APENDICE A

DETERMINACIÓN DE LA RESPUESTA DINÁMICA MEDIANTE UN ANÁLISIS MODAL.

Determinación de la respuesta de un sistema de tres grados de libertad sujeto a cargas dinámicas mediante un análisis modal utilizando los datos del Modelo No. 4.-

Ecuaciones de movimiento.-

$$\boxed{\begin{aligned} &m_1\ddot{x}_1 + k_{x1}(x_1 - x_2 - \psi_2 h) = F_x(t) \\ &m_2\ddot{x}_2 + C_{x2}\dot{x}_2 + k_{x2}x_2 - k_{x1}(x_1 - x_2 - \psi_2 h) = 0 \\ &I_2\ddot{\psi}_2 + C_{\psi 2}\dot{\psi}_2 + m_1\ddot{x}_1 h + k_{\psi 2}\psi_2 = F_x(t)h \end{aligned}}$$

Funciones de fuerza.-

Fx1 (t) = 0.2 sin 47.12t
Fx2 (t) = 0
Tψ (t) = 0.2431sin 47.12t

Donde la frecuencia estacionaria es ω = 47.12 rad/s

Valores de las masas, frecuencias naturales y amortiguamiento.-

m_1 = 0.2548 ton-s2/m	ω_1 =	23 rad/s	ξ_1=	0
m_2 = 3.6697 ton-s2/m	ω_2 =	125.51 rad/s	ξ_2=	0.36
I_2 = 5.3354 ton-m-s2	ω_3 =	215 rad/s	ξ_3=	0.2094

Definición de parámetros para la tabla de cálculo.-

(1) = Ubicación de la masa - 1) m_1 ; 2) m_2 ; 3) I_2
(2) = Amplitud modal = Arn
(3) = Función de fuerza = Frn
(4) = (Arn)(Frn)
(5) = Masa = Mr
(6) = Mr(Arn)^2
(7) = Cuadrado de la frecuencia natural =ω_n^2
(8) = Constante A
(9) = Factor de amplificación = (M)n
(10) = Respuesta máxima = X_r

Constante A.-

$$\boxed{A = \frac{\sum_{r=1}^{3} F_{r1} A_{rn}}{\omega_n^2 \sum_{r=1}^{3} M_r A_{rn}^2}}$$

Factor de Amplificación.-

$$M = \frac{1}{\sqrt{\left(1-\beta^2\right)^2 + \left(2\xi\beta\right)^2}}$$

Respuesta máxima.-

$$X_r(t) = \sum_{n=1}^{N} A_{rn}(M)_n \frac{\sum_{r=1}^{j} F_{r1} A_{rn}}{\omega_n^2 \sum_{r=1}^{j} M_r A_{rn}^2} f(t)$$

TABLA DE CALCULO DEL ANALISIS DE LA RESPUESTA MODAL

Modo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	1.979E+00	0.2	0.39584	0.2548	9.981E-01				
	2	4.799E-03	0	0	3.6697	8.453E-05	529	7.48E-04	0.3128	4.6285E-04
	3	1.436E-03	0.2431	0.0003491	5.3354	1.100E-05				
	Σ			**0.3961891**		**0.99821**				
2	1	-1.749E-02	0.2	-0.003498	0.2548	7.794E-05				
	2	5.220E-01	0	0	3.6697	9.999E-01	15752.76	-2.31E-07	1.1104	9.8834E-07
	3	-5.886E-04	0.2431	-0.000143	5.3354	1.849E-06				
	Σ			**-0.003641**		**0.99998**				
3	1	-5.522E-01	0.2	-0.110434	0.2548	7.769E-02				
	2	6.689E-04	0	0	3.6697	1.642E-06	46225	-3.16E-08	1.0456	3.2108E-07
	3	4.491E-01	0.2431	0.1091665	5.3354	1.076E+00				
	Σ			**-0.001268**		**1.15360**				

