

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
KØBENHAVN

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 153128 B



(21) Patentansøgning nr.: 3363/82

(22) Indleveringsdag: 28 jul 1982

(41) Alm. tilgængelig: 06 apr 1983

(44) Fremlagt: 20 jun 1988

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 05 okt 1981 NO 813365

(51) Int.Cl.⁴ B 25 J 9/00

(71) Ansøger: Ole *Molaug; Jernbanegaten 4; N-4340 Bryne, NO

(72) Opfinder: SAMME

(74) Fuldmægtig: Larsen & Birkeholm A/S Skandinavisk Patentbureau

(54) Inddustrirobot

(56) Fremdragne publikationer

DE off. g. skrift nr. 2531991
DE pat. nr. 3038419
FR pat. nr. 1371685
US pat. nr. 4259876

(57) Sammendrag:

3363-82.

Anordning til robotmanipulator med flerleddet manipulatorarm (7, 8, 10) drejeligt lejret i en svingbar sokkel (1), hvor samtlige servocylindre (46) er placeret i soklen (1), og hvor der mellem værktøjsholderen (11) og hver af manipulatorarmens (7, 8, 10) dele og tilhørende servocylinder (46) er anbragt en mekanisk kraftoverføringsmekanisme. Den enkelte servocylinders (46) lineære bevægelse overføres til en næsten proportional drejebbevægelse over hele servocylindrens (46) arbejdsområde. Nævnte kraftoverføringsmekanismer er således konstrueret, at når en eller flere af dem er i aktion, og manipulatorarmens (7, 8, 10) led bevæges i forhold til hianden, så influeres de øvrige kraftoverføringsmekanismer ikke på grund af disse bevægelser. Samtlige servocylindre (46) har en stempelstang (47), hvis diameter er reduceret til un-

der brudgrænsen for en sædvanlig frit lejret stempelstang, idet stempelstangen (47) i den ene ende er stift forbundet med servocylindrens (46) stempel (48) og i den anden ende er stift forbundet til en slæde (50) indrettet til at glide eller rulle (51) i faste føringsdele (52), hvorved kontaktheden og dermed friktionen mellem stempelstang (47) og stempelstangspakning (59) er reduceret til et minimum.

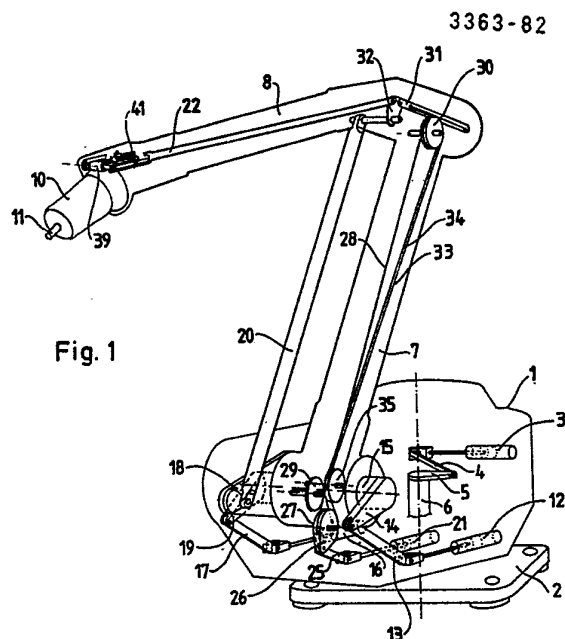


Fig. 1

DK 153128 B

Denne opfindelse angår en industrirobot med en drejelig sokkel, en på soklen svingbart lejret løftearm, en på løftearmen vippeligt lejret griberarm og et på griberarmens frie ende svingbart lejret koblingshoved, der bærer en holder, idet holderen ved hjælp af et kabeldrev kan drejes omkring en første akse og koblingshovedet med et andet kabeldrev kan drejes omkring en vinkelret i forhold til den første akse orienteret, anden akse.

10

En industrirobot af denne art kendes fra det tyske offentliggørelsesskrift nr. 25 31 991. En sådan industrirobot har for holderen på griberarmens ende kun to rotationsfrihedsgrader, nemlig drejebevægelsen sammen med griberarmen og en vippebevægelse omkring kabelstyrehjulets 53 akse (figur 3a). Ved overvejring af drejebevægelsen og vippebevægelsen drejer kabelhjulet 53, der er lejret i griberarmen, i et plan, der ikke er sammenfaldende med det andet kabelhjuls 54 plan, således at vippe- og drejebevægelsen ikke er uafhængige, hvorfor der ved drejning af griberarmen optræder en uønsket vippebevægelse af holderen. En anden ulempe er den komplicerede konstruktion af et sådant kabeldrev, idet der på grund af de mange afbøjnings- og styringshjul dels opstår betydelig gnidningsmodstand og dels en betydelig risiko for slip.

25

Det er formålet med denne opfindelse at frembringe en industrirobot af den i indledningen anførte art, som er i besiddelse af alle rotationsfrihedsgraderne, og som ved bevægelse af armene opretholder holderens orientering.

30

Formålet opnås ifølge opfindelsen med en industriro-

bot, der er ejendommelig ved, at holderen er lejret i koblingshovedet med drejemulighed omkring den første akse, at koblingshovedet kan drejes omkring en vinkelret på den første akse og vinkelret på den anden
5 akse orienteret, tredje akse ved hjælp af et tredje kabeldrev, at hvert kabeldrev driver en stødstang, at den af det første kabeldrev drevne stødstang driver en med holderen forbundet linear/rotationsbevægelses-omsætter, og at de af det andet og det tredje kabel-
10 drev drevne stødstænger er ledforbundet med koblingshovedet.

Robotten ifølge opfindelsen kræver til styring af holderens bevægelse omkring alle tre indbyrdes vinkelrette drejeakser kun tre, hver for sig af et ka-
15 beltrækdrev drevet stødstænger, hvoraf to stødstænger tjener til at vippe koblingshovedet omkring to akser, medens den tredje stødstang via en linear/rotationsbevægelsesomsætter drejer holderen omkring en i forhold til koblingshovedets vippeakser vinkelret rota-
20 tionsakse. På denne måde tilvejebringes for holderen et drev, der muliggør alle rotationsfrihedsgrader for holderen, idet hver vippe- henholdsvis drejebevægelse udføres uafhængigt og slipfrit med lille gnidnings-
25 modstand, og holderen kan også ved bevægelse af løftearmen eller griberarmen opretholde sin orientering.

