

SKLEP

Do porušitve konstrukcije lahko pride na različne načine. Najnevarnejši in najbolj zapleten je tisti, ki je načelno opisan kot krhki lom. Teorija loma, zasnovana na faktorju intenzivnosti napetosti je učinkovita v primeru, ko je velikost plastične cone majhna v primerjavi s parametrom dolžine, ki opisuje področje loma. Ob velikih plastičnih deformacijah terjajo ti modeli dopolnitve.

Programi, ki jih uporabljamo pri reševanju navedenih problemov, so plod lastnega dela in uporabljajo domače znanje, seveda ob upoštevanju znanih in objavljenih tehnik računanja ter se ne opirajo na »licence tujih institucij«.

Prav tako se zavedamo, da se je naslanjati na posamična, najnovejša raziskovanja enega samega instituta lahko pri praktičnem delu zgrešeno.

UPORABLJENI VIRI

[1] Oblak, M.: Fatigue life of a notched component. Jugoslavenski kongres teorijske i primenjene mehanike, 16., Bečići 1984. Str. 471—478, referat C 7-31, ilustr.

[2] Gray, T. G. F., Spence, J. and North, T. H.: Rational Welding Design, Neunes-Butterworths 1975.

[3] Chang, J. B., and Stolpestad, J. H.: Improved Method for Predicting Spectrum Loading Effects. AFFDL-TR-79-3036. Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, USA 1979.

Avtorjev naslov: doc. dr. Maks Oblak,
VTŠ Maribor,
Smetanova 17

UDK 629.1.073

Računalniški model dinamičnega obnašanja specialnega terenskega vozila

EDO KIKER — DUŠAN GRABNAR

Prispevek obravnava računalniško modeliranje dinamičnega obnašanja specialnega terenskega vozila pri določenih vozni in operativnih razmerah s simulacijskim programom SARAS, pri čemer so upoštevane nelinearne karakteristike elementov vzmetenja.

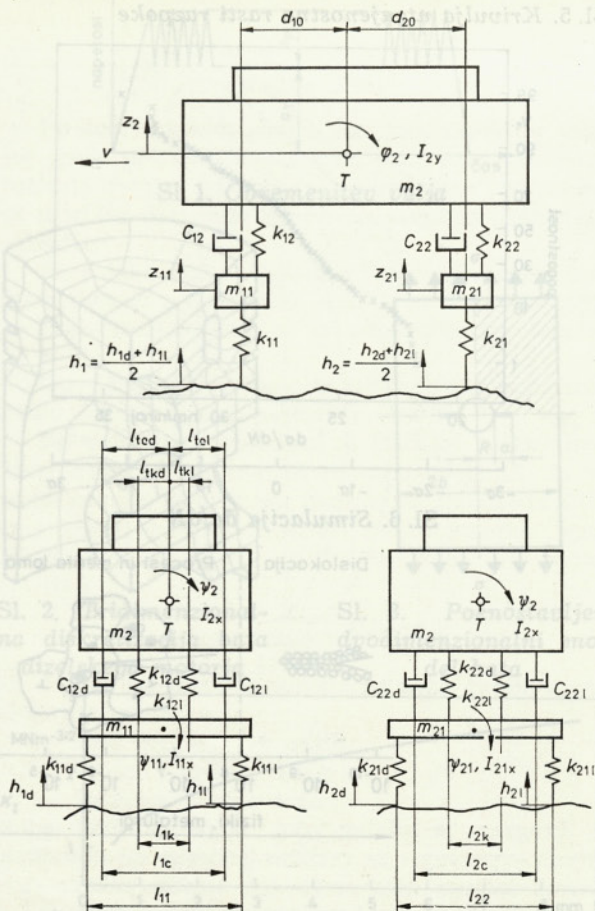
1. UVOD

V raziskavi, iz katere izhaja pričujoči članek, je bilo opravljeno računalniško modeliranje dinamičnega obnašanja specialnega terenskega vozila iz izdelovalnega programa TAM pri različnih vozni in operativnih razmerah in pri različnih dodatnih obremenitvah vozila, ki izhajajo iz njegovih operativnih razmer.

Ker gre za nestandardno vozilo s posebno izvedbo vzmetenja, je bilo treba pri modeliranju upoštevati nelinearne karakteristike vzmetnih elementov in pnevmatik, sicer bi dobljeni rezultati analize odstopali od resničnih razmer na vozilu.

