

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
PROJETO MECÂNICO

Nota: 7,0 (rele)
[Handwritten signature]

ANÁLISE DE VIRAÇÕES LATERAIS
PELO MÉTODO DE MYKLESTAD

AUTOR:
HEITOR MITSUTANI
ORIENTADOR:
PROF. DR. RONALDO
DE B. SALVAGNI

1985

INDICE

1. Introdução	1
2. Sistemas discretos e contínuos	2
3. Métodos Numéricos	3
4. O Método de Myklestad	6
5. Descrição do algoritmo	14
6. Testes	17
7. Bibliografia	20

I - INTRODUÇÃO

Todos os eixos, mesmo na ausência de carga externa, defletem durante a rotação. A deflexão depende da rigidez da peça, de seus suportes, das massas próprias e dos elementos anexos, do amortecimento do sistema. A deflexão, considerada como função da velocidade, passa por valores máximos nas velocidades críticas.

Para qualquer eixo, há uma infinidade de velocidades críticas, mas apenas a mais baixa delas (primeira), e ocasionalmente a segunda são de interesse do projetista. As demais serão, em geral, tão altas que estarão fora da gama de velocidades normais de operação.

Na primeira velocidade crítica a deflexão da árvore será de forma mais simples possível. Na segunda, a deflexão será de forma ligeiramente mais complicada. Para modos superiores, a deflexão assume formas cada vez mais complexas. Por exemplo, um eixo apoiado nas extremidades e sob ação apenas de seu peso próprio defletirá, aproximadamente sob as formas da figura seguinte:



Fig. 1 - 4 primeiros modos de vibração de um eixo simplesmente apoiado.

A frequência natural de um eixo sujeito à flexão é muito próxima da velocidade crítica e seus valores são geralmente confundidos.

A determinação das frequências naturais de vibração lateral de um eixo, com o auxílio de métodos numéricos, constitui-se no objetivo deste trabalho.

II - SISTEMAS DISCRETOS E CONTÍNUOS

Sistemas discretos são aqueles possuidores de elementos de massa e elementos elásticos separados, possuindo um número finito de graus de liberdade e modos naturais de vibração. Já os sistemas contínuos possuem massa e elasticidade continuamente distribuídos, com um infinito número de graus de liberdade e de modos de vibração. Os eixos e árvores, sendo corpos dotados de elasticidade, configuram-se como sistemas contínuos. A modelagem de um sistema contínuo, entre - tanto, é tarefa de grande complexidade; por outro lado, os modelos discretos prestam-se muito melhor à solução por métodos numéricos. Tendo em vista estas duas observações, o que faremos então será a adoção de um modelo discreto para o nosso sistema contínuo.

III - MÉTODOS NUMÉRICOS

Dois métodos prestam-se muito bem à programação em computadores digitais:

- método de Holzer;
- método de Myklestad.

Para o nosso problema em específico adotaremos o método de Myklestad; o método de Holzer, entretanto será aqui brevemente descrito, já que ambos baseiam-se no mesmo tipo de encadeamento de cálculos.

3.1 O método de Holzer

Este método baseia-se em assumir uma frequência e com esta e através de relações de recorrência, determinar um valor de erro final; a frequência assumida será igual a uma das frequências naturais do sistema quando este erro for nulo.

As relações de recorrência são através das equações de movimento do sistema; se este possuir n graus de liberdade, existirão então n equações e n frequências naturais.

Suponhamos que sejam

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

as n coordenadas de um sistema de n graus de liberdade.

As equações do sistema serão conseguidas das equações de Lagrange.

Energia potencial do sistema:

$$V = \frac{1}{2} [(k_{11}x_1^2 + k_{22}x_2^2 + k_{33}x_3^2 + \dots) + (k_{12}x_1x_2 + k_{13}x_1x_3 + \dots + k_{21}x_2x_1 + k_{23}x_2x_3 + \dots + k_{31}x_3x_1 + k_{32}x_3x_2 + \dots)]$$

Energia cinética do sistema:

$$T = \frac{1}{2} [(m_{11}\dot{x}_1^2 + m_{22}\dot{x}_2^2 + m_{33}\dot{x}_3^2 + \dots) + (m_{12}\dot{x}_1\dot{x}_2 + m_{13}\dot{x}_1\dot{x}_3 + \dots +$$

$$+ m_{31} \ddot{x}_3 \dot{x}_1 + m_{32} \ddot{x}_3 \dot{x}_2 + \dots]$$

onde k_{ij} são as constantes elásticas do sistema,
 m_{ij} são as massas ou elementos inerciais do sistema, com

$$k_{ij} = k_{ji}, e$$

$$m_{ij} = m_{ji} .$$

Sendo as equações de Lagrange:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial x_i} + \frac{\partial V}{\partial x_i} = 0 \quad , \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Obtemos então as equações de movimento do sistema:

$$\begin{aligned} m_{11} \ddot{x}_1 + m_{12} \ddot{x}_2 + m_{13} \ddot{x}_3 + \dots + k_{11} x_1 + k_{12} x_2 + k_{13} x_3 + \dots &= 0 \\ m_{21} \ddot{x}_1 + m_{22} \ddot{x}_2 + m_{23} \ddot{x}_3 + \dots + k_{21} x_1 + k_{22} x_2 + k_{23} x_3 + \dots &= 0 \\ m_{31} \ddot{x}_1 + m_{32} \ddot{x}_2 + m_{33} \ddot{x}_3 + \dots + k_{31} x_1 + k_{32} x_2 + k_{33} x_3 + \dots &= 0 \\ \vdots & \\ m_{n1} \ddot{x}_1 + m_{n2} \ddot{x}_2 + m_{n3} \ddot{x}_3 + \dots + k_{n1} x_1 + k_{n2} x_2 + k_{n3} x_3 + \dots &= 0 \end{aligned}$$

Suponhamos agora que cada equação obedeça às seguintes condições:

- as equações estão relacionadas entre si apenas através dos termos de grau zero; e
- cada equação esteja relacionada apenas com as equações diretamente anterior e posterior à ela.

Um exemplo de um conjunto de equações desta natureza seria:

$$\begin{aligned} m_{11} \ddot{x}_1 &+ k_{12} x_2 &= 0 \\ m_{22} \ddot{x}_2 &+ k_{21} x_1 + k_{22} x_2 + k_{23} x_3 &= 0 \\ m_{33} \ddot{x}_3 &+ k_{33} x_3 + k_{34} x_4 &= 0 \\ &\dots & \\ m_{nn} \ddot{x}_n &+ k_{n,n-1} x_{n-1} + k_{nn} x_n &= 0 \end{aligned}$$

Assumindo-se que x seja harmônica:

$$x = X \sin(\omega t + \delta)$$

e substituindo-se temos:

$$(k_{11} - m_{11}\omega^2)X_1 + k_{12}X_2 = 0$$

$$k_{21}X_1 + (k_{22} - m_{22}\omega^2)X_2 + k_{23}X_3 = 0$$

$$k_{32}X_2 + (k_{33} - m_{33}\omega^2)X_3 + k_{34}X_4 = 0$$

.....

$$k_{n,n-1}X_{n-1} + (k_{nn} - m_{nn}\omega^2)X_n = 0$$

Portanto, assumindo-se um valor para ω e tomando-se $X_1 = 1$, e através de substituições sucessivas, podemos obter X_2 da primeira equação, X_3 da segunda e assim por diante, até X_n da $(n-1)$ ésima equação.

Caso o valor assumido de ω seja igual a uma das frequências naturais, então a n ésima equação, por substituição, deverá ser verificada.

Este, em essência, é o método de Holzer. Para o problema do eixo, entretanto, as equações de movimento acham-se relacionadas também através dos termos de grau dois. A solução será conveniente pelo método de Nyklestad, que também baseia-se em assumir uma frequência ω e determinar-se, através de relações de recorrência, um valor de erro.

IV - O MÉTODO DE NYKLESTAD

Este método presta-se à análise de barras sem peso contendo diversas massas discretas acopladas, cada trecho de barra possuindo as mesmas características elásticas do eixo verdadeiro. Assim para construção do nosso modelo, tomaremos o nosso eixo e dividiremo-lo em um número conveniente de trechos. A massa de cada trecho é calculada e concentrada numa das extremidades do trecho.

Seja a figura abaixo:

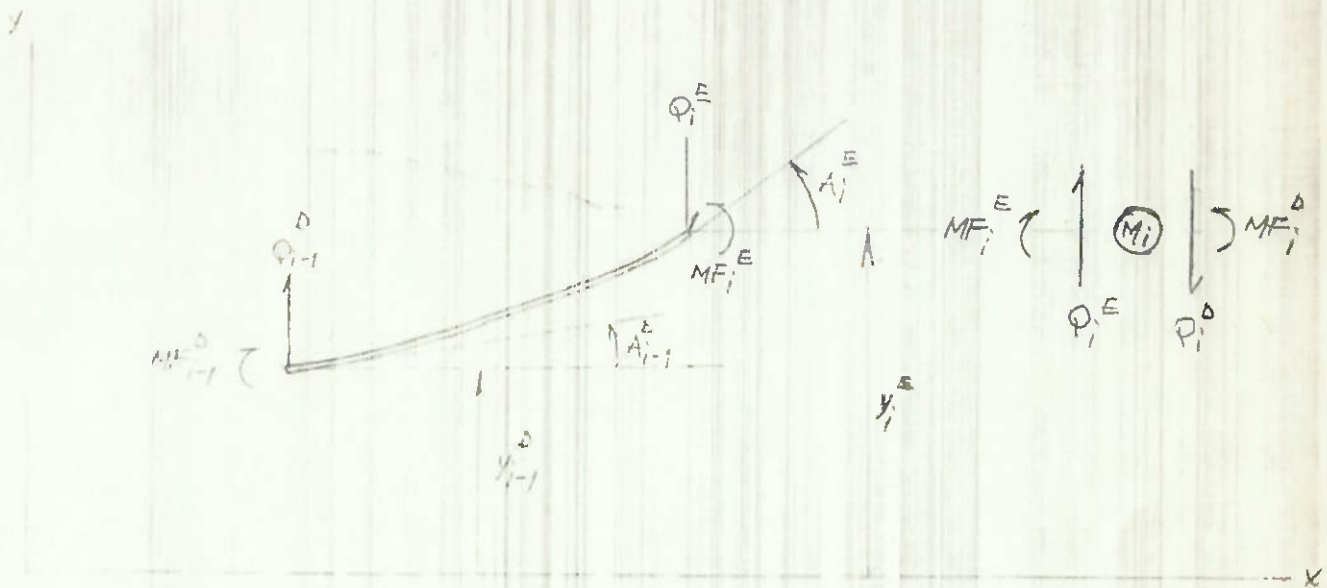


Fig. 2 - esquema para análise de trecho de barra

O trecho considerado tem comprimento \$L\$; e a massa concentrada \$M_i\$ na sua extremidade direita.

