

**Desarrollo de formulación de la tinta para el relleno de plumones para pintarrón y desarrollo el proceso de producción automatizado para el relleno de los mismos**

Juan Rivas, Paulino Rivero, José Aguilar, Miguel Taboada, Myceno Gómez, Federico Álvarez, Jorge Morales y Eduardo Sánchez

J. Rivas, P. Rivero, J. Aguilar, M. Taboada, M. Gómez, F. Álvarez, J. Morales y E. Sánchez  
Universidad tecnológica de tecamac, Carretera México - Pachuca Km37.5, Sierra Hermosa, 55740 Tecamac,  
Estado de México  
jrivasr@uttecamac.edu.mx

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago,  
Guanajuato, 2013.

## **Abstract**

El proyecto presentado es acorde con la LIADT que es “Desarrollo de sistemas de producción para las Pyme’s”, y el proyecto permite aplicar el enfoque de proceso sustentable debido a que se pretende reutilizar los pintarrones que ya no sirven y que son tirados a la basura lo cual genera desechos contaminantes que difícilmente son reciclados debido a que llevan el filtro y la punta de otro material que es difícil de extraer.

## **11 Introducción**

Desarrollar la formulación de la tinta base agua para el rellenado de pintarrones en al menos 4 colores básicos (negro, rojo, azul y verde) lo cual disminuye considerablemente el olor a solvente que en ocasiones molesta en los grupos de alumnos que trabajan con poca ventilación. Desarrollar una maquina con proceso automático que permita quitar la punta usada, inyectar la tinta colocar la punta nueva y colocar tapón. El proyecto también tiene otro enfoque que permite no solo poder desarrollar este tipo de producto sino que a futuro se desarrolle otros productos o servicios que son necesarios realizar como son: Diseño de sistemas de manufactura (Previa simulación), procesos digitales como el CAD/CAM y procesamiento de materiales con automatización y ensambles avanzados.

## **Metodología**

El desarrollo del proyecto se establece diversas actividades que se han desarrollado con la participación de integrantes y colaboradores las cuales se definen de la siguiente manera: Realizar un análisis de recolección de pintarrones que se utilizan en actividades académicas y definir la capacidad de producción y dimensionar el tipo de equipo; Identificar la diversidad de tamaños y formas del pintarrón y establecer el procedimiento de recolección, la cual se establece en primera instancia en la universidad e inclusive este proyecto aporta en otro plan de trabajo que la UTTEC está participando que es la obtención del distintivo denominado Empresa Socialmente Responsable; Establecer el método de limpieza de los plumones y quitarles la marca y proponer una marca propia, para que sean utilizados con higiene y que después sean rellenados y evitar tener problemas con las empresas que los venden en el mercado. Además del análisis de los costos de recolección, limpieza, rellenado y distribución; Desarrollo de la formulación de la tinta mediante experimentación de mezclas de sustancia propias para su desarrollo, realizando un análisis de composición así como de proceso de secado y limpieza del pizarrón; Diseño de la máquina automática para el desarrollo del proceso automatizado de rellenado. Mediante el diseño del sistema mecánico, control eléctrico vinculado con el control electrónico para poder manipular el sistema de transmisión y el sistema neumático de los actuadores; Construcción del prototipo considerando los sistemas del punto 5, el cual también podrá servir como una máquina de uso didáctico para que alumnos de las carreras de Procesos Industriales área Manufactura así como Mantenimiento área Industrial puedan variar sus condiciones de velocidad y condiciones diferentes de actuación en base a otro tipo de proceso y productos.

## Presentación del avance en el proyecto

Análisis de demanda de pintarrones en la zona cercana a la UTTEC que se pueden reutilizar e impacto ambiental. Primeramente se debe de verificar en la zona cercana a la Universidad Tecnológica de Tecámac, la demanda de pintarrones que son utilizados en las escuelas cercanas.

