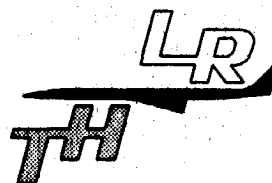
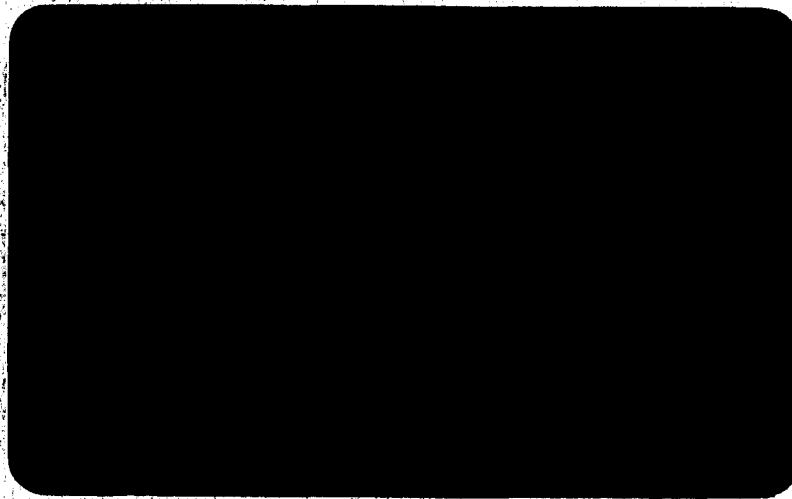


TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT

LUCHTVAART- EN RUIMTEVAARTTECHNIEK



TECHNISCHE HOGESCHOOL DELFT
Afdeling der Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek

Memorandum M-346

IJkrapport trekstangen belastingjuk t.b.v.
thermische proeven ARIANE-panelen.

door

B. Dijkshoorn

voortgangsrapport 5

Project C2.05.78.03

november 1979

Delft - Nederland

SAMENVATTING

Dit rapport beschrijft de meetplaats en de rekstrookposities op de trekstangen ϕ 24 voor het belastingjuk t.b.v. de thermische proeven op het ARIANE-paneel.

Van alle 4 de trekstangen worden de ijkgrafieken gegeven voor het meet-sig-naal uit de rekstrookbrug als functie van de belasting van de trekstang.

INLEIDING

De 4 trekstangen ϕ 24 worden van een geschikte meetplaats voorzien door het infraizen van twee evenwijdige meetvlakken op een onderlinge afstand van 18 mm (zie fig. 1). De rekstroken 1 t/m 4 zijn de actieve rekstroken, de rekstroken 5 t/m 8 de zgn. dummies.

Omdat de rekstroken maar een beperkte stroom mogen voeren kan maar een spanning van ca 1.5 V over een rekstrook met $R = 120 \Omega$ aangebracht worden.

Door in de brug van Wheatstone volgens fig. 2 in iedere tak 2 rekstroken in serie op te nemen kan de brugspanning U_b opgevoerd worden tot $U_b = 6$ V.

Door de serieschakelingen 1 en 2, 3 en 4, 5 en 6, 7 en 8 wordt de invloed van staafbuiging geëlimineerd zoals zal worden aangetoond.

Door het lijmen van de dummies op de proefstaaf worden ook de 1e orde termen van de temperatuursinvloed geëlimineerd. Dit is alleen het geval als de staaf een gelijkmatige temperatuursverandering ondergaat.

Om hier zorg voor te dragen wordt de meetplaats van de staven met plastic omwikkeld, vervolgens wordt de gehele staaf met een laag glaswol van 15 mm dik omgeven, om deze glaswollaag worden enkele lagen aluminiumfolie gewikkeld. Door deze maatregelen kan verwacht worden dat de staven vrij gelijkmatig in temperatuur zullen stijgen tijdens de thermische proeven.

MEETSIGNAAL UIT DE REKSTROKEN

Wordt in fig. 2 een brugspanning U_b aangelegd dan zal aanvankelijk het meetsugnaal $U_{\text{blauw}} - U_{\text{geel}} = 0$ zijn.

