

“CONJUNTO ROBOT PARA SOLDADURA EN RODILLOS DE MOLIENDA DE CAÑA DE AZÚCAR Y PROCESO CORRESPONDIENTE”

[01] Se refiere la presente patente a robot para aplicación de soldadura automatizada y continua en rodillos de moliendas de caña de azúcar, y proceso correspondiente, que realiza esta aplicación de soldadura con la molienda en funcionamiento, con utilización en la industria de producción de azúcar y etanol a partir de la caña de azúcar, particularmente en las moliendas que muelen la caña y separan el caldo del bagazo, con la finalidad de aplicar automáticamente de forma segura soldadura (salpicadura) en los rodillos de las moliendas durante la cosecha con la molienda en funcionamiento, utilizando electrodo de soldadura como consumible, con la finalidad de economizar consumible, mejorar la extracción del caldo de la caña, dar seguridad al operador, ejecutar la soldadura (salpicadura) de manera totalmente automática en todos los rebordes de los rodillos de las moliendas.

[02] Como es de conocimiento de los medios técnicos vinculados a la industria de producción de azúcar y etanol a partir de la caña de azúcar, también llamadas de fábricas de azúcar y alcohol, la caña, después de operaciones de preparación como la separación de la paja, corte, lavado, y procesos de picar y desfibrar debe ser molida para separación del caldo, que es una solución rica en azúcar, del bagazo, que es rico en sólidos (fibras) de celulosa que quedan entonces molidos y comprimidos. La operación de molienda es en general realizada en equipos llamados de moliendas, que tienen una serie de cilindros (rodillos) con surcos profundos en forma de “V”, dispuestos en la cara curva del cilindro, paralelos entre sí, transversales al eje del rodillo, y próximos entre sí, siendo que cada conjunto de tres rodillos (un superior y dos inferiores de mismo tamaño) tienen los rebordes y surcos encajados presionados con pequeño espaciamiento entre ellos (“luz”), y son dispuestos con los ejes en paralelo, giran en sentidos convergentes durante la operación, a fin de traccionar la caña entre los rodillos, y moler la misma al pasar entre ellos, extrayendo el caldo y obteniendo el bagazo de caña. Esta operación, para generar (la tracción) de las fibras de caña de azúcar necesita que los surcos tengan rugosidad, porosidad e irregularidades en la superficie que tracciona la caña, para generar fricción dinámica suficiente para sujetar la caña y empujarla para el interior de la molienda el que no ocurre si los surcos tienen una superficie muy lisa. En este caso, las fibras de caña resbalan en la superficie de los rebordes, disminuyendo la productividad de la operación. La obtención de superficie rugosa es realizada por la aplicación de soldadura en las paredes angulares de los surcos en “V”, por aplicación de electrodo de soldadura, operación está regular en la industria y también llamada de “salpicadura”. La soldadura, cumple la función de formar rugosidad metálica en las laterales del surco, el que auxilia a mantener un alto coeficiente de fricción estático, o “pegamento”, para garantizar la tracción y el aplastamiento del bagazo por los rodillos. El proceso de producción en fábricas de azúcar y alcohol modernas es continuo, de manera que paradas de etapas del proceso tienen un coste enorme, y así no se puede parar la operación de molienda para mantenimiento de los rodillos y soldadura de los rebordes. Esta operación en su forma más simple, ocurre manualmente, con la molienda en movimiento. En la aplicación de la soldadura (salpicadura) con electrodos de manera manual a través de soldadores que salpican la soldadura próximos a los rodillos, estos trabajan en ambiente inseguro e insalubre, ocurriendo faltas constantes de los soldadores debido al trabajo estresante, procesos laborales por insalubridad, soñolencia al salpicar, estando expuestos a la temperatura ambiente elevada, con ergonomía incorrecta y riesgos por la proximidad de los rodillos en movimiento. También es importante que la soldadura tenga una regularidad de aplicación, no pudiendo exceder los límites de rango de aplicación en las paredes angulares de los rebordes, principalmente no puede alcanzar el fondo de los surcos en “V”, pues eso provocaría la quiebra de dientes de los peines de limpieza y también haría los dientes de los rodillos batirse y romperse. Es también importante que el aspecto de la soldadura aplicada quede en la forma de

glóbulos pequeños y abundantes, el que optimiza el efecto de “pegamento” del bagazo.

[03] La industria de máquinas para producción de azúcar ha intentado soluciones para evitar la salpicadura manual, principalmente a través del uso de robots de soldadura. Una de las soluciones es emplear robots con soldadura por alambres tubulares. La aplicación de soldadura (salpicadura) a través de robots utilizando alambres de soldadura tubular necesita del doble de la cantidad de consumible en kg para obtenerse una salpicadura satisfactoria en comparación con el electrodo convencional, debido a la limitación del alambre en soportar solamente una pequeña cantidad de cromo en el interior del tubo, de modo que en muchas fábricas hay la necesidad de salpicar nuevamente de manera manual la misma sección donde se aplica la soldadura con el robot de alambre. Otros grupos han abandonado completamente la salpicadura con robot de alambre, por el alto coste del consumible y ineficiencia en la aplicación.

[04] Los actuales robots de alambre, a pesar de permitir una mayor automatización del que el proceso enteramente manual, también así no son completamente automáticos, y dependen mucho del operador y su movimiento cerca de la molienda girando. Tanto la instalación como los ajustes y operación, dependen de acciones de riesgo fuera de las normas de seguridad.

[05] Haciéndose búsquedas en los bancos de patentes nacionales e internacionales encontramos las siguientes revelaciones:

[06] Patente brasileña P19200523-3, depositado el 18/02/1992 que muestra un dispositivo constituido por un cabezal portador del 18/02/1992 que muestra un dispositivo constituido por un cabezal portador de un electrodo, y formado por cuerpo dotado de perno roscado, encajado en el orificio interno de carro móvil y pasible de ser girado por acción de motor, dicho carro que tiene internamente un porta- electrodo; cabezal es montado sobre mesa angular. la que es montada sobre el carro móvil, traspasado por barra roscada y por barras-guía, paralelas entre sí, y cuyas extremidades se fijan en soportes, fijados en apoyos de la molienda: la barra roscada es pasible de ser girada por acción de motor; el cabezal es conectado a un aparato de soldadura; arco eléctrico que suministra la tensión y la corriente para deposición del electrodo sobre los rebordes de los rodillos de la molienda, siendo también conectado a un panel eléctrico que permite el ajuste y el comando de las operaciones.

[07] Patente brasileña, P10803979-8, depositada el 29/09/2008, presenta mayor relevancia, pues se refiere a un proceso automático de salpicadura de rebordes de camisas de moliendas de caña de azúcar que comprende las etapas de salpicar material de soldadura con la molienda en funcionamiento, pulverizando por soldadura con antorcha doble de soldadura sobre las superficies opuestas de los rebordes y la automatización que prevé el posicionamiento de la antorcha doble de soldadura simultáneamente junto a ambas las caras laterales sucesivamente de cada reborde a lo largo de toda la camisa y en el último reborde prevé una etapa de retirarse de junto de la camisa y de, en su caso, posicionarse junto del primer reborde de otra camisa y reiniciar el ciclo de salpicadura.

[08] Patente brasileña PI 1103112-3, del mismo autor de la presente patente, depositada el 03/06/2011 que revela un proceso automático de soldadura en rodillos de molienda de caña de azúcar a partir de electrodo, a través de dispositivo para soldadura con partida por medición láser proceso automático de soldadura en rodillos de molienda de caña de azúcar a partir de electrodo, a través de dispositivo para soldadura con partida por medición láser trata, más particularmente de un nuevo proceso de soldadura por salpicadura en rodillos de molienda de caña de azúcar, principalmente ejecutado a partir de consumibles del tipo electrodos, promoviendo la realización automática de la soldadura de salpicadura de la camisa entera, en los rebordes de los rodillos de la molienda

utilizando electrodos para realización de la soldadura, dicho equipo previendo un magazine pasible de ejecutar el cambio de electrodos en número suficiente para que todos los rebordes de una camisa sean soldados en una única operación, siendo que forma parte de este equipo también, un dispositivo para soldadura con partida a láser, de modo que los rebordes sean monitorizados y la soldadura sea iniciada automáticamente en el punto necesario y, también un sistema de protección contra desgastes de los componentes para trabajar en el ambiente de la molienda.

[09] La solución revelada en la Patente brasileña P19200523-3, presenta estructura eléctrica y mecánica que no permite rapidez y eficiencia en el proceso de soldadura, de modo que, a pesar de utilizar el electrodo como consumible, material más adecuado para este fin, no hay productividad y ni tampoco, excelencia en la ejecución de la soldadura de los rebordes.

[010] La solución revelada en la Patente brasileña, P10803979-8 utiliza alambre como elemento consumible, presentando, por lo tanto, una estructura diferente e inadecuada a la utilización de electrodo.

[011] La solución revelada en la Patente brasileña PI 1103112-3, del autor, reveló en su aplicación comercial posterior, la necesidad de alimentación de electrodos manualmente, pues no funcionó la concepción prevista del alimentador, la referencia por Láser no presentó funcionalidad, la falta de limpieza del reborde dificulta la soldadura, y la base de descanso con posición fija no funciona.

[012] Los procesos revelados en el estado de la técnica presentan los siguientes inconvenientes, desventajas y limitaciones,

[013] A) Inseguridad operativa, llevando al riesgo de accidentes;

[014] B) Ambiente de trabajo inadecuado, con ergonomía incorrecta, trabajo insalubre y estresante;

[015] C) Debido al alto índice de trabajo manual, retrabajo, y problemas de fallos de funcionamiento, un alto coste de mano de obra de operación y mantenimiento;

[016] D) Precio elevado de consumible;

[017] E) Baja calidad de soldadura; y

[018] F) Falta de limpieza del reborde, el que dificulta la soldadura.

[019] “CONJUNTO ROBOT PARA SOLDADURA EN RODILLOS DE MOLIENDA DE CAÑA DE AZÚCAR Y PROCESO CORRESPONDIENTE”, se ha desarrollado para superar los inconvenientes, desventajas y limitaciones de los procesos actuales a través de uso automático de electrodos recubiertos con óptimos resultados de deposición de material; con gran cantidad de material en el revestimiento garantizando buena granulometría facilitando la deposición; alimentador automático de electrodos con alta capacidad de almacenamiento de electrodos, adecuadas al espacio de la molienda; brazo referenciador que sirve para localizar la posición del rodillo en relación con robot, y verificar si el reborde está fijado por diente de peine roto; chorrillo de agua para limpieza del reborde durante la soldadura; base de movimiento y descanso para reparos; y sistema de control automatizado de la máquina de soldadura, resultando en soldadura de mejor calidad, con gramaje más regular, alta adherencia, larga duración de la soldadura resultante, mantenimiento continuo de la limpieza de los rebordes, mayor seguridad operativa y salubridad, y menor coste de mano de obra de operación y mantenimiento.

[020] El conjunto robot y el proceso de la presente patente presentan las

siguientes ventajas en relación con los procesos actuales:

[021] Aa) Presentan elevada seguridad operativa, pues su operación es completamente automatizada, y el operador no permanece más junto a los rodillos de la molienda, el que evita accidentes y evita problemas de salud debido a la exposición al ambiente de temperatura elevada e insalubre;

[022] Bb) Presentan ergonomía correcta, evitando problemas posturales crónicos para el operador;

[023] Cc) Presentan menor coste de mano de obra de operación y mantenimiento, por su operación automatizada;

[024] Dd) Presentan alta calidad de soldadura, con soldadura realizada de modo automático y electrodo con tenor correcto de las aleaciones, con regularidad de acabado y alta adherencia, evitando retrabajos y fallos o quiebras prematuras de soldadura;

[025] Ee) Presentan limpieza continua y automatizada del reborde, garantizando la soldadura automática y aumentando el espacio de tiempo entre soldaduras sucesivas;

[026] Ff) Presentan consumible de coste más bajo; y

[027] Gg) Por presentar inspección automatizada, presentan elevada velocidad de respuesta al fallo, comparada a la inspección visual por el operador.

[028] Los procesos revelados en el estado de la técnica presentan los siguientes problemas técnicos, que el proceso de la presente patente resolvió:

[029] a) La aplicación de la soldadura (salpicadura) manual es de baja calidad y baja precisión, pues salta rebordes durante la salpicadura, suelda el fondo del reborde, dañando los recortados y el peine raspador, no salpica en lugares de difícil acceso, por ejemplo al lado de los accionamientos, por cuestiones de seguridad, resuelto por el proceso y equipo de la presente patente a través de uso de electrodos alimentados automáticamente y de manera precisa con un brazo referenciador que sirve para localizar la posición del rodillo en relación con el robot;

[030] b) La alimentación manual de electrodos presenta los problemas técnicos de falta de seguridad e insalubridad en el trabajo resuelto por el proceso y equipo de la presente patente a través de un alimentador de electrodos con capacidad adecuada de electrodos, con dimensiones mecánicas adecuadas al espacio de la molienda.

[031] c) En la aplicación de la salpicadura por robot con alambre tubular con bajo gramaje y pared de cromo muy fina no ocurre buena soldadura para tirar del bagazo y baja adherencia de la salpicadura obtenida con el alambre que se desgasta más rápidamente, resuelto por el proceso y equipo de la presente patente a través de uso de electrodos con mayor granulometría y mayor cantidad de cromo y mejor soldadura;

[032] d) En la aplicación de la salpicadura por robot con alambre tubular hay la posibilidad de pegar el alambre en la camisa en movimiento estirando el robot hacia adentro de la molienda y si algún exceso de bagazo cierra el arco de la soldadura, la punta del alambre se cierra en una bolita y será necesario cortarla con alicates manualmente, resuelto por el proceso y equipo de la presente patente a través de uso de electrodos totalmente automático y sin riesgos de operación;

[033] e) En la aplicación de la salpicadura por robot con alambre tubular, el formato doble de la boquilla de soldadura del robot de alambre resulta en una aplicación diferente de la salpicadura entre

la base y el cumbre del reborde, de modo que cuando un reborde esté fijado, las caras adyacentes no pueden ser chapiscadas por la boquilla de soldadura ser doble, resuelto por el proceso y equipo de la presente patente a través de uso de electrodos.

[034] f) La referencia por láser adoptada en la solución revelada en el PI 1103112-3, del autor de la presente patente, no funciona porque el caldo de caña genera nieblas, impide el foco preciso en el surco del reborde y la medición correcta, resuelto por el proceso y equipo de la presente patente a través de brazo referenciador que sirve para localizar la posición del rodillo en relación con el robot, verificar si el reborde está fijado por diente de peine partido y también llevar el chorrito de agua.

[035] g) La falta de limpieza del reborde durante la soldadura impide una calidad de soldadura por la dificultad con el bagazo, resuelto por el equipo de la presente patente a través de dispositivo para chorrito de agua para limpieza del reborde durante la soldadura.

[036] h) La utilización de base de descanso con posición fija no funciona, resuelto por el proceso y equipo de la presente patente a través de base de movimiento y descanso para reparos con regulaciones horizontal y vertical.

[037] i) La máquina de soldadura tiene solamente control de encender y conectar a través del CLP, resuelto por el proceso y equipo de la presente patente a través de Sistema de control de las máquinas de soldadura que analiza corriente de arco para iniciar interpolaciones del robot y problemas de abertura de arco.

[038] El proceso de la presente invención tuvo como base los conocimientos y experiencia del autor en procesos de soldadura de rebordes de los rodillos de moliendas por robots de soldadura, incluso por la experiencia en el desarrollo y posterior comercialización y mantenimiento de robots de soldadura realizados de acuerdo con la patente de invención PI 1103112-3, del autor.

[039] Tras investigaciones y experimentos en búsqueda de soluciones más robustas y con resultados consistentes, se concibió la idea, se proyectó, se produjo y se probó la utilización de un brazo mecánico referenciador, en contacto del electrodo con la superficie del reborde, por su movimiento ocurrir mecánicamente, de modo preciso, e inmune a interferencias externas y ambientales, siendo un proceso de medición física directa, sin influencia significativa de temperatura ambiente, contaminaciones ambientales, interferencias electromagnéticas, y otras.

[040] También se buscó una solución para la limpieza automática y garantizada de los rebordes, pues se sabe que fibras de bagazo, juntamente con contaminación por el caldo, suciedades, detritos, etc. impiden la adherencia de la soldadura. Después de trabajos de disposición de boquillas con chorrito de agua, fue concebida una disposición constructiva del chorrito atrapado al propio brazo referenciador, con una bomba de agua propia para mantenimiento de la presión adecuada, a fin de garantizar una limpieza continua, y que corresponde siempre precisamente a la superficie a soldar.

[041] Se llegó también a la concepción de un alimentador automático de electrodos, que trabaja automáticamente en la alimentación del brazo robótico de soldadura, de manera dimensionada para almacenar los electrodos en cantidad adecuada al funcionamiento automático y continuo, con un largo tiempo entre reposiciones.

[042] La posición de movimiento y descanso fija para reparos también fue modificada por el inventor, a fin de poder ser regulada tanto horizontalmente en anchura cuanto verticalmente en altura,

pudiendo, por ser móvil, el mismo robot ser utilizado en diferentes moliendas.

[043] También se estudió el sistema de control adecuado para un proceso automatizado y fue en consecuencia desarrollado el software de control grabado en un Controlador Lógico Programable (CLP) vinculado a una Interfaz Hombre-Máquina (IHM) para parametrización de las variables de proceso y acciones de soldadura y control.

[044] Por fin, el inventor se concentró en las soluciones para el brazo robótico, y concibió el proceso y los dispositivos de movimiento del brazo robótico para posicionarse con precisión para la soldadura, de acuerdo con las informaciones recibidas del brazo posicionador, procesadas por el CLP y transformadas en coordenadas para los ejes de movimiento del brazo robótico, y realizar la soldadura con precisión en la posición sobre el rodillo y en la cantidad determinadas por el brazo posicionador.

