

1659

FACULTAD DE INGENIERIA

U. N. A. M.

DESCARTE

ANALISIS Y PRUEBAS ELECTROMECANICAS APLICABLES
AL MOTOR DE ARRANQUE EN LA
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Tesis Profesional

Que para obtener el título de

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

ROGELIO MUHLIA MELO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

AL ING. MAURICIO MERIKANSKAS B.

AL ING. JUAN J. MARTINEZ TEJADA.

A MIS MAESTROS.

A MIS AMIGOS.

A MI ESCUELA.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
Deppto. de Exams. Profs.
Núm. 40-
Exp. Núm. 40/214.2/1.-

Al Pasante señor Rogelio MUELIA MULO
P a s a n t e

De atención a su solicitud re -
lativa, me es grato transcribir a usted a continuación el
tesis que aprobado por esta Dirección propuso el señor pro
fesor Ingeniero Mauricio Karan L., para que lo desarrolle
como tesis en su examen profesional de Ingeniero MECANICO
ELECTRICISTA.

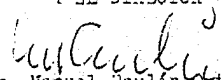
ANÁLISIS Y PRUEBAS ELECTROMECANICAS APLICABLES
AL MOTOR DE ARRANQUE EN LA INDUSTRIA
AUTOMOTRIZ

Capítulo I	GENERALIDADES
Capítulo II	OPERACION DEL MOTOR DE ARRANQUE
Capítulo III	PRUEBAS ELECTRICAS Y MECANICAS EN LINEAS DE PRODUCCION.
Capítulo IV	PRUEBAS FINALES Y FALLAS MAS FRECUENTES.
Capítulo V	CONCLUSIONES BIBLIOGRAFIA."

Después a usted tomar debida nota
de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de
Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo
mínimo de seis meses como requisito indispensable para
sustentar examen profesional; así como de la disposición de
la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido
de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la
tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente,

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 14 de Novbra. de 1969.
(EL DIRECTOR


Ing. Manuel Paulín Ortiz

MPO/MRO/eas

C A F I T U L O I .

GENERALIDADES.

CONSIDERACIONES HISTORICAS.

Ningún invento ha producido una revolución tan grande en la vida del hombre, como el automovil. A fines del siglo pasado aparecieron los primeros modelos y hoy - antes de un siglo, las fábricas producen miles de millones de automóviles.

Los automóviles modernos, son impulsados por motores de combustión interna y los primeros pasos en esta dirección se dieron en el siglo XVII; época en la que - algunos hombres de ciencia a quienes se les reconocen los primicios de la idea, hicieron experimentos con motores de explosión que funcionaban con pólvora, sin llegar a obtener resultados satisfactorios. Siguieron muchos ensayos, sin embargo, no es si no hasta 1860, cuando se inventó el motor de gasolina verdaderamente útil para usos corrientes y pocos años después, el Doctor Nicolas Otto logró llevar al uso práctico el ciclo de cuatro tiempos, fundamento para casi todos los motores modernos. Posteriormente Rodolfo Diesel, diseñó el motor que lleva su nombre.

En la actualidad, la mayor parte del transporte emplea el motor de gasolina, a pesar de ello, para cargas pesadas se utilizan cada vez más los motores Diesel; más costosos en fabricación pero de funcionamiento económico por consumir aceites pesados de mayor rendimiento, además el total del tonelaje por automovil representa un tonelaje superior al de todos los demás medios del transporte juntos.

En todas las grandes ciudades, flotas de autobuses facilitan el transporte - de una gran parte del público, sean particulares u oficiales: en las escuelas, en los importantes servicios municipales, en el correo, en los hospitales, en las industrias en los grandes almacenes, en el campo, etc.; todos ellos construidos convenientemente para desempeñar la función a la que estan destinados.

EMPLEOS Y NEGOCIOS CREADOS POR EL HOMBRE.

