Linea de pintura de cataforesis para piezas de automoción

LINHA DE PINTURA DE CATAFORESE PARA PEÇAS DE AUTOMÓVEIS

Gianpiero Fontana
Cabycal

En los primeros meses del corriente año pusimos en función una nueva línea de cataforesis para un importane cliente en el campo de la fabricación de componentes para automoción, en Chattanooga, Tennessee, EE.UU (fig. 1).

En el presente artículo describimos técnicamente y constructivamente las características sobresalientes de la instalación, compuesta por:
- 14 cubas de pretratamiento.
- 1 cuba de cataforesis (KTL) + 3 fases de post lavado.
- 1 horno de curado.
- 8 puentes grúa.
- 1 transportador aéreo bicarril (*Power & Free*), con 4 estaciones automáticas de carga/descarga + 2 manuales de carga/descarga.

BASE DE CÁLCULOS

Se tratan piezas de metal (acero) en una can-

Nos primeiros meses deste ano, ativámos uma nova linha de cataforese para um importante cliente no campo do fabrico de componentes para automóveis, em Chattanooga, Tennessee, Estados Unidos(fig. 1).

No presente artigo, descrevemos, a nível técnico e construtivo, as características que mais sobressaem na planta, composta por:
- 14 cubas de pré-tratamento.
- 1 cuba de cataforese (KTL) + 3 fases de pós-lavagem con água ultrafitradad;
- 1 forno de cura;
- 8 pontes grua;
- 1 transportador aéreo de dupla via (*Power & Free*), com 4 estações automáticas de carga/descarga + 2 manuais de carga/descarga.

BASE DE CÁLCULOS

Tratam-se de peças de metal (aço), numa

1 – Una vista de la línea en la fase final de puesta en marcha.

1 – Uma vista da linha na fase final de colocação em funcionamento.

tidad de aproximadamente 17.000 toneladas/año (en 3 turnos de 7 h, 240 días/año).
El peso máximo para cada bastidor (*rack*), sumado al peso de las piezas, es de 650 kg.

PROCESO

Una vez cargadas las piezas, el proceso típico es el siguente (fig. 2):

❑ Pretratamiento

1 - Desengrase por aspersión (1): en caliente.
2 - Desengrase por inmersión (2): en caliente.
3 - Lavado por inmersión (1): temperatura ambiente.
4 - Lavado por inmersión (2): temperatura ambiente.
5 - Decapado ácido: en caliente.
6 - Lavado por inmersión (1): temperatura ambiente.
7 - Lavado por inmersión (2): temperatura ambiente.
8 - Lavado por inmersión (3): temperatura ambiente.
9 - Activación por inmersión: temperatura ambiente.
10 - Fosfatado por inmersión: en caliente.
11 - Lavado por inmersión: temperatura ambiente.
12 - Pasivado por inmersión: temperatura ambiente.
13 - Lavado agua desmineralizada: temperatura ambiente.
14 - Lavado agua desmineralizada: tempera-

quantidade de aproximadamente 17 000 toneladas/ano (em 3 turnos de 7 h, 240 dias/ano).
O peso máximo para cada bastidor (rack), adicionado ao peso das peças, é de 650 kg.

PROCESSO

Quando carregadas as peças, o processo típico é o seguinte (fig. 2):

❑ Pré-tratamento

1 - Desengraxe por aspersão (1): a quente.
2 - Desengraxe por imersão (2): a quente.
3 - Lavagem por imersão (1): temperatura ambiente.
4 - Lavagem por imersão (2): temperatura ambiente.
5 - Decapagem ácida: a quente.
6 - Lavagem por imersão (1): temperatura ambiente.
7 - Lavagem por imersão (2): temperatura ambiente.
8 - Lavagem por imersão (3): temperatura ambiente.
9 - Ativação por imersão: temperatura ambiente.
10 - Fosfatação por imersão: a quente.
11 - Lavagem por imersão: temperatura ambiente.
12 - Passivação por imersão: temperatura ambiente.
13 - Lavagem com água desmineralizada: temperatura ambiente.
14 - Lavagem com água desmineralizada:

2 – La línea desde la zona de carga de los bastidores. El transportador bicarril los lleva a la zona de cubas (pretratamiento y deposición electroforética, mediante transferidor automático (a la izquierda). A la derecha, el retorno de los bastidores, una vez descargados.

