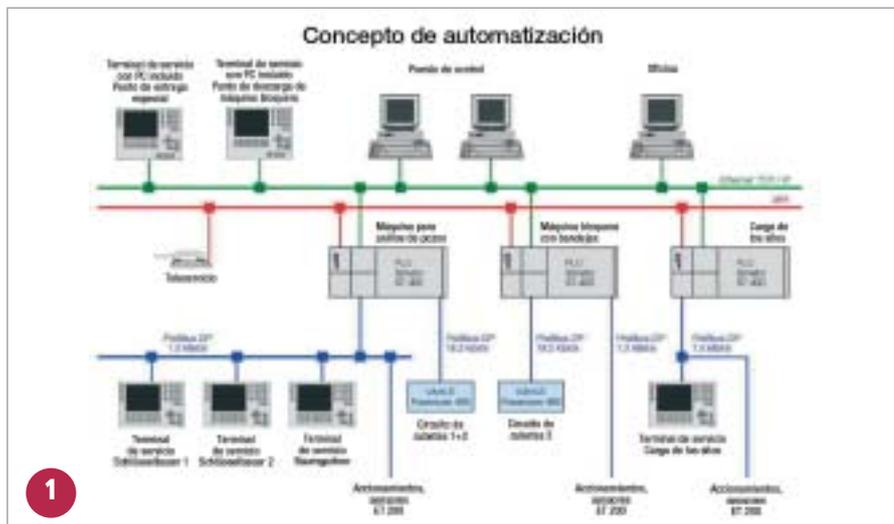


Producción eficaz con una moderna técnica de control

Sistema de control del mezclado y la dosificación en fábricas de productos y de prefabricados de hormigón

Por el Ing. Roland Seeber
y el Ing. Michael Link,
Maschinenfabrik Gustav Eirich,
Hardheim, Alemania

Los crecientes requisitos de calidad y fiabilidad a la hora de obtener un buen hormigón exigen un control de calidad sistemático, centrado en evitar errores (estrategia de futuro), con el fin de poder realizar una buena producción de forma continuada y predecible. El cumplimiento de estos requisitos se alcanza con un sistema de dosificación y mezclado como el que se va a presentar en este informe. Este sistema tiene capacidad para gestionar varios puestos. En el suministro estándar se incluye el mando a distancia. A través de interfaces estándar se pueden acoplar las aplicaciones que se deseen, como sistemas PCP (de programación y control de la producción).



1 Concepto de automatización para la fábrica de productos y prefabricados de hormigón Bernrieder

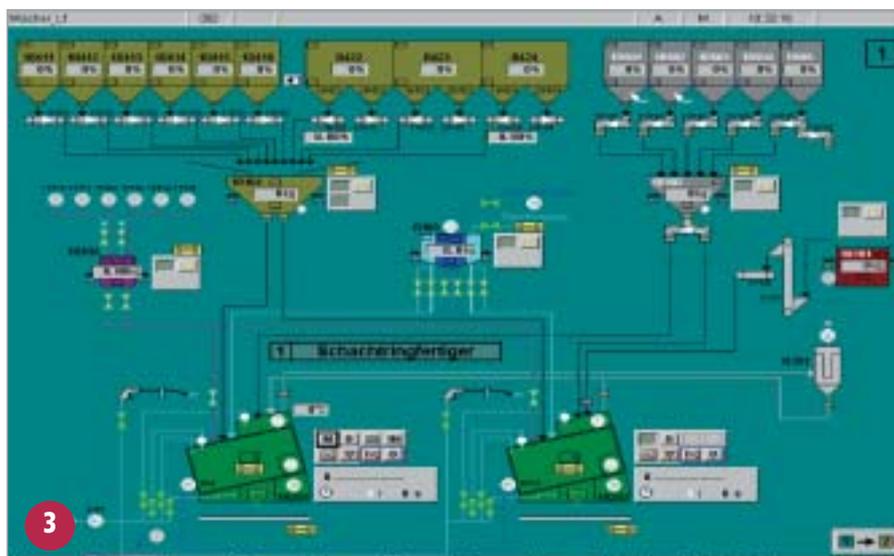
vertical que garantiza la interconexión de todos los procesos de producción y de planificación en todos los niveles. Integración vertical significa que la información está disponible en todo momento en cualquier lugar. De este modo es posible una optimización de los procesos y una mejora de la calidad y de la logística. Los factores causantes de errores, que tienen una influencia decisiva en la calidad del hormigón elaborado, se

