

Libro blanco

Conceptos de automatización con neumática. Una comparación entre válvulas individuales y terminales de válvulas



Para controlar válvulas neumáticas automatizadas, ¿utilizar válvulas individuales o terminales de válvulas? ¿Cuáles son las diferencias técnicas y económicas entre ambas posibilidades? Comparación entre ambas posibilidades aplicando el criterio de los costes. ¿Qué diferencias existen en la fase de la puesta en funcionamiento? ¿Qué posibilidades de diagnóstico ofrecen los terminales de válvulas, con el fin de reducir los tiempos de paralización imprevistos? En el presente documento se ofrecen respuestas a esas preguntas.

El presente libro blanco contiene informaciones sobre los siguientes temas:

- Comparación entre soluciones con válvulas individuales y soluciones con terminales de válvulas.
- Diferencias técnicas y económicas
- Comparación de costes
- Utilización de terminales de válvulas en dispositivos de protección PLT (SIL)
- Ejemplos de aplicaciones prácticas

Introducción

La automatización neumática ha progresado considerablemente en el transcurso de los últimos años. Mientras que antes lo usual era automatizar mediante válvulas montadas directamente junto al actuador, actualmente se dispone de terminales de válvulas de alto rendimiento, con entradas y salidas eléctricas integradas. Las unidades de control integradas permiten solucionar tareas de automatización pequeñas localmente. Gracias a su certificación SIL, los terminales de válvulas también pueden utilizarse en dispositivos de protección PLT. Esto significa que con esta tecnología es factible alcanzar niveles de seguridad SIL 2.

La inteligencia se traslada al campo

El terminal de válvulas es el elemento central de los sistemas descentralizados de automatización con equipos neumáticos. Con él, es posible obtener rápidamente y de manera sencilla soluciones de automatización descentralizada. El terminal de válvulas (Festo CPX/MPA) que se puede apreciar en la fig. 1 representa una solución completamente modular. Es capaz de controlar hasta 64 bobinas de electroválvulas, así como de procesar señales digitales y analógicas. La comunicación se lleva a cabo a través de un bus de campo con sistema de automatización superpuesto. Además, se tiene la posibilidad de equipar el terminal con una unidad de control, de manera que determinadas partes del equipo pueden funcionar independientemente de un sistema de control central.

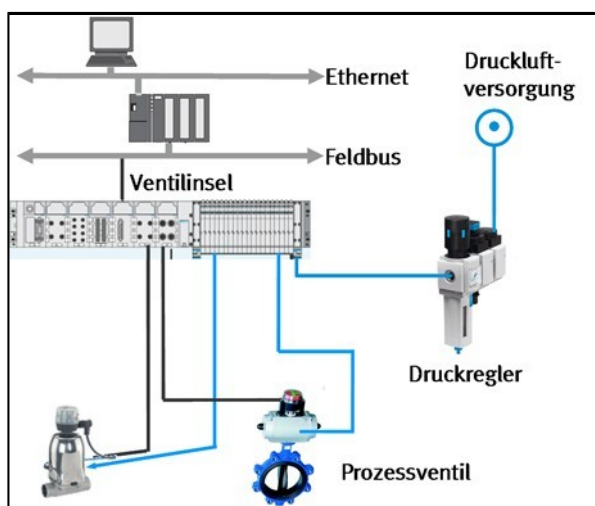


Fig. 1: arquitectura de automatización neumática.

Con estos elementos es posible obtener soluciones de automatización completas y hechas a medida, desde la válvula para procesos hasta el nivel de control superior.

En estos casos es importante utilizar componentes plenamente compatibles entre sí, para que todos los elementos incluidos en una cadena de control funcionen óptimamente. En muchas ocasiones, los problemas surgen porque se descuidan los detalles: si los tubos flexibles y los racores tienen un diámetro demasiado pequeño o grande, o si se selecciona un material no apropiado para la aplicación, es posible que se produzcan demoras en la transmisión de las señales. Si bien el coste de estos componentes es relativamente bajo en la fase de las inversiones, puede llegar a ser considerable si resultase necesario sustituirlos posteriormente.