**Tabla 11** Análisis de demanda, e impacto ambiental

Cuerpo Académico de Procesos y Sistemas Industriales		Universidad Tecnológica de Tecámac	
Estatística de Profesores que laboran en la Universidad Tecnológica de Tecámac Ciclo 2011-2012 y Escuelas cercanas			
Nombre de la Institución	Profesores promedio que laboran	No. de pintarrones/profesor a la semana	Pintarrones consumidos al mes
Universidad Tecnológica de Tecámac	200	2	1600
Escuela Preparatoria de Tecámac	45	1.5	270
Escuela Secundaria "Tecámac"	50	1.5	300
Escuela Secundaria No. 1 y CBT No. 2	80	3.0	480
Escuela Secundaria No. 22 y EPO No. 37	140	3.0	420
Escuela Preparatoria Tizayuca Hgo.	40	1.5	240
Escuela Secundaria "Tizayuca" Hgo.	40	1.5	240
Escuela Secundaria Oficial 103	50	1	200
Escuela Secundaria No. 23 "Felipe Villanueva"	40	1	160
Escuela Secundaria Aérea Santa Lucía	140	2	280
<b>Total</b>			<b>4190</b>
Cantidad de plástico de PVC en kg	UTTEC(Kg)	Medio Superior (Kg)	Secundarias (Kg)
Cantidad de plástico en kg de plástico/mes, considerando 10 gr/plumón	16	19.5	6.4
Cantidad de plástico en kg de plástico/año, considerando 10 gr/plumón	192.00	234.00	76.80
Cantidad de kg de plástico en la zona cercana a la UTTEC que se evitaría desechar /año			502.80
<b>Análisis del impacto ambiental del Proyecto</b>			
<b>Efectos al ambiente en la zona cercana a la UTTEC</b>			
Cantidad de plástico de desechar polietileno de alta densidad/Año	502.80	Kg/año	
Cantidad de Pintarrón que no van a la basura	50,280	Pintarrones	De diversas marcas de pintarrones
Cantidad de desechos (0.04032dm <sup>3</sup> )	2,027.29	dm <sup>3</sup>	Se considera el volumen sin tapon
Cantidad de plástico interior que no se desecha y se reutiliza	50,280.00	piezas	es un material de compuesto de poliéster
Cantidad de Polietileno de alta densidad	50,280.00	Piezas	Tapones de diversos colores y formas

Estrategias de recolección de pintarrones para reutilizarse: Las estrategias de recolección se establecen mediante dos formas, las cuales son:

Establecer un programa de servicio social. Establecer un programa de servicio social que les permita a alumnos de bachillerato y nivel universitario una cuota de recolección de 20 pintarrones/semana que durante un periodo mensual se podrían recolectar 80 pintarrones/mes y durante un periodo de 6 meses se lograría a recolectar 480 pintarrones/semestre. Los TSU de la UTTEC en 4° Y 5° cuatrimestre tienen cumplir con este requisito. Los cuales eligen uno de los 14 programas de servicio social y este programa sería el 15° por lo que de una población de 1000 alumnos en esos cuatrimestres, si el 7% de esa población elige este programa tendríamos un total de 70 alumnos que podrían hacer la labor de recolección, lo cual genera un total de 33,600 pintarrones/semestre, que anualmente será 67,200 pzs/año que al convertirlo en peso es un total de 672 kg/año. La finalidad de este programa es poder recolectar pintarrones de otras localidades y concentrarlo en la UTTEC.

Ofrecer a la venta la tinta por color (negra, azul, verde y roja). Con una jeringa para que el mismo usuario que desee pueda recargar su pintarron cuando lo desee. Esta estrategia permitirá que se pueda expandir el mercado, para ello necesariamente es indispensable el registro del modelo de utilidad de la tinta para no tener problemas del tipo legal con los fabricantes de pintarrones y ofrecer esta tinta con marca propia. Ya que quedara a juicio del usuario de reutilizar su pintarron o comprarse uno nuevo cuando así lo requiera.

