



ELSEVIER



CrossMark

ScienceDirect

Disponible en www.sciencedirect.com



www.elsevier.es/RIAI

Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial 13 (2016) 3–14

Sistemas Integrados de Potencia en Buques Offshore: Control, tendencias y retos

Juan José Valera-García*, Iñigo Atutxa-Lekue

Departamento de 'Industry and Marine Drives', Ingeteam Power Technology, Parque Tecnológico de Vizcaya, Edificio 110, 48170 Zamudio, España.

Resumen

Los buques destinados a realizar operaciones especiales lejos de la costa requieren un control de velocidad y de posicionamiento de alta precisión y respuesta dinámica. Condiciones adversas de oleaje y/o meteorológicas provocan fuertes perturbaciones que el sistema de control debe rechazar para garantizar un posicionamiento preciso (sobre un punto de referencia establecido) mientras el buque realiza la operación. Obviamente, otros requisitos relacionados con la fiabilidad y seguridad también deben ser garantizados. Desde hace más de una década estos buques incorporan sistemas de potencia en los cuales las unidades de propulsión están gobernadas y controladas por accionamientos eléctricos. En estos sistemas, la energía/potencia eléctrica necesaria es producida mediante grupos formados por máquinas de combustión interna y generadores eléctricos, y distribuida, tanto a los accionamientos eléctricos de propulsión como a otras cargas auxiliares del buque, por medio de una red de distribución eléctrica. En la primera parte de este artículo se introduce la topología de Sistema de Potencia más utilizada en este tipo de buques identificando las funciones de control y sus interdependencias. En la segunda parte se presentan las tendencias y soluciones para la reducción del consumo de combustible y las emisiones, destacando las nuevas funciones de control que entran en juego. La reciente irrupción de las topologías basadas en la distribución de potencia mediante red DC facilita la posibilidad de generación de energía a velocidad variable y/o de integración de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica. Sin embargo, aparecen nuevos riesgos (mejor retos) técnicos y de control que necesitan un análisis profundo de cara a garantizar un sistema estable y robusto por diseño. Uno de ellos está relacionado con el análisis de la estabilidad del sistema de potencia cuando múltiples cargas no lineales y de impedancia incremental negativa interactúan en un único bus DC.

Palabras Clave:

Buques, sistema de potencia, red de distribución, eficiencia energética, control, estabilidad, red de distribución DC.

1. Introducción

Ciertas operaciones realizadas en el mar lejos de la costa tales como la exploración, el apoyo o suministro en plataformas petrolíferas o de gas, de anclaje y remolcado, de construcción de parques eólicos, de perforación, de tendido de cables, o de soporte a operaciones de buceo entre otras, se llevan a cabo mediante buques especiales que son etiquetados bajo el nombre de 'buques offshore'. Estas operaciones especiales requieren que el buque se mantenga en una posición (punto de referencia) determinada dentro de unos severos límites, o que siga con elevada precisión unas determinadas trayectorias de posición y/o de velocidad. Condiciones adversas de oleaje y/o meteorológicas provocan fuertes perturbaciones las cuales deben ser rechazadas por el sistema de control de cara a garantizar un posicionamiento dinámico y/o un control de velocidad precisos mientras el buque realiza la operación.

En la figura 1 se muestran las variables que se dan cita en el problema de control de velocidad y de posicionamiento dinámico en un buque de estas características [Breivik, M., 2010]. Los grados de libertad se corresponden con el movimiento longitudinal, el lateral o de deriva, y la guiñada o rumbo. El viento, las olas y las corrientes marinas forman las perturbaciones. Los actuadores o propulsores forman las variables manipuladas.

El desarrollo e irrupción de sofisticados propulsores (azimutales, de tipo túnel, etc.) gobernados por accionamientos eléctricos de alta dinámica junto con sistemas de control avanzados basados en modelo permiten alcanzar los requisitos de posicionamiento establecidos en este tipo de aplicaciones. Los sistemas y las estrategias de control modernas de posicionamiento dinámico no sólo emplean los sensores e instrumentación necesaria, sino también se apoyan en estimadores en línea y observadores de estado para lograr el posicionamiento del buque de una manera óptima minimizando el gasto energético. Existe una amplia literatura referente a la teoría, diseño y aplicación de los sistemas de posicionamiento dinámico en buques entre los que

* Autor en correspondencia.

Correos electrónicos: juanjose.valera@ingeteam.com (Juan José Valera-García)

se pueden destacar los trabajos de [Sørensen, A. J., 2011] [Sørensen, A. J., 2012], [Hassani, V., et al., 2012], [Sørensen, A. J., et al., 1996], [Smogeli, Ø., et al., 2013].

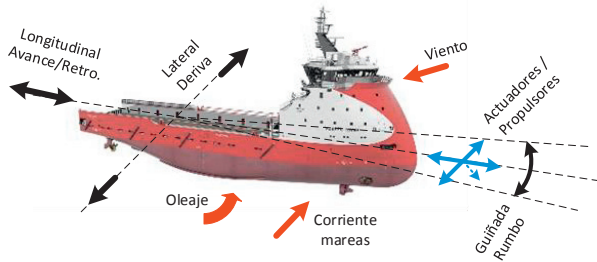


Figura 1: Variables en el problema de posicionamiento dinámico en un buque offshore. Imagen del buque cortesía de Ulstein.

