



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO

Análise Comparativa para a Avaliação das Deformações Elásticas em Lâminas de Curvatura Reversa Sujeitas a Grandes Flexionamentos

OTTO ALFREDO REHDER

SÃO CARLOS
2020

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ELETRICIDADE

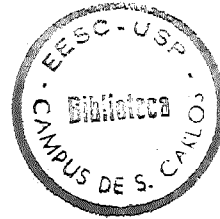
ANÁLISE COMPARATIVA PARA A AVALIAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES ELÁSTICAS EM LAMINAS
DE CURVATURA REVERSA SUJEITAS A GRANDES FLEXIONAMENTOS.

Dr. Ing. OTTO ALFREDO REHDER

POSTILA
271a

Seção de Publicações

-1978-



ANÁLISE COMPARATIVA PARA A AVALIAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES ELÁSTICAS EM LAMINAS DE CURVATURA REVERSA SUJEITAS A GRANDES FLEXIONAMENTOS. -.-.-.-.-

Um novo método de avaliação de deformações elásticas em lâminas de curvatura reversa é proposto para permitir um cálculo experimental destas lâminas durante o seu flexionamento.

Cita-se também as lâminas compostas de varios materiais de grande resistência elástica e de grande flexionamento.

EIN VERGLEICHVERFAHREN FÜR EINE BEWERTUNG DER ELASTISCHEN VERFORMUNGEN AN LAMELLEN MIT UMGEKEHRTE KRÜMMUNG UND GROSSER DURCH-BIEGUNG. -.-.-.-.

Ein neues Verfahren für eine Bewertung der elastischen Verformungen an Lamellen mit umgekehrte Krümmung wird vorgeschlagen damit eine experimentelle Berechnung dieser Lamellen während Ihre Durch-biegung möglich ist. Die zusammengesetzten Lamellen mit verschiedene hochverfestigte Werkstoffe und grosse Durch-biegunge werden auch erwähnt.

COMPARATIVE ANALYSIS FOR THE EVALUATION OF PLASTIC DEFORMATIONS IN SLABS WITH REVERSE CURVATURE SUBJECT TO LARGE FLEXING. -.-.-.-.-

A new method of evaluating plastic deformations in slabs with reverse curvature is proposed, to permit an experimental calculation of these slabs during flexing.

Slabs composed of diverse materials of great elasticity and of great flexing are also brought up.

ANALISE COMPARATIVA PARA A AVALIAÇÃO DAS DEFORMAÇÕES ELÁSTICAS
EM LAMINAS DE CURVATURA REVERSA SUJEITAS A GRANDES FLEXIONAMENTOS

1. INTRODUÇÃO E MOTIVAÇÃO

O comportamento elástico de laminas retas e de grande curvatura, sujeitas a grandes flexionamentos, pode ser estudado por métodos clássicos, utilizando-se conceitos básicos de resistência dos materiais. No entanto, as laminas de qualquer curvatura inclusive reversa, sujeitas a grandes flexionamentos, torna o cálculo muito complexo e ainda desconhecido.

Como é de grande interesse conhecer o grau de deformação elástica ao longo da lamina de curvatura reversa, durante o flexionamento, para prevenir deformações exageradas locais as vezes até causadoras de ruptura, procura-se aqui um novo método de cálculo.

Após varios raciocínios chegou-se a conclusão em avaliar as deformações elásticas, analisando-se a variação de curvatura ao longo da lamina em varios estágios de flexionamento, isto é, um cálculo experimental baseado numa lamina de teste. Necessita-se assim, de uma lamina de teste que ao ser flexionada em vários estágios, permite registrar em cada estágio a sua curvatura para o posterior cálculo das deformações elásticas.

O método procura localizar ao longo da lamina as secções transversais onde atuam as máximas tensões superficiais durante o flexionamento. Caso a deformação elástica local for exagerada, pode-se na construção de uma nova lamina reforçar a respectiva secção para diminuir o flexionamento e consequentemente a tensão local. Portanto, o método procura a curvatura de flexionamento que ocasiona a menor variação de deformação elástica superficial ao longo da lamina que só é possível por tentativas.

No entanto, apesar de ser um método trabalhoso, é atualmente o único meio proposto para diminuir exageros de deformações elásticas superficiais ao longo da lamina de curvatura reversa, durante o flexionamento para a construção ou projeto de novas laminas.

2. DEMONSTRAÇÃO DO MÉTODO ADOTADO ATRAVÉZ DA LINHA ELÁSTICA DE UMA VIGA RETA ENGASTADA.

Supõem-se aqui uma viga engastada de secção transversal constante, com carga concentrada na extremidade livre.

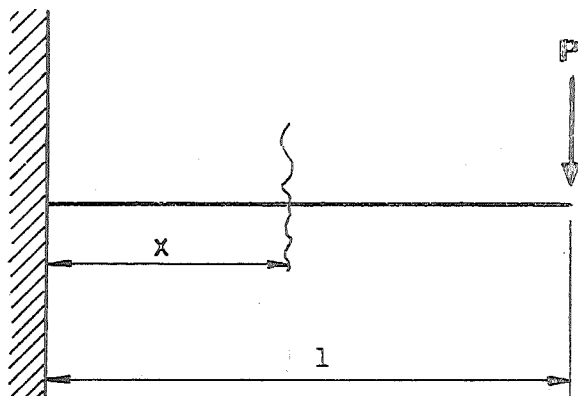


Fig. 1 - Viga engastada com carga concentrada.