Resumen de las respuestas máximas.-

$x_1 =$ 0.4629 mm

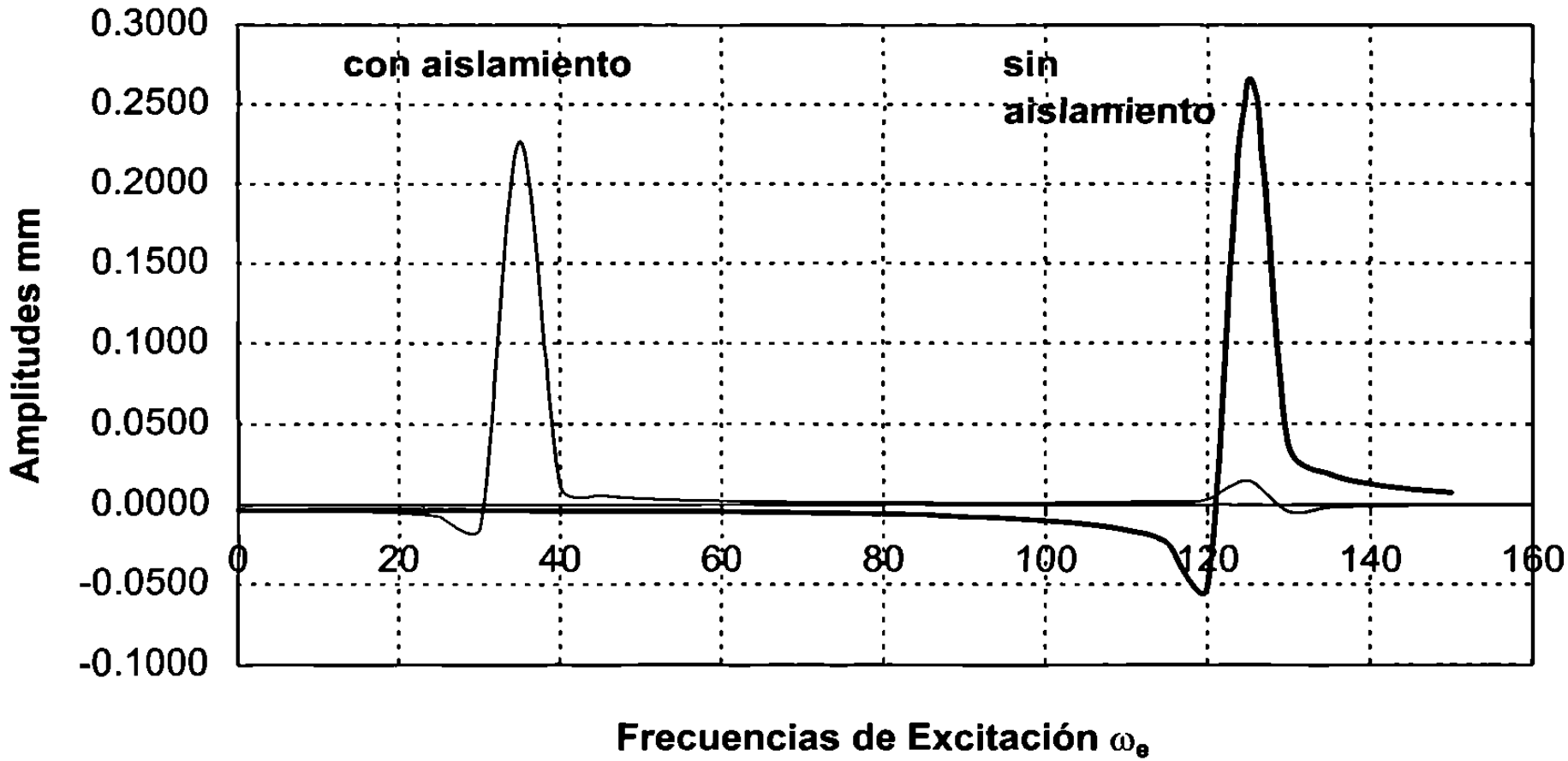
$x_2 =$ 0.0010 mm

