

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

(19) ES	(21) NUMERO	(10) A2
	429.394	
(22) FECHA DE PRESENTACION		

1er CERTIFICADO DE ADICION

(1) PRIORIDADES (2) NUMERO	(3) FECHA	(4) PAIS
389.446	20 de agosto de 1.973	Norteamerica
(5) FECHA DE PUBLICIDAD	(6) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(7) PATENTE A LA CUAL SE ADICIONA
	B23Q // B63H	
(8) TITULO DE LA INVENCIÓN		
Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal número 403.854, presentada el 19 de junio de 1.972, sobre: PERFECCIONAMIENTOS EN APARATOS PARA ORIENTAR Y SITUAR UNA PIEZA DE TRABAJO.		
(9) SOLICITANTE (S)		
AVONDALE SHIPYARDS, INC, entidad norteamericana		
(10) DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
residente en Post Office Box 50280, New Orleans, Louisiana 70150, E.E.UU. de A.		
(11) INVENTOR (ES)		
(12) TITULAR (ES)		
(13) REPRESENTANTE		
D. Jaime Gomez-Acebo y Modet		

La presente invención se refiere a unas mejoras introducidas en la patente principal número 403.854, presentada el 14 de junio de 1.972, sobre: Perfeccionamientos en aparatos para orientar y situar una pieza de trabajo, especialmente para mecanizar una pieza de forma complejas, utilizandose para su conformación una fresa mandrinadora horizontal controlada numéricamente.

5.

En la técnica del mecanizado de hélices marinas de gran tamaño, de al menos nueve metros de diámetro y con un peso de 80 toneladas o más, es necesario mecanizar cada hélice en dimensiones exactas y en formas geométricamente complejas.

10.

Una forma de mecanizar las helices de gran tamaño, y que se utiliza comúnmente en los Estados Unidos, es la de moldear una hélice en una forma generalmente aproximada a su forma final, utilizando una plantilla de fundición de madera hecha a mano como caja de fundición, limpiar la pieza fundida, y realizar el acabado final de la hélice a mano, utilizando máquinas accionadas manualmente, tales como rectificadoras, herramientas para el arranque de virutas, etc. Se trata de una operación enormemente cara y que lleva mucho tiempo, dado que el mecanizado de una hélice de gran tamaño puede llegar a ocupar hasta 4.000 horas/hombre.

15.

20.

Existen máquinas comercialmente disponibles para mecanizar hélices, pero estas máquinas tienen importantes desventajas. Una de tales máquinas es una fresa especialmente fabricada para hélices que tiene un coste de aproximadamente millón y medio de dólares y utiliza una mesa giratoria y husillos giratorios y de rotación para realizar el mecanizado. No obstante, esta máquina tan cara no produce un buen

25.

30.

5. acabado de superficie en la pieza final, por lo que exige un trabajo considerable de acabado a mano, no utiliza eficientemente la potencia disponible debido a la orientación en ángulo de su husillo, y es incapaz de mecanizar muchas partes de la pala de la hélice, como por ejemplo el núcleo, las curvas de unión y el contorno de la pala.

10. Otra máquina mandrinadora comercialmente disponible que tiene nueve ejes de movimiento, utiliza dos husillos giratorios con juntas movibles para mecanizar las palas individuales de hélices de paso variable. Estas máquinas, sin embargo, no pueden mecanizar las hélices de una sola pala unitaria, y por consiguiente sólo pueden utilizarse en unión con una proporción relativamente pequeña de las hélices marinas que se fabrican. De igual modo, el uso en esta máquina de juntas movibles da lugar a una pérdida sustancial de la rigidez de la máquina, reduce la capacidad de la máquina para transmitir con eficiencia la potencia y por consiguiente conduce a un uso ineficiente de la potencia de la máquina, reduciendo los porcentajes o ritmos de mecanizado y aumentando los costes de fabricación. Esta máquina es también muy cara, costando del orden de los dos millones de dólares.

15. Las dos máquinas comerciales disponibles a las que acabamos de hacer referencia son también limitadas por el hecho de que están adaptadas fundamentalmente para utilizar en el mecanismo de palas de hélices. Por consiguiente, si cualquiera de las dos máquinas no se utiliza para el mecanizado de palas de hélices, no pueden fácilmente adaptarse para otros trabajos generales de mecanizado, como los que podría encontrarse en cualquier taller convencional. Esta li-

20.

25.

30.

mitada utilidad, aumenta pués sustancialmente el gasto de explotación de estas máquinas, reduciendo su eficiencia debido al aumento del tiempo muerto no productivo.

5. En el mecanizado de grandes hélices y objetos similares por medio de una fresa mandrinadora horizontal, es necesario soportar rígidamente la pieza, con el fin de impedir vibraciones en la pieza o movimientos de la misma bajo las importantes fuerzas transmitidas por el husillo de la fresa mandrinadora, que podrían producir una superficie de trabajo imperfecta que exigiría un importante acabado a mano. En los
10. procesos de la técnica anterior, la pieza vá soportada rígidamente por un número elevado de bloques de montaje, situados bajo cada pala de la hélice ya los que se sujeta la pala de la hélice por medio de mordazas de dedo. Estas mordazas de dedo, para ser efectivas, deben apoyarse sobre la
15. superficie que debe mecanizarse y por consiguiente impiden el mecanizado ininterrumpido de toda la superficie. Esto exige el movimiento de las mordazas de dedo, al menos una vez, y con frecuencia más de una vez, durante el mecanizado
20. de cada pala de hélice. Esta operación, evidentemente, lleva mucho tiempo y por consiguiente es ineficiente.

25. La presente invención elimina los inconvenientes indicados de la técnica anterior, proporcionando una columna y un procedimiento de orientación de la pieza para orientar y colocar una pieza de grandes dimensiones, por ejemplo de
30. hasta al menos nueve metros de diámetro, y con pesos de ochenta y más toneladas con relación a hasta cinco ejes de movimiento y sin ponerse en contacto con la superficie de trabajo para el montaje rígido de la pieza. La columna de orientación ha sido diseñada para ser utilizada con las má-

5. quinas mandrinadoras horizontales de gran tamaño comercialmente disponibles, y particularmente las que actúan por medio de control numérico, Montando la pieza con relación al husillo de la fresa mandrinadora, de manera que la pieza puede moverse en relación con hasta cinco ejes, mientras que una fresa de mandrinar horizontal adicional proporciona otro movimiento con relación a tres ejes, puede conseguirse un ajuste muy fino del emplazamiento relativo del husillo de la fresa mandrinadora y la pieza, con el fin de permitir el mecanizado exacto y preciso de la pieza.
10. La columna de orientación comprende una columna vertical, la cual va montada por su parte, sobre un carril, que la aleja y la acerca del husillo de la mandrinadora. La columna puede girar alrededor de su eje vertical. La columna
15. lleva igualmente medios apropiados, tales como un pistón hidráulico y cilindro, para elevar y descender la cara de la columna que soporta la pieza. La cara que soporta la pieza, por su parte, va montada para posición desde una posición horizontal a través de un ángulo de  $90^{\circ}$  hasta la posición
20. vertical y puede ser girada  $360^{\circ}$  alrededor de un eje perpendicular a la cara de soporte.
25. En la posición horizontal de la cara de soporte de la pieza, esta última puede cargarse y retirarse fácilmente de la cara de soporte, como por ejemplo, con un puente-grúa, para facilitar el montaje y la retirada. La pieza puede moverse entonces, por rotación de la pieza de soporte alrededor de un eje horizontal, hacia una posición vertical, con el fin de permitir que la pieza sea mecanizada por el husillo
30. horizontal de mandrinado de una fresa mandrinadora hori-

5. zontal. La cara de soporte de la pieza gira igualmente alrededor de un eje perpendicular a la misma, el cual puede ser horizontal, vertical o encontrarse en cualquier otra posición intermedia, según la posición particular de la cara de soporte, con el fin de aumentar la dimensión del movimiento rotativo a la misma pieza.

10. En consecuencia, la invención comprende una columna orientable para la pieza, capaz de acercarse y separarse de la mandrinadora o de cualquier otra máquina utilizada para actuar en la pieza, capaz de subir y bajar en relación con la fresa montada en el husillo de dicha máquina, capaz de girar alrededor de su eje vertical, capaz de hacer que la cara de soporte de la pieza gire desde una posición horizontal en unos  $90^{\circ}$  de movimiento hasta la posición vertical, 15. y capaz de girar la pieza  $360^{\circ}$ , en una posición horizontal o vertical de la cara de soporte de la pieza o cuando la cara de soporte se encuentra en cualquier posición intermedia.

20. El proceso de mecanizar una pieza grande y compleja utilizando dicha columna de orientación incluye el montaje rígido de la pieza para su mecanizado sin ponerse en contacto con la superficie que se quiere acabar. Este montaje rígido se consigue utilizando unas piezas de montaje que soportar la cara de la pieza opuesta a la cara que se vá a mecanizar, sujetando la pieza a los elementos de montaje 25. por medio de un adhesivo termoplástico de alta resistencia adecuado, como por ejemplo ciertas resinas epoxidicas.

30. Los cinco tipos de movimiento de la columna de orientación pueden obtenerse por medio de control manual de motores y sistemas hidráulicos de accionamiento apropiados para mover la columna de orientación y la pieza. El movimiento

- y colocación de la columna de orientación en los cinco ejes puede controlarse totalmente, si se desea, por un mecanismo de control numérico, con el fin de mover automáticamente la pieza de manera programada previamente. Utilizando el control numérico para accionar la columna de orientación y utilizando el control numérico para accionar la cabeza mandrinadora de la fresa horizontal de mandrinar, pueden conseguirse mecanizados totalmente automatizados de grandes piezas, tales como hélices marinas, con diámetros de al menos nueve metros y pesos de hasta ochenta toneladas o más, en una fracción del tiempo requerido para el mecanizado manual, con relativa comodidad y simplicidad y dentro de tolerancias de más o menos 1.27 mm.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- El montaje de la columna de orientación de manera que se mueva a lo largo de un carril largo horizontal, acercándose y separándose del husillo mandrinador de la fresa mandrinadora, permite que la columna de orientación se mueva a una considerable distancia de la fresa mandrinadora. Esta característica permite que se utilice la fresa mandrinadora para otros fines, ya sea cuando la hélice se carga en la columna de orientación o se descarga de ella, ya sea cuando la fresa de mandrinar se utiliza para mecanizar piezas que no exigen el uso de la columna de orientación.
- La columna de orientación de la invención es de coste relativamente reducido, costando en la actualidad su fabricación de unos 200.000 a unos 400.000 dolares, y puede ser utilizada en unión de una fresa mandrinadora horizontal convencional que tiene un coste de aproximadamente 500.000 dólares. Por consiguiente, por bastante menos de un millón de dólares se dispone de un conjunto muy preciso, capaz de mecanizar hélices con más precisión y rapidez y con mayor ver

5. satilidad de lo que ha sido posible hasta ahora, y es también capaz de ser utilizada en el mecanizado de otros muchos tipos de piezas, distintas de las hélices, tales como condensadores principales, motores de timón, timones, codales, marcos de la hélice, etc.

10. Hay que observar que, aunque la columna de orientación y el procedimiento de la presente invención han sido concebidos principalmente para ser utilizados en el mecanizado de hélices marinas. También pueden aprovecharse para el mecanizado de otros objetos grandes y complicados de metal o de cualesquiera otros materiales mecanizables que tengan formas raras, tales como las cúpulas de sonar, las superficies aerodinámicas mecanizadas, o cualquier otro objeto que necesite la colocación exacta en cualquier posición o ángulo que escape a las posibilidades de las mandrinadoras convencionales sin el uso de la presente invención.

15. Otra ventaja de la máquina y procedimiento de la presente invención es la de que, en combinación con una fresa de mandrinar que tenga tres ejes de movimiento, permiten que se mecanice una hélice a partir de un cubo sólido de metal, en vez de exigir que se efectúe primero la fundición de la hélice. De éste modo, se ha podido demostrar que una hélice marina pueda mecanizarse a partir de un bloque convencional de metal, utilizando los principios de esta invención.

20. Esta invención incluye también un procedimiento para mecanizar eficientemente formas geométricas complejas de grandes piezas, con dimensiones de al menos 2,5 metros y pesos de al menos cinco toneladas aproximadamente, utilizando una máquina con tres direcciones de movimiento, a lo largo de un eje vertical y dos ejes horizontales perpendicu

25.  
30.