A linha elástica é dada por

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M}{EJ} = +\frac{P(1-x)}{EJ} \quad (1)$$

Integrando-se esta equação tem-se a tangente correspondente

$$\operatorname{tg} \alpha = \int \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{dy}{dx} = \frac{P}{EJ} \left(lx - \frac{x^2}{2} \right) + C_1 \quad (2)$$

Para calcular a constante C_1 tem-se para o limite $x = 0 \rightarrow \operatorname{tg} \alpha = 0$, portanto, $C_1 = 0$.

Dividindo-se agora a viga em n partes iguais ao longo dela a n ésima tangente será

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \frac{P}{EJ} \left(lx_n - \frac{x_n^2}{2} \right) \quad (3)$$

Como se pretende determinar a variação de curvatura ao longo da viga calcula-se

$$\operatorname{tg} \alpha_{n+1} - \operatorname{tg} \alpha_n = \frac{P}{EJ} \left[l(x_{n+1} - x_n) - \left(\frac{x_{n+1}^2}{2} - \frac{x_n^2}{2} \right) \right] \quad (4)$$

más, para ângulos pequenos $\operatorname{tg} \alpha_{n+1} = \alpha_{n+1}$ e $\operatorname{tg} \alpha_n = \alpha_n$

Para analisar diversos estágios de flexionamento deve-se variar P , por exemplo, P_1 a P_2 . A variação de diferença de tangentes ou de ângulos conforme equação (4), com estas cargas permite escrever:

$$\Delta \alpha = \frac{P_2 - P_1}{EJ} \left[l(x_{n+1} - x_n) - \frac{x_{n+1}^2 - x_n^2}{2} \right] \quad (5)$$

Considerando-se agora uma espessura de viga $h = \text{constante}$, tem-se através da curvatura da linha elástica a deformação elástica superficial

$$\xi = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (6)$$

com $l_0 = x_{n+1} - x_n$ e $\Delta l = \alpha_{n+1} \left(R_2 + \frac{h}{2}\right) - \alpha_n \left(R_1 + \frac{h}{2}\right)$. Más,

$\alpha_{n+1} R_2 = \alpha_n R_1$ pois, os comprimentos das divisões ao longo da linha elástica permanecem iguais durante o flexionamento.

Substituindo-se e simplificando tem-se:

$$\xi = \frac{P_2 - P_1}{E J} \left[1 - \frac{x_{n+1} + x_n}{2} \right] \frac{h}{2} \quad (7)$$

A tensão superficial será então:

$$\sigma = E \xi = \frac{P_2 - P_1}{J} \left(1 - \frac{x_{n+1} + x_n}{2} \right) \frac{h}{2} \quad (8)$$

Para demonstrar esta expressão pode-se substituir o momento de inércia J considerando uma secção transversal retangular, $J = bh^3/12$, de onde

$$\sigma = \frac{P_2 - P_1}{\frac{b h^2}{6}} \left(1 - \frac{x_{n+1} + x_n}{2} \right) \quad (9)$$

o quociente $b h^2/6$ representa o momento equatorial W da expressão clássica para o cálculo da tensão máxima de uma viga em balanço, e como P_1 pode ser nulo e

$$\frac{x_{n+1} + x_n}{2} = x \quad \text{o cálculo esta demonstrado.}$$

3. APLICAÇÃO DO MÉTODO NUMA LAMINA DE CURVATURA REVERSA.

Supoem-se de início uma lamina de secção transversal constante, engastada numa das extremidades e flexionadas, por exemplo, em vários estágios por meio de uma carga convenientemente aplicada na outra extremidade.

Divide-se em seguida a lamina, ao longo do seu comprimento, em segmentos iguais e suficientemente pequenos, a fim de permitir uma aproximação da curvatura do segmento com a respectiva tangente. Esta divisão se repete nos diversos estágios.

O primeiro estágio deve corresponder a lamina sem flexionamento, portanto, sem carga e a variação de inclinação das tangentes consecutivas é expressa conforme fig. 1, por:

$$\Delta \alpha = \alpha_1 - \alpha_2 \quad (10)$$

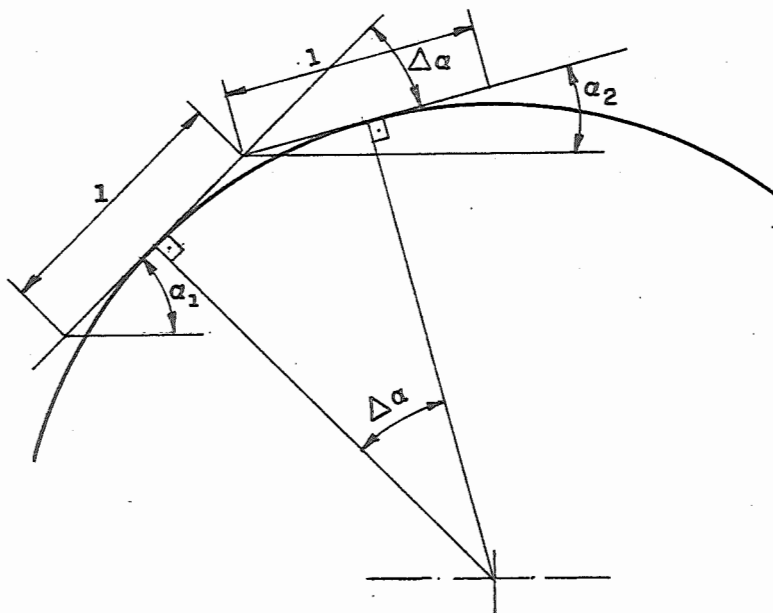


Fig. 2 - Divisão da curvatura da lamina e suas características geométricas.