Por otro lado, los requisitos relacionados con la fiabilidad y seguridad cobran también una especial atención en este tipo de buques. Las Sociedades de Certificación Internacionales referentes en este sector disponen de normas de obligado cumplimiento así como procedimientos y protocolos de diseño y test para la clasificación y certificación de buques con posicionamiento dinámico. Estas normas están basadas en las guías definidas por la Organización Marítima Internacional o IMO (del inglés International Maritime Organization) [Giddings, I. C., 2013]. Así, los buques con posicionamiento dinámico se categorizan en tres clases principalmente: DP1, DP2 y DP3. En cada una de estas clases se definen los niveles de redundancia y requisitos a cumplir y por tanto, el comportamiento del buque ante posibles fallos en componentes activos de la planta eléctrica y de propulsión [Sørfonn, I., 2007]. A modo de ejemplo los buques con categoría DP3 poseen requisitos de seguridad y redundancia muy exigentes debido a que una pérdida de posicionamiento puede provocar daños muy graves o fatales en las personas así como en el buque.

Centrados ya en el Sistema de Potencia del Buque Offshore (SPBO), en la primera parte de este artículo se describe y analiza la topología más utilizada. Así, en la sección 2 se realiza una introducción acerca de los componentes principales y tecnologías presentes en el SPBO. Las funciones de control existentes en el SPBO se describen en la sección 3 mostrando su interrelación o interdependencia e ilustrando el diagrama de control y automatización distribuido pero a la vez integrado resultante.

En la segunda parte del artículo (sección 4) se muestran las tendencias actuales para la mejora de la eficiencia energética en los SPBOs, destacando las nuevas funciones y retos de control que aparecen. Así, en la subsección 4.1 se presentan diversas soluciones para la integración de sistemas de almacenamiento de energía eléctrica mientras que en la subsección 4.2 se describen los nuevos SPBOs con distribución de potencia mediante red de corriente continua o DC (del inglés *Direct Current*). La reciente irrupción de las nuevas topologías con distribución de potencia en DC permite la generación de energía eléctrica con los grupos diésel funcionando a velocidad variable, ofreciendo además otra serie de ventajas importantes. Sin embargo, aparecen nuevos riesgos (mejor retos) técnicos y de control que necesitan todavía a día de hoy un profundo análisis. En la sección 5 se profundiza en el problema relacionado con la estabilidad del SPBO cuando múltiples cargas no lineales y de impedancia incremental negativa interactúan en un único bus o red DC, proponiendo un procedimiento de modelado y análisis.

Disciplinas tales como la electrónica de potencia, electricidad, electrotecnia, mecánica, termodinámica, automática, etc. se dan cita en el diseño de los SPBOs. Este tutorial pasa muy por encima por alguna de éstas, estando más orientado al entendimiento y profundización del funcionamiento de los SPBOs desde un punto de vista eléctrico, electrónico y sobre todo de control.

2. El SPBO convencional basado en planta eléctrica AC

En la figura 2 se muestra en modo de diagrama la arquitectura y componentes del SPBO convencional más utilizado en la actualidad. El número de unidades de propulsión, sus potencias, o el número de grupos de generación puede cambiar en función del tipo de buque y su aplicación. Por destacar algunos números estaríamos hablando de Sistemas de Potencia para buques offshore con longitudes de eslora de entre 60 y 180 m y 15-30 m de manga. Estos buques pueden incorporar en función de la aplicación 3, 4 o 5 unidades de propulsión eléctrica con potencias de entre 600 y 2500KW cada una. La planta de generación de energía estaría formada por 2, 3 o 4 grupos (máquina de combustión – generador eléctrico) de potencia entre 900KW hasta 3MW cada uno. En general la potencia total instalada varía entre 5-20MW dependiendo del tipo de buque y aplicación.

Tal y como se ha introducido previamente, estos buques utilizan unidades de propulsión gobernadas por accionamientos eléctricos con altas prestaciones dinámicas. La madurez y menor coste de las máquinas eléctricas asíncronas de corriente alterna o AC (del inglés *Alternating Current*) gobernadas por convertidores trifásicos de frecuencia variable así como los avances en control vectorial permiten que se pueda conseguir la dinámica requerida.

La energía/potencia eléctrica necesaria, tanto para las cargas de propulsión como para otro tipo de cargas presentes en el buque, es producida mediante grupos de generación formados por máquinas de combustión interna y generadores eléctricos, y distribuida a todas las cargas (propulsión y auxiliares) por medio de una red de distribución eléctrica AC trifásica. Las máquinas de combustión diésel junto con generadores eléctricos síncronos son las tecnologías más empleadas en la actualidad por su madurez, disponibilidad de mercado y coste. Sin embargo, y de cara a mejorar la eficiencia y el consumo de combustible y minimizar las emisiones, otras tecnologías tales como las máquinas de combustión dual (diésel y gas natural licuado) y los generadores síncronos de imanes permanentes pueden estar presentes a pesar de, por lo general, tener un mayor coste.

La celda o cuadro de distribución principal contiene elementos de protección y corte (interruptores automáticos y relés de protección) que aseguran la operación de la planta ante diferentes fallos individuales o cortocircuitos en las cargas, en los grupos de generación, o en la misma red de distribución. Además algunos interruptores pueden ser controlados de manera remota por el sistema de automatización y control del buque permitiendo que los grupos de generación puedan conectarse y desconectarse voluntariamente de la red, tal y como se verá más adelante en este artículo. La celda de distribución también contiene un interruptor automático que puede separar el SPBO en dos sistemas de potencia independientes, el de babor y de estribor. Este elemento, conocido habitualmente por su nombre en inglés '*bustie*', permite la operación del buque con dos sistemas de potencia independientes en modos con altos requisitos de seguridad (por ejemplo en modo posicionamiento dinámico). De esta forma se ofrece un nivel de redundancia en caso de un fallo global en uno de los dos sistemas de potencia.

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/1701767>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/1701767>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)