[045] Para mejor comprensión de la presente patente se adjuntan las siguientes figuras:

[046] **FIGURA 1.**, que muestra vista en perspectiva del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[047] **FIGURA 2.**, que muestra vista frontal del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente con el brazo referenciador avanzado y brazo de soldadura avanzado y en su forma preferencial;

[048] **FIGURA 3.**, que muestra vista frontal del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente con el brazo referenciador retrasado y brazo de soldadura retrasado y en su forma preferencial;

[049] **FIGURA 4.**, que muestra vista superior del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[050] **FIGURA 5.**, que muestra vista inferior del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[051] **FIGURA 6.**, que muestra vista lateral derecha del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[052] **FIGURA 7.**, que muestra vista lateral izquierda del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[053] **FIGURA 8.**, que muestra vista en perspectiva de la base móvil del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[054] **FIGURA 9.**, que muestra vista en perspectiva de detalle de la base móvil de la FIGURA 8., mostrando parte de la base móvil del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[055] **FIGURA 10.**, que muestra vista en perspectiva de la trasera de la base articulada de fijación del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[056] **FIGURA 11.**, que muestra vista en perspectiva trasera del conjunto brazo referenciador montado en su guía móvil en el eje "W" del robot de soldadura automatizado de la presente patente, con el brazo referenciador en su posición retrasada y en su forma preferencial;

[057] **FIGURA 12.,** que muestra vista en perspectiva del brazo referenciador del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente, en su posición retrasada sin carenado y en su forma preferencial;

[058] **FIGURA 13.,** que muestra vista en perspectiva del brazo referenciador del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente, en su posición avanzada sin carenado en su forma preferencial;

[059] **FIGURA 14.,** que muestra vista en perspectiva de detalle de la punta del brazo referenciador del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[060] **FIGURA 15.,** que muestra vista en perspectiva del brazo robótico de soldadura del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[061] **FIGURA 16.,** que muestra vista en perspectiva de detalle de la parte anterior del brazo robótico de soldadura del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[062] **FIGURA 17.,** que muestra vista en perspectiva de detalle de la punta del brazo robótico de soldadura del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[063] **FIGURA 18.,** que muestra vista en perspectiva detallada de la punta del brazo robótico de soldadura del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[064] **FIGURA 19.,** que muestra vista en perspectiva frontal y lateral derecha del alimentador de electrodos, cerrado, del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[065] **FIGURA 20.,** que muestra vista en perspectiva frontal y lateral derecha del alimentador de electrodos, abierto, del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[066] **FIGURA 21.,** que muestra vista en perspectiva frontal y lateral izquierda del alimentador de electrodos, abierto, del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[067] **FIGURA 22.,** que muestra vista en perspectiva de detalle del sistema extractor de electrodos del alimentador de electrodos del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[068] **FIGURA 23.,** que muestra vista en perspectiva de detalle del sistema de entrada e indexación de electrodos del alimentador de electrodos del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en su forma preferencial;

[069] **FIGURA 24.,** que muestra vista en perspectiva del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente, con vista de los ejes de referencia (coordenadas) para movimiento de los brazos referenciador y robótico de soldadura;

[070] **FIGURA 25.,** que muestra flujograma de la interconexión de los paneles de control, bombas y fuentes eléctricas con el robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente;

[071] **FIGURA 26.,** que muestra diagrama de bloques de la interconexión de la red de comunicación entre los controladores e interfaces de control del robot de soldadura automatizado objeto de la

presente patente en su forma preferencial;

[072] **FIGURA 27.**, que muestra detalle de corte esquemático de la superficie de un rodillo de molienda típico, en plano que contiene el su eje, para indicación de los parámetros de entrada en la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) correspondientes a un rodillo específico, utilizados para cálculo y referencia de la operación automatizada de aplicación de soldadura (salpicadura).

[073] **FIGURA 28.**, que muestra vista en perspectiva del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[074] **FIGURA 29.**, que muestra vista frontal del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente con brazo referenciador avanzado y brazo de soldadura avanzado y en una forma alternativa;

[075] **FIGURA 30.**, que muestra vista frontal del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente con brazo referenciador retrasado y brazo de soldadura retrasado y en una forma alternativa;

[076] **FIGURA 31.**, que muestra vista superior del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[077] **FIGURA 32.**, que muestra vista inferior del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[078] **FIGURA 33.**, que muestra vista lateral derecha del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[079] **FIGURA 34.**, que muestra vista lateral izquierda del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[080] **FIGURA 35.**, que muestra vista en perspectiva de la base móvil del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[081] **FIGURA 36.**, que muestra vista en perspectiva de detalle de la base móvil de la FIGURA 35., mostrando parte de la semibase (1-B) de la base móvil del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[082] **FIGURA 37.**, que muestra vista en perspectiva de la trasera de la base articulada de fijación del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[083] **FIGURA 38.**, que muestra vista en perspectiva trasera del conjunto brazo referenciador montado en su guía móvil en el eje "W" del robot de soldadura automatizado de la presente patente, con el brazo referenciador en su posición retrasada en una forma alternativa;

[084] **FIGURA 39.**, que muestra vista en perspectiva del brazo referenciador del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente, en su posición retrasada sin carenado en una forma alternativa;

[085] **FIGURA 40.**, que muestra vista en perspectiva del brazo referenciador del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente, en su posición avanzada sin carenado en una forma alternativa;

[086] **FIGURA 41.**, que muestra vista en perspectiva de detalle de la punta del brazo referenciador del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[087] **FIGURA 42.**, que muestra vista en perspectiva del brazo robótico de soldadura del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[088] **FIGURA 43.**, que muestra vista en perspectiva de detalle de la parte anterior del brazo robótico de soldadura del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[089] **FIGURA 44.**, que muestra vista en perspectiva de detalle de la punta del brazo robótico de soldadura del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[090] **FIGURA 45.**, que muestra vista en perspectiva explotada de la punta del brazo robótico de soldadura del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[091] **FIGURA 46.**, que muestra vista en perspectiva frontal y lateral derecha del alimentador de electrodos, cerrado, del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[092] **FIGURA 47.**, que muestra vista en perspectiva frontal y lateral derecha del alimentador de electrodos, abierto, del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[093] **FIGURA 48.**, que muestra vista en perspectiva frontal y lateral izquierda del alimentador de electrodos, abierto, del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[094] **FIGURA 49.**, que muestra vista en perspectiva de detalle del sistema extractor de electrodos del alimentador de electrodos del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa;

[095] **FIGURA 50.**, que muestra vista en perspectiva de detalle del sistema de entrada e indexación de electrodos del alimentador de electrodos del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa; y

[096] **FIGURA 51.**, que muestra diagrama de bloques de la interconexión de la red de comunicación entre los controladores e interfaces de control del robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente en una forma alternativa.

[097] Inicialmente en el desarrollo del objeto de la presente invención se obtuvo la solución que aquí consideramos como alternativa y es constituida de las siguientes características:

[098] De acuerdo con las FIGURAS 28. a 50., el conjunto robot de soldadura objeto de la presente patente está compuesto por: base móvil (1) para almacenamiento en reposo y transporte del conjunto robot de soldadura, inferior, colocada sobre el piso, conteniendo ruedas (1-A) fijado a las semibases (1-B), para transporte y almacenamiento del robot, conteniendo dos semibases (1-B) simétricas, separadas por el dispositivo de regulación horizontal (1-C) tipo cremallera con engranajes, que permite la regulación de la distancia de los soportes en función de la longitud de los rodillos de la molienda, dichas semibases (1-B) permitiendo también la conexión a la base articulada (2), dotadas de agujeros laterales (1-B-1-A), que permiten la regulación vertical de la altura de diferentes tamaños de robot de soldadura; base articulada (2) del robot de soldadura sobre la cual está montado el conjunto brazo referenciador-guía móvil del brazo referenciador (3) y el brazo robótico de soldadura (4), dicha base articulada montada sobre la base móvil (1) cuando del almacenamiento en reposo y transporte del conjunto, y articulable alrededor de los ejes (2-C) para permitir

la limpieza de los rebordes y la aplicación de soldadura de los rebordes de la molienda en la posición angular correcta de los brazos referenciador (3-A) y robótico de soldadura (4); conjunto brazo referenciador-guía móvil del brazo referenciador (3) dotado de brazo referenciador (3-A), compuesto por guías telescópicas (3-A-1) para moverse en posición longitudinal al eje entre una posición retrasada y una posición avanzada, para alcanzar el fondo de los rebordes de los rodillos y medir con precisión la posición de los rebordes en relación con el robot, de conjunto diente de medición (3-A-2) móvil y accionado por el contacto con el fondo del reborde, dicho conjunto dotado de boquilla concentrador de chorro de agua (3-A-2-A) localizado luego encima del diente de medición (3-A-2-B) en posición que permite suplir agua bajo presión, alimentado por la bomba de agua presurizada (BAP), para limpieza del reborde que ocurre un poco antes de la acción del diente de medición (3-A-2-B) y de la soldadura por el brazo robótico de soldadura (4), y de diente de medición (3-A-2-B) adecuado para indicar la posición de referencia del brazo referenciador cuando del contacto con el fondo del agujero, y también dotado de guía móvil (3-B), dotada de guías lineales a fin de permitir al brazo referenciador (3-A) moverse a lo largo del eje “W” (6); brazo robótico de soldadura (4), constituido por cilindro neumático (4-A), del tipo ISO, que avanza el conjunto de soldadura hasta próximo al interior del reborde del rodillo de la molienda, y un conjunto guía-servomotor/reductor (4-B) dotado de servomotor (4-B-1), controlado por las coordenadas “X” (9), que mueve la punta (4-D) del brazo robótico (4) a lo largo del eje “X” (9), a fin de permitir el contacto del electrodo con el reborde a soldar, por punta (4-D) que sujeta el electrodo, conduce el arco eléctrico y realiza el proceso de soldadura de los rebordes, y por dispositivo alimentador automático de electrodos (5) que almacena electrodos de soldadura en cantidad suficiente para permitir largo período de reposición, posiciona los electrodos y permite su extracción automática para colocación en la punta (4-D) a fin de garantizar la alimentación continua y automática de los electrodos;

[0099] De acuerdo con las FIGURAS 35. a 37., la base móvil (1) es constituida por: dos semibases (1-B) de formatos simétricos reflejados entre sí, cada una constituida por un tubo mecánico vertical (1-B-1) sostenido por soporte angular de pared (1-B-2) sobre una chapa plana (1-B-3), conteniendo una línea vertical de agujeros laterales (1-B-1-A) regularmente distribuidos, a fin de permitir una regulación de altura del conjunto base articulada (2)-brazo referenciador-guía móvil del brazo referenciador (3)-brazo robótico de soldadura (4) para adaptarse a diferentes tamaños de rodillos de moliendas y conteniendo abrazadera (1-B-1-B) para fijación de las columnas de encaje (2-A-1) de la base articulada (2), de tres pies (1-B-4) en perfilado de acero de sección cuadrada, dispuestos en cruz a fin de suministrar una base firme y estable, que contiene en sus extremidades ruedas (1-A) convencionales que contiene bloqueos de giro y rotación; dispositivo de regulación horizontal (1-C), el tipo cremallera y engranajes con volante de bloqueo (1-C-1) sobre guías (1-C-2) dispuestos de la manera convencional para permitir el movimiento simultáneo en sentidos opuestos de las dos semibases (1-B), en la dirección horizontal (apertura y cierre), garantizando la simetría entre las bases de fijación cuando de la regulación de la distancia entre las columnas de fijación de la base articulada (2);

[0100] De acuerdo con las FIGURAS 37., 25. y 26., la base articulada (2) del conjunto guía móvil del brazo referenciador-brazo referenciador (3) y del brazo robótico de soldadura (4), se compone de dos mitades (2-A) y (2-B) simétricas, en formato básicamente prismático rectangular, mitades estas articuladas entre si alrededor de los ejes (2-C), de manera que la mitad (2-A) esté fija justo encima de la base móvil (1), cuando en posición de transporte y almacenamiento, o esté fija en la base del peine de la molienda, cuando en operación, con su cara mayor en plano paralelo al suelo, y la mitad (2-B) móvil en ángulo relativo a la mitad (2-A) entre noventa grados [mitad (2-B) y brazos (3-A) y (4) en la vertical] y cero grado [mitad (2-B) y brazos (3-A) y (4) en la horizontal], regulable por los tornillos regulables de fijación (2-D) a fin de posicionar el brazo referenciador (3-A) y el brazo robótico de soldadura (4)

en el ángulo correcto en relación con el rodillo de la molienda para realización de la limpieza, mediciones, y aplicación de soldadura (salpicadura) de los rebordes de los rodillos de moliendas, la mitad (2-A) fija contiene dos columnas de encaje (2-A-1) machos para fijación de la base articulada (2) a los tubos mecánicos (1-B-1) de la base móvil (1), en caso de transporte o almacenamiento, o a los soportes de fijación del robot en el soporte del peine de la molienda, durante la operación, y los elementos de fijación (2-A-2), para fijación del conjunto guía móvil del brazo referenciador-brazo referenciador (3), dicha guía móvil (3-B) que permite el movimiento del brazo referenciador (3-A) a lo largo del eje “W” (6), y la mitad (2-B) en ángulo que contiene el dispositivo de fijación y guía lineal (2-B-1) para el movimiento del brazo robótico de soldadura (4) a lo largo del eje “Z” (7). Ambos la guía móvil (3-B) y el dispositivo de fijación y guía lineal (2-B-1) tienen lubricación forzada en los patines, mantenida a través de la bomba de aceite lubricante (BAL), cojinetes de ajuste de las correas sincronizadas, dos servomotores (SMW) y (SMZ), y reductores planetarios, poleas dentadas y carros del eje “W” y eje “Z”, o sea, dispositivos convencionales para movimiento sobre los guías de acuerdo con coordenadas suministradas por el sistema de control. Sobre los guías se montan el brazo referenciador (3-A) y el brazo robótico de soldadura (4);

[0101]

De acuerdo con las FIGURAS 38. a 41., 25. y 26., y con la orientación de los ejes indicada en la FIGURA 24., el conjunto brazo referenciador-guía móvil del brazo referenciador (3), es dotado de brazo referenciador (3-A) compuesto por guías telescópicas (3-A-1), que se mueven entre una posición de retroceso cuando el brazo está en reposo, y una posición avanzada máxima cuando el brazo está en operación de medición, teniendo un primer cilindro neumático (3- A-1-A) capaz de avanzar la mayor parte del curso del brazo referenciador (3-A) por el eje “U600” (10) hasta una primera etapa próxima al rodillo de la molienda, y de un segundo cilindro neumático (3-A-1-B), dotado de regla de medición de longitud (3- A-1-B-1) electrónica capaz de moverse por el eje “U100” (11) en una segundo etapa hasta que el diente de medición (3-A-2-B) toque en el fondo del reborde de la molienda. Las guías telescópicas (3-A-1) permanecen en retroceso durante la posición de reposo del brazo, y se mueven simultáneamente cuando el brazo está en la operación de medición en la posición avanzada, tales guías telescópicas (3-A-1) con accionamiento neumático hecho por una válvula de control de presión (3-A-1-B-2) (no mostrada en las figuras) y por la regla de medición de longitud (3-A-1-B-1) (no mostrada en las figuras) electrónica acoplada que se desplaza con el desplazamiento de la varilla del cilindro (3-A-1-B), a fin de alcanzar el reborde con precisión. En la punta de los cilindros, está acoplado el conjunto diente de medición (3-A-2), que en la posición avanzada entra en contacto con el fondo del surco y con el reborde de soldadura del rodillo de la molienda, tal conjunto tiene diente de medición (3-A-2-B) de formato encorvado en la punta, articulado por el eje (3-A- 2-C), con retorno por la muelle (3-A-2-D) y con un sensor de posición (3-A-2-Y), del tipo inductivo, posicionado a fin de generar señal cuando el diente (3-A-2-B) se mueve al encostar en el fondo del reborde de la molienda, a fin de identificar la llegada de la punta del brazo referenciador (3-A) para referenciar la posición para el brazo robótico de soldadura (4) como también para indicar la presencia de fijación de la soldadura o de cuerpo extraño en el reborde de la molienda. El brazo referenciador (3-A) tiene también guías lineales telescópicas (3-A-1-C) que mantienen la punta firmemente posicionada, ya sea en la posición retrasada, sea en la posición avanzada. Arriba del diente de medición (3-A-2-B) está posicionado el tubo de chorro de agua (chorrito) (3-A-2-A), que, vinculado a la bomba de agua presurizada (BAP), garantiza una limpieza del reborde justo encima de la medición, garantizando su precisión, así como la adherencia y calidad de la soldadura a ser realizada por el brazo robótico de soldadura (4). El limitador (3-A-2-F) impide que un material sólido de grandes dimensiones atrapado al reborde que alcance accidentalmente el diente de medición (3-A-2-B) provoque la quiebra del sensor de posición (3-A-2-Y) o del chorrillo (3-

A-2-A). El brazo referenciador (3-A) tiene también un carro móvil de movimiento (3-A- 3) de formato rectangular y vinculado a guía móvil (3-B). El brazo referenciador (3-A) está acoplado a la guía móvil (3-B) del brazo referenciador del conjunto brazo referenciador-guía móvil del brazo referenciador (3), y todo el conjunto (3) está fijado a la base articulada (2) por los elementos de fijación (2-A-2). El conjunto brazo referenciador-guía móvil del brazo referenciador (3) también tiene guía móvil del brazo referenciador (3-B), la que permite el movimiento del brazo referenciador (3-A) a lo largo del eje “W” (6), y tiene lubricación forzada en los patines, mantenida por la bomba de aceite lubricante (BAL), cojinetes de ajuste de las correas sincronizadas, servomotor (SMW) y reductor planetario, poleas dentadas y carro del eje “W”, o sea, dispositivos convencionales para movimiento sobre la guía de acuerdo con coordenadas suministradas por el sistema de control;

[0102]

De acuerdo con las FIGURAS 42. a 45., y con la orientación de los ejes indicada en la FIGURA 24., el brazo robótico de soldadura (4) tiene un cilindro neumático (4-A), tipo ISO, que se mueve por el eje “Xp” (8) para mover la punta (4-D) del brazo robótico de soldadura (4) en dirección al reborde del rodillo de la molienda, hasta el límite del eje “Xp” (8), de un conjunto guía-servomotor/reductor (4-B), conteniendo servomotor (4-B-1) planetario, correa dentada (4-B-2), movido sobre guías lineales (4-B-3) (no mostrada en las figuras) conteniendo también un cilindro de bloqueo (4-B-4) neumático utilizado como bloqueo de seguridad de todo el eje “Xp” (8) para transporte o en la falta de aire comprimido en operación, dicho conjunto moviéndose por el eje “X” (9) a fin de realizar la aproximación controlada del electrodo de soldadura al reborde del rodillo durante la operación de soldadura (salpicadura). La punta (4-D) del brazo robótico tiene: garra (4-D-1) tipo Schunk® neumática de fuerza y abertura dimensionados a fin de garantizar firmeza en el proceso de soldadura, garra esta con punta bimetálica, siendo una sección (4-D-1-A) en acero con la función de sujetar el electrodo y sección (4-D-1-B) en cobre/cromo para conducir la energía para el electrodo, servomotor/reductor (4-D-2) planetario a 90 grados, que gira alrededor del eje “C” (12) a fin de permitir girar el electrodo de soldadura en el ángulo correcto para alcanzar la pared del reborde a salpicar, dicho motor (4-D-2) fijado en una base (4-D-3), un bloque de Nylon (4-D-4) con la función de aislar la parte energizada de la garra y mampara (4-D-5). El brazo robótico de soldadura (4) se fija al dispositivo de fijación y guía lineal (2-B-1) de la base articulada (2), que se mueve por el eje “Z” (7);

[0103]