Za računalniško modeliranje vozila je bil uporabljen simulacijski program SARAS, ki ima na voljo zadostno število elementov, kar je posebej pomembno pri modeliranju vzmetnih elementov in pnevmatik, ki imajo nelinearne statične karakteristike.

Namen modeliranja je ugotoviti vrednosti parametrov vzmetnih elementov, ki bi pri danih vozni in operativnih razmerah vozila dale optimalne lastnosti dinamičnega obnašanja vozila.



Sl. 1. Poenostavljena shema vozila

2. MATEMATIČNI OPIS VOZILA

Poenostavljeno shemo vozila, po kateri so podane gibalne enačbe prikazuje slika 1.

$$\ddot{z}_{11} = \frac{2}{m_{11}} [k_{11}(0,5(h_{1d} + h_{1l}) - z_{11}) + k_{12}(z_2 + d_{10} \varphi_2 - z_{11}) + C_{12}(\dot{z}_2 + d_{10} \dot{\varphi}_2 - \dot{z}_{11})]$$

$$\ddot{z}_{21} = \frac{2}{m_{21}} [k_{21}(0,5(h_{2d} + h_{2l}) - z_{21}) + k_{22}(z_2 - d_{20} \varphi_2 - z_{21}) + 2C_{22}(\dot{z}_2 - d_{20} \dot{\varphi}_2 - \dot{z}_{21})]$$

$$\ddot{z}_2 = \frac{2}{m_2} [k_{12}(z_{11} - d_{10} \varphi_2 - z_2) + k_{22}(z_{21} + d_{20} \varphi_2 - z_2) + C_{12}(\dot{z}_{11} - d_{10} \dot{\varphi}_2 - \dot{z}_2) + 2C_{22}(\dot{z}_{21} + d_{20} \dot{\varphi}_2 - \dot{z}_2)]$$

$$\ddot{\varphi}_2 = \frac{2}{I_{2y}} [k_{12}(z_{11} - z_2 - d_{10} \varphi_2) d_{10} + k_{22}(z_2 - z_{21} - d_{20} \varphi_2) d_{20} + C_{12}(\dot{z}_{11} - \dot{z}_2 - d_{10} \dot{\varphi}_2) d_{10} + 2C_{22}(\dot{z}_2 - \dot{z}_{21} - d_{20} \dot{\varphi}_2) d_{20}]$$

$$\ddot{\psi}_{11} = \frac{1}{I_{11x}} [k_{11d}(h_{1d} - 0,5l_{11} \psi_{11}) 0,5l_{11} + k_{12d}(l_{tkd} \psi_2 - 0,5l_{1k} \psi_{11}) \cdot 0,5(l_{tkd} + 0,5l_{1k}) + k_{11l}(-h_{1l} - 0,5l_{11} \psi_{11}) 0,5l_{11} + k_{12l}(l_{tkl} \psi_2 - 0,5l_{1k} \psi_{11}) \cdot 0,5(l_{tkl} + 0,5l_{1k}) + C_{12d}(l_{tcd} \dot{\psi}_2 - 0,5l_{1c} \dot{\psi}_{11}) 0,5(l_{tcd} + 0,5l_{1c}) + C_{12l}(l_{tel} \dot{\psi}_2 - 0,5l_{1c} \dot{\psi}_{11}) 0,5(l_{tel} + 0,5l_{1c})]$$

$$\ddot{\psi}_{21} = \frac{1}{I_{21x}} [k_{21d}(h_{2d} - 0,5l_{22} \psi_{21}) 0,5l_{22} + k_{22d}(l_{tkd} \psi_2 - 0,5l_{2k} \psi_{21}) 0,5(l_{tkd} + 0,5l_{2k}) + k_{21l}(-h_{2l} - 0,5l_{22} \psi_{21}) 0,5l_{22} + k_{22l}(l_{tkl} \psi_2 - 0,5l_{2k} \psi_{21}) 0,5(l_{tkl} + 0,5l_{2k}) + C_{22d}(l_{tcd} \dot{\psi}_2 - 0,5l_{2c} \dot{\psi}_{21}) (l_{tcd} + 0,5l_{2c}) + C_{22l}(l_{tel} \dot{\psi}_2 - 0,5l_{2c} \dot{\psi}_{21}) (l_{tel} + 0,5l_{2c})]$$

