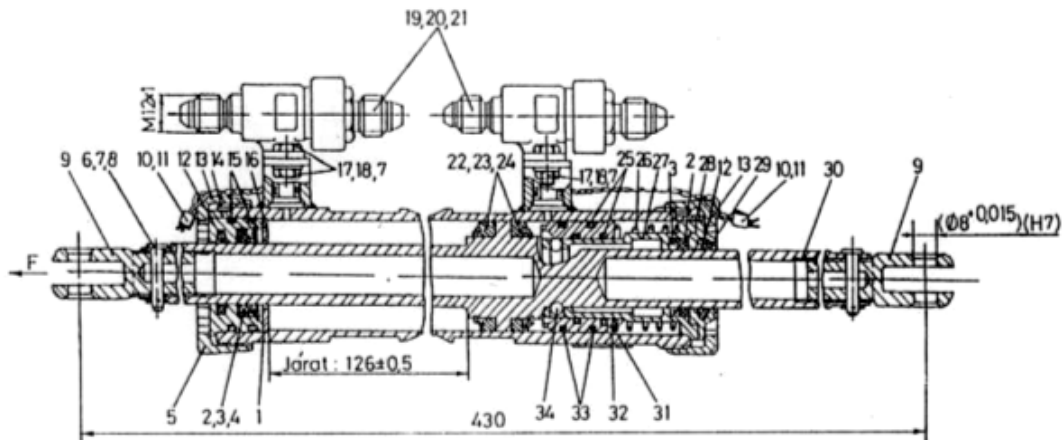


4. ábra

Féklapok működtető munkahengere

A féklapok működtető munkahengere (5. ábra) a törzs 8. törzskereténél a fülkepadló alatt van elhelyezve. A vezérlőkarok semleges helyzetében a munkahenger mindkét tere a légkörbe szellőzik és a dugattyúrúd benti helyzetében golyós zár rögzíti. Nyitáskor a munkahenger egyik terébe beáramló levegő először a golyós zárat oldja, majd a működtető dugattyú elindul a kinti helyzet irányába és a dugattyúrúd a féklap vezérlő mechanizmuson keresztül nyitja a féklapot.

A másik térből eközben a szabadba távozik a levegő. Behúzáskor a levegőtáplálás iránya megváltozik és a folyamat ellentétesen zajlik le.

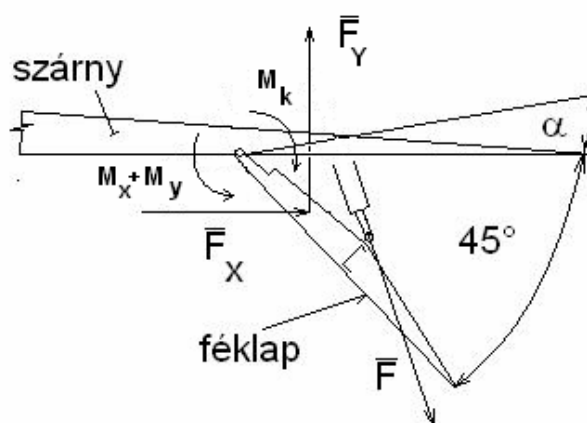


5. ábra

A Jak-52 repülőgép féklap működés vezérlése és néhány elvi vezérlési megoldás vizsgálata FluidSIM számítógépes program segítségével

A féklap működtetésére akkor kerül sor, amikor a repülőgép sebességét a leszálláshoz szükséges mértékben kell lecsökkenteni.

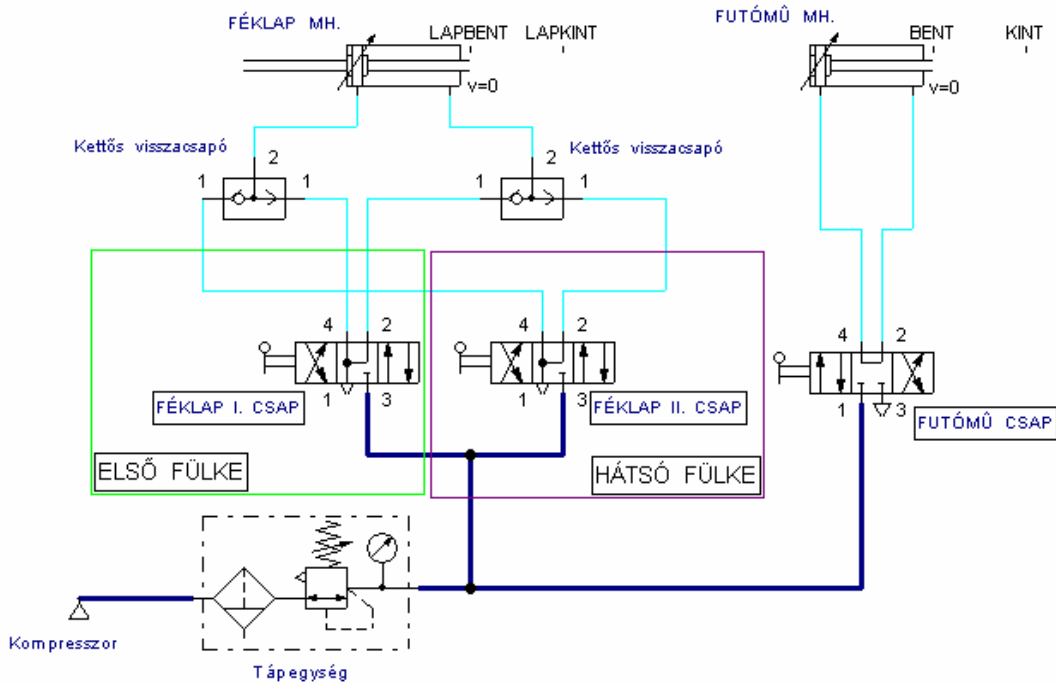
A szárny törészen elhelyezett féklap kitérítését pneumatikus munkahenger végzi. A működtetéshez sűrített levegő biztosítja az energiát. A levegő közvetlenül, mechanikusan vezérelt útirányítón kerül a féklap működtető léghengerhez. A vezérlés lehetősége nincs korlátozva, illetve a féklap üzemi helyzetbe kitérése kizárólag csak a légerők (F_x , F_y) által határolt, mivel a kifejthető pneumatikus teljesítmény maximum csak egy bizonyos repülési sebesség alatt képes az említett légerőket, pontosabban a féklap bekötési csomópontnál ébredő nyomatékokot (6. ábra) leküzdeni: $M_k > M_x + M_y$.