$\psi =$ 3.21E-07 rad

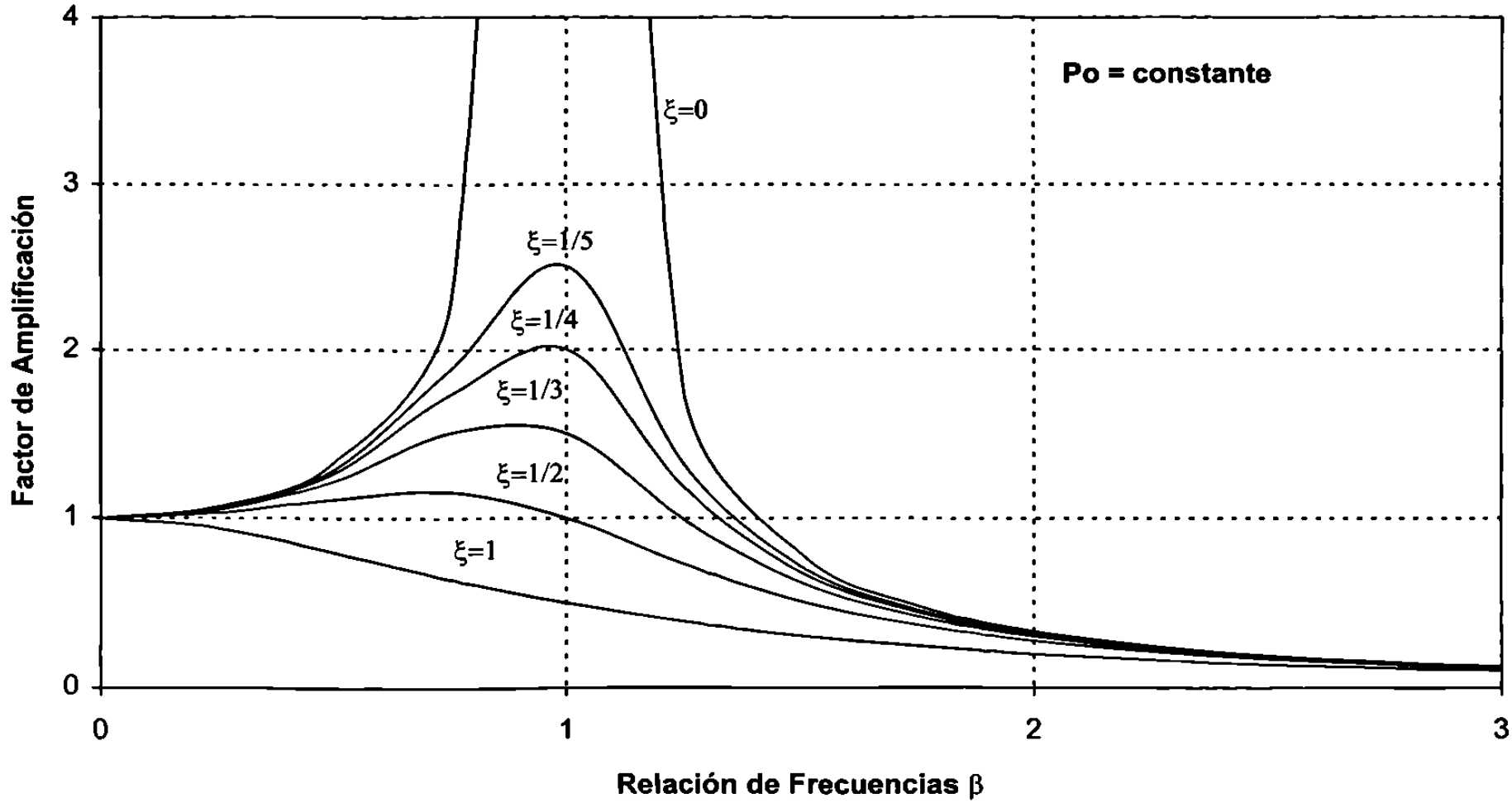
APENDICE B

GRÁFICAS DEL COMPORTAMIENTO DINÁMICO

