

300617

6  
2 ej

UNIVERSIDAD LA SALLE



ESCUELA DE INGENIERIA  
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

**“ V A R I A C I O N R A D I A L ”**  
**(Modificación al Proceso para el mejoramiento  
de la variación radial)**

TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO  
P R E S E N T A :  
GUILLERMO CARO PICKERING

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## VARIACION RADIAL

### Modificación al proceso para el mejoramiento de la variación radial

#### TEMARIO

#### INTRODUCCION

#### Capítulo I Antecedentes

- 1.1 Historia de la rueda
- 1.2 Principios físicos
- 1.3 Importancia del automóvil
- 1.4 Efecto del automóvil
- 1.5 La rueda de acero

#### Capítulo II Proceso típico de manufactura

- 2.1 Descripción general
- 2.2 Materiales
- 2.3 Estampado
- 2.4 Rolado
- 2.5 Ensamble
- 2.6 Acabados

#### Capítulo III Variación radial

- 3.1 Definición
- 3.2 Análisis en campo
- 3.3 Análisis de dispositivos para inspección de variación radial
- 3.4 Ensamble
- 3.5 Centros
- 3.6 Arillos

#### Capítulo IV Mejoras propuestas

- 4.1 Descripción general del proceso propuesto
- 4.2 Recomendaciones de diseño
- 4.3 Mejoras en maquinaria
- 4.4 Mejoras en Herramientales

#### Capítulo V Conclusiones

## INTRODUCCION

Esta tesis tiene como objetivo principal el disminuir la variación radial de las ruedas de acero, ya que de acuerdo a la experiencia obtenida a lo largo de la historia de la manufactura de las ruedas de acero se ha podido observar que en este factor es el que afecta de una manera primordial para poder obtener las condiciones técnicas de estabilidad y buen funcionamiento dentro del ensamble de la rueda que comprende desde los amortiguadores, ejes, frenos, - así como también en toda la mecánica del vehículo.

La variación radial en las ruedas de acero siempre ha sido el factor más determinante en la manufactura, ya que es de suma importancia que la variación radial se encuentre dentro de parámetros muy estrictos de tolerancia.

En este campo, la industria mundial siempre se ha encontrado con una serie de dificultades para solucionar este problema, y se ha podido observar que para lograr esto, es necesario hacer una tecnología demasiado específica y - que necesita grandes inversiones de capital, que en la mayoría de los casos no se han podido consumir.

En esta tesis he tratado de lograr por medio de una serie de estudios técnicos en el proceso, mejorar de una manera satisfactoria este problema que es de gran trascendencia para la Industria Automotriz.

Las soluciones propuestas en esta tesis son principalmente teóricas, ya que hay que llevarlas a la práctica con inversiones y técnicas que se deben desarrollar paulatinamente.

Es necesario tomar en cuenta que para poder comprobar que estas soluciones son las más adecuadas, solamente se podrá lograr poniéndolas en práctica.

Uno de los factores que son necesarios para obtener mejoras tangibles y trascendentes en la manufactura de las ruedas de acero, es la mano de obra, ya que siempre es necesario para cualquier proceso de manufactura tomar en cuenta este factor, que en mayor o menor grado nos afecta, puesto que el error humano siempre se puede presentar en cualquier momento.

## CAPITULO I ANTECEDENTES

### 1.1 Historia de la Rueda

En el Delta del Tigris y el Eufrates, alrededor del 4° milenio A. de C., un sumerio anónimo elaboró lo que debía ser sin duda, el triunfo técnico aislado más grande del mundo, una rueda. Nunca sabremos exactamente quien fué o para que pensaba usarla. Pudo ser un guerrero que construía el primer carro de combate, o un deudo que quería proporcionar a un cadaver amado un traslado suave.

El dato más antiguo sobre una rueda de vehículo, es el esbozo hecho por un contador sumerio hacia el año 3,500 A. de C. en apariencia se trataba de un carro funerario, era un artefacto grotesco, con un soporte inferior levantado por el frente, lo que indicaba que la carreta probablemente era descendiente inmediata del trineo. La estructura superior era un cajón rematado por un techo en punta.

Por debajo de todo, dos pares de inconfundibles ruedas de unos 60 centímetros de diámetro, hechas de planchas de madera unidas con travesaños y redondeadas, todo lo que las primitivas herramientas de cobre lo permitían. Ambos ejes estaban bien fijos en su lugar correspondiente. Como el delantero no tenía movimiento a la derecha o a la izquierda, la carreta tenía que arrastrarse o levantarse cada que era necesario que diese vuelta.

#### Mejorando la fricción

La técnica de éstas primeras ruedas no era muy avanzada, sin embargo mecanizaron el viaje funerario de los sumerios y al hacerlo, revelaron al mundo nuevas dimensiones de movilidad. La capacidad del hombre de mover cosas sobre la tierra, repentinamente dejó de estar limitada por su resistencia para llevar cargas a cuestas o para arrastrarlas sobre primitivos trineos.

Con la construcción del primer vehículo de ruedas, ese ingenioso sumerio dió lugar a muchas cosas. En términos científicos había creado un rodillo pasivo, un instrumento para reducir la fricción superficial en el traslado de cargas sobre la tierra.

Antes que la rueda existiera, una yunta de bueyes, al arrastrar una carga de 1,300 Kgs., hacía un esfuerzo de tracción de 545 Kgs., para vencer el rozamiento entre el suelo y la carga.

Una rueda reducía esa fricción a una centésima parte. En realidad una rueda tan perfecta y dura como la de un tren, al correr sobre una superficie inferior a 4 kgs., puede mantener fácilmente en movimiento una carga útil de unos 1,300 kgs.

Sin embargo, aquellas primeras ruedas de madera no eran ni muy redondas ni muy duras. Además, sobre una superficie de tierra, la rueda se hundía y tenía que avanzar con cierta dificultad. A pesar de esas imperfecciones, cuando andando el tiempo pudieron hacerse ruedas, ejes y carretas más fuertes, un par de corpulentos bueyes podían mover cargas por lo menos de 2 a 3 veces mayores que los que llevaba el trineo.

En terrenos mucho más grandes, los sumerios sin quererlo, introdujeron con la rueda algo nuevo, sentaron las bases para el ler. sistema moderno de transporte terrestre.

Esa la. rueda prehistorica puesta en una carreta primitiva tirada por un par de bueyes en aquel camino polvoriento -- trasladaba un objeto con más eficiencia que nunca. Eso es todo lo que las ruedas significaron cuando se inventaron, y eso es todo lo que son todavía hoy; el elemento vital en una realidad compleja y maravillosa llamada sistema de transportes.

A medida que el hombre lograba perfeccionar con el correr del tiempo, la tecnología de ruedas y máquinas fue descubriendo que apenas había límites en el peso que sus ruedas podían transportar, o a la velocidad a la que podía hacerles correr. Sin embargo, tendrían que pasar muchos años y que recorrerse - muchos kms. antes que el ingenio humano lograra aprovechar al máximo el enorme potencial encerrado en sus máquinas y sus ruedas.

Alrededor del año 2,000 A. de C. aparecieron en el valle Tigris y el Eufrates unas tribus de las estepas cercanas al mar negro, con un extraño y veloz animal, el caballo. Traían también una rueda de rayos, mayor en diámetro y por lo mismo, apto para rodar con más facilidad sobre terreno áspero que la típica rueda maciza y también más ligera y manejable. Las demás tribus adoptaron la nueva técnica: Los Filisteos, Egipcios y los pueblos de Babilonia, Grecia y China.

Las ruedas antiguas llegaron a su apogeo técnico en el Imperio Romano, no en Roma misma sino entre los Celtas de Europa Occidental que fueron los primeros en tener eje delantero móvil, capaz de dirigirse a derecha o izquierda cuando era necesario dar vuelta.

Para reducir la fricción en el cubo de la rueda fijaban rodillos de madera dura con objeto de que la rueda no rayara el eje en su movimiento, sino que rodara sobre cojinetes que a su vez giraban sobre el eje.

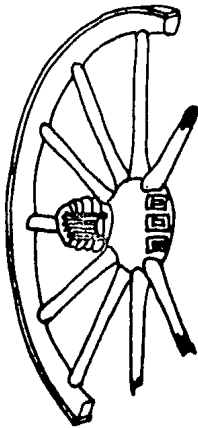
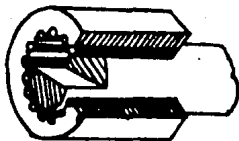
En forma radial salían del cubo de la rueda hacia afuera hasta 14 rayos delgados, que se engargolaban en una pina o aro de una sola pieza de frenos, arqueadas a base de calor, - la llanta era también de una pieza; tiras de hierro unidas y clavadas formando un aro, que se cerraba soldando los extremos. La llanta de hierro tenía un diámetro algo menor que la pina; se calentaba y ajustaba aún caliente, al enfriar enco-gía y sujetaba todas las partes de la rueda.



Desde un punto de vista de técnica elemental, estos carros tenían toda la perfección que necesita un vehículo tirado por animales. Volviéndose a mirar este primitivo apogeo de movilidad con tracción animal, el teólogo Gregorio Niseno comentaba agradecido, la lentitud y dificultad con que nos movemos hizo que el caballo proveeyera a nuestras necesidades y - el buen buey a nuestro servicio facilitandonos la vida con su esfuerzo.

Aunque su gratitud fuera muy a propósito, Gregorio no - consideraba las ruedas tiradas por animales desde el ángulo económico. La vieja carreta de bueyes avanzaba a 2 ½ km/hr. - El antiguo aparejo del caballo era sólo una modificación del yugo con cincha en el cuello y en el vientre. Pero si bien estos arreos se apoyaban cómodamente sobre los cuartos delanteros anchos y angulosos del buey, en cambio la cincha del cuello oprímía la traquea y la yugular del caballo al hacer --- la tracción.

El resultado de este sistema tan burdo era que el traslado de carga voluminosa por tierra era tan lento y tan incierto, que el costo de una carga de grano se duplicaba por cada 160 Km. de viaje. Nadie que viviera a más de 50 Km. de un mercado o puerto podía cultivar o producir nada con cierto margen para vender. He ahí que la mayoría de los campesinos subieran escasamente a un nivel de subsistencia elemental.

**RUEDA DE RAYOS****CHUMACERA DE RÓDILLOS  
PRIMITIVA**

Al fin del Siglo IX los francos, en tiempos de Carlomagno descubrieron el modo de obtener el mayor rendimiento de un caballo de tiro. Emplearon un collar rígido, que se apoyaba en el cuello del animal, para que este pudiera hacer la tracción des de allí con toda su fuerza.

Por fin, un tiro de caballos podía arrastar una carga tan pesada como cualquier par de bueyes. Su velocidad se había duplicado, y podían recorrer hasta 40 kms. diarios en vez de 25 km.; y con las herraduras de hierro que para el siglo XI ya se había generalizado, era poco probable que el animal llegara cojo después de una jornada larga. Daba esta mayor eficiencia de la energía caballar el precio de una carreta de grano subía so lo un 30% por cada 160 km., y al de una carga de lana sólo el 3%.

Se tenía ya un aliciente para incrementar el cultivo.

La producción en los campos de Europa Occidental subió - hasta un 40% por persona, y los campesinos que habían vivido en pequeñas aldeas de 5 a 10 casas, desparramadas por toda la región, se movilizaron hacia los poblados centrales; gracias a la velocidad de sus caballos de tiro podían ir diariamente a campos alejados y volver a casa al oscurecer. Guidibaldo del Monte pudo decir en 1577 en uno de sus 6 libros de mecánica:

"De esa manera, con el correr del tiempo, la mecánica progreso más; carretas y carruajes llevaban provisiones, mercancías y toda clase de cargas pesadas entre pueblos vecinos, y nos --- traían los artículos de primera necesidad desde sus diversos lugares de origen".

En siglos posteriores, estos carros y carretas medievales - fueron sustituidos por una serie de vehículos más eficientes, -- fuertes, ligeros y elegantes, tirados por caballos. La carroza - con estoga de carga y las diligencias Concord, son sus frenos de palanca; el vistoso calesín ligero, la caleza, que se veía dondequiera, con sus resortes elípticos para suavizar la carrera, el - buchboard abierto una especie de camioneta de carga, las elegantes victorias, los cabrioles, bisloches, landaulets, landos berlinas, faectones y caneteles. Cada cual tenía un uso propio, y -

recurriendo a su propia manera de lograr las cosas, trataba de hacer de la rueda un medio de transporte.

Sea como fué, todos tenían dos defectos, los movía una máquina llamada caballo y rodaban sobre caminos de tierra o empedrados. Todavía en 1817 se necesitan 50 días para transportar carga de Cincinnati a Nueva York. En 1816 un comité del senado deploraba; puede haber en Estados Unidos una mina de carbón a no más de 16 Km. de distancia de un valioso mineral de hierro y otros metales y ambos ser inútiles, pues el precio de transporte terrestre supera los recursos de uno y otro. El tiempo mínimo para una diligencia en el viaje de 357 km. de Frederick Maryland a Wheeling Virginia Occidental, por la carretera Cumberland relativamente magnífica, entonces la mejor del país, era de 23.5 Hrs.

Se necesitan mejores máquinas para mover las ruedas y un camino más plano y seguro, pues todos los aparejos, fueran de palanca o resortes elípticos no eran más que tanteos de tecnología; lo que realmente se requería era un sistema de transportes totalmente nuevo. Por fortuna, en Inglaterra y Estados Unidos, hombres de genio hacían experimentos precisamente a ese campo; era un sistema con energía de vapor y que rodaba sobre acero, para satisfacer las necesidades de locomoción, de una sociedad que se había adentrado en la Revolución Industrial del Siglo XIX.

La rueda debe considerarse el máximo triunfo técnico del Hombre.

No había en la naturaleza de donde copiarla o adaptarla; la mente humana debía crearla en un salto gigantesco de su imaginación.

Cuando el desconocido genio sumerio lo logró al fin, hace más de 5,000 años, cambió definitivamente y permanentemente el curso de la civilización. El influjo de la rueda en la sociedad ha sido que el progreso de las naciones puede medirse por el grado de desarrollo de sus transportes rodantes. -

Las carretas permitieron a los antiguos labriegos llevar el excedente de sus cosechas a las ciudades en desarrollo para que otros pudieran dedicarse a empresas no agrícolas. Los carros de guerra asirios y egipcios contribuyeron a hacer de sus ejércitos y reinos los más poderosos de su época. La g<sup>u</sup>lera y la diligencia guiaron el dinámico movimiento migratorio hacia el oeste de los Estados Unidos.

Hoy las ruedas de antaño siguen girando lentamente en apartados rincones del globo; en estos sitios son indicios de atraso en tecnología y cultura.

Antes de aparecer la rueda, el hombre arrastraba las -- cargas pesadas. Los primeros vehículos pudieron ser troncos huecos en los que los cazadores de piedra llevaban su presa al campamento.

Hacia el año 5,000 A. de C., este rudo transporte se convirtió en trineo plataforma sobre un deslizador, como el usado por los egipcios para llevar de un lugar a otro enormes monumentos y los gigantescos bloques de piedra caliza, que utilizaron en la construcción de las colosales pirámides de Giza.

Llegado el momento de mejorar el trineo, la rueda debió -- de usarse sin dilación, en forma de rodajas fijas, pero el paso del deslizador a la carreta, no fué completo ni universal. Los egipcios siguieron usando el primero, mucho después de que la rueda había entrado en el valle del Nilo, porque resbalaba mejor sobre la arena, mientras que la rueda se enterraba. En -- Luponia, desde los tiempos más remotos, quizá desde unos 5,000 años A. de C., se han estado usando trineos para acarrear toda clase de objetos sobre el césped y el fango resbaloso. y también sobre la nieve y el hielo.

Los indios occidentales aún usan el trineo en "y" hecho -- con 2 pértigas de madera arrastradas por un perro, aunque el -- europeo trajo carretas a la llanura americana.

Aún después de ver la otra moneda europea, el caballo, las tribus se negaron a poner ruedas en los extremos de las pértigas, y se limitaron a usar el caballo como animal de tiro.

Nadie sabe porque los sumerios que inventaron la rueda armaron con tres trozos de madera, en vez de sacar una rodaja entera de un tronco circular. Algunos arqueólogos creen que el árbol grande escaseaba en Mesopotamia; otros, la rueda de una pieza -- pronto se partiría al filo de la madera.

El hecho es que su rueda fuerte, pero de dos piezas redondeadas unidas a ambos lados de una pieza central perforada para dar paso a un extremo del eje de madera de una sola pieza.

El invento sumerio pudo haber servido al principio para carretas que eran trineos convertibles, con 4 ruedas y dos ejes fácilmente removibles para cruzar terrenos accidentados o vadear corrientes.

La fuerza motriz probablemente la suministraba una yunta de bueyes, que tiraban de los extremos de un palo transversal.

Después de la rústica carreta, vinieron carros de dos ruedas tirados por jumentos o por bueyes. Estos vehículos probablemente llevaron la rueda sólida a Asiria, cerca del año 3,000 A. de C., y a las estepas del Asia Central y el Valle del Nilo, poco después del año 2,000 A. de C.

Por donde fué la rueda, surgieron caminos y empezó la emigración sobre ruedas.

Los Egipcios recuerdan una de las primeras, en dibujos que representan pesadas carretas que llevan una multitud de emigrantes de Anatolia hasta la frontera Egipcia que se hallaba a unos 800 Km. de distancia en el año 1194 A. de C.

Hacia el año 2,000 A. de C., apareció una rueda totalmente nueva, hecha para la rapidez del caballo, más que para la fuerza del bucy. No eran macizas sino de rayos y rodaron primero por el viejo mundo en los veloces y dóciles carros de guerra en que

los invasores indoeuropeos avasallaron las viejas civilizaciones de Egipto y de Oriente.

La rueda de rayos era más difícil de construir que la otra, pero también más ligera y eficiente. Su centro era un cubo de madera aislado, hueco para adaptarse al extremo de un eje. Unas perforaciones hechas en el cubo sostenían de cuatro a ocho rayos de madera, que lo unían a un aro de madera, o pina, hechos hasta de seis piezas de madera curva mediante la aplicación de calor. Pronto se refinó la técnica de estas ruedas. Los carros de guerra Asirios fueron de los primeros en usar llantas de metal; tiras de cobre o bronce sujetas al aro, para dar durabilidad a la rueda.

En Egipto hábiles carreteros idearon el laminado y engargolado para unir delgadas piezas de madera y formar ruedas muy ligeras pero fuertes. Los celtas de Europa Central crearon aros excelentes al formar un círculo completo con una única pieza de madera.

Con el tiempo, se construyeron múltiples vehículos de ruedas pero del siglo XIX no hubo nada que suplantara eficazmente a la rueda radial.

Los romanos constructores de camino, fueron los primeros en explotar mejor las ruedas tiradas por caballos en el comercio y el transporte terrestre, Sus primeros vehículos eran imagen de los griegos. Pero ya en siglo I A. de C., los constructores romanos de carretas habían descubierto los soberbios vagones de Europa Oriental y adoptado algunas innovaciones, tales como los ejes giratorios delanteros, para la mejor dirección del vehículo, los aros y las llantas de una sola pieza, más resistentes, y los cubos forrados de metal, para reducir la fricción.