5. lares, y montando la pieza en un soporte de manera que se proporcionen al menos cuatro direcciones de movimiento de la pieza y montando rígidamente la pieza que se vá a mecanizar sin presentar ningún estorbo a la superficie que quiere mecanizar, consiguiéndose con ello un mecanizado exacto y preciso de la pieza.

10. Utilizandose el aparato y el procedimiento de la presente invención, pueden mecanizarse hélices con tolerancias de al menos más-menos 1,27mm. Estos resultados se consiguen, en el caso de una hélice marina de gran tamaño, a un coste de aproximadamente un diez por ciento del mecanizado de una hélice marina utilizando las técnicas manuales convencionales, y con mucha mayor precisión y rapidez de lo que es posible utilizando las demás técnicas disponibles.

15. El aparato y procedimiento de la presente invención permiten el uso del husillo de mandrinar rígidamente soportado de una fresa de mandrinar horizontal y su colocación en cualquier momento en relación perpendicular a la superficie que se quiere mecanizar, con el fin de obtener la máxima utilización de la potencia de la mandrinadora, la mayor velocidad y precisión en la retirada las irregularidades de superficie que exigen el acabado a mano.

20. El procedimiento y el aparato de la presente invención permiten, asimismo el mecanizado de ciertas formas y superficies de objetos que hasta ahora no podrian hacerse con las máquinas disponibles de la técnica anterior, como por ejemplo permitir que se mecanizaran las curvas de unión y el cubo de una hélice marina, abriendo la posibilidad de cortar un chavetero en el núcleo de la hélice, e incluso de conificar el chavetero si así se desea. Por consiguiente el proce-

25.

30.

dimiento y aparato de la presente invención proporcionan una versatilidad sustancialmente mayor de uso de lo que se tenía hasta ahora.

5. En consecuencia, la columna de orientación y el procedimiento de la presente invención combinan las ventajas económicas del bajo coste inicial y la disminución del tiempo muerto anti-económico de la mandrinadora y demás aparatos de mecanizar, con las otras ventajas de una mayor versatilidad, mayor eficiencia y exactitud de operación, y la capacidad de mecanizar una hélice marina u otra pieza a partir de una pieza fundida moldeada o de un bloque sólido de metal.

10. Es pues un objeto de ésta invención ampliar la capacidad de una fresa mandrinadora horizontal numéricamente controlada desde tres ejes y capacidad completa de contorno, a una instalación de ocho ejes, con la introducción de una columna adicional de orientación de cinco ejes.

15. Otro objeto de la invención es el de combinar cinco movimientos en una sola unidad de máquina, y proporcionar medios para colocar e indicar con exactitud una pieza pesada, bajo control exacto, por incrementos de orientaciones, en unión con otras posiciones y operaciones de la máquina.

20. Otro objeto de la invención es el de mecanizar una pieza grande en dimensiones precisas, con mayor precisión, en formas raras de configuración geométricas complicada, conteniendo curvas y contornos compuestos, con el uso de una unidad auxiliar en unión con una fresa mandrinadora horizontal para todo uso, controlada numéricamente.

25. Otro objeto más de la presente invención es el de reducir el coste, y mejorar la precisión, de las grandes hé-

lices marinas mecanizándolas sin el enorme desembolso de capital que supone una máquina construida especialmente para esa finalidad.

5. Otro objeto de la invención es de proporcionar una columna de orientación para utilizar en el mecanizado de grandes piezas que tienen formas complejas que deben mecanizarse, y capaz de colocar las piezas con relación a, al menos, cuatro ejes.

10. Aún otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento para mecanizar grandes piezas, de forma complejas, en el que la pieza se monta de una manera que permite que se mueva alrededor de cinco ejes con relación a un husillo de mecanizado que se mueve alrededor de tres ejes.

15. Otro objeto más de ésta invención es el de proporcionar un aparato para mecanizar hélices marinas proporcionando una columna de orientación que es de fabricación relativamente económica, y que produce objetos mecanizados con mucha mayor precisión y de una mayor complejidad y a un coste menor de lo que era posible hasta ahora.

20. Otro objeto de la presente invención es el de proporcionar un aparato y un procedimiento para mecanizar grandes y complicados objetos mecanizables, como por ejemplo, las hélices marinas, que pueden utilizarse en unión con una mandrinadora horizontal convencional con husillo movible en tres direcciones, con el fin de disminuir el coste inicial del montaje combinado y sin embargo tener una máquina que puede ser utilizada para trabajos generales cuando no se utilice para el mecanizado de formas complejas, tales como

25. las hélices.

30.

5. Otro objeto más de la presente invención es el de proporcionar una columna de orientación para grandes objetos metálicos, tales como las hélices marinas, que puede moverse de manera tal que las formas complejas puedan ser mecanizadas mientras se coloca la pieza que debe mecanizarse en un ángulo sustancialmente perpendicular, en todo momento, con relación a un husillo de fresa convencional, rígidamente soportado, permitiendo con ello la máxima eficiencia de transmisión de la potencia, la mayor velocidad de mecanizado y arranque de materia y la máxima precisión en el mecanizado.

10. Un objeto concomitante de la presente invención es el de proporcionar un procedimiento para mecanizar eficientemente piezas de gran tamaño y de formas complejas, montando rígidamente la pieza sin obstruir la superficie que se va a mecanizar.

15. La figura 1 es una vista lateral en alzado y parcialmente en sección transversal, de un aparato construido según los principios de la presente invención, mostrando el aparato con una hélice que se va a mecanizar dispuesta horizontalmente en la placa de cara del aparato;

20. La figura 2 es una vista en alzado desde la parte posterior del aparato representado en la figura 1 con una hélice en la posición de mecanizado;

25. La figura 3 es una vista lateral en alzado del aparato representado en la figura 1, parcialmente en sección transversal con una hélice que se va a mecanizar dispuesta verticalmente en el aparato;

30. La figura 4 es una vista en alzado lateral, y parcialmente en sección transversal del aparato representado en la figura 1 con la hélice colocada verticalmente en estre

cha proximidad con una fresa mandrinadora horizontal;

5. La figura 5 es una vista en planta parcialmente en sección transversal del aparato representado en la figura 1 con una hélice dextrogira girada en ángulo en relación con la línea central entre el aparato de la figura 1 y una fresa mandrinadora horizontal de manera que la pala inferior se encuentra en posición esencialmente paralela al eje horizontal X en el que actúa la fresa mandrinadora;

10. La figura 6 es una vista en planta y parcialmente en sección de una disposición similar a la de la figura 5, excepto que se muestra una hélice levogira y la hélice ha sido girada en la dirección opuesta a la línea central;

Las figuras 7, 8, 9 y 10 son vistas en perspectiva de partes del aparato representado en la figura 1;

15. La figura 11 es una vista en planta desde arriba, de un aparato similar al de la figura 1 pero incluyendo otras características de la invención, no ilustradas específicamente en la figura 1;

20. La figura 12 es una vista en sección transversal, tomada siguiendo la línea 11-11 de la figura 11;

La figura 13 es una vista en sección transversal, similar a la figura 12, con la columna en posición extendida y la cara de montaje de la hélice en posición vertical, mostrándose la posición horizontal en líneas discontinuas;

25. La figura 14 es una vista ampliada de la sección designada en la figura 12 con el número 14;

La figura 15 es una vista en sección transversal, tomada siguiendo la línea 15-15 de la figura 12;

30. La figura 16 es una vista parcialmente fragmentaria en planta desde arriba de una pieza en bruto de hélice monta

da sobre la columna de orientación;

La figura 17 es una vista en alzado lateral del aparato de la figura 16;

5. La figura 18 es una vista fragmentaria desde arriba de la sub-placa de la figura 16;

La figura 19 es una vista en sección transversal tomada siguiendo la línea 19-19 de la figura 18;

La figura 20 es una vista en sección transversal tomada siguiendo la línea 20-20 de la figura 16;

10. La figura 21 es una vista en perspectiva de un miembro de soporte ilustrado en la figura 17, con adhesivo aplicado en su cara superior en parches; y

La figura 22 es una vista similar a la de la figura 21, mostrando el adhesivo aplicado en una tira continua.

15. En la realización ilustrada de la presente invención, tal como se representa en las figuras 1 a 6, se proporciona el aparato 10 para orientar o colocar una hélice o cualquier otra pieza de gran tamaño, con el fin de mecanizar las superficies de la hélice u otra pieza. El aparato 10  
20. incluye una columna vertical de soporte 11 que tiene una porción superior 12 en forma de U, un miembro de muñón 13 cuyos extremos van montados sobre cojinetes 23 dentro de cada brazo de la porción en forma de U y un alojamiento de husillo 24 montado sobre el miembro de muñón 13 para  
25. rotación alrededor del eje del miembro 12. El miembro de muñón 13 y el alojamiento de husillo montado 24 se representa también en la figura 7. Un husillo o eje vá fijado gíra-  
30. toriamente sobre cojinetes dentro del alojamiento del husillo o eje 24 por unos medios de fijación adecuados, por ejemplo, una brida. El husillo o eje se muestra separadamen

te en la figura 8.

5. Unida a la porción exterior del husillo 28 se encuentra una placa de cara 14 para montar una hélice marina o cualquier otra pieza. Un par de miembros de brazo de palanca 15 van montados en los lados del alojamiento del husillo 24, y un par de conjuntos de pistón hidráulico y cilindro 16 están conectados por medios tales como pasadores de horquilla en un extremo a los brazos de palanca 15 y en el otro extremo a unas mordazas 25 fijadas a la columna vertical 11. Como puede verse mejor en la figura 12, cada mordaza 25 va conectada a uno de dos brazos horizontales 32, y los brazos 32 van fijados, por ejemplo, por medio de pernos, a la columna de soporte vertical 11. En la figura 9 se muestra separadamente un miembro de brazo de palanca 15.
10. Para unir la placa de cara 14 al husillo 28 así como para montar los miembros de brazo de palanca 15 al alojamiento del husillo 24 pueden utilizarse tuercas y pernos. Una hélice 18 que debe mecanizarse puede fijarse a la placa de cara 14 por medios adecuados, tales como mandriles 29, representados en la figura 10, o por un montaje convencional o hidráulico de tuercas y pernos.
15. Observando la figura 12, la columna de soporte vertical 11 se ve que comprende una columna cilíndrica, hueca y alargada, que termina en su extremo superior en los brazos bifurcados 12 y en su extremo inferior en el miembro de brida 30. Montados a la superficie de la columna de soporte 11, por ejemplo por medio de pernos, se encuentran los brazos de soporte 32 que se extienden horizontalmente, y que van sujetados pivotantemente al extremo inferior de los cilindros hidráulicos 16, por medio de las mordazas 25. Los brazos de
- 20.
- 25.
- 30.

5. soporte 32 son de dimensiones tales que, cuando el miembro de brazo de palanca 15 y el conjunto fijado al mismo, incluyendo la placa de cara 14, se encuentran en sustancialmente la posición horizontal que se muestra en la figura 12, el conjunto de cilindro hidráulico y pistón 16 se encuentra sustancialmente en la posición vertical que también se muestra en dicho dibujo.

10. Observando las figuras 11 y 12, se verá que debajo del nivel del suelo 34 del edificio en el que se monta la columna 10 de orientación de la pieza, se ha formado un pozo profundo y alargado. El pozo se designa en general con el número 36, y tiene aproximadamente 6 metros de profundidad, por debajo del nivel del suelo 34, con una longitud de recorrido de aproximadamente 7,5 metros.

15. Observandolas figuras 11 y 12, se verá que, en las caras opuestas 38 del pozo 36, y situada a nivel del suelo 34, hay montada una superficie de guía deslizante 40, de hierro fundido, que lleva montado en una indentación 42 formada en las esquinas interior y superior de la misma un mecanismo de cremallera alargado 44, que se extiende sustancialmente a todo lo largo del miembro 40.

20. Montado en correspondencia con el miembro 40, hay una masa de montaje deslizante de eje "W" 46, de forma generalmente cuadrada. La mesa 46 lleva dependientes de la misma y en relación de correspondencia con las superficies de guía, un par de secciones laterales ranuradas dependientes 48, que se ven mejor en las figuras 12 y 14. Las superficies interiores de las secciones 48 llevan unas secciones cortadas 50 en las que van montados los miembros de cojinete 52. Los miembros de cojinete 52 van también montados en unas secciones cortadas correspondientes 58 formadas en los la-

25.

