

# Het ontwerpen van een dubbelkrukmechanisme met gegeven verhouding aan de uitgang

**Citation for published version (APA):**

Dijksman, E. A. (1963). Het ontwerpen van een dubbelkrukmechanisme met gegeven verhouding aan de uitgang. *De constructeur*, 2(6), 117-119.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1963

**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](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

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

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

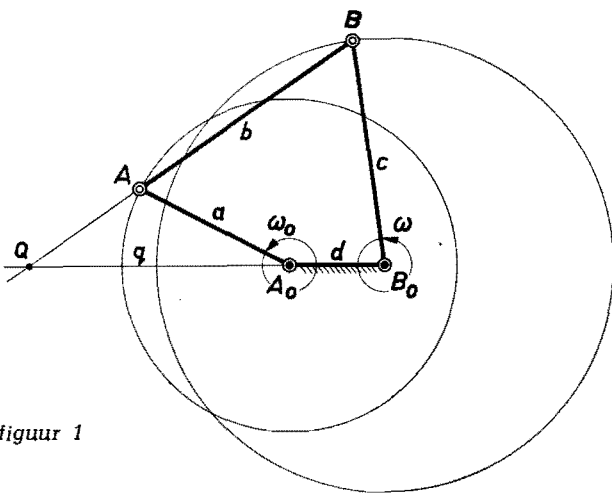
providing details and we will investigate your claim.

## Het ontwerpen van een dubbelkrukmechanisme met gegeven verhouding aan de uitgang

Drs. E. A. Dijkman

Sectie Mechanismen Technische Hogeschool te Eindhoven.

Een stangenvierzijde (abcd), waarbij zowel de uitgangsschakel c als de ingangsschakel a een volle omwenteling ten opzichte van het gestel kan maken en dubbelkrukmechanisme wordt genoemd, is bij uitstek geschikt om een *gelijkmatige* rotatiebeweging in een *ongelijkmatige* om te zetten (zie figuur 1).



figuur 1

De hoeksnelheid  $\omega$  van de afgeleide rotatiebeweging wordt tijdens een omwenteling eenmaal maximaal en eenmaal minimaal. Daarbij wordt de hoek, die de secundaire kruk c, in elk van deze extreme „hoeksnelheidsposities”, met het gestel maakt, aangeduid door  $\psi_{\max}$  resp.  $\psi_{\min}$ .

Het probleem, dat hier aan de orde gesteld wordt, is het bepalen van de afmetingen van de stangenvierzijde, wanneer de verhouding  $\omega_{\max}/\omega_{\min}$  gegeven is, alsmede de hoek ( $\psi_{\max}-\psi_{\min}$ ), die de kruk c doorloopt om van de minimale naar de maximale hoeksnelheidspositie te komen.

Zoals reeds in een vorig artikel <sup>1)</sup> is afgeleid, is de overbrengingsverhouding

$$i = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{QA_0}{QB_0} \quad (1)$$

(Zie figuur 1),

II (1963) c 6

Een symmetrisch dubbelkrukmechanisme, dat aan één zijde gelijkmatig wordt aangedreven, wordt berekend door uit te gaan van een gegeven verhouding tussen de maximaal en de minimaal optredende hoeksnelheid van de uitgangsschakel.

Daarbij kan de hoekverdraaiing, die de uitgangsschakel doorloopt om van de minimale naar de maximale hoeksnelheidspositie te komen, nog vrij worden gekozen.

Het probleem blijkt te kunnen worden teruggebracht tot het oplossen van een derdegraads vergelijking.



$$\text{Zodat } i_{\max} = \frac{\omega_{\max}}{\omega_0} = \frac{Q_{\max}A_0}{Q_{\max}B_0} \text{ en } i_{\min} = \frac{\omega_{\min}}{\omega_0} = \frac{Q_{\min}A_0}{Q_{\min}B_0}$$