El año 200 recias carretas romanas rodaban por más de 80,000 km. de caminos importantes. Los de posta y pasajeros podían recorrer 160 Km. en 24 horas, relevando los caballos, que se cansaban pronto pues las mejoras introducidas por los romanos eran superiores a las que se habían logrado en el diseño de las guarniciones. Los animales aún se unían mediante molestas cinchas sujetas a una lanza central. La eficaz albarda acojinada y las lanzas o pértigas paralelas no se generalizaron hasta el siglo XII.

Sin embargo, mucho antes, quizá desde el año 400 A. de C., había empezado a construirse en las estepas rusas un vehículo muy útil, podía usarse como carretón agrícola abierto o adaptarse para viajes, cubriéndolo por un toldo sostenido por arcos - puestos en alto.

Este sistema de transporte, aún en uso en muchas regiones de Europa Oriental, pudo bien haber sido un antepasado de la - conocida carreta norteamericana a principios del siglo XIX.

La caída del Imperio Romano y su división en dominios feudales antagonicos causó un retroceso en el progreso de los vehículos de ruedas en Europa. Los caminos de Roma, sucumbieron al descuido de siglos; en la edad media el vehículo más práctico de -- esa época, fué el carro de dos ruedas capaz de correr por terrenos accidentados.

En China, este mismo vehículo, había sido medio de transporte durante siglos. El chino nunca construyó caminos aptos para - carros de 4 ruedas. El primer intento de cambiar los viejos senderos que salían de la capital de Ch'ang-an por caminos empedrados se hizo apenas hacia el año 300 A. de C.

En el siglo VII, cuando China era el centro comercial más - activo del mundo, con los emperadores T'and, carros venían incluso de Persia, con artículos para cambiar por las sedas y las especias chinas. Alrededor de esa época entro en el Japón feudal - el carro chino de dos ruedas; es un verdadero tributo a su diseño el que, después de un milenio, apenas ha cambiado un poco.

Europa apenas se reponía del medioevo y aparecían nuevos vehículos campesinos franceses progresistas habían adaptado sus carros a los robustos caballos criados originalmente para servicio de los caballeros medievales, y ejemplo de estos carros es el -- Lambescau que aún existe en algunas granjas francesas.

En su breve pero ostentosa carrera, la carroza de caballos fue la reina de los caminos, hecha a propósito para pasajeros, - empezó por ser poco más que un cajón con ventanas, suspendido de



correas de cuero sobre un armazón o chasis sin muebles. Los viajeros frente a frente en los dos asientos, tenían que soportar los brinco y el balanceo constantes, desde el siglo XVII, las diligencias públicas produjeron una revolución en los viajeros por tierra, y en las carrozas privadas elegantes fueron simbolo de la realeza.

Una de las más lujosas era con incrustaciones de oro, del rey Jorge III de Inglaterra, hecha en 1763 de la que se dijo que era la carroza más soberbia que jamás se haya construido, aunque el vehículo mejoró con el tiempo, gracias a los resortes, los frenos y aún las llantas de hule, los caballos no podían correr más.

En 1857 todavía se necesitaban 25 días de viaje incesante para ir de San Luis a San Francisco, entonces surgió el ferrocarril, la diligencia libró en él su última batalla hasta que en 1904 tuvo lugar su último recorrido entre los poblados mineros de Tonopah y Goldfiel en Nevada.

## 1.2 Principio Físico

La ventaja de la rueda consiste en la poca fricción que se encuentra, al dar la vuelta debe rodar contra una pequeña elevación que oprima por delante.

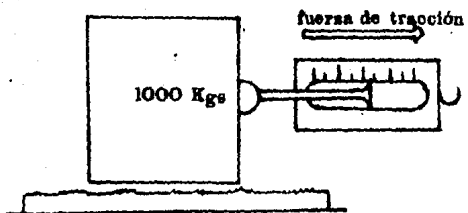
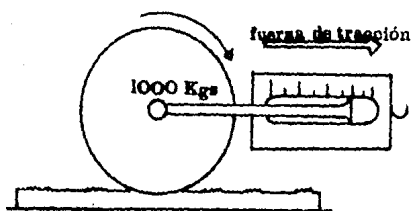
Esta resistencia o fricción rotativa es mucho menor que la de un objeto arrastrado.

Para mover una carga de 1,000 Kgs. sobre una simple rueda - de madera, bastan unos 80 kgs. de fuerza de tracción, como indica el dinamómetro junto a la rueda.

La mayor resistencia con que una carga arrastrada tropieza, se debe a las pequeñas irregularidades que existen en su superficie y en la del terreno.

Esta resistencia (Fricción) es tan superior a la fricción - rotativa, que se requieren casi 400 Kgs. de tracción para arrastrar una carga con un peso de 1,000 Kgs.

## LA VENTAJA DE LA RUEDA



### 1.3 Importancia del Automóvil

Un automóvil es un instrumento magnífico rápido, poderoso, responde al instante. Un toque de la mano y tonelada y media de reluciente acero empieza a sumbar con energía de más de cien caballos, movimiento, ligero como pluma, de una pequeña palanca, hace que la máquina se desplace hacia adelante o hacia atrás. - Una vuelta al volante lo hace describir un círculo reducido de 6 metros.

En espacio limitado, puede arrastrarse a 4 km./hr, y ciertos motores hechos a propósito, han llegado en la prueba a 1,000 km/por hr. A velocidad de crucero de 100 Km/hr. genera casi la misma energía cinética que un proyectil de artillería de 75 mm. y sin embargo, si un pie toca el freno, esta impetuosa mole puede detenerse en seis segundos. Puede llevar uno o seis personas sobre una superficie razonable, desde un camino de tierra hasta una carretera de concreto, y subir fácilmente la pendiente de - 31.5% de la calle Filbert, en San Francisco, que es la colina que sirve a Detroit de base de construcción.

Su hermano el camión, puede arrancar 100 toneladas de grava de un hoyo, transportar un proyectil intercontinental lleno de instrumentos electrónicos delicados, llevar 39,000 litros de ácido clorhídrico, por una calle de la ciudad, o entregar una carga refrigerada de melones frescos del campo a un mercado en el extremo opuesto de la ciudad o del continente. Por todos los conceptos, es el medio más conveniente, cómodo y práctico de llevar a un individuo o sus productos de un lugar a otro, cuando lo desee y con la rapidez que quiera.

En 1900, cuando no había más que 8,000 vehículos sin caballo y unos cuantos camiones incipientes rodando por los caminos, los campesinos les ponían botellas rotas, navajas y clavos, para evitar que las ruidosas e incipientes máquinas molestaran a la gente decente y a los pacíficos animales.

Seis años más tarde, después que Ransom E. Alda había empezado la producción en serie del primer automóvil barato. el coche de un cilindro que se recuerda como mi alegre oldsmobile, Woodrow Wilson vió con mala cara la difusión - del vehículo de rueda de hule, y dijo:

"Nada como el coche para provocar sentimientos socialistas... es imagen del rico arrogante".

La compañía Woods, constructora del vehículo de motor, respondió señalando en un catálogo el parecido de sus automóviles con las anticuadas carrozas de caballos, "Para que sus ocupantes no se avergonzaran y creyeran hacerse notorios".

Pero nada de cuanto ha hecho la Industria Automotriz ha logrado disimular los problemas reales de su producto.

Con los 90 millones de vehículos que hay en los caminos y los diez u once millones de nuevos que Detroit vende cada año, los pecados del transporte motorizado incluyen - congestión de tráfico, el monóxido de carbono del -- Smog, las carteleras en las carreteras y la dolorosa tragedia de 50,000 muertes al año.

No obstante, sus deficiencias sociales y aún sus letales propiedades, el vehículo de motor es un gran triunfo de ingeniería, digno de más elogios que los que recibe.

En sus escasos 90 años, ha pasado por una serie de retoques que, solamente en los Estados Unidos, representan -- 600,000 patentes.

En años recientes, el gobierno norteamericano y algunas de las grandes universidades del país han emprendido una serie de importantes programas de investigación con el propósito de encontrar el vehículo que sustituya a la perfección al automóvil moderno, pero hasta ahora no lo han hallado. Un automóvil es algo maravilloso dijo un decano de Instituto Tecnológico de Massachusetts (ITM), el término de la fase preliminar de una investigación de tres años para encontrar el auto ideal del futuro.

Si se piensa que se paga poco más de 10 dólares por Kilo de un artefacto que tiene esa precisión, yo no se que otra cosa pueda comprarse por ese precio.

#### 1.4 Efectos del Automóvil

En 1900 el mundo tenía 10,000 automóviles escasos que eran sobre todo, juguetes de ricos. Hoy hay alrededor de 1,800 millones de vehículos de motor, y su efecto sobre la humanidad es -- quizá tan grande como el de cualquier máquina que se conozca.

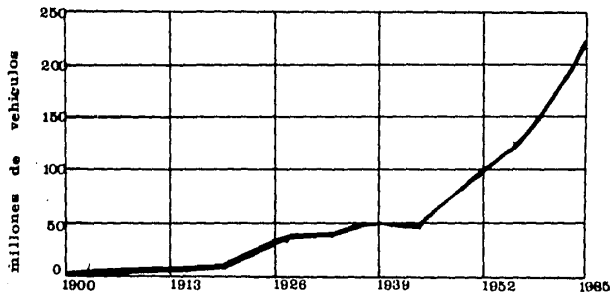
Representan trabajos para más de 30 millones de obreros, - consumen materiales de todas partes del mundo; distribuyen productos a todos los rincones de America y Europa.

Satisfacer la demanda de automóviles requiere anualmente, \_ papel suficiente para imprimir 31 millones de libros, vidrios - para 6 millones de tazas, acero para 2,000 rascacielos.

Las erogaciones privadas en el automóvil, equivalen a la - Octava parte de los gastos personales de un Norteamericano. Gasta más en su coche que en doctores, religión, obras de caridad, teléfono, radio, televisión, mobiliario, electricidad, gas, libros, revistas y periódicos juntos.

Es tan grande hoy el efecto económico del vehículo de motor, que sus cifras son índice preciso de la prosperidad y el progreso de una nación. En Estados Unidos, buenas ventas de automóviles significan casi automáticamente un buen año para todos los negociantes. En todo el mundo, los países pobres, se - distinguen de los ricos contando sus camiones y coches.

## REGISTRO MUNDIAL DE VEHICULOS





La Industria Automotriz norteamericana emplea cada año la piel de 300,000 cabezas de ganado, algodón suficientes - para vestir a todas las mujeres de Estados Unidos y 420 toneladas de cáscara de noguera negra para limpiar y suavizar las piezas de la transmisión.

Esta enorme cantidad y variedad de materias primas, -- proceden de todas partes del mundo. Aún la remota Zambia -- por ejemplo, proporciona asbestos para empaques y zapatas.

Además de mil productos exóticos de lejanas tierras, - en forma común esta industria tiene usos exóticos para objetos comunes, como la margarina para capa protectora para -- las abrazaderas de la batería, y pañales para dar brillo a la carrocería del coche, una vez armado.

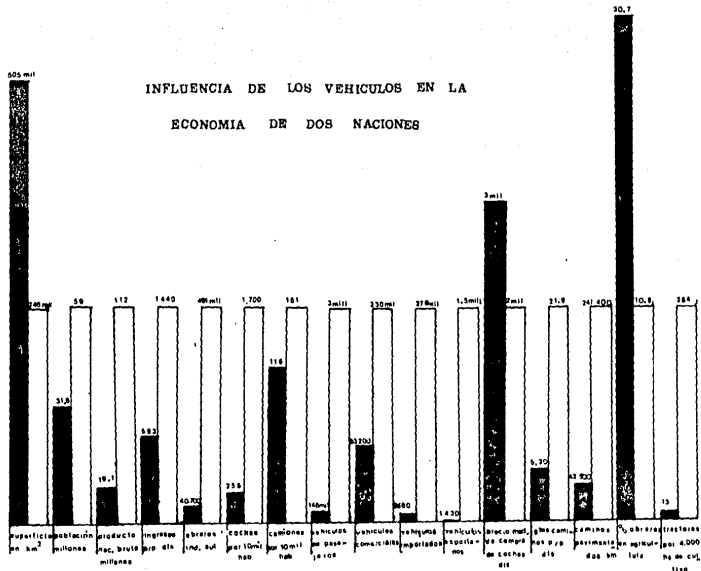
España tiene el doble de superficie y la mitad de la población de Alemania Occidental, pero su producción vale la quinta parte. Índice de la diferencia puede ser el automóvil, que es a la vez causa y efecto de la riqueza de una y otra.

Alemania Occidental, con su eficiente industria para - uso nacional y exportación, goza de ingresos elevados, nivel educativo e industria de servicios adecuados a una técnica - avanzada. En cambio, la economía de España está relativamente atrasada aunque hay progreso en la industria manufacturera, - todavía es más famoso el país por su vino y sus toreros que - por su industria.

La estadística de tractores agrícolas es elocuente; España país agrícola, tiene 13 por cada 4,000 hectáreas de terreno cultivable.

Alemania, país industrial, para la misma área cultivable tiene 284 tractores.

INFLUENCIA DE LOS VEHICULOS EN LA  
ECONOMIA DE DOS NACIONES



El automóvil está tan identificado con todos los aspectos de Estados Unidos, que de cada 6 negocios en ese país, - uno esta directamente relacionado con él. Hay 610,333 agentes de coches 944,459 talleres de reparación y 4,002 fabricantes. Uno de éstos, la General Motors, es la octava compañía del mundo (La primera, la compañía americana de teléfonos y telégrafos, tiene el mayor conjunto privado de vehículos de motor - del mundo).

Hay además, servicios de petróleos, lavado rápido de coches, compañías de automoviles de alquiler, moteles y talleres de pintura, que deben su existencia al automóvil. Sus ingresos en bruto suman 185,000 millones de dólares al año y dan empleo a más de 22 millones, la sexta parte de los obreros del país.

La rueda de acero que se utiliza en la Industria Automotriz ha ido cambiando poco a poco hasta llegar a una tecnología casi perfecta pero que aún necesita perfeccionarse.

A continuación explicare la rueda de acero en todas -- sus partes, y así podremos entender cuales son las características más importantes de la misma.

La rueda de acero se divide en 2 partes principalmente de acuerdo al proceso de manufactura que se utiliza en la - actualidad, pero sin embargo es necesario mostrar gráficamente el ensamble de la llanta y el rin, ya que es importante visualizarlo para entender las partes de la rueda más facilmente.

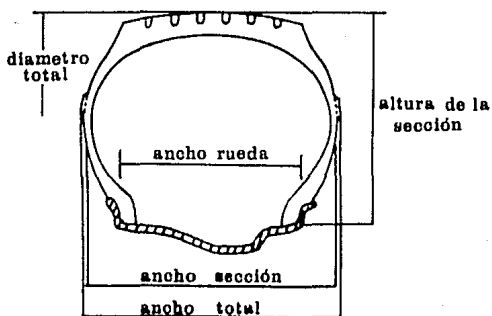
Existe una clasificación muy general de las llantas que se utilizan en la Industria Automotriz y que a continuación mencionaremos de una forma somera, así como también se mencionará el procedimiento de medidas para llantas nuevas.

Llantas para automovil de pasajeros tipo "P".- Antes de realizar la medición, las llantas deben estar infladas y montadas a (26 PSI) para una carga normal y para una carga adicional a (32 PSI), esta medición debe durar 24 horas en una - temperatura ambiente.

Llantas para automoviles de pasajeros tipo "T".- Antes - de realizar la medición las llantas deben estar infladas y montadas a 60 PSI, esta medición debe durar 24 horas en una temperatura ambiente.

En la próxima figura nos muestra el ensamble de la llanta en la rueda y con sus dimensiones más importantes.

# DIMENSIONES DE UNA LLANTA



**Anchura de diseño de la rueda.**- Es el ancho específico de la rueda asignado a cada medida de llanta y determina las dimensiones básicas de la llanta.

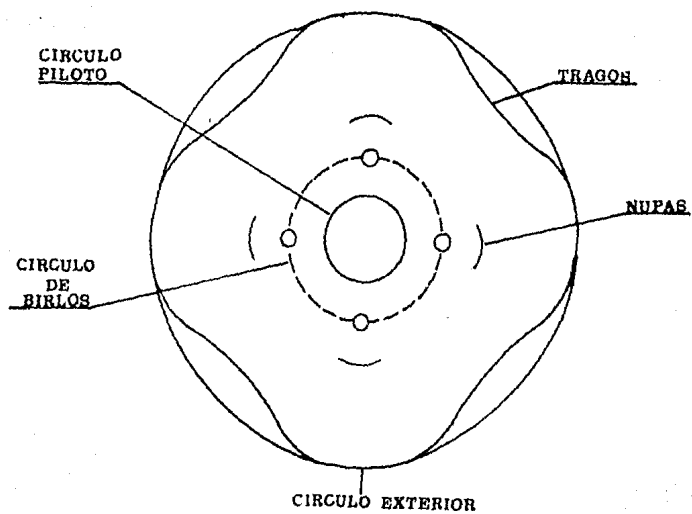
**Ancho de la sección.**- Es el ancho de una llanta nueva después de haber sido inflada incluyendo las paredes normales de la llanta.

**Ancho total.**- Es el ancho de una llanta nueva, después de haber sido inflada pero tomando en cuenta costillas, barro, canales o decoraciones.

**Diámetro total.**- Es dos veces la altura de la sección de una llanta sin rodar, después de haber sido inflada y tomando en cuenta el diámetro nominal de la rueda.

Ahora si podemos explicar las partes de la rueda comenzando con el centro que se muestra en la siguiente figura.

# CENTRO



**Tragos.-** Son formaciones que al hacer los abocinados del centro, hacen fluir el acero hacia la zona central y así se acomodan las líneas de flujo del material, aumentando de esta manera la resistencia del acero y disminuyendo las tensiones internas.

**Nupas.-** Son pequeñas deformaciones del material que tienen el único objetivo de sostén de presión del tapón de la rueda, en otros casos, en ruedas de apariencia no existen estas deformaciones y se sustituyen por barrenos para sujetar el tapacubos.

**Círculo exterior.-** Es el círculo descrito por el centro de la rueda cuya dimensión depende del tamaño de la misma.

**Círculo de birlos.-** Es el círculo que describen los barrenos de los birlos en donde será ensamblada la rueda al vehículo.

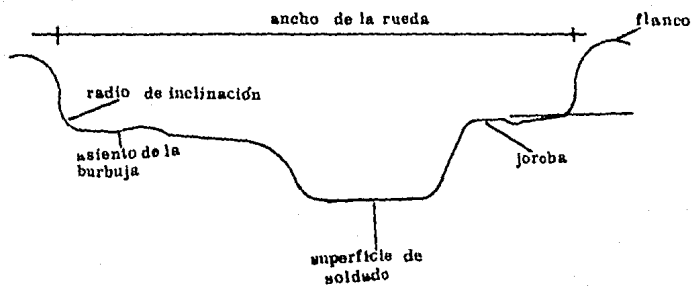
**Círculo piloto.-** Es el círculo central de la rueda en el que será insertado el eje del automóvil.

**Asiento de birlos.-** Es la parte del centro de la rueda que hará contacto directo con la masa del automóvil y el cual debe de ser perpendicular a la cara de la llanta.