30.

bios dependientes 56 de la plataforma de soporte de la columna giratoria, que se designa en general con el número 54 y que tiene una cara superior 60.

5. Como puede verse mejor en la figura 14, la plataforma de soporte 54 tiene una cara interna dependiente 62 y una cara externa dependiente 64. La cara externa 64 tiene un labio que se extiende hacia dentro 66 formado integralmente con la misma y la cara interna dependiente 62 tiene un labio 68 que se extiende hacia fuera y formado integralmente con la misma. Los labios 66 y 68 son horizontalmente coplares, La mesa giratoria 54 está ranurada, con ranura 65, para permitir que el pistón del conjunto de cilindro hidraulico 16 se extienda a través de la misma, y es suficientemente ancha como para permitir algún movimiento horizontal del cilindro cuando se gira el miembro de brazo de palanca 15 de la posición horizontal a la posición vertical.
- 10.
- 15.
20. Situada por encima del fondo del pozo 36 se encuentra una placa de fondo 70 a la que va fijada, por ejemplo por medio de pernos, una columna estructural de soporte 72, exterior y cilíndrica, que también va sujeta, por ejemplo por medio de pernos, a la brida inferior 76 del miembro cilíndrico 74 de guía interna de la columna, y al labio inferior 68 de la mesa 54. Alrededor de seis miembros de refuerzo 73 van sujeta, por ejemplo, por medio de pernos, a la columna 72 y al labio 66. El miembro de guía interna de la columna 74 es hueco, tiene una cara horizontal superior 78 con una abertura 80 formada extendiéndose a lo largo del mismo y en su cara inferior tiene formada una brida dependiente 76 que va sujeta a la placa 70. La columna de soporte va incorporada al dispositivo para dar rigidez y resistencia a la
- 25.
- 30.

estructura de la columna de orientación y proporcionar un soporte adicional para las cargas muy pesadas que son transmitidas por la columna de orientación, debido al elevado peso de las piezas y de la misma columna, y a las enormes fuerzas que se transmiten a la columna de orientación durante el mecanizado de la pieza.

La columna de soporte vertical va montada deslizantemente sobre la guía interna de columna 74, con una tolerancia dimensional entre el diámetro exterior de la columna de soporte 74 y el diámetro interior de la columna 11 de aproximadamente 0,08 milímetros. La columna de soporte vertical 11 se encuentra enchavetada para rotación con la mesa 54 por medio de la chaveta 82 rigidamente conectada a la columna 11 y el chavetero 84 formado en la mesa 54.

Montado dentro de la guía interna de columna 74 hay un conjunto de pistón y cilindro hidráulico 90 que comprende un cilindro hidráulico 92 y un pistón hidráulico 94. La superficie inferior del cilindro hidráulico 92 va montada adecuadamente a la placa de apoyo 70, por ejemplo por medio de pernos, y la superficie superior del vástago de pistón hidráulico 94 va montada adecuadamente a la superficie adyacente de la columna de soporte vertical 11, por ejemplo por medio de pernos. El vástago de pistón 94 se extiende a través de la abertura 80 en la superficie superior de la guía de columna 74. El cilindro hidráulico tiene aproximadamente 5,4 metros de alto por 406,4 mm de diámetro, y el vástago del pistón tiene aproximadamente 203,2 mm de diámetro por 5,7 metros de longitud para permitir una carrera de la columna de soporte vertical de aproximadamente 3,9 metros, y para proporcionar una adecuada resistencia estructural para el movimiento del conjunto.

5. Como puede verse en las figuras 12 y 14, montado alrededor de toda la periferia de la plataforma de soporte de la columna giratoria 54, en su esquina exterior inferior, en la intersección de la cara vertical 64 y del labio 66, hay un tornillo sinfin 100, que va sujetado a la plataforma de la columna de plataforma deslizante de soporte de eje en "W" 54, por medio de pernos apropiados, montados en unas aberturas atarrasadas adecuadamente en la mesa 54.

10. Como puede verse mejor en la figura 11, montado sobre la plataforma deslizante de eje en "W" 46 hay un motor de accionamiento apropiado 104, que mueve un eje motor 106. El eje motor 106 va articulado giratoriamente a unas columnas de articulación apropiadas 108, montadas también rígidamente sobre la plataforma de deslizamiento de eje en "W" 46. Montado rígidamente sobre el eje 106 se encuentra el engranaje de tornillo sin-fin 110, que de manera conjugada y motriz se pone en contacto con el tornillo sinfin 100, y de ese modo puede hacer girar la plataforma de soporte de la columna giratoria 54 en la dirección del eje C (como puede verse en la Figura 11). El motor de accionamiento 104 es preferentemente un motor de accionamiento del tipo de rectificador controlado por silicio, con velocidad, par, aceleración, aspiración y alimentación variables. El tamaño del tornillo sinfin y de los dientes del engranaje de tornillo sinfin, su paso y el material que debe emplearse puede determinarse adecuadamente, de una manera perfectamente conocida en la técnica, con el fin de alcanzar la eficiencia óptima para girar la mesa de soporte y el aparato asociado, que podría llegar a pesar hasta 80 toneladas, a velocidad satisfactoria, y con un control exacto de la posición. El motor de accionamiento 104 y los motores de accionamiento 118 y 132

15.

20.

25.

30.

que se expone más adelante, son todos preferentemente reversibles, con el fin de permitir el movimiento de la columna de orientación en ambas direcciones a lo largo de cada eje de movimiento "A", "C" y "W".

5. Observando la figura 11, se verá que montados rigidamente sobre la plataforma de soporte 46 hay un par de miembros de muñón 114, que reciben giratoriamente un eje apropiado 116, que va conectado rigidamente a un motor 118 y es accionado giratoriamente por el mismo. El motor 118 se encuentra montado sobre una plataforma 120, que va conectada adecuadamente, por ejemplo por medio de pernos, a la plataforma deslizante de eje "W" 46. El eje 116 recibe un par de engranajes de piñón 122 para unirse a la cremallera 44 con el fin de permitir el movimiento de toda la columna de orientación en la dirección "W" a lo largo de las cremalleras 44. Este movimiento permite que todo el conjunto de la columna de orientación 10 se mueva en el pozo 36 acercándose y alejándose de la fresa de mandrinar 30, con el fin de permitir la carga y descarga de la pieza en la columna de orientación con el fin de permitir la utilización de la fresa mandrinadora 30 para otros fines cuando no se utiliza la columna de orientación y obtener la proximidad óptima de la columna de orientación al husillo de la mandrinadora manteniendo la posición óptima del husillo de mandrinadora en relación con la pieza, para la mayor velocidad posible de arranque de metal con el mínimo de vibraciones. La longitud del pozo 36 es de aproximadamente 7,5 metros, con el fin de proporcionar espacio suficiente para el uso de la fresa mandrinadora para otros fines que el mecanizado de unahélice cuando la columna 10 se encuentra en la posición alejada de la misma.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

Observando la figura 15, el miembro de soporte 130 se encuentra rígidamente montado, por ejemplo por medio de pernos, al alojamiento 24 del husillo. Montado rígidamente sobre el soporte 130 hay un motor de accionamiento 132 del tipo de rectificador controlado por silicio y velocidad variable, que tiene un eje giratorio motor 134. Este eje motor 134 va montado giratoriamente en unos miembros de muñón apropiados 136, los cuales van fijados de manera que soporten el miembro 130, para soporte y rotación del mismo. El eje 134 lleva rígidamente fijado al mismo el engranaje de tornillo sinfín 138. El engranaje de tornillo sinfín 138 engrana activamente con el tornillo sinfín circular 140, que va rígidamente conectado alrededor de toda la periferia del eje 28, para permitir que el eje sea girado, en la dirección del eje "A" y en su arco de  $360^{\circ}$ , en cualquier dirección. El motor 132 es el mismo tipo de motor, por lo que se refiere a funcionalidad general y características, que los motores 118 y 104, que se describen anteriormente con más detalles. El material, paso, tamaño de los dientes del engranaje y demás parámetros del engranaje de tornillo sin-fín 138 y del tornillo sinfín 140 pueden determinarse adecuadamente de manera que se satisfaga el tamaño particular de la unidad en cuestión, la velocidad y precisión de funcionamiento que se desea, su eficiencia, etc.

Las dimensiones generales de la columna de orientación de hélices de la presente invención, cuando se utiliza para manejar hélices marinas de hasta 9 metros de diámetro y ochenta toneladas de peso son las siguientes. La placa de cara 14 tiene aproximadamente 2,4 metros de diámetro, y pueden utilizarse placas de cara de mayor tamaño para adaptar la columna al manejo de piezas mayores, y la columna de soporte

5. te vertical tiene aproximadamente 7,2 metros de alto por 1,8 metros de diámetro. La mesa 54 tiene unos 6 metros de diámetro y el pozo 36 tiene unos 6,6 metros de profundidad y 7,5 metros de largo. La rodadura proporcionada por la cremallera 44 tiene aproximadamente 9,6 metros de longitud.

10. Las características hidráulicas de los conjuntos de cilindro hidráulico 16 y 90 son las siguientes. A cada uno de ellos se le proporciona fluido hidráulico apropiado, por medio de bombas de 25 HP de potencia que proporcionan presiones de hasta unas 140,6 Kg/cm<sup>2</sup>. El caudal del fluido hidráulico que sale y entra de los cilindros hidráulicos puede controlarse adecuadamente de cualquier manera conocida en la técnica, para proporcionar un movimiento incremental suave y exacto de los pistones hidráulicos apropiados.

15. En funcionamiento, la columna de orientación de hélices de la invención se acciona al principio preferentemente desde la posición a lo largo de la vía de rodadura 44 cuando la columna 10 se encuentra en la posición más alejada de la mandrinadora 30. Esto se consigue con la operación de las cremalleras 44 y los piñones 122 en respuesta al motor de accionamiento 118. En la posición extrema más alejada de la vía, el brazo de palanca 15 se encuentra en la posición representada en la figura 12, de manera que la placa de cara 14 está situada en un plano horizontal. A continuación se desciende una hélice o cualquier otra pieza apropiada, por medio de una grúa adecuada o cualquier otro mecanismo de carga, a la superficie superior de la placa de cara 14, y se monta en la misma, de manera conocida en la técnica, de manera que se una rígidamente a la placa de cara 14. La pieza se gira acto seguido desde la posición de montaje representada en las figuras 1 y 25. 30. 12 a la posición vertical, tal como se muestra en las figuras

- 4 y 13, o a cualquier posición intermedia, para comenzar la operación de mecanizado. Esto se consigue por la introducción de fluido hidráulico en el cilindro hidráulico del conjunto 16, con el fin de girar hacia arriba el brazo de palanca unos 90° a partir de la posición de la figura 12. Con la pieza en la posición que se desee trabajar inicialmente, se comienza el accionamiento del motor de rotor en cortocircuito 115 para desplazar la columna de orientación de hélice 10 hacia la mandrinadora 30.
- 5.
10. La mandrinadora 30 es de construcción convencional, como por ejemplo la máquina 50 FQ 3414, fabricada por la Lucas Machine División de la New Britain Machine Co., y va montada sobre una vía de rodadura apropiada para movimiento en la dirección X, tal como se muestra en las figuras 5 y 11. La cabeza mandrinadora de la mandrinadora 30 se mueve también verticalmente, como puede verse en la figura 4, en la dirección Y, y el husillo de mandrinar y el casquillo de fresado pueden extenderse y retraerse en la dirección Z por medio de un montaje telescópico adecuado de la caña cuadrada del husillo que soporta rígidamente el husillo 31, todo lo cual es convencional en la técnica.
- 15.
20. En consecuencia, cuando la pieza se acerca a la mandrinadora 30, puede conseguirse la colocación final de la pieza. El movimiento vertical de la columna 10 gracias a la operación del cilindro hidráulico 90 elevará (o, si se desea, descenderá) la pieza en la dirección "V". El movimiento rotativo de la pieza y la columna alrededor del eje vertical de la columna 10, en la dirección "C", puede conseguirse por el funcionamiento del motor 104 para accionar el engranaje de tornillo sinfín 108 y unirlo al tornillo sinfín 100 que vá rigida-
- 25.
- 30.

mente montado a la plataforma de soporte de la columna giratoria 54. Puede conseguirse un posterior control de la posición de la pieza a lo largo de los ejes "A", "B", "C", "V" y "W" con un accionamiento apropiado de los mecanismos de accionamiento, anteriormente descritos, para conseguir estos movimientos. Los tamaños y formas disponibles de dientes de engranajes y de motores eléctricos y controles hidráulicos permiten una orientación incremental muy exacta de la columna de orientación, consiguiéndose controles con una precisión de al menos 0,127 mm. Puede obtenerse un control adicional de la posición de la columna y el husillo de la cabeza mandrinadora utilizando el movimiento en tres direcciones de la mandrinadora 31 en las direcciones "X", "Y" y "Z".

