

# Eficiencia energética en la producción de bloques de hormigón

Michael Dolon y Karl-Josef Hauröder, Masa GmbH, Alemania

La empresa Masa GmbH, de Andernach (Alemania), se ocupa desde hace algunos años con éxito y de forma innovadora del tema de la "eficiencia energética en la producción de bloques de hormigón". Además de las posibilidades de ahorro de los costes de energía, los fabricantes de bloques de hormigón tienen un interés fundado en analizar y mejorar el uso de energía y el consumo de energía en sus instalaciones, sobre todo debido a los importantes cambios que implica la ley alemana del impuesto sobre las energías (que entró en vigor el 1-1-2013) y las correspondientes ordenanzas para su ejecución. Con la publicación de la norma europea DIN EN 16247-1 se establecieron los requisitos de las auditorías energéticas de alta calidad. En

Alemania, la realización de una auditoría energética según DIN EN 16247-1 es una posibilidad, precisamente para las pequeñas y medianas empresas (PYMES), de cumplir los requisitos de la ley alemana del impuesto sobre energías para la compensación de los picos. Dentro de este tema, Masa presta una atención especial, entre otras cosas, a las áreas de las bombas hidráulicas, la tecnología de accionamiento y los conceptos inteligentes de instalaciones y control, que se tratarán a continuación. A comienzos de 2016, Masa también presentó para la 8.ª Jornada de Jefes de Fábrica SLG diferentes aspectos con los que se pueden reducir los costes energéticos y, también en su caso, se puede conseguir una descarga fiscal con las energías.

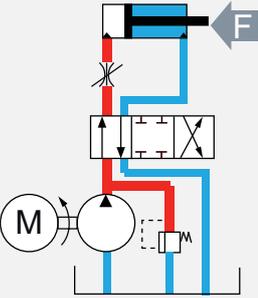
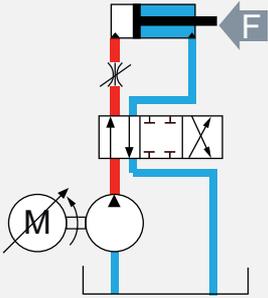
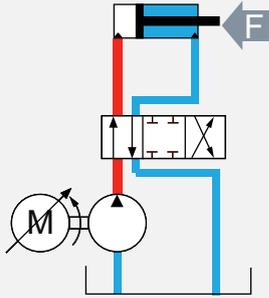
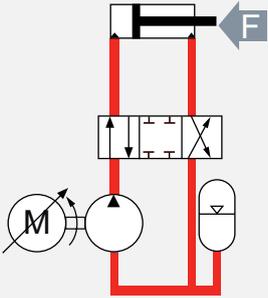
Sistema con número de revoluciones constante	System mSistema con convertidorit Umrichter		
	Nivel 1 Eliminar la válvula limitadora de presión	Nivel 2 Eliminar el regulador de caudal	Nivel 3 Eliminar la válvula distribuidora
			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mera regulación de presión</li> <li>✓ Elimina las pérdidas de energía mediante la válvula limitadora de presión</li> <li>✓ Solamente se suministra el volumen real</li> <li>✓ Principio similar a la bomba con regulación de volumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Regulación de la presión y del caudal</li> <li>✓ Elimina las pérdidas de energía del regulador de caudal</li> </ul> <p>Opcional, regulación de la posición en el accionamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Alta precisión</li> <li>✓ Descarga el procesador PLC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Funcionamiento de 4 cuadrantes ("regulación de dirección")</li> <li>✓ Ahorra la válvula distribuidora y el depósito</li> <li>✓ Dinámica muy elevada</li> <li>✓ Sistema muy compacto</li> <li>✓ Capacidad de recirculación completa</li> </ul>

Fig. 1: Sistema con número de revoluciones variable, nivel 2 sin opción, Source: Siemens, 2016



■ Dipl.-Ing. Michael Dolon  
Director de construcciones eléctricas  
m.dolon@masa-group.com



■ Dipl.-Ing. (FH) Karl-Josef Hauröder  
Director de construcciones mecánicas  
k.hauroeder@masa-group.com

Masa goza de gran experiencia y de los conocimientos correspondientes en el terreno de la "eficiencia energética en la producción de bloques de hormigón". En caso de estar interesado, Michael Dolon (director de construcciones eléctricas) y Karl-Josef Hauröder (director de construcciones mecánicas), así como los ingenieros de desarrollo se encuentran a su disposición para proporcionarle un asesoramiento competente.