2 – A linha a partir da zona de carga dos bastidores. O transportador de dupla via leva-os para a zona das cubas (pré-tratamento e deposição eletroforética mediante transferidor automático (à esquerda). À direita, o retorno dos bastidores, uma vez descarregados.

tura ambiente.

❏ **Pintura por cataforesis**
15 – Electrodeposición: 32 – 35 ºC.

❏ **Estaciones de post lavado ultrafiltrado**
16 - Primer lavado por inmersión: temperatura ambiente.
17 - Segundo lavado por inmersión: temperatura ambiente.
18 - Tercer lavado por inmersión: temperatura ambiente.

❏ **Curado**
19 - Horno de curado: tiempo total de permanencia variable (alrededor de los 40 minutos).

❏ **Descarga**
20 - Enfriamiento por convección natural y entrada en el *buffer* de descarga.

Por supuesto, los tiempos de procesos pueden variar, acorde a la química de proceso utilizada.

DESCRIPCIÓN DE LOS DISTINTOS EQUIPOS Y MÁQUINAS.

❏ **Pretratamiento**
Las 14 etapas de pretratamiento son de acero inox 304, 316 y polipropileno. Las cubas (fig. 3) están equipadas con bombas de recirculación (protegidas por filtros bolsas) y agitación de producto por medio de colector principal con boquillas (fig. 4).
Un equipo de generación de agua demineralizada provee la instalación (fig. 5).
2 calderas con sus quemadores calientan el producto de las cubas activas, previo paso por intercambiadores de calor (fig. 6)
Se controlan conductividad, pH y temperatura de las cubas, los valores se indican en las pantalla HMI de control (fig. 7).
Se pusieron también indicadores de presión para controlar eventuales caídas de presión en los distintos equipos de servicio (bombas, intercambiadores, filtros, etc., fig. 8).

Un equipo de ósmosis inversa permite proveer el proceso de pretratamiento con agua caracterizada por una conducibilidad inferior a 10 microsiemens, mediante membranas de pre filtración, tratamiento multietapas y sistema automático de limpieza de las membranas.

Los productos químicos en cada una de las

temperatura ambiente.

❏ **Pintura por cataforese**
15 – Eletrodeposição: 32 – 35 ºC.

❏ **Estações de pós-lavagem con água ultrafiltrada**
16 - Primeira lavagem por imersão: temperatura ambiente.
17 - Segunda lavagem por imersão: temperatura ambiente.
18 - Terceira lavagem por imersão: temperatura ambiente.

❏ **Cura**
19 - Forno de cura: tempo total de permanência variável, (40 minutos aproximadamente).

❏ **Descarga**
20 - Arrefecimento por convecção natural e entrada no *buffer* de descarga.

Claro que os tempos de processos podem variar, de acordo com a química de processo utilizada.

DESCRIÇÃO DOS DIFERENTES EQUIPAMENTOS E MÁQUINAS.

❏ **Pré-tratamento**
As 14 etapas de pré-tratamento são de aço inoxidável 304, 316 e de polipropileno. As cubas (fig. 3) estão equipadas com bombas de recirculação (protegidas por filtros de saco) e agitação de produto, através do coletor principal com bocais (fig. 4).
Um equipamento de geração de água desmineralizada abastece a instalação (fig. 5).
Com os seus queimadores, 2 caldeiras aquecem o produto das cubas ativas antes de passarem por permutadores de calor (fig. 6)
Controla-se a condutividade, o pH e a temperatura das cubas; os valores são indicados nos ecrãs de HMI de controle (fig. 7).
Colocaram-se também indicadores de pressão para controlar eventuais quedas de pressão nos diferentes equipamentos de serviço (bombas, permutadores, filtros, etc, fig. 8).

Um equipamento de osmose inversa permite fornecer o processo de pré-tratamento com água caracterizada por uma condutividade inferior a 10 microsiemens, mediante membranas de pré-filtragem, tratamento multietapas e sistema automático de limpeza das membranas.