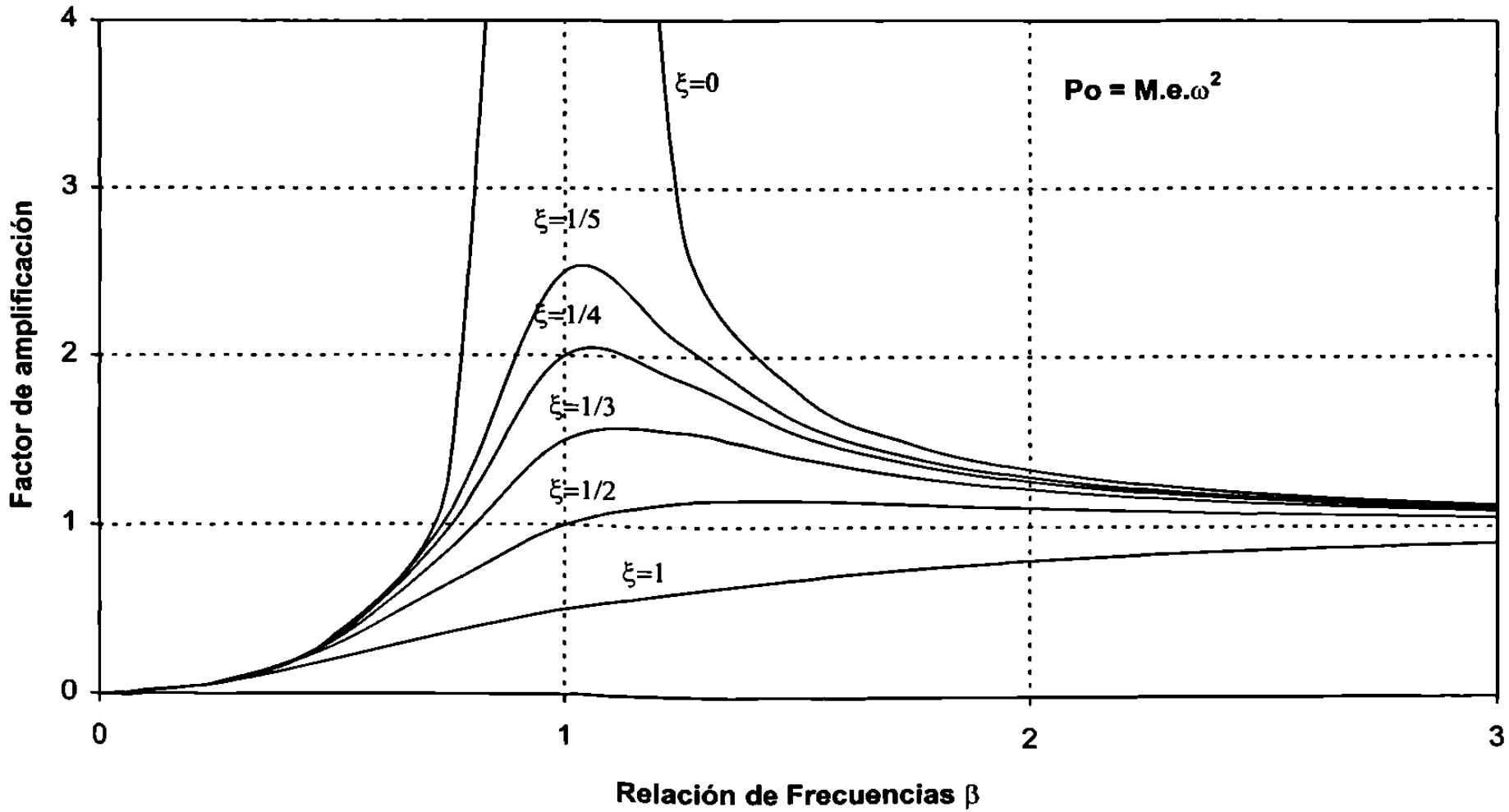
GRAFICA No. 1.- RESPUESTA PARA VIBRACIONES VERTICALES