Cuando la pieza ha sido presentada en la posición de mecanizado apropiada, es conveniente inmovilizar la pieza, como por ejemplo, las hélices, per se, con el fin de hacerlas rígidas, y con el fin de impedir la vibración de la pieza bajo las importantes fuerzas impuestas por el funcionamiento del husillo de trabajo de la mandrinadora. En la técnica de esta invención se conocen algunos medios para soportar rígidamente la pieza. Tales soportes de la pieza impiden la vibración de la misma y las consiguientes imperfecciones en su superficie, y permiten asimismo la máxima transmisión de la potencia para arranque del metal por parte del husillo mandrinador a la pieza.

En las figuras 16 a 22 se ilustra el procedimiento preferido para montar la hélice en bruto sobre una sub-placa de manera rígida, para soportar las paletas de la hélice para su mecanizado sin presentar ningún estorbo a las superficies que deben mecanizarse. En primer lugar, se coloca en tierra

una sub-placa circular 200 descendíéndose sobre la misma la hélice en bruto por medio de un puente-grúa apropiado. El diámetro de la sub-placa debe ser igual ligeramente inferior al diámetro exterior de la hélice en bruto.

5.

La hélice en bruto se monta temporalmente sobre la sub-placa utilizándose gatos temporales y otros medios de soporte, según sea necesario. A continuación se deslizan en su posición los miembros de soporte cónicos de viga en I 210, debajo de cada paleta de la hélice, debajo de la cara superior

10.

de la sub-placa y la cara inferior de la paleta. Para cada paleta se utilizan tres o cuatro miembros de soporte 210 y cada uno de ellos se desliza a través del ancho de la paleta en relación espaciada a lo largo del eje radial de cada paleta. Los miembros de soporte 210 se detienen cuando la superficie superior inclinada de los mismos se encuentra separada a unos cuantos milímetros por debajo de la superficie inferior de la paleta, para permitir la aplicación del adhesivo, como se explicará más adelante.

15.

20.

Como puede verse mejor en las figuras 20 y 21, cada uno de los miembros de soporte 210 consisten en una viga en forma de I, inclinada y curva, fabricada con acero o hierro, y tiene un alma vertical 212 de aproximadamente 25,4 mm de espesor. La brida horizontal de base 214 tiene aproximadamente 137 mm de ancho por 34,9 mm de alto, igual que la brida superior 216 es de aproximadamente 30°. El miembro de soporte 210 tiene convenientemente 1,8 metros de largo, aunque puede ser conveniente utilizar miembros de soporte de diferentes longitudes y ángulos de inclinación para utilizar con diferentes tamaños de paletas de hélices.

25.

30.

Como puede verse en las figuras 18 y 19, la sub-placa

200 está formada con varias ranuras circulares en T 220 en las que pueden introducirse los pernos 230, siendo estos pernos insertables y removibles a través de las aberturas ensanchadas 222. Cuando los miembros de soporte 210 se encuentran situados en sus posiciones finales de soporte (después de que haya sido aplicado el adhesivo), los pernos 230 pueden ser movidos en las ranuras en T 220 hasta que un par de miembros de fijación por pernos 232 se colocan sobre los bordes opuestos de cada brida de miembro de soporte 214 y queda fijado en su lugar apretando cada una de las tuercas 234.

Cuando los miembros de soporte 210 se encuentran en posición para la aplicación del adhesivo, se colocan en la parte superior de cada miembro de soporte uno o más elementos calentadores de tira 240. A continuación se coloca resina epoxídica cruda, de curado relativamente rápido en puntos de aplicación o en aplicación continua en la parte superior 216 del miembro de soporte 210 con el calentador de tira introducido en la misma. La resina epoxídica es convenientemente viscosa, con la consistencia de la manteca de cacahuete, y puede aplicarse fácilmente con una trulla adecuada. Con el fin de conservar epoxi, es preferible aplicarla en puntos 242 como se muestra en la figura 21, mejor que de manera continua como aparece en la figura 22, designado con el número 244, y con un espesor de aproximadamente de 12,7 mm a 19 mm.

Cuando se ha aplicado la resina epoxídica, se desliza el miembro de soporte 210 en su posición final de manera que cada miembro de soporte esté tocando la cara inferior próxima de la pala de hélice que debe soportar. En esta posición se distribuye bien la resina epoxídica, por contacto, sobre el miembro de soporte 210 y la cara inferior contigua de la

paleta de hélice.

5. La resina epoxídica, o cualquier otro material termo-  
blástico de curado rápido, debe tener convenientemente una  
resistencia a la tracción de, al menos  $281,2 \text{ kg/cm}^2$ . Evidente-  
mente, la particular resistencia a la tracción de la resina  
dependerá del tamaño de la pelta que es soportada y de la su-  
perficie de aplicación del adhesivo. Una resina conveniente  
para su uso es la Devcon Plastic Steel, tipo A, que es una re-  
sina epoxídica de Bisfenol tipo A que tiene un tiempo de cura-  
do de unas tres a cuatro horas y una resistencia a la tracción  
10. de  $281,2$  a  $421,8 \text{ Kg/cm}^2$  que incluye un 80% de partículas de  
acero.

15. Una vez fijados firmemente en su lugar todos los  
miembros de soporte 210 por medio de pernos 230 y parches de ad-  
hesivo 242 ó 244, según el modo de aplicación del adhesivo  
pueden retirarse los gatos temporales y demás dispositivos.  
La paleta de la hélice queda entonces rígidamente fijada a  
la sub-placa por el adhesivo 242 ó 244, los miembros de sopor-  
te 210 y los pernos 230.

20. El conjunto de sub-placa, con la hélice fijada, se  
eleva entonces, por ejemplo por medio de un puente-grúa, y se  
baja a la placa de montaje 14 de la columna de orientación  
10, cuando se encuentra en la posición de la figura 12. La  
columna de orientación 10 puede utilizarse entonces de la ma-  
25. nera que se ha descrito antes con detalle y mover y colocar  
la hélice en bruto para su mecanizado. Si se quiere mecanizar  
una hélice extremadamente voluminosa, puede ser conveniente  
insertar un mandril, montado a la sub-placa 200, a través del  
orificio central de la hélice.

30. Cuando ha terminado el mecanizado y debe retirarse

la hélice de la sub-placa, uno o dos gatos de tornillo (no representados) que pueden tener de 31,75 a 34,9 mm aproximadamente de diámetro, y que pueden colocarse en unas aberturas aterrajadas adecuadamente en el alma superior 216 de cada miembro de soporte, pueden ser accionados cuando la sub-placa se encuentra en posición horizontal para separar la pala de la resina epoxídica. No obstante, primero deben activarse las tiras calentadoras, para reblandecer la resina termoplástica epoxídica "curada". Los tornillos pueden accionarse entonces para levantar ligeramente la paleta y romper la unión entre la resina y la pala. Desde luego, cuando debe mecanizarse la superficie opuesta de la paleta, la paleta puede ser retirada por el puente-grúa, invirtiendo su posición y volviéndola a sujetar a la sub-placa de la forma que se ha descrito anteriormente.

Este procedimiento para el montaje de la hélice en bruto no presenta ninguna obstrucción en la superficie de la hélice que debe mecanizarse y evita el problema que significa el uso de las técnicas de sujeción por los bordes de la técnica anterior, que exige la suspensión del mecanizado de las paletas, al menos, una vez por paleta mientras se pasan los medios de sujeción a una posición en la que no estorben. El procedimiento de la presente invención que acaba de describirse rigidamente la paleta durante el mecanizado contra las fuerzas creadas por la herramienta de corte de la mandrinadora en la paleta. Este procedimiento es también conveniente por el hecho de que no se necesitan unos miembros de soporte de formas exactamente definidas, ya que la resina amorfa se adapta fácilmente a las irregularidades de la superficie adyacente de la paleta de la hélice.

Para hélices con un diámetro superior a los 3,6 mm puede utilizarse una modificación de la técnica expuesta, para evitar el uso de la sub-placa 200. En esta modificación del proceso, las palas de la hélice pueden extenderse sustancialmente más allá del diámetro exterior de la placa de soporte 14. Una mesa grande, cuadrada o rectangular (no representa da) de unos 2,1 ó 2,4 metros de ancho por 2,1 ó 2,4 metros de alto y de aproximadamente 38,1 milímetros de espesor, hecha de hierro o acero, se fija temporalmente con pernos a la columna 11 cuando esta última se encuentra elevada en la posición de la figura 13, de manera que la mesa se encuentre en posición vertical y aproximadamente coplanar con la placa de cara 14. La hélice en bruto se coloca directamente sobre un suelo duro y plano, de la misma manera que se coloca sobre la sub-placa 200 anteriormente mencionada. Los miembros de soporte 210 se colocan bajo las paletas, se dispone encima de los mismos las tiras calentadoras y se aplica una resina epoxídica de igual manera que cuando se utiliza la sub-placa. Cuando la resina ha fraguado, la hélice se levanta del suelo y se monta sobre la placa de cara 14, cuando esta última se encuentra en la posición horizontal de carga. La paleta de la hélice se sujeta, por ejemplo, por un mandril insertado a través de su núcleo, a la placa de cara 14. La hoja que debe mecanizarse se gira entonces a una posición vertical por la acción de los cilindros hidráulicos 16. Es importante observar que las paletas deben extenderse sustancialmente más allá del diámetro exterior de la placa de cara 14, porque los tres o cuatro miembros de soporte por paletas se sujetan a la paleta que se encuentra al exterior de la placa de cara. La paleta que debe mecanizarse se gira entonces a la posición vertical de-

- pendiente, en la que las bridas de fondo 214 de los miembros de soporte 210 se apoyan directamente contra la mesa vertical. El peso de la paleta es considerable, del orden de veinticinco toneladas o más y gran parte de dicho peso gravita contra la mesa, proporcionando un soporte muy resistente. Cuando se ha mecanizado una paleta, la placa de cara se eleva ligeramente, de manera que los miembros de soporte estén separados de la mesa. La placa de cara se gira entonces 90° en la dirección del eje "A" para colocar la siguiente paleta en posición para su mecanizado, y la placa de cara se gira en la dirección "B" hasta que los miembros de soporte se apoyan contra la mesa. Cuando todas las paletas han sido mecanizadas en un lado, la paleta pueden descenderse al suelo, activarse las tiras calentadoras para activar y reblandecer el adhesivo, accionarse los gatos de tornillo para romper la unión del adhesivo y separarse la paleta de los miembros de soporte. La paleta puede invertirse y volverse a montar entonces, de la misma manera, para mecanizar el lado opuesto de la hélice.

- En la operación de la columna y el procedimiento de orientación de la presente invención es extremadamente importante hacer que el husillo de la mandrinadora o de cualquier otra máquina-herramienta, en relación sustancialmente perpendicular a la superficie de la pieza que se trabaja, con el fin de disminuir siempre las vibraciones, transmitir el máximo de potencia de la mandrinadora o cualquier otra máquina-herramienta a la pieza y de ese modo alcanzar la mayor eficiencia, velocidad de arranque de material y precisión en el corte. Esta colocación se alcanza por medio de los mecanismos adecuados de accionamiento para mover la pieza alrededor de uno o varios de los ejes A, B, C, W y V, y con el movimiento apro

piado de la máquina mandrinadora a lo largo de los ejes X, Y y Z. Debido a la sustancial variación de posiciones en que se permite colocar la pieza, el husillo mandrinador 31 de la fresa mandrinadora 30 tiene acceso a posiciones de la pieza que, de otro modo, serían inaccesibles para la máquina, como por ejemplo el núcleo de la hélice, las curvas de unión, los bordes de ataque y de salida de cada paleta, etc.