En industrirobot ifølge opfindelsen er fordelagtig, fordi den samtidig med at være forholdsvis enkel i
30 sin konstruktion og derfor kan fremstilles med acceptable omkostninger også kan gøres let og sikkert bevægelig med ønsket præcision under programmeringen. Den enklere konstruktion gør også vedligeholdelsen enklere og billigere.

Særligt foretrukne udførelsesformer er nærmere defineret i underkravene, og fordele ved hver af disse er anført nedenfor i forbindelse med den nærmere forklaring af udførelsesformerne, som beskrives med henvisning til tegningen, hvori

- 5
- Fig. 1 skematisk viser en perspektivisk principtegning af en industrirobot ifølge opfindelsen,
- 10
- Fig. 2 skematisk og set fra siden viser den mekaniske konstruktion til overførsel af en i industrirobotens sokkel fast monteret, hydraulisk servocylinders bevægelser til
- 15
- en i industrirobotens griberarm monteret, længdeforskydelig stang, der er indrettet til at deltage i styringen af holderens bevægelser,
- 20
- Fig. 3 viser, delvis i snit, og set fra siden en foretrukken udførelsesform for industrirobotens koblingshoved og holder ifølge opfindelsen,
- 25
- Fig. 4 viser den i figur 3 viste del af industrirobotent ifølge opfindelsen set fra oven,
- Fig. 5 viser skematisk og delvis i snit en hvilken som helst af industrirobotens hydrauliske servocylindre med tilhørende forbindelse frem til en drejelig aksel, som påvirkes af servocylindren, og
- 30
- Fig. 6 er en grafisk fremstilling af bevægelses-

overførsel fra en hydraulisk servocylinder til en drejelig aksel som vist i figur 5.

På tegningens figur 1 betegner henvisningstallet 1
5 industrirobotens sokkel, som drejeligt er lejret til en fodplade 2, og kan drejes ved hjælp af en første hydraulisk servocylinder 3, der er anbragt i soklen 1, idet servocylinderen 3 via en første forbindelsesstang 4 påvirker en første svingarm 5, der er fastgjort til soklens 1 faste aksel 6. Den ene ende af robotarmens løftearm 7 er vippeagtigt lejret til soklen 1, medens den anden ende af løftearmen 7 er vippeagtigt forbundet med griberarmen 8, hvis anden ende ved hjælp af et universalled, et såkaldt kardanled (se
10 figur 3) er ledforbundet med industrirobotens koblingshoved 10, der er udformet med en holder 11.

Løftearmen 7 kan vippe i forhold til soklen 1 ved hjælp af en anden hydraulisk servocylinder 12, der er
20 monteret i soklen 1, og servocylinderen 12 påvirker via en anden forbindelsesstang 13 en vippearms 14, der er fastgjort til løftearmens 7 vippeaksel 15.

Griberarmen 8 kan vippe i forhold til løftearmen 7 af en tredje hydraulisk servocylinder 16, der er placeret i soklen 1, og som via en tredje forbindelsesstang 17 påvirker en anden vippearms 18 gennem et til denne fastgjort fremspring 19, idet den anden vippearms 18 er drejeligt forbundet med den ene ende af en parallelstang 20, hvis anden ende er drejeligt forbundet med griberarmen.
25
30

Ved hjælp af tre ens kraftoverføringsmekanismer fra tre hydrauliske servocylindre anbragt i soklen 1 kan

koblingshovedet ud til en bestemt vinkel drejes i alle mulige retninger i forhold til griberarmen 8, og holderen 11 kan drejes om sin længdeakse.

5 Af overskuelighedsgrunde er kun den ene af de ovenfor nævnte, tre ens kraftoverføringsmekanismer med tilhørende hydrauliske servocylindre vist på tegningen. Den viste servocylinder er betegnet med henvisningstallet 21 og benævnes nedenfor som den fjerde servo-
10 cylinder.

Koblingshovedets 10 bevægelser frembringes af to længdeforskydelige stødstænger, som er monteret i griberarmen 8. Af overskuelighedsgrunde er kun den
15 ene med henvisningstallet 22 vist i figur 1. Den anden stødstang er vist på figurerne 3 og 4 og er betegnet med henvisningstallet 23.

Holderens 11 drejning om sin længdeakse frembringes ved hjælp af en længdeforskydelig stødstangs påvirkning af en mekanisme, der virker efter samme kendte princip som en spiralskruetrækker. Også denne stødstang, der på figurerne 3 og 4 er betegnet ved henvisningstallet 24, er monteret i griberarmen 8, men
20 af overskuelighedsgrunde ikke vist på figur 1.

Den længdeforskydelige stødstang 22 kan forskydes ved hjælp af den fjerde servocylinder 21 og en kraftoverføringsmekanisme, der i store træk er beskrevet nedenfor.
30

Servocylinderens 21 stempelstang er - ved hjælp af en slæde, som senere vil blive nærmere omtalt - vippe-
ligt forbundet med den ene ende af en fjerde forbin-

delsesstang 25, hvis anden ende er vippe­ligt forbun­det med et fremspring 26 på en kabel­drivskive 27, som er drejeligt lejret i soklen 1, og som forøvrigt fun­gerer som vippear­m. Til kabel­drivskiven 27 er der
5 fastgjort et første kabel 28, som er ført rundt om kabel­drivskivens 27 forside, og som via bagsiden af et første drejeligt kabel­styrehjul 29, der er lejret i soklen 1, over et andet drejeligt kabel­styrehjul 30, der er lejret i løftearmen 7 lige under dennes
10 vippeforbindelse med griberarmen 8, og derfra ført bagover og fastgjort til den bageste del af en skinne 31. Denne skinne 31 er med sin forreste ende vippe­ligt lejret til en vippear­m 32, som er vippe­ligt lejret til griberarmen 8. Den bageste ende af den læng­deforskydelige stødstang 22 er ligeledes vippe­ligt
15 lejret til vippear­men 32.