O raio médio de concordâncias das tangentes pode ser expressa por:

$$R = \frac{R_1 + R_2}{2} \quad (11)$$

portanto o comprimento do segmento l é dado por:

$$\Delta \alpha R = l \quad (12)$$

Analisando-se agora o segundo estágio, isto é, o primeiro flexionamento, tem-se

$$\Delta \alpha' = \alpha'_1 - \alpha'_2 \quad (13)$$

cujo novo raio de curvatura R' permite também calcular o comprimento l

$$l = \Delta \alpha' R' \quad (14)$$

Admitindo-se uma espessura h constante na lamina e, considerando que a linha elástica se encontra no meio de h ao longo da lamina, pode-se determinar as deformações elásticas superficiais para o segmento l , cuja diferença entre o 1º e 2º estágio é expressa por:

$$\Delta l = \Delta \alpha' \left(R' + \frac{h}{2} \right) - \Delta \alpha \left(R + \frac{h}{2} \right) \quad (15)$$

Aqui analisa-se somente a superfície externa da lamina, onde se localizam as tensões de tração. A superfície interna também pode ser analisada, e dará o mesmo resultado em compressão.

Simplificando-se a expressão (15), lembrando-se que $\Delta \alpha R' = \Delta \alpha R = 1$, tem-se:

$$\Delta l = \frac{h}{2} (\Delta \alpha' - \Delta \alpha) \quad (16)$$

Esta diferença de deformação elástica superficial entre o 2º estágio e o 1º estágio em relação ao comprimento l fornece a deformação elástica superficial porcentual ξ que, com o conhecimento do módulo de elasticidade, permite o cálculo da tensão superficial.

Como se pretende analisar somente o comportamento relativo das tensões ao longo da lamina durante os seus varios estágios de flexionamento, pode-se evitar o cálculo das tensões e de ξ e analisar diretamente Δl .

Isto é perfeitamente justificável, pois, o segmento l é constante e o módulo de elasticidade geralmente também é constante ao longo da lamina. Naturalmente admite-se aqui que as secções transversais da lamina permanecem planas durante o flexionamento.

3.1. Aplicação do método numa lamina composta de fibra de vidro com resina epoxide e madeira.

A lamina escolhida é composta por uma lamina de madeira central recoberta em ambos os lados por uma camada de fibra de vidro, orientada ao longo da lamina e aglomerada com resina tipo epoxide.

A curvatura da lamina é bastante reversa, e sua secção transversal varia ao longo da lamina linearmente, tendo maior dimensão no engastamento e diminuindo para a outra extremidade. Este tipo de lamina é utilizada na construção de arcos recurvos do esporte olímpico de "Arco e Flecha".

A variação de secção transversal da lamina não influe no cálculo para a análise das tensões, pois, é simétrica em relação à linha elástica ou linha neutra. Portanto, somente aumenta ou diminui Δl quando se analisa as tensões ao longo da lamina.

A lamina composta foi então dividida em 14 segmentos e flexionada além do 1º estágio sem flexão em mais 4 estágios.

A figura 3 mostra os diversos estágios.