### Bombas hidráulicas

Los sistemas hidráulicos clásicos (bomba de desplazamiento fijo o variable) utilizan un motor eléctrico con un número de revoluciones constante y, en su caso, una válvula estranguladora (bypass). Además, los sistemas clásicos constan de una tecnología de válvulas sencilla. Para el control o la regulación, estos sistemas tienen las válvulas necesarias.

Por el contrario, los sistemas hidráulicos innovadores, además una bomba hidráulica (bomba de desplazamiento fijo o variable), utilizan un accionamiento con número de revoluciones variable. El nuevo concepto evita pérdidas de energía con el uso de tuberías cortas, la eliminación de válvulas estranguladoras, bypasses y válvulas distribuidoras, así como una adaptación del número de revoluciones (potencia = presión \* volumen). Como poca energía se convierte en calor, además se puede reducir la potencia frigorífica.

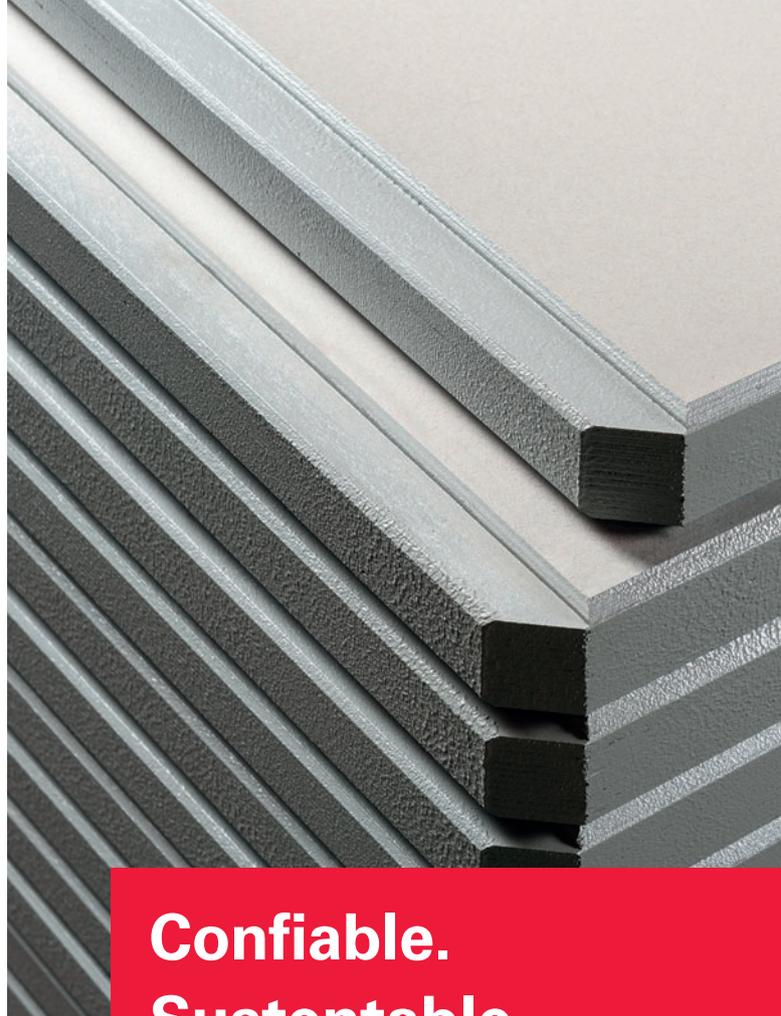
El esquema de la fig. 1, con el ejemplo de la bomba de desplazamiento fijo, pone de manifiesto los diferentes niveles de implementación, desde un sistema con un número de revoluciones constante, hasta un sistema con un número de revoluciones variable.

En el caso de las bombas de desplazamiento variable con accionamiento con número de revoluciones variable se pueden realizar conceptos de hidráulica con capacidad de recirculación. Se reducen las pérdidas de calor, por lo que al mismo tiempo se requiere menos potencia frigorífica. El número de revoluciones se puede adaptar a la demanda de potencia.