Til kabel­drivskiven 27 er der fastgjort et andet og et tredje kabel 33, 34, som er ført rundt om kabel­drivskivens 27 bagside, altså på modsatte side af det første kabel 28, og via forsiden af et tredje drejeligt kabel­styrehjul 35, der er lejret i soklen 1, over det andet kabel­styrehjul 30, derfra i retning fremover og fastgjort til den forreste ende af skin­nen 31. De to kabler 33, 34 har altså hele vejen et
20 parallelt forløb. Det første kabel 28 har hele vejen et forløb, der ligger i et plan vinkelret på kabel­drivskivens 27 og kabel­styrehjulenes 29, 30, 35 om­drejningsakser, og dette plan ligger midt mellem de
25 parallelt løbende kabler 33, 34. Det første kabel 28 krydser midt mellem andet og tredje kabel 33, 34 oven på andet kabel­styrehjul 30, hvorfor der ikke opstår skævt træk på skinnen 31. Skinnen 31 er iøvrigt for­synet med ikke viste strammeskruer til kablerne 28,
30

33, 34.

Den ovenfor beskrevne kraftoverføringsmekanisme fra fjerde hydrauliske servocylinder 21 i soklen 1 til den længdeforskydelige stødstang 22 i griberarmen 8 er fordelagtigt konstrueret på en sådan måde, at løftearmen 7 kan vippe i forhold til soklen 1, og griberarmen 8 kan vippe i forhold til løftearmen 8, uden at kablerne 28, 33, 34 påvirkes således, at stødstangen 22 i griberarmen længdeforskydes. Dette opnås ifølge opfindelsen ved, at første og tredje kabelstyrehjul 29, 35 er lejret i soklen 1 i samme eller næsten samme afstand fra den tilhørende kabeldrivskives 27 lejring i soklen 1, og ved at løftearmen 7 er lejret i soklen således, at løftearmens 7 vippeakse fortrukket ligger tæt på det første og det tredje kabelstyrehjuls 29, 35 fælles centerlinie, for eksempel i en afstand på $1/36$ af disse kabelstyrehjuls diameter nedenunder, og således, at løftearmens 7 vippeakse ligger lige langt fra første og tredje kabelstyrehjuls 29, 35 omdrejningsakser, samtidig med at første og tredje kabelstyrehjuls 29, 35 diameter er valgt således, at der opvikles så meget kabel 28, 33, 34 på det kabelstyrehjul 29 eller 35, hvor centerafstanden mellem kabelstyrehjulet 29 eller 35 og det andet kabelstyrehjul 30 forkortes som følge af løftearmens 7 vippebevægelse, at kabelstramningen holdes konstant, og at der fra det kabelstyrehjul 35 eller 29, hvor centerafstanden mellem kabelstyrehjulet 35 eller 29 og det andet kabelstyrehjul 30 forlænges som følge af samme vippebevægelse af løftearmen 7, afvikles så meget kabel 33, 34, 28, at kabelstramningen holdes konstant, hvilket tilsammen medfører, at kabelstyrehjulet 30 ikke drejes, og at skinnen 31 derfor ikke

længdeforskydes som følge af en vipning af løftearmen 7 i forhold til soklen 1. Det andet kabelstyrehjul 30 er lejret i løftearmen 7 i en afstand fra vippeaksen mellem løftearmen 7 og griberarmen 8, som er lig med
5 eller næsten lig med andet kabelstyrehjuls 30 radius, og dets rotationsakse forløber parallelt med denne vippeakse og med løftearmens 7 vippeakse i forhold til soklen og ligger i disse to vippeaksers fælles plan. Endvidere er det andet kabelstyrehjuls 30 dia-
10 meter valgt således i forhold til vippeaksen mellem løftearmen 7 og griberarmen 8, at der ved vipning af griberarmen 8 i forhold til løftearmen 7 vikles så meget kabel 28, 33, 34 henholdsvis af og på andet kabelstyrehjul 30, at kabelstramningen holdes konstant,
15 når afstanden mellem andet kabelstyrehjuls 30 rotationsakse og vippeaksen mellem vippearmlen 32 og skinnen 31 forandres som følge af griberarmens 8 vipning i forhold til løftearmen 7. Dette medfører, at skinnen 31 ikke længdeforskydes som følge af griberarmens
20 8 vipning i forhold til løftearmen 7.

Det har vist sig hensigtsmæssigt, at første og tredje kabelstyrehjuls 29, 35 diameter er $\frac{4}{5}$ af andet kabelstyrehjuls 30 diameter, og at afstanden mellem
25 løftearmens 7 vippeakse i soklen 1 og andet kabelstyrehjuls 30 rotationsakse er mindst fem gange så stor som andet kabelstyrehjuls 30 diameter. Kabeldrivskiven 27 må være så stor, at kablerne 28, 33, 34 aldrig mister kontakten med første henholdsvis tredje kabel-
30 styrehjul 29, 35, når løftearmen 7 inden for et ønsket bevægelsesområde vippes i forhold til soklen 1.

Med henvisning til tegningens figurer 3 og 4 forklares det nu nærmere, hvorledes koblingshovedet 10 og

holderen 11 er forbundne med og bevæges af de tre længdeforskydelige stødstænger 22, 23, 24, der er monteret i griberarmen 8.

5 Koblingshovedet 10 er ved hjælp af sit universalledsforbindelse 9 med den bagved liggende griberarm 8 indrettet til at kunne vippes i forhold til griberarmen 8 om akserne A - A og B - B på figur 3 og 4 ved
10 hjælp af en i griberarmen 8 lejret aksel 36, hvis forreste del er udformet som en del af kardanleddet 9.

Holderen 11 er ved hjælp af kardanleddet 9 forbundet med den drejelige aksel 36. Til den frie ende af akslen 36 er der fastspændt en skrue 37, hvis frie ende
15 er omsluttet af en såkaldt kuglemøtrik 38 (ikke selvspærrende), der er fastgjort til den frie ende af den længdeforskydelige stødstang 24. Når stødstangen 24 og dermed kuglemøtrikken 38 længdeforskydes, ved at
20 den tilhørende hydrauliske servocylinder 21 i soklen 1 aktiveres, vil skruen 37 drejes efter samme princip som spindlen i en spiralskruetrækker, hvorved holderen 11 drejes tilsvarende. koblingshovedet 10 er udformet med et tværstillet lejehus 39, hvori en akseltap
25 40 er drejeligt lejret. Akseltappen 40 kan ikke længdeforskydes i lejehuset 39. De frie ender af de længdeforskydelige stødstænger 22, 23 er drejeligt lejret til hver sin ende af akseltappen 40.

