

Restricciones Paramétricas (Sem. 1)

Los dibujos paramétricos son una técnica empleada para diseñar con restricciones. En general, hay dos clases de restricciones:

- Restricciones Geométricas (que controlan las relaciones entre objetos).
- Restricciones Dimensionales (que controlan distancias, longitudes, ángulos, radios etc. de objetos).

Las restricciones sirven para “programar” nuestros dibujos. En lugar de que, por ejemplo, una línea sea sólo una línea, ella puede respetar ciertas reglas: ser horizontal, medir cierta longitud, hacer que sus puntos de extremo siempre coincidan con otro punto, etc.

Mechanical_example-imperial.dwg

Tenemos un ejemplo de un dibujo mecánico que posee restricciones. Las restricciones están ocultas actualmente (pero existen). Si seleccionamos el arco de la derecha (en la vista en planta) veremos las restricciones (aparece el símbolo de la restricción concéntrica). Al pararnos sobre el símbolo se resaltan los objetos que se ven afectados por la restricción: en este caso el arco y el círculo: ambos tienen el mismo centro debido a la restricción. Si quisiéramos mover uno de esos dos objetos, el otro se movería también (aunque en este caso, como hay más restricciones no lo haremos). Ese fue un ejemplo de una restricción geométrica.

Todas las herramientas de restricciones están en la pestaña Parametric.

Pero como dijimos, había más restricciones en este dibujo. Mostrémoslas: pulsemos Show All en el panel Geometric. Ahora vemos todas las restricciones geométricas que han sido aplicadas. En los finales de los arcos se ven unos pequeños grips. En realidad, representan una restricción de coincidencia. Se están bloqueando dos puntos de extremo para que estén juntos. Si movemos uno, el otro lo seguirá.

Las restricciones geométricas definen objetos para que sean paralelos, perpendiculares, colineales, radiales, etc. Las restricciones dimensionales definen longitudes, ángulos y radios. Ahora mostremos con el botón Show All todas las restricciones dimensionales (está en el panel Dimensional).

Al pararnos sobre uno de los glifos de las restricciones geométricas, los objetos que estén restringidos, así como el glifo del otro objeto que esté restringido, se resaltarán. Abra la paleta del Administrador de Parámetros. Aquí podemos modificar todas las restricciones dimensionales. Tenemos el nombre de la restricción, la expresión (fórmula) y lo que da su resultado. Podemos decir que cierta dimensión sea igual a otra dimensión. Por ejemplo: BHtopLeft medirá “BOLTHOLE”. Abajo vemos que “BOLTHOLE” vale 1”. Entonces, BHtopLeft medirá 1”. De igual forma BHtopLeftHalf mide “BOLTHOLE/2”, entonces su valor será 1/2”. Si BOLTHOLE cambia a 2, BHtopLeft ahora será 2”, y BHtopLeftHalf será 1”. Entonces podemos tener relaciones entre las dimensiones. Vea que, si seleccionamos una restricción en esa paleta, ella se resalta en el dibujo.

Encuentre las restricciones anteriores en el dibujo. Vea que BOLTHOLE sólo está aplicada a un círculo. Todos los demás agujeros están restringidos con la restricción geométrica Equal. Sólo se pueden restringir dos objetos a la vez. Comenzamos con el primer hoyo y

se le dio la restricción dimensional. Luego ese agujero tuvo la restricción geométrica con el de abajo. Luego ese de abajo tuvo restricción geometría con el que seguía, y así sucesivamente. Entonces, si cambiamos un diámetro (BOLTHOLE), todos se actualizarán.

Vea que tenemos diámetros BOLTHOLE en la vista en planta, pero tenemos longitudes BOLTHOLE/2 en la vista en elevación. Apague la visualización de las restricciones.

Regrese a la paleta Parameters Manager y cambie BOLTHOLE a 2 y vea cómo se rehace su dibujo para que todos los hoyos tengan un diámetro o longitud de 2". Si quiere, mida los agujeros para ver que sí midan el valor recién ingresado.

Vea cómo no modificamos ninguna línea: sólo cambiamos un valor. Reingrese el valor original de 1.

Las restricciones aparecieron por primera vez en AutoCAD 2010. Recuerde que se pueden combinar restricciones geométricas con restricciones lineales. Tenga en cuenta que si quiere definir el comportamiento de sus dibujos en cuanto a cómo trabajan y se relacionan entre sí, usted puede usar las restricciones paramétricas.

Archivo Nuevo

Echemos un vistazo a los diferentes tipos de restricciones. Las restricciones geométricas basadas en la longitud son ya sea lineales o alineadas. Esto significa que mantendrán distancias horizontales o verticales; o distancias entre dos puntos.

- Coincident. Restringe dos puntos para que coincidan.
- Colinear. Se asegura que dos elementos en un mismo plano y que sean lineales continúen en ese plano.
- Concentric. Mantiene los puntos de centro de círculos o arcos en el mismo lugar.
- Fix. Fija un punto en el WCS: lo que esté en un lugar no se moverá.
- Parallel. Mantiene dos líneas paralelas.
- Perpendicular. Mantiene dos líneas perpendiculares.
- Horizontal. Mantiene una línea horizontal.
- Vertical. Mantiene una línea vertical.
- Tangente. Mantiene la tangente entre líneas o círculos o arcos.
- Smooth. Restringe una spline para que sea contigua y mantenga su continuidad G2. Busca mantener la suavidad al unir dos splines.
- Symmetric. Restringe dos curvas o puntos de objetos para que mantengan su simetría alrededor de una línea seleccionada. Por ejemplo, si dibujamos la mitad de nuestro trabajo y le hacemos su espejo, podemos asegurarnos que esta segunda mitad se mantenga a semejanza de la primera (podrán requerirse más restricciones).
- Equal. Mantiene las longitudes iguales entre dos objetos.

Dibujemos un rectángulo. Aplique la restricción horizontal a la línea horizontal de arriba del rectángulo. Aparecerá el glifo de horizontal. Si nos paramos sobre él, se resaltará la geometría a la que está asociado. También pasa lo opuesto: si nos paramos sobre el objeto, se resaltarán sus glifos de restricciones. Si le pisamos a la tacha del glifo, éste se ocultará: no se eliminará, sólo se ocultará. Podemos decidir si se muestren o no los glifos con el botón Show/Hide de la pestaña Parametric. Luego seleccionamos un objeto y decidimos si

queremos mostrar o no los glifos. Ahora pongamos una restricción dimensional lineal a la misma línea. Vea que se puede pegar a los puntos medios de las líneas y no sólo a sus extremos. El punto rojo que se muestra es el punto que está restringiendo. Dé clic en la línea cuando se muestre su punto de extremo resaltado y luego cuando se muestre su otro punto de extremo resaltado.

No necesitan los dos puntos ser del mismo objeto para aplicarles las restricciones dimensionales.

Si usted sobre-restringe algo (de tal manera que una restricción tenga conflictos con otra), AutoCAD no lo dejará poner la nueva restricción, aunque le ofrecerá alternativas.

Vea la nueva restricción dimensional: tiene un nombre (d1 – dimensión 1) y un valor. Puede reescribir ya sea el nombre o el valor y eso se utilizará en la definición de la restricción.

Ahora la línea superior medirá cierto valor (que está fijo) y será horizontal. Intente mover el grip de abajo a la derecha del rectángulo y vea los resultados. Ahora intente mover el grip derecho de la línea restringida. Vea que esa línea se mantiene horizontal y con la misma longitud, aunque cambia de posición.