De acuerdo con las FIGURAS 46. a 50., el dispositivo alimentador de electrodos (5), dotado de caja de electrodos (5-A), de acero, en formato prismático rectangular, y dimensionado para almacenar electrodos en cantidad suficiente para un largo período de reposición, preferentemente entre 80 y 150 electrodos, con alimentador de electrodos (5-B) con orificio de entrada de electrodos (5-B-1), de formato circular, para introducción manual de los electrodos cilíndricos, cilindro neumático alimentador de electrodos (5-B-2) de indexación de las corrientes (5-C) de soporte y movimiento de los electrodos, accionado por botón externo (5-B-3) y con retorno por muelle, que acciona el trinquete indexador (5-B-4), el que mueve las corrientes por la distancia de un eslabón, a fin de posicionar un eslabón de soporte de electrodos nuevo y vacío delante de un electrodo introducido en el orificio de entrada de electrodos (5-B-1), trinquete este bloqueado entonces por un cilindro neumático de bloqueo, perno posicionador (5-B-5) con sensor del tipo capacitivo, para garantizar la introducción del electrodo hasta el final, dos corrientes (5-C) de soporte y movimiento de los electrodos, paralelas y alineadas, cada una con eslabones en la cantidad correspondiente a la capacidad de almacenamiento de electrodos del sistema, con regla de soporte transversal entre las corrientes, conteniendo anillos circulares (5-C-1) para paso y soporte de los electrodos, estando las corrientes engranadas por eje y engranajes, dispositivo de extracción de los electrodos (5-D), conteniendo cilindro neumático (5-D-1), posicionado atrás

y en el mismo eje de un orificio de salida de electrodos (5-D-2), con una chapa plana transversal en la punta, con curso capaz de empujar un electrodo a través del orificio de salida (5-D-2), y con sensor (5-D-3), del tipo capacitivo, para garantizar que el curso del cilindro (5-D-1) empujó el electrodo hasta el final, con un sensor indexador de salida de electrodo (5-D-4) en el final del curso de retorno del cilindro neumático (5-D-1); y

[0104]

De acuerdo con la FIGURA 51. el sistema de automatización y control del conjunto robot de soldadura de la presente patente en una primera alternativa tiene los siguientes ítems: sensor de posición (3-A-2-E) instalado en la punta medidora del brazo referenciador (3-A) y vinculado unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); regla de medición de longitud (3-A-1-B-1) del cilindro neumático del brazo referenciador (3-A) conectada unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); sensor del alimentador de electrodos (5-B-5-A) (no mostrado en las figuras) del tipo capacitivo y vinculado unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); y sensor (5-D-3) del extractor de electrodos, del tipo capacitivo, y vinculado unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); controlador lógico programable (CLP) del tipo controlador de ejes CNC vinculado unidireccionalmente a los conjuntos telescópicos (3-A-1) del brazo referenciador (3-A), al cilindro del brazo robótico (4-A), a la válvula de control de presión (3-A-1-B-2) (no mostrada en las figuras) del cilindro neumático (3-A-1-B), al cilindro alimentador de electrodos (5-B-2), al cilindro (5-D-1) extractor de electrodos, a la bomba de agua presurizada (BAP) y bomba de aceite lubricante (BAL) y bidireccionalmente al distribuidor de red (HUB) y al driver (ADZ), este vinculado bidireccionalmente al servo motor (SMZ) y al driver (ADW), este vinculado bidireccionalmente al servo motor (SMW) y al driver (ADX), este vinculado bidireccionalmente al servo motor (4-B-1) y al driver (ADC) y este vinculado bidireccionalmente al servo motor (4-D-2); distribuidor de red (HUB) vinculado unidireccionalmente al controlador electrónico de corriente eléctrica (CECE) y bilateralmente a la interfaz hombre máquina (IHM); controlador electrónico de corriente eléctrica (CECE) vinculado unidireccionalmente a la máquina de soldadura del robot (MSR); e interfaz hombre máquina (IHM) del tipo *touchscreen*; y

[0105]

De acuerdo con la FIGURA 24., los ejes de coordenadas para posicionamiento del brazo referenciador (3-A) y del brazo robótico de soldadura (4), a fin de referenciar el sistema de control para cálculo de posicionamiento automático de los brazos (3-A) y (4) en relación con el rodillo de la molienda a soldar, son: eje “W” (6), eje horizontal correspondiente al movimiento del brazo referenciador (3-A) por la guía (3-B), siendo las coordenadas en valores positivos “W+” (6-A) o en valores negativos “W-” (6-B) conforme sentido indicado, eje “Z” (7), eje horizontal correspondiente al movimiento del brazo robótico de soldadura (4) por el dispositivo de fijación y guía lineal (2-B-1), siendo las coordenadas en valores positivos “Z+” (7-A) o en valores negativos “Z-” (7-B) conforme sentido indicado, eje “Xp” (8), eje vertical correspondiente al eje del cilindro neumático (4-A) del brazo robótico de soldadura (4) con coordenadas correspondientes a su curso, eje “X” (9), eje vertical correspondiente al movimiento de la punta (4-D) del brazo robótico de soldadura (4) en dirección al reborde de la molienda durante la soldadura, movido por el servomotor (4-B-1), siendo el movimiento positivo cuando en dirección al rodillo de la molienda, y negativo cuando alejándose del rodillo de la molienda, eje “U600” (10), correspondiente al eje del cilindro neumático (3-A-1-A) de largo curso del brazo referenciador (3-A), eje “U100” (11) correspondiente al eje del cilindro neumático (3-A-1-B) de corto curso del brazo referenciador (3-A), y eje “C” (12) correspondiente al movimiento de rotación de la garra alrededor del eje planetario del reductor del conjunto (4-D-2).

[0106]

De acuerdo con las FIGURAS 28. a 38., el proceso de instalación del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente, en el ejemplo instalados para aplicación de

soldadura (salpicadura) en el rodillo superior de la molienda, se realiza de la siguiente manera:

[0107] I) Se sueldan tubos mecánicos de soporte en el brazo del peine superior de la molienda. Estos soportes son idénticos y tienen la misma distancia entre sí que los tubos mecánicos (1-B-1) de la base móvil (1), a fin de permitir el encaje de la base articulada (2);

[0108] II) Se eleva el conjunto robot de soldadura a través de cintas de izamiento fijadas en ojales fijados en la base articulada (2);

[0109] III) Con el robot suspendido en la molienda, se regulan las columnas de encaje (2-A-1) conforme el tamaño del brazo del peine de la camisa de los circuitos de la molienda donde será salpicada la soldadura y el espacio de los tubos soldados para el encaje del robot;

[0110] IV) Durante la regulación, la base articulada (2) deberá estar en su ángulo máximo en la horizontal (0°), o sea, los brazos referenciador (3-A) y robótico de soldadura (4) deben estar en la posición horizontal, para que haya la posibilidad de retraer el ángulo de estos a través de los tornillos (2-D) para mejor posición de soldadura en la molienda.

[0111] V) Se encajan las columnas de encaje (2-A-1) en los tubos mecánicos de soporte soldados en el brazo del peine superior;

[0112] VI) Se regula el ángulo de la base articulada (2) a través de los tornillos (2-D), de modo que los brazos referenciador (3-A) y robótico de soldadura (4) queden con un ángulo adecuado de soldadura de los rebordes;

[0113] VII) Se realizan las conexiones eléctricas necesarias al funcionamiento del robot.

[0114] De acuerdo con las figuras de la presente patente el proceso industrial para realización de la deposición de capa de soldadura (salpicadura), después de la instalación del conjunto robot de soldadura objeto de la presente patente en el soporte de fijación ocurre en las siguientes etapas:

[0115] O1) Se realiza el “pre-setup” de las variables de control correspondientes a los rodillos de la molienda a tener sus rebordes “salpicados”, de la siguiente manera:

[0116] O1.1) se informa a través de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM), en la pantalla “RECETA”, las siguientes variables:

[0117] O1.1.1) Parámetro “F” (F) = Distancia entre la cara lateral del rodillo y el ápice del primer reborde;

[0118] O1.1.2) Parámetro “P” (P) = Paso: distancia entre los ápices de los rebordes;

[0119] O1.1.3) Parámetro “H” (H) = Altura: altura vertical del reborde, medida entre el fondo (base) del reborde y el ápice del mismo;

[0120] O1.1.4) Parámetro “B” (B) = Base: anchura del fondo del reborde (base);

[0121] O1.1.5) Parámetro “C” (C) = Longitud del rodillo: longitud total del cilindro, o sea, distancia entre las dos caras laterales del rodillo;

[0122] O1.1.6) Parámetro “CI” (CI) = Inicio de la salpicadura: distancia en la pared angular del reborde a aplicar con soldadura (salpicada) entre el fondo del reborde (valle) y el inicio de la superficie

a soldar, a fin de evitar que se suelde el fondo del reborde, el que puede causar quiebra de reborde o de dientes del peine de la molienda;

[0123] O1.1.7) Parámetro (CF) = Final de la salpicadura: distancia en la pared angular del reborde a aplicar con soldadura (salpicada) entre el final de la superficie a soldar, y el ápice del reborde, a fin de evitar soldadura (salpicadura) en el ápice de los rebordes;

[0124] O1.2) Se graba en la Interfaz Hombre Máquina (IHM) la receta correspondiente al rodillo específico del que se realizó el pre-setup, no siendo más necesario realizar este presetup posteriormente, bastando recuperar la receta grabada;

[0125] O2) Se realiza el “setup” de la operación de soldadura a realizar, indicando la Interfaz Hombre-Máquina (IHM), en la pantalla “PARÁMETROS”, los parámetros de la soldadura a realizar, en las siguientes etapas:

[0126] O2.1) Se carga en la Interfaz Hombre Máquina (IHM) la receta de rodillo de molienda pregrabada correspondiente a la operación;

[0127] O2.2) Se informa en la pantalla de parametrización de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) los parámetros específicos de la soldadura, siendo:

[0128] O2.2.1) Parámetro “Electrodo” = longitud del electrodo de soldadura a utilizar;

[0129] O2.2.2) Parámetro “Electrodo (% Util.)” = Porcentual de utilización del electrodo, esto es, porcentual del longitud total que será aplicado al reborde en forma de “salpicadura” de soldadura;

[0130] O2.2.3) Parámetro “Tiempo de Electrodo” = Tiempo para aplicación de la soldadura para cada electrodo, o sea, tiempo deseado para consumir el electrodo;

[0131] O2.2.4) Parámetro “Electrodo Ángulo” = ángulo de entrada del electrodo para aplicación de la soldadura en la pared del reborde, referenciado al eje “C” (12) de rotación de la garra (4-D-1);

[0132] O2.2.5) Parámetro “Varilla del Electrodo” = longitud de la varilla del electrodo;

[0133] O2.2.6) Parámetro “Valles” = Número total de fondos de reborde (“valles” de los rebordes”) contenidos en el rodillo;

[0134] O2.2.7) Parámetro “Valles Especiales” = Número de valles especiales, fuera del estándar repetitivo de los rebordes;

[0135] O3) Se carga previamente y periódicamente el dispositivo alimentador de electrodos (5), de la siguiente manera:

[0136] O3.1) Se accede en la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) la subpantalla “MAGAZINE”, de la pantalla “AUTOMÁTICO” de control y parámetros del dispositivo alimentador de electrodos (5);

[0137] O3.2) Se presionan las teclas “ACTIVA” para activar el dispositivo alimentador de electrodos (5) y La tecla “MANUAL” para dar acceso a la alimentación manual de electrodos;

[0138] O3.3) El operador introduce un electrodo por vez en el dispositivo alimentador de electrodos (5), manualmente, a través del orificio de entrada de electrodos (5-B-1), aprieta el botón (5-B-3) para indexar la próxima posición vacía y repite esta operación hasta el límite máximo de almacenamiento de

electrodos en el dispositivo alimentador (5);

[0139] O3.4) La activación del botón (5-B-3) acciona el cilindro alimentador de electrodos (5-B-2), que por su vez mueve el trinquete (5-B-4) por la distancia correspondiente a un eslabón de las corrientes (5-C), a fin de avanzar el electrodo por el interior de la caja de electrodos (5-A) y exponer alineadamente un nuevo conjunto de soporte de electrodos [regla y anillos circulares (5-C-1)] vacío;

[0140] O3.5) Un cilindro neumático bloquea el trinquete (5-B-4) de manera a sujetar firmemente el conjunto de soporte y almacenamiento en la posición indexada;

[0141] O3.6) Una señal electrónica de entrada de electrodo es enviada por el sensor inductivo del perno posicionador (5-B-5) para indexar automáticamente el electrodo almacenado;

[0142] O3.7) Las operaciones anteriores se repiten hasta el límite de la capacidad de almacenamiento de electrodos en el sistema. El sistema de control bloquea e informa automáticamente cuando se alcanza el límite

[0143] O3.8) Cuando el dispositivo alimentador (5) está completo, el electrodo que llega al dispositivo de extracción de electrodos (5-D) es empujado por el cilindro neumático (5-D-1), hacia afuera de la caja (5-A), pasando por el orificio de salida (5-D-2), quedando con una punta hacia afuera, listo para ser atrapado por la garra (4-D-1) durante la operación de soldadura;

[0144] O4) Se crean las coordenadas de referencia para acción coordinada de los brazos referenciador (3-A) y brazo robótico de soldadura (4), con las siguientes operaciones:

[0145] O4.1) Se accede en la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) la subpantalla “MANUAL W” de control manual del eje “W” (6), de la pantalla “MANUAL”;

[0146] O4.2) Se posiciona con acompañamiento visual el eje “W” (6) en la posición centralizada con un valle conocido de un reborde del rodillo a soldar, a través de las teclas “MOVE”, “STOP”, y “-“, de la subpantalla “MANUAL W” de la pantalla “MANUAL” en la Interfaz Hombre-Máquina (IHM), siendo “MOVE” para mover el brazo referenciador (3-A) en el sentido positivo de las coordenadas, esto es, en el sentido alejándose del dispositivo alimentador de electrodos (5), “STOP” para pararlo, y “-“ para moverlo en el sentido negativo de las coordenadas, o sea, en el sentido aproximándose del dispositivo alimentador de electrodos (5);

[0147] O4.3) Se avanza a través de comando en la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) el cilindro neumático (3-A-1-A) por el eje “U600” (10), que lleva el diente de medición (3-A-2-B) próximo del fondo del reborde;

[0148] O4.4) Se acciona en el panel de comando (PC) el cilindro neumático (3-A-1-B) con regla de medición de longitud (3-A-1-B-1), el que avanza por el eje “U100” (11). El diente de medición (3-A-2-B) en la punta del cilindro toca en el fondo del reborde del rodillo de la molienda, y gira hacia arriba alrededor de su eje (3-A-2-C), tocando en el sensor de posición (3-A-2-Y). Cuando se toca el sensor, la medida se almacena y se hace la correlación con los ejes “X” (9) del brazo robótico de soldadura (4) y U100 (11), del brazo referenciador (3-A). Inmediatamente después, el eje “U100” retrocede 5 mm para que no toque más en el fondo del reborde.

[0149] O5) El conjunto robot de soldadura se pone en modo de operación, para dar inicio a la operación de aplicación de soldadura en los rebordes, con la siguiente secuencia de operaciones:

[0150] O5.1) El conjunto Robot de soldadura se pone en el modo de operación a través del cambio de modo “básico” para modo “operación”, en la pantalla “motores” de la Interfaz Hombre-Máquina

(IHM);

[0151] O5.2) Se informa a través de entrada en el campo “Iniciar en el valle:”, cual el número de identificación del “valle” (fondo del reborde) donde iniciar la aplicación de la soldadura, siendo el número contado iniciando del primer reborde a la izquierda del operador cuando orientado hacia el rodillo de la molienda;

[0152] O5.3) Se configura en cual flanco de los rebordes será iniciado el proceso de soldadura, eligiendo entre las teclas blanca y negra, para seleccionar entre flanco derecho o flanco izquierdo;

[0153] O5.4) Se pulsa “INICIA” en la pantalla de la “Automática” de la Interfaz Hombre- Máquina (IHM) para dar inicio al proceso de soldadura;

[0154] O5.5) El brazo robótico de soldadura (4) va a moverse por el eje “Z” (7) a través de las coordenadas calculadas por el sistema de control utilizando los parámetros informados por el operador, hasta próximo al orificio de salida de electrodos (5-D-2), y la garra (4-D-1) va a girar por el eje “C” (12), abrirse, sujetar la punta expuesta del electrodo de soldadura, cerrarse sobre la punta, y volver a la posición delante del reborde a soldar, de acuerdo con las coordenadas calculadas por los parámetros informados; Automáticamente, al retirar un electrodo del dispositivo alimentador de electrodos (5), el sensor indexador de salida de electrodo (5-D-4) informa la retirada de un electrodo al sistema de control, las corrientes (5-C) se mueven por un eslabón, posicionando un nuevo electrodo en el dispositivo de extracción de electrodos (5-D), y el cilindro (5-D-1) se mueve, exponiendo un nuevo electrodo en la salida (5-D-2);

[0155] O5.6) El brazo robótico (4) gira la garra (4-D-1) a través del servomotor (4-D-2) por el eje “C” (12) en el ángulo de soldadura parametrizado por el operador, y en el sentido del flanco izquierdo o derecho conforme elegido por el operador, se mueve a través del cilindro (4-A) y del servomotor (4-B-1) por coordenadas calculadas conforme información de posición suministrada por el brazo referenciador (3-A), de modo que el electrodo energizado entra en contacto con la pared del flanco del reborde, y empieza a aplicar soldadura (salpicar) el reborde;

[0156] O5.7) Simultáneamente a la aplicación de soldadura, el tubo de chorro de agua (chorrito) (3-A-2-A) del brazo referenciador (3-A) se acciona a través de la bomba de agua presurizada (BAP), chorreando agua en el reborde donde se está aplicando soldadura, abajo del punto de aplicación de soldadura, y antes de este, a fin de mantener el reborde limpio para la aplicación de soldadura;

[0157] O5.8) Durante toda la aplicación de soldadura, el brazo referenciador (3-4) continua con el diente de medición (3-A-2-B) próximo al reborde, alineado con el brazo robótico (4), y abajo de este, monitorizando la presencia de cuerpos extraños o fijaciones en el reborde. Si el reborde tiene algún cuerpo extraño de dimensiones grandes, o fijaciones, el diente de medición (3-A-2-B) va a moverse, accionando el sensor de posición (3-A-2-Y), que va a enviar una señal al sistema de control, el que va a accionar el cilindro (4-A) del brazo robótico para la posición retrasada en el eje (Xp), a fin de proteger el brazo robótico (4), así como va a accionar el cilindro (3-A-1-A) para retroceder el brazo referenciador para una posición segura.