Definieer nu de volgende grootheden:

U_b = brugspanning

R = rekstrookweerstand onbelast bij aanvangstemperatuur

ΔR = weerstandsverandering van de rekstrook

$k = (\Delta R/R)/(\Delta l/l) = k\text{-factor} = \text{specifieke weerstandsverandering/specifieke rek (isotherm)}$

$\epsilon_N = \text{specifieke rek door de normaalkracht op de meetplaats}$

$\epsilon_B = \text{specifieke rek door het buigend moment op de meetplaats}$

$\nu = \text{coëfficiënt van dwarscontractie}$

$f_1 = (\epsilon_N)_{\text{dummy}}/\epsilon_N = \text{normaalkrachtrek t.p.v. dummy/normaalkrachtrek t.p.v. meetplaats}$

$f_2 = (\epsilon_B)_{\text{dummy}}/\epsilon_B = \text{buigrek t.p.v. dummy/buigrek t.p.v. meetplaats}$

$g = \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial T} = \text{temperatuurcoëfficiënt van de rekstrook}$

Onder invloed van normaalkracht, buiging en temperatuuroename T worden nu de weerstanden als volgt:

$$R_1 = R [1 + k(\epsilon_N + \epsilon_B) + gT]$$

$$R_2 = R [1 + k(\epsilon_N - \epsilon_B) + gT]$$

$$R_3 = R [1 + k(\epsilon_N + \epsilon_B) + gT]$$

$$R_4 = R [1 + k(\epsilon_N - \epsilon_B) + gT]$$

$$R_5 = R [1 - \nu k(f_1 \epsilon_N + f_2 \epsilon_B) + gT]$$

$$R_6 = R [1 - \nu k(f_1 \epsilon_N - f_2 \epsilon_B) + gT]$$

$$R_7 = R [1 - \nu k(f_1 \epsilon_N + f_2 \epsilon_B) + gT]$$

$$R_8 = R [1 - \nu k(f_1 \epsilon_N - f_2 \epsilon_B) + gT]$$

Stel nu dat $U_{\text{bruin}} = U_b$ en $U_{\text{zwart}} = 0$, dan kan worden berekend dat:

$$U_{\text{blauw}} = U_b \frac{R_3 + R_4}{R_3 + R_4 + R_7 + R_8} = U_b \frac{2 + 2k \epsilon_N + 2 gT}{4 + 2k(1 - \nu f_1) \epsilon_N + 4 gT}$$

$$U_{\text{geel}} = U_b \frac{R_5 + R_6}{R_1 + R_2 + R_5 + R_6} = U_b \frac{2 - 2k \nu f_1 \epsilon_N + 2 gT}{4 + 2k(1 - \nu f_1) \epsilon_N + 4 gT}$$

$$\text{Meetsignaal} = U_{\text{blauw}} - U_{\text{geel}} = U_b \frac{2k(1 + \nu f_1) \epsilon_N}{4 + 2k(1 - \nu f_1) \epsilon_N + 4 gT}$$

$$= U_b \left[\frac{k}{2} (1 + \nu f_1) \epsilon_N - \frac{k^2}{4} (1 - \nu^2 f_1^2) \epsilon_N^2 - \frac{k}{2} (1 + \nu f_1) gT \epsilon_N \right]$$

Uit dit resultaat blijkt duidelijk dat de gelineariseerde term

$$U_b \frac{k}{2} (1 + \nu f_1) \epsilon_N$$

alleen de rek uit normaalkracht bevat, dus evenredig is met de trekkracht N in de trekstang. Wel mag invloed verwacht worden van de faktor $k = k(T)$, de temperatuur afhankelijkheid van de k-factor. Deze invloed is echter zeer gering zoals blijkt uit de rekstrookgegevens.