6. ábra

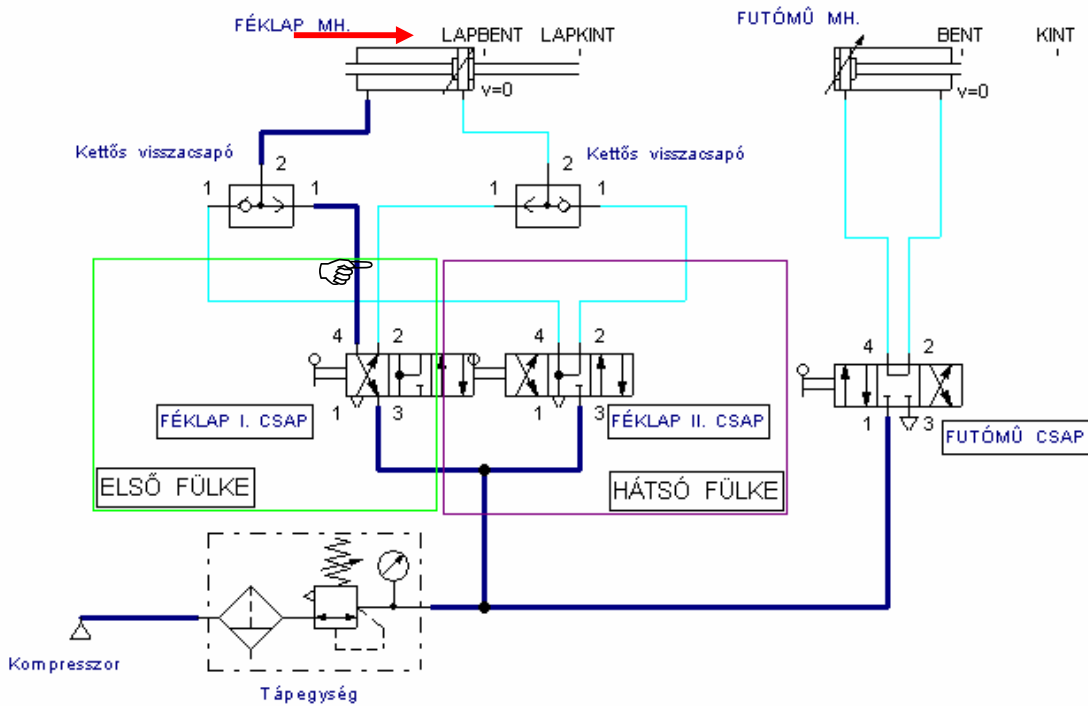
A vezérlés speciális kialakítása biztosítja, hogy az első és hátsó fülkében is lehetséges a féklap működtetése. Megvizsgálva a rendszer működését úgy a földön és levegőben történő vezérlés esetében eltérő állapotok jelentkeznek az első és a hátsó fülkéből történő vezérlés kombinációjában.

A féklap levegőrendszerének felépítése egyszerű. A 7. ábra tartalmazza a pneumatikus elemeket.