$$\ddot{\psi}_2 = \frac{1}{I_{2x}} [k_{12d}(0,5l_{1k} \psi_{11} - l_{tkd} \psi_2) 0,5(0,5l_{1k} + l_{tkd}) + k_{22d}(0,5l_{2k} \psi_{21} - l_{tkd} \psi_2) 0,5(0,5l_{2k} + l_{tkd}) + k_{12l}(0,5l_{1k} \psi_{11} - l_{tkl} \psi_2) 0,5(0,5l_{1k} + l_{tkl}) + k_{22l}(0,5l_{2k} \psi_{21} - l_{tkl} \psi_2) 0,5(0,5l_{2k} + l_{tkl}) + C_{12d}(0,5l_{1c} \dot{\psi}_{11} - l_{tcd} \dot{\psi}_2) 0,5(0,5l_{1c} + l_{tcd}) + C_{22d}(0,5l_{2c} \dot{\psi}_{21} - l_{tcd} \dot{\psi}_2) (0,5l_{2c} + l_{tcd}) + C_{12l}(0,5l_{1c} \dot{\psi}_{11} - l_{tel} \dot{\psi}_2) 0,5(0,5l_{1c} + l_{tel}) + C_{22l}(0,5l_{2c} \dot{\psi}_{21} - l_{tel} \dot{\psi}_2) (0,5l_{2c} + l_{tel})]$$

V podanih enačbah pomenijo:

- h_{1d} — neravnino cestišča na sprednjem desnem kolesu
 h_{1l} — neravnino cestišča na sprednjem levem kolesu

h_{2d} — neravnino cestišča na zadnjem desnem kolesu

h_{2l} — neravnino cestišča na zadnjem levem kolesu

$k_{11d} = k_{11l} = k_{11} = k_{21d} = k_{21l} = k_{21}$ — karakteristike pnevmatik

$k_{12d} = k_{12l} = k_{12}$ — karakteristike sprednje listnate vzmeti

$k_{22d} = k_{22l} = k_{22}$ — karakteristike zadnje listnate vzmeti

$C_{12d} = C_{12l} = C_{12}$ — karakteristike sprednjega blažilnika

$C_{22d} = C_{22l} = C_{22}$ — karakteristike zadnjega blažilnika

m_{11} — maso sprednje preme

m_{21} — maso zadnje preme

m_2 — maso korpusa

z_{11} — odmik srednje preme iz ravnotežja

z_{21} — odmik zadnje preme iz ravnotežja

z_2 — odmik korpusa v težišču iz ravnotežja

φ_2 — zasuk korpusa v prečni osi okoli težišča

ψ_{11} — zasuk sprednje preme v vzdolžni osi

ψ_{21} — zasuk zadnje preme v vzdolžni osi

ψ_2 — zasuk korpusa v vzdolžni osi okoli težišča

I_{2y} — vztrajnostni moment korpusa v prečni osi okoli težišča

I_{2x} — vztrajnostni moment korpusa v vzdolžni osi okoli težišča

I_{11x} — vztrajnostni moment sprednje preme v vzdolžni osi

I_{21x} — vztrajnostni moment zadnje preme v vzdolžni osi

d_{10} — oddaljenost sprednje preme od težišča

d_{20} — oddaljenost zadnje preme od težišča

l_{11} — razdaljo med sprednjimi kolesi

l_{22} — razdaljo med zadnjimi kolesi

l_{1k} — razdaljo med sprednjimi vzmetmi

l_{2k} — razdaljo med zadnjimi vzmetmi

l_{1c} — razdaljo med sprednjimi blažilniki

l_{2c} — razdaljo med zadnjimi blažilniki

l_{tkd} — razdaljo desnih vzmeti do težišča

l_{tkl} — razdaljo levih vzmeti do težišča

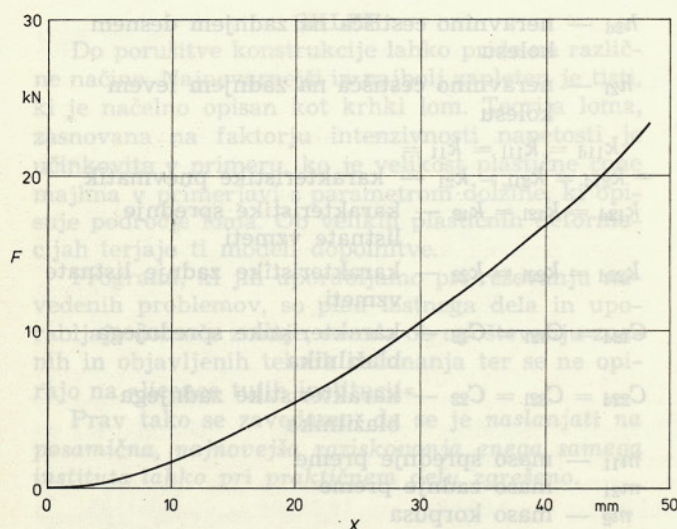
l_{tcd} — razdaljo desnih blažilnikov do težišča