Además de facilitar en general las actividades en el hogar, el campo, la in-

CAPITULO I.

GENERALIDADES.

CONSIDERACIONES HISTORICAS.

Ningún invento ha producido una revolución tan grande en la vida del hombre, como el automóvil. A fines del siglo pasado aparecieron los primeros modelos y hoy - antes de un siglo, las fábricas producen miles de millones de automóviles.

Los automóviles modernos, son impulsados por motores de combustión interna y los primeros pasos en esta dirección se dieron en el siglo XVII; época en la que - algunos hombres de ciencia a quienes se les reconocen los primicios de la idea, hicieron experimentos con motores de explosión que funcionaban con pólvora, sin llegar a obtener resultados satisfactorios. Siguieron muchos ensayos, sin embargo, no es sino hasta 1860, cuando se inventó el motor de gasolina verdaderamente útil para usos corrientes y pocos años después, el Doctor Nicolas Otto logró llevar al uso práctico el ciclo de cuatro tiempos, fundamento para casi todos los motores modernos. Posteriormente Rodolfo Diesel, diseñó el motor que lleva su nombre.

En la actualidad, la mayor parte del transporte emplea el motor de gasolina, a pesar de ello, para cargas pesadas se utilizan cada vez más los motores Diesel; más costosos en fabricación pero de funcionamiento económico por consumir aceites pesados de mayor rendimiento, además el total del tonelaje por automóvil representa un tonelaje superior al de todos los demás medios del transporte juntos.

En todas las grandes ciudades, flotas de autobuses facilitan el transporte - de una gran parte del público, sean particulares u oficiales: en las escuelas, en los importantes servicios municipales, en el correo, en los hospitales, en las industrias en los grandes almacenes, en el campo, etc.; todos ellos construidos convenientemente para desempeñar la función a la que están destinados.

EMPLEOS Y NEGOCIOS CREADOS POR EL HOMBRE.

Además de facilitar en general las actividades en el hogar, el campo, la in-

dustria; los automóviles han proporcionado innumerables ocupaciones y oportunidades mercantiles. En la actualidad, un obrero de cada siete está ocupado en algún aspecto o modalidad del transporte ó de su industria. Estos trabajadores desempeñan funciones en el diseño y fabricación de sus componentes, en su venta y manejo, en el financiamiento, construcción y conservación de caminos, en la refinación del petróleo. -- Los negocios al por mayor abarcan los suministros de automóviles, fábricas de gasolina, refinerías, fundiciones, estaciones terminales y como empresas de servicio se -- tienen los talleres de reparación, garages, sin pasar por alto los empleados en compañías aseguradoras y dependencias oficiales de tránsito.

IMPORTANCIA DEL MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.

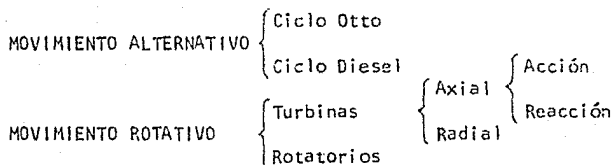
La mayor parte de los trabajos pesados se efectúan con motores de diversos tipos. Los eléctricos, utilizan la energía en forma de corriente eléctrica y muchos otros emplean la energía del aire comprimido por dispositivos neumáticos; las máquinas de vapor se utilizan en gran escala para trabajos importantes: para arrastrar -- trenes, mover grandes barcos-fábricas ó de carga, etc. Los motores de combustión interna se usan generalmente para realizar trabajos que exigen un elemento motriz ligero.

Los motores transforman las diversas formas de energía mecánica, no se puede asegurar que, el automóvil, el avión, el submarino y los cohetes espaciales, no hubieran podido existir sin el motor de combustión interna pero, indudablemente sin él, no se habrían desarrollado con tanta eficiencia, rapidez y economía. Las máquinas de vapor exigen mecanismos sumamente pesados y una provisión abundante de combustible. El motor eléctrico, obtiene la electricidad de centrales muy distantes y por medio de conductores de hilo muy costosos ó alimentado por baterías que además de -- ser pesadas, se agotan rápidamente. Lo que sí podemos afirmar es que, si la humanidad hubiese dispuesto sólo del vapor y la electricidad, el transporte aéreo no sería una realidad práctica.