Temos as seguintes quantidades em cada extremidade:

- \$Q\$ = força cortante
- \$MF\$ = momento fletor
- \$y\$ = deflexão
- \$A\$ = rotação

Os índices \$D\$ e \$E\$ indicam que a quantidade refere-se ao lado direito ou esquerdo, respectivamente, da massa concentrada.

Analisando-se a massa \$M_i\$, temos:

do equilíbrio

$$\sum Q = 0 : \quad Q_i^E - Q_i^D = M_i \ddot{y}_i$$

$$\sum MF = 0: \quad MF_i^D = MF_i^E$$

sendo $\ddot{y}_i = -w^2 y_i$

temos $Q_i^D = Q_i^E + M_i w^2 y_i$

além disso,

$$y_i^D = y_i^E$$

$$A_i^D = A_i^E$$

estas equações podem ser expressas em forma matricial:

$$\begin{Bmatrix} y \\ A \\ MF \\ Q \end{Bmatrix}_i^D = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ Mw^2 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_i \begin{Bmatrix} y \\ A \\ MF \\ Q \end{Bmatrix}_i^E$$

ou

$$\{ v \}_i^D = [P]_i \{ v \}_i^E$$

Façamos a análise do trecho i.

Sendo

α_{v_i} = rotação da barra na seção i em relação à tangente na seção i-1, devida à força unitária em i.

$$\alpha_{v_i} = \frac{L_i^2}{2E_i I_i}$$

α_{M_i} = rotação da barra na seção i em relação à tangente na seção i-1, devida a momento unitário em i.

$$\alpha_{M_i} = \frac{L_i}{E_i I_i}$$

d_{v_i} = distância vertical da seção i à tangente à seção i-1 devida a força unitária em i.

$$d_{v_i} = \frac{L_i^3}{3E_i I_i}$$

d_{M_i} = distância vertical da secção i à tangente à secção $i-1$, devi-
da a momento unitário em i

$$d_{M_i} = \frac{L_i^2}{2E_i I_i}$$

onde L_i = comprimento do trecho considerado
 E_i = módulo de elasticidade do material
 I_i = momento de inércia

obtemos então do equilíbrio:

$$MF_i^E = MF_{i-1}^D + Q_{i-1}^D L_i$$

$$Q_i^E = Q_{i-1}^D$$

da geometria:

$$y_i^E = y_{i-1}^D + A_{i-1}^D L_i + MF_i^E d_{M_i} - Q_i^E d_{v_i}$$

$$A_i^E = A_{i-1}^D + MF_i^D \alpha_{M_i} - Q_i^D \alpha_{v_i}$$

após substituições:

$$y_i^E = y_{i-1}^D + A_{i-1}^D L_i + (MF_{i-1}^D + Q_{i-1}^D L_i) \frac{L_i^2}{2EI} - Q_{i-1}^D \frac{L_i^3}{3EI}$$

$$y_i^E = y_{i-1}^D + A_{i-1}^D L_i + MF_{i-1}^D \frac{L_i^2}{2EI} + Q_{i-1}^D \frac{L_i^3}{6EI}$$

analogamente:

$$A_i^E = A_{i-1}^D + (MF_{i-1}^D + Q_{i-1}^D L_i) \frac{L_i}{EI} - Q_{i-1}^D \frac{L_i^2}{2EI}$$

$$A_i^E = A_{i-1}^D + MF_{i-1}^D \frac{L_i}{EI} + Q_{i-1}^D \frac{L_i^2}{2EI}$$

em forma matricial:

$$\begin{Bmatrix} y \\ A \\ MF \\ Q \end{Bmatrix}_i^E = \begin{bmatrix} 1 & L & L^2/2EI & L^3/EI \\ 0 & 1 & L/EI & L^2/EI \\ 0 & 0 & 1 & L \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_i \begin{Bmatrix} y \\ A \\ MF \\ Q \end{Bmatrix}_i^D$$

ou

$$\{v\}_i^E = [F]_i \{v\}_{i-1}^D$$

Poros então

$$\begin{aligned} \{v\}_i^D &= [F]_i \{v\}_i^E \\ \{v\}_i^D &= [F]_i [F]_{i-1} \{v\}_{i-1}^D \\ \{v\}_i^D &= [T]_i \{v\}_{i-1}^D \end{aligned}$$

Aboliremos os índices D, porém lembrando que a partir de agora estaremos tratando com as quantidades à direita da massa.

Determinemos a matriz $[T]_i$:

$$[T]_i = [P]_i [F]_i$$

$$[T]_i = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ m_w^2 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_i \begin{bmatrix} 1 & L & L^2/2EI & L^3/EI \\ 0 & 1 & L/EI & L^2/EI \\ 0 & 0 & 1 & L \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_i$$

$$\begin{bmatrix} T \\ \tau \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} 1 & L & L^2/2EI & L^3/6EI \\ 0 & 1 & L/EI & L^2/2EI \\ 0 & 0 & 1 & L \\ Mw^2 & Mw^2 L & \frac{Mw^2 L^2}{2EI} & 1 + \frac{Mw^2 L^3}{6EI} \end{bmatrix}_i$$

denominando-se $EI = B$ e $Mw^2 = c$

temos:

$$\begin{Bmatrix} y \\ A \\ MF \\ Q \end{Bmatrix}_i = \begin{bmatrix} 1 & L & L^2/2B & L^3/6B \\ 0 & 1 & L/B & L^2/2B \\ 0 & 0 & 1 & L \\ c & cL & cL^2/2B (1 + \frac{cL^3}{6B}) \end{bmatrix}_i \begin{Bmatrix} y \\ A \\ MF \\ Q \end{Bmatrix}_{i-1}$$

Portanto, dadas as quantidades à direita da massa (i-1) podemos através da equação acima, determinar as correspondentes à direita da massa i.

Em geral, as condições de contorno dão-nos duas dessas quantidades para a primeira secção e mais duas para a última. Se assumirmos um valor para a 2ª quantidade da primeira secção (a 1ª permanecendo incógnita), e também para a frequência angular w calcularemos as quantidades y , A , MF e Q para a 2ª secção em função da incógnita. Estes cálculos são repetidos sucessivamente até a última secção.

Temos então equações do tipo:

$$\begin{aligned} Q_n &= A_n Z + B Q_{n-1} \\ MF_n &= A_n MF_{n-1} + B MF_{n-1} \\ y_n &= A_n y_{n-1} + B y_{n-1} \\ A_n &= A_n Z + B A_{n-1} \end{aligned}$$

onde A, B são constantes e Z é a incógnita.

Se conhecemos por exemplo Q_n e MP'_n , então

$$Z = (Q_n - BQ_n) / AQ_n$$

Substituindo-se o valor de Z , tentaremos verificar o valor de MP'_n . Em caso positivo, então a frequência \underline{w} admitida é frequência natural do sistema. Caso contrário, então devemos adotar outro valor para \underline{w} .

Tentaremos agora, estabelecer relações para mais fácil processamento computacional.

Todas as quantidades podem ser expressas em função da incógnita Z , em cada seção:

$$\begin{Bmatrix} y \\ A \\ MP \\ Q \end{Bmatrix}_i \begin{bmatrix} AY \\ AA \\ AF \\ AQ \end{bmatrix}_i Z + \begin{bmatrix} By \\ BA' \\ BF \\ BQ \end{bmatrix}_i$$

ou

$$\{v\}_i = [AT]_i Z + [BT]_i$$

como

$$\{v\}_i = [T]_i \{v\}_{i-1}$$

por substituição

$$\begin{aligned} [AT]_i Z + [BT]_i &= [T]_i ([AT]_{i-1} Z + [BT]_{i-1}) \\ &= [T]_i [AT]_{i-1} Z + [T]_i [BT]_{i-1} \end{aligned}$$

$$[AT]_i = [T]_i [AT]_{i-1}$$

$$[BT]_i = [T]_i [BT]_{i-1}$$

Efetuando estas multiplicações esta elegeremos relações de recorrência para $[AT]$ e $[BT]$.

$$\begin{bmatrix} Ay \\ AA \\ AF \\ Aq \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} 1 & L & VF & UF \\ 0 & 1 & VM & VF \\ 0 & 0 & 1 & L \\ C & CL & C VF & 1 + C VF \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Ay \\ AA \\ AF \\ Aq \end{bmatrix}_{i-1}$$

onde

$$VF = L^2/2EI$$

$$VM = L/EI$$

$$UF = L^3/6EI$$

$$C = Mw^2$$

e mudando-se a notação do índice i :

$$AY(I) = AY(I-1) + L(I)AA(I-1) + VF(I)AF(I-1) + UF(I)Aq(I-1)$$

$$AA(I) = AA(I-1) + VM(I)AF(I-1) + VF(I)Aq(I-1)$$

$$AF(I) = AF(I-1) + L(I)Aq(I-1)$$

$$Aq(I) = C(I)AY(I-1) + C(I)L(I)AA(I-1) + C(I)VF(I)AF(I-1) + \\ + (1 + C(I)UF(I))Aq(I-1)$$

Analogamente:

$$BY(I) = BY(I-1) + L(I)BA(I-1) + VF(I)BF(I-1) + UF(I)Bq(I-1)$$

$$BA(I) = BA(I-1) + VM(I)BF(I-1) + VF(I)Bq(I-1)$$

$$BF(I) = BF(I-1) + L(I)Bq(I-1)$$

$$Bq(I) = C(I)BY(I-1) + C(I)L(I)BA(I-1) + C(I)VF(I)BF(I-1) + \\ + (1 + C(I)UF(I))Bq(I-1)$$

As quantidades $AY, BY, AA, BA, AF, BF, Aq, Bq$ são denominadas coeficientes de amplitude.