Ahora intente rotar el rectángulo. Dese cuenta que existe la restricción horizontal en la línea de arriba. Si rotáramos el rectángulo, la línea horizontal dejaría de ser horizontal. Entonces AutoCAD se quejará de nuestra solicitud. Se nos ofrecerá relajar las restricciones: si lo hacemos perderemos la restricción horizontal. Si no lo hacemos obtendremos algún resultado tal vez inesperado, aunque sí se nos permitirá efectuar el procedimiento.

Ahora restrinja el lado derecho con una restricción geométrica vertical. Elimine esa restricción: dé clic derecho en su glifo y seleccione Delete. También puede usar el botón Delete Constraints en la pestaña Parametric.

Ahora apliquemos la restricción paralela a las líneas verticales. Dese cuenta de la importancia del orden de selección de objetos: Las propiedades del objeto al que primero le dé clic, se replicarán en el segundo. Ponga la restricción horizontal a la línea de abajo. Intente mover un grip de esa línea y vea los resultados. Ahora ponga la restricción Igual a cualquier línea vertical con una línea horizontal: medirán lo mismo. Intente mover de nuevo un grip de su geometría y vea los resultados.

Cambie el valor de la restricción dimensional. Vea los resultados.

Las restricciones dimensionales son:

- Lineales: que dan el valor de longitud entre dos puntos (horizontal o verticalmente).
- Alineadas: que dan el valor de longitud entre dos puntos (inclinadamente).
- Radio: define el radio de un círculo o arco.
- Diámetro: define el diámetro de un círculo.
- Ángulo: define el ángulo entre dos entidades.
- Convert: convierte dimensiones normales a restricciones dimensionales. Beneficia en cuanto de que además de dimensionar su dibujo, usted lo puede restringir.

Ponga la restricción dimensional angular. Intente modificarla: no podrá debido a las restricciones ya existentes.

También contamos con restricciones dimensionales normales o anotativas y ellas se alternan pulsando la flecha hacia abajo en el panel Dimensional.

Archivo Nuevo

Hay varias maneras de crear restricciones: las restricciones dimensionales se hacen igual que las dimensiones normales: se da clic en dos puntos; las radiales es sólo dar clic en el círculo o arco; las angulares son sólo dar clic en dos líneas.

Si uno quiere restringir completamente su modelo esto se puede lograr poniendo todas las restricciones necesarias de una por una, o usando el comando Auto Constrain. Se le da clic y luego se selecciona toda la geometría que se busca restringir. Otro método es activar la opción Inferir Restricciones en la barra de estado (o usar Ctrl + Shift + I). Ambos pueden funcionar distinto. Para Infer Constraints se puede seleccionar qué restricciones incorporar automáticamente.

Dibuje un rectángulo. Activa Infer Constraints; dibuje el mismo rectángulo. Vea que el nuevo rectángulo está completamente restringido: podemos cambiar su tamaño, pero no las relaciones que guardan sus líneas; también podemos rotarlo. Ahora use Auto Constrain en el primer rectángulo. Vea que las cosas resultan un poco diferentes. Tenemos los lados paralelos, el ángulo perpendicular, pero hay una restricción adicional: Horizontal. Entonces hay diferencias en las formas de trabajar de Auto Constrain e Infer Constraints. Este último rectángulo no se podrá rotar.

Aunque las restricciones se hayan hecho con Infer Constraints, como quiera se pueden eliminar (algunas o todas). Si desea configurar las restricciones dé clic derecho en su icono en la barra de estado y opte por Infer Constraints Settings. Dese cuenta que no hay restricciones dimensionales automáticas o inferidas, pero puede convertir dimensiones normales a restricciones dimensionales.

Archivo Nuevo

Un caso donde conviene emplear restricciones paramétricas es el de los bloques dinámicos. Veamos un ejemplo. Abra la paleta de Paletas de Herramientas (Ctrl + 3) y vaya a la pestaña Estructural. Dé clic en la viga de patín ancho (Wide Flange), e incorpórela a su dibujo. Este es un bloque dinámico, y este bloque usa restricciones. Sin embargo, al seleccionarlo no se ve ningún glifo: todo está contenido dentro de la definición de bloque. Esto es recomendable a tener demasiadas restricciones en cada dibujo de AutoCAD (si todas se administraran en conjunto).

Seleccione el bloque y dé clic al botón derecho y opte por Block Editor. Ahora sí podemos ver las restricciones. El bloque está completamente restringido. Hay restricciones de coincidencia para asegurarnos que todas las líneas se estén tocando (así, las líneas no se van a separar). (Si esto se hubiera hecho con una polilínea el comportamiento ante las restricciones podría ser diferente).

También tenemos restricciones dimensionales. Vea que en el editor de bloques se cuenta con las herramientas de restricciones paramétricas. Las dimensiones dadas son el peralte de la viga, el espesor y ancho del patín, el espesor del alma y un radio para el filete propio de los perfiles rolados. Todas las líneas tienen dimensión o restricción de igualdad. Vaya al administrador de parámetros (Parameters Manager) y vea que ahí van las dimensiones.

Dese cuenta que también se incorporó una tabla que almacena parámetros para las vigas (esto se hizo en la Paleta de Edición de Bloques / Parámetros / Lookup). Vea la tabla: seleccione su icono y vaya a Block Table en el panel Dimensional. Note que las columnas de la tabla tienen los mismos parámetros que se usan en las restricciones.

Con las restricciones paramétricas podemos hacer cualquier variación de ese bloque sin necesidad de utilizar estados de visibilidad. Salga del editor. Dé clic en la flecha que aparece al seleccionar el bloque y escoja la sección que desee. Si va hasta amero abajo, puede cargar la tabla de propiedades (aquí no se edita, aunque sí se puede cargar: serviría para encontrar una sección con las propiedades de diseño que necesite).

Mechanical_example-imperial.dwg

Cuando se crea una restricción dimensional, esta se muestra en el administrador de parámetros. Aquí uno puede cambiar su valor o agregar una fórmula. Abra el administrador de parámetros. Mientras más parámetros tenga un dibujo, esa lista se mostrará más grande. Sin embargo, puede usar la caja de búsqueda para encontrar el parámetro que desee, u ordenar la lista alfabéticamente por nombre. Las expresiones son las fórmulas que se emplean y los valores son los resultados de haber calculado las fórmulas. Los valores se muestran con las unidades del dibujo (por ejemplo vea SLOTdepth en expresión y en valor).

Archivo Nuevo

Dibuje un rectángulo de 5x5 (sin inferir restricciones). Dibuje un círculo en el centro del rectángulo, con diámetro de 5. Use una restricción dimensional para cada línea del rectángulo. También añada una restricción radial para el círculo. Vaya al administrador de parámetros. Queremos hacer que los lados midan lo mismo. Para una restricción dimensional deberá ingresar un valor numérico. Y en las demás, en su expresión deberá poner el nombre de la restricción dimensional que sí tiene valor numérico. Ahora todo medirá lo mismo. Diga que el radio del círculo será la mitad de lo que mida cualquier lado (por ejemplo $d/2$).

En este administrador usted puede cambiar los nombres de las restricciones: sólo dé doble clic en la celda que tiene ese nombre y escriba el nuevo. Cambie el nombre de algo y vea cómo se actualiza automáticamente en las expresiones a donde eso tenía referencia.

Cree un nuevo grupo de parámetros (Alt+G) y llámelo Lados. Muestre todas las restricciones paramétricas (pulse en All). Arrastre todos los lados al grupo Lados (el radio no). Así puede organizar todos los parámetros para cada objeto en su respectivo grupo, y no tener todas las restricciones mezcladas.

