

Ludányi Lajos mk.őrnagy, főiskolai adjunktus:

A RÁTE RENDSZEREK ÜZEMBENTARTÁSÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA  
(A 21/E EMKU KRITIKÁJA)

Az üzemeltetés a következő fő célok megoldására törekszik:

- a repülőtechnika üzemképes állapotának biztosítása;
- a szükséges repülési idő biztosítása az üzemképesség magas szinten tartása mellett;
- a repülőtechnika biztonságos működésének folyamatos biztosítása.

Nyilvánvaló, hogy a repülőtechnika üzemeltetése akkor jó, ha a levegőben minél kevesebb meghibásodás fordul elő, illetve a hibafeltáró tevékenység során úgy elő lehet készíteni a repülőgépet repüléshez, hogy a levegőben csak a véletlenszerű, előre nem látható meghibásodások forduljanak elő. Azonban nem lehet a repülőtechnikákat állandóan ellenőrzési, javítási állapotban tartani, mert ez a harcokészültséget veszélyeztetné. Tudjuk azt is, hogy a mai korszerű repülőtechnikákon a szakág rendszerek integrálódnak és nem csak berendezésekről, hanem már komplexumokról beszélhetünk. Egyre nagyobb mértékűek mind a szakágak, mind a szakágakon belüli együttműködések, minek következtében a rendszerek üzemeltetése bonyolultabbá és munkaigényesebbé válik.

Ismeretes az is, hogy a jelenlegi gazdasági helyzetben a repülőcsapatoknál egyelőre nem várható az egyre öregedő repülőtechnika lecserélése korszerűbb típusra. A meglévő, üzemeltetett technikák hibagörbéi az előrehaladott üzemidők miatt egyre inkább emelkedő tendenciát mutatnak, ugyanakkor a gyakorlatban meglévő és alkalmazott hibabehatárolási módszerek nem elégítik ki az együttműködő rendszerek által támasztott követelményeket. Éppen az "előregedési", elhasználódási folyamatból adódik, hogy a funkcionálisan kapcsolódó rendszerek együttműködési paraméterei lassan, de biztosan a tűrésmező alsó vagy felső tűréshatárait megközelítik. Tehát meg kellene oldani a paraméterek prognosztizálását is. Így a rendszerek diagnosztikája a repülőtechnika üzemeltetése során felveti azt az igényt, miszerint célszerű egy olyan ellenőrzési algoritmust (technológiát) kidolgozni, amely egyidőben háromféle követelménynek kell, hogy eleget tegyen:

- biztosítsa az összes RÁTE-rendszer üzemképességét a század szintű ellenőrzéshez szükséges ellenőrző berendezésekkel,
- az ellenőrzési algoritmus munka- és időigénye tartson a minimumhoz,
- blokkmélységig diagnosztizáló program legyen.

A paraméterek prognosztikai szempontból történő kiválasztása, valamint a prognosztika gyakorlati megvalósíthatósága külön megfontolást igényel, amely nem téma ennek írásnak.

A cikk a 75A típusú repülőgép együttműködő RÁTE-rendszerei üzemben tartásával foglalkozik a fent említett 3-as követelmény figyelembevételével. Összehasonlítási alapot szolgáltat a 21-E Egységes Műszaki Kiszolgálási Szakutasításban foglalt üzemben tartási feladatokhoz /1/.

Egy ellenőrzési algoritmus kidolgozásakor az ellenőrzendő rendszer működési vázlatából kell kiindulni (1.sz. ábra).

Az ábrán A; B; ... G-vel vannak jelölve az ellenőrzendő blokkok,  $Z_1, Z_2, \dots, Z_{11}$ -el a blokkok ki- és bemeneti paraméterei, melyek a funkcionális működését biztosítják, I, II, III-mal az egyes blokkokat stimuláló ellenőrző berendezések. Megkülönböztető jelzéssel ( $Z_1^* \dots Z_{11}^*$ ) azok a paraméterek vannak jelölve, melyek kontroll csatlakozókra vannak kivezetve, tehát a rendszer megbontása nélkül ellenőrizhetők, mérhetők.