Sendo conhecidos, portanto as condições de contorno para a primeira seção serão determinadas os coeficientes:

$$AA(1), BA(1), AY(1), BY(1), Aq(1), Bq(1), AF(1), BF(1)$$

Calculamos então estas constantes para o restante da barra até chegarmos à última seção. Se esta for por exemplo simplesmente apoiada, então, $MF(N) = 0$ e $y(N) = 0$

Como $MF(N) = AF(N)Z + BF(N)$ e $AF(N)$ e $BF(N)$ já foram calculados então

$$Z = - \frac{BF(N)}{AF(N)}$$

Também $Y(N) = AY(N)Z + BY(N)$

Substituindo-se o valor de Z agora calculado tentamos verificar se $Y(N) = 0$.

Alguns valores dos coeficientes de amplitude são dados a seguir, para uma barra engastada e uma viga apoiada nas extremidades.



	SECCÃO			SECCÃO	
	1	4		1	4
Y	0			0	0
A	0			1	
MF	1	0		Z	0
Q	Z	0		0	
Ay	0			0	0
By	0			0	0
AA	0			0	
BA	0			1	
AF	0	0		1	0
BF	1	0		0	0
AQ	1	0		0	
BQ	0	0		0	

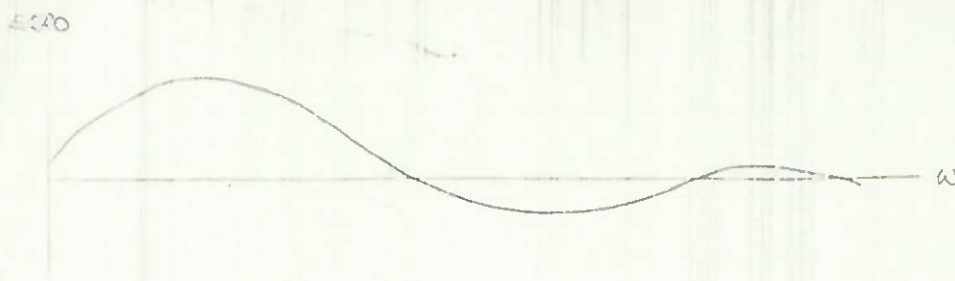
V - DESCRIÇÃO DO ALGORITMO

Um diagrama de blocos do algoritmo utilizado no programa é ilustrado no Anexo A.

Os pontos mais importantes do mesmo são:

- rotina de cálculo dos coeficientes de amplitude;
- rotina de cálculo da incógnita e do erro;
- rotina de cálculo de ϕ , MF, γ e A;
- teste do valor do erro.

A rotina de teste do erro procura avaliar mudanças no sinal do erro (de positivo para negativo ou vice-versa). Este teste assume que o valor do erro é variável e função da frequência:



Os pontos em que a curva de erro cruza o eixo das abcissas correspondem a frequências naturais do sistema.

A mudança de sinal do erro após um incremento na frequência angular indica que houve um cruzamento do eixo e portanto está-se nas imediações de uma das frequências naturais do sistema. O programa então "retorna" à frequência anterior e avança com incrementos dez vezes menores até que nova troca de sinal seja detectada. Este procedimento é repetido até que uma precisão inputada no início do programa seja atingida.

Dentro da rotina de cálculo dos coeficientes de amplitude, alguns cálculos foram incluídos e que não constam do desenvolvimento anteriormente mostrado. Estes cálculos referem-se ao caso em que estão presentes apoios (mancais) no meio do eixo, conforme por exemplo a figura abaixo.



A soluçao para este caso adotado foi admitir flexibilidade nos mancais e que as reações de apoio fossem portanto análogas à força de uma mola de constante extremamente elevada.



Isolemos a massa M_j sobre a qual atua uma reação de apoio; do equilíbrio temos que

$$Q_j^D = Q_j^E + M_j \omega^2 y_j^E - k y_j^E$$

Ou seja para a particular secção j , a matriz $(P)_j$ fica:

$$[P]_j = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ M\omega^2 - k & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_j$$

ou

$$[P]_j = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ C - k & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_j$$

Obviamente este novo termo da matriz $[P]_j$ alterará outros termos da matriz $[T]_j$ ao efetuarmos

$$[T]_j = [P]_j [\dot{F}]_j$$

A rotina de cálculo dos coeficientes de amplitude ao tratar uma seção correspondente a um apoio, efetua

$$C = C - k$$

O valor de k adotado foi

$$k = 25 \times 10^4 \text{ lbf/in}$$

Além disso, como devemos ter

$$y_j = 0$$

imponos

$$A y_j = 0 = B y_j$$

Observe-se que j , ou seja, o número da seção correspondente a um apoio deve ser inputado no início do programa.

As rotinas de cálculo da incógnita e do erro e de cálculo das quantidades Q y MF e A são mais simples e seguem o desenvolvimento apresentado no capítulo anterior.

Uma cópia de uma listagem do programa é fornecida no Anexo B.

VI - TESTES

Em todos os testes foi utilizada uma barra de secção constante com as seguintes características conforme a figura abaixo:

material: aço
E : 30×10^6 lbf/pol²
l : 24 pol
b : 2 pol
h : 0.25 pol
I : $bh^3/12 = 2.6 \times 10^{-3}$ pol⁴
massa : $8,7 \times 10^{-3}$ lb
peso específico: 0.28 lbf/pol³

6.1 Barra apoiada nas extremidades

6.1.1 12 trechos

Neste primeiro teste admitiremos a barra apresentada dividida em 12 trechos.

O nosso termo de comparação será a saída do programa SAP4 (implantado no B-6900 do CCE-USP), alimentado com as mesmas entradas.

A partir das saídas obtidas foi calculado o erro percentual entre o resultado obtido pelo método de Myklestad e pelo SAP4.

MODO	MYKLESTAD FREQ. NATURAL (RAD/S)	SAP4 (RAD/S)	ERRO (%)
1	251.4	251.5	0.04
2	1005.4	1006	0.06
3	2261.5	2263.	0.07
4	4017.3	4020	0.07

6.1.2 2⁴ trechos

O mesmo teste foi repetido porém dividindo-se agora a barra em 2⁴ trechos obtivemos então:

MODO	FREQ. NATURAL (RAD/S)		ERRO(%)
	MYKLESTAD	SAP 4	
1	251.4	251.5	0.04
2	1005.4	1006	0.06
3	2262.1	2264	0.08
4	4021.4	4025	0.09

6.2 Barra engastada

Admitimos a barra engastada em uma de suas extremidades estando a outra livre dividida em 2⁴ trechos.

Para comparação utilizaremos os resultados fornecidos pela tabela 1 do Anexo C.

MODO	FREQ. NATURAL (RAD./S)		ERRO (%)
	MYKLESTAD	TABELA	
1	86	89.6	4.0
2	539.2	561.4	3.9

6.3 Barra hiperestática

Admitiremos que a barra terá a seguinte configuração



com os 3 vãos iguais a 8 pol.

Os resultados obtidos foram:

MODO	FREQ. N. YKLESTAD	NATURAL (RAD/S) SA1 ² ₄	ERRO (%)
1	2440	2439	0.04
2	3489	3537	1.4
3	4679	4857	3.7

Cópias das listagens dos testes são fornecidas no Anexo D.

VII - BIBLIOGRAFIA

DEN HARTOG, J.P. - Mechanical Vibrations, 4 ed

New York: McGraw-Hill Book Co., 1956.

HARRIS, C.M. e CREDE, C.E. - Shock and Vibration Handbook.

(3 vols). New York : McGraw-Hill Book Co., 1961

THOMSON, W.T. - Vibration Theory and Applications.

Englewood Cliffs, N.J. : Prentice-Hall Inc., 1965

VERCK, R.K. - Vibration Analysis.

Scranton, Pennsylvania.: International Textbook Co., 1967

ANEXO A

INÍCIO

LER DADOS DE ENTRADA

$MODO=0$; $W=0$; $IT=0$; $CS=0$

$C3=1$

$MODO=MODO+1$; $DW=100$

$W=W+DW$; $IT=IT+1$

CÁLCULO DOS COEF. AMPL.

