

Tiba Zsolt

LENGÉSTANI SZIMULÁCIÓS PROGRAM GYAKORLATI ALKALMAZÁSA

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEK

Hajtásláncok tervezésének problémakörei:

- a hajtó gép kiválasztása és illesztése a hajtott géphez jelleggörbékük ismeretében
- a hajtáslánc rezgésmentes működésének ellenőrzése, amely a terhelési modellek alkalmazásának a feltétele

A rezgésmentes működés ellenőrzése:

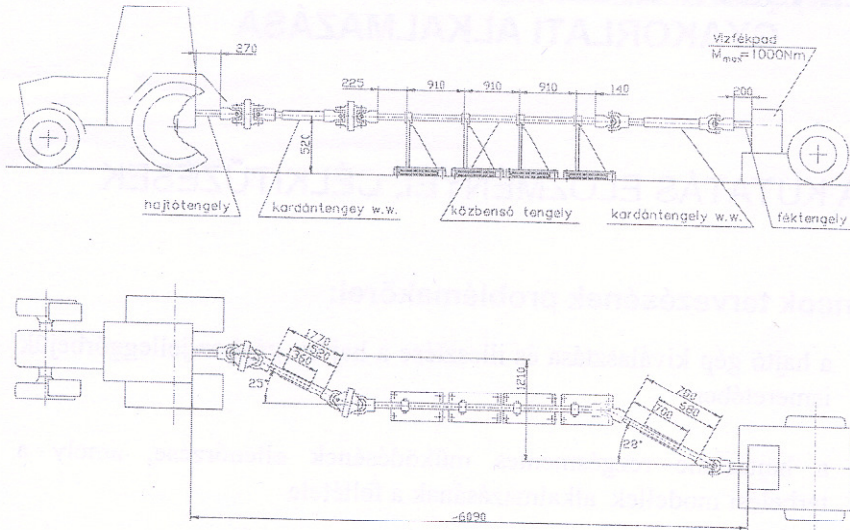
- méréssel a kész hajtásláncon: ellenőrzésre / Walterscheid GmbH. /
- dinamikai számításal: előtervezésként

Célkitűzések

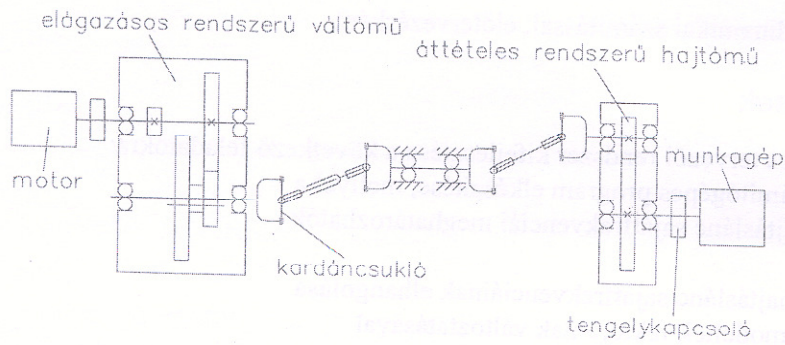
Számítógépes tervezői rendszer kifejlesztése a következő feladatokra:

- számítógépes program elkészítése, mellyel a hajtáslánc sajátfrekvenciái meghatározhatók
- a hajtáslánc sajátfrekvenciáinak elhangolása a modellek faktorainak változtatásával
- a mozgásjellemzők és igénybevételek meghatározása a hajtáslánc tetszőleges keresztmetszetében