Ventajas de un sistema de automatización neumático descentralizado:

- Versatilidad gracias a bus de campo; integración y ampliación sencillas
- Ahorro de tiempo mediante trabajo simultáneo de diseño de los módulos
- Seguridad mediante módulos probados previamente por separado
- Instalación más sencilla
- Máxima disponibilidad de los equipos, gracias al diagnóstico del sistema

En comparación con las soluciones con válvulas individuales, las soluciones con terminales de válvulas permiten reducir los costes significativamente. Así sucede especialmente si se trata de equipos con válvulas montadas muy cerca unas de otras, tal como sucede, por ejemplo, en el sector de producción de productos químicos especiales, en la biotecnología y en el sector farmacológico, así como en la fabricación de alimentos, en sistemas de filtración o en torres digestoras de plantas municipales de tratamiento de aguas residuales.

La situación bien puede ser diferente en el caso de grandes plantas químicas o en el sector petroquímico, ya que en esas plantas las válvulas están muy separadas entre sí. A continuación se ofrece una comparación entre las tecnologías de válvulas, considerando el factor de los costes.

Comparación de costes: terminales de válvulas y válvulas individuales en grandes

En la fig. 2 se aprecia un equipo de producción real correspondiente al sector de productos químicos especiales, utilizada en este caso como base para hacer la comparación. El tamaño de la instalación es de 20 x 20 metros y de 15 metros de altura, incluye cuatro niveles y produce materias primas para la fabricación de productos de cosmética y de detergentes.

El equipo se controla mediante aproximadamente 100 válvulas automatizadas neumáticamente. Principalmente se trata de válvulas de bola, válvulas de asiento y compuertas con diámetros nominales entre 25 y 30.

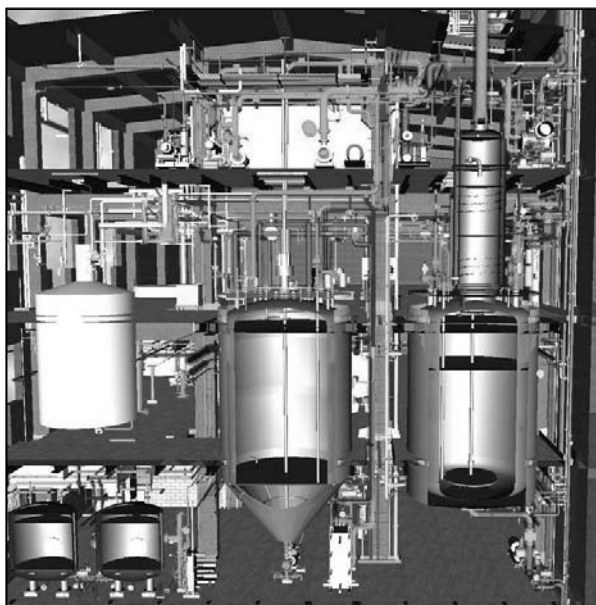


Fig. 2: ejemplo de equipo, utilizado para comparar soluciones con válvulas individuales y soluciones con terminales de válvulas.

El equipo cuenta con válvulas individuales y cajas de sensores de posiciones finales en los actuadores, o bien con una caja con sensores de posiciones finales y electroválvula integrada. Para realizar la comparación de los costes, únicamente se consideraron las válvulas que tienen dos estados: abierta/cerrada. Para efectuar los cálculos se consideraron los armarios de maniobra instalados.