En la otra parte de la rueda de acero que es el arillo tenemos las siguientes partes mostradas en la figura.



# ARILLO



**Ancho de la rueda.**- Es la longitud mínima del ancho de la rueda tomada de punta a punta de los flancos.

**Flancos.**- Es la parte de la rueda en donde comienza a montarse la llanta y sirve de apoyo y de sello.

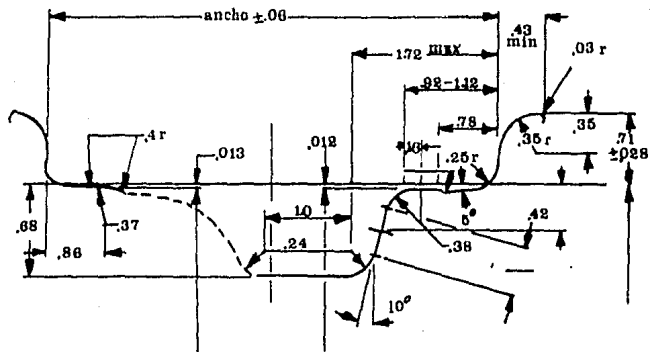
**Asiento de la burbuja.**- Es la parte de la rueda que soporta a la llanta cuando está en movimiento el automóvil.

**Superficie de Soldado.**- En esta parte es en donde va a ser soldado al centro de la rueda.

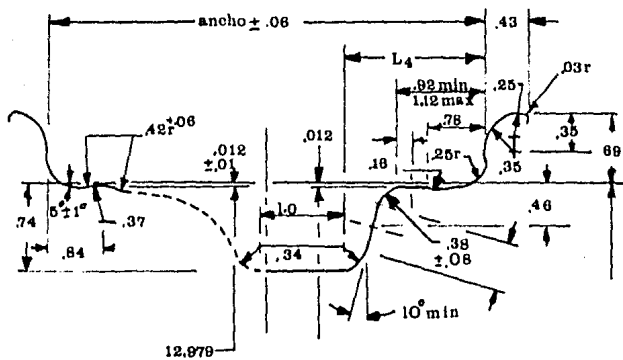
Las dimensiones especificadas de los anillos están perfectamente estipulados, de acuerdo a los usos y vehículos en los cuales se puedan utilizar ruedas de acero como por ejemplo automóviles de pasajeros, camiones de carga, autobuses, tractores, vehículos industriales, motocicletas, bicicletas, etc.

Estas especificaciones han sido estudiadas y se encuentran en el manual de especificaciones de la Asociación de la Llanta y la Rueda (The Tire and Rim Association) y que a continuación se podrán observar.

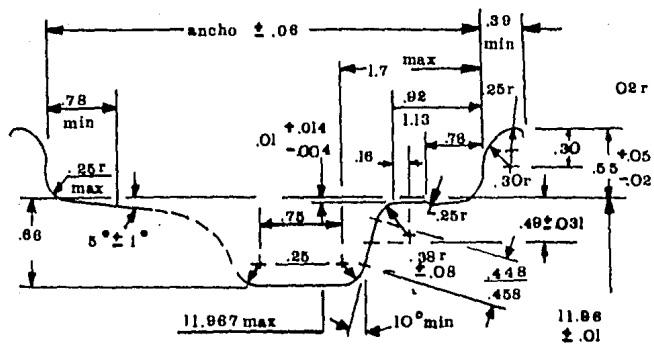
## STANDARD J (CH)



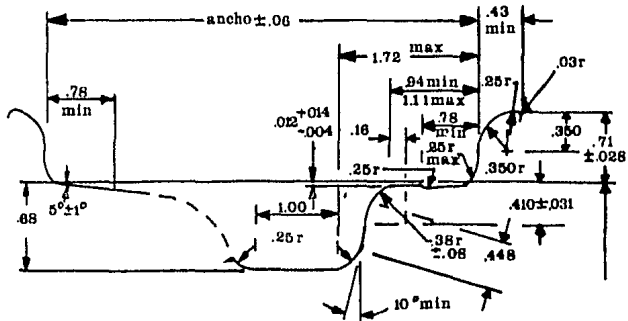
## STANDARD JB



## STANDARD B



## STANDARD 4,45T



## CAPITULO II. PROCESO TIPICO DE MANUFACTURA

## 2.1 Descripción General

El proceso de manufactura de los rines de acero parte de un proceso básico que se ha utilizado desde hace varias decenas de años, y se ha tomado el proceso que se utiliza actualmente en México.

Este proceso que se va a describir a continuación se divide en cuatro partes que son las siguientes:

**Proceso de centros.**- Esta parte del proceso se dedica - específicamente a la manufactura de los centros y consiste - principalmente en la formación del centro en varias operaciones que consisten principalmente de troquelados en prensas - verticales neumáticas.

**Proceso de Arillos.**- Este proceso consiste principalmente en la manufactura de los arillos de la rueda de acero y se utilizan diferentes tipos de maquinaria como son rolado--ras, soldadoras, prensas, etc.

**Proceso de ensamble.**- En esta parte del proceso se ensamblan las dos partes de la rueda que son el arillo y el - centro por medio de una prensa y después se sueldan estas - dos partes.

**Proceso de acabado.**- En este proceso se procede a darle los acabados finales a las ruedas de acero y consiste principalmente en pintura de acuerdo a las especificaciones que -- marque el fabricante.

**Proceso de Centros:**OPERACIONDESCRIPCION

Ø

Corte de la tira de lámina en una máquina - cizalladora de acuerdo a las medidas especificadas del centro.

- 1Ø Corte de Blank, formado de la burbuja y punzando central, esta operación se utiliza en una prensa neumática de 350 toneladas.
- 2Ø Preformado de la silueta en donde se le da una forma preliminar al centro y se utiliza una -- prensa vertical de 1,000 Tons.
- 3Ø Formado final de la silueta en donde se le hace la forma final al centro rectificando las - dimensiones del centro en una prensa de 1,000 toneladas.
- 4Ø Preformado de agujeros de birlos en ésta opera ción por medio de una prensa de 500 Tons. se - hacen los barrenos en donde se sujerará la rue da a la maza del automóvil.
- 5Ø Preformado de ventanas que en las ruedas de a- pariencia se utilizan para ventilar los frenos, en una prensa de 400 toneladas.
- 6Ø Corte de las cejas que quedan de los tragos, - que se forman en el centro de la rueda en una prensa de 130 toneladas.

#### Proceso de Arillos

##### OPERACION

##### DESCRIPCION

- Ø Corte de tiras de lámina de acuerdo a las dimen- siones especificadas en máquina cizalladora.
- 1Ø Enrollado de la tira de lámina formando una cig conferencia en una máquina roladora a tope.
- 2Ø Fusión o soldado de los extremos de lámina en - una máquina soldadora por fusión sin aporte de material a tope.



- 3Ø Rebabeado de escoria que queda de la operación anterior en una máquina rebabeadora hidráulica
- 4Ø Corte de los extremos de la operación de soldado en una prensa de 150 toneladas.
- 5Ø Preformado o abocinado en esta operación se le da al arillo una forma de carrete en donde se le aplica una presión de 150 toneladas en una prensa neumática.
- 6Ø Esta operación se subdivide en tres partes que son: 1º rolado, 2º rolado, 3º rolado en una -- prensa hidromecánica.
- 7Ø Calibrado por expansión en donde se le dan las dimensiones especificadas al arillo en una --- prensa de 250 toneladas.
- 8Ø Preformado del agujero de válvula en una prensa de 20 toneladas.
- 9Ø En ésta última operación se rematan los filos que puedan quedar al agujero de válvula en -- una prensa de 20 toneladas.

#### Proceso de Ensamble

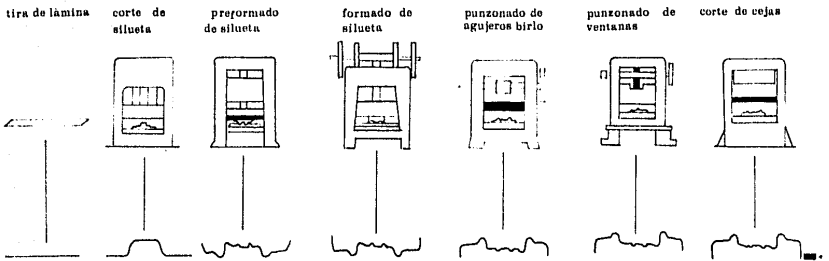
<u>OPERACION</u>	<u>DESCRIPCION</u>
Ø	Ensamble de centro y arillo por medio de una - prensa de 10 toneladas.
1Ø	En esta operación se verifica si la rueda está dentro de las especificaciones midiendo la variación radial y axial.
2Ø	Sujetación del centro y arillo por medio de <u>sol</u> dadura ya sea manual, automáticas o por fusión.

## Proceso de Acabado

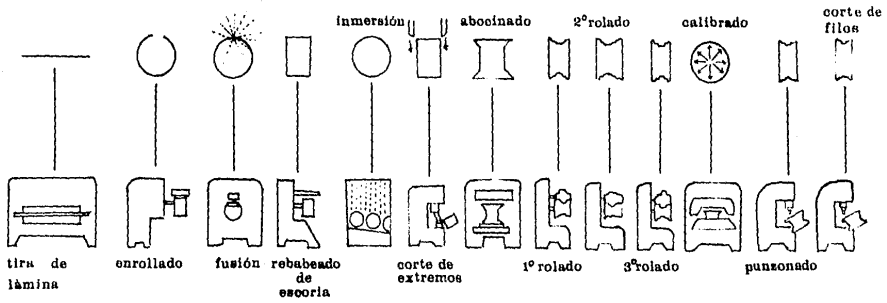
<u>OPERACION</u>	<u>DESCRIPCION</u>
Ø	Lavado, enjuague y fosfatizado de la rueda ya ensamblada por aspersión.
1Ø	En esta operación se seca el rin en un horno que trabaja a una temperatura de 70 u 80 °C.
2Ø	En esta operación se pinta la rueda por aspersión.
3Ø	Y por último se hornea la pintura en un rango de temperatura de 160-180 °C.

La siguiente figura nos muestra el diagrama de flujo para la fabricación de ruedas de acero.

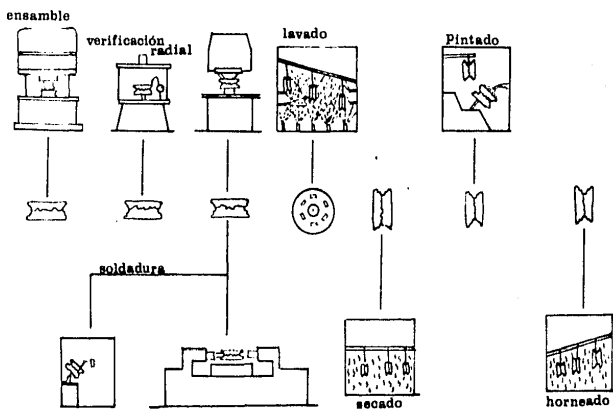
## PROCESO DE CENTROS



## PROCESO DE ARILLOS



# PROCESO DE ENSAMBLE Y ACABADOS



## 2.2 Materiales

En el proceso de ruedas de acero los materiales directos de fabricación del producto son prácticamente aceros, que necesitan cumplir ciertas características o propiedades físicas.

Existen dos materiales que son los más importantes, uno para la manufactura de los centros que es el acero 1012 que es un acero al carbón y el acero 1010 que se utiliza para la manufactura de los arillos.

El acero es una aleación cristalizada de hierro, carbono y otros varios elementos, que endurecen cuando se le enfría -- bruscamente después de estar arriba de su temperatura crítica.

No contiene escoria y se puede moldear, laminar o forjar, el carbono es el constituyente más importante, por su habilidad para aumentar la dureza y la resistencia del acero.

Se utiliza más megagramos de acero que todos los demás metales combinados; no obstante que el acero puede ser vaciado - en moldes para conformarlo a un perfil y tamaño definido y complejo, lo más común es que se le moldee en forma de lingotes, para usarlo después, en la fabricación de láminas que es la forma en que se utiliza el acero para este proceso de manufactura.

El acero se clasifica de acuerdo con los elementos de aleación que contiene, en donde el carbono es el elemento más importante y es por esto que los aceros se clasifican en base a éste. El acero al carbón, contiene principalmente carbón y se le denomina 10 XX, en donde los dos primeros dígitos se refieren al contenido de carbono en centésimos de porcentajes, así como por ejemplo el acero 1010 tiene 0.10% de carbono y corresponde a un acero al carbón así como también el acero 1012 tiene 0.12% de carbono.

Existen diferentes cantidades de otros materiales en el acero al carbono, aunque su contenido es pequeño pueden afectar a las propiedades físicas.

La producción del acero al carbón se puede hacer en diferentes tipos de hornos, como son los siguientes.

Horno de aire o de reverbedero que utiliza como combustible carbón pulverizado y se carga con arrabio sólido o fundido y chatarra. Horno convertidor Bessemer la operación se realiza con el soplado de aire. Se carga con arrabio fundido o hierro de cubilote fundido.

También se puede hacer en un crisol que puede utilizar como combustible gas, coque o aceite y se carga con chatarra escogida, horno eléctrico que utiliza como energía la electricidad, se carga con chatarra pero se necesita crear una atmósfera especial con vacío o con gas inerte, también una variación del horno eléctrico es el horno de inducción.

El horno de hogar abierto utiliza como combustible gas natural, coque, gas de horno, carbón pulverizado o aceite y se carga con arrabio fundido.

Es necesario conocer el diagrama hierro-carbono para tener un mejor conocimiento del acero y su estructura. Si una pieza de acero con 0.20% de carbono se calienta lenta y uniformemente y su temperatura se registra a intervalos definidos de tiempo, se obtiene una curva como la mostrada en la siguiente figura.

A tal curva se le llama curva de relación inversa, la abscisa es la variación de calentamiento o el tiempo requerido para calentar o enfriar el acero 10 °C.

La curva es una línea vertical, excepto en aquellos puntos donde la razón de variación de calentamiento o enfriamiento muestran cambios muy marcados.

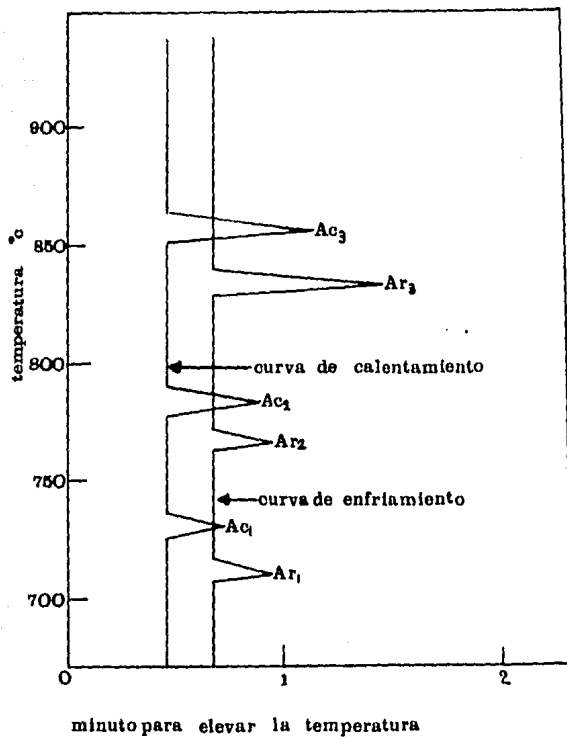
Es evidente que en tres temperaturas hay un cambio definido en la variación del calentamiento. De una manera similar, estos mismos tres puntos se muestran nuevamente en el enfriamiento, pero ocurre a temperaturas ligeramente menores.

En ellos ocurren cambios especiales: estos puntos se conocen como puntos críticos y se designan por los símbolos  $A_{C1}$ ,  $A_{C2}$  y  $A_{C3}$ . La letra "C" es la inicial de la palabra francesa -- "Chauffage" que significa calentamiento.

Los puntos en la curva de enfriamiento se designan por  $A_{r1}$ ,  $A_{r2}$  y  $A_{r3}$ . La letra "r" se toma de la palabra "refroidissement", que significa enfriamiento.



## CURVA DE RELACION INVERSA



Los cambios que tienen lugar en estos puntos críticos son llamados cambios alotrópicos. Aunque la composición química del acero, permanece igual, sus propiedades cambian.

Entre estos cambios, los principales son el de la resistencia eléctrica el de la estructura atómica y la pérdida de magnetismo.

Por definición, un cambio alotrópico es un cambio reversible en la estructura atómica del metal, con un correspondiente cambio en las propiedades del acero.

Estos puntos críticos, deben conocerse, ya que la mayoría de los procesos de tratamiento térmico requieren un calentamiento del acero a una temperatura arriba de este grado. El acero no puede endurecerse, a menos que se caliente a una temperatura mayor que la zona crítica inferior y en ciertos casos mayor que la crítica superior.

Tomemos el acero con 0.20% de carbono que se ha calentado hasta una temperatura alrededor de 870 °C; arriba del punto  $A_{r3}$ , este acero es una solución sólida de carbono en hierro  $\Gamma$  y se le llama austenita.

Los átomos de hierro están situados en una malla cúbica de cara centrada y no son magnéticos. Al enfriar este acero, los átomos de hierro inician la formación de una malla cúbica de cuerpo centrado, abajo del punto  $A_{r3}$ . Esta nueva estructura en formación se llama ferrita o hierro alfa y es una solución de carbono en hierro alfa.

La solubilidad del carbono en el hierro alfa es mucho menor que en el hierro  $\Gamma$ .

En el punto  $A_{r2}$  el acero se vuelve magnético y, en su enfriamiento hasta la línea  $A_{r1}$ , la austenita remanente se transforma en una nueva estructura llamada perlita.

Este componente es laminar, bajo una gran amplificación, la estructura laminar es altamente ferrita y carburo de hierro.

Cuando del contenido de carbono del acero aumenta a más de 0.20%, la temperatura a la cual la ferrita se separa de la austenita decrece, aproximadamente a 0.80% de carbono, no se encuentra ferrita libre.

Este acero es llamado acero eutectoide; el punto eutéctico en un metal es la temperatura mínima a la cual ocurren cambios en una solución sólida.

