

P9701845

10 14 01/02

63.645/KL

77229

KÖZZÉTÉTELI V O N A T
PÉLDÁNY ✓

Fékberendezés

ITT Automotive Europe GmbH, FRANKFURT AM MAIN, DE

A találmány tárgya fékberendezés kettőnél több kerékű gépjármű⁽¹⁾ számára. A fékberendezés több fékkészüléket tartalmaz. Mindegyik kerékhez egy fékkészülék van hozzárendelve. A fékberendezés tartalmaz egy vezérlőberendezést⁽¹⁰⁾, amely a rendelkezésére bocsátott bemenő adatok alapján meghatározza a fékkészülékek által kifejtendő egyes féknyomatékokat, és megfelelő vezérlő utasításokat ad a fékkészülékeknek; eszközt a kormányaszög észlelésére, amely a kormányaszöget jellemző mennyiséget ad le; eszközt a gépjármű magassági tengelye körüli azon járulékos eltérítő nyomaték meghatározására, amely elegendő a nem kívánt eltérítési szögek és/vagy szögsebességek és/vagy szöggyorsulások megszüntetésére, és amely eszköz megfelelő értéket ad a vezérlőberendezésnek⁽¹⁰⁾. A találmány értelmében a vezérlőberendezés⁽¹⁰⁾ mindegyik fékkészülékkel ellátott kerék számára meghatároz egy koefficiensst, és az egyes kerekhez tartozó féknyomatékokat a járulékos eltérítő nyomatékból és az adott súlyozott koefficiensből kiszámítja.

(1. ábra) ✓

Peter 07.11.19.

63.645/KL

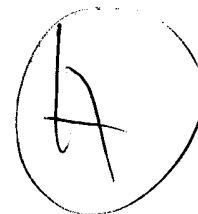
S.B.C. & K.
Nemzetközi
Szabadalmi Iroda
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

10 140

97

P 9701845

**KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY**



Fékberendezés

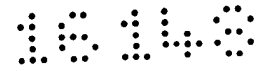
ITT Automotive Europe GmbH, FRANKFURT am MAIN, DE

Feltalálók: ECKERT, Alfred, BODENHEIM, DE
DRUMM, Stefan, SAULHEIM, DE

A bejelentés napja: 1995. 11. 25.

Elsőbbségei: 1994. 11. 25. (DE P 44 41 956.2)
1994. 11. 25. (DE P 44 41 957.0)
1994. 11. 25. (DE P 44 41 958.9)
1994. 11. 25. (DE P 44 41 959.7)
1994. 12. 31. (DE P 44 47 313.7)

A nemzetközi bejelentés száma: PCT/EP95/04653



A találmány tárgya fékberendezés kettőnél több kerekű gépjármű számára. A fékberendezés több fékkészüléket tartalmaz. Mindegyik kerékhez egy fékkészülék van hozzárendelve. A fékkészülékek úgy vannak kialakítva, hogy az adott kerékre a kerék forgástengelye körül nyomatékokat tudnak kifejteni, amelyek hatására a kerék forgási sebessége csökken. Ezeket a nyomatékokat a következőkben kerékféknyomatéknak fogjuk nevezni. A kerék forgási sebességének csökkenése azzal a következménnyel jár, hogy az úttestre felfekvő felületben erőik lépnek fel, amiket fékerőknek nevezünk. A fékerők viszont a jármű magassági tengelye körüli forgatónyomatékokat (eltérítő nyomatékokat) hoznak létre. Az egyes kerekeken ható fékerők az eltérítő nyomaték egy bizonyos részét hozzák létre, és ezek a résznyomatékok általában kiegyenlítik egymást, mivel az adott emelőkarok iránya különböző. A jármű egyenes előremenetében végzett fékezéskor ez a jelenség kívánatos, mivel a járműnek az irányt stabilan kell tartania. Bebizonyosodott azonban, hogy egyes esetekben célszerű egy olyan szabályozás alkalmazása, amelynek következtében a jármű magassági tengelye körül járulékos eltérítő nyomaték jön létre, úgyhogy például meggátoljuk a jármű farolását kanyarmenetben. Az ilyen szabályozásokat menetstabilitás-szabályozásnak (FSR) nevezzük.

Az ilyen szabályozás megvalósításához észlelni kell a kormányzóget, ugyanis a kormányzóget adja meg a járműnek a járművezető által kívánt kanyarpályáját. Stabil kanyarmenetben a járműnek közelítőleg állandó sodródási szöggel és változatlan eltérítési szögsebességgel kell az előírt pályán haladnia. A

járművezetőnek ellenkormányzással kell kiegyenlítenie az eltéréseket ettől a kormányzógtól, illetőleg ettől az eltérítési szögsebességtől. Ez azonban nem mindig lehetséges, és különösen akkor nem lehetséges, ha a járművezető a kanyar határsebességével halad az előírt pályán. Ilyen helyzetekben a járművet célszerűen le kell fékezni, és ezzel egyidejűleg a járműre járulékos eltérítő nyomatókat kell kifejteni, amelyeknek a hozzáigazodást a kívánt eltérítési szögsebességhez létre kell hozniuk.

Az ezt megvalósító szabályozók szabályozási algoritmusát már több helyen leírták, és ezért erre ezen a helyen nem kell részletesen kitérni.

Mindenesetre továbbra is problémát jelent a szabályozási algoritmus által kiszámított járulékos eltérítő nyomatóknak a fékerők célzott kifejítése útján történő, alkalmas megvalósítása.

A jelenlegi járművek általában hidraulikus fékekkel vannak ellátva, amelyek lehetnek vagy tárcsafékek, vagy dobfékek. A feladat konkrétan az, hogy mindegyik kerék fékkészülékéhez megállapítsunk egy féknyomást. Emellett a megvalósítandó járulékos eltérítő nyomatókat a lehető legkisebb nyomásokkal, vagyis az egyes kerekeken az egyes fékkészülékekben a lehető legkisebb fékerőkkel kell létrehozni. Ezért javaslatunk szerint a fékkészülékkel ellátott minden kerékhez meghatározunk egy c_{xx} koefficiensst, és a kerékféknyomatókat az egyes kerekekre, illetőleg a féknyomásokat a létrehozandó eltérítő nyomatókból és a mindenkori súlyozott koefficiensből állapítjuk meg. Ekkor min-

den koefficiens a fékkészülékben fennálló féknyomás és az ezen a keréken fellépő kerékfékerőknek az eltérítő nyomatékban való részesedése közötti összefüggést határozza meg.

Mint már említettük, különösen a hidraulikus elven működő járműfékberendezéseknél kedvező a koefficienseket úgy meghatározni, hogy a féknyomás az egyes kerékfékekhez közvetlenül meghatározható legyen. A koefficiensek súlyozása oly módon történik, hogy minden egyes koefficiens elosztunk az összes koefficiens négyzetének összegével. Ez az így súlyozott koefficiens egy előjel figyelembevételével meghatározza a mindenkori kerékféknyomásnak a járulékos eltérítő nyomatékhoz viszonyított arányát.

Az egyes koefficiensek meghatározásakor olyan mennyiségek szerepelnek paraméterként, amelyek a jármű menete közben, illetőleg a jármű alkalmazásától függően változnak. Ezek elsősorban

- a kormányzög,
- az abroncs és az úttest közötti surlódási tényező,
- a jármű tömege,
- a tengelyterhelés-eloszlás.

A koefficiensek számításakor befolyást gyakorló és járműspecifikus, illetőleg fékspecifikus mennyiségek például tárcsafékberendezés esetén a következők:

- a fékdugattyúk felülete,
- a dugattyúk kerékfékenkénti száma,
- a tárcsa és a fékbetét között surlódási tényező (fékezés közben például fading miatt változhat),

- az effektív surlódási sugár és a dinamikus abroncssugár aránya,

- valamint a fékkészülék hatásfoka.

A javasolt számítási módszer előnye, hogy az előre adott járulékos eltérítő nyomatékból nagyon gyorsan számíthatók a megfelelő féknyomások. Ha a fentebb említett paraméterek menet közben megváltoznának, akkor ezt a féknyomás számításában szereplő koefфициensek változtatásával vesszük figyelembe.

Míg egyes befolyásoló mennyiségek lineárisan szerepelnek a koefфициensek számításában, addig mindenek előtt a koefфициenseknek a kormányszögtől való függése nemlineáris.

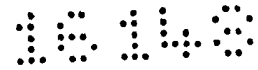
Bebizonyosodott azonban, hogy az egyes koefфициensek és a kormányszög közötti összefüggés linearizált becslése kielégítően jó eredményeket nyújt.

A következő magyarázatok során először leírjuk, hogyan lehet egy járulékos eltérítő nyomatékot megállapítani. A 3. pontban ("Az elosztó logikai egység") leírjuk a találmány kivitelét.

A leírást a menetstabilizáló rendszerrel kezdjük.

1. A menetstabilitás szabályozásának általános felépítése

A menetstabilitás szabályozása (FSR) fogalom egy jármű menetviselkedésének az egyes kerékfékekben fennálló, előre megadható nyomásokkal és a hajtómotor irányításába történő beavatkozásokkal való befolyásolását szolgáló négy elvet foglal magában. Ezek az elvek a következők: a fékezési csúszásszabályozás (blokkolásgátlás, ABS), amely fékezési folyamat közben megaka-



dályozza az egyes kerekek blokkolását; a hajtási csúszásszabályozás (ASR), amely megakadályozza a hajtott kerekek kipörgését; az elektronikus fékerelosztás (EBV), ami az első és hátsó tengely között a fékerők arányát szabályozza; valamint az eltérítő nyomaték szabályozása (GMR), amely arról gondoskodik, hogy kanyarmenetben stabilak legyenek a menetállapotok.

Járművön a jelen összefüggésben tehát négykerekű gépjárművet értünk, amely hidraulikus fékrendszerrel van ellátva. A hidraulikus fékrendszerben a gépjárművezető egy pedállal működtetett főfékhenger révén féknyomást tud létesíteni. Mindegyik keréknek van egy fékje, amelyhez egy beömlőszelep és egy kiömlőszelep van hozzárendelve. A kerékfékek a beömlőszelepen át a főfékhengerrel vannak összeköttetésben, míg a kiömlőszelepek egy nyomás nélküli tartályhoz, illetőleg egy kisnyomású tárolóedényhez vezetnek. Végül van még egy segédnyomásforrás, amely a fékpedál helyzetétől függetlenül is nyomást tud létrehozni a kerékfékekben. A beömlő- és kiömlőszelepeket a kerékfékekben fennálló nyomás szabályozása végett elektromágnesesen lehet működtetni.

A menetdinamikai állapotok észlelésére négy (kerekenként egy) fordulatszámérzékelő, egy eltérítési-sebességmérő, egy keresztgyorsulásmérő és legalább egy, a fékpedállal létrehozott féknyomást észlelő nyomásérzékelő szolgál. Ha a segédnyomásforrás úgy van elrendezve, hogy a járművezető által létrehozott nyomást nem lehet megkülönböztetni a segédnyomásforrás nyomásától, akkor a nyomásérzékelő helyettesíthető egy pedálútmérővel vagy pedálerőmérővel.

Az érzékelők ilyen nagy száma esetén előnyös módon fallback megoldást valósítanak meg. Ez azt jelenti, hogy a szenzorika egy részének meghibásodásakor a szabályozásnak csak azt az összetevőjét kapcsolják le, amelyik erre a részre van utalva. Ha például az eltérítési-sebességmérő hibásodik meg, akkor ugyan nem lehet szabályozni az eltérítő nyomatékot, de továbbra is működőképes a blokkolásgátlás, a hajtási csúszás-szabályozás és az elektronikus fékerőelosztás. A menetstabilitás szabályozása tehát erre a másik három funkcióra határolható.

A menetstabilitás szabályozásakor a jármű menetviselkedését úgy befolyásolják, hogy azt a járművezető kritikus helyzetekben jobban tudja uralni, vagy hogy a kritikus helyzeteket eleve el lehessen kerülni. Kritikus helyzeten a jármű instabil állapotát értjük. Az instabil állapot szélsőséges esetében a jármű nem követi a járművezető "utasításait". A menetstabilitás szabályozásának tehát az a funkciója, hogy ilyen helyzetekben a járművet a fizikai határokon belül a járművezető által kívánt viselkedésre készítse.

Míg a fékezési csúszásszabályozásnál (blokkolásgátlásnál), a hajtási csúszásszabályozásnál és az elektronikus fékerőelosztásnál elsősorban az abroncsok úttesten bekövetkező hosszcsúszásának van jelentősége, addig az eltérítő nyomaték szabályozásánál szerepelnek további mennyiségek is, így például a ψ' eltérítési szögsebesség.

Az eltérítő nyomaték szabályozásához különböző jármű-referenciamodellekre lehet visszanyúlni. A számítás az egynyó-

mos modell alapján a legegyszerűbb. Ebben a modellben az első kerekek és a hátsó kerekek páronként egy kerékké vannak összefoglalva, ami a jármű hossz tengelyében van. Kétnyomos modell alapulvétele esetén a számítások sokkal bonyolultabbak. Mint-hogy azonban kétnyomos modell esetén a súlypont oldalirányú eltolódásait (billegő mozgásokat) is figyelembe lehet venni, ezért a eredmények pontosabbak.

Az egynyomos modellnél állapot tér ábrázolásban az alábbi rendszeregyenletek érvényesek:

F 1.1

$$\beta' = c_{11}(\beta/v) - \psi' + c_{12}(\psi'/v^2) + c_{13}(\delta/v)$$

F 1.2

$$\psi'' = c_{21}\beta + c_{22}(\psi'/v) + c_{23}\delta$$

A β sodródási szög és a ψ' eltérítési szögsebesség képezik a rendszer állapot határozóit. A járműre ható bemenő mennyiség a δ kormány szög, amiből a jármű kimenő mennyiségként a ψ' eltérítési szögsebességet kapja. A c_{ij} modellegyütthatókat a következőképpen képezik:



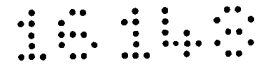
F 1.3

$$\begin{aligned}
 c_{11} &= - \frac{c_h + c_v}{m} & c_{12} &= \frac{c_h l_h - c_v l_v}{m} \\
 c_{13} &= \frac{c_v}{m} & c_{21} &= \frac{c_h l_h - c_v l_v}{\Theta} \\
 c_{22} &= - \frac{c_h l_h^2 + c_v l_v^2}{\Theta} & c_{23} &= \frac{c_v l_v}{\Theta}
 \end{aligned}$$

Itt c_h és c_v a hátsó, illetőleg első tengelyen fennálló abroncsrugalmasságból, kerékfelfüggesztés-rugalmasságból és kormányzási rugalmasságból eredő merevség. l_h és l_v a hátsó tengely és az első tengely távolsága a jármű tömegközéppontjától. Θ a jármű eltérítési tehetetlenségi nyomatéka, vagyis a jármű magassági tengelye körüli tehetetlenségi nyomaték.

Ez a modell nem veszi figyelembe a hosszserőket és a tömegközéppont eltolódásait. Emellett ez a közelítés csak kis szögsebességekre érvényes. Ennek a modellnek a pontossága tehát a kanyarsugarak csökkenésével és a sebesség növekedésével csökken, viszont a számítási ráfordítás nem túl nagy. Ennek az egynyomos modellnek a további taglalása Adam Zomotor "Fahrwerktechnik: Fahrverhalten" című könyvében (Vogel Buchverlag, Würzburg 1987) található meg.

A DE- 40 30 704 A1 számú német szabadalmi bejelentés az egynyomos modellnél pontosabb kétnyomos járműmodellt javasol. Az állapotathározókat itt is a ψ' eltérítési szögsebesség és a



β sodródási szög képezi. Kétnyomos modell alkalmazásakor azonban nem szabad elfelejteni, hogy óriási számítási kapacitásra van szükség ahhoz, hogy kellően rövid idő alatt szabályozási beavatkozást lehessen foganatosítani.

A következőkben 29 ábra kapcsán leírjuk, hogyan alakítható ki egy ilyen menetstabilitásszabályozó rendszer. Az ábrák közül az

1. ábra egy menetstabilitásszabályozó rendszer általános felépítésének kapcsolási tömbvázlata, a

2. ábra egy eltérítő-nyomaték szabályozó felépítésének kapcsolási tömbvázlata, a

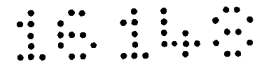
3. ábra menethelyzet, például kanyarmenet megállapításának folyamatábrája, a

4. és az 5. ábra az úttest surlódási tényezője meghatározásának egy-egy folyamatábrája, ahol az 5. ábrát be kell illeszteni a 4. ábrába, a

6. és a 8. ábra a sodródási szögsebesség és a sodródási szög pillanatnyi értékének meghatározására szolgáló kombinált eljárás kapcsolási tömbvázlatai eltérő ábrázolási módban, a

7. ábra kapcsolási tömbvázlat a sodródási szögsebesség kinematikai megfontolások alapján történő közvetlen meghatározásához, mint a 6. ábra szerinti kombinált eljárás részéhez, a

9. ábra szabályozási kör a menetstabilitás szabályozásához a járműre vonatkozó számítási modell menetsebességtől függő változtatásával, a



10. és a 11. ábra diagrammok, amelyekből leolvasható egy jármű ferdefutási szöghelyettesítésének függése a sodródási szögtől és az egyes kerekek sebességvektorától, a

12-15. ábra menetstabilitás szabályozására szolgáló szabályozó kapcsolás kapcsolási tömbvázlata, amelyben az összehasonlító egységben összehasonlított mennyiségek az eltérítési szögsebesség deriváltjai, a

16. ábra szabályozó kapcsolás a menetstabilitás megállapításához, amelyben szabályozási jellemzőként a nyomásgradienst és/vagy a járműfék szelepkapcsolási idejét alkalmazzuk, a

17. ábra kapcsolási tömbvázlat a járulékos eltérítő nyomatékot kiszámító szabályozó leírásához, a

18. ábra kapcsolási tömbvázlat egy aluláteresztő szűrő leírásához, a

19. ábra folyamatábra a helyesbített előírt eltérítési szögsebesség számításához, a

20. ábra kapcsolási tömbvázlat a helyesbített járulékos eltérítő nyomaték számításához, a

21. ábra egy gépjármű vázlatos ábrázolása, a

22. ábra kapcsolási tömbvázlat az elosztó logikai egység leírásához, a

23. ábra egy gépjármű és a támadó erők vázlatos ábrázolása a kormánykerék elforgatott helyzetében, a

24. ábra diagram az oldalerő- és hosszserőtenyezők leírásához a kerékcsúszás függvényében, a

25A. és a 25B. ábra gépjárművek vázlatos ábrázolása az alulvezérlő és túlvezérlő viselkedés leírásához, a

26. ábra az elosztó logikai egységen belül lévő döntési logika folyamatábrája, a

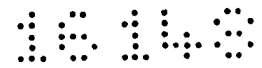
27. ábra kapcsolási tömbvázlat a beömlőszelepek és a kiömlőszelepek kapcsolási idejének számításához, a

28. ábra diagram egy számítási cikluson belüli időintervallumok leírásához, a

29. ábra elvi kapcsolási tömbvázlat a kerékféknyomás meghatározásához.

Az alábbiakban az 1. ábra kapcsán általánosan leírjuk egy menetstabilitásszabályozás lefolyását.

Az 1 jármű képezi az úgynevezett szabályozási szakaszt. Az 1 járműre a járművezető által megadott mennyiségek hatnak. Ezek a mennyiségek a járművezető által kifejtett P_{Fahrer} féknyomás és a δ kormányzög. Az 1 járművön mérjük az ezekből eredő mennyiségeket, úgymint a motor M_{Mot} ist tényleges nyomatékát, az a_{quer} keresztgyorsulást, a ψ' eltérítési szögsebességet, a kerékfordulatszámokat és a hidraulikajeleket, így a kerékféknyomásokat. Ezeknek az adatoknak az értékeléséhez a menetstabilitásszabályozó berendezés négy elektronikus szabályozót tartalmaz, mégpedig a 7 szabályozót a blokkolásgátló rendszerhez (ABS), a 8 szabályozót a hajtási csúszásszabályozáshoz (ASR), a 9 szabályozót az elektronikus fékerőelosztáshoz (EBV) és a 10 szabályozót az eltérítő nyomaték szabályozásához (GMR). A blokkolásgátlás 7 szabályozója, a hajtási csúszásszabályozás 8 szabályozója és az elektronikus fékerőelosztás 9



szabályozója változtatás nélkül megfelelhet a technika állásának.

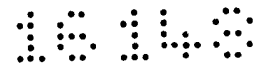
A kerékfordulatszámokat ráadjuk a blokkolásgátlás 7 szabályozójára, a hajtási csúszásszabályozás 8 szabályozójára és az elektronikus fékerelosztás 9 szabályozójára. A hajtási csúszásszabályozás 8 szabályozója ezenkívül adatokat kap a fennálló motornyomatékról, a motor M_{Mot} ist tényleges nyomatékáról. Ezt az információt az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozója is megkapja. Ezenkívül érzékelőktől adatokat kap a jármű a_{quer} keresztgyorsulásáról és ψ' eltérítési szögsebességéről. Minthogy a blokkolásgátlás 7 szabályozója a járműkerek egyedi kerékfordulatszámai alapján amúgyis megállapítja a jármű v_{ref} referenciasebességét, - aminek alapján valamelyik kerék túl nagy fékezési csúszása megállapítható - ezért ezt a referenciasebességet nem kell az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozójában kiszámítani, hanem a blokkolásgátlás 7 szabályozójától át lehet venni. Az eltérítő nyomaték szabályozásának lefolyása szempontjából csak kis különbséget jelent, hogy a jármű referenciasebességét hol számítjuk ki, vagy hogy az eltérítő nyomaték szabályozásához saját számítást végzünk. Ugyanez vonatkozik például a jármű a_{long} hosszgyorsulására is. Ennek értéke is számítható a blokkolásgátlás 7 szabályozójában, és továbbadható az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozójára. Az úttest μ surlódási tényezőjének meghatározására ez csak korlátozottan érvényes, mivel az eltérítő nyomaték szabályozásához pontosabban meghatározott surlódási tényező kívánatos, mint a blokkolásgátló rendszerhez.

A menetstabilitácsszabályozó berendezésnek mind a négy elektronikus szabályozója, vagyis az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozója, a blokkolásgátlás 7 szabályozója, a hajtási csúszácsszabályozás 8 szabályozója és az elektronikus fékerelosztás 9 szabályozója párhuzamosan működik, és egymástól függetlenül, saját szabályozási stratégiája alapján állítja elő az egyes kerekek számára a létrehozandó P_{GMR} , P_{ABS} , P_{ASR} , P_{EBV} féknyomásértékeket.

A hajtási csúszácsszabályozás 8 szabályozója és az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozója ezzel párhuzamosan kiegészítőleg kiszámítja a motornyomaték M_{ASR} ÉS M_{StellM} létrehozandó értékét.

Az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozója a az egyes létrehozandó P_{GMR} kerékféknyomásértékeket a következőképpen határozza meg:

Az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozója először kiszámít egy járulékos M_G eltérítő nyomatékot, ami egy kanyaron belül a jármű állapotának stabilizálásához vezet, ha ezt a nyomatékot a fék megfelelő működtetésével létrehozzák. Ez az M_G egy 2 elosztó logikai egységre jut, amelyet az eltérítő nyomaték szabályozására szolgáló 10 szabályozó részének is tekinthetünk. Erre a 2 elosztó logikai egységre jut még a járművezetőnek a jármű lassítására irányuló esetleges kívánsága, aminek az észlelése a járművezető által kifejtett P_{Fahrer} féknyomás alapján történik. A 2 elosztó logikai egység az előre megadott M_G eltérítő nyomatékból és a járművezető által kívánt féknyo-



másból kiszámítja a kerékfékekre a szabályozott eltérítő nyomatékhoz tartozó P_{GMR} féknyomásokat, amelyek az egyes kerekeknél nagyon különbözőek lehetnek. Ezeket a szabályozott eltérítő nyomatékhoz tartozó P_{GMR} féknyomásokat ugyanúgy, mint a többi szabályozó, a blokkolásgátlás 7 szabályozója, a hajtási csúszásszabályozás 8 szabályozója és az elektronikus fékerőelosztás 9 szabályozója által a funkció optimalizálásához kiszámított, létrehozandó nyomásértékeket a kerékféknyomásokat meghatározó 3 prioritáskapcsolásra adjuk. Ez a 3 prioritáskapcsolás a járművezető kívánságát figyelembevéve meghatározza az optimális menetstabilitáshoz a p_{S011} előírt keréknyomásokat. Ezek az előírt nyomások vagy megegyeznek ezen négy szabályozó egyike által megadott nyomásértékekkel, vagy szuperponálást képeznek.

A kerékféknyomásokhoz hasonlóan járunk el a motornyomatékkal. Míg a blokkolásgátlás és az elektronikus fékerőelosztás csak a kerékfékekre hat, addig az eltérítő nyomaték szabályozása és a hajtási csúszásszabályozás a motornyomatékokat is befolyásolja. Az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozójában és a hajtási csúszásszabályozás 8 szabályozójában a motornyomatékokra külön kiszámított M_{StellM} és M_{ASR} létrehozandó értékeket ebben az esetben is a 4 prioritáskapcsolás értékeli, és egy előírt nyomatékra szuperponálja. Ez az előírt M_{S011} nyomaték azonban meg is egyezhet a két szabályozó egyike által számított létrehozandó értékkel.

A kerékféknyomás p_{S011} és a motornyomaték M_{S011} előírt értéke alapján a fékezésbe és a motorba való beavatkozás útján

megvalósítható egy menetstabilitásszabályozás. Evégett az 5 nyomásvezérlőre még hidraulikajelek vagy értékek jutnak, amelyek a tényleges kerékféknyomásnak felelnek meg. Az 5 nyomásvezérlő ezekből szelepjeleket állít elő, amelyeket az 1 járműben lévő egyes kerékfékekre ad. A 6 motorirányító az M_{S011} -nak megfelelően vezérli a jármű hajtómotorját. Ez módosított M_{ist} motornyomatékot eredményez. Ebből ezután ismét más bemeneti mennyiségek erednek a menetstabilitásszabályozó berendezés négy elektronikus, 7, 8, 9 és 10 szabályozója számára.

2. Az eltérítő nyomaték szabályozójának (GMR) felépítése

A 2. ábrán kapcsolási tömbvázlaton látható, hogyan megy végbe az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozóján belül a járulékos M_G eltérítő nyomaték megállapítása a 2 elosztó logikai egység számára. Ehhez a bemenő mennyiségek a δ kormányzóg, a jármű v_{ref} referenciasebessége a blokkolásgátlás 7 szabályozójából, az a_q mért keresztgyorsulás, valamint a Ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebesség. A jármű v_{ref} referenciasebessége átmegy egy 17 szűrőn, amely kis sebességek esetén beállít egy nulla feletti állandó értéket, hogy a további számítások során egy tört nevezője ne legyen nullával egyenlő. v_{ref} szűretlen értékét csak egy 11 aktiváló logikai egység kapja meg, amely a jármű álló helyzetét ismeri fel.

A jármű v_{ref} referenciasebességének ez a közvetlen érzékelése a 11 aktiváló logikai egység által el is maradhat, ha fel-

tételezzük, hogy amikor a jármű v_{refFil} szűrt referenciasebessége felveszi állandó minimális értékét, akkor a jármű áll.

Az eltérítő nyomaték szabályozásának szabályozójába be van építve egy 12 járműreferenciamodell, amely a δ kormányszög, a jármű v_{refFil} szűrt referenciasebessége, valamint a Ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebesség alapján kiszámítja az eltérítési szögsebesség $\Delta\Psi'$ változásának létrehozandó értékét.

Ezekhez a számításokhoz az úttest μ surlódási tényezőjére is szükség van, hogy a létrehozandó értékeket a fizikailag lehetséges keretek között lehessen tartani. A μ surlódási tényezőt a 13 surlódásitényező- és helyzetfelismerő egység μ^{\wedge} becsült értéként számítja ki. A blokkolásgátló szabályozás keretében megállapított surlódási tényező kellő pontossága esetén ezt is lehet alkalmazni, vagy az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozójában kiszámított surlódási tényezőt adjuk át a blokkolásgátlás 7 szabályozójába.

A 13 surlódásitényező- és helyzetfelismerő egység a számításaihoz a v_{refFil} szűrt referenciasebességet, a jármű a_q mért keresztgyorsulását, a Ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebességet, valamint a δ kormányszöget használja.

A helyzetfelismerő egység különböző eseteket különböztet meg, így az egyenes előremenetet, a kanyarmenetet, a hátramenetet és a jármű álló helyzetét. Feltételezzük, hogy a jármű áll, ha a jármű v_{refFil} szűrt referenciasebessége felveszi állandó minimális értékét. A jármű szüretlen referenciasebessége helyett ezt az információt is rá lehet adni a 11 aktiváló logikai

egységre a jármű álló helyzetének felismerése végett. A hátramenet felismeréséhez azt használjuk fel, hogy adott δ kormány-
szög esetén a Ψ' eltérítési szögsebesség iránya ellentétes az
előremenetben fennálló irányával. Evégett a Ψ'_{Mess} mért elté-
rítési szögsebességet összehasonlítjuk a 12
járműreferenciamodell által előre adott Ψ'_{sol1} előírt eltéri-
tési szögsebességgel. Ha az előjelek állandóan ellenkezőek, és
ez a két görbe idő szerinti deriváltjára is fennáll, akkor a
jármű hátramenetben van, minthogy Ψ'_{sol1} értékét mindig előre-
menetre számítjuk ki, ugyanis a szokványos
fordulatszámérzékelők nem észlelnek információt a kerék forgás-
irányáról.

Végül a jármű v_{refFil} szűrt referenciasebessége, a jármű
aquer mért keresztgyorsulása, valamint a Ψ'_{Mess} mért eltéríté-
si szögsebesség alapján meghatározzuk a kinematikai sodródási
szögsebességet, röviden: kinematikai β' -meghatározást végzünk.

A sodródási szögsebesség számított értéke átmegy egy első
rendűségű 15 aluláteresztő szűrőn, hogy a sodródási szög erős
változásai esetén a csúcsok vágva legyenek. A 15 aluláteresztő
szűrő a sodródási szögsebesség β'^{\wedge} becsült értékét a 11 aktivá-
ló logikai egységre és az eltérítő nyomték szabályozási törvé-
nyét megvalósító 16 programra adja. A 16 program ezenkívül fel-
használja az eltérítési szögsebesség $\Delta\Psi'$ változásának létreho-
zandó értékét, ami a Ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebesség és a

12 járműreferenciamodell alapján számított ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebesség különbsége. Ebből állapítjuk meg a járműre a járulékos M_G eltérítő nyomatékot, amit a féknyomásokkal kell megvalósítani.

A 16 program állandóan működik, hogy mindig rendelkezésre álljanak az érvényes szabályozási jellemzők. A 11 aktiváló logikai egységtől függ, hogy ezek az állítónyomatékok továbbjutnak-e az 1. ábrán látható 2 elosztó logikai egységre.

A 11 aktiváló logikai egység nemcsak a jármű v_{ref} szűretlen referenciasebességének értékét és - mint ezt leírtuk - a sodródási szögsebesség β'^{\wedge} értékét kapja meg, hanem a ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességnek a ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebességtől való $|\Delta\psi'|$ eltérése abszolút értékét, valamint - hátramenet fennállása esetén - egy információt a 13 surlódásitényező- és helyzetfelismerő egységtől is.

Ha a jármű hátramenetben van, akkor M_G átvitele megszakad. Ugyanez áll fenn a jármű álló helyzetének felismerésekor, vagy akkor, ha sem a sodródási szögsebesség β'^{\wedge} becsült, sem az eltérítési szögsebesség változásának $\Delta\psi'$ létrehozandó értéke nem ér el olyan értéket, ami szabályozást tesz szükségessé. A motor M_{StellM} állítónyomatékának számítását végző logikai kapcsolást nem ábrázoltuk.

2.1. A surlódási tényező és a helyzet felismerése

A surlódási tényező és helyzet felismerésére rátérve, a 3., 4. és 5. ábrán folyamatábrák alakjában ábrázoltuk a 13 surlódásitényező- és helyzetfelismerő egységben végbemenő logikai folyamatokat.

