

POLARIS. UN SIMULADOR DE NAVEGACIÓN Y DE MANIOBRAS DE BUQUES DE ALTA DEFINICIÓN

Fernando DE LA GUARDIA SALVETTI



Introducción



L fin que se pretende con el presente artículo es el de exponer someramente y de forma general el estudio y la planificación del sistema portuario español, utilizando el simulador de navegación y maniobra de buques en tiempo real (POLARIS). Este sistema de alta definición va a incrementar la precisión y fiabilidad de los estudios al mejorar los modelos matemáticos de respuesta de los buques, al mismo tiempo que incorpora el factor humano en las maniobras de buques.

El objetivo principal de la unidad de simulación de maniobra de buques es la ejecución de estudios relacionados con el acceso de barcos a puertos bajo diferentes condiciones físicas y medioambientales para lograr un adecuado diseño en planta del diseño del canal de acceso y de la zona de maniobra. Otros objetivos a destacar son la aplicación a cursos de formación y adiestramiento de prácticos —tanto en un nivel de iniciación como de especialización y de reciclaje—, el análisis de accidentes, la elaboración de planes de contingencia de puertos, etcétera.

En este sentido, los simuladores de navegación se presentan como un potente medio de estudio de nuevas situaciones. Su aplicación se centra en el diseño de puertos y canales interiores, con el objetivo de proporcionar al diseñador una orientación sobre las posibilidades y restricciones del buque en relación con la infraestructura y características ambientales.

Para hacernos un idea clara, un simulador puede dar respuesta a preguntas como las siguientes: ¿Podrá un buque de determinado tipo y tamaño acceder por sus propios medios a un determinado punto de atraque? ¿Qué grado de

TEMAS PROFESIONALES

seguridad tiene? ¿Cuál es el trazado más económico y a la vez suficientemente seguro para un canal de acceso? ¿Cómo debe dimensionarse la zona de maniobra y fondeo en un antepuerto?, etcétera.

Como puede verse, las posibilidades son muchas y cubren tanto el ámbito del buque como el portuario, siempre con el objetivo de obtener el mejor rendimiento posible de las instalaciones dentro de un alto grado de seguridad del buque.

Descripción general

Hoy en día el sistema POLARIS (1), desarrollado por Kongsberg Maritime (Noruega), representa la mejor tecnología que se ha producido para la capacitación de personal en el ámbito marítimo. Es de los pocos que existen en el mundo con una visión de 360°, y es el más moderno y tecnológicamente más avanzado actualmente operativo. Está equipado con sistema de posicionamiento dinámico integrado y tiene la posibilidad de simular cualquier barco, plataformas petrolíferas, aviones, H/Cs, etc., y todas las condiciones de tiempo posibles con gráficos espectaculares que garantizan la realidad de la simulación. Y todo ello, arropado con el sonido ambiental (motores del propio buque, bocinas, sirenas de embarcaciones próximas, viento, golpes de mar, etc.), proporcionando gran realismo y credibilidad al ambiente marino.

Este sofisticado equipo reproduce con el máximo detalle el puente de mando de un buque, con la instrumentalización real necesaria para su gobierno y control: timón, telégrafos de órdenes a máquinas, control de hélices laterales (proa y popa) y anclas. También incorpora los dispositivos de ayuda a la navegación que se consideran imprescindibles: GPS, Loran, radar ARPA, VHF, sonda, equipos de comunicación interna, señales fónicas, etc., así como los correspondientes a la lectura de datos: tacómetro, ángulo de timón, compás magnético, corredera doppler, velocidad del buque, anemómetro, reloj... Esta riqueza de elementos hace que la similitud con un verdadero puente de mando y con las funciones y órdenes que allí se realizan sea tal que la ficción, aunque no supere la realidad, casi la iguala.

El esquema de la figura 1 muestra la planta general de la instalación, en la que se aprecia el puente principal, la sala de proyección del mismo, el puente secundario, la sala de control de las maniobras con los micros simuladores y el local de los ordenadores.

(1) Instalado en el Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEDEX), el sistema se equipara a los centros mundiales de primera línea en cuanto a disponer de una herramienta de gran potencia aplicada al campo de simulación de maniobras y amplía la oferta del centro en los ámbitos del diseño portuario, adiestramiento y formación de personal.

