Se observa q' el espectro en frecuencia de la señal muestreada mediante impulsos se reproduce un Nº infinito de veces y se atenúa en $\frac{1}{T}$. De esta forma, el proceso de modulación mediante impulsos, de $f(t)$ produce una serie de bandas laterales.

Dado q' $F^*(s)$ es periódica con un periodo de $2\pi/\omega_s$, entonces

$$F^*(s) = F^*(s \pm j\omega_s K) \quad K = 0, 1, 2, \ldots$$

si la función $F(s)$ tiene un polo en $s = s_1$ entonces, $F^*(s)$ tiene un polo en $s = s_1 \pm j\omega_s K$.

En las figuras 2 a y b se muestran los espectros en frecuencia de $F^*(j\omega)$ p/ 2 valores de frecuencia:

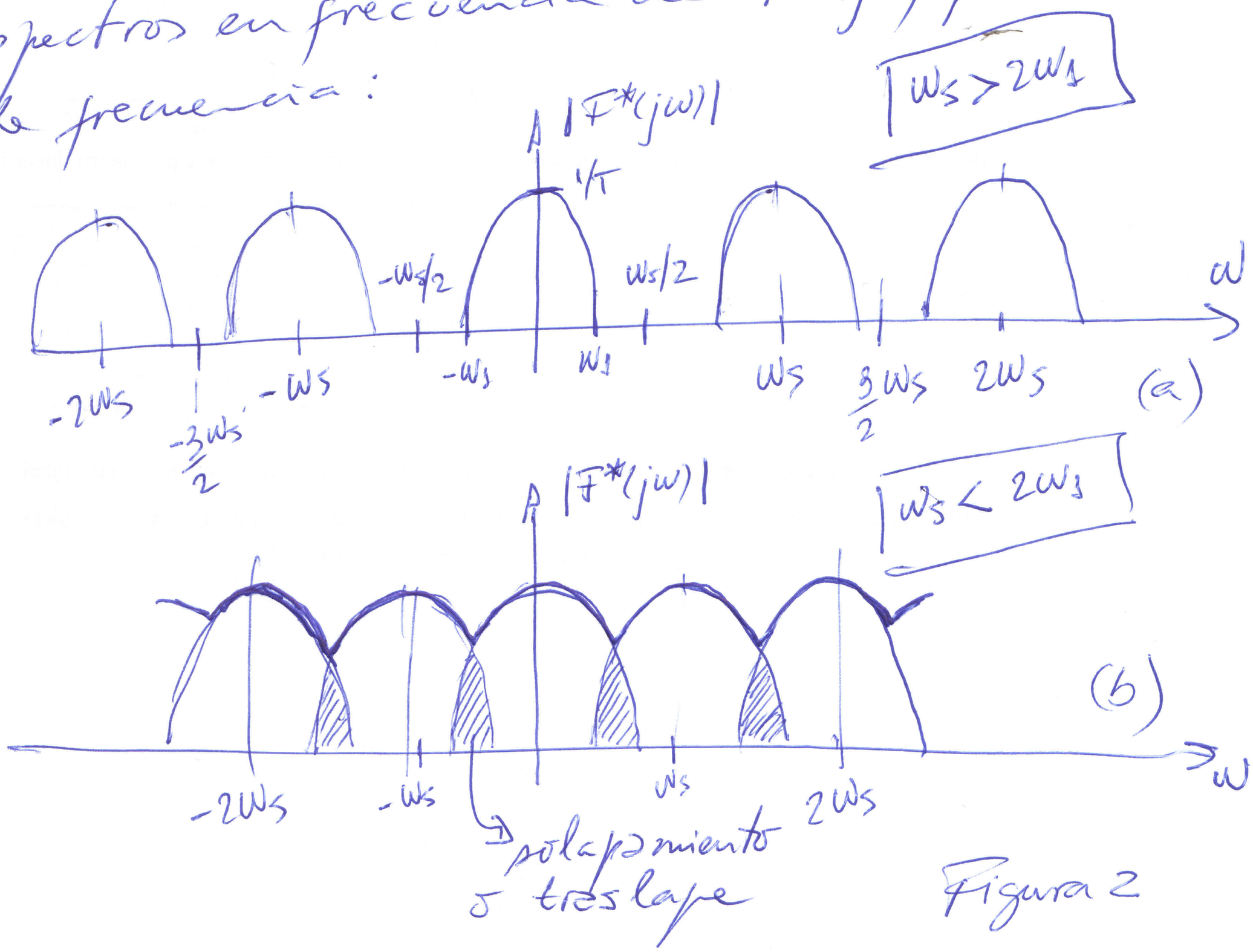


Figura 2

Cada una de las figuras consiste en el espectro de $|F^*(j\omega)|/T$ repetido cada $\omega_s = 2\pi/T$ rad/s.

$|F^*(j\omega)|/T$ se denomina <u>componente primaria</u>.

y $|F^*(j\omega \pm j\omega_s k)|/T$, <u>componentes complementarias</u>.

Se observa q' cuando la $\omega_s < 2\omega_1$, aparece un traslape de los espectros por lo q' la señal de tiempo continuo $f(t)$ no podrá ser reconstruida completamente a partir de $F^*(t)$.-

Es importante agregar q' aunque se especifique en el teorema de muestreo q' $\omega_s > 2\omega_1$, en sistemas de lazo cerrado, debido a consideraciones prácticas sobre la estabilidad y consideraciones de diseño tales como el desempeño de régimen transitorio y rechazo a perturbaciones, generalmente se hace necesario muestrear las señales a controlar a una frec. mucho más alta q' el valor min. teórico impuesto por el teorema del muestreo.

También es importante mencionar q' las formas de onda de la figura 2 son señales ideales en las q' se supone q' el espectro de amplitud de $f(t)$ es limitado en banda. En la práctica, las señales de interés en un sistema de control

presentan características pasa bajas, pero no presentan una pendiente de corte tan abrupta como se muestra en la fig. 2. Apesar de q' la amplitud del espectro de estas señales disminuye al aumentar la frecuencia.