Es particularmente conveniente mantener la más corta distancia posible entre la mandrinadora horizontal 30 y la paleta de la hélice, ya que la cortadora 31 debe extenderse lo menos posible con el fin de mantener su rigidez y asegurar de ese modo una operación exacta de corte. El aparato de columna de orientación 10 de la presente invención puede llevar a la hélice 18 a una posición óptima para el mecanizado de sus superficies. Como se ha dicho anteriormente, es también particularmente importante mantener el husillo de la mandrinadora en una relación sustancialmente perpendicular con la superficie que debe mecanizarse en todo momento para alcanzar el óptimo de velocidad, eficiencia y precisión en el arranque de material.

La paleta inferior de la hélice 18 se mecaniza primero a menudo, y la operación de mecanizado comienza por el movimiento de la herramienta de corte 31 a través del ancho de la paleta. Las figuras 5 y 6 muestran las posiciones de la paleta inferior 26 y de la paleta superior 27 para hélices dextro-gira y levogiras, respectivamente, con la paleta inferior en posición para ser mecanizada por la fresa mandrinadora 30. Como mandrinadora horizontal 30 se emplea a menudo una fresa mandrinadora horizontal de contorno y tres ejes capaz de movimiento simultáneo en los ejes X, Y y Z y adaptada para funcio

- namiento por control numérico. Los procedimientos de control numérico se describen por ejemplo, en la obra de Nils O. Oles-  
ten, Numerical Control (1970). La dirección de movimiento de  
5. estos tres ejes es tridimensional con direcciones mutuamente  
perpendiculares, como se representa en las figuras 4, 5 y 6.  
Los cortes pueden efectuarse siguiendo un radio predeterminado  
de la hélice 18 con movimiento de la herramienta de corte en  
tres ejes, manteniendo de ese modo la trayectoria de la herra-  
mienta a una distancia fija del centro del núcleo 19 de la hé-  
lice. Opcionalmente, el eje Y puede permanecer fijo y la he-  
10. rramienta puede proceder a través de la paleta de la hélice  
con movimiento en los ejes X y Z solamente. Este último proce-  
dimiento es frecuentemente el preferido, excepto cuando se  
trabaja cerca de las curvas de unión, donde la paleta se une  
15. al núcleo. Comenzando en la punta exterior 20 de la paleta in-  
ferior, los cortes pueden proceder a través de la superficie  
de la paleta, bien efectuándose cortes sucesivos en direccio-  
nes opuestas, por ejemplo, de la izquierda a la derecha, y  
después de la derecha a la izquierda, o realizándose todos  
20. los cortes en la misma dirección, un procedimiento que se  
ha comprobado que reduce la resistencia al avance en la super-  
ficie de las paletas de las hélices. Los cortes pueden reali-  
zarse desde los bordes hasta la parte más gruesa de la paleta.  
La herramienta empleada a menudo para este trabajo es una fre-  
25. sa de cara con un diámetro de unas 304,8 mm.

Al mecanizar la superficie de la hélice, es conve-  
niente mantener una cantidad máxima de anchura de la cara de  
la herramienta en contacto con la superficie de la paleta de  
la hélice con el fin de permitir que la fresa actúe con la  
30. eficiencia óptima en el arranque de metal de la paleta. Mante

niendo dicho contacto entre la superficie de la hélice y la herramienta de corte, puede arrancarse una cantidad máxima de material con cada pasada de la herramienta a través de la superficie. Por otra parte, de éste modo se producen superficies lisas y muy precisas, sin las crestas y hundidos característicos del equipo de la técnica anterior. Con el fin de mantener esta relación entre la cara de la herramienta y la superficie de la paleta, la hélice 18 puede ser girada con movimiento rotativo C a un ángulo que varía según la distancia de la herramienta de corte del núcleo de la hélice 19. Esta capacidad de girar la hélice con movimiento rotativo C sirve también como medio para evitar la resistencia al avance de la herramienta, reduciendo igualmente el calor generado en la superficie de contacto entre la herramienta fresadora y la superficie de la hélice. La variación en el ángulo de rotación requerido fuera de la línea central se debe al aumento en el ángulo helicoidal de la paleta de la hélice cuando se acerca uno al núcleo 19 desde la punta de la paleta. Así, por ejemplo, la superficie de la paleta puede dividirse en tres zonas, con la zona de extremo o de la punta situada a una distancia de  $0,8 R$  a  $1,0 R$ , estando la zona media a una distancia de  $0,8 R$  a  $0,6R$  y la zona del núcleo a una distancia de  $0,6 R$  a  $0,3 R$ , siendo  $R$  el radio de la hélice 18 o la distancia desde el centro del núcleo a la punta exterior de la paleta. En caso de mecanizado de una hélice marina de cuatro paletas, con un diámetro de unos 8,9 metros, pueden obtenerse buenos resultados, por ejemplo, haciendo girar la hélice 18 con movimiento giratorio C en un ángulo de  $22^{\circ} 24'$  mientras se mecanizan la porción de la superficie de presión en la zona de la punta, midiéndose el ángulo en relación con la línea central entre la columna 11 y la mandrinadora horizon-

- tal 30. Este ángulo de  $22^{\circ} 24'$  es equivalente a un ángulo helicoidal de  $0,9 R$ , el radio medio en la zona de la punta. En la zona media, la hélice puede ser girada en un ángulo de  $28^{\circ} 24'$ , es decir, un ángulo helicoidal de  $0,7 R$ , mientras que en
5. la zona del núcleo, la hélice puede ser girada en el ángulo máximo permitido por las paletas laterales que se abren, es decir, unos  $32$  a  $35$  grados. Una variación deliberada de aproximadamente  $3$  a  $5^{\circ}$  entre la colocación del eje "C" y el verdadero ángulo helicoidal reducirá los pasos de recorrido de
10. la herramienta de corte.
- Cuando la herramienta de corte 31 ha alcanzado el núcleo 19 de la hélice, se habrá terminado el mecanizado de la superficie de presión de una paleta. Entonces puede cortarse la silueta de la paleta, empleando una fresa tal como
15. una fresa cilíndrica helicoidal con un diámetro de unas  $152,4$  mm aproximadamente. Antes de comenzar a cortar la silueta de la paleta, es preferible girar la hélice 18 con movimiento giratorio C con el fin de colocar la superficie de la silueta en la relación adecuada con el eje X. La fresa 31 se
20. coloca entonces en el centro de la punta de la paleta 20 y se mueve en los ejes X, Y y Z para trazar la silueta de la paleta, a medida que se desplaza por el borde de ataque de la paleta en dirección al núcleo 19. Esta acción se repite para el borde de salida, comenzando de nuevo en el centro de
25. la punta 20 de la paleta y moviéndose en dirección opuesta hacia el núcleo 19. Generalmente se necesitarán dos cortes para el borde de la paleta, un corte basto seguido por un corte fino empleando una fresa capaz de mecanizar dentro de estrechas tolerancias. En las zonas cercadas al núcleo 19, así como en las zonas donde ocurre un moldeo irregular o dom-
- 30.

de hay un exceso de metal puede emplearse si es necesario el control manual de las velocidades de avance de la mandrinadora horizontal.

5. Las operaciones de mecanizado que acabamos de exponer están destinadas a completar el trabajo con relación a la cara de presión y al borde de una de las paletas. Una vez terminados estos pasos, la fresa 31 se retira en el eje Z y la columna 11 se mueve en el eje W siguiendo su carril horizontal para permitir que la hélice 18 deje libre la mandrinadora horizontal 30 para rotación de las paletas de la hélice, y para colocar la próxima paleta en posición para la operación de mecanizado tal como se muestra en la posición para la operación de mecanizado tal como se muestra en la figura 4. La columna 11 vuelve entonces a lo largo de su vía de rodadura a una posición muy cerca de la mandrinadora horizontal 30 y se repite el procedimiento de fresado para mecanizar la cara de presión y el borde de la siguiente paleta. Este procedimiento se repite todas las veces que sea necesario para mecanizar la superficie de presión y el borde de cada paleta de la hélice 18.
- 10.
- 15.
- 20.

- Una vez terminadas las superficies de presión y los bordes de cada paleta, la fresa 31 se retira siguiendo el eje Z y la columna de orientación 11 se retira siguiendo el eje W y se hace girar la hélice 18 con movimiento giratorio C hasta una posición en la línea central con un ángulo helicoidal de cero. La columna 11 se vuelve entonces a lo largo del eje W hasta la posición de corte, llevando de nuevo a la hélice 18 lo más cerca posible de la fresa mandrinadora horizontal 30 con el fin de permitir que la fresa 31 permanezca lo más rígida que sea posible, asegurándose así una operación exacta de
- 25.
- 30.

- corte. La fresa 31 puede entonces trazar la circunferencia completa del núcleo de la hélice 19 siguiendo los ejes X e Y con movimiento de la fresa a lo largo del eje Z si es necesario cuando la fresa se acerca a la curva de unión del núcleo del borde de salida donde la paleta se une al núcleo en el lugar más cercano al extremo del núcleo. Esta operación da como resultado el torneado del diámetro exterior del núcleo 19. El movimiento de la fresa 31 en un recorrido circular se suspende cuando se llega a la paleta de la hélice y se inicia una acción alternativa de la fresa con movimiento circular limitado al cuadrante del núcleo 19 entre las paletas. Los cortes pueden hacerse moviendo alternativamente de la izquierda a la derecha y después de la derecha a la izquierda, con un movimiento en los ejes X e Y y un movimiento intermedio en el eje Z durante un breve periodo de parada que precede a un cambio en la dirección de rotación. Esta acción se continúa hasta que se alcanza la máxima profundidad entre las paletas, restringida por el solape de las paletas. Este esquema se repite en cada espacio entre paletas adyacentes. No es necesario girar las paletas de la hélice para realizar este fresado del núcleo 19. Como procedimiento en alternativa, la columna puede girarse siguiendo el eje "C" para colocar la curva de unión de la paleta de la hélice casi paralela al husillo de la mandrinadora. De ésta manera, la fresa puede recorrer una trayectoria cerca del centro del radio de la curva de unión de la paleta y reducir el tiempo, mejorando al mismo tiempo la calidad del corte de la curva de unión.

Con el mecanizado del núcleo 19 termina todo el trabajo de mecanizado de la cara del lado de presión de la hélice 18. La mandrinadora horizontal 31 puede retirarse entonces

entonces siguiendo el eje Z, mientras que la columna de orientación 10 con la hélice 18 montada, se retira siguiendo el eje "W". Los brazos de palanca se emplean entonces para reponer la hélice 18 en la instalación y en la posición de retirada que se muestra en la figura 1. Con el fin de mecanizar el lado opuesto, o lado de succión, de la hélice 18, la hélice puede ser retirada de la placa de cara 14 y volverse a montar con el lado de succión mirando hacia arriba. Una repetición de la secuencia de pasos seguidos en el mecanizado de la cara de presión de la hélice 18 dará como resultado el mecanizado del lado de succión de la citada hélice.

Con el mecanizado del lado de succión de la hélice 18, habrá terminado todo el trabajo de mecanizado, y sólo quedan por efectuar trabajos manuales de pequeña importancia para producir una hélice completamente acabada. La hélice 18 puede ser devuelta a la posición representada en la figura 1 y retirada de la placa de cara 14.

La velocidad de corte puede ser controlada variando la velocidad de avance en la dirección de los ejes X e Y del husillo de mandrinar 31 o por otros ajustes realizados en la pieza con relación a la cabeza de mandrinar 31.

La colocación precisa de la pieza puede conseguirse manualmente utilizando controles accionados manualmente, de manera perfectamente conocida en la técnica, para los tres motores eléctricos y dos sistemas hidráulicos que proporcionan los cinco ejes de movimiento de la columna de orientación de la presente invención. En las partes apropiadas de la columna de orientación, por ejemplo en la superficie vertical de la plataforma de soporte en 64, pueden efectuarse marcas de ajuste fino, como marcas tipo nonio, con un marcador aue-

cuado de cero en un miembro adyacente, relativamente fijo, como por ejemplo el miembro 48, para proporcionar en todo momento una lectura fina de la posición exacta de la pieza con el fin de permitir un control exacto de la posición de la pieza.

5. Si se desea, los controles hidráulicos y de los cinco motores pueden ser controlados adecuadamente por un programa de ordenador, utilizando equipo y técnicas de control numérico que son perfectamente conocidos en la técnica.