El motor de combustión interna es fuerte, ligero, ocupa poco espacio y desarrolla grandes velocidades, además de ser económico, de construcción sencilla y de --

facil manejo. Es frecuente observar en las granjas agrícolas modernas, depósitos de agua para riego alimentados por bombas movidas a base de motores de gas o gasolina y de funcionamiento tan sencillo que el hombre las puede atender facilmente, sin demasiada vigilancia. Así, el motor de gasolina puede ser encontrado en todo el mundo, prestando al hombre una eficaz colaboración en su trabajo diario.

Estos motores utilizan la fuerza expansiva de los gases para realizar su trabajo. La expansión de los gases se emplea para impulsar un émbolo ó para hacer girar las paletas o álabes de una turbina y de esta manera suministrar energía para toda clase de labores. Se le ha denominado "Motor de combustión interna", por producirse la combustión dentro del motor. En el caso de una máquina de vapor, la combustión se efectúa dentro del hogar de una caldera, independientemente de la máquina. Su clasificación incluyendo sus más grandes subdivisiones puede ser según su movimiento: Alternativo o rotativo, a su vez pueden ser de gasolina o gas y de aceites pesados ó de combustión gradual como los diesel y los de cámara incandescente.



Pueden funcionar con cualquier gas explosivo ó con cualquier líquido que se vaporice.

El gas arde con fuerza explosiva dentro de una cámara confinada; los gases más usados son: el gas de alumbrado, el gas natural, el acetileno, el propano, el butano y el gas desprendido de los combustibles del carbón vegetal (Gasógeno). Como combustibles líquidos con los cuales se forman vapores o gases combustibles, se pueden citar el keroceno, el alcohol y diversos derivados del petróleo, pero la inmensa mayoría utiliza gasolina.

El combustible tiene que mezclarse con aire antes de quemarse, cuanto mayor sea la cantidad de oxígeno que se agregue más alta es la temperatura y mayor la fuerza de expansión con que arde la mezcla gaseosa. La mezcla puede producirse en la mis-

ma cámara de combustión ó fuera de ella en un carburador. La combustión puede iniciarse por medio de una chispa eléctrica (motor de explosión) ó bien inyectando el combustible en una masa de aire comprimido caliente dentro de la cámara de combustión (motor de combustión gradual).

Los motores de movimiento alternativo, son hasta la fecha los más empleados en el transporte ya que los motores con movimiento rotativo son de aplicación industrial más reciente. Las turbinas se emplean actualmente en plantas para generación de energía eléctrica, aviación y sólo experimentalmente en automóviles que han demostrado ser útiles para el transporte en el futuro. Siendo sus dificultades para esta operación, el gran volumen de gases que desprenden y el intenso ruido que emiten.

PUESTA EN MARCHA DE UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.

Antiguamente para poner en marcha un motor de explosión, era preciso hacerlo girar a mano ó por algún otro medio mecánico, con el fin de que los cilindros se llenaran de una mezcla de aire-combustible procedente del carburador ó inyector y se obtuvieran así las explosiones. Actualmente casi la totalidad de los motores de combustión interna, arrancan de un segundo procedimiento, empleando un motor eléctrico alimentando por la corriente de una batería que lo hace girar, desarrollando la energía mecánica necesaria para ponerse en marcha.

La importancia de la puesta en marcha de un motor de explosión, recae principalmente en el transporte y su desarrollo comienza con el advenimiento de la revolución industrial, después de la cual el vapor, la electricidad y las máquinas de combustión se generalizaron como fuentes de energía motriz; siendo así como el motor de arranque, marca también una etapa en la evolución del sistema de transportes para obtener mejoras hasta donde ha sido posible en cada situación.

