



MAQUINARIA MADRID, S.A.

Museo de la Maquina-Herramienta



Maquinaria Nueva y de Ocasión

DIRECCION-EXPOSICION Y VENTA

C/Villafranca del Bierzo 56 - Pol. Ind. Cobo Calleja
28947 - Fuenlabrada (MADRID) Telf: 916420651 / Fax: 916420577
www.maquinariamadrid.com / info@maquinariamadrid.com

HISTORIA TECNOLÓGICA

Evolución técnica de la máquina-herramienta. Reseña histórica.

Patxi Aldabaldetrecu

Información recopilada del museo de la máquina herramienta de Elgoibar (Guipuzcoa)

www.museo-maquina-herramienta.com

Presidente Fundación Museo Máquina-Herramienta de Elgoibar



Prensa de balancín de Nicolás Briot (1626), diseñada por Leonardo da Vinci, y que supuso la puesta en marcha generalizada de la acuñación de moneda

Evolución hasta el siglo XVII

Desde la prehistoria, la evolución tecnológica de las máquinas-herramienta se ha basado en el binomio herramienta-máquina. Durante siglos, la herramienta fue la prolongación de la mano del hombre hasta la aparición de las primeras máquinas rudimentarias que ayudaron en su utilización. Aunque en la antigüedad no existieron máquinas-herramienta propiamente dichas; sin embargo, aparecieron dos esbozos de máquinas para realizar operaciones de torneado y taladrado.



En ambos casos, utilizando una de las manos, era necesario crear un movimiento de rotación de la pieza en el torneado y de la herramienta en el taladrado. Debido a esta necesidad nació el llamado "arco de violín", instrumento de accionamiento giratorio alternativo compuesto de un arco y una cuerda, utilizado desde hace miles de años hasta la actualidad en que todavía se utiliza de forma residual en algunos países. Hacia 1250 nació el torno de pedal y pértiga flexible accionado con el pie, representando un gran avance sobre al

accionado con arco de violín puesto que permitía tener las manos libres para el manejo de la herramienta de torneado.

Grabado de torno accionado por arco (1435), principio de funcionamiento todavía en uso en algunos países

Hasta finales del siglo XV no se producen nuevos avances. Leonardo da Vinci, en su "Códice a Atlántico", realizó un boceto de varios tornos que no pudieron construirse por falta de medios, pero que sirvieron de orientación para próximos desarrollos. Se trataba de un torno de roscar de giro alternativo, otro de giro continuo a pedal y un tercero para roscado con husillo patrón y ruedas intercambiables.

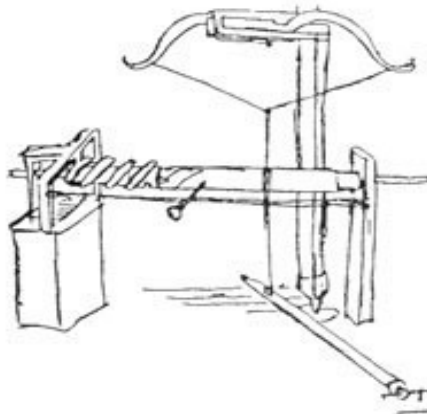
Para principios del siglo XVI Leonardo da Vinci había diseñado las tres principales máquinas para el acuñado de monedas: la laminadora, la recortadora y la prensa de balancín. Según parece, estos diseños sirvieron a Cellini para construir una rudimentaria prensa de balancín en 1530, pero la puesta en práctica generalizada se atribuye a Nicolás Briot en 1626.

El llamado "arco de violín", primer instrumento de accionamiento giratorio alternativo compuesto de un arco y una cuerda, es utilizado todavía de forma residual en algunos países

El descubrimiento de la combinación del pedal con un vástago y una biela permitió su aplicación en primera instancia a las ruedas de afilar, y poco después a los tornos. Así, después de tantos siglos, nació el torno de giro continuo llamado de pedal y rueda, lo que implicaba el uso de biela-manivela que debía de ser combinado con un volante de inercia para superar los puntos muertos, "alto y bajo"

A finales de la edad media se utilizan la máquina afiladora que emplea la piedra giratoria abrasiva, el taladro de arco, el berbiquí y el torno de giro continuo, que trabajan con deficientes herramientas de acero al carbono. Se usan martillos de forja y rudimentarias barrenadoras de cañones, accionadas por ruedas hidráulicas y transmisiones de engranajes de madera tipo "linterna". Se inició la fabricación de engranajes metálicos principalmente de latón, aplicados a instrumentos de astronomía y relojes mecánicos. Leonardo da Vinci dedicó mucho tiempo a calcular relaciones de engranajes y formas ideales de dientes. Se pensó que ya existían todas las condiciones para un fuerte desarrollo pero no fue así, puesto que hasta mediados del siglo XVII el desarrollo tecnológico fue prácticamente nulo.

El torno de giro continuo, con la introducción de algunas mejoras, se siguió utilizando durante mucho tiempo. Se introdujeron elementos de fundición, tales como la rueda, los soportes del eje principal, contrapunto, apoyo de la herramienta y, hacia 1568, el mandril. Se empezaron a mecanizar pequeñas piezas de acero, pero tardó muchos años en generalizarse. El reverendo Plumier, en su obra "L'Art de tourner" escrita en 1693, señala que se encuentran pocos hombres capaces de tornear hierro.



El francés Blaise Pascal, niño prodigio en matemáticas, enuncia el principio que lleva su nombre en el "Tratado del equilibrio de los líquidos" en 1650. Descubrió el principio de la prensa hidráulica, pero a nadie se le había ocurrido su aplicación para usos industriales hasta que Bramach patenta en Londres su invención de una prensa hidráulica en 1770. Pero parece que fueron los franceses hermanos Perier, entre 1796 a 1812, quienes desarrollaron prensas hidráulicas para el acuñado de moneda. Es a partir de 1840 cuando Cavé inicia la fabricación de prensas hidráulicas de elevadas presiones.

Boceto de un torno de pedal y doble pértiga de Leonardo da Vinci, que no llegó a construirse por falta de medios (siglo XV)

A finales de la edad media se utilizan máquinas afiladoras que emplean la piedra giratoria abrasiva, taladros de arco, berbiqués y tornos de giro continuo, que trabajan con deficientes herramientas de acero al carbono

En los siglos XVII y XVIII, los fabricantes de relojes e instrumentos científicos usan tornos y máquinas de roscar de gran precisión, destacando el torno de roscar del inglés Jesé Ramsden construido en 1777. En un soporte de hierro de perfil triangular se colocaba el porta-herramientas, que podía deslizarse longitudinalmente. Con una manivela accionada a mano y a través de un juego de engranajes hacia girar la

pieza a roscar colocada entre puntos y, al mismo tiempo, por medio de un husillo de rosca patrón se conseguía el avance o paso de rosca deseado.

Siglo XVIII: nueva fuente de energía

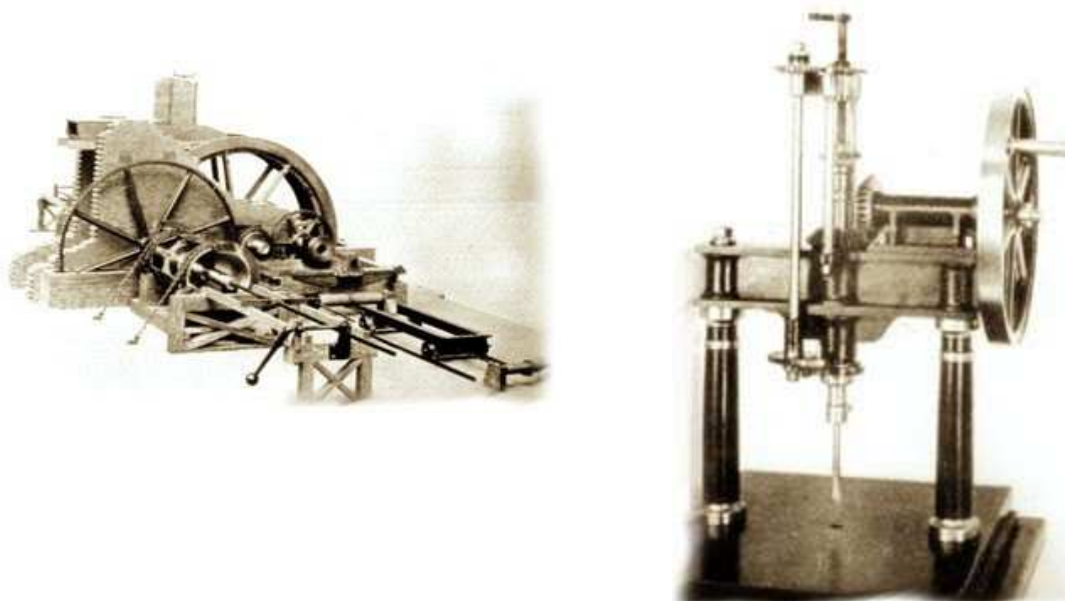
El siglo XVIII fue un periodo en el que el hombre dedicó todos sus esfuerzos a lograr la utilización de una nueva fuente de energía. El francés Denis Papin, con el experimento de su famosa marmita, realizado en 1690, dio a conocer el principio fundamental de la máquina de vapor. Poco después, en 1712, Thomas Newcomen inició la construcción de rudimentarias máquinas de vapor - máquinas de fuego - que fueron utilizadas para achicar el agua en las minas inglesas. Pero definitivamente fue James Watt quien ideó y construyó la máquina de vapor para usos industriales.

Watt concibió su idea de máquina de vapor en 1765, pero no solucionó los problemas para construir una máquina válida para usos industriales hasta quince años más tarde, en 1780. Después de muchos intentos fallidos, y debido a que no era posible obtener tolerancias adecuadas en el mecanizado de cilindros con las barrenadoras-mandrinadoras de la época por haber sido ideadas para el mecanizado de cañones, fue John Wilkinson en 1775 quien construyó, por encargo de Watt, una mandrinadora más avanzada técnicamente y de mayor precisión, accionada igual que las anteriores por medio de una rueda hidráulica. Con esta máquina, equipada con un ingenioso cabezal giratorio y desplazable, se consiguió un error máximo: "del espesor de una moneda de seis peniques en un diámetro de 72 pulgadas", tolerancia muy grosera pero suficiente para garantizar el ajuste y hermetismo entre pistón y cilindro.

La máquina de Watt fue el origen de la primera revolución industrial; produciéndose trascendentales cambios tecnológicos, económicos y sociales; pero su construcción no hubiera sido posible sin la evolución técnica, como hemos visto, de la máquina-herramienta. La máquina de vapor proporcionó potencias y regularidad de funcionamiento inimaginables hasta ese momento; pero además no estaba supeditada a la servidumbre de un emplazamiento determinado.

Durante las guerras napoleónicas se puso de manifiesto el problema que creaba la falta de intercambiabilidad de piezas en el armamento. Era un problema al que había que encontrar una solución, fabricando piezas intercambiables. Había que diseñar máquinas-herramienta adecuadas, puesto que no había uniformidad en las medidas ni las máquinas-herramienta existentes podían considerarse como tales. El inglés Henry Maudslay, uno de los principales fabricantes de máquinas-herramienta, fue el primero que admitió la necesidad de dotar de mayor precisión a todas las máquinas diseñadas para construir otras máquinas. En 1897 construyó un torno para cilindrar que marcó una nueva era en la fabricación de máquinas-herramienta. Introdujo tres mejoras que permitieron aumentar notablemente su precisión: la

construcción de la estructura totalmente metálica, la inclusión de guías planas de gran precisión para el deslizamiento del carro porta-herramientas y la incorporación de husillos roscados-tuerca de precisión para el accionamiento de los avances. Elementos mecánicos que siguen siendo esenciales en la actualidad.



Mandrinadora de J. Wilkinson accionada por rueda hidráulica, fabricada en 1775 por encargo de James Watt. Se consiguió una precisión "del espesor de una moneda de seis peniques en un diámetro de 72 pulgadas" (Science Museum, Londres).

Taladro de sobremesa totalmente metálico, con giro de eje porta brocas accionado a mano o por transmisión fabricado por Nasmyth en 1938 (Science Museum, Londres).

Siglo XIX: desarrollo industrial

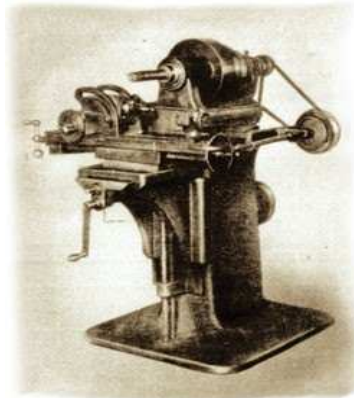
En 1800, Maudslay construyó el primer torno realizado enteramente de metal para roscar tornillos, siendo su elemento fundamental el husillo guía patrón. Se dice que Maudslay dedicó diez años de trabajos para conseguir un husillo patrón satisfactorio.

Para completar el ciclo y tener una referencia de partida, era necesario poder medir con precisión las piezas fabricadas, con el objeto de cumplir las especificaciones para ser intercambiables, Maudslay construyó un micrómetro de tornillo en 1805 para su propia utilización, que bautizó con el nombre de El señor Canciller. James Nasmyth, discípulo aventajado de Maudslay, señaló, refiriéndose a este sistema de medición, que podía medir la milésima parte de la pulgada. Maudslay construyó en 1803 la primera amortajadora vertical para sacar chaveteros a poleas y engranajes y otras máquinas diversas.

Leonardo da Vinci dedicó mucho tiempo a calcular relaciones de engranajes y formas ideales de dientes. Se pensó que ya existían todas las condiciones para un fuerte desarrollo pero no fue así

Si la máquina de vapor fue el motor que hizo posible el desarrollo del maquinismo, proporcionando la energía necesaria, el desarrollo industrial del siglo XIX fue posible gracias al diseño y fabricación de diversos tipos de máquinas y procesos de trabajo, aplicados a la fabricación de piezas metálicas de todo tipo. La fabricación de las máquinas de vapor, barcos, material de ferrocarril, automóviles, trenes de laminación para la siderurgia, maquinaria textil etc., solamente se puede realizar utilizando máquinas-herramienta. Con la particularidad de que la máquina-herramienta es el único medio existente con el que se pueden fabricar otras máquinas-herramienta y, en general, también el único medio para fabricar cualquier otra máquina o elemento construido con materiales metálicos.

La influencia de Maudslay en la construcción de máquinas-herramienta británicas perduró durante gran parte del siglo XIX a través de sus discípulos. Los tres más importantes fabricantes de la siguiente generación: Richard Roberts y Joseph Whitworth habían trabajado a sus órdenes y James Nasmyth fue su ayudante personal. Durante todo el siglo XIX se construyeron una gran variedad de tipos de máquinas-herramienta para dar respuesta, en cantidad y calidad, al mecanizado de todas las piezas metálicas de los nuevos productos que se iban desarrollando.



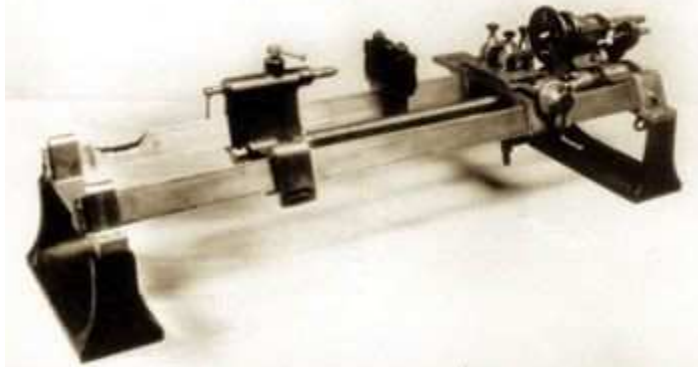
Primera fresadora universal, fabricada por Joseph R. Brown en 1862. Estaba equipada con divisor, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal con la aplicación de la transmisión Cardan

Se hace necesario planear planchas de hierro para sustituir el cincelado, por lo que nace el primer cepillo puente práctico de uso industrial fabricado por Richard Roberts en Inglaterra en 1817, que incorpora una guía en V y la otra plana para el desplazamiento de la mesa porta piezas. En 1836 Whitworth fabricó un pequeño cepillo puente para mecanizar piezas de 1.280 mm., de longitud por 380 de ancho. La necesidad de sustituir el trabajo de cincel y lima, en piezas pequeñas fue la razón que motivó a James Nasmyth en 1836 a diseñar y construir la primera limadora, bautizada con el nombre de "brazo de acero de Nasmyth". En 1840 Whitworth perfeccionó esta máquina, incorporando un dispositivo automático descendente del carro porta-herramientas.

Hacia 1817 se produce un avance importante en la acuñación de monedas, al desarrollar el mecánico alemán Dietrich Uhlhöm una prensa acodada conocida como prensa monedera, que es perfeccionada por la empresa Ludwig Lówe. El francés Thonelier fabrica una prensa similar e introduce el procedimiento de virola

partida. A partir de 1863, La Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona inicia la fabricación de prensas tipo Thonellier para la Casa de la Moneda de Madrid. En la Exposición de París de 1867, el francés Cheret presentó la novedad de una prensa mecánica de fricción. Las primeras máquinas de este tipo se pusieron en funcionamiento en la Fabrica de la Moneda de París. Poco después en 1870, la empresa americana Blis & Williams fabricó y comercializó las primeras prensas de excéntrica.

Las primeras operaciones de fresado antes de la construcción de máquinas específicas para este trabajo se realizaron en tornos accionados a pedal, pero el nacimiento y su evolución está relacionado, con la guerra de la independencia, cuando la colonia británica en América tuvo que acometer su propio desarrollo industrial. La necesidad de fabricar armamento en grandes series fue el factor determinante en el desarrollo del fresado. El americano Ely Whitney recibió el encargo de fabricar gran cantidad de fusiles para el gobierno de su país. Estudió la posibilidad de fabricación en serie, para lo que diseñó y construyó en 1818 la primera máquina de fresar. Estaba compuesta de un armazón de madera soportado por cuatro patas de hierro forjado. La mesa porta-piezas se desplazaba longitudinalmente sobre guías en forma de cola de milano y, entre otros mecanismos, destacaba un eje sinfín que se podía embragar y desembragar sobre una corona dentada alojada en el husillo del carro. En 1830 se construye una fresadora totalmente metálica a la que se incorpora un carro para la regulación vertical.