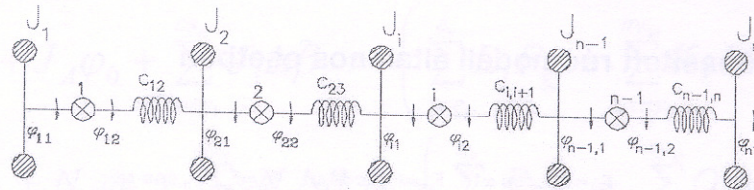
A HAJTÁSLÁNC FELÉPÍTÉSE



HAJTÁSLÁNC MODELL



MODELL A TORZIÓS REZGÉSEK LEÍRÁSÁRA



A kardáncsuklók átviteli tényezője:

$$\frac{\partial \varphi_{i2}}{\partial \varphi_{i1}} = 1 + 2\delta_i \cos 2\varphi_{i1}$$

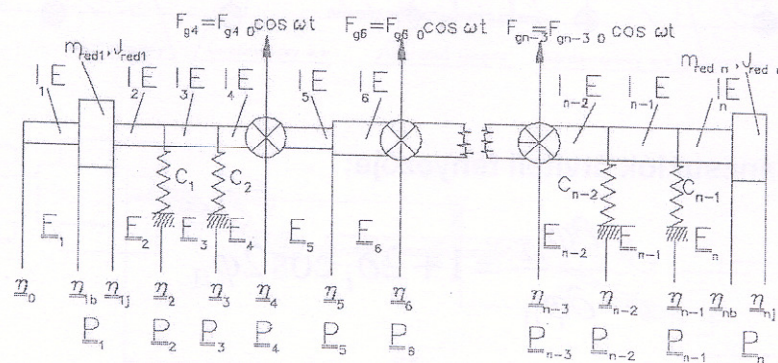
A rendszer mozgásegyenlete:

$$\underline{\underline{\ddot{X}}} + \underline{\underline{A}}\underline{\underline{X}} + \underline{\underline{B}}\underline{\underline{X}} \cos 2\varphi + \underline{\underline{C}}\underline{\underline{\sin 2\varphi}} + \underline{\underline{D}}\underline{\underline{\sin 2\varphi \cos 2\varphi}} = 0$$

Az egyenletrendszer megoldása $X = ye^{iat}$ alakban kereshető.

MODELL A HAJLÍTÓ REZGÉSEK LEÍRÁSÁRA

A kiegyenesített rúdmodell általános esetben



A hajlító rezgéseket leíró differenciálegyenlet:

$$A\rho \frac{\partial^2 q}{\partial t^2} + IE \frac{\partial^4 q}{\partial z^4} = 0$$

Az állapotvektorok közötti kapcsolat:

$$\underline{\eta}_n = \underline{F}_n \underline{P}_{n-1} \underline{F}_{n-1} \dots \underline{F}_2 \underline{P}_1 \underline{F}_1 \underline{\eta}_0 = \underline{A} \underline{\eta}_0$$

A rendszer mozgásegyenlete:

$$I_A v_0 + J_A \varphi_0 + \sum_{i=cs_1}^{cs_n} J_i \Delta \beta_i = - \left(\sum_{j=e_1}^{e_v} L_j F_{gj} + \sum_{k=ny_1}^{ny_w} K_k M_{gk} \right)$$