Otras ventajas son:

- Los cilindros diferenciales y sincronizados se pueden combinar.
- En una bomba se pueden utilizar varios cilindros de tamaño diferente.
- Para un movimiento de avance y retroceso no es necesario ningún cambio en el sentido de giro.

Durante la bauma 2016 de Múnich, Masa presentó los prototipos de una bomba de desplazamiento variable. Este prototipo se presentó en el marco de un ensayo en la máquina blo-



**Confiable.  
Sustentable.  
Económico.**

### PERI Pave

La bandejas para productos prefabricados de concreto

Nuestro mayor objetivo es satisfacer a nuestros clientes. Queremos que tengas beneficios reales con nuestros productos y servicios y particularmente con nuestra cooperación para siempre estar un paso adelante en el mercado – tecnológica y económicamente.

Puede confiar en nuestra cooperación antes, durante y después de su proyecto. Y en una permanente calidad de primer nivel – porque su valor agregado es nuestra principal motivación.

Puede encontrar más información en [www.peri.com/pave](http://www.peri.com/pave)

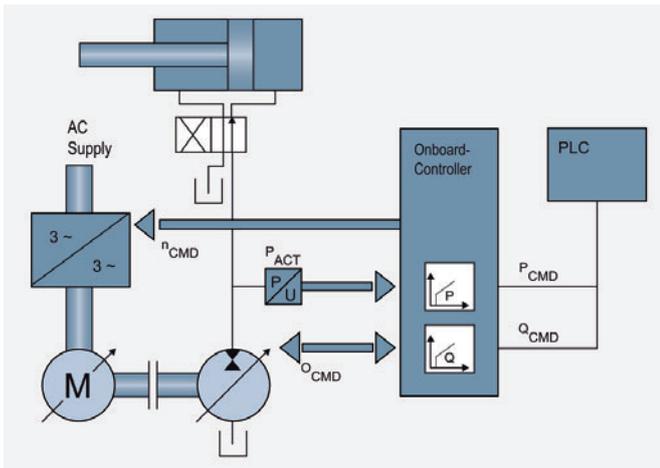


Fig. 2: Representación esquemática de los prototipos de Masa con una bomba como generador y una bomba como motor



Fig. 3: Monitoreo de la eficiencia energética de la máquina bloquera XL de Masa en la bauma 2016

quera XL 9.2 de Masa. Aquí el carro de llenado de hormigón bicapa (mostrado en rojo en la pantalla) y el carro de llenado de hormigón monocapa (mostrado en verde) se avanzaron y retrocedieron 10 ciclos cada uno. Pero mientras el carro de llenado del hormigón bicapa estaba equipado con un sistema hidráulico convencional, los ingenieros de Masa dotaron al carro de llenado de hormigón monocapa (más pesado) con el nuevo prototipo de bombas de desplazamiento variable. En una comparación a tiempo real se vio que, en comparación con el sistema hidráulico convencional, el prototipo de Masa lograba un ahorro energético del 30 % aproximadamente.

### Técnica de accionamiento

Con una técnica de accionamiento y sistemas optimizados se puede ahorrar energía y, después del periodo de amortización correspondiente, también dinero.

Por regla general, los accionamientos de eficacia optimizada son de un tamaño mayor que un accionamiento de igual potencia en versión estándar. Las pérdidas en cobre (pérdidas

Joule) y las pérdidas en el hierro (pérdidas de magnetización) se pueden reducir con un uso modificado del material. Pero en el caso de procesos de encendido muy frecuentes y tiempos de funcionamiento cortos esto también puede tener un efecto negativo en el balance energético.

### Conceptos de instalación inteligentes

Una mejora de la eficiencia energética también se puede conseguir mediante conceptos de instalación inteligentes. Aquí el procedimiento se extiende a lo largo del todo el ciclo de vida de la máquina bloquera. Las fases de concepción, ingeniería y producción de una instalación ofrecen diferentes puntos de conexión para influir en la eficiencia energética. A continuación se analizarán con más detalle los puntos principales del diseño de la instalación, los componentes eficientes y la recuperación de energía.

### Diseño de la instalación

Además de la elección de la energía correcta (aire, aceite, electricidad), es la disposición espacial de los diferentes com-

### ¿Merece la pena cambiar el motor antiguo?

Un viejo motor de 30 kW con un grado de eficacia del 85 %, p. ej. el accionamiento del mezclador, se debe cambiar por un motor nuevo. Un motor IE1 de la misma potencia tiene un grado de eficacia superior al 90 %. El grado de eficacia de un motor IE3 se sitúa en casi el 95 %.