Modelo matemático

El verdadero corazón de la unidad de simulación es el complejo y riguroso modelo matemático que gobierna el comportamiento del buque. Se trata de una aplicación informática tan compleja como precisa, que reproduce el comportamiento del buque durante la maniobra, calculando su trayectoria, rumbo, velocidad, caídas, etc. El sistema es capaz de reproducir múltiples condiciones de simulación, combinando diferentes puertos o distintas configuraciones del mismo, buques de tamaños y clases variables y condiciones meteo-



Figura 1. Esquema general de la unidad del simulador.



Figura 2. Vista interior del puente principal de navegación y maniobra del POLARIS.

rológicas diferentes (oleaje, viento, corriente). El modelo toma en consideración los efectos provocados por el fondo y estructuras, así como la interacción con otros buques, entre otros muchos aspectos que incluyen las fuerzas hidrodinámicas o las de inercias causadas por la aceleración del buque.

Se trata de una de las fórmulas matemáticas sobre maniobrabilidad de buques más completas existentes en la actualidad, ya que contempla todos los movimientos posibles del buque: avance, deriva, guiñada, cabeceo, balance y arfada (desplazamiento paralelo a sí mismo en vertical). El sistema puede simular cualquier tipo de maniobra de evolución en el interior y en las aproximaciones al puerto, entrada y salida con asistencia de remolcadores, empleo de anclas de fondeo, maniobras de atraque y situaciones de emergencia, reproduciendo fallos de los diversos sistemas.

Control de la maniobra

El desarrollo de las maniobras en el simulador, que dura exactamente lo mismo que en condiciones reales, se realiza bajo el control de un profesional: capitán de la Marina Mercante o comandante de buque con amplia experiencia en maniobras que gobierna el barco desde el puente principal, evaluando la información visual que va recibiendo en tiempo real, y de un técnico especialista que supervisa, desde una sala de control anexa, el desarrollo de toda la operación. Además de la planificación y del diseño del ejercicio (selección del puerto, tipo de buque, condiciones meteorológicas, etc.), desde la sala de control se lleva también el manejo de los remolcadores de acuerdo con las órdenes del capitán del buque. El sistema permite el manejo simultáneo de hasta ocho unidades de remolque.

La aplicación de estos complejos y avanzados equipos de simulación ofrece importantes ventajas. El uso de un modelo interactivo en tiempo real incluye la influencia del factor humano en el desarrollo de la maniobra, y la participación de ingenieros, capitanes y prácticos en el proceso de diseño proporciona un análisis mucho más completo del problema a resolver. Por otra parte, los resultados son de mayor fiabilidad que los obtenidos mediante reglas empíricas o el recurso a modelos matemáticos con autopiloto. En esta última herramienta, la presencia humana es sustituida por un algoritmo matemático y la simulación de la maniobra se ejecuta en un periodo de tiempo muy corto (apenas unos segundos), que depende exclusivamente de la velocidad de cálculo del ordenador. En los simuladores de este tipo (muy sofisticados), la maniobra tiene la misma duración que en la realidad, de forma que el capitán puede tomar las decisiones durante el transcurso de la misma (órdenes a la máquina, timón, remolcadores, etc.) a la vista de las informaciones que va recibiendo. Es decir, que el ciclo de percepción, análisis de la información, toma de decisiones y ejecución se realiza en condiciones semejantes a la realidad.

Representación realista

Hay que resaltar el realismo al que también contribuye el completo sistema de visión exterior con el que está equipado y que constituye, sin duda, uno de los elementos más destacados. Hay que tener presente que la representación del escenario visual constituye uno de los puntos de mayor interés en el puente de mando (en ocasiones el personal que no está habituado al movimiento del buque llega a marearse). El sistema dispone de una gigantesca pantalla en disposición circular con una panorámica de 270° y 7,5 metros de radio, en la que se proyectan las imágenes de la maniobra: diques, muelles, faros, boyas, grúas, tinglados, tráfico marítimo...

Las imágenes de gran calidad en color y con sensación de profundidad y perspectiva son generadas por un potente equipo informático, que las manda a los nueve proyectores de alta resolución (cada uno de los cuales cubre un ángulo de 30°) instalados sobre el puente. El resultado es una ambientación marítima de gran realismo y credibilidad que se actualiza automáticamente en función de la posición y rumbo del barco.

Nada queda al margen. Cualquier elemento que pueda servir de referencia para la navegación es recreado con increíble meticulosidad. El objetivo es que el usuario del simulador (capitán o práctico) aprecie la mayor similitud posible entre el entorno simulado y el entorno real.