A 3. ábrán a helyzetfelismerés látható. Az ábrázolt folyamattal nyolc különböző menethelyzetet lehet felismerni. Ezek a következők:

- <0> a jármű álló helyzete,
- <1> állandó egyenes előremenet,
- <2> gyorsított egyenes előremenet,
- <3> lassított egyenes előremenet,
- <6> hátramenet,
- <7> állandó kanyarmenet,
- <8> gyorsított kanyarmenet,
- <9> lassított kanyarmenet.

A folyamatábrában a logikai elágazásokat rombuszok ábrázolják.

Egy adott 51 meghatározandó helyzetből kiindulva először az 52 rombuszban meghatározzuk, hogy a jármű áll-e vagy nem. Ha a jármű v_{refFil} szűrt referenciasebessége felveszi v_{min} minimális értékét, akkor feltételezzük a <0> helyzetet, vagyis azt, hogy a jármű áll. Ha v_{refFil} értéke meghaladja v_{min} értékét, akkor az 53 rombuszban lekérdezzük a helyzetfelismerés előző ciklusának eredményét.

Ha az előzőleg megállapított helyzet hátramenet, vagyis <6> helyzet volt, akkor továbbra is hátramenet áll fenn, mivel

időközben a jármű nem állt meg. Ekkor ugyanis az 52 rombuszban időközben a <0> helyzet felismerése bekövetkezett volna.

Ha a helyzetfelismerés előző ciklusában nem a <6> helyzet, hanem egy másik helyzet felismerése következett be, akkor az 54 rombuszban az a_{quer} keresztgyorsulás abszolút értékének lekérdezése következik. Ha ez egy meghatározott $a_{quer\ min}$ küszöbértéknél kisebb, akkor feltételezzük, hogy a jármű egyenes előremenetben halad, vagyis az <1> - <3> helyzet valamelyike áll fenn. Ugyanez érvényes akkor is, ha ugyan az a_{quer} mért keresztgyorsulás abszolút értéke az $a_{quer\ min}$ küszöbértéknél nagyobb, de a következő lépésben, az 55 rombuszban annak felismerése következik be, hogy a δ kormányzög abszolút értéke kisebb egy δ_{min} küszöbértéknél. Ekkor ugyanis az a_{quer} mért keresztgyorsulásnál mérési hiba van, ami abból ered, hogy a keresztgyorsulásmérők általában fixen a gépjármű kereszttenge-lyében vannak beépítve, és az úttest oldalirányú lejtése esetén a járművel együtt megdőlnék, úgyhogy olyan keresztgyorsulást mutatnak, ami ténylegesen nem áll fenn.

Ha tehát a jármű egyenes előremenetben van, akkor az 59 rombuszban az a_{long} hosszirányú gyorsulás értékét vizsgáljuk. Ha ennek az abszolút értéke kisebb egy $a_{longmin}$ küszöbértéknél, akkor állandó egyenes előremenetet tételezünk fel. Ha azonban az a_{long} hosszirányú gyorsulás abszolút értéke ennél a küszöbértéknél nagyobb, akkor a 60 rombusz különbséget tesz a pozitív és negatív hosszirányú gyorsulás között. Ha az a_{long} hosszirányú gyorsulás abszolút értéke az $a_{longmin}$ küszöbérték felett

van, akkor a jármű gyorsított egyenes előremenetben, vagyis a <2> helyzetben van. Ha az a_{long} hosszirányú gyorsulás értéke az a_{longmin} küszöbérték alatt van, akkor ez azt jelenti, hogy negatív hosszirányú gyorsulás áll fenn, vagyis a jármű lassított egyenes előremenetben, a <3> helyzetben van.

Ha nem áll fenn a <0> - <3> helyzet egyike sem, és az 55 rombusz abszolút értékben a δ_{min} küszöbértéknél nagyobb δ kormányszöveget ismert fel, akkor az 56 rombuszban lekérdezzük, hogy a jármű időközben volt-e hátramenetben. A hátramenet felismerésére csak ezen a helyen van szükség, mivel egyenes előremenetben a ψ' eltérítési szögsebesség amúgyis alig különbözik nullától, és így nem következik be szabályozási beavatkozás. A hátramenetet csak kanyarmenet felismerésekor, amelyben az eltérítő nyomaték szabályozása önmagában aktívvá válik, kell biztonságosan kizárni. Ez csak a kerékfordulatszámérzékelők jelei alapján nem lehetséges, mivel az ilyen érzékelők a sebességnek csak az abszolút értékét adják le anélkül, hogy ebből a menetirányra következtetni lehetne.

A <6> helyzetet, mint már említettük, úgy ismerjük fel, hogy a ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebességet összehasonlítjuk a 12 járműreferenciamodellben megállapított ψ'_{sol1} előírt eltérítési szögsebességgel. Ha az előjelek ellenkezőek, és ugyanaz fennáll a két mennyiség idő szerinti deriváltjára, a ψ'_{Mess} és ψ'_{sol1} eltérítési szöggyorsulásra is, akkor a jármű hátrafelé kanyarmenetben van. Az eltérítési szöggyorsulások

előjeleit annak kizárása végett hasonlítjuk össze, hogy az eltérítési szögsebességek ellenkező előjelei nem fáziseltolódásból származnak, hanem az előírt értékek időben késett számítása miatt következnek be.

Ha a hátramenet feltételei nem teljesülnek, akkor előre irányú kanyarmenetről van szó. Az 57 rombuszban vizsgáljuk meg, hogy ez a kanyarmenet állandó sebességű-e vagy nem. Ugyanúgy, mint előbb az egyenes előremenetben, az 59 és 60 rombuszban, az 57 rombuszban is először az a_{long} hosszirányú gyorsulás abszolút értékét vizsgáljuk. Ha ez az $a_{longmin}$ küszöbértéknél kisebb, akkor állandó sebességű kanyarmenetről, a <7> helyzetéről van szó. Az $a_{longmin}$ küszöbértéknél nagyobb abszolút értékű a_{long} hosszirányú gyorsulás esetén tovább, az 58 rombuszban vizsgáljuk, hogy az a_{long} hosszirányú gyorsulás pozitív vagy negatív. Pozitív a_{long} hosszirányú gyorsulás esetén a jármű gyorsított kanyarmenetben, vagyis a <8> helyzetben van, míg negatív a_{long} hosszirányú gyorsuláskor lassított kanyarmenetet ismerünk fel, ami a <9> helyzetnek felel meg.

Az a_{long} hosszirányú gyorsulás különféle módon állapítható meg. Meghatározható például a blokkolásgátlás 7 szabályozója által rendelkezésre bocsátott v_{ref} referenciasebességből. Ekkor figyelembe kell venni, hogy az ilyen v_{ref} referenciasebesség egy blokkolásgátlási beavatkozáskor eltérhet a jármű tényleges sebességétől. Blokkolásgátlás esetén tehát v_{ref} -et helyesbíteni kell. Az a_{long} hosszirányú gyorsulás azonban bizonyos körülmé-

nyek fennállása esetén közvetlenül is átvehető a blokkolásgátlási szabályozótól, ha abban folyik ilyen számítás.

A 3. ábra szerinti helyzetfelismerésen újra és újra átme-
gyünk. Az utoljára megállapított helyzet tárolva marad, és az
53 rombuszban rendelkezésre áll.

Az úttest surlódási tényezője meghatározásának egy lehet-
séges lefolyása a 4. és 5. ábrán látható. A surlódási tényezőt
csak akkor határozzuk meg, ha az eltérítő nyomaték szabályozója
a szabályozásba lép. Minthogy azonban a szabályozásba való
belépéskor még nem áll rendelkezésre becsült surlódási ténye-
ző, ezért a szabályozás megkezdésekor a $\mu = 1$ surlódási ténye-
zőből indulunk ki.

Ha az eltérítő nyomaték szabályozása egy pillanatnyi me-
nethelyzet miatt megindul, akkor abból kell kiindulni, hogy a
jármű legalábbis az instabil menethelyzetek határterületének
közelében van. Így a járművön éppen fennálló (pillanatnyi) mé-
rés értékek alapján következtetni lehet az úttest pillanatnyi
surlódási tényezőjére. Az ekkor, a szabályozásba való belépés-
kor megállapított surlódási tényező a továbbiakban megadja az
alapot a ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebesség határolásához,
és ezáltal az eltérítési szögsebességnek az eltérítő nyomatékot
szabályozó 16 programba továbbított $\Delta\psi'$ szabályozási külön-
séghez. A surlódási tényezőt először csak a szabályozásba való
belépéskor határozzuk meg, és ez össze van kapcsolva egy követ-
kező aktualizálási fázissal, ami az előírt eltérítési szögse-
bességet fizikailag ésszerű értékekre korlátozza. Ekkor - az
eredetileg előre adott $\mu = 1$ surlódási tényezőből kiindulva - a

szabályozásba való belépéskor meghatározunk egy maximális μ^{\wedge} surlódási tényezőt, amit azután a járulékos M_G eltérítő nyomaték számításakor alapul veszünk.

Ehhez először az a_{quer} mért keresztgyorsulásból és az a_{long} hosszirányú gyorsulás egy számított értékéből kiszámítunk egy μ^{\wedge}_{int} intern surlódási tényezőt, ami - annak feltételezésével, hogy az erőzárás kihasználása teljes - megegyezik a pillanatnyi surlódási tényezővel. Mivel azonban abból kell kiindulni, hogy a szabályozásba való belépéskor a maximális erőzárás még nem jött létre, ezért a μ^{\wedge}_{int} intern surlódási tényezőhöz egy táblázat, egy jelleggörbe vagy egy állandó tényező segítségével nagyobb μ^{\wedge} surlódási tényezőt rendelünk hozzá. Ezt a μ^{\wedge} surlódási tényezőt adjuk rá ezután a szabályozásra. Így a következő számítási lépésben az úttest surlódási tényezőjéhez adaptált ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességgel lehet számolni és a szabályozást javítani. A μ^{\wedge} becsült surlódási tényezőt tovább kell aktualizálni akkor is, amikor az eltérítő nyomaték szabályozása hat a járműre, mivel a szabályozás közben bekövetkezhetne a surlódási tényező változása. Ha a szabályozást a surlódási tényezőnek a járműreferenciamodellben végzett adaptálása miatt az eltérítési szögsebesség eredő, megváltozott $\Delta\psi'$ szabályozási különbsége nem aktiválja, akkor a μ^{\wedge} surlódási tényezőt $T_{\mu End}$ számú lépésben tovább aktualizáljuk. Ha az eltérítő nyomaték szabályozása ezen az aktualizálási fázison belül sem indul meg, akkor a μ^{\wedge} becsült surlódási tényező értékét visszaállítjuk 1-re.

A μ^{\wedge} becsült surlódási tényező adaptálása, illetőleg aktualizálása bizonyos helyzetekben el is hagyható. Ilyen helyzetek például az egyenes előremenet, a hátramenet vagy a jármű álló helyzete, vagyis a $\langle 0 \rangle$ - $\langle 4 \rangle$ helyzet. Ezek azok a helyzetek, amelyekben az eltérítő nyomoték amúgy sincs szabályozva, úgy-hogy nincs szükség a surlódási tényező becslésére sem. A surlódási tényező aktualizálása elhagyható, ha a μ^{\wedge} surlódási tényező idő szerinti deriváltja, vagyis μ'^{\wedge} negatív, és a δ kormányzóg idő szerinti deriváltjának abszolút értéke, vagyis $|\delta'|$ meghalad egy előre megadott küszöbértéket. Az utóbbi esetben abból lehet kiindulni, hogy az a_{quer} keresztgyorsulás változása a δ kormányzóg változásának, és nem például a surlódási tényező változásának a következménye.

Az ily módon számított surlódási tényezőre általánosságban érvényes, hogy mind a négy kerékre vonatkozó, közepes surlódási tényezőről van szó. A kerekekre egyedileg a surlódási tényezőt nem lehet ilyen módon meghatározni.

A surlódási tényező meghatározásának eljárását most a 4. ábra kapcsán taglaljuk. Minden menethelyzetben a jármű viselkedését az úttest uralkodó surlódási tényezője a 61 mezőn át befolyásolja. Az idetartozó surlódási tényező meghatározásához először a 62 lépésben szűrjük az a_{quer} mért keresztgyorsulást. Ez azt jelenti, hogy vagy a mért értékeket simítjuk, vagy a görbe átmegy egy aluláteresztő szűrőn, úgyhogy szélsőséges csúcsok nem lépnek fel. A 63 lépés a 3. ábra szerinti helyzetfelismerés. A felismert menethelyzetnek később, a 74 lépésben, az

aktualizálási fázisban van jelentősége. A 64 rombuszban lekérdezzük, hogy szükség van-e szabályozási beavatkozásra. Ebben a számításban először a $\mu = 1$ kezdeti surlódási tényezőt vesszük alapul. Ha szabályozásra szükség van, akkor a 65 rombuszban lekérdezzük, hogy ilyen volt-e az állapot a surlódási tényező meghatározásának előző ciklusának végén is. Ha itt szabályozás belépéséről van szó, akkor előzőleg nem volt szabályozás felismerése, úgyhogy következőleg a 67 lépésben meghatározunk előszörre egy μ_{int} intern surlódási tényezőt. Ennek számítása az alábbi egyenlet alapján történik:

F 2.1

$$\hat{\mu}_{int} = \frac{\sqrt{a_{quer}^2 + a_{long}^2}}{g}$$

A fenti egyenletben g a gravitációs állandó (a nehézségi erő gyorsulása), $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Ezután a 68 lépésben a reg_{old} paramétert a 65 rombuszhoz 1-re állítjuk. Ezenkívül 1-re állítjuk a T_{μ} számlálási paramétert annak a ténynek megfelelően, hogy megtörtént a μ_{int} intern surlódási tényező első meghatározása. A 69 lépésben egy μ^{\wedge} becsült surlódási tényezőt rendelünk hozzá a számított μ_{int} intern surlódási tényezőhöz. Ez annak feltételezésével történik, hogy a fennálló gyorsulási komponensek nem az erőzárás teljes kihasználásán alapszanak. A μ^{\wedge} becsült surlódási tényező

tehát általában a megállapított μ^{int} intern surlódási tényező és 1 között van. Ezzel a surlódási tényező meghatározása befejeződött.

A surlódási tényező meghatározásának következő ciklusában tehát - változatlan menethelyzetet feltételezve - a 65 rombuszban a döntés az lesz, hogy $\text{reg}_{\text{old}} = 1$. A továbbiakban itt is meghatározunk egy μ^{int} tényezőt, ami az előző ciklusban meghatározott μ^{int} helyére lép. A 68 lépésben meghatározott paramétereket nem aktualizáljuk, mert μ^{int} aktualizálása egy szabályozás alatt megtörtént. Már az előző ciklusban 1-re állítottuk reg_{old} -ot, és ez változatlan marad. A végrehajtott ciklusok T_{μ} száma továbbra is 1 marad, mivel csak akkor számlálunk tovább, ha nincs szabályozás. μ^{int} aktualizált értékéhez is hozzárendelünk ezután - mint korábban leírtuk - egy táblázat, egy nemlineáris összefüggés vagy éppen egy állandó tényező segítségével egy μ^{int} becsült surlódási tényezőt.

Ha egy ciklusban a 64 rombuszban azt állapítjuk meg, hogy nincs szükség szabályozásra, akkor tovább, a 71 rombuszban lekérdezzük, hogy a szabályozáshoz a reg_{old} paraméter utoljára 0-ra vagy 1-re volt állítva. Ha az utolsó ciklusban 1-re volt állítva, akkor a 72 rombuszban lekérdezzük a ciklusok T_{μ} számát. Ez a T_{μ} szám 1, ha az utolsó ciklusban volt szabályozás. Ha szabályozás csak az utolsóelőtti ciklusban volt, akkor $T_{\mu} = 2$, és így tovább. Ameddig T_{μ} a 72 rombuszban el nem ér egy meghatározott $T_{\mu} \text{ End}$ számot, addig a 73 lépésben 1-gyel növeljük, és a 74 lépésben újból aktualizáljuk a μ^{int} intern surlódási té-

nyezőt. Ha ezután az egyik következő ciklusban a T_{μ} End számot elérjük anélkül, hogy szabályozás bekövetkezett volna, akkor a szabályozásra vonatkozó reg_{old} paramétert 0-ra állítjuk vissza (75). A μ^{\wedge} becsült surlódási tényezőt egyenlővé teszük a $\mu = 1$ kiinduló surlódási tényezővel. Ezzel a μ^{\wedge} surlódási tényező aktualizálásának fázisa befejeződött.

Ha a következő ciklusban a 64 rombuszban ismét azt ismerjük fel, hogy nincs szükség szabályozásra, akkor a 71 rombuszban $reg_{old} = 0$ -val a $\mu^{\wedge} = 1$ kiindulási surlódási tényezőt a 76 mezőben megtartjuk. Csak akkor végzünk újból surlódási tényező meghatározást, ha a 64 rombuszban szabályozási beavatkozás szükségességét ismerjük fel.

A μ^{\wedge}_{int} intern surlódási tényező 74 lépés szerinti aktualizálásának kritériumait az 5. ábrán ábrázoltuk. Kiindulva a 77 mezőben szereplő megállapításból, hogy a μ^{\wedge}_{int} intern surlódási tényezőt aktualizálni kell, a 78 lépésben képezzük a korábban képzett μ^{\wedge} vagy μ^{\wedge}_{int} becsült surlódási tényezőket, valamint a δ kormányzógó idő szerinti deriváltjait.

Ha a 79 lépésben azt ismerjük fel, hogy a jármű nem áll, és nem is egyenesen előre halad, vagyis a <6> - <9> helyzet egyike áll fenn, akkor a 78 lépésben kapott eredményeket a 80 lépésben értékeljük. Surlódási tényezőt csak akkor határozzuk meg, ha - mint már említettük - a surlódási tényező csökkenése nem kormányozdulatra (kormányzási manőverre) vezethető vissza. A surlódási tényezőt nem aktualizáljuk, ha a jármű vagy egyenes előremenetben vagy egyenes hátramenetben van, vagy a jármű áll,

vagy a μ^{\wedge} becsült surlódási tényező csökkenése kormányozdulatra vezethető vissza.

2.2. β^{\wedge} és β'^{\wedge} meghatározása

A menetállapot stabilitásának mértéke az uralkodó β sodródási szög, valamint ennek az idő szerinti deriváltja, a β' sodródási szögsebesség. A következőkben ezeknek az értékeknek a meghatározását ismertetjük.

2.2.1. A kinematikai β' -meghatározás

A 14 kinematikai β' -meghatározás semmi mást nem tartalmaz, mint azt, hogy - elválasztva bármilyen járműmodelltől - a β' sodródási szögsebességet mért mennyiségekből, illetőleg számított mennyiségek mért értékeiből tisztán fizikai megfontolások alapján a következőképpen megállapítja:

A jármű tömegközéppontjának a q_{ker} keresztgyorsulását a hossz tengelyre keresztben, a mozgási síkban mérjük. A jármű tömegközéppontja egy tehetetlenségi rendszerhez viszonyítva a \underline{v} sebességvektorral mozog:

F 2.2

$$\underline{v} = v \begin{bmatrix} \cos (\psi + \beta) \\ \sin (\psi + \beta) \end{bmatrix}$$

Itt ψ az eltérítési szög, β a sodródási szög. Az \underline{a} gyorsulásvektort a t idő szerinti deriváltként kapjuk:

F 2.3

$$\underline{a} = \frac{d}{dt} \underline{v} = \dot{v} \begin{bmatrix} \cos(\Psi+\beta) \\ \sin(\Psi+\beta) \end{bmatrix} + v (\dot{\Psi}+\dot{\beta}) \begin{bmatrix} -\sin(\Psi+\beta) \\ \cos(\Psi+\beta) \end{bmatrix}$$

A gyorsulásérzékelő a gyorsulásvektornak a jármű kereszt-tengelyére vett vetületét méri:

F 2.4

$$a_{quer} = \underline{a}^T \begin{bmatrix} -\sin\Psi \\ \cos\Psi \end{bmatrix}$$

F 2.5

$$a_{quer} = \dot{v} \sin\beta + v (\dot{\Psi}+\dot{\beta}) \cos\beta$$

A trigonometrikus függvények linearizálása után ($\sin\beta = \beta$; $\cos\beta = 1$) az egyenlet átalakítható:

F 2.6

$$\dot{\beta} = \frac{a_{quer}}{v} - \dot{\Psi} - \frac{\dot{v}}{v} \beta$$

A β' sodródási szögsebesség a fenti differenciálegyenlet szerint számítható. Mérési mennyiségként az a_{quer} keresztgyorsulás mellett szerepel a ψ' eltérítési szögsebesség, a jármű v skalár sebessége és ennek idő szerinti v' deriváltja. β meghatározásához az előző számítás β' -je numerikusan integrálható. Az első β' -meghatározáshoz $v' = 0$ értéket veszünk. Egyszerűsítés adódik, ha általában az utolsó tagot elhanyagoljuk, úgyhogy nem kell β -t meghatározni.

A javasolt eljárás előnye, hogy a β sodródási szögsebesség közvetlenül az érzékelőjelekből van származtatva, és így a kereszt dinamika nemlineáris tartományában is megállapítható. Hátrányosan hat az eljárás mérési zajok iránti érzékenysége és a mérési hibák integrálása. Ennek következtében a sodródási szög meghatározása esetleg nagyon pontatlanná válik.

Ezeket a hátrányokat úgy kerüljük el, hogy a kinematikai meghatározást modellel segített eljárással kombináljuk. A 6. ábrán látható, hogyan lehet kialakítani a β' sodródási sebesség kinematikai meghatározásának és megfigyelői modellel segített meghatározásának kombinációját. A 6. ábra beiktatható a 2. ábrán szaggatott vonallal ábrázolt 18 blokk helyére. Az ilyen modellel segített eljárásnak bemenő mennyisége még járulékosan a δ kormányzög, amit szaggatott vonallal rajzolt nyíl ábrázol. A β'^{\wedge} sodródási szögsebesség kombinált meghatározási módszereinek kölcsönös befolyása és helyesbítése révén magának a β sodródási szögnek a kevésbé hibás számítása is lehetséges, úgyhogy ez β'^{\wedge} -ként a szabályozás rendelkezésére bocsátható. Ezt ugyancsak szaggatott vonallal rajzolt nyíl ábrázolja.

2.2.2. A kinematikai β' -meghatározás kombinálása megfigyelői járműmodellel

A 6. ábrával helyettesíthető a 2. ábrán szaggatott vonallal bekerített 18 blokk. így nemcsak a fennálló β' sodródási szögsebességet, hanem az uralkodó β sodródási szöget is meghatározni lehet.

A β'^{\wedge} sodródási szögsebesség tisztán kinematikai meghatározásával ellentétben itt a 83 kinematikai β' -meghatározáshoz járulékosan bevonunk egy 84 megfigyelői járműmodellt a menetállapot megállapításába. A 84 megfigyelői járműmodell bemenő mennyiségként megkapja - ugyanúgy, mint a 12 járműreferenciamodell az eltérítési szögsebesség meghatározásához - a δ kormányzöveget. A jármű v_{refFil} szűrt referenciasebessége paraméterként lép be. A mérhető kimenő mennyiségek - az a_{quer} mért keresztgyorsulás és a ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebesség - a 83 kinematikai β' -meghatározáshoz szükségesek, de nem szükségesek a 84 megfigyelői járműmodellhez, ami ezeket a mennyiségeket elvben maga állítja elő. Egy további kifejezés Y , ami a legegyszerűbb esetben azonos az eltérítő nyomaték szabályozási törvénye által kiszámított járulékos eltérítő nyomatékkal, reprezentálja a jármű viselkedésében egy szabályozási beavatkozás által okozott változásokat. Y tehát arra szolgál, hogy a megfigyelő leképezett járművére ugyanazok a feltételek hassanak, mint a valóságos járműre.



A 84 megfigyelői járműmodell egy β'_{Obs} sodródási szögsebességen kívül megad egy értéket a ψ'_{Obs} eltérítési szöggyorsulásra is. A β'^{\wedge} sodródási szögsebességnek a kinematikai β' -meghatározásból eredő értékét az aluláteresztő szűrőn való áthaladás után megszorozzuk egy k súlyozási tényezővel, míg a β'_{Obs} Y sodródási szögsebességnek a megfigyelői járműmodellből származó értékét, miután hozzáadtunk a mért eltérítési szögsebességből származó és a helyesbítés nagyságát meghatározó $h [h_1 ?]$ tényezővel szorzott helyesbítési tényezőt - megszorozzuk egy $(1-k)$ súlyozó tényezővel. k értéke mindig 0 és 1 között van. Megfigyelői járműmodell nélkül $k = 1$ lenne. A két sodródási szögsebesség összeadása után az összeget β'^{\wedge} becsült sodródási szöggé integráljuk. Ezt a β'^{\wedge} kinematikai sodródási szögsebesség mellett ugyancsak a szabályozás rendelkezésére bocsátjuk. Ezenkívül a β'^{\wedge} sodródási szöget továbbadjuk mind a 83 kinematikai β' -meghatározásra, mind a 84 megfigyelői járműmodellre. Hasonló helyesbítő mennyiség a 84 megfigyelői járműmodell által kiszámított ψ'_{Obs} eltérítési szöggyorsulás is.

Ezt először eltérítési szögsebességé integráljuk, és ez egyrészt visszajut a 84 megfigyelői járműmodellbe, másrészt kivonjuk a ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebességből. Ezt a különbséget megszorozzuk egy h_2 tényezővel, amely a következő szabályozási lépések mennyiségét a 84 megfigyelői járműmodell helyesbítésében meghatározza, és amely $1/s$ dimenzióval van ellátva. Az ezzel a h_2 tényezővel megszorozott eltérítési szögsebes-

ségnek a dimenziója így megegyezik a ψ' eltérítési szöggyorsulás dimenziójával, úgyhogy a két mennyiség összeadható, és további integrálás után visszamenő helyesbítő mennyiséget képez az eltérítési szögsebességhez. Az eltérítő nyomaték szabályozása közben az Y kifejezés a kifejtett járulékos M_G eltérítő nyomatéknak megfelelően a nullától eltérő értékeket vesz fel. A jármű θ eltérítési tehetetlenségi nyomatékával osztva Y dimenziója ugyancsak eltérítési szöggyorsulási dimenzió lesz, és hozzáadjuk az eltérítési szöggyorsulások összegéhez, úgyhogy az integrált helyesbítő mennyiség a szabályozási hatásokat is figyelembe veszi.

Ha a rendszer tartalmaz egy 6. ábra szerinti 84 megfigyelői járműmodellt, amely lehetővé teszi β sodródási szög megbízhatóbb meghatározását, mint amilyen a β' sodródási szögsebesség tisztán kinematikai meghatározása és integrálás útján lehetséges lenne, akkor az így meghatározott β sodródási szög az eltérítő nyomaték szabályozásának tulajdonképpen 10 szabályozójára is ráadható.

A megfigyelői járműmodellel kombinált kinematikai β' -meghatározást a 7. ábrán mutatjuk be. Ahogyan ez már a 6. ábrán látható, az F 2.6 egyenlet szerinti 91 számítás mért bemenő mennyiségei az a_{quer} mért keresztgyorsulás és a ψ'_{Mess} eltérítési szögsebesség.

A jármű v_{RefFil} szűrt referenciasebességét a 93 mezőben a jármű v'_{Ref} referenciagyorsulásává differenciáljuk, és ezt a 94 mezőben a jármű v_{RefFil} szűrt referenciasebességével osztjuk,

ami a 95 nemlineáris szorzás után egy f_{β} tényezőhöz vezet. Ennek a 95 nemlineáris szorzásnak a következtében a v'_{Ref}/v_{RefFil} hányados kis értéke esetén az f_{β} tényező nullával lesz egyenlő, úgyhogy ez a tényező, ami a β^{\wedge} sodródási szög előtt áll, elhanyagolható. A β sodródási szöget a kinematikai β' - meghatározásban csak akkor vesszük figyelembe, ha a jármű v'_{Ref} gyorsulása jelentős értéket ér el. Az itt alkalmazott β^{\wedge} az a kombinált β^{\wedge} , amit mind a szabályozáshoz, mind a 6. ábra szerinti visszacsatoláshoz felhasználunk. A 91 számítás után a sodródási szögsebesség értéke a korábban már leírt módon átmegy egy 92 aluláteresztő szűrőm, és így adja a β'^{\wedge} becsült sodródási szögsebességet.

A 8. ábrán ábrázoltuk a 6. ábra szerinti 84 megfigyelői járműmodell működését. Itt mátrixos ábrázolást választottunk, amelyen az egy vonallal rajzolt nyilak skalárképződményeket, a két vonallal rajzolt nyilak vektorképződményeket jelölnek.

A mátrixos ábrázolás az F 1.1, F 1.2 és F 1.3 egyenletből indul ki. A β és ψ' állapotmennyiséget összefoglaltuk a $\underline{x}(t)$ állapotvektorra, úgyhogy a következő egyenletrendszert kapjuk:

F 2.7

$$\underline{x}'(t) = \underline{A}(v(t)) \underline{x}(t) + \underline{B}(v(t)) \underline{u}(t)$$

Az $\underline{A}(v(t))$ rendszer mátrixszal, a $\underline{B}(v(t))$ bemenő mátrixszal, az $\underline{x}(t)$ állapotvektorral és az $\underline{u}(t)$ bemenő vektorral:

F 2.8

$$\underline{A}(v(t)) = \begin{bmatrix} \frac{c_h + c_v}{m v(t)} & -1 + \frac{c_h l_h - c_v l_v}{m v^2(t)} \\ \frac{c_h l_h - c_v l_v}{\Theta} & -\frac{c_h l_h^2 + c_v l_v^2}{\Theta v(t)} \end{bmatrix}$$

$$\underline{B}(v(t)) = \begin{bmatrix} \frac{c_v}{m v(t)} & 0 \\ \frac{c_v l_v}{\Theta} & \frac{1}{\Theta} \end{bmatrix} ; \quad \underline{x}(t) = \begin{bmatrix} \beta(t) \\ \dot{\psi}(t) \end{bmatrix} ; \quad \underline{u}(t) = \begin{bmatrix} \delta \\ Y \end{bmatrix}$$

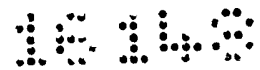
Az $\underline{u}(t)$ bemenő vektor bemenő mennyiségként a δ kormányzó-
get és az Y kifejezést tartalmazza, ami az eltérítő nyomaték
szabályozása által létrehozott járulékos eltérítő nyomatéket
reprezentálja.

Súlyozási tényezők helyett a megállapított mennyiség sú-
lyozott összeadásához egy \underline{K}_1 súlyozási mátrixot és egy \underline{k}_2 sú-
lyozási tényezőt alkalmazunk.

F 2.9

$$\underline{K}_1 = \begin{bmatrix} 1-k & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} ; \quad \underline{k}_2 = \begin{bmatrix} k \\ 0 \end{bmatrix} ; \quad 0 \leq k \leq 1$$

Az állapotmennyiségek kirekesztése végett bevezetünk két
vektort, a \underline{c}_β és \underline{c}_ψ vektort, amelyek az $\underline{x}(t)$ állapotvektor
egy-egy összetevőjét törlik:



F 2.10

$$\underline{c}_\beta = [1, 0] \ ; \ \underline{c}_{\psi'} = [0, 1]$$

A megfigyelői járműmodell dinamikáját, vagyis a helyesbítési lépések nagyságát a \underline{h} vektor határozza meg, amelynek az első összetevője, h_1 dimenzió nélküli, és másik összetevőjének, h_2 -nek a dimenziója [1/s]:

F 2.11

$$\underline{h} = \begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \end{bmatrix}$$

Az állapottér leírásában szereplő járműmodellből (F 1.1 és F 1.2) kiindulva a következőkben leírt elrendezés adódik a β sodródási szög egy megfigyelő által végzett, 8. ábra szerinti meghatározására.

A 8. ábrán a 101 járművet csak a bemenő mennyiségek és a kimenő mennyiségek közötti megkülönböztetés végett ábrázoltuk. A 101 jármű nem része a β^{\wedge} sodródási szögsebesség meghatározására szolgáló kombinált eljárásnak.

A 104 összeadó egység képezi az F 2.7 szerinti rendszer-egyenleteket. Evégett az \underline{A} rendszermátrixot megszorozza az \underline{x} állapotvektorral, és a \underline{d} bemenő mátrixot megszorozza a δ és Y bemenő mennyiséggel, tehát az \underline{u} bemenő vektorral. Mind az \underline{A}

rendszermátrixba, mind a \underline{B} bemenő mátrixba egyetlen változó paraméterként a jármű éppen fennálló v_{RefFil} referenciasebessége lép be. Az \underline{x} állapotvektornak a 104 összeadó egységben összeadással képett, idő szerinti \underline{x}' deriváltját megszorozzuk az F 2.9 egyenlet szerinti \underline{K}_1 súlyozási mátrixszal, és egy további, 105 összeadó egységre vezetjük.