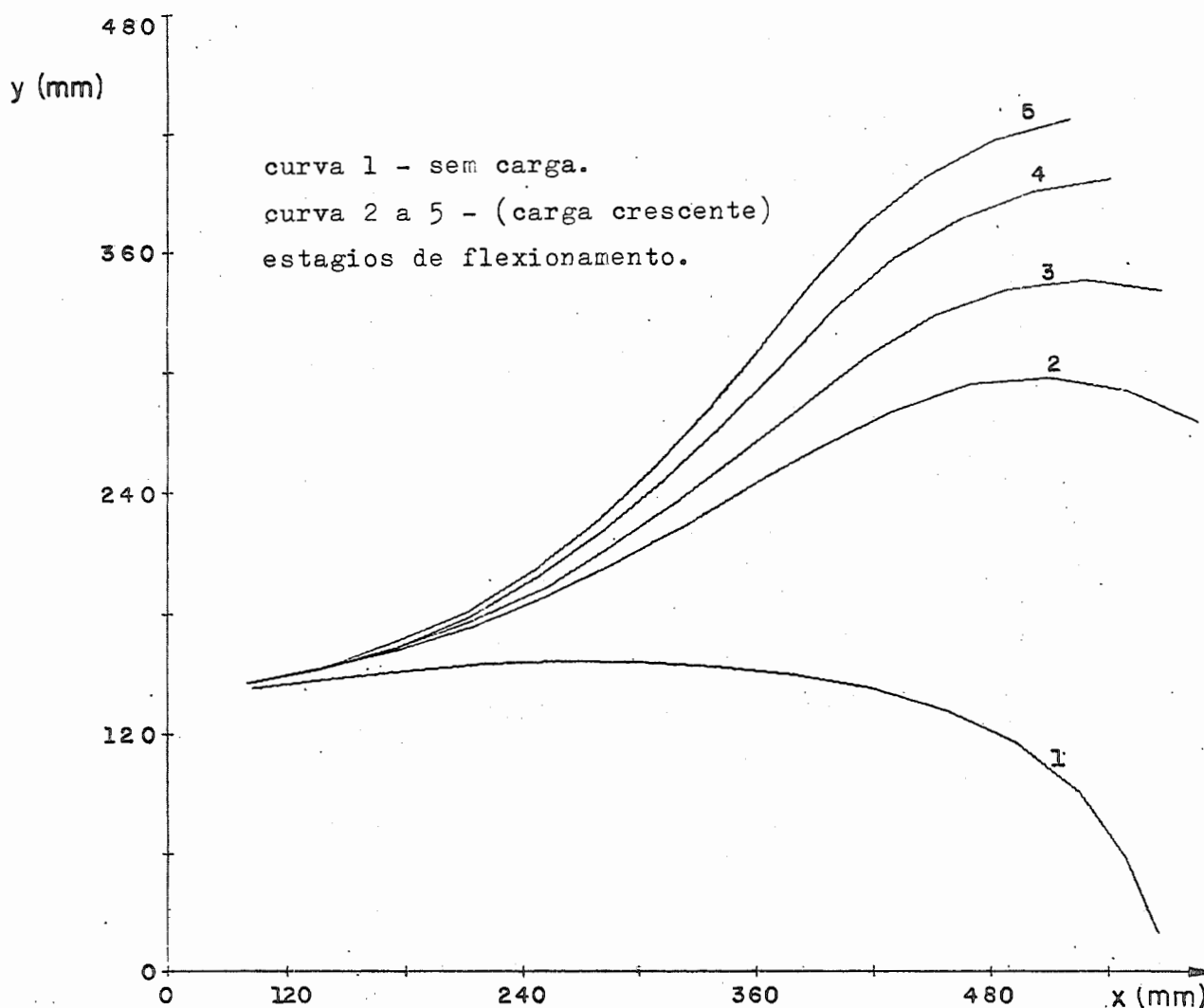


Fig. 3 - Diversos estágios de flexionamento de uma lamina de arco.

O cálculo das tangentes, das diferenças dos ângulos e dos alongamentos ou encurtamentos superficiais é bastante trabalhoso, portanto, recorreu-se aqui ao computador cujo programa listado está no anexo 1. Devido a curvatura reversa que as vezes inverte durante o flexionamento, foi necessário idealizar uma regra de sinais, pois, interessa na análise proposta somente as deformações elásticas numa das faces da lamina. Tudo isso também foi programado para o computador e o resultado das deformações elásticas está na fig. 4.

A fig. 4 mostra uma maior deformação perto do engastamento, aliás, um pouco afastado deste; isto se explica pelo fato da lamina no engastamento engrossar consideravelmente, evitando-se assim o flexionamento. Vê-se aqui que existem meios para mudar o flexionamento alterando-se os dados construtivos.

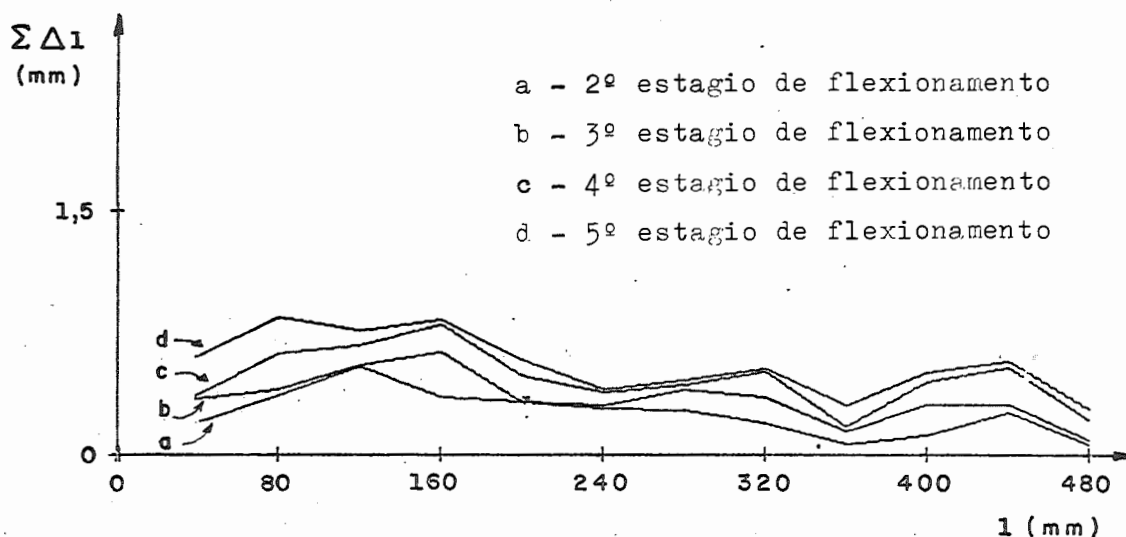


Fig. 4 - Variações das deformações elásticas ao longo da lamina para diversos flexionamentos.

Um outro pronunciamento de deformações elásticas se encontra mais para a extremidade livre da lamina, que pode ser contornado diminuindo-se ou aumentando-se a espessura da lamina num novo projeto.

Parece até um contra senso, pois, na expressão 16, com o aumento de h , tem-se um maior Δl , no entanto, isto não é válido, uma vez que $\Delta \alpha'$ e $\Delta \alpha$ também variam e provavelmente são bem menores. No entanto estes dados só se obtêm experimentalmente.

O ideal seria uma distribuição uniforme de deformações elásticas Δl ao longo da lamina para não concentrar tensões provavelmente causadoras de rupturas. É bastante difícil conseguir-se esta distribuição por ser um método experimental.

Para uma viga reta engastada a solução é fácil e pode ser calculada teoricamente.

4. VANTAGENS DA LAMINA COMPOSTA EM RELAÇÃO A OUTROS MATERIAIS HOMOGENEOS

Uma lamina de madeira tem seu flexionamento limitado pelo baixo módulo de elasticidade. Por exemplo, para o pinho do Parana E é da ordem de 1400 kp/mm^2 a compressão no sentido das fibras.