Traslape o doblamiento de frecuencia

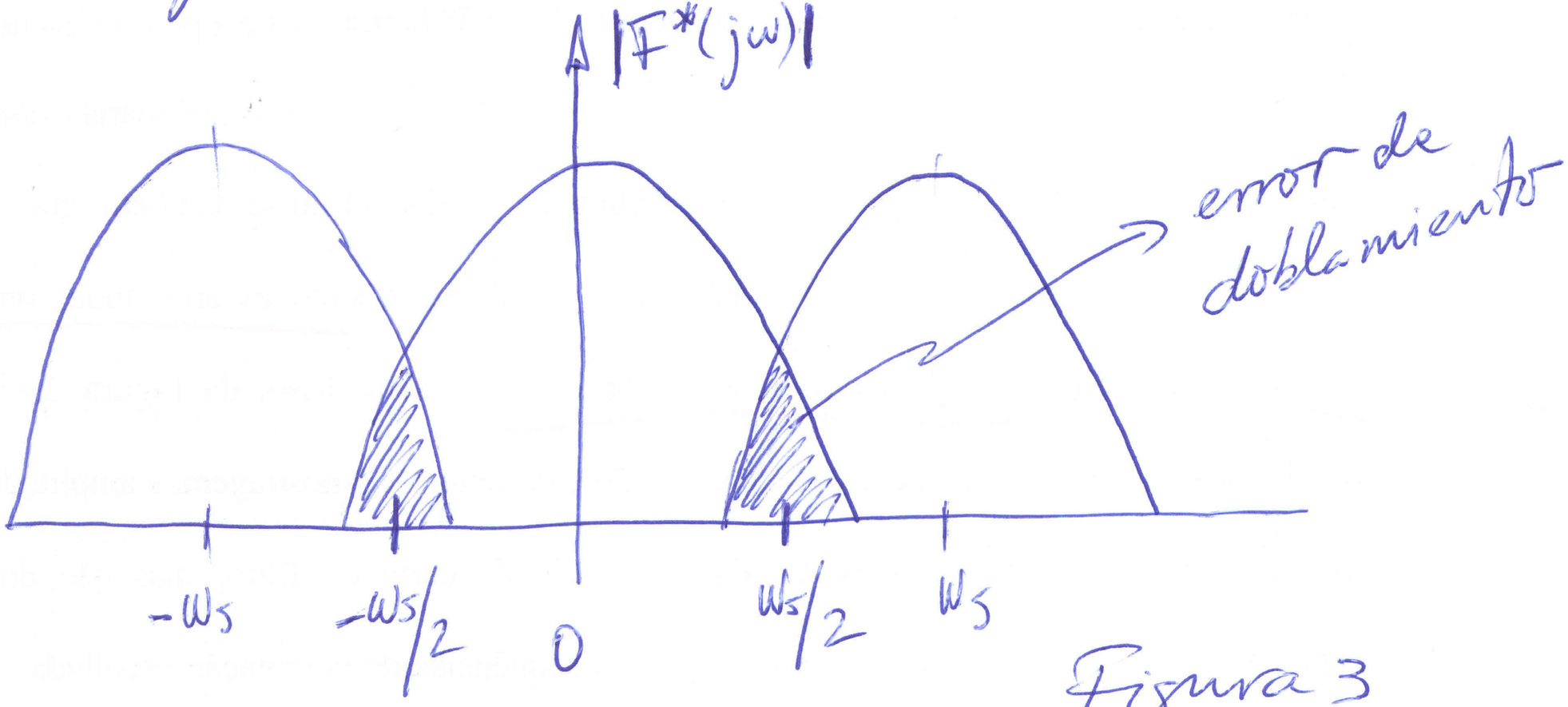


Figura 3

La figura 3 presenta las regiones donde se presenta lo q' se denomina solapamiento (folding) traslape o error de doblamiento.