Ezekkel a folyamatokkal párhuzamosan a 103 közvetlen eljárásban becsülünk egy β'^{\wedge} sodródási szögsebességet. Ehhez a jármű v_{RefFil} szűrt referenciasebességét, ennek a 7. ábra szerinti 93 mezőben lévő differenciáló egységgel azonos 102 differenciáló egységben megállapított idő szerinti v'_{Ref} deriváltját, az a_{quer} mért keresztgyorsulást, valamint a ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebességet alkalmazzuk az F 2.6 egyenlet szerint. Az első lépésben az egyenlet utolsó tagját elhanyagoljuk, mert még nincs érték a β sodródási szögére. A sodródási szögsebesség megállapítása után ez a mennyiség, ahogyan ezt a 7. ábrán már ábrázoltuk, átmegy még a 92 aluláteresztő szűrőn. Az ott kapott β'^{\wedge} becsült sodródási szögsebesség rendelkezésre áll a további számításokhoz. Ez a β'^{\wedge} megegyezik azzal a β'^{\wedge} -vel, amit a 2. ábrán a szaggatott vonallal rajzolt mezőből kivezettünk. A β'^{\wedge} skalár mennyiséget megszorozzuk a \underline{k}_2 súlyozási vektorral, úgyhogy egy vektort kapunk, amely vektor első összetevőjének szögsebesség dimenziója van, és amelynek a második összetevője nullával egyenlő. Ezt a vektort is a 105 összeadó egységre adjuk. Az \underline{x} állapotvektor F 2.7 egyenlet szerint képzett, idő szerinti \underline{x}' deriváltjának és a \underline{k}_2 -vel való szorzással nyert vektornak az

összegéből eredő vektort a 106 integráló egységben az \underline{x} állapotvektorra integráljuk. A \underline{c}_β és $\underline{c}_{\psi'}$ vektorral skalárisan szorozva az állapotvektorból a β , illetőleg ψ' összetevő egyikét skalárként kirekesztjük és tovább feldolgozzuk. Míg a kirekesztett β'^{-} -t egyrészt a eltérítő nyomaték szabályozási törvényének 16 programjára, másrészt a 103 közvetlen eljárásba vezetjük, addig a számított ψ' -t a kombinált eljárásban csak a megfigyelőn belüli állapotmennyiségként és becsléses hibameghatározásra alkalmazzuk. A 107 összeadó egységben évgett képezzük a megfigyelői járműmodellből megállapított ψ' eltérítési szögsebesség és a ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebesség különbségét. Ezt a különbséget megszorozzuk egy \underline{h} vektorral, amelynek az első összetevője dimenzió nélküli, és megadja a helyesbítési lépések nagyságát a β' sodródási szögsebességhez, a másik összetevőjének a dimenziója s^{-1} , és meghatározza a szabályozási lépések nagyságát a ψ' eltérítési szögsebesség helyesbítésekor.

Helyesbítési mennyiségként a β'^{-} sodródási szög[sebesség]et is visszavezetjük, mégpedig a kinematikai β' -meghatározás 7. ábra szerinti közvetlen eljárásába, úgyhogy a következő szabályozási lépésben az F 2.6 egyenlet utolsó tagjának is adható érték.

A két számítási eljárás, vagyis a járműmodell alapján végzett számítás és a kinematikai megfontolások alapján végzett számítás kölcsönös helyesbítése lehetővé teszi a β'^{-} sodródási szög [sebesség?] jóval pontosabb meghatározását, úgyhogy szabá-

lyozási jellemzőként ez is az eltérítő nyomaték szabályozási törvényének 16 programjára adható.

2.3. Járműreferenciamodellek

A következőkben a 9-15. ábra kapcsán a járműreferenciamodellt ismertetjük.

A 9. ábrán a jármű menetstabilitásának szabályozását végző, 1. és 2. ábra szerinti szabályozó kört mégegyszer, egyszerűsítve ábrázoltuk. Elhagytuk az 1. ábrán látható 7-9 szabályozót, az ezekhez tartozó 3 prioritáskapcsolást és a 6 motorirányítót, továbbá a 2 elosztó logikai egységet az 5 nyomásvezérlővel egyesítve ábrázoltuk. A szabályozó körön belül egy, a jármű magassági tengelye körüli járulékos M_G eltérítő nyomatékot kiszámítunk és beállítunk, hogy a járművezető által kívánt kanyarpálya be legyen tartva. A járulékos M_G eltérítő nyomatékot az egyes kerekeken célzott fékezési folyamatok hozzák létre. A fékezési folyamatok lefolyását és a fékezendő kerekek kiválasztását a 2 elosztó logikai egység határozza meg. A kívánt menetirányt a járművezető a kormánykerék megfelelő szöghelyzetével adja meg. A kormánykerék állandó áttételi viszonyal (kormánymódosítással) kapcsolódik a kormányzott kerekekhez. Így állítják be a kerekek egy bizonyos δ kormányszögét.

2.3.1. Dinamikus egynyomos modell

Az eltérítő nyomaték szabályozásának 10 szabályozója tartalmaz egy úgynevezett 12 járműreferenciamodellt. A 2. ábrán látható 12 járműreferenciamodell és a 9. ábrán látható 302

járműreferenciamodell megegyezik egymással. A járműreferenciamodellre bemenő adatok (a v_{ref} -fel reprezentált v sebesség, a δ kormányaszög) jutnak. A 302 járműreferenciamodell a bemenő adatok alapján kiszámítja, hogy milyen nagyok kell lennie az eltérítési szög időegység alatti változásának (a ψ'_{soll} eltérítési szögsebességnek). A 302 járműreferenciamodell után kapcsolt 303 összehasonlító egység összehasonlítja a ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességet a ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebességgel. A 303 összehasonlító egység kimenő értéként egy $\Delta\psi'$ kimenő mennyiséget szolgáltat, ami a ψ'_{soll} és a ψ'_{Mess} közötti különbségnek felel meg. Az így megállapított különbségérték az eltérítő nyomték vezérlése végett a szabályozási törvényt megvalósító 16 programra jut. A 16 program $\Delta\psi'$ alapján kiszámít egy járulékos M_G eltérítő nyomtékot, ami a 2 elosztó logikai egységre jut. A 2 elosztó logikai egység a járulékos M_G eltérítő nyomték és adott esetben a járművezető által a fékekben létrehozni kívánt P_{Fahrer} nyomás alapján kimenő mennyiségeket határoz meg. Ezek a mennyiségek féknyomásértékek vagy szelepkapcsolási idők lehetnek.

A 302 járműreferenciamodell optimális működési módja a kis sebességek tartományában is fontos. Ebből a célból a 302 járműreferenciamodell a fentebb leírt, lineáris dinamikus 311 egyynyomos modell mellett kiegészítőleg ellátható egy 306 állandósult körmenetmodellel.

Az állandósult körmenetre fennáll:

F 2.12

$$\dot{\Psi}_{soll} = \delta \cdot \frac{v}{l_v + l_h} \cdot \frac{1}{1 + \frac{v^2}{v_{ch}^2}} + \dot{\Psi}_{korr}$$

F 2.13

$$\beta = \delta \cdot \frac{1 - \frac{l_v}{l_v + l_h} \cdot \left(1 + \frac{m \cdot v^2}{c_h \cdot (l_v + l_h)}\right)}{1 + \frac{v^2}{v_{ch}^2}} + \beta_{korr}$$

és

F 2.14

$$v_{ch}^2 = \frac{c_v \cdot c_h \cdot (l_h + l_v)^2}{m \cdot (c_h \cdot l_h - c_v \cdot l_v)}$$

ahol v = elöl, elülső; h = hátul, hátsó; m = tömeg; l = távolság a súlypont tengelyétől; $\dot{\Psi}'_{korr}$, β_{korr} = helyesbítő tag $\dot{\Psi}'$ -höz, illetőleg β -hoz.

A lineáris dinamikus egynyomos modellre az F1.1 és F1.2 rendszeregyenlet érvényes.

Az átkapcsolást a számítási modellek - a 306 állandósult körmenetmodell és 311 egynyomos modell - között a 302

járműreferenciamodellben lévő, nem ábrázolt átkapcsoló a jármű sebességétől függően automatikusan végzi. Az egyik modelről a másikra való átkapcsolási folyamatokban néhány km/óra hiszterézis van. A kapcsolási küszöb alatt a ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességet a 306 állandósult körmenetmodell szerint számítjuk. Ha a sebesség egy kis sebességről növekedve túllép az ebben az irányban érvényes küszöbön, akkor az eltérítési szögsebesség ψ'_{soll} előírt értékének számítását a dinamikus 311 egynyomos modellel végezzük. Ezáltal a nagyobb sebességeken folyó szabályozáshoz különösen fontos dinamikus folyamatok a modellbe bevonhatók.

Amikor a 306 állandósult körmenetmodellről áttérünk a 311 egynyomos modellre, akkor az egynyomos modellben induló értékeként a körmenetmodell által kiszámított előírt értékeket, így ψ'_{soll} -t és β -t használjuk. Ezáltal csökkentjük a belengési folyamatokat az átkapcsoláskor. A további számítást a 311 egynyomos modell segítségével végezzük addig, míg a sebesség csökkenésekor a kisebb sebességküszöb alá nem kerülünk. Annak érdekében, hogy a belengési folyamatok itt is csekélyek legyenek, kiszámítjuk a körmenetmodellhez szükséges ψ'_{korr} és β_{korr} helyesbítő tényezőket ψ'_{soll} -nak és β -nak az előzőleg, az egynyomos modellben kiszámított értéke, valamint a v_{ref} sebesség és δ kormányzög bemenő mennyiség alapján.

A helyesbítő értékek a következők:

F 2.15

$$\dot{\Psi}_{korr} = \dot{\Psi}_{soll} - \delta \cdot \frac{v}{l_v + l_h} \cdot \frac{1}{1 + \frac{v^2}{v_{ch}^2}}$$

F 2.16

$$\beta_{korr} = \beta - \delta \cdot \frac{1 - \frac{l_v}{l_v + l_h} \cdot \left(1 + \frac{m \cdot v^2}{c_h \cdot (l_v + l_h)}\right)}{1 + \frac{v^2}{v_{ch}^2}}$$

Ezeknek a helyesbítő tényezőknek a befolyása az időben exponenciálisan csökken az alábbi törvényszerűség szerint:

F 2.17

$$\text{korr (n+1)} = \text{korr (n)} \cdot \lambda$$

ahol λ értéke $0 \dots < 1$. Az n -nel, illetőleg $(n+1)$ -gyel a számítási ciklusokat számláljuk.

Ezzel elkerüljük az ugrásszerű változásokat, mivel állandósult esetben a két számítási módszer eltérő eredményeket szolgáltat. Így a számítási modell váltása lehetővé teszi, hogy az előírt értékeket a szabályozáshoz $v = 0$ km/óra sebességértékig nagyon pontosan határozzuk meg.

A 9. ábra kapcsán taglaltuk, hogy járműszámítási modelleként különböző modellek jöhetnek tekintetbe. Előnyös modell le-

het az állandósult körmenet. Eszerint a modell szerint a Ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességet a fentebb megadott képlettel lehet kiszámítani. Ha most egy ilyen járműszámítási modellt ábrázolni kívánunk, akkor az erre kínálkozó lehetőség az, hogy a mért λ és V_{ref} értékeket egy számító kapcsolásra adjuk, és kimenő értéként az eltérítési szögsebesség Ψ'_{soll} előírt értékét kapjuk.

2.3.3. Egyszerűsített modell

A következőkben előállítunk egy rendkívül egyszerű modellt az előírt eltérítési szögsebesség megállapítására. Ez alternatívát jelent az előbb leírt kombinált modellhez. Előnye az, hogy kis számítási ráfordítással elfogadható eredményt nyújt.

Eszerint a modell szerint a Ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességet a következőképpen számítjuk:

F 2.18

$$\Psi'_{soll} = (\delta * v) / l$$

Ez az egyenlet az F 2.14 és F 2.15 egyenlettel az F 2.12 egyenletből adódik, ha feltételezzük, hogy a c_v és c_h merevség nagyon nagy.

Ez a feltételezés a következő megfontolásokon alapszik.

Az eddig leírt járműreferenciamodellnél a ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességet vagy egy dinamikus járműmodellel (például egynyomos modellel), vagy egy (állandósult körmeneti értéknek nevezett) statikus modellel számítottuk és a ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebességgel összehasonlítottuk. A létrehozandó érték (és így a szabályozási beavatkozás is) mindezekben az esetekben közvetlenül a járműmodell jóságától függ. Mivel itt lineáris helyettesítő modellekről van szó, ezért a modell egyes esetekben jelentősen eltér a jármű tényleges viselkedésétől.

Ha a jármű valóságos viselkedése, például a jármű megrakása vagy egyes alkotóelemeinek kopása miatt, járulékosan megváltozik, akkor a modell a járművet nem írja le kielégítően. Ennek következtében folytonos paraméterbecslés révén modelladaptálást kell végezni. Ennek során a következő problémák lépnek fel:

A becsléshez "gerjesztésnek" kell fennállnia, vagyis a járművezetőnek a járművet kormányzási beállítással a lineáris tartományban ($< 0,4 g$) kellően "gerjesztenie" kellene. Ez normális menetben alig fordul elő.

Nem lehetséges továbbá a lineáris egynyomos modell valamennyi paraméterének közvetlen becslése. Ezért bizonyos paramétereket előre fixen meg kell választani.

A modellfeltételezések alapján végzett szabályozás tehát mindig csak a modell által előre adott értékek tekintetében nyújthat kielégítő megoldást. Sok esetben ezért kielégítő lehet egy egyszerűbb szabályozási elv szerint eljárni.

A menetstabilitás szabályozásának fontos célja a menetviselkedés olyan alakítása, hogy a jármű reakciója a járművezető által a kormányon, féken és gázpedálon megadott, létrehozandó értékekre mindig előrelátható és jól ellenőrizhető legyen. Ezért a jármű alulvezérelt és túlvezérelt üzemállapotait fel kell ismerni, és megfelelő fékdirányítási, illetőleg motorirányítási beavatkozással a semleges viselkedés irányában kell helyesbíteni.

Az egyszerűsített szabályozás elvének alapgondolata az, hogy szabályozási jellemzőként az alulvezérelt és túlvezérelt viselkedésre közvetlen mértéket alkalmazunk. A gépjármű vezérlési viselkedésének egy definíciója értelmében evégett összehasonlítjuk az első tengely és a hátsó tengely közepes ferdefutási szögét (α_V , α_H). Ha a ferdefutási szög elöl nagyobb, akkor alulvezérelt viselkedés áll fenn. A fordított esetben túlvezérelt viselkedés áll fenn. Definíció szerint semleges viselkedés akkor áll fenn, ha a ferdefutási szög elöl és hátul egyenlő.

Ezzel:

F 2.19

$$\begin{aligned} &> 0: \text{alulvezérelt} \\ \alpha_V - \alpha_H &= 0: \text{semleges} \\ &< 0: \text{túlvezérelt.} \end{aligned}$$

A ferdefutási szögek különbsége alapján tehát a jármű pillanatnyi menetállapota közvetlenül meghatározható. Ha az egyenyomos járműmodellt vesszük alapul (10. ábra), akkor ezzel a

ferdefutási szög a δ kormányszögtől, a β sodródási szögtől, a ψ' eltérítési szögsebességtől és a jármű v sebességétől függően származtatható, mégpedig a következőképpen:

F 2.20a

$$\alpha_v = \delta - \beta - \frac{\psi' \cdot l_v}{v}$$

F 2.20b

$$\alpha_h = -\beta + \frac{\psi' \cdot l_h}{v}$$

Mivel a sodródási szög nem mérhető közvetlenül, illetőleg nem számítható egyszerűen, ezért az egyes ferdefutási szögeket nem lehet explicit módon kiszámítani. Ha azonban képezzük ezek különbségét, akkor ez a mennyiség kiszámítható a meglévő mért mennyiségek (kormányzög, eltérítési szögsebesség), a járműnek a blokkolásgátlás szabályozójából ismert v_{ref} referenciasebessége és az állandó l tengelytáv alapján:

F 2.21

$$\alpha_v - \alpha_h = \delta - \frac{l \cdot \psi'}{v}$$

Így rendelkezésre áll egy mennyiség, ami az alulvezérlés és túlvezérlés mértékeként alkalmazható.

Továbbá a jármű tömegközéppontja görbepályájának pillanatnyi R sugara és a ferdefutási szögekülönbség közötti ismert összefüggést vizsgálva, amely szerint

F 2.22

$$R = \frac{l}{\delta - (\alpha_v - \alpha_h)}$$

látható, hogy az F 2.19 szerinti semleges állapot, vagyis

F 2.23

$$\alpha_v - \alpha_h = 0$$

feltételezésével a görbe R sugarát csak a δ kormányaszög határozza meg, vagyis

F 2.24

$$R = l/\delta$$

Ezért lehetséges az olyan szabályozás, amely szabályozási jellemzőként közvetlenül a számított ferdefutási szögekülönbsé-

get alkalmazza. Ennek a szabályozásnak előfeltétele, hogy a szabályozási jellemző kis abszolút értéken legyen tartva, és így nagyjából semleges viselkedést érjünk el. Adott esetben célszerű ezt a tűrési küszöböt aszimmetrikussá tenni, hogy így a túlvezérelt viselkedés irányában a tűrést kisebbre lehessen választani.

Ezek szerint a megfontolások szerint a ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebesség számítható (F2.18). Ezt a ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességet ezután összehasonlítjuk ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebességgel, és az 1. ábra szerint a szabályozás alapjának vesszük.

2.3.5. Az előírt érték határolása

A jármű menetviselkedése szabályozásának csak addig van értelme, ameddig a jármű kerekeinek tapadása az úttesten lehetővé teszi, hogy a számított járulékos forgatónyomaték hasson a járművön.

Nem kívánatos például, hogy a szabályozás a járművet minden esetre a δ kormányzög által megszabott görbepályára kényszerítse, ha a kormánykereket túl erősen vagy a fennálló sebességhez képest túl gyorsan elfordítják.

Ezért meg kell akadályozni, hogy a ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebesség bármilyen körülmények esetén a választott járműreferenciamodell szerint előre megszabott értéké váljon. Ez ugyanis - ha csak a referenciamodell követjük - kedvezőtlen körülmények között oda vezethet, hogy szándékolatlanul túl

nagyra beállított kormánykerékszög és egyidejűleg nagy sebesség esetén az ekkor ugyancsak nagy ψ'_{soll} révén a ψ' tényleges eltérítési szögsebesség annyira elállítódik, hogy szélsőséges esetben a jármű a saját tengelye körül forog, miközben tömegközéppontja lényegében egyenesen mozog. Ez az állapot sokkal kedvezőtlenebb a járművezető számára, mint az az állapot, amelyben a jármű a rossz surlódási viszonyok miatt nem tudja követni a járművezető kívánságát, és erősen alulvezérelten egyenesen tolódik. Az utóbbi esetben ugyanis a jármű legalább csak egyenesen halad és egyidejűleg nem forog a tengelye körül. A járműreferenciamodellben járulékos számítási algoritmusok vannak, hogy ezeket a különleges esetekben hátrányos következményeket elkerüljük. Ezek az algoritmusok lehetővé teszik, hogy a μ^{\wedge} surlódási tényező felhasználásával megállapítsuk az éppen mért sebesség esetén érvényes $\psi'_{sollmax}$ maximális eltérítési szögsebességet. A μ^{\wedge} surlódási tényező értékét a 13 surlódásitényező- és helyzetfelismerő egység határozza meg. A számítási algoritmusok a állandósult körmenet elméletén alapszanak, amelyre érvényes, hogy $\psi' = a_{quer}/v$ (F2.18).

A maximális megengedett a_{qlim} keresztgyorsulás lényegében a surlódási tényező, a v sebesség, az a_{long} hosszirányú gyorsulás, valamint adott esetben további paraméterek függvényeként határozható meg. Így

F 2.25

$$a_{qlim} = f(\mu, v, a_{long}, \dots).$$

A maximális eltérítési szögsebesség:

F 2.26

$$\Psi'_{\text{solllmax}} = a_{\text{qlim}}/v$$

Ezért meghatározható az eltérítési szögsebesség olyan határértéke, amely nem veszi közvetlenül figyelembe a járművezető kívánságát, hanem hozzájárul ahhoz, hogy "kitörése" esetén a jármű ne forogjon még a magassági tengelye körül is.

μ alkalmas meghatározásának részleteit a 2.1. pontban részletesen taglaljuk.

Megvalósítható az is, hogy szabályozási beavatkozás csak bizonyos peremfeltételek esetén következzen be. Ennek lehetősége például az lehet, hogy a 2. ábra szerinti 11 aktiváló logikai egység nem ad tovább pillanatnyi M_G értéket a 2 elosztó logikai egységre, ha túl nagy β^{\wedge} sodródási szöget állapítottak meg, ami az éppen fennálló sebességtől függően következhet be.

2.4. Szabályozási törvény

A következőkben az eltérítő nyomaték 10 szabályozója 16 programjában fennálló szabályozási törvény programjának felépítését írjuk le. A program négy bemenő mennyiségből számítja ki a jármű magassági tengelye körüli járulékos M_G eltérítő nyomatékot, ami a jármű stabil viselkedéséhez - mindenekelőtt kanyarmanetben - szükséges. A számított M_G eltérítő nyomaték az alapja a kerékfékekben beállítandó nyomások számításának.

A szabályozási törvényhez bemenő mennyiségként rendelkezésre áll (lásd a 17. ábrát):

az 500 bemeneten: $\Delta\psi'$,

az 501 bemeneten: $\Delta\psi''$,

az 502 bemeneten: β'^{\wedge} ,

az 503 bemeneten: β^{\wedge} .

Abban az esetben, ha alapként a ferdefutási szöghelykülönbséget használjuk, akkor az 500 bemeneten $\Delta\lambda$ és az 501 bemeneten $\Delta\lambda'$ lesz.

Az 503 bemenet fakultatív. Különösen akkor áll rendelkezésre, ha a számítási öszrendszerben úgynevezett 84 megfigyelői járműmodell szerepel.

Az 500 bemeneten lévő érték a ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebesség és egy 12 járműreferenciamodell segítségével kiszámított ψ'_{sol1} előírt eltérítési szögsebesség különbségként adódik.

Az 501 bemeneten lévő érték vagy az 500 bemeneten lévő mennyiségnek egy számítási ciklus és a következő számítási ciklus közötti T_0 ciklusidővel osztott időbeli változása, vagy a mért eltérítési szögsebesség idő szerinti deriváltjának és a számított előírt eltérítési szögsebesség idő szerinti deriváltjának különbsége.

Számítási cikluson az 1. ábra szerinti menetstabilitásszabályozó berendezés egy számítási ciklusát értjük. Az ilyen ciklus a szerkezete által meghatározott valós-

időt, a T_0 ciklusidőt veszi igénybe. A szabályozás hatékonysága végett ezt kellően kis értéken kell tartani.

Az 500 és 501 bemeneten lévő értéket, vagyis $\Delta\psi'$ és $\Delta\psi''$ értékét először az 510, illetőleg 511 aluláteresztő szűrőre adjuk.

A két aluláteresztő szűrő elvileg azonos felépítésű. Szerkezetüket a 18. ábrán mutatjuk be.

A 18. ábra szerinti aluláteresztő szűrő 520 bemenő mennyiségét u -val, 521 kimenő mennyiségét y -nal jelöltük. Az 521 kimenő mennyiséget az 522 regiszterre adjuk, és a legközelebbi számításakor $y(k-1)$ előző értéként áll rendelkezésre. Az 521 kimenő mennyiséget a számítási ciklushoz a következő képlet szerint számítjuk ki:

F 2.27

$$y(k) = \lambda * y(k-1) + (1 - \lambda) * u * k_p,$$

amelyben λ 0 és 1 közötti értékeket vehet fel. λ az aluláteresztő szűrő értékűségét írja le. A $\lambda = 0$ határértéken a rekurzív függvény eliminálódik: az $y(k-1)$ előző értékeknek az új 521 kimenő mennyiség számítása szempontjából nincs jelentőségük. Minél inkább közeledik λ az 1 értékhez, annál erősebben hatnak az előző értékek, úgyhogy a pillanatnyi 520 bemenő mennyiség csak lassan érvényesül 521 kimenő mennyiségként.

k egy lineáris értékelési tényező.

Az előbb leírt aluláteresztő szűrés a két, 500 és 501 bemeneten lévő két bemeneti értéken megy végbe, és az 515, 516 szűrt értékhez vezet.

Ugyanílyen 512 aluláteresztő szűrőn megy át az 502 bemeneten lévő mennyiség, vagyis β'^{\wedge} . Az 517 szűrt értéket - ugyanúgy, mint az 503 bemeneten lévő szűretlen értéket - nemlineáris szűrőkre adjuk. Ezeknek a szűrőknek az a feladata, hogy kis bemenő értékek esetén a kimenő értéket 0-ra állítsák, és egy meghatározott határérték felett lévő bemenő értékek esetén a határértékkel csökkentett bemenő értéket adjanak tovább. A határolás mind a negatív, mind a pozitív tartományban végbemegy. A β'_{th} és β_{th} határérték lehet a programba fixen implementált mennyiség, de lehet olyan mennyiség is, amely további paramétereiktől, például az abroncsok és az úttest közötti surlódási tényezőtől függ. A határértékeket ebben az esetben külön, a surlódási tényező lineáris függvényeként számítjuk.

Mind a négy mennyiséget, azaz az 515, 516, 517 és 518 szűrt értéket egy további, 530, 531, 532, illetőleg 533 lépésben egy-egy lineáris tényezővel súlyozzuk.

Ezek a tényezők fixen implementálva vannak a számítási rendszerben. Ezek a tényezők nagyságrendileg a megfelelő járműmodellekből számíthatók, de általában menetkísérletekkel végzett finomhangolást igényelnek. Ily módon minden járműre, illetőleg járműtípusra meghatározzuk a lineáris tényezők megfelelő készletét. Az 500, 501, 502, 503 bemeneten lévő, így súlyozott bemenő mennyiségeket összeadjuk (540 összeadó tag). Így kapjuk

a járulékos M_G eltérítő nyomatékot, amit a program további számításának menetében alapul veszünk.

A gyakorlatban azonban kiderült, hogy a számított eltérítő nyomatékot módosítani kell.

Erre két lehetőség van:

1. a bemenő mennyiségek, különösen $\Delta\psi'$ módosítása,
2. a számított M_G eltérítő nyomaték szűrése.

Mindkét módszernél megkíséreljük a szabályozást úgy végrehajtani, hogy nemcsak az eltérítési szögsebességet vesszük figyelembe, hanem a sodródási szöget is .

2.4.1. A bemenő mennyiségek módosítása

Egy járműreferenciamodell segítségével a korábban taglaltak szerint kiszámítjuk az eltérítési szögsebesség egy előírt értékét. Minthogy az alkalmazott járműreferenciamodell nem egyezhet meg teljesen a tényleges adottságokkal, ezért általában a modellszámítás eredményét megegyeszer helyesbíteni kell. A referenciamodellben lényegében azokat az értékeket értékeljük, amelyeket az eltérítési szögsebesség érzékelője, valamint egy kormányzögérzékelő szolgáltat. A számított előírt eltérítési szögsebesség helyesbítése úgy történhet, hogy figyelembe vesszük azokat az értékeket, amelyeket egy keresztgyorsulásérzékelő szolgáltat.

Az értékelés különböző módokon történhet. A következőkben olyan módot javasolunk, amelynél a mért keresztgyorsulást először átszámítjuk egy β'^{\wedge} sodródási szögsebességre. Ezzel az értékkel helyesbítjük az eltérítési szögsebesség előírt értékét.

β'^{\wedge} számítása például a 14 kinematikai β' -meghatározással és a 15 aluláteresztő szűrővel történik (2. ábra).

Az eljárást a 19. ábrán látható séma szerint végezzük. A β'^{\wedge} sodródási szögsebesség becsült értékét adott esetben aluláteresztő szűrés után összehasonlítjuk egy első th_1 küszöbértékkel (400 rombusz). Ennek az összehasonlításnak a jelentősége csak az eltérítési szögsebesség ψ'_{soll} előírt értékének helyesbítése után válik világossá, és ezért ezt követően magyarázzuk meg részletesebben.

Ha $|\beta'^{\wedge}| > th_1$, akkor β'^{\wedge} abszolút értékét összehasonlítjuk egy második th_2 küszöbértékkel (401 lépés), ahol a második küszöbérték nagyobb az első th_1 küszöbértéknél. Ha ez a küszöbérték is túl van lépve, akkor először a β'^{\wedge} sodródási szögsebesség idő szerinti integrálása következik a 402 lépésben. Evégett a β'^{\wedge} sodródási szögsebességet a T_0 ciklusidővel megszorozzuk, és az $Intg_{i-1}$ előzetes integrálási eredményhez hozzáadjuk. Az integrálási lépéseket n -nel számláljuk, úgyhogy az n számot az integrálás után 1-gyel növeljük (403 lépés). Az integrálási időt így a bekövetkezett integrálási lépések n száma adja meg. Az $Intg_n(\beta'^{\wedge})$ integrálási eredményt összehasonlítjuk egy β_s küszöbértékkel (404 lépés). A küszöbérték nagysága adja meg a maximális megengedett eltérést egy elméletileg betartandó sodródási szöghöz képest. A β_s küszöbérték kb. 5 fok körül van.

Ennek a küszöbértéknek a túllépése esetén a ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességet újra értékeljük egy S additív állan-

dóval (405 lépés), amely a pillanatnyi β'^{\wedge} sodródási szögsebességtől és az integrálási lépések n számától függ. Ez azt jelenti, hogy minden új ciklusban, amelyben a β_s küszöbértéket túllépjük, újból csökkentjük az előírt eltérítési szögsebességet. Az S additív állandót a ψ'_{soll} előjele szerint vagy hozzáadjuk, vagy kivonjuk, úgyhogy az előírt eltérítési szögsebesség abszolút értéke minden esetben csökken. Ha $Intg_n$ nem éri el a β_s küszöbértéket, akkor ψ' -t nem korlátozzuk (407 lépés).

Egy újabb ciklusban ismét ellenőrizzük, hogy a becsült sodródási szögsebesség kisebb-e a th_1 küszöbértéknél. Ha ez így van, akkor ezt úgy értelmezzük, hogy a jármű újra stabilizálódott. Ennek következtében n a 406 lépésben megint 0-ra áll, és a további számításhoz a 407 lépésben olyan előírt eltérítési szögsebességet veszünk alapul, amely nincs helyesbítve, tehát azonos azzal az értékkel, ami a járműreferenciamodell eredményeként rendelkezésre áll. Ezenkívül az integrálás $Intg_{n-1}$ induló értékét nullával teszük egyenlővé.

Ha a sodródási szögsebesség abszolút értéke th_1 -et ugyan meghaladja, de th_2 -t nem, akkor a régi $Intg_n$ érték változatlan marad, vagyis az integrálás egy ciklusban kimarad. Az előző korlátozás megmarad. A th_2 küszöbérték újbóli túllépésekor az integrálás folytatódik.

2.4.2. M_G helyesbítése

További lehetőség a 16 program (szabályozási törvény) által kiszámított M_G eltérítő nyomtérkép manipulálása. Ehhez képez-

zük az $M_1(k-1)$ előző érték és $M_1(k)$ éppen fennálló érték közötti különbséget. Az 1 index arra utal, hogy ezek az értékek az eltérítő nyomaték szabályozójának közvetlen eredményei, tehát nem a következő helyesbítés alapján vannak számítva. Ezt a különbséget T_0 ciklusidőre vonatkoztatjuk, és így kapjuk ΔM_1 -et. Ehhez a ΔM_1 gradienshez hozzáadunk egy helyesbítési gradienst, amit egy helyesbítési tényezővel szorzott β' ad meg. Az így helyesbített gradienst megszorozzuk a T_0 ciklusidővel, és hozzáadjuk a előző számítás $M(k-1)$ eltérítő nyomatékához. Így kapjuk az éppen fennálló M_G nyomatékot, ami a további számítás alapjaként szolgál.