30 De to drejelige ledforbindelser mellem akseltappen 40 og stødstængerne 22, 23 udgør to af de tre punkter i en trepunktforbindelse mellem koblingshovedet 10 og den bagved liggende griberarm 8. Trepunktforbindelsens tredje punkt udgøres af kardanleddet 9.

Når koblingshovedet 10 skal drejes i forhold til den bagved liggende griberarm 8 om akse B - B, forskydes stødstængerne 22, 23 ens. Når koblingshovedet 10 skal
5 drejes i forhold til griberarmen 8 om akse A - A, forskydes stødstængerne 22, 23 i forhold til hinanden. Det er umiddelbart indlysende, at koblingshovedet 10 ud til en bestemt vinkel kan stilles i alle mulige retninger i forhold til den bagved liggende
10 griberarm 8 ved passende forskydning af stødstængerne 22, 23.

For at forhindre, at stødstængerne 22, 23 skal vride sig i forhold til hinanden under deres forskydning,
15 er der i nærheden af stødstængernes 22, 23 forbindelser med akseltappen 40 anbragt et tværstykke 41, hvis ene ende er drejeligt forbundet med stødstangen 22, og hvis anden ende er drejeligt forbundet med stødstangen 23. Tværstykket 41 har i midten udformet et
20 spor 42 i stødstængernes 22, 23 længderetning. I sporet 42 optages med glidemulighed den frie ende af en tap 43, som er fast forbundet med griberarmen 8 på en sådan måde, at en forlængelse af tappens 43 centerlinie 44 skærer akslens 36 centerlinie 45.

25 Det fremgår af ovenstående, at alle industrirobotbottens hydrauliske servocylindre fortrinsvis er placeret i soklen 1, og at der fra samtlige hydrauliske servocylindre overføres lineær bevægelse til drejebbevægelse
30 ved hjælp af en krumtapkonstruktion. Hvis industrirobotbottens servosystemer skal være gode, er det vigtigt, at deres positionsmålesystemer er nært knyttet til de hydrauliske servocylindre, og at servomekanismerne har nogenlunde samme opløsning i positionsmålesyste-

met over hele holderens bevægelsesområde. Dette er ifølge en foretrukken udførelsesform af opfindelsen opnået ved alle industrirobotens servosystemer ved et arrangement som forklaret nedenfor med henvisning
5 til figurerne 5 og 6. På figur 5 betegner henvisningstallet 46 en hvilken som helst af industrirobotens hydrauliske servocylindre. Servocylindren 46 er fast monteret i soklen 1, som ikke er vist på figur 5. Servocylindrens 46 stempelstang 47 er stift forbundet med servocylindrens stempel 48, som er udformet med tætningsriller 49 (trykfordelingsspor). Servocylindrens 46 stempelstang 47 er i den anden ende stift forbundet til en slæde 50, der er indrettet til at glide med rullende friktion 51 i faste føringsdele
10 52. Til slæden 50 er der drejeligt lejret den ene ende af en forbindelsesstang 53, hvis anden ende er drejeligt lejret til enden af en vippe- eller krumtaparm 54, der er fast forbundet med en drejelig aksel 55, der er lejret i soklen 1. Servocylindrens 46 målesystem, som ikke er vist på tegningen, er ved hjælp af en ståltråd 56 forbundet med et fremspring 57 på slæden 50.

Ved at krumtaparmens 54 længde a, forbindelsesstangens 53 længde b og afstanden c mellem akslens 55 omdrejningsakse og stempelstangens 47 centerlinie forholder sig til hverandre som 1 : 1,80 : 1,33, og ved at afstanden d mellem forbindelsesstangens 53 vippeakse i slæden 50, når denne befinder sig i sin yderstilling, og skæringspunktet mellem stempelstangens
25 47 centerlinie og en på denne vinkelret linie gennem akslens 55 vippeakse er 0,39a, samt ved at servocylindrens 46 slaglængde e er 1,56a, opnås det, at servocylindrens lineære stempelbevægelse bliver

overført til vippebevægelse af akslen 55 således, at forholdet mellem akslens vinkeldrejning og de tilsvarende positionsændringer af servocylinders 46 stempel 48 tilnærmelsesvis er konstant over hele servocylinders 46 arbejdsområde.

Den ovenfor beskrevne, tilnærmede lineære bevægelsesomsætning fra servocylindren 46 til den vippelige aksel 55 er illustreret grafisk på figur 6, hvor kurven i det viste koordinatsystem angiver vinklen V som funktion af slædens 50 afstand fra akslens 55 normal på stempelstangens 47 centerlinie, når servocylinders 46 slaglængde e er 200 mm. På abcissen er de to aktuelle dimensioner d og e markeret.

På foretrukken måde er friktionen mellem stempelstangen 47 og stempelstangspakningen 59 i alle industrirobotens servocylindre 46 reduceret til et minimum ved en særlig konstruktion, hvorved stempelstangens 47 diameter er reduceret til under brudgrænsen for en på sædvanlig vis frit lejret stempelstang. Konstruktionen er illustreret på figur 5 og forklares nærmere nedenfor. Det er ovenfor forklaret, at stempelstangen 47 er stift forbundet med servocylinders 46 stempel 48, og at stempelstangen 47 i sin anden ende er stift forbundet til slæden 50, der er indrettet til at glide med rullende friktion 51 i faste føringsdele 52. Servocylindren 46 er på stempelstangensiden forsynet med et endestykke 58, hvori der i tillæg til en stempelstangspakning 59 er monteret en rullebøsning 60, som stempelstangen 47 er ført igennem. Rullebøsningen 60 er så lang, at den del af stempelstangen 47, der til enhver tid befinder sig inde i rullebøsningen 60, virker som om den var fast opspændt. Ved at stempel-

stangen 47 ifølge opfindelsen er fast opspændt i begge ender, har det været muligt at reducere stempelstangsdiameteren meget betydeligt i forhold til den stempelstangsdiameter, som af hensyn til brudforholdet havde været nødvendig, hvis stempelstangen 47 på sædvanlig vis havde været frit lejret i begge ender. For eksempel har det på denne måde været muligt at reducere en stempelstangsdiameter fra 20 mm til 8 mm. Dette medfører, at stempelstangens omkreds er reduceret fra 62,8 mm til 25,1 mm. Da friktionen mellem stempelstangen og pakningen er proportional med pakningens fladetryk vil friktionen reduceres tilsvarende.