Torno para cilindrar de Maudslay, que marcó una nueva era (1797). Su influencia en las máquinas-herramienta británicas perduró durante gran parte del siglo XIX a través de sus discípulos

En 1848 el destacado ingeniero americano Howe introduce nuevas prestaciones, incorporando poleas de tres escalones y desplazamientos en sentido vertical, longitudinal y transversal. Dos años después diseña la primera fresadora copiadora de perfiles e influye decisivamente en la introducción de otras importantes mejoras. Un avance muy importante se produce en 1862, cuando J. R. Brown construyó la primera fresadora universal equipada con divisor, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal con la aplicación de la transmisión Cardan. Con la fresadora universal construida en 1884 por Cincinnati, a la que se incorpora por vez primera un carnero cilíndrico desplazable axialmente, se alcanza el máximo desarrollo de este tipo de máquinas. Por la influencia que ha tenido en la construcción de los actuales centros de fresado de CNC, cabe destacar la fresadora del francés P. Huré construida en 1894, que incorporaba un ingenioso cabezal con el cual, mediante previo movimiento giratorio, podía trabajar en horizontal, vertical y otras posiciones.

Hacia 1840 se desarrolla una máquina que era imprescindible para el forjado de piezas de ferrocarril. Paralelamente, Bourdon en Francia y Nasmyth en Inglaterra desarrollan y construyen el martillo pilón accionado por vapor. Fue el método idóneo para el batido de grandes masas de acero hasta que aparecieron los martillos de caída libre a finales del siglo XIX.

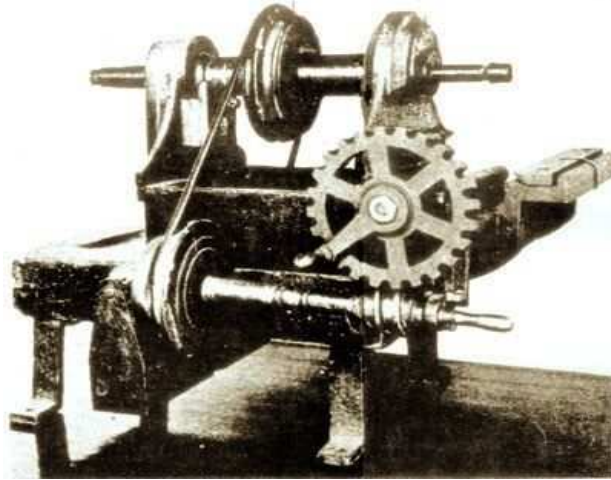
Ya el reverendo Plumier, en su obra "L'Art de tourner" escrita en 1693, señala que se encuentran "pocos hombres capaces de tornear hierro"

Ante la necesidad de taladrar piezas de acero, cada vez más gruesas, Nasmyth fue el primero que construyó hacia 1838, un taladro de sobremesa totalmente metálico, con giro de eje porta brocas accionado a mano o por transmisión. Algunos años después, en 1850, Whitworth fabricó el primer taladro de columna accionado por transmisión a correa y giro del eje porta brocas, a través de un juego de engranajes cónicos. Llevaba una mesa porta piezas regulable verticalmente mediante el sistema de piñón cremallera. En 1860 se produce un acontecimiento muy importante para el taladrado, al inventar el suizo Martignon la broca helicoidal. El uso de estas brocas se generalizó rápidamente, puesto que representaba un gran avance en producción y duración de la herramienta con relación a las brocas punta de lanza utilizadas hasta la citada fecha.

El inglés Joseph Whitworth, influenciado por su maestro Maudslay en los avances relacionados con la precisión, importancia tornillo-tuerca, construyó una máquina de medición que mejoraba la precisión de la construida por Maudslay, y estaba especialmente interesado en buscar la solución para el problema de las guías de máquina-herramienta, y otras superficies que debían ser auténticamente planas. Después de un intenso estudio, en 1840 presentó un escrito en la Asociación Británica en Glasgow, titulado: "Una autentica

superficie plana, en lugar de ser de uso común se considera prácticamente desconocida”, en el que describía el método para obtener una superficie plana partiendo de tres piezas metálicas planas.

Whitworth perfecciona el torno paralelo, de tal manera que el monopolea de 1850 ha tenido vigencia hasta nuestros días, y sólo fue mejorado a partir de 1890 con la incorporación de los americanos de la Caja Norton. Whitworth, además de fabricante de muchas y buenas máquinas, destacó en la fabricación de herramientas y fue quien solucionó la anarquía de roscas y los perjuicios que se derivaban de esta situación. Desarrolló el sistema de roscas Whitworth, basado en la pulgada. Introducido rápidamente en la industria, en 1841 fue adoptado por el Institute of Civil Engineers de Inglaterra. Los americanos no aceptaron esta normalización, adoptando en 1868 el sistema Seller, que difería muy poco del sistema inglés.



Co de Whitney, construida en 1818 para fabricar gran cantidad de fusiles en serie durante la guerra de la independencia americana. Destacaba un eje sinfín que se podía embragar y desembragar sobre una corona dentada alojada en el husillo del carro.

Hasta 1850 los ingleses fueron los líderes y prácticamente los únicos fabricantes de máquinas-herramienta; pero a partir de esa fecha se dedicaron principalmente al diseño y la fabricación de grandes máquinas, con el fin de dar solución al mecanizado de piezas para los ferrocarriles en cuyo desarrollo estaban comprometidos. Fue a partir de este momento cuando los americanos se impusieron en el ámbito mundial en la fabricación de maquinaria ligera desarrollando, hasta finales del siglo XIX, nuevos e importantes tipos de máquinas-herramienta universales y de producción, para mecanizar tornillería, piezas de máquinas de coser y escribir, armamento, maquinaria agrícola etc.

El inglés Henry Maudslay, uno de los principales fabricantes de máquinas-herramienta, fue el primero que admitió la necesidad de dotar de mayor precisión a todas las máquinas diseñadas para construir otras máquinas

Ante la necesidad de realizar diferentes operaciones en un mismo amarre de pieza, hacia 1854 se incorporaron torretas revolver a tornos convencionales para fabricar tornillería y pequeñas piezas de revolución. Pocos años después, en 1858, H.D. Stone diseñó el primer torno revolver fabricado por "Jones & Lamson" a partir de barra; pero fue a partir de 1860 cuando las empresas "Brown & Sharpe" y "Pratt & Whitney" empezaron a fabricar con normalidad este tipo de máquinas.

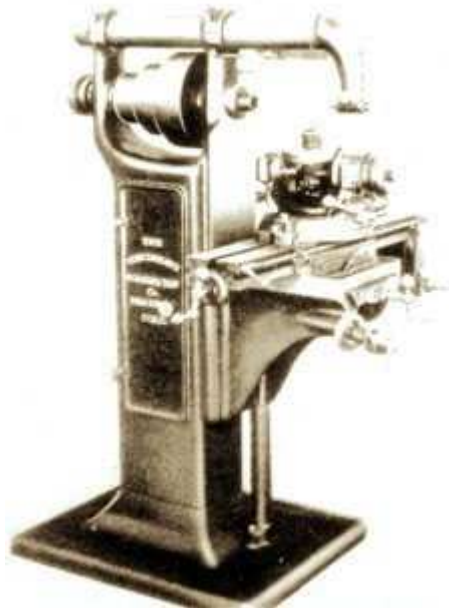
Como complemento del torno revolver, hacia 1870 se desarrollaron tornos automáticos para dar solución a la producción en grandes series de pequeñas piezas de revolución. El primer torno fue diseñado por Spencer y fabricado por "Hartford Machine Screw". "Pratt & Whitney" construye el primer tono automático con cargador de piezas en 1898 y el mismo año "The National Acme", el primer torno multihusillo.

A partir de 1865 las prestaciones de las máquinas aumentan al equiparse con nuevas herramientas fabricadas con acero aleado, descubierto por Robert Mushet. Esto permite doblar la capacidad de mecanizado en relación con las herramientas de acero al carbono al crisol conocidas hasta entonces. En París en 1843 los franceses fabricaron la primera muela artificial, iniciándose el proceso de sustitución de las piedras de arenisca. Para el rectificado de piezas cilíndricas fue utilizado en primera instancia el torno; acoplado en su carro longitudinal un cabezal porta-muelas, weighted grinding lathe. En 1870 "Brown Sharpe", fabrica y ofrece al mercado la primera rectificadora universal, que no alcanzó tal cualidad hasta que en 1880 se le añadió un dispositivo para el rectificado interior. La misma empresa desarrolla el rectificado de superficies planas, construyendo una pequeña rectificadora en 1880 para piezas pequeñas y una rectificadora puente en 1887 para piezas grandes.

El verdadero desarrollo del rectificado de producción con herramientas abrasivas no se inicia hasta finales del siglo XIX. Dos circunstancias favorecieron este desarrollo. Por un lado, la exigencia de la industria del automóvil que solicita piezas de acero templado y acabadas con un alto grado de calidad y, por otro, el descubrimiento, en 1891, por parte de Edward Goodrich Acheson, del carburo de silicio, carborundum: El

descubrimiento de Acheson permitió disponer de una potente herramienta para desarrollar grandes velocidades de corte, propiciando la construcción de máquinas más potentes y precisas para dar respuesta a las nuevas exigencias de calidad. Para finales del siglo XIX, la empresa inglesa Churchil y las americanas Norton, Landis, Blanchar, Cincinnati, etc., habían desarrollado prácticamente todas los tipos rectificadoras que, en su arquitectura y componentes mecánicos, se utilizan en nuestros días.

A partir de 1898, con el descubrimiento del acero rápido por parte de Taylor y White, se fabrican nuevas herramientas con las que se triplica la velocidad periférica de corte, aumentando la capacidad de desprendimiento de viruta, del orden de siete veces, utilizando máquinas adaptadas a las nuevas circunstancias.



Con la fresadora universal construida en 1884 por Cincinnati, a la que se incorpora por vez primera un carnero cilíndrico desplazable axialmente, se alcanza el máximo desarrollo de este tipo de máquinas

Siglo XX: hasta 1940

El nuevo siglo se recibió como el inicio de una nueva era, que ofrecía grandes posibilidades de progreso. En los Estados Unidos circulaban alrededor de 8.000 automóviles, pero no existía una industria organizada ni los miles de productos que se han desarrollado durante el siglo XX, pero había ilusión y una fuerte confianza en el futuro.

El sistema de generación polifásico de Tesla en 1887 hizo posible la disponibilidad de la electricidad para usos industriales, consolidándose como una nueva fuente de energía capaz de garantizar el formidable desarrollo industrial del siglo XX. Aparece justo en el momento preciso, cuando las fuentes de energía del siglo XIX se manifiestan insuficientes. Los motores de corriente continua fabricados a pequeña escala, y los de corriente alterna, reciben un gran impulso a principios de siglo, reemplazando a las máquinas de vapor y a las turbinas que accionaban hasta ese momento las transmisiones de los talleres industriales. Poco después, muy lenta pero progresivamente, se acoplan directamente de forma individualizada a la máquina-herramienta.

A principios de siglo no se exigían tolerancias de fabricación superiores a 0,001 de pulgada debido, por un lado, a que todavía no hacía falta mayor precisión para los productos que se fabricaban y, por otro, a que las máquinas-herramienta no habían alcanzado un mayor grado de precisión. Pero ante las nuevas exigencias de calidad empezaron a utilizarse tolerancias en milésimas de metro a partir de 1910. Estados Unidos era el fabricante mundial de micrómetros a principios de siglo, y la medición de la precisión máxima en un taller dependía de este instrumento.

La exigencia de calidad y la fuerte evolución productiva del automóvil contribuyeron al desarrollo de la máquina-herramienta, la metrología y la aplicación de los procedimientos de fabricación en masa. La fabricación de piezas intercambiables aumenta constantemente, y se hace necesario mejorar las prestaciones de matricería y utillaje. Para dar respuesta al problema, el ingeniero suizo Prrenond Jacot diseña y fabrica una punteadora vertical con mesa de coordenadas polares, en la que se ejecutan operaciones con una precisión jamás lograda hasta entonces.

En 1800, Mudslay construyó, tras 10 años e trabajos, el primer torno realizado enteramente de metal para roscar tornillos, siendo su elemento fundamental el husillo guía patrón

En 1908 Henry Ford fabrica el primer automóvil producido en serie, modelo T, y en 1911 instala el primer transportador en cadena en Highland Park, iniciando la producción en masa. Se perfeccionan una gran cantidad de máquinas-herramienta adaptadas a las características exigidas por la industria del automóvil. Desde principios del siglo XX hasta el nacimiento del control numérico (CN) e incluso después, se mantienen prácticamente en todas las máquinas las formas arquitectónicas que, en este sentido, alcanzaron su plenitud a finales del siglo XIX. Sin embargo evolucionaron y se construyeron otras más potentes, rígidas, automáticas y precisas, pudiendo alcanzar mayores velocidades de giro, con la incorporación a los cabezales de cojinetes o rodamientos de bolas; contribuyendo rentablemente al extraordinario incremento de productividad logrado por la industria en general y en especial por la automovilística y aeronáutica. Esta evolución fue debida fundamentalmente, por un lado, al descubrimiento de nuevas herramientas de corte como hemos visto: carburo de silicio, acero rápido y, a partir de 1926, se produce otro avance importante con el descubrimiento por parte de la empresa alemana Krupp del carburo cementado metal duro, presentado en la feria de Leipzig en 1927 con la denominación de Widia. Por otro lado se registra la automatización de diversos movimientos mediante la aplicación de motores eléctricos, sistemas hidráulicos, neumáticos y eléctricos.

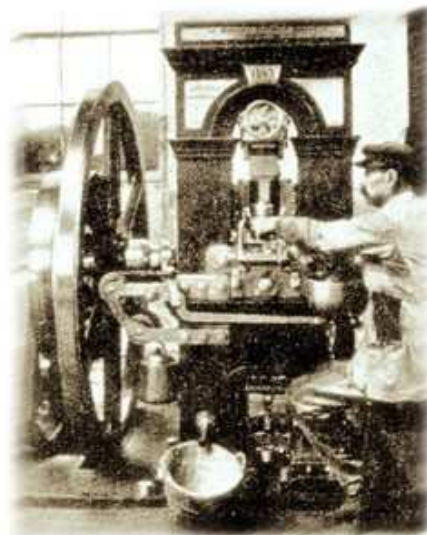
La aplicación de accionamientos hidráulicos, primero en rectificadoras y después en tornos copiadores, etc., se hizo posible, por una parte, debido al perfeccionamiento en la construcción de cilindros precisos y herméticos, y, por otra, al desarrollo de bombas capaces de bombear aceite a presión para el accionamiento de los citados cilindros. Esto fue posible gracias a la capacidad de dos grandes ingenieros: el americano Janney, que diseñó y fabricó en 1906 una bomba de pistones de caudal variable, y el inglés Hele Shaw que construyó, en 1912, una bomba giratoria a pistones radiales y caudal variable.

A partir de 1925 en Estados Unidos las revistas especializadas tratan de las unidades autónomas de mecanizado y nace la noción de transferencia de las piezas a mecanizar. Teniendo en cuenta que, salvo algunas excepciones, todas las operaciones de mecanizado que combinan la rotación de una herramienta con un movimiento de avance se pueden realizar con estas unidades; se ha descubierto la máquina ideal para que, dispuesta en línea, pueda realizar distintas operaciones mediante transferencia de la pieza a mecanizar. A partir del año 1945 las fábricas de automóviles utilizan de manera generalizada máquinas transfer, compuestas de unidades autónomas, en el mecanizado de bloques y culatas.

Las primeras operaciones de fresado antes de la construcción de máquinas específicas para este trabajo se realizaron en tornos accionados a pedal, pero el nacimiento y su evolución esta relacionado, con la guerra de la independencia de los EEUU

Siglo XX: a partir de 1941

En 1943 se estaba desarrollando un nuevo procedimiento de trabajo revolucionario. El matrimonio de científicos rusos Lazarenko, anuncia su descubrimiento y pone en marcha los primeros dispositivos que permitieron posteriormente el mecanizado por electroerosión. Hacia 1950 aparecieron las primeras máquinas, en las que básicamente se utilizaban elementos de otras convencionales a las que se incorporaba un generador, un tanque para el dieléctrico, electrodo con la forma del molde a mecanizar, etc. En 1955 aparecen en Estados Unidos las primeras máquinas de electroerosión concebidas como tales para realizar mecanizados por penetración; revolucionando el difícil y costoso sistema de fabricación de moldes y estampas. Muchos años más tarde, apoyándose en el control numérico, se desarrolla la electroerosión por hilo, que permite el corte de perfiles complicados y precisos mediante un electrodo constituido por un



alambre muy delgado y una trayectoria de pieza controlada por control numérico.

La primera máquina-herramienta fabricada en España: la prensa tipo Thonelier, construida por "La Maquinista Terrestre y Marítima" en 1863 para la Casa de la Moneda de Madrid. Fabricó las primeras pesetas, ahora desaparecidas.

La electrónica - y la informática que está soportada por la primera - han provocado una nueva revolución industrial. El punto de partida hay que situarlo en 1945, cuando dos científicos de la Universidad de Pennsylvania, John W. Manclhy y J. Presper Ecker crearon la primera computadora electrónica digital que ha funcionado realmente en el mundo. Se denominó ENAC, era voluminosa, consumía mucha energía y era difícil de programar, pero funcionaba.