Los materiales de fabricación del aparato de columna de orientación 10 deben ser acero o cualquier otro material similar de elevada resistencia al desgaste y gran fortaleza. Los cojinetes del alojamiento del husillo 24 así como los cojinetes de muñón se fabrican preferentemente con bronce fundido de fundición nodular o materiales similares en unión con

10. materiales adecuados para la superficie de los cojinetes.

15.

En la anterior descripción de la invención se ha expuesto la realización preferida, utilizando unos tipos de engranaje y unos sistemas hidráulicos y eléctricos particulares. No obstante, se comprenderá que pueden utilizarse otros mecanismos y dispositivos conocidos para alcanzar los movimientos horizontal, vertical y rotacional de la columna de orientación y de la placa de cara, sin apartarse del espíritu ni del ámbito de la invención. Por ejemplo, unos tornillos de bola de precisión pueden ocupar el lugar o utilizarse junto con los conjuntos de cilindro hidráulico descritos anteriormente, para proporcionar un control más exacto del movimiento por parte de los tornillos de bola de lo que es posible con el sistema hidráulico. Pueden variarse los tipos particulares de motores y alimentación hidráulica, los tipos y parámetros de los sistemas de engranaje, y los tamaños, materiales y formas concretos de cada miembro individual de la invención, de acuerdo

20.

25.

30.

don el uso particular de cada orientación que se piense realizar.

5. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

10.

1.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal número 403.854 presentada el 14 de junio de 1.972 sobre: Perfeccionamientos en aparatos para orientar y situar una pieza de trabajo, especialmente un aparato para orientar

15.

y colocar una pieza grande y compleja para mecanizado por movimiento con relación a un mínimo de cuatro ejes, caracterizadas dichas mejoras porque comprende: una columna de soporte extensible y que puede descender, extendiéndose verticalmente, con un eje vertical; al menos, una vía de rodadura

20.

que se extiende horizontalmente; medios para montar la citada columna sobre la vía de rodadura para movimiento adelante y atrás sobre la misma; medios para montar giratoriamente la citada columna de soporte en la citada vía de rodadura para rotación alrededor del eje vertical de dicha columna de soporte;

25.

medios de montaje montados cerca de la parte superior de la citada columna de montaje para montar una pieza; medios montados en la mencionada columna de soporte y conectados a los medios de montaje para girar dichos medios de montaje alrededor de un eje perpendicular a los mismos; y medios montados en dicha columna de soporte y conectados a los medios de

30.

montaje para girarlos desde una posición horizontal a otra vertical.

5. 2.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque comprenden: una columna de soporte dispuesta verticalmente, que gira alrededor de su eje vertical y que tiene una porción superior en forma de U; un miembro de muñón situado entre cada uno de los dos brazos de la porción en forma de U y fijado a los mismos; un conjunto de alojamiento de eje montado giratoriamente en el miembro de muñón; y un eje montado giratoriamente dentro del conjunto de alojamiento del eje, estando adaptado dicho eje para montar en el mismo una pieza 10. medios para girar cada uno de los miembros giratorios; medios para movimiento vertical de la columna de soporte con el fin de elevar o bajar una pieza montada en el eje; y medios para 15. movimiento horizontal de la columna de soporte con el fin de colocar horizontalmente una pieza montada en el eje.

20. 3.- Mejoras según la reivindicación 2, caracterizadas porque incluyen además un miembro de brazo de palanca fijado al conjunto del alojamiento del eje e incluyendo un conjunto de pistón y cilindro conectado al miembro de brazo de palanca para controlar el conjunto del alojamiento del eje cuando éste último gira alrededor del miembro de muñón:

25. 4.- Mejoras según la reivindicación 3, caracterizadas porque se dota al aparato de un conjunto de tornillo sinfín y rueda de engranajes de tornillo sinfín que se encuentra conectado al eje para controlar este último cuando gira en el conjunto de alojamiento de eje.

30. 5.- Mejoras según la reivindicación 3, caracterizadas porque un mandril va fijado a la sección exterior del eje para montar en la misma una pieza.

*pe*

- 6.- Mejoras según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizadas porque para soportar y orientar una hélice marina con un diámetro mínimo de unos 2,4 metros y con un peso de al menos cinco toneladas para ser mecanizada por una fresa mandrinadora, dicho aparato comprende:
5. una vía de rodadura horizontal que comprende un par de carriles, una mesa de soporte montada en dicha vía de rodadura y que define una abertura central y chavetero; medios montados en dicha mesa de soporte para impulsar la misma a lo largo de dicha vía de rodadura; una columna de soporte vertical que
10. tiene un eje vertical que se extiende a través de dicha mesa de soporte y tiene una chaveta que se extiende verticalmente introducida en el mencionado chavetero; medios montados en dicha mesa de soporte para girar la citada columna vertical
15. alrededor del eje citado; medios montados verticalmente en dicha columna de soporte para elevar y descender la misma; miembro de soporte de la pieza montado cerca del extremo superior de la citada columna de soporte; medios para montar dicho miembro de soporte de la pieza para rotación alrededor de un eje horizontal desde una posición vertical a otra horizontal;
20. medios conectados a dicho miembro de soporte para hacer girar el mismo desde una posición horizontal a una posición vertical y para fijar e inmovilizar el miembro de soporte en cualquier posición de su movimiento; medios de placa de montaje para montar una pieza que tienen un eje transversal y van montados giratoriamente en dicho miembro de soporte de la pieza; y medios de accionamiento montados en el miembro de
25. soporte de la pieza para hacer girar los medios de placa de montaje alrededor de dicho eje transversal.

- 7.- Mejoras según la reivindicación 6, caracterizadas porque cada uno de dichos medios para mover la mesa de soporte, la columna de soporte, el miembro de soporte y la placa de
- 30.

9. montaje lo hacen de manera continua y ajustable, que puede controlarse con exactitud, con lo que puede conseguirse la colocación precisa de los medios de placa de montaje de manera sustancialmente continua para el mecanizado exacto de una hélice marina de grandes dimensiones.

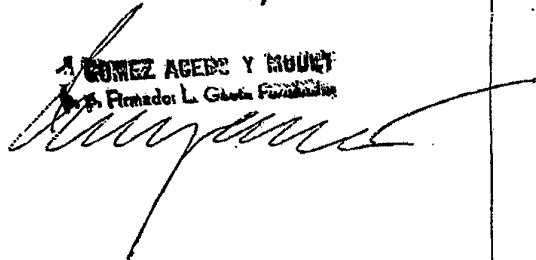
10. 8.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal número 403.854 presentada el 14 de junio de 1.972, sobre: Perfeccionamientos en aparatos para orientar y situar una pieza de trabajo, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de cuarenta y dos hojas, escritas a máquina por una sola cara.

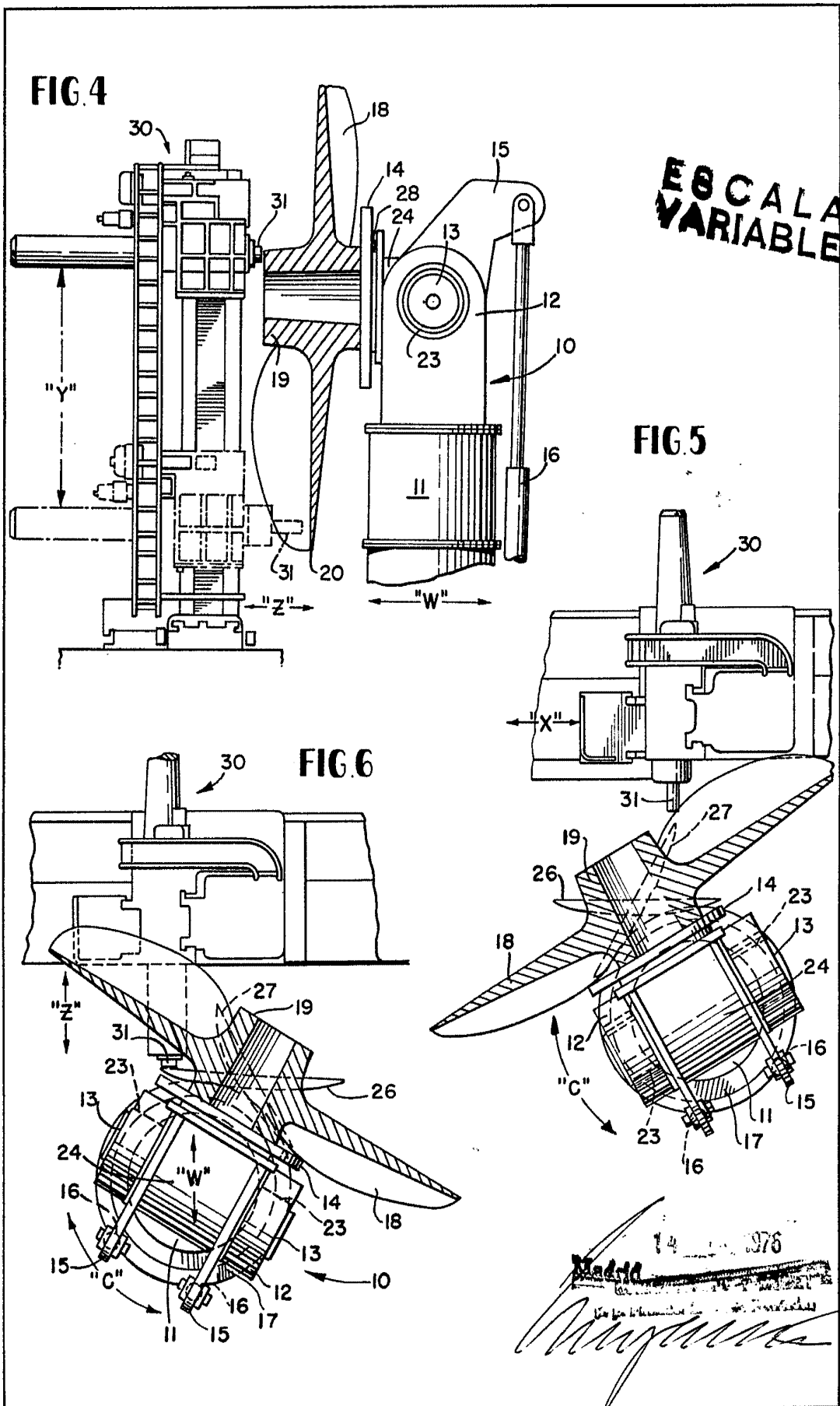
Madrid, 14 de Julio 1976

AVONDALE SHIPYARDS INC,

J. GÓMEZ ACEDE Y BOUTET  
F. S. Firmador L. G. S. Firmador







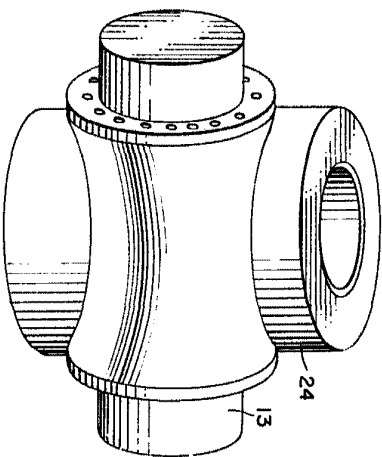


FIG 7

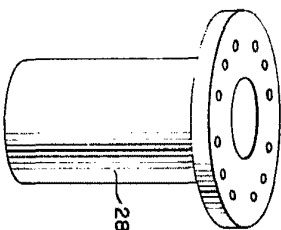
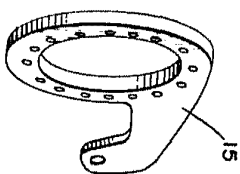