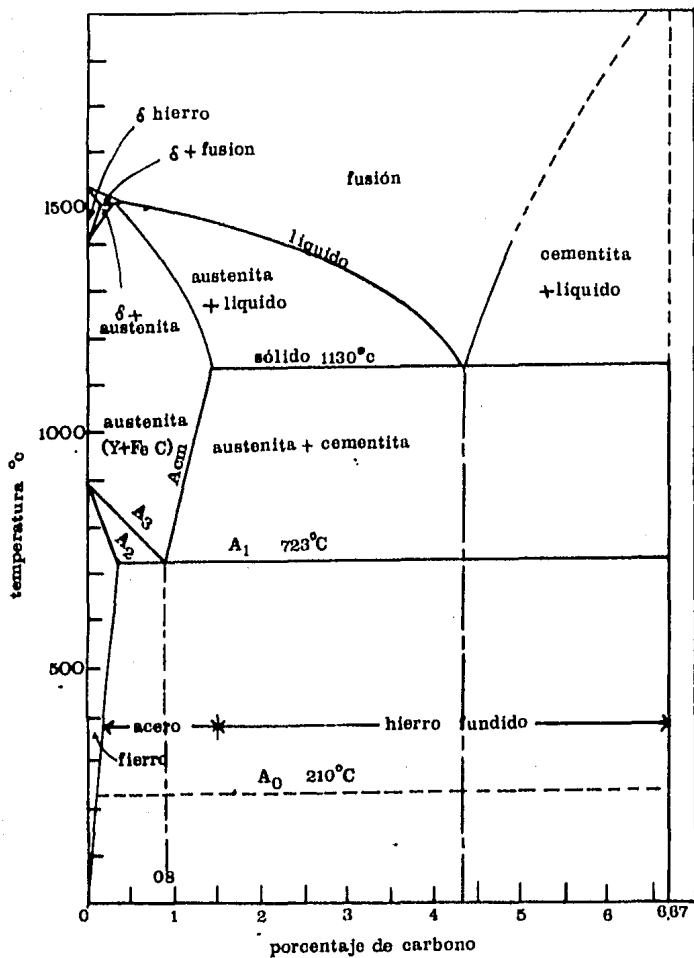
Este punto es la más baja temperatura para la descomposición en equilibrio de austenita a ferrita y cementita.

Si el contenido de carbono del acero es mayor que el eutectoide, se observa una nueva línea en el diagrama hierro-carbono señalada en Acm.

La línea indica la temperatura a la cual el carburo de hierro se separa inicialmente de la austenita en lugar de la ferrita. Al carburo de hierro se le conoce como cementita y es extremadamente duro y frágil.

Los aceros que contienen menos carbono que el eutectoide se conocen como aceros hipoeutectoides y aquellos con mayor contenido de carbono se les llama aceros hipereutectoides.

## DIAGRAMA HIERRO - CARBONO



Las características requeridas de la lámina que se utiliza en la manufactura de las ruedas de acero son principalmente, -- una gran resistencia a la torsión y una buena ductilidad para el formado de la rueda, sobre todo del arillo.

El espesor de la lámina para la manufactura de centros es 3.5 mm.  $\pm$  0.15 mm. y las dimensiones del corte de la lámina son para el centro ; 788 mm. X 3137 mm. y para los arillos 898 X -- 2288 mm. para una rueda 4½ J RIN 15".

### 2.3 Estampado

Los procesos de estampado que se utilizan en la manufactura de las ruedas de acero son en frío todos ellos por lo que obtienen ciertas características propias de ello.

Cuando el metal es estampado abajo de la temperatura de recristalización se le llama trabajo en frío. La mayoría de los metales se trabajan en frío a temperatura ambiente aunque la acción de formado en ellos causa una elevación de temperatura.

El trabajo en caliente realizado sobre un metal en estado plástico, refina la estructura del grano, mientras que el trabajo en frío distorsiona el grano y reduce un poco su tamaño. El trabajo en frío mejora la resistencia, maquinabilidad, exactitud dimensional y terminado de superficie del metal.

Debido a que la oxidación es menor para el trabajo en frío, láminas más rebajadas y hojalateadas pueden laminarse mejor que por trabajo en caliente. Varios tipos de procesos y equipos se usan para ambos trabajos en frío y en caliente pero las fuerzas requeridas y los métodos para disipar el calor pueden ser completamente diferentes.

Para comprender la acción del trabajo en frío se debe tener algún conocimiento de la estructura de los metales. Todos los metales son cristalinos por naturaleza y están hechos de granos de forma irregular de varios tamaños- Esto puede verse claramente con un microscopio si el metal fue convenientemente pulido y atacado con ácido.

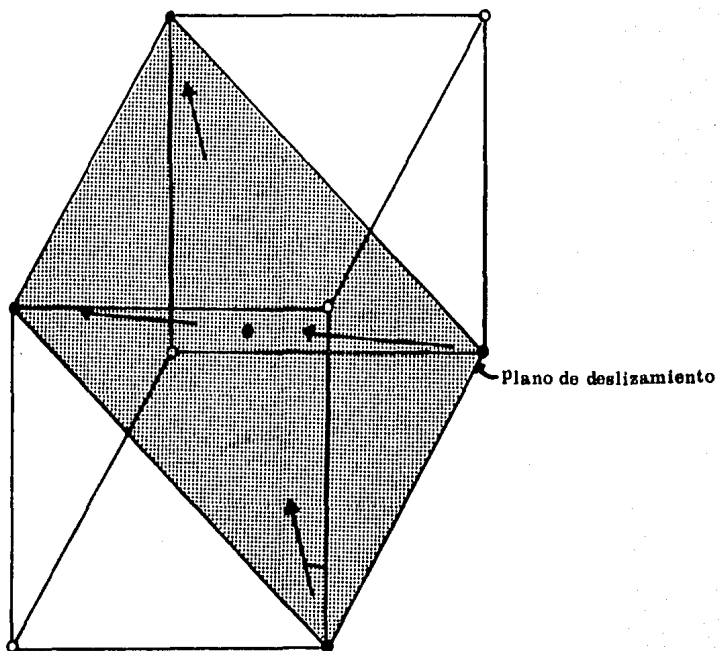
Cada grano está constituido por átomos en un arreglo ordenado conocido como malla. La orientación de los átomos en un grano dado, es uniforme pero difiere de aquellos en granos adyacentes. Cuando el metal se trabaja en frío, los cambios resultantes en la forma del material los trae consigo marcados en la estructura del grano. Los cambios estructurales que ocurren son fragmentación -- del grano, movimientos de átomos y distorsión de la malla. Los -- planos de deslizamiento que se muestran en la siguiente figura, -- revelan a través de la estructura de mallas algunos en donde las

uniones atómicas de atracción son las más débiles y bloques completos son desplazados. Cuando ocurre el deslizamiento, la orientación de los átomos no se cambia.

En el caso en que los átomos son reorientados ocurre un fenómeno conocido como ligamiento.

En el ligamiento, la malla sobre un lado del plano se orienta de una manera diferente de la otra, pero los átomos adyacentes tienen formas idénticas. El deslizamiento es el método más común de provocar deformación en el metal.

DESPLAZAMIENTO EN UN SISTEMA DE MALLA  
CON CUERPO CENTRADO





Se requieren presiones mucho mayores para trabajo en frío que para trabajo en caliente. Como el metal permanece en un estado más rígido, no es permanentemente deformado hasta que los esfuerzos -- aplicados han excedido el límite elástico. Puesto que puede haber recristalización del grano o fragmentación. Conforme la deformación del grano aumenta se opone mayor resistencia a su acción resultando un aumento en el esfuerzo y en la dureza del metal.

Se dice que el metal se está endureciendo por esfuerzo y para algunos metales que responderán al tratamiento térmico, es el sólo método conocido de cambiar propiedades físicas tales como dureza y resistencia.

Algunas teorías han sido adelantadas por metalúrgicas refiriéndose a como ocurre éste. En general todos ellos se refieren a la resistencia opuesta en los granos por dislocación de los 3 fenómenos.

La cantidad de trabajo en frío que un metal soportará depende sobretodo de su ductilidad; entre mayor ductilidad tenga el metal, mejor podrá trabajarse en frío.

Los metales puros pueden resistir una mayor deformación que los metales que tienen elementos aleados, dado que los elementos de aleación incrementan la tendencia y rapidez del endurecimiento por esfuerzo.

Los metales de grano grande son más dúctiles que los de grano pequeño y por lo tanto más adecuados para el trabajo en frío. Cuando el metal es deformado por trabajo en frío, severos esfuerzos como esfuerzos residuales son dejados en el metal. Estos esfuerzos son indeseables, para eliminarlos el metal debe recalentarse abajo del rango recristalino de temperatura, en este rango los esfuerzos son extraídos sin cambio apreciable en las propiedades físicas o estructura del grano. El calentamiento en el rango recristalino elimina el efecto del trabajo en frío y el metal regresa a su condición original.

Algunas veces, es deseable tener esfuerzos residuales en el metal.

La vida de fatiga en piezas pequeñas puede mejorarse por grallado el cual causa que la superficie del metal este comprimida y el material reduzca su tensión.

Muchos productos para hacerlos comercialmente aceptables, se terminan en frío después del laminado caliente y este tiene como finalidad el obtener un control dimensional exacto además de que no aparece oxidación en la superficie del metal, se obtiene una superficie pulida y se aumentan la dureza y la resistencia. Para metales que no responden al tratamiento térmico, el trabajo en frío es un posible método para incrementar su dureza. Los materiales dúctiles pueden extruirse a temperaturas abajo del rango de recristalización. Para el trabajo en frío se necesitan mayores presiones y equipo más pesado que para las operaciones en trabajo caliente.

Los esfuerzos son dejados en el metal y permanece con ellos hasta que se eliminan por tratamiento térmico posteriormente, se crea una distorsión o fragmentación de la estructura del grano, la resistencia y la dureza del metal se aumentan con la correspondiente pérdida de ductilidad la temperatura recristalina para el acero se aumenta, se mejora el término superficial, puede mantenerse tolerancias dimensionales cerradas.

El estampado se forja en frío, se refiere a los métodos de trabajo en frío por una fuerza de compresión o impacto que causa que el material fluya de alguna forma predeterminada de acuerdo al diseño de los dados. El metal se conforma al contorno de los dados, pero no está restringido completamente y puede fluir según el ángulo de dirección en el cual se aplica. El calibrado, la forma más simple de forja en frío es una ligera operación de compresión de una pieza forjada, moldeada o un montaje de acero para obtener tolerancias cerradas y superficies planas. El metal es confinado sólo en dirección vertical.

El formado es un proceso en el cual el metal es comprimido a una presión de alrededor de 50 toneladas o menos sobre un dado o mandril para producir una configuración interna.

El herramental es barato, la vida normal de un dado es de 1,000 a 100,000 piezas y se obtienen buenos acabados superficiales y muy buena exactitud.

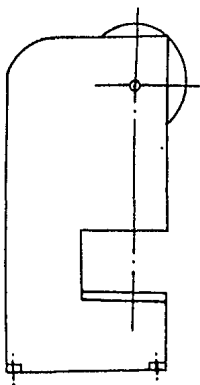
La máquina utilizada para la mayoría de las operaciones de trabajo en frío y algunos en caliente, se conoce como prensa.

Consiste de un bastidor que sostiene una bancada y un ariete, una fuente de potencia y un mecanismo para mover el ariete linealmente y en ángulo rectos con relación a la bancada.

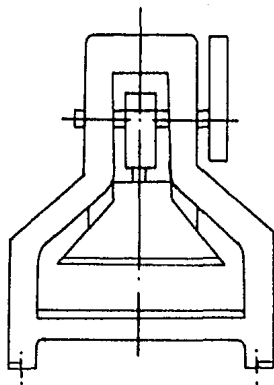
Una prensa debe estar equipada con matrices y punzones diseñados para ciertas operaciones específicas. Aunque algunas prensas se adaptan mejor que otras para cierto tipo de trabajo, la mayoría de las operaciones de formado, punzonado y cizallado se pueden efectuar en cualquier prensa normal si se usan las matrices y punzones adecuados. Esta versatilidad hace posible usar la misma prensa para una gran variedad de trabajos y operaciones, lo cual es una característica deseable para las producciones pequeñas.

Las prensas tienen capacidad para la producción rápida, puesto que el tiempo de operación es solamente el que se necesita para una carrera del ariete, más el tiempo necesario para alimentar el material.

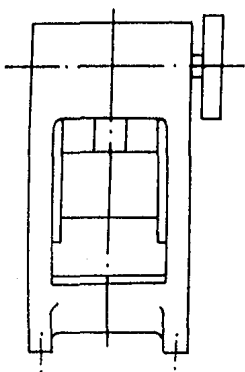
Por consiguiente se pueden conservar bajos costos de producción. Cualquier producto que se pueda fabricar con metal delgado y que no requiera de una precisión extrema en las tolerancias dimensionales, se puede producir económicamente en este tipo de máquina. Tiene una adaptabilidad especial para los métodos de producción en masa como lo evidencia su amplia aplicación en la manufactura de piezas para automóviles y aviones, ferretería y utensilios para cocina.



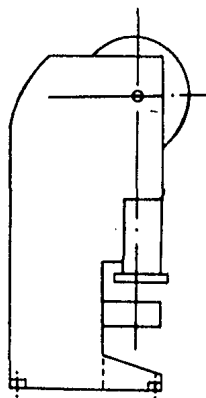
PRENSA DE ESCOTE



PRENSA DE PUENTE



PRENSA DE COSTADOS RECTOS



PRENSA DE YUNQUE

## 2.4 Rolado

El rolado es una de las partes del proceso de manufactura de ruedas de acero que consiste en formar las diferentes partes del arillo así como también darles las dimensiones especificadas a los radios de los asientos, hombros, etc.

El rolado se subdivide en 3 operaciones en donde en cada una de ellas se le va dando forma diferente al arillo.

La operación del rolado es un proceso de manufactura del metal en frío por lo consiguiente podemos decir que este tipo de procesos nos va a dar una serie de características especiales en el material que se va a rolar, en este caso va a ser utilizado un acero al carbón con bajo contenido.

El acero que se va a rolar es un acero 1010 el cual debido a su bajo contenido de carbono (sólo 0.10%) tiene gran ductilidad y por lo tanto permite al material ser fácilmente doblado sin ninguna ruptura o fractura.

En estas operaciones de manufactura de los arillos, es muy importante el calibrado de la maquinaria, así como también, se necesita una mano de obra medianamente calificada tanto como para el 1er. 2do. y 3er. rolado.

Se utilizan prensas hidromecánicas en las operaciones de rolado, y constan de 2 rodillos paralelos que tienen la característica de tener la forma con las dimensiones especificadas en un negativo, o sea que se puede decir o tomar como ejemplo para tener una visión más clara de esta operación que es lo mismo que tenemos cuando hacemos un sello de goma, en donde la parte que imprime la forma que nosotros queremos dar, está como el negativo, es decir como si nosotros viéramos la figura en un espejo.

Estos rodillos tienen una presión de aproximadamente 10 toneladas entre los ejes de rotación, además que deben de estar paralelos o con un ángulo de inclinación de uno con respecto del otro de 2° - máximo, por lo tanto se debe de tener mucho cuidado en estos ejes, ya que deben de mantener una buena simetría.

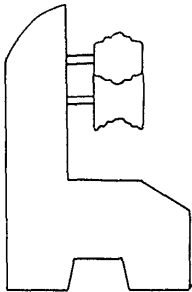
Los rodillos o ejes de rolado, están girando sobre sus ejes respectivos de tal manera que la lámina ya rolada y abocinada - anteriormente vaya tomando la forma deseada como por ejemplo -- que vayan tomando forma tanto el radio de inclinación, el asiento de la burbuja, la superficie de soldado, la joroba, los flancos, etc.

En el primer rolado se le da un ligero perfil al arillo sin deformar el material de una manera súbita ya que esto podría - traernos como consecuencia la fractura o ruptura del arillo es por eso que se forman solamente el asiento de la burbuja y la joroba, así como se empieza a dar el radio de flancos y la superficie de soldado aún no se encuentra perfectamente plana.

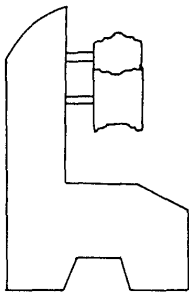
En el segundo rolado se utiliza una prensa de rodillos muy similar a la de la primera operación de rolado. En esta etapa del proceso se le va a dar la forma final al arillo pero sin tener las dimensiones requeridas, en el 2o. se forman tanto - los radios de inclinación, los flancos, se le da el ángulo burdo a la superficie de soldado y el asiento de la burbuja toma su forma final.

El 3o. rolado también se hace en una prensa hidromecánica muy similar a las utilizadas en el 1o. y 2o. rolados. En este último rolado, el arillo se mete dentro de dimensiones con tolerancia casi aceptables y todas las formas del arillo están - formadas dentro de su diseño pero es necesario ya como último paso el utilizar una prensa de 250 toneladas en donde se va a calibrar el arillo por expansión de los dados interiores y así darle las dimensiones marcadas dentro de especificaciones.

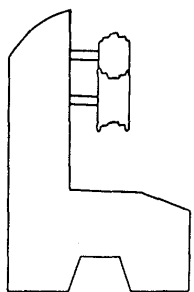
1er ROLADO



2do ROLADO



3er ROLADO



## 2.5 Ensamble

El ensamble consiste en la unión de las dos partes principales de una rueda de acero que son el centro y el arillo por medio de presión y haciendo la unión por medio de soldadura.

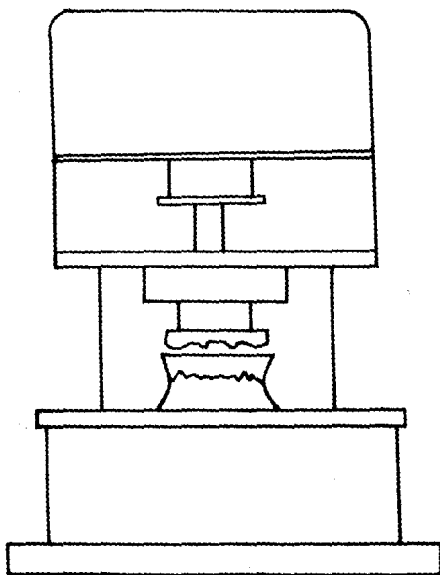
Dentro del ensamble hay básicamente 3 operaciones que son: El ensamble dentro del centro y arillo por medio de presión utilizando una prensa de 10 toneladas, la verificación de la variación radial y también de la variación axial y por último la unión física de las piezas por medio de soldadura.

En la primera operación de ensamble se utiliza una prensa de aproximadamente 10 toneladas en donde se colocan en la parte central el arillo en forma paralela a la bancada y se coloca también en la posición correspondiente al centro, entonces un punzón central de la prensa va a presionar al centro de tal manera que se acomoda en el interior del arillo y así queda colocado el centro en su posición indicada.

En esta operación es de suma importancia que la prensa y sus herramientas se encuentren en perfecto estado y muy bien calibrados ya que de otra manera el mal funcionamiento de cualquiera de las partes puede traer como consecuencias que el ensamble en su primera operación que es la más importante desde mi punto de vista y como opinión muy particular, tenga deformación de la presión así como también el ensamble incorrecto de la rueda, y nos traerá como consecuencia tanto una desviación radial como axial y esto nos perjudicará debido a que si esta operación se realiza incorrectamente las operaciones posteriores no se podrán efectuar.



## ENSAMBLE DE CENTROS Y ARILLOS



En la segunda operación del ensamble no es precisamente una operación de manufactura, se considera de gran importancia ya que la que nos va a dar los parámetros reales con los que podremos comprobar si nuestra rueda se encuentra dentro de especificaciones.

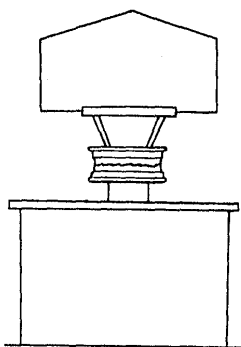
Los dispositivos que se utilizan para la verificación de la variación radial son de varios tipos y diferentes diseños, como por ejemplo: Manuales tipo americano, de variación individual, semiautomáticos, tridimensionales.

Se debe de tener una serie de consideraciones importantes para asegurarse de la precisión de los mismos.

