

DISEÑO DE EQUIPO PARA EL MECANIZADO DE LA PIEZA WELDOLET

Andrés Clavijo (aclavijo@usb.ve)^(1p)

Eucario Contreras (eucario@usb.ve)⁽²⁾

Renzo Boccardo (rboccard@usb.ve)⁽³⁾

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR

RESUMEN

La pieza Weldolet es un producto utilizado en la industria petrolera para hacer una derivación en un sistema de tuberías o simplemente para generar tomas de presión. La geometría del weldolet presenta un chaflán que varía dependiendo de la tubería a la cual se va a empalmar. En los países desarrollados, el método de fabricación de la pieza es por forja, pero para los niveles de producción de Venezuela no es rentable este uso.

Por esta razón, la empresa COSIVE C.A. le solicita al Laboratorio de Modelos y Prototipos a través de FUNINDES USB, el diseño de una máquina que permita hacer el mecanizado de la curvatura de la pieza. La solución propuesta se basa en la idea de utilizar piezas patrón que van a tener la curvatura de la tubería, un copiador hidráulico y un cabezal tipo fresadora. Mediante el uso del copiador se sigue la curvatura de la pieza patrón, acercando y alejando la pieza a mecanizar de la fresadora mientras gira.

El proyecto se encuentra actualmente en la etapa de diseño de detalle. Pronto se espera comenzar la adquisición de materiales y equipos.

ABSTRACT

The Weldolet part is a product used in the oil industry in order to create a derivation in a pipeline system or just to make pressure intakes. The weldolet's geometry has a variable chamfer that depends on the pipeline diameter to which is going to be joint. In industrialized countries, the manufacture's method uses a forge. But, to the Venezuelan's production levels, this method is not profitable.

Therefore, COSIVE C.A. Company required from “Laboratorio de Modelos y Prototipos” through FUNINDES USB, the designing of a machine that allows to do the part’s curvature-shape. The proposed solution is based on the idea of using a model part with the pipeline curvature-shape, a hydraulic copier and milling machine. Hydraulic copier follows the model part’s curvature-shape and moves the turning part back and forth to the milling machine, in order to obtain the best results.

The project is on the detail-designing step. We will start the acquisition of materials and equipment.

1. JUSTIFICACIÓN

En un sistema de tuberías, en la derivación hecha con el weldolet puede existir una reducción en la ramificación (Ver *Figura 1*). La existencia de una variada combinación de diámetros de tubería con diámetros del weldolet, hace que la geometría en la zona de contacto (chaflán a 35°) sea diferente para cada combinación. La empresa COSIVE C.A. cuenta con la maquinaria convencional para la elaboración de sus productos. Poseen los moldes de la pieza sin chaflán para la forja, pero el chaflán se realiza manualmente. En los países desarrollados, existe un molde de forja para cada combinación, proceso muy costoso para Venezuela cuya aplicación no es rentable. La idea es automatizar el proceso de mecanizado del chaflán.

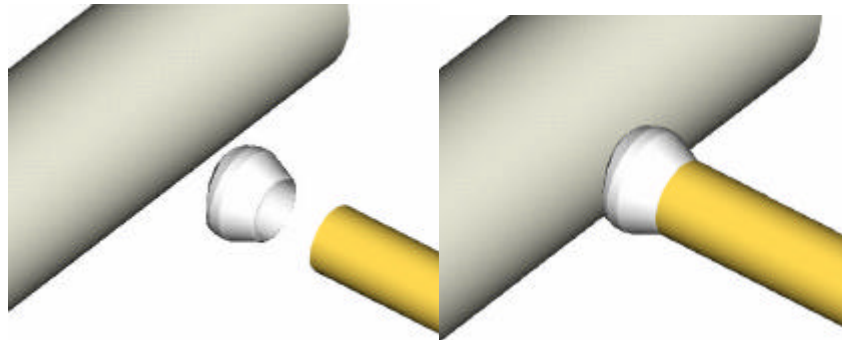


Figura 1: Vista en Isometría del empalme o derivación

En la *Figura 2* se muestra como varía la curvatura del weldolet con respecto al schedule y al diámetro de la tubería que se va a conectar. El número de combinaciones posibles, este alcanza el valor de 152.