FIG 8

FIG 9



ESCALA  
VARIABLE

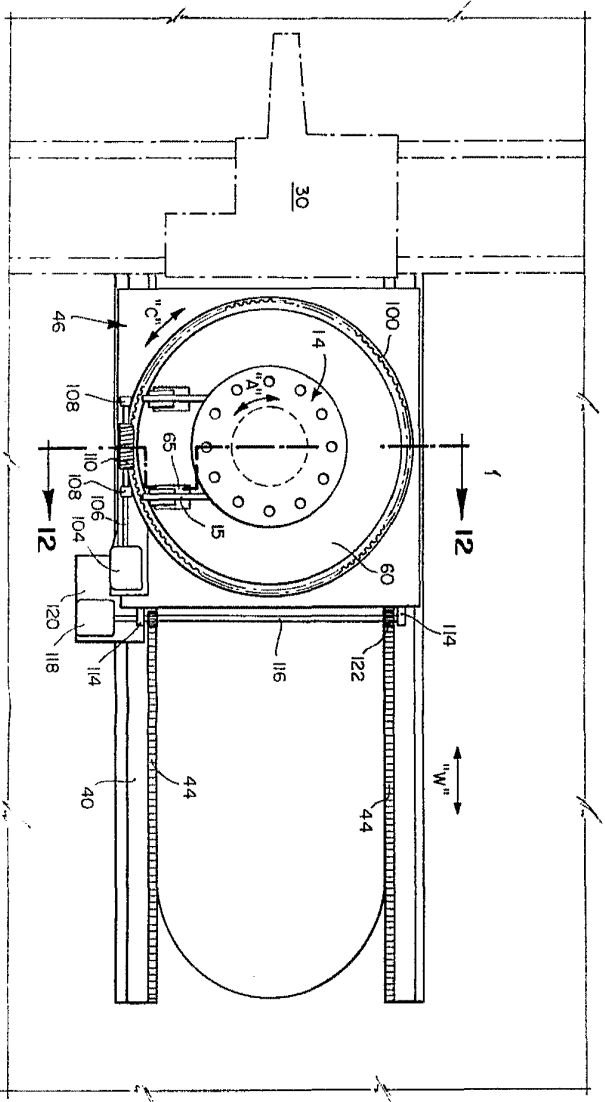


FIG 10

FIG 11

*[Handwritten signature]*  
3

FIG 7

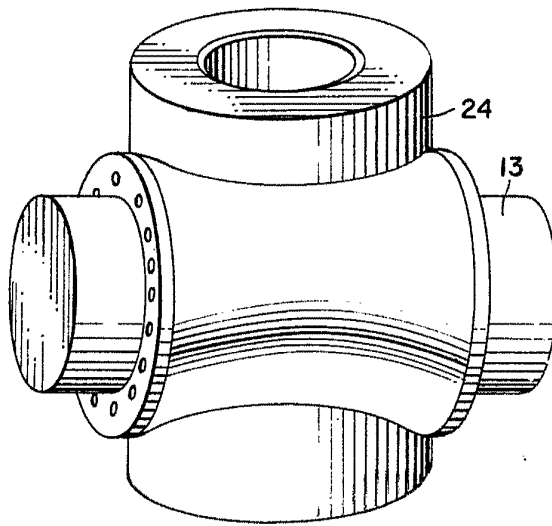


FIG 8

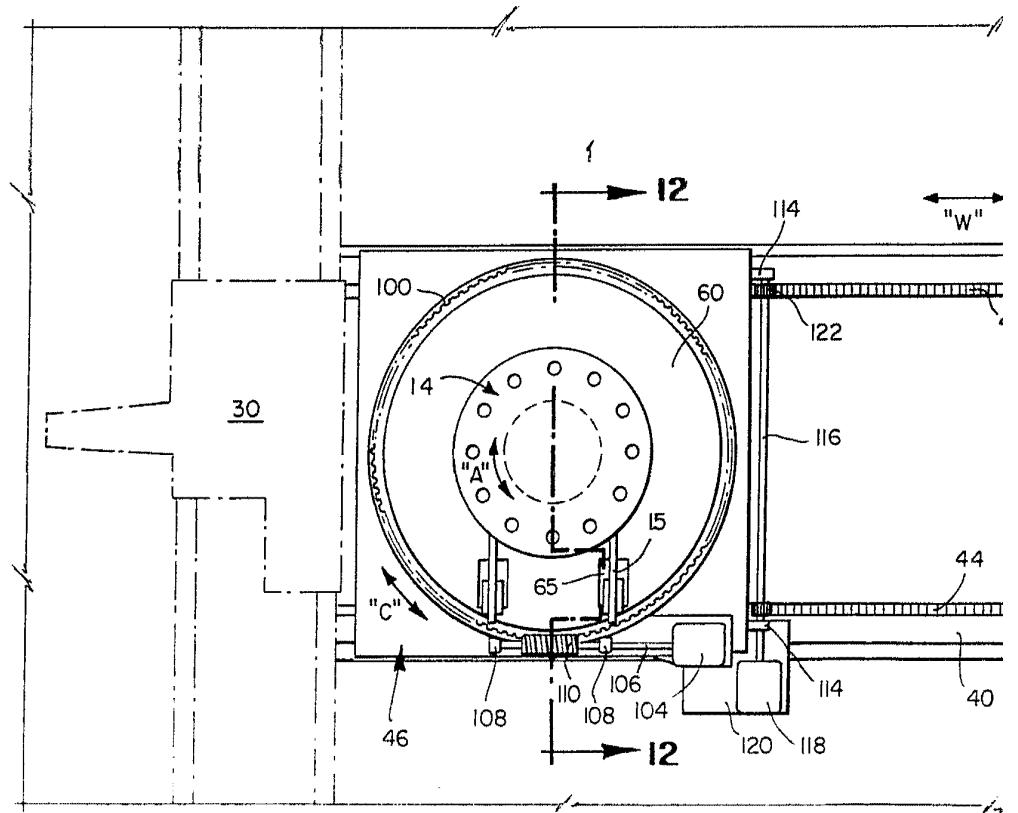
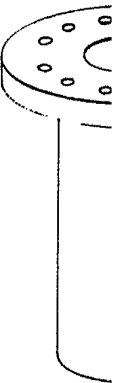


FIG II

FIG. 8

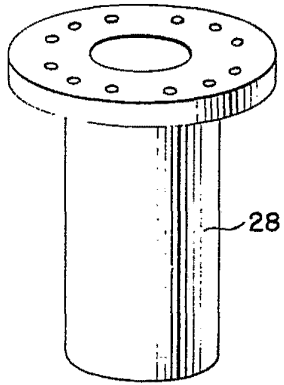
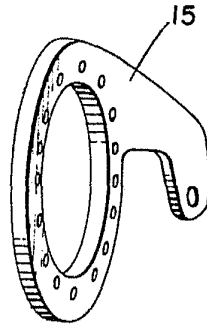
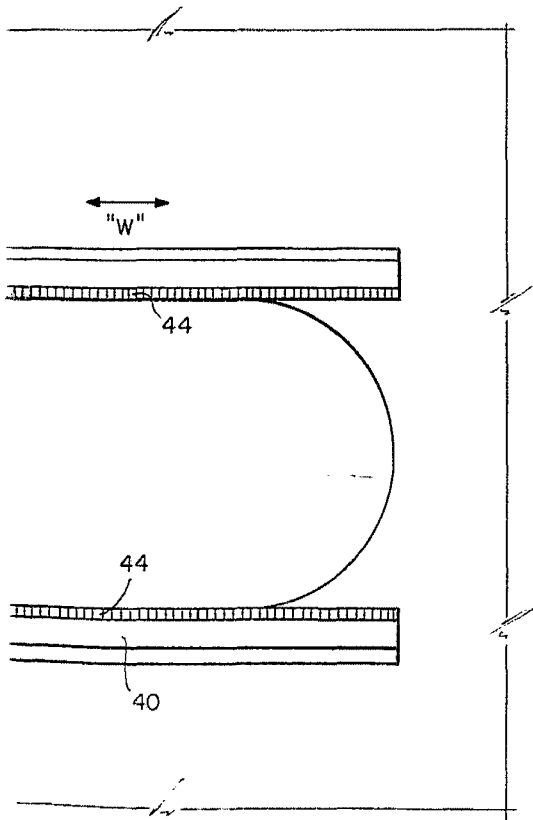
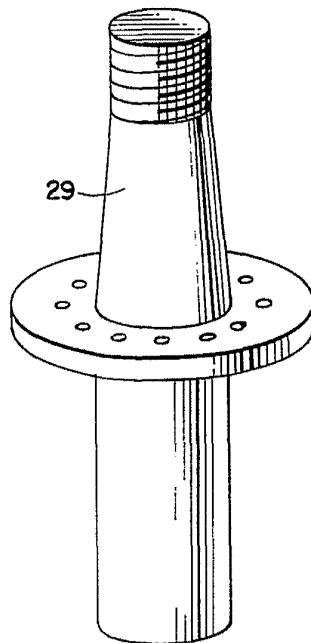