Első lépésben felírjuk a kimenőjel-blokk mátrixát ( $KBM=[Q_1]$ ), amely lényegében a kimenőjelek, és blokkok incidencia mátrixa. Hasonló módon a második lépésben megadjuk a bemenőjel-blokk mátrixot ( $BBM=[Q_2]$ ) - 1.sz. ábra. Harmadik lépésként egy sor matematikai művelet elvégzése után megkapjuk a rendszermátrixot [ $Y_R$ ] (2.sz. ábra).

Melyek ezek a lépések?

- Végrehajtjuk a  $[Q_2]$  és  $[Q_1]^T$ -transzponált mátrixok BOOLE-algebra szerinti szorzását.

- A szorzás után kapott mátrixban az "1" helyére (tehát ott, ahol van funkcionális kapcsolat a kimenő- és bemenőjel között) beírjuk a blokkvázlat alapján a megfelelő blokkok megnevezéseit.

$$(q_{ij} = 1 \rightarrow q_{ij}^* = \textcircled{A} ; \textcircled{B} ; \dots \textcircled{G} )$$

- Majd végezetül ahhoz, hogy megkapjuk a 3.sz. ábra 4. lépésében ábrázolt  $[Y_R]$ - $\rightarrow$  BPM-mátrixot, a rendszermátrix bemeneteire vizsgáló-vektorokat "kapcsolva" figyeljük a kimeneteken megjelenő válaszjel-vektorokat. Ezt ciklikusan ismételve és a válaszjel-vektorokat binárisan szummázva végezetül megkapjuk a blokk-paraméter mátrixot (2.sz. ábra).

Negyedik lépésben a [BPM]-ből kihúzzuk azokat a blokk-paraméter vektorokat, melyeknek mérési lehetőségei a blokkvázlat alapján nincsenek biztosítva, így a minimalizált min. [BPM] mátrixhoz jutunk (3.sz. ábra 5. lépés).

A kapott minimalizált [BPM] elemzése során a következőket állapíthatjuk meg:

- A mátrix a vizsgált rendszer matematikai modellje, amely megmutatja, hogy valamelyik blokk meghibásodása mely paraméterekre van kihatással.

A mátrix "1"-ei azt jelentik, hogy a vizsgált (meghibásodott) blokk mely paraméter tűrészemzőn kívülre történő kilépését, azaz meghibásodási jelenséget okozza.

- A sorok szummázott értékei a diagnosztizálási sorrendet határozzák meg, azaz a diagnosztizálás a legnagyobb  $\Sigma$ -értékkel kezdődik, majd folytatódik az utána eggyel kevesebbel, stb.
- A min. [BPM]-oszlop (azaz paraméter) szerinti elemzésből kitűnik, hogy a vizsgált paraméterre mely blokkok lehetnek kihatással. Az oszlopok szummázás utáni sorrendisége az üzemképesség vizsgálat lépéseit adja meg (a legnagyobbval kezdjük, folytatjuk az eggyel kevesebbel, stb.).

Tehát a példaként elemzett rendszer (min.[BPM]-a) alapján első lépésben üzemképesség-vizsgálatot folytatunk az oszlopok szummázott sorrendje alapján, azaz kezdjük a "10"-es paraméter mérésével, mivel erre a paraméterre 6 blokk működése van hatással.

Az ellenőrzést folytatjuk a "9"-es paraméterrel (5 blokk) stb. Amennyiben a mérések során nem tapasztalunk eltérést az előírt értékekhez viszonyítva, a rendszert üzemképességnek ítéljük.