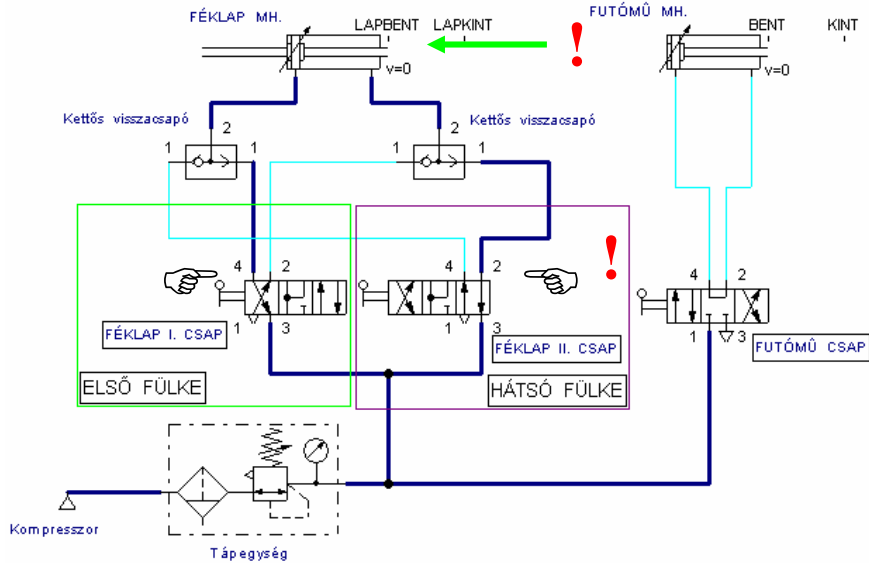
7. ábra

A tápegységtől a levegő az első és a hátsó fülkében közvetlenül, mechanikusan vezérelt útváltókhoz jut. Mindkét fülkéből vezérelhető a féklap működése. Így a vezérlés szerint (8. ábra) a levegő kettős visszacsapó szelepen átjut a léghenger megfelelő terébe, vagyis a repülési helyzetnek megfelelően kerül kiengedésre vagy behúzásra.



8. ábra

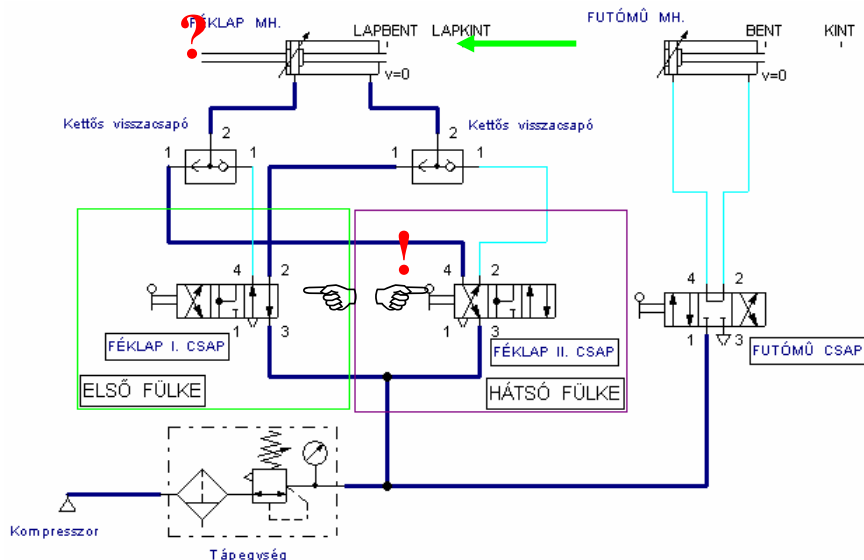
A gyakorlatban a féklap hátsó fülkéből vezérlésére akkor kerül sor, ha a féklap helyzete úgymond felülbírálásra kerül. Ekkor a féklap helyzetét a hátsó fülke útváltó szelepének helyzete határozza meg (9. ábra), függetlenül az első fülke útváltó szelep helyzetétől.



9. ábra

A féklap levegőrendszerének felépítéséből következik, hogy a felülbírálás csak a féklap kinti helyzetbe vezérlés esetére vonatkoztatható. Mivel a léghenger mindkét terében egyenlő levegőnyomás ugyanakkora, de ellentétes irányú erőt ($F_{ki} = F_{be}$) eredményez. A dugattyúrúd elmozdulását a féklapra ható erők F_{Σ} eredőjének iránya határozza meg: $F_{ki} + F_{be} + F_R = F_{\Sigma}$.

Amikor az első fülke útváltó szelep a féklap benti helyzetbe vezérli a léghengert (10. ábra) a hátsó fülkéből nem lehetséges ezt az állapotot felülbírálni. Ekkor a munkahenger benti helyzetben marad, amíg az első fülke útváltó szelepe semleges, kikapcsolt helyzetbe nem kerül.