deben minimizar. Una guía y regulación del valor de la humedad del hormigón, incluso con grandes oscilaciones de la temperatura, con una reducida tolerancia en torno al valor prefijado deseado, favorecen un resultado equilibrado –para un hormigón de calidad constante– resultando ser una medida decisiva para controlar la calidad y para evitar errores, y con ello para elevar la productividad de una planta.



2 Puesto de control con las estaciones centrales de manejo y supervisión

Más rápido, más flexible, más eficaz: los requisitos de la moderna fabricación de hormigón han alcanzado unos niveles verdaderamente altos. Las empresas tienen que intentar estar siempre un paso más adelante que la competencia. Las producciones modernas con un elevado grado de automatización ya no son suficientes como para alcanzar el éxito. Actualmente, todos los procesos de la cadena de producción de riqueza se tienen que acoplar de forma óptima como para poder llevar a cabo una producción lo más eficaz posible. La clave es la integración



3 Imagen de la planta con la línea de producción de anillos para pozos con dos mezcladoras



4.1

Estación de manejo in situ para la recepción directa del hormigón

Tomando como ejemplo dos plantas se mostrarán las soluciones de automatización.

Sistema de control para una mezcladora industrial

La empresa Beton Bernrieder GmbH, una fábrica de hormigón mediana de Rosenheim, Alemania, situada en el triángulo entre Múnich, Innsbruck y Salzburgo, es un especialista y proveedor en esta región para las obras públicas y los garajes individuales (ver www.beton-bernrieder.de). La empresa está muy valorada en el mercado, especialmente por los variados sistemas especiales y estándar para la construcción de pozos de registro y de canalizaciones, pero también en la construcción de garajes. Bajo el lema "Con calidad por delante de la competencia", la empresa Bernrieder comenzó hace ya más de 80 años a controlar regularmente en la fábrica la calidad y la capacidad de rendimiento con dispositivos de control propios. Con esta tradición se ha desarrollado una gran sensibilidad para captar las necesidades de los clientes en cuanto a los productos, incluso en el campo de los productos de hormigón.

En el marco de una ampliación de la productividad, en el año 2001 en la empresa Bernrieder se tomaron algunas medidas para mejorar los procesos de producción, la productividad, para reducir los costes por medio de la racionalización y la automatización.

En sólo cinco meses de obras se llevó a cabo la demolición y la construcción de una nueva nave de producción con una instalación completa del nuevo sistema de dosificación y de mezclado.

La planta de producción cuenta con dos líneas de mezclado. La línea 1 sirve para fabricar pozos de registro y dispone de dos mezcladoras Eirich del modelo R 24 (2250 l) y RV 19 (1500 l), la línea 2 abastece de hormigón a una máquina bloquera con dos mezcladoras Eirich, del modelo RV 19 (1500 l) y RV 15 (750 l).

El sistema de control de los procesos es un sistema de control de programa almacenado del modelo SIMATIC S7-400. La dosificación se realiza con unidades SIWAREX. Por la planta están distribuidos 4 paneles de operación para controlar los procesos, un panel de un PC en un punto de entrega especial y un panel de un PC en la producción de bloques.

El sistema de dosificación y mezclado Eirich se encarga del control central,

que está dispuesto en el panel de control como una solución de servidor de clientes con dos estaciones de trabajo. En las dos estaciones de trabajo está disponible la visualización gráfica de la planta.

A través de este sistema se realiza la entrada y la gestión de todos los datos, así como el control de todo el proceso de dosificación y mezclado de la planta, incluida la carga del silo.

En la oficina se encuentra otra estación de trabajo que está conectada a través de un cable de fibra óptica con el servidor central del panel de control. A través de ella se realiza la gestión de las recetas, la preparación de los encargos y la elaboración de los datos del consumo.