En 1948, John Parson inicia la aplicación del control numérico a la máquina-herramienta, con el objeto de resolver el problema del fresado de superficies complejas tridimensionales para la aeronáutica. En 1949 Parson contrató con el Instituto Tecnológico de Massachussets el diseño de los servomecanismos de control para una fresadora. En 1952 funcionaba un control experimental, aplicado a una fresadora Cincinnati. La programación utilizaba un código binario sobre cinta perforada, y la máquina ejecutaba movimientos simultáneos coordinados sobre tres ejes. En 1955 se presentan unas pocas máquinas en la Feria de Chicago, gobernadas por tarjetas y cintas perforadas. La U.S. Air Force se interesa por el sistema y formula un pedido de 170 máquinas-herramienta por valor de cincuenta millones de dólares, beneficiándose del mismo varios prestigiosos fabricantes americanos. Pero los modelos desarrollados durante los años cincuenta y sesenta fueron poco eficaces y resultaron muy caros.

Fue a partir de los años setenta, con el desarrollo de la microelectrónica, cuando el CN pasa a ser control numérico por computadora (CNC) por la integración de una computadora en el sistema. Pero definitivamente fue durante los años ochenta cuando se produce la aplicación generalizada del CNC, debido al desarrollo de la electrónica y la informática, provocando una revolución dentro de la cual todavía estamos inmersos.

Además de su incorporación a las fresadoras, la aplicación del control numérico se extendió a mandrinadoras, tornos y taladros. Pero rápidamente se comprobó que existía un potencial de automatización superior al que podía obtenerse sobre máquinas clásicas y surgió un nuevo concepto de máquina: el llamado centro de mecanizado. Nace así una máquina-herramienta capaz de fresar, taladrar, roscar, mandrinar, etc., que incluye un almacén de herramientas y un sistema de cambio automático de las mismas, de forma que el control numérico ordena las posiciones y trayectorias de las piezas y herramientas, velocidades de avance, giro de herramientas y selección de las mismas.

El avance tecnológico del CN ha constituido el aspecto dominante, afectando a todas las máquinas-herramienta, incluso a las universales. En cierto aspecto, las máquinas se han convertido en más simples, porque ciertas funciones han sido transferidas del sistema mecánico al electrónico. Se ha logrado el control simultáneo de varios ejes, como es el caso de los centros de mecanizado, de los tornos, etc., lo cual no era posible hasta la aplicación del CNC.

De la denominación de máquina-herramienta se ha pasado al término de máquina-herramienta avanzada, que se refiere a la máquina con mando numérico, concibiéndose buen número de ellas según criterios modulares que permiten la intercambiabilidad y la complementariedad, pudiéndose integrar en células o sistemas de fabricación flexible posibilitando una automatización a la vez integrada y flexible. Desde hace varios años hay que destacar la creciente demanda para equipar las máquinas avanzadas con sistemas de carga y descarga automática con manipuladores, robots articulados, pórticos, etc., convirtiendo la máquina individual en una pequeña célula flexible. Esto se debe a la exigencia de la industria transformadora, principalmente de la automoción, que ha puesto en práctica procesos de fabricación discontinua, noción que cubre la fabricación en series pequeñas y grandes.

Nos hallamos ante una revolución que está pasando de una economía sustentada en los principios de la mecánica, esto es, en la producción en masa, en el carácter uniforme de los productos, etc. a una economía que se caracteriza por la flexibilidad, la rápida reacción a la evolución de los mercados, la adaptabilidad de los productos, etc. Para ello ha sido necesario integrar tecnologías basadas en la mecánica y la electrónica - mecatrónica - lo que ha supuesto entrar en una nueva cultura industrial condicionada por un enfoque global y pluridisciplinario de los problemas de producción.

Seyanka, muestra de la tecnología más avanzada en la actualidad. Se trata de una arquitectura de cinemática paralela de tipo hexápodo, desarrollada por la Fundación Tekniker. Todavía falta algún tiempo para que se generalice. En el futuro, tal vez, este tipo de máquinas sean consideradas historia.

Se avanzó tal vez demasiado en una dirección y parece que se ha frenado la implantación de líneas de fabricación flexibles, a favor de las células, más rentables, más fiables y con menos problemas de mantenimiento, sin que esto excluya que estas células estén concebidas de forma que en el futuro puedan integrarse en sistemas más complejos, orientados a la fabricación automática. En la actualidad se avanza en la fabricación de células o líneas que integran distintos tipos de máquinas e instalaciones, con el objeto de realizar el proceso completo de piezas en una sola sujeción, lo mismo para piezas prismáticas que de rotación.

El alto grado de automatización no ha corregido suficientemente el grado de utilización; poniéndose de manifiesto deficiencias existentes en cuanto a disponibilidad de máquinas y sistemas, y por lo tanto una insuficiente productividad con relación a su elevado coste. En la mayoría de los casos, cuando se inicia el proceso de mecanizado de piezas en una máquina solamente el 40% del tiempo total disponible están siendo mecanizadas, y el 60% restante se consume en cambio de utillaje, carga y descarga de pieza, posicionado, averías, rotura y afilado de herramientas, etc.

Sin embargo, la situación actual de la microelectrónica, con la posibilidad de adquirir controles abiertos basados en ordenadores personales; permite incorporar y procesar, en las máquinas avanzadas, aparatos de medición automática, sensores para detectar averías, vibraciones, desgaste o rotura de herramientas, etc., dotándolas de un alto grado de autonomía, lo que permitirá realizar un trabajo prolongado sin vigilancia, tanto cuando estas máquinas trabajan individualmente que cuando son incorporadas a un sistema.

Hemos asistido a un período de grandes avances tecnológicos en el diseño y la construcción de máquinas-herramienta, pero parece necesario continuar revisando conceptos y proceder a optimizar la aplicación de la tecnología existente. Los usuarios en general exigen mayor disponibilidad de máquinas y sistemas, esto es mayor grado de utilización, o sea más tiempo desprendiendo viruta. Piden máquinas más adaptadas a sus necesidades, más fiables y de mayor calidad y precisión. Por otro lado, a un gran número de máquinas se les está exigiendo mayor precisión y fiabilidad, más potencia y disponibilidad para trabajar a alta velocidad, lo cual supone dotarlas de mayor rigidez.

En las máquinas que trabajan por deformación, en la que la prensa es el exponente típico, el impacto de la electrónica ha sido menor en general que entre las que trabajan por desprendimiento de viruta. Sin embargo, ha representado una revolución su aplicación a las punzonadoras, plegadoras, máquinas de corte por láser y algunos tipos de máquinas que combinan el corte por punzonado y por láser.

Se ha intentado introducir y generalizar la aplicación de nuevos materiales, principalmente en estructuras de máquinas, utilizando hormigón reforzado con resinas termoestables y granito sintético, mezcla de granito y resina epoxy, pero resulta difícil desplazar al palastro o a la tradicional fundición gris, que sigue siendo un material económico y eficaz, del que además se conocen muy bien sus características y comportamiento en el tiempo. Hay que destacar positivamente el desarrollo de máquinas-herramienta de estructuras paralelas tipo hexápodos, especialidad en la que el Centro Tecnológico Tekniker ha adquirido buena experiencia durante los últimos años. Tienen la ventaja de ser muy simples en su arquitectura, pero todavía no sirven para grandes potencias, siendo su programación compleja.

La electricidad aparece justo en el momento preciso, cuando las fuentes de energía del siglo XIX se manifiestan insuficientes

En el aspecto mecánico se ha evolucionado menos, aunque cabe destacar el desarrollo de mandrinos de giro de alta velocidad utilizados en el "fresado de alta velocidad". En cuanto al accionamiento de desplazamientos, cabe destacar en determinadas aplicaciones la introducción paulatina de los llamados "motores lineales". La gran ventaja de este sistema es que permite alcanzar elevadas velocidades de desplazamiento, disminuyendo el rozamiento considerablemente al no existir ningún apoyo físico entre rotor y estator.

Durante los últimos veinte años se ha producido un desarrollo muy positivo en la fabricación de herramientas. El diseño de plaquitas diseñadas con nuevas formas geométricas, adaptadas a las características del material y su proceso de mecanizado, ha mejorado notablemente el rendimiento de las herramientas de corte. Complementariamente, la técnica de recubrimiento en fabricación de herramientas de metal duro, recubiertas de una fina capa de nitruro o carbonitruro de titanio mediante el procedimiento de deposiciones químicas de vapor (CVD) ha contribuido de forma muy importante al incremento de la producción de las modernas máquinas de CNC. Con los mismos resultados positivos, un proceso de

recubrimiento complementario al anterior, que se realiza mediante deposición física por vapor (PVD), se utiliza principalmente para el recubrimiento del acero rápido.

El CBN, nitruro de boro cúbico, (Cubic Boron Nitride) tiene múltiples usos en el mecanizado, destacando inicialmente su utilización en la industria del automóvil, el rectificado de alta producción, el rectificado de corte pleno y el rectificado sin centros. El descubrimiento básico de este material por parte R.H. Wentorf de General Electric se remonta a 1957.

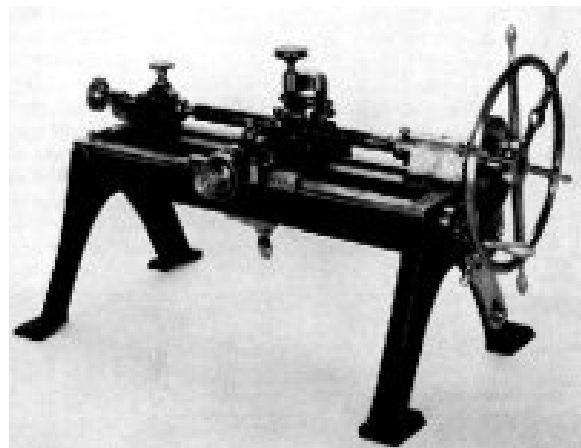
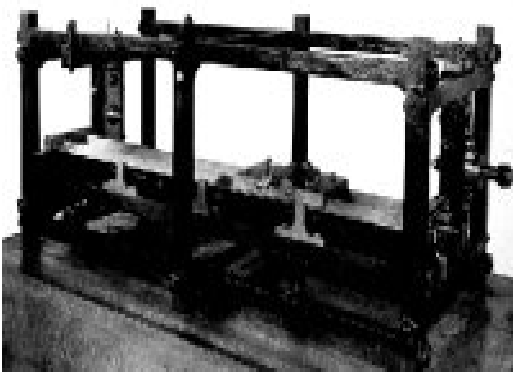
Hay que destacar que, con la aparición del PCBN (Polycrystalline Cubic Boron Nitride), se fabrican nuevos tipos de herramientas para diversas aplicaciones: fresado, torneado, etc. Este material permite someter a la herramienta a mayores esfuerzos (por ejemplo corte interrumpido y materiales muy duros), pudiendo alcanzar altas velocidades en el mecanizado y/o mayores capacidades de arranque de material. Gracias al CBN y al PCBN, actualmente se investigan nuevos procesos de mecanizado que además aseguren una especial atención al medio ambiente. Hoy se puede hablar del mecanizado ecológico.

Por último cabe destacar que la industria española, que inició a principios del siglo XX de manera tímida y con cien años de retraso la fabricación de máquinas-herramienta, arrastraba un desfase tecnológico imposible de recuperar hasta que, en el año 1982, alcanzó el tren de las nuevas tecnologías justo en el momento en el que se estaban desarrollando. Realizando un gran esfuerzo, este sector se ha colocado actualmente en el ámbito competitivo internacional. Todo ello ha sido posible gracias a la fuerte inversión realizada en I+D, a la creación de los centros tecnológicos promovidos por el Gobierno Vasco, a la labor realizada por AFM a través de Invema y a los centros tecnológicos de empresa tipo Ideko del Grupo Danobat, Fatronik, Ona Electroerosion, etc.

Tornos a partir de 1750

La fuerte demanda de maquinaria accionada a vapor, abre el camino para la construcción de tornos de mayor tamaño y potencia.

En Francia se conoce el torno de Vaucason de 1760 y el de Senot de 1795. El torno de Vaucason,



lleva un carro porta herramientas, desplazable sobre guías metálicas en U. El de Senot, basado en el torno de roscar de Leonardo da Vinci, lleva un husillo patrón y ruedas intercambiables. Poco después, el americano John Wilkinson y el inglés Henry Maudslay construyeron por separado un torno parecido al de Senot. El torno de Maudslay, construido hacia 1897, marca el inicio de una nueva era en la construcción de máquinas herramienta. Incorporó un husillo roscado para el accionamiento de los avances y un carro porta herramientas perfeccionado.

En 1800, Maudslay fabrica un nuevo modelo de torno con guías planas. También se atribuye a Maudslay un torno construido en 1810 para el torneado de piezas de gran diámetro. En el Museo de Munich se conserva un torno inglés, fabricado hacia 1810; enviado años más tarde a Alemania por encargo del rey Federico de Prusia. James Fox construye hacia 1816, un torno con desplazamiento de carro mediante cremallera accionado por un mecanismo de corona sinfín. En 1817, Richard Roberts construye un torno con dos guías, una plana y otra prismática, polea de cuatro escalones y desplazamiento longitudinal automático del carro porta herramientas sobre bancada. En 1830 se construye un torno frontal que se conserva en el Museo de Munich. En 1833, Joseph Whitworth, se instaló por su cuenta en Manchester. Sus diseños y realizaciones influyeron de manera fundamental en otros fabricantes de la época. En 1839 patentó un torno paralelo para cilindrar y roscar con bancada de guías planas y carro transversal automático, que tuvo una gran aceptación. Dos tornos que llevan incorporados elementos de sus patentes se conservan en la actualidad. Uno de ellos construido en 1843, en el "Science Museum" de Londres. El otro construido en 1850, en el "Birmingham Museum". En Europa y USA se construyeron tornos con mejores prestaciones, pero manteniendo la estructura y componentes del torno de Whitworth. El desarrollo del ferrocarril crea la necesidad de fabricación masiva de ruedas para locomotora y vagones.

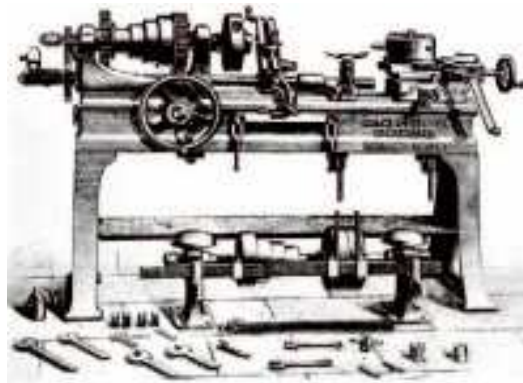


En 1847, Decoster registra una patente que es la base para futuros desarrollos. Se desarrollan tornos pesados y tornos frontales. En 1858 la empresa americana "George S. Lincoln" de Hartford construye un torno para piezas de 2200mm. de diámetro. Fue J.G. Bodmer quien en 1839 tuvo la idea de construir tornos verticales. A finales del siglo XIX, este tipo de tornos eran fabricados en distintos tamaños y pesos. El diseño y patente en 1890 de la caja de Norton, incorporada a los tornos paralelos dió solución al cambio manual de engranajes para fijar los pasos de las piezas a roscar. El año 1894, la empresa "Hendey Machine Co.", inició la fabricación de tornos con este tipo de caja.

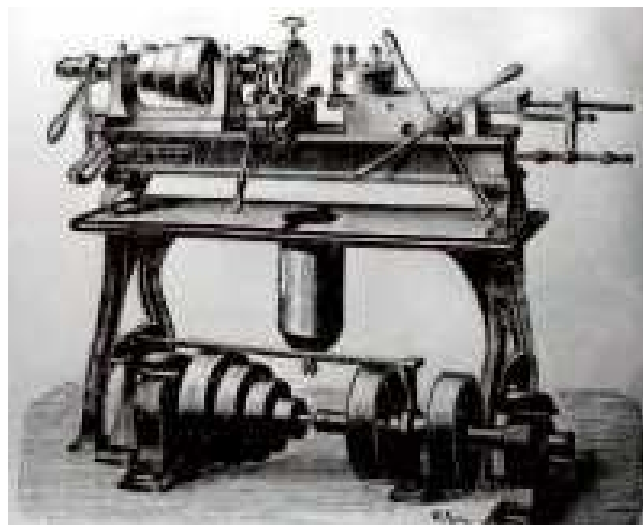
A partir de 1910, se construyen los primeros tornos del Estado español por Ramón Illarramendi de Renteria, y más tarde por Cruz Ochoa de Eibar y Cándido Echeandia.

Tornos revolver y automáticos

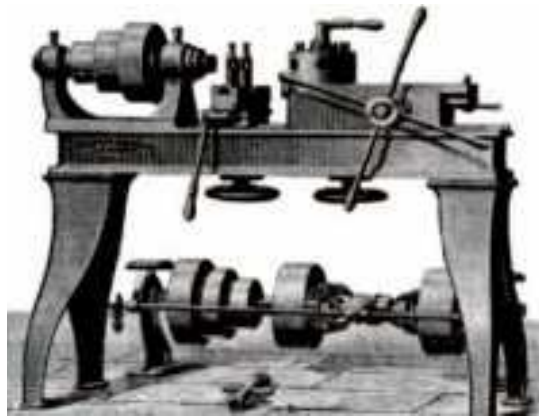
Ante la necesidad de realizar diferentes operaciones en un mismo amarre de pieza, se desarrolló la torreta revólver; que en principio fue aplicada a tornos convencionales. El año 1858, el americano H.D. Stone de la empresa "Jones Lamson Company" diseñó el primer torno de torreta revólver; aunque se atribuye a la compañía "Robbins & Lawrence" la incorporación al torno convencional de una torreta hacia 1854.