P A T E N T K R A V

1. Industrierobot med en drejelig sokkel (1), en på soklen svingbart lejret løftearm (7), en på løftearmen vippeligt lejret griberarm (8) og et på griberarmens frie ende svingbart lejret koblingshoved (10), der bærer en holder (11), idet holderen ved hjælp af et kabeldrev kan drejes omkring en første akse og koblingshovedet med et andet kabeldrev kan drejes omkring en vinkelret i forhold til den første akse orienteret, *k e n d e t e g n e t* ved, at holderen (11) er lejret i koblingshovedet (10) med drejemulighed omkring den første akse, at koblingshovedet (10) kan drejes omkring en vinkelret på den første akse og vinkelret på den anden akse orienteret, tredje akse ved hjælp af et tredje kabeldrev, at hvert kabeldrev driver en stødstang (22, 23, 24), at den af det første kabeldrev drevne stødstang (24) driver en med holderen (11) forbundet linear/rotationsbevægelsesomsætter, og at de af det andet og det tredje kabeldrev drevne stødstænger (22,23) er ledforbundet med koblingshovedet (10).

2. Industrierobot ifølge krav 1, *k e n d e t e g n e t* ved, at den første og den anden stødstang (22, 23) til drejning af koblingshovedet ligger i ét plan, og at den tredje stødstang (24) til drejning af holderen forløber parallelt med og i nogen afstand fra dette plan.

3. Industrierobot ifølge et af kravene 1 eller 2, *k e n d e t e g n e t* ved, at der på koblingshove-

det (10) findes et på tværs orienteret lejehus (39),
i hvilket der drejeligt er lejret en tap (40), og at
den første henholdsvis den anden stødstang (22 hen-
holdsvis 23) med hver en ledforbindelse er forbundet
5 med hver sin ende af tappen (40).

4. Industrirobot ifølge et af kravene 1 til 3,
k e n d e t e g n e t ved, at linear/rotationsbevæ-
gelsesomsætteren består af en kuglemøtrik (38) og en
10 kuglespindel (37), og til sin ene side er forbundet
til et i koblingshovedet (10) monteret kardanled (9),
til hvis anden side holderen (11) er fastgjort.

5. Industrirobot ifølge krav 3 eller 4, k e n d e -
15 t e g n e t ved, at der i tappens (40) nærhed er
monteret en parallelt med tappen (40) orienteret
tværdel (41), der med en ledforbindelse er forbundet
med den første og med den anden stødstang (22, 23) og
har et parallelt med stødstængerne forløbende spor
20 (42), og at den frie ende af en med griberarmen (8)
fast forbundet stift (43) med glidemulighed griber
ind i sporet (42) således, at forlængelsen af stif-
tens (43) centerlinie (44) skærer centerlinien (45) i
den med kardanleddet (9) forbundne linear/rotations-
25 bevægelsesomsætters (36, 37, 38) centerlinie (45).

6. Industrirobot ifølge et af kravene 1 til 5,
k e n d e t e g n e t ved,
at alle stødstængerne (22, 23, 24) fra koblingshove-
30 det (10) bortvendende ender hver for sig med en led-
forbindelse er forbundet med en tilhørende, i griber-
armen (8) lejret vippearms (32),
at hver vippearms (32) med en ledforbindelse er for-
bundet med en skinne (31), der er forskydelig i sin

længderetning,
at hver skinne (31) til sin mod ledforbindelsen ven-
dende ende henholdsvis til sin frie ende har fast-
gjort et første kabeldrev (28 henholdsvis et andet
5 kabeldrev (33, 34),
at der på løftearmen (8) er lejret et øvre kabelsty-
rehjul (30), hvis akse forløber i en afstand lig ka-
belstyrehjulets (30) radius mod løfterummet under
griberarmens (8) vippeakse, og hvilket styrehjul (30)
10 afbøjer kabeldrevene (28 henholdsvis 33,34) fra ind-
byrdes modsatte retninger ind i løftearmen (7), og
at kabeldrevene (28 henholdsvis 33,34) er fastgjorte
til indbyrdes diametralt modstående perimeterområder
i en drejelig, i soklen (1) lejret kabeldrivskive
15 (27) og endvidere i løftearmen (7) er afbøjede af i
soklen (1) med rotationsmulighed lejrede, nedre ka-
bestyrehjul (29, 35).

7. Industrirobot ifølge krav 6, k e n d e t e g -
20 n e t ved, at et tredje kabeldrev (34) forløber pa-
rallelt med det andet kabeldrev (33), og at det før-
ste kabeldrev (28) ved det øvre kabelstyrehjul (30)
med sin øvre ende er ført frem mellem det andet og
det tredje kabeldrev (33, 34).

25 8. Industrirobot ifølge et af kravene 6 eller 7,
k e n d e t e g n e t ved, at de i soklen montere-
de, nedre kabelstyrehjul (29, 35) er monteret i ens
eller i hovedsagen ens afstande fra kabeldrivskiven
30 (27), og at løftearmen (7) er befæstiget således på
soklen (1), at løftearmens (7) vippeakse er anbragt
midt mellem disse kabelstyrehjul (29, 35) og lige
langt fra deres rotationsakser.

9. Industrierobot ifølge et af kravene 6 til 8, k e n d e t e g n e t ved, at de nedre kabelstyrehjuls (29, 35) diameter er valgt således, at det kabelstyrehjul (29 eller 35), hvis centerafstand til
5 det øvre kabelstyrehjul (30) reduceres som følge af løftearmens (7) bevægelse, kan opvikle så stor en kabellængde (28 eller 33, 34), at kabeltrækspændingen holdes konstant, og at det andet kabelstyrehjul (35 eller 29), hvis centerafstand til det øvre kabelsty-
10 rehjul (30) forøges som følge af løftearmens (7) bevægelse, kan afvikle så lang en kabellængde (33, 34 eller 28), at kabeltrækspændingen holdes konstant.