10. ábra

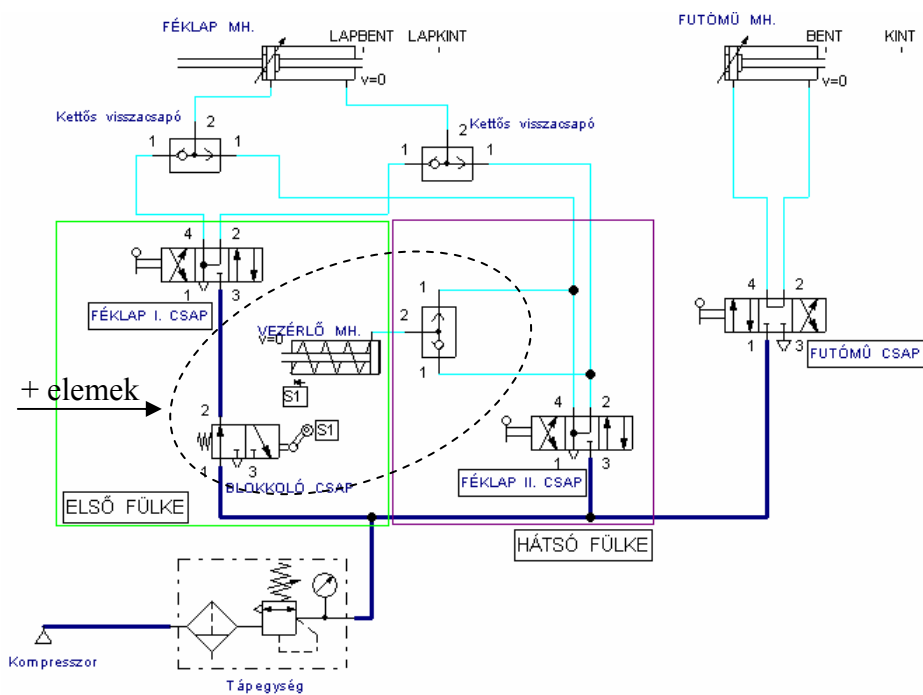
Megállapítható, hogy az így felépített féklap vezérlő rendszerben az első fülke vezérlő jelének hátsó fülkéből felülbírálása csak a féklap kinti helyzetből benti helyzetbe vezérlés esetére korlátozódik ($F_{ki} < F_{be} + F_R$). A hátsó fülkéből a féklap helyzetét vezérelni csak akkor lehet, ha az első fülke útváltó szelepe semleges helyzete kerül.

Az előbbi megállapítás a továbbiakban bemutatott elvi megoldási lehetőségek kiindulási alapját szolgálja.

A következő megoldások kialakításával a cél, hogy önállóan, mindkét fülkéből a féklap vezérlése szabadon megvalósítható és a hátsó fülkéből vezérléskor az első fülkéből vezérelt féklap helyzet, akár benti vagy kinti helyzet, felülbíráható legyen.

A megoldások során szempont volt az eredeti rendszer elemek kiegészítése a legegyszerűbb módon. Így kerültek kiválasztásra mechanikus, pneumatikus, elektromos, analóg és digitális elemek, amelyek segítségével a megválasztott cél elérhető.

Az első megoldásban az eredeti elemek kiegészültek egy 2/ 3-as mechanikusan vezérelt, rugós visszatérítésű útváltó szeleppel, egy vezérlő, pneumatikus munkahengerrel és egy kettős visszacsapóval 11. ábra.



11. ábra

A féklap működtető útirányító szelep vezérlése továbbra is közvetlenül, mechanikus úton történik. A kiegészítő elemek szerepe, hogy az első fülkében lévő útváltóval vezérelt féklap helyzet ellentétes pozícióba kerüljön felülbíráskor. A hátsó fülke útváltó szelepe a féklap kiengedés vagy behúzás vezérlési helyzetben a levegőt a féklap munkahenger megfelelő bevezető ágba irányítja és a kettős visszacsapón keresztül működésbe hozza a vezérlő munkahengert.