[0158] O5.9) Al terminar la aplicación en un reborde, los brazos robótico de soldadura (4) y referenciador (3-A) retroceden simultáneamente a través del retroceso, respectivamente, del conjunto guía-servomotor/reductor (4-B), por el eje “X” (9), y del cilindro (3-A-1-B), por el eje “U100” (11), el dispositivo de fijación y guía lineal (2-B-1) avanza un paso (P) por el eje “Z” moviendo el brazo robótico de soldadura (4) para alinearse al próximo fondo de reborde (valle), simultáneamente la guía móvil (3-B) avanza un paso (P) por el eje “W” moviendo

el brazo referenciador (3-A) para alinearse al próximo fondo de reborde (valle), el brazo referenciador (3-A) se posiciona por el avance a lo largo de los ejes “U600” y “U100” nuevamente, por el proceso ya explicado arriba, permaneciendo a 5 mm del fondo del reborde a aplicar soldadura, y el brazo robótico de soldadura (4) se aproxima del nuevo reborde a soldar (salpicar), reiniciando la soldadura de un nuevo reborde, por el proceso ya explicado anteriormente;

[0159] O5.10) se repite automáticamente el proceso del ítem O5.9 para los rebordes subsecuentes, hasta el flanco elegido (izquierdo o derecho) del último reborde del rodillo;

[0160] O5.11) Al terminar la aplicación de soldadura (salpicadura) de todos los flancos de un lado de todos los rebordes, se acciona el servomotor (4-D-2) y gira la garra (4-D-1) en el ángulo complementario del ángulo de soldadura informado en el parámetro “Ángulo Electrodo”, posicionando el electrodo de soldadura para iniciar el proceso de aplicación de soldadura en los flancos de los rebordes del lado opuesto a los flancos ya aplicados;

[0161] O5.12) Se repite automáticamente el proceso del ítem O5.9 para los flancos de todos los rebordes en el lado opuesto al informado en el ítem O5.3;

[0162] O5.13) Cuando el electrodo de soldadura alcance el límite inferior de longitud indicado en el parámetro “Electrodo (% Util.)”, el brazo robótico (4) se posiciona sobre una caja de electrodos usados, se abre la garra (4-D-1) para desecho del electrodo usado, y atrapa automáticamente un nuevo electrodo en el dispositivo alimentador de electrodos (5), por el proceso ya indicado;

[0163] O5.14) Si necesario, el operador del robot de soldadura puede parar el proceso, presionando la tecla “PARA” en la pantalla “AUTOMÁTICO” de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM);

[0164] O5.15) En caso necesario, el operador del robot de soldadura puede interrumpir temporalmente la operación, presionando la tecla “INTERVALO” en la pantalla “AUTOMÁTICO” de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM), pudiendo retornar al presionar la tecla “INICIA”;

[0165] O5.16) En caso necesario, el operador puede mover manualmente todos los elementos con coordenadas por los ejes “Z”, “W”, “C”, y “X”, a través de las subpantallas correspondientes, de manera similar a la ejemplificada en el ítem O4.2 arriba;

[0166] O5.17) En caso necesario, es posible mover manualmente el brazo robótico de soldadura (4) por los ejes “U600” y “U100”, así como ajustar la presión ejercida por el cilindro del eje “U100”, y la abertura/cierre de la garra (4-D-1) a través de la pantalla “MANUAL” de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM);

[0167] O5.18) A través de la subpantalla “DPM” de la pantalla “AUTOMÁTICO” es posible monitorizar las variables de la máquina de soldadura (MS), como corriente de soldadura, fuerza U, accionamiento de la máquina de soldadura, y formación de arco;

[0168] O5.19) En caso necesario, ejecutar una prueba sin aplicación de soldadura real, es posible desactivar el dispositivo alimentador de electrodos (5), a través de la tecla “DESACTIVA” de la subpantalla “MAGAZINE”.

[0169] De acuerdo con la FIGURA 25. las interconexiones eléctricas son las siguientes: fuente de energía eléctrica (FEE-1) de 220 VAC conectada unidireccionalmente al panel eléctrico (PE); fuente de energía eléctrica (FEE-2) de 380/440 VAC conectada unidireccionalmente al panel de control de la máquina de soldadura (PCMS); panel eléctrico (PE) con interfaz hombre máquina (IHM) vinculado unidireccionalmente a fuente (FEE-1), a la bomba de aceite lubricante (BAL) y a la bomba de agua presurizada (BAP) y bidireccionalmente al panel

de paso del robot (PPR); panel de control de la máquina de soldadura (PCMS) vinculado unidireccionalmente a la fuente (FEE-2) y la máquina de soldadura del robot (MSR) y bidireccionalmente al panel eléctrico (PE); máquina de soldadura del robot (MSR) conectada unidireccionalmente a la máquina de soldadura del robot (MSR) y al rodillo de la molienda (RM); y conjunto robot de soldadura (CRS) vinculado unidireccionalmente a la máquina de soldadura (MSR) y bidireccionalmente al panel de paso del robot (PPR).

[0170] En una segunda etapa de desarrollo se obtuvo perfeccionamientos en las bases móviles (101) y en el referenciador (103) y se han introducido dos dispositivos de izamiento (113), manteniéndose las mismas características constructivas y funcionales de los componentes de base articulada (2), brazo robótico de soldadura (4) y dispositivo alimentador de electrodos (5) obtenidos en la primera etapa de desarrollo, generando la solución preferencial de la presente invención que presenta las siguientes características:

[0171] De acuerdo con las figuras 8. y 9., las bases móviles (101) perfeccionadas del conjunto robot de soldadura objeto de la presente patente en su forma preferencial se compone de cuatro ruedas (101-A) fijadas en el soporte estructural (101-B) y conteniendo cuatros pernos de bloqueo (101-A-1); soporte estructura (101-B) en perfil metálico dispuestos en cruz y compuesto por un tubo (101-B-1) mecánico vertical de formato cilíndrico fijado al soporte (101-B) y conteniendo una línea vertical de agujeros laterales (101-B-1-A) regularmente distribuidos, un limitador de encaje en el agujero elegido (101-B-1-B) y conteniendo abrazadera (101-B-1-C) para fijación de las columnas de encaje (2-A-1) de la base articulada (2); una base (101-C) de chapa metálica fijada en el soporte estructural (101-B); refuerzos estructurales (101-D) con tres chapas fijadas como soporte angular de pared y una chapa de forma rectangular; cuatro pies ajustables para nivelación (101-E) con base cilíndrica, eje roscado de regulación y punta posicionados en las extremidades del soporte estructural (101-B); y llave de regulación (101-F) encajable en la punta de los pies (101-E). Hay necesidad de dos bases para colocar el robot en posición de uso.

[0172] De acuerdo con las figuras 11, 12, 13 y 14, en su forma preferencial, el conjunto brazo referenciador-guía móvil del brazo referenciador (103) perfeccionado está constituido de brazo referenciador (103-A) dotado de carro móvil de movimiento (103-A-1) de formato rectangular y vinculado a guía móvil (103-B); de cilindro telescópico (103-A-2) neumático y vinculado en su parte posterior al sensor de posición (103-A-5) y en su parte anterior al carro de movimiento (103-A-1); de guías lineales (103-A-3) telescópicas y conectadas en su parte posterior al sensor de posición (103-A-5) y en su parte anterior al carro de movimiento (103-A-1); de bloqueo (103-A-4) del tipo cilindro neumático bloqueador de las guías lineales (103-A-3); y de sensor de posición (103-A-5) con boquilla de chorro de agua (103-A-5-A) de formato tubular, sensor de brida de la molienda (103-A-5-B) y punta de centralización y de referencia (103-A-5-C) de formato rectangular con punta triangular indicadora de centro.

[0173] El eje del referenciador "W" mueve el carro (103-A-1) hasta una posición central del rodillo de la molienda, se desbloquea el bloqueo (103-A-4) y avanza totalmente el cilindro telescópico (103-A-2), el eje "W" mueve el carro (103-A-1) en el sentido de la brida del rodillo de la molienda hasta detectarla con el sensor de brida de la molienda (103-A-5-B), cuando se detecta la brida, el eje "W" para y almacena la posición electrónica, encontrando el inicio de la posición "Z" para determinar el reborde inicial del rodillo de la molienda. Después de encontrada esta medida, el cilindro telescópico (103-A-2) retrocede totalmente y avanza para una posición intermediaria de trabajo y se acciona el bloqueo (103-A-3) nuevamente. Las guías lineales (103-A-3) garantizan un movimiento estable de avance del cilindro telescópico (103-A-2). La punta de centralización y de referencia (103-A-5-C) sirve para calibración del sensor en la fábrica.

[0174] De acuerdo con las figuras 1, 2, 3, 4, 6 y 7, en su forma preferencial, los dispositivos de izamiento (113) se constituyen de un único cuerpo en formato de “L” con los dos lados de formato rectangular siendo uno de los lados encorvados y con agujeros de regulación angular (113-A) y con el otro lado con agujeros de regulación del centro de gravedad (113-B).

[0175] Este dispositivo es necesario para levantar el robot con el puente rodante y mantener el centro de gravedad en la condición de mantener los pies del robot en la vertical para facilitar la instalación y la retirada de un circuito para el otro sin esfuerzo al operador. Cuando el operador regula un determinado ángulo de actuación del robot, el centro de gravedad cambia y hay la necesidad de reajustar el ángulo y la distancia de centro de gravedad para el izamiento utilizando este dispositivo.

[0176] De acuerdo con las figuras 1. a 7., 10. y 15. a 23., en su forma preferencial, la base articulada (2), el brazo robótico de soldadura (4) y el dispositivo alimentador de electrodos (5) presenta las mismas características constructivas de la forma alternativa, citada anteriormente.

[0177] De acuerdo con la FIGURA 24., los ejes de coordenadas para posicionamiento del brazo referenciador (103-A) y del brazo robótico de soldadura (4), a fin de referenciar el sistema de control para cálculo de posicionamiento automático de los brazos (103-A) y (4) en relación con el rodillo de la molienda a soldar, son: eje “W” (6), eje horizontal correspondiente al movimiento del brazo referenciador (103-A) por la guía (3-B), siendo las coordenadas en valores positivos “W+” (6-A) o en valores negativos “W-” (6-B) conforme sentido indicado, eje “Z” (7), eje horizontal correspondiente al movimiento del brazo robótico de soldadura (4) por el dispositivo de fijación y guía lineal (2-B-1), siendo las coordenadas en valores positivos “Z+” (7-A) o en valores negativos “Z-” (7-B) conforme sentido indicado, eje “Xp” (8), eje vertical correspondiente al eje del cilindro neumático (4-A) del brazo robótico de soldadura (4) con coordenadas correspondientes a su curso, eje “X” (9), eje vertical correspondiente al movimiento de la punta (4-D) del brazo robótico de soldadura (4) en dirección al reborde de la molienda durante la soldadura, movido por el servomotor (4-B-1), siendo el movimiento positivo cuando en dirección al rodillo de la molienda, y negativo cuando alejándose del rodillo de la molienda, eje “U600” (10), correspondiente al eje del cilindro telescópico (103-A-2) de largo curso del brazo referenciador (103-A), y eje “C” (12) correspondiente al movimiento de rotación de la garra alrededor del eje planetario del reductor del conjunto (4-D-2).

[0178] De acuerdo con la FIGURA 26, el sistema de automatización y control del conjunto robot de soldadura de la presente patente tiene los siguientes ítems: sensor de posición (103-A-5) instalado en la punta medidora del brazo referenciador (103-A) y vinculado unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); sensor del alimentador de electrodos (5-B-5-A) (no mostrado en las figuras) del tipo capacitivo y vinculado unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); y sensor (5-D-3) del extractor de electrodos, del tipo capacitivo, y vinculado unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); controlador lógico programable (CLP) del tipo controlador de ejes CNC vinculado unidireccionalmente al cilindro telescópico (103-A-2) del brazo referenciador (103-A), al cilindro del brazo robótico (4-A), al cilindro alimentador de electrodos (5-B-2), al cilindro (5-D-1) extractor de electrodos, la bomba de agua presurizada (BAP) y bomba de aceite lubricante (BAL) y bidireccionalmente al distribuidor de red (HUB) y al driver (ADZ), este vinculado bidireccionalmente al servo motor (SMZ) y al driver (ADW), este vinculado bidireccionalmente al servo motor (SMW) y al driver (ADX), este vinculado bidireccionalmente al servo motor (4-B-1) y al driver (ADC) y este vinculado bidireccionalmente al servo motor (4-D-2); distribuidor de red (HUB) vinculado unidireccionalmente al controlador electrónico de corriente eléctrica (CECE) y

bilateralmente al interfaz hombre máquina (IHM); controlador electrónico de corriente eléctrica (CECE) vinculado unidireccionalmente la máquina de soldadura del robot (MSR); e interfaz hombre máquina (IHM) del tipo *touchscreen*.

[0179] De acuerdo con las FIGURAS 1. a 10., el proceso de instalación del conjunto robot de soldadura automatizado objeto de la presente patente, en el ejemplo instalados para aplicación de soldadura (salpicadura) en el rodillo superior de la molienda, se realiza de la siguiente manera:

[0180] I) Se sueldan tubos mecánicos de soporte en el brazo del peine superior de la molienda. Estos soportes son idénticos y tienen la misma distancia entre sí que los tubos (101-B-1) de la base móvil (101), a fin de permitir el encaje de la base articulada (2);

[0181] II) Se eleva el conjunto robot de soldadura a través de cintas de izamiento fijadas en dispositivo de izamiento (113) fijados en la base articulada (2);

[0182] III) Con el robot suspenso en la molienda, se regulan las columnas de encaje (2-A-1) conforme el tamaño del brazo del peine de la camisa de los circuitos de la molienda donde será salpicada la soldadura y el espacio de los tubos soldados para el encaje del robot;

[0183] IV) Se encajan las columnas de encaje (2-A-1) en los tubos mecánicos de soporte soldados en el brazo del peine superior;

[0184] V) Se regula el ángulo de la base articulada (2) a través de los tornillos (2-D), de modo que los brazos referenciador (103-A) y robótico de soldadura (4) queden con un ángulo adecuado de soldadura de los rebordes;

[0185] VI) Se realizan las conexiones eléctricas necesarias al funcionamiento del robot.

[0186] De acuerdo con las Figuras 1 a 26, el proceso industrial para realización de la deposición de capa de soldadura (salpicadura), tras instalación del conjunto robot de soldadura objeto de la presente patente en el soporte de fijación ocurre en las siguientes etapas:

[0187] O1) Se realiza el “pre-setup” de las variables de control correspondientes a los rodillos de la molienda a tener sus rebordes “salpicados”, de la siguiente manera:

[0188] O1.1) Se informa a través de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM), en la pantalla “RECETA”, las siguientes variables:

[0189] O1.1.1) Parámetro “F” (F) = Distancia entre la cara lateral del rodillo y el ápice del primer reborde;

[0190] O1.1.2) Parámetro “P” (P) = Paso: distancia entre los ápices de los rebordes;

[0191] O1.1.3) Parámetro “H” (H) = Altura: altura vertical del reborde, medida entre el fondo (base) del reborde y el ápice del mismo;

[0192] O1.1.4) Parámetro “B” (B) = Base: anchura del fondo del reborde (base);

[0193] O1.1.5) Parámetro “C” (C) = Longitud del rodillo: longitud total del cilindro, o sea, distancia entre las dos caras laterales del rodillo;

[0194] O1.1.6) Parámetro “CI” (CI) = Inicio de la salpicadura: distancia en la pared angular del reborde a aplicar con soldadura (salpicada) entre el fondo del reborde (valle) y el inicio de la superficie

a soldar, a fin de evitar que se suelde el fondo del reborde, el que puede causar quiebra de reborde o de dientes del peine de la molienda;

[0195] O1.1.7) Parámetro (CF) = Final de la salpicadura: distancia en la pared angular del reborde a aplicar con soldadura (salpicada) entre el final de la superficie a soldar, y el ápice del reborde, a fin de evitar soldadura (salpicadura) en el ápice de los rebordes;

[0196] O1.2) Se graba en la Interfaz Hombre Máquina (IHM) la receta correspondiente al rodillo específico del cual se realiza el presetup, no siendo más necesario realizar este presetup posteriormente, bastando recuperar la receta grabada;

[0197] O2) Se realiza el “setup” de la operación de soldadura a realizar, indicando la Interfaz Hombre-Máquina (IHM), en la pantalla “PARÁMETROS”, los parámetros de la soldadura a realizar, en las siguientes etapas:

[0198] O2.1) Se carga en la Interfaz Hombre Máquina (IHM) la receta de rodillo de molienda pregrabada correspondiente a la operación;

[0199] O2.2) Se informa en la pantalla de parametrización de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) los parámetros específicos de la soldadura, siendo:

[0200] O2.2.1) Parámetro “Electrodo” = longitud del electrodo de soldadura a utilizar;

[0201] O2.2.2) Parámetro “Electrodo (% Util.)” = Porcentual de utilización del electrodo, esto es, porcentual del longitud total que será aplicado al reborde en forma de “salpicadura” de soldadura;

[0202] O2.2.3) Parámetro “Tiempo de Electrodo” = Tiempo para aplicación de la soldadura para cada electrodo, o sea, tiempo deseado para consumir el electrodo;

[0203] O2.2.4) Parámetro “Electrodo Ángulo” = ángulo de entrada del electrodo para aplicación de la soldadura en la pared del reborde, referenciado al eje “C” (12) de rotación de la garra (4-D-1);

[0204] O2.2.5) Parámetro “Varilla del Electrodo” = longitud de la varilla del electrodo;

[0205] O2.2.6) Parámetro “Valles” = Número total de fondos de reborde (“valles” de los rebordes”) contenidos en el rodillo;

[0206] O2.2.7) Parámetro “Valles Especiales” = Número de valles especiales, fuera del estándar repetitivo de los rebordes;

[0207] O3) Se carga previamente y periódicamente el dispositivo alimentador de electrodos (5), de la siguiente manera:

[0208] O3.1) Se accede en la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) la subpantalla “MAGAZINE”, de la pantalla “AUTOMÁTICO” de control y parámetros del dispositivo alimentador de electrodos (5);

[0209] O3.2) Se presionan las teclas “ACTIVA” para activar el dispositivo alimentador de electrodos (5) y la tecla “MANUAL” para dar acceso a la alimentación manual de electrodos;

[0210] O3.3) El operador introduce un electrodo por vez en el dispositivo alimentador de electrodos (5), manualmente, a través del orificio de entrada de electrodos (5-B-1), aprieta el botón (5-

B-3) para indexar la próxima posición vacía y repite esta operación hasta el límite máximo de almacenamiento de electrodos en el dispositivo alimentador (5);

[0211] O3.4) La activación del botón (5-B-3) acciona el cilindro alimentador de electrodos (5-B-2), que por su vez mueve el trinquete (5-B-4) por la distancia correspondiente a un eslabón de las corrientes (5-C), de modo avanzar el electrodo por el interior de la caja de electrodos (5-A) y exponer alineadamente un nuevo conjunto de soporte de electrodos [regla y anillos circulares (5-C-1)] vacío;

[0212] O3.5) Un cilindro neumático bloquea el trinquete (5-B-4) a fin de sujetar firmemente el conjunto de soporte y almacenamiento en la posición indexada;

[0213] O3.6) Una señal electrónica de entrada de electrodo es enviada por el sensor inductivo del perno posicionador (5-B-5) para indexar automáticamente el electrodo almacenado;

[0214] O3.7) Las operaciones anteriores se repiten hasta el límite de la capacidad de almacenamiento de electrodos en el sistema. El sistema de control bloquea e informa automáticamente cuando se alcanza el límite.