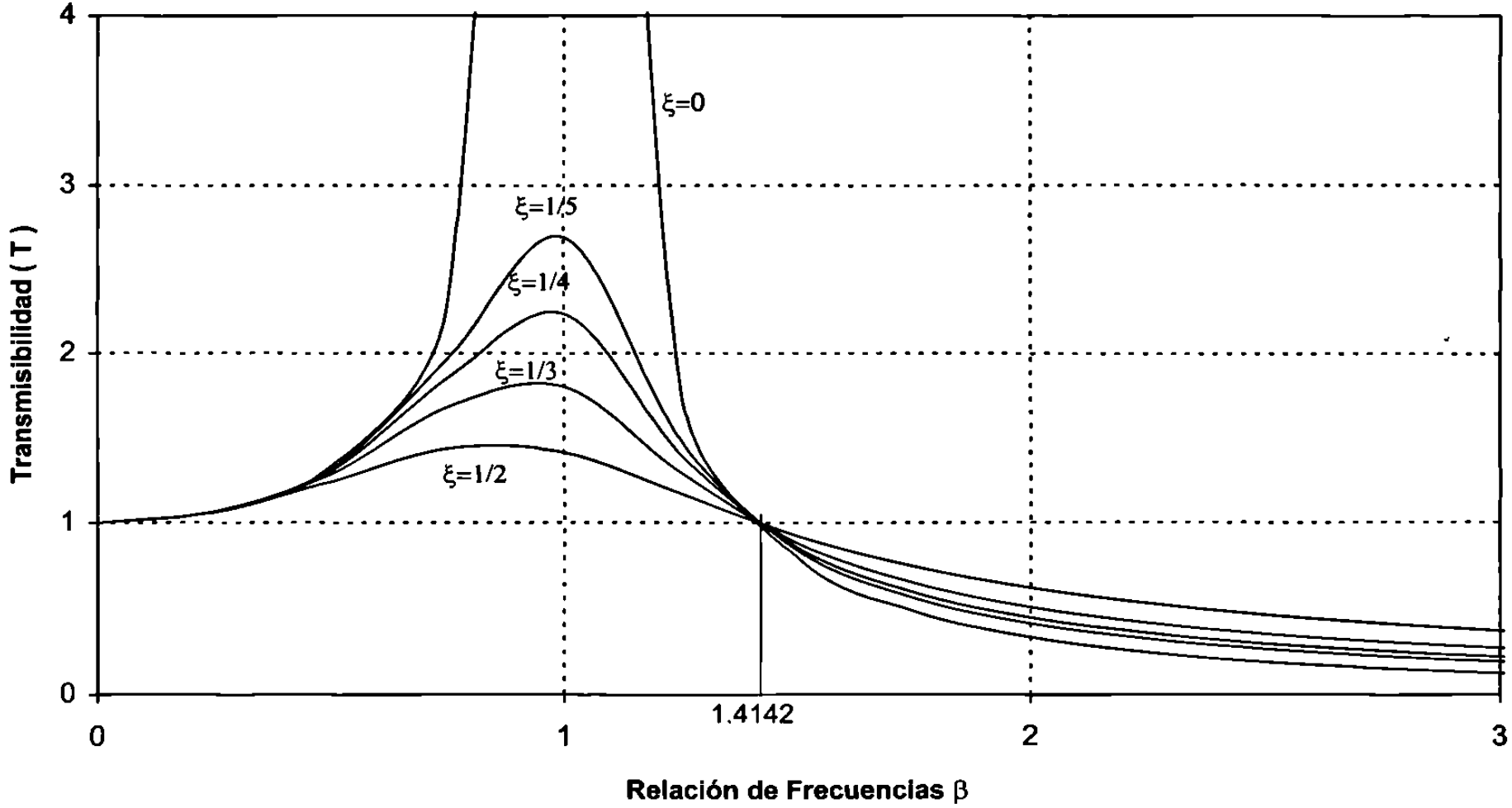
GRÁFICA No. 2.- VARIACIÓN DE LA AMPLIFICACIÓN DINÁMICA



