

Het ontwerpen van stangenmechanismen (5)

Citation for published version (APA):

Dijksman, E. A. (1967). Het ontwerpen van stangenmechanismen (5). *Polytechnisch tijdschrift. Werktuigbouw*, 22(24), 1033-1037.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1967

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

Het ontwerpen van stangenmechanismen

DR. E. A. DIJKSMAN**

5*

5. TOEVOEGING VAN KOPPELPUNTEN AAN KRUKSTANDEN

In deel 3 (P.T. Werktuigbouw 22 (22)) 948 (1967) zijn constructies besproken, waarbij uitsluitend punten op een koppelkromme werden voorgeschreven. Daarbij dient te worden afgewacht bij welke standen van de aangedreven kruk deze koppelpuntposities bereikt worden. Bij mechanismen met een periode van rust bijvoorbeeld, kan het gewenst zijn, dat deze een voorgescheven duur heeft. De tijdens die rust door de met een eenparige hoeksnelheid aangedreven kruk doorlopen hoek is dan een maat voor de duur van de rust.

5.1 Toevoeging van drie koppelpunten aan twee krukhoeken

Opgave: Construeer de stangenvierzijde, als drie koppelpunten E_1 , E_2 en E_3 gegeven zijn en bovendien de overeenkomstige door de kruk doorlopen hoeken: $\sphericalangle A_1 A_0 A_2 = \varphi_{12}$ en $\sphericalangle A_1 A_0 A_3 = \varphi_{13}$.

Uitwerking:

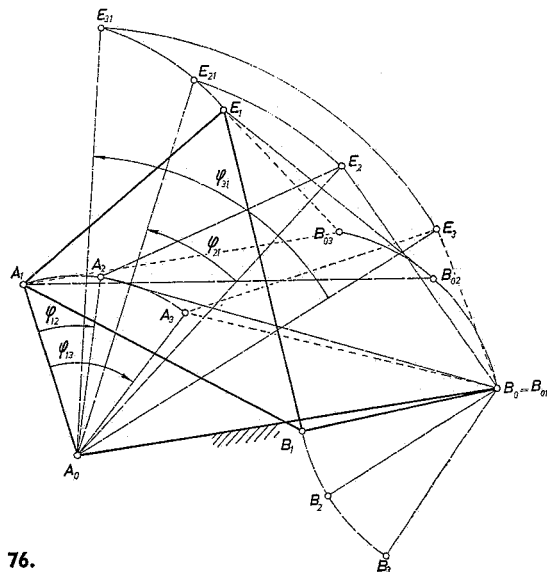
Het gegeven zijn van een hoek tussen twee krukstanden is, wat het aantal ontwerprijheidsgraden betreft, gelijkwaardig met het voorschrijven van een punt van de koppelkromme.

De constructie verloopt als volgt: (zie figuur 76)

- Kies de draaipunten A_0 en B_0 . (I.p.v. B_0 kan ook B_1 worden gekozen).

*) Deel 1, P.T. Werktuigbouw 22 (19) 808, (20) 847 (1967)
Deel 2, P.T. Werktuigbouw 22 (21) 903 (1967)
Deel 3, P.T. Werktuigbouw 22 (22) 948 (1967)
Deel 4, P.T. Werktuigbouw 22 (23) 984 (1967)

**) Wetenschappelijk hoofdmedewerker aan de T.H. te Eindhoven. De tekeningen zijn verzorgd door de heer H. A. Bulten.



76.

- Bepaal de opeenvolgende posities E_{21} en E_{31} van het koppelpunt E ten opzichte van $A_0 A_1$. Daarbij is $\sphericalangle E_2 A_0 E_{21} = \varphi_{21} = -\varphi_{12}$ en $\sphericalangle E_3 A_0 E_{31} = \varphi_{31} = -\varphi_{13}$.
- Bepaal het middelpunt A_1 van een cirkel door de punten E_1 , E_{21} en E_{31} .
- Bepaal de punten A_2 en A_3 met de gegevens, waarbij $\sphericalangle A_1 A_0 A_2 = \varphi_{12}$, $\sphericalangle A_1 A_0 A_3 = \varphi_{13}$ en $\overline{A_1 A_0} = \overline{A_2 A_0} = \overline{A_3 A_0}$.
- De ten opzichte van het koppelvlak $A_1 E_1$ achtereenvolgens door B_0 doorlopend punten B_{01} ($= B_0$), B_{02} en B_{03} worden gevonden met behulp van congruentie van driehoeken:

$$\triangle A_1 E_1 B_{03} \cong \triangle A_3 E_3 B_0$$

$$\triangle A_1 E_1 B_{02} \cong \triangle A_2 E_2 B_0$$

- Bepaal het middelpunt B_1 van een cirkel door de punten B_{01} , B_{02} en B_{03} .
- De gezochte stangenvierzijde is $\square A_0 A_1 B_1 B_0$; de koppel-driehoek is $\triangle A_1 B_1 E_1$.

Opm. Door keuze van andere punten A_0 of B_0 kunnen in het algemeen betere overbrengingshoeken worden bedongen.