Las instalaciones, de acuerdo al estado de la técnica, son accesibles a tra-



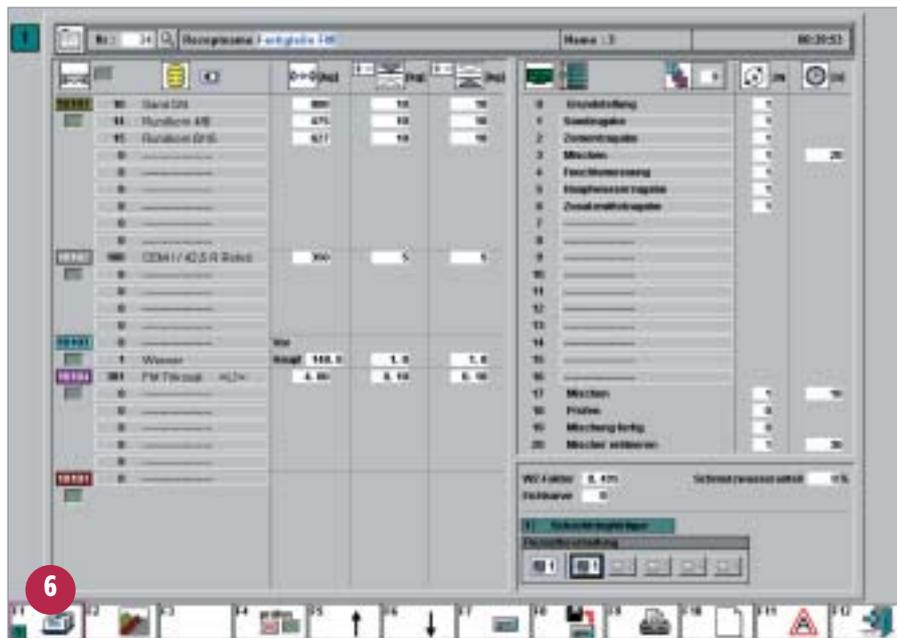
4.2

Estación de manejo in situ para la producción de anillos para pozos



5

Estación de manejo in situ para la carga de los silos



Gestión de las recetas y de las instrucciones de mezclado

vés de un teleservicio en el caso de interrupción del funcionamiento. De este modo se garantiza una atención rápida y una elevada disponibilidad de la planta.

La fig. 1 muestra el concepto de automatización hecho realidad en Bernrieder, la fig. 2 muestra el panel de control con las estaciones de servicio. La fig. 3 muestra la imagen de la línea de producción de los anillos para pozos con dos mezcladoras, con todos los ajustes y vistas pertenecientes al servicio. El manejo se lleva a cabo a través de símbolos según unas directrices unitarias.

Demanda de hormigón: debido a la demanda real de hormigón, los puntos de elaboración externos tienen

una influencia esencial sobre el orden de producción. La demanda de hormigón se puede realizar tanto a través de estaciones de servicio estacionarias, como a través del sistema de control. La fig. 4.1 muestra el punto de recepción para la retirada directa de hormigón, la fig. 4.2 muestra la estación de servicio de la máquina para fabricar anillos para pozos.

La carga del silo (fig. 5) se activa por el proveedor correspondiente independientemente del personal de servicio. La fig. 6 muestra la entrada de la receta y las indicaciones de mezclado. La entrada de las correspondientes recetas con áridos, aglomerantes, aditivos, pigmentos, etc. En la parte derecha de la máscara de la pantalla se dispone

para cada receta de unas indicaciones de mezclado que se pueden configurar libremente. De este modo se puede añadir, por ejemplo, un aditivo al comenzar a añadir cemento o también en cualquier otro momento del proceso de mezclado.

En el archivo de la documentación de las cargas (fig. 7) se registran todos los valores de medición y datos pertenecientes a la carga. Los datos archivados se pueden recuperar, mostrar o imprimir según unos criterios definidos.

El control del circuito de cubetas: el sistema de control de dosificación y mezclado de Eirich controla la distribución de hormigón de los dos circuitos de cubetas. La lógica del sistema de control se encarga de proporcionar una ocupación óptima y uniforme del sistema de la mezcladora y del receptor de hormigón. La transmisión de los datos desde la mezcladora hasta el circuito de cubetas se realiza a través de un sistema digital de transmisión de datos en conexión con líneas de contacto.