La frecuencia $\omega_s/2$ se denomina frecuencia de doblamiento o frec. de Nyquist ω_N

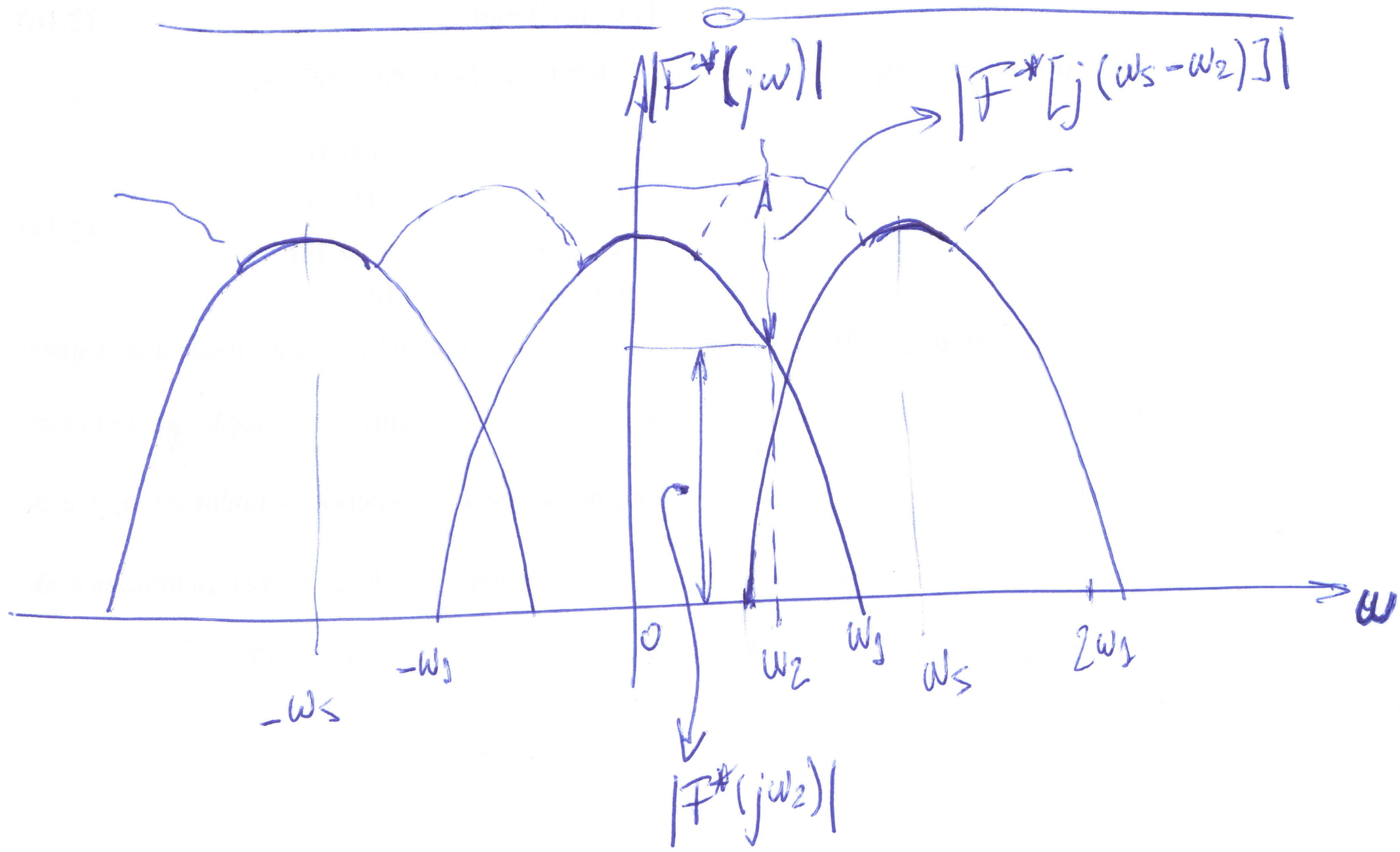
$$\omega_N = \frac{\omega_s}{2} = \frac{\pi}{T}$$