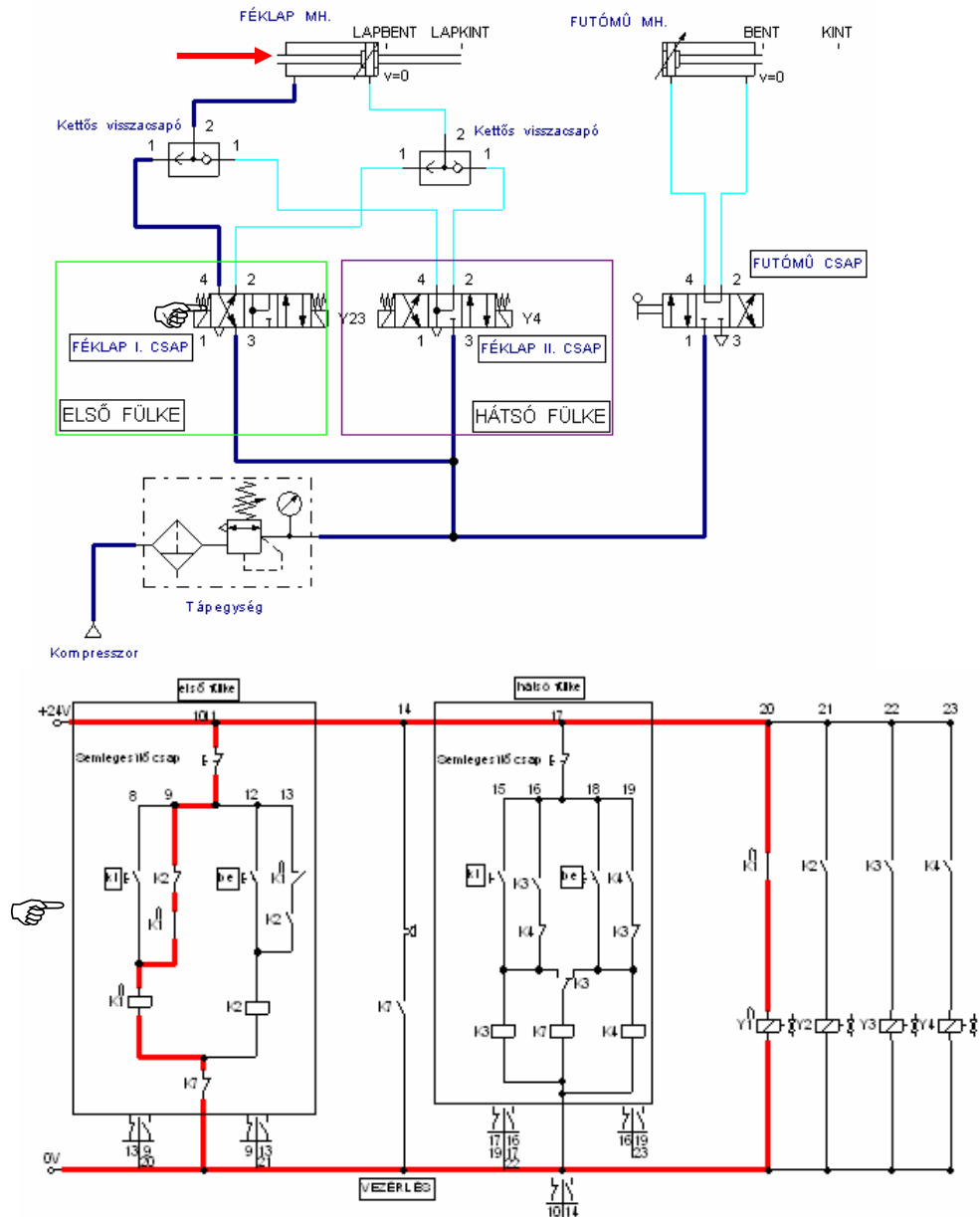
A munkahenger kimozduló rúdja a 2/ 3-as útváltót karon keresztül átkapcsolja a másik helyzetébe, így blokkolva a féklap működtető munkahengerhez első fülke útváltón keresztül irányított táplevegő útját, miközben nyitott a munkahengertől szabadba vezető csatorna (12. ábra). Ezzel a felülbírázás megvalósult.

helyzet szerint- a féklap működtető munkahenger levegőkivezető csőszakasz a környezet felé nyitott. Így a munkahenger felveheti az ellentétes helyzetet.

Ez egyszerűbb –kevesebb kiegészítő elem-, gyorsabb működésbe lépésű és energiatakarékosabb megoldás –a kevesebb pneumatikus elem kisebb nyomáscsökkentése, levegőfogyasztása miatt- az előző megoldáshoz képest.

A következő megoldás ugyanazon pneumatikus elemeket tartalmazza, mint az eredeti pneumatikus rendszer kialakításában. Az útirányító szelepek elektromos vezérlésűek 15. ábra a mechanikus vezérlési mód helyett. A vezérlést a cél szerint kiépített analóg elektromos áramkör valósítja meg.