Calculo de capacidad de producción de la maquina. De acuerdo a los datos de la demanda sumando la recolección de escuelas cercanas de 50280 piezas + 67,200 piezas recolectadas con servicio social = 117,480 piezas recolectadas /año ,se determina una capacidad de producción para la maquina con una eficiencia del 80% en un turno de 8 horas descontando una hora de comida laborando 5 dias por semana. Y calculando la producción por hora, se realiza el siguiente análisis:

**Tabla 11.1** Calculo de la velocidad de producción de la maquina

117480	Pzs/año	Se suman la recolección en escuelas 50280 pzs/año + recolección con serv. Social de 67200 pzs/año
71390	pzs /mes	
3399.52381	pzs/dia	Considerando 21 dias habiles /mes
5.95	hr efectivas/turno	considerando 7 hr efectivas y 80% de eficiencia
571.3485394	pzs/hora	
9.522475657	pzs/minuto	se puede redondear a 10 pzs/min
0.105014708	min/pza	
6.300882477	seg/pza	Ritmo de producción de la maquina

Determinación de la formulación de la tinta (sustento de la experimentación): El estudio que se lleva a cabo es sobre las tintas utilizadas para utilizar los pintarrones que son utilizados por el profesor y que en un momento determinado este pintarrón ya perdió su efecto de pintar, el objetivo es el producir la tinta para inyectarse al plumón que ya no tiene uso y se vuelva a utilizar.

Describo información de lo que es su marco teórico sobre lo que se estudia de las tintas.

¿Qué es una tinta?

Una tinta es una mezcla homogénea de materia colorante, resinas, disolventes y algunos aditivos cuya finalidad es reproducir una imagen sobre un soporte mediante un proceso de impresión. Los ingredientes utilizados en la fabricación de las tintas de imprentas, se pueden dividir en tres grupos principales:

Fase continua: vehículos y barnices.

Fase dispersa: pigmentos.

Componentes de las tintas: Los pigmentos son sustancias insolubles que se presentan en formas de finísimas polvo. Tienen la propiedad de dispersarse en el barniz o en el vehículo.

Los colorantes son sustancias solubles en el medio en el que se utilizan: alcoholes, hidrocarburos y otros disolventes. Así por ejemplo las tintas de hueco utilizan colorantes solubles en hidrocarburos como el tolueno o el xileno; en flexografía se utilizan colorantes solubles en alcohol.

La característica esencia de las tintas que emplean colorantes es su transparencia.

Propiedades reológicas: La reología estudia los materiales fluidos y sus deformaciones. Los materiales fluidos siguen las leyes del flujo. Las principales propiedades reológicas son: - Tixotropía. Las tintas presentan una viscosidad acentuada cuando se mantienen en reposo durante cierto tiempo. Al agitarlas se vuelven más fluidas y cuando dejamos de agitar regresan a su estado inicial.

Viscosidad. Es la resistencia que presenta los líquidos a fluir.

Si una determinada concentración de pigmentos una composición de resinas o un tipo de vehículos permitirán su utilización en máquina y sobre un soporte que determinado.

Mecanismos de secado de las tintas: El secado es la operación a través de la cual la tinta pasa del estado viscoso al estado sólido, es decir, seca al tacto. Los procesos físicos o químicos que intervienen deben fijar sólidamente la tinta al soporte.

Secado por evaporación Se entiende por evaporación de una sustancia el paso del estado líquido al estado gaseoso. La evaporación de un líquido depende de su naturaleza. Hay líquidos mucho más volátiles que otros. La evaporación se ve favorecida por la circulación de aire aplicación de calor. Las tintas de huecograbado se secan por evaporación, su vehículo está compuesto fundamentalmente por resina y disolventes. Inmediatamente después de la escritura este disolvente se evapora y deja fijada en el soporte.

Cuando la tinta ya está en el pizarrón, interesa que se seque lo más rápido posible.

Experimentación de la producción de tintas para los pintarrones:

1.- Experimentación con pigmentos inorgánicos, resinas orgánicas, solventes, de diferentes clases, sin obtener resultados adecuados en su secado.

2.- Experimentación con pigmentos orgánicos, con resina orgánica, solventes polares, la estabilidad fue mejor sin embargo la evaporación y el secado en el pizarrón, presenta mancha al borrar.

3.- Experimentación se hará con pigmentos solubles en agua y mezcla de alcohol-cetona y resina orgánica, en principio presenta mejor resultado de los dos experimentos anteriores.

Experimentos pendientes por realizarse:

4.- Experimentación con tonalidades diferentes y someterlo a prueba en el refractómetro para verificar la cantidad de pigmento de resina y solvente.

5.- Mediante el uso de viscosímetro se verificaría la viscosidad de la composición de los elementos de la fórmula.