CÁLCULO DA INCÓGNITA E ERRO

$IT=1$
ERRO

S

N

$CS=1$

CÁLCULO DE ϕ , MF , Y , A

N

ERRO

S

$C3=1$

S

N

$CS=1$

S

N

$CS=1$

S

N

$C3=1$

N

S

$CS=1$

S

N

$CS=1$

S

N

$DW=PREC$

S

N

$W=W-DW$; $DW=DW/10$

IMPRIMIR
RESULTADOS

$C3=0$

S

$C3=1$

N

$MODO=M$

S

N

FIM

ANEXO B

PRRO

```
DS = CHR$(4):16 = CHR$(9)
PRINT DS;"PRR1"
PRINT IS;"132N"
LIST
PRINT DS;"PRRO"
END

TRACE
HOME
INPUT "NUMERO DE MODOS = ";M
INPUT "NUMERO DE TRECHOS = ";N
INPUT "PRECISAO DESEJADA = ";PREC
K = M + 1
DIM U(50),VF(50),A(50),Y(50),VM(50),VF(50),UF(50),AP(50),L(50),I(50),M(50),AG(50),BQ(50),AF(50),BF(50),AA(50),BA(50),AY(
50),BY(50)
DIM C(50)
INPUT "MODULO DE ELASTICIDADE = ";E
INPUT "TODOS OS TRECHOS SAO IGUAIS (1-3 0-N)";CO
IF CO = 0 GOTO 75
INPUT "MASSA = ";M(1)
INPUT "COMPRIMENTO = ";L(1)
INPUT "MOMENTO DE INERCIA = ";I(1)
UM(1) = L(1) / (E * I(1))
UF(1) = (L(1) ^ 2) / (2 * E * I(1))
VF(1) = (L(1) ^ 3) / (6 * E * I(1))
FOR J = 2 TO N
M(J) = M(1)
L(J) = L(1)
I(J) = I(1)
UF(J) = (L(J) ^ 2) / (2 * E * I(J))
VF(J) = (L(J) ^ 3) / (6 * E * I(J))
NEXT J
GOTO 150
FOR J = 1 TO N
PRINT "TRECHO NUMERO ";J
INPUT "MASSA = ";M(J)
INPUT "COMPRIMENTO = ";L(J)
INPUT "MOMENTO DE INERCIA = ";I(J)
UM(J) = (L(J) / (E * I(J)))
UF(J) = ((L(J) ^ 2) / (2 * E * I(J)))
VF(J) = ((L(J) ^ 3) / (6 * E * I(J)))
NEXT J
INPUT "NUMERO DE APOIOS INTERMEDIARIOS = ";NA
IF NA = 0 GOTO 210
FOR J = 1 TO NA
PRINT "POSICAO DO APOIO INT. NO. ";J; INPUT "AP(J)";
NEXT J
IF NA ( ) GOTO 240
INPUT "ESCOLHA A INCOGNITA ( 1-Q 2-MF 3-A 4-Y )";C1
GOTO 245
C1 = 1
INPUT "QUAIS C.C. PARA A ULTIMA SECCAO? (1-Q,2-MF,3-A,4-Y)";C4,C2
INPUT "ESCOLHA A VARIAVEL ERRO ( 1-Q 2-MF 3-A 4-Y )";C2
IF C4 ( ) C2 GOTO 260
PRINT "ESCOLHA ERRADA (MESMA VARIAVEL)": GOTO 245
PRINT "CONDICOES DE CONTORNO PARA A PRIMEIRA SECCAO"
INPUT "AG(1) = ";AG(1)
INPUT "BQ(1) = ";BQ(1)
INPUT "AF(1) = ";AF(1)
INPUT "BF(1) = ";BF(1)
INPUT "AA(1) = ";AA(1)
INPUT "BA(1) = ";BA(1)
INPUT "AY(1) = ";AY(1)
```

```

370 PRINT "IDEN PARA A ULTIMA SECCAO"
380 IF ( NOT ((C4 = 1) OR (C2 = 1))) GOTO 400
390 INPUT "AQ(K) = ";AQ(K)
395 INPUT "BQ(K) = ";BQ(K)
400 IF ( NOT ((C4 = 2) OR (C2 = 2))) GOTO 420
410 INPUT "AF(K) = ";AF(K)
415 INPUT "BF(K) = ";BF(K)
420 IF ( NOT ((C4 = 3) OR (C2 = 3))) GOTO 440
430 INPUT "AA(K) = ";AA(K)
435 INPUT "BA(K) = ";BA(K)
440 IF ( NOT ((C4 = 4) OR (C2 = 4))) GOTO 460
450 INPUT "AY(K) = ";AY(K)
455 INPUT "BY(K) = ";BY(K)
460 NODC = 0;M = 0
465 C5 = 0
468 IT = 0
470 C3 = 1
480 NODO = NODC + 1
490 DW = 100
500 W = W + DW
505 IT = IT + 1; PRINT "IT = ";IT
510 REM ROTINA DE CALCULO DOS COEF. AMPL.
520 I = 1;P = 1
530 IF I > N GOTO 690
535 L(I) = N(I) * (W ^ 2)
536 IF NA = 0 GOTO 540
537 IF ( NOT (I + 1 = AP(P))) GOTO 540
538 BY(I + 1) = 0
539 GOTO 545
540 BY(I + 1) = BY(I) + (L(I) * BA(I)) + (UF(I) * BQ(I)) + (VF(I) * BF(I))
545 IF NA = 0 GOTO 550
546 IF ( NOT (I + 1 = AP(P))) GOTO 550
547 AY(I + 1) = 0
548 AY(I) = AY(I) - 250000
549 GOTO 560
550 AY(I + 1) = AY(I) + (L(I) * AA(I)) + (UF(I) * AQ(I)) + (VF(I) * AF(I))
560 BA(I + 1) = BA(I) + (VF(I) * BQ(I)) + (VN(I) * BF(I))
570 AA(I + 1) = AA(I) + (VF(I) * AQ(I)) + (VF(I) * AF(I))
580 BY(I + 1) = (C(I) * BY(I)) + (C(I) * L(I) * BA(I)) + (C(I) * VF(I) * BF(I)) + ((I + (C(I) * UF(I))) * BQ(I))
590 AY(I + 1) = (C(I) * AY(I)) + (C(I) * L(I) * AA(I)) + (C(I) * VF(I) * AF(I)) + ((I + (C(I) * UF(I))) * AQ(I))
600 BF(I + 1) = BF(I) + (L(I) * BQ(I))
610 AF(I + 1) = AF(I) + (L(I) * AQ(I))
615 I = I + 1
620 IF NA = 0 GOTO 680
630 IF ( NOT (I = AP(P))) GOTO 680
670 P = P + 1
680 GOTO 530
690 REM ROTINA DE CALCULO DA INCOGNITA E DO ERRO
710 ON C4 GOTO 720,730,740,750
720 Z = (BQ(K) - BQ(K)) / AQ(K)
725 GOTO 770
730 Z = (BF(K) - BF(K)) / AF(K)
735 GOTO 770
740 Z = (BA(K) - BA(K)) / AA(K)
745 GOTO 770
750 Z = (BY(K) - BY(K)) / AY(K)
770 ON C2 GOTO 780,790,800,810
780 ER = (BQ(K) + (AQ(K) * Z))
785 GOTO 815
790 ER = (AF(K) * Z) + BF(K)
795 GOTO 815
800 ER = (AA(K) * Z) + BA(K)
805 GOTO 815
810 ER = (AY(K) + (AY(K) * Z))

```

```

017 CS = 1
820 REM  ROTINA DE CALCULO DE G,NF,A,Y
830 I = 1
960 IF (I > K) GOTO 1400
970 G(I) = BG(I) + (AG(I) * Z)
980 NF(I) = (AF(I) * Z) + BF(I)
990 A(I) = (AA(I) * Z) + BA(I)
1000 Y(I) = BY(I) + (AY(I) * Z)
1010 I = I + 1
1020 GOTO 960
1030 IF ER = 0 GOTO 1055
1040 IF (NOT (CS = 1)) GOTO 1050
1045 IF CS = 1 GOTO 500
1045 GOTO 1075
1050 IF CS = 1 GOTO 1075
1051 GOTO 500
1055 IF ER = 0 GOTO 1110
1060 IF (NOT (CS = 1)) GOTO 1070
1065 IF CS = 1 GOTO 500
1066 GOTO 1075
1070 IF CS = 1 GOTO 500
1071 IF DW < = PREC GOTO 1110
1080 W = W - DW
1090 DW = DW / 10
1100 GOTO 500
1110 PRINT "MODO = ";MODO
1115 PRINT
1120 PRINT "FRECUENCIA ANGULAR = ";W
1125 PRINT
1130 FOR J = 1 TO K
1140 PRINT "NF(";J;") = ";NF(J)
1145 NEXT J
1146 PRINT
1147 FOR J = 1 TO K
1150 PRINT "G(";J;") = ";G(J)
1155 NEXT J
1156 PRINT
1157 FOR J = 1 TO K
1160 PRINT "Y(";J;") = ";Y(J)
1165 NEXT J
1166 PRINT
1167 FOR J = 1 TO K
1170 PRINT "A(";J;") = ";A(J)
1180 NEXT J
1190 IF MODO = N GOTO 1240
1200 IF CS = 1 GOTO 1220
1210 GOTO 470
1220 CS = 0
1230 GOTO 480
1240 END