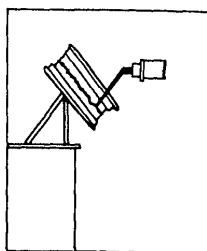
En el chequeo contra diámetro piloto es necesario que el cuerpo giratorio no tenga ningún huelgo entre el dispositivo central y los palpadores, así como también estos medidores deben de estar perfectamente nivelados para que exista una mayor exactitud.

La tercera operación del ensamble es la unión física de el centro y la tercera operación del ensamble es la unión física de el centro y el arillo y se utiliza por medio de soldadura, ésta puede ser de diferentes formas como por ejemplo:

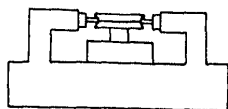
Oxiacetilénica, que es como un soplete de forma manual y sin aporte de material, soldadura por fusión que consiste en elevar la temperatura del acero hasta tal grado que permita la unión de 2 partes sin aportar ningún material y haciendo circular una corriente eléctrica como medio de elevación de temperatura, -- otro tipo de soldadura puede ser por electrodos y consiste en hacer circular una corriente eléctrica a través de la pieza que se va a unir y se aporta un material que es el electrodo y se funde para hacer posible el ensamble, esta soldadura es con aporte de material.



**SOLDADURA AUTOMATICA**



**SOLDADURA MANUAL**



**SOLDADURA POR FUSION**

## 2.6 Acabado

El proceso de acabados, como su nombre lo indica consiste en darle la apariencia final a la rueda de acero, después de haber confirmado que las dimensiones especificadas se encuentran dentro de parámetros previamente calculados.

Este proceso comienza con la operación de lavado, enjuagado y fosfatizado. Se coloca la rueda en unos ganchos que a su vez es tan fijados a una banda transportadora que se mueve a una velocidad aproximada de 100 m/min. esta velocidad puede variar de acuerdo a las exigencias que requiera nuestro proceso o sea que puede tener velocidades más altas o bajas de acuerdo a la productividad del proceso en general.

La banda transportadora nos dirige las ruedas a una caseta de lavado, enjuague y fosfatizado en donde en la primera etapa se van a lavar los rines con agua corriente y cualquier solvente de grasas e impurezas, como puede ser algún detergente común y corriente como aquellos que se utilizan para el lavado de ropa y también para limpieza industrial.

En la segunda etapa de esta caseta se encuentra el enjuague de las ruedas, en donde por medio de aspersores nos van a quitar los residuos de solventes o detergentes que hayan quedado en la rueda después de la primera etapa.

En la tercera etapa se va a bañar a las ruedas por medio de aspersores con una capa de fosfatizado que es una solución química a base de fósforo y ditiofosfatos.

Este fosfatizado tiene como objetivo principal, el de darle a la rueda una resistencia contra oxidación, dándole protección a la rueda de la intemperie y condiciones extremas del medio ambiente.

Al terminar las tres etapas de la caseta de lavado, enjuague y fosfatizado se procederá a un horneado, que se realiza en un horno, que puede tener como fuente de energía varios combustibles como gas, diesel, carbón, vapor, aceite, etc.

En el horno se tiene como finalidad única la de secar la rueda que ha sido fosfatizada anteriormente y la temperatura que se recomienda es aproximadamente de 70 a 80 °C.

Inmediatamente después del secado en el horno primario, se procederá a la pintura en una caseta especialmente diseñada para este fin.

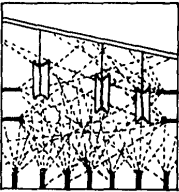
En esta caseta existen dos tipos de pintado, el manual, en donde el operador pinta la rueda manualmente o sea que con una manguera conectada a un compresor distribuye la pintura uniformemente y de esta forma solamente dará una vuelta por cada capa de pintura que se le aplique a la rueda. El otro tipo de pintado es automático, ya que se colocan dentro de la caseta utilizada para este fin, aspersores colocados en ambos lados de la rueda e inclusive tanto en el techo como en el piso, ya que de esta manera, se repartirá más uniformemente la pintura en la rueda para darle una mejor apariencia y protección contra el medio ambiente.

El pintado de la rueda consiste en una capa de pintura primaria que tiene como finalidad el proteger a la rueda de las condiciones climáticas del medio ambiente, ya que las ruedas siempre están expuestas a condiciones climatológicas extremas.

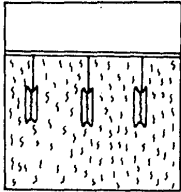
La segunda, tercera y algunas veces cuarta capa de pintura (Dependiendo del uso de la rueda) se aplicaran de la misma manera dándole así el aspecto deseado, sólo como presentación y buena apariencia del automóvil.

La última etapa del proceso de acabado es el horneado de la pintura en un horno especial para este fin, la temperatura que se recomienda utilizar en esta etapa, se encuentra en el rango de 160 a 180 °C, y además hay que disminuir la velocidad de la banda transportadora para que nuestro horno tenga una longitud menor.

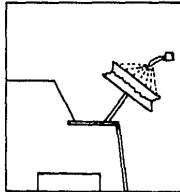
## PROCESO DE ACABADOS



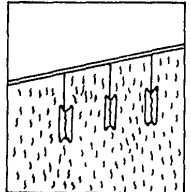
lavado



secado



Pintado



horneado

### CAPITULO III. VARIACION RADIAL

#### 3.1 Definición

La variación radial, es como su propio nombre lo indica, la diferencia de radios de los diferentes círculos que forman parte de la rueda de acero.

Estas diferencias son medidas a partir de un parámetro dado y se encuentran en diferentes puntos de la circunferencia.

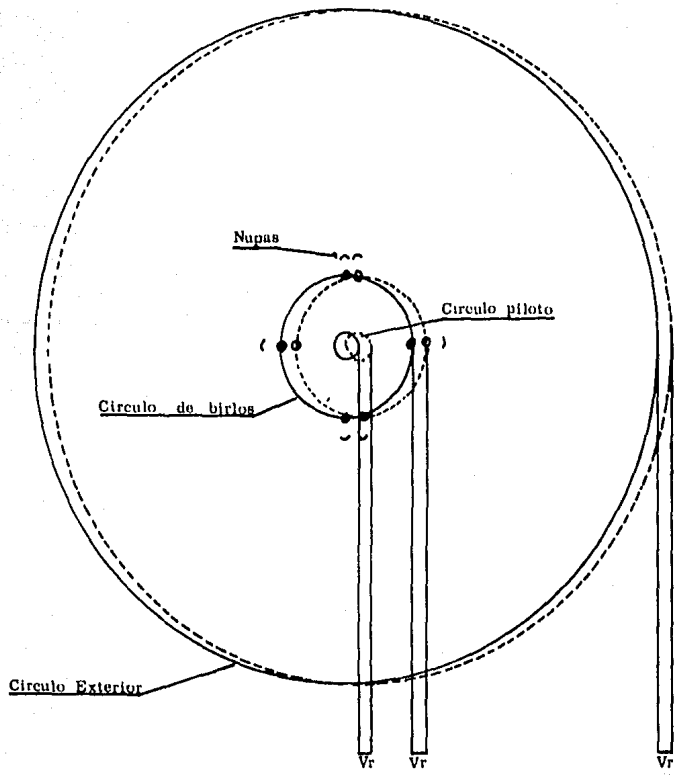
Existe variación radial en cada una de las circunferencias, que forman parte de la rueda, como por ejemplo: en el círculo pi loto, círculo de birlos, círculo exterior, etc.

La generación de variación radial, puede ser debido a muy variadas causas, pero que al fin de cuentas, nos afectan en la dinámica del automóvil.

Muchos ingenieros piensan, que la variación radial que más afecta es la existente en el círculo de birlos y argumentan que esto es debido a que el ensamble o unión entre la rueda y el automóvil es precisamente en este círculo de birlos y por eso es que si nuestra variación radial, se sale de los parámetros pre-establecidos causará que la vibración manifestada por el ro damiento del vehículo, trascienda de una manera primordial y perjudicial en las condiciones técnicas de estabilidad y buen funcionamiento.

Existe otra idea acerca de variación radial, la cual nos dice que la causa y efecto más importante, se encuentra en el círculo exterior de la rueda. Esto fundamentado en que, aunque el ensamble de la maza del automóvil con la rueda esté perfectamente estabilizado dentro de los rangos permisibles de variación ra dial, la vibración generada estará impidiendo el buen funcionamiento del vehículo.

VARIACION RADIAL





### 3.2 Analisis en Campo

Para analizar la posibilidad de generación de variación radial en el proceso de manufactura de ruedas de acero, se observó y analizó ésta, en la compañía que se dedica a la manufactura de éste producto, ésta compañía se llama Kelsey Hayes de México. En éste análisis, se tomaron en consideración todas las etapas y operaciones que son las siguientes.

#### Arillos

1. Detección de puntos críticos en el proceso
2. Muestras y comparaciones de la variación de espesores y la variación del arillo.
3. Análisis de la maquinaria y herramientas
4. Conclusiones

#### Centros

1. Detección de puntos críticos en el proceso
2. Muestreos y comparación
3. Análisis de maquinaria y herramientas
4. Conclusiones

#### Ensamble

1. Análisis de operación
2. Verificación de variación antes y después del soldado
3. Conclusiones

#### Dispositivos para Inspección de Variación Radial

1. Inspección del estado actual y su confiabilidad
2. Conclusiones.

Aunque la observación minuciosa del proceso se hizo siguiendo el desarrollo normal de éste, esto es, desde su primera operación hasta la última, el procedimiento de análisis de variación radial se efectuó totalmente en sentido inverso, por las siguientes razones:

1. Necesidad de conocer la variación radial, en el producto terminado.

2. Conocer la confiabilidad de los aparatos de medición - con los cuales se detecta la variación radial.
3. Cualquier corrección al proceso, debe estar basada en la certeza con que se obtienen los datos en los puntos 1 y 2.

Más adelante, se presentan estadísticas a partir de muestreos efectuados en el proceso, pero se anticipa que su validez es relativa, por la situación de los dispositivos de medición; - sin embargo, sirven como referencia general para comparar la habilidad del proceso, entre una especificación y otra. Además su interpretación en todos los casos será generalista, ya que no existe en la planta un control estadístico de la maquinaria (de repetibilidad de cada máquina), y las opiniones vertidas aquí, se basan en los muestreos mencionados y las observaciones directas en el proceso.

### 3.3 Análisis de Dispositivos para Inspección de Variación Radial

#### Línea de Ensamble

En la línea de ensamble, cuentan con 8 dispositivos de los cuales 3 son para verificar variación individual, 3 tipo americano, para verificar la rueda VW sedán y 1 dispositivo semiautomático para verificar la rueda caribe.

De ellos, en 2 la medición se realiza en forma manual prácticamente, ya que se acercan los medidores en una base que no tiene un apoyo estable por ser muy desigual la superficie en donde se sienta; esto hace muy desconfiable la medición.

En otro dispositivo, el cual inicialmente tenía brazos para sostener los indicadores, se encontró que tenía un juego en el que se podía generar una variación de hasta 0.5mm. sin tener que mover el palpador, por lo tanto se puede concluir que la medición en la línea de ensamble es muy desconfiable.

#### Línea de arillos

En el dispositivo de verificación radial, en la línea de arillos, se comprobó una variación en el dispositivo de hasta 0.2 mm. lo cual hace por supuesto muy desconfiables las verificaciones de arillos en los que se controla la variación a 0.3 mm. (como en el caribe).

#### Línea de Centros

Cuentan actualmente con un dispositivo sin brazos giratorios para apoyar los indicadores y en donde se detectaron fallas similares a las de los dispositivos en las líneas de ensamble.

#### Discusión

Además de las fallas encontradas anteriormente, existe un problema de diseño en los dispositivos para verificar centros y rueda ensamblada; esta consiste en lo siguiente:

- a) En el chequeo contra círculo piloto, la pieza que registra el círculo piloto, es un ensamble con el cuerpo giratorio, la cual con el uso provoca variación.
- b) Como los círculos pilotos pueden variar dentro de su especificación se presenta una situación crítica cuando están en su máximo valor permitido, ya que existe un -- huelgo entre la pieza central del dispositivo y el círculo piloto de la rueda, esto genera también variación radial registrada en los indicadores.

En resumen, se puede concluir que la precisión de los dispositivos no es la deseable, y que además, para verificar la variación radial en ruedas con una especificación muy cerrada, el concepto de registro del círculo piloto no es totalmente adecuado.

### 3.4 Ensamble

#### Análisis de operación

La operación de ensamble requiere de una buena precisión, ya que la profundidad del ensamble se debe controlar dentro de una especificación dimensional; se observó que el uso de la prensa neumática, aunado a las características de su herramienta de ensamble, no proporciona una confiabilidad óptima, dado que la presión de ensamble de centro y arillo no es siempre la misma, (por tolerancias que existen tanto en el arillo como en el centro) y por otro lado, el herramienta no tiene la precisión deseada por su concepto de diseño (los apoyos para el ensamble no están sobre las superficies relacionadas directamente con la especificación) y por el manejo y uso de la herramienta.

Para solucionar el problema mencionado, se recomienda el uso de prensas hidráulicas, que proporcionan una mayor precisión ante variaciones de la presión de ensamble, y la aplicación de los herramientas con apoyo en superficies relacionadas con la especificación de profundidad de ensamble y con limitadores para asegurar esa medida.

#### Verificación de Variación antes y después del Soldado

Después de haber observado la operación de ensamble, se analizó la influencia de la operación de soldado en la variación radial de la rueda por medio de muestreos, antes y después de la operación antes mencionada.

En las gráficas 1 a 4, se presenta el comportamiento estadístico de una muestra de 104 elementos. Se analizó la variación radial anterior (gráficas 1 y 3) y la variación radial posterior (Gráficas 2 y 4), antes y después de la operación de soldado.

Se escogió la rueda Volkswagen Sedán, por estar próxima a un cambio de especificaciones en variación radial, de 1.25 mm a 0.5 mm, y así el análisis sirve también para conocer el comportamiento actual del proceso respecto a la nueva especificación.

## Discusión

En las gráficas 1 y 2 se puede observar una media de 0.6 mm. aproximadamente, con una desviación estandar de 0.16 mm.

El porcentaje que se encuentra abajo de 0.5 mm es del 22% en ambos casos.

Comparando las gráficas 1 y 2 con las número 3 y 4 se nota - una gran semejanza de los valores de la gráfica 3 con los de la - gráfica 1 y un cambio más apreciable entre las gráficas 2 y 4 (El porcentaje abajo de 0.5 mm. se redujo al 5%).

Sin embargo, luego de hacer otras observaciones, se pudo concluir que el cambio de variación radial en esta operación tiende a ser despreciable (Como se muestra en las gráficas 1 y 3).

Finalmente, en esta etapa del proceso, no se recomienda algún cambio con el objeto de mejorar la variación radial de la rueda.

### 3.5 Centros

#### Detección de puntos críticos en el proceso

El proceso típico de fabricación de un centro se enlista a continuación:

Corte de tira en cizalla  
 Corte de Blank, formado de burbuja y punzonado central  
 Preformado  
 Formado total  
 Formado de Nupas  
 Punzonado de agujeros de birlos y ajuste diámetro piloto  
 Punzonado de ventanas

Después de observar el proceso de manufactura de centros, se detectaron dos operaciones como las más críticas.

#### Formado total

Punzonado de agujeros de birlos y ajuste del diámetro piloto.

El formado total es una operación crítica para el control de variación radial, ya que en ésta se da la forma definitiva a las cejas del centro; la operación de punzonado de agujeros de birlos y ajuste del diámetro piloto es claramente crítica por que es respecto al círculo piloto; en donde se toma la referencia para verificar la variación radial.

#### Muestreos

Ya se ha comentado en la parte dedicada a ensamble, el problema relativo a los dispositivos de verificación, por lo que -- aquí sólo se remarca que los defectos son semejantes.

En esta sección, se efectuó un muestreo del centro (Gráfica 5), VW Sedán antes de que se efectuara una modificación a la herramienta de punzonado de agujeros de birlos y en lo que se puede apreciar que aunque para la especificación a 1.25 mm. de variación radial, el proceso presenta buena habilidad, pero ésta es mala para una especificación de 0.5 mm.

## Maquinaria y herramientas en centros

La maquina en la línea de centros consiste de prensas (Hidráulicas, mecánicas de biela) en diferentes estados y edades, - que van desde malos estados hasta aceptables, pero después del análisis de las operaciones, la precisión que puedan dar las máquinas, no se consideró tan importante como la precisión que se puede obtener de esas mismas máquinas por medio de las herramientas.

La razón es la siguiente; si se observa la sujeción de - las herramientas, se puede notar que para un trabajo de precisión (Como el que se requiere para las nuevas especificaciones de variación radial), no sería de gran ayuda la precisión de la máquina, ya que las herramientas no son integrales ni al cuerpo de la prensa ni a la cortina; en cambio, si pueden tener guías integrales (herramientales)- Se observo la falta de estos postes guía antes mencionados, en herramientas de formado total, la cual se considerará crítica para la variación radial.

### Discusión

Se ha analizado en esta sección el proceso y se encontrarán dos operaciones críticas para la variación radial, después de un muestreo, el proceso parece estar controlado para la especificación 1.25 mm., pero no es de ninguna manera hábil para la especificación de 0.5 mm.

Al analizar el estado de maquinaria y herramientas, se considera de primordial importancia el estado de las herramientas y no tanto así el de la maquinaria; se percibe la falta de postes guía en herramientas de formado total, una de las operaciones -- críticas para la variación radial.



### 3.6 Arillos

#### Detección de puntos críticos en el proceso

El proceso típico de fabricación de un arillo se enlista a continuación:

Corte de Blank en cizalla  
 Enrollado de Blank  
 Soldadura de Tope  
 Rebabeado de Soldadura  
 Preformado (abocinado)  
 Recorte de Bordes de Soldadura  
 1er. Rolado  
 2do. Rolado  
 3er. Rolado  
 Calibrado de prensa  
     - Expansión  
     -Comprensión  
 Punzonado de agujeros de válvula  
 Eliminar filos en agujeros de válvula

En las líneas de arillos se consideraron dos grados de importancia en las operaciones críticas para la variación radial. Los que se considerarán críticos de grado secundario son:

Corte de blank en cizalla  
 Preformado (abocinado)  
 Operaciones de rolado

El corte de Blank se considera importante porque es en esta operación, en donde se dimensiona el blank y principalmente su longitud, ya que está relacionada directamente con el diámetro exterior que tendrá el arillo. Así como la longitud del Blank tiene la importancia mencionada, en forma semejante la operación de preformado es importante para controlar, junto con las operaciones de rolado, los diámetros del asiento de la llanta; de buen grado de importancia, es la operación del 3er. rolado por que se dá en ésta el perfil definitivo del arillo, siendo críticas las relaciones que quedan entre el diámetro de la superficie de soldado y los diámetros del asiento de la llanta, lo que convierte a esta -

ESTA TESIS <sup>79</sup> NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

herramienta, en una herramienta de precisión.

La operación que se considera crítica de grado primario es la de calibrado, tanto por expansión como por compresión ya que una mala operación en este punto anularía todo el buen trabajo que se pudiera realizar en las operaciones anteriores.