Ha a mérések során valamely paraméterek eltérnek a megadottaktól, diagnosztizálással folytatjuk a tevékenységet. A diagnosztizálás egyik feltétele a paraméter-sorrend mátrix [PS] kiszámítása (3.sz.ábra 10. lépés). Ehhez mindenekelőtt végrehajtjuk a min.[BPM] - továbbiakban [BPM] - transzponálását (6. lépés), majd ebből az úgynevezett gráfszínezési eljárással meghatározzuk a blokk-sorrend mátrixot [BS] (3.sz. ábra 9. lépés). A gráfszínezési eljárásnak az a lényege, hogy a gráf csúcsait (melyeket a gráf-hurok kötik össze) úgy kell "kiszínezni" minimális számú "színnel", hogy a hurok mentén lévő csúcsok más-más színűnek legyenek. Ezt a minimális értéket nevezik a gráf kromatikus számának /2/.

Az eljárás lényege a következő: a [BPM]<sup>T</sup>-mátrixból kell kiindulni (3.sz.ábra 7. lépés). A gráf csúcsai az A, B, ... G blokkok lesznek. A csúcsokat a [BPM]<sup>T</sup> soronkénti "1"-ei alapján irányítatlan hurokkal kötjük össze (8. lépés). Amennyiben nincs kapcsolat valamely blokkok között (például az 1-es paraméternél), úgy ez az A csúcs önmagába visszatérő hurokját eredményezi. Rangsoroljuk a csúcsokat a legtöbb, majd eggyel kevesebb stb. irányítatlan hurok szempontjából. (Tehát az "A, E és F" csúcsok rendelkeznek hat húrral, ezeket követik öt húrral a "B, C és D" csúcsok, majd végezetül három húrral a "G" csúcs.)

Természetesen az "A, E és F" csúcsoknál a prioritás tetszőleges lehet, ez a végeredményt nem befolyásolja. Vegyük első lépésként az "A" csúcsot és "színezzük ki" az 1-es számú "színnel". Ez azt jelenti, hogy az "A" csúcsot összekötő hurok mentén lévő többi csúcsot (B, C, D, E, F, G) már nem lehet az 1-es számú "színnel" kiszínezni. Választunk egy másik hat hat húrral rendelkező csúcsot (pl. "E" csúcs), és kiszínezzük a 2-es számú "színnel", mely azt eredményezi, hogy az "E" csúcsot összekötő hurok mentén lévő többi csúcsot (B, C, D, F, G) már más "színekkel" (az 1-es és 2-es számú "színek" kivételével) lehet csak "kiszínezni".

Az eljárást folytatva az "F" csúccsal stb. és törekedve a felhasznált "színek" minimális értékére végezetül megkapjuk a gráf kromatikus számát, amely megegyezik a felhasznált "színek" számával. Ez az általunk vázolt példában hat, azaz az "A, B, ... G" csúcsokat a fent említett feltételek mellett minimálisan hat különböző "színnel" lehet kifesteni. Az eljárás megadja az ellenőrzések sorrendiségét is. A 3.sz. ábrán a gráf csúcsai mellett a "tört" kifejezés "számlálójában" a hurok száma, a "nevezőben" a sorrend látható.

A "színezés" végrehajtása után kaptunk egy [BS]-mátrixot (3.sz. ábra 9. lépés), amely a blokk-ellenőrzések sorrendjét adja meg. Ha a [BPM]-transzponáltját BODLE-algebra szerint megszorozzuk a [BS]-mátrix-szal, megkapjuk a paraméter ellenőrzések sorrendjét, azaz a [PS]-mátrixot (3.sz. ábra 10. lépés). Diagnosztizálás esetén a [PS]-mátrix és [BS]-mátrix transzponáltjaiból, valamint az  $\bar{X} = \Gamma ([BPM] \times \Gamma \bar{M}^T) = \Gamma ([R] \times \Gamma \bar{M}^T) / 3/$  összefüggés alapján egyértelműen meghatározható a meghibásodott blokk, ahol M-vektor az üzemképesség-vizsgálat során kapott paraméter-vektor, a  $\Gamma$ -jel pedig negálást jelent.

Az eljárás illusztrálására egy példát elemzünk a 4.sz. ábrán. A példa azt szemlélteti, hogy az üzemképesség-vizsgálat során kapott M paraméter-vektor - felhasználva az előbbieken tárgyalt lépéseket, eljárásokat - milyen blokk-meghibásodásnak felel meg.