FIG. 9



ESCALA  
VARIABLE

FIG. 10



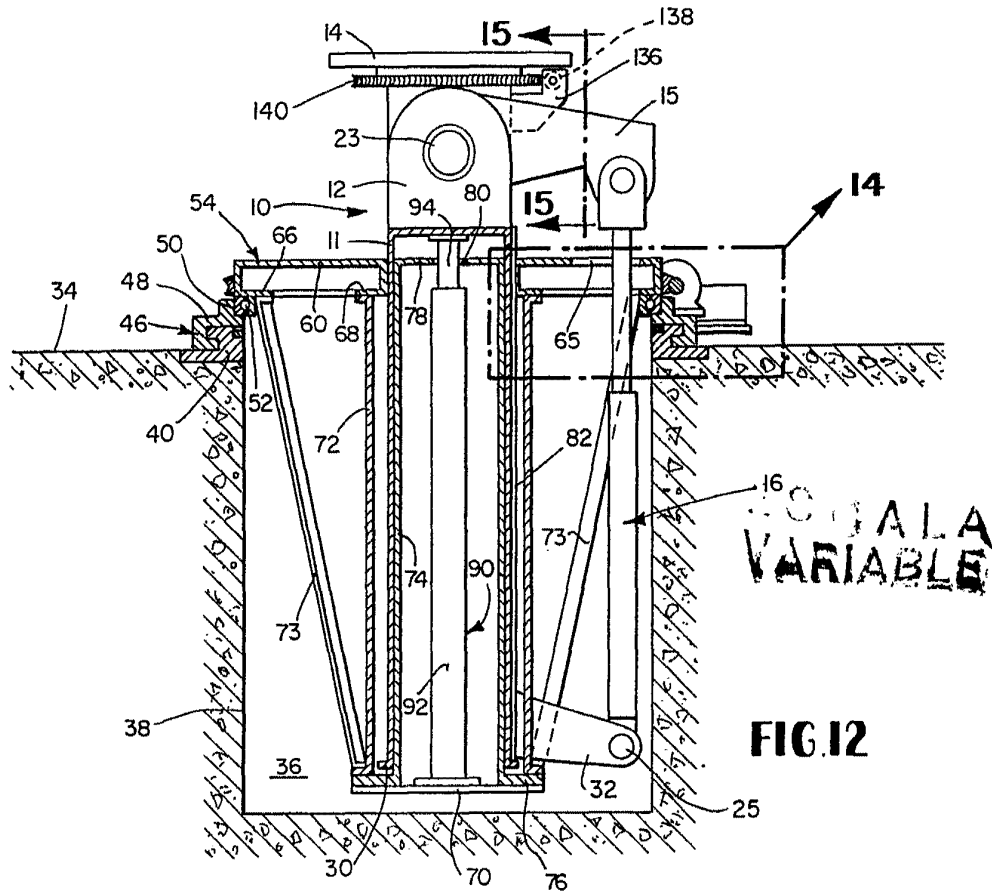


FIG. 12

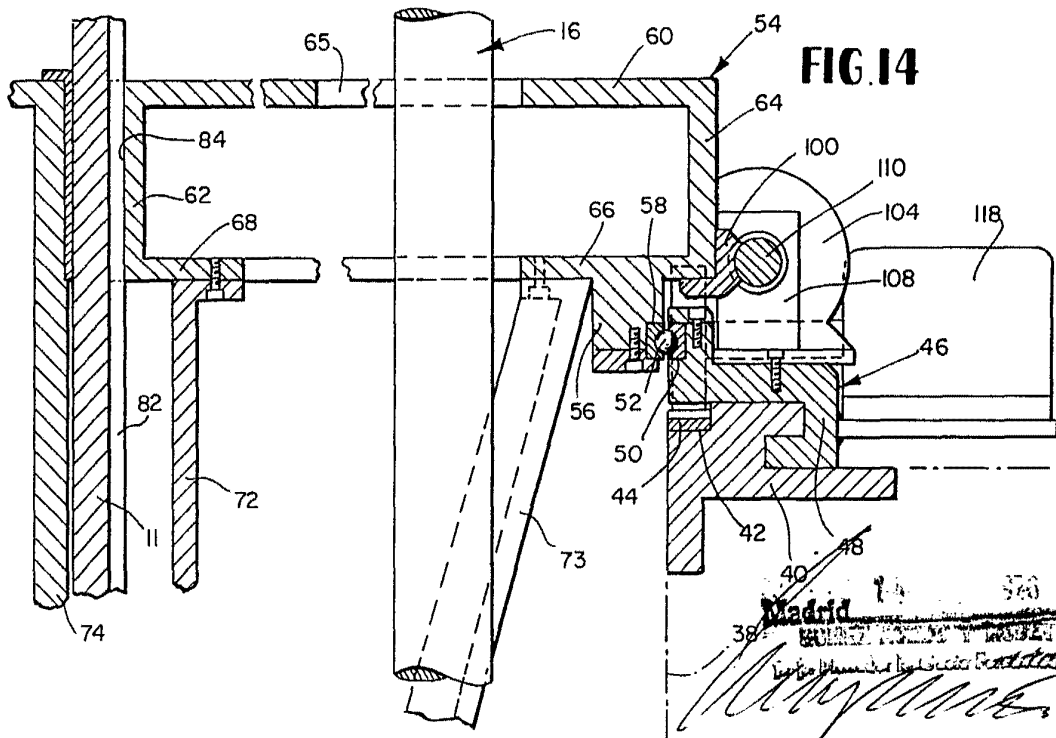


FIG. 14

Madrid 1950  
BUREL TORRES Y ROZAS  
Ingenieros Industriales

# ESCALA VARIABLE

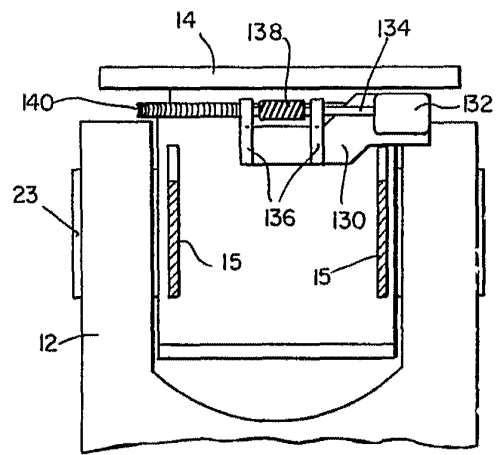
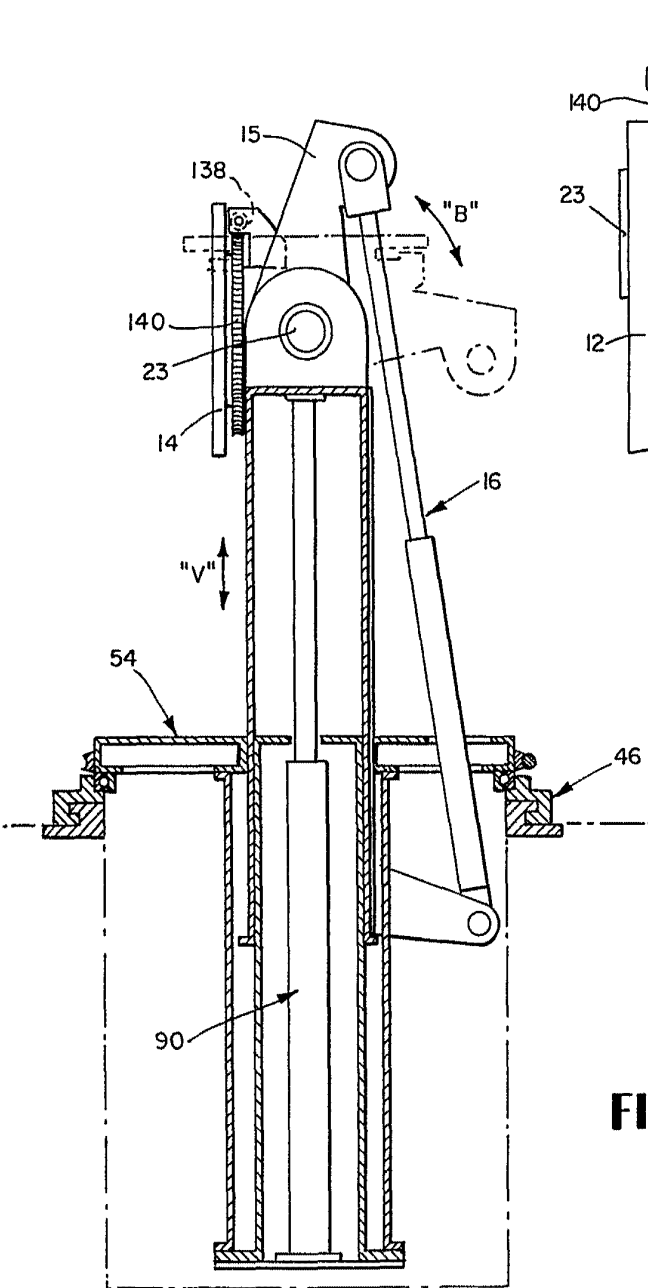


FIG. 15

FIG. 13

74 976  
~~AVONDALE SHIPYARDS, INC~~  
~~AVONDALE SHIPYARDS, INC~~  
*[Handwritten Signature]*

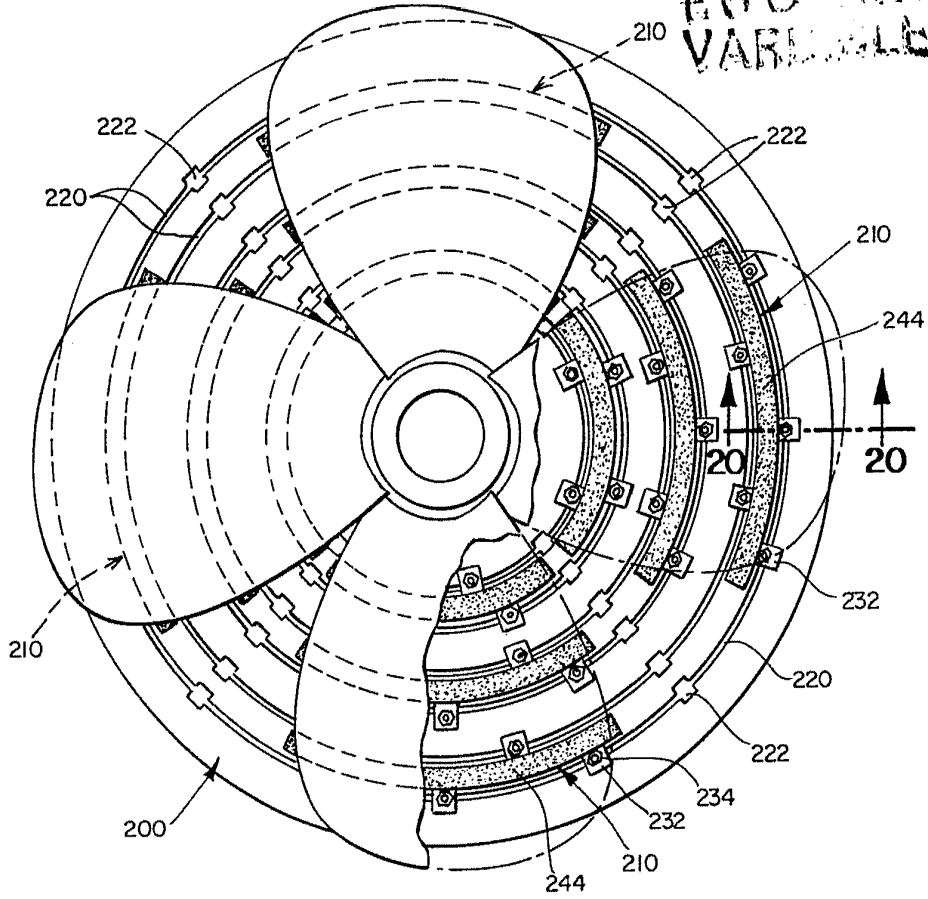


FIG. 16

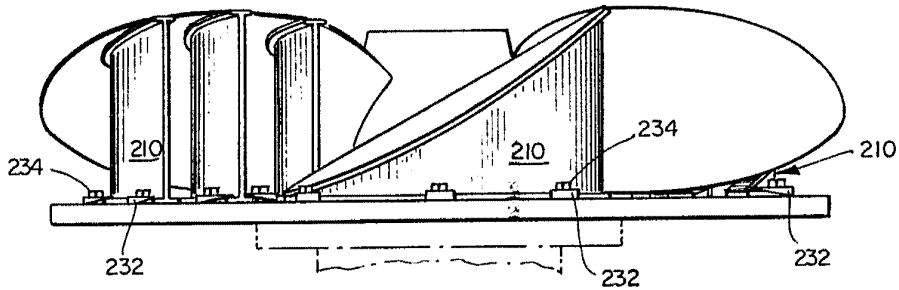


FIG. 17

1976  
Madrid, 1976  
Escilla Variable

*[Handwritten signature]*

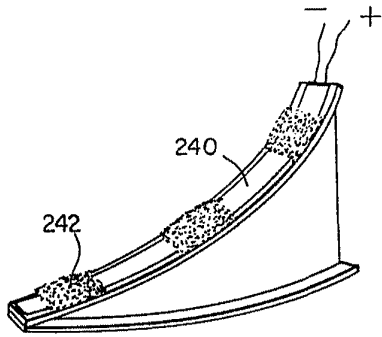


FIG. 21

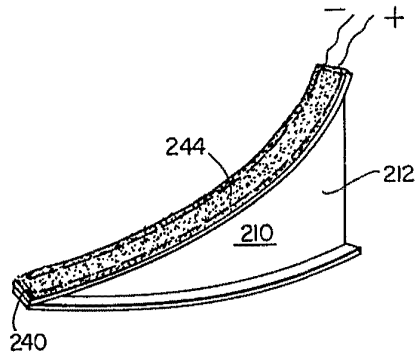


FIG. 22

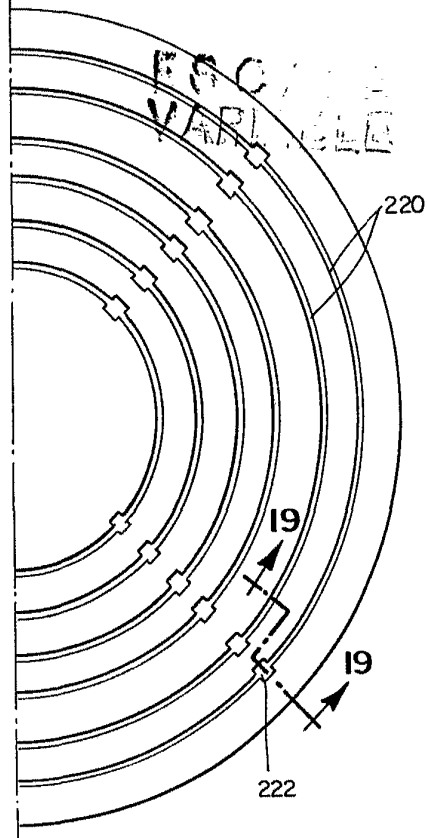


FIG. 18

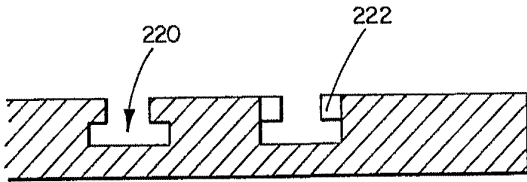


FIG. 19

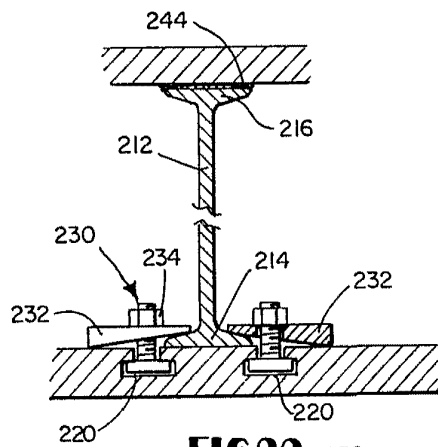


FIG. 20

Madrid  
GOMEZ AGUIRRE Y CAJUELO  
Ingenieros de Arquitectura