## 11.2 Diseño del prototipo

Desarrollo de las ideas propuestas en el diseño mecánico para determinar los accesorios de montaje, y sistema neumático.

Se trabajaron ideas de diseño de la maquina rellenadora de pintarrones, en primer instancia el diseño mecánico de las diversas partes que integran la maquina, se presentan tres propuestas las cuales se describen a continuación:

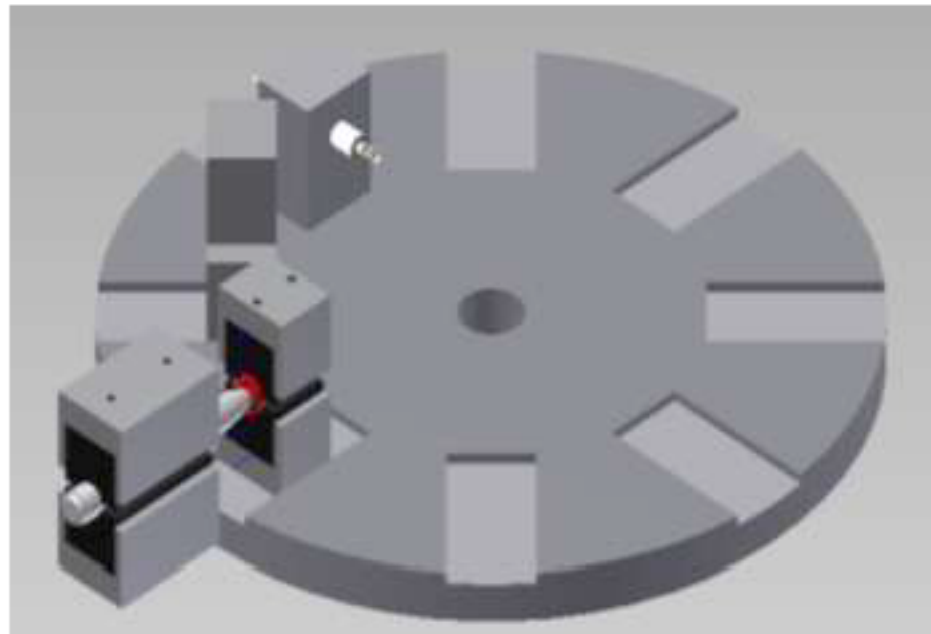
Propuesta No. 1. Diseño de proceso de rellenado tipo carrusel. En una primera intensión para el desarrollo de la rellenadora de marcadores, se realizo una propuesta de rellenado de marcadores en forma individual, partiendo de retirar el tapón del marcador, después la punta y por ultimo sin desmontar el cartucho de tinta original inyectar la tinta para la recarga y volver armar el marcador.

A continuación se muestran las imágenes de cómo se desarrollaría dicha propuesta.

Como podrá apreciarse se consideró un plato con guías donde correrán mordazas de sujeción para la realización de las actividades de rellenado.

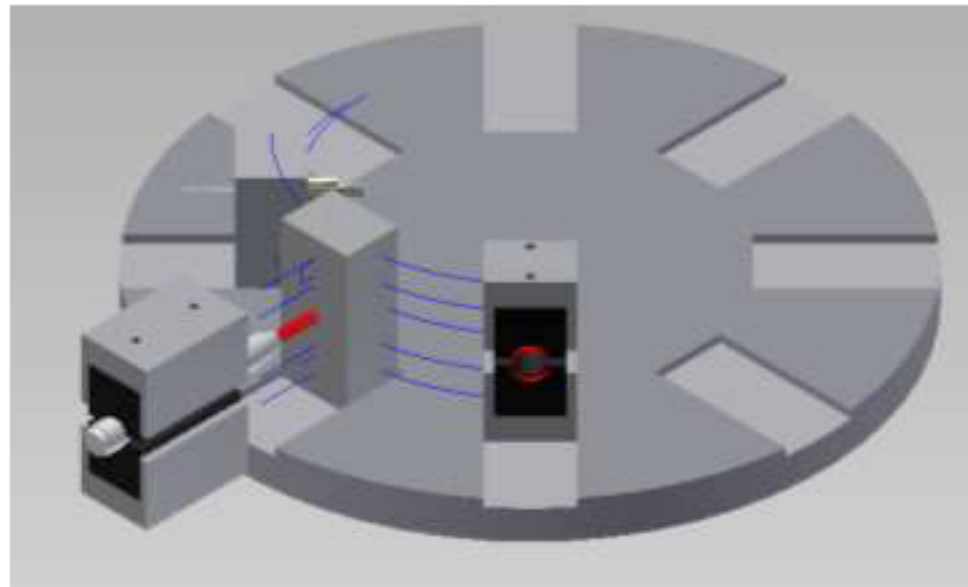
En la primera fase se retira el tapón por medio de dos mordazas que se desplazan para este efecto, como se puede apreciar en la figura 11.