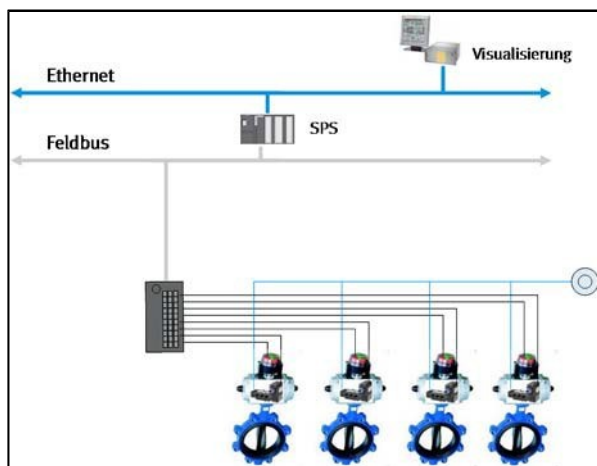


Fig. 3: arquitectura del sistema de automatización con válvulas individuales.

En la fig. 3 se muestra la automatización mediante válvulas individuales; en la fig. 4 se aprecia la automatización con terminales de válvulas. Las válvulas individuales están montadas directamente en el sistema de accionamiento de las correspondientes válvulas mediante conexiones tipo Namur. Las válvulas individuales y los sensores de final de carrera están conectados al bus de campo mediante

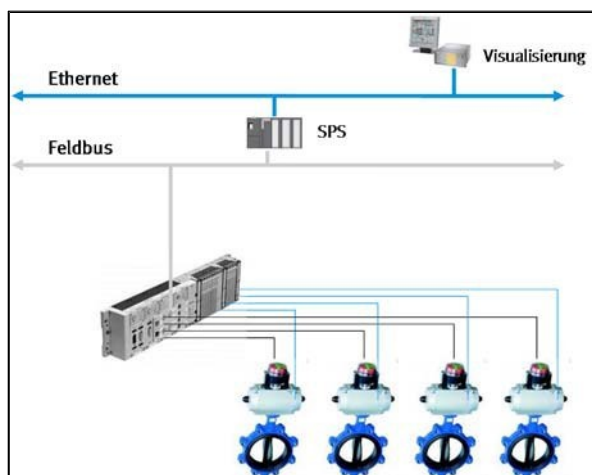


Fig. 4: arquitectura de la automatización con terminales de válvulas.

E/S remotas. La arquitectura con terminales de válvulas es más sencilla: la conexión a bus de campo, las E/S remotas y las electroválvulas forman una sola unidad y constituyen un nivel de control descentralizado. Si se opta por un sistema con terminales de válvulas en vez de válvulas individuales, se prescinde de la salida binaria de la E/S remota para controlar las válvulas individuales, obviándose también el correspondiente cableado y, por lo tanto, no siendo necesario tender los cables. Los terminales de válvulas fueron repartidos de tal manera que se cumplan los tiempos de abrir y cerrar las válvulas que exige el proceso.

Para realizar los cálculos, se parte de los siguientes supuestos:

- El trabajo de instalación / conexión de una válvula con E/S remota es igual al trabajo necesario para conectar un terminal de válvulas tipo CPX/MPA.
- En el caso de la solución con válvulas individuales se utiliza un cable de varios hilos para el accionamiento de la electroválvula y de la caja de sensores. En el caso de la solución con terminales de válvulas, únicamente se reduce la cantidad de hilos del cable. Por lo tanto, esta diferencia de costes puede pasarse por alto. En esta comparación no se considera la posibilidad del accionamiento de las válvulas individuales mediante dos cables.

Los cálculos se basan en los precios de lista de los productos de venta usual en el mercado (electroválvulas, terminales de válvulas, tubos flexibles, cables, etc.) Los costes

incluyen los componentes, la instalación de los cables independientemente de su longitud, y los costes de las conexiones. Los usuarios aportaron los datos correspondientes a los costes de instalación y conexión.