```

ANEXO C

SUPPORTS	n	(A) SHAPE AND NODES (NUMBERS GIVE LOCATION OF NODES IN FRACTION OF LENGTH FROM LEFT END)	(B) BOUNDARY CONDITIONS EQ (7.16)	(C) FREQUENCY EQUATION	(D) CONSTANTS EQ (7.16)	(E) $k l$ EQ (7.14) $\omega_n = k \sqrt{\frac{E I g}{A \gamma}}$	(F) RATIO OF NON-ZERO CONSTANTS COLUMN (D)
HINGED-HINGED	1		$x=0 \begin{cases} X=0 \\ X''=0 \end{cases}$	SIN $k l = 0$	$A=0$	3.1416	1.0000
	2					$B=0$	6.283
	3		$x=l \begin{cases} X=0 \\ X''=0 \end{cases}$		$\frac{C}{D}=1$	9.425	1.0000
	4					12.566	1.0000
	$n>4$					$\approx n\pi$	1.0000
CLAMPED-CLAMPED	1		$x=0 \begin{cases} X=0 \\ X'=0 \end{cases}$	(COS $k l$) (COSH $k l$) = 1	$A=0$	4.730	-0.9825
	2					$C=0$	7.853
	3		$x=l \begin{cases} X=0 \\ X'=0 \end{cases}$		$\frac{D}{B}=R$	10.996	-1.0000-
	4					14.137	-1.0000+
	$n>4$					$\approx \frac{(2n+1)\pi}{2}$	-1.0000-
CLAMPED-HINGED	1		$x=0 \begin{cases} X=0 \\ X'=0 \end{cases}$	TAN $k l =$ TANH $k l$	$A=0$	3.927	-1.0008
	2					$C=0$	7.069
	3		$x=l \begin{cases} X=0 \\ X'=0 \end{cases}$		$\frac{D}{B}=R$	10.210	-1.0000
	4					13.352	-1.0000
	$n>4$					$\approx \frac{(4n+1)\pi}{4}$	-1.0000
CLAMPED-FREE	1		$x=0 \begin{cases} X=0 \\ X'=0 \end{cases}$	(COS $k l$) (COSH $k l$) = -1	$A=0$	1.875	-0.7341
	2					$C=0$	4.694
	3		$x=l \begin{cases} X''=0 \\ X'''=0 \end{cases}$		$\frac{D}{B}=R$	7.855	-0.9992
	4					10.996	-1.0000+
	$n>4$					$\approx \frac{(2n-1)\pi}{2}$	-1.0000-
FREE-FREE	1		$x=0 \begin{cases} X''=0 \\ X'''=0 \end{cases}$	(COS $k l$) (COSH $k l$) = 1	$B=0$	G (REPRESENTS TRANSLATION)	
	2					$D=0$	4.730
	3		$x=l \begin{cases} X''=0 \\ X'''=0 \end{cases}$		$\frac{C}{A}=R$	7.853	-1.0008
	4					10.996	-1.0000-
	5					14.137	-1.0000+
	$n>5$					$\approx \frac{(2n-1)\pi}{2}$	-1.0000-

NO. 1
FRECUENCIA ANGULAR = 251.4

X(1) = 0
X(2) = -2856.53355
X(3) = -5135.86377
X(4) = -7263.13953
X(5) = -8895.37219
X(6) = -9921.31945
X(7) = -10271.0691
X(8) = -9920.89582
X(9) = -8894.4363
X(10) = -7261.75176
X(11) = -5134.78925
X(12) = -2857.74689
X(13) = -4.57763672E-05

Q(1) = -1329.26677
Q(2) = -1238.66511
Q(3) = -1063.63788
Q(4) = -816.11633
Q(5) = -512.973828
Q(6) = -174.874821
Q(7) = 175.151334
Q(8) = 513.18476
Q(9) = 816.237273
Q(10) = 1063.62625
Q(11) = 1238.48119
Q(12) = 1328.87342
Q(13) = 1328.62853

Y(1) = 0
Y(2) = 1.97727749
Y(3) = 8.81976868
Y(4) = 5.48187415
Y(5) = 6.61574267
Y(6) = 7.37861898
Y(7) = 7.63848974
Y(8) = 7.37762203
Y(9) = 6.61377375
Y(10) = 5.49895889
Y(11) = 3.81600862
Y(12) = 1.97278689
Y(13) = -5.34436991E-03

A(1) = 1
A(2) = .965916237
A(3) = .865980066
A(4) = .747026485
A(5) = .499366079
A(6) = .258626443
A(7) = -2.50030455E-04
A(8) = -.259120524
A(9) = -.500341577
A(10) = -.737474886
A(11) = -.866406566
A(12) = -.966309848
A(13) = -1.00038353

MODE = 2

FRECUENCIA ANGULAR = 1005.4

XF(1) = 0
XF(2) = -10450.7684
XF(3) = -18181.0427
XF(4) = -20900.7949
XF(5) = -18099.7631
XF(6) = -10448.5193
XF(7) = 2.67025757
XF(8) = 10453.2604
XF(9) = 18182.8998
XF(10) = 20901.8506
XF(11) = 18100.3318
XF(12) = 10449.4272
XF(13) = -9.765623E-04

Q(1) = -5225.38148
Q(2) = -3825.13969
Q(3) = -1099.87609
Q(4) = 1400.51591
Q(5) = 3825.6219
Q(6) = 5225.59478
Q(7) = 5225.29514
Q(8) = 3324.81958
Q(9) = 1399.47941
Q(10) = -1400.76331
Q(11) = -3825.45236
Q(12) = -5224.71397
Q(13) = -5223.36591

Y(1) = 0
Y(2) = 1.91067724
Y(3) = 3.30935365
Y(4) = 3.82122876
Y(5) = 3.30913858
Y(6) = 1.91031002
Y(7) = -4.08873428E-04
Y(8) = -1.91099596
Y(9) = -3.30945814
Y(10) = -3.82102533
Y(11) = -3.30856978
Y(12) = -1.90933978
Y(13) = 1.9392941E-03

A(1) = 1
A(2) = .866015854
A(3) = .499967058
A(4) = -5.65019436E-05
A(5) = -.500063656
A(6) = -.866067275
A(7) = -.99998842
A(8) = -.865938023
A(9) = -.499933405
A(10) = 2.27600336E-04
A(11) = .500255689
A(12) = .866278251
A(13) = 1.00024521

MODE = 3

FRECUENCIA ANGULAR = 2261.5

RF(1) = 0
RF(2) = -22345.4731
RF(3) = -32309.3242
RF(4) = -22345.1507
RF(5) = 1.83529541
RF(6) = 22347.7754
RF(7) = 32309.2708
RF(8) = 22345.7875
RF(9) = -3.99787831
RF(10) = -22349.6641
RF(11) = -32310.5078
RF(12) = -22345.0731
RF(13) = -.03125

Q(1) = -11421.2366
Q(2) = -4731.42352
Q(3) = 4732.06674
Q(4) = 11423.508
Q(5) = 11422.9551
Q(6) = 4731.74774
Q(7) = -4732.7817
Q(8) = -11420.0523
Q(9) = -11422.8331
Q(10) = -4730.41873
Q(11) = 4732.71277
Q(12) = 11421.5206
Q(13) = 11419.4396

Y(1) = 0
Y(2) = 1.384731
Y(3) = 2.55223792
Y(4) = 1.81452567
Y(5) = -1.49093574E-04
Y(6) = -1.84483787
Y(7) = -2.55224254
Y(8) = -1.80453129
Y(9) = 2.74934806E-04
Y(10) = 1.80483349
Y(11) = 2.55213508
Y(12) = 1.84483985
Y(13) = -9.40362481E-04

A(1) = 1
A(2) = .70706498
A(3) = -2.51089214E-03
A(4) = -.70713776
A(5) = -1.40000039
A(6) = -.707056277
A(7) = 8.53309502E-05
A(8) = .707174823
A(9) = .991991596
A(10) = .706995964
A(11) = -2.85728073E-04
A(12) = -.707088769
A(13) = -1.4001936

NODO = 4

FRECUENCIA ANGULAR = 4017.3

MF(1) = 0
MF(2) = -39000.8438
MF(3) = -38999.9997
MF(4) = 1.68347656
MF(5) = 39001.6895
MF(6) = 38999.1686
MF(7) = -3.36328125
MF(8) = -39002.4922
MF(9) = -38999.2031
MF(10) = 5.375
MF(11) = 39004.25
MF(12) = 39000.25
MF(13) = 0

Q(1) = -19500.4219
Q(2) = .422664781
Q(3) = 19500.8441
Q(4) = 19500.8085
Q(5) = -1.26443386
Q(6) = -19501.2612
Q(7) = -19499.5644
Q(8) = 2.14651489
Q(9) = 19501.7656
Q(10) = 19499.4336
Q(11) = -2.11983984
Q(12) = -19499.9883
Q(13) = -19499.7031

T(1) = 0
T(2) = 1.66665445
T(3) = 1.6666234
T(4) = -7.21912184E-05
T(5) = -1.66669542
T(6) = -1.66666703
T(7) = 1.45012047E-04
T(8) = 1.6666338
T(9) = 1.66665572
T(10) = -2.16612711E-04
T(11) = -1.66672513
T(12) = -1.666638696
T(13) = 6.5580511E-04

A(1) = 1
A(2) = .499999182
A(3) = -.500021634
A(4) = -.999999981
A(5) = -.499956671
A(6) = .500054225
A(7) = 1.00000036
A(8) = .499925256
A(9) = -.500033685
A(10) = -.99992371
A(11) = -.499968393
A(12) = .500190725
A(13) = 1.00019836

MODE = 1

FRECUENCIA ANGULAR = 251.4



XF(1) = 0

XF(2) = -1314.97217
XF(3) = -2547.87898
XF(4) = -3713.72608
XF(5) = -5113.77441
XF(6) = -6235.11127
XF(7) = -7351.98171
XF(8) = -8113.93438
XF(9) = -8857.11604
XF(10) = -9448.72995
XF(11) = -9878.65353
XF(12) = -10139.5316
XF(13) = +10226.9024
XF(14) = -10139.2739
XF(15) = -9878.1493
XF(16) = -9448.0017
XF(17) = -8856.19725
XF(18) = -8112.86941
XF(19) = -7230.74546
XF(20) = -6234.92888
XF(21) = -5112.64098
XF(22) = -3912.92624
XF(23) = -2646.32666
XF(24) = -1334.53019
XF(25) = 0.05175781E-05