5.2 Toevoeging van vier koppelpunten aan drie krukhoeken

Opgave: Construeer de stangenvierzijde, als vier koppelpunten E_1 , E_2 , E_3 en E_4 gegeven zijn en bovendien de overeenkomstige door de kruk doorlopen hoeken $\sphericalangle A_1 A_0 A_2 = \varphi_{12}$, $\sphericalangle A_1 A_0 A_3 = \varphi_{13}$ en $\sphericalangle A_1 A_0 A_4 = \varphi_{14}$.

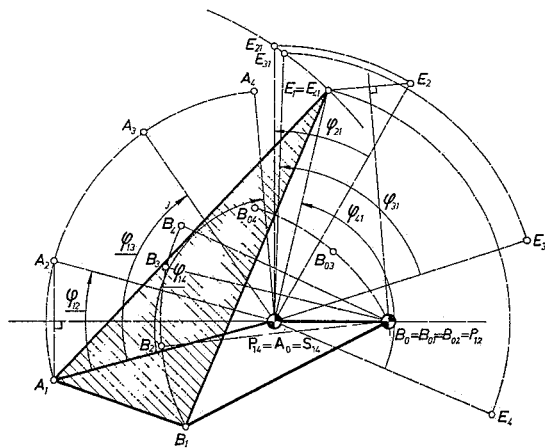
5.2a Oplossing met tweevoudige of enkelvoudige positiereductie

Uitwerking:

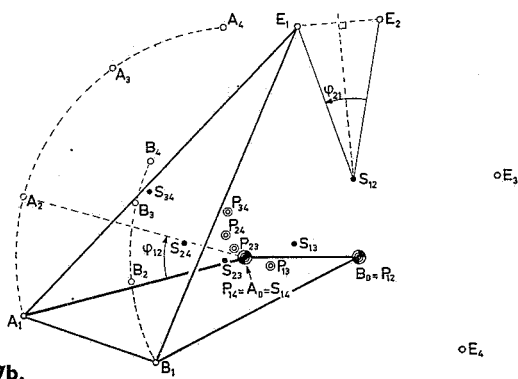
De $9 - 4 - 3 = 2$ resterende ontwerprijheidsgraden kunnen worden gebruikt voor 2 positiereducties.

Hiervoor zijn nog verschillende mogelijkheden. Een van deze mogelijkheden zal aan de hand van figuur 77 worden toegelicht:

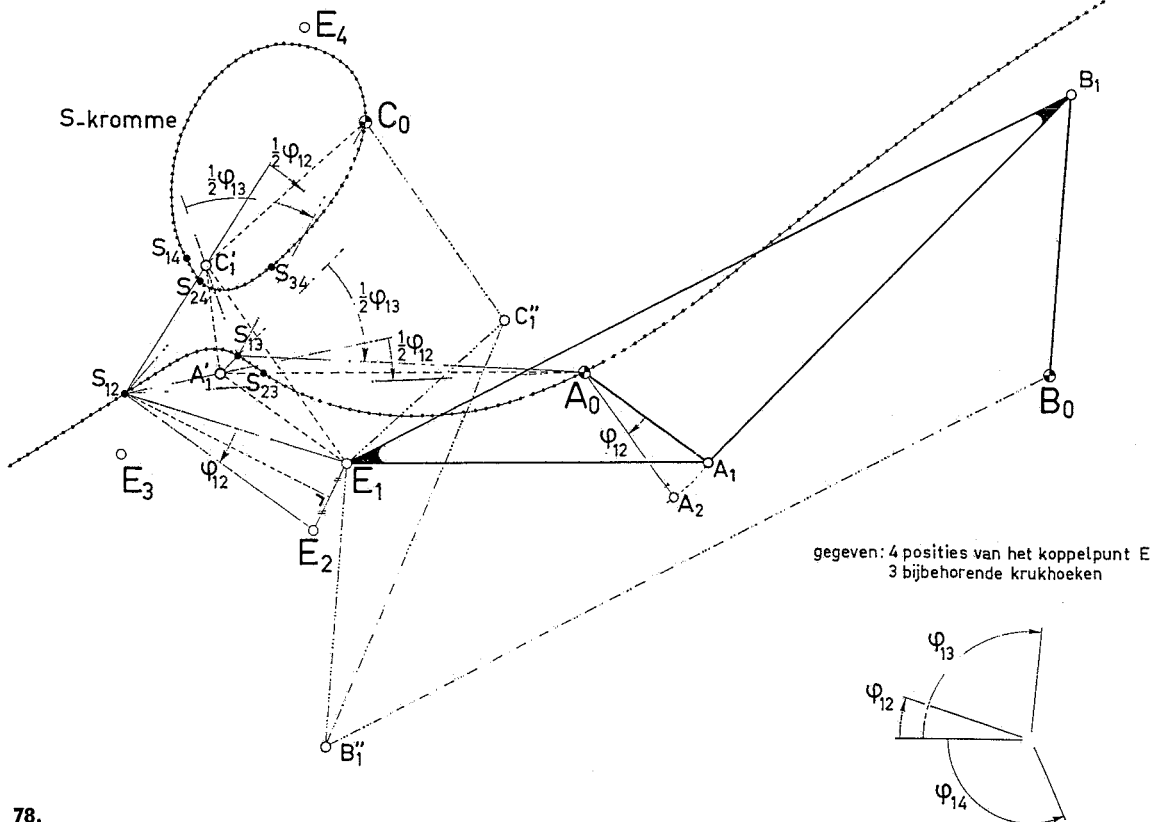
- Bepaal het punt S_{14} op de middelloodlijn van $\overline{E_1 E_4}$, waarvoor $\sphericalangle E_4 S_{14} E_1 = \varphi_{41} = -\varphi_{14}$. Neem $A_0 = S_{14}$. Hiermee is de eerste positiereductie verwezenlijkt, omdat dan $P_{41} = A_0$ en daarmee samenhangend $E_{41} = E_1$.
- Bepaal vervolgens de achtereenvolgende posities E_{21} en E_{31} van het koppelpunt E ten opzichte van $A_0 A_1$. Daarbij is $\sphericalangle E_2 A_0 E_{21} = \varphi_{21} = -\varphi_{12}$ en $\sphericalangle E_3 A_0 E_{31} = \varphi_{31} = -\varphi_{13}$.
- Bepaal het middelpunt A_1 van een cirkel door de punten $E_1 = E_{41}$, E_{21} en E_{31} .
- Bepaal de punten A_2 , A_3 en A_4 met de gegevens, waarbij $\sphericalangle A_1 A_0 A_2 = \varphi_{12}$, $\sphericalangle A_1 A_0 A_3 = \varphi_{13}$, $\sphericalangle A_1 A_0 A_4 = \varphi_{14}$ en $\overline{A_1 A_0} = \overline{A_2 A_0} = \overline{A_3 A_0} = \overline{A_4 A_0}$.
- Neem het punt B_0 in het snijpunt van de middelloodlijnen van $A_1 A_2$ en $E_1 E_2$. Daarmee is de tweede positiereductie verwezenlijkt, omdat $B_0 = P_{12}$. Een gevolg hiervan is, dat $B_{01} = B_{02}$, omdat tevens $\triangle A_1 E_1 B_{03} \cong \triangle A_2 E_2 B_0 \cong \triangle A_1 E_1 B_{02}$.
- De ten opzichte van het koppelvlak $A_1 E_1$ achtereenvolgens door B_0 doorlopend punten B_{03} en B_{04} worden ge-