Si da clic derecho en un filtro puede optar por "Isolate Dynamic Constraints in Group" para sólo mostrar las restricciones dimensionales que están en ese filtro. Así, restricciones irrelevantes se ocultarán y sólo se mostrarán las que le interesan. En nuestro caso, sólo tenemos las restricciones de "Lados" en un filtro. Si opta por este comando ("Isolate Dynamic Constraints in Group"), la restricción dimensional radial se ocultará (ya que no estaba en el filtro de "Lados").

Bloques Dinámicos

Los bloques son estupendas herramientas que le permiten repetir geometría muchas veces. También le permiten usar diseños estándar. Pero existe otro tipo de bloque más flexible: el bloque dinámico. Como su nombre lo señala, los bloques dinámicos tienen la capacidad de cambiar. Esto, básicamente significa que tiene múltiples bloques en uno solo. Los bloques dinámicos contienen parámetros de inserción y algunas otras modificaciones.

AutoCAD cuenta con algunos bloques dinámicos predefinidos. Veámoslos. Abra la paleta de Paletas de Herramientas (Ctrl + 3). Vaya a la pestaña Mecánica. Dese cuenta que hay bloques dimensionados para el sistema imperial y para el sistema métrico. ¿Cómo diferenciar entre bloques y bloques dinámicos? Los bloques dinámicos poseen un glifo de un relámpago.

Dé clic en Shoulder Screw y luego posicónelo en el espacio del modelo. Este bloque tiene un grip azul para moverlo, pero además tiene tres flechas: la de la izquierda alarga el tornillo y las de la derecha permiten cambiar su tamaño. Entonces, podemos hacer múltiples combinaciones a partir de un solo bloque dinámico. En la pestaña Anotación inserte el primer bloque “Tag – Imperial”. Este tiene un grip de edición (de color cian) que le permite cambiar la longitud y ángulo de la línea; también, si da doble clic en el número, puede cambiarlo.

Consecuentemente el poder de los bloques dinámicos está en que se pueden modificar y dar lugar a lo que de otra manera sería un gran número de bloques normales. Su definición formal es: Son bloques que contienen reglas, o parámetros, para poder cambiar la apariencia de la referencia de bloque cuando se inserta en un dibujo.

Dynamic Blocks.dwg

Abra la paleta de herramientas (Ctrl + 3). Tenemos el archivo de comienzo para la planta arquitectónica de un pequeño edificio de oficinas. Asumamos que tenemos que agregar puertas, ventanas, plantas, etc. en el dibujo. Necesitamos puertas y ventanas de diferentes dimensiones. Sin bloques dinámicos, deberíamos tener bloques estáticos para cada objeto diferente. Vea las unidades del dibujo (UNits) (son pulgadas). En la paleta de herramientas vaya a la pestaña Arquitectónica y encuentre los bloques imperiales. Inserte una puerta. Vea que con las flechas podemos cambiar la orientación, tamaño de la puerta, grado de apertura, etc. Inserte una ventana. Aquí podemos cambiar de qué lado van y usar algunos espesores y anchos predefinidos. Agregue un sanitario: no aparece en vista en planta. No hay problema: presione la flecha y escoja “Elongated (Plan)”. Este bloque usa diferentes estilos visuales. Pero no nos gusta ese diseño. Cámbielo a “Round (Plan)”. Ponga un carro y dele su vista en planta. Finalmente ponga algunos árboles.

Archivo Nuevo

Ya sabemos lo que son los bloques dinámicos y cómo usarlos en un dibujo. ¿Pero cómo los hacemos? Hay muchas configuraciones que les podemos poner a los bloques dinámicos. El primer paso es decidir qué necesitamos y cómo queremos manipularlo o cambiarlo. Para que un bloque sea dinámico debe tener al menos un parámetro. Los parámetros usualmente tienen acciones asociadas a ellos. Los parámetros definen propiedades como posiciones, distancias o ángulos. Cuando se satisface un parámetro, las

acciones se transforman en hechos. Las acciones definen cómo los parámetros cambian al bloque.

Abra el editor de bloques (Home / Blocks / Block Editor) (BEdit). Se ofrece abrir un bloque existente. Si no hay, proporcione un nombre y pulse OK. “Cuadrado”. Se abre el editor de bloques. Examine la nueva pestaña contextual “Editor de Bloques” y las Paletas de Autoría de Bloques (ahí están los parámetros y las acciones que dijimos antes). Cada parámetro funciona con ciertas acciones. Algunas combinaciones válidas están en Parameter Sets (es decir, se insertan acciones con parámetros).

Dibujemos un cuadrado de 12”. La intención de este bloque es que pueda cambiar la longitud de sus lados, manteniendo su forma de paralelogramo. Entonces debemos agregar el parámetro Lineal a la línea de arriba (esto mantendrá una distancia lineal). Se aplica como una dimensión. Si el parámetro no tiene acciones asociadas, aparece un glifo con un signo de exclamación amarillo. Añadamos la acción Stretch (se la ponemos al glifo de admiración). ¿Qué estiraremos? Seleccione un punto de extremo. Seleccione lo que se desea estirar. Pulse Entrar. Seleccione todos los objetos y presione Entrar. Ahora tenemos un glifo de estirar y al pararnos sobre él muestra lo que se va a estirar. Si le damos clic derecho podemos eliminarlo, modificarlo, renombrarlo y mostrarlo u ocultarlo. Cierre el editor de bloques y guarde los cambios. Inserte el bloque. Vea que aparece una flecha cian. Púlsela y manipule su bloque dinámico.

Esto puede complicarse mucho. Véalo como programar su geometría. Podemos modificar este bloque para que se agrande en ciertos tramos (1 unidad, 2 unidades, etc.). Podemos estirarlo verticalmente, rotarlo, cambiar su estado de visibilidad para que se haga un polígono, etc.

Archivo Nuevo

Existen muchos parámetros y acciones que podemos añadir a nuestros bloques dinámicos; y puede haber muchas formas correctas de lograr el mismo objetivo. Revisemos algunos bloques que ya vienen con AutoCAD. De la paleta de herramientas, en la pestaña arquitectónica, ingrese el bloque de sanitario. Selecciónelo y con el BD opte por Block Editor. Este bloque es sencillo y sólo tiene unos cuantos parámetros. Uno de ellos es el de Visibilidad (que es el único parámetro que no necesita acciones). Dé clic derecho en el grip del parámetro de visibilidad en el bloque y vea que puede Apagar o Reestablecer que se muestre ese grip, o configurar los estados de visibilidad. Los estados de visibilidad básicamente sólo cambian entre diferentes dibujos. Dese cuenta que también existe el panel Visibility en el ribbon. Dé clic en Visibility States: vea que puede cambiar el estado de visibilidad en el que está trabajando o puede cambiar su orden en la lista; puede renombrarlos, eliminarlos y agregar más. También puede escoger su estado de visibilidad directamente en el panel Visibility.

El estado de visibilidad trabaja así: en cada estado específico, cierta geometría es visible. Vea que si dibuja, por ejemplo, una línea en un estado de visibilidad, al cambiar a otro, ella no se verá. Sin embargo, si selecciona esa línea y le da clic derecho → Object Visibility, usted puede decidir si quiere que aparezca en todos los estados (o se oculte, o se haga esto para únicamente el estado actual). Actívela para todos los estados y cambie de visibilidad. Si la borra en un solo estado (con delete), se borrará en todos los estados. Así

que, si desea que se vea algo en un estado específico, debe dibujarlo en ese estado específico.