Ezt a számítást a 20. ábrán látható logikai egység valósítja meg. A "16 program (szabályozási törvény)" alprogramból adódó számított nyomatékokat bevisszük a 420 léptetőregiszterbe. A 420 léptetőregiszter első, 421 regiszterében mindenkor az éppen fennálló $M_1(k)$ érték van. A 420 léptetőregiszter második, 422 regiszterében az előző, $M_1(k-1)$ érték van. Mihelyt van egy új M_1 érték, a 421 regiszterben lévő érték áttolódik a 422 regiszterbe, és a 421 regiszterben lévő értéket helyettesíti az új érték. A 421 és 422 regiszterben lévő értékeket a 430 számító logikai egységre adjuk, amely az alábbi képlet szerint kiszámít egy ΔM -et:

F 2.28

$$\Delta M = M_1(k) - M_1(k-1) + a \cdot \beta' \cdot T_0.$$



A 430 számító logikai egységre ezenkívül ráadjuk a becsült β'^{\wedge} sodródási szögsebességet a kinematikai β' -meghatározásból. Ezenkívül egy memóriában tároljuk egy a helyesbítési tényező értékét, amellyel a sodródási szögsebességet nyomtatékváltozássá számítjuk át. Az új $M(k)$ nyomtatékot az alábbi képlet szerint számítjuk:

F 2.29

$$M(k) = M(k-1) + \Delta M.$$

A 431 regiszterben a helyesbített nyomtaték éppen fennálló értékét, a 432 regiszterben az előző számításból kapott értéket tárojuk. A 431 regiszterben lévő értéket vesszük alapul a további számításhoz.

3. Az elosztó logikai egység

3.1. Jáarulékos eltérítő nyomtaték fékerők kifejtése útján

Ahhoz, hogy a jármű kanyarban is stabilan haladjon, először észlelni kell a kormányszöget. A kormányszög a járműnek a járművezető által kívánt kanyarpályáját adja meg. Stabil, állandósult kanyarmenet esetén a járműnek közelítőleg állandó sodródási szöggel és változatlan eltérítési szögsebességgel kell végighaladnia a pályán. A járművezetőnek ellenkormányzással kell kiegyenlítenie az eltéréseket ettől a sodródási szögtől, illetőleg ettől az eltérítési szögsebességtől. Ez azonban nem mindig lehetséges, és különösen akkor nem, ha a járművezető



a kanyarban a kanyar határsebességével halad. Ilyen helyzetekben a járművet célzottan le kell fékezni, és a magassági tengely körül járulékos nyomatékokat kell kifejteni, amelyeknek elő kell idézniük a tényleges eltérítési szögsebesség adaptálását a kíván eltérítési szögsebességhez.

A szabályozási algoritmusokat, amelyek ezeket az összefüggéseket leírják, korábban ismertettük, ezért ezen a helyen nincs szükség ezek részletesebb tárgyalására.

Mindenesetre fennmarad annak problémája, hogy a szabályozási algoritmus által kiszámított járulékos M_G eltérítő nyomatékot alkalmas módon, a fékerők célzott kifejtése útján valósítsuk meg.

Hidraulikus fékek esetében ezért a feladat gyakorlatilag az, hogy minden egyes kerékfékhez meghatározzunk egy féknyomást. Emellett a magassági tengely körül megvalósítandó nyomatékot úgy kell létrehozni, hogy az egyes fékekben a lehető legkisebb nyomás legyen. Ezért javaslatunk szerint minden kerékhez meghatározzunk egy koefficienset, és a féknyomásokat a jármű létrehozandó eltérítő nyomatékából és a mindenkori súlyozott koefficiensből állapítjuk meg.

Mint már említettük, különösen a hidraulikus elven működő járműfékberendezéseknél kedvező a koefficienseket úgy meghatározni, hogy a féknyomás az egyes kerékfékekhez közvetlenül meghatározható legyen. A koefficiensek súlyozása oly módon történik, hogy minden egyes koefficienset elosztunk az összes koefficiens négyzetének összegével.

Ekkor minden koeficiens a kerékféknyomás és az így létrehozott egyedi kerékfékerőknek a jármű eltérítő nyomatékában való részesedése közötti összefüggést határozza meg. Az egyes koeficiensek meghatározásakor olyan mennyiségek szerepelnek paraméterként, amelyek a jármű menete közben változnak. Ezek elsősorban

- a δ kormányaszög,
- az abroncs és az úttest közötti μ surlódási tényező,
- a jármű m tömege,
- az N_z tengelyterhelés-eloszlás.

A koeficiensek számításakor befolyást gyakorló és jármű-specifikus, illetőleg fékspecifikus mennyiségek például tárcsafékberendezés esetén a következők:

- a fékdugattyúk A felülete,
- a dugattyúk kerékfékenkénti n száma,
- a tárcsa és a fékbetét között μ_R surlódási tényező,
- az effektív surlódási sugár és a dinamikus abroncssugár aránya,
- valamint a fék η hatásfoka.

A javasolt számítási módszer előnye, hogy az előre adott járulékos eltérítő nyomatékból nagyon gyorsan számíthatók a megfelelő féknyomások. Ha a fentebb említett paraméterek menet közben megváltoznának, akkor ezt a féknyomás számításában szereplő koeficiensek változtatásával vesszük figyelembe.

Míg egyes befolyásoló mennyiségek lineárisan szerepelnek a koefficiensek számításában, addig mindenk előtt a koefficienseknek a δ kormányszögtől való függése nemlineáris.

Bebizonyosodott azonban, hogy az egyes koefficiensek és a kormányszög közötti összefüggés linearizált becslése kielégítően jó eredményeket nyújt.

A 21. ábrán vázlatosan ábrázoltunk egy egyenes menetben lévő járművet. A járműnek négy, 601, 602, 603, 604 kereke van. Minden kerékhez egy 605, 606, 607, illetőleg 608 kerékfék van hozzárendelve. A kerékfékeket egymástól függetlenül lehet vezérelni. A kerékfékek által kifejtett kerékféknyomatékok fékerőket ébresztenek a kerekeknek az úttest felületén lévő felfekvő felületein. Így például a 605 kerékfék vezérlésekor a 601 keréken F erő jön létre, amely M nyomatékot (a példában pozitív nyomatékot) hoz létre a magassági tengely körül.

A jármű magassági tengelye körüli ilyen nyomatékok célszerűen arra használhatók, hogy a járművet stabilan a járművezető által kívánt pályán tartsák.

A járműben vannak továbbá érzékelők. Ilyen érzékelők a kerékérezékelők, amelyek a 601, 602, 603, 604 kerék szögsebességét észlelik. Ezenkívül érzékeljük a kormánykerékszöveget a 612 kormányérezékelővel. Van továbbá egy 613 érzékelő az eltérítési szögsebesség észlelésére.

Ezeknek az érzékelőknek az alapján, amelyek egyrészt a járművezető kívánságát, másrészt a jármű viselkedését észlelik, kiszámítható egy megvalósítandó eltérítő nyomaték, amely - kifejtése esetén - a jármű eltérítési szögsebességét, valamint

sodródási szögét a járművezető kívánságának megfelelően tudja beállítani. Evégett a 605, 606, 607, 608 kerékfékeket egymástól függetlenül vezéreljük. Erre a célra egy vezérlőberendezés szolgál, ami a menetstabilitást szabályozó összetett program egy részét képezi.

Az elvi helyzetet a 22. ábra mutatja. A 16 program olyan programmodul, amely kiszámítja az M_G eltérítő nyomatékot. A 22. ábrán látható egy vezérlőberendezés, amely kiszámítja az egyes, 605, 606, 607, 608 kerékfékekben létrehozandó p_{xx} nyomásokat. A megállapított 622, 623, 624, 625 nyomásértékek tovább értékelhetők és a 605, 606, 607, 608 kerékfékek számára megfelelő vezérlőjelekké átalakíthatók.

Maga a vezérlőberendezés két részből áll. A vezérlőberendezés első, 630 számítórésze számítja ki a c_{xx} koefficienseket az egyes kerekhez. A c_{xx} koefficiensek lineáris összefüggést hoznak létre a kerékfékben fennálló nyomás és az eltérítő nyomaték azon része között, amelyet a fékerő a megfelelő keréken létrehoz. A vezérlőberendezés második, 631 számítórésze az egyes koefficiensek súlyozásával, valamint a megvalósítandó M_G eltérítő nyomaték figyelembevételével kiszámítja az egyes p_{xx} , 622, 623, 624, 625 nyomásértékeket.

A nyomásértékeket, valamint a koefficienseket indexek különböztetik meg.

Az indexek a következők:

v: elülső h: hátsó

l: bal r: jobb

x: vagy v/l, vagy h/r helyett áll.

Az első, 630 számítóresz figyelembe veszi a kormányzóget, amely a 612 kormányérzékelő 632 értékelő egysége útján áll a számítási folyamat rendelkezésére. A koefficiensek kiszámítása-kor figyelembe vesszük a μ surlódási tényezőt, amit a 633 értékelő egység a kerekek forgási viselkedéséből származtat (lásd a 2.1. pontot is). A kerekek forgási viselkedését az egyes kereken lévő kerékérzékelők egy jele adja meg. A számításban szerepel továbbá a jármű tömege, valamint az N_z tehereloszlás. Ezeket a 634 értékelő egység határozza meg, amely elemzi a jármű viselkedését a különböző helyzetekben. Az első, 630 számítóresznek (programrésznek) hozzáférése van egy 635 memóriához, amely a fentebb említett járműspecifikus és kerékfékspecifikus értékeket tartalmazza.

Az említett értékekből minden kerékre kiszámítunk egy c_{xx} koefficiens-t. A 640, 641, 642, 643 koefficiens értékét lehet párhuzamosan vagy egymás után számítani. A számítás egy függvény szerint történik, ami a programba implementálva van. Ez a függvény figyelembe veszi a féknyomás és a fékerő közötti ismert összefüggéseket. Az összefüggés általában lineáris. Csak a δ kormányzóget kell külön figyelembe venni. Alább leírjuk, hogyan lehet a kormányzóget alkalmas módon figyelembe venni.

A második lépésben, a 631 számítóreszben az egyes, 640, 641, 642, 643 koefficiensekből párhuzamosan vagy egymás után kiszámítjuk a nyomásértékeket az egyes kerékfékekhez az alábbi képlet szerint:

F 3.1a

$$P_{xl} = \frac{C_{xl}}{C_{vl}^2 + C_{vr}^2 + C_{hl}^2 + C_{hr}^2} * M_G$$

F 3.1b

$$P_{xr} = - \frac{C_{xr}}{C_{vl}^2 + C_{vr}^2 + C_{hl}^2 + C_{hr}^2} * M_G$$

Ha az egyes nyomásokat eszerint a képlet szerint számítjuk, akkor ez azzal az előnnyel jár, hogy a számított féknyomaték eléréséhez csak viszonylag kis nyomásokat kell a kerékfékekben létrehozni, továbbá a féknyomás vezérlése nagyon érzékenyen és gyorsan reagál a változásokra, különösen a kormányszög és a surlódási tényezők változásaira.

A δ kormányszöget a következőképpen vesszük figyelembe a tényezők számításakor: a 23. ábrán ehhez egy jármű vázlatos képe látható, amelynek az elülső, 601, 602 kerekei el vannak forgatva. Látható az elülső kerekek közötti S távolság és a 610 tömegközéppont l_v távolsága az elülső tengelytől.

A 650, 651 keréksík 652, 653 kormányszöget zár be a jármű hossztengelyével. Az egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy a δ és a 652, 653 kormányszög azonos. Az F fékerőre vonatkoztatott, a 650, 651 keréksíkban ható h_1 , illetőleg h_r effektív emelőkart közelítési megfontolások alapján kis kormányszögekre a következőképpen számítjuk ki:

F 3.2a

$$h_r = s/2 + \delta^* l_v$$

F 3.2b

$$h_l = s/2 - \delta^* l_v$$

Mivel a "kis kormányszög" közelítés nem mindig teljesül, ezért adott esetben kedvezőnek mutatkozott a következő képletrel való számítás:

F 3.3a

$$h_r = \frac{s}{2} + \delta^* \sqrt{\frac{s^2}{4} + l_v^2}$$

F 3.3b

$$h_l = \frac{s}{2} - \delta^* \sqrt{\frac{s^2}{4} + l_v^2}$$

Ha a számított emelőkarok nullánál kisebbek, akkor nullával tesszük őket egyenlővé.

A c_{xx} kerékkoefficienseket a következőképpen lehet számítani:

F 3.4

$$c_{xx} = c_{hydxx} * h_{l,r},$$

ahol c_{hydxx} -ben figyelembe van véve minden paraméter, a δ kormányszög kivételével.

Ily módon a koefficiensek két kifejezés szorzataként adhatók meg. Az egyik kifejezés az effektív emelőkart határozza meg, és a másik kifejezés független a kormányszögtől.

3.2. Járulékos eltérítő nyomaték az oldalerők csökkentése útján

Az egyik módszer az egyoldalúan ható fékerők létrehozására abból áll, hogy a kerékfékeket úgy vezéreljük, hogy a kerekek eltérő erősséggel legyenek fékezve. Az előző pontban írtunk le egy eljárást, ami ezt megvalósítja.

Ez az eljárás határba ütközik, ha a menetstabilitást pedálos fékezéskor kell szabályozni, amikor is már a járművezető fékezése miatt bizonyos féknyomás beállítódott a kerékfékekben. A fentebb leírt eljárás elvben erre az esetre is alkalmazható. Abszolút nyomások helyett a már beállítódott féknyomások változásait határozzuk meg.

Ekkor mindenesetre a következő problémák jelentkeznek. Ha egy kerékfékre már nagyon nagy nyomás van vezérelve, úgyhogy nagyon nagy fékerők valósulnak meg, akkor a féknyomás növelése

nem feltétlenül idézi elő a fékerő fokozódását, mivel elértük a abroncs és az úttest közötti tapadási határt. A fentemlített modellben alapul vett lineáris összefüggés a féknyomás és a fékerő között ebben az esetben már nem áll fenn.

A fékerőnek a jármű egyik oldalán nem túllépendő határa az eltérítő nyomaték szabályozása értelmében kompenzálható a fékerőnek a jármű másik oldalán történő csökkentése útján.

Ennek mindenesetre az a hátránya, hogy a fékerő csökkenésével a jármű lassítása is csökken. Ez nem mindig fogadható el, mivel a járművezető által indított fékezési folyamat esetén a járművet a lehető legrövidebb távolságon belül meg kell állítani. A jármű tényleges lassításának a járművezető kívánságával szembeni túl erős csökkentése viszont általában nem fogadható el. Ezt a problémát a következőképpen oldjuk meg.

Legalább az egyik kerék kerékfékeit úgy vezéreljük, hogy a kerék hosszcsúszása úgy álljon be, hogy nagyobb legyen annál a hosszcsúszásnál, amelynél a maximális erőzárást érjük el. Ennél az eljárásnál kihasználjuk, hogy az átvitt fékerő, vagyis a hosszkerő az abroncsokon a maximális értékét kb. 20 % hosszcsúszás esetén éri el (0 % a szabadon gördülő kerék, 100 % a blokkolt kerék), és 20 %-ot meghaladó értékek esetén az átvihető fékerő csak kevéssé csökken, úgyhogy 20% és 100 % közötti kerékcsúszás esetén a jármű lassulása jelentősen nem csökken.

Ha azonban ezzel egyidejűleg vizsgáljuk az átvihető oldal-erőt, vagyis a keréksíkra merőlegesen ható erőt, akkor ez erős függést mutat a kerékcsúszástól. Ez abban nyilvánul meg, hogy a csúszás növekedésével az átvihető oldalerő erősen csökken. Az

50 % feletti csúszási tartományban a kerék blokkolt kerékhez hasonlóan viselkedik. Ez azt jelenti, hogy ekkor már oldalerőket alig lehet kifejteni.

Ügyesen kiválasztva azokat a kerekeket, amelyeken nagy hosszcsúszást állítunk be, előidézhető a jármű ellenőrzött farolása, amikor is az eltérítési szögnek a farolás által előidézett változása meg kell, hogy feleljen a kívánt változásnak. Mivel ennél az eljárásnál a hosszserők lényegében megmaradnak, az oldalerők azonban jelentősen csökkennek, ezért az eltérítési szögsebesség nélkül ellenőrizhető, hogy a jármű lassulása jelentősen csökkenne.

Annak a keréknek a kiválasztása, amelynek legalább rövid ideig megnövelt hosszcsúszással kell járnia, a következő szabályok szerint történik. Ehhez vizsgáljunk egy a járművezető által szándékolt jobb kanyarmenetet. Bal kanyarmenet esetében a megfelelő "tükrözött" szabályok érvényesek. Ekkor felléphet az az eset, hogy a jármű nem fordul be olyan erősen a kanyarba, mint várják. Más szavakkal, a jármű alulvezérelt. Ebben az esetben a kanyarhoz képest belső, hátsó kerék megnövekedett csúszásértékekkel működik. Ha viszont a jármű túl erősen megy be a kanyarba, akkor ezt az esetet túlvezérlésnek nevezzük, és a kanyarhoz képest külső, elülső kerék nagy csúszásértékekkel működik.

Járulékosan meggátolható a nyomáscsökkenés az egyik elülső keréken. Ez a következő szabályok szerint történik. Olyan muthelyzetben, amelyben a jármű alulvezérelten viselkedik, a féknyomás csökkenését a kanyarhoz képest külső, elülső keréken

meggátoljuk. Olyan helyzetben, amelyben a jármű túlvezérelten viselkedik, a féknyomás csökkenését a kanyarhoz képest belső, elülső keréken gátoljuk meg.

A féknyomás tényleges vezérlése a következőképpen történhet. Mint már korábban taglaltuk, a féknyomást az egyes kerékfékekben az elérendő eltérítő nyomatóéktól és a súlyozott kerékoefficiensektől függően határozzuk meg.

A koefficiensek számításakor bevezethető egy fékcsúszástól függő tényező, amelynek az utánszabályozását úgy végezzük, hogy beáll a fent leírt, kívánt fékcsúszás. A nyomáscsökkenés határolása az egyik keréken úgy történhet, hogy a megfelelő koefficiensre megállapítunk egy alsó küszöböt.

A következőkben a fékberendezés vezérlő programjába implementált eljárást részletesebben ismertetjük.

A vezérlő program a súlyozott koefficiensek alapján kiszámítja a féknyomást, amelyet az egyes kerékfékekben létre kell hozni. A számítás problematikusabbá válik, amikor a járművet fékezik, és különösen akkor, ha az abroncs és az úttest közötti tapadózárasi határ kihasználásával lassítják. Ilyen esetekben lehetséges, hogy először blokkolásgátló szabályozás következik be, mielőtt még egy szuperponált menetstabilitás-szabályozás szükségessé válik.

Ilyen esetekben a fékezetlen járműre vonatkozó elvi megfontolásokat nem lehet átvenni, mivel például a nyomásnak az egyik kerékfékben történő növelésekor a megfelelő fékerő nem lineárisan növekszik, mivel elértük a tapadózárasi határt. A

nyomás növekedése ebben a kerékfékben tehát nem hoz létre járulékos fékerőt és így járulékos nyomatókat.

Bár ugyanaz a hatás, vagyis járulékos eltérítő nyomatók létrehozása idézhető elő azzal, hogy az adott tengely másik kerekének kerékféknyomását csökkentjük, ezzel azonban egészében csökkenne a fékerő, ami ellenkezik azal a követelménnyel, hogy a járművet a lehető legrövidebb távon meg kell állítani.

Ezért a járműkerekeknek a 24. ábrán bemutatott viselkedését használjuk ki. Ez a diagram az X-tengelyen 0 és 100 % közötti λ csúszásértékeket ábrázol. 0 % a szabadonfutó keréknek, 100 % a blokkolt keréknek felel meg. Az Y-tengelyen a μ_B surlódási tényezők és a μ_S oldalerőértékek láthatók 0 és 1 közötti értéktartományban. A folytonos vonalak a surlódási tényezőknek a csúszástól való függését ábrázolják különböző α ferdefutási szögekre. Különösen a kis ferdefutási szögek esetén ismerhető fel, hogy a görbének maximuma van a $\lambda = 20$ % csúszás körül. 100 % felé a surlódási tényező enyhén csökken. 2° ferdefutási szög esetén a maximális surlódási tényező kb. 0,98, míg $\lambda = 100$ % esetén értéke még 0,93. Ha viszont az oldalerőértékeket nézzük, akkor ezek - különösen nagyobb ferdefutási szögek esetén - a csúszási tartományban erősen csökkennek. 10° ferdefutási szög és 0 % csúszásérték esetén az oldalerő értéke 0,85, és közel 100% csúszásértéknél 0,17-re süllyed.

A 24. ábrán látható görbékéből így kivehető, hogy 40 és 80 % közötti csúszásértékeknél viszonylag nagy fékerők és csak csekély oldalerők átvitele következhet be.

Ez a kerékviselkedés arra használható, hogy a járművön egy meghatározott kerék oldalerejét célzottan csökkentsük. A kerék kiválasztása a 25a. és 25b. ábra kapcsán részletesebben taglalható séma szerint történik.

A 25a. és 25b. ábrán egy vázlatosan ábrázolt jármű jobb kanyarban van. A járműnek a kanyar sugarától és a jármű sebességétől függően magassági tengelye körül el kell fordulnia, vagyis bizonyos eltérítési szögsebességének kell lennie az óramutató járásával megegyező irányban.

A járműnek, mint már említettük, van egy eltérítésiszög-érzékelője. Ha a Ψ'_{Mess} mért eltérítési szögsebesség eltér az elérendő Ψ'_{sol1} -tól, akkor a jármű magassági tengelye körül járulékos M_G nyomatékot kell kifejteni.

Ha a mért eltérítési szögsebesség úgy tér el az elérendőtől, hogy a jármű nem forog eléggé, akkor úgynevezett alulvezérelt viselkedésről van szó. Ki kell fejteni egy járulékos nyomatékot, amit ebben a helyzetben negatívan számlálunk. Ennek hatására a járműnek be kell fordulnia a kanyarba. Ezt a jelen esetben azzal lehet elérni, hogy a féknyomást a jobb oldali járműkerekekben megnöveljük.

Ha azonban a járművet a járművezető már fékezi, akkor előfordulhat, hogy ezek a kerekek már a maximális fékerőt viszik át. Ha az értékelő elektronika ezt megállapítja, akkor a nyomás a jobb hátsó kerékfékben úgy fokozódik, hogy a kerék 40 és 80 % közötti csúszásértékekkel fut. A 604 kerék ezért egy " λ "-val van jelölve. Ennek, mint már említettük, az oldalerő jelentős

csökkenése a következménye. A jobb hátsó keréken már csak kis oldalerők alakulnak ki, aminek következtében a jármű a farával balra kitör, tehát az óramutató járásával megegyező irányban kezd forogni. Az oldalerő minimálását addig tartjuk, míg a tényleges ψ'_{Mess} eltérítési szögsebesség meg nem egyezik a jármű ψ'_{soll} előírt eltérítési szögsebességével.

A 25b. ábrán túlvezérelt jármű helyzetét ábrázoltuk. A jármű gyorsabban fordul el magassági tengelye körül, mint a számított előírt eltérítési szögsebesség. Ebben az esetben javaslatunk az, hogy az oldalerőt csökkenteni kell a bal elülső, 601 keréken. Ez ugyancsak úgy történik, hogy erre a kerékre 40 és 80 % közötti csúszásértékeket vezérlünk. A 601 kerék itt ezért " λ "-val van jelölve.

A vezérlő program mind a két esetre tartalmazhat egy alprogramot, amely előidézi a további nyomáscsökkenést a kanyarhoz képest külső elülső 601 keréken az alulvezérlés esetében (25a. ábra), illetőleg a kanyarhoz képest belső elülső 602 keréken a túlvezérlés esetében (25b. ábra). Ezek a kerekek " p_{min} "-nel vannak jelölve. Bal kanyarmenet esetén a megfelelő vezérléseknél az oldalak fel vannak cserélve.

A nyomás az egyes kerekekben úgy szabályozható, hogy minden egyes kerékhez meghatározunk egy koefficiensst, amely a nyomásváltozás és a számított járulékos M_G eltérítő nyomaték közötti összefüggést megadja.

Ezek a koefficiensek a járművet, illetőleg a kerékfékeket leíró paraméterek, valamint a menet közben változó mennyiségek

függvényei. Ezek különösen a δ kormányszög és az út/abroncs pár μ surlódási tényezője (lásd a 3.1. pontot is). A fent említett vezérléshez járulékosan bevezetjük a függést az adott kerék hosszcsúszásától. A nyomás csökkenése az egyes kerekeknél általában gátolható meg, hogy a koefficiensekre alsó határokat határozzunk meg, és a koefficiens számított értékét a minimális értékkel helyettesítjük, ha az a minimális érték alá csökken.

A 26. ábrán ábrázoltuk a megfelelő algoritmust. Először kiszámítjuk a járulékos M_G eltérítő nyomatékot (640 tényező vagy program). Ebből a nyomatékból megállapítjuk az egyes kerekhez tartozó fékerőváltozásokat, illetőleg féknyomásváltozásokat (641 tényező vagy programrész). A megállapított féknyomásokat összehasonlítjuk a többek között az úttest/abroncs pár közötti surlódási tényező által meghatározott p_{th} küszöbökkel (642 tényező vagy rombusz). A p_{th} küszöbök megadják, hogy lehetséges-e a kerékféknyomás további növelése és a fékerő ezzel egyidejű fokozása. Ha a vezérléssel létrehozandó nyomások ezek alatt a határértékek alatt maradnak, akkor a vezérlés a 3.1. pontban említett eljárás szerint történik. Ha a számított féknyomások ezek felett a küszöbértékek felett vannak, akkor a nyomások számítása a fentebb bemutatott 644 séma szerint történik.

4. A prioritáskapcsolás

A járulékos M_G eltérítő nyomatékból egy elosztó logika révén kiszámítjuk a kerékfékekben beállítandó nyomásokat (3. pont).

Ezekből a nyomásértékekből egy alárendelt nyomásszabályozó körben vezérlőjeleket állítunk elő és adunk ki a beömlő- és kiömlőszelepek számára. Ebben az alárendelt nyomásszabályozó körben a tényleges kerékféknymásokat összhangba hozzuk a számított kerékféknymásokkal.

Ha más szabályozók (a csúszásszabályozás 7 szabályozója, a hajtási csúszásszabályozás 8 szabályozója, az elektronikus fékerőelosztás 9 szabályozója) vezérlőjeleit is be kell vonni (1. pont), akkor először ezeket a vezérlőjeleket is át kell számítani nyomásértékekké a kerékfékeknek a számítógépben lévő hidraulikus modellje alapján.

Ezután összefüggésbe hozzuk az eltérítő nyomaték 10 szabályozójának nyomáskövetelményeit a csúszásszabályozás szabályozójának és további szabályozóknak a nyomáskövetelményeivel. Ez egy prioritáskapcsolásban megy végbe, amely eldönti, hogy mely követelményeknek kell előnyben lenniük, illetőleg mennyiben kell kiadni a megállapított nyomásokat a kerékfékek 5 nyomásvezérlőjére. Az 5 nyomásvezérlő a nyomásokat szelepkapcsolási időkké számítja át.

A prioritáskapcsolásra az előírt nyomások helyett az előírt nyomásváltozásokat is rá lehet adni (lásd a 7. pontot).

Ebben az esetben a 3 prioritáskapcsolás a Δp nyomásváltozásokat a kimeneten aszerint a szabály szerint adja ki, hogy a nyomáscsökkentés követelménye az egyik keréken prioritással teljesül, és annak a követelménynek, hogy a nyomás az egyik kerékfékben tartva legyen, prioritása van a nyomásnövelés követelményéhez képest. így a prioritáskapcsolás iránt támasztott

egyres követelmények feldolgozásakor az a szabály érvényesül, hogy nyomáscsökkenés iránti követelmény fennállásakor nem vesz tudomást a nyomás fenntartására vagy a nyomásnövelésre irányuló követelményekről. Ugyanilyen módon nem következik be nyomásnövelés, ha a követelmény a nyomás tartása.

5. Prioritáskapcsolás a szelepek kapcsolási idejének közvetlen összehasonlításával

A fenti módszer helyett egy másik módszer is alkalmazható.

Az elosztó logikai egység a járulékos M_G eltérítő nyomatékból nem nyomásokat, hanem közvetlenül szelepkapcsolási időket számít ki. Ugyanezt végzi a többi szabályozó is. Az eltérítő nyomaték szabályozásának szelepkapcsolási időit így össze lehet hasonlítani például a csúszásszabályozás szükséges szelepkapcsolási időivel. A prioritáskapcsolás ekkor az eddigiektől eltérően nem az eltérő nyomáskövetelményeket, hanem az eltérő szelepkapcsolási időket értékeli.

A szelepkapcsolási idők előállítása végett az elosztó logikai egység először a beállítandó nyomásváltozásokat számítja minden kerékfékhez.

Az utána kapcsolt nemlineáris szabályozóelem a nyomásváltozásokból kapcsolási időket számít ki az egyes kerékfékek kivezérléséhez.

Ez a nemlineáris szabályozóelem például egy számláló lehet.

Ez a számláló az előre adott nyomásváltozásokat ütemszámokká alakítja át. Evégett a T_0 ciklusidőt körülbelül 3 - 10

kapcsolási időközre (ütemre) osztjuk. Az ütemek ciklusidőre vonatkoztatott maximális száma rögzített mennyiség, amelyet a szabályozás elérendő jósága határoz meg.

A számított ütemszám határozza meg, hogy egy szelepnek a ciklusidőn belül mennyi ideig kell vezérlést kapnia.

Mivel kerékfékenként általában két szelep van, - egy szelep, amely a nyomóközeg kerékfékhez való beáramlását szabályozza (beömlőszelep), és egy másik szelep, amely a nyomóközeg kerékfékből való kiáramlását szabályozza (kiömlőszelep) - ezért összesen nyolc jelet kell előállítani.

Ezeket az ütemszámokat a prioritáskapcsolásra adjuk, amely további csatornákon további szabályozók ütemszámait veszi.

A prioritáskapcsolás eldönti, hogy melyik szabályozónak kell elsőbbséget adni, tehát eldönti azt, hogy a tényleges szelepvezérléshez melyik ütemszámot veszik át.

A jármű reakciója a kerékfékek működtetése útján létrehozott fékerőkre a megváltozott eltérítési szögsebesség. Ezt az eltérítési szögsebesség 10 szabályozója észleli, ami ugyancsak új járulékos eltérítő nyomatékot állapít meg.

A szabályozási kör egyik helyén sem következik be tehát féknyomások számítása vagy beállítása. A szabályozási algoritmusok tehát nem igényelnek információt a kerékfékről, és különösen nem igényelnek információt a kerékfékek térfogatfelvételének és az ebből adódó féknyomásoknak az összefüggéséről.

Az ütemidők számításának egyik lehetőségét a 27. ábra kapcsán ismertetjük.

A járulékos M_G eltérítő nyomatékból a 700 elosztó logikai egység kiszámítja a féknyomásokat, amelyeknek az egyes kerékfékekben fel kell lépniük. A 3.1 és 3.2 pontban írtuk le, hogy ez hogyan történik. Az elosztó logikai egységen belüli számítás eredményeként négykerékű járműnél négy nyomásérték, $p_1 - p_4$ áll rendelkezésre. Ezeket a mennyiségeket azoknak a szelepeknek a kapcsolási időivé kell átalakítani, amelyek vezérlik a nyomóközeg bevezetését a kerékfékekbe (nyomásnövelés), illetőleg a nyomóközeg elvezetését a kerékfékekből (nyomáscsökkentés). A szelepkapcsolási időket - mint már említettük - nem az előre adott nyomások abszolút értékeiből, hanem az előre adott nyomás változásából számítjuk. Ezért minden p_n értéket ($n = 1...4$) a 701 léptetőregiszterbe viszünk. Az első, 702 regiszterhelyre írjuk be az éppen fennálló értéket. A második, 703 regiszterhelyre kerül az előző érték a 702 regiszterhelyről, úgyhogy ide az előző számítási ciklusból kerül a nyomáskövetelmény. Ezt az értéket p_n^* -nel jelöljük.