REKSTROOKGEGEVENS

Fabrikant: Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

type: 10/120 LY 11

Rekstrook is gecompenseerd voor $\alpha = 11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ (staal)

Weerstand $R = 120.0 \Omega \pm 0.2\%$

k-factor $2.06 \pm 1.0\%$

Temperatuurcoëfficiënt van de k-factor: $59 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

IJKEN VAN DE 4 TREKSTANGEN

In fig. 3 is geschetst de opstelling gebruikt voor het ijken van de 4 trekstangen. In serie met de trekstang is opgenomen een ijkbeugel met micro-meter geleverd door de firma WAZAU in Berlijn. De ijkbeugel is geschikt voor het meten van krachten tot 10 tonf. Om deze ijkbeugel in het circuit te kunnen opnemen zijn een aantal verloopstukken en andere hulpstukken gemaakt. De resultaten van de ijkingen zijn gegeven in de tabellen 1 t/m 4.

Opgemerkt kan worden dat de uitlezing van het meetsignaal geschied is met de NLS-voltmeter in de stand DC10.

Trekstang 1 heeft op een traject van 0-2000 kgf een niet-lineaire afwijking van -4 kgf tot +3 kgf en een maximale spreiding -3 kgf tot +3 kgf.

Trekstang 2 heeft op een traject van 0-2000 kgf een niet-lineaire afwijking van -5.5 kgf tot + 3 kgf en een maximale spreiding van -3 kgf tot +3.5 kgf.

Trekstang 3 heeft op een meettraject van 2000 kgf een niet-lineaire afwijking van -5 kgf tot +2.5 kgf en een maximale meetfout van -4 kgf tot +2 kgf.

Trekstang 4 heeft op een meettraject van 2000 kgf een niet-lineaire afwijking van -3.5 kgf tot +4.5 kgf en een maximale meetfout van -2 kgf tot +2 kgf.

CONCLUSIES

Uit de ijking van de 4 trekstaven is gebleken dat op een meettraject van 0-2000 kgf de niet-lineariteit beter was dan $-3^{\circ}/\infty$ tot $+2.5^{\circ}/\infty$ en de meetwaarden beter reproduceerden dan $-2^{\circ}/\infty$ tot $+2^{\circ}/\infty$.

De meetbrug is zodanig ingericht dat deze zichzelf compenseert voor buiging van de staven en een gelijkmatige temperatuurverandering van de staaf.

De k-factor van de rekstroken heeft een temperatuur coëfficiënt van $59 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$.