El otro parámetro de este bloque es Flip y su acción es Flip. Algunas acciones van sólo con ciertos parámetros (como Flip). ¿Cómo usar Flip? Inserte el parámetro; defina una línea de reflexión (ponga una línea diagonal que cruce el sanitario); defina dónde estará el botón de Flip. Aparece el glifo de admiración (falta una acción). Vaya a la pestaña de acciones, opte por Flip y asígnela al glifo. Luego seleccione los objetos que se verán afectados (todo) (si desee que algo no se volteara, no lo seleccione). Pulse Entrar. Antes de cerrar el editor, dese cuenta que ese Flip sólo se agregó a ese estado de visibilidad (podría cambiar la visibilidad del parámetro para que se mostrara en todos los estados, pero como sólo seleccionó el objeto de la primera vista, el comando no haría nada para otras geometrías (en las cuales podría activar el parámetro y al regresar a la vista original vería que sí se habrían efectuado los cambios)). Guarde los cambios, cierre el editor y pruebe su bloque.

Si no hubiese funcionado, regrese al editor de bloques y elimine su parámetro y acción. Hágalo. Ahora ingrese un Conjunto de Parámetros: Flip Set: especifique otra vez la diagonal, especifique la ubicación de la etiqueta y vea el glifo que aparece: hay un problema con la acción. Dé clic derecho al glifo y opte por Action Selection Set → New Selection Set. Seleccione todo y pulse Entrar. Guarde su bloque y revise su funcionamiento.

Algunos otros bloques pueden ser más complicados: pueden usar restricciones o tablas. Ingrese una viga de patín ancho de la pestaña estructural de la paleta Paletas de Herramientas. Vea que tiene un grip: aquí puede seleccionar la viga que desee. Abra el editor de bloques. Vea que este bloque usa restricciones paramétricas. Revise las restricciones dimensionales y geométricas (muéstrelas con Show All).

En el panel Dimensional pulse el botón de Tabla del Bloque. Vea los valores que pueden poblar las restricciones dimensionales, y que tienen un nombre asociado. Si hubiéramos usado el parámetro de Visibility habríamos tenido que dibujar todas las vigas de una por una en un diferente estado de visibilidad. En este caso se usó la acción “Block Properties Table”, que posee conjuntos de datos diferentes. Cada conjunto de datos crea una opción para que el bloque emplee esos valores en sus restricciones paramétricas. Si su bloque no tiene tabla se le permitirá crear una nueva (en lugar de mostrar la tabla existente).

Ahora agregue un pozo de visita (Manhole) de la pestaña Civil. ¿Qué hace este bloque? Se puede escalar a diferentes radios. Esto usa el parámetro Linear y la acción Scale. Los incrementos mostrados se configuran en la paleta propiedades de nuestro parámetro (Sección Value Set, Dist Type: Increment). También debe configurar lo que vale cada incremento y cuál es el incremento mínimo y hasta qué incremento se puede llegar.

Archivo Nuevo

Hay una herramienta en AutoCAD que nos permite ensayar nuestros bloques. Se encuentra en el editor de bloques y se llama Test Block. Inserte de la pestaña Mecánico el bloque tuerca hexagonal (métrica) y abra el editor de bloques. Para no tener que insertar el bloque en nuestro dibujo podemos acceder a una ventana temporal donde podemos jugar con nuestro bloque y hacerle pruebas. Eso se logra con el botón Test Block en la pestaña Open/Save del editor de bloques. Es como una caja de arena. Al terminar, pulse Close Test Block Window y regresará al editor de bloques. Luego puede salir del editor de bloques.

Hagamos un nuevo bloque. Vaya al editor de bloques y nómbrelo Caja. Dibuje un rectángulo de 5x5. Démosle la habilidad de rotar. Opte por el parámetro Rotation: especifique un punto base (el centroide del rectángulo). Ahora estamos viendo el centro de la rotación que va a suceder. Ahora demos una esquina del rectángulo. Al final, debemos decir qué tanto queremos que rote nuestro rectángulo: escriba el ángulo que permitirá que rote su bloque (esta ocasión 360). Puede mover el grip de rotación.

Ahora añada la acción rotar. Seleccione el parámetro y luego seleccione los objetos (seleccione el rectángulo y el parámetro) y pulse Entrar. Abra el probador de bloques. Asegúrese que todo funcione y vea que hasta puede ingresar un valor en grados para rotar su bloque. Salga del probador y salga del editor; guarde los cambios y tenga su bloque terminado.

chap-project-Dynamic Blocks.dwg

Hagamos un bloque dinámico. Necesitamos hacer una flecha de norte en planta para nuestro dibujo. Este norte debe tener la capacidad de rotarse. También pongámosles varios estilos de flechas para variedad. En el archivo presentado existen algunas geometrías ya listas. También presentamos un archivo con el proyecto completado.

Tenemos tres estilos diferentes de flechas. Emplearemos Visibility States y Rotation. Primero debemos crear un nuevo bloque. Dese cuenta que ya tenemos 3 bloques. Se puede hacer un bloque de bloques (esto se llama bloques anidados). Para facilitar las cosas, coloque en un mismo punto los tres centros de los círculos de las tres flechas.

La primera flecha se llama Doble – Cerrada – Abierta. La de en medio Doble – Abierta. La de la derecha Sencilla – Abierta. Cree un bloque como si fuera un bloque normal (Block). escoja el punto de inserción (el centro del círculo), seleccione los objetos (los 3 bloques) y dé un nombre (Flecha Norte Dinámica). Todo está en pulgadas. Ahora tenemos un solo bloque. Seleccionémoslo y BD, Block Editor.

Debemos crear tres estados de visibilidad. Uno para cada flecha. Antes de continuar, agreguemos una letra N de norte al centro del círculo. Agregaremos un bloque con atributos. Predeterminaremos el valor a N. Así, en el dibujo luego lo podríamos cambiar por otra cosa.

Vaya a Attribute Definition en el panel Action Parameters. En Tag, Prompt y Default escriba N. Justificación: MC. Estilo de texto: North Arrow (ya venía en el archivo). Altura del texto: 0.12. OK. Insértelo en el centro del círculo. Cuando rote la flecha, asegúrese que no rote la N. Ahora creemos los estados de visibilidad. Vaya a parámetros y dé clic en Visibility. Ponga el parámetro en cualquier lugar del bloque. Ahora pulse el botón Visibility States. Renombre el primero a DCA. Haga otro nuevo que se llame DA y otro SA. Póngase en el estado de visibilidad SA. Seleccione la N y en Object Visibility ponga Show for All States. Ahora tenemos que apagar todos los bloques que no sean SA. Dé clic a un bloque y lea en la paleta propiedades qué bloque es. Si no es el que queremos que se vea, dé clic derecho y opte por Object Visibility → Hide for Current State. Si luego se encuentra el bloque que desea dejar, pero aún le falta ocultar otro bloque, seleccione el que desea dejar escriba DR para usar el comando Draw Order y envíelo atrás (Back). Luego dé clic otra vez al bloque y habrá seleccionado el otro. Ocúltelo. Así deje solo el que necesita. Haga lo mismo para los otros dos estados de visibilidad. Puede parecer tedioso, pero recuerde todo el tiempo que ahorrará después. Para cambiar de estado de visibilidad escoja de la lista desplegable

en el panel Visibility. Probemos el bloque antes de avanzar. Use Test Block y revise que pueda cambiar adecuadamente entre los estados de visibilidad. Ahora para cada visibilidad hay que incorporar la rotación.

Para cada estado agregue el parámetro Rotation. Ubíquelo en el punto central del círculo. El radio será hasta la punta de la flecha. Para el ángulo ingrese 360. Suba el punto del grip a la punta de la flecha. Ahora añada la acción Rotate. Seleccione el parámetro y luego seleccione los objetos y pulse Entrar. Asegúrese que seleccione la flecha y el parámetro. Asegúrese de que no seleccione la N. Puede probar el bloque: rote su geometría desde su grip. Pruebe también la letra N: dele doble clic y vea que la puede cambiar.