A következő, 705 lépésben az első, 702 regiszterhelyről kiolvassuk az éppen fennálló p_n nyomáskövetelményt. Ha ez az érték 0 vagy egy minimális értéknél kisebb, akkor a program a 706 hurokba ágazik el, amelynek feladata annak biztosítása, hogy a kerékfékből annyi nyomóközeg legyen elvéve, hogy a beálló nyomás 0 legyen. Evégett a beömlőszelep záródik, és a kiömlőszelep legalább egy T_0 ciklusidőre nyit.

Ha az éppen igényelt nyomásérték efelett a minimális érték felett van, akkor képezzük a 702 és 703 regiszterhelyen lévő regiszterérték különbségét. Ez a 707 különbségképzőben törté-

nik. A számított Δp nyomáskülönbség 0-nál nagyobb vagy kisebb lehet. Ha 0-nál nagyobb, akkor az adott kerékfékben növelni kell a nyomást. Ha 0-nál kisebb, akkor a nyomást az adott kerékfékben csökkenteni kell. Nyomásnövelés esetében a program a jobb oldali, 710 döntési úton megy. A beállítandó nyomáskülönbség, valamint a nyomáskövetelmény figyelembevételével, vagy - ha megfelelő jelek vannak - a kerékfékben lévő tényleges nyomás alapján történik a Δt_{ein} nyitási idő kiszámítása a

beömlőszelep számára. A kiömlőszelep Δt_{aus} nyitási idejét nullává tesszük. Fordítva (711 döntési út), nyomáscsökkentés igénye esetén a beömlőszelep Δt_{ein} nyitási idejét nullává tesszük, míg a kiömlőszelep Δt_{aus} nyitási idejét az igényelt nyomáskülönbségből és a kerékfékben ténylegesen fennálló nyomásból, illetőleg az első, 702 regiszterhelyre írt igényelt nyomásból számítjuk.

A Δt nyitási idő és a szándékolt Δp nyomásváltozás között rendszerint lineáris összefüggés van.

Amint ezt tisztáztuk, nem magukkal a nyitási időkkal, hanem ütemszámokkal számolunk. Ezt a diagram a 28. ábrán részletesebben megmagyarázza. A fentebb leírt számításokat mindig változatlan időközökben (T_0 ciklusidő) végezzük, és egy számítás eredményeként rögzítjük a vezérlőjeleket a kerékfékek szelepei számára a következő ciklusban. Egy T_0 ciklusidő tartama kb. 3 ms.



Aszerint, hogy milyen finomnak kell lennie a szabályozásnak, N időszakaszra osztunk minden T_0 ciklusidőt.

A 28. ábra szerinti diagramban az osztás hat lépés. A kapcsolási időket a szelepek számára nem időmennyiségekként adjuk ki, hanem egy cikluson belüli ütemek azon számaként, amelyben a szelepnek nyitottnak kell lennie. Ha például $n = 3$, akkor a nyitási idő $1,5$ ms, mint ez a 28. ábrán látható.

Ha az igényelt nyitási idő hosszabb, mint a ciklusidő, akkor n értékét a mindenkori maximális N értékre állítjuk be (az ábrázolt példában hatra).

Ezt a számítást mindegyik kerékfékre elvégezzük, négykerékű jármű esetében tehát négyszer. A számítások végezhetőek párhuzamosan vagy egymás után. Eredményként nyolc értéket kapunk, négyet a beömlőszelepekre és négyet a kiömlőszelepekre. Ezeket az értékeket a 720 módosított prioritáskapcsolásra adjuk. Ebbe a 720 módosított prioritáskapcsolásba jutnak egy csúszásszabályozás (blokkolásgátló szabályozó), valamint további szabályozók kapcsolási időkre vonatkozó, ugyancsak ütemidőkben kifejezett követelményei.

Ezt a kivezérlést elvégezzük, úgyhogy a kerékfékekben nyomásváltozás következik be. Ezáltal megváltoznak a fékerők és az ezek révén a járműre gyakorolt nyomatékok. Így változás következik be a jármű menetdinamikáját leíró mennyiségekben. Ezeket érzékelők közvetlenül vagy közvetve észlelik, és újból a számításba viszik.

Ebből egy megváltozott nyomatókövetelmény következik, amelyet a fentebb leírtak szerint a szelepek számára új vezérlőjelekké alakítunk át.

A beállítandó nyomáskülönbségek számítása az előző számítási ciklusban kapott nyomáskövetelményeken alapszik. Ezeket azonban nem kell ténylegesen beállítani, úgyhogy a kerékfékekben fennálló tényleges nyomások eltérnek a számított nyomáskövetelményektől. Ezért bizonyos helyzetekben a kerékfékekben fennálló tényleges nyomást a nyomáskövetelményekkel ki kell egyenlíteni. Ez a legegyszerűbben akkor végezhető, amikor a nyomáskövetelmény nulla, vagyis a 700 elosztó logikai egység olyan értéket igényel, amelynek az egyik kerékfékben nulla nyomás felel meg. Ilyen esetben nem képezzük a különbséget az előző értékhez képest, és nem ebből vezetjük le a vezérlőjelet, hanem a 705 lépésben a 706 hurokba, a kapcsolási idők számítására ágazunk el, aminek biztosítania kell, hogy ténylegesen nulla nyomásérték álljon be. Ez úgy történik, hogy a kiömlőszelep Δt_{aus} kapcsolási idejét legalább a T_0 ciklusidőre állítjuk.

Szükség lehet arra is, hogy megfelelő információt adjunk a 720 módosított prioritáskapcsolásra, hogy más szabályozók előre adott értékei ne szuperponálódjanak erre az időkövetelményre, amelynek az egyik kerékfékben nulla nyomást kell létrehoznia. Ezenkívül ebben az információban rögzíthető, hogy a nyomáscsökkenésnek több ciklusidőn át kell végbemennie, úgyhogy biztosítva van, hogy tényleg teljes nyomáscsökkenés következzen be.

6. A kerékféknyomás észlelése

A 4. pontig leírt menetstabilitásszabályozási nyomásszabályozó eredményként a kerékfékek féknyomásértékeit szolgáltatja. Ezeket a megadott értékeket meg kell valósítani. Az egyik módszer a kerékfékekben fennálló nyomások mérése és összehasonlítása a megadott értékekkel. A szokásos törvények szerint működő nyomásszabályozó a kerékféknyomást a megadott előírt értékre szabályozza be. Ez az eljárás kerékfékenként egy nyomásérzékelőt, tehát négykerekű járműnél négy nyomásérzékelőt igényel.

Általában már csak költségokok miatt is megkíséreltik, hogy a lehető legkevesebb érzékelőt alkalmazzák. Ezenkívül minden érzékelő további potenciális zavarforrást jelent. Előfordulhat, hogy egy érzékelő meghibásodása miatt az egész szabályozási rendszert le kell kapcsolni.

Ezért olyan értékelő rendszer alkalmazását javasoljuk, amely a már meglévő érzékelők adatai alapján származtat egy nyomásértéket, amely megfelel a kerékfékekben fennálló nyomásnak. Ehhez a következő koncepciót javasoljuk.

A nyomást minden kerékfékben, mint már említettük, két szelep szabályozza. A beömlőszelep vezérli a nyomóközeg bevezetését, míg a kiömlőszelep vezérli a nyomóközeg elvezetését.

A jelek tehát, amelyeket egy nyomásszabályozó leadhat, vezérlési idők, amelyek megadják, hogy egy szelepnek meddig kell nyitva, illetőleg zárva lennie. A ciklusidő rögzített számú időszakaszra (ütemre) van osztva. A vezérlési időket így ütem-

számként lehet megadni, ami megadja, hogy egy szelepnek hány időszakoson át kell nyitva, illetőleg zárva lennie.

Az alapmegfontolás a következő: ezeket a jeleket nemcsak a kerékfékekre adjuk rá, hanem számítási mennyiségekként egy járműmodellre is. A valóságos jármű úgy reagál a bevezérelt féknyomásokra, hogy beáll egy meghatározott v tömegközéppont-sebesség és beállnak az egyes kerekek ω_i kerékfordulatszámai. A jármű sebességét nem mérjük közvetlenül, hanem külön számítási lépésekben ugyancsak az egyes kerekek ω_i kerékfordulatszámából számítjuk. Ezt ezért v_{Ref} referenciasebességnek nevezük.

Megfelelő értékek egy járműmodellen belül is utánképezhetőek.

ω_i és v_{Ref} tényleges értékét összehasonlítva ω_i és v_{Ref} számított, illetőleg a járműmodell alapján becsült értékével az egyes kerékfékekben fennálló nyomáshoz megállapítható egy helyesbítő mennyiség. A helyesbítő mennyiség segítségével a hidraulikus modellel számított nyomás módosítható, úgyhogy a kerékféknyomásokat jobban lehet becsülni.

Az éppen leírt elvi struktúrát a 29. ábra kapcsán részletesebben kifejtjük.

Itt az 1. ábrán szereplő 5 nyomásvezérlő helyett a 800 nyomásvezérlő van. A 800 nyomásvezérlő a beállítandó nyomást jellemző első, 801 értékből és egy a kerékfékben fennálló, becsült vagy mért nyomást jelölő második, 802 értékből vezérlési időket számít ki a kerékfékek szelepei számára. A vezérlési

időket itt a 803 kimenő mennyiségként ábrázoltuk. 810-zel van jelölve a jármű. Ezzel azt kívántuk ábrázolni, hogy a jármű a kerékfékekben beállított nyomások által előidézett erőkre reagál. Ekkor az egyes kerekek ω_i kerékfordulatszámai megváltoznak.

A 810 járműhöz kerékérzékelőknek is kell tartozniuk, amelyek az ω_i kerékfordulatszámokat észlelik, úgyhogy az ω_i értékek közvetlenül rendelkezésre állnak.

A 810 járműhöz tartozik még egy ω_i -t értékelő egység, ami rendszerint egy blokkolásgátló szabályozó részét képezi. Ez meghatározott peremfeltételek esetén az egyes kerekek ω_i kerékfordulatszámából úgynevezett v_{ref} referenciasebességet képez, amely meg kell, hogy feleljen a jármű tényleges sebességének.

Az egyes kerékfordulatszámokból, valamint a jármű referenciasebességéből minden kerékhez kiszámítható egy λ_i csúszás.

Az ω_i és v_{Ref} értékek 811 kiinduló értékeként állnak rendelkezésre. A λ_i csúszás 812 értéként áll rendelkezésre.

Az alkalmazott számítási modell egésze, a 820 összmodell három almodellt tartalmaz. Ezek

- a 821 hidraulikamodell,
- a 822 járműmodell,
- a 823 abroncsmodell.

A 821 hidraulikamodell két közelítő képlettel leírja a p féknyomás és a kerékfékbe zárt V térfogat közötti összefüggést,

valamint a térfogat ΔV változását, amikor a beömlőszelep, illetőleg a kiömlőszelep bizonyos ideig nyitva van.

F 6.1

$$p = a \cdot V + b \cdot V^2$$

F 6.2

$$\Delta v = \pm c \cdot t_{\text{ein/aus}} \cdot \sqrt{\Delta p}$$

Az a , b és c paraméter a fékrendszert leíró mennyiségek, és értékeként megfelelő tárukban vannak tárolva. p a kerékfékben éppen fennálló nyomást írja le. V az éppen fennálló térfogat, ami a kerékfékbe be van zárva.

Δp -t vagy a beömlőszelepen, vagy a kiömlőszelepen mérjük. A beömlőszelepen történő mérésakor egy nyomásforrás és p közötti különbséget észleljük, míg a kiömlőszelepen történő mérésakor p és egy tartályban lévő nyomás közötti különbséget állapítjuk meg. A nyomás a tartályban általában 1 bar körül van, és így elhanyagolható.

Ha abból indulunk ki, hogy egy szabályozás kezdetén a nyomást a kerékfékekben, valamint a bezárt térfogatot 0-vá tesszük, akkor a szelepnyitási idők követésével a térfogatváltozás

és ezáltal a nyomásváltozás az egyes kerékfékekben utánállítható.

Mindenesetre világos, hogy a megadott képletek a tényleges viszonyokat csak nagyon durván tudják visszaadni, úgyhogy megfelelő helyesbítésre van szükség. A járművet a 822 járműmodellben általában merev testtel írjuk le, amely négy felfekvési ponton (kerékfelfekvési felületen) egy síkon áll.

A test a síkkal párhuzamosan, tehát x- és y-irányban mozoghat, valamint tömegközéppontja körül elfordulhat. A forgástengely merőleges a mozgási síkra.

A testre ható erők a kerekek felfekvési felületein fellépő fékerők, valamint a légellenállási erők.

Az $F_{z,v}$ és $F_{z,h}$ kerékterhelések ezeknek a megfontolásoknak az alapján:

F 6.3a

$$F_{z,v} = \frac{m \cdot g \cdot l_h + h \cdot (-F_{x,v} - F_{x,h})}{l_v + l_h} = \frac{m \cdot g \cdot l_h - h \cdot m \cdot \dot{v}_{ref}}{l_v + l_h}$$

F 6.3b

$$F_{z,h} = \frac{m \cdot g \cdot l_v + h \cdot (-F_{x,v} - F_{x,h})}{l_v + l_h} = \frac{m \cdot g \cdot l_v - h \cdot m \cdot \dot{v}_{ref}}{l_v + l_h}$$

Az ilyen modell általában elegendő ahhoz, hogy a kívánt nyomáshelyesbítést elvégezzük. A modell szükség esetén természetesen finomítható. A további számításokhoz a modell lényegé-

ben a felfekvési felületek F_x terheléseit adja meg a tömegközéppont lassulásának függvényében. A kereket forgatható tárcsának tekintjük, amelynek van egy bizonyos tehetetlenségi nyomatéka.

F 6.4

$$\dot{\omega} = \frac{R_{rad} * F_x - M_{Br}}{\Theta}$$

A kerékre ható lassító nyomatékokat a kerékféknyomásból lineárisan állapítjuk meg.

F 6.5

$$M_{Br} = C_{Br} * p$$

Az abroncsmodellben feltételezzük, hogy az erőzárás f kihasználása, vagyis a fékerőnek a kerékterheléshez viszonyított aránya a kerék csúszásával lineárisan változik.

F 6.6

$$F_x \sim \lambda * F_z$$

A megadott egyenletek lehetővé teszik az egyes kerekek kerékfordulatszámának, valamint a járműmodell referenciasebességének a kiszámítását.

Ezeket az értékeket össze lehet hasonlítani a tényleges 811 kiinduló értékekkel. Ez a 830 összehasonlítási ponton történik. Az egyes kerekek mért és becsült kerékfordulatszama közötti különbségből egy k helyesbítő tényező figyelembevételével megállapítható egy járulékos térfogat.

Ezt a ΔV járulékos térfogatot hozzáadjuk a számított előírt térfogathoz, és megkapjuk az új előírt térfogatot, amelyből az F 6.1 képlet alapján levezethető egy kerékféknyomás, amely viszonylag pontosan megegyezik a tényleges kerékféknyomással.

A becslés pontossága természetesen a k helyesbítő tényezőtől függ, amelyet adott esetben kísérletekkel előre meg kell határozni.

Ez a tényező járművenként más és más lesz, és többek között attól is függ, hogy milyen jól tükrözi a járműmodell a tényleges viszonyokat.

A járulékos térfogat tartalmazhat egy tőrési térfogatot is. Ezzel azt vesszük figyelembe, hogy a szelepeken átmenő térfogat nem arányos a kapcsolási idővel. A szelep nyitásakor és zárásakor a szelep nyíláskeresztmetszete csak lassan bővül, illetőleg szűkül, úgyhogy azokban az időszakokban, amelyekben a teljes nyíláskeresztmetszet még nem jött létre, illetőleg még nem szűnt meg, csak csökkentett térfogat folyik.

7. Egy eltérítési szögsebességmérő helyettesítése

A fentebb leírt szabályozásban az eltérítési szögsebesség különösen fontos mennyiség, mivel szabályozási jellemzőként szolgál, amelynek a $\Delta\psi'$ eltérését minimalni kell.

Előnyösen alkalmazhatók azonban más szabályozási jellemzők is, amiket a következőkben írunk le. Egyszerűsítés végett ebben a pontban az alábbi jelöléseket alkalmazzuk:

Ψ'_{Mess} = g_I , mint az eltérítési szögsebesség mért
tényleges értéke,

Ψ''_{Mess} = g'_I , mint az eltérítési szöggyorsulás mért
tényleges értéke,

$d\Psi''_{\text{Mess}}/dt = g''_I$, mint az eltérítési szöggyorsulás
változásának (másodrendű gyorsulás) mért
tényleges értéke.

Ugyanez vonatkozik a 9. ábra szerinti előírt értékekre, amelyek "s" indexszel vannak ellátva.

A mért eltérítési szögsebességet a 12. ábrán a szokásos módon egy 321 eltérítési szögsebességérzékelővel határozzuk meg, amely a g_I kimenőjelet adja le. Az eltérítési szögsebességet közvetlenül leadó ilyen ismert eltérítési szögsebességérzékelők felépítése azonban nagyon bonyolult, és ezért ezek az érzékelők nagyon drágák. Ugyanez fennáll az utánuk kapcsolt összehasonlító egységekre, valamint a szabályozó kapcsoláshoz tartozó szabályozókra. Ezért arra törekszünk, hogy ezen segítsünk, és egyszerűbb érzékelőket, valamint egyszerűbb felépítésű szabályozót javasoljunk.

A 13. ábrán vázlatosan egy újszerű 321 eltérítési szögsebességérzékelőt ábrázoltunk, amely egy első, 322 keresztgyorsulásmérőből és egy második, 323

keresztgyorsulásmérőből áll. A két, 322 és 323 keresztgyorsulásmérő a jármű hossz tengelyében, a mellső, illetőleg a hátsó tengely felett van elhelyezve. A keresztgyorsulásmérők elvileg az SP tömegközépponton kívül bármilyen helyen elhelyezhetők, csak megfelelő átszámításra van szükség. A 15. ábrán látható egy négyszögletes 324 járműkörvonal a 325 abroncsokkal és az érzékelőkkel. Eszerint az elrendezés szerint az elülső, 322 keresztgyorsulásmérő az a_{qv} keresztgyorsulást a 326 mellső tengely magasságában méri, és a hátsó, 323 keresztgyorsulásmérő az a_{qh} keresztgyorsulást a 327 hátsó tengely magasságában méri.

A két keresztgyorsulásmérő az eltérítési szögsebességtől függő mennyiséget tud leadni. Matematikai levezetésekkel kimutatható, hogy a keresztgyorsulásmérők által mért eredményekből az eltérítési szöggyorsulás és az SP tömegközéppont a_{quer} keresztgyorsulása a következőképpen határozható meg:

F 7.1

$$\ddot{\Psi} = \frac{a_{qh} - a_{qv}}{l_h + l_v}$$

F 7.2

$$a_{quer} \approx - \dot{v}_{ref} \cdot \beta - \frac{a_{qh} \cdot l_v + a_{qv} \cdot l_h}{l_h + l_v}$$

Itt, mint a 13. ábrán látható, l_v , l_h a 322, 323 keresztgyorsulásmérő távolsága az SP tömegközépponttól, v a

jármű sebessége és β a sodródási szög. Így a keresztgyorsulásokból és a 322, 323 keresztgyorsulásmérő távolságából számítható a g'_I eltérítési szöggyorsulás. Ezért a g'_I eltérítési szöggyorsulás behelyettesítését javasoljuk az előző pontokban javasolt eltérítési szögsebesség helyett. Lehetséges az is, hogy az ismert állapotszabályozáshoz hasonlóan az egyes bemenőértékeket lineárisan súlyozzuk az összehasonlító egység számára. Ekkor a g eltérítési szögsebességet és a β sodródási szöget a g' eltérítési szöggyorsulásból és a β' sodródási szögsebességéből számítjuk ki sávhatárolt integrálás vagy első rendűségű, skálázott aluláteresztő szűrő segítségével, hogy a 321 eltérítési szögsebességérzékelőtől olyan mennyiségeket kapjunk, amelyek dimenziója megegyezik a 302 járműreferenciamodell kimenő mennyiségei dimenziójával (2.3.1. pont).

A sávhatárolt integrálásra érvényes, hogy

F 7.3

$$G(z^{-1}) = \frac{\lambda^2 \cdot \frac{T_0}{2} \cdot (1-z^{-1}) \cdot (1+z^{-1})}{1-\lambda \cdot z^{-1}}$$

míg aluláteresztő szűrő alkalmazásakor a következő összefüggést kapjuk:

F 7.4

$$G(z^{-1}) = \frac{T_1 \cdot (1-\lambda)}{1-\lambda \cdot z^{-1}}$$

A sodródási szögsebességet a

F 7.5

$$a_q = v * (\psi' + \beta')$$

kifejezés értékelése után kapjuk.

Így látható, hogy két keresztgyorsulásmérő alkalmazásával helyettesíthető egy ismert eltérítési szögsebességmérő. Fogantósítani kell azonban az éppen leírt intézkedéseket, hogy az eltérítési szöggyorsulást eltérítési szögsebességgé alakítsuk át. Δg és $\Delta g'$ képzése után változatlanul csatlakoztatható a 16 program (szabályozási törvény). A 14. ábrán az így számított M_G eltérítő nyomatókat a 16 programban járulékosan idő szerinti deriválással átszámítjuk M nyomatókváltozássá.

Bizonyos körülmények fennállása esetén azonban célszerűbb a 17. ábra szerinti nemlineáris szabályozásra áttérni, amelynél a g' eltérítési szöggyorsulást mind tényleges értéként, mind előírt értéként, mint a 302 járműreferenciamodellről kapott eredményt a 303 összehasonlító egységre adjuk. Evégett a járműreferenciamodellben megfelelő deriváltakat kell képezni.

Ennek következtében a 303 összehasonlító egység kimenetén a Δg eltérítési szögsebességkülönbség helyett az eltérítési szöggyorsulás $\Delta g'$ eltérése lép fel, és bemenő mennyiségként ez jut a 16 programra. A 16 programba (az eltérítő nyomatók szabá-

lyozási törvényére) a nyomatékváltozás pontosabb meghatározása végett járulékosan beadható a β' sodródási szögsebesség is, ahogyan ez a 15. ábrán látható.

Amint ezt már a 14. ábránál említettük, a járulékos M_G eltérítő nyomatékot, mint a 16 program kimenőjelét el lehet hagyni, és helyette kimenőjelként az M' nyomatékváltozást lehet alkalmazni. Egy módosított elosztó logikai egységben az M' nyomatékváltozást, vagyis a járulékos M_G eltérítő nyomaték deriváltját egyes nyomásváltozásokká alakítjuk át. Ez azt jelenti, hogy a nyomásváltozásokat az egyes kerekekre úgy osztjuk el, hogy együttesen a kívánt járulékos M_G eltérítő nyomaték jöjjön létre. Ennek részleteit alább a 16. ábra kapcsán írjuk le.

Figyelembe kell venni, hogy egyidejűleg a járművezető általi fékműködtetés révén meghatározott nyomáseloszlás állhat fenn a kerékfékekben. Ebben az esetben kedvezőbb az M' nyomatékváltozás integrálása útján az M_G eltérítő nyomatékot meghatározni. Ebből azután közvetlenül meghatározhatók azok a nyomáskülönbségek, amelyeket az egyes kerékfékekben fennálló nyomás figyelembevételével létre kell hozni. A fentebb ismertetett előnyös továbbfejlesztés - az 1. ... 3. pontban alkalmazott szabályozási jellemzők deriváltjainak alkalmazásával - kombinálható a 3. pont szerinti elosztási logikával. Ezzel két szabályozási elv áll rendelkezésre, amelyek közül az egyik egy járulékos M_G eltérítő nyomatékot, a másik a járulékos eltérítő nyomaték M' változását szolgáltatja előre adott (megvalósítandó) értéként. Az elvek között lehetséges a váltás. Másik szabályozási elvre elsősorban akkor kell átállni, ha

az első szerint a járulékos szabályozási jellemzők (sodródási szög, stb.) számítása nem végezhető kellő pontossággal (lásd például a 2.2.2 pontot). Megjegyzendő még, hogy a 16 programba a 15. ábra szerint $\Delta g'$ mellett járulékosan, helyesbítő mennyiségként még $\Delta g'$ [?] is bevihető.

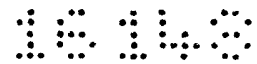
A 16 programban a 15. ábrán az illesztő k_1 , k_2 , k_3 erősítőn kívül látható két, S_2 , S_3 küszöbértékkapcsoló, amelyek a 16 programon belül a szabályozási viselkedést javítják és a bevitt mennyiségek befolyását optimálisan, a sebességtől függően az ideális szabályozási viselkedéshez illesztik. Hasonló feladata van a k_1 , k_2 , k_3 erősítőnek. Az egyes értékeket ezután egy összeadó egység összeadja, és az eltérítő nyomaték 10 szabályozójának kimenőjeleként leadja. Általános magyarázatok a 16 programhoz (szabályozási törvényhez), amelyek itt megfelelően érvényesek, a 2.4. pontban találhatóak.

Az 1. ábra kapcsán bemutattuk, hogyan kapcsolódnak össze egy 3 prioritáskapcsolásban a 7, 8, 9 szabályozó kimenetén lévő, megvalósítandó nyomások egy 2 elosztó logikai egység által megadott, megvalósítandó nyomással. A megvalósítandó nyomások alkalmazása feltételezi az előzetes átalakítást az ezeket a megvalósítandó értékeket leadó berendezésekben. A következőkben leírt intézkedésekkel egyszerűsíthető az információcsere a szabályozási kör programmoduljai között.

A 16. ábrán a 9. és 14. ábra szerinti menetstabilitásszabályozó kört erősen egyszerűsítve mégegyszer ábrázoltuk. A korábbi ábrákon szereplő jelöléseket megtartottuk.

Az eltérítő nyomatékot szabályozó, 1. ábra szerinti 10 szabályozó itt annyiban van módosítva, hogy a kimeneten a járulékos M_G eltérítő nyomaték M' változása van, amelyet a járművezető által a fékeken kívánt nyomáseloszlással (fékezési kívánással) együtt a 2 elosztó logikai egységre adunk. M' számítása tekintetében a 12. ábrára utalunk.

A 2 elosztó logikai egységben van egy 340 logikablokk és egy 341 nyomásgradiens-kapcsolás. A 340 logikablokk lényeges feladata a gondoskodás arról, hogy a menetstabilitás szabályozását célzó beavatkozás ellenére a jármű összeségében ne fékeződjön erősebben, mint ahogyan ezt a járművezető nyomásjelének megadásával a 2 elosztó logikai egység bemenetén kívánja. Ezzel megakadályozandó, hogy a menetstabilitás szabályozása járulékosan instabilitásokat idézzen elő. Ha tehát a járművezető fékezési kívánsága alapján egy keréken féknyomás van, és másrészt a menetstabilitásszabályozó berendezés révén egy vagy két keréken nyomásnövelést és a szemben lévő kerekeken nyomáscsökkenést kell létrehozni, hogy a járulékos eltérítő nyomatékot elérjük, akkor az egyes kerekeknél egymásnak ellentmondó követelmények állhatnak fenn, mégpedig egyidejű nyomásnövelés és nyomáscsökkenés követelménye. Más kerekeknél az lehet a követelmény, hogy a nyomásnak nemcsak a járművezető fékezési kívánsága alapján, hanem egyidejűleg stabilitásszabályozás alapján is növekednie kell. Ekkor a logikablokk gondoskodik arról, hogy először a megfelelő kerekekben a nyomás csökkenjen, majd ezt követően a féknyomás a járművezető kívánsága szerint egy meghatározott határértékig növelhető. Ez biztosítja, hogy a valamennyi kerékre



vonatkoztatott közepes fékerő a menetstabilitásszabályozó be-
rendezés által létrehozott járulékos forgatónyomatékokat
figyelembevéve ne legyen nagyobb a járművezető által kívántnál.

Mint már a 3.2 pontban tisztáztuk, a λ hosszcsúszás cél-
zott növelése az egyik keréken arra használható, hogy az oldal-
erők csökkenjenek, míg a fékerő a hosszirányban megmarad. Ily
módon eltérítő nyomatékokat is ki lehet fejteni anélkül, hogy a
jármű lassulása csökkenne.

A 2 elosztó logikai egység 341 nyomásgradiens-
kapcsolásában az egyes xx kerekeken bekövetkező ΔP_{xx} nyomás-
változásokat előre adott d_{xx} állandók és az M' nyomatékváltozás
alapján számítjuk. A számításban szerepel még a járművezető ál-
tal kívánt P_{Fahrer} féknyomás és a ténylegesen mért P_{xxist} fék-
nyomás közötti különbség. így fennáll a

F 7.6

$$\Delta p_{xx} = \pm \frac{d_{xx} \cdot \dot{M}}{\Sigma d_{xx}^2} + g_1 \cdot (p_{Fahrer} - p_{xxist})$$

összefüggés, és fennáll, hogy

$$xx \in [vr, vl, hr, hl]$$

és g_1 = arányossági tényező.

A tényleges P_{xxist} féknyomást vagy nyomásmérővel a szóbanforgó keréken vesszük fel, vagy számítási modellel számítjuk ki, amely a keréken előírt nyomásváltozásokat követi, és így a keréken éppen fennálló nyomást adja meg (6. pont).

A számított nyomáskövetelményeket egy 3 prioritáskapcsolásra adjuk és ott értékeljük (lásd fentebb a 4. pontot).

Az előző leírás feltételezi, hogy a prioritáskapcsolásban közvetlenül nyomásgradienseket dolgoztunk fel. Ez azonban nem szükséges. Lehetséges az is, hogy a 3 prioritáskapcsolásban Δt szelepkapcsolási időket dolgozunk fel (5. pont). Ebben az esetben mindenesetre egy 343 szelepkapcsolási időkapcsolást kell a 2 elosztó logikai egység és a 3 prioritáskapcsolás közé kapcsolni. Ekkor a többi, 7, 8, 9 szabályozóról is Δt szelepkapcsolási időket veszünk fel. A prioritáskapcsolás ekkor a beadott Δt szelepkapcsolási időket megfelelő séma szerint dolgozza fel, amelyet a 4. pontban a féknyomásokra már leírtunk. A prioritáskapcsolás kimenő mennyiségei a szelepkapcsolási idők. Az egyes xx kerekek igényelt Δt_{xx} nyomásváltozásainak átalakítása Δp szelepkapcsolási időkké [?] az alábbi egyenlet szerint történik:

F 7.7

$$S_{xx} = K_r P_{xxist} \cdot \Delta p_{xx}.$$

Itt Kr_{xx} [?] egy erősítési tényező, amely az egyes kerekek tényleges nyomásától függ, és nyomásnöveléskor a

F 7.8

$$Kr_{xx}(p_{xxist}) = \frac{1}{Dv_{auf} \cdot T_0 \cdot \sqrt{a^2 + 4 \cdot b \cdot p_{xxist}} \cdot \sqrt{160 - p_{xxist}}}$$

szabály szerint számítjuk, míg nyomáscsökkenésre

F 7.9

$$Kr_{xx}(p_{xxist}) = \frac{1}{Dv_{ab} \cdot T_0 \cdot \sqrt{a^2 + 4 \cdot b \cdot p_{xxist}} \cdot \sqrt{p_{xxist}}}$$

érvényes. xx ismét egy index, amely az egyes kerekek helyét jelöli.

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Fékberendezés kettőnél több kerekű gépjárműhöz, amelyben legalább némelyik kerék fékkészülékkel van ellátva, és az egyes kerekhez hozzárendelt fékkészülékek egymástól függetlenül működtethetők, és amely fékberendezés tartalmaz

egy vezérlőberendezést, amely a rendelkezésére bocsátott bemenő adatok alapján meghatározza a fékkészülékek által kifejtendő egyes féknyomatékokat, és megfelelő vezérlő utasításokat ad a fékkészülékeknek,

eszközt a kormányszög észlelésére, amely a kormányszöget jellemző mennyiséget ad le,

eszközt a gépjármű magassági tengelye körüli azon járulékos eltérítő nyomaték meghatározására, amely elegendő a nem kívánt eltérítési szögek és/vagy szögsebességek és/vagy szöggyorsulások megszüntetésére, és amely eszköz megfelelő értéket ad a vezérlőberendezésnek,

azzal jellemezve, hogy a vezérlőberendezés mindegyik fékkészülékkel ellátott kerék számára meghatároz egy koefficiensst, és az egyes kerekhez tartozó féknyomatékokat a járulékos eltérítő nyomatékból és az adott súlyozott koefficiensből kiszámítja.