Es tan importante la puesta en marcha de un motor de combustión interna, -- que la preocupación técnica ha sido imprescindible y el problema parte desde la invención misma del motor; etapa en la que se necesitó de la fuerza humana para hacer posibles los primeros pasos de la combustión y que actualmente ha caído en desuso --

Algunos métodos como el de manivela, arranque por gasolina ó por aire comprimido -- han sido reemplazados por formas modernas como son el MOTOR DE ARRANQUE ELECTRICO, inventado por Charles F. Kettering; en el que se ahorra espacio y tiempo, es de mayor confiabilidad y cada día más económico por su gran demanda.

MOTOR DE ARRANQUE MODERNO.

El medio moderno de arrancar un motor de combustión interna es por medio de una fuente exterior, de ordinario se hace girar el volante que está directamente conectado con el motor y al mover este, los émbolos son impulsados hacia arriba y abajo en los cilindros; de esta manera se aspira la mezcla de aire-gasolina y las bujías producen chispas como si el motor marchara por su propia fuerza. Pronto se enciende la mezcla en los cilindros y el motor empieza a marchar; el arranque del motor exige por lo general varias revoluciones del cigüeñal.

Como se explica anteriormente, el motor de combustión interna aplicado al transporte, utiliza en su totalidad un motor de arranque que consiste de un motor-eléctrico y mecanismos por medio de los cuales dicho motor puede hacer girar el volante. El motor de este tipo es de corriente continúa y se mueve impulsado por la corriente de la batería de acumuladores con capacidad necesaria para poder probar el arranque varias veces.

Para fines del arranque, se tallan dientes en el borde del volante de modo que se forme una rueda dentada de gran diámetro, con la cual se engrana un piñón movido por el motor de arranque. Hay diversas maneras para hacer que este piñón se engrane con el volante y posteriormente se desengrane por sí solo cuando el motor del vehículo empieza a marchar.

Lo anterior es necesario en todos los dispositivos de arranque, para hacer frente a lo que sucede cuando el motor del vehículo empieza a marchar con su propia fuerza. Entonces el volante gira más rápido que el motor eléctrico de arranque. Si se permitiera al volante impulsar el inducido motor eléctrico, este se estropearía

pronto; para impedirselo existen varios dispositivos, entre los cuales el de tipo Bendix utiliza un tornillo que empuja el piñón para que deje de estar engranado tan pronto como el motor del coche empiece a girar por sí solo. Otro mecanismo bastante común utiliza un embrague de rueda libre. En este dispositivo, una palanca de cambio impulsa el piñón, para que se engrane con el volante antes de que el motor empiece a dar vueltas. La palanca puede accionarse mecánicamente mediante un pedal, o bien eléctricamente por medio de un electroimán; en ambos casos, está montado el piñón en un embrague de un solo sentido ó de rueda libre. Por consiguiente tan pronto como el motor del coche empieza a funcionar, el piñón gira sencillamente, libre sobre el eje del motor. Cuando se suprime la presión sobre la palanca de cambio, el piñón desengrana fácilmente.

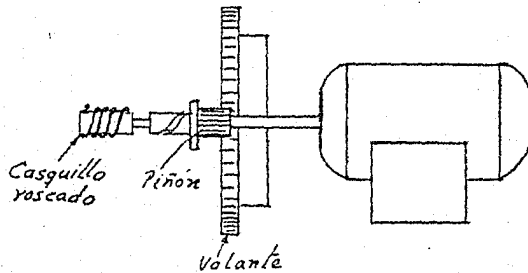


Fig. 1.1.- ARRANQUE BENDIX.