Tras analizar minuciosamente la planta, se determinaron las posiciones precisas de todas las electroválvulas, de los conductos neumáticos y de los cables eléctricos y, a continuación, se incluyeron en el esquema de las instalaciones. El esquema se utiliza para determinar la longitud de los conductos y cables. En las figuras 5 y 6 se aprecia el análisis detallado de la planta baja, tanto en relación con la solución mediante válvulas individuales, como en lo que se refiere a la solución mediante terminales. Del mismo modo se procedió en las plantas restantes. Los cálculos abarcan cuatro ámbitos:

- Interiores, zona no ex
- Interiores, zona ex 2
- Exteriores, zona ex 2
- Exteriores zona ex 1

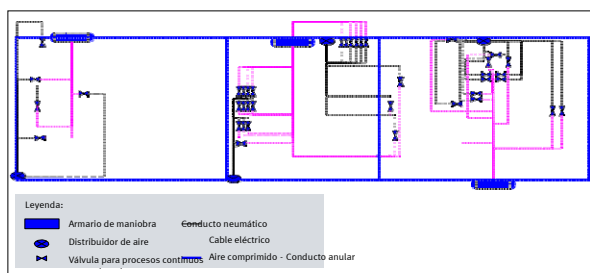


Fig. 5: representación detallada de la planta baja – Válvulas individuales.

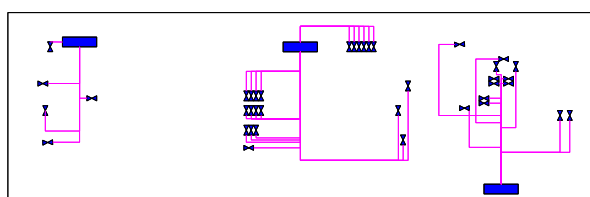


Fig. 6: representación detallada de la planta baja – Terminales de válvulas (no se muestran los conductos neumáticos).

Los resultados que se aprecian en la figura 7 muestran que, de acuerdo con todos los criterios aplicados, la solución con terminales de válvulas ofrece ventajas significativas en relación con los costes. Considerando los costes de los productos y del trabajo de instalación, esta ventaja oscila entre un 14 y un 42 por ciento. El modelo de cálculo puede aplicarse a modo de referencia a instalaciones de diversos tamaños.

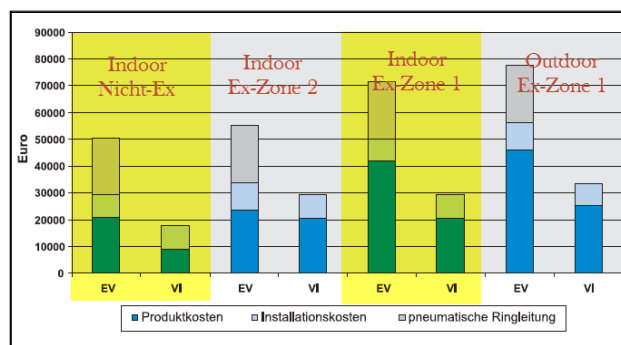


Fig. 7: resultados de la comparación de costes entre la solución con válvulas individuales (EV) y terminales de válvulas (VI).

La menor infraestructura para la distribución del aire comprimido implica

En estas instalaciones que aquí se utilizan a modo de ejemplo, la alimentación del aire comprimido está a cargo de un tubo anular con distribuidores para cada una de las plantas (en la fig. 5 se aprecian los conductos en color azul). Este tipo de instalación es típico y frecuente en plantas de producción de productos químicos especiales.

Si se puede prescindir de los tubos anulares con distribuidores, se reducen adicionalmente los costes de inversión (ahorro expresado en un número de cinco dígitos) en favor de la solución mediante terminales de válvulas. En la fig. 7 no se consideran esos costes.

Análisis de costes considerando todo el ciclo de vida

Esta comparación de costes únicamente considera el coste de las inversiones. Lo dicho significa que esta comparación no considera otros ahorros relacionados con todo el ciclo de vida de los equipos y que podrían obtenerse mediante la aplicación consecuente de la tecnología de terminales de válvulas. Por ejemplo, recurriendo a sistemas de diagnóstico podrían evitarse paralizaciones de las máquinas y equipo causadas por fallos imprevistos o, al menos, podrían reducirse considerablemente los tiempos de paralización mediante soluciones capaces de detectar con precisión los fallos.