**Figura 11** Retirada del tapón



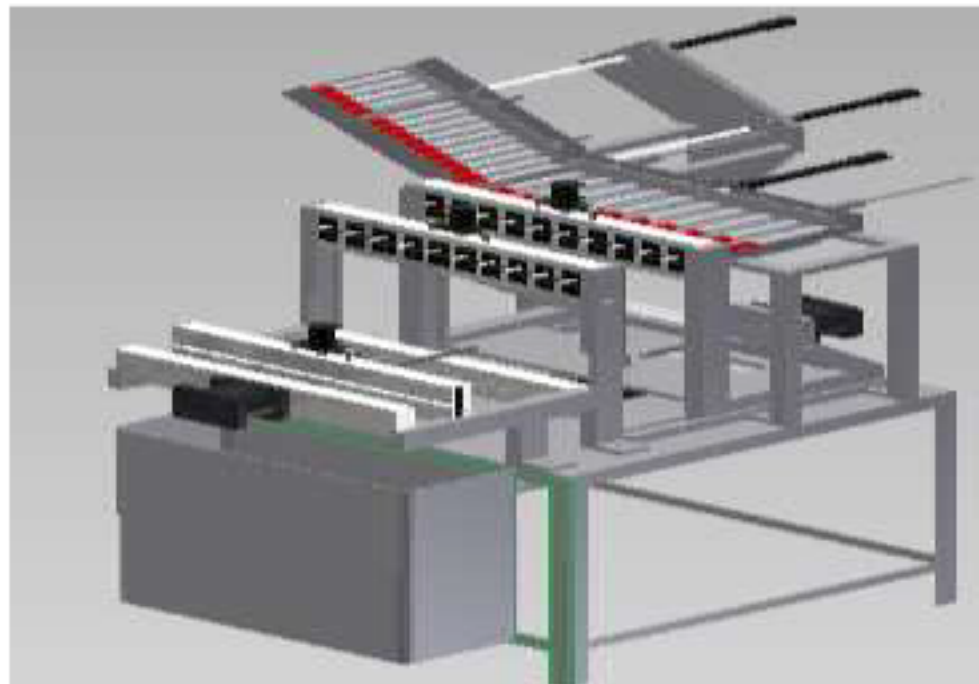
En una segunda fase se pretende retirar la punta, como se puede observar en la figura 11.1