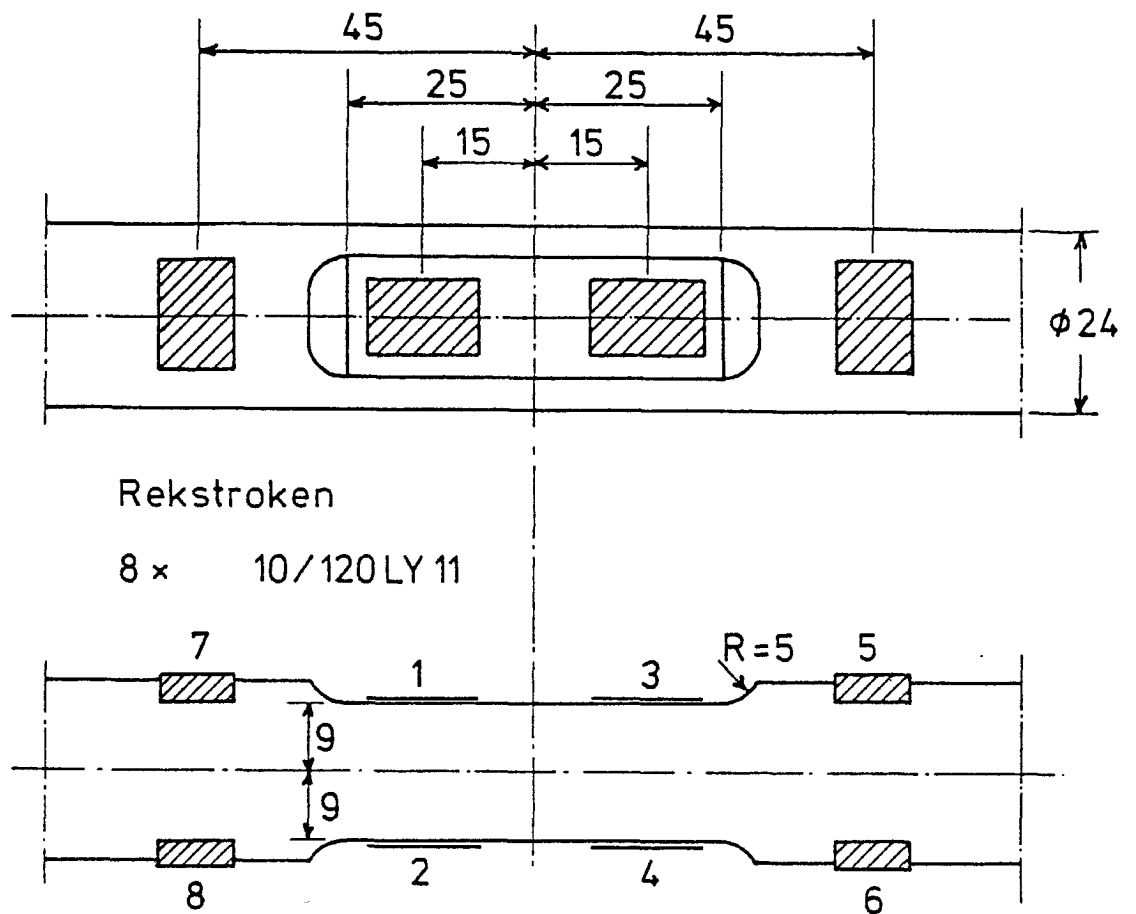


Fig. 1 Meetplaatsen op de trekstangen

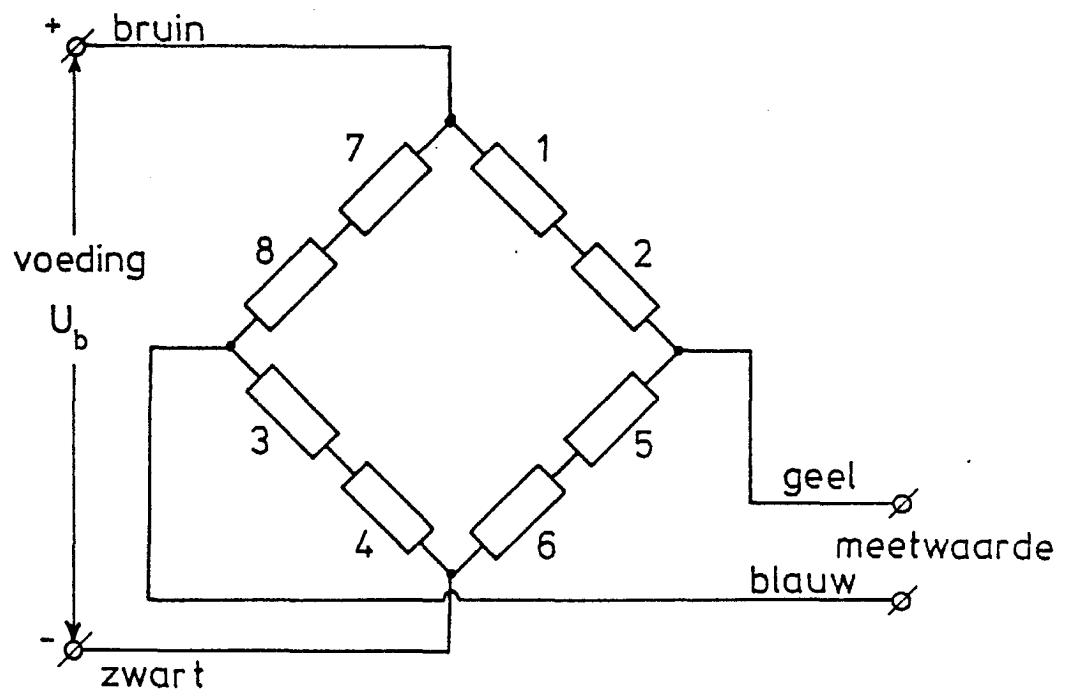