A resina pura de epoxide tem um módulo de elasticidade a compressão de 400 kp/mm^2 e a fibra de vidro orientada e aglomerada com a mesma resina tem um módulo de elasticidade, a compressão no sentido da fibra de aproximadamente 2000 kp/mm^2 dependendo muito da quantidade de fibra em relação a resina.

Portanto a fibra de vidro aglomerada com epoxide tem maior módulo de elasticidade que com o flexionamento deve corresponder para mesma geometria estrutural um maior momento de flexão.

Como se pretende aplicar este material na construção de uma lamina para arco, interessa muito a energia elástica devolvida, portanto a lamina deve ser leve para não absorver energia para acelerar a própria lamina tirando potencia necessária para arremessar uma flecha.

A madeira é bem mais leve do que a fibra de vidro, por exemplo, o pinho tem um peso específico aparente de 0,54 em relação a agua, a resina aproximadamente 1,2, a fibra de vidro 2,7.

Considerando a madeira e a fibra aglomerada com as suas propriedades, chega-se a conclusão que a composição dos materiais colocando-se no centro a madeira e superficialmente aplicando-se a fibra com resina, tem-se^a melhor solução, pois, as superficies externas são as mais solicitadas a deformação devendo assim predominar o módulo de elasticidade maior.

Outros materiais também serveriam para composição da lamina, um deles talvez de grande futuro será a fibra de grafite que tem um módulo de elasticidade 5 vezes maior do que a fibra de vidro e tem um peso específico aparente da ordem de 1,7. No entanto, existe ainda uma outra limitação, até agora não citada, que é limite de resistência, que para as fibras de grafite é menor do que as de vidro.

A solução seria então uma composição tripla, isto é, madeira, fibra de carbono e superficialmente fibra de vidro, tudo aglomerado com resina.

A limitação por resistência é de difícil avaliação, pois, com o flexionamento aparecem tensões em função do flexionamento da lamina que para a curvatura reversa só é possível determinando-se experimentalmente.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Na falta de um método para o cálculo das deformações elasticas superficiais ao longo de uma lamina reversa engastada numa extremidade e livre na outra, com grande flexionamento, idealizou-se um novo método experimental.

Consta este em dividir a lamina reversa ao longo dela em segmentos iguais e suficientemente pequenos, e na análise desses durante o flexionamento da lamina.

Com a diferença das tangentes de dois segmentos consecutivos e por sua vez, com esta diferença em relação a respectiva de um outro estágio de flexionamento da lamina consegue-se calcular o alongamento ou encurtamento superficial.

Esta deformação elástica ao longo da lamina fornece dados para avaliar a variação de tensões. A diminuição das tensões ou deformações elásticas superficiais muito grandes só é possível através de tentativas alterando-se a geometria da lamina e analisando-se novamente estas durante o flexionamento.

Toma-se como exemplo a lamina recurva de um arco do esporte olimpico de "Arco e Flecha" que ainda é composta de varios materiais.

Com isso tem-se além da geometria outros recursos para o dimensionamento da lamina, como peso específico, módulo de elasticidade e tensão de ruptura.

Finalizando cita-se a fibra de grafite que provavelmente terá uma vantajosa aplicação na construção de laminas de grande resistência elástica e baixo peso próprio.

6. BIBLIOGRAFIA

- Neubert, H.D. e Kiger, R.W. - Modern Composite Aircraft Technology, Sport Aviation - vol. 25 nº 7 - pg. 58 a 66.

7. ANEXOS

```

IF(K=1)10,20,10
20 C=B
   K=K+1
   GC TL 60
10 D=B
   CALL RAIG(C,D,E,R)
   CC(IL,IC)=C
   DC(IL,IC)=C
   C=B
   EE(IL,IC)=E
   RR(IL,IC)=R
   IL=IL+1
60 CCNTINUE
   CALL FPLOT(1,X(1),Y(1))
   DC 100 L=1,N
   CALL FPLGT(2,X(1),Y(1))
80 CCNTINUE
   CALL FPLCT(1,0,0)
   GC TO 77
99 DC 110 K=1,14
   DC 110 L=1,5
   IF(EE(K,L))107,105,105
105 RRC(K,L)=-2.5
   GC TO 110
107 RRO(K,L)=2.5
110 CCNTINUE
115 WRITE(5,115)
   FORMAT(117,117)
   DC 140 K=1,12
   EPSS=0.
   DC 130 L=1,4
   EPS=ABS(EE(K,L+1))*RRC(K,L+1)-ABS(EE(K,L))*RRO(K,L)
   EPS=ABS(EPS)
   EPSS=EPSS+EPS
119 WRITE(5,119)CC(K,L),DD(K,L),CC(K,L+1),DD(K,L+1)
   FORMAT(117,3X,E14.7,3X,E14.7,3X,E14.7,3X,E14.7)
121 WRITE(5,121)EE(K,L),EE(K,L+1),EPS,EPSS
   FORMAT(117,12X,E14.7,12X,E14.7,19X,E14.7,5X,E14.7)
130 CCNTINUE
122 WRITE(5,122)
   FORMAT(117)
140 CCNTINUE
   CALL FPLCT(1,700,0)
   CALL SCALF(A,1,5,0,0)
   CALL FGRID(1,0,0,1,2)
   CALL FGRID(1,0,0,60,10)
   WRITL(5,200)
200 FORMAT(10X,1VARIABLES A SEREM PLOTADAS.)
   DC 250 L=1,4
   DC 250 K=1,12
   WRITE(5,240)K,L,AUX(K,L)
240 FORMAT(10X,1AUX(1,13),1,1,13,1) = 1,E14.7)
250 CCNTINUE
   DC 230 L=1,4
   CALL FPLOT(1,30,AUX(1,L))
   DC 230 K=1,12
   AK=K*30
   CALL FPLOT(2,AK,AUX(K,L))
230 CCNTINUE
   CALL EXIT
END