77a.



77b.



78.

vonden met behulp van congruentie van driehoeken:

$$\triangle A_1 E_1 B_{03} \cong \triangle A_3 E_3 B_0$$

$$\triangle A_1 E_1 B_{04} \cong \triangle A_4 E_4 B_0$$

g. Bepaal het middelpunt B_1 van een cirkel door de punten $B_{01} = B_{02}, B_{03}$ en B_{04} .

h. De gezochte stangenvierzijde is $\square A_0 A_1 B_1 B_0$; de koppeldriehoek is $\triangle A_1 B_1 E_1$.

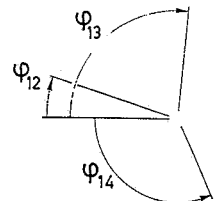
Opn. Variatie van het punt $B_0 (\neq P_{12})$ op de middelpuntskromme, die bepaald is door de vier standen $A_1 E_1, A_2 E_2, A_3 E_3$ en $A_4 E_4$, maakt het mogelijk het mechanisme te vinden met optimale μ_{\min} . (Bij deze benadering van het probleem wordt dus slechts een enkelvoudige positiereductie toegepast).

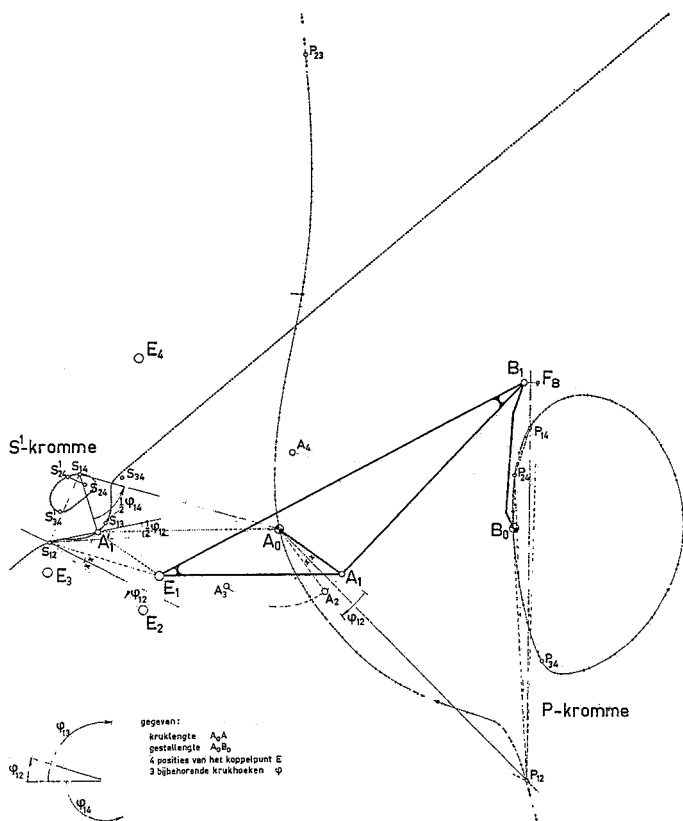
A_0 kan behalve in S_{14} ook gekozen worden in de punten $S_{12}, S_{13}, S_{23}, S_{24}$ en S_{34} . De zes punten S_{ij} zijn daarbij de top-punten van de gelijkbenige driehoeken $E_i S_{ij} E_j$, waarvan elke tophoek $\sphericalangle E_i S_{ij} E_j = \varphi_{ij} = \varphi_{ik} + \varphi_{kj} = \varphi_{ik} - \varphi_{jk}$. (Is bijv. $A_0 = S_{23}$, dan is $P_{23} = A_0$ en ook $E_{21} = E_{31}$, doordat $\triangle A_0 A_1 E_{21} \cong \triangle A_0 A_2 E_2 \cong \triangle A_0 A_3 E_3 \cong \triangle A_0 A_1 E_{31}$). Voor de keuze van A_0 leidt de eerste positiereductie dus in totaal tot zes mogelijkheden. Omdat de rotatiehoeken ε_{kl} van het koppelvlak in het algemeen niet gelijk zijn aan de overeenkomstige rotatiehoeken φ_{kl} van de kruk, is $P_{kl} \neq S_{kl}$ voor iedere k en $l \neq k$. Indien echter $\varepsilon_{ij} = \varphi_{ij}$, dan is ook $P_{ij} = A_0 = S_{ij}$. Bij iedere keuze van A_0 in één van de zes S-punten, resteren voor de keuze van B_0 dus niet meer dan vijf P-punten. De tweevoudige positiereductie leidt dus tot $6 \cdot 5 = 30$ onderscheiden oplossingen van het vraagstuk.