Aplice los parámetros y acciones de rotación para los otros dos estados de visibilidad. Pruebe a hacer lo mismo, pero ahora con un Parameter Set. Cambie el estado de visibilidad. Dé clic en Rotation Set. Dé el centro de rotación (el centro del círculo), luego el radio (hasta la punta de la flecha) e ingrese el ángulo de rotación (360). Suba el grip de rotación a la punta de la flecha. Hasta aquí todo es igual. Sólo falta definir la geometría que rotará. Dé BD al glifo de rotación Action Selection Set → New Selection Set. Seleccione la flecha y el parámetro. No seleccione la N. Presione Entrar. Haga lo mismo para el otro estado de visibilidad.

Vea que el ángulo de disponibilidad de rotación se puede configurar en la paleta propiedades: desde su ángulo base hasta el ángulo disponible. Pruebe el bloque y vea que funcionen todas sus características: estados de visibilidad, rotaciones y edición de la letra N. Cierre el probador de bloques, cierre el editor de bloques y guarde los cambios.

Grabadora de Acciones

AutoCAD posee una herramienta que grabará, guardará y reproducirá lo que haga, recreando exactamente lo que haya hecho. Esta herramienta se llama la Action Recorder. Usted puede grabar sus acciones (apuntarlas en un archivo) y luego reproducir ese archivo. Estas acciones pueden ser completamente automáticas o pedir información al usuario.

Vaya a la pestaña Manage. A la izquierda está el panel Action Recorder. Ábralo. Ahí se muestra el árbol de acciones: esas son las acciones que se están grabando. En ese mismo panel tiene una lista para escoger la macro que quiera aplicar. Pulse el botón Record. Vea que aparece un icono en su cursor (un círculo rojo) y esto significa que está en el modo de grabación. Todo lo que hagamos ahora se grabará.

Hagamos un tornillo hexagonal. Escriba POL (vea que el comando se registra en el árbol de acciones), dé el número de lados (6); dé clic en un punto en el espacio, opte por cualquier opción (inscrito – circunscrito), active el modo ortogonal (F8) (vea que esto no se registró); haga un acercamiento (esto sí se registra), dé un radio de 1.

Cree un círculo con su centro en el centroide del polígono; radio: 0.75. Pulse Stop. Llame la macro Tornillo_Hexagonal. OK. Borre lo que hizo. En la lista del panel Action Recorder seleccione su recién creada macro y pulse Play. Pero esas coordenadas no son muy convincentes. Dé BD en las coordenadas y opte por Pause for User Input. Reproduzca la macro. Ella se detendrá para preguntarle las coordenadas: dé clic en un punto en el espacio. Luego la macro se continuará reproduciendo y finalizará.

También puede añadir mensajes para los usuarios. En el árbol de acciones sólo dé clic derecho y escoja Insert User Message. Haga que su macro pregunte al usuario un punto de inserción y reproduzca. Cambie el radio que se usó para hacer el polígono a 2 (sólo use BD → Edit).

El directorio donde se guardan las Macros se puede consultar en Options / Files / Action Recorder Settings / Actions Recording File Location. Pero se pueden añadir directorios para también buscar macros en ellos y ejecutarlas (aunque sólo podemos guardarlas en un directorio).

Scripts

Existen muchas maneras de automatizar su flujo de trabajo en CAD. Una de ellas es por medio de archivos de scripts (secuencias de comandos).

Una script es básicamente una macro que se puede crear en el bloc de notas. Es un archivo de texto que posee la extensión .scr. Estos archivos correrán automáticamente un conjunto de comandos y entradas para usted. Las scripts pueden desempeñar en AutoCAD prácticamente cualquier tarea que usted pueda hacer. Recuerde usar editores de texto y no procesadores de palabras (o sea, haga archivos sin formato, sólo texto).

Circles.scr

Abra el Bloc de Notas. En él, abra circles.scr.

```
circle 2,2 1  
circle 6,2 2  
circle 2,6 3  
circle 6,6 4
```

La script anterior dibujará cuatro círculos diferentes para usted, en cuatro ubicaciones diferentes, con diámetros diferentes. Al final de la última línea **lleva un espacio en blanco**.

Una script es la entrada que un usuario pondría en la línea de comandos si la entrada dinámica estuviera apagada. Nada de cajas de diálogos o ventanas, sólo texto. De hecho, si copia esta script y la pega en su línea de comandos, se efectuaría el mismo proceso. También puede arrastrar la script a la ventana de AutoCAD y ocurrirá lo mismo. También puede correr la script: en la pestaña Manage pulse el botón Run Script y encuentre la script. También puede escribir SCRipt y se abrirá la misma caja de diálogo para encontrar la script a ejecutar.

La script anterior dice circle (carga el comando círculo), luego va un espacio que equivale a haber pulsado la tecla Entrar, luego están las coordenadas del centro del círculo (separadas por una coma), luego el espacio (que equivale a presionar Entrar) y luego el radio del círculo. Pruebe editar los radios para obtener círculos diferentes.

Hagamos una script. Abra el Bloc de Notas. De hecho, no tiene que salir de AutoCAD. Escriba Notepad y pulse Entrar ya que no deseamos abrir un archivo existente. Hagamos un archivo que dibuje una caja.

Lineamientos:

- Espacio es igual a pulsar espacio o Entrar en AutoCAD.
- Termine cada línea con Entrar. Si hace lo anterior, no deje espacios al final.
- Apague la entrada dinámica.
- Si necesita acceder a un cuadro de diálogo:
 - En AutoCAD se vale escribir el comando (layer).
 - Pero como no podemos usar cuadros de diálogos, use (-layer). Esto muestra todas las opciones del cuadro de diálogo sin el cuadro de diálogo (en texto).
- Comentarios con ;

Ejemplo:

```
;Este archivo dibuja una caja
;creado por Diego Cavazos de Lira
;de FIC UANL el 16/10/2015
;
line 5,5 @5,0 @0,5 @-5,0 @0,-5
↵
↵
```

Recuerde poner unas líneas en blanco al final (↵) para salir del comando línea al finalizar la script. Guarde el archivo como caja.scr, y córralo en AutoCAD. (No se vale poner sólo l de línea, hay que escribir los comandos completos).

Hagamos algo más interesante. Creemos una capa, hagámosla la capa actual, y dibujemos la caja en esa capa.

```
;Este archivo dibuja una caja
;creado por Diego Cavazos de Lira
;de FIC UANL el 16/10/2015
;
-layer m caja
n misc,dimension
c 1 caja
c 2 misc
c 3 dimension
↵
line 5,5 @5,0 @0,5 @-5,0 @0,-5
↵
↵
```

Esto abre los comandos de layer. Hace una capa nueva y actual llamada caja. Hace otras capas n(uevas) llamadas misc y dimension. Luego establece el c(olor) 1 (rojo) para la capa caja; el color 2 para la capa misc, y el color 3 para la capa dimension. La línea se dibujará en la capa actual (caja).

Si incurre en errores, lea el historial de la línea de comandos con F2 para encontrarlos y corregirlos. Es importante el Entrar después de c 3 dimension; si no lo pone, AutoCAD no sale de -layer, y no puede dibujar la línea. Copie lo de arriba literalmente: sin espacios de más o de menos.

Imagine que pueda hacer una script para configurar todas las capas de sus dibujos nuevos. Por supuesto que la primera vez tardaría algo de tiempo. Pero siempre podría repetir su uso y terminar más rápido.

Examine usando scripts: sólo haga un excelente uso y análisis de la línea de comandos.