[0215] O3.8) Cuando el dispositivo alimentador (5) está completo, el electrodo que llega al dispositivo de extracción de electrodos (5-D) es empujado por el cilindro neumático (5-D-1), hacia afuera de la caja (5-A), pasando por el orificio de salida (5-D-2), permaneciendo con una punta hacia afuera, listo para ser atrapado por la garra (4-D-1) cuando de la operación de soldadura;

[0216] O4) Se crean las coordenadas de referencia para acción coordinada de los brazos referenciador (103-A) y brazo robótico de soldadura (4), con las siguientes operaciones:

[0217] O4.1) Se accede en la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) la subpantalla “MANUAL W” de control manual del eje “W” (6), de la pantalla “MANUAL”;

[0218] O4.2) Se posiciona con acompañamiento visual el eje “W” (6) en la posición centralizada con un valle conocido de un reborde del rodillo a soldar, a través de las teclas “MOVE”, “STOP”, y “-“, de la subpantalla “MANUAL W” de la pantalla “MANUAL” en la Interfaz Hombre-Máquina (IHM), siendo “MOVE” para mover el brazo referenciador (103-A) en el sentido positivo de las coordenadas, esto es, en el sentido alejándose del dispositivo alimentador de electrodos (5), “STOP” para pararlo, y “-“ para moverlo en el sentido negativo de las coordenadas, o sea, en el sentido aproximándose del dispositivo alimentador de electrodos (5);

[0219] O4.3) Se avanza a través de comando en la Interfaz Hombre-Máquina (IHM) el cilindro neumático (103-A-1-A) por el eje “U600” (10), que lleva el sensor de posición (103-A-5) próximo a brida;

[0220] O4.4) Se acciona en el panel de comando (PC) el avance lateral de “W” para aproximarse con el sensor de la brida del rodillo donde el sensor va a obtener la corrección de Z para saber dónde se inicia el primer reborde en la coordenada “Z”; para referencia de “X” (profundidad), el brazo robótico sujeta un electrodo en el magazine y avanza hasta el primer reborde con la máquina de soldadura conectada, cuando abra el arco por el encuentro del electrodo en el Reborde se define la distancia y corrección de “X”.

[0221] O5) El conjunto robot de soldadura se pone en modo de operación, para dar inicio a la operación de aplicación de soldadura en los rebordes, con la siguiente secuencia de operaciones:

[0222] O5.1) El conjunto Robot de soldadura se pone en el modo de operación a través del cambio de modo “básico” para modo “operación”, en la pantalla “motores” de la Interfaz Hombre-Máquina

(IHM);

[0223] O5.2) Se informa a través de entrada en el campo “Iniciar en el valle:”, cual el número de identificación del “valle” (fondo del reborde) donde inicia la aplicación de la soldadura, siendo el número contado iniciando del primer reborde a la izquierda del operador cuando mirando el rodillo de la molienda;

[0224] O5.3) Se configura en cual flanco de los rebordes se iniciará el proceso de soldadura, eligiendo entre las teclas blanca y negra, para seleccionar entre flanco derecho o flanco izquierdo;

[0225] O5.4) Se pulsa “INICIA” en la pantalla de la “Automática” de la Interfaz Hombre- Máquina (IHM) para dar inicio al proceso de soldadura;

[0226] O5.5) El brazo robótico de soldadura (4) moverse por el eje “Z” (7) a través de las coordenadas calculadas por el sistema de control, utilizando los parámetros informados por el operador, hasta próximo al orificio de salida de electrodos (5-D-2), y la garra (4-D-1) va a girar por el eje “C” (12), abrirse, sujetar a punta expuesta del electrodo de soldadura, cerrarse sobre la punta, y retornar a la posición delante del reborde a soldar, de acuerdo con las coordenadas calculadas por los parámetros informados; Automáticamente, al ser retirado un electrodo del dispositivo alimentador de electrodos (5), el sensor indexador de salida de electrodo (5-D-4) informa la retirada de un electrodo al sistema de control, las corrientes (5-C) se mueven por un eslabón, posicionando un nuevo electrodo en el dispositivo de extracción de electrodos (5-D), y el cilindro (5-D-1) se mueve, exponiendo un nuevo electrodo en la salida (5-D-2);

[0227] O5.6) El brazo robótico (4) gira la garra (4-D-1) a través del servomotor (4-D-2) por el eje “C” (12) en el ángulo de soldadura parametrizado por el operador, y en el sentido del flanco izquierdo o derecho conforme elegido por el operador, se mueve a través del cilindro (4-A) y del servomotor (4-B-1) por coordenadas calculadas conforme información de posición suministrada por el brazo referenciador (3-A), de modo que el electrodo energizado entra en contacto con la pared del flanco del reborde, y empieza a aplicar soldadura (salpicar) el reborde;

[0228] O5.7) Simultáneamente a la aplicación de soldadura, el tubo de chorro de agua (chorrito) (103-A-5-A) del brazo referenciador (103-A) se acciona a través de la bomba de agua presurizada (BAP), chorreando agua en el reborde donde se está aplicando soldadura, abajo del punto de aplicación de soldadura, y antes de este, a fin de mantener el reborde limpio para la aplicación de soldadura;

[0229] O5.8) Al terminar la aplicación en un reborde, los brazos robótico de soldadura (4) y referenciador (103-A) retroceden simultáneamente a través del retroceso, respectivamente, del conjunto guía-servomotor/reductor (4-B), por el eje “X” (9), y del cilindro (103-A-2), por el eje “U600” (11), el dispositivo de fijación y guía lineal (2-B-1) avanza un paso (P) por el eje “Z” moviendo el brazo robótico de soldadura (4) para alinearse al próximo fondo de reborde (valle), simultáneamente a guía móvil (103-B) avanza un paso (P) por el eje “W” moviendo el brazo referenciador (103-A) para alinearse al próximo fondo de reborde (valle), el brazo referenciador (103-A) se posiciona por el avance a lo largo de los ejes “U600” nuevamente, por el proceso ya explicado arriba, permaneciendo a 5 mm del fondo del reborde a aplicar soldadura, y el brazo robótico de soldadura (4) se aproxima del nuevo reborde a soldar (salpicar), reiniciando la soldadura de un nuevo reborde, por el proceso ya explicado anteriormente;

[0230] O5.9) se repite automáticamente el proceso del ítem O5.8 para los rebordes subsecuentes, hasta el flanco elegido (izquierdo o derecho) del último reborde del rodillo;

[0231] O5.10) Al terminar la aplicación de soldadura (salpicadura) de todos los

flancos de un lado de todos los rebordes, el servomotor (4-D-2) se acciona, y gira la garra (4-D-1) en el ángulo complementario del ángulo de soldadura informado en el parámetro “Ángulo Electrodo”, posicionando el electrodo de soldadura para iniciar el proceso de aplicación de soldadura en los flancos de los rebordes del lado opuesto a los flancos ya aplicados;

[0232] O5.11) Se repite automáticamente el proceso del ítem O5.8 para los flancos de todos los rebordes en el lado opuesto al informado en el ítem O5.3);

[0233] O5.12) Cuando el electrodo de soldadura alcance el límite inferior de longitud indicado en el parámetro “Electrodo (% Util.)”, el brazo robótico (4) se posiciona sobre una caja de electrodos usados, se abre la garra (4-D-1) para desecho del electrodo usado, y sujeta automáticamente un nuevo electrodo en el dispositivo alimentador de electrodos (5), por el proceso ya indicado;

[0234] O5.13) En caso necesario, el operador del robot de soldadura puede parar el proceso, presionando la tecla “PARA” en la pantalla “AUTOMÁTICO” de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM);

[0235] O5.14) En caso necesario, el operador del robot de soldadura puede interrumpir temporalmente la operación, presionando la tecla “INTERVALO” en la pantalla “AUTOMÁTICO” de la Interfaz Hombre-Máquina (IHM), pudiendo retornar al presionar la tecla “INICIA”;

[0236] O5.15) En caso necesario, el operador puede mover manualmente todos los elementos con coordenadas por los ejes “Z”, “W”, “C”, y “X”, a través de las subpantallas correspondientes, de manera similar a la ejemplificada en el ítem O4.2 anteriormente;

[0237] O5.16) En caso necesario, es posible mover manualmente el brazo robótico de soldadura (4) por los ejes “U600”, y la abertura/cierre de la garra (4-D-1) a través de la pantalla “MANUAL” de la Interfaz Hombre- Máquina (IHM);

[0238] O5.17) A través de la subpantalla “DPM” de la pantalla “AUTOMÁTICO” es posible monitorizar las variables de la máquina de soldadura (MS), como corriente de soldadura, fuerza U, accionamiento de la máquina de soldadura, y formación de arco;

[0239] O5.18) En caso necesario, ejecutar una prueba sin aplicación de soldadura real, es posible desactivar el dispositivo alimentador de electrodos (5), a través de la tecla “DEACTIVA” de la subpantalla “MAGAZINE”.

[0240] De acuerdo con la FIGURA 25, las interconexiones eléctricas son las siguientes: fuente de energía eléctrica (FEE-1) de 220 VAC conectada unidireccionalmente al panel eléctrico (PE); fuente de energía eléctrica (FEE-2) de 380/440 VAC conectada unidireccionalmente al panel de control de la máquina de soldadura (PCMS); panel eléctrico (PE) con interfaz hombre máquina (IHM) vinculado unidireccionalmente a la fuente (FEE-1), a la bomba de aceite lubricante (BAL) y a la bomba de agua presurizada (BAP) y bidireccionalmente al panel de paso del robot (PPR); panel de control de la máquina de soldadura (PCMS) vinculado unidireccionalmente a la fuente (FEE-2) y a la máquina de soldadura del robot (MSR) y bidireccionalmente al panel eléctrico (PE); máquina de soldadura del robot (MSR) conectada unidireccionalmente a la máquina de soldadura del robot (MSR) y al rodillo de la molienda (RM); y conjunto robot de soldadura (CRS) vinculado unidireccionalmente a la máquina de soldadura (MSR) y bidireccionalmente al panel de paso del robot (PPR).

[0241] De acuerdo con la FIGURA 26, el sistema de automación y control del conjunto robot de soldadura de la presente patente tiene los siguientes ítems: sensor de posición (103-A-5) del tipo

inductivo instalado en la punta medidora del brazo referenciador (103-A) y vinculado unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); sensor del alimentador de electrodos (5-B-5-A) (no mostrado en las figuras) del tipo capacitivo y vinculado unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); y sensor (5-D-3) del extractor de electrodos, del tipo capacitivo, y vinculado unidireccionalmente al controlador lógico programable (CLP); controlador lógico programable (CLP) del tipo controlador de ejes CNC vinculado unidireccionalmente a los conjuntos telescópicos (103-A-3) del brazo referenciador (103-A), al cilindro del brazo robótico (4-A), al cilindro alimentador de electrodos (5-B-2), al cilindro (5-D-1) extractor de electrodos, a la bomba de agua presurizada (BAP) y bomba de aceite lubricante (BAL) y bidireccionalmente al distribuidor de red (HUB) y al driver (ADZ), este vinculado bidireccionalmente al servo motor (SMZ) y al driver (ADW), este vinculado bidireccionalmente al servo motor (SMW) y al driver (ADX), este vinculado bidireccionalmente al servo motor (4-B-1) y al driver (ADC) y este vinculado bidireccionalmente al servo motor (4-D-2); distribuidor de red (HUB) vinculado unidireccionalmente al controlador electrónico de corriente eléctrica (CECE) y bilateralmente al interfaz hombre máquina (IHM); controlador electrónico de corriente eléctrica (CECE) vinculado unidireccionalmente a la máquina de soldadura del robot (MSR); e interfaz hombre máquina (IHM) del tipo *touchscreen*.