El cuaderno de bitácora: el programa del cuaderno de bitácora almacena todos los procesos del sistema. De este modo, en cualquier momento se pueden deducir los cambios y movimientos realizados en el sistema.

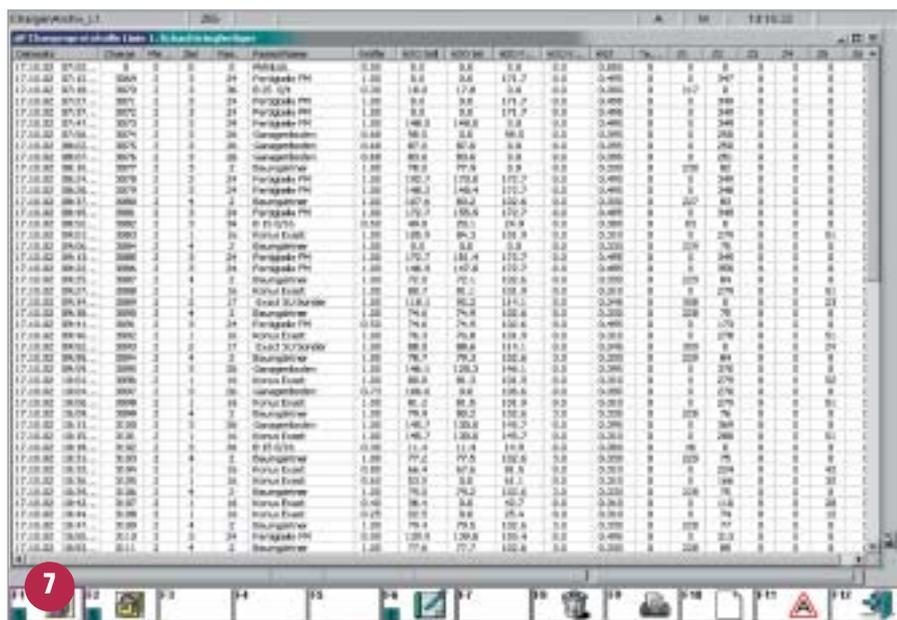
Resumiendo se puede afirmar lo siguiente en relación con la planta construida en la empresa Bernrieder:

El concepto de control de Eirich para la producción de hormigón ofrece un servicio completo con una integración vertical al 100 %. En ella también se encuentra el control y la regulación de las propiedades del hormigón. Gracias a su clara concepción con la correspondiente distribución de las tareas, el sistema de control de Eirich se puede representar perfectamente como modelos de niveles. La fig. 8 muestra la integración vertical.

Características del modelo:

- **Nivel de campo, sensores y actuadores** están representados por el sistema mecánico de la planta, con sensores como celdas de pesaje, iniciadores, etc., así como con actuadores como motores, válvulas, reguladores, etc. En este nivel también se incluye el sistema de medición de humedad.

- **Parte del rendimiento**
La parte del rendimiento se encar-



Archivo de la documentación de las cargas



Integración vertical del sistema de control Eirich, representado en un modelo de niveles

ga de la activación y el control de todas las unidades de accionamiento relacionadas con el rendimiento.

- **Sistema de control de programa** almacenado se emplean los sistemas Simatic S7 de Siemens o de Allen Bradley. Las tareas del sistema de control de programa almacenado son el control de los procesos de la planta, incluida la dosificación, el pesaje y el proceso de mezcla.



Mezcladora del tipo R08W, con tapa superior y descarga del fondo de apertura hidráulica

- **Redes:** se emplean sistemas de comunicación de gran potencia,

desde el nivel de control hasta el nivel de campo.

- **MES(Manufacturing Execution Systems) = sistemas de ejecución de la producción**

Aquí se emplean sistemas de manejo y control, basado en PC, para controlar la planta. Se utilizan los sistemas PROC-ON (GTI), iFix (Intellution), Intouch (Wonderware), WINCC (Siemens), etc.

Las tareas de los niveles de control y visualización de los procesos son:

- representación gráfica de todos los procesos de la planta
- manejo
- gestión de parámetros y de recetas
- elaboración, preparación, representación y archivo a largo plazo de los datos de servicio, producción y, sobre todo, de calidad.
- detección de los avisos de error, incluida su documentación.