En la práctica, las señales q' se manejan en los sistemas de control, tienen componentes de alta frecuencia y casi siempre existe algún efecto de traslape o solapamiento.

En un sistema electromecánico, alguna señal puede estar contaminada por el ruido y su espectro puede contener componentes de frecuencia de baja ~~[illegible]~~ frec. y de alta frecuencia.

Por ejemplo, un sistema de control posee frec. de 50Hz y 400Hz y se elige una frec. de muestreo de 200Hz si el $\gg$ q 50Hz, porq' una frec. > de 400Hz no da buenos resultados desde el punto de vista de la estabilidad del sistema. Entonces la componente de 400Hz se doblará y aparecerá como una baja frecuencia.

O sea si, todas las señales con frecuencias mayores a $\omega_s/2$, aparecen como señales de frecuencia en 0 y $\omega_s/2$.



En el espectro en frec. de una señal muestreada mediante impulsos $f^*(t)$ donde $\omega_s < 2\omega_1$, considérese un punto de frec. arbitrario ω_2 q' cae en la región de traslape.

El espectro en frec. de $\omega = \omega_2$ incluye 2 componentes: $|F^*(j\omega_2)|$ y $|F^*[j(\omega_s - \omega_2)]|$. — La última componente viene del espectro en frecuencia centrado en $\omega = \omega_s$.

De esta forma, el espectro en frec. de la señal muestreada en $\omega = \omega_2$, incluye componentes no solo en la frec. ω_2, sino también en la frec. $\omega_s - \omega_2$. En general, en $n\omega_s \pm \omega_2$, con n entero.

Cuando este espectro compuesto, se filtra con un pasa bajos como ZOH, algunas armónicas de alta frecuencia estarán presentes en la salida. O sea, las componentes de frec en $\omega = n\omega_s \pm \omega_2$ aparecerán en la salida como si fueran una componente de frec. $\omega = \omega_2$ ya q' no se puede distinguir el espectro de frec. en $\omega = \omega_2$ de aquel en $\omega = n\omega_s \pm \omega_2$. —

El fenómeno de q' la frec. $(\omega_s - \omega_2)$ se presente sobre la frec. ω_2, se denomina <u>traslape</u> y esta frec. $(\omega_s - \omega_2)$ se denomina "alias" de ω_2. —