Dependiendo del periodo de utilización, al cambiar el motor antiguo por un motor IE3 se obtiene el siguiente ahorro de energía y de costes:

	Régimen de 1 turno (semana de 5 días laborables)	Régimen de 2 turnos (semana de 5 días laborables)	Régimen de 3 turnos (semana de 6 días laborables)
Horas de servicio (h/año)	2.000	4.000	7.000
Ahorro energético (kWh/año)	5.200	10.400	18.200
Ahorro de costes* (EUR/año)	780	1.560	2.730

\* Precio de la electricidad tomado como referencia: 15 cént./kWh incl. impuestos, sin IVA.

# masa

Milestone to your success.

## Nuestras soluciones son su beneficio.



[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)

Con sus instalaciones, mezcladoras, máquinas y demás componentes, Masa cubre la producción de los principales grupos de materiales en la industria de materiales para la construcción: adoquines de hormigón, bordillos, baldosas de hormigón, prefabricado sílico-calcareo y hormigón celular.

Planificamos, construimos, adaptamos individualmente y realizamos cualquier solución técnica que sea necesaria. Esto significa para nuestros clientes: un proveedor, una persona de contacto, un responsable.

Masa GmbH

Masa-Str. 2  
56626 Andernach  
Germany  
Phone +49 2632 9292 0  
Service Hotline +49 2632 9292 88

Masa GmbH

Werk Porta Westfalica  
Osterkamp 2  
32457 Porta Westfalica  
Germany  
Phone +49 5731 680 0

[info@masa-group.com](mailto:info@masa-group.com)  
[service@masa-group.com](mailto:service@masa-group.com)  
[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)

Masa - made in Germany.





Fig. 4: Diseño de la instalación de Masa: eficiencia energética optimizada mediante recorridos cortos en la distribución de energía

ponentes, sobre todo, la que determina la eficiencia energética optimizada. En la distribución de energía, los recorridos cortos son el objetivo, así como los conductos cortos para el sistema hidráulico y neumático. Por eso Masa ha desarrollado diferentes diseños estándar que, precisamente, optimizan estos trayectos.

El Masa Powertainer, con los armarios de distribución de las diferentes áreas de la instalación, está colocado en un lugar central. El pupitre hidráulico se encuentra justo al lado de la máquina bloqueadora. Además, para el flujo de material (p. ej. materias primas) se planifican recorridos cortos.

El inteligente diseño de la instalación tiene en cuenta, además de una disposición de los componentes optimizada en el espacio, un dimensionamiento óptimo de los accionamientos utilizados, ya que el mejor grado de eficacia se encuentra en el funcionamiento secundario.

**Componentes eficientes**

A la hora de elegir los componentes que se van a utilizar, Masa también se centra en un aumento de la eficiencia. Por eso, según las posibilidades, se utilizan bien accionamientos eléctricos o hidráulicos, pero eficientes. El sistema neumático se utiliza solamente en aplicaciones subordinadas (p. ej. rasadoras en el carro de llenado).

Para los engranajes intermedios, en la medida de lo posible se utilizan correas dentadas o cadenas con los mejores grados de eficacia (96-98 %). Se eligen engranajes con un elevado grado de eficacia como, por ejemplo, engranaje de ruedas cónicas (aprox. 98 %). Además, la reducción del peso de los componentes que se van a mover desempeña un papel nada desdeñable.

**Recuperación de la energía**

Al frenar un accionamiento se libera energía. Teóricamente, esta energía se puede realimentar en la red de suministro o pueden utilizarla otros accionamientos.

Para ello existen diferentes planteamientos:

- **Control inteligente de accionamientos**  
 Los movimientos que crean una potencia generadora alimentan accionamientos que requieren una potencia motriz. Esta solución ya se aplica en Masa con éxito en el empaquetado.  
 Para ello, otras posibilidades viables serían el ascensor y descensor, el cangilón de la mezcladora y todo tipo de mecanismos de elevación. Por ejemplo, el ascensor, para 200 ciclos a la hora requiere aprox. 12 kWh de energía. Esto se podría reducir notablemente si el ascensor y el descensor funcionaran al mismo tiempo y se utilizara la energía liberada del descensor para el movimiento de ascenso.