**Figura 11.1** Retira de la punta de trazo



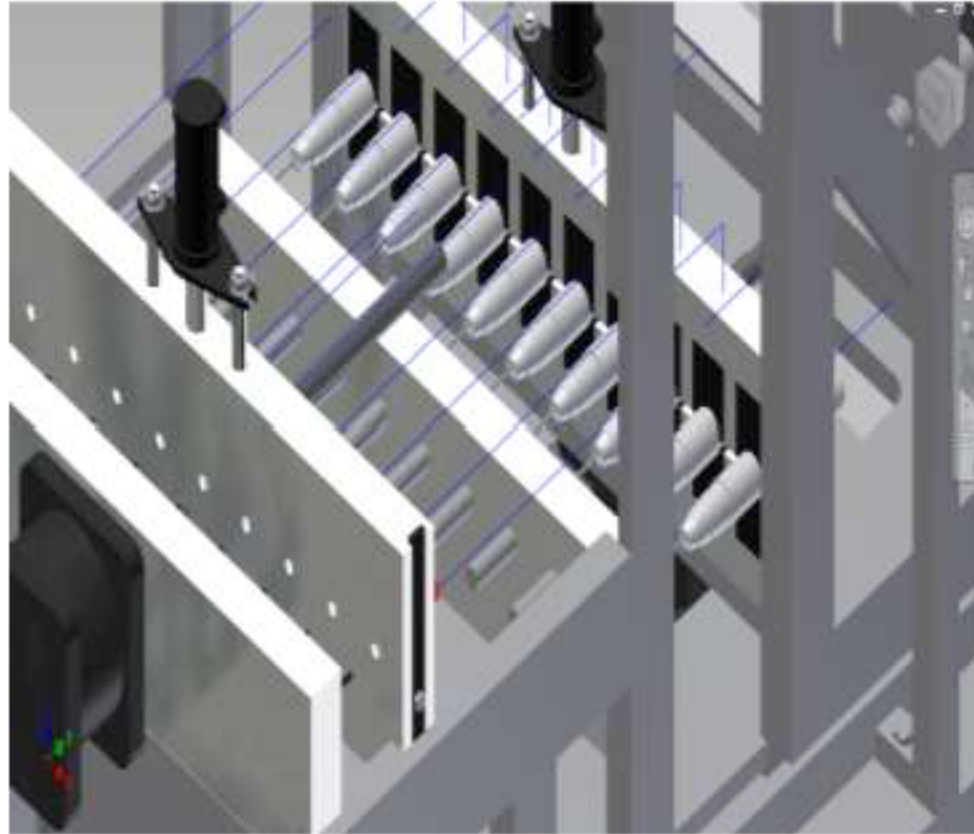
Debido a que la primera opción se complicó la instalación de los elementos de automatización se tomó la decisión de cambiar la perspectiva del proyecto, motivo por el cual se desarrolló la propuesta 2. Propuesta No. 2 Rellenado de pintarrón por lotes de 10. En la figura 11.2 se puede apreciar el desarrollo de la nueva propuesta, esta consiste en recargar los marcadores en lotes de diez en diez, es decir, retirar el tapón, la punta, recargar el cartucho original del pintarrón por medio de inyección de tinta sin desmontar, posteriormente volver a armar el pintarrón.

**Figura 11.2** Segunda propuesta de rellenadora



A continuación se muestran los pasos de cómo se desarrollarían las actividades en el equipo. En primer instancia se comenzaría por retirar el tapón en juegos de diez piezas, en la figura 1.3, se puede apreciar la secuencia de cómo el equipo retiraría los tapones.

