Humboldt Marine Training

PERÍODO DE BALANCE

Preparado por

Ing. Boris L. GUERRERO B.

Valparaíso, CHILE, 2011.

INDICE DE MATERIAS

Introducción …… 3

Expresión para calcular el período de balance …….. 3

Problema ……..…….. 5

Períodos de balances de diferentes naves …….. 6

Sistemas para amortiguar balances ……..…… 7

Cabeceos ……..…….. 9

Problemas ……..…….. 10

Sincronismo …… 10

Conclusiones del capítulo …… 11

INTRODUCCIÓN

Un cuerpo flotante se comporta en forma similar a un péndulo si se somete a oscilación, regido por las leyes del Movimiento Simple Armónico. Esto se cumple en cuanto a los movimientos laterales (balances) como en cuanto a los movimientos longitudinales (cabeceos).

La medición del período de balance es una herramienta de gran utilidad para los Capitanes y para todos los pilotos que cubren guardia en el puente de mando.

En los manuales de estabilidad (Ship Booklet) se incluyen curvas que permiten determinar teóricamente, o predecir, el período de balance (o rolido).

Se han desarrollado fórmulas empíricas que permiten calcular con aceptable exactitud el período de balance, si se conoce el GM, o bien para calcular GM si se conoce el período de balance, el que es muy fácil de medir con la ayuda de un cronómetro o un reloj.

El cálculo de GM por medio de la medición del período de balance en ningún caso reemplaza al cálculo de la altura metacéntrica mediante la información obtenida del cuadro de carga y de las curvas (o tablas) hidrostáticas.

La expresión matemática que rige la determinación del período de balance está dada por

$$T = \frac{2\pi k}{\sqrt{g\,GM}}$$

k es el radio de giro, el que puede determinarse experimentalmente.

La fórmula anterior se desarrolla en función de la manga B de la nave e incluyendo el valor de la aceleración de gravedad ‘g’, con lo que se llega a una expresión bastante práctica:

$$T = \frac{0{,}77\ B}{\sqrt{GoM}}$$

En que:

B es la manga de la nave, en metros

GoM es la distancia metacéntrica en metros (corregida por superficies libres).

El factor 0,77 es aproximado y variará según sea el tipo de barco. Para una nave en particular se podrá calcular comparando el período de balance T obtenido de la fórmula con el período de balance que se observe. Luego de hacer esta comparación varias veces y con distintas condiciones de mar y de carga se podrá tener un coeficiente que podrá usarse en la fórmula anterior.

Cabe hacer presente que el período de balance es el tiempo que demora la nave en efectuar un período de balance completo. Por ejemplo, si se hace funcionar un cronómetro cuando la nave tiene su mayor escora a estribor y luego se deja que se incline a babor, deteniéndose el cronómetro cuando esté nuevamente en su escora máxima a estribor, habremos tomado el período de balance. En la práctica, se toma el tiempo de varios balances y se divide por el número de balances considerados, obteniéndose así un buen período promedio. Debe desecharse la medición en que se observe que ocurrió algún balance anormal, por ejemplo por el golpe de una ola que altere el normal movimiento de escora de la nave.

PROBLEMA

Se desea establecer el período máximo de balance que debería tener una nave de 25 m de manga para que se GM no sea inferior 0,40 m.

$T = 0,77 \times B / (GM)^{0,5}$

$T = 0,77 \times 25/0,4^{0,5}$

T = 30,4 seg

Este sencillo problema permitiría saber rápidamente, y en si se está navegando con un GoM inferior al límite fijado de 0,40 m, si se mide un período de balance mayor a los 30,4 segundos calculados anteriormente, sin necesidad de efectuar todo el cálculo de la condición de carga respectiva.

Siempre se plantea cual es la estabilidad ideal para una cierta nave. Sabemos que si el período de balance es grande, la estabilidad podría ser escaza e inversamente que si el período de balance es muy corto la estabilidad es grande. Indudablemente ambos extremos son inconvenientes. Un buen operador de la estabilidad deberá tratar de regular que la estabilidad sea "segura" (cumpliendo todas las normas internacionales) y también que sea "confortable" para la tripulación. Una estabilidad excesiva hará que los tripulantes no se sientan cómodos y también hará que sufra la estructura, ya que se generarán aceleraciones grandes que producirán esfuerzos considerables a la estructura de la nave.

En el caso de los porta contenedores, al navegar con demasiada estabilidad, se generarán fuerzas que podrán colapsar los contenedores y dañar las trincas. En los Manuales de Carga se establece el GoM máximo que debe tener la nave para evitar el citado daño.