3 – Las cubas, desde la zona de acceso a los servicios de control de los baños.

3 – As cubas, desde a zona de acesso aos serviços de controle dos banhos.

4 – Unos baños de pretratamiento, en agitación contínua.

4 – Banhos de pré-tratamento, em agitação contínua.

5 – En primer plano, la zona de tratamiento de las aguas primarias (demineralización de las aguas del proceso de pretratamiento, ósmosis inversa para la electroforesis). Por detrás, la instalación de tratamiento de las aguas residuales de los baños agotados.

5 – Em primeiro plano, a zona de tratamento das águas primárias (desmineralização das águas do processo de pré-tratamento, osmose inversa para a eletroforese). Atrás, a instalação de tratamento das águas residuais dos banhos esgotados.

6 – Una de las calderas al servicio de la línea de pretratamiento, a la izquierda, y el circuito de calefacciín con sus intercambiadores, al lado de las cubas.

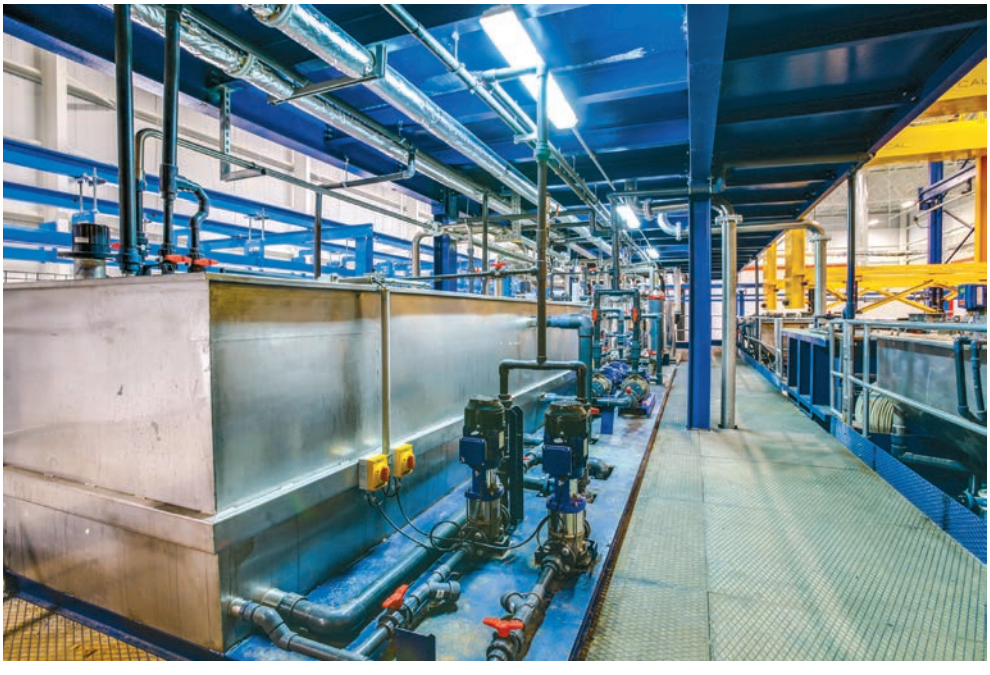
6 – Uma das caldeiras ao serviço da linha de pré-tratamento, à esquerda, e o circuito de aquecimento, com os permutadores, ao lado das cubas.

7 – La pantalla HMI *(Human-Machine Interface*, interfaz humano-máquina inteligente), soporta el encargado de la línea en sus tareas de control de los procesos, de programación y de ajuste de las distintas fases, máquinas y equipos.

7 – O ecrã de HMI (Human-Machine Interface, interface homem-máquina inteligente) suporta o gestor da linha nas suas tarefas de controle dos processos, de programação e de ajuste das diferentes fases, máquinas e equipamentos.

8 – Depósito de UFN y outros auxiliares.

8 – Depósito da UFN e otros auxiliares.



9 – Cada cuba se gestiona automáticamente y con sistemas de alta precisión. El encargado de la línea controla los parametros relativos -y, si necesario, interviene para modificarlos- directamente desde la HMI.

