

CAPITULO X - CONCLUSIONES.

Los objetivos marcados en el capítulo II han sido cubiertos ampliamente. Se ha conseguido conocer con precisión el comportamiento dinámico de una válvula divisora/integradora en sus posibles modos operativos.

Tras el trabajo expuesto, se dispone de unos modelos de simulación que contemplan los fenómenos mas significativos que definen el funcionamiento de estos componentes y ofrecen excelentes resultados en el rango formal de trabajo, según se comprueba de su contrastación con los experimentos.

A lo largo de este trabajo se han definido una serie de criterios de diseño que corroboran y amplían los conocimientos divulgados hasta este momento.

Se ha dado un salto muy importante en la simulación del comportamiento dinámico de estos componentes si nos atendemos a que una gran parte de los estudios publicados estan orientados al prediseño de válvulas divisoras en régimen permanente o alternativamente a nuevos diseños cuyo objetivo primordial era incrementar el nivel de precisión a costa de un aumento considerable de complejidad.

Entre las aportaciones resultantes del trabajo realizado en esta tesis doctoral, cabe citar las siguientes:

1. Establecimiento de unos diagramas de enlaces (Bond graph) o modelos de simulación que permiten deducir de forma sistemática las ecuaciones de estado que rigen el comportamiento dinámico de este tipo de componentes.
2. Demostración de que la disposición de orificios en serie es la mejor configuración posible para el diseño de las válvulas divisoras/integradoras de caudal. La bondad de los modelos de simulación con relación a los resultados experimentales obtenidos es excelente en un amplio rango de trabajo, lo cual autoriza, siempre con la precaución debida, la extrapolación de prestaciones a situaciones o configuraciones no ensayadas. De esta forma se derivan algunos de los criterios de diseño comentados en los capítulos IV y V.

En base a esta metodología también es posible valorar a una serie de nuevas prestaciones introducidas para compensar algunas de las limitaciones de las actuales válvulas divisora/integradoras.

A título de ejemplo, podemos mencionar; sistemas antibloqueo en la fase de final de carrera, reducción del error de caudal estático consecuencia directa del tiempo de respuesta del compensador de caudal, etc.

3. El modelo de simulación desarrollado para la válvula divisora de caudal permite contemplar en un solo diagrama de enlace los dos modos de funcionamiento, es decir, como unidad divisora y como unidad integradora, acoplable como submodelo a cualquier modelo jerárquicamente superior que represente un sistema oleohidráulico real cualquiera que sea su nivel de complejidad.

Con las técnicas de Bond graph es muy sencillo añadir complejidad a un modelo mediante la incorporación de nuevos elementos o subsistemas. Esta versatilidad nos permite modificar la estructura del sistema de forma rápida y certera, lo cual es muy útil desde el punto de vista de diseño. Es posible empezar con un sistema muy simple y refinarlo progresivamente hasta transformarlo en un modelo que represente los fenómenos más significativos con un bajo nivel de complejidad.

Bajo esta premisa ha sido posible analizar diferentes configuraciones geométricas de los orificios de sección de paso variable, como elemento innovador en el prediseño del compensador de carga. En el capítulo No. V se muestra el potencial de esta propuesta.

4. Se ha demostrado que para valorar la precisión de las válvulas divisoras/integradoras de caudal se requiere considerar dos aspectos fundamentales: el comportamiento dinámico del compensador de carga y el papel de las tolerancias de fabricación de las piezas con movimiento relativo, no solo en valor absoluto, sino también en valor relativo, es decir, nivel de simetría real del prototipo una vez fabricado.
5. En cuanto concierne a las características funcionales de la válvula divisora/integradora, los resultados numéricos y experimentales obtenidos nos enseñan:
 - El dimensionado de los orificios principales fijos (chicles) definen el caudal nominal de la válvula, o rango útil de caudales. El nivel

de precisión es directamente proporcional a la sección efectiva de estos chicles. Sin embargo reducir estas secciones impide mantener una aceptable caída de presión dentro del intervalo de caudales para el cual ha sido diseñada la válvula.