Arra az esetre, amikor egy rendszert sok blokk és mérendő paraméter alkot, a 4.sz. ábrán látható [BPM]- minimalizálási eljárást alkalmazzuk, melynek lényege a következő:

1. A [BPM] alapján irányított gráfokat alkotunk.
2. A gráfok csúcsai az ellenőrzendő berendezések A, B, ... G, illetve a blokkok funkcionális működését biztosító  $Z_1, Z_2, \dots, Z_{11}$  paraméterek.
3. Ott, ahol a [BPM]-ban "1" van, az A, B, ... G csúcsból irányított gráf-hírt húzunk a megfelelő  $Z_1, Z_2, \dots, Z_{11}$  csúcsba.
4. Végrehajtjuk a minimalizálást a következő feltételekkel:
  - a/ a csúcsokat összekötő hurokat kihúzhatjuk, de úgy, hogy a blokk "ne tönjön el"  
(pl. "G"  $\rightarrow Z_{11}$ ) vagy ("D"  $\rightarrow Z_{10}$ ) hurok nem húzható ki!

- b/ a kihúzás után a berendezés-csúcsok ne legyenek kétértelműek, azaz két berendezést ne jellemezzon ugyanaz a mérhető paraméter (pl. ha "B"  $\rightarrow Z_2 Z_9 Z_{10}$  és "C"  $\rightarrow Z_4 Z_{10}$ , akkor nem húzhatjuk ki a  $Z_2$ -t, mert a "B"-t és "C"-t ugyanaz a  $Z_9 Z_{10}$  fogja jellemezni).

A minimalizálás után a  $\times$ -gal jelölt paramétereket húzhatjuk ki a fenti feltételek mellett.

A minimalizálás után a megmaradt paraméterekkel felírhatjuk a min.[BPM]-t.

Tehát összefoglalva az ellenőrzési algoritmus fő lépései a következők:

1. A rendszer működési vázlata alapján rendszer-mátrixokat alkotunk, majd meghatározzuk a vizsgált rendszert leíró matematikai modellt, a blokk-paraméter mátrixokt ([BPM]).
2. A [BPM] alapján üzemképesség vizsgálatot folytatunk a rendszeren.
3. Amennyiben a [BPM] által ellenőrzendő paraméterek nem felelnek meg az előírtaknak, diagnosztizálás következik a fentebb leírt algoritmus szerint.

A rövid bevezető és mintapélda bemutatása után konkrét rendszerre átterve végrehajtjuk a MIG-21 (75A) típusú repülőgép rendszerelemzését. Ehhez az 5.sz. ábrán látható 75A repülőgép együttműködő RÁTE rendszereinek működési vázlatát használjuk fel. A rajzon ugyanúgy, mint az 1.sz. ábrán az ellenőrző berendezések I, II. ... XIII. római számokkal, a fedélzeti rendszerek megbontás nélkül mérhető paraméterei pedig  $\times$ -os  $P_1, P_2 \dots P_{27}$ -tel vannak jelölve /4/. Az ábrán az elemzést megkönnyítő típusmegnevezések is láthatók.

Ugyanúgy, mint ahogy azt a bevezetőben tettük, a részlépéseket elhagyva a 6.sz. ábrán ábrázoltuk az együttműködő RÁTE-rendszerek minimalizált blokk-paraméter mátrixát (min.[BPM]).

Az ábrán összehasonlításképpen kifejtettük a 21-E EMKU szerinti üzem-bentartási (kiszolgálási) formákat is /1/.

Csak az ellenőrzés mélysége szempontjából legfontosabb kiszolgálási formákat vizsgáltuk, az "Ismételt feladatra történő", valamint a "Repülés utáni" előkészítéseket az együttműködés szempontjából elhanyagolhatóan kevés ellenőrzés miatt elhagytuk.

