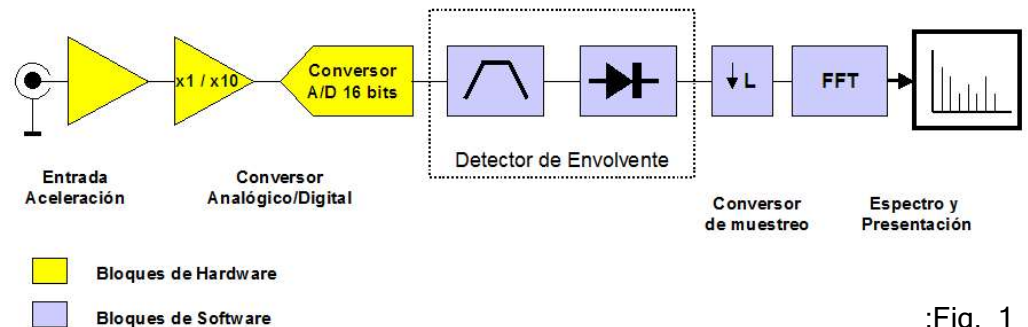


Función Espectros de Envolvente

La función Envolvente se emplea en la detección de fallas de rodamientos. Cuando estas fallas se encuentran en sus estados iniciales, las señales que producen son de muy bajo nivel y de baja frecuencia, siendo muy difíciles de observar en forma directa. Sin embargo, es posible recuperarlas a partir de la modulación que dichas señales imprimen sobre vibraciones de mayor frecuencia y amplitud y, por ende, más fáciles de detectar.

Diagrama en bloques:



:Fig. 1

La Fig. 1 muestra el diagrama en bloques de la función Envolvente.

La señal del acelerómetro ingresa a través del amplificador de aceleración. Un segundo amplificador permite agregar una ganancia adicional de 10 veces para señales débiles.

El convertor analógico/digital convierte dicha señal en una serie de muestras digitalizadas, con 16 bits de resolución en amplitud. La frecuencia de muestreo se selecciona automáticamente entre dos opciones: 25600Hz y 40960Hz en función del rango de frecuencia y resolución espectral elegidos por el usuario.

La señal digital es procesada por un filtro pasa-banda, el cual permite extraer un determinado rango de frecuencias y su envolvente es recuperada por un detector digital.

El convertidor de muestreo reduce la frecuencia de muestreo y el ancho de banda originales de acuerdo con el rango de frecuencia y resolución seleccionados, filtrando además toda componente que exceda de dicho rango.

Por último, se procede a estimar y presentar el espectro de la señal recuperada, en donde la firma espectral de la falla debería ser claramente visible.

Principio de funcionamiento:

La señal ingresa al bloque de envolvente a través de un filtro pasabanda digital IIR. Su diseño responde a una aproximación de Butterworth de 4 polos (segundo orden). Está implementado mediante dos secciones bi-cuadráticas en cascada. El usuario puede elegir la respuesta de este filtro de entre 5 opciones disponibles:

Filtro	Frec. Inferior [Hz, a -3dB]	Frec. Superior [Hz, a -3dB]	Resolución [líneas]
1	1250	2500	400, 2000, 4000
2	2500	5000	400, 2000, 4000
3	5000	10000	400, 2000, 4000
4	10000	15000	2000, 4000
5*	15000	20000	2000, 4000

Tabla 1 - Frecuencias de corte de los filtros

También es posible puentear el filtro e ingresar al detector con todo el ancho de banda del equipo.

Todos los filtros pueden ser usados para estimar espectros de envolvente con 2000 ó 4000 líneas de resolución. Sin embargo, para el modo de 400 líneas sólo están disponibles los filtros 1, 2 y 3.

En el caso particular del filtro 5, el mismo está implementado como pasa-altos. El corte a 20KHz está dado por la respuesta digital del convertor A/D.

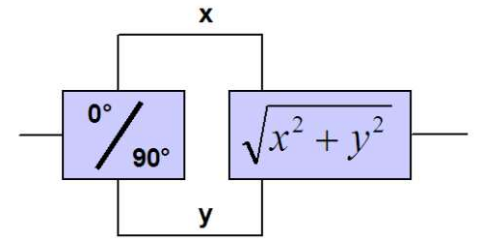


Fig. 2 - Detector digital de envolvente

La señal filtrada pasa a un detector de envolvente digital compuesto por un filtro de Hilbert y un operador de módulo. El filtro Hilbert produce dos salidas que se encuentran exactamente desfasadas 90 para cualquier frecuencia. De esta forma se convierte la señal real en una señal compleja $x + jy$. La envolvente se obtiene luego como el módulo de dicha señal compleja.

Respuesta en Frecuencia:

Los gráficos que siguen muestran la respuesta en frecuencia de cada uno de los filtros.