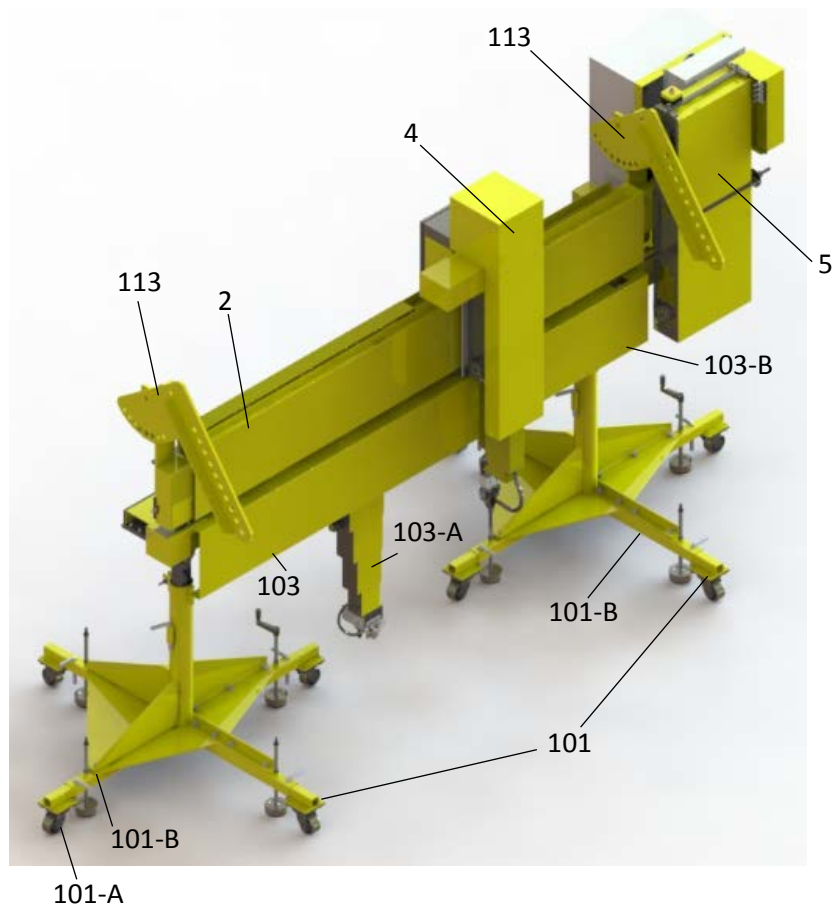


FIG. 1

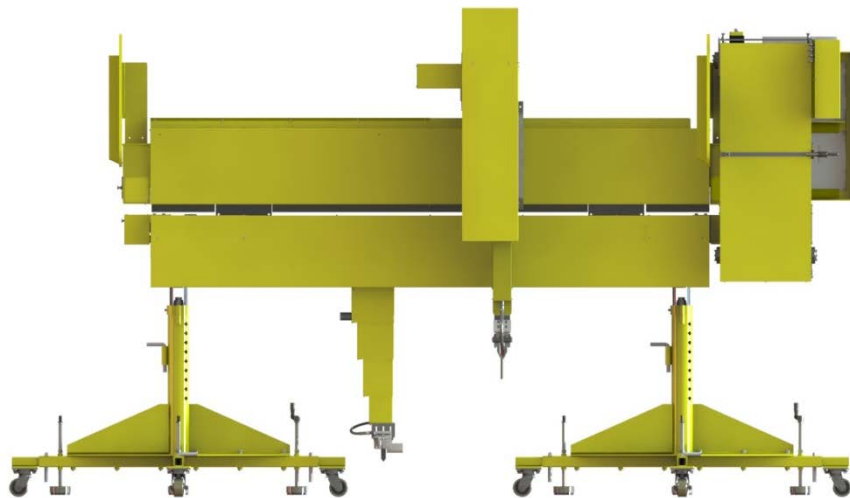


FIG. 2

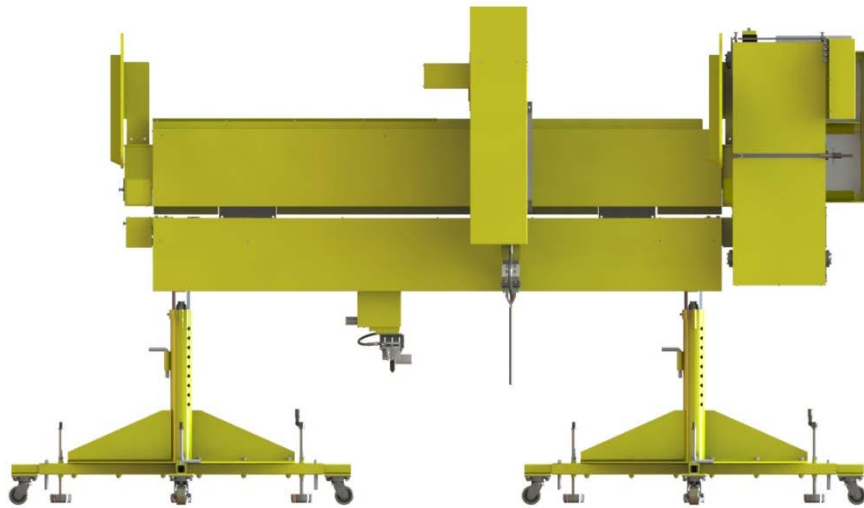


FIG. 3

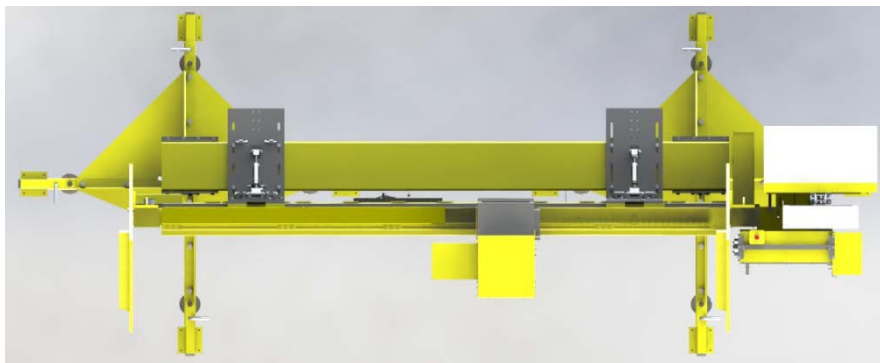


FIG. 4

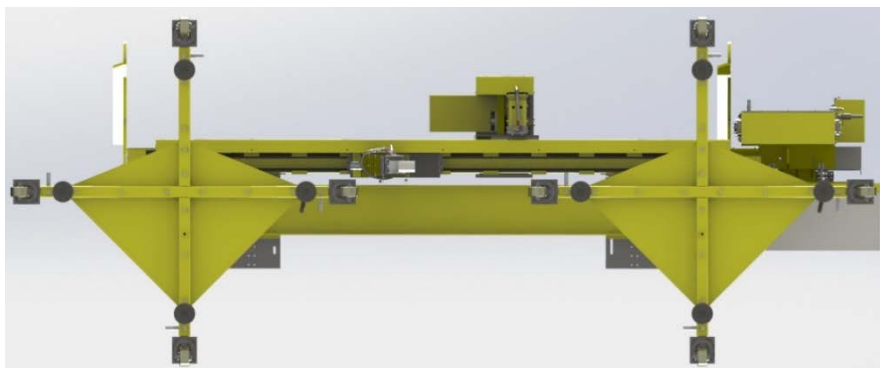


FIG. 5

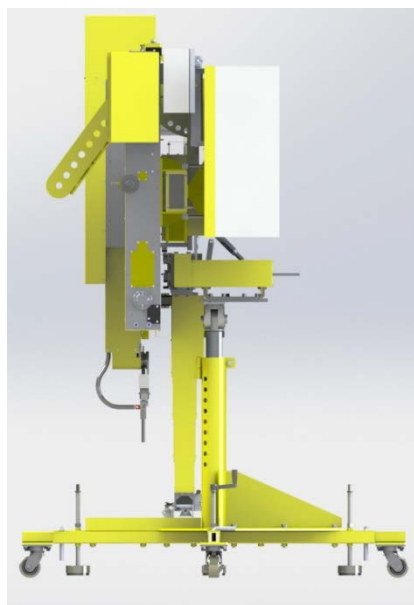


FIG. 6

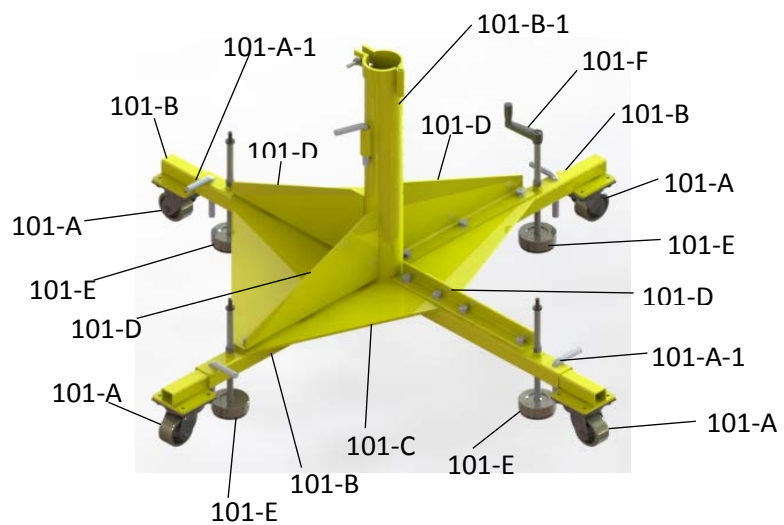


FIG. 8

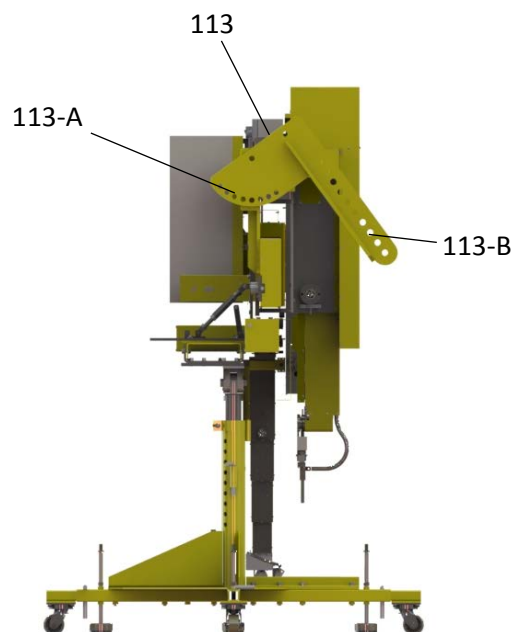


FIG. 7

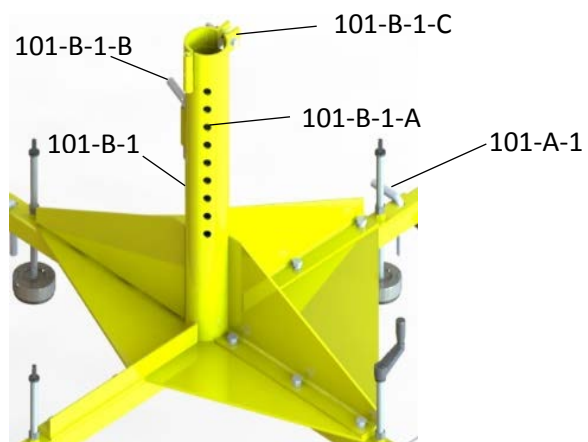


FIG. 9

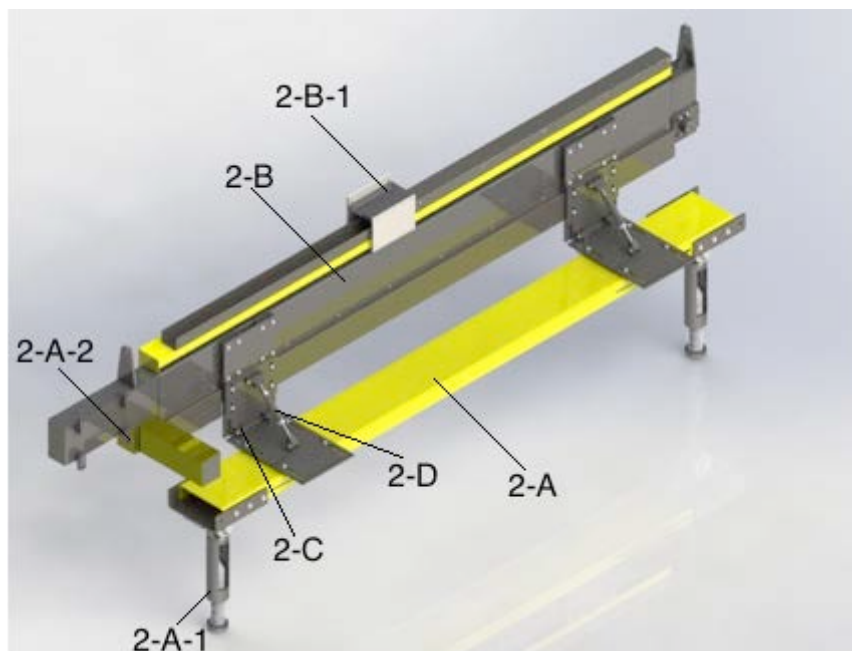


FIG. 10

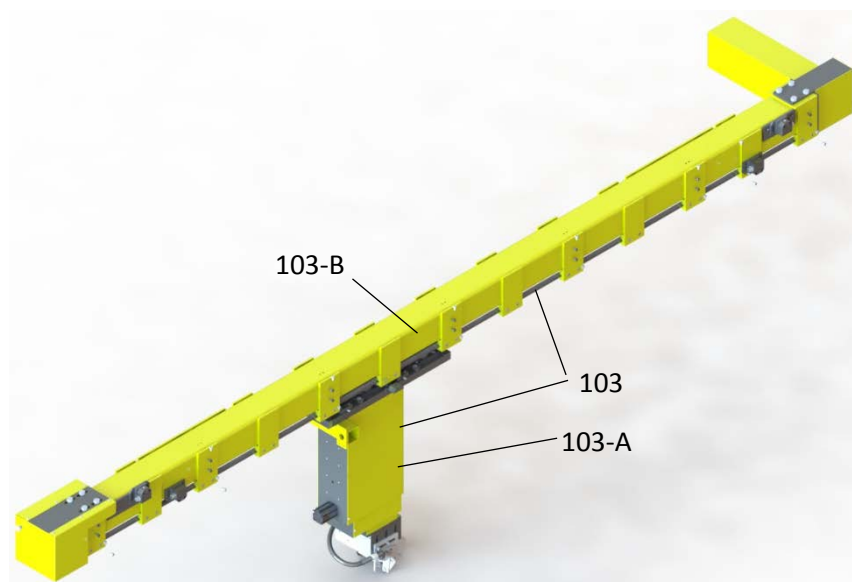


FIG. 11

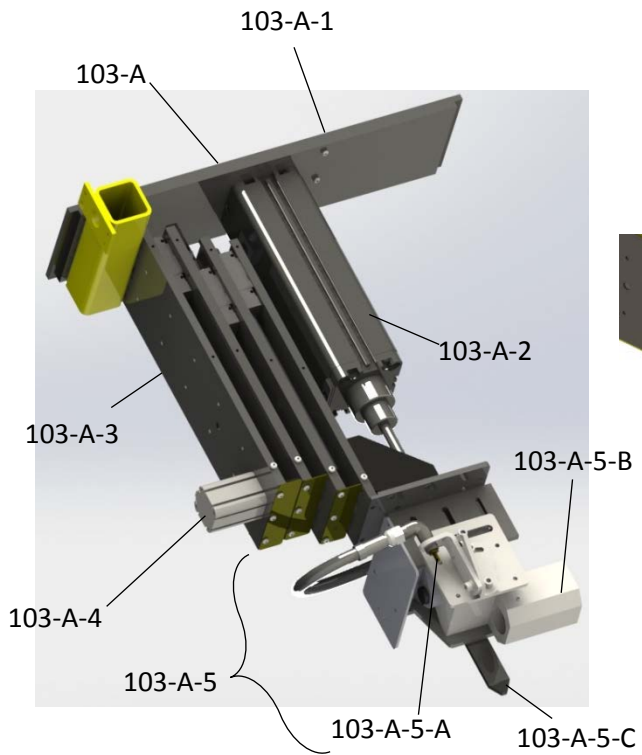


FIG. 12

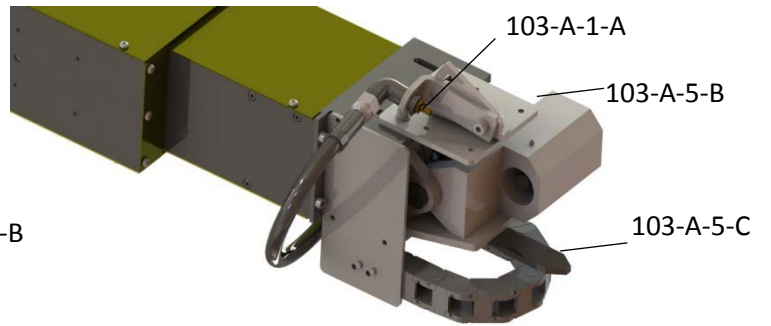


FIG. 14

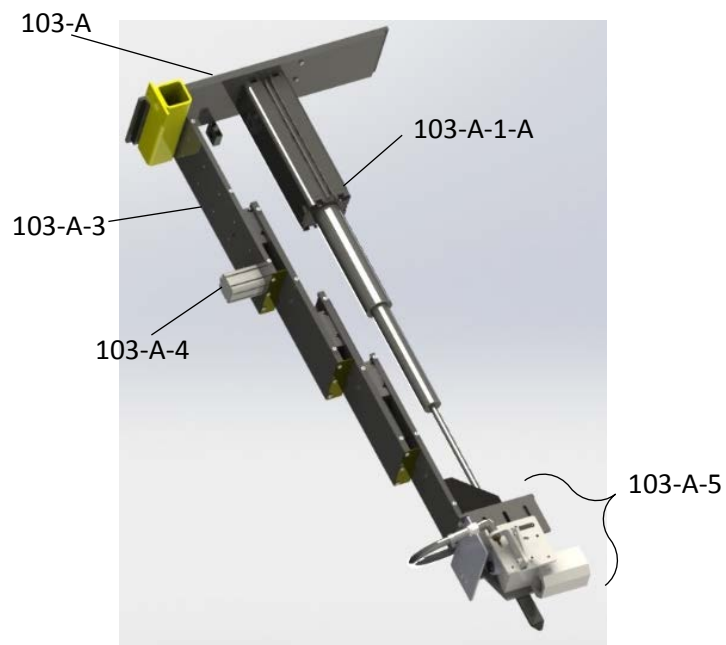


FIG. 13

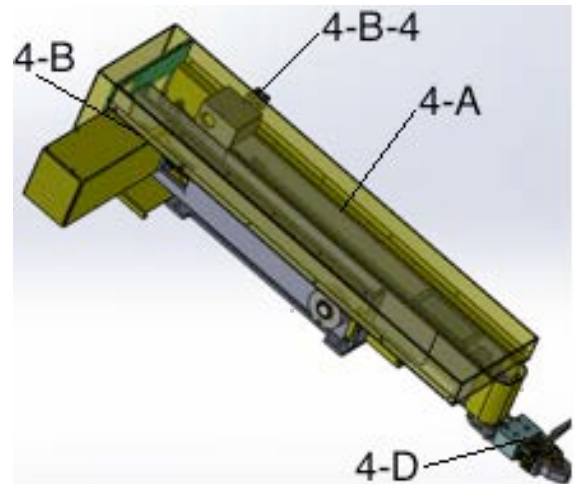