Visibilidad de Objetos

Conforme trabaje con AutoCAD, se dará cuenta que los dibujos más complejos se pueden volver algo difíciles de manipular. Si sus objetos están organizados por capas – como deberían – se dará cuenta de que aislar las capas es muy útil. LAYISO apaga todas las capas que no quiere ver. ¿Pero qué podemos hacer a nivel de objetos? Tenemos el comando Isolate Objects. Este comando aísla objetos seleccionados sin importar su capa o propiedades. Sólo seleccione los objetos que le interesen y los demás se apagarán.

Ice Rink Example.dwg

Vaya a Model Space. Tenemos muchos objetos y capas. En la pestaña Home, en el panel Layers, use el botón Isolate y seleccione un aro de la pista de patinaje y pulse Entrar. Ahora sólo está viendo la capa de contornos de la pista de patinaje. Pero en realidad sólo nos interesan las gradas. Desáíslelo todo pulsando el botón Unisolate en el panel Layers. Seleccione los objetos que le interesan (gradas en capas Upper Level, BDG y IceRink), BD, Isolate. Hay tres opciones:

- Isolate Objects: aísla los objetos que seleccionamos (los deja visibles sólo a ellos). No se apagan ni prenden capas, no se congelan, no se bloquean. Nada. Los otros objetos siguen ahí pero no los podemos seleccionar.
- Hide Objects: oculta los objetos seleccionados dejando ver todo lo que no seleccionó.
- End Object Isolation. Estando dentro de un aislamiento, seleccione algo y escoja esta opción para volver a mostrar todo. Teniendo objetos ocultos, seleccione algo y seleccione esta opción para volver a mostrar todo.

¿Cómo sabemos si en un archivo que no conocemos hay o no objetos aislados? En la barra de estado existe un botón que se llama Aislar Objetos. Solía tener un icono de un foco. Le podemos dar clic y optar por aislar u ocultar objetos también. Si había objetos aislados, se ponía el foco rojo. En las versiones recientes aparece un cuadrado, un círculo y un triángulo; si hay objetos aislados se prende el círculo.

En resumen: puede apagar los objetos que le molesten seleccionándolos, yendo a Isolate y optando por Hide Objects. O puede mostrar sólo los objetos que le interesen yendo a Isolate, Isolate Objects.

Ice Rink Example.dwg

Otras ocasiones necesitamos que los objetos estén un tanto desvanecidos. De tal forma, podemos mostrar objetos que están detrás de ellos por ejemplo. Ahí es cuando podemos usar la configuración de transparencia.

Vaya a la pestaña del modelo. La configuración de transparencia se puede controlar por capa o por objeto. Abra el administrador de capas con LAYER. Vea que hay una columna para la transparencia y está en 0. La transparencia puede valer de 0 a 90. 0 es sin transparencia, 90 es 90% de transparencia. Para la capa Ice Rink Hatch dé doble clic en su 0 de transparencia. Escoja 90. Ahora casi no puede ver el achurado, pero puede seleccionarlo. Puede ver en la paleta propiedades que al haber seleccionado ese achurado, en la parte General, para la opción transparencia tiene activado el valor ByLayer. Regrese al administrador de capas y cambie ahora a 30% de transparencia esa misma capa. Con

Draw Order envíe el achurado hacia el frente (DRaw F): aún se pueden ver los aros de la pista. Ahora ponga la transparencia en 0 y vea que ya no se pueden ver. Esa sería una razón para usar la transparencia: ver a través de objetos.

Cambie la propiedad de transparencia del achurado a 50 (en su paleta propiedades). Así, no todo lo que esté en la capa deberá tener la misma transparencia. En particular, los achurados, tienen su propia transparencia en el panel Properties de la pestaña contextual Hatch Editor.

Las líneas y los demás objetos también tienen transparencia, sólo debe configurarla en su paleta propiedades. Haga semitransparente una línea.

A la hora de imprimir, si quiere que se conserve el grado de transparencia en la impresión, debe activar la opción Plot transparency en el cuadro de diálogo de ploteo. Si no lo enciende, todo se imprimirá 100% sólido.

Dese cuenta que en la barra de estado hay un botón para mostrar o apagar las configuraciones de transparencia. Vea cómo esto afecta a la línea que le dio transparencia. Esta palanca únicamente configura la visualización: los objetos mantienen sus propiedades de transparencia.

Ice Rink Example.dwg

Los objetos en AutoCAD se muestran de acuerdo a su Orden de Dibujo. El orden de dibujo determina (cuando objetos se traslapan) cual va arriba o cual va abajo.

En la primera pista de patinaje, el achurado está debajo de las señalizaciones de la pista (aros, líneas, etc.) y por lo tanto las podemos ver. Hay ocasiones en que cuando dibuje, puede que las cosas queden al revés: sólo vería el achurado sobre las señalizaciones y estaría mal su dibujo.

Para cambiar el orden de dibujo de los objetos, selecciónelos y dé clic derecho, vaya a Draw Order y opte por:

- Bring to Front: para ver lo que seleccionó delante de todo lo que hay.
- Send to Back: para enviar lo que seleccionó hasta atrás de todo lo que hay.
- Bring Above Objects: para subir lo que seleccionó sobre otro objeto que defina.
- Send Under Objects: para bajar lo que seleccionó debajo de otro objeto que defina.

Por ejemplo, traiga al frente el achurado: dejará de ver las líneas de la pista. Los objetos de las líneas de la pista siguen estando, sólo que atrás. En caso de imprimir así, sólo se va a mostrar el achurado. Para corregir el problema, envíe de nuevo el achurado hasta atrás.

Seleccione un aro de la pista: envíelo debajo del achurado sólo a él: se le pedirá que seleccione debajo de qué objeto lo quiere enviar.

- TEXTTOFRONT: le permite traer texto, dimensiones o llamadas al frente.
- HATCHTOBACK: envía todos los achurados hasta atrás.

El comando de esto es: DRaworder. Seleccione los objetos, pulse Entrar y opte por alguna de las opciones anteriores.

Operaciones Avanzadas

A continuación se tratan algunos temas no cubiertos anteriormente.

Líneas de Construcción

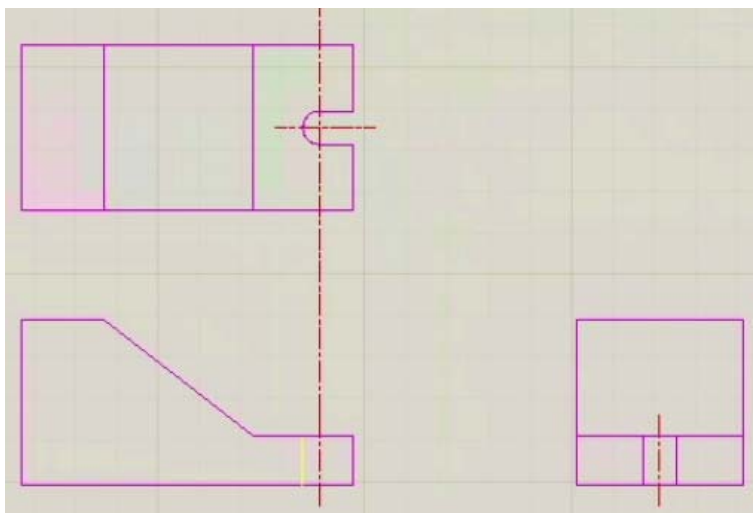
Construction lines.dwg

Cuando dibujábamos en restiradores podíamos hacer líneas delgaditas que se conseguían borrar fácilmente y se llamaban líneas de construcción o proyecciones. AutoCAD tiene una herramienta parecida. Por supuesto que puede emplear líneas normales, pero éstas están pensadas en ello. Las herramientas son Construction Lines y Rays. Trabajan igual. Dibujan líneas con longitud infinita: las líneas de construcción se extienden en ambas direcciones hasta el infinito. Una proyección (ray) tiene un punto de inicio, pero se extiende también al infinito a partir de ese punto. Los comandos están en Home / Draw / menú que se abre al pisar la flecha al lado de Draw.