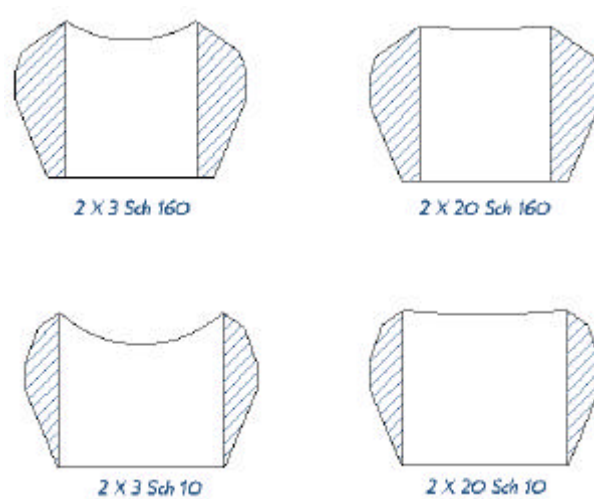


Figura 2: Variación de la curvatura dependiendo del schedule de la pieza

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El propósito del proyecto es diseñar una máquina o equipo que permita realizar el mecanizado de la curvatura y chaflán a la pieza weldolet. Adicionalmente el equipo debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Producir weldolets de 2, 3, 4 y 6" orientadas a tomas en tuberías desde 2" hasta 20".
- El schedule pueden variar en los weldolets desde 10 hasta 160
- El material del weldolet es acero al carbono ASTM-A105 normalizado.
- Volúmenes de producción para weldolets de 2, 3, 4 y 6" deben ser de 200, 150, 100 y 100 piezas al día.
- La máquina debe ser manejada por un solo operario para realizar las operaciones de ajuste, puesta a punto y suministro manual del weldolet.

3. PROPUESTAS DE DISEÑO

Aplicando metodologías de diseño, se estableció que se deseaba buscar la forma de hacer girar la pieza mientras se desplaza axialmente hacia adelante y hacia atrás utilizando una fresa o una piedra de esmeril para remover el material. Para esto, se plantearon alternativas donde se destacan las siguientes:

1. Utilizar levas que muevan la pieza axialmente y combinado con el movimiento de rotación de la pieza, puedan generar la superficie al mecanizar.

2. Utilizar motores de paso (equipos de control numérico) para mover la pieza, tanto para girarla como para desplazarla, utilizando computadoras programadas con las diferentes curvas.
3. Basados en el principio de máquinas copadoras donde se utiliza un aparato hidráulico que utiliza un palpador que se mantiene en contacto con la pieza a copiar (pieza patrón) transmitiendo el movimiento a un cabezal de fresado o a una torreta de torno, que se encarga de retirar el material a la copia. La ventaja es lo simple del sistema hidráulico y de fácil adquisición en el mercado.

4. PROPUESTA SELECCIONADA

Al analizar las ventajas y desventajas de las tres alternativas señaladas, se opta por utilizar la idea del copador hidráulico, debido a las facilidades que brinda tanto de diseño como económicas.

El copador va a estar destinado a transmitir el movimiento axial de la pieza patrón a la pieza copiada la cual está montada sobre él y va a estar girando. Un mecanismo que rota a la misma velocidad de la pieza a mecanizar, se adapta al palpador del copador hidráulico manteniéndose siempre en contacto con la pieza patrón. Se pretende utilizar una fresa como mecanismo de remoción de material, mientras se monta la pieza sobre un plato giratorio de un torno.