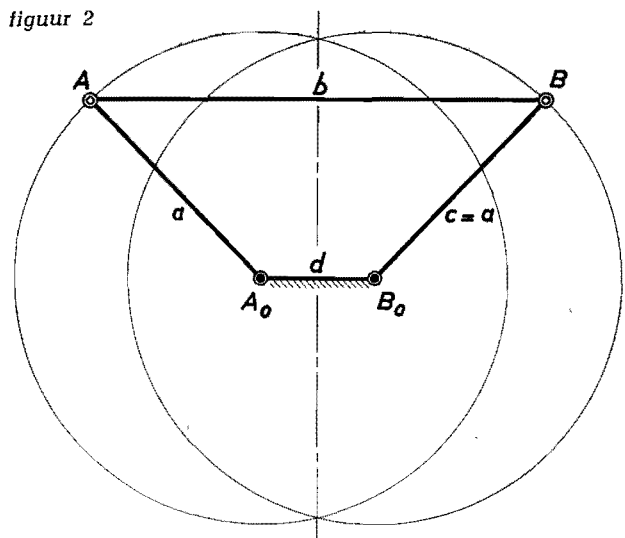
Bepikt men zich tot *symmetrische* dubbelkrukmechanismen, waarbij  $a = c$ , dan zijn de 2 standen, waarbij de collineaties PQ eenzelfde hoek met de koppelstang b maakt ten opzichte van de symmetrielijn elkaars spiegelbeeld (zie de figuren 2 en 3). In het bovengenoemde artikel <sup>1)</sup> is ook afgeleid, dat extreme overbrengingsverhoudingen slechts dan optreden, wanneer  $PQ \perp b$ , waarbij in dit geval  $Q_{\max}$  en  $Q_{\min}$  dan nog elkaars spiegelbeeld zijn <sup>2)</sup> (zie figuur 3).

Omdat voor het linker collineatiepunt de verhouding  $QA_0/QB_0$  kleiner is dan 1 en voor het rechter collineatiepunt groter dan 1, ligt  $Q_{\min}$  links van de symmetrielijn en  $Q_{\max}$  rechts daarvan in de figuur. Gegeven is de verhouding

$$\frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}} = \frac{\omega_{\max}/\omega_0}{\omega_{\min}/\omega_0} = \frac{Q_{\max}A_0/Q_{\max}B_0}{Q_{\min}A_0/Q_{\min}B_0} = \frac{q+d}{q} = \left(1 + \frac{d}{q}\right)^2,$$

zodat  $\frac{d}{q} = \left(\frac{\omega_{\max}}{\omega_{\min}}\right)^{1/2} - 1$  als een gegeven grootte p kan worden beschouwd.

figuur 2



Blijkens figuur 3 is  $\psi_{\max} - \psi_{\min} = \sphericalangle B_1 B_0 B_2 =$   
 $\sphericalangle A_1 A_0 A_2 = \varphi_{\max} - \varphi_{\min} = \sphericalangle A_1 A_0 B_0 +$   
 $\sphericalangle A_0 B_0 B_1 = |\varphi_{\min}| + |\psi_{\min}| = \alpha + \beta = \gamma.$

De beide gegevens  $p$  en  $\gamma$  hebben nu alleen betrekking op één der beide bijzondere posities van de stangenvierzijde. Beide posities zijn in één figuur 3 getekend, waarbij de volgende notaties zijn te vermelden:

$\overline{Q_{\min} A_0} = q, \overline{A_0 B_0} = d, \overline{A_1 A_0} = a, \overline{B_1 B_0} = c = a,$   
 $\overline{Q_{\min} P_1} = x, \overline{A_0 P_1} = s, \sphericalangle A_1 A_0 B_0 = \alpha, \sphericalangle A_0 B_0 B_1 =$   
 $= \beta, \sphericalangle A_1 Q_{\min} P_1 = \chi, \overline{Q_{\min} B_1 B_0} = \chi - \beta$   
 $\sphericalangle B_1 P_1 Q_{\min} = 90^\circ - \chi + \beta, \sphericalangle Q_{\min} P_1 A_0 = 90^\circ$   
 $- \alpha + \chi, \sphericalangle A_0 P_1 B_0 = \alpha - \beta$  en  $\sphericalangle A_0 A_1 Q_{\min} =$   
 $\alpha - \chi.$

$$\text{In } \Delta A_0 B_0 P_1: \frac{d}{s} = \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin \beta} \quad (5)$$

$$\text{In } \Delta A_0 P_1 Q_{\min}: \frac{s}{x} = \frac{\cos \chi}{\sin \alpha} \quad (6)$$