Q(1) = -1354.97217
Q(2) = -1012.12681
Q(3) = -1266.8271
Q(4) = -1199.84833
Q(5) = -1110.33686
Q(6) = -1005.79045
Q(7) = -882.032688
Q(8) = -743.181662
Q(9) = -591.613913
Q(10) = -429.923578
Q(11) = -269.578036
Q(12) = -87.2707929
Q(13) = 87.5205425
Q(14) = 241.124569
Q(15) = 438.147601
Q(16) = 591.804434
Q(17) = 743.327845
Q(18) = 882.12395
Q(19) = 1005.81657
Q(20) = 1112.2879
Q(21) = 1199.71473
Q(22) = 1266.5996
Q(23) = 1311.79646
Q(24) = 1334.53022
Q(25) = 1334.41003

Y(1) = 0
Y(2) = .997147495
Y(3) = 1.77722878
Y(4) = 2.92346969
Y(5) = 3.31967518
Y(6) = 4.35058645

Y(7) = 8.61558481
Y(10) = 7.85741254
Y(11) = 7.37844319
Y(12) = 7.57319566
Y(13) = 7.63831986
Y(14) = 7.57270387
Y(15) = 7.3774679
Y(16) = 7.03095815
Y(17) = 6.6135496
Y(18) = 6.43813183
Y(19) = 5.29839948
Y(20) = 4.64722957
Y(21) = 3.81598837
Y(22) = 2.91937131
Y(23) = 1.97273744
Y(24) = .99227689
Y(25) = -5.24644542E-03

A(1) = 1
A(2) = .591442486
A(3) = .565916389
A(4) = .920858536
A(5) = .265968661
A(6) = .793297086
A(7) = .767827772
A(8) = .686657028
A(9) = .499868244
A(10) = .382523078
A(11) = .258629594
A(12) = .138307894
A(13) = -2.46170443E-04
A(14) = -.100798582
A(15) = -.259115397
A(16) = -.38380098
A(17) = -.500335589
A(18) = -.609111656
A(19) = -.707468162
A(20) = -.793722484
A(21) = -.866399215
A(22) = -.924255414
A(23) = -.966041988
A(24) = -.99182022
A(25) = -1.0003749

N(0) = 0

FRECUENCIA ANGULAR = 1005.4

N(1) = 0
N(2) = -5015.68717
N(3) = -18269.1187
N(4) = -14522.6953
N(5) = -17786.5594
N(6) = -19338.2708
N(7) = -20538.8054
N(8) = -19838.0759
N(9) = -17786.1815
N(10) = -14522.1584
N(11) = -10268.4481
N(12) = -5314.9393
N(13) = .788482666
N(14) = 5316.47113

NF(17) = 17787.1077
NF(18) = 19838.7
NF(19) = 20536.3193
NF(20) = 19838.2955
NF(21) = 17786.3494
NF(22) = 14522.305
NF(23) = 10268.7153
NF(24) = 5315.40234
NF(25) = -9.765625E-04

0(1) = -5315.68717
0(2) = -4953.42957
0(3) = -4253.58458
0(4) = -3263.86411
0(5) = -2051.71143
0(6) = -699.734536
0(7) = 699.929614
0(8) = 2051.8942
0(9) = 3264.02317
0(10) = 4253.71029
0(11) = 4953.50875
0(12) = 5315.72701
0(13) = 5315.88266
0(14) = 4953.37698
0(15) = 4253.50263
0(16) = 3263.757
0(17) = 2051.59239
0(18) = 699.619308
0(19) = -700.023095
0(20) = -2051.94673
0(21) = -3264.01436
0(22) = -4253.61896
0(23) = -4953.31278
0(24) = -5315.40372
0(25) = -5315.20447

Y(1) = 0
Y(2) = .988641694
Y(3) = 1.90990762
Y(4) = 2.79101356
Y(5) = 3.30804609
Y(6) = 3.68963578
Y(7) = 3.8197775
Y(8) = 3.6896022
Y(9) = 3.30798139
Y(10) = 2.70092265
Y(11) = 1.9097971
Y(12) = .988520074
Y(13) = -1.23231497E-04
Y(14) = -.988756512
Y(15) = -1.91000406
Y(16) = -2.70108206
Y(17) = -3.30807867
Y(18) = -3.68962524
Y(19) = -3.81971833
Y(20) = -3.68949831
Y(21) = -3.30781391
Y(22) = -2.70069729
Y(23) = -1.90951133
Y(24) = -.988170349
Y(25) = 5.43213449E-04

A(1) = 1
A(2) = .965925082

A(4) = .70710678
A(5) = .499990891
A(6) = .258819105
A(7) = -1.79017593E-05
A(8) = -.258838835
A(9) = -.500019171
A(10) = -.707123915
A(11) = -.866038059
A(12) = -.965931566
A(13) = -.999996634
A(14) = -.965911634
A(15) = -.865999334
A(16) = -.70708857
A(17) = -.499950245
A(18) = -.258759163
A(19) = 1.78822278E-05
A(20) = .258892342
A(21) = .500075966
A(22) = .707182899
A(23) = .866097894
A(24) = .965993083
A(25) = 1.00007123

KDD = 3

FRECUENCIA ANGULAR = 2262.1

F(1) = 0
F(2) = -11874.9598
F(3) = -21942.8393
F(4) = -28668.5954
F(5) = -31838.5567
F(6) = -28668.331
F(7) = -21941.5509
F(8) = -11874.3222
F(9) = 188903809
F(10) = 11875.5939
F(11) = 21942.5204
F(12) = 28668.8474
F(13) = 31838.5371
F(14) = 28668.8371
F(15) = 21941.8186
F(16) = 11873.8191
F(17) = -1.47558594
F(18) = -11876.375
F(19) = -21943.2188
F(20) = -28669.418
F(21) = -31838.9922
F(22) = -28668.4453
F(23) = -21941.5313
F(24) = -11874.4531
F(25) = 0

(1) = -11874.9598
(2) = -10067.0795
(3) = -6726.55614
(4) = -2361.96129
(5) = 2362.22572
(6) = 6726.7801
(7) = 10067.2286
(8) = 11875.8111

Q(1) = 10000.7204
Q(2) = 6726.32716
Q(3) = 2361.68939
Q(4) = -2362.5001
Q(5) = -6727.01873
Q(6) = -10067.3995
Q(7) = -11875.095
Q(8) = -11874.898
Q(9) = -10066.8439
Q(10) = -6726.20213
Q(11) = -2361.57417
Q(12) = 2362.54626
Q(13) = 6726.92301
Q(14) = 10067.4674
Q(15) = 11874.4379
Q(16) = 11873.7817

Y(1) = 0
Y(2) = .974626154
Y(3) = 1.80087223
Y(4) = 2.35294797
Y(5) = 2.54680368
Y(6) = 2.35292616
Y(7) = 1.8008319
Y(8) = .974573421
Y(9) = -5.71787823E-05
Y(10) = -.974679171
Y(11) = -1.80091316
Y(12) = -2.35297064
Y(13) = -2.54680533
Y(14) = -2.35290689
Y(15) = -1.80079533
Y(16) = -.974526284
Y(17) = 1.06110238E-04
Y(18) = .974720255
Y(19) = 1.80093642
Y(20) = 2.3529671
Y(21) = 2.54676722
Y(22) = 2.35282765
Y(23) = 1.80067015
Y(24) = .974347048
Y(25) = -3.49953771E-04

A(1) = 1
A(2) = .923878463
A(3) = .707102028
A(4) = .382675682
A(5) = -1.11898407E-05
A(6) = -.382696367
A(7) = -.707118667
A(8) = -.923887103
A(9) = -1.00000014
A(10) = -.923870116
A(11) = -.707087342
A(12) = -.382655494
A(13) = 3.28719616E-05
A(14) = .38271606
A(15) = .70713307
A(16) = .923893571
A(17) = .999997079
A(18) = .923857033
A(19) = .707054748
A(20) = .382624626
A(21) = -7.03334806E-05

NI(24) = -1.923902183
A(25) = -1.00006962

NOCC = 4

FRECUENCIA ANGULAR = 1021.4

HF(1) = 0
HF(2) = -20900.5503
HF(3) = -36200.6775
HF(4) = -41800.6241
HF(5) = -36199.8521
HF(6) = -20899.1207
HF(7) = 1.65093794
HF(8) = 20901.9802
HF(9) = 36201.5437
HF(10) = 41801.625
HF(11) = 36199.8288
HF(12) = 20897.6943
HF(13) = -0.29492188
HF(14) = -20903.3984
HF(15) = -36202.3125
HF(16) = -41800.5938
HF(17) = -36198.1406
HF(18) = -20896.1875
HF(19) = 5.09375
HF(20) = 20905.0625
HF(21) = 36203.625
HF(22) = 41801.5
HF(23) = 36198.5
HF(24) = 20897
HF(25) = -3

Q(1) = -20900.5503
Q(2) = -15300.1272
Q(3) = -5599.9466
Q(4) = 5600.772
Q(5) = 15300.7314
Q(6) = 20900.7716
Q(7) = 20900.3294
Q(8) = 15299.5233
Q(9) = 5599.12179
Q(10) = -5601.59649
Q(11) = -15301.334
Q(12) = -20900.99
Q(13) = -20900.1044
Q(14) = -15298.9121
Q(15) = -5598.28165
Q(16) = 5602.44898
Q(17) = 15301.9746
Q(18) = 20901.2698
Q(19) = 20899.9895
Q(20) = 15298.457
Q(21) = 5597.77148
Q(22) = -5602.7998
Q(23) = -15301.7676
Q(24) = -20900.2227
Q(25) = -20897.7509

Y(4) = 1.91865963
Y(5) = 1.85485463
Y(6) = .9527517
Y(7) = -7.54311041E-05
Y(8) = -.953446011
Y(9) = -1.65473002
Y(10) = -1.91465955
Y(11) = -1.6546168
Y(12) = -.953446011
Y(13) = 1.85252374E-04
Y(14) = .953446011
Y(15) = 1.25176881
Y(16) = 1.91465955
Y(17) = 1.65450145
Y(18) = .953446011
Y(19) = -2.21858726E-04
Y(20) = -.953446011
Y(21) = -1.65478578
Y(22) = -1.91462367
Y(23) = -1.65496472
Y(24) = -.953446011
Y(25) = 4.4345394E-04