A Stephen Fich, también en una época anterior se le atribuye un torno de torreta revólver, con eje horizontal en línea con el eje del cabezal. Los ingleses comenzaron a rezagarse en relación con los americanos, puesto que en esta época todavía no habían construido ningún torno revólver, si bien "Smmith & Coventry", realizaba una adaptación de torreta, a los tornos convencionales. En 1860, se desarrolla el diseño y construcción de tornos revólver.



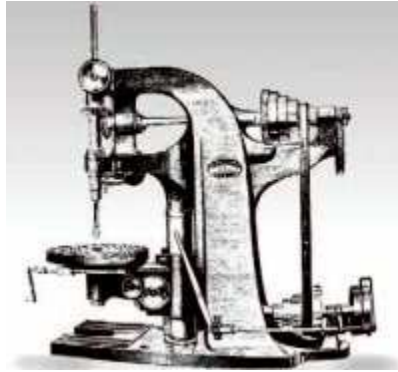
Las empresas "Brown & Sharpe" y "Pratt & Whitney" comenzaron a fabricar con normalidad este tipo de máquinas. El primer modelo fabricado por "Brown & Sharpe" en 1867, tuvo una gran aceptación en todo el mundo, siendo imitado en 1873 por la empresa alemana "Loewe" de Berlín. La necesidad de fabricar piezas de tornillería y pequeño piccerío en grandes series, fue la razón que motivó el desarrollo del torno automático, hacia el año 1870. La empresa "Hartford Machine Screw Co." comenzó la construcción de este tipo de tornos, bajo el diseño de Cristopher Miner Spencer.



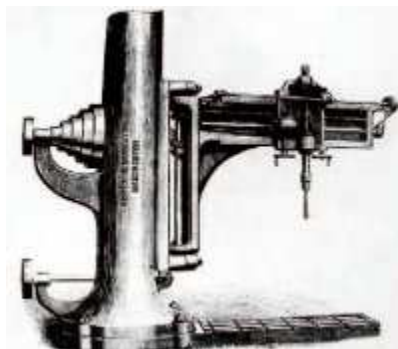
En 1872, el alemán Jacob Schwizer construye en Suiza su primer torno automático. Los tornos automáticos para grandes series y los revolver para cortas se complementan y se siguen desarrollando paralelamente. Hasta finales del siglo XIX, se construyen distintos modelos de tornos revolver con torretas dispuestas en horizontal y vertical, destacando los modelos construidos por Stephen Fich, "Warner & Swasey" y el torno semiautomático de la firma alemana "Pittler", de 1892, equipado con dispositivo para roscar exteriores e interiores que se hizo muy popular y fue ampliamente utilizado. A finales del siglo XIX, se produce un fuerte desarrollo de los tornos automáticos: En 1893, fue presentado un torno automático con torreta de eje vertical, diseñado por Spencer y fabricado por "Pratt & Whiney". En 1898, apareció en USA, un nuevo torno automático mono husillo, fabricado por "Brown & Sharpe", con torreta revolver de eje horizontal, que fue el origen de toda una familia de máquinas cuya influencia ha llegado a nuestros días. El mismo año, la sociedad "Pratt & Whiney" construye un torno parecido al fabricado en 1893, equipado con cargador automático de piezas; siendo por lo tanto el primer alimentador acoplado a este tipo de máquinas. La empresa americana "The National Acme Co" fabrica en 1898, el primer torno multihusillo de cuatro ejes. Más tarde aparecieron tornos multihusillos de torreta central, los tornos de levas independientes y curso regable de las herramientas. En 1899, "Brown & Sharpe" construye un nuevo modelo de torno automático, cuyo original ha sido donado a "Erreminta makina museoa".

Taladros a partir de 1850

Siguiendo la línea del taladro de columna, fabricado por Joseph Whitworth en 1850, otros fabricantes ingleses, construyeron nuevos modelos, introduciendo algunas mejoras.



Del año 1860, conocemos modelos fabricados por "Sharp, Stewart & Co." y "Smith & Coventry", ambos con elevación de mesa por husillo. El fabricante inglés, "P. Fairbairn & Co." construye un taladro, con elevación de mesa, mediante un sistema de corona sinfín y cremallera. Para dar solución al taladrado de piezas voluminosas y pesadas, nació el taladro radial. Decoster diseñó en 1848, un taladro adosado a la pared, accionado por transmisión, con patea escalonada para cuatro velocidades, con desplazamiento vertical y horizontal accionados a mano, a través de manivela y husillo.



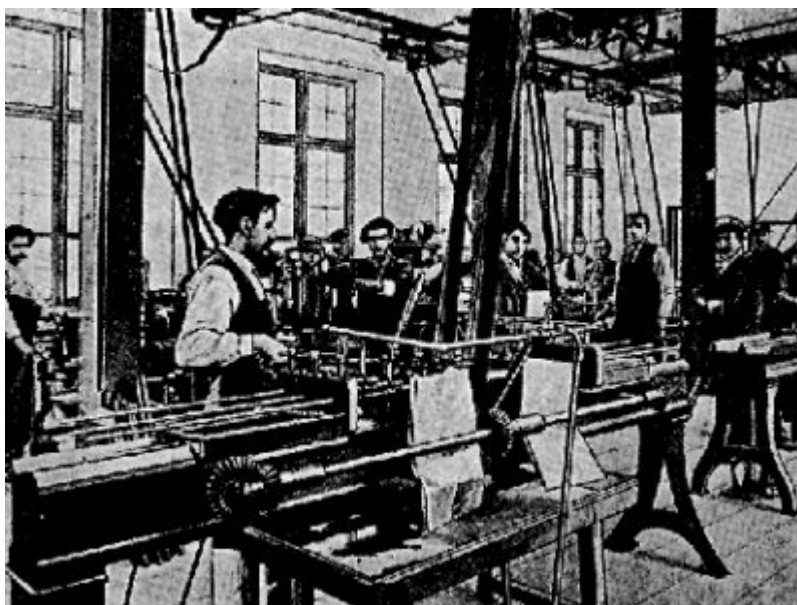
"Sharp, Roberts & Co." instaló en 1857, un taladro radial en Francia, en los ferrocarriles de Orleans, de características parecidas al diseñado por Decoster. En 1860, "Smith & Coventry" construye un taladro radial, con brazo horizontal giratorio, acoplado a un carro con desplazamiento vertical sobre una columna, atornillada a una base ranurada porta piezas. Ante la necesidad de fabricación masiva de armas, J. Mason diseña una taladradora horizontal multihusillo.

En 1876, el americano Vales Aldrich, de la empresa "Dayton Machine Co.", patenta un taladro de accionamiento manual, que fue el origen de la construcción de varios modelos utilizados en las herrerías, razón por la que se le denomina: "Taladro de herrero". Americanos e ingleses, entre otras las empresas, "Fredk, Pollard & Co." (Corona), "National Automatic Tool", (Natco) y "W.F. & J. Barnes Co.", estilizaron la estructura de los taladros de columna, e introdujeron importantes mejoras, entre otras, el avance automático del husillo porta herramientas y elevación de la mesa porta piezas con mecanismo de piñón - cremallera. Se fabricaron taladros de distintos tipos y capacidades hasta alcanzar su pleno desarrollo a finales del siglo XIX.



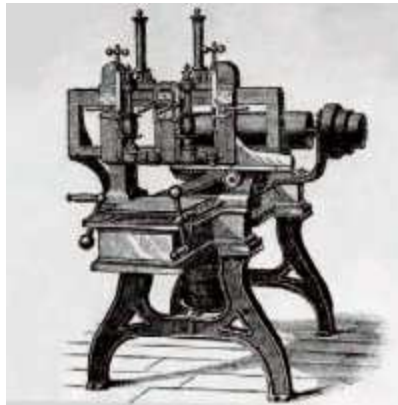
En 1921, mediante acuerdo amistoso, Ciaran sale de la empresa y se constituye la sociedad "Estarta y Ecenarro". Fabrican una completa gama de taladros, en la que incluyen un modelo para taladrado con broca de 50 mm. de diametro, con ocho velocidades de giro y avance indistintamente manual o automático.

A principios del siglo XX, los taladros radiales han alcanzado un importante desarrollo, aunque la incorporación de la columna cilíndrica se hizo más tardía. En Eibar, las empresas de armas, entre otras Víctor Sarasqueta utilizan modernas taladradoras de husillos múltiples de la empresa americana "Pratt & Whitney".



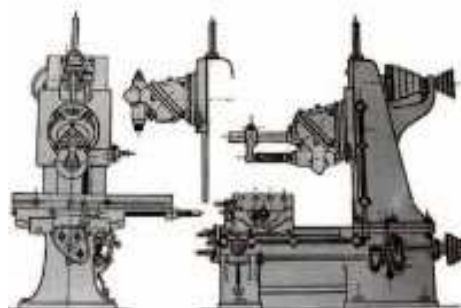
Fresadoras

En el siglo XVIII, buscando el perfeccionamiento en el tallado de engranajes, el francés Jacques Vaucason fabricó a mano las primeras fresas, utilizando el buril. Estas primeras herramientas de fresado fueron utilizadas al principio en tornos accionados a pedal; hasta que Eli Whitney fabricante de armas, recibió en 1818, el encargo de fabricar miles de fusiles para el gobierno de U.S.A. Estudió la posible fabricación en serie y construyó por esta causa, la primera máquina de fresar. Poco después en 1820, Robert Johnson construye una fresadora, en la que se aprecia un fuerte avance en la técnica del fresado. Basado en la experiencia de sus antecesores, James Nasmyth, construye en 1830 una fresadora provista de un divisor para el mecanizado de tornillos hexágonoales. Poco después, la empresa "Gay & Silver" inspirada en el modelo de Whitney construye una fresadora enteramente metálica provista de un carro de reglaje vertical, con soporte para el husillo porta - herramienta. El ingeniero Howe, diseñador de "Robbins & Lawrence", realiza en 1848 una fresadora más robusta y precisa, con polea de tres escalones y con desplazamientos en sentido vertical, horizontal y transversal.



Hacia 1849, se construyó la fresadora "Lincoln" atribuida a Thomas Warner, que fue muy popular y práctica. Howe, influyó notablemente en la evolución de este tipo de fresadora y a Elisha Root se le atribuye la incorporación a la misma, de un carnero cilíndrico, regable en sentido vertical, que se elevaba junto con el husillo porta fresas. Hacia 1850, fue construida por "Robbins & Lawrence" la primera fresadora copiadora de perfiles diseñada por Howe.

En 1857, la empresa inglesa, "Sharp, Stewart y Co" construye la primera fresadora vertical. Pocos años después, en 1862, fabrica un nuevo modelo de fresadora vertical de doble montante. Ante la necesidad de resolver el fresado de engranajes helicoidales y rectos, Joseph R. Brown, diseña y construye el año 1862, la primera fresadora universal, equipada con divisor universal, consola con desplazamiento vertical, curso transversal y avance automático de la mesa longitudinal.



El francés Pierre Philippe Huré, diseñó en 1874 una fresadora de doble husillo: vertical y horizontal, dispuestos a noventa grados y posicionable mediante giro manual. La empresa "Cincinnati" construyó en 1884, su primera fresadora universal, en la que se incorpora por primera vez un carnero cilíndrico, desplazable axialmente. En 1.894, R. Huré fabrica una fresadora caracterizada por llevar incorporado un ingenioso cabezal universal, con el cual mediante previo movimiento giratorio podía trabajar en diversas posiciones.

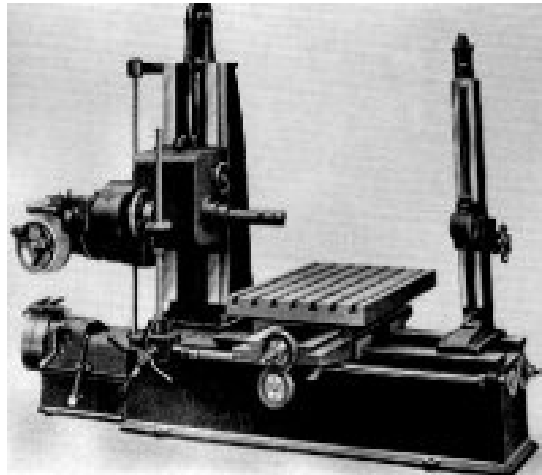


A finales del siglo XIX, las máquinas fresadoras universales y copiadoras han alcanzado su pleno desarrollo. "Brown & Sharpe" fabrica una amplia gama que abarca cinco modelos de distintos tamaños y potencias. A principios del siglo XX, destaca la construcción en Eibar por Cruz Ochoa, de la primera fresadora universal del Estado.

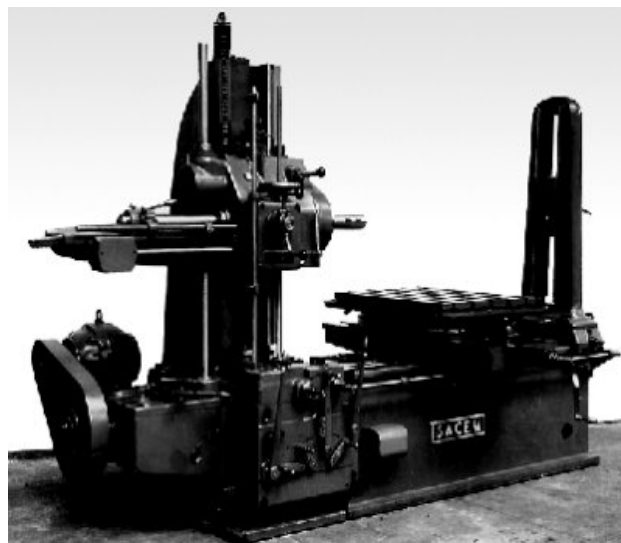
Mandrinadoras

El mandrinado, tiene su origen en el barrenado de cañones de bronce fundidos ahuecados. Este procedimiento se remonta por lo menos a 1372, fecha en la que se conocen datos concretos de los primeros cañones de bronce fundidos por Aarán en Augsburgo. A partir del siglo XVI, también se fundían de hierro colado. Al principio, el mecanizado se hacía con barrenas accionadas directamente a mano. Poco después se mecanizaba mediante una rueda, que llevaba insertado un eje que giraba de manera continua apoyada sobre dos soportes; accionado indistintamente, a mano, con animales, o con fuerza hidráulica. En uno de los extremos del eje, se colocaba la herramienta, de manera intercambiable, para barrenar en desbaste o alisar en acabado, piezas de cañón. A partir de 1744, debido a la construcción de una barrenadora mandrinadora vertical por el suizo Jean Maritz, los cañones comenzaron a fundirse macizos. Gaspard Monge describe una máquina vertical similar a la de Maritz, compuesta de un árbol central porta herramientas, accionado mediante un juego de engranajes con fuerza humana o tracción animal. En España se construyeron varios tipos diferentes de máquinas, destacando un modelo horizontal para barrenar y torneear, construido en 1768 en Sevilla, movida por las aguas del Guadaira. Durante el siglo XVII, las barrenadoras horizontales, similares a la descrita por G. Monge, con giro de pieza, fueron más utilizadas que las verticales. En 1770, John Smeaton consiguió perfeccionar la máquina de vapor de Newcomen mediante la construcción de una máquina para mandrinar cilindros de 450 mm. de diámetro. Era una máquina de tipo horizontal con giro de árbol porta herramientas, accionada por rueda hidráulica. Pero el gran avance se produjo en 1775, cuando John Wilkinson construyó una mandrinadora horizontal de mayor precisión accionada por rueda hidráulica, para mandrinar cilindros de 72 pulgadas, y que fue la base para la construcción de la máquina de vapor de James Watt. Varios constructores, entre ellos, William Murdock, en 1799 mejoraron gradualmente la máquina de Wilkinson. En 1817, Matthew Murray construye una mandrinadora en

la que la mesa porta piezas se desplaza sobre guías metálicas. En 1830 se consiguen precisiones con tolerancia de un dieciseisavo de pulgada. Las mandrinadoras evolucionan lentamente.



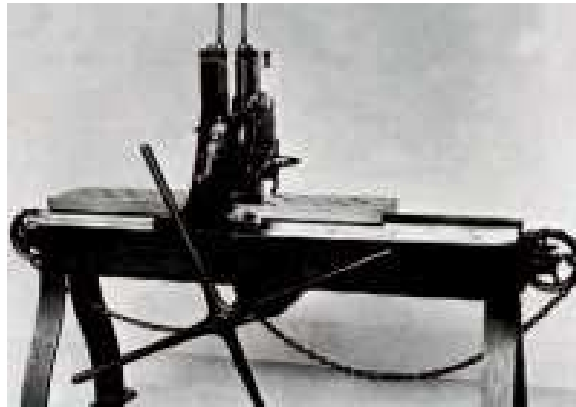
En 1857, Thomas Spencer Sawyer construye una mandrinadora en la misma línea de las anteriores. En 1865 se construyen en USA, mandrinadoras verticales para mecanizar ruedas de locomotoras, destacando entre sus ventajas, la menor flexión de barra de mandrinado y la mejor evacuación de virutas. Hacia 1870, se registra un fuerte avance con la construcción de una mandrinadora horizontal con desplazamiento vertical y longitudinal de la mesa porta piezas que tuvo gran aceptación; siendo denominada popularmente, "elevating-table type". Hacia 1870, la firma americana "Wm Sellers and Co," desarrolla una máquina para mecanizar piezas pesadas con columna regable transversalmente y cabezal deslizante en vertical sobre dicha columna. Pocos años más tarde varios fabricantes, entre ellos, "G. Richards" perfeccionan la mandrinadora, incorporando movimientos transversal y longitudinal de la mesa porta - piezas.