2. Az 1. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy további eszközöket tartalmaz további, a gépjármű haladása közben, illetőleg a gépjármű alkalmazásától függően változó mennyiségek megállapítására, amelyek megfelelő mennyiségeket

adnak le a vezérlőberendezésnek, és ezeket a vezérlőberendezés a kerékoeficiensek meghatározásakor felhasználja.

3. A 2. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy az egyik további eszköz meg tudja határozni az abroncs és az úttest közötti surlódási tényezőt.

4. A 2. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy az egyik további eszköz meg tudja határozni a jármű tömegét.

5. A 2. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy az egyik további eszköz meg tudja határozni a tengelyterhelés eloszlását.

6. Az 1. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy a vezérlőberendezés járműspecifikus értékeket tárol, amelyeket a koeficiensek megállapításakor figyelembe vesz.

7. Az 1. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy a vezérlőberendezésben van egy tároló, amely fékkészülék-specifikus értékeket tárol, amelyeket a koeficiensek megállapításakor figyelembe vesz.

8. Az 1. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy a súlyozott koeficiensek meghatározása az egyedi koeficiensekből oly módon történik, hogy minden egyes koeficiensst elosztunk az összes koeficiens négyzetének összegével.

9. Az 1-8. igénypontok bármelyike szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy a fékkészülékek hidraulikus eszközök révén féknyomatékot hoznak létre, és az egyes koeficiensek úgy vannak meghatározva, hogy a létrehozandó nyomás közvetlenül meghatározható.

10. A 8. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy egy kerék fékkészülékéhez a féknyomaték, illetőleg a féknyomás az adott súlyozott koeficiens és a járulékos eltérítő nyomaték szorzatából van meghatározva.

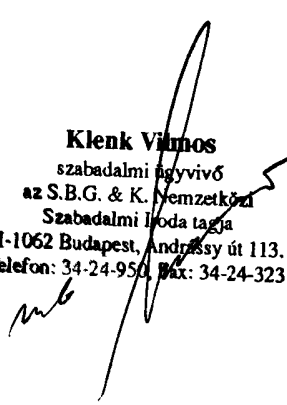
11. Az 1. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy az egyes koeficiensok egy első, a kormányszögtől független értékből és egy második, a kormányszögtől függő értékből vannak meghatározva.

12. A 11. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy a második értéket (h_r, h_l) a jármű tömegközéppontja és az adott kerék pillanatnyi keréksíkja közötti távolság határozza meg.

13. A 12. igénypont szerinti fékberendezés, azzal jellemezve, hogy a második érték (h_r, h_l) nullára áll, ha annak számított értéke negatív.

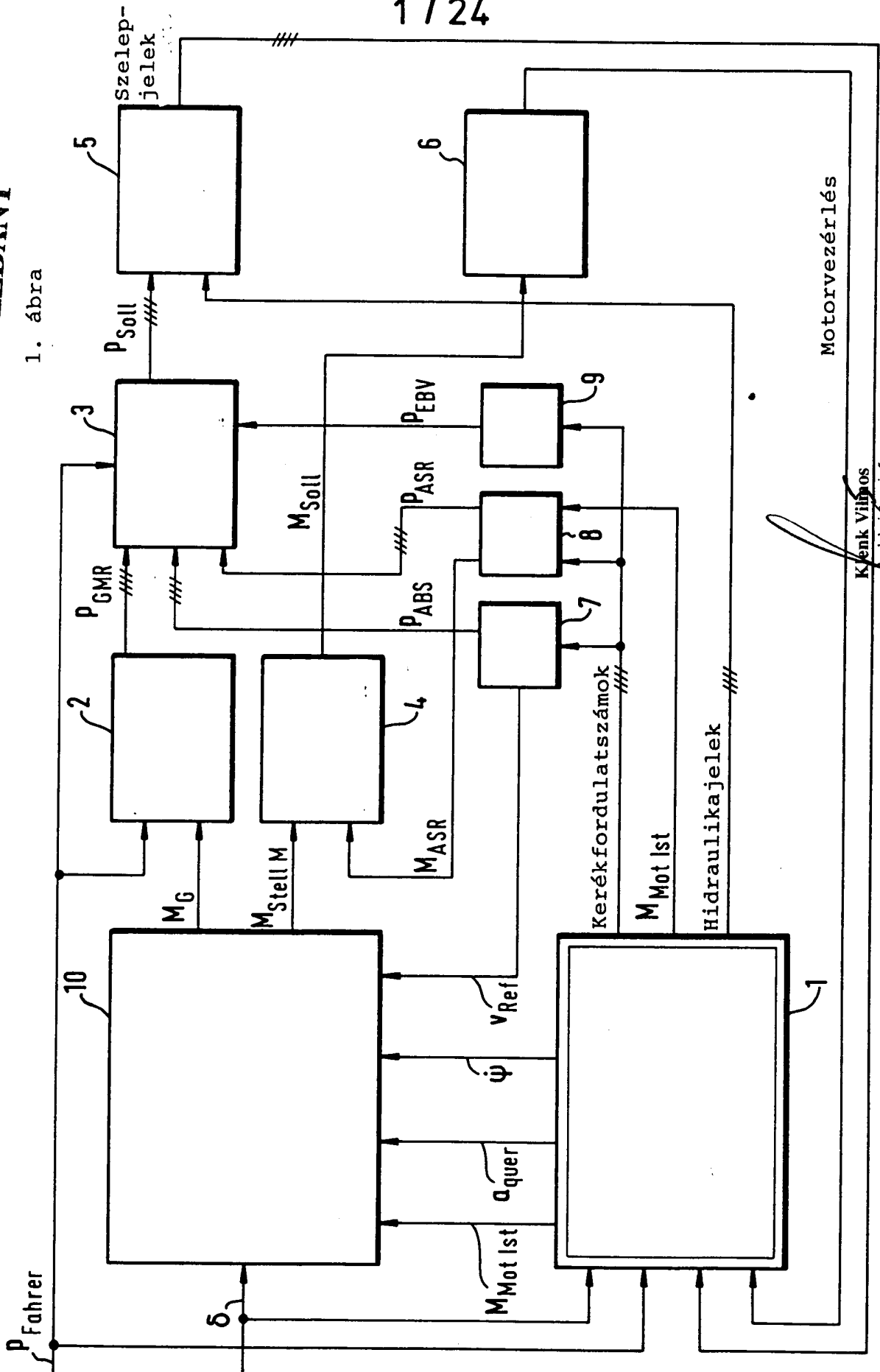
A meghatalmazott

Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323



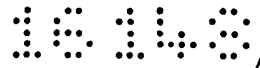
KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

1. ábra



P 9701845

11229



P 7887

1 / 24

Motorvezérlés

Kérek Vilmos

szabványgyűjtő

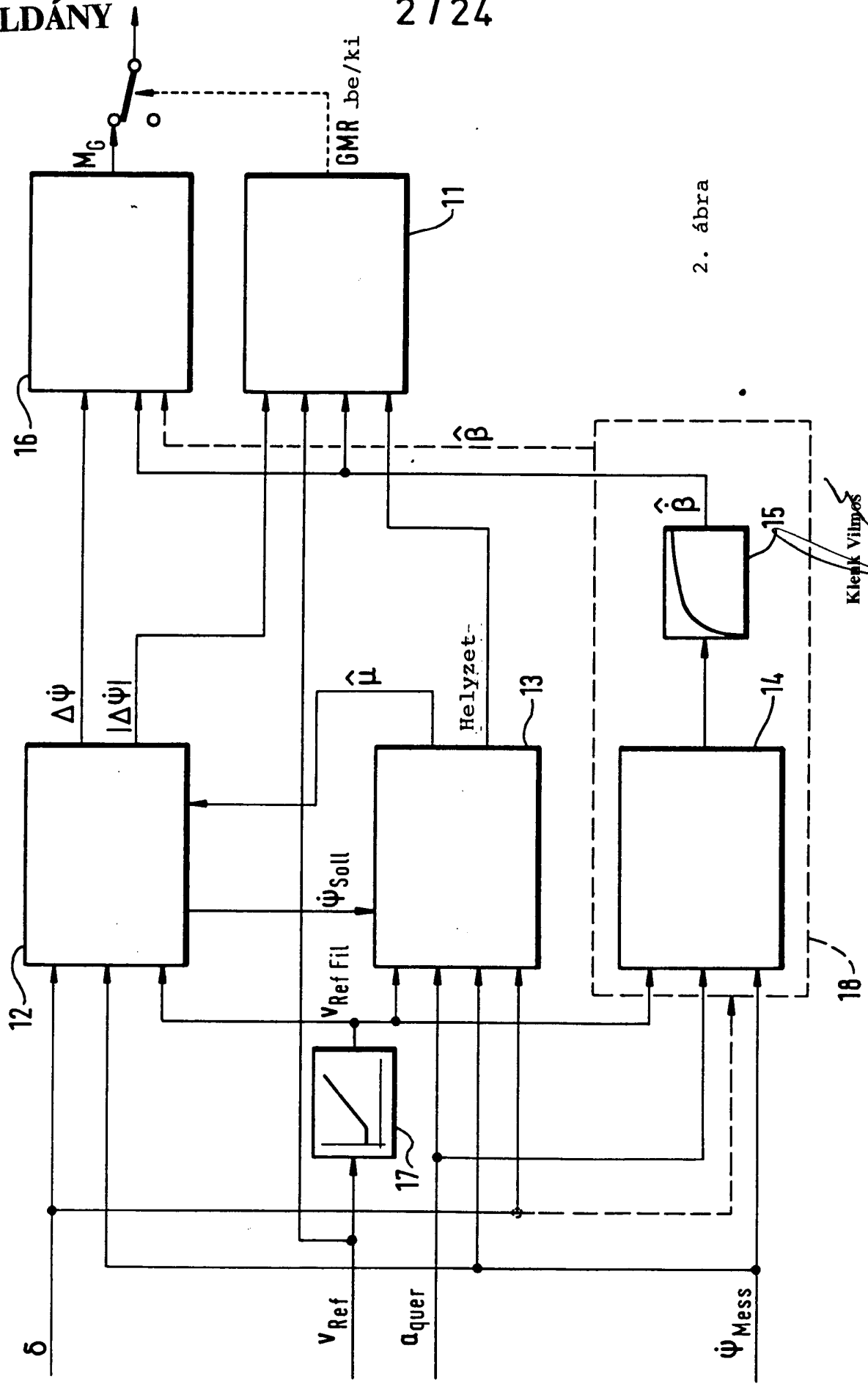
az S.M.G. Sz.K. Nemzetközi

Szabványiroda tagja

H-1067 Budapest, Andrássy út 113.

Telefón: 34-24-950, Fax: 34-24-323

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

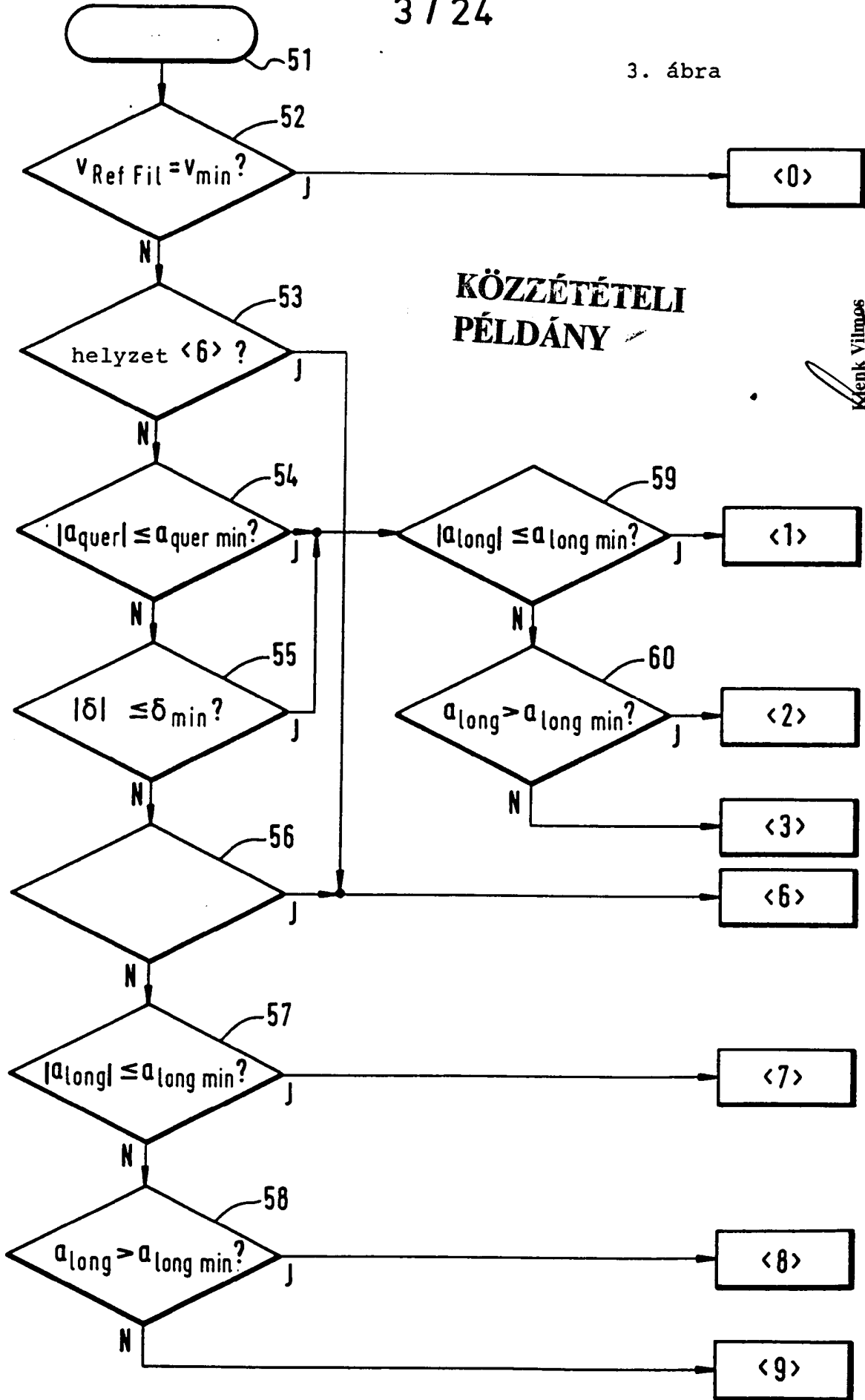


2. ábra

Klenk Vilmos
 szabadalmi ügyvivő
 az S.B.G. & K. Nemzetközi
 Szabadalmi Iroda tagja
 H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
 Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

[Handwritten signature]

3. ábra

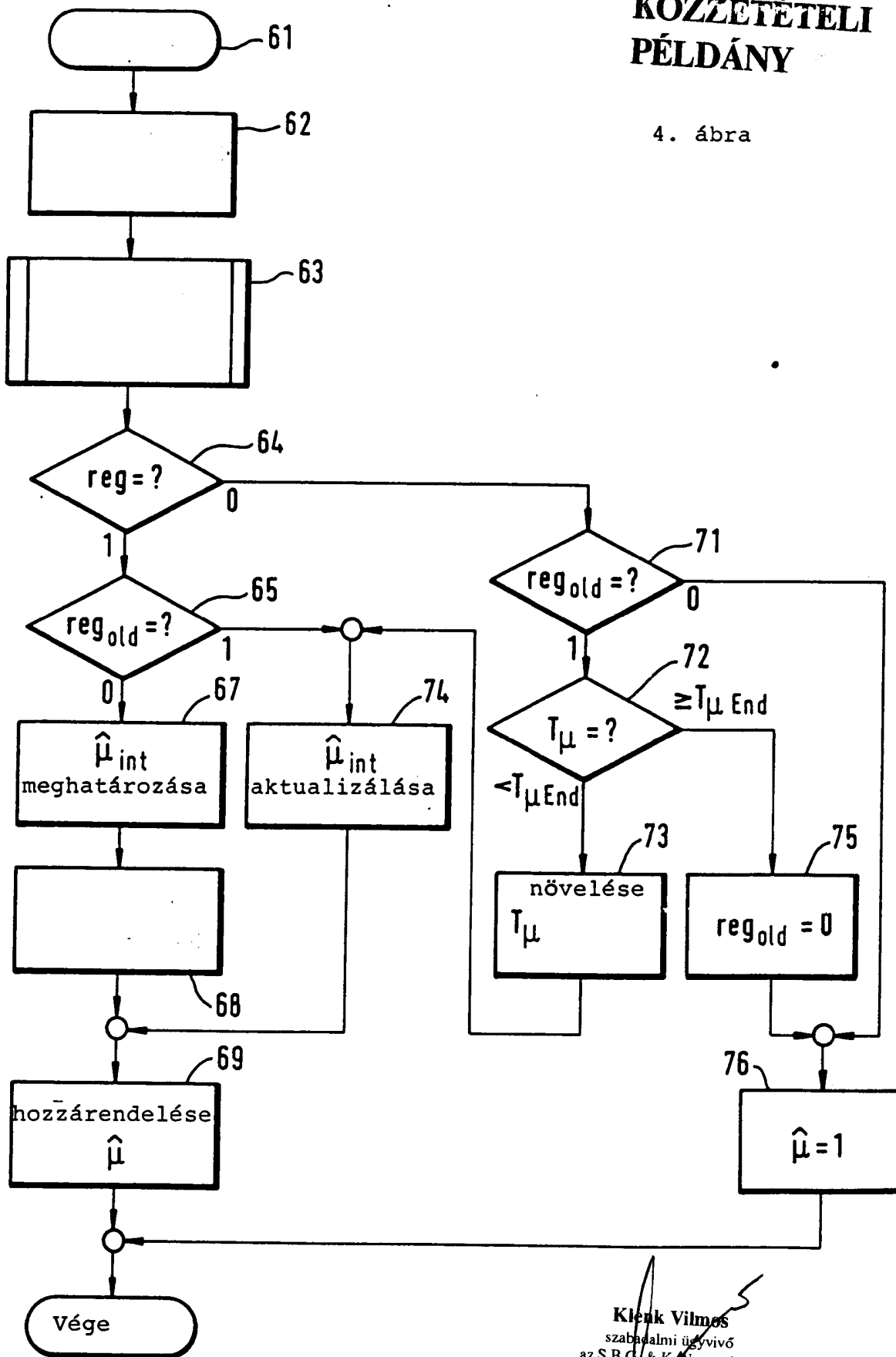


KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

Klenk Vilmos
 Szabadalmi ügyvivő
 az S.B.G. & K. Nemzetközi
 Szabadalmi Iroda tagja
 H-1062 Budapest, Andrásy út 113.
 Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

4. ábra



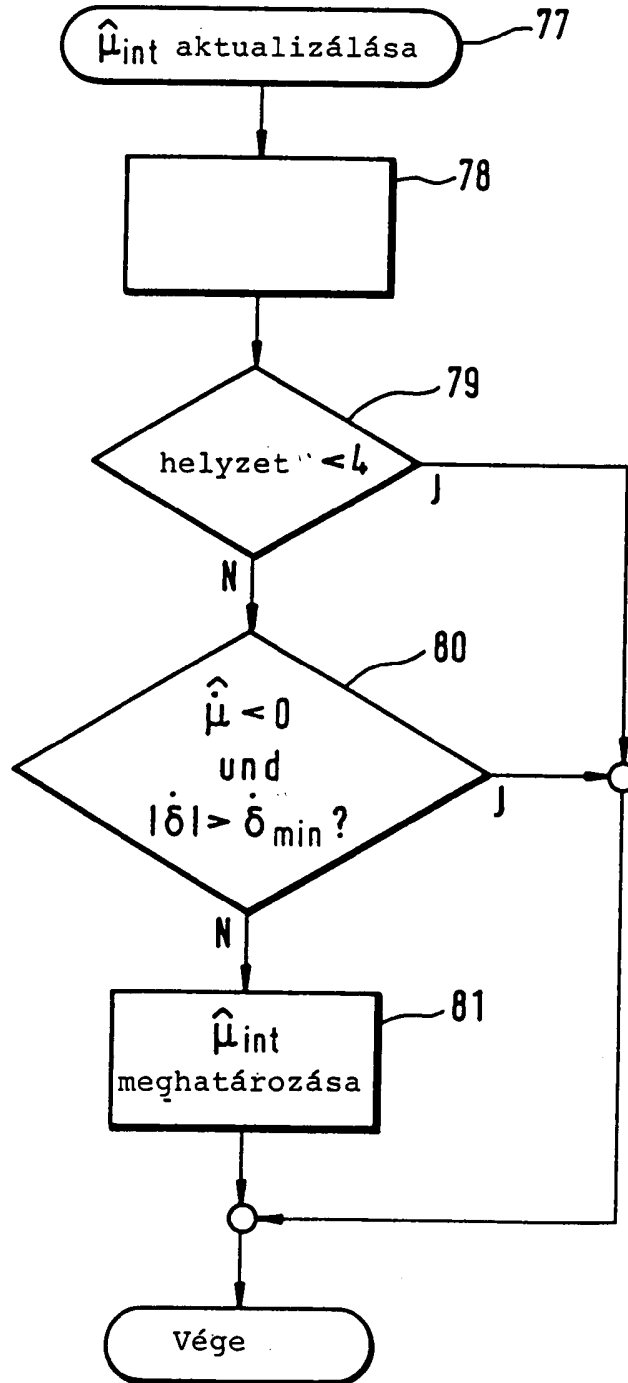
Handwritten signature

Klenk Vilmos
 szabadalmi ügyvivő
 az S.B.C. & K. Nemzetközi
 Szabadalmi Iroda tagja
 H-1062 Budapest, Andrassy út 113.
 Telefon: 34-49-950, Fax: 34-24-323

5 / 24

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

5. ábra

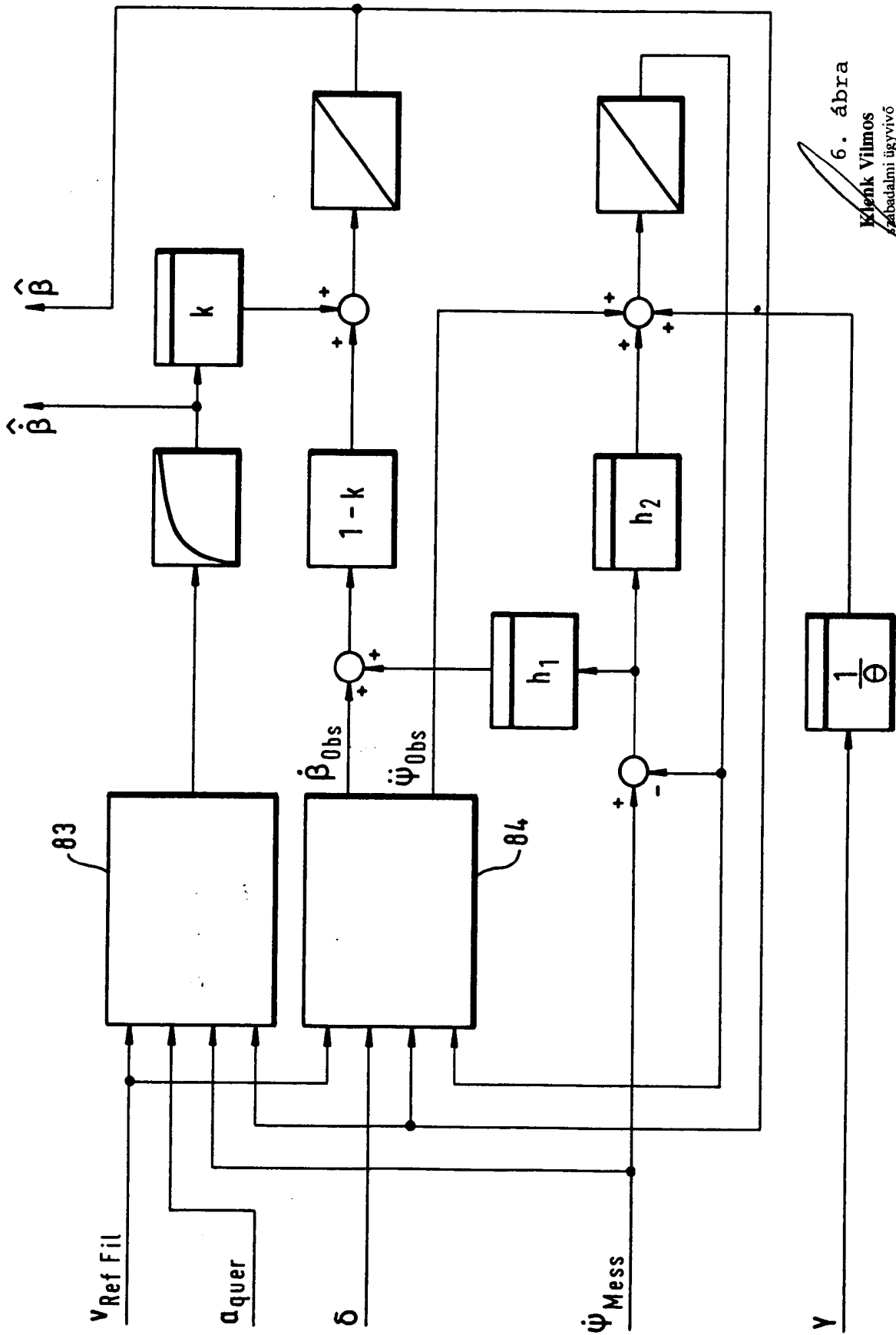


Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrásy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

[Handwritten signature]

Handwritten signature

ÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY



6. ábra

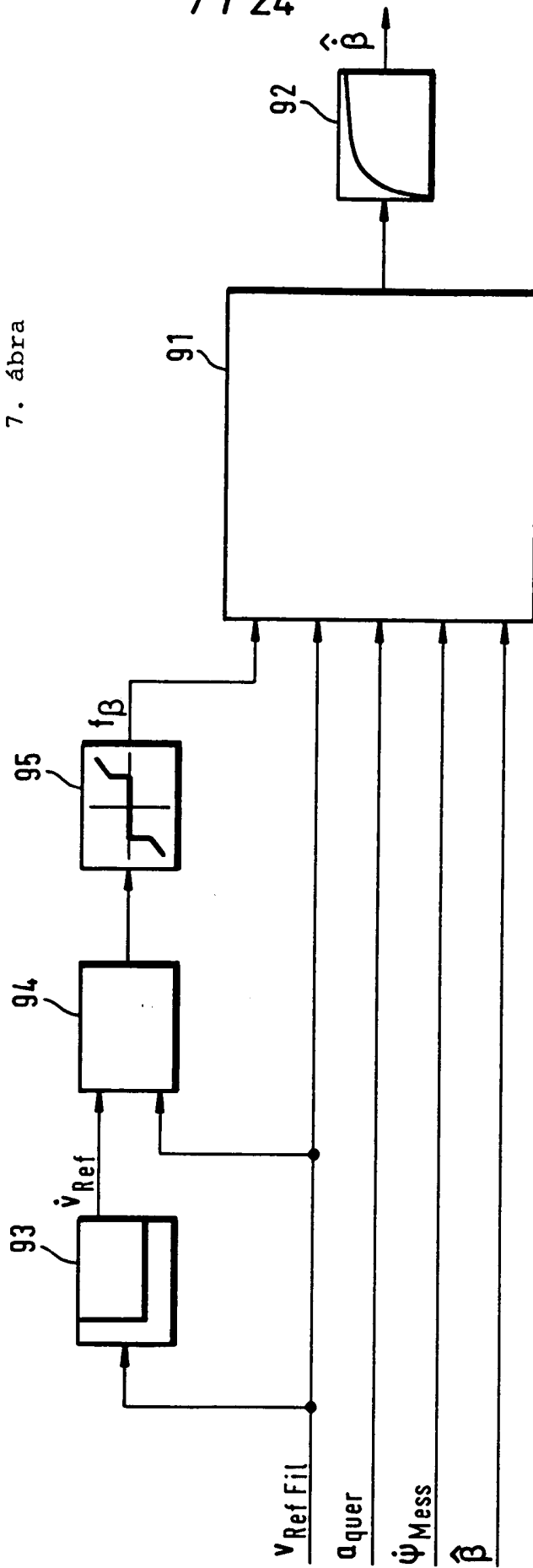
Kelenk Vilmos
Szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrassy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

Handwritten signature

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

7 / 24

7. ábra



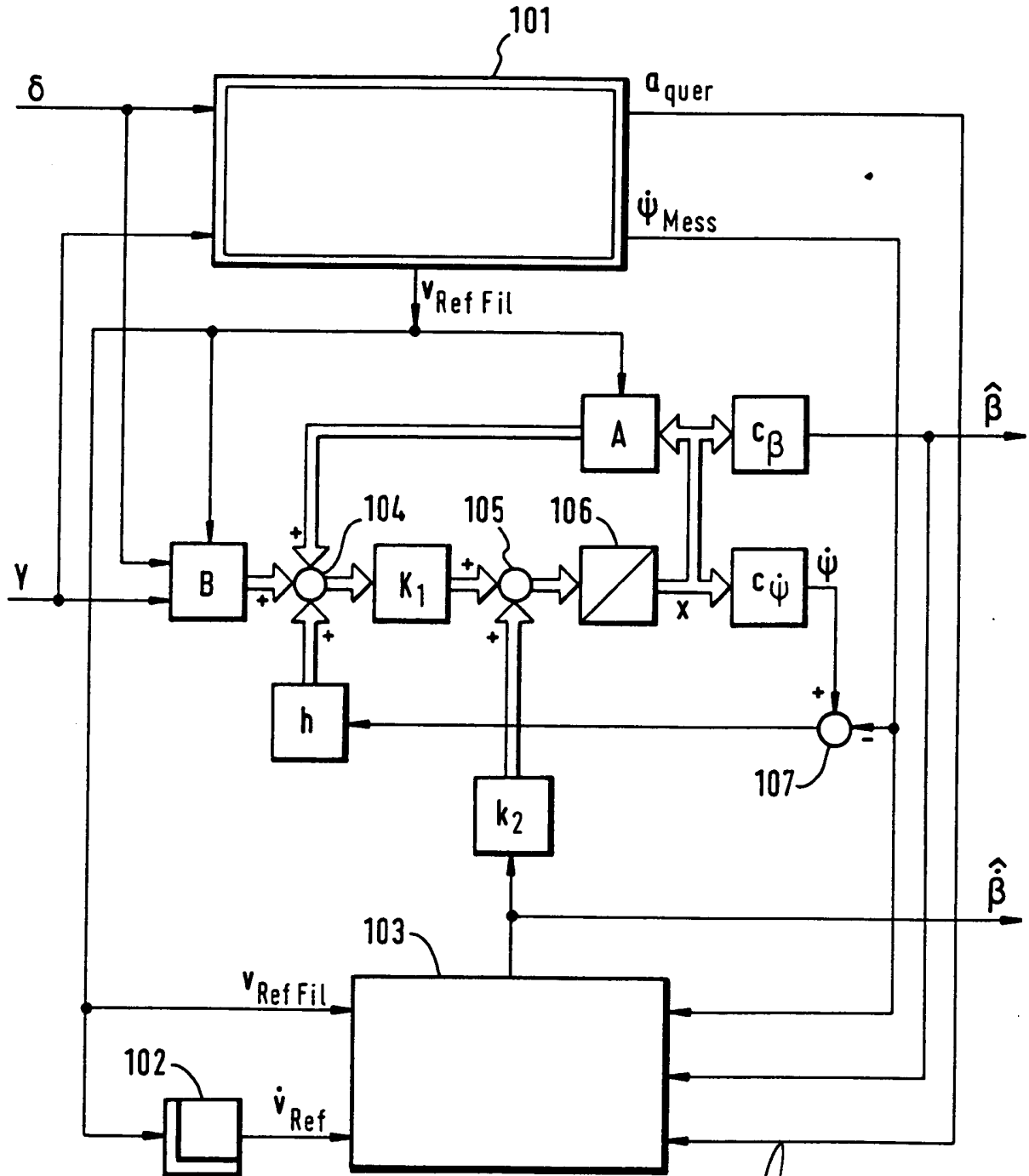
Klenk Vilmos
Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrásy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