5.2b Algemene' behandeling

De opgave, zoals deze in het begin van punt 5.2 is gesteld, kan ook worden benaderd *zonder* gebruik te maken van

gegeven: 4 posities van het koppelpunt E
3 bijbehorende krukhoeken





79.

enige positiereductie. In het voorgaande is de mogelijkheid aangegeven om met de tweede positiereductie af te rekenen, door B_0 op de middelpuntskromme buiten enig rotatiecentrum te nemen.

En met de eerste positiereductie kan worden afgerekend, door op te merken, dat van de opeenvolgende posities E_1, E_2, E_3 en E_4 , die bereikt worden bij de beweging van het koppelpunt E ten opzichte van A_0A_1 , er niet noodzakelijk twee behoeven samen te vallen. Voor de oplossing van het probleem is het voldoende als E_1, E_2, E_3 en E_4 op een cirkel liggen. Daarbij moet gezocht worden naar een meetkundige plaats voor de punten A_0 . Voor ieder punt A_0 van de meetkundige plaats geldt, dat $\overline{A_0E_2} = \overline{A_0E_{21}}, \overline{A_0E_3} = \overline{A_0E_{31}}, \overline{A_0E_4} = \overline{A_0E_{41}}$, dat $\sphericalangle E_2A_0E_{21} = \varphi_{21} = -\varphi_{12}, \sphericalangle E_3A_0E_{31} = \varphi_{31} = -\varphi_{13}, \sphericalangle E_4A_0E_{41} = \varphi_{41} = -\varphi_{14}$ en dat E_1, E_2, E_3 en E_4 op één cirkel komen. De meetkundige plaats van de punten A_0 , waarvoor dit het geval is, zal de S-kromme worden genoemd. De constructie van deze kromme gaat uit van de ligging van de punten S_{ij} . Deze punten spelen eenzelfde rol ten opzichte van de S-kromme als de polen P_{ij} ten opzichte van de polenkromme.

Ook de meetkundige eigenschappen van de S-kromme zijn dezelfde als die van de polenkromme. (Voor het bewijs hiervan wordt verwezen naar deel 4).

Voor de keuze van het punt B_0 blijft de middelpuntskromme (P-kromme) aangegeven. Deze is afhankelijk van de keuze van het punt A_0 op de S-kromme.

In plaats van de keuze van het punt B_0 op de P-kromme, kan ook het toppunt C_0 van de gesteldriehoek $A_0B_0C_0$ op de reeds getekende S-kromme worden aangenomen. Het punt B_0 wordt dan via de configuratie van Roberts vastgelegd.

De constructie verloopt als volgt: (zie figuur 78)

- Bepaal de zes punten $S_{12}, S_{23}, S_{31}, S_{14}, S_{43}$ en S_{42} met behulp van de condities: $\overline{S_{ij}E_i} = \overline{S_{ij}E_j}$ en $\sphericalangle E_iS_{ij}E_j = \varphi_{ij} = \varphi_{ik} - \varphi_{jk}$ met $i \neq j \neq k \neq i$ en i, j en $k = 1, 2, 3$ of 4 .
- Teken de S-kromme door de zes punten S_{ij} met behulp van een der drie poolvierhoeken $S_{12}S_{23}S_{34}S_{41}, S_{12}S_{24}S_{43}S_{31}$ en $S_{13}S_{32}S_{24}S_{41}$.
- Kies de punten A_0 en C_0 op de S-kromme.
- Bepaal het punt A'_1 met de condities: $\sphericalangle A_0S_{12}A'_1 = \varphi_{21}/2$ en $\sphericalangle A_0S_{13}A'_1 = \varphi_{31}/2$ en ga na of inderdaad $\sphericalangle A_0S_{14}A'_1 = \varphi_{41}/2$.
- Bepaal het punt C'_1 met de condities: $\sphericalangle C_0S_{12}C'_1 = \varphi_{21}/2$ en $\sphericalangle C_0S_{13}C'_1 = \varphi_{31}/2$ en ga na of inderdaad $\sphericalangle C_0S_{14}C'_1 = \varphi_{41}/2$.
- Bepaal het punt B_0 met de conditie: $\triangle A_0B_0C_0 \sim \triangle A'_1E_1C'_1$.
- Construeer de parallellogrammen $A_0A_1E_1A'_1$ en $C_0C'_1E_1C'_1$.
- Bepaal het punt B_1 met de conditie: $\triangle A_1B_1E_1 \sim \triangle A'_1E_1C'_1$.
- Construeer het parallellogram $E_1B_1B_0B''_1$.