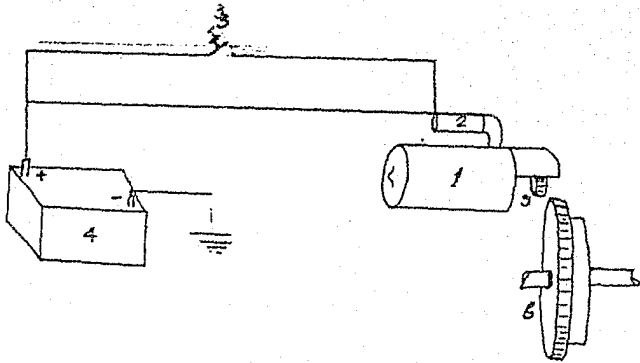


Fig.1.2.- CIRCUITO ELECTROMECHANICO DE UN SISTEMA DE ARRANQUE. 1.- Motor de arranque de rueda libre. 2.- Solenoide ó interruptor electromagnético. 3.- Interruptor de llave ó pedal. 4.- Batería.- 5.- Piñón impulsor 6.- Volante.

INGENIERIA EN EL PROBLEMA.

Para poder satisfacer las características anteriormente expresadas, la ingeniería electromecánica tiene la necesidad de atacar el problema y diseñar componentes que puedan desempeñar estas funciones; para nuestro caso nos referimos a uno de los componentes eléctricos que intervienen para poder iniciar su arranque un motor de combustión interna y de aquí su importancia en la industria automotriz.

Dentro de una productora de diversos tipos de marchas, existen departamentos donde los ingenieros tienen parte preponderante y son: Departamentos de planeación, de producción propiamente dicha, de organización industrial, de control de calidad y de pruebas de resultados obtenidos, etc.

Deberá tenerse muy en cuenta el departamento de proyecto ó planeación, para integrar y seleccionar componentes según el mercado nacional, así como el

equipo necesario para la producción, control de calidad, etc. esto requiere de varios especialistas para poder lograr resultados satisfactorios.

Hay que hacer notar que existe un mercado directo entre industrias automotrices o del transporte y todas aquellas industrias que complementan la totalidad del equipo no producido por las mismas empresas; y de los productos son escogidos aquellos que reúnen más ventajas entre sus competidores, por lo que es muy importante la técnica mejor desarrollada, de mayor efectividad, mejor organizada y de más bajo costo.

De aquí debe desprenderse que un estudio sobre el conocimiento ó análisis de un producto y la correcta selección de pruebas electromecánicas a las que deba ser sometido, será de sumo interés y regirá en el futuro las plantas que deban existir en el mercado de competencia; por esta razón es mi inquietud en tratar de marcar un camino de interés general para el desarrollo de una industria de tan radical importancia.

C A P I T U L O I I

OPERACION DEL MOTOR DE ARRANQUE.

CONSIDERACIONES TECNICAS.

Uno de los aparatos más importantes en la instalación eléctrica de cualquier vehículo es el motor de arranque, dispositivo que da gran comodidad y por tanto cada día es más complicado para satisfacer la diversidad de condiciones a las que está expuesto y ha de responder a exigencias muy elevadas.

Las máquinas de combustión interna no pueden arrancar por sí solas, sino que necesitan de una ayuda independiente para poder iniciar su marcha, esta ayuda será de una fuerza requerida para vencer resistencias bastantes considerables como las ofrecidas por la compresión, fricción de pistones, apoyos, conexión entre vástago y cinquiñal; etc.; tales resistencias varían según el tamaño y diseño de las máquinas, número de cilindros, tipo de lubricantes, temperatura de la máquina; además de las resistencias friccionales que son altas pero mayores en máquinas frías.

No es suficiente hacer girar la máquina, sino que es necesario hacerla girar a un mínimo de revoluciones para obtener mezclas de aire-combustible que son requeridas para el arranque; en máquinas diésel debe generarse una temperatura elevada en la cámara de combustión de los cilindros, a fin de trabajar por sí sola; máquinas con movimiento rotativo como el Wankel (N. S. U.), debe obtenerse una alta compresión de aire-combustible que es inyectada a la cámara de combustión para poder iniciar su marcha.