P 9701845

8 / 24

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

8. ábra



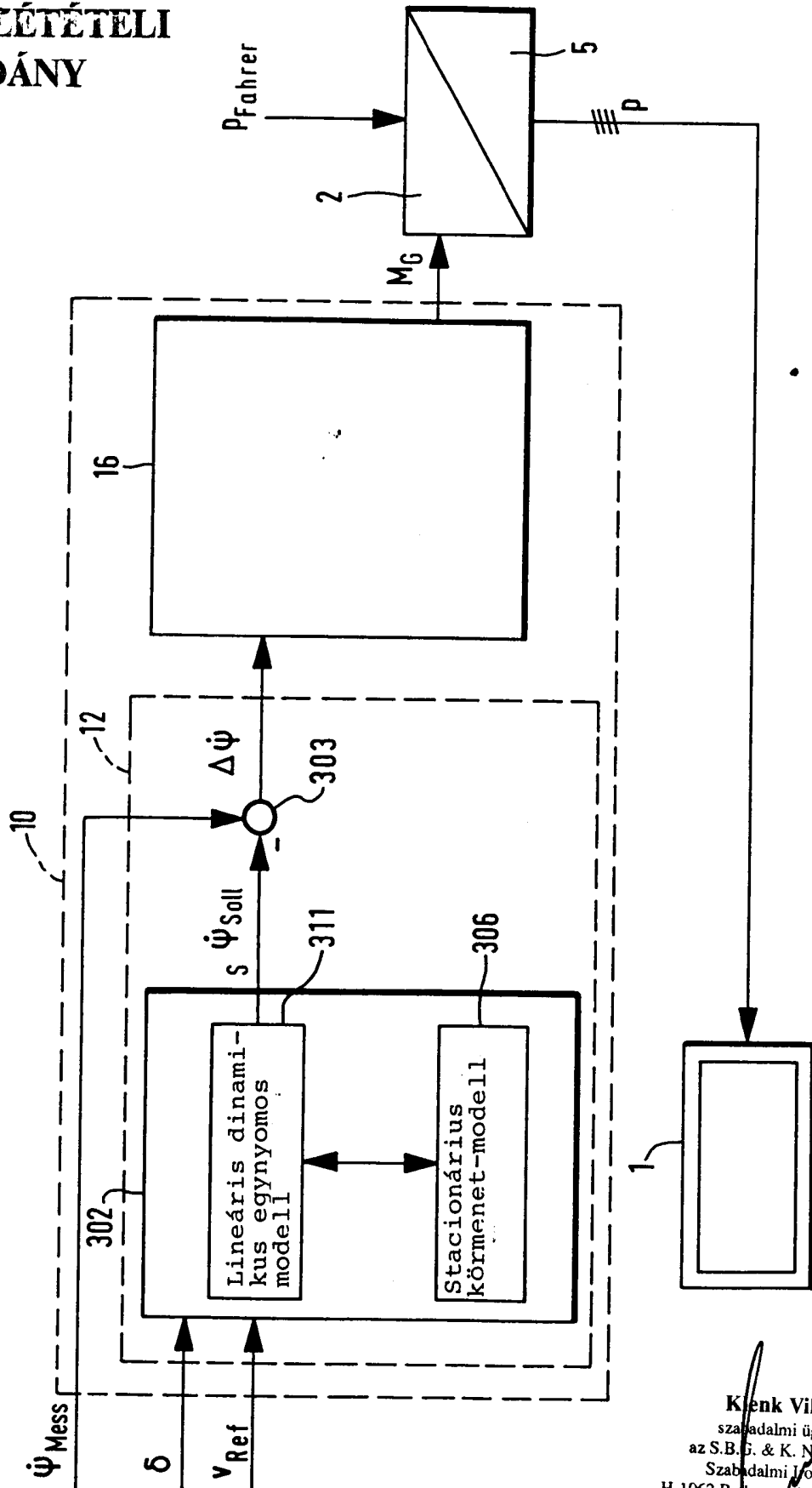
Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrassy út 113.
Telefon: 34-74-950, Fax: 34-24-323

[Handwritten signature]

P9701845

9 / 24

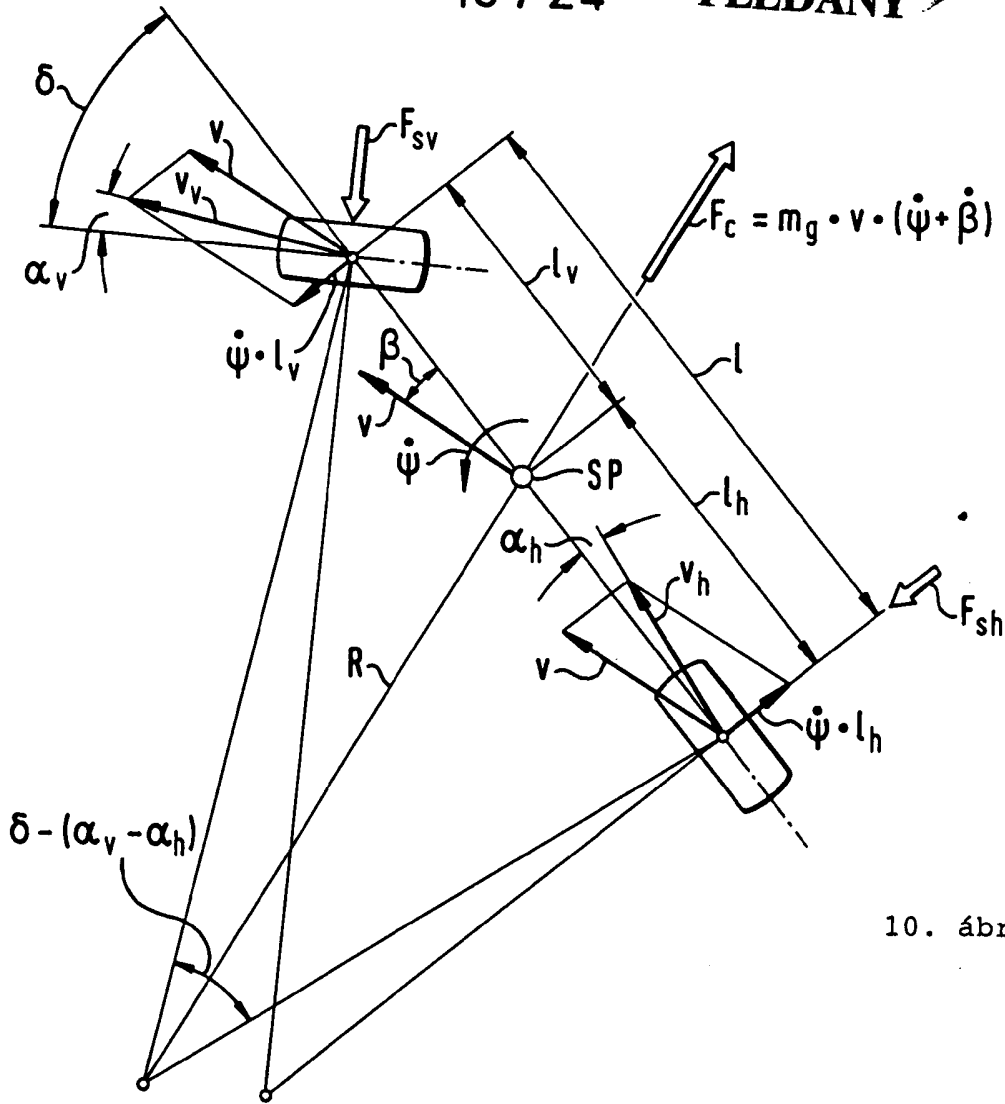
**KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY**



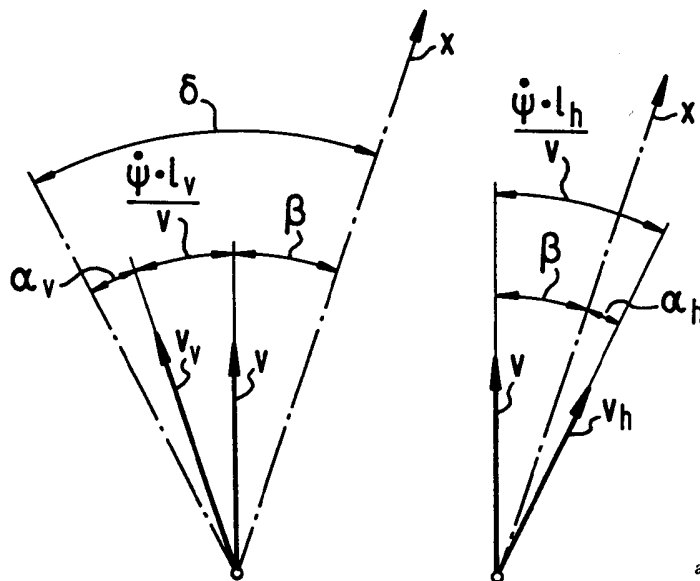
9. ábra

Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvéd
az S.B.É. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrásy út 113.
Telefon: 34-24-3250, Fax: 34-24-323

Handwritten signature



10. ábra

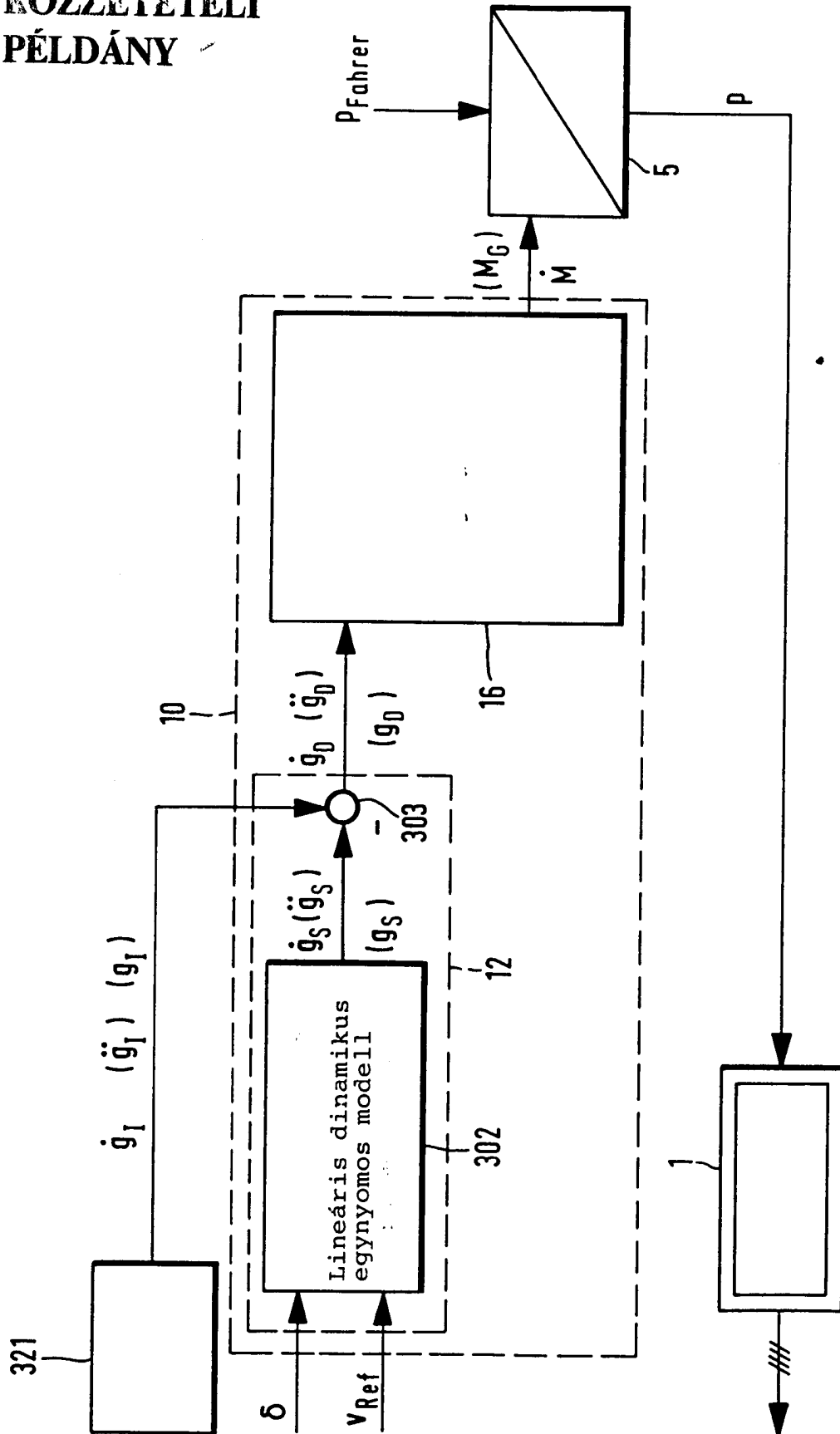


11. ábra

Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Irodájában
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

11 / 24

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY



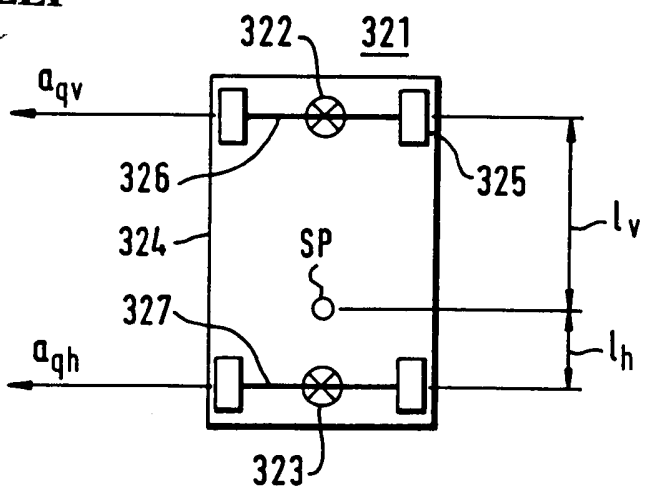
12. ábra

Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvéd
az S.B.C. & Co. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

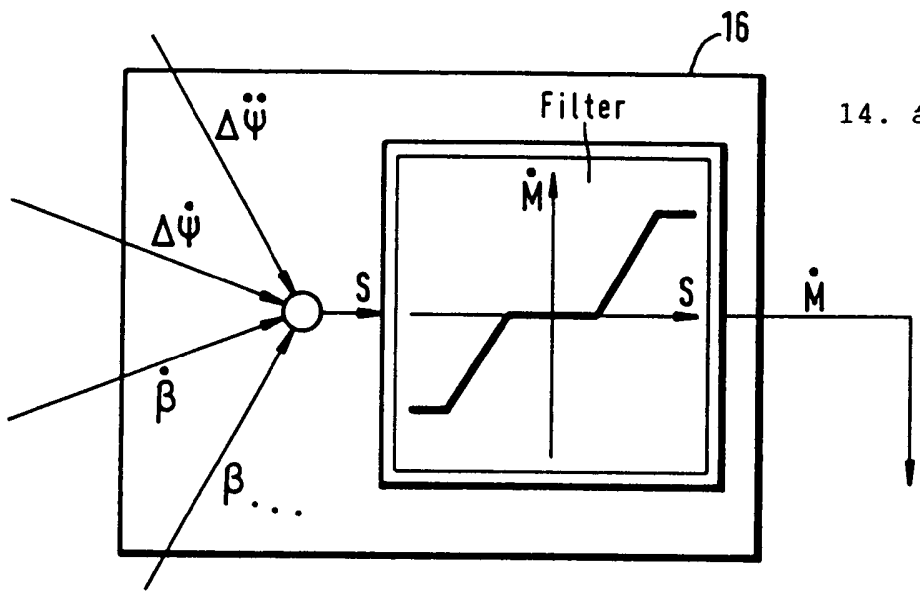
Handwritten signature

P 9701845 12 / 24

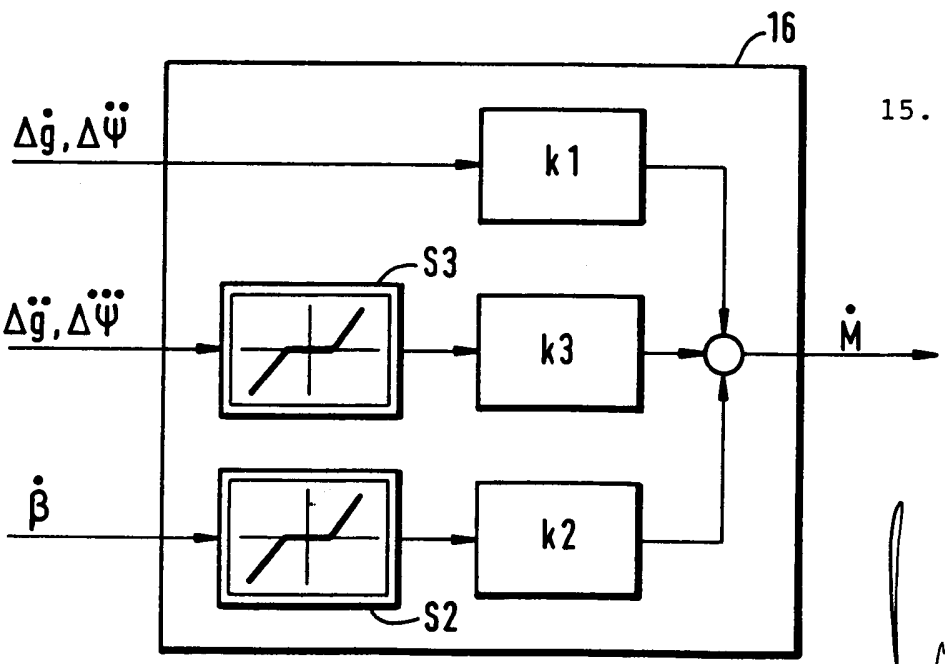
**ÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY**



13. ábra



14. ábra



15. ábra

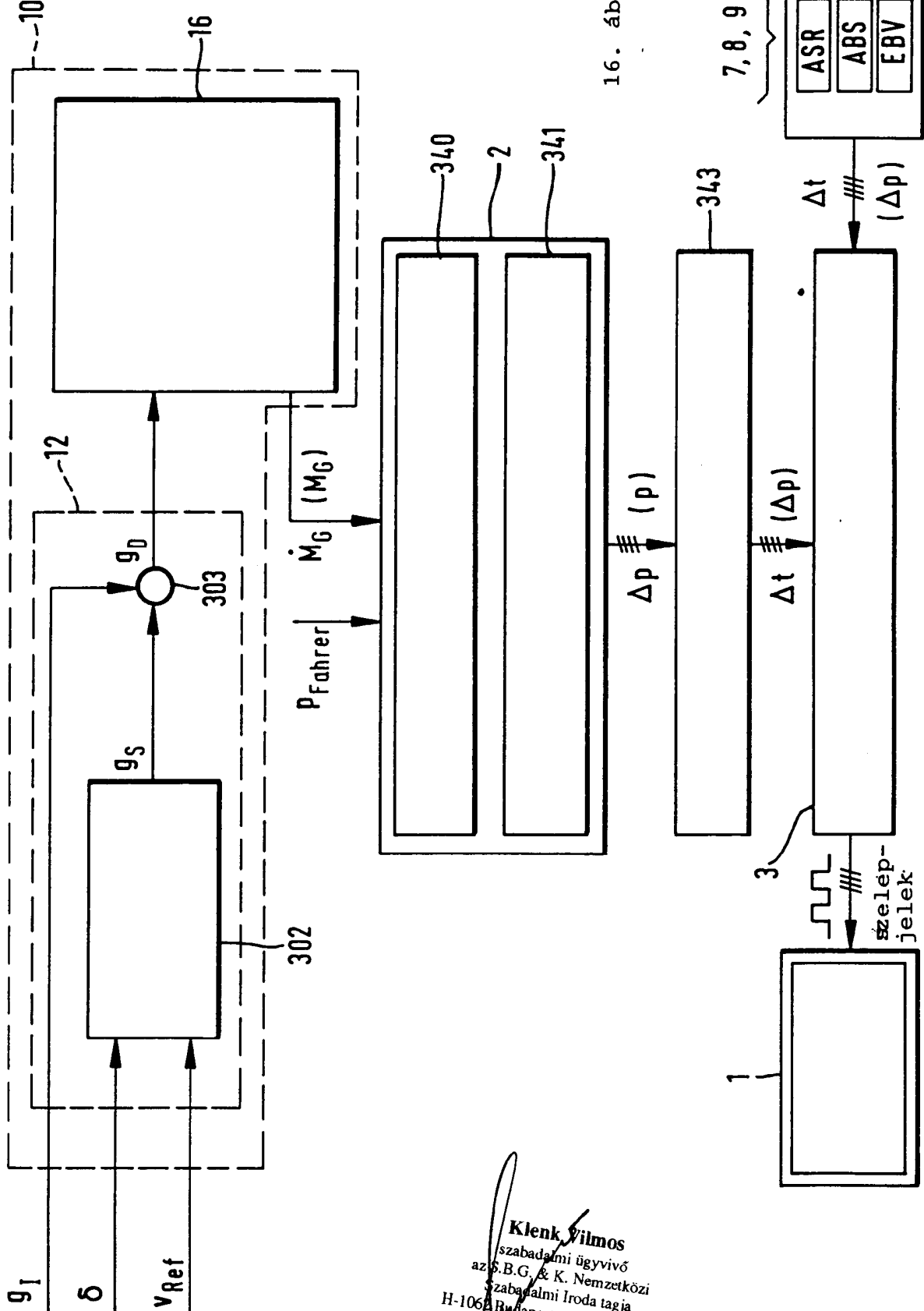
Handwritten signature

Klefk Vilmos
 szabadalmi ügyvivő
 az S.B.G. & K. Nemzetközi
 Szabadalmi Iroda tagja
 H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
 Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

P 97n1845

13 / 24

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY



16. ábra

Klenk Vilmos
 szabadalmi ügyvivő
 az S.B.G. & K. Nemzetközi
 Szabadalmi Iroda tagja
 H-1068 Budapest, Andrásy út 113.
 Telefon: 4-24-950, Fax: 34-24-323

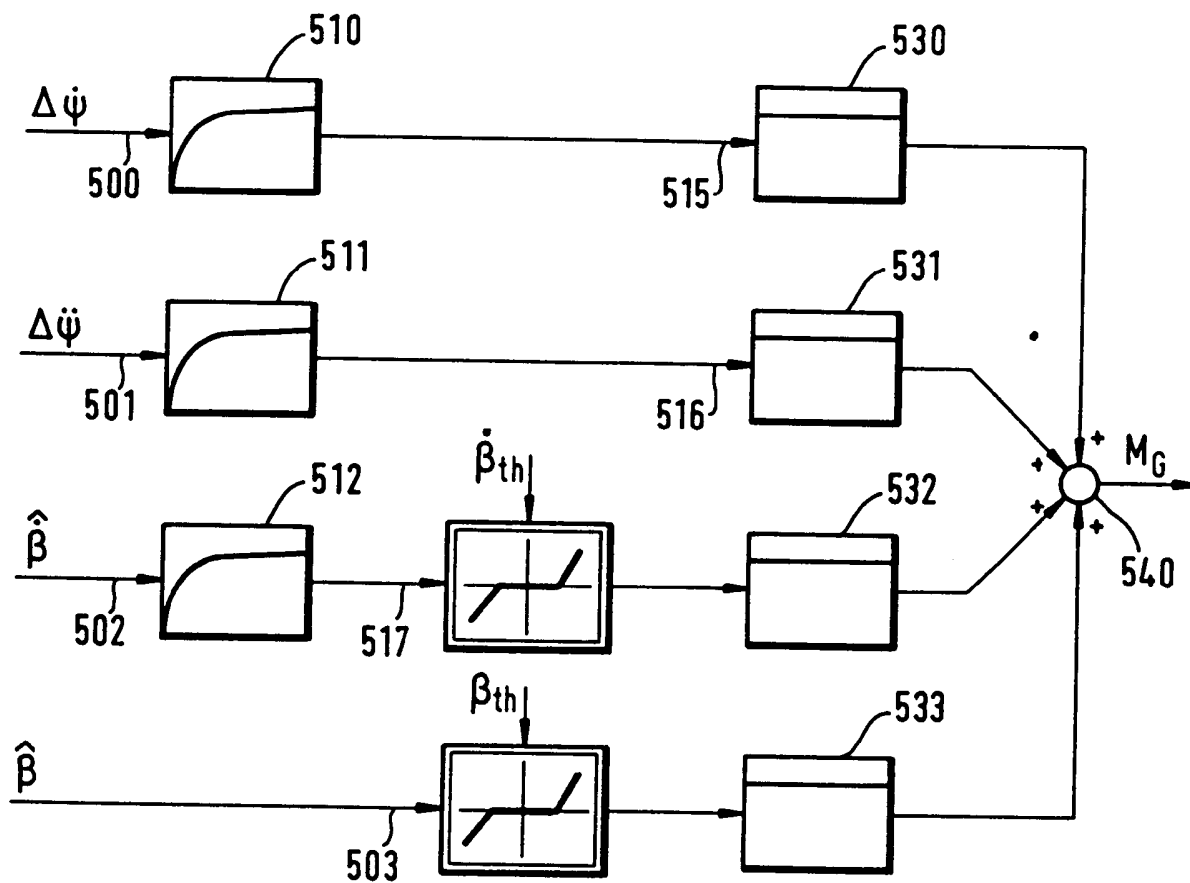
[Handwritten signature]

P9701845

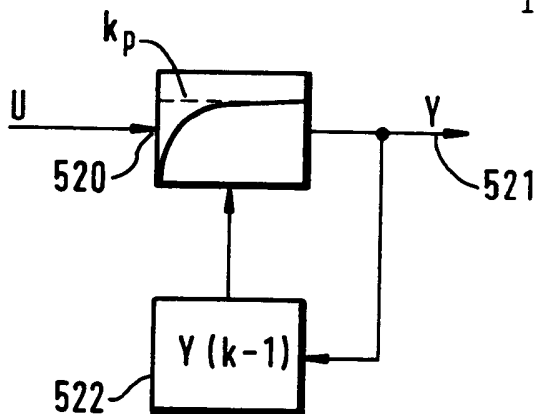
14 / 24

**KÖZZÉTÉTELI
 PÉLDÁNY**

17. ábra



18. ábra

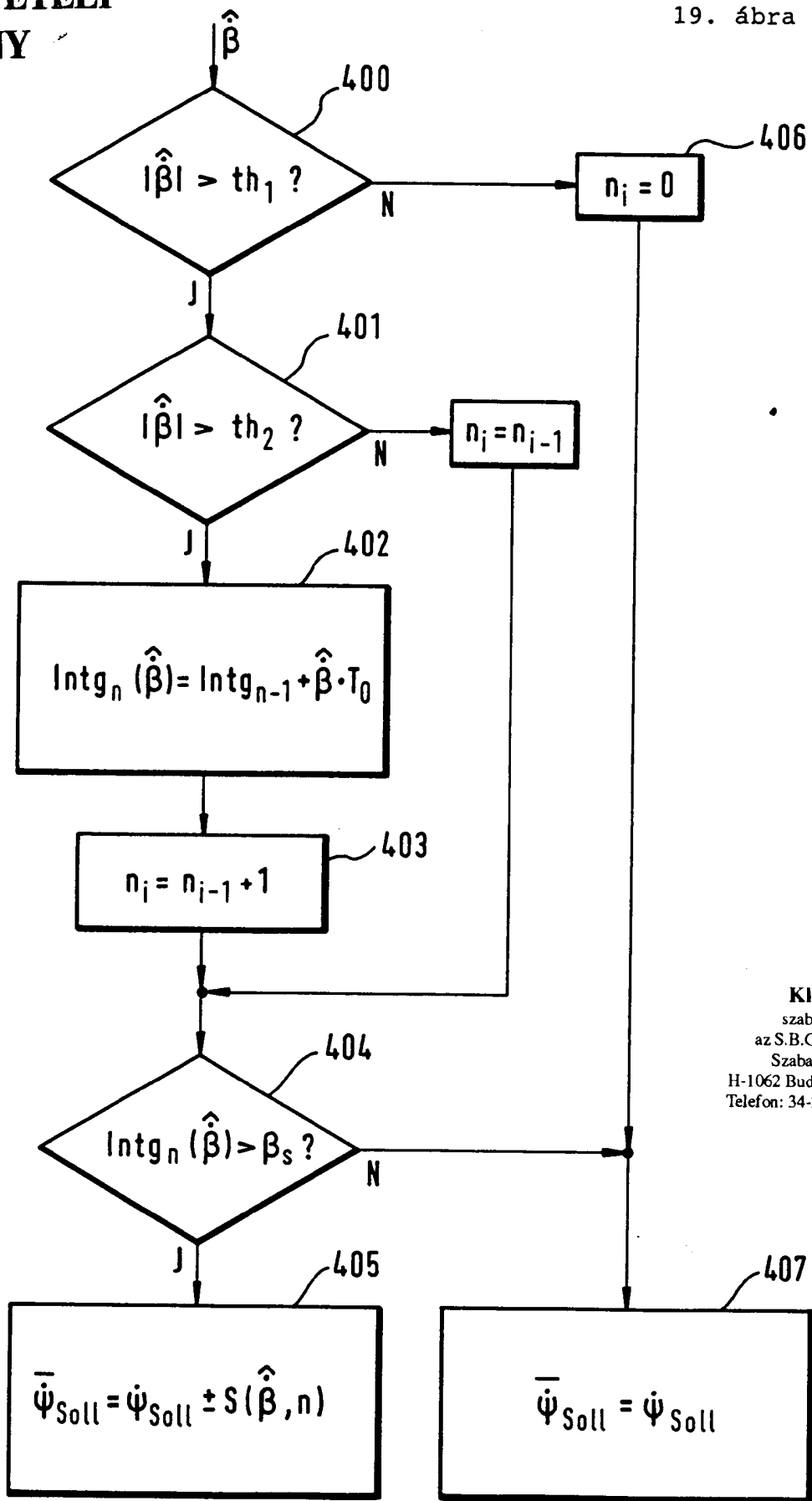


Klenk Vilmos
 szabadalmi ügyvivő
 az S.E.C. & K. Nemzetközi
 Szabadalmi Iroda tagja
 H-1062 Budapest, Andrassy út 113.
 Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

Handwritten signature

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

19. ábra



Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvéd
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 34-24-956, Fax: 34-24-323