Nivel ERP = Enterprise Resource Planning System (sistema de planificación de los recursos de la empresa): posibilidad opcional de un intercam-

bio de datos con un sistema informático para la transmisión o recepción de datos.

Sistema de control inteligente para una mezcladora de laboratorio

En las últimas décadas, en el campo del hormigón han aparecido numerosas innovaciones, como por ejemplo el hormigón autocompactante, que solamente con su propio peso es capaz de rellenar todos los huecos existentes en las piezas con una armadura relativamente densa; el hormigón de fibras, que presenta una elevada resistencia a la formación de fisuras y a la rotura, o el hormigón ultra resistente, con una resistencia a la corrosión especialmente buena y una resistencia a la compresión de hasta 200 N/mm². A la hora de fabricar estos materiales de alta tecnología, a menudo se plantean unos requisitos muy exigentes a las máquinas de mezclado. En este sentido, siempre se plantea la cuestión de la potencia de mezclado que se debe aplicar.

Para un proyecto de investigación que tenía como objetivo determinar la potencia de mezclado del hormigón autocompactante, una mezcladora de 75 litros (modelo R 08) equipada con un sistema de control debía realizar las siguientes tareas:

- La velocidad del accionamiento del recipiente de mezclado y del accionamiento del agitador se debían poder variar dentro de un amplio espectro. Los parámetros se documentan.
- El aporte de potencia del accionamiento del recipiente de mezclado y del accionamiento del agitador se calcula y se documenta durante el proceso de mezclado y se representa gráficamente.
- Se debe poder seleccionar el aporte de energía total; después de aplicar esta cantidad de energía se para automáticamente el proceso de mezclado, es decir se desconecta la mezcladora.

De este modo se puede investigar qué efecto tienen las diferentes condiciones del ensayo sobre el hormigón (por ejemplo la forma geométrica del dispositivo de mezclado, su velocidad, el mezclado a contracorriente, el mezclado en el mismo sentido). Además, este sistema de ensayo debe permitir obtener información sobre el efecto de los aditivos. ▶



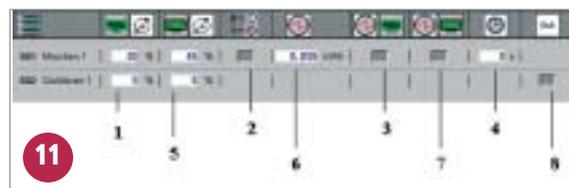


El armario de distribución con el PC industrial integrado en la puerta

La fig. 9 muestra la mezcladora Eirich elegida, del modelo R08W, con tapa superior y descarga del fondo de apertura hidráulica. El principio de mezclado de esta mezcladora Eirich se basa en un recipiente giratorio que lleva el material de mezclado hacia la zona del agitador rotatorio de marcha rápida. Gracias a un eje de giro inclinado y al dispositivo de mezclado estacionario combinado (rascador de paredes y fondo) se obtiene un intenso movimiento de la masa. De este modo, en un breve plazo de tiempo se homogeneiza por completo el material de mezclado.

La combinación del transporte del material por el recipiente de mezclado y el mezclado con un dispositivo separado (agitador) permite llevar a cabo un mezclado con diversas velocidades, desde lenta a rápida. Esto es lo que diferencia el principio de mezclado de Eirich del resto de sistemas de mezclado y lo hace único en el mundo.

Gracias a una elevada transmisión de energía, posible gracias a las elevadas velocidades, los aglomerantes de ce-



Máscara de entrada para las instrucciones de mezclado

mento y otros materiales finos se mezclan de forma óptima.

Los deseos y las tareas establecidas se pusieron en práctica de la siguiente manera:

Con el fin de llevar a cabo el proceso de mezclado de la forma más flexible posible, tanto el motor de accionamiento del agitador, como el del recipiente de mezclado están alimentados por un convertidor de frecuencias. Éstos están conectados a través de un bus de campo con el sistema de control de programa almacenado. De esta manera existe la posibilidad de poder ajustar gradualmente el sentido de giro y el número de revoluciones dependiendo de las correspondientes indicaciones del proceso. Todos los valores prefijados y los reales se transmiten de forma digital y se comunican en intervalos de un segundo a un sistema de manejo y control basado en un PC.