9 – Cada cuba é gerida automaticamente e com sistemas de alta precisão. O gestor da linha controla os parâmetros relativos e, se necessário, intervém para os modificar, diretamente a partir do ecrã de HMI.

10 - La zona de los servicios, al lado y por debajo de las cubas.

10 - A zona dos serviços, ao lado e debaixo das cubas.

cubas activas (figs. 9 y 10) se gestionan automáticamente mediante bombas volumétricas de dosificación manejadas por el PLC, sensores de conductividad y sensores de Ph, de señal analógica, representados en la pantalla principal del HMI (para controlar la correcta dosificación de los productos químicos).

❑ Electrodeposición

La cuba de electrodeposición (figs. 11 y 12) está recubierta interiormente, para aislar su interior.

El baño está asistido por bombas para recirculación de la pintura y bomba para el filtrado

Os produtos químicos em cada uma das cubas ativas (fig. 9 e 10) são automaticamente geridos através de bombas volumétricas de doseamento, manuseadas pelo PLC, por sensores de condutividade e sensores de pH, de sinal analógico, representados no ecrã principal do HMI (para controlar a correta dosagem dos produtos químicos).

❑ Eletrodeposição

A cuba de eletrodeposição (fig. 11 e 12) é revestida interiormente para isolar o seu interior.

O banho é assistido por bombas para recirculação da pintura e bomba para a filtragem

continuo de la misma por filtros de bolsa y filtros de membrana.
Un mecanismo permite eliminar posibles burbujas que se puedan generar en el interior de las piezas.
Un rectificador de 400V gestiona la corriente a través de los ánodos instalados en la cuba de KTL (controlados por armario de control).

Un equipo de tratamiento dedicado permite la producción de agua demineralizada para las necesidades de esta fase. El equipo está compuesto por 3 filtros enseriados con grupo de presión para impulsar el agua a través de los 3 filtros y al depósito de almacenamiento de agua demi, grupo de presión para impulsar desde el depósito de almacenamiento de agua demi a la línea de pintura. Hay una reserva de agua demineralizada en silo de almacenamiento con control de nivel y 20.000 l de capacidad.

Se hace un control contínuo de temperatura de la cuba de KTL: en caso que la temperatura se incremente, se conecta automáticamente el grupo de frío, para enfriar a la temperatura indicada en la pantalla HMI.

❑ Lavado ultrafiltrado
Se lleva a cabo mediante 3 etapas de inmersión. La estructura de las 3 cubas, de acero inoxidable, está eforzada en todas las paredes (figs. 13 y 14). El vaciado de las cubas se gestiona mediante válvulas manuales. Hay 1 bomba de agitación horizontal en cada una de las 3 cubas. La agitación de efectúa mediante colector principal con boquillas.
Para poder aislar el circuito se instalaron filtros de bolsa con válvulas de mariposa. Los conductos de alimentación transportan agua desmineralizada.
Los lavados ultrafiltrados están equipados con módulos de ultrafiltración de pintura (Koch), cubas de ultrafiltrado, cierres mecánicos para refrigerar las bombas y sistema de regeneración, para realizar el contralavado de los módulos de ultrafiltrado.

❑ Curado
El horno (fig. 15) se calienta con quemador de gas en vena de aire (con turbina de extracción de los gases de escape del mismo quemador).
La temperatura de funcionamiento del horno es regulable entre 150 y 200 ºC, controlada mediante sonda de temperatura.
A la entrada y salida del horno (fig. 16) se instalaron turbinas para generar cortinas de aire

contínua da mesma por filtros de saco e filtros de membrana.
Um mecanismo permite eliminar possíveis borbulhas que se possam gerar no interior das peças.
Um retificador de 400 V gere a corrente através dos ânodos instalados na cuba de KTL (controlados por armário de controle).
O nível da cuba é controlado automaticamente, para que as bombas não aspirem em vazio no caso de o nível de pintura baixar.

Um equipamento de tratamento dedicado permite a produção de água desmineralizada para as necessidades desta fase. O equipamento é composto por 3 filtros em séries, com grupo de pressão para impulsionar a água através dos 3 filtros e para o depósito de armazenamento de água desmineralizada, e um grupo de pressão para impulsionar desde o depósito de armazenamento de água desmineralizada até à linha de pintura. Existe uma reserva de água desmineralizada em silo de armazenamento, com controle de nível e 20 000 l de capacidade.