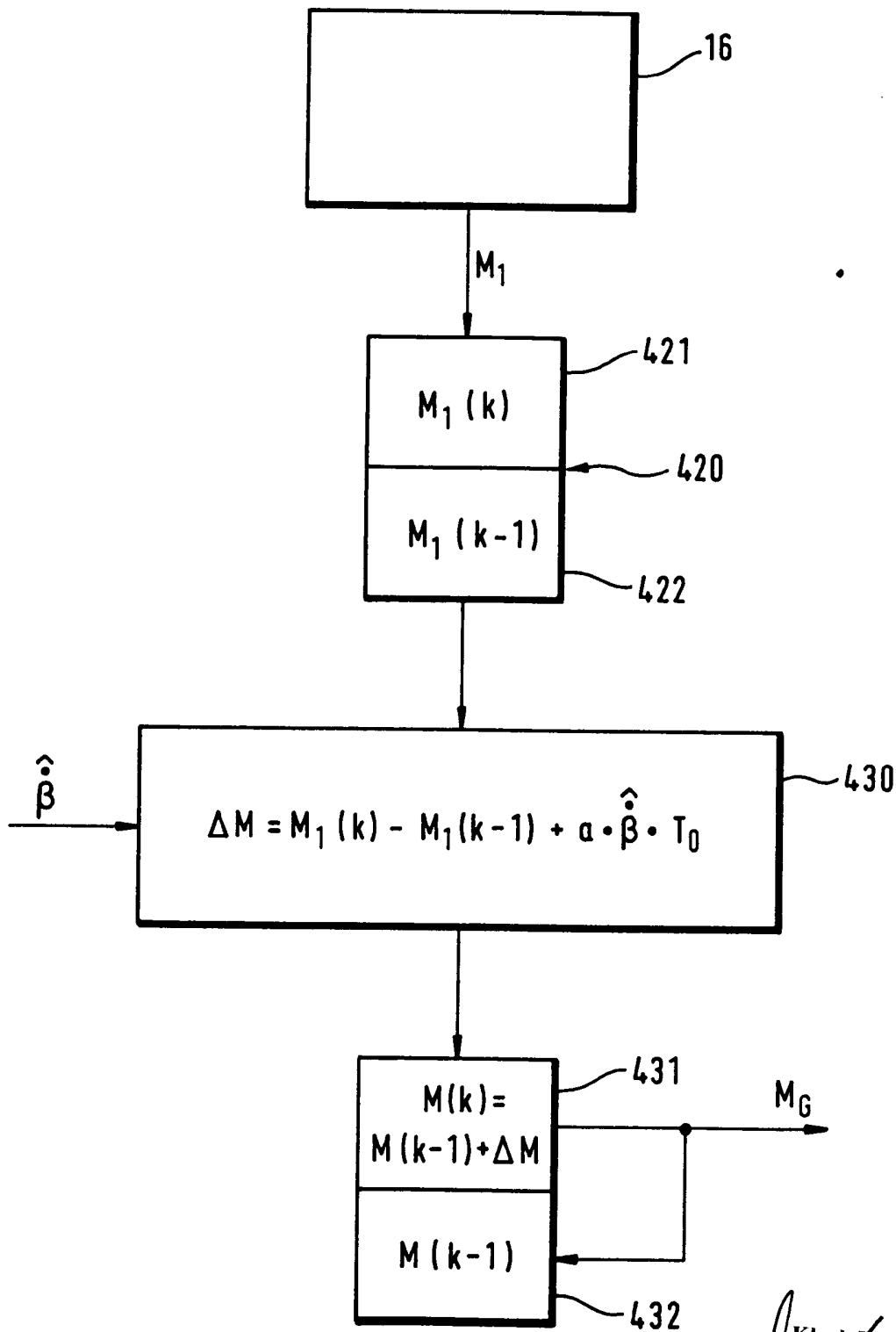
Handwritten signature

P8701845

16 / 24

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

20. ábra

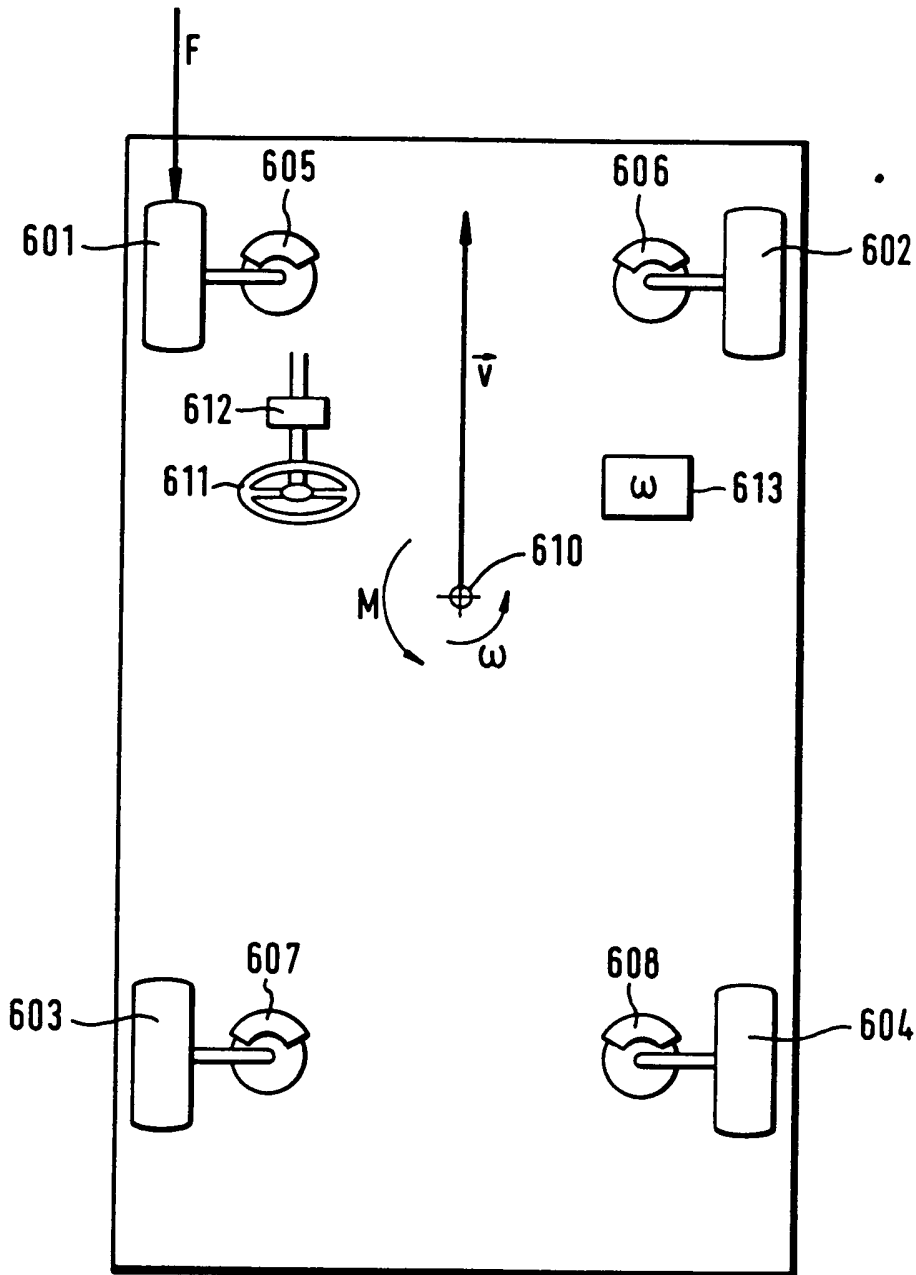


[Handwritten signature]

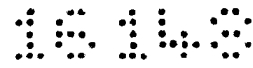
Klenk Vilmos
 szabadalmi ügyvivő
 az S.B.G. & K. Nemzetközi
 Szabadalmi Iroda tagja
 H-1042 Budapest, Andrassy út 113.
 Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

21. ábra

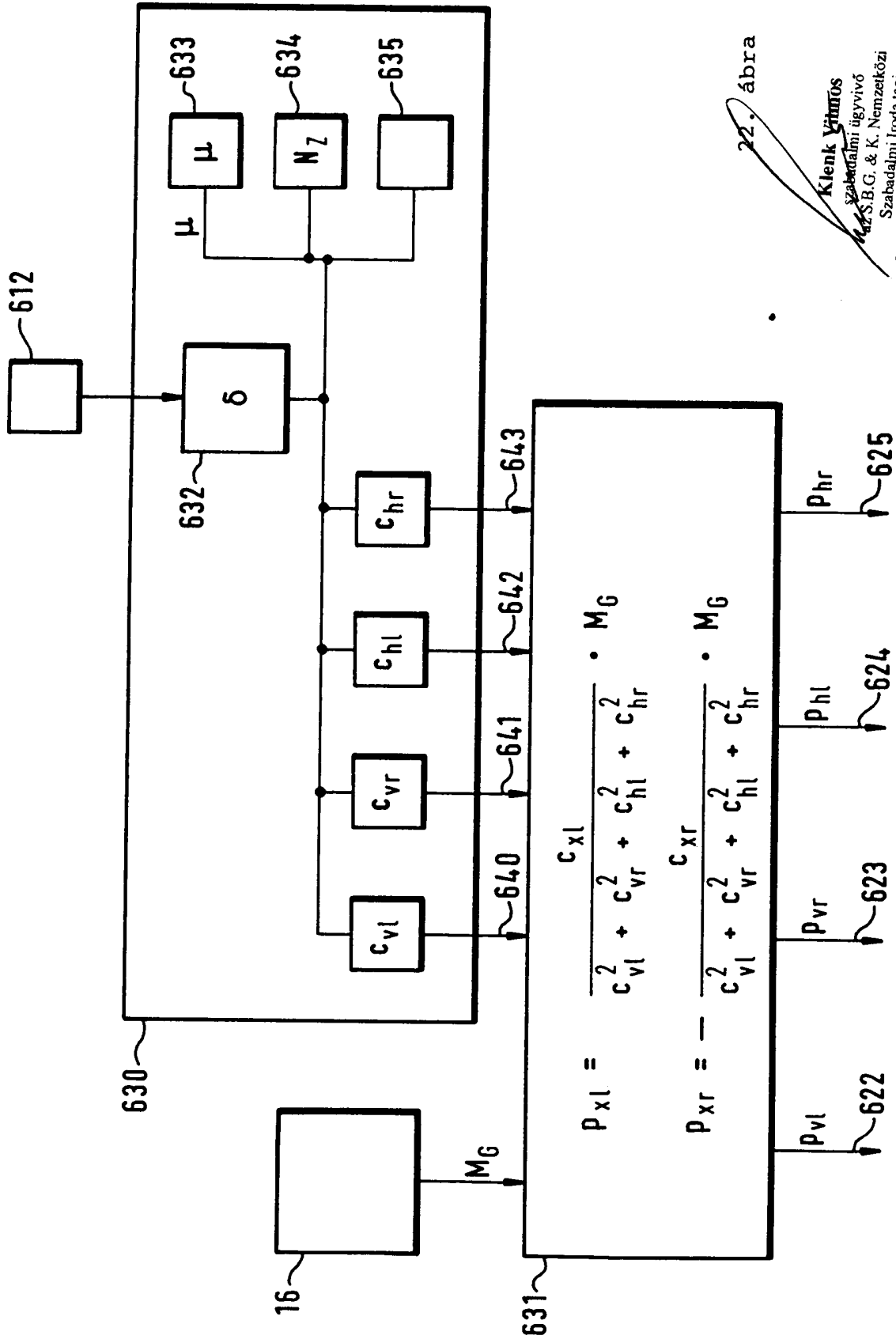


Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrásy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323



P9701845

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY



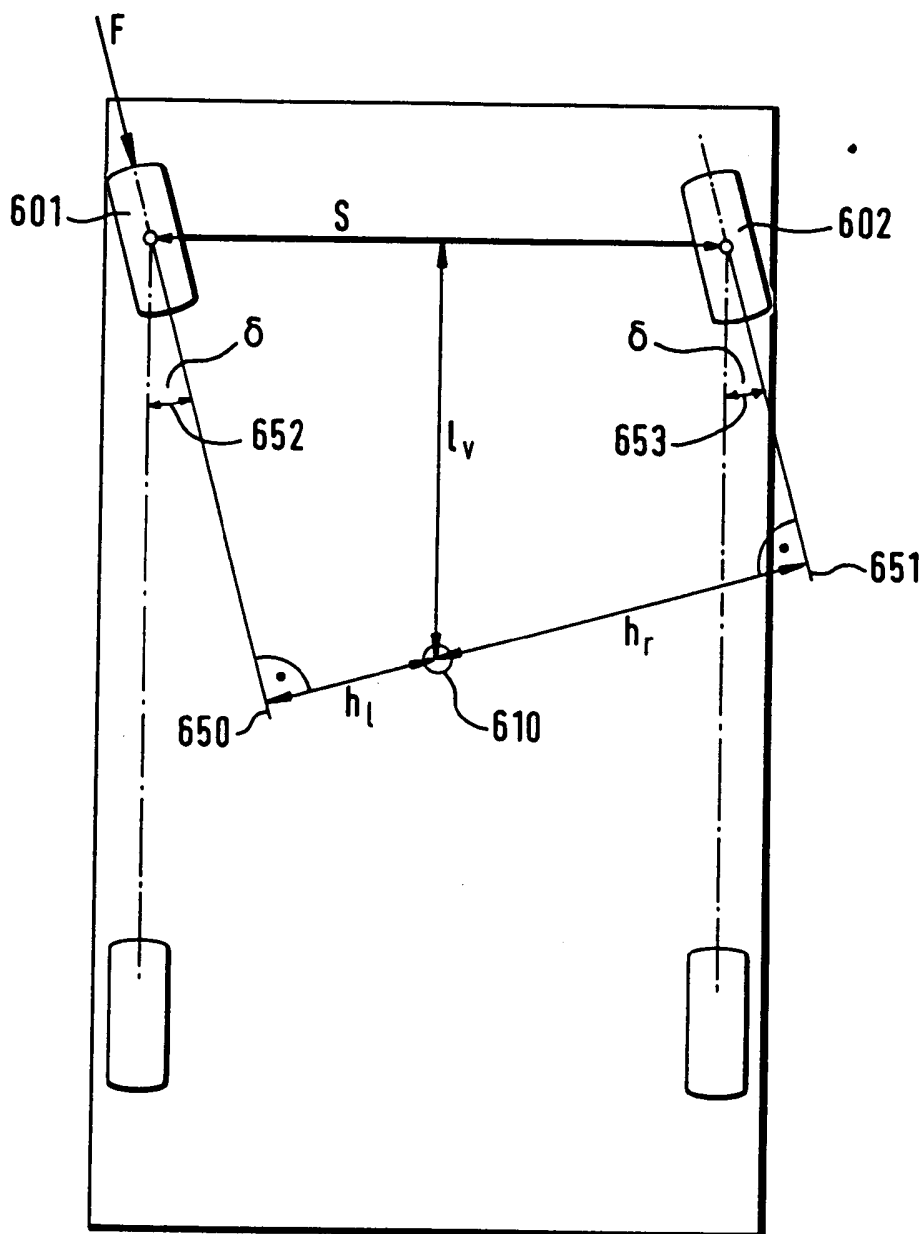
22. ábra

Klenk Yimós
 szabadalmi ügyvivő
 M.S.B.G. & K. Nemzetközi
 Szabadalmi Iroda tagja
 H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
 Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

[Handwritten signature]

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

23. ábra



[Handwritten signature]

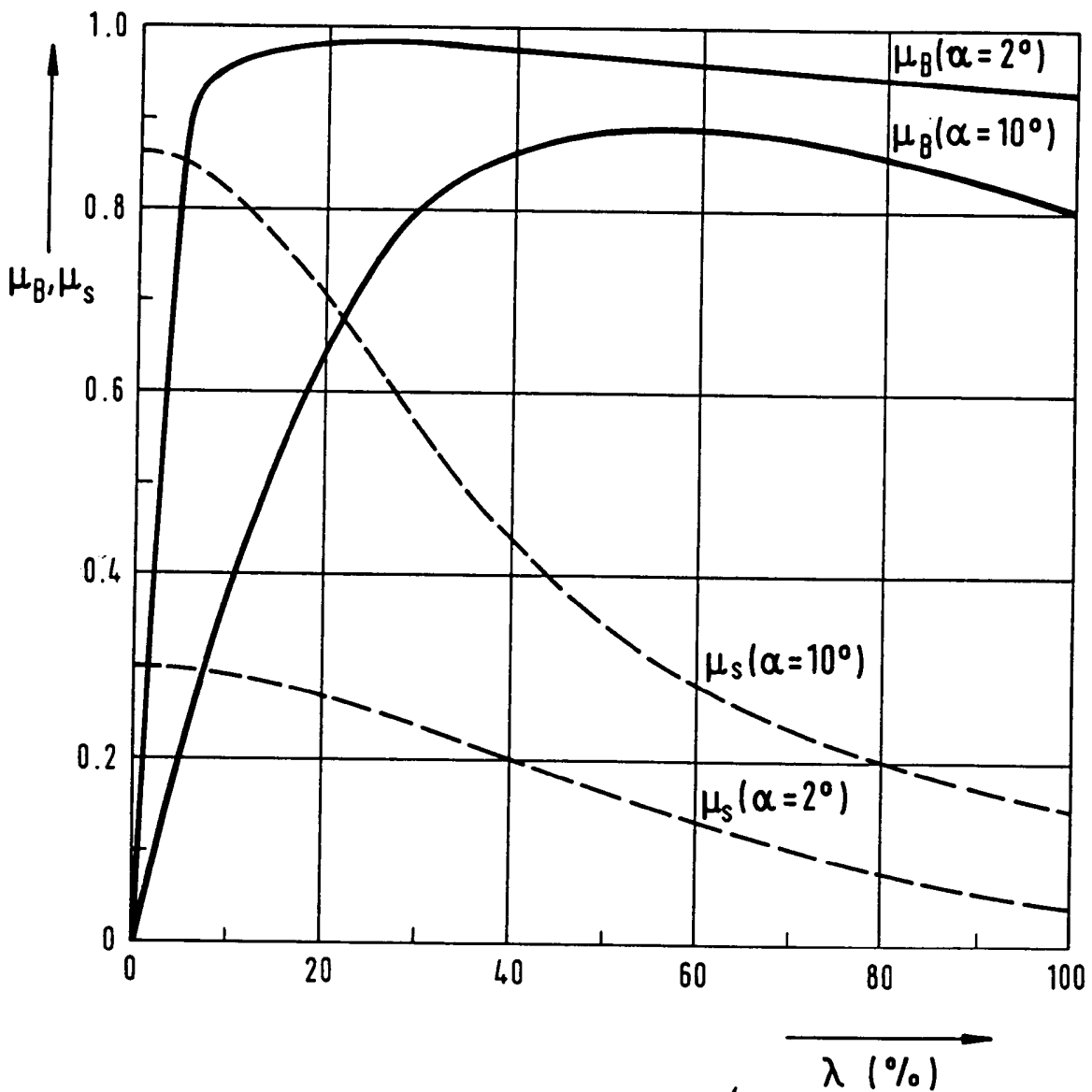
Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

97

20 / 24

KÖZZÉTÉTELI PÉLDÁNY

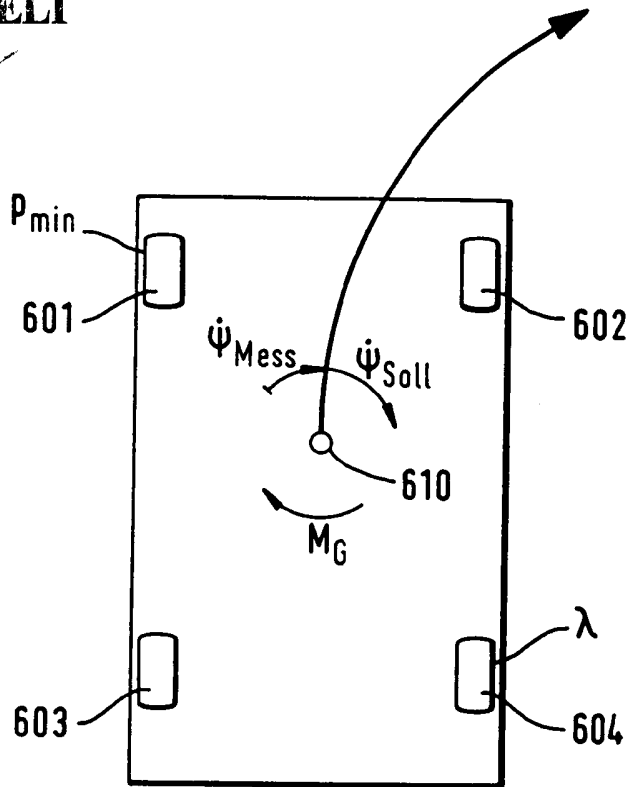
24. ábra



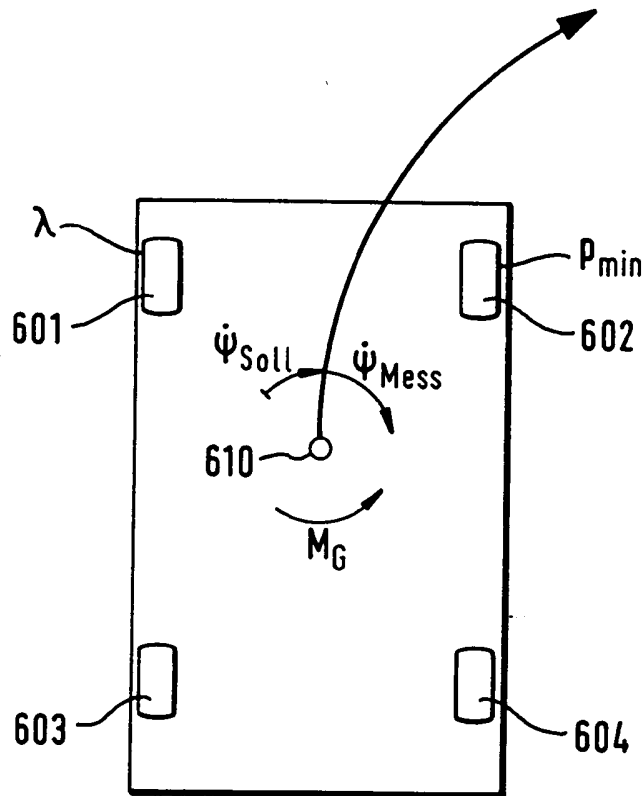
Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrásy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY

25A. ábra



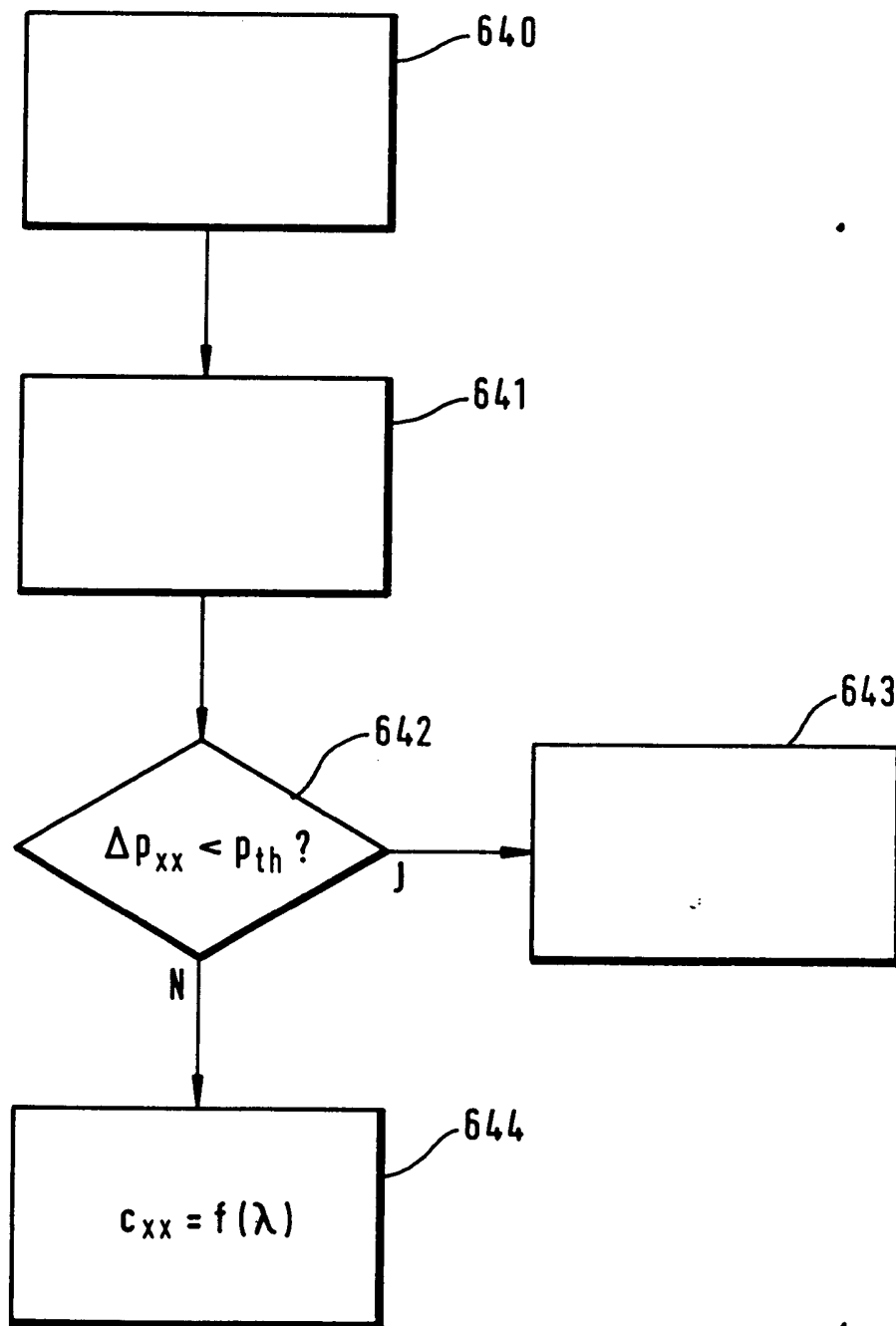
25B. ábra



Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & A. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrásy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

**KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY**

26. ábra

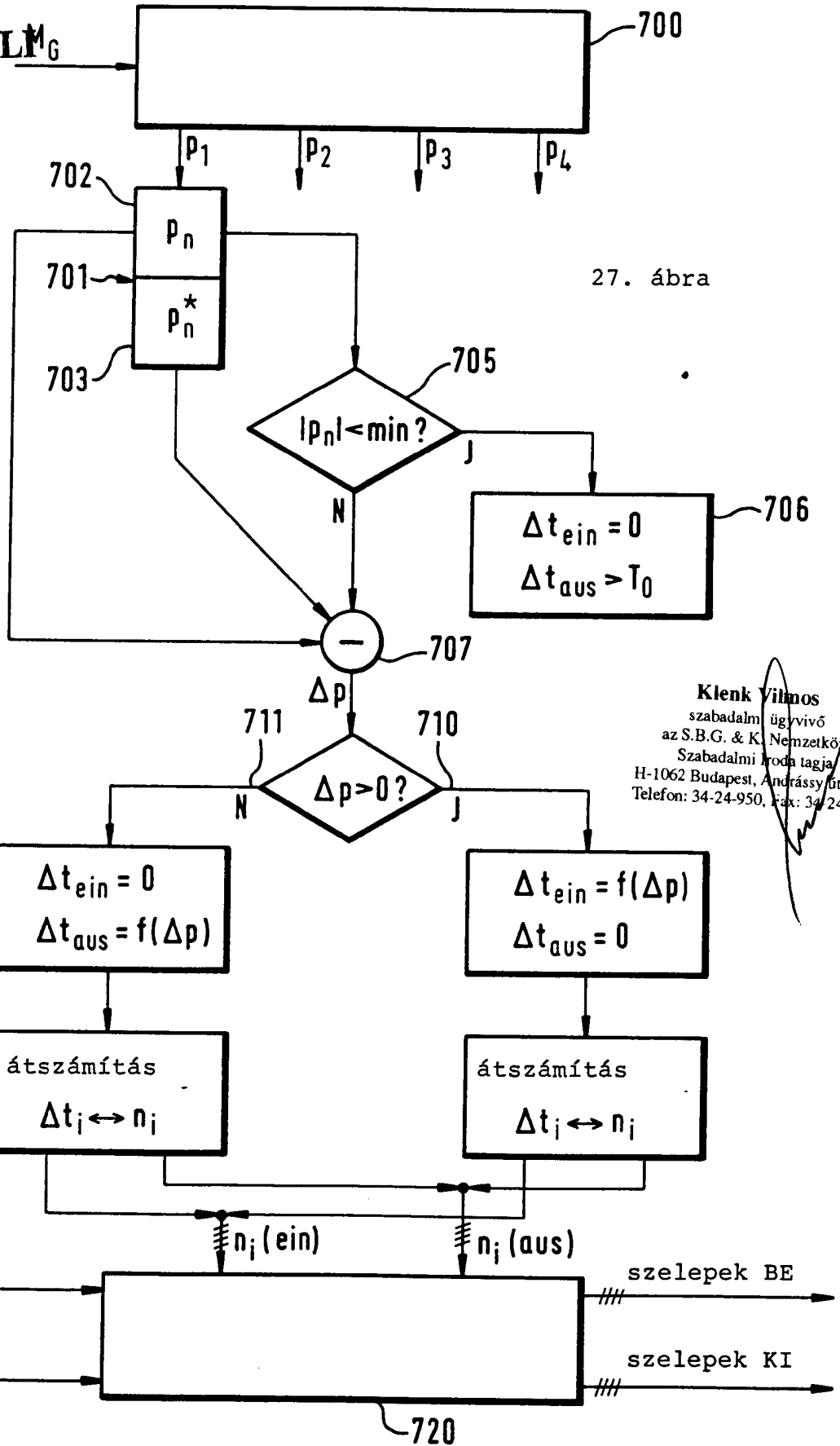


Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.C. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrásy út 113.
Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323

P9701845

23 / 24

KÖZZÉTÉTEL
PÉLDÁNY



27. ábra

Klenk Vilmos
szabadalmi ügyvivő
az S.B.G. & K. Nemzetközi
Szabadalmi Iroda tagja
H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
Telefon: 34-24-950, fax: 34-24-323

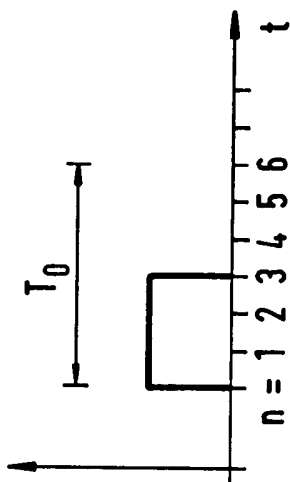
[Handwritten signature]

P 9701845

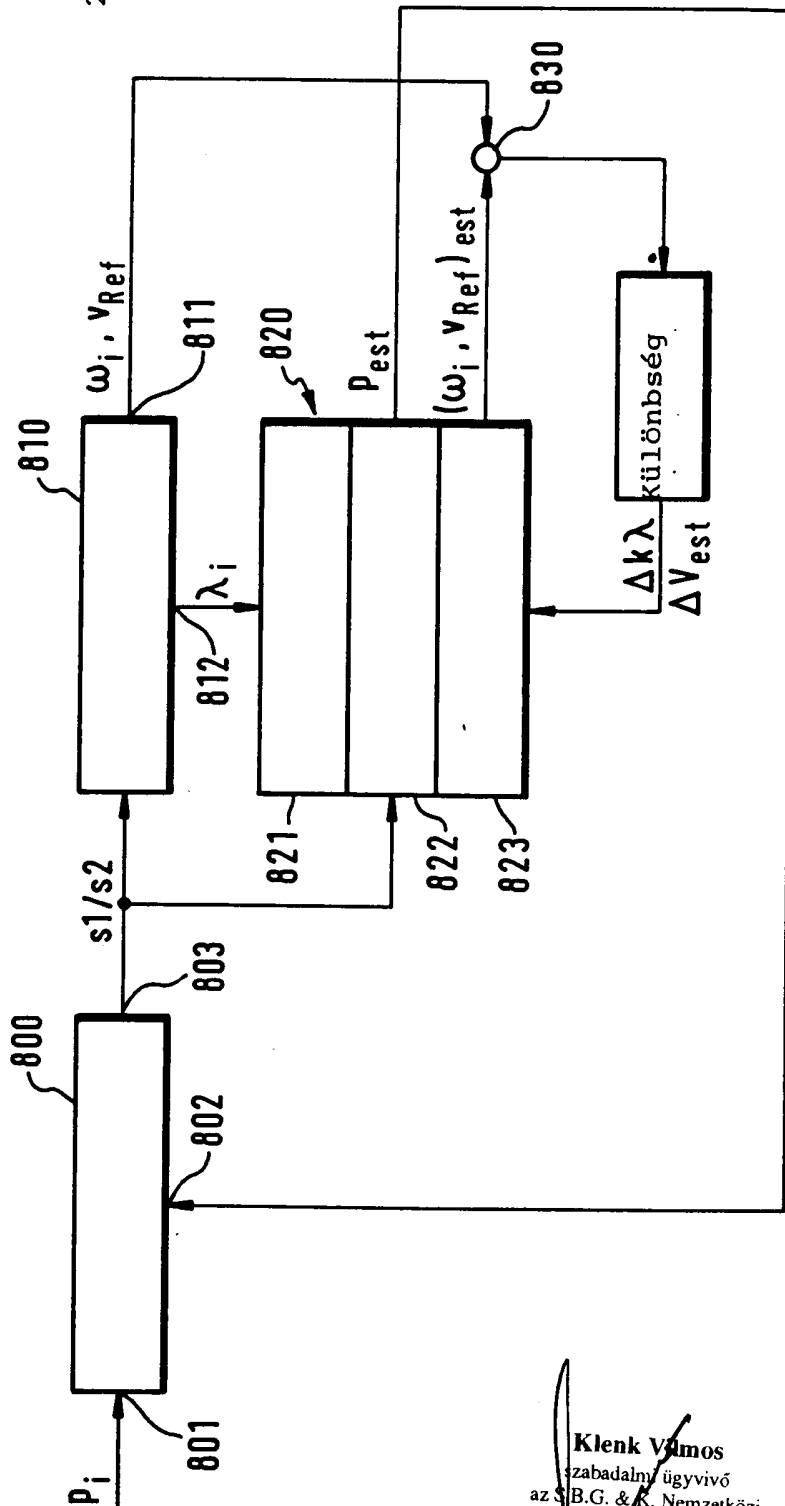
24 / 24

**KÖZZÉTÉTELI
PÉLDÁNY**

28. ábra



29. ábra



Klenk Vilmos
 szabadalmi ügyvivő
 az S.B.G. & K. Nemzetközi
 Szabadalmi Iroda tagja
 H-1062 Budapest, Andrássy út 113.
 Telefon: 34-24-950, Fax: 34-24-323