10. Industrierobot ifølge et af kravene 6 til 9, k e n d e t e g n e t ved, at løftearmens (7) vip-
15 peakse i forhold til soklen (1) er placeret omkring $1/36$ af de nedre kabelstyrehjuls (29, 35) diameter under disse kabelstyrehjuls (29, 35) rotationsakser.

20 11. Industrierobot ifølge et af kravene 6 til 10, k e n d e t e g n e t ved, at de nedre kabelstyrehjuls (29, 35) diameter er $4/5$ af det øvre kabelstyrehjuls (30) diameter, og at afstanden mellem løfte-
armens (7) vippeakse i soklen (1) og det øvre kabel-
25 styrehjuls (30) rotationsakse er mindst fem gange så stor som det øvre kabelstyrehjuls (30) diameter, samt at kabeldrivskiven (27) er så stor, at kabeldrevene (28 henholdsvis 33, 34) ved løftearmens (7) bevægelse i forhold til soklen (1) aldrig mister kontakten med
30 de nedre kabelstyrehjul (29 henholdsvis 35).

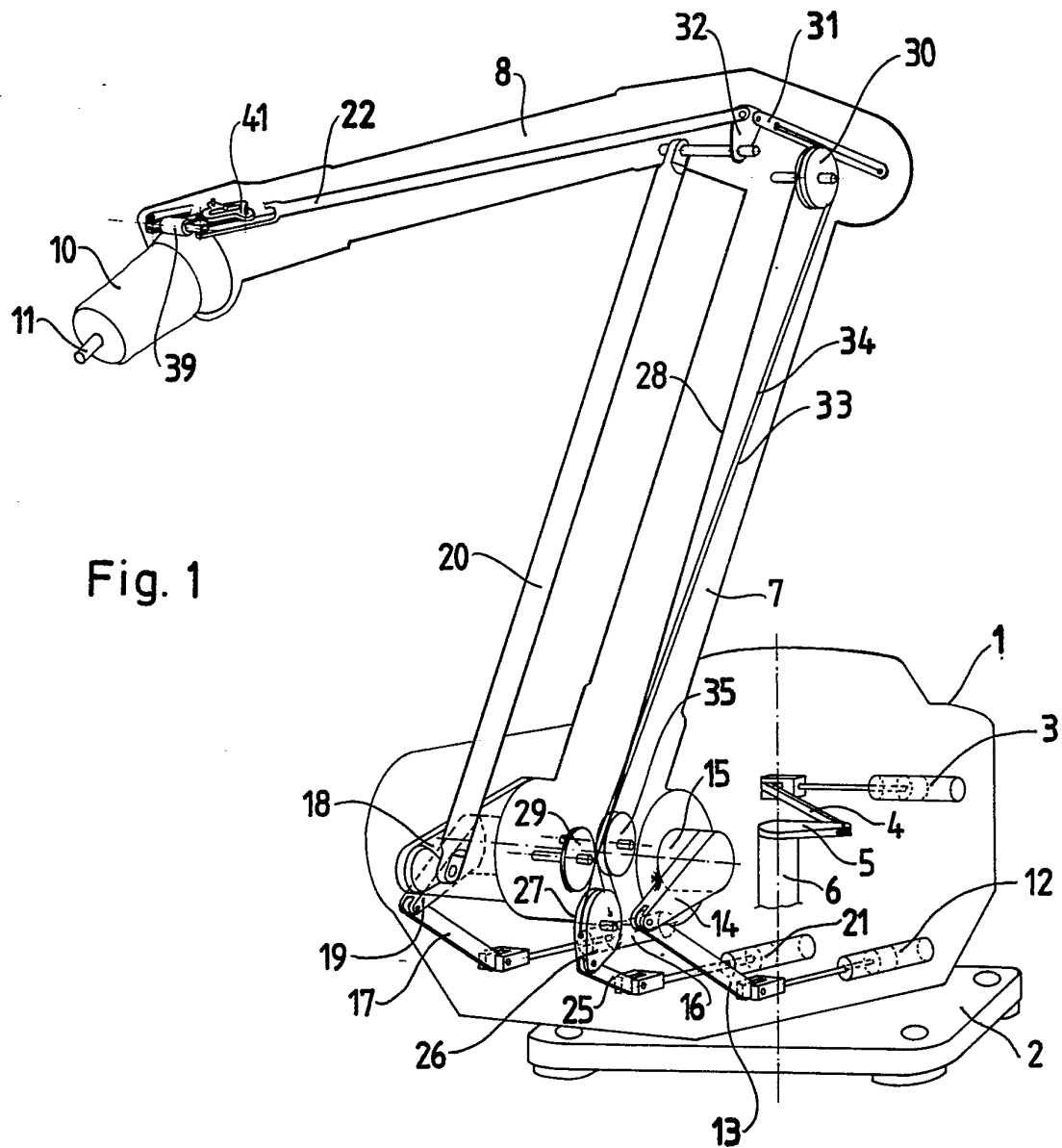
12. Industrierobot ifølge et af kravene 6 til 11, k e n d e t e g n e t ved, at det øvre kabelstyrehjul (30) er placeret i en afstand fra griberarmens

(8) vippeakse i forhold til løftearmen (7), der er lig med eller i hovedsagen lig med den øvre føringsrulles radius, og ligger på den rette linie mellem denne vippeakse og løftearmens (7) vippeakse i forhold til soklen (1), idet den øvre føringsrulles diameter er dimensioneret således, og vippearms (32) vippeakse i forhold til griberarmens (8) vippeakse i forhold til løftearmen (7) er monteret således, at henholdsvis så stor en kabellængde opvikles og afvikles på det øvre kabelstyre hjul (30), når afstanden mellem det øvre kabelstyre hjuls (30) rotationsakse og forbindelsespunktet mellem vippearmen (32) og skinnen (31) forandres, at kabelstrækspændingen holdes konstant, og skinnen (31) ikke forskydes i sin længderetning.

13. Industrirobot ifølge et af de foranstående krav, kendet ved, at drevet til hvert kabeltrækdrev er monteret i soklen (1) og består af et lineardrev (21) med et krumtapdrev, der i sit arbejdsområde omsætter linearbevægelsen, og at hver kabeldrivskive (27) kan bevæges i en svingbevægelse af et af de i soklen (1) monterede krumtapdrev (21).