Ventajas durante la puesta en funcionamiento

En la fase de planificación con frecuencia no se considera el coste que genera la puesta en funcionamiento. En la fig. 8 se muestra la instalación típica de las tuberías utilizadas en el sistema de filtración de una planta de tratamiento de aguas residuales. En el caso de una puesta en funcionamiento en seco con válvulas individuales, el equipo está completamente cableado y están tendidos todos los tubos.

Se aplica aire comprimido y se procede al accionamiento manual de las electroválvulas recurriendo al accionamiento auxiliar, con el fin de verificar si todas las válvulas individuales están conectadas correctamente. En el equipo que se analiza aquí, el acceso a numerosas válvulas es complicado; con frecuencia es necesario utilizar escaleras. No es posible verificar, en la propia instalación, si coincide con la lista de asignaciones de las válvulas.



Fig. 8: tuberías en la planta inferior de una planta de tratamiento de aguas residuales.

La situación que se muestra en la fig. 9 es similar. Se puede apreciar la planta inferior en la que están tendidos los tubos de dos torres digestoras de una planta municipal de tratamiento de agua. Numerosos tubos y las respectivas válvulas están instalados debajo del techo.



Fig. 9: Tubos tendidos en la planta inferior de una central de tratamiento de aguas residuales.

En esta aplicación se utilizan armarios de maniobra con terminales de válvulas, en vez de válvulas individuales (fig. 10). El usuario tiene fácil acceso a los armarios de maniobra. De esta manera, las distancias a recorrer durante la puesta en funcionamiento en seco son mucho menores. Además, es más sencillo proceder de manera sistemática durante la puesta en funcionamiento. La detección de las posiciones de las válvulas está a cargo de sensores de posiciones finales. Las señales se transmiten mediante cables hacia los módulos de E/S que se encuentran en el lado izquierdo del terminal de válvulas. Todas las señales de entrada y de salida (por ejemplo, también las de la electroválvula) se muestran directamente mediante diodos luminosos. Si adicionalmente se activa el bus de campo, el programador puede comprobar directamente la asignación de las señales en función de los correspondientes números de identificación (AKZ). La solución con terminales de válvulas ofrece una ventaja adicional. Concretamente, los bloques funcionales o partes de las instalaciones pueden resumirse y quedan debidamente reflejados en un terminal de válvulas. De esta manera es más sencillo que equipos complejos se automaticen de modo más sencillo recurriendo a módulos. De esta manera, el usuario cuenta con un equipo más transparente.



Fig. 10: armario de maniobra con terminal de válvulas.

La transparencia es especialmente importante si el usuario trabaja con varias instalaciones o si su instalación incluye varios miles de válvulas, tal como sucede, por ejemplo, en la industria farmacéutica.



Fig. 11: Sistema para la preparación de mezclas en una planta de la industria farmacéutica.

En la fig. 11 se muestra el sistema de preparación de mezclas, utilizado en una planta de la industria farmacéutica. En este tipo de instalaciones bien pueden haber más de 10.000 actuadores neumáticos, por lo general de simple efecto, que, además, establecen contacto con sustancias químicas. En la mayoría de los casos no es posible realizar un montaje directo de las electroválvulas. Por esta razón es indispensable automatizar el sistema recurriendo a terminales de válvulas. Si varias empresas participan en la construcción de los equipos (lo que es lo normal, tratándose de instalaciones tan complejas), es recomendable que se estandaricen los armarios de maniobra que contienen los terminales de válvulas. De esta manera, el usuario cuenta con un sistema más transparente. Además, así se reducen los costes durante todo el ciclo de vida de las instalaciones, especialmente en lo que se refiere a los costes de almacenamiento, al trabajo del personal técnico de mantenimiento, al coste de la capacitación profesional de los técnicos, etc.