l_{tel} — razdaljo levih blažilnikov do težišča

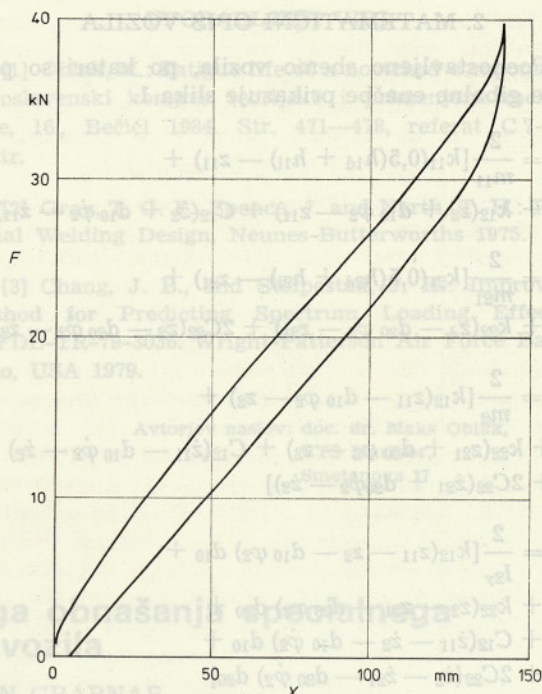
Podani parametri so bili na vozilu izmerjeni oziroma eksperimentalno posneti. Kakor je bilo rečeno v uvodu, imajo pnevmatike, blažilniki in vzmeti nelinearne statične karakteristike. Načelni potek teh karakteristik prikazujejo slike 2, 3, 4 in 5.

3. RAČUNALNIŠKI MODEL VOZILA

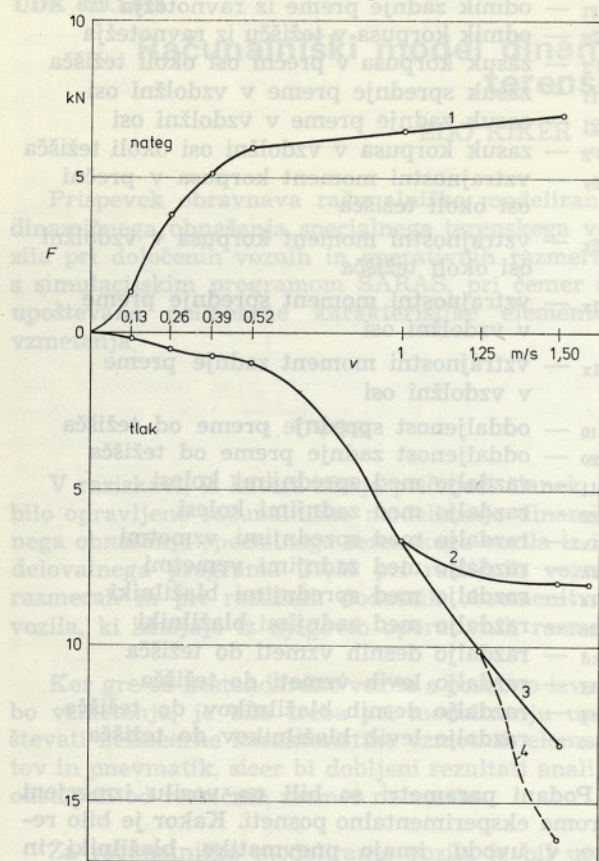
Na temelju matematičnega opisa je izdelan računalniški model in program dinamičnega obnašanja vozila. Zaradi obsežnosti problema sta model kakor tudi program razdeljena na dva dela.