A három [BPM] jól tükrözi az ismertetett algoritmussal meghatározott BPM (továbbiakban a referencia [BPM] /75A/) és az "Előzetes előkészítés", a "Repülés előtti előkészítés", valamint a "Periodikus ellenőrzés" [BPM]-a közötti különbségeket. Különösen szembetűnő az utóbbi három [BPM]-nél az együttműködés ellenőrzésének hiánya, amely a következő adatok alapján is könnyen belátható:

1. A referens [BPM] /75A/-modellnél a mérendő paraméterek száma  $\Sigma_p = 27$ , míg a paramétermérések száma  $\Sigma_{pm} = 72$ . A paramétermérések száma, mint adat jobban tükrözi az ellenőrzés mélységét, valamint az ellenőrzések munkaigényét, mint a mérendő paraméterek értéke. Az "Előzetes előkészítésnél"  $\Sigma_p = 18$ , míg  $\Sigma_{pm} = 27$ .

A "Repülés előtti előkészítés" csak a [BPM]-n 0-s "1"-el jelölt paraméterekkel változik az "Előzeteshez" képest, itt  $\Sigma_p = 19$  és  $\Sigma_{pm} = 29$ .

2. A 21-E EMKU szerint az üzem-bentartó századnál végrehajtható legmélyebb ellenőrzés a "Periodikus ellenőrzés". Ennél a kiszolgálási formánál az előző kettőhöz viszonyítva néhány együttműködés-ellenőrzés is végrehajtásra kerül, de a kapott  $\Sigma_p$  és  $\Sigma_{pm}$  értékek még így sem érik el a referens BPM /75A/ adatait. Ennél a kiszolgálási formánál  $\Sigma_p = 25$ ,  $\Sigma_{pm} = 35$ .

3. Mindhárom BPM -nél végrehajtottuk a sorok és az oszlopok szummázását. A kapott adatok önmagukért beszélnek. Érdekes megfigyelni, hogy mindegyik BPM esetén az első 7 paraméter ( $p_1 \dots p_7$ ) oszlop szerinti szummázott értékei megegyeznek. Azonban a továbbiakban ráadásul a fokozottan együttműködő és bonyolult rendszerek esetén már nagyok a különbségek a referens [BPM] javára ( $p_1$ , a  $p_8, p_{10}, p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, p_{15}, p_{17}, p_{18}$  és  $p_{23}$  paramétereknél).

A 75A repülőgép együttműködő RÁTE rendszereinek ellenőrzése és diagnosztizálása már jóval bonyolultabb feladat, mint a mintapélda rendszere, az alkalmazott ellenőrző berendezések, jelforrások magas száma, valamint az együttműködések szorossága szükségessé tette az üzemképesség-vizsgálat bonyolultsághoz illeszkedő vezérlését. A vizsgálat vezérlési lépései a 7.sz. ábrán láthatók.

A vezérléshez a blokk-sorrend [BS]-mátrix, valamint az ellenőrző berendezés-blokk mátrix [EBBM] kialakítása szükséges. Az [EBBM] kiszámításához felhasználjuk a "diagnosztizált blokk - együttműködő blokk" -mátrixot [DEM], melyet a kimenőjel-blokk mátrix és a blokk-paraméter mátrix transzponáltjainak logikai szorzásából kapjuk.

A [DEM]-ből "gráfszínezéssel" kapjuk a blokk-sorrend mátrixot [BS], amely megadja az együttműködő blokkok és a teljes rendszer üzemképesség-vizsgálatához szükséges blokkellenőrzési sorrendeket.

Ugyanúgy, mint ahogy a mintapéldánál említettük, amennyiben az EBBM és a BS -mátrix által vezérelt üzemképesség-vizsgálat során a mért paramétereknél eltérések mutatkoznak a megadottaktól, "beindul" a diagnosztizáló program.

A diagnosztizálás fő lépéseit a 8.sz. ábrán vázlat mutatja.