De betrekkingen (2) en (3) geven samen de relatie

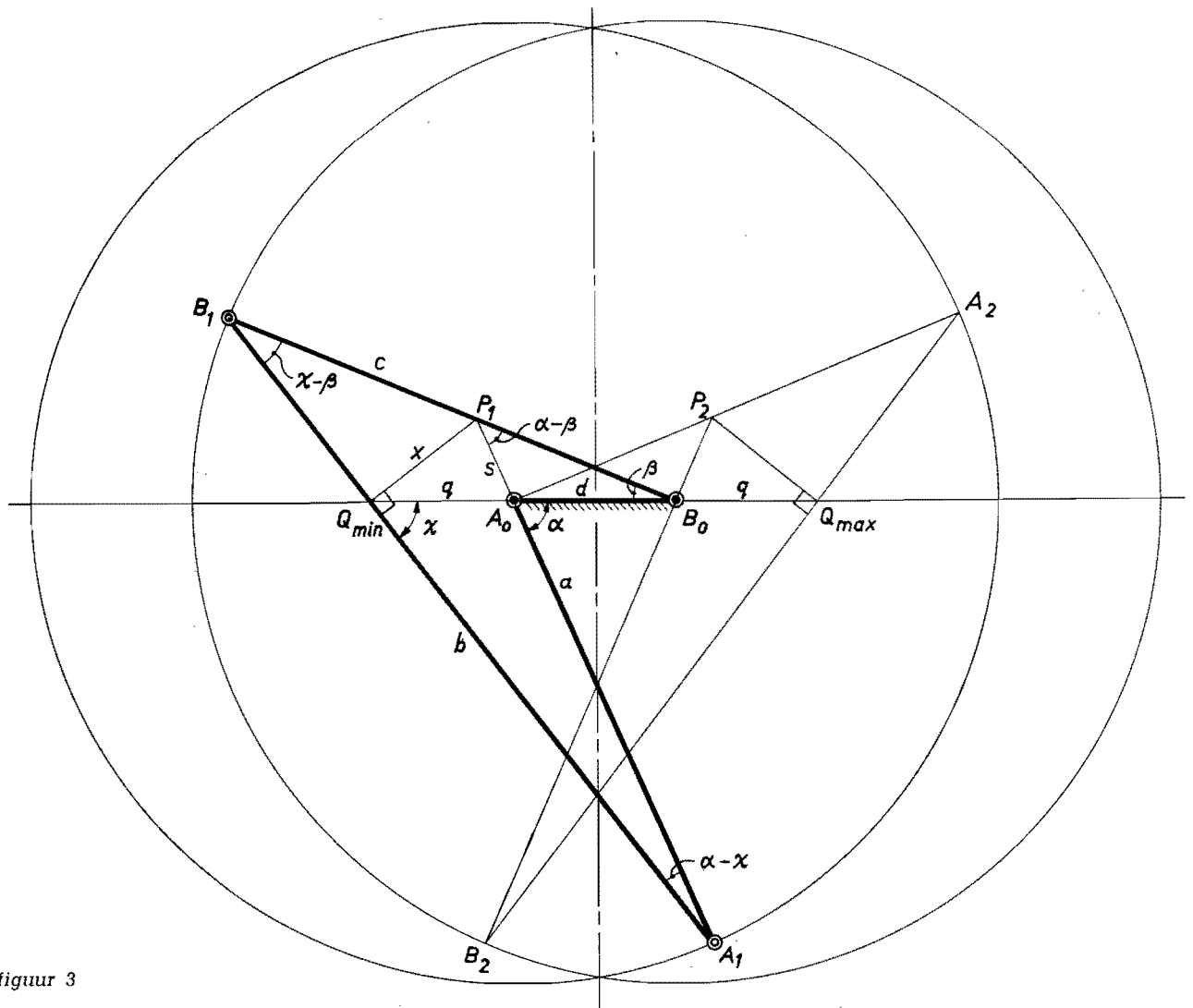
$$1 + p = \frac{q + d}{q} = \frac{\sin(\chi - \beta)}{\sin(\alpha - \chi)} \quad (7)$$

De betrekkingen (4), (5) en (6) geven

$$p \cdot \frac{\cos(\alpha - \chi)}{\cos \chi} = \frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin \beta} \quad (8)$$