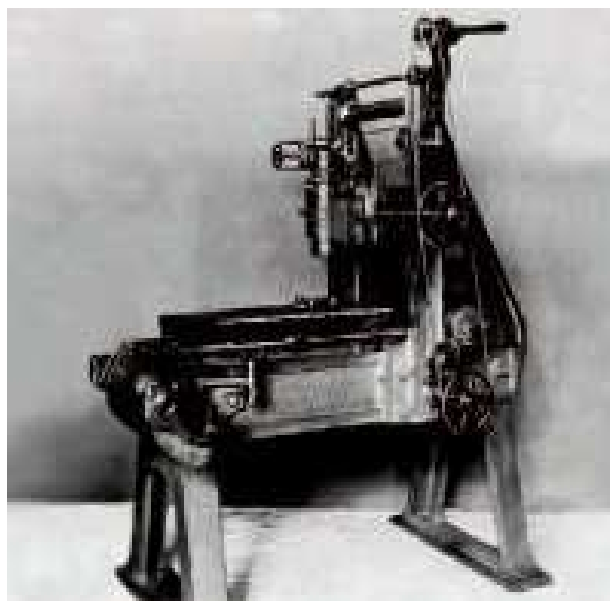
A finales del siglo XIX, las mandrinadoras alcanzan su pleno desarrollo, estructural y mecánico. A principios del siglo XX, ante la exigencia de precisión e intercambiabilidad de la industria relojera suiza, Perrenond jacot pone a punto una punteadora vertical, con mesa de coordenadas polares que constituye una maravilla mecánica. Poco después de la guerra civil de 1936, Sacem de Billabona y Juaristi de Azkoitia, construyen las primeras mandrinadoras del estado Español.

Cepilladoras y Mortajadoras

Las cepilladoras tienen por objeto producir superficies planas y lisas en piezas de gran longitud. El mecanizado realizado por éstas máquinas, recibe el nombre de cepillado, haciéndolo extensible por afinidad, a limadoras, mortajadoras y brochadoras. El francés Nicolás Focq creó en 1751 la primera máquina de cepillar metales. Pero fue a principios del siglo XX, a causa del fuerte desarrollo industrial, cuando se hizo necesario mejorar la forma de planear planchas de hierro, que tradicionalmente se realizaba manualmente, mediante el uso de cincel y lima. Por el mismo motivo se buscó una solución, para realizar chaveteros en poleas y engranajes, que se abrían manualmente con buril y lima.



Para mecanizar chaveteros, el inglés Maudslay construye en 1803, una mortajadora diseñada por Brunel. En 1817, Richard Roberts construye el primer cepillo puente de uso industrial, para mecanizar piezas de 1320 x 280 mm. de accionamiento manual a volante y piñón cremallera. Para la fabricación de material de su fábrica textil, el inglés James Fox, construye en 1820, un cepillo puente con desplazamiento de mesa; con capacidad para mecanizar piezas de 3120 x 560 mm. En 1833 construye otro modelo de medidas más reducidas. La mortajadora construida en 1830, por "Sharp, Roberts Co." representó un avance al incorporarle un plato divisor.



En 1834, el ingeniero francés Morinière de "Manufactures des glaces de Saint Gobain" construye un cepillo con mesa fija y movimiento del puente porta herramientas, para mecanizar piezas pesadas de 4000 x 3000 mm. Poco después Joseph Whitworth, construye un cepillo puente con

movimiento de mesa accionada a mano con manivela, y en 1836 un modelo perfeccionado, movido por transmisión y poleas, que fue la base para posteriores desarrollos. Hacía falta una máquina más manejable que la cepilladora, para el mecanizado de superficies planas de longitud inferior a 800 mm. Así nació en 1839 la limadora de Nasmyth, bautizada popularmente con el



nombre de "Brazo de acero de Nasmyth." Poco después, Joseph Whitworth perfecciona la limadora, incorporando un dispositivo automático descendente del carrito porta herramienta. El uso de la limadora se extiende por Europa. En Alemania, J. G. Weisser construye una limadora con desplazamiento de mesa y carrito porta -

herramienta automáticos. Desarrollados varios modelos de cepilladoras, el francés J.G. Bodmer se dio cuenta que hacía falta una solución para mecanizar planchas de gran anchura por lo que desarrolló una patente para construir cepilladoras de una sola columna. En base a esta patente se desarrollaron este tipo de máquinas. Para finales del siglo XIX, como se puede ver en las máquinas de Butler, las cepilladoras accionadas por transmisión y poleas habían alcanzado su pleno desarrollo.

A finales del siglo XIX, para dar respuesta a las necesidades de la industria del automóvil y armamento surgió, la necesidad de abrir chaveteros y estrías múltiples, naciendo de esta forma las brochadoras de "Smith & Coventry" en 1899 y de "The Lapointe Machine Tool Co" en 1902. Hacia 1927, "Estarta y Ecenarro" construye la primera limadora del estado español.

Máquinas de abrasión

Las actuales operaciones de rectificado, tienen su origen en procesos antiguos, utilizados para afilar herramientas cortantes, pulir y abrillantar metales. Piedras estáticas y manuales fueron los primeros procedimientos abrasivos, utilizados para el afilado. En las piedras estáticas, generalmente de arenisca, la mano del hombre aplicaba la herramienta sobre dichas piedras, moviéndola de forma conveniente en cada caso. Las piedras para afilar a mano, es otro procedimiento que tiene su ejemplo representativo en el afilado de guadañas. Hacia el año 600 a. de J.C., se pusieron en funcionamiento las primeras piedras giratorias, montadas sobre un eje horizontal apoyado en pies o estructuras de madera, y movidas a mano o con el pie, mediante la ayuda de un manubrio. En el siglo XV, el pedal fue combinado con un vástago y una biela; siendo aplicado en primera instancia a las ruedas de afilar, montadas sobre una artesa o depósito de agua. Fueron también movidas por fuerza hidráulica y a partir del siglo XVIII por máquinas de vapor.



En el siglo XVIII, para el pulido de metales, se venían utilizando abrasivos naturales reducidos a granos finos para adherirlos a papel o tela. Procedimiento que terminó llamándose "papel de lija" en memoria de un pez marino llamado lija, cuya piel áspera se utilizaba para lijar los barcos de madera, aunque al principio se llamó "papel para limpiar armas" porque fue ideado con esta finalidad.

Las primeras muelas se fabrican utilizando esmeril natural, destacando el procedente de Naxos. En 1834, se registran en USA, patentes de máquinas de abrasión. Pocos años más tarde, en 1838, "Nasmyth & Gaskell Co." y James Whitelaw construyeron máquinas para rebarbado de piezas de fundición. A continuación la construcción de cabezales para rebarbado y pulido de piezas progresó rápidamente. En 1864, "Orbea Hermanos" de Eibar introduce la técnica de pulimento mecánico en nuestro país, utilizando poleas impregnadas de esmeril para el pulido y escobas para abrillantar, montadas en cabezales que giraban con energía hidráulica en su molino de Urkusua. Para el rectificado de piezas cilíndricas, fue utilizado en primera instancia el torno, acoplado en su carro longitudinal un cabezal porta muelas, ("wihgted grinding lathe"). En 1870, el francés F. G. Kreutzberger, construye la primera máquina para afilar fresas y J. Norton Poole diseña una

rectificadora "sin centros" para rectificar cilindros. La empresa "Landis Tool Co.", construye una rectificadora cilíndrica, caracterizada porque el movimiento longitudinal se conseguía mediante el desplazamiento del cabezal porta muelas, y la mesa fija podía girarse angularmente. En 1875, "Brown & Sharpe" diseñó y fabricó una máquina llamada universal que no adquirió tal cualidad hasta que en 1880 se le añadió un dispositivo para el rectificado interior. Las primeras soluciones para rectificar superficies planas consistieron en aplicar cabezales porta muelas a los cepillos puente, hasta que en 1880, "Brown & Sharpe", construye una pequeña rectificadora de superficies planas y en 1887 una rectificadora puente.

En 1893, con el descubrimiento por el Dr. Acheson del "carburondum" y la elaboración de nuevos aglomerantes, se fabrican muelas que alcanzan velocidades periféricas de 48 metros por segundo. Este fue el principio de una nueva era industrial.

La industria del automóvil demanda continuamente nuevas máquinas de rectificado y de esta manera nacen nuevos modelos de rectificadoras cilíndricas, planas y de interiores, construidas por conocidas empresas americanas y europeas, entre las que citamos: Norton, Landis, Heald, Churchill, Schmaltz, Cincinnati, etc.

Prensas para acuñar, embutir y punzonar



Hasta el siglo XVII, el acuñado de monedas, se realizaba colocando el cospel sobre un cuño o matriz, enclavado en un yunque. Poniendo encima el otro cuño; se aplicaba un golpe violento de maza o martillo, lográndose grabar las monedas, simultáneamente por las dos caras. El empleo de este procedimiento figura en una moneda de Paestum y en algunos denarios de Tito Carisio, (49-43 a.C.) donde se ven representados el yunque, las tenazas, el troquel y la maza. Hacia 1500, Leonardo da Vinci, diseña un laminador y una prensa de balancín, que sirvió para la realización de

un experimento en 1530, por el italiano Benvenuto Cellini, aunque la puesta en práctica de forma generalizada se atribuye al francés Nicolás Briot a partir de 1626. Hacia 1770, el inglés Joseph Bramah, basado en el privilegio de Pascal enunciado en su "Tratado del equilibrio de los líquidos", patenta su invención de una prensa hidráulica. Unos años más tarde, en 1797 los Hermanos Perier, solicitan una patente en la que citan la invención de Bramah. En 1812, construyen una prensa con una presión de 70 kg./cm². A partir de 1840, ante la insuficiencia de capacidad de las prensas de balancín, se inicia la fabricación de prensas hidráulicas de elevadas potencias, generalizándose su aplicación en las fábricas de material ferroviario para el calado de ejes. Hacia 1817, se inicia un avance importante en el acuñado de monedas, al desarrollar el mecánico alemán Dietrich Uhlhorn, una prensa mecánica que ejerce una fuerte presión, a través de un juego de biela-palanca-articulada.

La empresa Ludwig Löewe perfecciona la prensa de Uhlhorn y el francés Thonnelier, introduce la "virola partida", con el objeto de grabar los cantos de las monedas.

A partir de 1863, "La Maquinista Marítima y Terrestre" de Barcelona inicia la fabricación de prensas tipo Thonnelier para la Casa de la Moneda de Madrid. En 1867, en la exposición de París, el francés Chéret, presentó un prototipo de una prensa mecánica de fricción, que supuso un gran avance para la realización de diversas operaciones de estampado en piezas previamente punzonadas. A partir de este momento, en algunas fábricas de moneda se llegaron a usar simultáneamente, prensas de balancín, de palanca articulada, e incluso de fricción. Por lo menos desde 1798, se utilizó una versión de prensa de balancín para punzonar fabricar clavos a partir de fleje. Pero este procedimiento era insuficiente a mediados del siglo XIX, para fabricar en grandes series diversos productos a partir de chapa. Por esta razón, hacia 1870, la empresa americana "Bliss y Williams", que tenía varios años de experiencia en prensas de excéntrica, desarrolló un modelo que podía punzonar agujeros de 3/4" de diámetro con un espesor de 1/2". Pesaba 600 libras y trabajaba a 100 revoluciones por minuto.

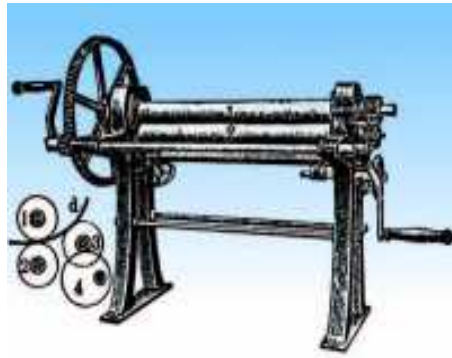


A partir de este momento se generalizó la fabricación de diversos tipos de prensas mecánicas aumentando progresivamente su capacidad y versatilidad. A principios del siglo XX, las prensas alcanzan un fuerte desarrollo. Se utilizan prensas hidráulicas de gran potencia para embutir las carrocerías de automóvil, prensas de fricción para estampar cubertería, medallas etc. prensas de palanca articulada para acuñación de monedas y prensas mecánicas de excéntrica muy evolucionadas para punzonar.

Corte y deformación

La tajadera, el tranchete del yunque y el cortafríos, usados por los herreros durante siglos, han sido las herramientas universales para cortar en frío y caliente, chapa, palastro y perfiles diversos.

El perforado manual de metales realizado con punzones, experimenta un avance a partir del siglo XVI, al utilizar las prensas de balancín para punzonar y troquelar chapa y palastro.

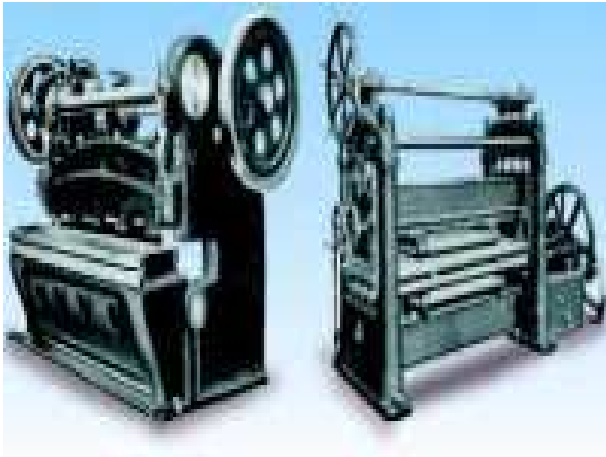


Para la operación de corte de fleje, chapa y palastro delgado, producidos por laminación, se desarrollan tijeras de palanca accionadas manualmente. Durante el siglo XIX, debido al desarrollo de la siderurgia se incrementa fuertemente la capacidad de producción de palastro y perfiles diversos. Se desarrolla la construcción de barcos con casco metálico propulsados por vapor, calderas para locomotoras, puentes, edificios industriales, y estaciones de ferrocarril. Se desarrolla la técnica del roblonado para la unión o empalme de pieza y por lo tanto, la necesidad de abrir agujeros para el paso de los remaches. Se desarrollan punzonadoras de accionamiento manual a palanca, con capacidad de perforar agujeros hasta 26mm. de diámetro y un grueso de 20mm. Para curvar llantas de chapa y palastro se desarrollan máquinas cintradoras, accionadas manualmente. Inspirado en una patente de 1838 del constructor inglés Fairbairn; el francés Lamaître jefe de taller de François Cave, construye en 1843, una punzonadora accionada mediante pistón de máquina de vapor. En 1845, el francés Calla construye una cizalla accionada a vapor, para cortar palastro grueso.

Se desarrollan punzonadoras combinadas con cizalla, accionadas a mano, para punzonar, cortar palastro y perfiles diversos.

Se desarrollan cizallas accionadas a mano y a pedal, para cortar planchas de chapa y máquinas complementarias para plegado y rebordeado. Se desarrollan las curvadoras (cintradoras) para dar a las planchas forma cilíndrica mediante la utilización de tres cilindros laminadores. Los bordes se

vuelcan a continuación y se remachan, mediante el procedimiento de roblonado. Para retirar la pieza curvada uno de los cilindros es desmontable o abatible.



Hacia finales del siglo XIX, se desarrollan varias máquinas más potentes para ser accionadas por transmisión. Máquinas para enderezar palastro, cintradoras para curvar llantas, ángulos, tés, etc. Cizallas para cortar palastro y plegadoras para chapa y palastro delgado. Por su flexibilidad y facilidad de traslado a pie de obra, las cizallas y punzonadoras accionadas a mano siguen siendo imprescindibles.

A principios del siglo XX, también para ser accionadas por transmisión se construyen punzonadoras combinadas con cizalla para cortar palastro, perfiles en ángulo, tés, barras redondas, cuadradillos, etc.

Se desarrollan potentes prensas hidráulicas para conformar grandes piezas construidas con



palastro. En la actualidad, la aplicación de las nuevas tecnologías de láser y control numérico, han revolucionado el corte punzonado y plegado de la chapa.

Forja y Laminación

Los hombres que separaron el hierro del mineral, se puede decir que fueron los primeros forjadores. Esta operación la realizaron primeramente golpeando con piedras, hasta que lograron confeccionar útiles adecuados, entre otros el martillo y la maza. Los forjadores batían a fuerza de brazos, la masa de hierro que producían en las antiguas "ferrerías de viento"; para transformarlas en tochos. Prácticamente hasta la edad media, calentando el hierro en rudimentarias fraguas, este material solo se empleaba para fabricar armas y pequeños utensilios.

Se perfeccionan las fraguas y los fuelles accionados manualmente, para controlar la combustión del carbón vegetal y calentar el hierro. Se desarrollan tenazas, yunques y utensilios diversos. Los tochos de hierro se estiran o laminan manualmente, a golpe de maza y martillo; para formar perfiles diversos en formas adecuadas; a partir de los cuales los herreros, fabricaron durante siglos, herramientas, aperos de labranza, herrajes, rejas, clavazón, anclas, etc.,

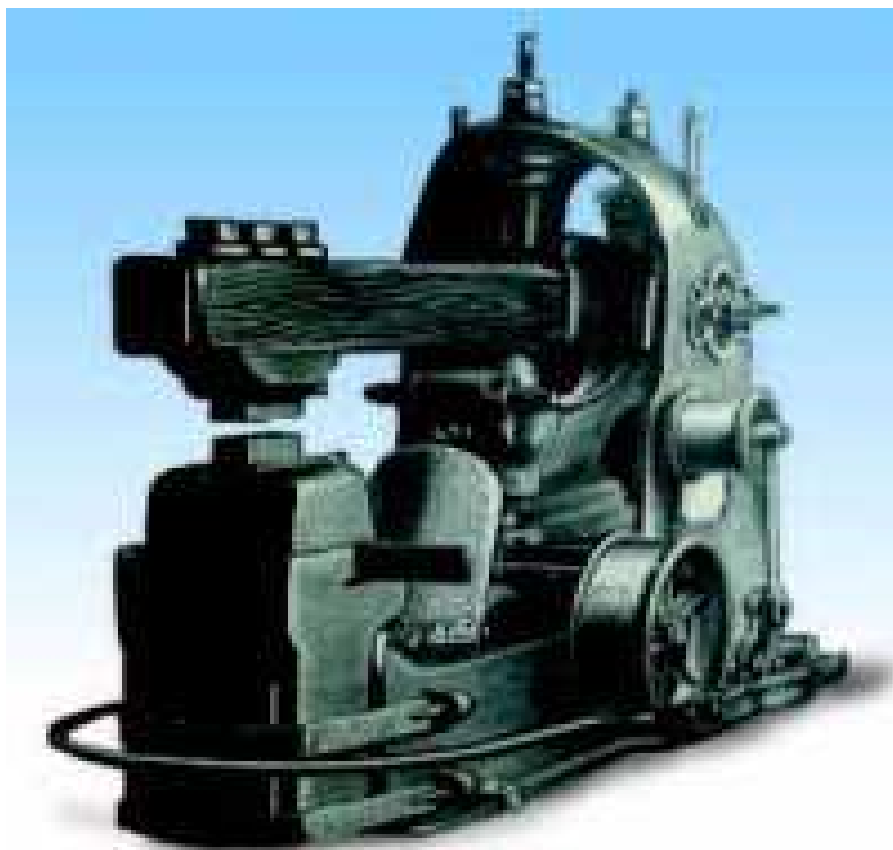
A partir del siglo XIII, se perfeccionan las técnicas de estirado y forjado con la aplicación de martinets, accionadas por energía hidráulica; aunque paralelamente por circunstancias diversas, para muchos trabajos especializados, los herreros siguieron utilizando las fraguas con fuelles manuales hasta nuestros días.