Végezetül összefoglalva a referens [BPM] által produkált "szolgáltatásokat", ezeket összehasonlítva a 21-E szerinti lehetőségekkel, s ezt egy táblázatban ill. grafikonon ábrázoljuk, a következő végkövetkeztetésekre jutunk (8.sz. ábra):

- 1./ Az adott típusú repülőgép együttműködő RÁTE-rendszereinek ellenőrzése során a 21-E által ellenőrzött együttműködő berendezések száma meg sem közelíti a referens [BPM]-értékét.
- 2./ A referens [BPM] egyértelmű bonyolultság-függő (adaptív) ellenőrzési sorrendet ad meg, a 21-E ezt egyetlen kiszolgálási formájára sem írja elő.
- 3./ A referens [BPM] diagnosztizáló ellenőrzési programot ad meg, a 21-E nem.
- 4./ A mérendő paraméterek számát tekintve a referens [BPM]-t egyedül a "Periodikus ellenőrzés" ellenőrzési mélysége közelíti meg a  $\sum_p = 25$  értékkel, ezt is 60 naponként.



- 5./ Az ellenőrzés bonyolultságának fokmérője a  $\sum_{pm}$ -adat. Ez magába foglalja a mérés mélységét és terjedelmét. Az együttműködés ilyen értelmű ellenőrzése arányosan nagyobb munkát jelent a 21-E szerint (a  $\sum_p$ -hez viszonyítva), de így is jóval kisebb a referens [BPM]-hez képest. Gyakoriságon a kiszolgálási formák 21-E által meghatározott időintervallumait értjük.

A táblázatból három fontos jellemzőt kiválasztva (GY - gyakorisága;  $\sum_{pm}$   $\Sigma$ -paramétermérések száma;  $\Sigma EB$  - ellenőrzött együttműködő berendezések száma) grafikonokon ábráztuk az egyes jellemzők közötti összefüggéseket. Az ábra is szemléletesen bizonyítja a referens [BPM]-előnyeit a 21-E technológiai munkapontjaival szemben. A referens [BPM]-szerinti ellenőrzések gyakoriságát a táblázat alatt lévő összefüggés segítségével meghatározhatjuk, ahol

$K/t/$  - az ellenőrzések költsége,

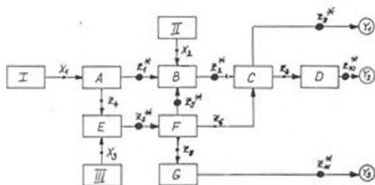
$K_{MEGH.}$  - a meghibásodás által okozott költség,

$K_{UK_{[BPM]}}$  - a referencia [BPM] által végrehajtott ellenőrzés költsége,

$P_{EMJ}/t/$  - az együttműködő rendszerek üzemképességének valószínűsége /5/.

#### FELHASZNÁLT IRODALOM

- RE/1043. 21-E Egységes Műszaki Kiszolgálási Szakutasítás  
Rádiótechnikai berendezések
- Andrásfai Béla: Gráfelmélet. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1983.
- A.O. Zakrevszkij: Logicseszkiy szintez kaszkadnih szhem.  
Izdat.: "Nauka" 1981. Moszkva
- Re/257. A 75A típusú repülőgép GK-381.sz. üzemmentartási és kiszolgálási utasítása. III. könyv
- E.M. Kudrjavcev: Isszledovanie opercij v zadacsah, algoritmah i programmah. Moszkva, Radio i szvjaz, 1984.



① KBM = [Q<sub>1</sub>]

	I	II	III	A	B	C	D	E	F	G	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>
$x_1^H$	1												
$x_2^H$		1											
$x_3^H$			1										
$z_1^H$				1									
$z_2^H$					1								
$z_3^H$						1							
$z_4^H$							1						
$z_5^H$								1					
$z_6^H$									1				
$z_7^H$										1			
$z_8^H$											1		
$z_9^H$												1	
$z_{10}^H$													1

② BBM = [Q<sub>2</sub>]

	I	II	III	A	B	C	D	E	F	G	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>
$x_1^H$	1												
$x_2^H$		1											
$x_3^H$			1										
$z_1^H$				1									
$z_2^H$					1								
$z_3^H$						1							
$z_4^H$							1						
$z_5^H$								1					
$z_6^H$									1				
$z_7^H$										1			
$z_8^H$											1		
$z_9^H$												1	
$z_{10}^H$													1