Realiza-se um controle contínuo de temperatura da cuba de KTL: caso a temperatura aumente, liga-se automaticamente o grupo de frio para arrefecer a temperatura indicada no ecrã de HMI.

❑ Lavagem ultrafiltrada
Levada a cabo através de 3 etapas de imersão. A estrutura das 3 cubas, de aço inoxidável, é reforçada em todas as paredes (fig. 13 e 14). O esvaziamento das cubas é gerido com válvulas manuais. Existe 1 bomba de agitação horizontal em cada uma das 3 cubas. A agitação é realizada através do coletor principal, com bocais.
Para se poder isolar o circuito, foram instalados filtros de saco com válvulas de borboleta. A tubagem de alimentação transporta água desmineralizada.
As lavagens ultrafiltradas estão equipadas com módulos de ultrafiltração de pintura (Koch), cubas de ultrafiltragem, fechos mecânicos para refrigerar as bombas e o sistema de regeneração, para realizar a contra lavagem dos módulos de ultrafiltragem.

❑ Cura
O forno (fig. 15) aquece com queimador de gás direto (com turbina de extração dos gases de escape do mesmo queimador).
A temperatura de funcionamento do forno é regulável entre 150 e 200 ºC, controlada por

11 – La cuba de electrodeposición, adonde el armario y los cuadros de mando.

11 – A cuba de eletrodeposição, com o armário e os quadros de comando.

12 – Sistema de filtración control de temperatura de pintura.

12 – Sistema de filtragem controle de temperatura de pintura.

y evitar que el calor salga del horno.
Las paredes del horno están fabricadas con panel aislante y chapas galvanizadas, para mayor rendimiento del horno y las turbina de recirculación.
Para las operaciones de control y mantenimiento, hay una puerta de acceso al horno de seguridad.

❑ 8 puentes grúa

8 puentes grúa mueven los bastidores a través de las 18 cubas, según los procesos definidos (fig. 17). La velocidad de cada puente grúa es variable tanto en elevación como en traslación. Hay un armario de gestión independiente para cada uno de los puentes grúa, y su set de sonda de temperatura.

À entrada e à saída do forno (fig. 16) foram instaladas turbinas para gerar cortinas de ar e evitar que o calor saia do forno.
As paredes do forno são fabricadas com painel isolante e chapas galvanizadas, para melhor rendimento do fornoe as turbinas de recirculação.
Para as operações de controle e manutenção, existe uma porta de acesso ao forno de segurança.

❑ 8 pontes grua

8 pontes grua movem os bastidores através das 18 cubas, em conformidade com os processos definidos (fig. 17). A velocidade de

13 y 14 - Los tres lavados ultrafiltrados finales y sus servicios.

13 e 14 - As três lavagens ultrafiltradas finais e seus serviços.

emergencia. Por supuesto, los puentes comunican entre ellos.

Los tiempos de proceso (permanencia en las cubas, temperaturas de las mismas y los demás valores de cada proceso se pueden ajustables desde la pantalla del HMI, dependiendo de las necesidades de producción.

La programación relativa de cada uno de los puentes se sincroniza automáticamente, cumpliendo con el tiempo de ciclo acordado.

La estructura de soportación de los puentes está equipada con plataforma peatonal de acceso a ambos lados de las cubas, escaleras de acceso, y escalera de gato, de acceso a la

cada ponte grua é variável, tanto em elevação, como em translação. Há um armário de gestão independente para cada uma das pontes grua, e para o seu conjunto de emergência. Claro que as pontes comunicam entre si.

Os tempos de processo (permanência nas cubas, temperaturas das mesmas e restantes valores de cada processo podem ser ajustados a partir do ecrã de HMI, dependendo das necessidades de produção.

A programação relativa de cada uma das pontes é automaticamente sincronizada, cumprindo o tempo de ciclo acordado.