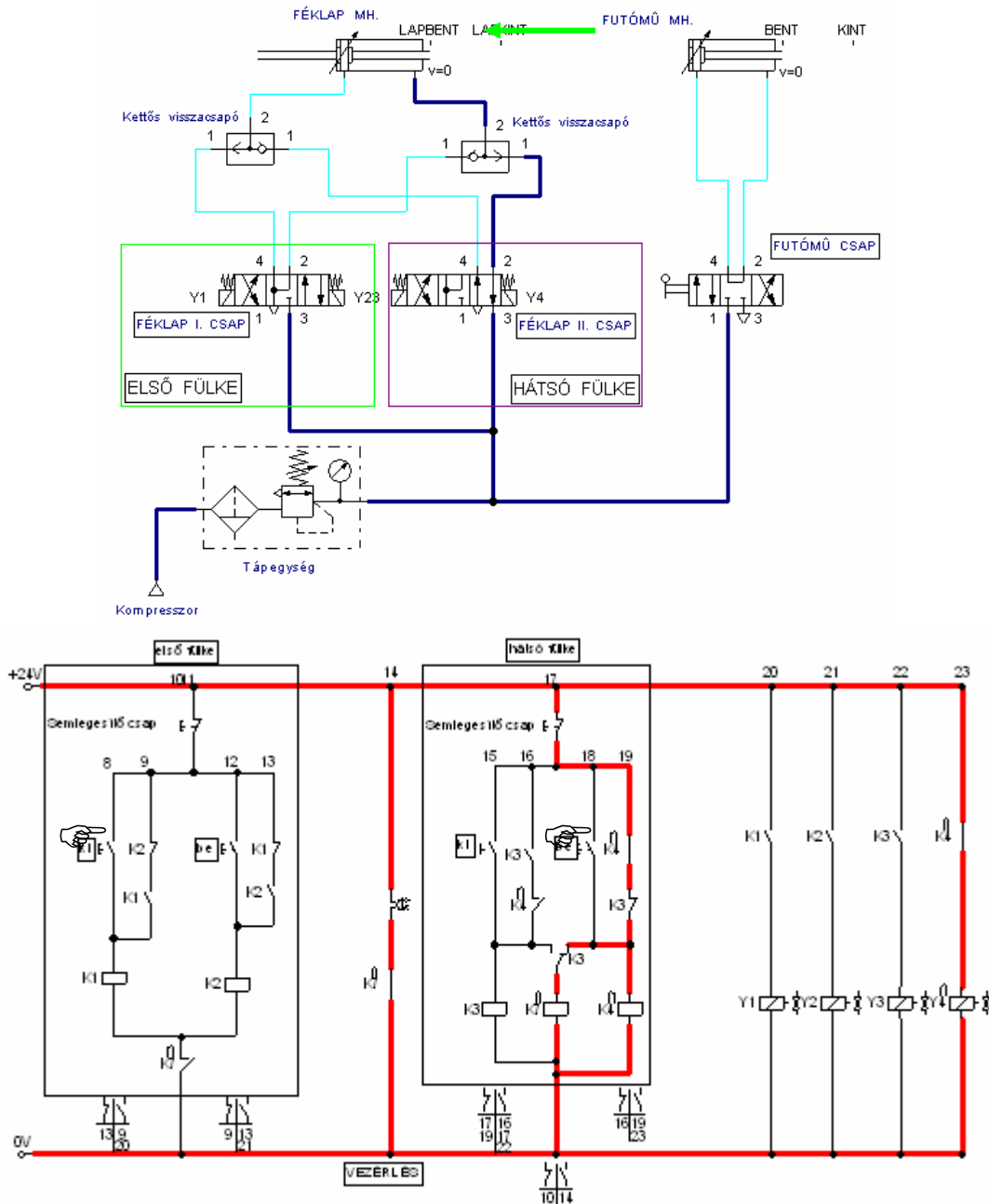
Az elektromosan vezérelt útirányító szelepek működése a repülőgép –első és hátsó- vezetőfülkében lévő féklap vezérlő kapcsolókkal vannak távvezérelve. A féklap kiengedésekor vagy a behúzásakor a megfelelő kapcsoló működtetése zárja az áramkört és ezzel egy időben a hozzá kapcsolt elektromágnes feszültség alá kerül és behúz. Ekkor az útváltó szelep körtolettáttyúja a vezérlés szerint nyitja vagy zárja a tápvelegő illetve a kifújás csőszakaszokat.



15. ábra

Az első fülke vezérlőjével egy időben kiadott hátsó fülke vezérlője –felülbírálaskor 16. ábra- minden esetben törli az első fülke vezérlőjelét.

Ez az utóbbi vezérlőáramkör nyitásának és a kapcsolt elektromágnes kiengedésének pillanatában az útváltó szelep körtoattyújának semleges helyzetbe állását jelenti. Tehát az első fülke útírányítója által a táplevegő bevezetés zárt és levegő kifújás nyitott. Ekkor a hátsó fülke útírányítója határozza meg a féklap léghenger működési irányát, helyzetét.