Mediante el empleo de hileras de uso múltiple se desarrolla la técnica del trefilado para la producción de alambre y calibrado de perfiles delgados. Desde antiguo existía la idea de laminar los metales haciendolos pasar entre dos cilindros, girando cada uno de ellos en sentido contrario. Se conserva un croquis de Leonardo da Vinci, de hacia 1497, que representa una máquina de este tipo accionada manualmente.



Hacia 1553, el francés Braliers utilizaba laminadores de cilindros para materiales dúctiles. Poco despues, para sustituir el estirado o laminado manual, accionadas por energía hidráulica se pusieron en funcionamiento en las ferrerías, las máquinas de laminar llamadas "fanderías". Fue un paso previo al desarrollo especializado de los trenes de laminación, que se generalizaron a partir de 1700. Polhelm, en Suecia, Chopitel en Francia, Henry Cort en Inglaterra, William Emerson y otros perfeccionaron la tecnología del laminado. A partir de 1800, con la aplicación de la máquina de vapor, se construyeron

laminadores de mayor potencia. James Watt en 1794 y Deveral en 1806, intentaron mediante sendos proyectos, dar solución al forjado en caliente de piezas de forma, pero ambos fueron abandonados; transcurriendo casi medio siglo sin conseguirse soluciones prácticas.



Fue en 1840, cuando François Bourdon, François Cave y James Nasmyth, pusieron en funcionamiento con éxito, martillos pilones accionados a vapor. Esta tecnología, se desarrolló ámpliamente y se aplicó durante todo el siglo XIX. A partir de 1875, evoluciona el forjado en caliente, mediante el desarrollo en Estados Unidos de América, de martillos ballesta, construidos con mazas de 25 a 250 kgr. de peso. En la misma época alcanzó mucha aceptación el martinete de Bradley. A partir de principios del siglo XX, se han generalizado hasta nuestros días, el llamado martillo de caída libre, que se compone de dos rodillos de fricción accionados por eje-polea, que atenazan una tabla o correa plana, a la que va unida la maza de forjar. Se consigue la caída atómicamente de la maza al abrirse los rodillos que presionan la citada tabla o correa.

La medición dimensional: del codo a la micra

Con este artículo, en el que intentamos explicar sucintamente la evolución de los instrumentos de medición dimensional desde la antigüedad hasta hace un siglo, cerramos esta sección que bajo el título de "hace 100 años" ha ido apareciendo en nuestras páginas durante todo este año. Con ella hemos pretendido contribuir modestamente a la conmemoración del centenario de la Ford Motor Company, un hito trascendental en la evolución de la industria en general y del sector metalmeccánico en particular. A partir del próximo número una nueva sección, que llamaremos "una mirada a la historia", nos permitirá seguir descubriendo más cosas del pasado reciente o remoto de la máquina herramienta y de las empresas y los hombres que han jalonado su evolución a lo largo del tiempo.

Albert Esteves

"El hombre es la medida de todas las cosas" decía Protágoras cinco siglos antes de Cristo. Siguiendo esta máxima, la humanidad ha empleado durante milenios unidades antropométricas para describir una determinada dimensión, de modo que pies, codos, palmos o dedos han sido utilizados, prácticamente hasta el siglo XIX, como patrones comunes de medida. Fue en 1799 cuando un comité internacional de científicos definió y diseñó una unidad de medición, el metro, en virtud de la cual quedó constituido un sistema universal de medidas, el sistema métrico decimal, y con él los centímetros, los milímetros y más tarde las micras, pasaron a formar parte de nuestro vocabulario habitual. Sin embargo, desde mucho antes, el hombre se afanó en buscar formas y utensilios para medir piezas u objetos de pequeñas dimensiones. Muchos de esos utensilios, cuya evolución describiremos a continuación, siguen resultándonos, aun hoy, sumamente útiles.

El primer pie de rey fue diseñado en el siglo XVII por el francés Pierre Vernier aplicando el sistema de doble escala inventado por el portugués Nonius un siglo antes



El pie de rey es uno de los utensilios de medida más comunes en cualquier taller desde su invención en el siglo XVII

El pie de rey

El pie de rey o calibrador es el instrumento de medida lineal más popular que podemos encontrar en cualquier taller mecánico. Permite obtener de forma sencilla, mediante un sistema de regleta móvil, medidas interiores, exteriores y de profundidad. La invención de la escala móvil (o nonio) opuesta a una escala fija, permitiendo aumentar la medida en un orden de magnitud, se debe al portugués Pedro Nunes, en latín Petrus Nonius, (1492-1577), que había diseñado un sistema para medir fracciones de grado en dos instrumentos náuticos de altura, el astrolabio y el cuadrante. Basándose en ese sistema, el matemático francés Pierre Vernier (1580-1637) inventó el actual pie de rey, un ingenioso dispositivo que consiste en una escala pequeña, con diez divisiones, que puede desplazarse a lo largo de una escala fija, graduada con nueve divisiones equivalentes. En honor a sus creadores este mecanismo suele ser denominado también indistintamente Nonius o Vernier.



Antigua regla con pie de rey de Lufkin

Los primeros micrómetros

De mayor sofisticación, aunque no por ello menos conocido, es el micrómetro, basado en el concepto de medir un objeto utilizando una rosca de tornillo, un concepto que utilizó por vez primera en la historia el inglés William Gascoigne (1619-1644) para efectuar mediciones astronómicas. Sin embargo, la aplicación mecánica del calibre de tornillo no se produjo hasta 1797, cuando el pionero en la fabricación de tornos, Henry Maudslay diseñó un micrómetro, fabricado en 1800, y conocido como "Lord Chancellor", que permitía medir hasta la diezmilésima de pulgada. De hecho, la necesidad de obtener medidas tan precisas no surgió hasta el momento en que la intercambiabilidad de piezas, especialmente en las armas, empezó a exigir tolerancias mínimas en la fabricación de estas. Esta fue a su vez la causa del desarrollo, en esas mismas fechas, del sistema métrico decimal.

El popular micrómetro de bolsillo o tornillo palmer, comúnmente utilizado para medir diámetros exteriores, fue inventado por el mecánico francés Jean Laurent Palmer en 1848. Presentado en la exposición de París, llamó la atención de Joseph Brown y de su ayudante Lucius Sharpe, quienes empezaron a fabricarlo de forma masiva a partir de 1868. Una década después, el micrómetro de Brown&Sharpe era ya un instrumento habitual en la industria metalúrgica, tanto en Europa como en América.

El micrómetro de bolsillo fue inventado por el mecánico francés Laurent Palmer y fue fabricado de forma industrial por Brown&Sharpe desde 1868

Micrómetro Brown&Sharpe de 1885



La medición por coordenadas

El sistema de representación por coordenadas fue inventado por el conocido filósofo y matemático francés René Descartes (1596-1650) a principios del siglo XVII. La posición de un punto en el espacio está definido, en coordenadas cartesianas, por los valores relativos de los tres ejes X, Y y Z con respecto a un sistema de referencia. Usando series de puntos, es posible construir el elemento geométrico que pase por ellos o que se aproxime al máximo. Una máquina de medida por coordenadas, también llamada tridimensional, es pues un instrumento de medida capaz de determinar la dimensión, forma, posición y "actitud" (perpendicularidad, planaridad, etc.) de un objeto midiendo la posición de distintos puntos de su propia superficie. Basándose en este principio, Brown & Sharpe produjo en 1875 lo que sería la primera



máquina de medición por coordenadas, para la compañía Herreshoff de Bristol, el fabricante de barcos y yates de competición más conocido del mundo. El sistema de medición desarrollado por Brown & Sharpe ayudó al capitán Herreshoff a construir las embarcaciones ganadoras de la Copa América desde 1893 hasta 1920.

Brown&Sharpe le debemos la introducción industrial del micrómetro. En la fotografía podemos ver la antigua factoría de Brown&Sharpe en Providence en 1872.

La verificación de la planitud

Joseph Whitworth (1827-1897), discípulo del ya citado Maudslay y famoso por haber desarrollado el sistema de roscas que lleva su nombre, tuvo una especial preocupación por buscar un mecanismo que permitiera garantizar la perfecta planitud de una superficie. Después de estudiar detenidamente el problema, presentó en 1840 un comunicado a la asociación Británica de Glasgow titulado: "Una auténtica superficie plana, en lugar de ser de uso común se considera prácticamente desconocida", en el que describía el método para obtener una superficie plana partiendo de tres piezas metálicas planas. Patxi Aldabaldetrecu lo describe en su libro "Máquinas y Hombres": "Se escogía una de ellas como patrón y las otras dos para comparar con la primera, procediendo a un proceso de frotamiento entre piezas, eliminando las crestas que al frotar quedaban visibles, mediante rasquetado. Después se tomaban las dos últimas piezas para contrastar la una con la otra y finalmente se lleva el modelo elegido arbitrariamente para la comprobación con las otras dos". Este procedimiento es utilizado en la actualidad para fabricar los mármoles de fundición gris, elemento básico para conseguir superficies planas mediante rasquetado.

Los bloques de galgas se deben al sueco Carl Edvard Johansson quien, a finales del siglo XIX, ideó un sistema de patrones para la fabricación de los rifles Mauser

Los bloques de galgas

El precedente a los actuales bloques de galgas apareció en Suecia hacia 1700, cuando Christopher Polhem (1661-1751) empezó a utilizar piezas de longitud estándar como elemento de medición, en una época en que las exigencias de precisión eran más bien escasas. Tuvieron que pasar casi dos siglos para que, también un sueco, Carl Edvard Johansson (1864-1943) diseñara el primer juego de galgas, conocidas posteriormente como galgas Johansson. En 1894, el gobierno sueco pasó un importante pedido de rifles a la empresa Mauser de Alemania. Johansson formaba parte de la comisión sueca de inspección del armamento y observó la enorme cantidad de galgas que hacían falta para fabricar los rifles e ideó un sistema que permitía, con un pequeño número de bloques de galgas, obtener

todas las combinaciones necesarias para fabricar todas las piezas. En 1896 se fabricó el primer juego, con una exactitud de 0,001 mm. A partir de 1907, la industria americana del automóvil empezó a utilizar masivamente este nuevo sistema de medición.

Bloque en V para comprobación de ángulos de Brown&Sharpe, de principios del siglo XX.

El comparador de esferas ya era utilizado por los fabricantes de relojes a principios del siglo XIX, aunque su aplicación industrial no se produjo hasta las últimas décadas de dicho siglo. El americano John Logan patentó en 1883 un primer modelo que utilizaba un sistema de cadena que transmitía el movimiento del husillo a la manecilla.



El reloj comparador

El comparador de esferas ya era utilizado por los fabricantes de relojes a principios del siglo XIX, aunque su aplicación industrial no se produjo hasta las últimas décadas de dicho siglo. El americano John Logan patentó en 1883 un primer modelo que utilizaba un sistema de cadena que transmitía el movimiento del husillo a la manecilla. Posteriormente, el sistema de cadena fue substituido por un segmento dentado que transmitía el movimiento a un mecanismo de piñón. A Logan le compró la patente su socio Frank Randall quien, junto a Francis Stickney, inició la fabricación industrial de este tipo de instrumental de medida. A partir de 1904 empezó a fabricar relojes comparadores la empresa alemana Karl Zeiss, dedicada desde 1846 a la fabricación de instrumentos ópticos y mecánicos de precisión, y presente en España desde 1892.

Las herramientas: del cobre al acero rápido

A lo largo de los diversos capítulos de este apartado hemos ido analizando la evolución histórica de los distintos tipos de máquina herramienta desde sus inicios hasta hace 100 años, justo cuando John Ford fundó la Ford Motor Company y nació, de hecho, la moderna industrialización. En ediciones anteriores ya hemos hecho referencia al herramental en su crucial relación con el desarrollo de la maquinaria, pero no podíamos cerrar este apartado sin dar una visión de la evolución global de las herramientas en paralelo a la historia de la metalurgia.

Albert Esteves

Para explicar desde sus inicios la evolución de las herramientas de metal a lo largo del tiempo, debemos remontarnos a los orígenes de la metalurgia, en época prehistórica. Desde que el hombre se topó con los primeros metales en estado natural (hacia el octavo o noveno milenio a.C.) intentó darles forma para conseguir adaptarlos a usos diversos. El primer material en ser tratado fue el cobre, que junto con el plomo, la plata, el estaño y probablemente el hierro, caracterizaron la primera

gran etapa en la historia de la metalurgia. En este proceso de progresiva mejora en el conformado del metal es posible distinguir cuatro fases:

El martilleo o forjado en frío. Es la aplicación al primer metal trabajado, el cobre, de las técnicas utilizadas en la piedra. Con ello se pudieron obtener pequeñas piezas como punzones, agujas, anillos o cuentas.

Recocido. Si antes de proceder al martilleo se reblandecía el metal mediante la aplicación de un calor moderado, el conformado de la pieza resultaba mucho más fácil y permitía producir objetos más complejos.

Fundición. Una mayor aportación de calor acabó consiguiendo transformar el metal en líquido, lo cual permitió darle forma con facilidad antes de que se enfriara y propició la cuarta y última etapa.

Moldeo. Depositando el metal fundido en un recipiente o molde se conseguía de manera simple obtener piezas complejas y homogéneas.

El primer material en ser tratado fue el cobre, que junto con el plomo, la plata, el estaño y probablemente el hierro, caracterizaron la primera gran etapa en la historia de la metalurgia

Del bronce al hierro

El progresivo desarrollo en el conocimiento de las propiedades de los distintos metales fue un proceso que, a lo largo de miles de años, fue produciéndose a partir de la experiencia empírica. De hecho, los metales no se encontraban en la naturaleza de forma aislada, sino en combinaciones muy variadas, y su comportamiento frente al calor era muy distinto entre ellos. Algunos mostraban capas de óxido a los 100°C, las piritas y el óxido de plata se descomponían a 330°C, cuando el estaño y el plomo puros ya se habían fundido, mientras que el cobre y el bronce recristalizaban y se reblandecían hacia los 500°C... Muchos metales (como el zinc) eran conocidos y utilizados en aleación (latón) antes de ser descubiertos como metal. Pero los grandes protagonistas fueron sin duda el estaño y el cobre, cuya aleación designa toda una era en la historia de la humanidad: la Edad del Bronce, que abarca desde 1800 hasta 750 a.C. De modo que, durante un milenio, el bronce fue el metal mayoritariamente empleado en la fabricación de todo tipo de armas y herramientas.

Durante más de 1000 años, los grandes protagonistas fueron el estaño y el cobre, cuya aleación designa toda una era en la historia de la humanidad: la Edad del Bronce

En cuanto al paso del bronce al hierro, fue debido probablemente a una suma de hechos casuales, cuando el hombre observó que algunos minerales (como la hematita o la magnetita) al ser calentados en presencia de carbón se transformaban en un nuevo material, el hierro, más abundante y fácil de obtener que el bronce. Experiencias similares debieron dar por resultado el descubrimiento del cinc, el plomo o la plata. En cambio el aluminio, aun siendo mucho más abundante, no fue descubierto sino mucho más tarde, al no poder obtenerse mediante este proceso de reducción por carbón.

Herramientas de hierro de época romana. Villa Rustica und Museum in Hechingen-Stein (Alemania)

¿Hierro o acero?



Como es sabido, si al hierro se le da un tratamiento consistente en elevar su temperatura, en presencia de carbón, el resultado obtenido es acero al carbono. Es por ello que algunos historiadores opinan que lo que realmente el hombre del siglo VIII a.C. descubrió y manipuló fue mayoritariamente acero y no hierro.

En cualquier caso, las aleaciones producidas por los primeros artesanos del hierro (y, de hecho, todas las aleaciones de hierro fabricadas hasta el siglo XIV d.C.) se clasificarían en la actualidad como hierro forjado, aunque en muchas ocasiones y de forma meramente accidental, el resultado obtenido era auténtico acero. Poco a poco, los artesanos empezaron a desarrollar el verdadero proceso industrial de fabricación de acero, sometiendo a calentamiento en recipientes de barro el hierro forjado con carbón vegetal, de modo que el hierro absorbía suficiente carbono para convertirse en acero. Con posterioridad, fue aumentándose el tamaño de los hornos e incrementándose el tiro, procurando que los gases atravesaran la mezcla, de tal modo que el hierro metálico absorbía mayor cantidad de carbono. El producto de este proceso se denomina arrabio, una aleación que funde a una temperatura menor que el acero o el hierro forjado. El arrabio se refinaba después para fabricar acero.