1. öbra

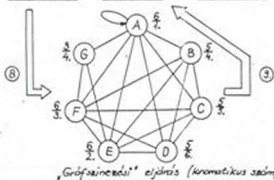
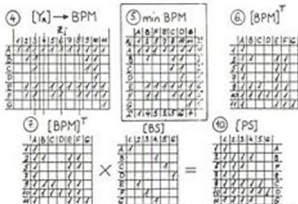
③  $[Y_k] = \min\{Y_k\}^T = \min\{[Q_k]_k \times [Q_k]_k\}^T$

	$x_1^H$	$x_2^H$	$x_3^H$	$z_1^H$	$z_2^H$	$z_3^H$	$z_4^H$	$z_5^H$	$z_6^H$	$z_7^H$	$z_8^H$	$z_9^H$	$z_{10}^H$
$x_1^H$	1												
$x_2^H$		1											
$x_3^H$			1										
$z_1^H$				1									
$z_2^H$					1								
$z_3^H$						1							
$z_4^H$							1						
$z_5^H$								1					
$z_6^H$									1				
$z_7^H$										1			
$z_8^H$											1		
$z_9^H$												1	
$z_{10}^H$													1

$x_1^H$	$x_2^H$	$x_3^H$	$z_1^H$	$z_2^H$	$z_3^H$	$z_4^H$	$z_5^H$	$z_6^H$	$z_7^H$	$z_8^H$	$z_9^H$	$z_{10}^H$
1												
	1											
		1										
			1									
				1								
					1							
						1						
							1					
								1				
									1			
										1		
											1	
												1

2. öbra

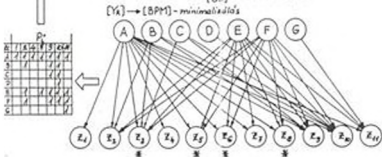
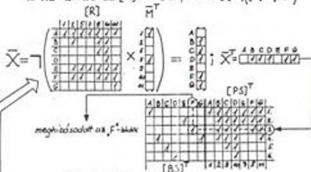


3. ábra

Pl.: Légyon a mért paraméter-vektor  $u$   $[\text{BPM}] \times [\text{R}]$ -kimenetén:

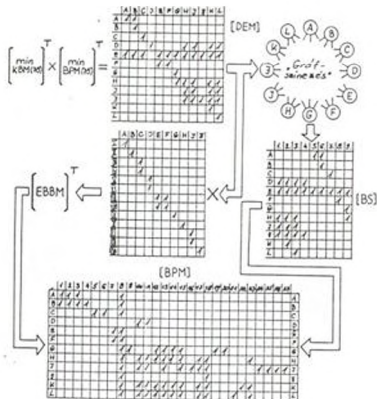
$$\vec{M} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

2. Ha ismert az  $[\text{R}]$  és az  $\vec{M}$ , akkor:  $\vec{X} = \vec{M}^{-1}([\text{R}] \times \vec{M}^T)$

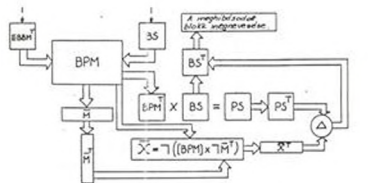


4. ábra





7. abra



EMÜ	BPM			2f-E			2nd
	Se	Stu	Sur	Se	Stu	Sur	
Ellenőrzési	27	27	27	10	8	11	27k
Ellenőrzési	BPM	BPM	BPM	--	--	--	--
Diagnosztika	X	X	X	--	--	--	--
Mérési	27	27	27	49	18	25	27p
Programozási	72	72	72	29	27	35	27m
Ellenőrzési	-2a	9j	6Q	-2	9	60	6Y

$$\bar{K}(t) = \frac{K_{max}(e - P_{min}(t)) + K_{min}(e - P_{max}(t))}{\frac{1}{K_{min}} + \frac{1}{K_{max}}}$$

8. abra