5. DISEÑO DE DETALLE

El diseño de detalle parte en el momento en que comienzan a calcularse los motores que se van a usar, las herramientas de corte, etc., en función de lo estipulado en las especificaciones entregadas por el cliente. Por otro lado, la máquina tiene semejanza con equipos que usan sistemas o mecanismos similares, por lo que se comienza con la búsqueda de accesorios como platos y copadores hidráulicos. Para simplificar el trabajo, el equipo se dividió en tres módulos:

5.1. Fresadora

El módulo de la fresadora se encuentra fijo, con el desplazamiento vertical libre para graduar el tamaño de las piezas a mecanizar. En la *Figura 3* se presenta la configuración final del cabezal, se puede observar la inclinación del cabezal respecto a

la horizontal, la fresa, el motor eléctrico, el tornillo de avance y las guías verticales de fijación. También, se puede destacar lo siguiente:

1. El motor eléctrico se seleccionó basado en una velocidad de giro de la herramienta constante de 500 r.p.m. y una potencia necesaria para el corte de 5 hp.
2. Se pretendía seleccionar el motor con caja reductora incluida, pero para los motores que existentes en el mercado, era difícil obtener una reducción tan pequeña, así que se decidió diseñar la caja completamente.

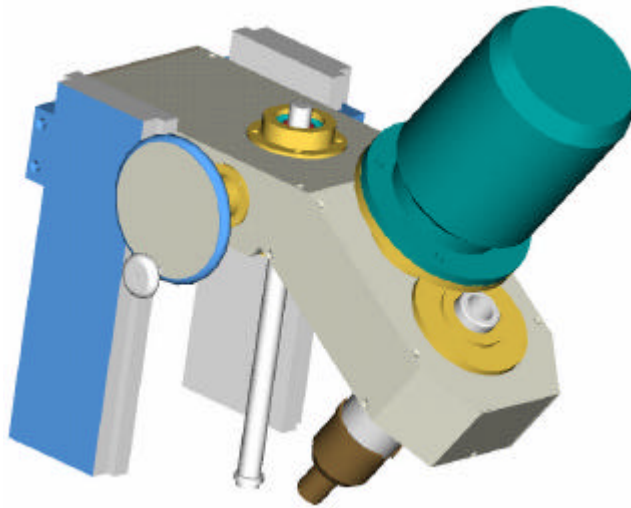


Figura 3: Configuración final del cabezal de fresadora

3. Para diseñar el tornillo de avance vertical se calculó el peso del cabezal y se estimó la fuerza que puede realizar un operario al girar la manivela. El mecanismo incluye engranajes cónicos para cambiar la dirección del tornillo de avance.
4. Por otro lado, las manivelas del equipo fueron diseñadas de manera que no se altere su posición debido a golpes accidentales, es necesario empujarla para girar, es decir, siempre tiende a estar desacoplada del equipo.
5. Por ser una máquina cuyas cargas son elevadas, el diseño en general es lo suficientemente robusto como para evitar cualquier posible falla estructural.
6. La fresa de corte tiene 20 insertos de Vidia de gran resistencia y duración.

5.2. Pieza patrón

La pieza patrón es un elemento estático e intercambiable dependiendo de lo que se quiera producir. Al principio se pretendía que el cabezal de fresado, a parte de subir o bajar, también debía desplazarse hacia delante o hacia atrás, para poder graduar la profundidad de las pasadas en el mecanizado. Posteriormente, se decidió trasladar ese movimiento a la pieza patrón (Ver *Figura 4*).

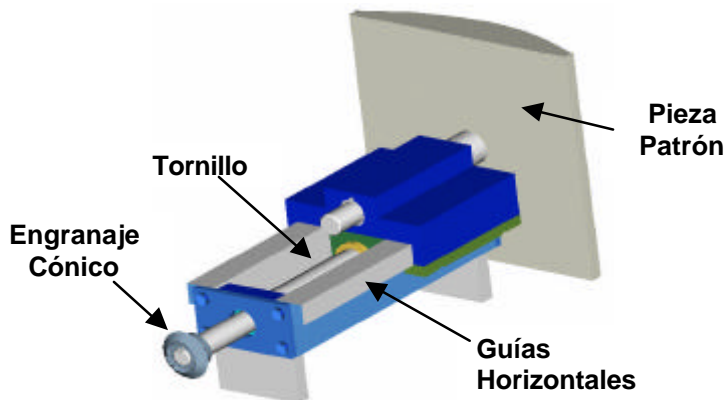


Figura 4: Sistema de la Pieza patrón

El diseño incluye la fabricación de diferentes piezas patrón, una para cada tubería con la que se quiera conectar el weldolet, la idea es que tenga copiada en su superficie la curvatura de la tubería a la cual se va a conectar. También, el diseño cubre el hecho de que éste elemento se va a estar reemplazando, por lo que el sistema de montaje y desmontaje es muy sencillo.