Es indiscutible la precisión que se exige para esta herramienta de calibrado, por lo que es obvio que es necesario un -- mantenimiento y vigilancia excesivos.

También se observó en la práctica no recomendable, calzar los limitadores de la carrera de la cortina, razones de tener tantas variaciones entre una producción y otra usando las mismas herramientas, ya que sólo se compensa el desgaste en lugar de reparar la herramienta periódicamente.

#### Muestrcos

Inicialmente se considero importante verificar la influencia de las variaciones en el espesor de la lámina, en la variación radial.

En la gráfica No. 6 se tiene el comportamiento de una muestra de 84 elementos de lámina para arillo VW Sedán, en la que el 4% probable está bajo la especificación, sin embargo, se observa una desviación estandar pequeña (0.06 mm).

No se hicieron muestreos más amplios por verificación para otros números de parte, ya que las variaciones no son de consideración.

En otro muestreo más amplio por verificarse, que sirve de comparación, se verificó la variación de espesores en el arillo y se comprobó que la dispersión se reduce a 0.02 mm. de desviación estandar por efectos de planchado que sufre la lámina en los rolados (Gráfica No. 7).

Finalmente en las gráficas 8 y 9, se presenta el comportamiento de variación radial de una muestra de 106 elementos, en los que al verificar las variaciones de espesor en un sólo arillo dentro de la zona del asiento de la llanta, no se observó influencia del cambio de espesor, el cuál se presenta más bien en el lado anterior y posterior del arillo.

#### Maquinaria y herramientas en arillos

Como se mencionó en el procedimiento de análisis, al no existir un control estadístico de la maquinaria, se mencionan las diferencias observadas directamente.

Al igual que en la parte dedicada a centros, no se atribuye a la maquinaria una influencia importante en la variación radial sino más que nada a las herramientas, y esto se puede comprobar con el hecho de que actualmente se obtienen arillos con variación menores a 0.3 mm., mientras que otros apenas tienen promedios de 0.5 mm.

Esto es un índice claro de que no existen programas establecidos de mantenimiento de herramientas.

#### Discusión

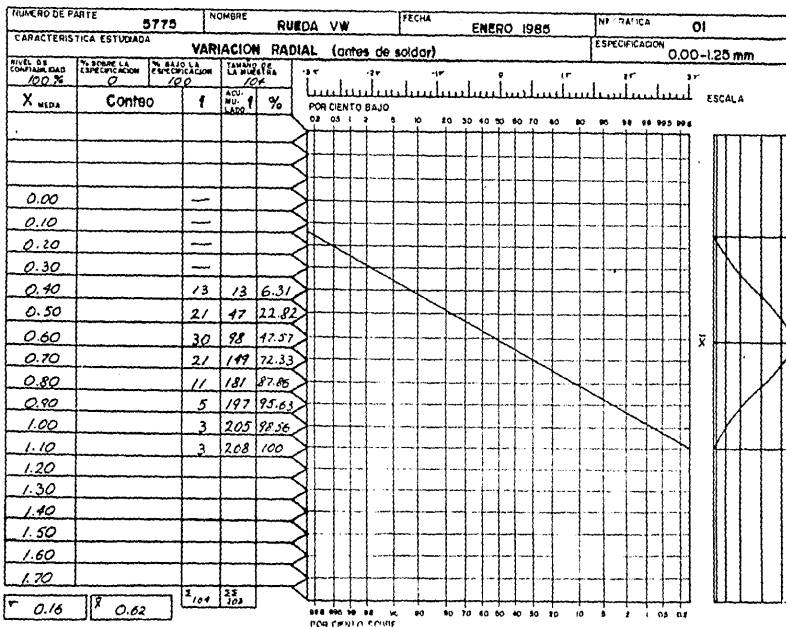
Después del análisis de la línea de arillos, y prestando la atención a las operaciones de corte de blank, preformado y rolado, se denota como punto fundamental para controlar la variación radial la operación de calibrado y específicamente dependiente del estado de la herramienta; como apoyo a esta postura, se presentan muestreos de la rueda Caribe y la rueda VW Sedán (Gráficas 10, 11 y 12).

También se analizó la operación del punzonado de agujeros de válvulas así que se verificó la variación radial anterior y posterior a ésta operación.

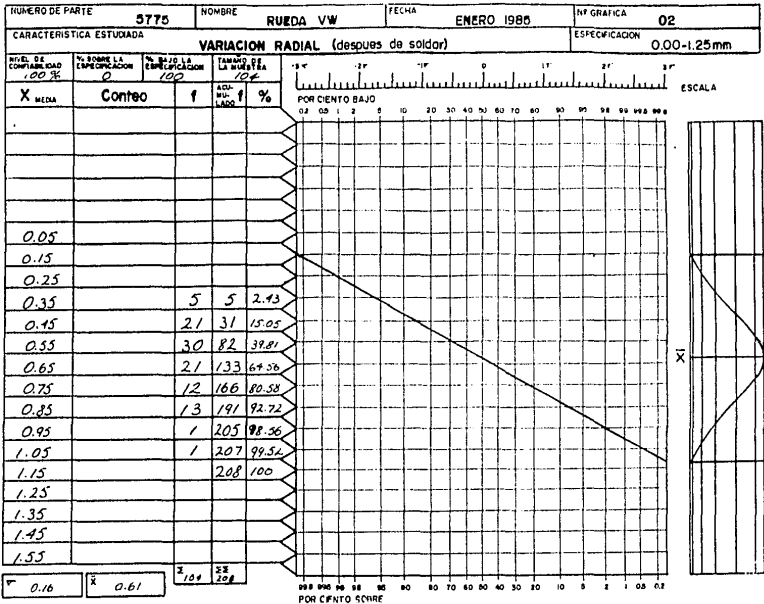
En las gráficas 13 y 14, se pueden observar promedios iguales con la diferencia de 0.002 mm., aún menos que en las anteriores 13 y 14, y la dispersión varió de una manera tan pequeña que la diferencia es despreciable.

Por la contundencia de los resultados obtenidos en el mues  
treo, se puede concluir que la operación de punzonado de agujero de válvula, no tiene alguna influencia apreciable en la varia  
ción radial del arillo.

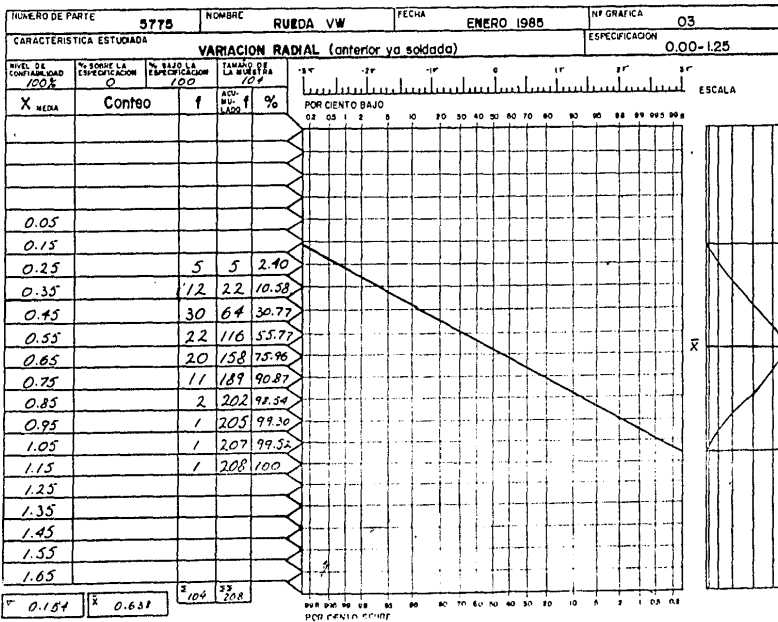
## ANALISIS DE DISTRIBUCION



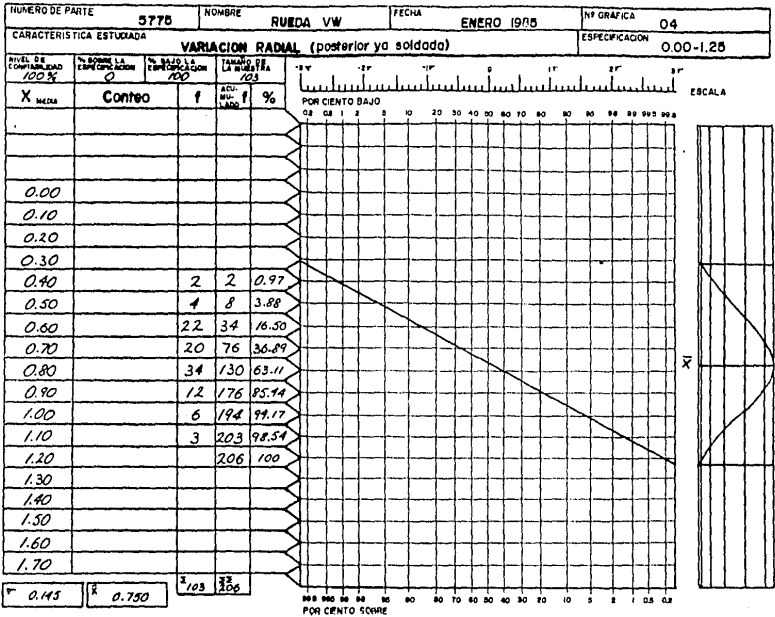
### ANALISIS DE DISTRIBUCION



## ANALISIS DE DISTRIBUCION

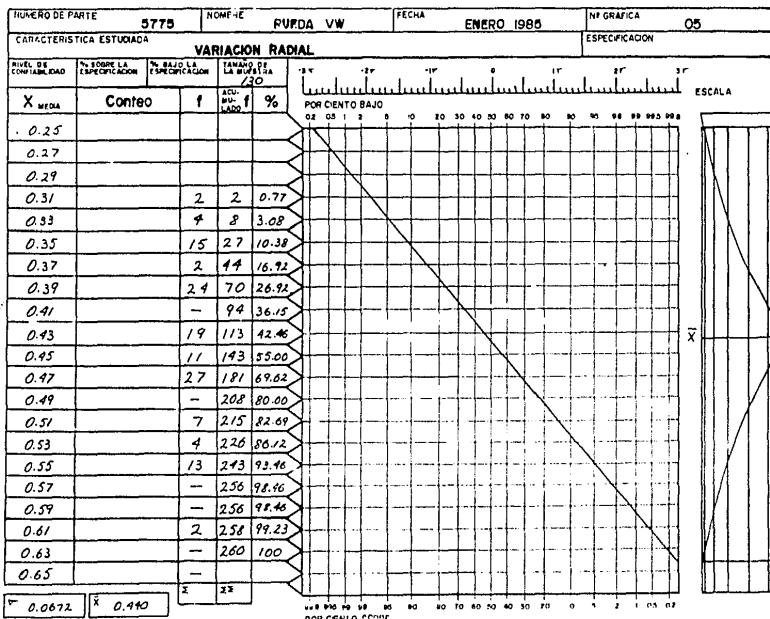


## ANALISIS DE DISTRIBUCION

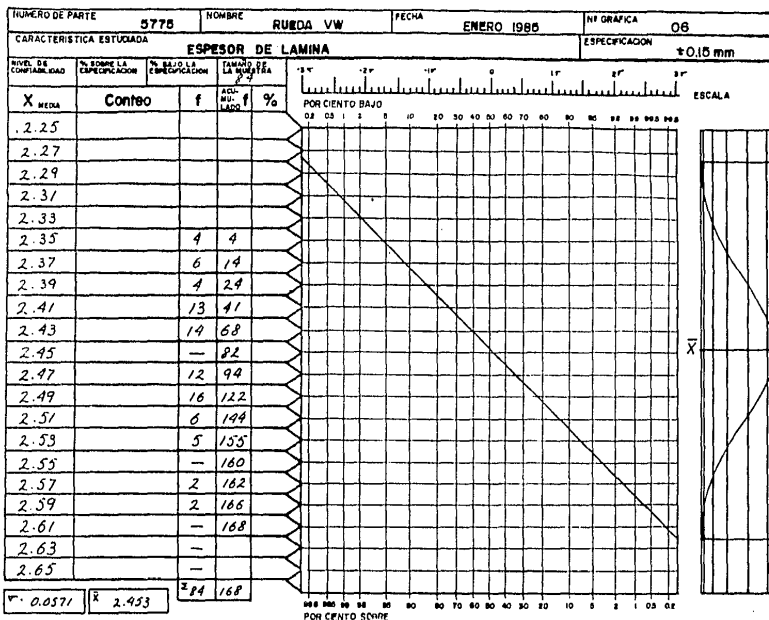




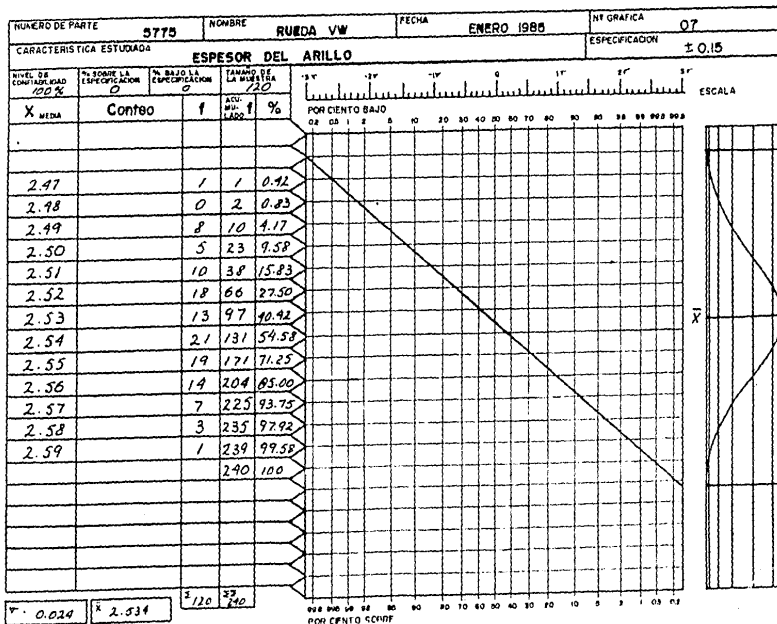
## ANALISIS DE DISTRIBUCION



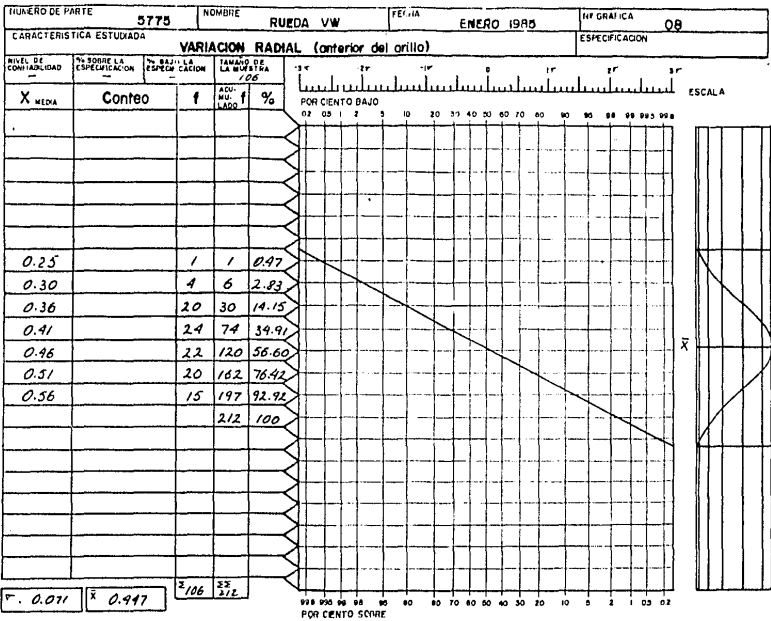
## ANALISIS DE DISTRIBUCION



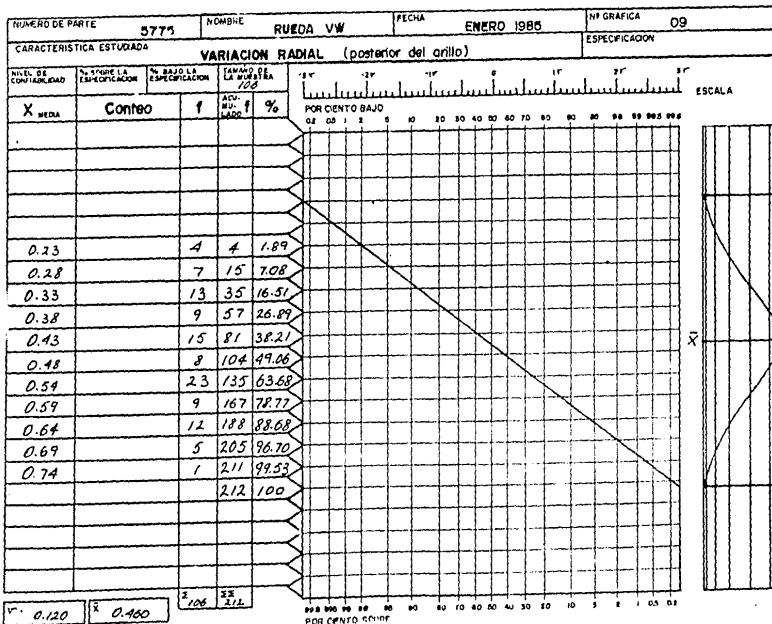
## ANALISIS DE DISTRIBUCION



## ANALISIS DE DISTRIBUCION



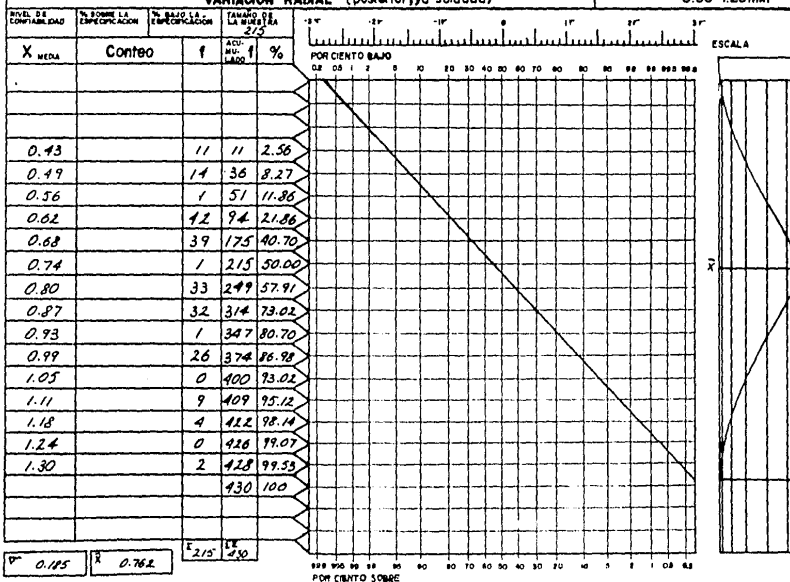
## ANALISIS DE DISTRIBUCION





## ANALISIS DE DISTRIBUCION

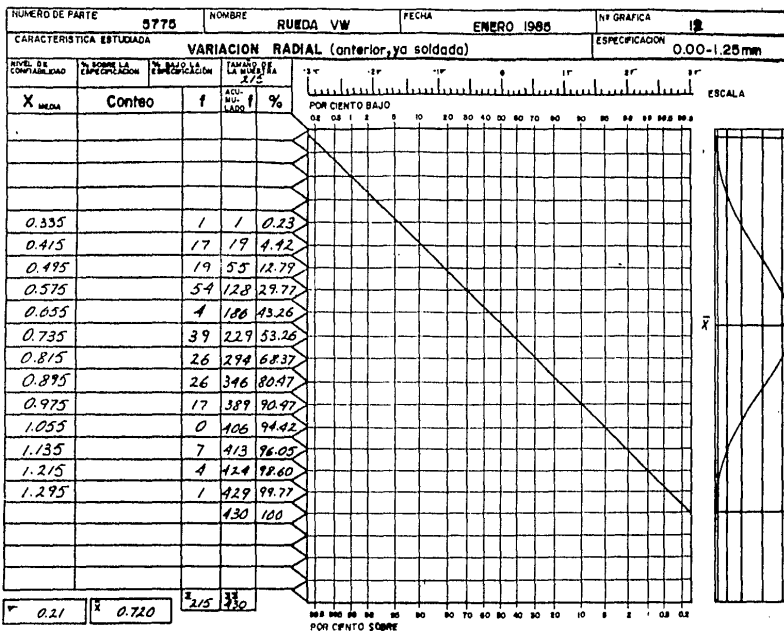
NUMERO DE PARTE <b>5775</b>	NOMBRE <b>RUEDA VW</b>	FECHA <b>ENERO 1985</b>	NF GRAFICA <b>II</b>
CARACTERISTICA ESTUDIADA <b>VARIACION RADIAL (posterior, ya soldada)</b>			ESPECIFICACION <b>0.00 -1.25mm</b>