Simulación

Las características principales del uso de un simulador en cuanto a desarrollo de las maniobras son la actuación en *tiempo real* y *la interactividad* del hombre con el sistema. Esta se entiende como la inclusión del hombre en el ciclo percepción —toma de decisiones-comunicación—, ejecución y verificación.

La información generada por el simulador se traduce en representaciones gráficas que sirven para obtener resultados reales a través de gráficas estadísticas y de trayectorias de las maniobras; tablas de valores instantáneos de variables (tiempo transcurrido, distancia recorrida, ángulo y velocidad de giro de timón, revoluciones, remolcadores...) a lo largo de la simulación; gráficos del área ocupada por el buque que representa el contorno del puerto y el pasillo ocupado por el buque durante su navegación. A partir de este momento se llevan a cabo las maniobras.

A modo de ejemplo de la simulación se muestra en la figura núm. 3 el gráfico de la maniobra de salida de un tanque (VLCC) en lastre de 315 metros de eslora desde la punta del Martillo en el puerto exterior de La Coruña (Langosteira), con viento del SW 25 nudos y olas del WNW de 4,5 metros.

TEMAS PROFESIONALES



Figura 3. Maniobra de salida del buque VLCC en lastre desde la punta del Martillo (Langosteira) con viento del SW 25 nudos y olas de 4,5 metros.

Utilizando esta información se puede llevar a cabo un análisis exhaustivo de la simulación, apoyado por la experiencia de los ingenieros, capitanes y prácticos. La opinión del capitán o del práctico que realiza la maniobra y sus



Figura 4. Maniobra de entrada de un crucero (viento del SW de 25 nudos y 3,9 metros de corriente media).

apreciaciones durante el desarrollo de la misma tienen un peso fundamental en el proceso de análisis y resultado de la simulación.

En la figura anterior se incluye un gráfico de la maniobra completa de entrada de un crucero tipo el *Independence of the Seas* en Ferrol en condiciones meteorológicas de 25 nudos de viento del SW con una carrera media de corriente de 3,9 metros (fase llenante), buscando así una menor influencia de la corriente en la navegación de entrada.

En definitiva, la unidad de simulación de maniobra de buques del Centro de Estudios de Puertos y Costas constituye un medio extremadamente eficaz para el desarrollo de proyectos en diversos ámbitos de la ingeniería aplicada y, en particular, en el campo de la ingeniería portuaria.

Nota.—Las imágenes que figuran en el documento han sido cedidas por el Centro de Estudios de Puertos y Costas (CEDEX).



A NUESTROS COLABORADORES

Las opiniones contenidas en los artículos publicados corresponden exclusivamente a sus firmantes. La acogida que gustosamente brindamos a nuestros colaboradores no debe entenderse, pues, como identificación de esta REVISTA, ni de ningún otro organismo oficial, con los criterios de aquéllos.

El acuse de recibo de los artículos no supone compromiso para su publicación. Los originales habrán de ser inéditos y deberán ser entregados, a ser posible, vía *Internet* o grabados en CD, con tratamiento de texto Word. El texto se presentará escrito a dos espacios, con un máximo de 28 líneas por página, y su extensión no deberá sobrepasar las 10 páginas. La Redacción se reserva la aplicación de las correcciones ortográficas o de estilo que considere necesarias.

El título irá en mayúsculas; bajo él, a la derecha, el nombre y apellidos del autor, y debajo su empleo, categoría o profesión y NIF. Las siglas y acrónimos deberán aclararse con su significado completo la primera vez que se utilicen, pudiendo prescindirse de la aclaración en lo sucesivo; se exceptúan las muy conocidas (ONU, OTAN, etcétera).

Las fotografías, gráficos e ilustraciones en general deberán acompañarse del pie o título y **tener como mínimo una resolución de 300 dpi, preferiblemente en formato JPG**. Deberá citarse su procedencia, si no son del propio autor, y realizar los trámites precisos para que se autorice su publicación: la REVISTA no se responsabilizará del incumplimiento de esta norma.

Las notas a pie de página se reservarán para datos o referencias directamente relacionados con el texto, se redactarán del modo más escueto posible y se presentarán en hoja aparte con numeración correlativa.

Es aconsejable un breve párrafo final como conclusiones, síntesis o resumen del trabajo. También es conveniente citar, en folio aparte, la bibliografía consultada, cuando la haya.

Al final del artículo se incluirá la dirección completa del autor, con distrito postal, número de teléfono de contacto y dirección de correo electrónico. Si el artículo se ha entregado en papel, deberá figurar su firma.