Kovács József mk. főhadnagy:

A REPÜLŐGÉPEK STABILIZÁLÁSÁNAK ALGORITMUSA ARÁNYOS-INTEGRÁLÓ (PI-) SZABÁLYOZÁS ESETÉN A KORMÁNYFELÜLETEK ELTÉRÉSEI SEBESSÉGÉRE ADOTT KORLÁTOZÁSOK FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

Az állapotvektor szerinti visszacsatolással rendelkező optimális lineáris szabályozók lehetővé teszik a nem zérus kezdeti feltételek és a rövid idejű impulzushatások kiküszöbölését. Állandó értékű vagy lassan változó zavaró hatások esetén azonban az ilyen szabályozók nem tudják biztosítani a szabályozott jellemzők eltérésének zérus értéken tartását.

Hogy ez a feltétel teljesüljön, a szabályozási törvénynek két összetevőt kell tartalmaznia, melyek közül az egyik az állapotvektortól, a másik az állapotvektor integráljától függ. Az ilyen szabályozásokat arányos-integráló szabályozásoknak nevezzük.

Az

$$x/t/ = A/t/\, X/t/ + B/t/\, U/t/ + F/t/$$

$$x/t_0/ = x_0 \qquad (1)$$

egyenlettel leírható lineáris, dinamikus rendszerre elkalmazzuk a szabályozás következő minőségi jellemzőjét:

$$I\left[x/t_0/\,,\ U\,,\ t_0\right] = M\left[\int_{t_0}^{\infty} /X^T QX + U^T G\, U + \dot{U}^T N\, U/\ dt\right] \qquad (2)$$

ahol N - pozitív definít szimmetrikus mátrix
Q és G - negatív definít szimmetrikus mátrix.

Tegyük fel, hogy az irányítás kezdeti értéke adott:

$$U/t_0/ = U_0$$

Olyan U^* irányítást kell találnunk, amely minimálja az adott jellemzőt.

Vezessünk le új változókat:

$$X_1 = \begin{bmatrix} X \\ U \end{bmatrix} \quad U_1 = \dot{U} \ , \quad F_1 = \begin{bmatrix} F /t/ \\ 0 \end{bmatrix} \tag{3}$$

és új mátrixokat:

$$A_1 = \begin{bmatrix} A & B \\ 0 & 0 \end{bmatrix}; \quad B_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ I \end{bmatrix}, \quad N_1 = N \ , \quad Q_1 = \begin{bmatrix} Q & 0 \\ 0 & G \end{bmatrix} \tag{4}$$

Ezek figyelembevételével az (1) és (2) egyenleteink így módosulnak:

$$\dot{x}_1 = A_1 X + B_1 U_1 + F_1 \ , \quad x_1/t_0/ = x_{10} \ ,$$

$$I[x_1/t_0/, U_1, t_0] = M \left[\int_{t_0}^{\infty} /U_1^T N_1 U_1 + X_1^T Q X_1/ \, dt \right] \tag{5}$$

A zárt rendszer szabályozási törvényére és aszimptotikus stabilitására fogadjuk el a következő egyszerűsítő feltételeket:

- az $[A_1 \ B_1]$ pár teljesen irányítható,

- az $[A_1 \ D_1]$ pár teljesen megfigyelhető bármely,

a $D_1 D^T = Q_1$ feltételt kielégítő D_1 esetén.

Ha ezek a feltételek teljesülnek, akkor a szabályozás algoritmusát a következő formában írhatjuk fel:

$$U^* = - N^{-1} B_1^T PX_1 \ ,$$

$$I^* [X_1/t_0/, t_0] = X_1^T /t_0/ \, PX_1/t_0/ \ ,$$

$$P = \lim_{T \to \infty} P /t,T/ = \lim_{t \to \infty} P /t,T/ \ ,$$

ahol P - a RICATTI egyenlet megoldása:

$$- \dot{P} = P A_1 + A_1^T P - P B_1 N^{-1} B_1^T P + Q_1 \ ,$$

$$P /T, T/ = 0$$

Az első egyszerűsítő feltétel biztosítja a P létezését, a második pedig a

$$\dot{X}_1 = /A_1 - B_1 N^{-1} B^T P/ X_1$$

zárt rendszer aszimptotikus stabilitását határozza meg.

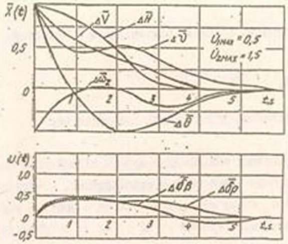
A javasolt algoritmus működőképességének ellenőrzése modellezés útján történt, SzM-1420 tipusú elektronikus számítógépen, a kormányfelületek elmozdulási sebességére és az elmozdulás értékére adott korlátozások figyelembevételével. A modellezés eredménye az 1. és 2. ábrákon látható.

A kapott eredmények alapján elmondhatjuk, hogy az arányos-integráló szabályozáson alapuló algoritmus biztosítja a repülőgép stabilizálását állandó vagy lassan változó zavaró hatások esetén a kormányszervek eltérési sebességére és az eltérés értékére adott korlátozások esetén is.

Felhasznált irodalom:

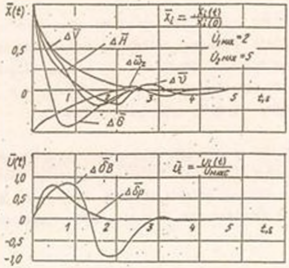
1. Iljusin L.M.: Összetett rendszerek irányítási algoritmusának szintézise fordított dinamikai feladatok módszerével; az Ukrán Tudományos Akadémia előadásai, "A" széria: fizika - matematikai- és technikai tudományok - kibernetika és számítástechnika - 1986/8. szám (orosz nyelvű)

2. Maskov O.A.: A repülő szerkezetek automatikus irányatásának néhány sajátossága fordított dinamikai feladatok alapján; a Repülőberendezések effektivitásának növelése c. gyűjteményben. Kijevi Repülőmérnöki Főiskola, 1985. (orosz nyelvű)



$\bar{X}(t)$
$\Delta\bar{V}$
$\Delta\bar{H}$
$\Delta\bar{\vartheta}$
$\Delta\bar{\omega}_z$
$\Delta\bar{\theta}$
$U_{1max} = 0,5$
$U_{2max} = 1,5$
$U(t)$
$\Delta\bar{\delta}B$
$\Delta\bar{\delta}p$
t,s

1.ábra



$\bar{X}(t)$
$\bar{X}_i = \frac{X_i(t)}{X_i(0)}$
$\Delta\bar{V}$
$\Delta\bar{H}$
$\Delta\bar{\omega}_z$
$\Delta\bar{\vartheta}$
$\Delta\bar{\theta}$
$U_{1max} = 2$
$U_{2max} = 5$
$\bar{U}(t)$
$\Delta\bar{\delta}B$
$\Delta\bar{\delta}p$
$\bar{U}_i = \frac{U_i(t)}{U_{imax}}$
t,s

2.ábra