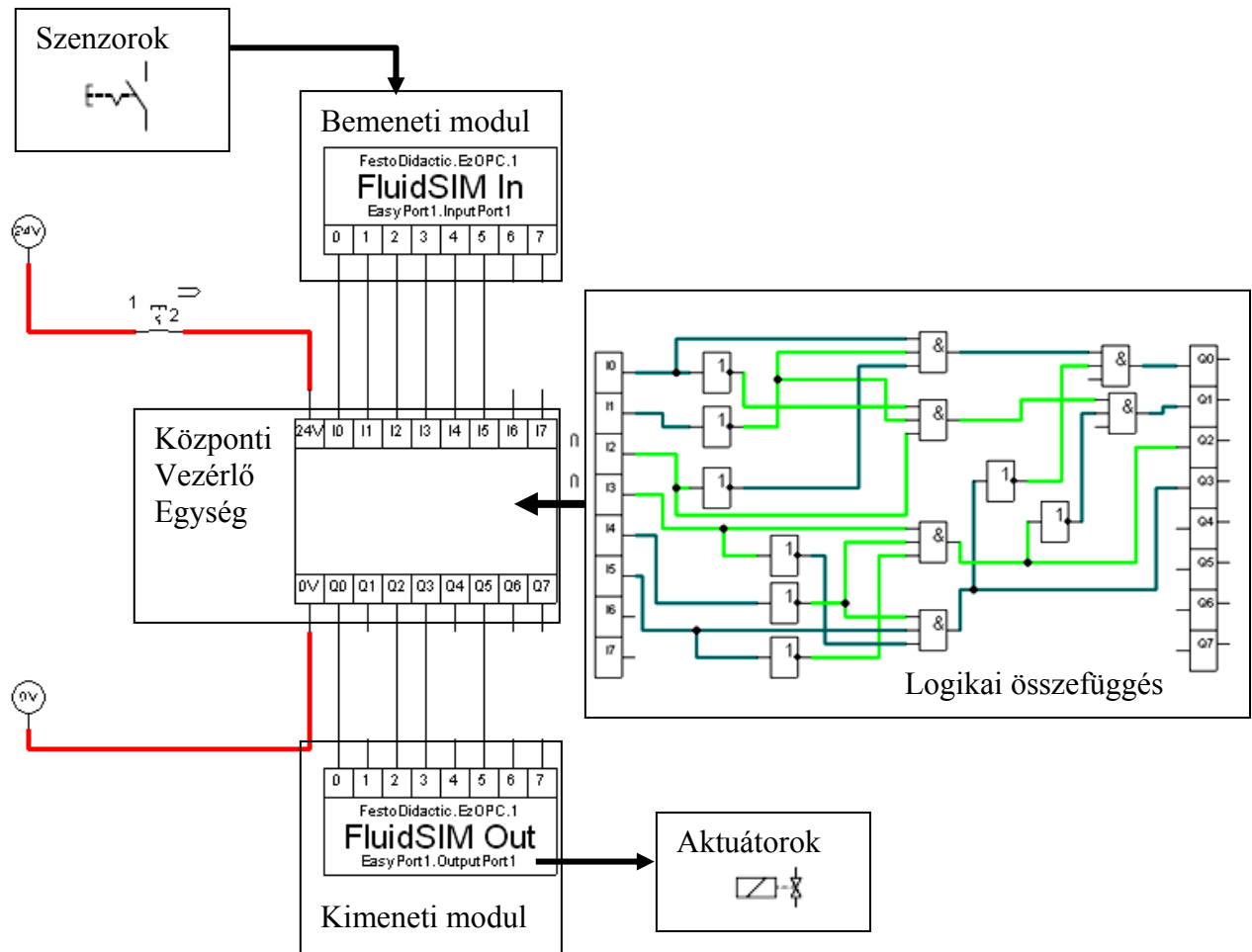


16. ábra

Az első és hátsó fülke vezérlő áramköre nyitott helyzetbe kerül az alap, semleges helyzetet visszaállító kapcsoló működtetésekor.

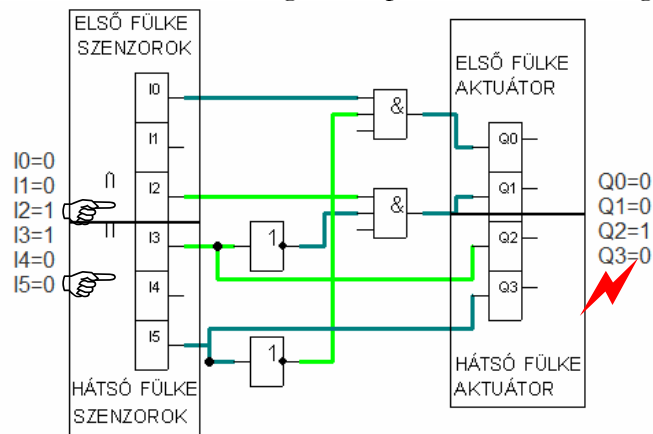
A digitális technika (17. ábra) segítségével lehetőségünk van a féklap helyzeteit vezérlő automatikai rendszert alkalmazni. Így a féklap működtető léghengerek táplálását, az első és a

hátsó fülke útváltó szelepek működési helyzeteit egy programozható logikai vezérlőegység határozza meg (Programmable Logic Controller).