De la diversidad de medios y dispositivos de giro para vehículos con máquina de combustión interna, el más popular es el motor de arranque eléctrico con piñón, dispositivos de empuje y desconexión, siendo necesaria una batería para suplir la potencia requerida por el equipo eléctrico del vehículo, una corona den

tada que sirva de enlace entre el motor de arranque y la máquina; y la reducción de velocidad que resulta en dimensiones razonablemente económicas para el motor de arranque.

Existen numerosas construcciones con dispositivos de empuje y desconexión pero difieren estos principalmente en los sistemas de empuje.

PRINCIPIOS DE OPERACION Y DISEÑO.

El motor eléctrico de giro para el arranque de máquinas de combustión, interna, esta basado en la construcción de un motor con devanado serie, por tener la habilidad de generar un alto par de arranque requerido para la aceleración de una máquina, desde la velocidad nula hasta sobreponerse a la resistencia de los primeros pasos de combustión.

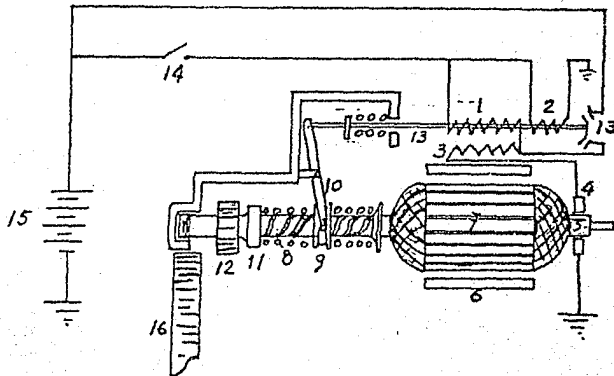
Para hacer girar una máquina es necesario obtener la velocidad de giro con dimensiones económicamente tolerables para el motor y la batería; el motor de arranque emplea un pequeño impulsador que acciona una corona dentada, fija en el volante de la máquina. Debido a la alta transmisión entre piñón y corona dentada, el piñón no puede permanecer conectado con la corona ya que ésta alcanzaría una velocidad altísima; la forma correcta es el desenganche automático de la máquina cuando ésta encienda. Lo anterior puede ser logrado por varios sistemas dependiendo de la potencia, par y velocidad requerida por la máquina a impulsar como son: el motor de arranque que con inducido deslizante, el del piñón empujado, el sistema mixto de empuje y eclipse bendix, el de dos escalonamientos roscados, etc.

Entre los más económicamente utilizados para lograr este desenganche automático, es el motor de arranque con sistema mixto de empuje y eclipse de bendix, que no conecta rígidamente el piñón al eje de la armadura pero a través de un sembragador de sobre carrera puede desengancharse la conexión tan pronto como la máquina exceda de velocidad a la del motor de arranque; claro es que para facilitar

tar el engranaje, tanto el piñón como la corona dentada deberán tener los dientes con caras achafladas, el impulsor acoplado con el piñón a través de un desembragador es montado en el curso dentado de la flecha del inducido, cuando la armadura gira y el piñón está parado, éste ordena el empuje hacia dentro de la corona dentada.

El impulsor empuja un anillo de accionamiento sobre dos anillos guía que pueden deslizarse axialmente. La forma arqueada de una horquilla acciona con estos anillos el empuje del piñón a través del riel anillo embragador e impulsador.