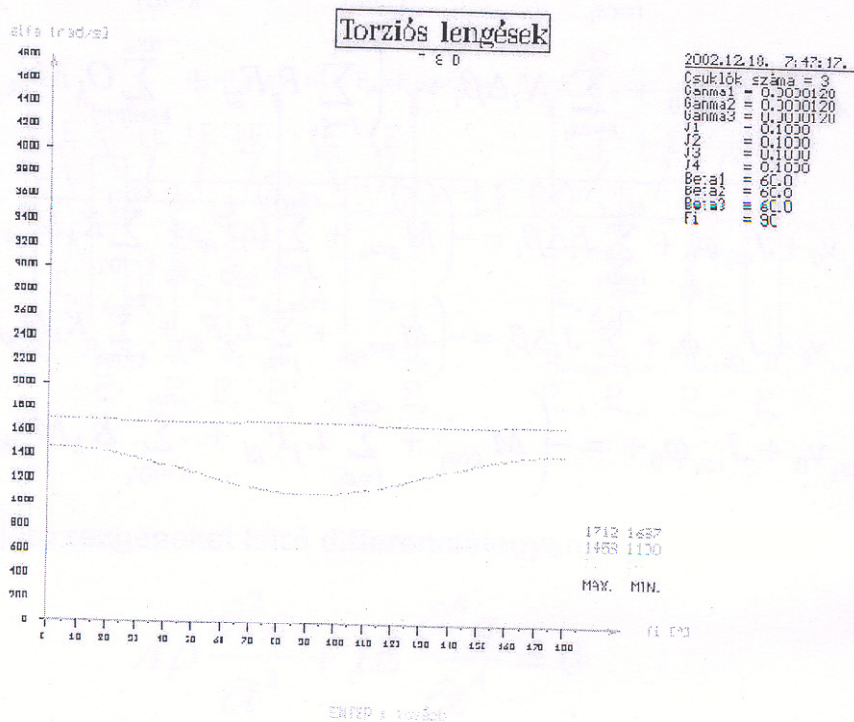
$$M_A v_0 + N_A \varphi_0 + \sum_{i=cs_1}^{cs_n} N_i \Delta \beta_i = - \left(\sum_{j=e_1}^{e_v} P_j F_{gj} + \sum_{k=ny_1}^{ny_w} O_k M_{gk} \right)$$

$$I_{cs_n} v_0 + J_{cs_n} \varphi_0 + \sum_{i=cs_1}^{cs_{n-1}} J_i \Delta \beta_i = - \left(M_{gcs_n} + \sum_{j=e_1}^{cs_{n-1}} L_j F_{gj} + \sum_{k=ny_1}^{cs_{n-1}} K_k M_{gk} \right)$$

$$I_{cs_{n-1}} v_0 + J_{cs_{n-1}} \varphi_0 + \sum_{i=cs_1}^{cs_{n-2}} J_i \Delta \beta_i = - \left(M_{gcs_{n-1}} + \sum_{j=e_1}^{cs_{n-2}} L_j F_{gj} + \sum_{k=ny_1}^{cs_{n-2}} K_k M_{gk} \right)$$

$$I_{cs_1} v_0 + J_{cs_1} \varphi_0 + = - \left(M_{gcs_1} + \sum_{j=e_1}^{cs_1} L_j F_{gj} + \sum_{k=ny_1}^{cs_1} K_k M_{gk} \right)$$

A TORZIÓS LENGÉSEK SZIMULÁCIÓS PROGRAMJÁNAK EREDMÉNYE HÁROM KARDÁNC SUKLÓVAL MEGVALÓSÍTOTT HAJTÁS ESETÉN



**A hajlító lengések szimulációs program futásának,,
pillanatképei ,, egy három szakaszhatárból álló modellre**

+-----+
| Válasszon az alábbi nyelvek közül ! |
|-----|
| Bitte wählen Sie! |
+-----+

+-----+
| 1 : magyar/ungarisch |
| 2 : német/deutsch |
+-----+

[1/2/kilépés/Aus]

A program a Walterscheid GmbH tulajdona.
Das Programm gehört zur Walterscheid GmbH.

+-----+
| Sajátfrekvencia meghatározása |
+-----+
| Hajlítólengések |
+-----+

írta : Tiba Zsolt Főiskolai adjunktus
Darai Gyula mŕszaki oktató
1996. 10-

KLTE MFK
Gépészeti Intézet
DEBRECEN

ENTER

Hajlítólengések

Fő szakaszhatárok száma [max. 18] = 3
A rendszer üzemi körfrekvenciája [rad/s] = 20

A 10. szakasz IE [Nm2] = 61320.00
A*ro [kg/m] = 3.827
z [max 2.5 m] = 0.200

Az F10 szakaszmátrix felépítése :