**Figura 11.3** Inyección de tinta a los diez pintarrones

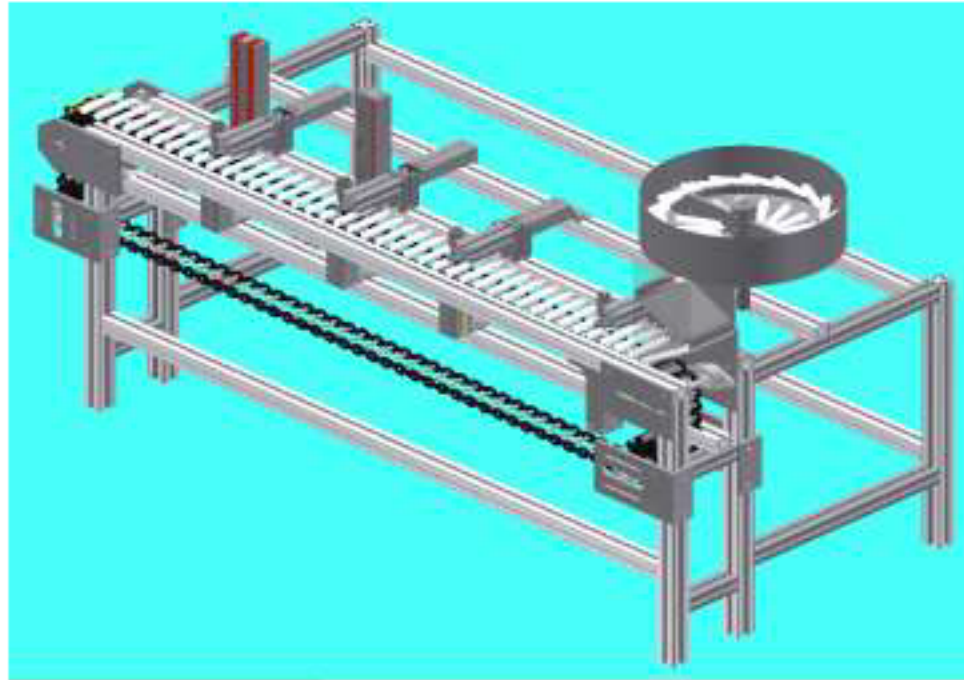


Como se podrá apreciar los equipos neumáticos propuestos para algunas de las funciones ya están instalados, lo que permite que se puedan colocar sin ningún problema. También se puede apreciar que se podrán hacer recargas de los pintarrones de diez en diez piezas, lo que incrementaría la productividad del equipo con respecto de la opción uno.

Propuesta No. 3 Proceso de llenado con proceso continuo. Finalmente de opto por un equipo de servicio continuo, donde el pintarron lleve un viaje de principio a fin sin recurrir a la pérdida de tiempos debida al retorno de elementos que ocasiona el equipo al volver armar el marcador. Actualmente se está trabajando con la propuesta 3 para el logro de un proceso continuo.

El avance que se tiene de la propuesta 3 se muestra en la figura 11.4. En primaria instancia la configuración de espacio y soporte serán más robustos, es decir, requieren más área de instalación.

**Figura 11.4** Vista isométrica de la maquina re llenadora, incluyendo el sistema neumático, sistema de transmisión y estructura ensamblada



En la siguiente página se indica el despiece de los elementos que integran la máquina que incluye además el nombre de las diferentes partes. De este listado se desprenden las requisiciones de materiales.

**Figura 1.5** Estructura armada con el aluminio estructural de la maquina



Por razones administrativas de adquisición de equipo aun no se ha terminado de construir la maquina falta instalar el equipo neumático, lo eléctrico, el control electrónico y la transmisión. Determinación de los materiales y equipo para el sistema neumático: Se seleccionaron los actuadores en función de las necesidades de movimiento y manipulación del proceso automatizado. Diseño del sistema de control eléctrico y electrónico.

El sistema de control eléctrico y electrónico debe de controlar el sistema neumático y sincronizar los movimientos de tal manera que se cumpla la siguiente secuencia de proceso:

1° Activación de un motor para que haga girar el alimentador que tiene un seguidor para que dosifique la alimentación de pintarrones a la primera operación.

2° Detectar la correcta posición y si no se cumple con un cilindro de doble efecto y con giro rotatorio a 180° posicionar el marcador para la siguiente operación.

3° Posicionar para quitar la punta del pintarron.

4° Posicionar para Inyección de tinta mediante un dosificador automático.