$\sigma^2$  0.185      $\sigma$  0.762  
 $E$  2.15      $LE$  430

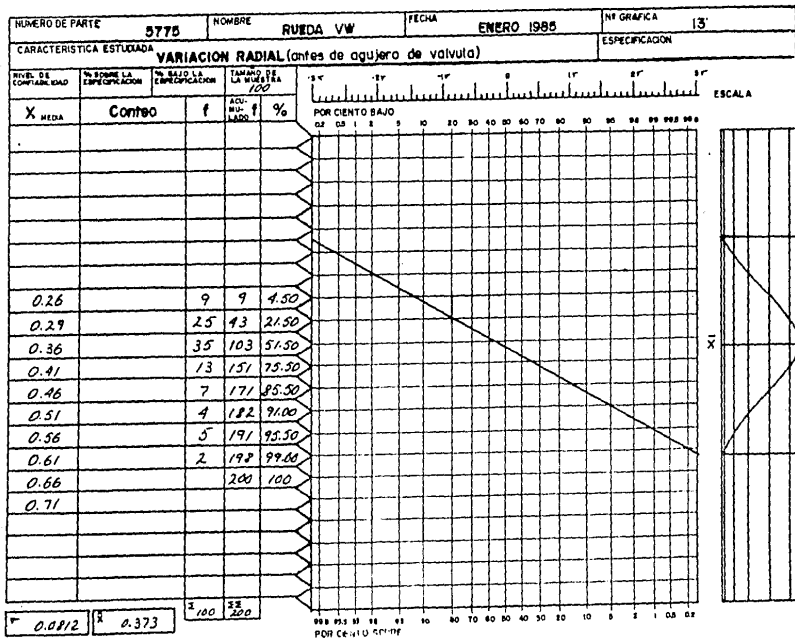
POR CIENTO SOBRE

## ANALISIS DE DISTRIBUCION



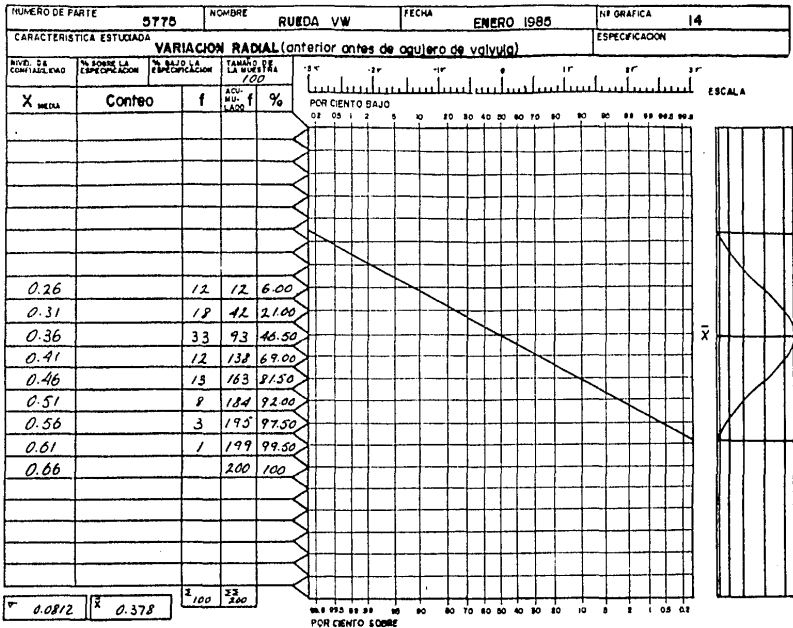


## ANALISIS DE DISTRIBUCION

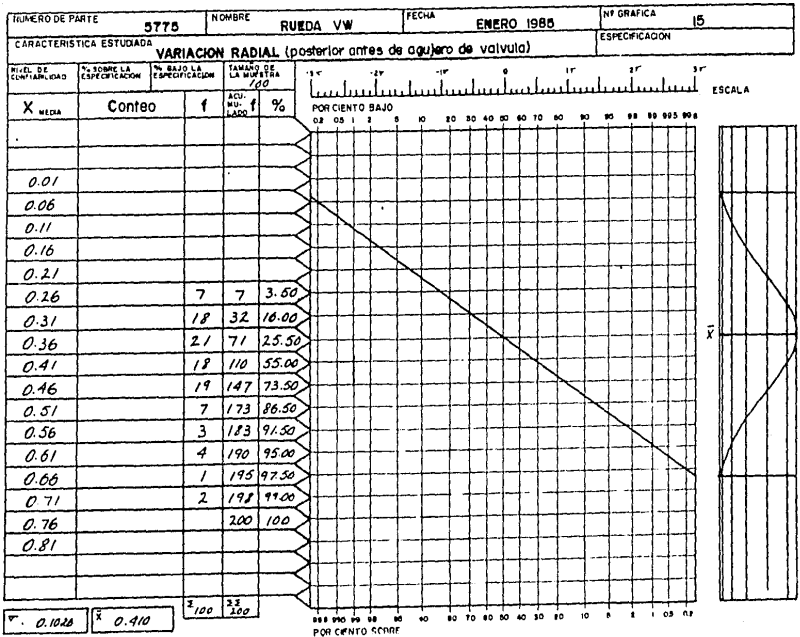


0.0812    
  0.373

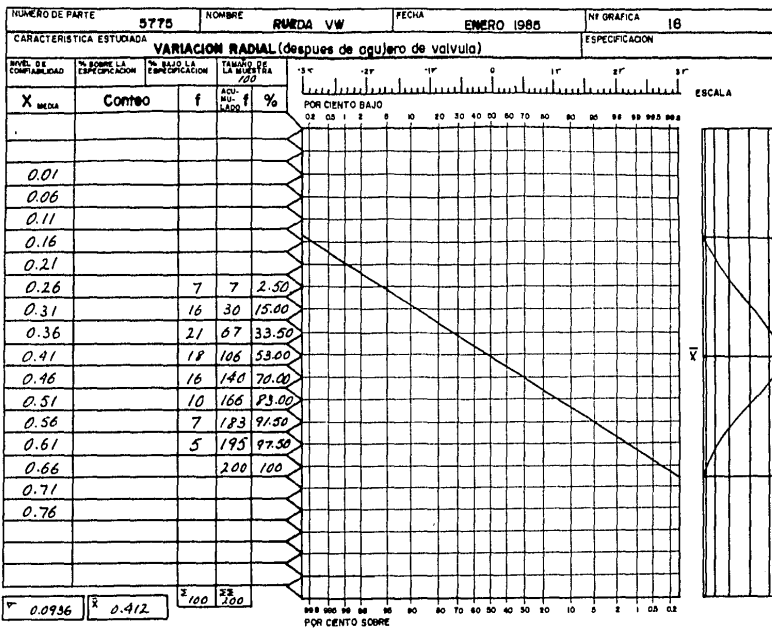
## ANALISIS DE DISTRIBUCION



## ANALISIS DE DISTRIBUCION



### ANALISIS DE DISTRIBUCION



## CAPITULO IV. MEJORAS PROPUESTAS

Tomando como base los conocimientos adquiridos a lo largo de la observación minuciosa del proceso, he tratado de proponer una serie de mejoras tanto a la maquinaria, como a los herramientas o instrumentos.

De ninguna manera se trata de mejoras de variación radial, por medio de una serie de inversiones en maquinaria y equipo, que no podrían ser rentables, y no se justificaría la mejora de este punto específico, debido a que la rentabilidad del proyecto sería muy baja.

Esta tesis está enfocada a mejorar la calidad de éste producto que es de suma importancia, ya que nuestro sistema mundial actual de transportación se basa en la utilización masiva de vehículos que se desplazan por medio de ruedas motrices, tanto para el uso colectivo como para el uso individual, y esto nos demuestra la trascendencia que podría tener cualquier mejora por pequeña que ésta sea dentro del ramo automotriz.

## 4.1 Descripción general del proceso propuesto

OPERACION	CENTROS	
	PROCESO TIPICO	PROCESO PROPUESTO
10 Blank y burbuja	Alimentación manual	
	Lubricación manual y fijación con topes	Spree automática, - dispositivo automático pistón uñas.
	Salida del material manual	Tope fantasma, guía da por primer operador.
	Transporte por canal	Transportador mecánico.
	Activador a 2 manos	Cortina automática
	Corte recto	Corte en cizalla
	Diámetro piloto real	Diámetro piloto ligeramente menor.

20	Preformado	Alimentación Manual	Anillo de concen- tricidad
30	Formado	Lubricación Manual	Lubricación auto- mática anillo de calibración
40	Punzonado de ventanas	Fijación manual	Guías
50	Corte de Cejas	Extracción manual	Extracción auto- mática por pala
60	Birlos	Diámetro real de birlos	Diámetro ligera- mente menor de - birlos y calibra- do final.
<b>ARILLOS</b>			
		<b>PROCESO TIPICO</b>	<b>PROCESO PROPUESTO</b>
10	Corte de longi- tud	Alimentación manual a cizalla	Corte de mínimo ra- surado y utilizar opresor contra guía para asegurar per- pendicularidad (An- gularidad entre ro- dillos)
15	Marcado		Implementación de - rodillos con fecha, lote, etc.
20	Enrollado	Alimentación manual	Alimentador por ro- dillo.
30	Soldadura	Alimentación manual	Implementación de - navaja y guardas
40	Rebabeado	Ajuste de abertura manual	Uso de plantillas
50	Recorte de exceso de sol- dadura	Operación manual, ajuste manual	Dispositivo de cor- te
60	Preformado	Alimentación a prensa manual	Automatización carga y descarga localiza- dor del arillo.
		Alimentación manual	

70 1° Rolado 2° Rolado 3° Rolado	Alimentación manual	Cargadores automáticos lubricación a chorro, modificación de rodillos para agrandar arillos.
100 Calibrado	Alimentación manual	Cargador automático.
110 Punzonado agujero de válvula	Prensa de alimentación manual	Troqueladora montable en transportador.
120 Eliminar filos agujero de válvulas	Prensa de alimentación manual	

#### ENSAMBLE

OPERACION	PROCESO TIPICO	PROCESO PROPUESTO
10 Lavado		
20 Prensa de ensamble	Ensamble de centro y arillo	Buen diseño de herramientas
30 Verificación variación radial	Dispositivos no confiables	
40 Soldadura		Soldadura por arco eléctrico o fusión
50 Prensa de calibración		Mandrilado de diámetro piloto
60 Prensa de birlos		Punzonado de birlos
70 Verificación variación radial y axial		Verificación 1° armónica

#### ACABADOS

OPERACION	PROCESO TIPICO	PROCESO PROPUESTO
10 Lavado		Tinas de lavado
20 Pintura primaria		Equipo de pintura
30 Horneado		Horno de secado

40 Pintura final

Pistolas de  
pintura

50 Horneado final

Horno de se-  
cado



#### 4.2 Recomendaciones de diseño

- 1.- Repetibilidad : Todas las operaciones deberán ser guiadas por cuatro postes. Todos los puntos de apoyo deben estar rectificadas; platinas - (superior o inferior) del portatroquel -- (zapatas), sufrideras en el caso de ser - utilizadas, platinas de la prensa y cortina, aumento de la platina superior.
- 2.- RIGIDEZ: La platina inferior del portatroquel deberá tener 4" mínimo de espesor. Las 4 tazas de los postes deben ser de bonce. Algunas consideraciones importantes, que deben ser tomadas en cuenta para disminuir el trabajo de la prensa son:
- a) Dar ángulo de corte a punzones y cortadores
  - b) Permitir la salida del aire atrapado - al cierre del dado.
  - c) Darle ángulo de salida en tazas al material cortado
  - d) Amortiguar el golpe en el troquel
- 3.- POSICIONAMIENTO: Las platinas deberán tener un escalón a - 45° en cada esquina para facilitar el uso de mordazas y restringir su movimiento.
- 4.- MANTENIMIENTO Y SERVICIO: El portatroquel debe contar con una barra auxiliar, que una macho con hembra, de tal forma que se facilite su movimiento de un área a otra, ya sea por montacargas o grua viajera. Se debe considerar todos los puntos de lubricación del troquel en el diseño. facilitando la lubricación - en la operación, por ejemplo venas de lubricación en postes y bujes, lubricación automática por medio de spreas en cada ciclo de la prensa. Especial consideración se deberá tener con el uso de sistemas de amortigua--

ción. Este podrá ser por seis cojines de -  
aire, cilindros neumáticos o por resortes.

La vida de las herramientas dependen en gran parte del buen funcionamiento de estos sistemas, como medida preventiva se recomienda -- trabajar al 30% de su carga máxima.

Se debe considerar la reflexión del material permitiendo a las platinas moverse en un rango de 0.020 y 0.030 pulgadas.

**5.- AJUSTE RAPIDO:** El portatroquel debe ser trasladado a la -- prensa como una sola pieza. Montarse en la - prensa, afianzarla a la platina inferior por medio de mordazas y por último abrir mi troquel. Para garantizar su inmediata utiliza-- ción es indispensable que la última pieza producida haya sido evaluada, corrigiendo el troquel en el taller. Para que esa última pieza sea representativa, es necesario que exista repetibilidad en el proceso. Es recomendable que las platinas de los portatroqueles tengan dimensiones estandarizadas.

**6.- PRECISION:** En el centro una de las dimensiones críticas es el diámetro exterior, el cual se obtiene en las primeras operaciones. En la primera - operación se corta la lámina y se embute formando una semiesfera o burbuja, para lograr - que fluya el material se cortan cuatro, llama dos tragos, lo que provoca a su vez la existencia de cuatro salientes o cejas. Estas cejas van a determinar el diámetro exterior del centro, su configuración final va a estar dada en las siguientes dos operaciones; Preformado y - formado. En este par de operaciones se aplica un nuevo concepto de diseño el cual consiste - en:

- a) Mediante un anillo de concéntrica se calibran las salientes y los tragos pro vocando un ligero desplazamiento de los tragos hacia el interior del centro, es to se lleva a cabo en la segunda operación.
- b) En la tercera operación se hará un reca librado a las salientes mediante un ani llo con bloques ajustables, dejando li- bres a los tragos de tal manera que el material fluya hacia éstos eliminando - así la recuperación de forma del mate- rial y asegurando la dimensión del diá- metro exterior.

II. Una segunda restricción es que el diámetro exterior sea concéntrico con el - diámetro piloto y este a su vez con el círculo de birlos, la diferencia de radios que exista entre estos círculos se le denomina variación radial.

El diámetro piloto se punzona en la pri mera operación y es calibrado en la se- gunda. En la tercera operación es utili zado para operaciones subsecuentes. Los birlos son punzonados en la última ope- ración haciendo referencia en el piloto, siguiendo este proceso se obtendrán cen- tros con variación radial máxima de 0,8 mm Para poder reducir esta especificación - se tendrá que modificar el proceso. Esta modificación consiste en:

- 1° El diámetro piloto se punzará 0.5mm más pequeño.
- 2° De igual manera los agujeros de birlos serán punzonados más pequeños.

- 3° Una vez ensamblado el centro con el arillo se le dará un calibrado final por medio de una prensa circular. Haciendo referencia en el diámetro exterior de la rueda, se maquina a dimensión final el diámetro piloto.
- 4° En la última operación, se hará referencia en el diámetro piloto verdadero y se punzonarán birlos.

El centro se ensambla al arillo en una prensa y después se solda, se utilizan dos procesos de soldadura.

- a) Soldadura por arco en gas inherente
- b) Soldadura por fusión. Para poder soldar automáticamente con arco, es necesario que la antorcha siempre haga contacto en un mismo plano. Solamente se logrará esta condición si las cejas son cortadas en un mismo plano. La utilización de esta herramienta de corte, un buen ensamble y una soldadura de arco automática, eliminan la operación manual.

#### 7.- PRODUCTIVIDAD:

Producir más con menos esfuerzo, dentro de especificaciones internacionales. La implementación de las mejoras propuestas, se verá restringida a las características individuales de cada prensa, estas características son:

- a) Capacidad de tonelaje
- b) Carrera
- c) Golpes por minuto
- d) Rango de apertura entre platinas
- e) Distancia entre bastidores

Se recomienda tener prensas de semejantes características para obtener flexibilidad en el proceso.

### 4.3 Mejoras de Maquinaria

#### Proceso de manufactura de centros

**Lubricación Automática:** En las prensas es necesario lubricar el herramental para asegurar una longevidad mayor a los herramientales y a la misma prensa, por esto es necesario que cada carrera de la prensa se le aplique una cantidad de aceite lubricante.

La lubricación automática consiste en un sistema de pistón que va fijado a la prensa con una especie de uñas que sirven para subir y bajar el pistón, de manera que cuando el pistón suba se cargue de aceite lubricante, y cuando el pistón baja descargue este aceite por medio de una sprea dosificadora.

**Cortina automática:** Para asegurar que el operador al accionar la prensa no tenga ningún accidente en el manejo de cargar o descargar la pieza en proceso, se recomienda utilizar un sistema de protección, el cual consiste en una barra soldada a la prensa y una cadena que pase por unas poleas que impedirán al operador meter las manos a la prensa en el momento del golpe. Esta cadena a su vez tendrá barras soldadas que funcionen como una persiana y así evitarán muchos accidentes ocasionados por el descuido del operador.

**Extracción automática:** Para ayudar al operador y disminuir el número de empleados que trabajan en una migrama prensa, si la operación así lo requiere se puede implementar un sistema de extracción automática de la pieza. Este sistema consiste en un par de barras articuladas

que están unidas a la parte superior de la prensa y por la parte media del martinete de manera que cuando el martinete esté arriba la pala de extracción, recoja la pieza que ha sido botada del herramental por una barra de golpeo.