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 1.000E+0000 | 2.000E-0001 | -3.262E-0007 | 2.174E-0008 | 0.000E+0000 |
| 3.329E-0005 | 1.000E+0000 | -3.262E-0006 | 3.262E-0007 | 0.000E+0000 |
| -3.062E+0001 | -2.041E+0000 | 1.000E+0000 | -2.000E-0001 | 0.000E+0000 |
| 3.062E+0002 | 3.062E+0001 | -3.329E-0005 | 1.000E+0000 | 0.000E+0000 |
| 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 1.000E+0000 |

Az adatok jók ? [i/n/k]

Kéri a bemenő adatok nyomtatását ? [i/n/k]

A 10. szakaszhatár :

Csuklót tartalmaz a szakaszhatár ? [i/n/ESC/k]

m [kg] = 4.00

J [kgm²] = 0.0200

c [m/N] = 0.000001000

gamma [1/mN] = 0.000100

Mgerj [Nm] = 100.00

Fgerj [N] = 100.00

Az P10 pontszakasz-mátrix felépítése :

| | | | |
|----------------|--------------|--------------|--------------|
| 1.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 |
| 0.0000000000 | 1.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 |
| 0.0000000000 | -9992.000 | 1.0000000000 | 0.0000000000 |
| 100.0000000000 | -998400.000 | 0.0000000000 | 1.0000000000 |
| 0.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 |
| 1.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 |

Az adatok jók ? [i/n/k]

Kéri a bemenő adatok nyomtatását ? [i/n/k]

A 20. szakasz IE [Nm²] = 61320.00
 A*ro [kg/m] = 3.827
 z [max 2.5 m] = 0.200

Az F20 szakaszmatrix felépítése :

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 1.000E+0000 | 2.000E-0001 | -3.262E-0007 | 2.174E-0008 | 0.000E+0000 |
| 3.329E-0005 | 1.000E+0000 | -3.262E-0006 | 3.262E-0007 | 0.000E+0000 |
| -3.062E+0001 | -2.041E+0000 | 1.000E+0000 | -2.000E-0001 | 0.000E+0000 |
| 3.062E+0002 | 3.062E+0001 | -3.329E-0005 | 1.000E+0000 | 0.000E+0000 |
| 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 1.000E+0000 |

Az adatok jók ? [i/n/k]

Kéri a bemenő adatok nyomtatását ? [i/n/k]

A 20. szakaszhatár :

Csuklót tartalmaz a szakaszhatár ? [i/n/ESC/k]

m [kg] = 4.00
 J [kgm²] = 0.0200
 gamma [1/mN] = 0.000100
 Mgerj [Nm] = 100.00
 Fgerj [N] = 100.00

Az P20 pontszakasz-matrix felépítése :

| | | | |
|----------------|--------------|--------------|----------------|
| 1.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 |
| 0.0000000000 | 1.0000000000 | 0.0000000000 | 0.0000000000 ? |
| 0.0000000000 | -9992.000 | 1.0000000000 | 0.0000000000 |
| 100.0000000000 | 1600.000 | 0.0000000000 | 1.0000000000 |
| 100.0000000000 | | | |

0.0000000000 0.0000000000 0.0000000000 0.0000000000
1.0000000000

Az adatok jók ? [i/n/k]

Kéri a bemenő adatok nyomtatását ? [i/n/k]

A 30. szakasz IE [Nm²] = 61320.00
A*ro [kg/m] = 3.827
z [max 2.5 m] = 0.200

Az F30 szakaszmátrix felépítése :

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 1.000E+0000 | 2.000E-0001 | -3.262E-0007 | 2.174E-0008 | 0.000E+0000 |
| 3.329E-0005 | 1.000E+0000 | -3.262E-0006 | 3.262E-0007 | 0.000E+0000 |
| -3.062E+0001 | -2.041E+0000 | 1.000E+0000 | -2.000E-0001 | 0.000E+0000 |
| 3.062E+0002 | 3.062E+0001 | -3.329E-0005 | 1.000E+0000 | 0.000E+0000 |
| 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 1.000E+0000 |