```

FEATURES SUPPORTED
ICCS

CORE REQUIREMENTS FOR
COMMON 0 VARIABLES 1024 PROGRAM 800

END OF COMPILATION
// XEC

40.00000	80.00001	120.00001	160.00003	200.00003	239.50003	279.00006	319.50006	358.50006	397.00006
433.00006	465.50006	489.00006	505.00006						
142.00003	147.00003	151.50003	155.00003	156.00003	155.50003	153.00003	149.00003	142.00003	131.00003
114.50001	90.00001	57.00000	19.50000						
40.00000	79.00001	117.50001	156.00003	193.00003	229.00003	265.00006	299.50006	334.50006	370.00006
409.00006	449.00006	489.00006	526.50012						

2025 RELEASE UNDER E.O. 14176

// JOB T

DUMDUM

LOG DRIVE CART SPEC CART AVAIL PHY DRIVE
0000 0016 0016 0000

V2 M10 ACTUAL 32K CONFIG 32K

// * C.P.C. - E.E.S.C. - U.S.P.

00321

// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
SUBROUTINE ANG(Y1,Y0,X1,X0,B)
A=(Y1-Y0)/(X1-X0)
B=ATAN(A)
RETURN
ENDCORE REQUIREMENTS FOR ANG
COMMON 0 VARIABLES 4 PROGRAM 34

RELATIVE ENTRY POINT ADDRESS IS 0004 (HEX)

END OF COMPILATION

// DUP

*STORE WS UA ANG
CART ID 0016 DB ACCK 4395 DB CNT 0004// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
SUBROUTINE RAIO(C,D,E,R)
E=C-D
200 IF(E)200,222,200
K=40./E
R=ABS(R)
GC IC 250
222 K=20000
250 RETURN
ENDCORE REQUIREMENTS FOR RAIO
COMMON 0 VARIABLES 0 PROGRAM 52

RELATIVE ENTRY POINT ADDRESS IS 0004 (HEX)

END OF COMPILATION

// DUP

*STORE WS UA RAIO
CART ID 0016 DB ACCK 4399 DB CNT 0005// FOR
*LIST SOURCE PROGRAM
*ICCS(CARD,1132PRINTER,TYPEWRITER,KEYBOARD,DISK,PLOTTER,1403PRINTER)
DIME..SICN X(20),Y(20),RR(15,5),EE(15,5),RR0(15,5)
DIMENSION CC(15,5),CD(15,5)
DIMENSION AUX(15,5)
IC=C
AJ=1./60
CALL SCALF(AJ,AJ,0,0)
CALL FGRID(1,C,0,60.,10)
CALL FGRID(0,C,0,60.,10)
77 REAC(2,1)N
1 FCRMAT(15)
IF(N)11,99,11
11 REAC(2,2)(X(I),I=1,N)
REAC(2,2)(Y(I),I=1,N)
2 FCRMAT(8F10.0)
WRITE(5,55)(X(I),I=1,N)
55 FCRMAT(7I0(1X,F10.5))
WRITE(5,55)(Y(I),I=1,N)
IC=IC+1
II=1
K=1
N1=N-1
DO 60 I=1,N1
F=X(I)
G=Y(I)
P=X(I+1)
Q=Y(I+1)
CALL ANG(C,D,E,R)

0.1243550E 00	0.1120289E 00	0.1899882E 00	0.2296424E 00		
0.1232604E-01		-0.3965417E-01		0.1299505E 00	0.1299505E 00
0.1899882E 00	0.2296424E 00	0.1899882E 00	0.2695890E 00		
-0.3965417E-01		-0.7960073E-01		0.9986639E-01	0.2298169E 00
0.1899882E 00	0.2695890E 00	0.1899882E 00	0.2730086E 00		
-0.7960073E-01		-0.8302037E-01		0.8549081E-02	0.2383659E 00
0.1899882E 00	0.2730086E 00	0.1899882E 00	0.3378781E 00		
-0.8302037E-01		-0.1478899E 00		0.1621738E 00	0.4005397E 00
0.1120289E 00	0.8727769E-01	0.2296424E 00	0.3021451E 00		
0.2475126E-01		-0.7250274E-01		0.2431350E 00	0.2431350E 00
0.2296424E 00	0.3021451E 00	0.2695890E 00	0.3337021E 00		
-0.7250274E-01		-0.6411315E-01		0.2097398E-01	0.2641090E 00
0.2695890E 00	0.3337021E 00	0.2730086E 00	0.3967086E 00		
-0.6411315E-01		-0.1237000E 00		0.1489672E 00	0.4130762E 00
0.2730086E 00	0.3967086E 00	0.3378781E 00	0.4015805E 00		
-0.1237000E 00		-0.6370235E-01		0.1499942E 00	0.5630704E 00
0.8727769E-01	0.2499479E-01	0.3021451E 00	0.3851575E 00		
0.6228289E-01		-0.8301235E-01		0.3632380E 00	0.3632380E 00
0.3021451E 00	0.3851575E 00	0.3337021E 00	0.4170491E 00		
-0.8301235E-01		-0.8334703E-01		0.8367003E-03	0.3640747E 00
0.3337021E 00	0.4170491E 00	0.3967086E 00	0.5130579E 00		
-0.8334703E-01		-0.1163492E 00		0.8250550E-01	0.4465802E 00
0.3967086E 00	0.5130579E 00	0.4015805E 00	0.5425792E 00		
-0.1163492E 00		-0.1409987E 00		0.6162375E-01	0.5082039E 00
0.2499479E-01	-0.1265755E-01	0.3851575E 00	0.4411794E 00		
0.3765234E-01		-0.5602193E-01		0.2341856E 00	0.2341856E 00
0.3851575E 00	0.4411794E 00	0.4170491E 00	0.5472843E 00		