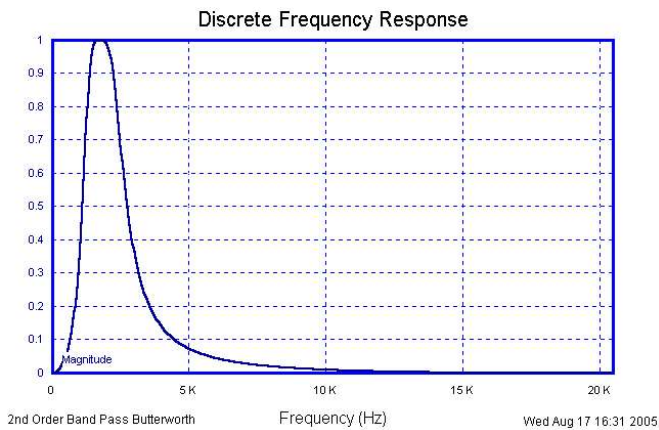


Fig. 3 - Filtro 1 (1250Hz a 2500Hz a -3dB)

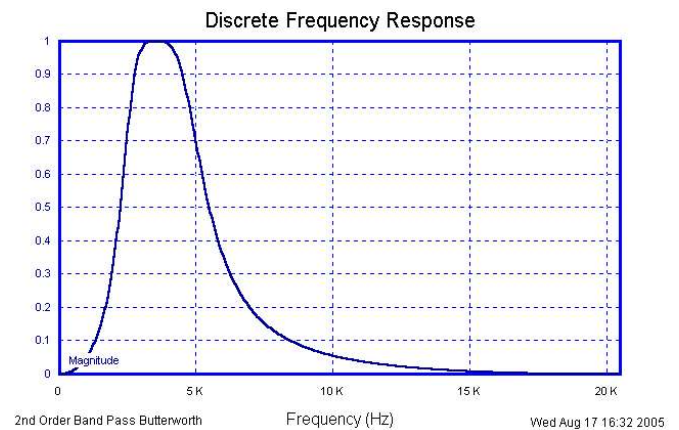


Fig. 4 - Filtro 2 (2500Hz a 5000Hz a -3dB)

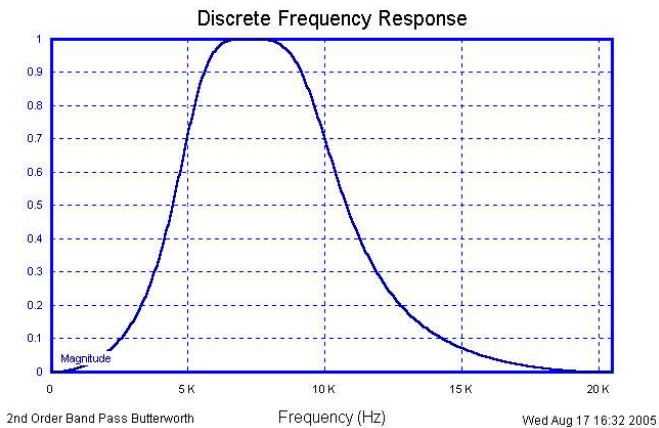


Fig. 5 - Filtro 3 (5000Hz a 10000Hz a -3dB)

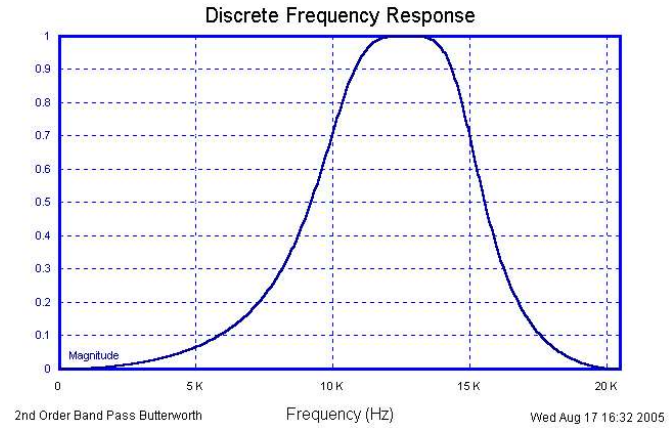


Fig. 6 - Filtro 4 (10000Hz a 15000Hz a -3dB)

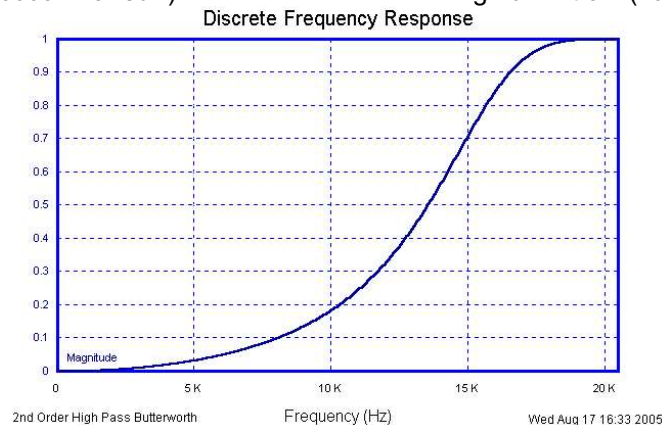


Fig. 7 - Filtro 5 (Pasa altos, 15000Hz a -3dB)