Az adatok jók ? [i/n/k]

Kéri a bemenő adatok nyomtatását ? [i/n/k]

Az A mátrix felépítése :

=

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|---|
| 8.254E-0001 | 5.815E-0001 | -2.943E-0006 | 5.918E-0007 | ? |
| -1.312E+0000 | 8.365E-0001 | -9.786E-0006 | 2.971E-0006 | ? |
| 4.020E+0005 | 6.003E+0004 | 9.681E-0001 | -6.077E-0001 | ? |
| -9.959E+0005 | -1.988E+0005 | 3.226E-0001 | 9.787E-0001 | ? |
| 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | 0.000E+0000 | ? |
| 1.000E+0000 | | | | |

A tengely felépítése :

F10 F20 F30

-----0---

P10 P20

Csukló található a 20, szakaszhatáron.

ENTER

Kéri a csapágymerevség iterálását ? [i/n/ESC/k]

Kéri a csapágymerevség iterálását ? [i/n/ESC/k]

A determináns felépítése (4 csuklóig látszik) :

| v0 | fi0 | beta | beta | beta | beta | inhom. |
|-------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 4.0E+0005 | 6.0E+0004 | -2.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 - |
| 1.429E+0002 | | | | | | |
| -1.0E+0006 | -2.0E+0005 | 3.1E+0001 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 - |
| 1.999E+0002 | | | | | | |
| 2.0E+0005 | 2.0E+0004 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 - |
| 1.829E+0002 | | | | | | |
| 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 |
| 0.000E+0000 | | | | | | |
| 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 |
| 0.000E+0000 | | | | | | |
| 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 | 0.0E+0000 |
| 0.000E+0000 | | | | | | |

A determináns értéke : 8.22706880062802E+0010

A 1. ismeretlen determinánása : -1.65058480153351E+0008

A 2. ismeretlen determinánása : 9.09416817617314E+0008

A 3. ismeretlen determinánása : -2.40040447331806E+0009

ENTER

Az ismeretlenek értékei :

v0 : -2.00628539949430E-0003 [m]

fi0 : 1.10539590667808E-0002 [rad]

beta20 : -2.91769101667756E-0002 [rad]

Támasztóerők :

T10 : -1.04452421122031E+0002 [N]

ENTER

Kíván állapotvektort kiemelni ? [i/n/ESC/k]

A tengely felépítése :

F10 F20 F30

-----0---

P10 P20

Csukló található a 20, szakaszhatáron

A vizsgálandó állapotvektor (szakaszhatár) sorszáma [0-180]:20

A determináns értéke : 8.22706880062802E+0010

A 1. ismeretlen determinánsa : -1.65058480153351E+0008

A 2. ismeretlen determinánsa : 9.09416817617314E+0008

A 3. ismeretlen determinánsa : -2.40040447331806E+0009

ENTER

Az ismeretlenek értékei :

v0 : -2.00628539949430E-0003 [m]

f_{i0} : 1.10539590667808E-0002 [rad]

beta20 : -2.91769101667756E-0002 [rad]

Támasztóerők :

T10 : -1.04452421122031E+0002 [N]

ENTER

Sajátfrekvenciák meghatározása. Alfa lépésköze :

1 : 10 rad/s

2 : 1 rad/s

3 : 0.1 rad/s

[1/2/3/ESC]

A vizsgálat 0.1 rad/s- onként történik 2000.0 rad/s- ig

A determináns értéke : 7.43245351695273E+0017

Alfa : 2000.0 rad/s ENTER/ESC

DET=0- t találtunk a 245.6, 467.3, rad/s- on.

Kéri a sajátfrekvenciák nyomtatását ? [i/n/k]

Kíván sajátfrekvenciát ismételt számolni ? [i/n/ESC/k]

Kíván állapotvektort kiemelni ? [i/n/ESC/k]

Kéri a program ismételt futtatását ? [i/n/ESC/k]