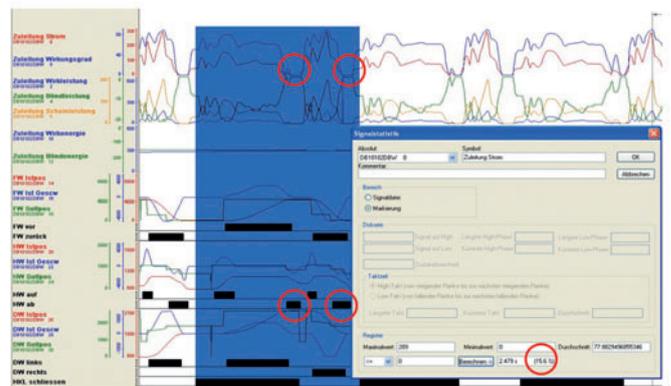


Fig. 5: Se aprecian claramente dos puntos de funcionamiento en el ciclo del empaquetado, en donde no se consume potencia de la red. En ese momento, el mecanismo de elevación se desplaza hacia abajo con carácter generador. Esto supone el 15 % del tiempo de ciclo.

- **Convertidor con capacidad de realimentación**  
Utilizando convertidores con capacidad de realimentación, con los procesos de frenado se podría realimentar la energía liberada en la red del cliente.
- **Unión de ejes de los convertidores**  
Mediante una unión de ejes inteligente de los accionamientos controlados con convertidor puede tener lugar un intercambio de energía entre las diferentes funciones conectadas. Masa utiliza esta tecnología, por ejemplo, en la vibración con ajuste de amplitudes y en el empaquetado (Masa Cuboter).

**Conceptos de control inteligentes**

Mediante un control inteligente de la instalación se puede optimizar el balance energético. Como regla de oro se puede afirmar: la energía solo se consume cuando se necesita. Se deben evitar los tiempos de espera. Se debe activar el modo de ahorro de energía, se deben utilizar los perfiles de movimiento que ahorran energía. De este modo se pone de manifiesto, por ejemplo, precisamente en el caso de las bombas hidráulicas, una reducción del número de revoluciones o del caudal durante los tiempos de funcionamiento y de ralentí en el balance energético, ya que el consumo de potencia aumenta al cuadrado con el número de revoluciones al emplear bombas y ventiladores. Si la presión hidráulica se reduce al valor que aún se necesita, se puede ahorrar energía, ya que  $W=Q*\Delta p$ , es decir, el producto del caudal y la diferencia de presión.

Con su software de control de instalaciones (Masa Fast Factory Automation Service Tools) Masa sienta las bases de un control inteligente de las instalaciones. La instalación se controla a través de un solo software, con el que se realiza un concepto de datos global. De este modo se pueden realizar movimientos inteligentes con energía optimizada.

**Perfiles de movimiento que ahorran energía**

Dentro del proceso de producción de bloques de hormigón, los componentes, como, por ejemplo, el empaquetado (Masa Cuboter), se deben repositionar constantemente. La posibilidad más rápida de alcanzar la posición correspondiente la describe un perfil de marcha triangular.

Pero desde un punto de vista energético no es favorable. La energía necesaria se compone de la energía cinética  $W = \frac{1}{2} m*v^2$  y del trabajo a lo largo de un tramo  $W = F*s$ . Como el tramo permanece constante, solo se puede variar la velocidad, dependiendo del tiempo de ciclo. La velocidad llega al cuadrado al trabajo. Por lo tanto,  $\frac{1}{2}$  velocidad significa  $\frac{1}{4}$  de consumo de energía. Como ejemplo, aquí se puede mencionar una adaptación del tiempo de ciclo del transporte de retorno/lado seco al empaquetado. Si el empaquetado tiene un tiempo de ciclo de, por ejemplo, 15 segundos, desde un punto de vista energético no tiene sentido realizar el transporte con un tiempo de ciclo más corto y después dejarlo que espere al empaquetado.