5.3. Sistema de copiado

El sistema de copiado incluye varios elementos importantes de esta máquina. La pieza a mecanizar se va a colocar sobre el copiado, lo que involucra el montaje de un plato con mordazas y a su vez un motor que permita que la pieza gire a una velocidad adecuada.

La velocidad se estimó cercana a 1 r.p.m. para trabajar a una potencia de 1 HP. Al intentar buscar un motor eléctrico que cumpliera con dichos requerimientos, se necesitaba conectarlo a dos cajas reductoras, lo que convertía el sistema en algo muy costoso y pesado. Una solución práctica es utilizar un motor hidráulico.

Para agilizar el proceso de cambio de pieza, se decidió utilizar un plato hidráulico automático. También, se adquirió un modelo usado de un copiador hidráulico. El giro de la pieza se transmite por engranajes del motor al plato hidráulico apoyado sobre rodamientos cónicos, los cuales están alojados en dos pletinas que descansan sobre el copiador hidráulico (Ver *Figura 5*).

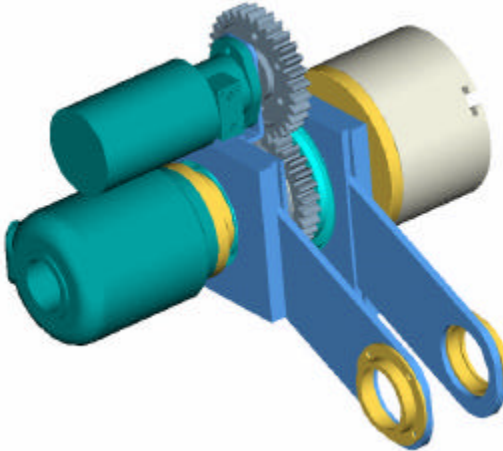


Figura 5: Montaje del Motor y Plato hidráulico

El palpador es un disco a través del cual pasa un tornillo que permite ajustar el diámetro de la pieza a mecanizar 2",3",4" o 6", con su respectivo schedule. El palpador va a rotar a la misma velocidad que la pieza.

En la *Figura 6* se puede apreciar que el sistema del palpador, compuesto por el disco, eje nervado, cubo nervado, polea y chumaceras, descansa sobre dos ejes guías, el cual a través de rodamientos lineales le permite deslizar axialmente.

El problema fundamental de esta disposición de la máquina, es que los movimientos de desplazamiento axial y rotación no están separados. Tanto el palpador como la pieza que se está mecanizando están girando y desplazándose hacia delante y hacia atrás en sincronía.

El movimiento axial se transmite a través del contacto entre la pieza patrón y el palpador. Al moverse el palpador, se acciona el copiador y éste a su vez mueve la pieza montada en el plato hidráulico.