En este sistema se almacenan los datos referidos a las cargas y en cualquier momento se pueden recuperar para ser mostrados, impresos o copiados en un soporte de datos o en una red



Documentación de las cargas

mezclado. Se prevén seis ciclos de mezclado (homogeneización de materiales secos, adición de cemento, agua, fluidificante, etc.), que se terminan, bien de forma convencional, transcurrido un determinado tiempo, o bien tras alcanzar una determinada cantidad de energía una o los dos accionamientos principales. El cálculo para ello se realiza en el sistema de control de programa almacenado integrando los valores de medición del agitador en un intervalo de 100 milisegundos. Después, si se ha programado, tiene lugar el llamado paso de confirmación, que se puede activar con un número de revoluciones redu-



Diagrama de curvas para la documentación de las cargas

para realizar un análisis posterior. Los datos se editan en formato dBase, de manera que se pueden procesar en tablas de cálculo habituales como, por ejemplo, MS-Excel. Todo el sistema de control se encuentra en un armario de distribución de 2000 por 800 por 600 mm, con un PC industrial integrado en la puerta (fig. 10).

La base para el proceso de mezclado la constituyen las llamadas instrucciones de

cido para aplicar la menor cantidad de energía posible con una actuación manual. Esto se puede utilizar al añadir material, tomar pruebas, realizar mediciones manuales u operaciones similares.

Cuando se termina una operación manual de este estilo, se inicia el siguiente ciclo de mezclado pulsando la tecla de confirmación. Al término de cada proceso de mezclado se elabora una documentación de la carga y un diagrama de curvas correspondiente y se almacenan en el PC. ▶

La **fig. 11** muestra la máscara de entrada de las instrucciones del mezclado en el aparato de manejo, la **fig. 12** muestra la documentación de una carga y la **fig. 13** muestra un diagrama de curvas de la documentación de la carga. En la **fig. 11** figuran:

1. Valor teórico del número de revoluciones del recipiente de mezclado
2. Valor teórico del número de revoluciones del agitador
3. Selección del final del mezclado, dependiendo del tiempo o de la energía
4. Valor teórico de la energía de mezclado que se va a aplicar
5. Selección en el cálculo de energía para tener en cuenta el recipiente de mezclado
6. Selección en el cálculo de energía para tener en cuenta el agitador
7. Valor teórico del tiempo de mezclado
8. Selección con / sin fase de confirmación

Perspectivas

Los sistemas de control de plantas mezcladoras de hormigón son plantas

relativamente pequeñas. Para otros sectores se han proyectado y construido sistemas de control mucho más complejos. De forma similar a todos los sectores, la clave para obtener calidad, además de una buena mezcladora, es un buen sistema de control.

Actualmente, las escuelas superiores tienen la posibilidad de calcular totalmente el proceso de mezclado y de describirlo cuantitativamente con un sistema de control de alta tecnología que, últimamente, también se ha realizado para una mezcladora Eirich de 40 litros (modelo R 05).

Resumen

Hoy día, para fabricar hormigón es importante:

- Controlar y regular las propiedades del hormigón.
- Controlar de forma continuada todos los parámetros y valores de medición importantes con la detección inmediata de posibles desviaciones o errores y con la posibilidad de actuar en consecuencia.
- Elaborar y registrar de forma continuada los datos importantes del

funcionamiento, la producción y la calidad.

En conjunto, estas funciones y propiedades favorecen el control de la calidad del hormigón con unas tolerancias muy reducidas en los valores teóricos deseados y garantizan la obtención de una calidad estable y uniforme con la correspondiente documentación de los procesos. En cuanto a la calidad del hormigón, esto permite reducir notablemente los errores, es decir, permite aumentar considerablemente la productividad de la planta. ■

Más información:



EIRICH

Maschinenfabrik Gustav Eirich
Postfach 1160
74732 Hardheim, ALEMANIA
Tel. ++ 49 (0) 62 83-510
Fax: ++ 49 (0) 62 83-51325
E-Mail: erich@eirich.de
Internet: www.eirich.de