En la fotografía adjunta se muestran daños que pudieron ser causados por un defectuoso período de balance, lo que pudo dañar las trincas de los contenedores.

A continuación se muestra una tabla en que se indican períodos de balance que suelen usarse para diferentes tipos de naves:

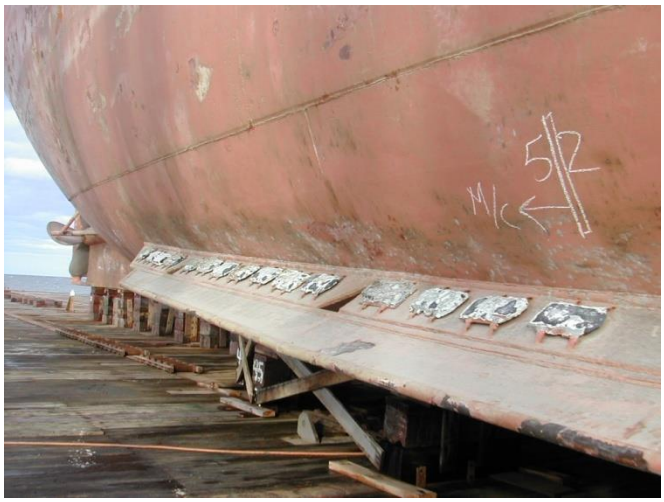
Nave para pasajeros, grande	……	20 a 25 seg
Nave para pasajeros, mediana	……	18 a 20 seg
Portacontenedores	……..	16 a 19 seg
Carguero grande	……	12 a 14 seg
Carguero mediano o pequeño	……..	10 a 12 seg
Cruceros de guerra	……..	12 a 15 seg
Portaaviones	……..	18 a 20 seg

En todo caso deben preferirse las indicaciones que den los Manuales de Carga y Manuales de Estabilidad.

SISTEMAS PARA AMORTIGUAR LOS BALANCES

Se clasifican en sistemas 'activos' (existe un conjunto de mecanismos que realizan una acción para disminuir la amplitud del balance) y en sistemas 'pasivos' (tiene aparatos fijos que disminuyen la amplitud del balance "sin" efectuar una acción). Es importante disminuir las amplitudes de los balances y/o aumentar el tiempo en que éstos ocurren para que no ocurran grandes aceleraciones, tanto por la comodidad de pasajeros y tripulantes como también por no dañar la estructura, cargas y mecanismos. En buques de guerra también interesa controlar los balances, especialmente en los portaaviones.

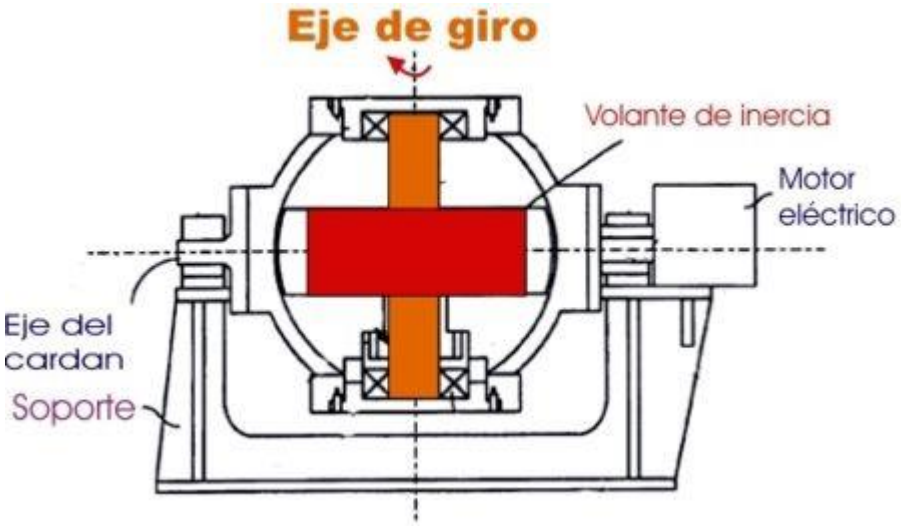
El medio más común para disminuir los balances es mediante la instalación de quillas laterales (sistema pasivo), método barato y efectivo. Son planchas fijas a los pantoques que presentan poca resistencia al avance y una gran resistencia al balance.