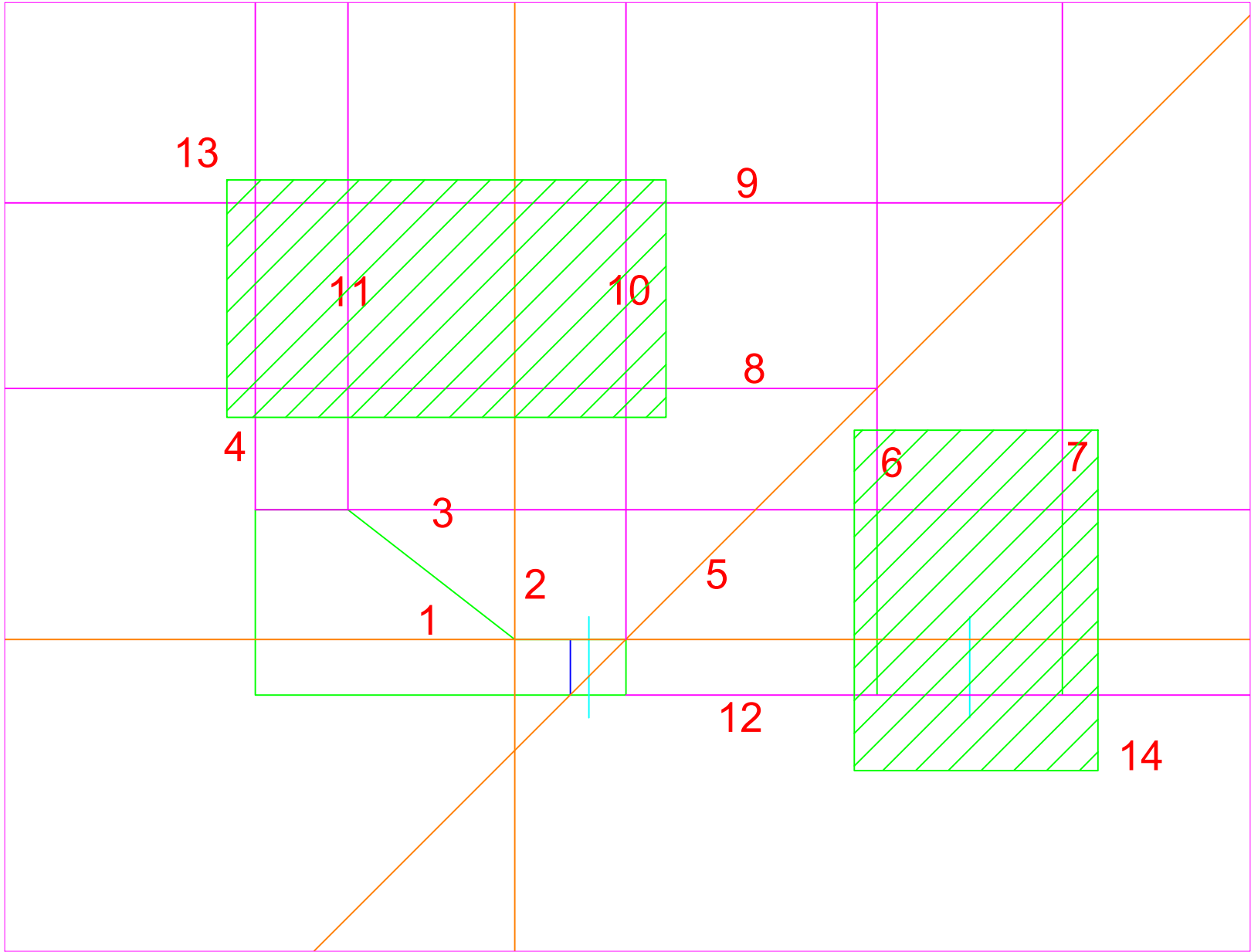
Tenemos un dibujo ya comenzado. Ya tenemos la vista frontal y la lateral. Nos falta la vista superior. Haremos uso de las líneas de construcción y las proyecciones para terminar este dibujo. Cargue el comando de línea de construcción (XLine). Este comando lo puede combinar con el modo ortogonal (F8). Ponga dos líneas de construcción perpendiculares en la intersección de debajo de la diagonal con la horizontal. Cámbielas a la capa apropiada. Se recomienda tener una capa para líneas de construcción y configurarla para no plotearse. Al terminar de dibujar una XLine el comando continúa para seguir dibujando más.

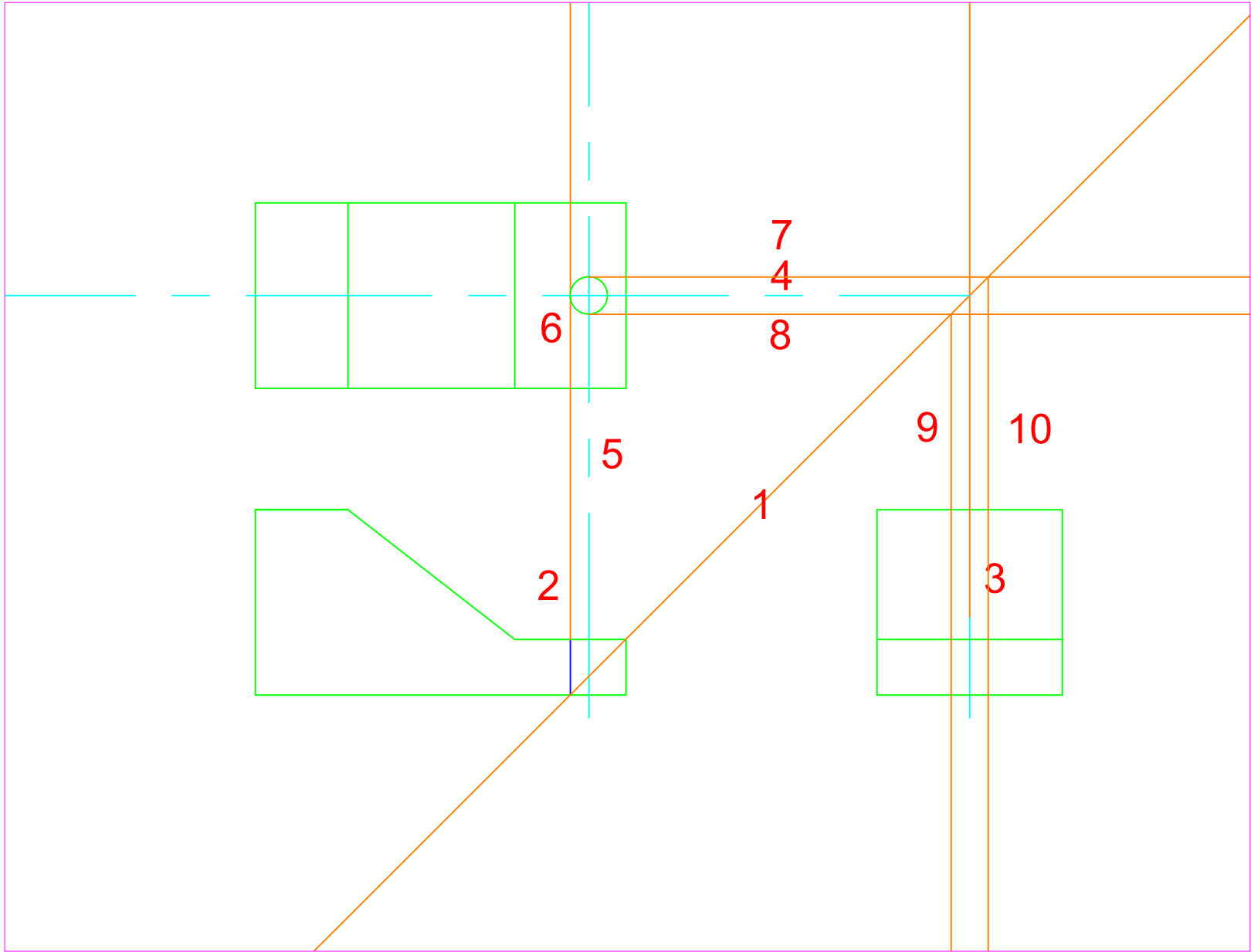
Ahora haga unas proyecciones (RAY). Se hacen igual, sólo que la línea se extenderá nada más de un lado. Vea que llegan hasta el infinito. Si hace zoom extents, sólo se hace zoom a las líneas reales, no a las de construcción. Esta es una ventaja sobre haber usado líneas tradicionales. Analice los grips que aparecen al seleccionar una línea de construcción: son 3. Sirven para mover la línea y para rotarla. Las proyecciones sólo tienen 2: para rotar y mover.