A(1) = 1
A(2) = .866025404
A(3) = .499999999
A(4) = -1.97423416E-05
A(5) = -.500000000
A(6) = -.866025404
A(7) = -.999999999
A(8) = -.866025404
A(9) = -.499999999
A(10) = 5.92738192E-05
A(11) = .500000000
A(12) = .866025404
A(13) = 1.866025404
A(14) = .866025404
A(15) = .499999999
A(16) = -9.82284546E-05
A(17) = -.500000000
A(18) = -.866025404
A(19) = -.999999999
A(20) = -.866025404
A(21) = -.499999999
A(22) = 1.50000000E-04
A(23) = .500000000
A(24) = .866025404
A(25) = 1.866025404

~~_____~~

260 =
DATE/TIME ANSWER = 86

- 1) = .4375166
- 2) = .77532981
- 3) = .26137467
- 4) = .775351144
- 5) = .719662579
- 6) = .664233419
- 7) = .689413412
- 8) = .565325258
- 9) = .50217243
- 10) = .458177615
- 11) = .399580736
- 12) = .358637196
- 13) = .303616116
- 14) = .258798798
- 15) = .216476612
- 16) = .17695076
- 17) = .148528519
- 18) = .107524667
- 19) = .078257712
- 20) = .053850562
- 21) = .032228516
- 22) = .0161189726
- 23) = .005021975E-03
- 24) = .0048759385E-04

- 25) = .9562417401
- 26) = .9562250761
- 27) = .9561587867
- 28) = .9560129306
- 29) = .9557585654
- 30) = .9553691596
- 31) = .9548197773
- 32) = .9540881836
- 33) = .9531526273
- 34) = .9519948152
- 35) = .9505968793
- 36) = .9489435394
- 37) = .94702105
- 38) = .9448173483
- 39) = .9423219855
- 40) = .939526052
- 41) = .9364228909
- 42) = .933004482
- 43) = .9292669356
- 44) = .9252071743
- 45) = .920822005
- 46) = .9161095791
- 47) = .9110687619
- 48) = .905897026E-03
- 49) = 0

Y(3) = 2.4679661E-05
Y(4) = 5.444801E-05
Y(5) = 9.4975313E-05
Y(6) = 1.45243887E-04
Y(7) = 2.04938567E-04
Y(8) = 2.72958434E-04
Y(9) = 3.48876857E-04
Y(10) = 4.31924833E-04
Y(11) = 5.21413392E-04
Y(12) = 6.16575446E-04
Y(13) = 7.1765862E-04
Y(14) = 8.21954735E-04
Y(15) = 9.38748832E-04
Y(16) = 1.04265819E-03
Y(17) = 1.15774887E-03
Y(18) = 1.27498679E-03
Y(19) = 1.39338165E-03
Y(20) = 1.51424302E-03
Y(21) = 1.63561637E-03
Y(22) = 1.75767923E-03
Y(23) = 1.88016534E-03
Y(24) = 2.00266887E-03
Y(25) = 2.12564863E-03

A(1) = 2
A(2) = 1.228599876E-03
A(3) = 2.41998327E-05
A(4) = 2.52176677E-05
A(5) = 4.55172525E-05
A(6) = 5.51803532E-05
A(7) = 6.39718928E-05
A(8) = 7.21354998E-05
A(9) = 7.96817735E-05
A(10) = 8.63888048E-05
A(11) = 9.24854128E-05
A(12) = 9.79325818E-05
A(13) = 1.02741671E-04
A(14) = 1.06935683E-04
A(15) = 1.10548827E-04
A(16) = 1.13587465E-04
A(17) = 1.16189437E-04
A(18) = 1.18144561E-04
A(19) = 1.19734647E-04
A(20) = 1.2092356E-04
A(21) = 1.21767279E-04
A(22) = 1.2231394E-04
A(23) = 1.22623861E-04
A(24) = 1.2275956E-04
A(25) = 1.2278775E-04

NODO = 2

FRECUENCIA ANGULAR = 109.2

HF(1) = 1
HF(2) = .804747233
HF(3) = .610126085
HF(4) = .417055678
HF(5) = .23049105
HF(6) = .0511789419

MF(0) = -.267858234
MF(9) = -.404615618
MF(10) = -.50813326
MF(11) = -.667971506
MF(12) = -.872387461
MF(13) = -1.14453988
MF(14) = -1.522146528
MF(15) = -1.968394534
MF(16) = -2.41897483
MF(17) = -2.83106713
MF(18) = -3.16817568
MF(19) = -3.450882439
MF(20) = -3.6529438
MF(21) = -3.76102674
MF(22) = -3.779765925
MF(23) = -3.724924091
MF(24) = -3.6031850499
MF(25) = 4.00413437E-05

0(1) = -.190252767
0(2) = -.194621147
0(3) = -.191270408
0(4) = -.187375628
0(5) = -.179371108
0(6) = -.167943626
0(7) = -.15302155
0(8) = -.134759384
0(9) = -.113517641
0(10) = -.8898382457
0(11) = -.8644159561
0(12) = -.8386665265
0(13) = -.8116925395
0(14) = .8137519932
0(15) = .8372970517
0(16) = .8579907695
0(17) = .8749310338
0(18) = .8872932413
0(19) = .8943530049
0(20) = .8958026897
0(21) = .8942608203
0(22) = .8782735226
0(23) = .8559073616
0(24) = .822330915
0(25) = 0

Y(1) = 0
Y(2) = 5.5704965E-06
Y(3) = 2.23447211E-05
Y(4) = 4.24435449E-05
Y(5) = 7.55499516E-05
Y(6) = 1.08426534E-04
Y(7) = 1.41586378E-04
Y(8) = 1.75070426E-04
Y(9) = 2.015498E-04
Y(10) = 2.24679183E-04
Y(11) = 2.41216428E-04
Y(12) = 2.50013488E-04
Y(13) = 2.50246499E-04
Y(14) = 2.4142748E-04
Y(15) = 2.2340454E-04
Y(16) = 1.96349929E-04
Y(17) = 1.60735721E-04
Y(18) = 1.17297368E-04
Y(19) = 6.69857414E-05

Y(22) = -1.13740073E-04
Y(23) = -1.79958211E-04
Y(24) = -2.47402674E-04
Y(25) = -3.15328303E-04

A(1) = 0
A(2) = 1.15688925E-05
A(3) = 2.46385933E-05
A(4) = 2.722822E-05
A(5) = 3.11842182E-05
A(6) = 3.31892759E-05
A(7) = 3.27679571E-05
A(8) = 3.62891691E-05
A(9) = 2.59656316E-05
A(10) = 2.60505747E-05
A(11) = 1.28319544E-05
A(12) = 4.62452511E-06
A(13) = -4.23984312E-06
A(14) = -1.34231797E-05
A(15) = -2.25933146E-05
A(16) = -3.14362122E-05
A(17) = -3.96682904E-05
A(18) = -4.70483056E-05
A(19) = -5.33884215E-05
A(20) = -5.85641385E-05
A(21) = -6.2522832E-05
A(22) = -6.5290734E-05
A(23) = -6.69782871E-05
A(24) = -6.77839121E-05
A(25) = -6.79963291E-05

NO. 1

FRECUENCIA ANGULAR = 1.40



- MF(1) = 1
- MF(2) = .645143582
- MF(3) = .388211173
- MF(4) = -.8251878369
- MF(5) = -.324514486
- MF(6) = -.56493996
- MF(7) = -.751672953
- MF(8) = -.871399907
- MF(9) = -.922137493
- MF(10) = -.917768135
- MF(11) = -.941227644
- MF(12) = -.911668815
- MF(13) = .389566687
- MF(14) = .721136738
- MF(15) = 1.03687363
- MF(16) = 1.2643883
- MF(17) = 1.42133153
- MF(18) = 1.51177169
- MF(19) = 1.51130799
- MF(20) = .962114384
- MF(21) = .58973341
- MF(22) = -.261312195
- MF(23) = -1.00132751
- MF(24) = -1.68211182
- MF(25) = -2.0126648
- MF(26) = -2.19567871
- MF(27) = -2.13623047
- MF(28) = -1.84399414
- MF(29) = -1.35205078
- MF(30) = -.714477539
- MF(31) = 0

- Q(1) = -.438610397
- Q(2) = -.432965636
- Q(3) = -.418648763
- Q(4) = -.369133311
- Q(5) = -.308099337
- Q(6) = -.231973696
- Q(7) = -.148546192
- Q(8) = -.0695222331
- Q(9) = -4.89165567E-03
- Q(10) = .8319231166
- Q(11) = .83503318
- Q(12) = .782184338
- Q(13) = .672940432
- Q(14) = .512664589
- Q(15) = .314199565
- Q(16) = .0961265623
- Q(17) = -.119449548
- Q(18) = -.309330415
- Q(19) = -.4916219
- Q(20) = -.527846393
- Q(21) = -1.00630337
- Q(22) = -.920003719
- Q(23) = -.751005067
- Q(24) = -.583179004
- Q(25) = -.228764534
- Q(26) = .0742592216

Q(27) = .614523818
Q(28) = .796377282
Q(29) = .893951863
Q(30) = .893129026

Y(1) = 0
Y(2) = 3.62270589E-06
Y(3) = 1.25782235E-05
Y(4) = 2.48454864E-05
Y(5) = 2.53583437E-05
Y(6) = 4.48132783E-05
Y(7) = 4.82424088E-05
Y(8) = 4.63472149E-05
Y(9) = 3.73718695E-05
Y(10) = 2.88131643E-05

