

ANÁLISIS ESPECTRAL DE VIBRACION NO LINEAL PROCEDENTE DE MAQUINARIA INDUSTRIAL (Parte II)

FERNANDO BOLAÑOS

BRUEL & KJAER IBERICA, S.A.
Valencia, 84-86 int. Local 4
08015 BARCELONA

ESC.INGENIERIA LA SALLE
Paseo Bonanova, 6
08022 BARCELONA

LA ECUACION DE DUFFING

El sistema que nos ocupa es análogo al oscilador de Duffing con excitación exterior, es decir, sistema no autónomo. Esta ecuación de Duffing representa un sistema no lineal con la adición de un término cúbico en la rigidez. Si el sistema es de tipo blando, entonces, el término cúbico es sustractivo.

Si se consulta la bibliografía, puede observarse que el oscilador de Duffing no conservativo y no autónomo es muy sensible a las condiciones iniciales, manifestando un carácter armónico para condiciones iniciales moderadas de desplazamiento y velocidad, y carácter subarmónico como el reseñado para valores más altos de los puntos de inicio.

La ecuación de Duffing aquí considerada es:

$$a\ddot{x} + b\dot{x} + cx^3 = F \cos t$$

MODIFICACIONES NECESARIAS

La placa de acero con tensiones internas o residuales o simplemente con un reparto de tensión desigual, deberá, en general, sustituirse por otra que no tenga estos defectos.

En algunos casos podrá hormigonarse la parte inferior de la placa y colocando espárragos de fijación se podrá sujetar la estructura elástica actual al hormigón, no dando ninguna opción a que el conjunto placa-hormigón pueda presentar "arrugas" y repetir el mismo defecto que venimos reseñando. Es obvio que habrá que cuidar que la base estructural final sea realmente plana, y que la base del motor sea también plana. De este modo se podrá interpretar los espectros del motor, realizar equilibrados mecánicos in situ, etc... Las pruebas que se reseñan se han realizado con un modelo real a escala, lo que justifica los valores de vibración que aparecen en las figuras.

CONCLUSION

Se extracta, con un ejemplo práctico, al comportamiento de un sistema no lineal formado por una base con dos puntos de equilibrio estable que da lugar a subarmónicos de la frecuencia de excitación en ciertas zonas del espectro. La histeresis frecuencial en la presencia y desaparición de subarmónicos le da un carácter más de impredecibilidad a este tipo de sistemas.

Pueden observarse tendencias para expertos en estos sistemas, pero no es nada cómoda la predicción, dado que en los sistemas no lineales, esta relación causa-efecto se pierde de modo esencial.

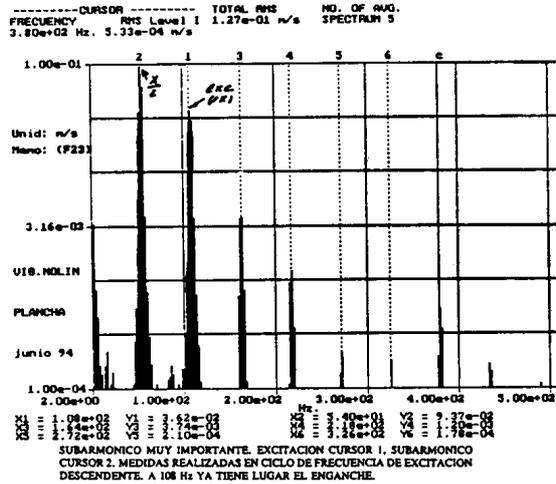


FIGURA 8

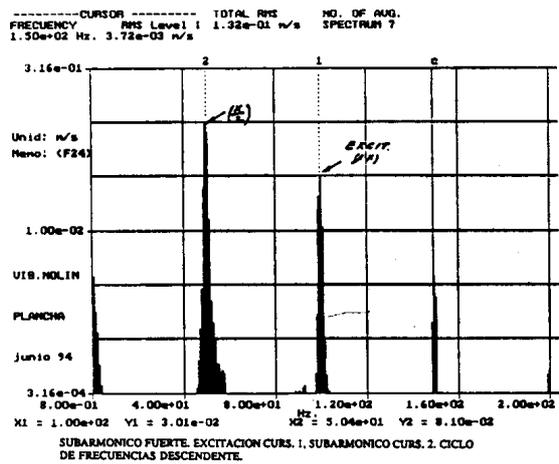


FIGURA 9

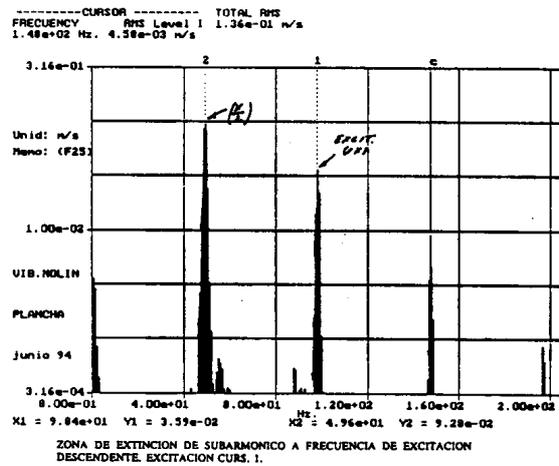
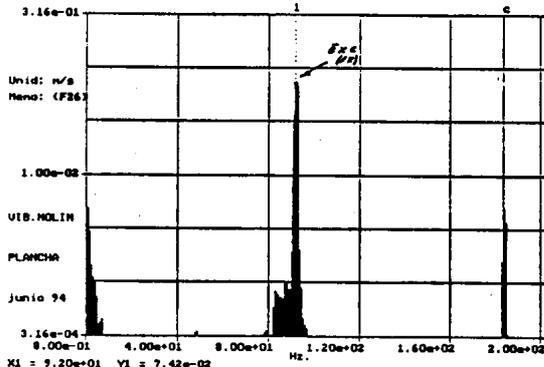