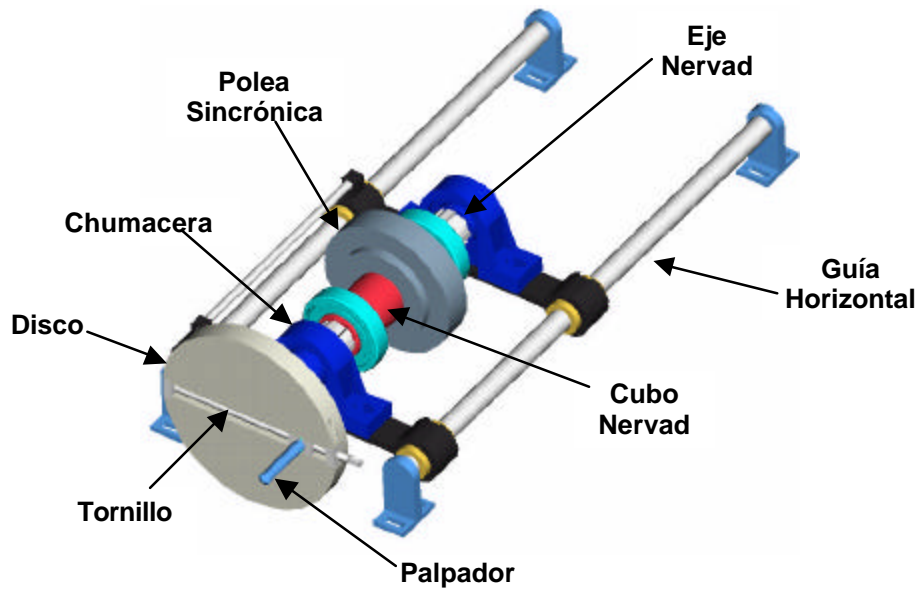


Figura 6: Sistema completo del palpador

Por otro lado, el plato que está rotando con la pieza, tiene en su eje principal una polea sincrónica que transmite la rotación al eje del palpador. Cabe destacar que el movimiento axial debe ser independiente entre el palpador y el plato hidráulico, aunque en funcionamiento deberían moverse de la misma forma, mientras que la rotación debe ser totalmente dependiente. Para lograr esto, la polea que está sobre el eje del palpador, está montada sobre un perfil nervado que la deja libre axialmente mientras gira. Para tener una idea del mecanismo, en la *Figura 7* se anexa una imagen del sistema completo.

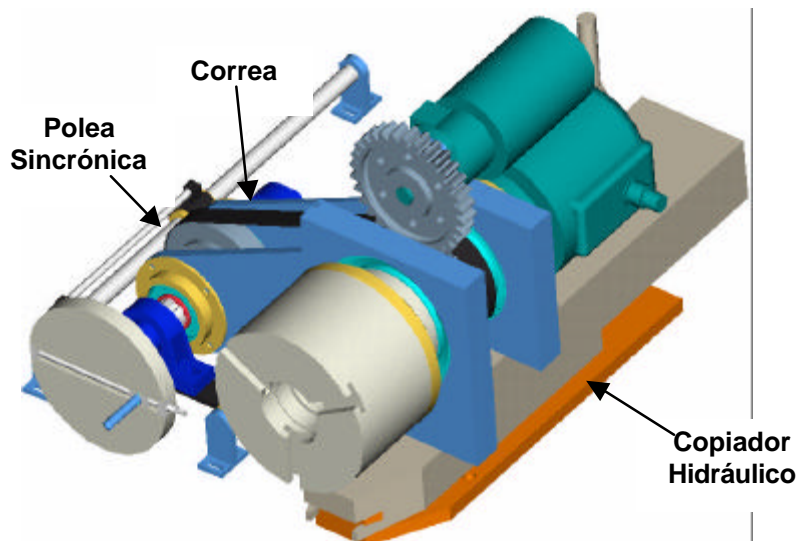


Figura 7: Sistema de copiado

Por último, se anexa una imagen donde se puede apreciar el tamaño de la máquina con respecto a una persona promedio, de esta manera se comprobaron que la altura y disposición de la máquina era ergonómicamente correctas para el operario, así como la ubicación de las manivelas y tablero de control (Ver *Figura 8*).



Figura 8: Vista global de la máquina

6. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

- Se han alcanzado todas las fases de diseño. Actualmente se está haciendo la requisición para la compra de materiales, y así comenzar la construcción del equipo.
- Se continúa la generación de planos de fabricación y el afinado de algunos detalles.
- Queda por definir el diseño y distribución del sistema hidráulico, que incluye el plato, copiador y motor hidráulico.
- La máquina no deja de ser un prototipo al cual se le pueden incluir mejoras de diseño, las cuales serán necesarias una vez que el equipo sea construido y probado.

7. CORRESPONDENCIA

Prof. Andrés G. Clavijo V.,

Universidad Simón Bolívar, Valle de Sartenejas, Caracas – Venezuela.

Telf: 58-212-9064033 e-correo: aclavijo@usb.ve