Y(11) = 0
Y(12) = -3.36487881E-04
Y(13) = -6.32731622E-05
Y(14) = -9.28044513E-05
Y(15) = -1.14949225E-04
Y(16) = -1.26186803E-04
Y(17) = -1.24860043E-04
Y(18) = -1.3917371E-04
Y(19) = -8.24148697E-05
Y(20) = -4.4143502E-05
Y(21) = 0

Y(22) = 4.99607357E-05
Y(23) = 9.78789081E-05
Y(24) = 1.87745852E-04
Y(25) = 1.64728841E-04
Y(26) = 1.75188445E-04
Y(27) = 1.68608804E-04
Y(28) = 1.46482794E-04
Y(29) = 1.85186871E-04
Y(30) = 5.5e+36105E-05
Y(31) = 0

A(1) = 0
A(2) = 8.45644196E-06
A(3) = 1.23448479E-05
A(4) = 1.47617532E-05
A(5) = 1.29517926E-05
A(6) = 8.43944139E-06
A(7) = 1.67148573E-05
A(8) = -6.65814738E-06
A(9) = -1.58798582E-05
A(10) = -2.53983885E-05
A(11) = -3.48034848E-05
A(12) = -4.86515589E-05
A(13) = -3.98647521E-05
A(14) = -3.31882101E-05
A(15) = -2.14876491E-05
A(16) = -6.47482375E-06
A(17) = 1.82213962E-05
A(18) = 2.68219155E-05
A(19) = 4.16633557E-05
A(20) = 5.33829443E-05
A(21) = 6.18841962E-05
A(22) = 6.24914828E-05
A(23) = 5.59918826E-05
A(24) = 4.2644795E-05
A(25) = 2.41832162E-05
A(26) = 2.52667813E-06
A(27) = -1.96381592E-05

A(20) = -6.7863627E-05
A(31) = -7.87587134E-05

NSD = 2

FACTORIAL NODULAR = -87

MF(1) = 1
MF(2) = .603747353
MF(3) = .227978733
MF(4) = -.118764885
MF(5) = -.48143585
MF(6) = -.573867521
MF(7) = -.675472297
MF(8) = -.643724855
MF(9) = -.58819155
MF(10) = -.293734787
MF(11) = -.3368879627
MF(12) = .217298628
MF(13) = .457563431
MF(14) = .645946145
MF(15) = .675268393
MF(16) = .622899294
MF(17) = .431848764
MF(18) = .139181982
MF(19) = -.228739738
MF(20) = -.64214325
MF(21) = -1.07785212
MF(22) = -.645446777
MF(23) = -.226348877
MF(24) = .152679443
MF(25) = .458748234
MF(26) = .662231445
MF(27) = .743538273
MF(28) = .678486328
MF(29) = .538818339
MF(30) = .292724689
MF(31) = 0

Q(1) = -.498815809
Q(2) = -.476228774
Q(3) = -.433343423
Q(4) = -.353414887
Q(5) = -.237564588
Q(6) = -.18298897
Q(7) = .0396843818
Q(8) = .169416629
Q(9) = .268071838
Q(10) = .321388431
Q(11) = .354983284
Q(12) = .381338952
Q(13) = .397978376
Q(14) = .4016538154
Q(15) = .39784614492
Q(16) = .38813343
Q(17) = .365933815
Q(18) = .347882371
Q(19) = .316755872
Q(20) = .2513636452
Q(21) = .339518151
Q(22) = .523866415
Q(23) = .473883937

Q(26) = .101754904
Q(27) = -.0565185547
Q(28) = -.199555649
Q(29) = -.207747841
Q(30) = -.365785599
Q(31) = -.365451810

Y(1) = 0
Y(2) = 3.56779125E-06
Y(3) = 1.21458520E-05
Y(4) = 2.2641352E-05
Y(5) = 1.22503129E-05
Y(6) = 3.8689952E-05
Y(7) = 4.04127432E-05
Y(8) = 3.67492327E-05
Y(9) = 2.79458066E-05
Y(10) = 1.58005332E-05
Y(11) = 0
Y(12) = -1.54813502E-05
Y(13) = -2.89933741E-05
Y(14) = -3.86158526E-05
Y(15) = -4.30074031E-05
Y(16) = -4.2023603E-05
Y(17) = -3.60091531E-05
Y(18) = -2.65903523E-05
Y(19) = -1.61329251E-05
Y(20) = -7.61476142E-06
Y(21) = 0
Y(22) = -4.4323541E-06
Y(23) = -1.41776929E-05
Y(24) = -2.50348609E-05
Y(25) = -3.6339777E-05
Y(26) = -4.32202433E-05
Y(27) = -4.43350033E-05
Y(28) = -4.05192259E-05
Y(29) = -3.06344009E-05
Y(30) = -1.64414523E-05
Y(31) = 9.02545317E-08

R(1) = 0
R(2) = 8.25101207E-06
R(3) = 1.25428997E-05
R(4) = 1.31032419E-05
R(5) = 1.0435858E-05
R(6) = 5.33573817E-06
R(7) = -1.16969679E-06
R(8) = -7.93481039E-06
R(9) = -1.3842074E-05
R(10) = -1.79545164E-05
R(11) = -1.96489916E-05
R(12) = -1.85689368E-05
R(13) = -1.48004137E-05
R(14) = -8.98754479E-06
R(15) = -2.10952203E-06
R(16) = 4.6503119E-06
R(17) = 1.00592879E-05
R(18) = 1.29872351E-05
R(19) = 1.25275546E-05
R(20) = 8.0614971E-06
R(21) = -7.54866051E-07
R(22) = -9.58816963E-06
R(23) = -1.40590128E-05
R(24) = -1.44364312E-05
R(25) = -1.13006681E-05

A(29) = 1.53928993E-05
A(30) = 1.96546316E-05
A(31) = 2.11447477E-05
MODE = 3

FRECUENCIA ANGULAR = 4679

HF(1) = 1
HF(2) = .35775966
HF(3) = -.33285884
HF(4) = -.232268122
HF(5) = -.491663958
HF(6) = -.60728885
HF(7) = -.559904151
HF(8) = -.355234122
HF(9) = -.8218415386
HF(10) = .491663145
HF(11) = .868970811
HF(12) = .538463159
HF(13) = .157664261
HF(14) = -.18157881
HF(15) = -.338913867
HF(16) = -.457785845
HF(17) = -.462687969
HF(18) = -.344351292
HF(19) = -.119932175
HF(20) = .179794312
HF(21) = .519582748
HF(22) = .376358032
HF(23) = .223937988
HF(24) = .8687255359
HF(25) = -.8733642578
HF(26) = -.18571582
HF(27) = -.246459961
HF(28) = -.252929188
HF(29) = -.204833984
HF(30) = -.11328125
HF(31) = 9.765625E-04

H(1) = -.552888042
H(2) = -.538592627
H(3) = -.456967483
H(4) = -.324469795
H(5) = -.144268114
H(6) = .0592298741
H(7) = .255837536
H(8) = .417748724
H(9) = .527358357
H(10) = .584957876
H(11) = -.423134575
H(12) = -.415998532
H(13) = -.374842813
H(14) = -.286678751
H(15) = -.158598772
H(16) = -6.12884852E-03
H(17) = .147920975
H(18) = .288522373
H(19) = .37485829
H(20) = .424735388
H(21) = -.179838848
H(22) = -.198529188
H(23) = -.193943262
H(24) = -.177657366

W(28) = .8383889357
W(29) = .114442825
W(30) = .144123077
W(31) = .143718219

Y(1) = 0
Y(2) = 3.49779141E-06
Y(3) = 1.15963781E-05
Y(4) = 2.8881236E-05
Y(5) = 2.8788278E-05
Y(6) = 3.128521582E-05
Y(7) = 3.91565814E-05
Y(8) = 2.15888535E-05
Y(9) = 1.72968588E-05
Y(10) = 9.84061772E-06
Y(11) = 0
Y(12) = 1.12397838E-06
Y(13) = 6.58826585E-06
Y(14) = 2.37683286E-05
Y(15) = 2.81745558E-05
Y(16) = 2.48137414E-05
Y(17) = 2.42635413E-05
Y(18) = 2.88854522E-05
Y(19) = 1.48278269E-05
Y(20) = 7.88748321E-06
Y(21) = 0
Y(22) = -1.60579444E-06
Y(23) = -5.38895719E-07
Y(24) = 2.56421117E-06
Y(25) = 6.24649692E-06
Y(26) = 9.37687347E-06
Y(27) = 1.10597175E-05
Y(28) = 1.88001987E-05
Y(29) = 8.55268445E-06
Y(30) = 4.67558857E-06
Y(31) = -1.22883257E-07

A(1) = 0
A(2) = 7.93851265E-06
A(3) = 1.15323374E-05
A(4) = 1.18246335E-05
A(5) = 7.31183313E-06
A(6) = 1.67435617E-06
A(7) = -4.31124488E-06
A(8) = -9.8842617E-06
A(9) = -1.87338884E-05
A(10) = -8.98534916E-06
A(11) = -2.47265189E-06
A(12) = 4.7839324E-06
A(13) = 8.43771895E-06
A(14) = 8.93871847E-06
A(15) = 6.71284943E-06
A(16) = 2.88824645E-06
A(17) = -2.85214819E-06
A(18) = -6.19888675E-05
A(19) = -8.57174748E-06
A(20) = -8.26478825E-06
A(21) = -4.67828792E-06
A(22) = -8.36589687E-08
A(23) = 2.99498837E-06
A(24) = 4.49549487E-06
A(25) = 4.472211E-06
A(26) = 3.15532888E-06
A(27) = 9.49549824E-07

A(29) = -3.9537888E-06
A(30) = -5.58793545E-06
A(31) = -6.16900073E-06