FIGURA 10

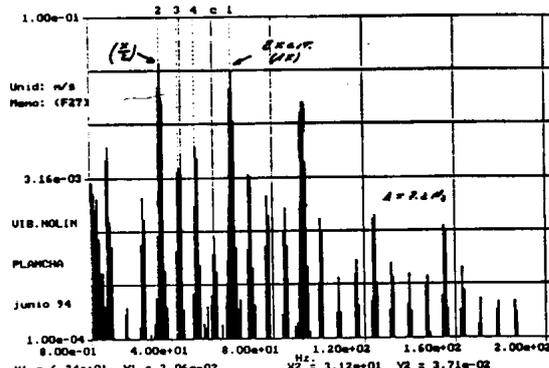
-----CURSOR----- TOTAL RMS NO. OF AVG.
 FREQUENCY RMS Level I 9.23e-02 n/s SPECTRUM 6
 1.84e+02 Hz. 4.53e-03 n/s



X1 = 9.20e+01 V1 = 7.42e-02
 EXTINCIÓN DE LOS SUBARMONICOS. FRECUENCIA DE EXCITACION 92 Hz.
 CONTINUA EL DESCENSO FRECUENCIAL DE LA EXCITACION.
 EL SUELO EVOLUCIONA RESPECTO DE UN ATRACTOR EL 2º MODO.

FIGURA 11

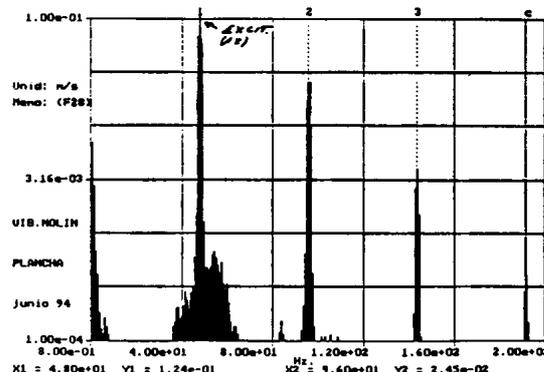
-----CURSOR----- TOTAL RMS
 FREQUENCY RMS Level I 6.54e-02 n/s
 5.44e+01 Hz. 8.71e-04 n/s



X1 = 6.24e+01 V1 = 3.96e-03
 X2 = 3.32e+01 V2 = 3.94e-03
 X3 = 3.32e+01 V3 = 3.94e-03
 X4 = 3.12e+01 V4 = 2.71e-03
 X5 = 2.71e+01 V5 = 2.71e-03
 APARICION DE NUEVO DE SUBARMONICO Y ESTRUCTURA COMPLEJA.
 CONTINUA EL DESCENSO DE LA FRECUENCIA DE EXCITACION (AHORA 62.4 Hz).

FIGURA 12

-----CURSOR----- TOTAL RMS NO. OF AVG.
 FREQUENCY RMS Level I 1.56e-01 n/s SPECTRUM 5
 1.92e+02 Hz. 3.98e-04 n/s



X1 = 4.80e+01 V1 = 3.34e-01
 X2 = 1.44e+02 V2 = 3.34e-01
 X3 = 1.44e+02 V3 = 3.34e-01
 X4 = 9.60e+01 V4 = 2.45e-02
 X5 = 9.60e+01 V5 = 2.45e-02
 NUEVA DESAPARICION DE SUBARMONICOS DURANTE EL DESCENSO DE LA
 FRECUENCIA DE EXCITACION (AHORA 48 Hz).

FIGURA 13

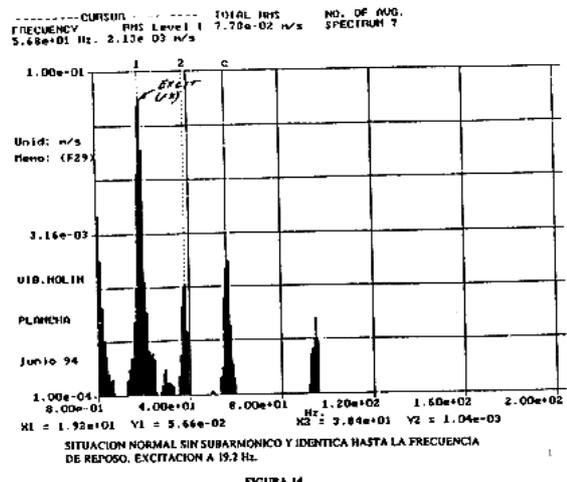


FIGURA 14