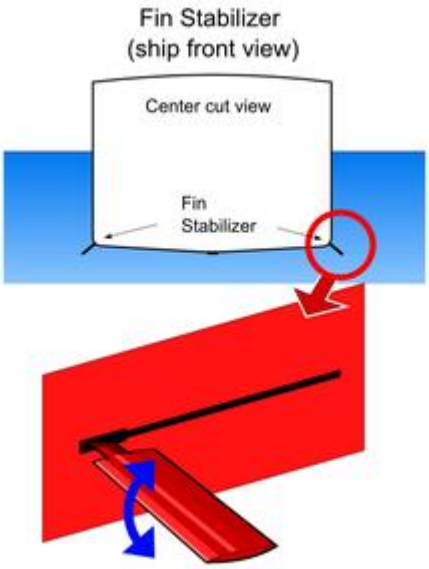
En la fotografía adjunta se ve la quilla lateral de un ex transporte de la Armada. Para mejorar su efecto fue soldada una plancha adicional para aumentar su ancho. Puede observarse que además se le izo unos cortes

triangulares, para producir más resistencia hidrodinámica, por turbulencias, durante su trabajo de atenuar el balance. Los resultados obtenidos fueron muy buenos.

También se han desarrollado sistemas más sofisticados como grandes giroscopios o estanques de trasvasije rápido con bombas capaces de transferir grandes volúmenes de agua en poco tiempo, para compensar los balances (sistemas activos). Estos sistemas son de alto costo, pesados y no llegaron a popularizar su uso, salvo en embarcaciones pequeñas de lujo.



Un mecanismo que sí ha dado buenos resultados es el de aletas estabilizadoras móviles, impulsadas por mecanismos electro hidráulicos, con buenos resultados en naves para pasajeros y buques de guerra. Cuentan con sistemas automáticos que comandan su accionar.



En la fotografía anterior se muestran las aletas hidráulicas .

Otro sistema pasivo es el uso adecuado de superficies libres, las que suben, virtualmente, el centro de gravedad, disminuyendo algo el valor del momento de adrizamiento y aumentando el período de balance “T”, con lo que bajan los valores de las aceleraciones.

En algunas naves que tienen “excesiva” estabilidad para algunas de sus condiciones de carga se construyen estanques de lastre de banda a banda, destinados justamente a producir un gran “momento de inercia” al estar con superficies libres, para hacer el barco “menos duro”. Es el caso de metaleros y algunos ‘car carrier’ (transportes de vehículos).

CABECEOS

Es también un tipo de oscilación que se rige por las leyes del movimiento simple armónico. Rigen las fórmulas planteadas para los balances, reemplazando la altura metacéntrica transversal por la longitudinal. Dado que la altura metacéntrica longitudinal (GoM’) es considerablemente mayor que la transversal (GoM), tendremos que el período de cabeceo será bastante menor que el período de balance.

Problema

El Granelero “ANTONIA”, cuya manga es 28,40 m tiene un período de balance de 19 segundos cuando su GoM es de 1,40 m. Determinar el coeficiente que debe usarse en la fórmula para calcular el período T en función de la manga y de GoM.

Problema

El granelero ANTONIA tiene para una cierta condición de carga un período de balance de 13 segundos. Calcular el nuevo período de balance si su altura metacéntrica ha disminuido en un 20%. Considerar que la manga es 28,40 metros. Emplear el coeficiente calculado en el problema anterior.

SINCRONISMO

Se puede producir un caso muy peligroso cuando coinciden el período natural de la nave con el período (o un múltiplo) del período de llegada de las olas al casco. Han existido casos de volcamientos y de importantes pérdidas de carga por este fenómeno.

Al igual que sucede con un columpio cuando en cada período aplicamos una fuerza adicional y hacemos que aumente la amplitud del movimiento, así mismo la nave podrá ir aumentando la amplitud de los balances hasta llegar al volcamiento, si no se toman medidas oportunas.

El piloto de guardia en el puente deberá reaccionar si nota que las amplitudes de los balances comienzan a aumentar sin que haya una razón evidente. Por ejemplo, si una nave va navegando con balances de 3º a cada banda y luego de un cambio de rumbo, o de velocidad, empieza a escorarse a 4º, 5º, 6º o más, debe tener muy claro que puede estar entrando en sincronismo.

Para contrarrestar el sincronismo deberá variarse el rumbo o la velocidad de la nave. Con ello cambiará la frecuencia con que llegan las olas y se romperá el sincronismo.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO

1.- El encargado de la estabilidad no sólo debe preocuparse de que la nave tenga una 'buena' estabilidad, sino que debe calibrarla para que el período de balance sea adecuado. Vale decir debe preocuparse que la nave sea SEGURA y CÓMODA.

El hecho de que el período de balance sea adecuado causará que la estructura sufra menos esfuerzos, que muchos mecanismos trabajen mejor y la tripulación estará en una mejor condición física para poder trabajar mejor.

2.- La medición del período de balance proporciona un método rápido y efectivo de apreciar la estabilidad que tiene la nave en un cierto momento.