14. Industrirobot ifølge et af de foranstående krav, kendet ved, at krumtapdrevet består af en krumtaparm (54), en til krumtaparmen (54) ledforbundet forbindelsesstang (53) og en hydraulisk aktiverbar stempelstang (47), hvis frie ende er forbundet med forbindelsesstangens (53) frie ende med en krydshovedføring, således at en linearforskydning af stempelstangen (47) omsættes til en med linearforskydningen proportional vinkelbevægelse af krumtaparmen.

15. Industrierobot ifølge et af de foranstående krav,
k e n d e t e g n e t ved, at forholdet mellem
krumtaparmens (54) længde a, forbindelsstangens (53)
5 længde b og afstanden c mellem krumtaparmens (54)
vippeakse og stempelstangens (47) centerlinie er 1 :
1,8 : 1,33, at afstanden d mellem forbindelsstangens
(53) vippeakse (i forhold til stempelstangen (47)),
når denne er i sin yderste stilling, og skæringspunk-
10 tet mellem stempelstangens (47) centerlinie og en i
forhold til denne vinkelret, gennem krumtaparmens
(54) vippeakse forløbende linie er 0,39a, og at stem-
pelstangens (47) slaglængde e er 1,56a.



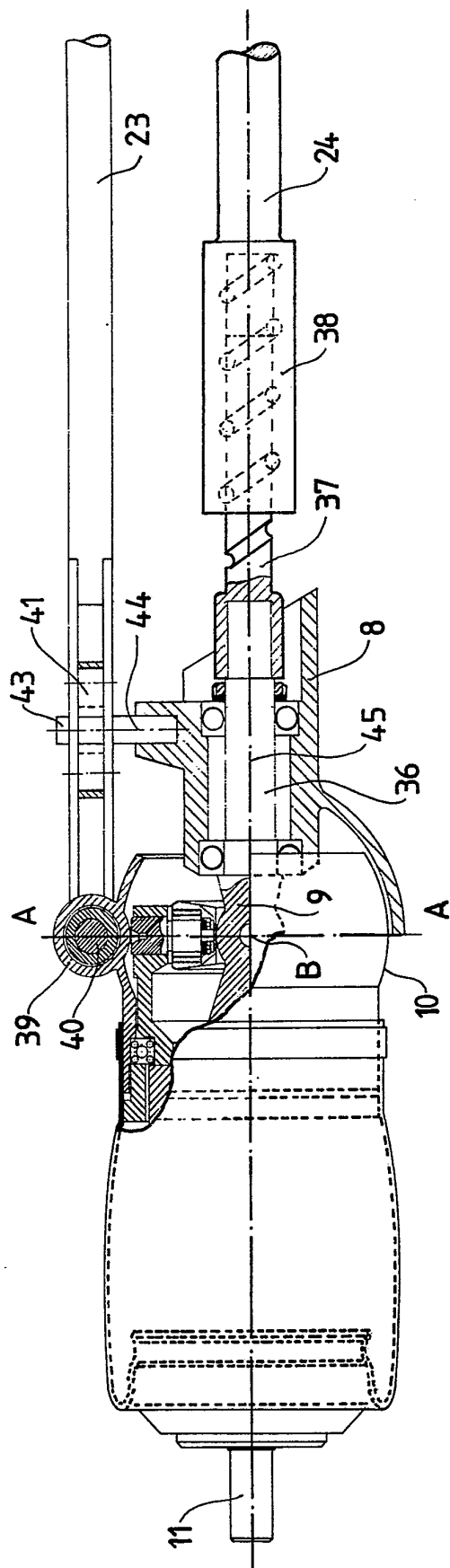


Fig. 3

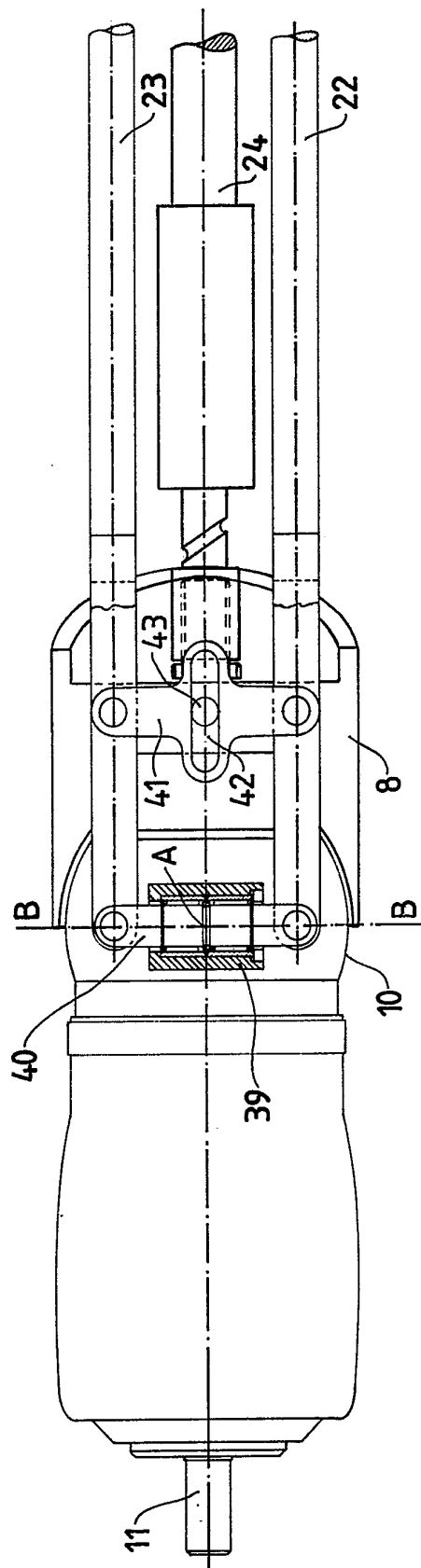


Fig. 4

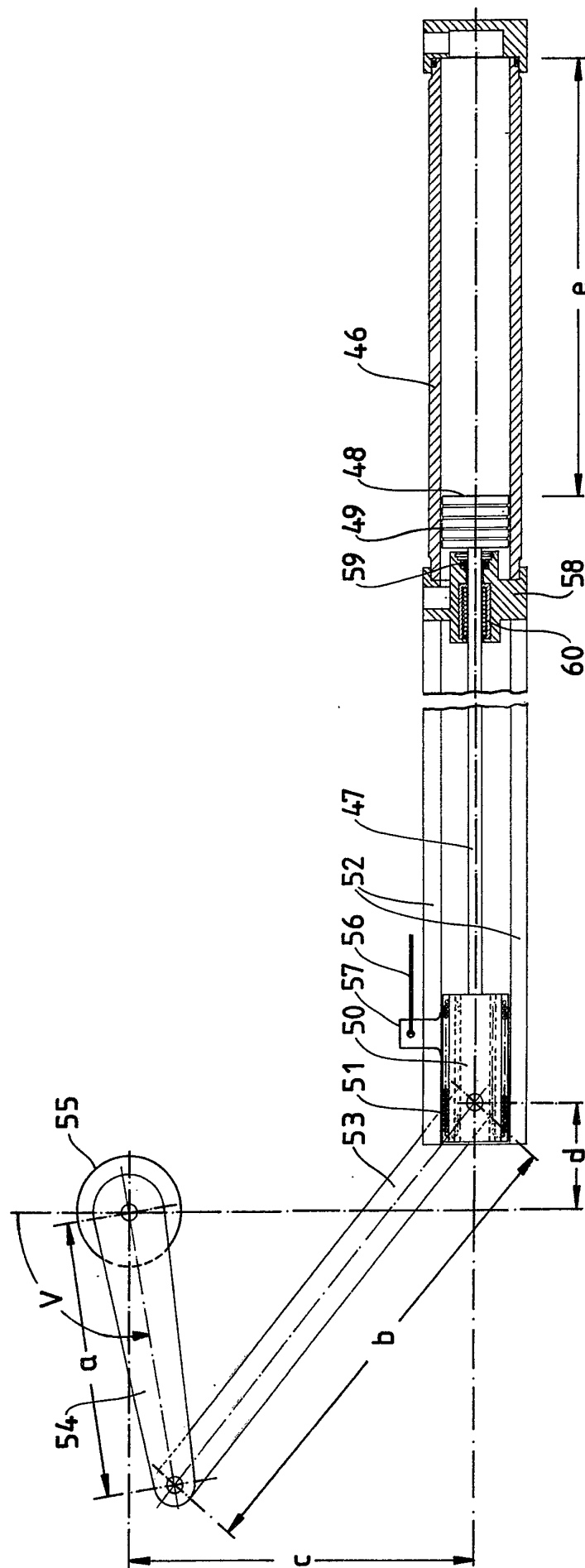


Fig. 5

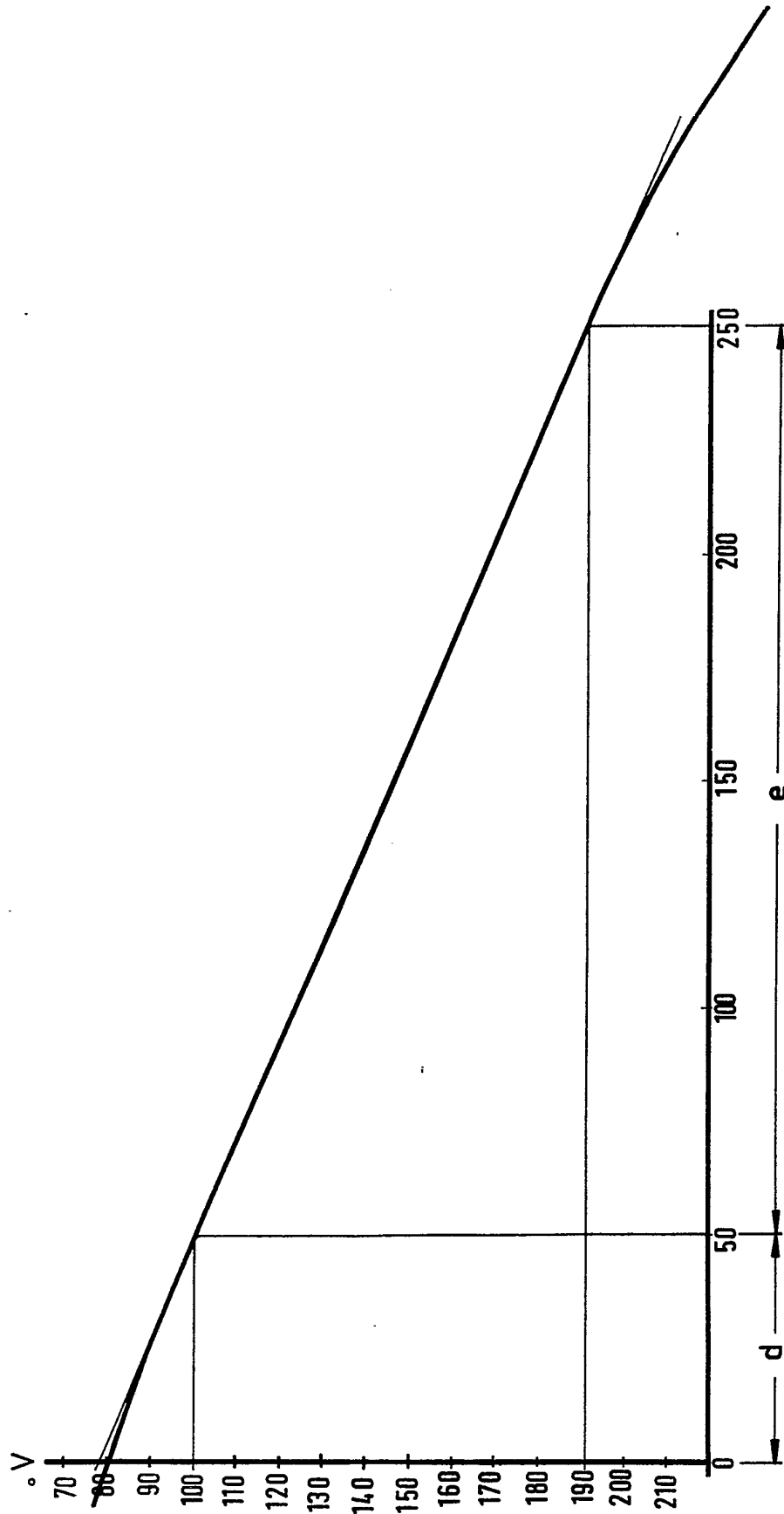


Fig.6