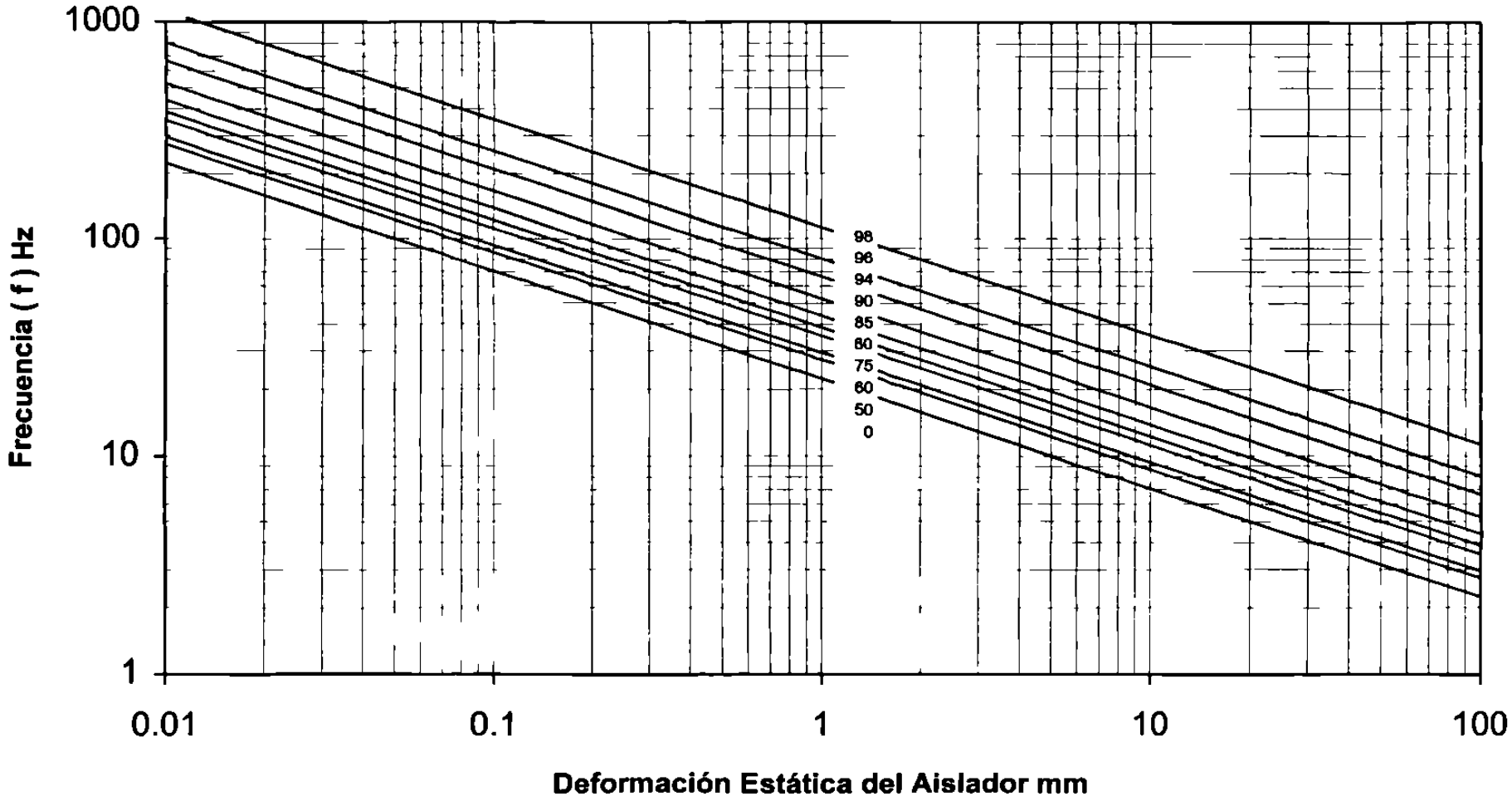
GRAFICA No. 3.- VARIACIÓN DE LA AMPLIFICACIÓN DINÁMICA