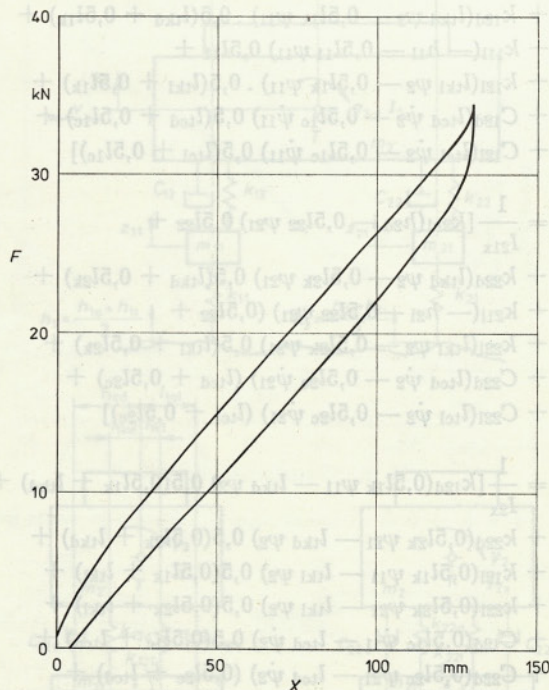
Sl. 2. Statična značilnica plašev z zračnico



Sl. 4. Statična karakteristika vzmeti na zadnji vzmetni obesi



Sl. 3. Statična značilnica blažilnikov

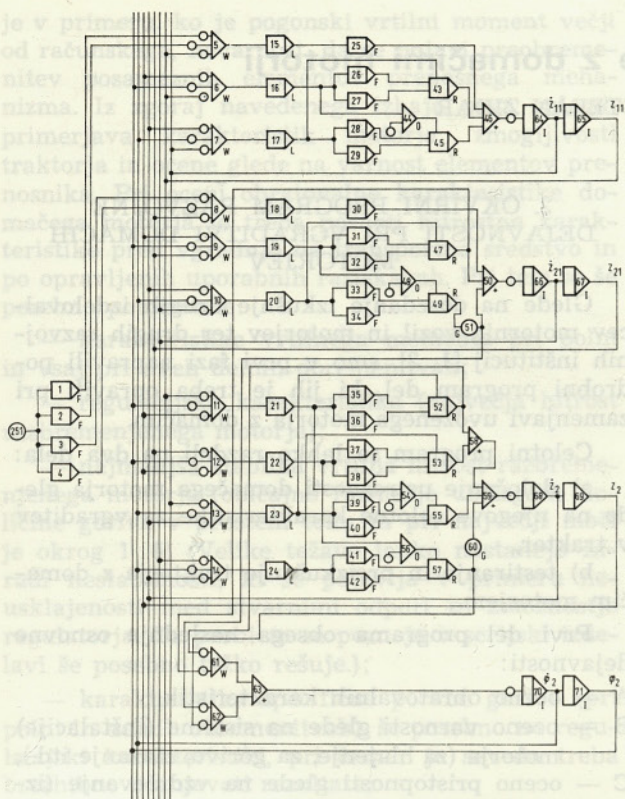


Sl. 5. Statična karakteristika vzmeti na prednji vzmetni obesi

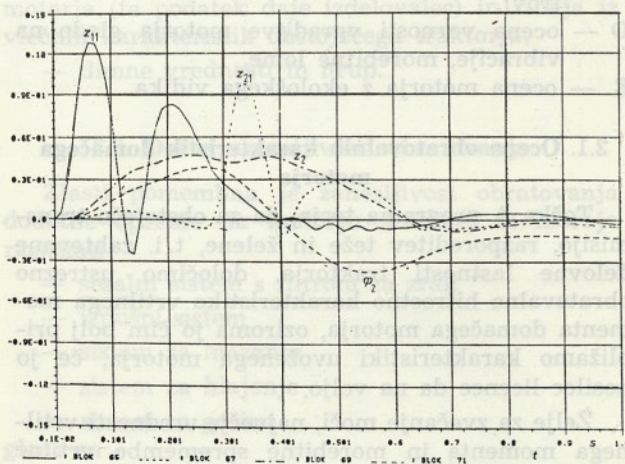
V prvem delu so upoštevane gibalne enačbe za spremenljivke z_{11} , z_{21} , z_2 in φ_2 , v drugem delu pa za spremenljivke ψ_{11} , ψ_{21} in ψ_2 . Porazdelitev problema na dva dela je dopustna, kajti oba sistema enačb med seboj nista povezana.

Računalniško blokovno shemo za prvi del analize prikazuje slika 6 (model 1), za drugi del analize pa slika 7 (model 2).

Posamezni bloki v blokovni shemi opravljajo določene funkcije. Razlaga je podana le za tiste, s katerimi je opravljeno modeliranje elementov z nelinearnimi karakteristikami, številčne označbe blokov v oklepaju veljajo za model 2.