Zowel uit (7) als uit (8) kan  $\tan \chi$  worden opgelost met als resultaat

$$\frac{\sin(\alpha - \beta)}{p \cdot \sin \alpha \sin \beta} - \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \tan \chi = \frac{(p + 1) \sin \alpha + \sin \beta}{(p + 1) \cos \alpha + \cos \beta} \quad (9)$$



figuur 3

In de volgende driehoeken wordt achtereenvolgens de sinusregel toegepast:

$$\text{In } \Delta B_0 B_1 Q_{\min}: \frac{a}{q + d} = \frac{\sin \chi}{\sin(\chi - \beta)} \quad (2)$$

$$\text{In } \Delta A_0 A_1 Q_{\min}: \frac{a}{q} = \frac{\sin \chi}{\sin(\alpha - \chi)} \quad (3)$$

$$\text{In } \Delta A_0 P_1 Q_{\min}: \frac{x}{q} = \frac{\sin \alpha}{\cos(\alpha - \chi)} \quad (4)$$

hierin dient  $\alpha + \beta = \gamma$  als gegeven te worden beschouwd.

Vervangt men in (9) de hoek  $\beta$  door  $(\gamma - \alpha)$ , dan komt er na enige omwerking

$$\frac{1}{p \tan(\gamma - \alpha)} - \frac{p + 1}{p \tan \alpha} = \frac{(p + 1 - \cos \gamma) \tan \alpha + \sin \gamma}{\sin \gamma \tan \alpha + (p + 1 + \cos \gamma)} \quad (10)$$

Na uitwerking blijkt dit een 3e-graads vergelijking in  $\tan \alpha$  te zijn.

$$\begin{aligned}
& (p(p+1 - \cos \gamma) + \sin \gamma \tan \gamma) \tan^3 \alpha + \\
& + ((1-p^2) \tan \gamma + 3(p+1) \sin \gamma) \tan^2 \alpha + \\
& + ((p+2)(p+1 + \cos \gamma) - (2p+1) \sin \gamma \tan \gamma) \cdot \\
& \tan \alpha - (p+1)(p+1 + \cos \gamma) \tan \gamma = 0 \quad (11)
\end{aligned}$$

Met gegeven  $p$  en  $\gamma$  kan hieruit de reële wortel worden bepaald en de hoek  $\alpha$  worden berekend. Vervolgens wordt  $\beta$  berekend met  $\beta = \gamma - \alpha$ . Daarmee kan met (9) ook de hoek  $\chi$  worden uitgerekend. Eén der lengteverhoudingen der stangenvierzijde kan nu met behulp van de volgende uit (3) afgeleide betrekking eenvoudig worden vastgesteld.

$$\frac{a}{d} = \frac{\sin \chi}{p \sin(\alpha - \chi)} \quad (12)$$

De sinusregel in  $\Delta B_1A_1P_1$  levert de relatie

$$\frac{s+a}{b} = \frac{\sin(\chi - \beta)}{\sin(\alpha - \beta)}$$

Wordt hieruit  $s$  geëlimineerd met behulp van (5), dan heeft men na enige omwerking een relatie, waarmee de lengteverhouding  $b/d$  uit de stangenvierzijde kan worden uitgerekend.

$$\frac{b}{d} = \frac{\sin \beta + \frac{a}{d} \sin(\alpha - \beta)}{\sin(\chi - \beta)} \quad (13)$$

#### Rekenvoorbeeld

Als rekenvoorbeeld wordt genomen het geval, dat  $\omega_{\max}/\omega_{\min} = 4$  en  $\psi_{\max} - \psi_{\min} = 90^\circ$ .

Vergelijking (11) krijgt met  $\gamma = 90^\circ$  de gedaante  $\tan^3 \alpha + (1-p^2) \tan^2 \alpha - (2p+1)(\tan \alpha - (p+1)^2) = 0$ .

Met  $p = 1$  wordt dit  $\tan^3 \alpha - 3 \tan \alpha - 4 = 0$ .

Hieraan voldoet  $\tan \alpha = (2 + \sqrt{3})^{1/3} + (2 - \sqrt{3})^{1/3} = 2,19582$ , zodat  $\alpha = 65^\circ 31'$ .