Fig. 2 Schakelschema rekstroken op de meetplaats

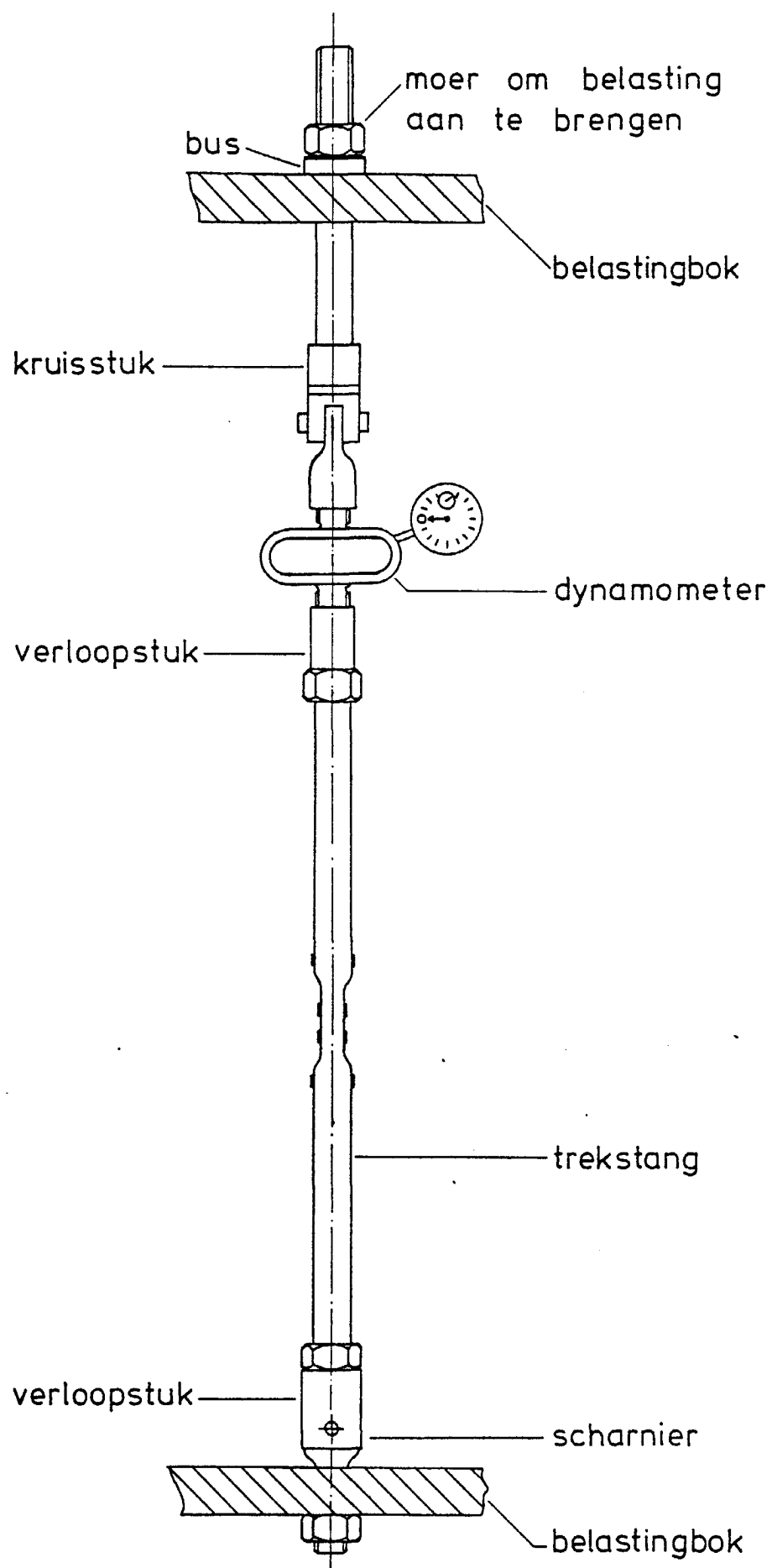


Fig. 3 IJkopstelling trekstangen

Memorandum 346



60142051096