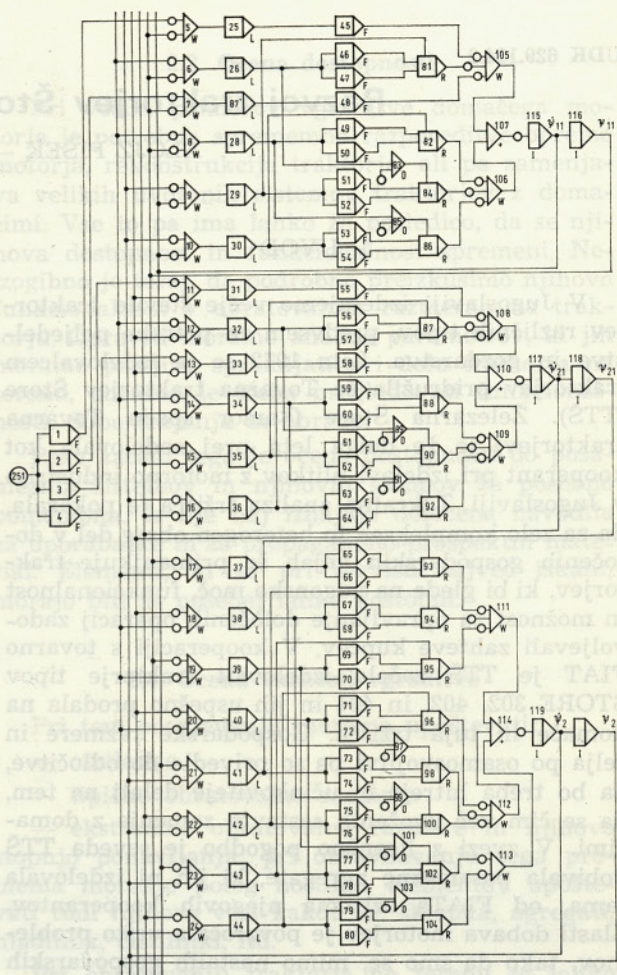


Sl. 6. Računalniška blokovna shema — model 1

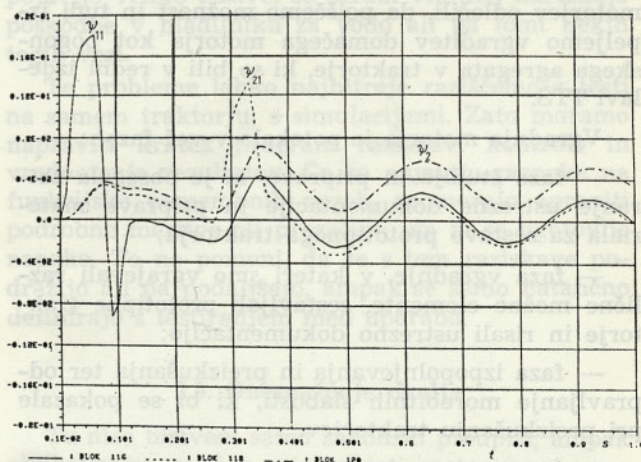


Slika 8

Bloki 1 do 4 so funkcijski generatorji za simulacijo cestišča. Z bloki 15 do 24 (25 do 44) omejujejo relativne pomike in hitrosti pri pnevmatikah, blažilnikih in vzmeteh. Nelinearne statične karakteristike blažilnikov, vzmeti in pnevmatik modeliramo s funkcijskimi generatorji, bloki 25 do 42 (45 do 80). Z relejnimi bloki 43, 47, 52 in 53 (81, 82, 87, 88, 93, 94, 95, 96) izbiramo v odvisnosti od relativne hitrosti tlačni ali natezni del vzmetne karakteristike. Podobno nalogo opravljajo za blažilnike bloki 45, 49, 55 in 57 (84, 86, 90, 92, 98, 100, 102, 104) v odvisnosti od relativnega pomika pri mejni vrednosti 4 cm.



Sl. 7. Računalniška blokovna shema — model 2



Slika 9

4. REZULTATI ANALIZE

V danem primeru je bila opravljena simulacija vožnje vozila s hitrostjo 35 km/h. Vozilo je z desnimi kolesi naletelo na »referenčno« oviro; izboklino trapezne oblike z dolžino 1 m in višino 0,1 m.

Rezultate analize prikazujeta sliki 8 in 9.

Naslov avtorjev: dr. Edo Kiker, dipl. ing.
VTS-VTO strojništvo, Maribor,
Dušan Grabnar, dipl. ing.
TAM, Maribor