Terminales de válvulas en dispositivos de

Todos los equipos nuevos, pero también cada vez más equipos ya existentes, se someten a un análisis de seguridad según IEC 61511.



Si tras el análisis HAZOP (Hazard and Operability) se comprueba que existe un peligro para las personas que se encuentran en las instalaciones o cerca de ellas, o si pueden afectarse el medio ambiente, deben adoptarse las medidas necesarias para reducir esos riesgos a un nivel aceptable.

Los riesgos pueden reducirse adoptando medidas técnicas, aunque también aplicando medidas organizativas. Pero con frecuencia también es necesario adoptar medidas que afectan el sistema de control de las instalaciones.

Según el nivel SIL exigido, es necesario que se configuren determinadas funciones de tal manera que sea muy poco probable que fallen los equipos. Estas funciones son, por ejemplo, seguros contra rebases, control de la presión, control de la temperatura, etc.

En la fig. 12 se muestra un circuito SIL típico, compuesto de sensor, barrera, entrada, control de seguridad, salida, barrera, electroválvula de desconexión de emergencia ESD (Emergency Shut Down) y válvulas de procesos continuos.

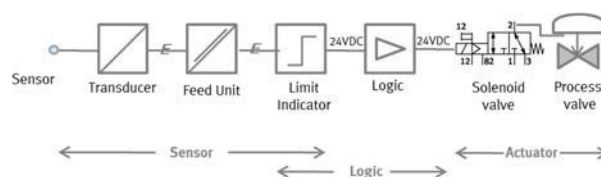


Fig. 12: circuito de protección PLT típico según SIL.

Las válvulas ESD tienen la función de descargar fiablemente el aire contenido en las cámaras de trabajo de los actuadores. De esta manera se garantiza que el actuador asuma una posición de conmutación segura con la ayuda de su muelle. La posición de seguridad puede ser abierta o cerrada, dependiendo de las exigencias que plantee el proceso.

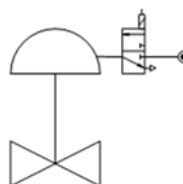


Fig. 13: válvula de abrir y cerrar, con válvula ESD. Posición de seguridad a escape

Tratándose de circuitos de protección PLT hasta SIL 2, la función de la válvula ESD puede estar integrada en un terminal de válvulas, siempre y cuando el terminal cuente con una certificación SIL.

Ejemplo de aplicación: equipo utilizado para la producción de productos fitosanitarios

Uno de los fabricantes de productos fitosanitarios más conocidos mundialmente aplica esta solución en sus instalaciones. El equipo se utiliza para la fabricación de sustancias activas contenidas en los productos fitosanitarios. La producción anual asciende a aprox. 2.500 toneladas.

Las instalaciones incluyen varios reactores automatizados con aproximadamente 1.600 válvulas. Las válvulas están distribuidas entre unos cien terminales de válvulas. Todas las válvulas de control son válvulas de 3/2 vías, a cargo de actuadores de diversa índole. El equipo en su totalidad está homologado según ATEX zona 2.



Fig. 14: armario de maniobra para zona ATEX 2, con válvulas para el dispositivo de protección PLT.

La comunicación con el sistema de control central de todas las válvulas sin relevancia para la seguridad se lleva a cabo a través de Profibus DP. Todas las válvulas que son parte del sistema de seguridad PLT, están conectadas directamente a las E/S del sistema de control de seguridad mediante un cable multipolo.

Tal como se puede apreciar en la fig. 14, todos los terminales de válvulas se encuentran dentro de un armario de maniobra, tanto aquellas conectadas a través de Profibus DP, como las que están conectadas al sistema de control de seguridad.

Ventajas para el cliente:

- Instalación centralizada de todos los componentes en un mismo armario de maniobra
- Mantenimiento más sencillo
- Funcionamiento fiable

Festo AG & Co. KG

E-Mail: chemicals@festo.com

www.festo.com