FIG. 15 / 42

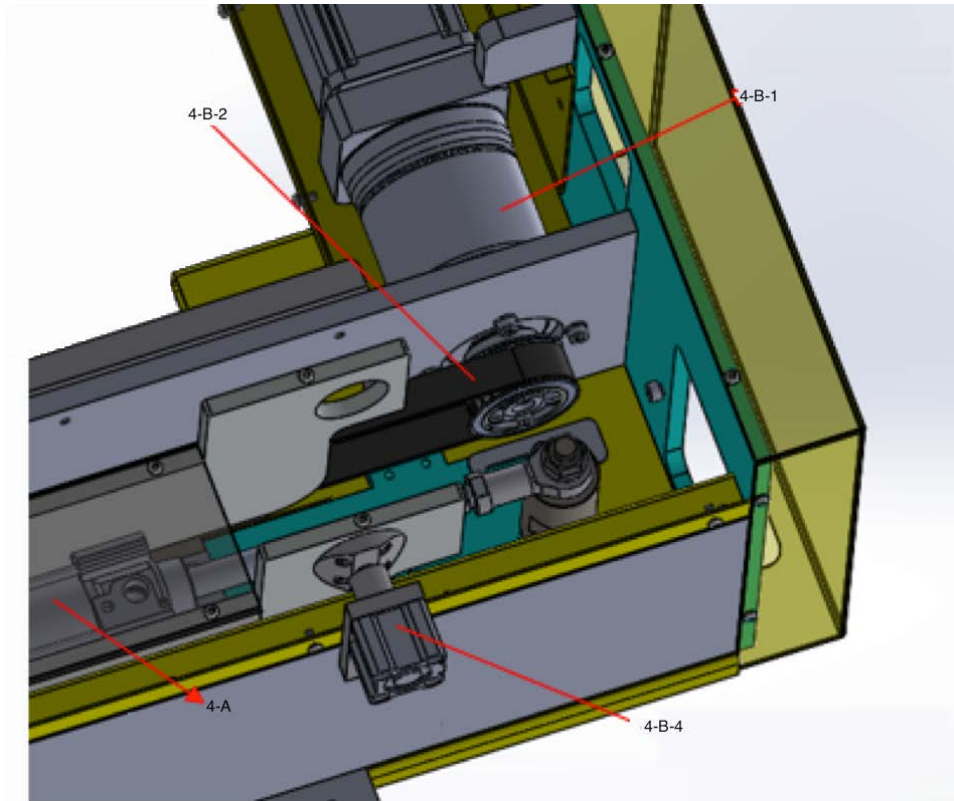


FIG. 16 / 43

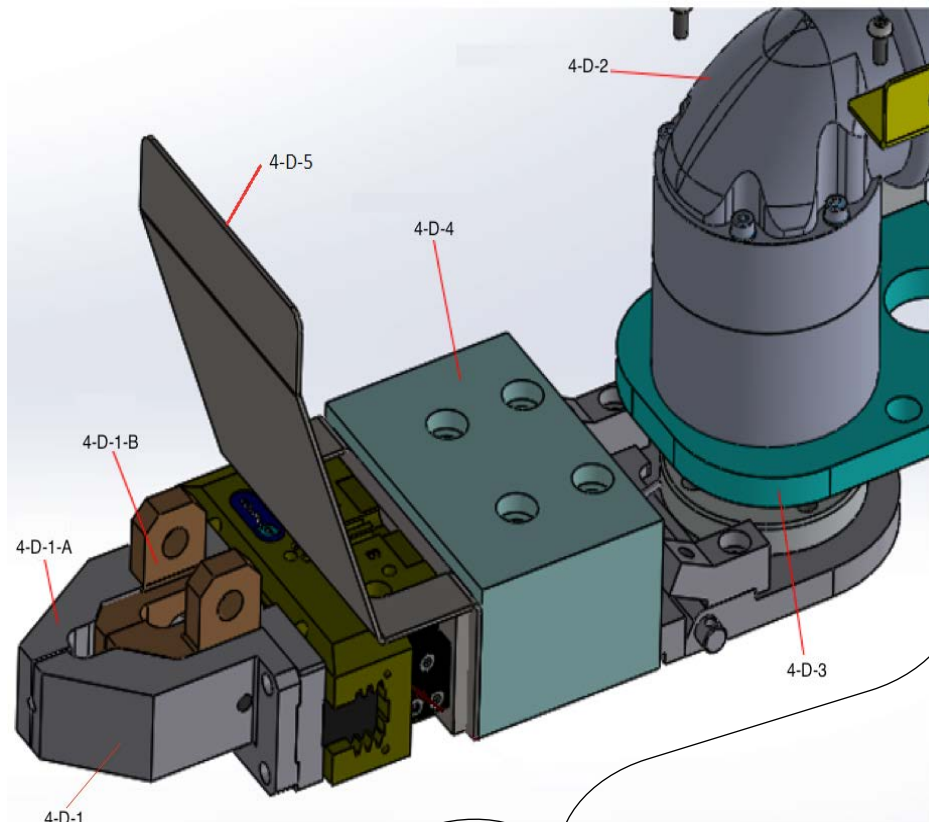


FIG. 17 / 44

4-D

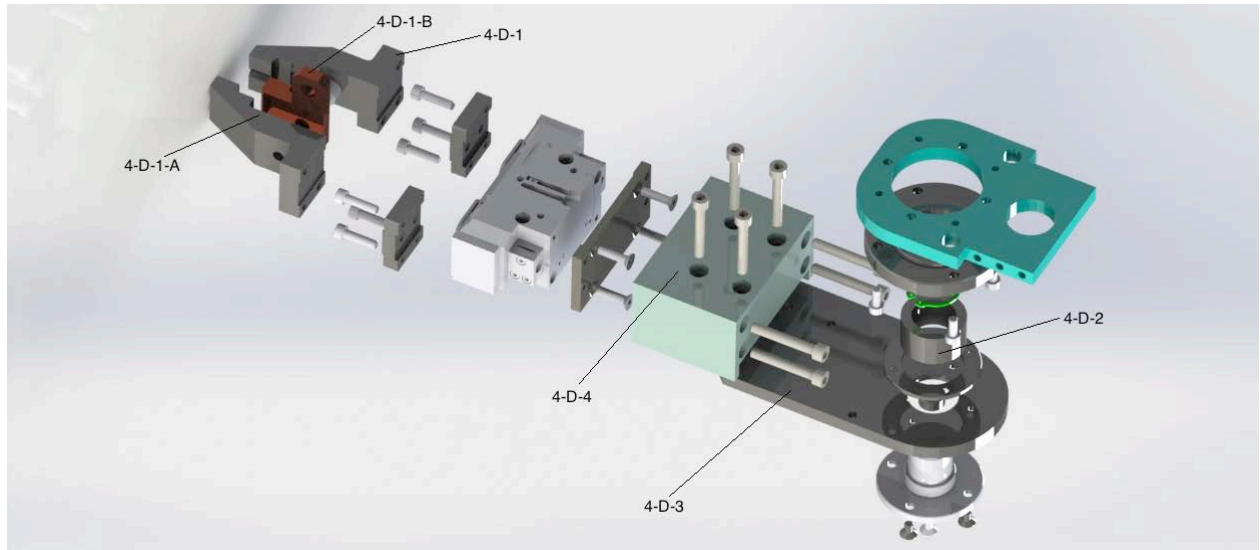


FIG. 18 / 45

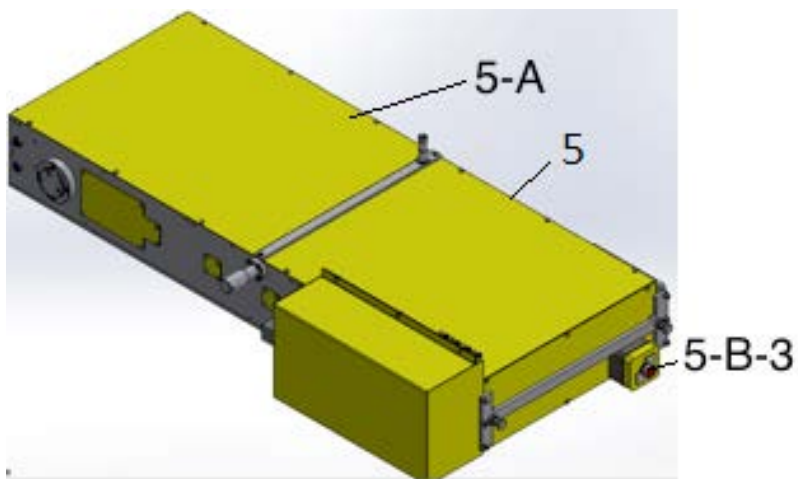


FIG. 19 / 46

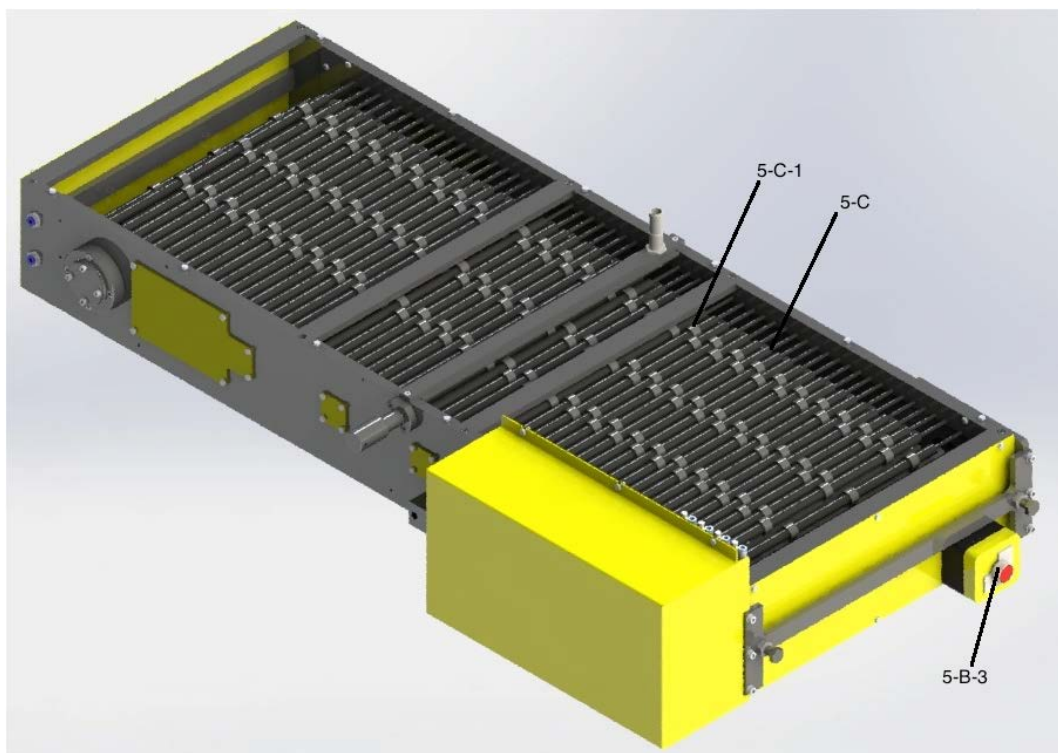


FIG. 20 / 47

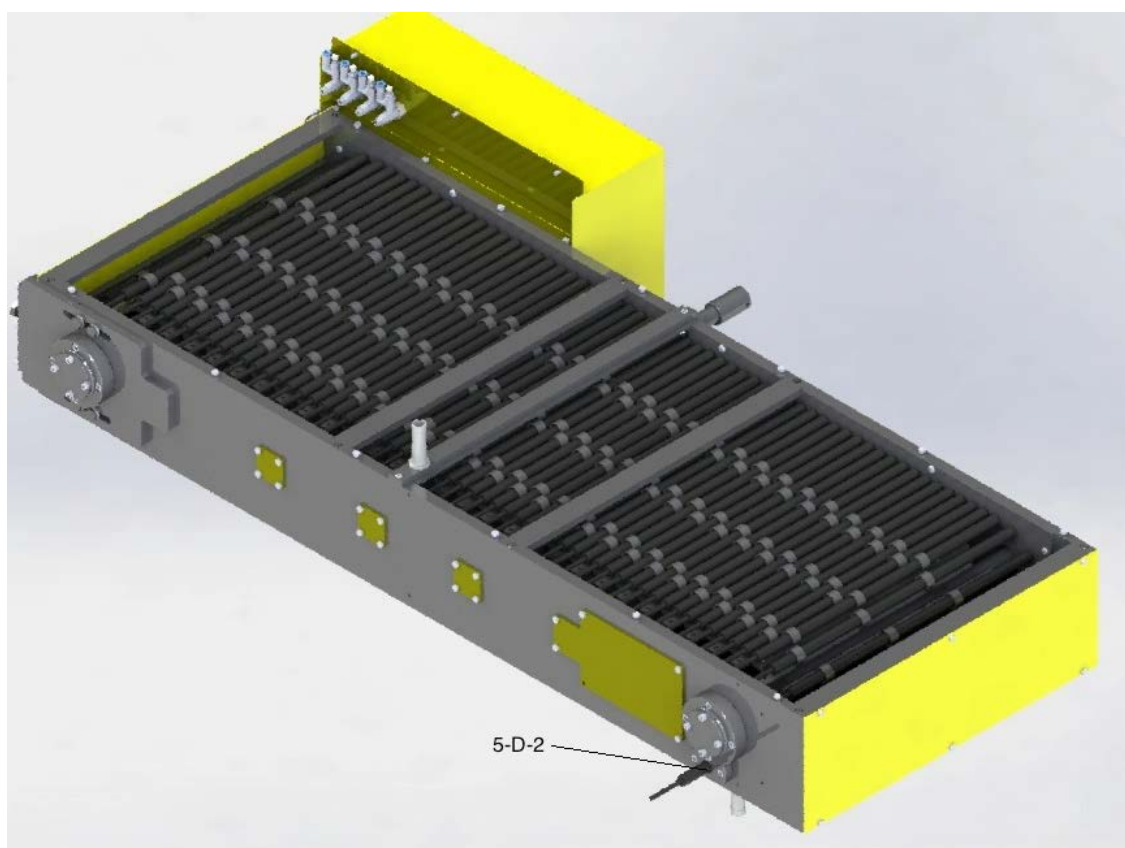


FIG. 21 / 48

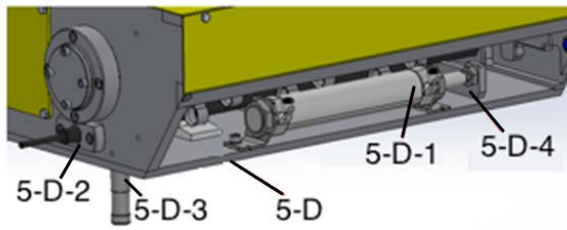


FIG. 22 / 49

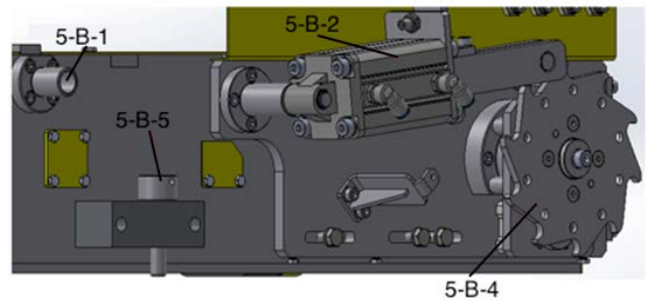


FIG. 23 / 50

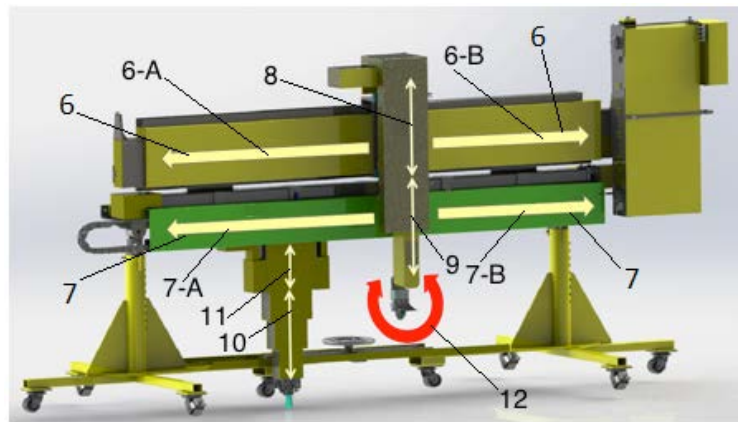


FIG. 24

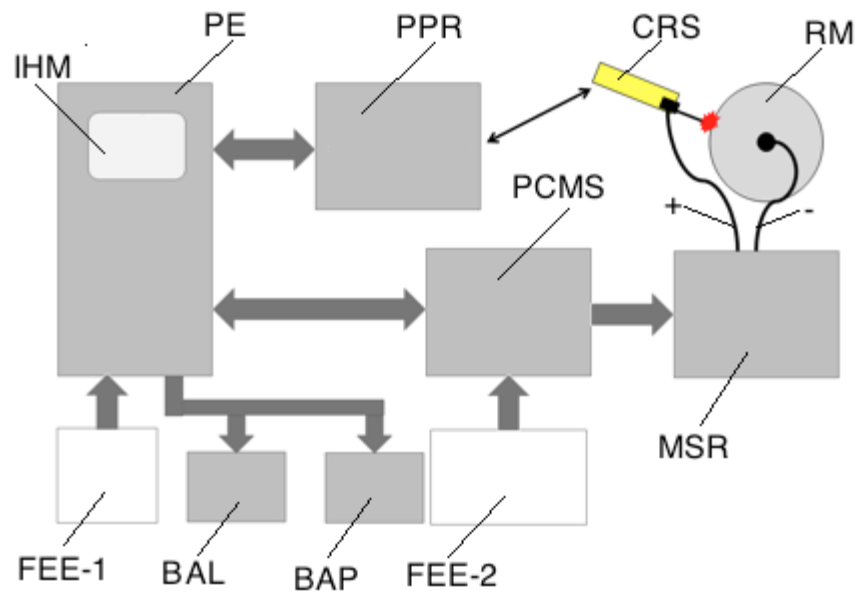


FIG. 25

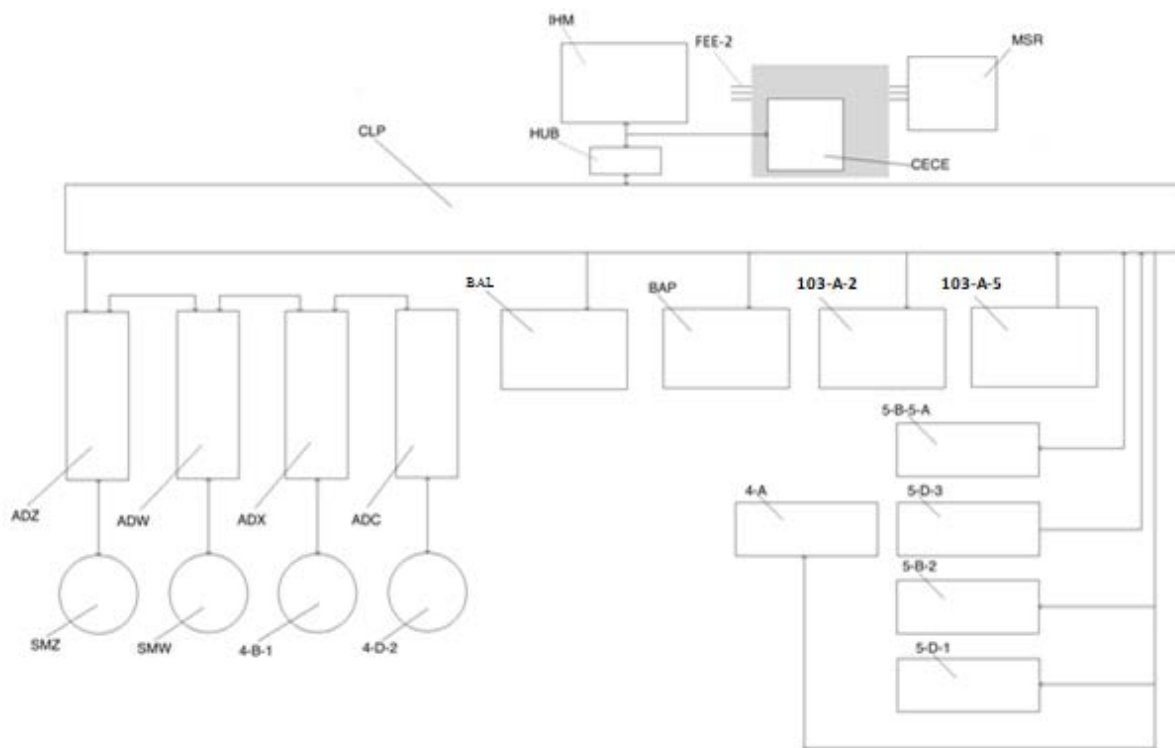


FIG. 26

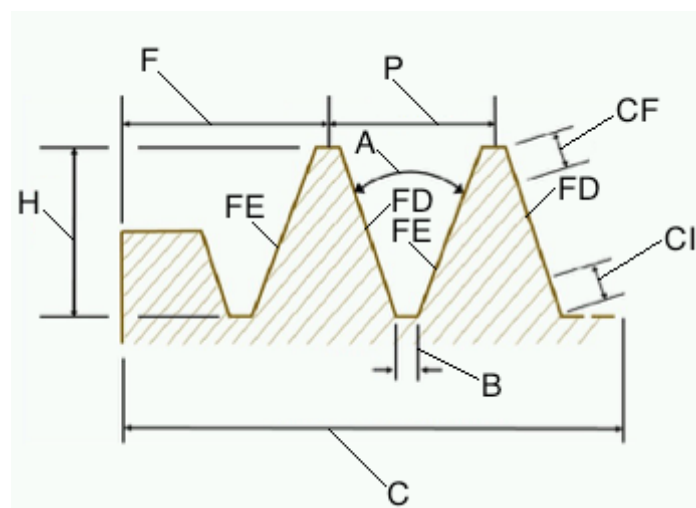


FIG. 27

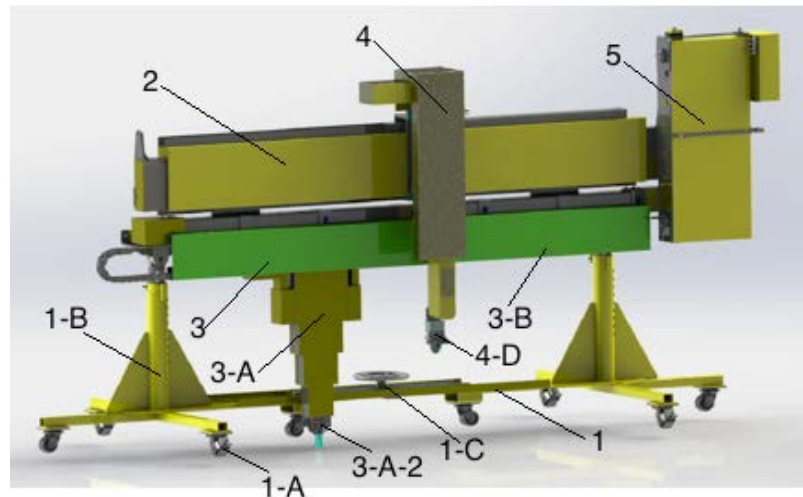