A estrutura de suporte das pontes está equipa-

15 y 16 - Dos vistas del horno de polimerizado, que se calienta con quemador en vena de arie (llama directa). Las piezas entran al fondo a la derecha, en la foto y transitan en el horno trasversalmente.

15 e 16 - Duas vistas do forno de cura, que aquece com queimador em fluxo de ar (chama direta). As peças entram ao fundo, à direita na foto, e transitam transversalmente no forno.

parte alta de los puentes.

❑ **Transportador *Power and Free***

Su capacidad de carga es de 500 kg/rack. Permite una velocidad máxima de 6 m/min, regulada por medio de 8 grupos motores instalados en la zona de carga, descarga, *buffer* de entrada a la línea de pintura (fig. 18), entrada al horno, horno y salida del horno. Su longitud aproximada es de 1.200 m. La cadena está protegida por limitadores de par que, paran la cadena por sobre esfuerzo. El sistema de lubricación, automático, de gestiona desde pantalla.

El la línea hay 41 paros para poder controlar el paso de los bastidores, sensores de detección de presencia de bastidor, freno abierto/cerrado y detección de cierra freno; 14 desvíos automáticos.

Un sistema de lectura de información de cada

da com uma plataforma pedonal de acesso a ambos os lados das cubas, escadas de acesso e escada vertical, de acesso à parte alta das pontes.

❑ **Transportador *Power and Free***

A sua capacidade de carga é de 500 kg/rack. Permite uma velocidade máxima de 6 m/min, regulada por meio de 8 grupos motores, instalados na zona de carga, descarga, buffer de entrada à linha de pintura (fig. 18), entrada do forno, forno e saída do forno. O seu comprimento aproximado é de 1.200 m. A cadeia está protegida por limitadores de binário, que param a cadeia em caso de sobrecarga. O sistema de lubrificação, automático, é gerido a partir do ecrã.

Na linha, há 41 paragens para poder controlar a passagem dos bastidores, sensores de deteção de presença de bastidor, travagem aberta/fechada e deteção de encerra-travão; 14 des-

17 - 8 puentes grúa sirven la línea de pretratamiento y electrodeposición.

17 - 8 pontes grua servem a linha de pré-tratamento e eletrodeposição.

18 - El *buffer* de entrada a la línea de pintura.

18 - O buffer de entrada na linha de pintura.

19 - A la salida del horno, unos pulmones de acumulación de los bastidores facilitan las operaciones de descarga.

19 - À saída do forno, zonas pulmão de acumulação dos bastidores facilitam as operações de descarga.

20 - La estación transferidora a la entrada de la línea de pintura.

20 - A estação transferidora para a entrada da linha de pintura.

bastidor mediante antenas RFID permite, en cada freno donde haya un desvío, consultar la información que tiene ese bastidor en la "pastilla" de almacenamiento de las informaciones, y actuar el desvío en la posición para que vaya a la zona donde tenga que ir.

El circuito del transportador está dotado de:
- 2 estaciones de carga automaticas y 2 estaciones de descarga automáticas, con sistema de posicionado de precisión del robot para la carga/descarga robotizada.
- 1 estación de carga y descarga manual (fig. 19).
- 1 estación de mantenimiento.
- 2 estaciones transferidoras de unión entre los puentes grúa y el transportador : 1 *transfer* a la entrada de la línea de aplicación electroforética (fig. 20) y otra a la salida (fig. 21).

❑ Control eléctrico y programación

El armario de control y el armario de potencia para los diferentes elementos de la instalación, alimentados con diferentes tensiones, se caracterizan por doble puertas de fácil acceso y seccionador principal consignable desde la puerta.

Un PLC (Siemens) con módulos de entrada y salida gestiona los puentes grúa. Otro PLC (Allen Bradley) controla el transportador bicarril. La comunicación es *Profinet*.
Los distintos elementos de la instalación (frenos, desvíos, motores, ventiladores, etc.) se controlan desde la pantalla del HMI, incluyen-

vios automáticos.

Um sistema de leitura de informação de cada bastidor através de antenas RFID. Este sistema permite, em cada travão onde exista um desvio, consultar a informação que esse bastidor tem na "pastilha" de armazenamento das informações, e intervir sobre o desvio na posição, para que vá para a zona para onde deve.