#### Proceso de manufactura de arillos

**Rodillos de control:** Consisten de sellos integrados a los rodillos con la finalidad de utilizarlos en el proceso para tener un control más adecuado en la producción de las ruedas de acero ya que es necesario tener datos en la pieza como pueden ser, fecha, No. de pieza, No. de Lote, etc.

**Rodillos de Alimentación:** Estos rodillos sirven para alimentar a la máquina roladora y asegurar que la lámina esté totalmente plana, para así poder facilitar las operaciones subsecuentes del proceso.

#### Proceso de ensamble

**Mandrilado del diámetro:** Esta operación consiste en la calibración del ensamble del arillo y el centro.

Se utiliza una prensa circular que tiene la función de calibrar la pieza y además maquinar el diámetro piloto tomando como referencia el diámetro exterior de la rueda de acero.

Esta operación asegura una disminución en la variación radial y funciona con un piñón que sube la pieza a la prensa y acciona la máquina de tal manera que al mismo tiempo de calibrar el ensamble, mandrila el diámetro piloto que posteriormente se

tomará como referencia para punzonar los agujeros de birlos.

**Punzonado de Birlos:**

Esta operación es una de las más importantes, ya que debido a la variación radial que se presenta por una desviación en el círculo de birlos, es necesario tomar como base el círculo piloto que anteriormente en la operación de mandrilado se hizo, tomando como referencia el círculo exterior. La prensa que se utiliza para esta operación, no necesita ser de gran tonelaje, pero sí de gran precisión y sobre todo sin descuidar el diseño de los herramientas.

#### 4.4 Mejoras en Herramentales

##### Proceso de Manufactura de Centros

**Corte en cizalla:**

Una de las recomendaciones más importantes que hay que tomar muy en cuenta, es el corte en cizalla de la pieza. Este corte es necesario para facilitar el trabajo y duración de la prensa, así como también, la precisión de las piezas manufacturadas. Por medio del diseño correcto de los ángulos de corte en los punzones del herramental, se podrán obtener una serie de ventajas que darán un mejor control y reducirán la variación radial.

**Tazas de bronce:**

Dentro de las recomendaciones generales de diseño para todos los herramentales que se utilizan en las operaciones del proceso de manufactura de centros, es la implementación de las tazas de bronce-

Estas partes del herramental sirven como guías para los postes y la razón por la cual deben ser hechas de bronce, es porque este metal reduce la fricción que pueda haber entre las tazas y los postes, disminuyendo el desgaste y aumentando la vida probable de la prensa utilizada.

**Postes guía:**

Esta es una parte importante de los herramentales y consiste en la colocación de --postes en cada una de las esquinas de las platinas superiores e inferiores dependiendo del caso. Los postes sirven como guía -- junto con las tazas de bronce para asegurar el buen acoplamiento de los herramentales y de esta manera obtener una mejor precisión en la pieza.



**Anillo de concetricidad:** Esta parte del herramental consiste en una especie de anillo que va a tener la función de atacar los tragos, es decir, - hunde o dobla los tragos de tal manera que asegura la perpendicular de las cejas con el asiento de birlos en los centros, para poder mejorar así el ensamble de la rueda.

**Anillo de Calibración:** En esta operación se utiliza como herramen tal un anillo que sirve para meter en dimen siones al círculo exterior del centro, así como también para mantener a las cejas en condiciones idóneas para asegurar la super ficie de soldado con el arillo. Este anillo dobla las cejas hacia el interior pero con servando un ángulo de  $90^\circ$  entre la cama de asentamiento y las cejas del centro y de es ta manera controlar la variación radial y - axial de la rueda.

**Sujetación de platinas:** La sujetación de las platinas del herramen tal, es de suma importancia ya que en el -- momento del impacto de la prensa, esto redu ce una vibración bastante considerable, y - para esto es necesario que cada platina ten ga un corte a  $45^\circ$  en cada una de las esqui nas para que junto con unas mordazas monta das en la prensa, puedan evitar el movimien to de los herramentales y de esta manera -- conservar la precisión en un número determi nado de golpes.

#### Proceso de Manufactura de Arillos

**Navajas y Guardas:** En la operación del soldado del arillo es ne cesario calibrar la distancia de los electro dos para asegurar que el arco eléctrico que se produce, solde el arillo dentro de especi ficaciones. Se propone que se utilice una es pecie de navaja para calibrar esta distancia

y unas guardas que estarán acopladas a la máquina protegiendo a la pieza y al operador.

**Plantillas de ajuste:** La máquina cortadora de las rebabas de la soldadura, es necesario ajustar los buriles que están montados por tercias. El primer buril sirve para desbastar, el segundo para maquinar y el tercero le da un acabado a la pieza. Se recomienda utilizar plantillas de ajuste que facilitarán la calibración de los buriles.

**Dispositivo de Corte:** El momento en que la pieza termina de ser rebabeada existe una pequeña rebaba o filo que se encuentra en las orillas de la pieza, para poder cortar esta pequeña rebaba que no es posible eliminar en la operación de rebabeado, es necesario implementar un dispositivo de corte, que consiste en un par de navajas o cizalla que accionadas por un pistón o cualquier otro mecanismo, corten estos filos.

**Herramental de calibrado:** Este herramental consiste en un mecanismo de presión por expansión, es decir, por medio de una prensa de poco tonelaje, se aplicará una presión del centro de la rueda hacia el exterior. El martinete de la prensa tendrá una especie de cono que penetrará y moverá hacia la parte exterior un juego de seis gajos que tienen la forma interior del arillo.

Los gajos constan de 2 partes, la interior y la exterior, con la finalidad de poder repararse y ajustarse por medio de lanas soldables entre las dos partes del gajo.

**Herramental de ensamble:** Este herramental consta de dos partes, la superior y la inferior. La parte superior es fija y tendrá la forma del centro y servirá como tope para meter el centro en la posición correcta antes de ser soldado.

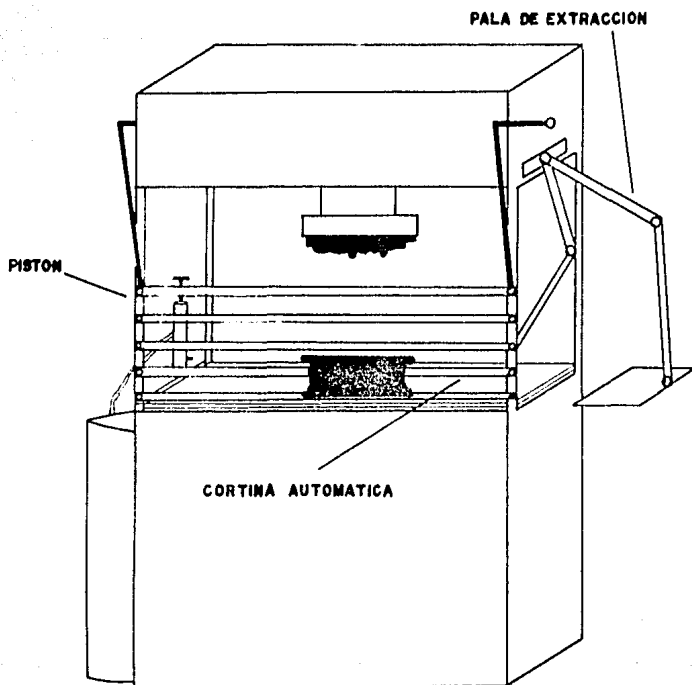
La parte inferior será la móvil, y es la que presiona al arillo contra el centro, de tal modo que se coloque en la posición correcta asegurando que la variación axial se encuentra dentro de parámetros o especificaciones aceptables.

**Calibración circular y mandrilado diámetro piloto:** En esta operación se utiliza una prensa de mediana capacidad, el herramental consiste en tres partes que son: cono, gajos y flecha de -maquinado.

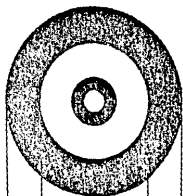
El cono tiene la función de cerrar y presionar los gajos contra la rueda y está acoplado al martinete de la prensa.

Los gajos deben de ser doce y son los que tienen la figura del arillo o sea de la -parte exterior del mismo. La flecha de maquinado se encuentra acoplada al martinete, y es la que maquina el diámetro piloto a las dimensiones finales.

El accionar la prensa el cono baja, presionando los gajos de la parte exterior a la central y después se accionará la flecha de maquinado disminuyendo de esta manera la variación radial y preparando la pieza para -el punzonado de los agujeros de los birlos.



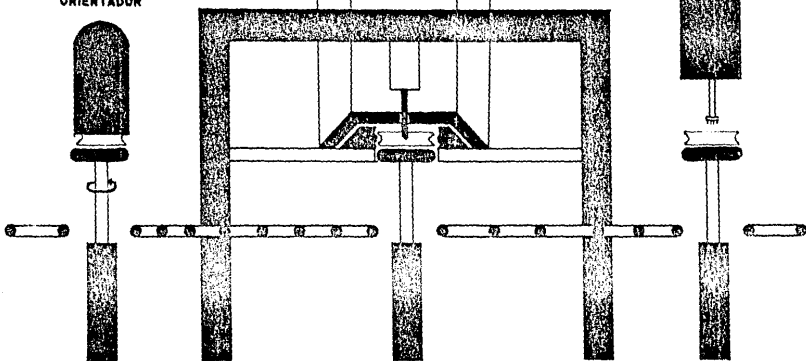
PRENSA CIRCULAR DE CALIBRACION



PRENSA DE BIRLOS

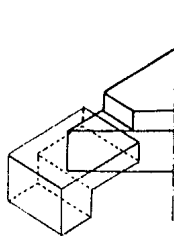
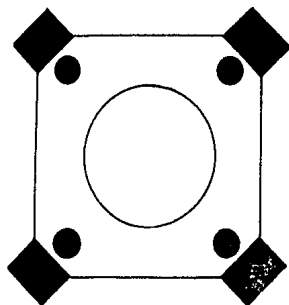


ORIENTADOR

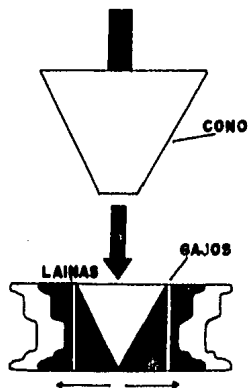


## TAZAS, POSTES Y MORDAZAS

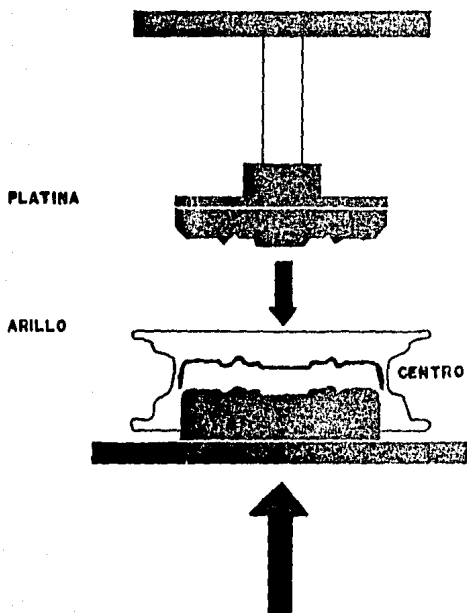
115



## HERRAMENTAL DE CALBRADO



# HERRAMENTAL DE ENSAMBLE



## CAPITULO V. CONCLUSIONES

Este trabajo de tesis ha tenido el objetivo principal de tratar uno de los problemas más importantes dentro de la industria automótrix a nivel mundial, ya que aunque la variación radial es uno de los fenómenos ocurridos más frecuentemente en cualquiera de los vehículos automotores de cualquiera de nosotros y en cualquier parte del mundo, es también casi totalmente desconocido.

Partiendo del hecho que el sistema de transportación ya sea de carga, turismo, de competencia, de transporte público, etc.; es definitivamente el factor más importante para el desarrollo de la economía mundial, como ya se ha visto en el Capítulo I, en el que se ha tratado de hacernos ver la importancia de cualquier mejora que se pudiera obtener en la mecánica del automóvil.

La rueda ha sido sin duda alguna el invento más importante en la historia de la humanidad, ya que desde el principio de su descubrimiento ha dado lugar al desarrollo increíblemente fugaz de la economía de aquellos pueblos que tuvieron la gran visión de adoptar este gran descubrimiento técnico.

Fué así como la rueda comenzó a recorrer todos los rincones de la tierra dando lugar a los primeros vehículos que servían principalmente para transportar la carga de los poblados -- campesinos a las grandes ciudades.

El desarrollo de éstos primeros vehículos fué evolucionando a pasos agigantados, primero con la carreta tirada por bueyes, después aumentó la velocidad de éste medio de transporte al adoptar como animal de tiro al caballo, siendo éste un paso muy importante en el crecimiento del sistema de transportación.

Con el paso del tiempo la carreta fué transformandose hasta llegar a las suntuosas carrozas que llegaron a ser unas -- obras de arte.



El hombre llegó a un momento en el que debido a su gran ambición y talento le dió una fuerza motriz a estos vehículos con la máquina de vapor, éste vehículo sustituyó a los animales de tiro, ganando algo que era muy importante, grandes recorridos en menor tiempo.

La máquina de vapor fué evolucionando en muchas formas, hasta llegar al ferrocarril, que es aquí donde aparecen las primeras ruedas de acero, que al rodar sobre las vías hechas del mismo material que la rueda, disminuían en mucho la fricción, dándole con ello una mayor eficiencia a la fuerza motriz.

Fué así como llegamos al clímax de la tecnología del siglo XX, " EL AUTOMOVIL ", y con la llegada de éste, que es sin duda alguna el principio de una nueva era, que diera comienzo a la evolución de todo un gran sistema de transportación, que influye directamente en la productividad, y con ésto obviamente en la economía de un país.

La rueda de acero es una de las partes básicas para el buen funcionamiento de los automóviles y por esto ha ido evolucionando paso a paso hasta llegar a ser de gran importancia en la industria automotriz.

El proceso de manufactura básico que se utiliza en la manufactura de las ruedas de acero, se puede dividir en cuatro partes principales que son:

- 1.- PROCESO DE CENTROS
- 2.- PROCESO DE ARILLOS
- 3.- PROCESO DE ENSAMBLE
- 4.- PROCESO DE ACABADOS

En el proceso de centros se comienza desde el corte de la lámina y va dándosele la forma requerida en diferentes operaciones hasta llegar a su forma final.

En esta primera parte del proceso se utilizan prensas de diferentes tipos y características, pero siempre por trabajo en frío del material.

En la segunda parte del proceso, se elabora el arillo, que es la parte de la rueda de acero que va a tener contacto directo con la llanta del automóvil, en esta parte también se utiliza el trabajo en frío, además de diferentes tipos de soldadura.

En el proceso de ensamble, se van a unir las dos partes de la rueda de acero por medio de una prensa y tal vez sea la operación más crítica del proceso. En la última parte del proceso básico, únicamente se le dan las características apropiadas, como son resistencia a las diferentes situaciones climatológicas.

Los materiales que se utilizan en la manufactura de las ruedas de acero son de suma importancia, ya que de esto depende que el producto final cumpla con las especificaciones marcadas por la ASOCIACION DEL RIN Y LA LLANTA (RTA).

La tecnología de la industria acerera, se puede decir que ha sido el apoyo fundamental para el desarrollo de las ruedas de acero.

El acero ha ido evolucionando de tal manera, que existe actualmente una gran clasificación, de acuerdo al contenido de carbono que tiene cada uno de ellos.

La variación radial es el parámetro más importante que se toma en cuenta, para que la rueda de acero cumpla con su objetivo principal, que es darle buena estabilidad al automóvil.

Al realizar un estudio en campo de cada una de las operaciones, de cada uno de los cuatro procesos básicos, es como realmente se puede obtener una visión más amplia y exacta, y así encontrar los puntos críticos del proceso.

En cada una de las operaciones es necesario contar con dispositivos de chequeo adecuados, así como también deben de encontrarse en óptimas condiciones de operación, deben de operarse lo más sencillo posible para que cualquiera de los operadores, aún cuando no cuenten con la experiencia adecuada -- sean capaces de realizar las mediciones lo más exacto posible.

La maquinaria así como los herramientas que se utilicen en las diferentes operaciones, deben de encontrarse en condiciones adecuadas para que la precisión del golpe no afecte en gran escala el troquelado de las piezas, es por esto que se deben de implementar planes de mantenimiento, por medio de programas para cada una de las máquinas, ya que de lo contrario será imposible obtener un producto terminado dentro de especificaciones, y que la variación radial y en ocasiones la variación axial se va agrandando conforme la pieza va pasando por las diferentes operaciones del proceso.

Las mejoras propuestas en ésta tesis tienen el objetivo de mejorar la variación radial, sin tener que proponer un proceso de manufactura totalmente diferente, ya que considero que únicamente con una serie de cambios en las secuencias del proceso, -- así como también en los diseños de los herramientas se puede conseguir que las especificaciones sean las correctas.

Debido a que el mercado mundial de las ruedas de acero ha ido evolucionando con gran rapidez, en la década de los 80's , ha sido necesario implementar la tecnología nacional para no salir del mercado, ya que en ésta época de crisis económica nacional ha sido necesario para la industria, mejorar fehacientemente la calidad de sus productos, para así poder competir a nivel mundial, y de esta manera fomentar las exportaciones y aumentar las divisas, para poder subsistir en el mercado de la industria automotriz.

## B I B L I O G R A F I A

"EL AUTOMOVIL" SALVAT EDITORES, BARCELONA 1973  
BIBLIOTECA SALVAT, GRANDES TEMAS.

"AUTOMOTIVE CHASIS AND BODY" FROUSE WILLIAM  
MC GRAW HILL, NEW YORK 1971

"SEMINARIO AMSA" MEXICO 1986  
ADITIVOS PARA VEHICULOS AUTOMOTORES

"RIM AND TIRE ASSOCIATION" HAND BOOK  
KELSEY HAYES, TOMO 1, TOMO 2, TOMO 4  
DETROIT 1984

"SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS"  
1974 HAND BOOK / SAE NEW YORK

"MANUFACTURA DE RINES LIGEROS PARA AUTOMOVILES"  
VICTOR MANUEL SORDO CALVA, MEXICO 1985  
TESIS INGENIERIA MECANICA ULSA  
1er. LUGAR PREMIO MAESTRO SALVADOR GONZALEZ RODRIGUEZ

"TECNOLOGIA DE LOS METALES" MALISHEV A. G. NIKOLAIEV  
MOSCU 1976

"THE CHEMISTRY OF THE METALLIC ELEMENTS" STEELE  
DAVID, EDITORIAL ALHAMBRA, MADRID

"STRUCTURAL DESIGN IN METALS" WILLIAMS CLIFFORD  
DAVID, RONALD PRESS, NEW YORK

"PROCESOS DE MANUFACTURA Y MATERIALES PARA INGENIEROS"  
DOYLE LAWRENCE, CARLA KEYSER, EDITORIAL DIANA, MEXICO

"PROCESOS DE MANUFACTURA" MYRIN L. BEGEMAN  
CIA. EDITORIAL CONTINENTAL, MEXICO

"SAE HAND BOOK 1981"  
TOMO I: MATERIALS  
TOMO II: PARTS AND COMPONENTS "WHEELS"