En un siguiente paso se pueden optimizar los movimientos coordinándolos entre sí. De este modo, en el empaquetado

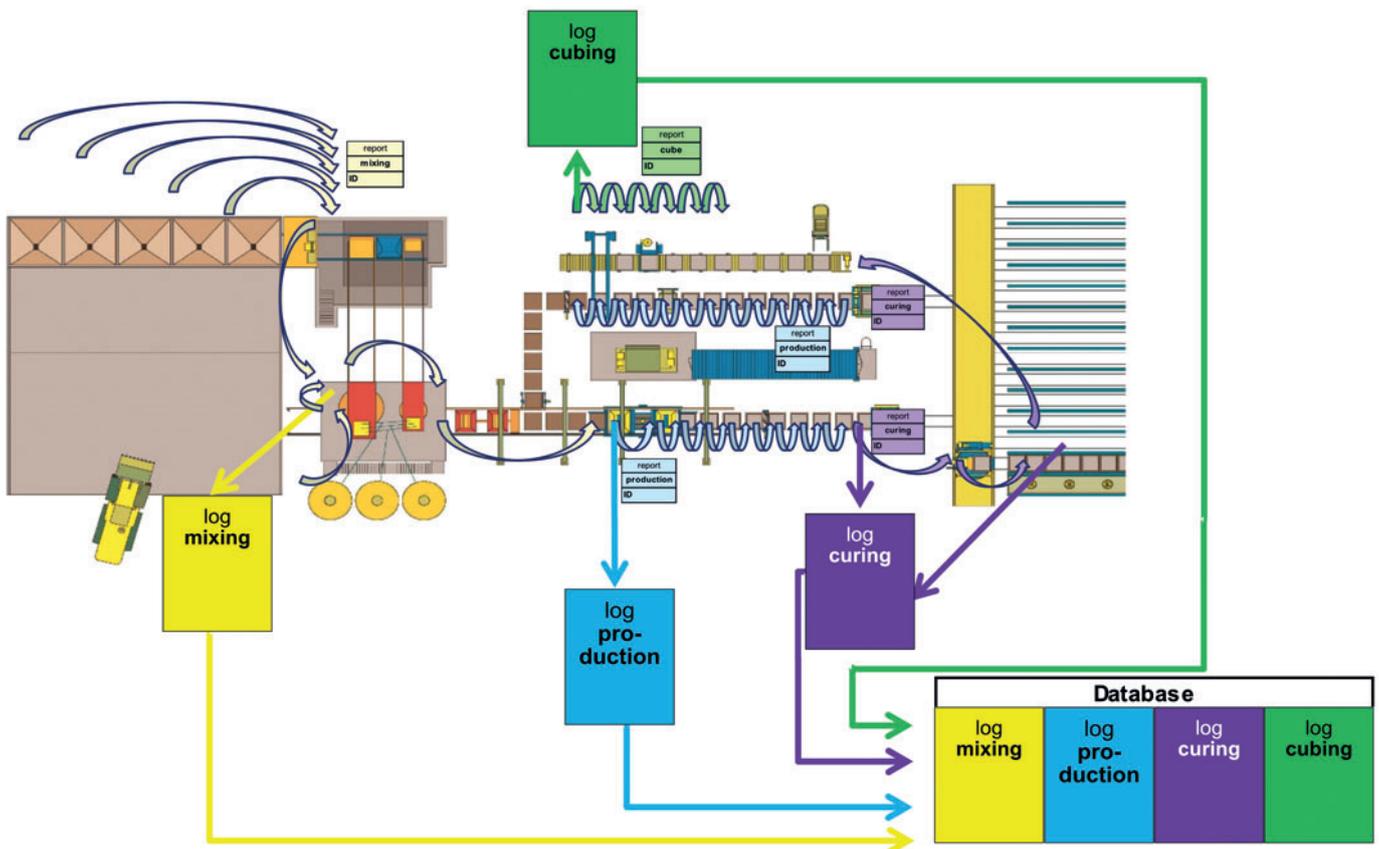


Fig. 6: Con su software de control de instalaciones (Masa Fast Factory Automation Service Tools) Masa sienta las bases de un control inteligente de las instalaciones.