Lo que propiamente podemos denominar tecnología del acero se inició a principios del siglo XIX, y alcanzó su consolidación hacia 1861, con la invención de hornos que permitieron su producción masiva y el progresivo descubrimiento de nuevas aleaciones a base de este material.

El gran acontecimiento que revolucionó la historia de las herramientas para el mecanizado fue el descubrimiento, en 1898, de los llamados aceros rápidos y su introducción en el campo de las herramientas de corte por parte de Frederick Winslow Taylor

Entre los primeros hay que citar el experimento de Faraday, que en 1819 fundió una mezcla de acero y níquel y una mezcla de acero y cromo. Hacia 1858 se obtuvo el acero al tungsteno y una década más tarde, el acero al manganeso, material de especial relevancia por su idoneidad en la fabricación de herramientas. En 1877 se consiguió el acero al cromo. La consecuencia de este continuado desarrollo tecnológico fue la generalización masiva del uso del acero en la metalurgia, hasta el punto de que la producción mundial de acero aumentó, en sólo treinta años (entre 1870 y 1900), desde 500.000 hasta 28.000.000 de toneladas.

Herramientas utilizadas en el torno de pértiga

El acero al manganeso y el acero rápido

Hacia 1865, Robert Mushet, un colaborador del inglés Henri Bessemer, el creador de los hornos de reducción directa, añadió manganeso al proceso de conversión del arrabio en acero, obteniendo un nuevo tipo de acero más resistente y manejable, con capacidad para soportar altas temperaturas y con una dureza que le hacía apto para el corte de metales, incluido el hierro. Con este nuevo acero, perfeccionado después con la presencia de otros componentes, como el tungsteno o el molibdeno, se consiguió un aumento espectacular en las velocidades de corte, alcanzando incluso



los 10 m/min, lo que suponía doblar las capacidades de mecanizado obtenidas hasta entonces con herramientas de acero al carbono.

Aunque el gran acontecimiento que revolucionó la historia de las herramientas para el mecanizado fue el descubrimiento, en 1898, de los llamados aceros rápidos. Frederick Winslow Taylor (Filadelfia, 1856-1915) el creador del sistema de organización de la producción que lleva su nombre (taylorismo) fue, a su vez, el descubridor e introductor de las herramientas de corte rápido, fabricadas en un nuevo tipo de acero con alto contenido en tungsteno y cromo. A partir de 1906 se aportó también vanadio y mucho más tarde (1930), cobalto (acero super-rápido). La gran novedad del acero rápido fue su capacidad para mantener la dureza hasta los 650°. Con las herramientas fabricadas en el nuevo material se consiguió triplicar la velocidad de corte, alcanzando los 40 m/min, aumentando significativamente la vida útil de la herramienta.

Naturalmente, los grandes avances que se han ido sucediendo a lo largo del siglo XX en la introducción de nuevos materiales parecen restar importancia a los extraordinarios logros conseguidos hace cien años. Efectivamente, los carburos metálicos (entre ellos el popular metal duro), las cerámicas, el nitruro de boro cúbico (CBN) o el diamante policristalino (PCD) han dado un vuelco espectacular al mecanizado de metales. Pero ninguno de estos avances puede compararse, por su trascendencia, a lo que supuso en su momento el desarrollo de las distintas variedades de acero. Sirva como ejemplo el dato que aporta Patxi Aldabaldetrecu (MetalUnivers nº4, Febrero 2002): el cambio de acero al carbono a acero rápido permitió aumentar de golpe la capacidad de arranque de viruta del orden de siete veces .

Herramientas y porta-herramientas para torno revólver de principios del siglo XX



El carborundum

Un hito de importancia singular en el desarrollo de los distintos procesos de rectificado fue el descubrimiento, por parte de Edward G. Acheson (1856–1931) del carburo de silicio, a finales del siglo XIX. Acheson hizo una serie de pruebas mezclando arcilla y carbón y someténdolo a altas temperaturas, consiguiendo unos pequeños cristallitos brillantes y agudos de gran dureza. Ligando los cristales descubiertos a un disco de hierro y adaptándolo a un torno lubricado con aceite, logró tallar las facetas de un diamante. Era el primer abrasivo artificial. El nombre con el

que le bautizó, carborundum, dio lugar a su vez a la Carborundum Co, la compañía fundada por Acheson, instalada desde 1895 en las cataratas del Niágara. Poco después, en 1899, fue descubierto el procedimiento para fabricar alúmina cristalina. Con todo ello, y con los avances en nuevos aglomerantes, logró establecerse una gama de muelas de características distintas que permitieron obtener calidades y velocidades en el rectificado hasta entonces impensables.



Edward Goodrich Acheson (Washington, 1856-1931), descubridor del carburo de silicio o carborundum

La remachadora

El remachado permite ensamblar dos o más chapas, previamente taladradas, mediante vástagos metálicos, cuyos extremos terminan en una cabeza preformada y otra que se forma en la operación del remachado. Si esta operación se realiza en caliente suele denominarse roblonado. Como en las operaciones anteriores, fue también la irrupción del ferrocarril, a mediados del siglo XIX, lo que puso de manifiesto la necesidad de encontrar métodos más eficientes que el remachado manual para efectuar los millones de remaches que precisaban las nuevas líneas férreas.

Fue el fabricante británico William Fairbairn (1789-1874) quien desarrolló la primera máquina remachadora que permitió multiplicar por más de 10 la cantidad de remaches en relación al sistema manual. El diseño de Fairbairn, de 1838, fue perfeccionado por Louis Lamaître pocos años después. Esta nueva máquina llevaba dos portaherramientas, uno para taladrar y otro con la buterola de remachar, ambos accionados por un pistón de máquina de vapor.

La larga historia del prensado de metales

Si el dinero está en el origen de la mayor parte de inventos que jalonan la historia de la tecnología, en el caso de las prensas para trabajar el metal el dinero es, a la vez, causa y efecto. Aquellas primeras

prensas de balancín, diseñadas por Leonardo de Vinci, fueron concebidas para perfeccionar justamente el acuñado de moneda, realizado hasta entonces a golpe de martillo. El principio de Pascal, base teórica de la prensa hidráulica, y la aparición de las prensas de fricción y de excéntrica a mediados del siglo XIX son los hitos más relevantes en el desarrollo de la moderna tecnología del prensado de metales.

Albert Esteves

A vueltas con el roscado

Unir ha sido uno de los problemas básicos en la ingeniería mecánica de todos los tiempos. Cualquier utensilio, ingenio, artefacto, compuesto de más de un elemento debe solucionar su integración mediante algún tipo de unión. Si, como suele ocurrir, esta unión debe ser reversible, el problema se complica. O, mejor dicho, se complicaría si no fuera por la invención genial de la rosca y de las máquinas y útiles que han permitido su fabricación a lo largo de la historia.

Albert Esteves

"Pasarse de rosca", "cambiar de rosca" o "enroscarse en el sillón" son expresiones que utilizamos a menudo en el lenguaje coloquial para referirnos a situaciones cotidianas de índole bien diversa. Tan habitual se ha hecho su uso que casi pasa inadvertida su referencia directa a uno de los elementos básicos de la industria manufacturera de todos los tiempos: la rosca y, por extensión, a su operación correspondiente, el roscado. En efecto, la mayor parte de los utensilios complejos con los que convivimos, muebles, electrodomésticos, vehículos, incorporan multitud de elementos roscados. Si nos detenemos a pensar, acciones como agujerear, cortar o clavar se nos antojan tan intuitivas que no nos sorprende que su origen se remonte a los albores de la humanidad; pero, ¿cuando aprendió el hombre a roscar?, ¿cómo ha ido evolucionando el mecanizado de roscas a lo largo de la historia?, ¿cómo eran las máquinas de roscar hace un siglo? A todo ello intentaremos aportar algo de luz en el presente capítulo.

Los orígenes del roscado

Los primeros indicios de la existencia de útiles roscados se remontan a época prehistórica. Probablemente, el roscado tuvo su origen en las operaciones de taladrado con movimiento alternativo mediante cuerda. Al enrollarse y desenrollarse la cuerda en el palo vertical iba dejando unas marcas helicoidales en forma de filetes, haciendo las veces de tornillo, en tanto que la cuerda, con sus diferentes vueltas, desempeñaba el papel de tuerca. Convencionalmente, se atribuye la invención del tornillo a Arquitas de Tarento (430 a.C. – 360 a. C.), un matemático griego seguidor de Pitágoras. En cuanto al vis-sin-fin, es conocida su invención por Arquímedes (287 a.C. – 212 a. C.), y su uso para el bombeo de líquidos. Poco después, Apolonio de Perga desarrolló la teoría de la hélice espiral. Durante siglos, los enormes tornillos de madera fueron utilizados en las grandes prensas destinadas a la fabricación de vino o

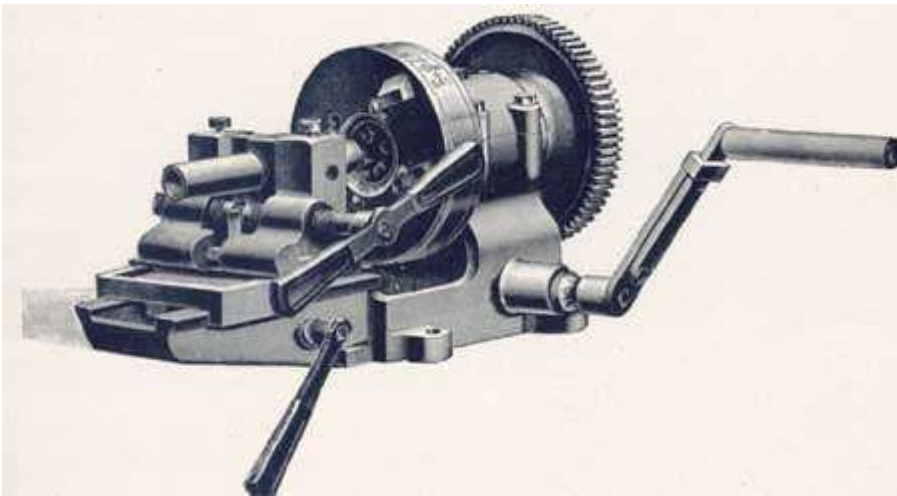
aceite. Sin embargo, la utilización de tornillos y tuercas, básicamente de madera, como elementos comunes de fijación no empezó a generalizarse hasta bien entrado el siglo XVI y su producción masiva no se inició hasta mediados del XIX. De hecho, la primera ilustración de un tornillo de madera no aparece hasta 1566 en De Re Metallica, de Agrícola. Los primitivos tornillos y tuercas metálicos fueron obtenidos mediante un método muy ingenioso. Se enrollaba un alambre en espiral alrededor de una barra y forjando un material más blando en torno a él se obtenía una tuerca, la cual se utilizaba luego para roscar la barra, obteniéndose el tornillo.

Hay indicios de la existencia de útiles roscados desde la prehistoria y,

aunque la invención del tornillo se remonta a la Grecia del siglo IV aC,

su generalización como elemento de fijación no se produjo hasta el siglo XVI, iniciándose su producción

masiva a mediados del XIX



Máquina transportable para roscar a mano, modelo GAM.

El problema del sistema de rosca

Hasta mediados del siglo XIX, cada fabricante utilizaba su propio sistema de rosca, con un perfil individual imposible de intercambiar con el empleado en cualquier otro taller. Fue el inglés Joseph Whitworth (1803 – 1887) quien en 1841 propuso a la Institución de Ingenieros Civiles un conjunto universal de especificaciones para el ángulo y el paso de las roscas de los tornillos que fueron adoptadas aquel año por el Woolwich Arsenal. En este sistema, el perfil del filete se corresponde al de un triángulo isósceles, cuyo ángulo correspondiente al vértice de la cresta es de 55° . El sistema Whitworth se generalizó rápidamente en Gran Bretaña, pero en Estados Unidos tuvo más éxito el sistema desarrollado por William Sellers (1824 – 1905), de Filadelfia, que diseñó un perfil en forma de triángulo equilátero, siendo el ángulo de la cresta de 60° . Este sistema fue conocido como U.S.Standard. En cuanto a Europa continental, adoptó el sistema de rosca métrica o internacional, aprobado en Zurich en 1898, cuyo perfil de rosca consiste en un triángulo isósceles con ángulo en el vértice de 60° .

El mecanizado de rosca

Las roscas pueden fabricarse por medio de diferentes procesos de manufactura: mediante machos, cojinetes o terrajas (manualmente o a máquina), o mediante sistemas de roscado en torno, fresado o laminado. El procedimiento seleccionado depende de la cantidad de piezas a fabricar, la exactitud y la calidad de la superficie de las hélices, entre otros factores.

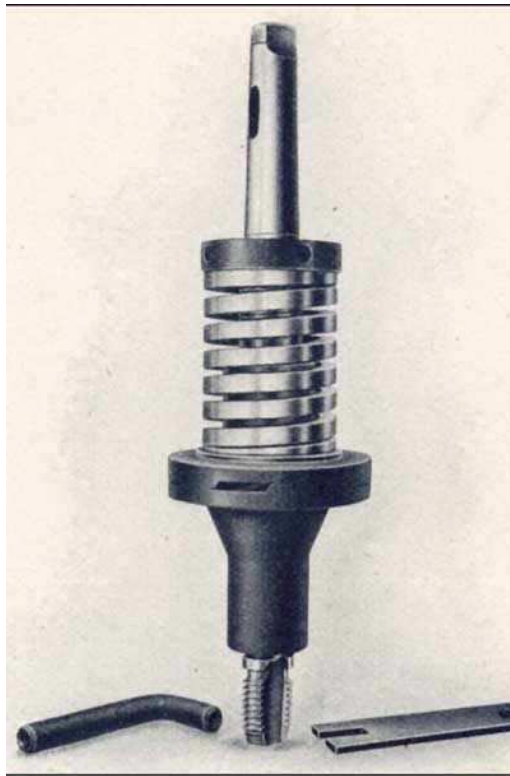
Para el roscado manual existen, desde mediados del siglo XIX, máquinas de sobremesa muy sencillas que permiten mecanizar, mediante manivela, distintos tipos y dimensiones de rosca mediante cojinetes intercambiables. Un avance significativo fue la posibilidad de utilizar dispositivos para el roscado adaptables a máquinas de taladrar convencionales, que eliminaban el esfuerzo manual, economizando tiempo y mejorando la calidad.

En el grabado podemos observar uno de esos dispositivos, adaptable a máquina de taladrar con giro a derecha e izquierda, especialmente aplicable a máquinas radiales para tallar las roscas de agujeros en tirantes, en cilindros de máquinas a vapor, bombas, etc. El diseño de estos utensilios hacía casi imposible la rotura del macho, ya que al llegar este al fondo del agujero y encontrar resistencia al avance, los platos de acoplamiento se desunen automáticamente. Este desacoplamiento puede regularse, en función de la dimensión de la rosca, por medio de la presión de una tuerca sobre un resorte espiral.

El roscado mediante torno alcanzó su desarrollo durante el siglo XVIII, especialmente a partir del primer torno de roscar diseñado por Ramsden en 1777

El roscado en torno

Desde el siglo XVIII el torno paralelo ha sido utilizado para el roscado mediante la adecuada combinación del movimiento rotatorio de la pieza con el avance longitudinal de la herramienta. El primer movimiento viene determinado por el giro del eje del cabezal, y el segundo por el giro del husillo patrón. En función del paso de este y del número de dientes de las ruedas de los engranajes (conductor y conducido) se modifica el paso de rosca del mecanizado.



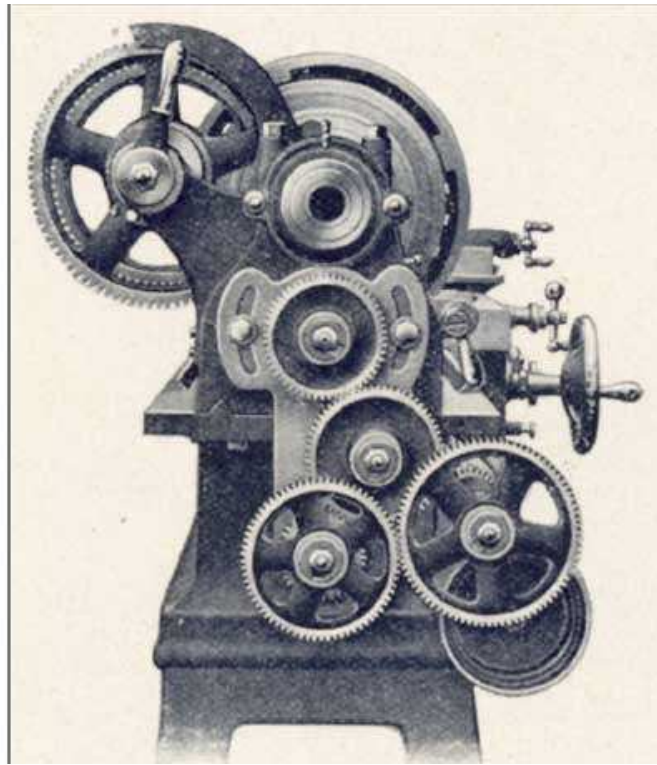
Dispositivo para roscar en taladro, modelo Pearn.

Atendiendo a estos principios, el inglés Jesse Ramsden construyó en 1777 su primer torno de roscar, basado en una bancada de hierro de perfil triangular sobre la cual se deslizaba longitudinalmente el porta-herramientas. La pieza a roscar, colocada entre puntos, se hacía girar por medio de una manivela y, al mismo tiempo, mediante un eje de rosca patrón, se conseguía el avance o paso de rosca deseado. Durante el siglo XIX se generalizó un sistema análogo equipado en tornos con tracción a pedal, como el que se muestra en el grabado.