De vierziden $(A_0A_1B_1B_0)$ en $(C_0C_1B''_1B_0)$ met de respectieve koppeldriehoeken $A_1B_1E_1$ en $C''_1B''_1E_1$ zijn oplossingen van het vraagstuk. (Hierbij doorlopen A_0A en C_0C'' de gewenste krukstanden, die zijn toegevoegd aan de gegeven posities E_1, E_2, E_3 en E_4 van het koppelpunt).

In de hierna volgende opgave is de constructie van de P-kromme echter onvermijdelijk:

Opgave: Construeer een stangenvierzijde met een gegeven kruk lengte A_0A en een gegeven gestellengte A_0B_0 als bovendien vier posities E_1, E_2, E_3 en E_4 van het koppelpunt gegeven zijn en de overeenkomstige door de kruk doorlopen hoeken

$$\sphericalangle A_1A_0A_2 = \varphi_{12}, \sphericalangle A_1A_0A_3 = \varphi_{13} \text{ en } \sphericalangle A_1A_0A_4 = \varphi_{14}.$$

Uitwerking: (zie figuur 79).

- Bepaal de zes punten $S_{12}, S_{23}, S_{31}, S_{14}, S_{43}$ en S_{42} met behulp van de condities: $\overline{S_{ij}E_i} = \overline{S_{ij}E_j}$ en $\sphericalangle E_iS_{ij}E_j = \varphi_{ij} = \varphi_{ik} - \varphi_{jk}$ met $i \neq j \neq k \neq i$ en i, j en $k = 1, 2, 3$ of 4 .
- Bepaal het spiegelbeeld S'_{23} van S_{23} ten aanzien van de rechte $S_{12}S_{13}$.
- Bepaal het spiegelbeeld S'_{34} van S_{34} ten aanzien van de rechte $S_{12}S_{14}$.
- Bepaal het spiegelbeeld S'_{24} van S_{24} ten aanzien van de rechte $S_{12}S_{14}$.
- Teken de S'-kromme door zes punten $S_{12}, S'_{23}, S_{13}, S_{14}, S'_{34}$ en S'_{24} met behulp van een der drie poolvierhoeken $S_{12}S'_{23}S'_{34}S_{41}, S_{12}S'_{24}S'_{43}S_{31}$ en $S_{13}S'_{32}S'_{24}S_{41}$.
- Neem A'_1 in een der snijpunten van de cirkel met middelpunt E_1 en straal $\overline{E_1A'_1} = \overline{A_0A_1}$ met de S'-kromme.
- Bepaal het punt A_0 met de condities: $\sphericalangle A_0S_{12}A'_1 = \varphi_{21}/2$ en $\sphericalangle A_0S_{13}A'_1 = \varphi_{31}/2$ en ga na of inderdaad $\sphericalangle A_0S_{14}A'_1 = \varphi_{41}/2$.
- Teken het parallellogram $A_0A_1E_1A'_1$.
- Bepaal de posities A_2, A_3 en A_4 van het punt A met de condities: $\sphericalangle A_1A_0A_2 = \varphi_{12}, \sphericalangle A_1A_0A_3 = \varphi_{13}$ en $\sphericalangle A_1A_0A_4 = \varphi_{14}$.
- Bepaal de zes polen $P_{12}, P_{13}, P_{32}, P_{41}, P_{42}$ en P_{43} , die behoren bij de vier standen A_1E_1, A_2E_2, A_3E_3 en A_4E_4 van het koppelvlak ABE .
- Teken de P-kromme door de zes polen P_{ij} met behuld

van één der drie poolvierhoeken $P_{12}P_{23}P_{34}P_{41}$, $P_{12}P_{24}P_{43}P_{31}$ en $P_{13}P_{32}P_{24}P_{41}$.