GRÁFICA No. 4.-TRANSMISIBILIDAD DE VIBRACIÓN



GRÁFICA No. 5.-EFICIENCIA DEL AISLAMIENTO



APENDICE C

CÁLCULO DE LOS PERIODOS Y FORMAS MODALES USANDO EL PROGRAMA CAL-91

1. Programa CAL-91 para la obtención de las frecuencias naturales de vibración del modelo matemático No. 2 (Vibración vertical con aislamiento).

```
RUN
 LOAD K R=2 C=2        ! LEE MATRIZ DE RIGIDEZ
 ARRAY NAME = K     NUMBER OF ROWS =  2 NUMBER OF COLUMNS =
2
 P K                ! IMPRIME MATRIZ

 COL# =        1        2
 ROW  1  135.44    -135.44
 ROW  2 -135.44     58475.

 LOAD M R=2 C=2        ! LEE MATRIZ DE MASAS
 ARRAY NAME = M     NUMBER OF ROWS =  2 NUMBER OF COLUMNS =
2
 P M                ! IMPRIME MATRIZ

 COL# =        1        2
 ROW  1  .11210    .00000
 ROW  2  .00000    3.6697

 JACOBI K V M W2       ! RESUELVE PARA EIGENVALORES Y
EIGENVECTORES
 DUP W2 W
 SQREL W            ! FRECUENCIAS EN RADIANES POR SEGUNDO
 LOAD S R=1 C=1
 ARRAY NAME = S     NUMBER OF ROWS =  1 NUMBER OF COLUMNS =
1
 DUP W PER
 SCALE PER S       ! FRECUENCIAS EN HERTZ
 INVEL PER          ! PERIODOS EN SEGUNDOS
 P PER

 COL# =        1
 ROW  1  .18099
 ROW  2  .49770E-01       PERIODOS EN SEGUNDOS ( T )

 P V

 COL# =        1        2
 ROW  1  2.9864    -.42815E-01
 ROW  2  .74831E-02  .52196

 RETURN
 QUIT
```

2. Programa CAL-91 para la obtención de las frecuencias naturales de vibración del modelo matemático No. 3 (Vibración horizontal + cabeceo sin aislamiento).

```
RUN
 LOAD K R=2 C=2        ! LEE MATRIZ DE RIGIDEZ
 ARRAY NAME = K      NUMBER OF ROWS =   2 NUMBER OF COLUMNS =
2
 P K                 ! IMPRIME MATRIZ

 COL# =          1          2
 ROW  1  .57663E+05 -.53880E+05
 ROW  2 -.53880E+05  .27934E+06

 LOAD M R=2 C=2        ! LEE MATRIZ DE MASAS
 ARRAY NAME = M      NUMBER OF ROWS =   2 NUMBER OF COLUMNS =
2
 P M                 ! IMPRIME MATRIZ

 COL# =          1          2
 ROW  1  3.9246      .00000
 ROW  2  .00000      5.3354

 JACOBI K V M W2       ! RESUELVE PARA EIGENVALORES Y
EIGENVECTORES
 DUP W2 W
 SQREL W             ! FRECUENCIAS EN RADIANES POR SEGUNDO
 LOAD S R=1 C=1
 ARRAY NAME = S      NUMBER OF ROWS =   1 NUMBER OF COLUMNS =
1
 DUP W PER
 SCALE PER S       ! FRECUENCIAS EN HERTZ
 INVEL PER           ! PERIODOS EN SEGUNDOS
 P PER

 COL# =          1
 ROW  1  .59069E-01
 ROW  2  .26615E-01       PERIODOS EN SEGUNDOS ( T )

 P V
 COL# =          1          2
 ROW  1  .48521     -.13921
 ROW  2  .11939      .41614

 RETURN
 QUIT
```