FIG. 28

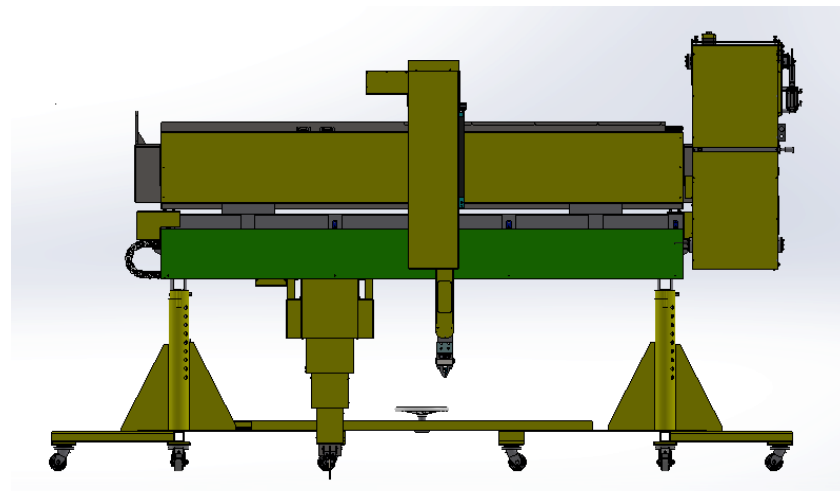


FIG. 29

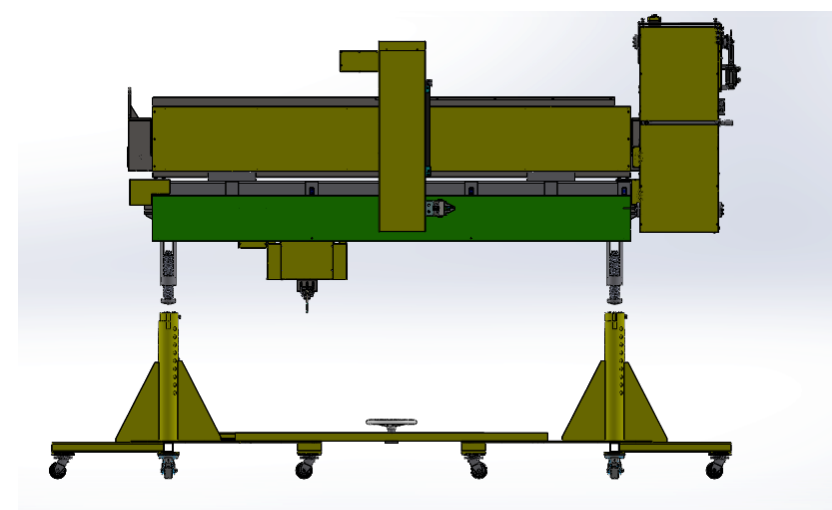


FIG. 30

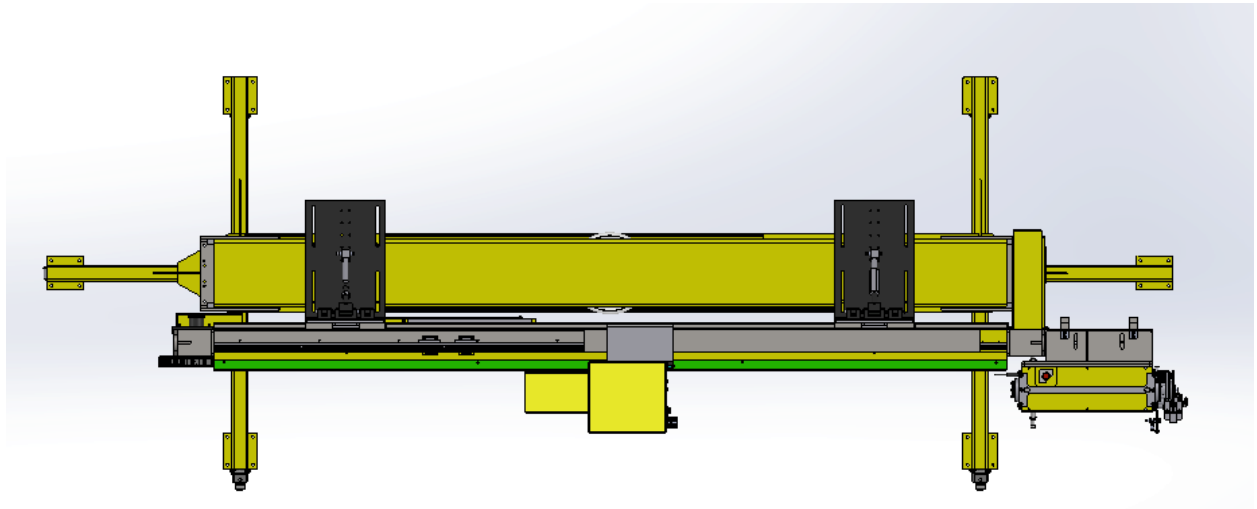


FIG. 31

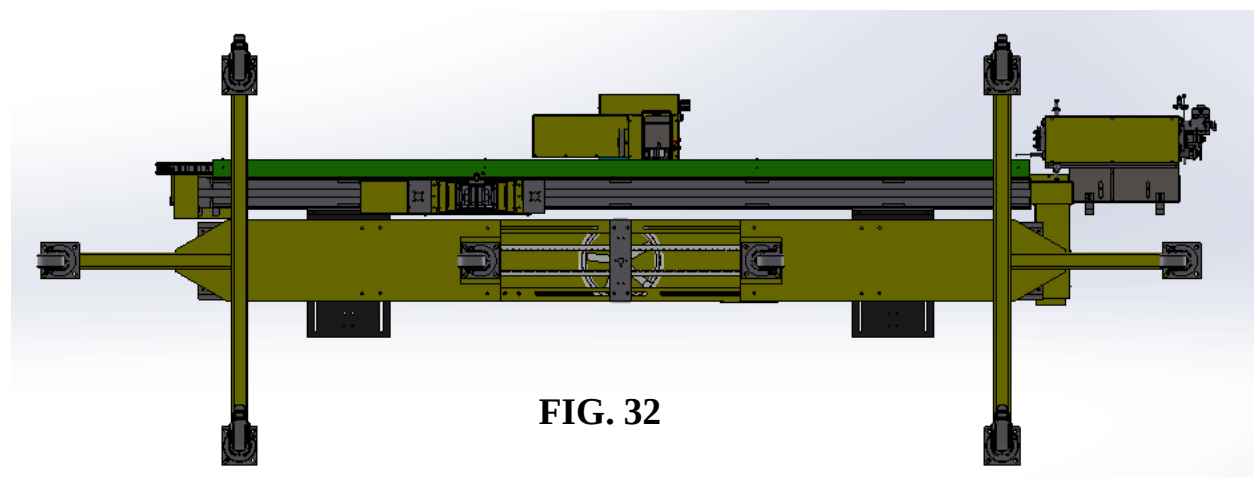


FIG. 32

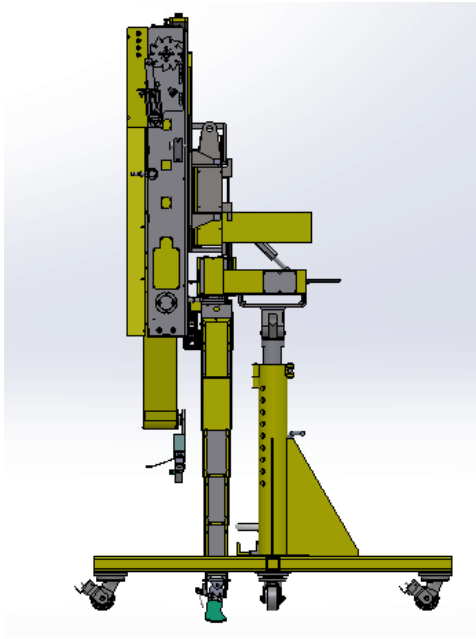


FIG. 33

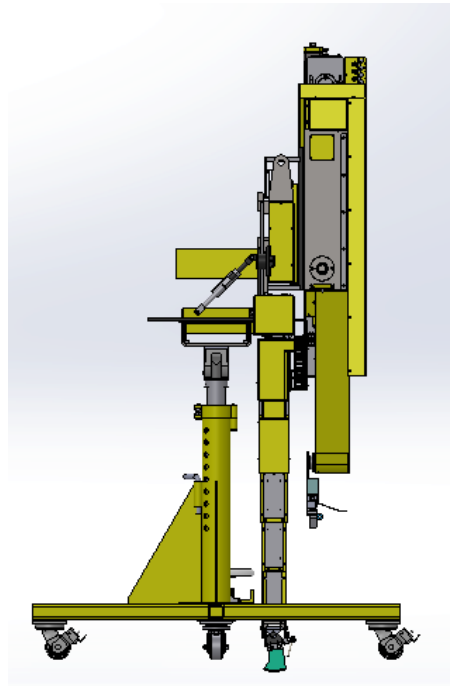


FIG. 34

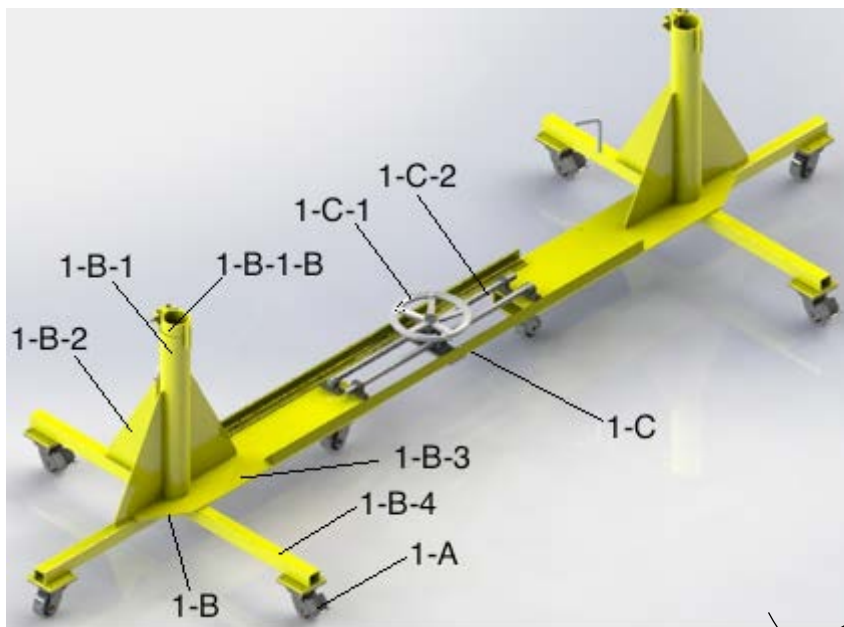


FIG. 35

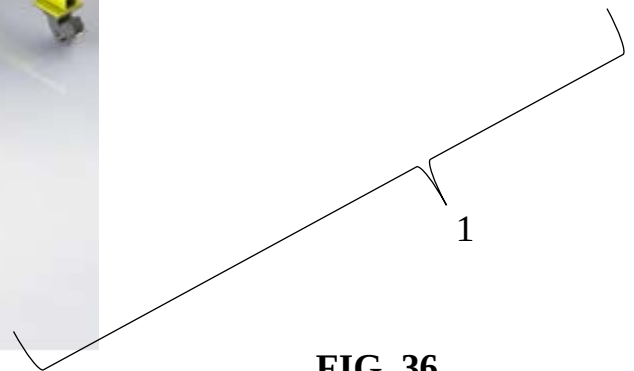


FIG. 36

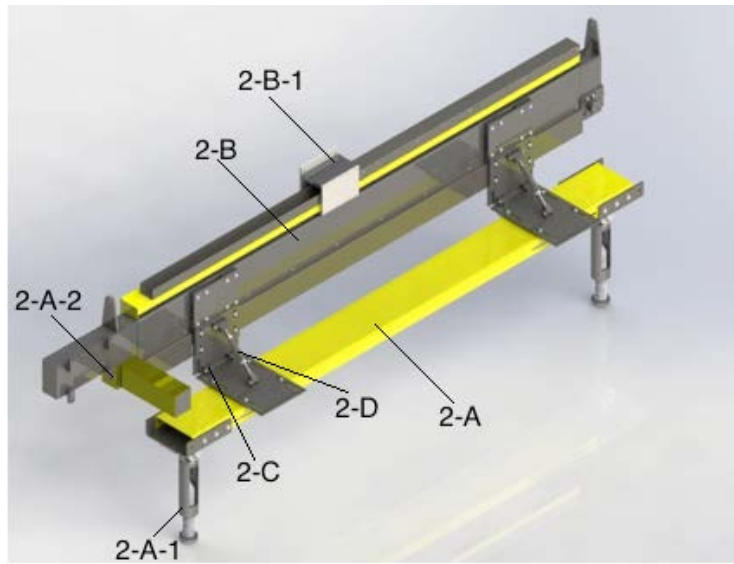


FIG. 37

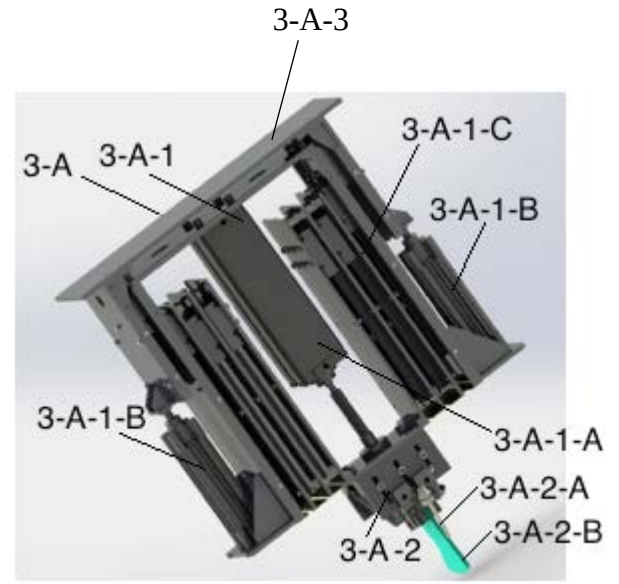


FIG. 39

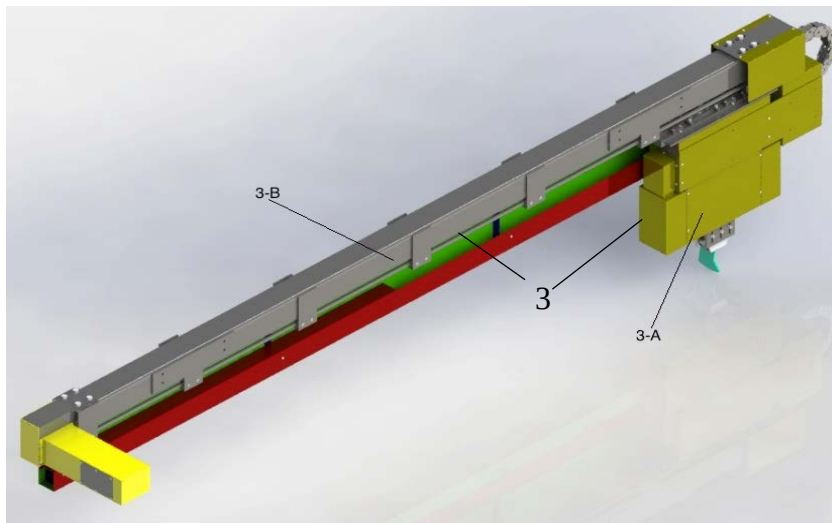


FIG. 38

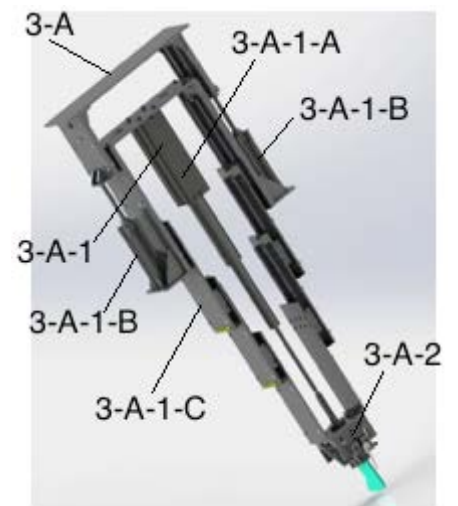


FIG. 40

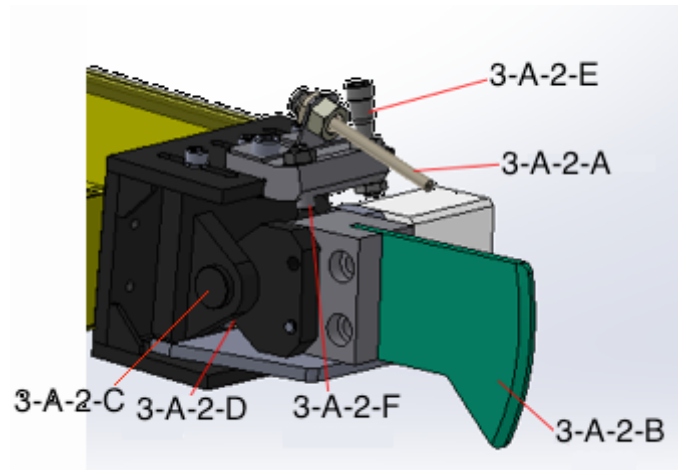


FIG. 41

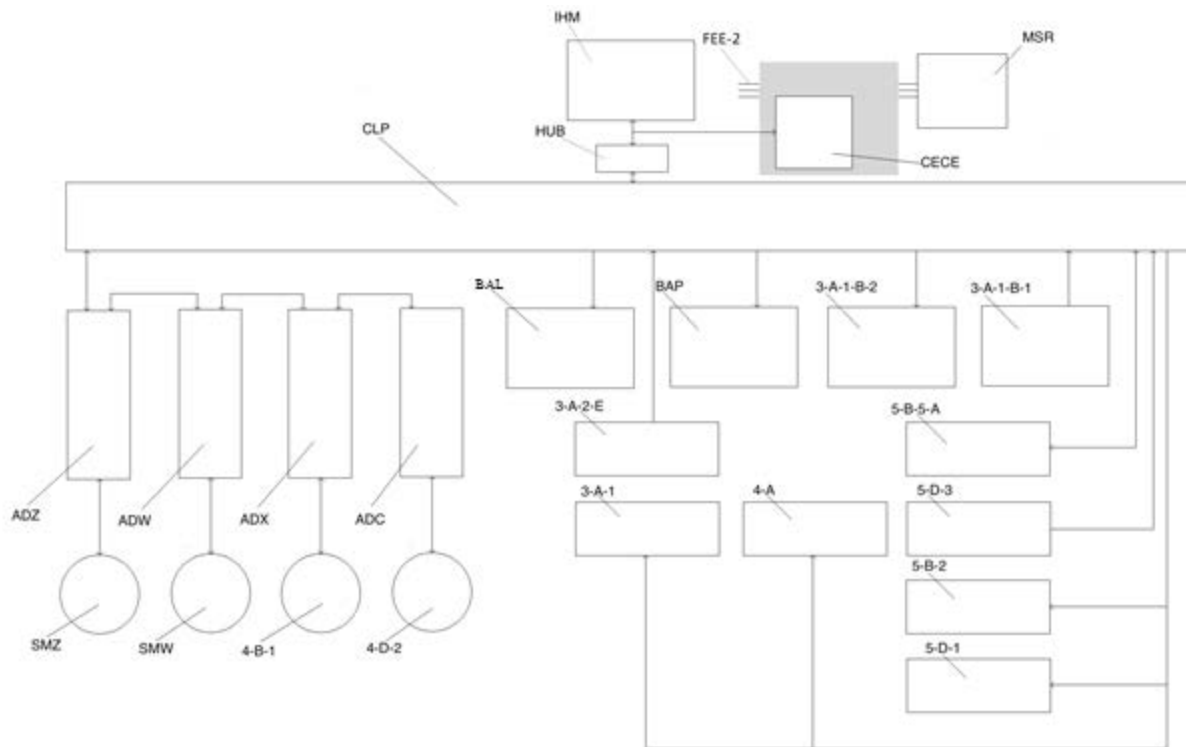


FIG. 51