O circuito do transportador está dotado de:
- 2 estações de carga automáticas e 2 estações de descarga automáticas, com sistema de posicionamento de precisão do robô para a carga/descarga robotizada.
- 1 estação de carga e descarga manual (fig. 19).
- 1 estação de manutenção.
- 2 estações transferidoras de união entre as pontes grua e o transportador: 1 transfer para a entrada da linha de aplicação eletroforética (fig. 20) e outro para a saída (fig. 21).

❑ Controle elétrico e programação

O armário de controle e o armário de potência para os diferentes elementos da instalação, alimentados com diferentes tensões, são caracterizados por portas duplas de fácil acesso e seccionador principal consignável desde a porta.

Um PLC (Siemens) com módulos de entrada e saída gere as pontes grua. Outro PLC (Allen Bradley) controla o transportador de dupla via. A comunicação é Profinet.

21 - El *transfer* a la salida de la línea de electrodeposición.

21 - O transfer para a saída da linha de eletrodeposição.

do un histórico de alarmas.
La instalación arranca autommáticamente pulsando el botón de arranque desde la pantalla del HMI. El sistema de arranque acciona en sequencia los elementos del horno para que se vaya calentando, así como las bombas y las calderas, para que las cubas cojan temperatura.

❑ Sistema de tratamiento de los vertidos del proceso

El producto agotado de las 18 cubas de pretratamiento va a parar a 2 fosos diferentes:
- Los productos de la cuba 15, 16, 17 y 18 van a parar a un foso de obra civil de capacidad 2000 l. Se bombea a otro depósito de agitación y luego al foso de concentrados, para finalmente ser enviados a la cuba de neutralización para su tratamiento.
- Los productos de las cubas 1-14, van a parar directamente al foso de concentrados. Desde el foso de concentrados se bombea por medio de unas bombas neumáticas a la cuba de neutralización para su tratamiento.

CONCLUSIONES

Se trata de una línea de pretratamiento y aplicación electroforética completa, de última generación, en las que hemos integrado le conceptos más innovadores de la industria 4.0:
- Estricto control automático de los parámetros de proceso, junto a una gran flexibilidad de programación del mismo.
- Automatización del manejo de las piezas, a partir de la carga/descarga automática de la línea.
- Sistema de seguimiento bastidor por basti-

Os diferentes elementos da instalação (travões, desvios, motores, ventiladores, etc.) são controlados a partir do ecrã de HMI, incluindo um histórico de alarmes.
A instalação arranca automaticamente, premindo o botão de arranque no ecrã de HMI. O sistema de arranque aciona os elementos do forno em sequência, para que vá aquecendo, assim como as bombas e as caldeiras, para que as cubas atinjam a temperatura.

❑ Sistema de tratamento ds resíduos do processo:

O produto esgotado das 18 cubas de pré-tratamento é canalizado para 2 espaços diferentes:
- os produtos das cubas 15, 16, 17 e 18 são canalizados para um espaço interrado de construção civil com 2000 l de capacidade. São bombeados para outro depósito de agitação, e depois para o espaço de concentrados, para finalmente serem enviados para a cuba de neutralização, para tratamento;
- os produtos das cubas 1-14 vão parar diretamente ao espaço de concentrados. A partir do espaço de concentrados, são utilizadas bombas pneumáticas para bombear para a cuba de neutralização, para tratamento.

CONCLUSÕES

Trata-se de uma linha de pré-tratamento e aplicação eletroforética completa, de última geração, onde integrámos os conceitos mais inovadores da industria 4.0:
- controle automático rigoroso dos parâmetros de processo, juntamente com uma grande flexibilidade de programação do mesmo;
- automatização do manuseamento das pe-

dor, que permite formar automáticamente su historial, garantizando la trazabilidad de los procesos de tratamiento a los que se ha sometido cada pieza.

✍ *Marcar 4 en la tarjeta de información*

ças, a partir da carga/descarga automática da linha;
- sistema de seguimento bastidor a bastidor, que permite formar automaticamente o histórico, garantindo o rastreamento dos processos de tratamento a que se submeteu cada peça.

✍ *Marcar 4 na cartão das informações*