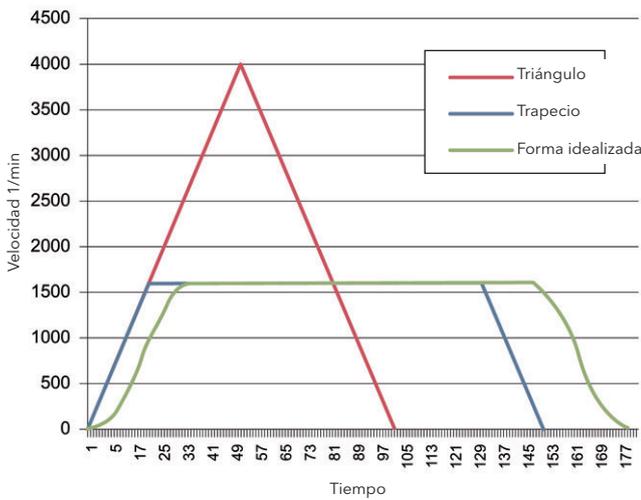


Fig. 7: Diagrama de "velocidad/tiempo"

(Masa Cuboter) se puede optimizar la curva de desplazamiento utilizando un control inteligente de la vía: los movimientos se han coordinado de tal manera que a partir del perfil de marcha original a través de los puntos de esquina se obtiene una curva a lo largo de los radios calculados. Esta curva se calcula a partir de las alturas de apilado (= alturas variables de recogida y depósito) y de los obstáculos que se deben salvar. De este modo se obtiene el diagrama trayecto-tiempo óptimo de un movimiento armónico. Un achataamiento de las rampas en el diagrama de la velocidad-tiempo origina un movimiento más suave y además ahorra más energía. En el caso de aceleraciones elevadas, los accionamientos deben proporcionar más potencia, lo que significa un mayor consumo y, con ello, más pérdida térmica.

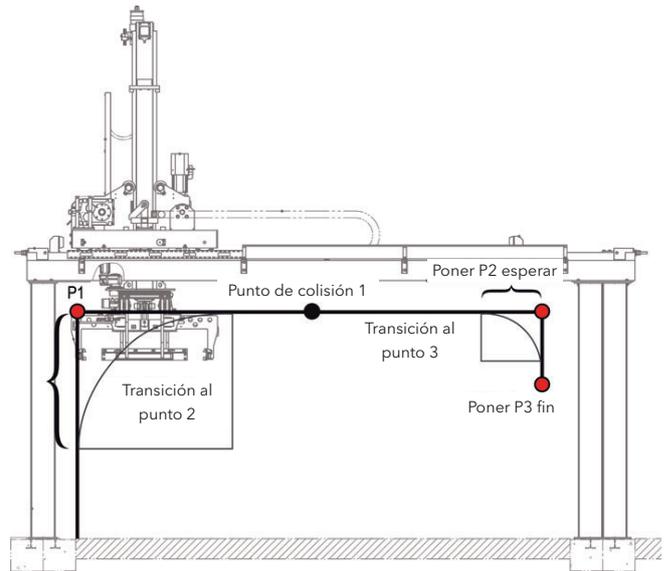


Fig. 8: Movimiento optimizado del Cuboter de Masa

**Perspectiva: El Cuboter de Masa**

Con el empaquetado de última generación, Masa Cuboter, Masa está perfectamente preparada. Con controladores Moviaxis optimizados se realizan movimientos dinámicos-armónicos. El Cuboter tiene una elevada capacidad de carga a lo largo de grandes distancias. Es energéticamente eficiente, tiene los costes de funcionamiento optimizados y una construcción robusta. Mediante una elevada capacidad de sobrecarga de los convertidores se ha podido reducir drásticamente la potencia de alimentación. En el esquema del ensayo se realizó un tiempo de ciclo medio de 9,6 s y el consumo energético se situó en 5,615 kW/h.



Fig. 9: En el esquema del ensayo se realizó un tiempo de ciclo de 9,6 segundos



Masa patrocinó la posibilidad de descarga gratuita del archivo pdf de este artículo para todos los lectores de PHI. Visite la página web [www.cpi-worldwide.com/channels/masa](http://www.cpi-worldwide.com/channels/masa) o escanee el código QR con su smartphone para acceder directamente a esta página web.

MÁS INFORMACIÓN

**masa**  
Milestone to your success.

Masa GmbH  
Masa-Straße 2  
56626 Andernach, Alemania  
T +49 2632 92920  
F +49 2632 929212  
[info@masa-group.com](mailto:info@masa-group.com)  
[www.masa-group.com](http://www.masa-group.com)