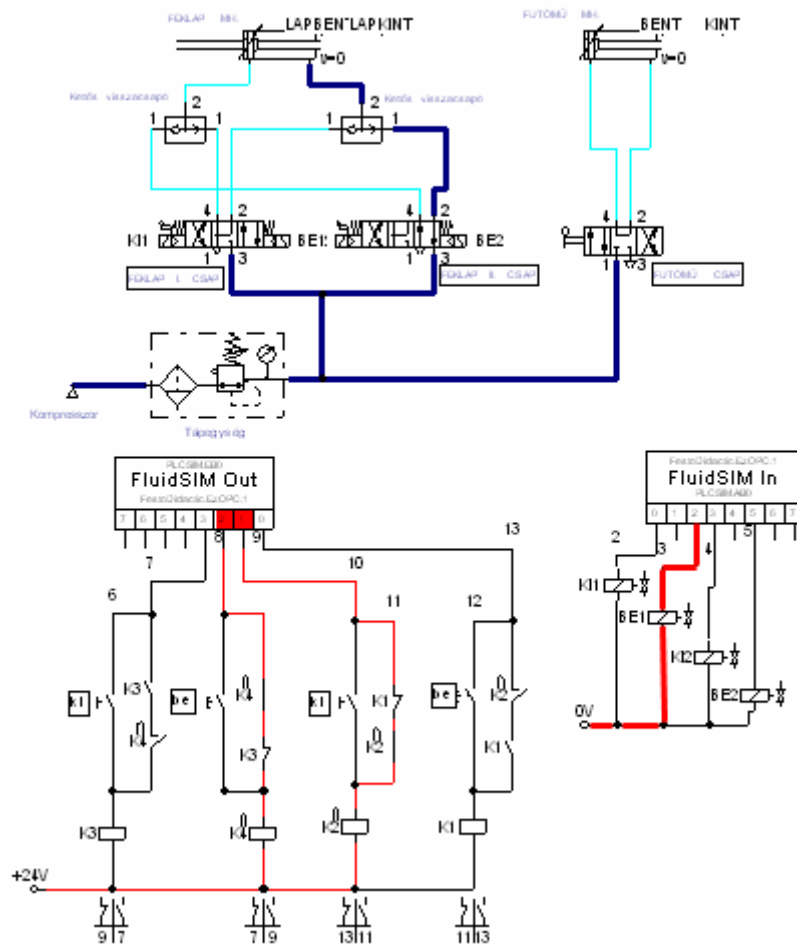
17. ábra

Elektronikus modulok valósítják meg az útváltók és a léghenger helyzeteinek vezérlését, logikai sorrendnek megfelelően. A Boolean-algebra alapján kialakított logikai összefüggés ill. ábra (18. ábra) „És”, ill. „Negáció” elemekből épül fel. A JAK esetében 6 bemeneti – három-három fülkénként: egy-egy semleges (I1, I4), kettő-kettő az útváltók elektromágnesét vezérlő (I0-I2, I3-I5) - jel és 4 kimeneti – kettő-kettő az útváltók (Q0-Q1, Q2-Q3) elektromágneséhez - jel értékeinek információtartalma határozzák meg a féklap vezérlő munkahenger helyzetét.



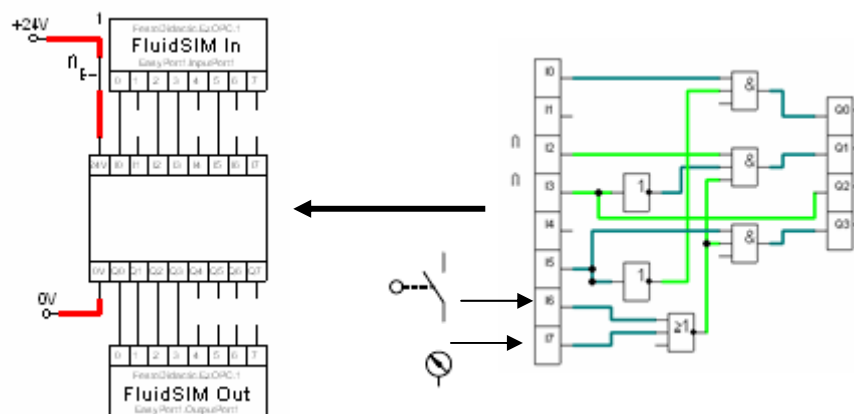
18. ábra

A féklap működtető kapcsolók, mint szenzorok jelei (bináris jelek) az aktuális vezérlési helyzetet kommunikálják a PLC-hez. A PLC bemeneti és a kimeneti modulokon keresztül kontrolálja, vezérli a féklap működését. A bemeneti jelek a PLC fő végrehajtó egységében, a központi végrehajtó egységben feldolgozásra kerülnek egy a logikai sorrend szerint definiált, elektronikusan olvasható memóriában tárolt program szerint. A feldolgozás következménye a kimeneti modulban jut el az elektromos útváltó szelepekhez, aktuátorokhoz (19. ábra).



19. ábra

A bemeneti modulhoz más szenzorok is kapcsolhatók (20. ábra), mint a futómű működtető kapcsolók, a sebességmérő. Így több jel kerülhet feldolgozásra a féklap vezérlő rendszerében.



20. ábra

A féklap vezérlés működési kockázatának feltárásához, csökkentéséhez további elemzés szükséges komplex repülési helyzetekben, és a repülőgép fel-, leszállórendszerhez integráltságban.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DR. SZABÓ L - VARGA B, Jak-52 repülőgép multimédiás elektronikus tansegédlet.-ZMNE RMI 2005.
- [2] MAGYAR HONVÉDSÉG. RE szabályzatok (Re 137, Re 159, Re 188)
- [3] FESTO. FluidSIM Pneumatic - Hydraulics V 4.2 English software

SOLUTION OPPORTUNITIES OF AN EDUCATING CRAFT OF JAK-52 ARE FESTO FLUIDSIM WITH EXERTION OF SOFTWARE

It was with our job our goal that we wake onto one of problem with construction, the attention what is not piddling from flying safety viewpoint. Because this the craft type in Magyar Honvédség the pilot at scholars' basic training they are employing, so the putting the question and to that one, or we judge his more potential solutions for important one. It needs to tell, that till now from this problem with construction in our country there was not an unexpected incident from flying safety viewpoint, but if a problem exists, then source of heavy events can be because of collusion of the chances any time. The flying safety problem is applying there, so that if the pilot practicing (listener) releasing of the air brake is the control lever in the first cabin, or it does not reset it into non-committal situation after his retraction, then from the backward cabin the instructor is not able to correct illth yet. He is not able to guide the air brake. This problem with construction we modeled FESTO FluidSIM with software and with exertion of this a retinue we deposited onto technical solutions of the problem.