145.50003	153.00003	162.00003	174.00003	189.00003	206.00003	224.50003	244.00003	263.50006	281.00006
294.00006	297.00006	290.50006	275.00006						
40.00000	79.00001	117.00001	154.50003	194.00003	226.00003	259.50006	292.00006	324.00006	356.50006
390.50006	429.00006	468.50006	508.00006						
145.50003	153.00003	163.50003	176.50003	194.00003	213.50003	235.50003	259.00006	283.50006	308.00006
328.00006	341.50006	346.00006	341.00006						
40.00000	79.00001	116.50001	153.50003	189.00003	222.00003	252.50003	282.50006	311.00006	339.00006
370.50006	404.50006	442.00006	481.50006						
145.50003	153.00003	163.50003	179.00003	199.00003	221.50003	246.00003	273.50006	301.50006	331.00006
357.00006	377.00006	391.50006	398.00006						
40.00000	79.00001	116.00001	152.50003	186.50003	219.00003	248.50003	276.00006	302.00006	327.50006
355.00006	386.50006	421.50006	460.50006						
145.50003	153.00003	166.00003	181.50003	202.00003	226.00003	253.00003	282.00006	312.00006	344.00006
373.00006	398.00006	417.00006	428.00006						

-0.1775961E 00	-0.2782996E 00	0.5083106E 00	0.4579979E 00		
0.1807334E 00		0.5031270E-01		0.1259768E 00	0.1259768E 00
0.5083106E 00	0.4579979E 00	0.6534264E 00	0.6459580E 00		
0.5031270E-01		0.7468343E-02		0.1071109E 00	0.2330877E 00
0.6534264E 00	0.6459580E 00	0.7765488E 00	0.8114790E 00		
0.7468343E-02		-0.3493023E-01		0.1059964E 00	0.3390842E 00
0.7765488E 00	0.8114790E 00	0.8567055E 00	0.8979637E 00		
-0.3493023E-01		-0.4125822E-01		0.1581997E-01	0.3549041E 00
-0.2782996E 00	-0.4297622E 00	0.4579979E 00	0.3217505E 00		
0.1514626E 00		0.1362474E 00		0.3803805E-01	0.3803805E-01
0.4579979E 00	0.3217505E 00	0.6459580E 00	0.5317240E 00		
0.1362474E 00		0.1142339E 00		0.5503357E-01	0.9307162E-01
0.6459580E 00	0.5317240E 00	0.8114790E 00	0.6900361E 00		
0.1142339E 00		0.1214429E 00		0.1802236E-01	0.1110939E 00
0.8114790E 00	0.6900361E 00	0.8979637E 00	0.8119406E 00		
0.1214429E 00		0.8602310E-01		0.8854956E-01	0.1996435E 00
-0.4297622E 00	-0.6459580E 00	0.3217505E 00	0.7485984E-01		
0.2161957E 00		0.2468906E 00		0.7673709E-01	0.7673709E-01
0.3217505E 00	0.7485984E-01	0.5317240E 00	0.3372531E 00		
0.2468906E 00		0.1944709E 00		0.1310493E 00	0.2077864E 00
0.5317240E 00	0.3372531E 00	0.6900361E 00	0.5317240E 00		
0.1944709E 00		0.4583121E 00		0.9039701E-01	0.2981835E 00
0.6900361E 00	0.5317240E 00	0.8119406E 00	0.6708574E 00		
0.1583121E 00		0.1410832E 00		0.4307211E-01	0.3412556E 00
-0.6459580E 00	-0.9519815E 00	0.7485984E-01	-0.1610918E 00		
0.3069235E 00		0.2359517E 00		0.1751795E 00	0.1751795E 00
0.7485984E-01	-0.1610918E 00	0.3372531E 00	0.1134349E 00		
0.2359517E 00		0.2238181E 00		0.3033395E-01	0.2055135E 00