Si el caudal aumenta o disminuye substancialmente, la variación de presión puede contribuir a incrementar el error de la partición.

- El nivel de precisión es inversamente proporcional al cuadrado del diámetro de la corredera del compensador de carga, y se ve afectado ligeramente por el tamaño de los orificios de amortiguación.
- Para cargas simétricas, si el nivel de fugas es idéntico en ambas ramas, se produce un error de división de caudal nulo. Y el error absoluto entre desplazamientos de los cilindros, también, es nulo. Si los niveles de fugas son significativos y diferentes en ambas ramas, el error de división de caudal es apreciable y en consecuencia, el error absoluto entre desplazamientos de los actuadores aumenta con el tiempo.
- Para cargas asimétricas, si el nivel de fugas es idéntico en ambas ramas el error de división de caudal se compensa al cabo de un tiempo, y el error absoluto entre desplazamientos de los cilindros se mantiene constante (error caudal), una vez compensado el error de división de caudal.

Sin embargo, la magnitud del error absoluto entre desplazamientos es proporcional al nivel de las fugas.

Si el nivel de fugas es diferente en ambas ramas, el error de división de caudal tiende a compensarse, pero la influencia de la magnitud de las fugas en combinación con el estado de las cargas puede favorecer o desfavorecer el error absoluto de desplazamientos de los cilindros.

Entre los problemas que se han desvelado en el transcurso de la realización de esta tesis doctoral, merecen particular atención:

- La reducción del error de caudal como consecuencia de la respuesta del compensador de carga.

- La optimización fuidodinámica de las geometrías de la válvula divisora, en el sentido de disminuir las fuerzas de flujo y reducir tiempos de respuesta.
- La optimización de la tolerancias camisa/corredera y empleo de nuevos materiales con el objetivo de reducir fuerzas internas de rozamiento.

Con relación al primero de los interrogantes proponemos como posible solución el esquema de la figura 10-1. Los otros interrogantes ya han sido planteados de alguna manera por otros investigadores en contextos diferentes, así, para citar algunos Burton (1988), Ivantysynova M. (2002).

La respuesta a estos problemas tienen un interés extraordinario, pues el trinomio tolerancias/fugas/nuevos materiales, desempeñará un papel innovador en la evolución de válvulas oleohidráulicas del tipo corredera.

A quienes puedan seguir el camino abierto en esta tesis les brindamos la oportunidad de afrontar este problema.

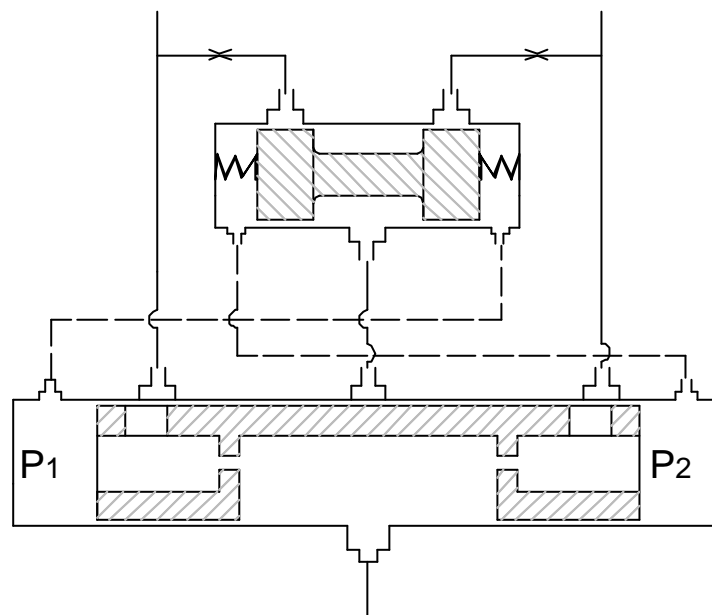


Figura 10-1. Esquema del prototipo de un divisor.