Las líneas de construcción y las proyecciones se pueden cortar con trim. Al cortarse se vuelven, líneas. Termine la proyección. Use MAtchprop para igualar las propiedades a la nueva vista superior (primero seleccione cómo quiere que quede). Puede usar BReak para reducir líneas de construcción a líneas normales y dejarlas en su ubicación correcta.



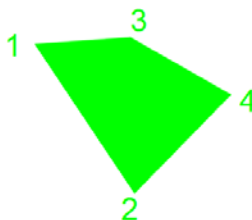
No usamos dimensiones. Ni siquiera las sabemos. Pero teníamos la información para usar técnicas de dibujo, así como líneas de construcción y proyecciones.





Sólidos y Donas

El comando sólido crea un polígono relleno en 2D. Los primeros dos puntos definen un borde del polígono. El tercer punto es un opuesto diagonal al segundo punto. El cuarto punto es un opuesto diagonal al primer punto. ¿Qué? Dibuje un borde (dos puntos); el tercer punto es el punto opuesto al segundo. El cuarto es opuesto al primero. Mejor vea el orden de clics para lograr el siguiente dibujo:



Los sólidos son diferentes a polígonos con achurado. Pueden consistir de al menos tres puntos como un triángulo, o pueden tener hasta cuatro como la figura de arriba. Dibujemos un sólido: escriba SOLID (no viene en el ribbon). Los sólidos pueden ser difíciles porque no vemos en dónde hemos dado clic. Siga la secuencia de clics de la imagen de arriba. Al dar su cuarto punto, aún sigue en el comando. El programa pide el tercer punto (asume que los puntos 3 y 4 son el borde 1-2 del primer sólido), y puede seguir dibujando más sólidos. Continúe dando clics, y termine con un sólido de 3 lados. Para finalizar pulse Entrar. Cada final hace un sólido nuevo. Los sólidos los podemos editar moviendo sus grips.

Si los dibujamos a favor o en contra del reloj obtendremos una especie de moño.

Los sólidos sólo tienen relleno si los vemos desde una vista ortogonal y si la variable del sistema FILLMODE=1. Vea que si orbitamos, perderán su relleno. Son sólidos en dos dimensiones. Si cambiamos FILLMODE por 0, sólo veremos su malla de alambre (para sólidos nuevos). Esto fue el precursor del achurado. Los sólidos son buenos para geometrías cuadradas, pero si necesitamos algo más circular, necesitamos una dona.

Una dona consiste de dos polilíneas arqueadas. Están unidas en sus extremos y son concéntricas. El ancho de la polilínea es lo que determina los diámetros específicos (interior y exterior) de los círculos. Escriba DONUT. Se le pide el diámetro interior (0.5), luego el exterior (1) y luego dónde tendrá su centro. Dona sí viene en el ribbon en el panel Draw (al pulsar la flecha de más herramientas). Las donas sirven muy bien en dibujos de malla de alambre 2D para agujeros de tornillos, o cubiertas de pozos de visita.

En la paleta propiedades vea que al seleccionar la dona dice polilínea. También nos podemos juntar a su centro (porque están arqueadas las polilíneas), puntos medios, puntos de extremo, etc. También podemos cambiar su ancho (inicial, final o global) en la paleta propiedades (Global Width, 0.5), pero mantendrá su mismo diámetro (al eje); sólo cambiará su espesor.

Si, en una nueva dona, el diámetro interior es 0, la dona estará completamente rellena. Así tendríamos un círculo relleno. Vea que al seleccionar las donas, los grips muestran en realidad por dónde va la polilínea. Si Global Width es 0, verá un círculo. Vea que no se puede conectar a los bordes del círculo, sino a la polilínea que pasa por el centro.

Multilíneas

Algunas veces uno quiere dibujar líneas paralelas en un comando. Para esto se pueden usar multilíneas. Las multilíneas se componen de 1 a 16 líneas paralelas llamadas elementos. Su comando es MLine y por default son dos líneas paralelas. Al cambiar de dirección, las líneas quedarán conectadas. Cada punto de conexión es el punto de inserción y crea un vértice. Esos puntos son grips editables. Las multilíneas se pueden cerrar con C durante su dibujo.

En la paleta propiedades vea que tienen estilos, justificaciones y escalas. Juegue cambiando las justificaciones: vea como Top pone de un lado el grip, Zero lo deja en el centro y Bottom lo deja del lado contrario a Top. La escala es el “offset” entre líneas. Vea que hay diferentes offsets para la misma geometría, dependiendo de la justificación.

Para crear estilos de multilínea, escriba MLSTYLE. Aquí puede crear estilos nombrados para las multilíneas. Presione New. Una vez que termine un estilo NO puede editarlo. Nombre: Carretera. Si gusta puede dar una descripción. A la derecha están los elementos de los cuales consta la multilínea (deben ser al menos dos). Piense en los offsets asociados a la justificación Zero.

Dibujemos una carretera de cuatro carriles. Usaremos 5 elementos para dividirla. Pulse Add. (Puede controlar el color o el tipo de línea para cada elemento de la multilínea). Para la nueva línea con offset de 0, cargue una línea CENTER y póngala de color cian. Agregue otra línea: offset = 1; otra línea: offset = -1. Ponga Azul como color de relleno. Active las vueltas siguientes: Inicio: arco exterior. Final: arco interior. Usted puede ver la vista previa en el cuadro de diálogo anterior (los rellenos no se previsualizan).

Use sus multilíneas y mida sus offsets a partir de la justificación cero. También puede explotar las multilíneas para usarlas a discreción. Se recomienda para carreteras, paredes o tuberías por ejemplo. Regrese a MLSTYLE y vea que ya no puede modificar los diseños. Sin embargo, si borra todas las instancias que los emplean, sí los podrá modificar: es decir: si no se está usando la multilínea en su dibujo, la puede modificar. Si ya se usó, no la puede modificar a menos que borre la instancia que la emplea.

Joints mostrará las secciones donde haya cambio de dirección de sus multilíneas. No se pueden añadir vértices a las multilíneas existentes. No se puede cambiar el estilo de una multilínea. Se puede usar trim para recortar multilíneas.

Consecuentemente, las multilíneas tienen sus ventajas y limitaciones y se recomiendan para dibujos preliminares en los que no se necesite invertir demasiado tiempo.