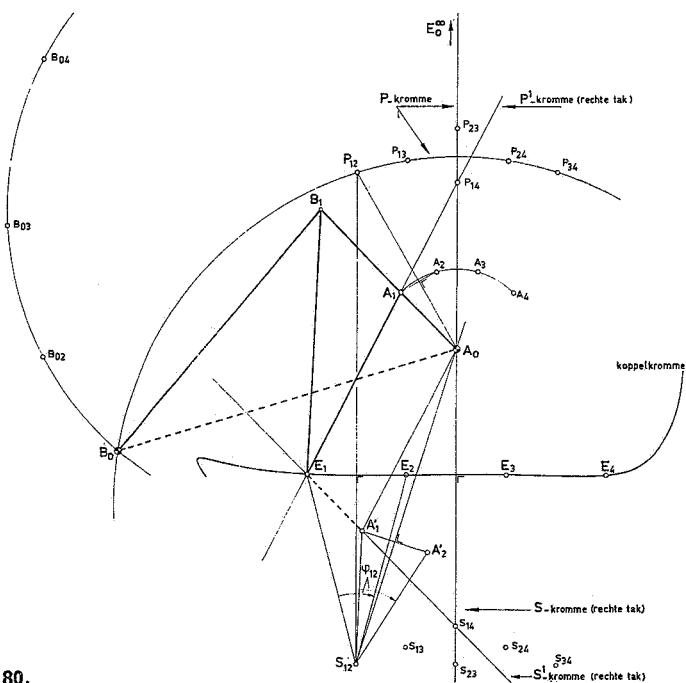
- l. Neem B_0 in een der snijpunten van de cirkel met middelpunt A_0 en straal A_0B_0 met de P-kromme.
- m. Bepaal het spiegelbeeld $P_{12}F_B$ van de rechte $P_{12}B_0$ ten aanzien van de bissectrice in het hoekpunt P_{12} van $\Delta P_{12}P_{23}P_{31}$; bepaal evenzo het spiegelbeeld $P_{13}F_B$ van de rechte $P_{13}B_0$ ten aanzien van de bissectrice in het hoekpunt P_{13} van $\Delta P_{12}P_{23}P_{31}$. (Zie ook d. 1 (verv.), fig. 22)
- n. Bepaal het spiegelbeeld B_1 van het snijpunt F_B van de rechten $P_{12}F_B$ en $P_{13}F_B$ ten aanzien van de rechte $P_{12}P_{13}$.
- o. De vierzijde $(A_0A_1B_1B_0)$ met de koppeldriehoek $A_1B_1E_1$ voldoet aan de gestelde opgave.

Indien zowel de S^1 - als de P-kromme ontardt in een cirkel en een rechte, krijgt men een sterke vereenvoudiging van de zojuist besproken constructie. Een belangrijk voorbeeld hiervan vindt men in de volgende opgave:

Opgave: Construeer een stangenvierzijde met een gegeven kruk lengte A_0A_1 en een gegeven gestellengte A_0B_0 als het koppelpunt E de vier gegeven posities E_1, E_2, E_3 en E_4 van een rechte doorloopt. Gegeven is bovendien, dat $E_1E_2 = E_2E_3 = E_3E_4$ en dat $\sphericalangle A_1A_0A_2 = \sphericalangle A_2A_0A_3 = \sphericalangle A_3A_0A_4$. Ook de grootte van ieder van deze hoeken is gegeven.

Uitwerking: (zie figuur 80).

- a. Bepaal het punt S_{12} met behulp van de condities:
 $\overline{S_{12}E_1} = \overline{S_{12}E_2}$ en $\sphericalangle E_1S_{12}E_2 = \sphericalangle A_1A_0A_2 = \varphi_{12}$.
- b. Bepaal het punt S_{14} met behulp van de condities:
 $\overline{S_{14}E_1} = \overline{S_{14}E_4}$ en $\sphericalangle E_1S_{14}E_4 = 3(\sphericalangle A_1A_0A_2) = 3\varphi_{12}$.
- c. Trek de rechte E_1S_{14} .
- d. Neem A'_1 in een der twee snijpunten van de cirkel met middelpunt E_1 en straal $E_1A'_1 = A_0A_1$ met de rechte E_1S_{14} (de rechte E_1S_{14} is een tak van de S^1 -kromme.)
- e. Bepaal het punt A'_2 met de condities:
 $\overline{S_{12}A'_1} = \overline{S_{12}A'_2}$ en $\sphericalangle A'_1S_{12}A'_2 = \varphi_{12}$.
- f. Neem A_0 in het snijpunt van de middelloodlijnen van



$A'_1A'_2$ en E_2E_3 (de laatstgenoemde middelloodlijn valt samen met de rechte $S_{14}E_0^\infty$, die een tak is van de S-kromme).

- g. Teken het parallellogram $A_0A_1E_1A'_1$.
- h. Bepaal de posities A_2, A_3 en A_4 van het punt A met de condities:
 $\overline{A_4A_0} = \overline{A_3A_0} = \overline{A_2A_0} = \overline{A_1A_0}$ en
 $\varphi_{12} = \sphericalangle A_1A_0A_2 = \sphericalangle A_2A_0A_3 = \sphericalangle A_3A_0A_4 = \varphi_{34}$.
- i. Bepaal de polen P_{12} en P_{13} , die behoren bij de drie standen A_1E_1, A_2E_2 en A_3E_3 van het koppelvak ABE.
- j. Teken de cirkel door P_{12} en P_{13} , die de middelloodlijn van E_2E_3 tot middellijn heeft (zowel deze cirkel als de middelloodlijn van E_2E_3 is een tak van de P-kromme.).
- k. Neem B_0 in een der vier snijpunten van de cirkel met middelpunt A_0 en straal A_0B_0 met de P-kromme.
- l. De ten opzichte van het koppelvak A_1E_1 achtereenvolgens door B_0 doorlopen punten $B_{01} = B_0, B_{02}, B_{03}$ en B_{04} worden gevonden met behulp van congruentie van driehoeken:

$$\begin{aligned} \Delta A_1E_1B_{04} &\cong \Delta A_4E_4B_0 \\ \Delta A_1E_1B_{03} &\cong \Delta A_3E_3B_0 \\ \Delta A_1E_1B_{02} &\cong \Delta A_2E_2B_0 \end{aligned}$$