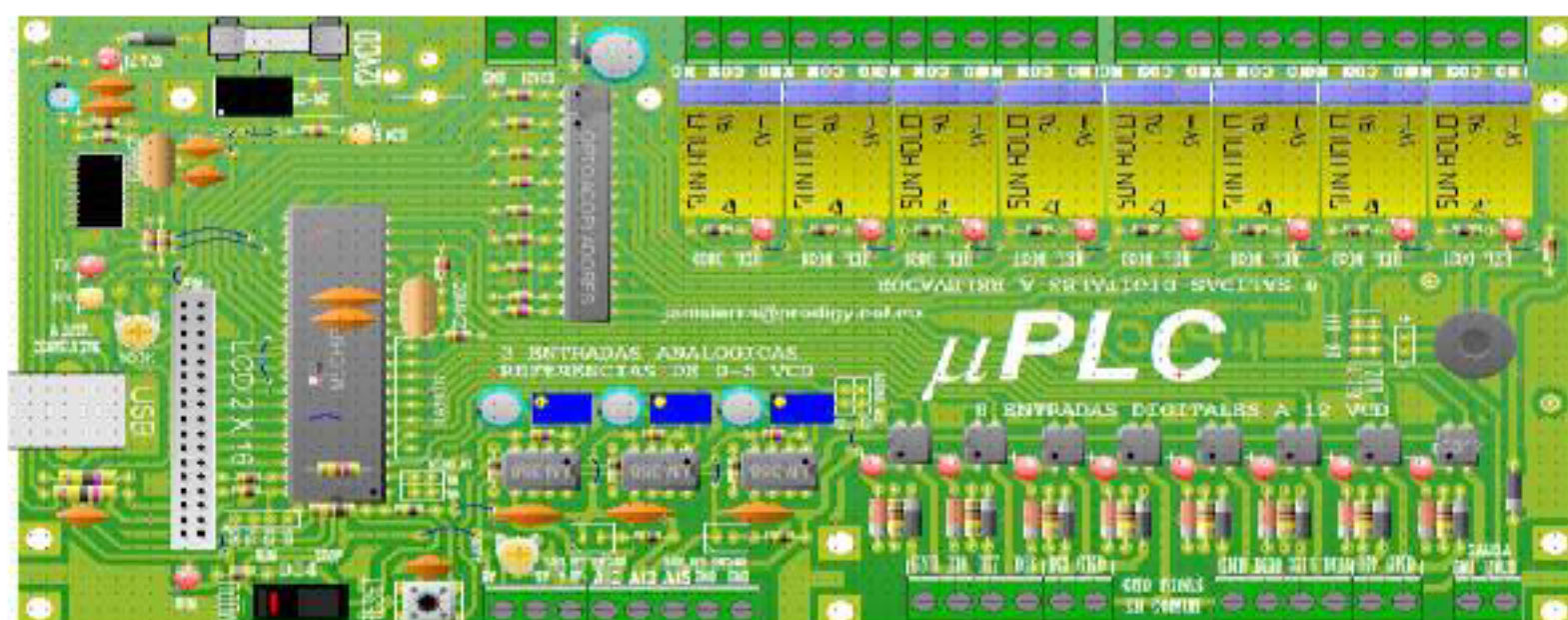
5° Posicionar para colocación de la punta nueva.

6° Posicionar para colocación de tapón.

Con estas condiciones se desarrollan los diagramas de control correspondiente, logrando determinar el listado de materiales para controlar mediante una tarjeta electrónica que funciona como PLC y que debe conectarse a una interface para el control del equipo neumático en coordinación con el motor paso a paso.

En la figura siguiente se describe el diseño virtual de una tarjeta PLC que se instalara en la máquina, la cual es de diseño propio y que comparada con los PLC que existen en el Mercado es mas económica, aproximadamente del 60% del costo de un PLC de marca.

**Figura 1.6** Tarjeta PLC Microcontrolada



### 11.3 Resultados

Prototipo en desarrollo, con mecanismos de transmisión automática, por medio de motor paso a paso, controlado con tarjeta micro-controlada de diseño propio que sincroniza el sistema neumático y la transmisión con velocidad de 6 seg/pza.

Tinta de color negro de desarrollo propio base agua Inholora, que permite darle mas vida útil al marcador. Para disminuir 502 kg/año de desechos plásticos provenientes de los marcadores en la región de Tecamac, Aun falta desarrollar los otros tres colores (azul verde y rojo que son los mas comunes. Una vez concluido se procederá a registro de patente para que se pueda difundir su aplicación en este proyecto.

### 11.4 Referencias

Bosh, R. (2012). Manual de equipo lineal y de ensamble.

Company, C. C. (2010). *Información de negro de humo Raven para aplicación en tintas.* USA.

*Diccionario enciclopédico popular ilustrado Salvat*, 1995

*Journal of Chemical Education. Chemical composition of fountain penink*, Martin Gil J, Ramos Sanchez MC. 2006

[http://www.snie.sep.gob.mx/estadisticas\\_educativas.html](http://www.snie.sep.gob.mx/estadisticas_educativas.html), (Estadísticas históricas por Escuelas. Alumnos y Maestros, según el nivel educativo desde 1893 a 2010 Nacional). Accesado el 04 de noviembre de 2010.

*Catalogo digital SMC, Worldwide leading experts in pneumatics*

*Catalogo digital festo* [http://www.festo.com/pnf/es-mx\\_mx/products/catalog](http://www.festo.com/pnf/es-mx_mx/products/catalog), utilizada el 17 de julio 2012

Autodesk Inventor, Software de diseño versión 2010.