3. Programa CAL-91 para la obtención de las frecuencias naturales de vibración del modelo matemático No. 4 (Vibración horizontal + cabeceo con aislamiento).

```
RUN
 LOAD K R=3 C=3        ! LEE MATRIZ DE RIGIDEZ
 ARRAY NAME = K     NUMBER OF ROWS =   3 NUMBER OF COLUMNS =
3
 P K                ! IMPRIME MATRIZ
 COL# =        1         2         3
 ROW  1  .13544E+03 -.13544E+03 -.16464E+03
 ROW  2 -.13544E+03  .57798E+05  .16464E+03
 ROW  3  .00000E+00  .00000E+00  .22899E+06

 LOAD M R=3 C=3        ! LEE MATRIZ DE MASAS
 ARRAY NAME = M     NUMBER OF ROWS =   3 NUMBER OF COLUMNS =
3
 P M                ! IMPRIME MATRIZ
 COL# =        1         2         3
 ROW  1  .25480     .00000     .00000
 ROW  2  .00000     3.6697     .00000
 ROW  3  .30970     .00000     5.3354
 JACOBI K V M W2       ! RESUELVE PARA EIGENVALORES Y
EIGENVECTORES
 DUP W2 W
 SQREL W            ! FRECUENCIAS EN RADIANES POR SEGUNDO
 LOAD S R=1 C=1
 ARRAY NAME = S     NUMBER OF ROWS =   1 NUMBER OF COLUMNS =
1
 DUP W PER
 SCALE PER S       ! FRECUENCIAS EN HERTZ
 INVEL PER          ! PERIODOS EN SEGUNDOS
 P PER
 COL# =        1
 ROW  1  .27298
 ROW  2  .50063E-01              PERIODO EN SEGUNDOS ( T )
 ROW  3  .29226E-01
 P V
                                 FORMAS MODALES
 COL# =        1         2         3
 ROW  1  1.9792    -.17490E-01 -.55217
 ROW  2  .47994E-02  .52199     .66888E-03
 ROW  3  .14359E-02 -.58862E-03  .44906

 RETURN
 QUIT
```

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

César Antonio Juárez Alvarado

Candidato para el Grado de

Maestro en Ciencias con Especialidad en Ingeniería Estructural

Tesis: ESTUDIO ANALÍTICO DE LOS EFECTOS CAUSADOS POR EL AISLAMIENTO DE LAS VIBRACIONES EN CIMENTACIONES PARA MAQUINARIA INDUSTRIAL.

Campo de Estudio: Dinámica Estructural

Biografía:

Datos Personales: Nacido en Cd. Lerdo, Durango el 7 de octubre de 1968, hijo de Antonio Juárez Contreras y Francisca Juárez Alvarado.

Educación: Egresado de la Universidad Autónoma de Nuevo León, grado obtenido: Ingeniero Civil en 1991, con la tesis: " Elaboración y Análisis de las Curvas I-D-Tr para el Estado de Nuevo León. "

Experiencia Docente: Auxiliar docente en el Departamento de Estructuras del Instituto de Ingeniería Civil (1990-1991). A partir del segundo semestre de 1993 y hasta la fecha, Maestro de Asignaturas, en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León, impartiendo las clases de Algebra Superior, Estática, Diseño de Estructuras de Madera y Concreto Presforzado y Prefabricado.

Experiencia Profesional: De 1991 a 1996, Ingeniero Especialista en Estructuras, en el Departamento de Ingeniería Estructural del Instituto de Ingeniería Civil de la U.A.N.L., de 1996 a 1998, Asesor Técnico en la empresa CONTEC MEXICANA S.A., en el Departamento de Ingeniería. Además, se desempeña como Ingeniero asesor en el análisis y diseño estructural de diversos proyectos.