- m. Het punt B_1 is het middelpunt van de cirkel door de punten B_0, B_{02}, B_{03} en B_{04} .
- n. De vierzijde $(A_0A_1B_1B_0)$ met de koppeldriehoek $A_1B_1E_1$ voldoet aan de gestelde opgave. (Er zijn $2.4 = 8$ oplossingen voor het gestelde vraagstuk.)

Toelichting: Ten gevolge van de symmetrische ligging van de punten E_1, E_2, E_3 en E_4 ten opzichte van de middelloodlijn van E_2E_3 en de onderlinge overeenstemming tussen de hoeken $\varphi_{12}, \varphi_{23}$ en φ_{34} ontardt de S-kromme in een cirkel door de polen S_{12}, S_{13}, S_{24} en S_{34} en in de rechte $S_{14}S_{23}$ door het oneigenlijke punt E_0^∞ . Op grond van stelling 11, deel 1 is dan de S^1 -kromme uiteengevallen in een cirkel door de polen S_{12}, S_{13}, S'_{24} en S'_{34} en in de rechte $S_{14}S'_{23}$ door het cirkelliggingpunt E_1 .

Bij keuze van A'_1 op de rechte als tak van de S^1 -kromme valt ook de P-kromme uiteen in een cirkel door de vier polen P_{12}, P_{13}, P_{34} en P_{24} en in de rechte $P_{14}P_{23}$ door A_0 en het oneigenlijke punt E_0^∞ . Dit volgt uit de configuratie van figuur 72 of uit die van figuur 74. Het eerstgenoemde geval doet zich voor, wanneer B_0 op de rechte $P_{14}P_{23}$ wordt genomen; het tweede, wanneer B_0 op de cirkel als tak van de P-kromme wordt genomen.

5.3 Toevoeging van vijf koppelpunten aan vier krukhoeken¹⁾

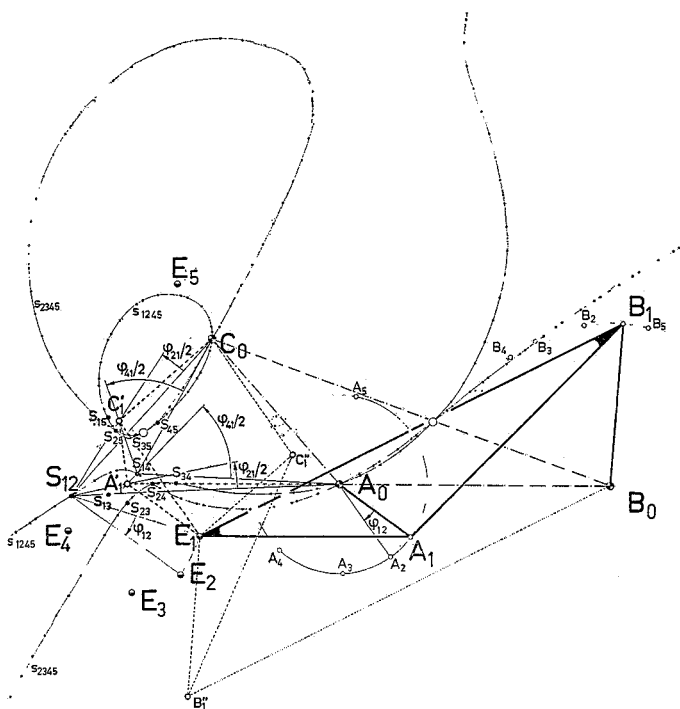
Opgave: Construeer de stangenvierzijde, als vijf koppelpunten E_1, E_2, E_3, E_4 en E_5 gegeven zijn en bovendien de overeenkomstige door de kruk doorlopen hoeken $\sphericalangle A_1A_0A_2 = \varphi_{12}, \sphericalangle A_1A_0A_3 = \varphi_{13}, \sphericalangle A_1A_0A_4 = \varphi_{14}$ en $\sphericalangle A_1A_0A_5 = \varphi_{15}$.

Uitwerking: (zie figuur 81).

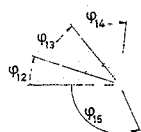
De constructie verloopt als volgt:

- a. Bepaal de S-kromme S_{1245} , die behoort bij de vier koppelpunten E_1, E_2, E_4 en E_5 en bij de drie hoeken $\varphi_{12}, \varphi_{14}$ en φ_{15} .
- b. Bepaal vervolgens de S-kromme S_{2345} , die behoort bij de vier koppelpunten E_2, E_3, E_4 en E_5 en bij de drie hoeken $\varphi_{23}, \varphi_{24}$ en φ_{25} .