-0.5602193E-01	-0.1302351E 00	0.1855330E 00	0.4197186E 00		
0.4170491E 00	0.5472843E 00	0.5130579E 00	0.5984188E 00		
-0.1302351E-01	-0.8536089E-01		0.1121856E-00	0.5319043E 00	
0.5130579E 00	0.5984188E 00	0.5425792E 00	0.6360754E 00		
-0.8536089E-01	-0.9349621E-01		0.2033830E-01	0.5522426E 00	
-0.1265755E-01	-0.6320682E-01	0.4411794E 00	0.4746968E 00		
0.5054926E-01	-0.3351736E-01		0.2101665E 00	0.2101665E 00	
0.4411794E 00	0.4746968E 00	0.5472843E 00	0.5810823E 00		
-0.3351736E-01	-0.3379798E-01		0.7015467E-03	0.2108680E 00	
0.5472843E 00	0.5810823E 00	0.5984188E 00	0.6767369E 00		
-0.3379798E-01	-0.7831813E-01		0.1113003E 00	0.3221684E 00	
0.5984188E 00	0.6767369E 00	0.6360754E 00	0.7411792E 00		
-0.7831813E-01	-0.1051037E 00		0.6696404E-01	0.3891325E 00	
-0.6320682E-01	-0.9844614E-01	0.4746968E 00	0.5144513E 00		
0.3523933E-01	-0.3975451E-01		0.1874845E 00	0.1874845E 00	
0.4746968E 00	0.5144513E 00	0.5810823E 00	0.6260465E 00		
-0.3975451E-01	-0.4496420E-01		0.1302421E-01	0.2005088E 00	
0.5810823E 00	0.6260465E 00	0.6767369E 00	0.7419472E 00		
-0.4496420E-01	-0.6521035E-01		0.5061537E-01	0.2511242E 00	
0.6767369E 00	0.7419472E 00	0.7411792E 00	0.8119406E 00		
-0.6521035E-01	-0.7076145E-01		0.1387775E-01	0.2650019E 00	
-0.9844614E-01	-0.1775961E 00	0.5144513E 00	0.5083106E 00		
0.7915000E-01	0.6140709E-02		0.1825232E 00	0.1825232E 00	
0.5144513E 00	0.5083106E 00	0.6260465E 00	0.6534264E 00		
0.6140709E-02	-0.2737987E-01		0.8380146E-01	0.2663246E 00	
0.6260465E 00	0.6534264E 00	0.7419472E 00	0.7765488E 00		
-0.2737987E-01	-0.3460157E-01		0.1805425E-01	0.2843789E 00	
0.7419472E 00	0.7765488E 00	0.8119406E 00	0.8567055E 00		
-0.3460157E-01	-0.4476488E-01		0.2540827E-01	0.3097872E 00	

0.3372531E 00	0.1134349E 00	0.5317240E 00	0.3689595E 00		
0.2238181E 00		0.1627645E 00		0.1526341E 00	0.3581476E 00
0.5317240E 00	0.3689595E 00	0.6708574E 00	0.4973426E 00		
0.1627645E 00		0.1735147E 00		0.2687558E-01	0.3850231E 00
-0.9519815E 00	-0.1167514E 01	-0.1610918E 00	-0.3919475E 00		
0.2155331E 00		0.2308556E 00		0.3830606E-01	0.3830606E-01
-0.1610918E 00	-0.3919475E 00	0.1134349E 00	-0.1259126E 00		
0.2308556E 00		0.2393475E 00		0.2122980E-01	0.5953586E-01
0.1134349E 00	-0.1259126E 00	0.3689595E 00	0.1630952E 00		
0.2393475E 00		0.2058642E 00		0.8370840E-01	0.1432442E 00
0.3689595E 00	0.1630952E 00	0.4973426E 00	0.2749097E 00		
0.2058642E 00		0.2224328E 00		0.4142158E-01	0.1846658E 00

VARIAVEIS A SEREM PLOTADAS

AUX(1 , 1)	=	0.1299505E 00
AUX(2 , 1)	=	0.2431350E 00
AUX(3 , 1)	=	0.3632380E 00
AUX(4 , 1)	=	0.2341856E 00
AUX(5 , 1)	=	0.2101665E 00
AUX(6 , 1)	=	0.1874845E 00
AUX(7 , 1)	=	0.1825232E 00
AUX(8 , 1)	=	0.1259768E 00
AUX(9 , 1)	=	0.3803805E-01
AUX(10 , 1)	=	0.7673709E-01
AUX(11 , 1)	=	0.1751795E 00
AUX(12 , 1)	=	0.3830606E-01
AUX(1 , 2)	=	0.2298165E 00
AUX(2 , 2)	=	0.2641296E 00
AUX(3 , 2)	=	0.3640747E 00
AUX(4 , 2)	=	0.4197186E 00
AUX(5 , 2)	=	0.2108880E 00
AUX(6 , 2)	=	0.2055083E 00
AUX(7 , 2)	=	0.2663746E 00
AUX(8 , 2)	=	0.2330877E 00
AUX(9 , 2)	=	0.9307162E-01
AUX(10 , 2)	=	0.2077664E 00
AUX(11 , 2)	=	0.2055135E 00
AUX(12 , 2)	=	0.5953586E-01
AUX(1 , 3)	=	0.2383635E 00
AUX(2 , 3)	=	0.4120762E 00
AUX(3 , 3)	=	0.4465802E 00
AUX(4 , 3)	=	0.5319045E 00
AUX(5 , 3)	=	0.3221604E 00
AUX(6 , 3)	=	0.2511242E 00
AUX(7 , 3)	=	0.2843785E 00
AUX(8 , 3)	=	0.3390842E 00
AUX(9 , 3)	=	0.1110939E 00
AUX(10 , 3)	=	0.2981835E 00
AUX(11 , 3)	=	0.3581476E 00
AUX(12 , 3)	=	0.1432442E 00
AUX(1 , 4)	=	0.4005397E 00
AUX(2 , 4)	=	0.5630704E 00
AUX(3 , 4)	=	0.5082035E 00
AUX(4 , 4)	=	0.5522426E 00
AUX(5 , 4)	=	0.3891325E 00
AUX(6 , 4)	=	0.2650019E 00
AUX(7 , 4)	=	0.3097872E 00
AUX(8 , 4)	=	0.3549041E 00
AUX(9 , 4)	=	0.1946435E 00
AUX(10 , 4)	=	0.3412556E 00
AUX(11 , 4)	=	0.3850231E 00
AUX(12 , 4)	=	0.1846658E 00