Met behulp van de aangewezen betrekkingen vindt men achtereenvolgens

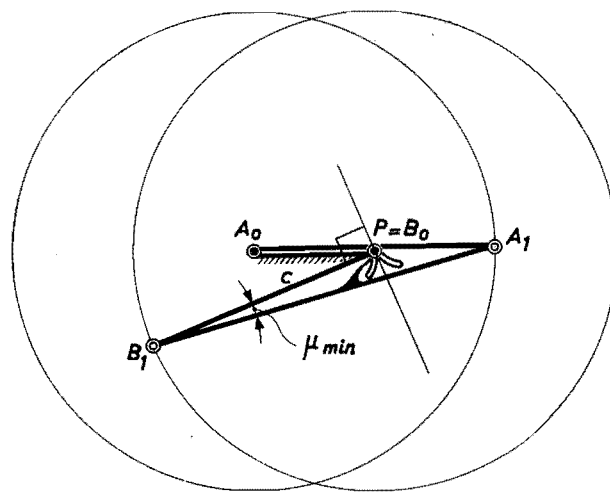
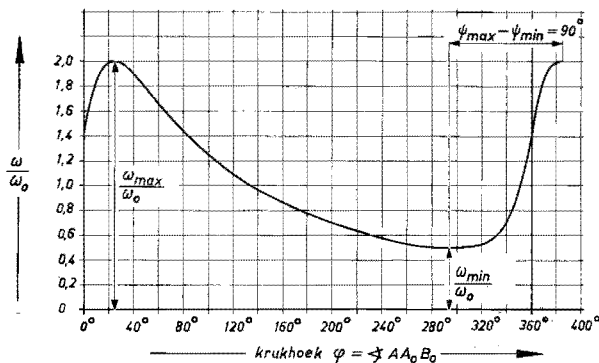
$$\beta = 24^\circ 29', \quad \chi = 52^\circ 07', \quad \frac{a}{d} = 3,406 \quad \text{en} \quad \frac{b}{d} = 5,715.$$

Het gehele verloop van de hoeksnelheidsverhouding  $\omega/\omega_0$  is in figuur 4 als functie van de krukhoek  $\varphi = \sphericalangle AA_0B$  getekend.

Omdat bij dit symmetrische mechanisme  $\psi_{\max} - \psi_{\min} = \varphi_{\max} - \varphi_{\min}$  kan dit hoekverschil ook in deze grafiek worden aangegeven.

Tenslotte dient te worden opgemerkt, dat bij dit mechanisme, in de stand, waarbij de kruk  $AA_0$  het

figuur 4



figuur 5

gestel voor een deel overlapt, de hoek  $\mu_{\min}$  tussen de koppelstang en de secundaire kruk  $c$  te klein uitvalt, waardoor een extra voorziening zal moeten worden getroffen, om de krachtoverdracht aan de secundaire kruk ook in deze positie te waarborgen (zie figuur 5). Dit kan worden uitgevoerd door de baan van een koppelpunt in de omgeving van de kritieke positie te verwezenlijken en dit punt te dwingen deze baan te laten volgen.

Teneinde de lengte van deze baan zo kort mogelijk te houden, wordt het koppelpunt in de pool van deze kritieke situatie gekozen. Bovendien doorloopt juist dit met de koppelstang meebewegend punt een keerpunt in zijn baan, waardoor een V-vormige uitstulping dienst kan doen om daarin een bewegende pen te kunnen opvangen. In de getekende kritieke situatie van figuur 5 bevindt de pool zich juist ter plaatse van het vaste draaipunt  $B_0$ .

#### Literatuur

1. E. A. Dijkman: „Bepaling van de hoeksnelheid en de hoekversnelling van de secundaire stang  $c$  bij regelmatige aandrijving van de kruk  $a$  van een stangenvierzijde (abcd)”, de constructeur, jrg. 2, mei 1963.
2. Leo Hagedorn: „Konstruktive Getriebelehre“ blz. 90, Hermann Schroedel Verlag K.G. Hannover (1960).

#### Wervelstroompompen

Het principe van de wervelstroompomp wordt verklaard in het *Polytechnisch tijdschrift*, editie A, 17 (1962) nr. 5, p. 215a. Verder behandelt het *P.T.* 18 (1963) nr. 1, p. 30a en 31a de drie typen van de machinefabriek Gebr. Stork en Co. N.V. te Hengelo.

#### Kunststoffen als kit- en reparatiemateriaal voor metalen

Sedert men over kunststoffen beschikt, die zich op metallisch materiaal bijzonder goed hechten en zowel bij gewone temperatuur als warm gehard kunnen worden, staat de aanmaak van gietbare of pastavormige kunststof-substanties voor het vastkitten of repareren van fouten of beschadigingen aan metalen werkstukken niets meer in de weg. Vooropgesteld zij dat een goede hechting aan het werkstuk, een krimprijke harding en een verregaande sterkte van het kitmateriaal als eisen moeten gelden. (*Das Industrieblatt* 62 (1962) nr. 11, p. 676, 677).