¹⁾ Freudenstein F. en Sandor G. N.: „Synthesis of Path Generating Mechanisms by means of a Programmed Digital Computer”, Trans. ASME Series B, Journal of Engineering for Industry 80 (1959) May, p. 159-168.



gegeven: 5 posities van het koppelpunt E
4 bijbehorende krukhoeken φ



81.

- c. Kies A_0 in een van de reële snijpunten van de beide S-krommen, die niet samenvallen met S_{24} , S_{25} en S_{45} . Dit aantal snijpunten is ten hoogste vier, te weten 3×3 , verminderd met de twee isotrope punten, waardoor de krommen gaan en de drie hiervoor genoemde punten S_{24} , S_{25} en S_{45} .
- d. Bepaal het punt A_1' met de condities:

- e. Neem het punt C_0 , dat een hoekpunt is van de gesteldriehoek $A_0B_0C_0$, in een van de nog resterende snijpunten van de beide S-krommen. Voor de keuze van het punt C_0 zijn ten hoogste drie reële punten aanwijsbaar.
- f. Bepaal het punt C_1' met de condities:
 $\angle A_0S_{12}A_1' = \varphi_{21}/2$ en $\angle A_0S_{13}A_1' = \varphi_{31}/2$ en ga na of inderdaad $\angle A_0S_{14}A_1' = \varphi_{41}/2$ en $\angle A_0S_{15}A_1' = \varphi_{51}/2$.
- g. Construeer het parallellogram $A_0A_1E_1A_1'$.
- h. Bepaal het gestelpunt B_0 met de conditie:
 $\triangle A_1'E_1C_1' \sim \triangle A_0B_0C_0$.
- i. Bepaal het punt B_1 met de conditie:
 $\triangle A_1'E_1C_1' \sim \triangle A_1B_1E_1$.
- j. De gezochte stangenvierzijde is $\square A_0A_1B_1B_0$; de koppel-driehoek is $\triangle A_1B_1E_1$.

Opn.: Een tweede oplossing van het vraagstuk wordt onmiddellijk gevonden, indien de constructie wordt vervolgd met:

- k. Construeer het parallellogram $C_0C_1'E_1C_1''$ en het parallellogram $B_0B_1E_1B_1''$.
- l. De vierzijde $C_0C_1''B_1''B_0$ met de koppeldriehoek $C_1''B_1''E_1$ is dan een tweede oplossing van het vraagstuk. Daarbij doorloopt de kruk C_0C_1' de gevraagde hoeken. De twee aan elkaar toegevoegde oplossingen maken deel uit van de configuratie van Roberts.

Het aantal oplossingen is maximaal gelijk aan

$$2 \cdot \frac{4 \cdot 3}{2} = 12,$$

dat optreedt, indien de twee S-krommen elkaar in vier reële Burmester-centra snijden. Snijden de beide S-krommen elkaar in slechts twee reële Burmestercentra, dan is het aantal oplossingen teruggebracht tot twee. Zij alle Burmester-centra complex, dan is er geen enkele oplossing. Er zijn dus nul, twee of twaalf oplossingen van het vraagstuk. Dit aantal is in alle gevallen even, doordat bij iedere oplossing een toegevoegde oplossing met behulp van de configuratie van Roberts te vinden is.

(wordt vervolgd)

WIJ ONTVINGEN

Trends in tanker transportation
 In dit rapport, uitgegeven door de Koninklijke /Shell Groep Nederland, wordt een indruk gegeven van de invloed van de huidige economische en technische ontwikkeling van het vervoer van ruwe olie per tankschip op de samenstelling en de omvang van de Shelltankervloot.

Gereedschapsleer voor de werktuigbouw
 deel 1 door: J. N. Muiser en W. P. van Winsum. Uitgave: N.V. Uitgeversmaatschappij A.E.E. Kluwer, Deventer;

261 pagina's; prijs: f 16.50.

Dit boek, dat gebruikt kan worden bij het uitgebreid technische onderwijs, legt het accent op de bewerkingen die met de verschillende gereedschapswerktuigen kunnen worden uitgevoerd.

Jaarverslag 1966

VEG-Gasinstituut, 39 pagina's. Na een algemeen overzicht geeft deze uitgave o.a. een verslag van de werkzaamheden, een financieel verslag, bedrijfsgegevens, publikaties van het VEG-Gasinstituut.

NIEUWE NORMEN

Thans is als definitieve norm verschenen NEN 3034 „Keuring van tuinslangen vervaardigd uit polyvinylchloride”

Ingevolge deze norm, opgesteld door normcommissie 64 (Kunststoffen), moeten de slangen voldoen aan eisen voor uiterlijk, binnenmiddellijn, wanddikte, weerstand tegen inwendige druk, rekbaarheid, vormvastheid, weekmakerverlies, buigbaarheid bij lage temperatuur en kleurechtheid. Behalve de exacte gegevens over deze eisen vermeldt NEN 3034 hiervoor ook de methoden van keuring. De norm, die een goede kwaliteit voor bedoelde PVC-tuinslangen beoogt, is verkrijgbaar bij het Nederlands Normalisatie-instituut, Polakweg 5 te Rijswijk (Z.H.) tegen de prijs van f 1,75 per stuk voor contribuanten, onderwijsinstellingen en studerende en f 7,— per stuk voor overige bestellers.