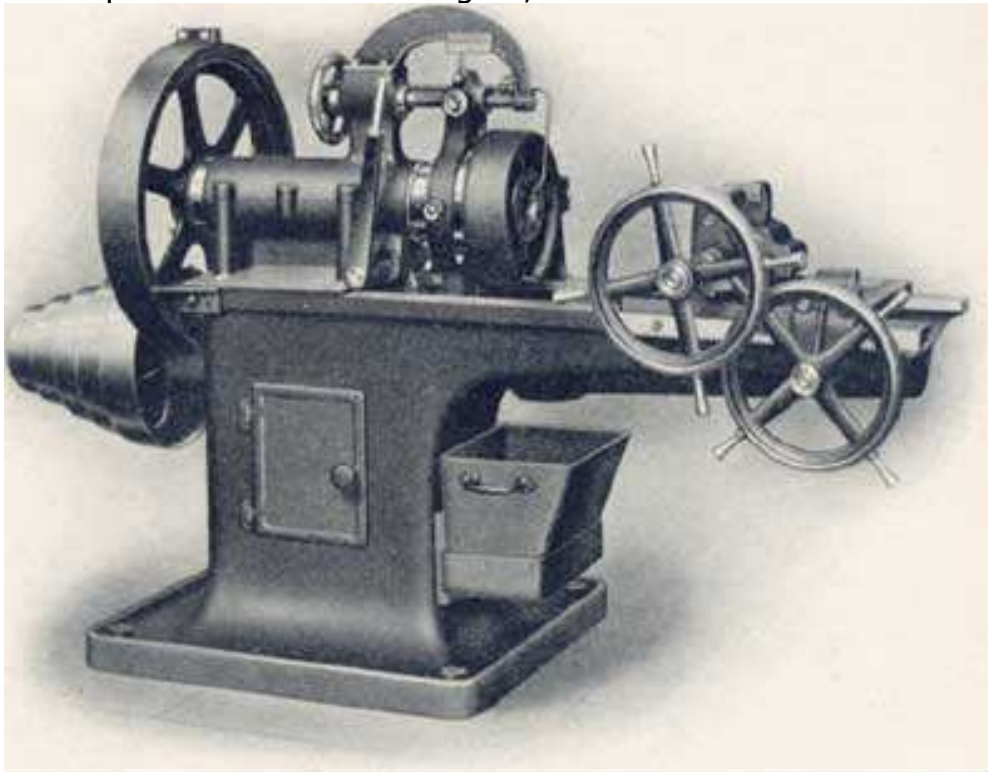
A principios del siglo XX el roscado en tornos de alta producción se realizaba incorporando a ellos diversos dispositivos que, mediante la combinación de ruedas con múltiple relación, permitían obtener los distintos tipos y pasos de rosca, inglesa o métrica. En el grabado podemos observar un dispositivo específico para cortar rosca métrica en tornos Bradford con eje guía de paso inglés.

Máquinas para roscar tornillos y tuercas

En 1893, dos jóvenes mecánicos de Bloomfield, Connecticut, Edwin Henn y Reinhold Hakewessell, construyeron el primer prototipo de torno multihusillo, al que denominaron Acme, nombre que dio lugar poco después a la creación de la compañía Acme Screw Machine Company de Hartford, Connecticut, la más emblemática de las firmas dedicadas al diseño y construcción de maquinaria para tornillería.



Torno de roscar a pedal con calibres de guía, modelo MRE

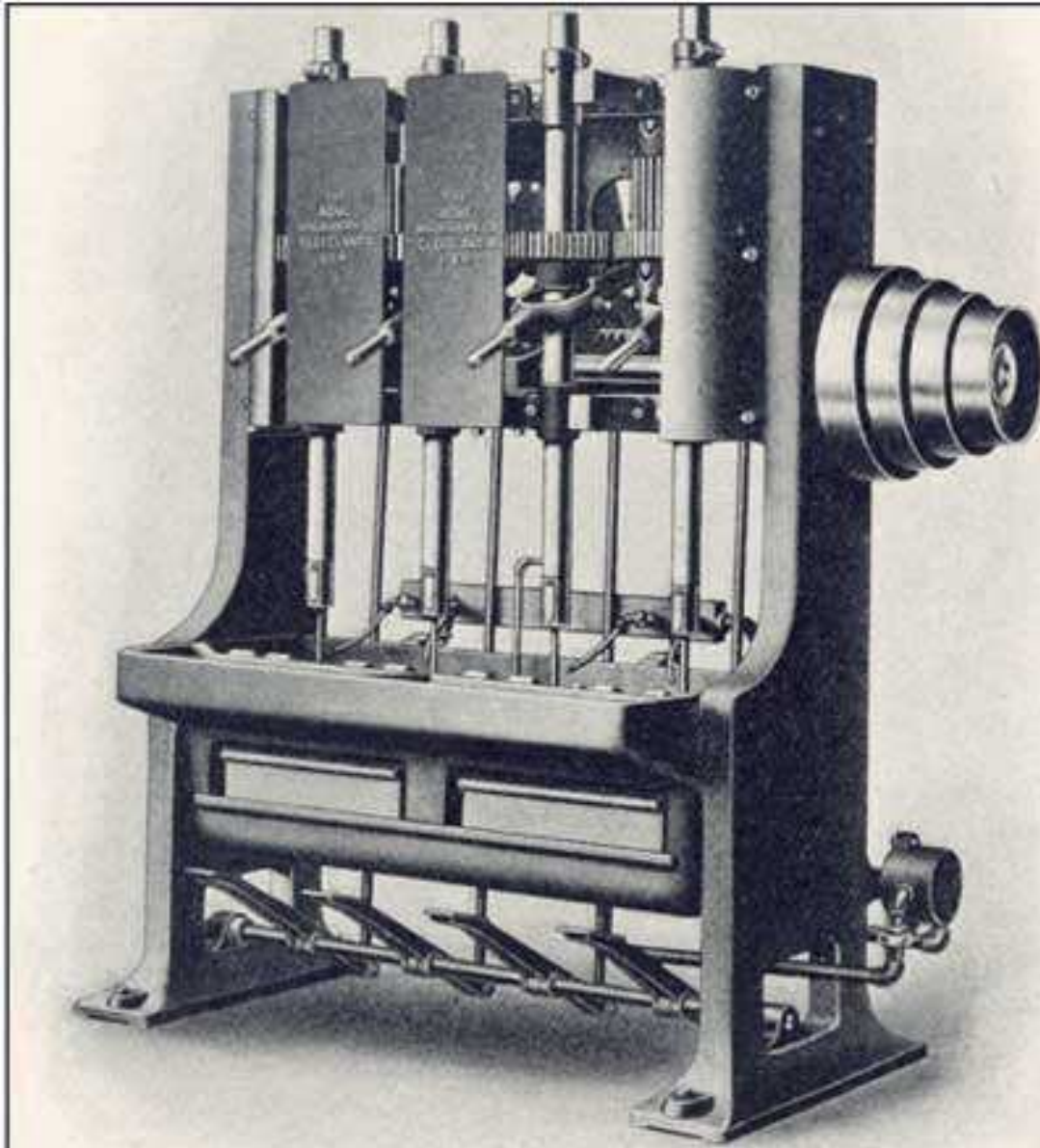


Máquina Acme para el roscado de tornillos

Máquina Acme de 4 husillos par roscar tuercas

Desde su fundación a finales del siglo XIX, la ACME se convirtió en la más emblemática de las firmas dedicadas al diseño y construcción de maquinaria para tornillería

Para el roscado de pernos, tornillos y tuercas, los distintos modelos comercializados por Acme adquirieron gran renombre y se generalizaron a partir de la primera década del siglo XX. Este tipo de roscadoras constituía una ventajosa alternativa a los tornos convencionales, y permitía cortar, además de las roscas de forma estándar, las de formas especiales, trapezoidales, de rosca recta, de filete múltiple, de cable, etc



La máquina herramienta en los albores del fordismo

En 1903 nace la Ford Motor Company, y con ella emerge un nuevo modelo de organización de la producción, el "fordismo", cuya plena vigencia duró más de medio siglo y cuyos efectos se dejan sentir todavía en muchos ámbitos de nuestra sociedad postindustrial. MetalUnivers quiere aprovechar el centenario para ofrecer, a lo largo del año, una muestra de los distintos tipos de máquina-herramienta utilizados en aquella época y que, con pocas variaciones, estuvieron presentes en nuestros talleres durante muchas décadas.

Albert Esteves



Trabajadores ensamblando el Fairlane 1958 en el FordRouge Center
Hace exactamente 100 años, Henry Ford fundó en Detroit su propia empresa, la Ford Motor Company, símbolo y paradigma del capitalismo industrial del siglo XX. Diez años después, en 1913, introducía en su fábrica un nuevo y revolucionario sistema de organización de la producción: la cadena de montaje. La trascendencia que el sistema de producción "fordista" ha tenido, no sólo en relación a la industria del automóvil, si no en todos los ámbitos de la fabricación industrial, ha sido enorme y ha marcado de manera determinante la evolución de la economía productiva a lo largo de estos intensos 100 años.

Si nos situamos en el contexto económico-productivo de finales del siglo XIX, cuando Henry Ford era todavía ingeniero jefe de la Edison Illuminating Company, los sistemas de producción industrial eran auténticamente artesanales. Los automóviles se hacían prácticamente a mano y en muy pequeñas cantidades. Sus diversos componentes se fabricaban en talleres externos autónomos, cuyos sistemas de medida eran primarios y heterogéneos, obligando a los ensambladores a realizar continuas y costosas operaciones de ajuste para hacer encajar las distintas piezas. Ford pensó que para aumentar la producción y ahorrar costes era necesario eliminar ese dificultoso proceso de ajuste, para lo cual había que tender a la total intercambiabilidad de los componentes y la utilización del mismo sistema de medida para todas las partes, las cuales debían ser producidas con la máxima precisión.

En una primera fase Ford concibió un método por el cual los ensambladores no tuviesen que moverse de su puesto para ir a buscar las piezas, de modo que éstas les eran entregadas en su lugar de trabajo. A partir de 1908 dio un paso más introduciendo el principio de especialización, de manera que cada operario se movía de un vehículo a otro realizando siempre las mismas operaciones, lo cual repercutía en una mayor rapidez y destreza. Con estas modificaciones el trabajo que antes se

tardaba en realizar 9 horas, ahora se hacía en unos minutos. Pero esto era sólo el principio. La verdadera revolución llegó con la nueva planta de Highland Park, en Detroit, en la que introdujo la cadena de montaje móvil, en la cual era el coche el que se movía de un lugar a otro de la fábrica, evitando el desplazamiento de los operarios y aumentando radicalmente su productividad. Paralelamente, asumió el principio de la integración vertical, de modo que la propia Ford empezó a fabricar la práctica totalidad de los componentes del vehículo. Había nacido la producción industrial en masa, cuyo dominio se dejó sentir a lo largo de todo el siglo XX.

Aprovechando el centenario de la Ford Motor Company, MetalUnivers inicia en este número una nueva sección, que tendrá su continuidad a lo largo de todo el año, y que nos permitirá conocer, o recordar, como eran y como funcionaban los distintos tipos y modelos de máquina herramienta en aquella época.



Henry Ford II, de 28 años de edad, charla con sus empleados del centro de producción FordRouge en 1945, el año en que sucedió a su abuelo, Henry Ford, al frente de la compañía (Ford).

Al igual que nuestros actuales automóviles cada vez se parecen menos a los famosos Ford "T", también las máquinas herramienta de nuestras empresas han evolucionado hasta tal punto que empieza a resultar difícil relacionarlas con sus venerables ancestros. Sin embargo, este proceso evolutivo no se produce de forma lineal en términos temporales, ni de manera homogénea entre los distintos ámbitos de mecanización.

Por un lado, la estructura arquitectónica asociada a cada principio mecánico, e incluso el material de base, la tradicional fundición gris, se mantienen prácticamente invariables hasta bien entrados los años setenta. A partir de entonces, con la irrupción de la microelectrónica y el control numérico, cuya generalización se produce en las décadas siguientes, se inicia una nueva revolución en la que todavía nos hallamos inmersos. Por otro lado, determinados procesos, como la deformación mediante prensado y en general el tratamiento de la chapa, han sufrido un impacto mucho menor de las nuevas tecnologías en relación a las máquinas por arranque de viruta.

Por todo ello, muchos de los modelos de máquina que iremos descubriendo en esta sección, a pesar de que su antigüedad supera en todos los casos los noventa años, resultarán sumamente familiares, especialmente a los más veteranos de nuestros lectores. En cierto modo, su complejidad –en el aspecto mecánico– supera en

muchos casos a los actuales y sofisticados modelos. Como señalaba acertadamente Patxi Aldabaldetrecu (MetalUnivers nº4 febrero 2002) "en cierto aspecto, las máquinas se han convertido en más simples, porque ciertas funciones han sido transferidas del sistema mecánico al electrónico (...) Nos hallamos ante una revolución que está pasando de una economía sustentada en los principios de la mecánica, esto es, en la producción en masa, en el carácter uniforme de los productos, etc., a una economía que se caracteriza por la flexibilidad, la rápida reacción a la evolución de los mercados, la adaptabilidad de los productos, etc."

Nos hallamos pues en un punto de inflexión en el que parece romperse la continuidad evolutiva que ha marcado durante un siglo el desarrollo del maquinismo. En las últimas décadas el desarrollo tecnológico ha ido abarcando nuevos caminos, mucho más interdisciplinarios, en los cuales la electrónica y la informática han ido adquiriendo un creciente protagonismo en detrimento de la mecánica clásica.

En este contexto, nuestro pequeño homenaje a la máquina y al maquinismo "tradicional", coincidiendo con el centenario de la Ford, adquiere tal vez un especial relieve, revistiéndose de ese halo de nostalgia inevitable que suelen desprender casi siempre las despedidas

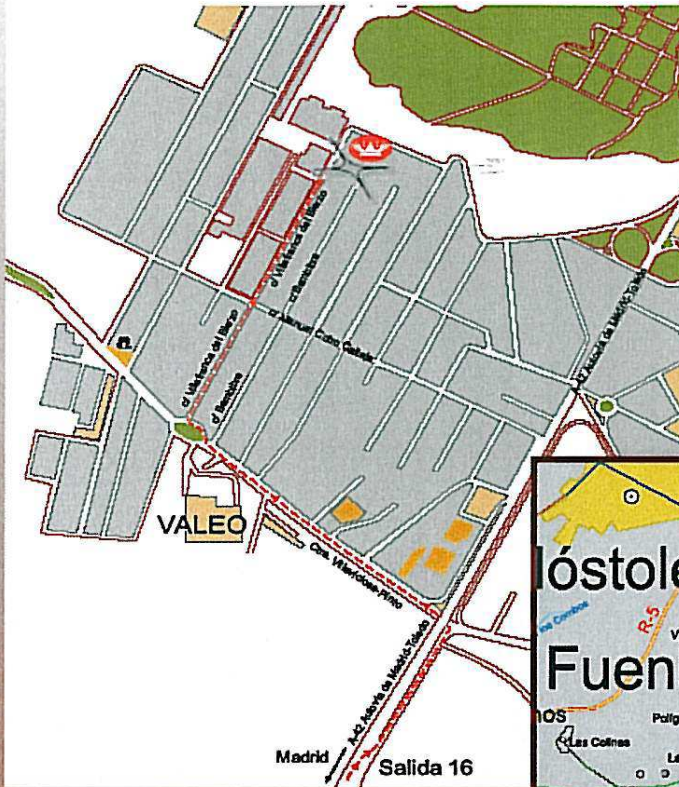


Henry Ford con su primer coche, el Cuatriciclo 1896 (Colección del museo de Henry Ford/ Greenfield Village y Ford Motor Company)

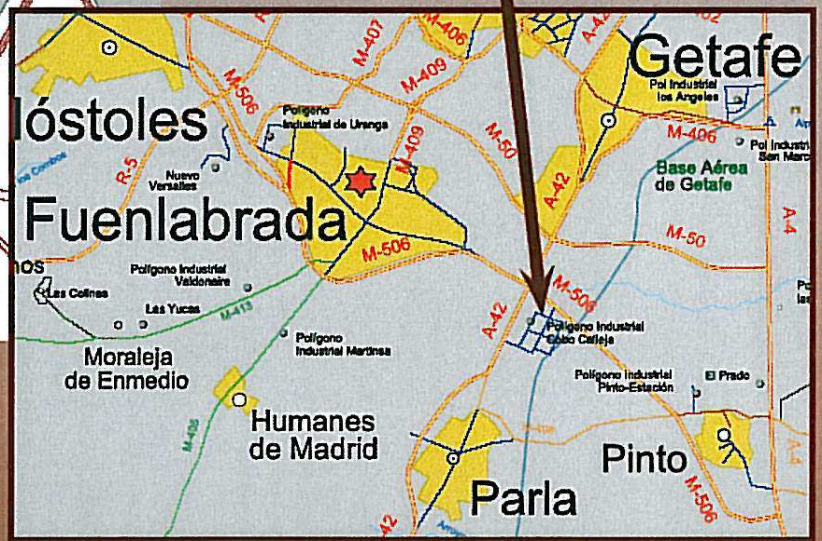
Foto de Museo de la máquina-Herramienta



PLANO DEL POLÍGONO COBO CALLEJA



MAQUINARIA MADRID, S.A.



Maquinaria Madrid

- Presentación
- Presentation
- Présentation
- Inf. Legal



Acceso Visitantes

▶ Entrar



Cientes Registrados

Usuario

Contraseña

Entrar



Contacte con Nosotros

- ▶ Localización
- ▶ Solicitud de Alta
- ▶ Correo Electrónico



Catálogo de Productos

- Descargar
- Download



Multimedia

- ▶ Vídeos
- ▶ Eventos
- ▶ Exposición



Obtenga Grandes Descuentos en sus pedidos a través de la Web



www.maquinariamadrid.com