Del movimiento del piñón, obtenido por la rosca helicoidal gufa, deriva el nombre para el motor de arranque con sistema mixto de empuje y eclipse bendix que de acuerdo con el diseño el motor de arranque con este sistema puede ser accionado ya sea por vía mecánica ó electromagnética con un interruptor solenoide construido sobre el motor de arranque ó independiente de él



.Fig. 2.1

COMPONENTES DE UN MOTOR DE ARRANQUE CON SISTEMA MIXTO E INTERRUPTOR MAGNETICO. ---

1.- Bobina de empuje, 2.- Bobina de paro. 3.- Bobina excitación motor, 4.- Escobillas, 5.- Colector, 6.- Zapatas polares, 7.- Armadura, 8.- Eje armadura con rosca espiral, 9.- Anillo guía, 10.- Horquilla, 11.- Desembragador de sobre carrera, -- 12.- Piñón, 13.- Interruptor magnético (solenoide), 14.- Interruptor, 15.- Bateria, 16.- Corona dentada.

ENGRANAJE.

La marcha con este sistema mixto puede ser accionada con palanca de mano pedal ó con solenoide; en ambos casos la palanca (hornilla, Fig. 3), comprime el resorte de empuje sin que las bobinas de excitación y armadura esten conectadas; esta palanca acciona sobre un anillo guía (9), empujandolo y presionando el resorte helicoidal (entre anillo de avance y desembragador) y éste a su vez al desembragador de sobrecarrera y piñón hacia la corona dentada (16); al efectuar estas partes el engranaje con la corona dentada.

Poco antes del engranaje total, el interruptor magnético se cierra y la armadura empieza a girar. Debido a la fuerza producida por la cuerda de paso, el piñón es empujado dentro de la corona dentada hasta que un anillo tope evita su avance.

Al empezar a girar la armadura, el desembragador de sobrecarrera deberá estar acoplado fijamente al eje de la armadura, pudiendo así empezar un trabajo de impulsar a la corona que transmitirá el par de arranque para la máquina. La palanca de empuje parará tan pronto como se haya conectado el interruptor sobre el motor de arranque, que el engranaje continuará avanzando debido al empuje del resorte helicoidal y cuando el interruptor magnético esté cerrado, el piñón se deslizará sobre los dientes de la corona bajo la acción impulsora del resorte y la presión de la rosca de paso. Esta rosca de gran paso y su acción de atornillar, no deberá causar bloqueos por fuerzas axiales.

El solenoide ó interruptor magnético, tiene dos bobinas que actúan magnéticamente a un inducido deslizante, una bobina es para el empuje que se excitará al encender el interruptor manual o de llave y se empujará al inducido y otra de paro ó sujeción que mantendrá conectado el interruptor magnético cuando se haya conectado el engranaje y que excitará el motor de arranque.

DESENGRAJAJE.

Después de arrancar la máquina, esta girará a mayor velocidad que el motor de arranque, quedando así el piñón libre por la acción de un desembragador de sobrecarrera; de tal forma que la aceleración de la máquina no pueda ser transmitida al motor de arranque. El anillo guía es arrastrado hacia atrás por la tensión del resorte que se encuentra entre la armadura y el anillo tope, sin embargo, el piñón permanece un poco en el engrane mientras la palanca de empuje u horquilla - ordene ya sea por acción mecánica ó electromagnética, desconectar eléctricamente el motor de arranque, desengranándose y poniendo en libertad a la palanca de empuje y el piñón regresará bajo la acción del resorte. Este resorte helicoidal, mantendrá al piñón en reposo a pesar de las vibraciones efectuadas por la máquina que gira, dando lugar a nuevos intentos cuando sea necesario.

CARACTERISTICAS Y OPERACION DE LOS COMPONENTES.

MOTOR SERIE COMO EL MÁS ADECUADO.

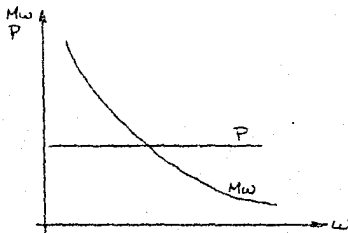
Al proyectar la impulsión con motores eléctricos, debe adaptarse el comportamiento del motor eléctrico a las características de operación de la máquina a impulsar, para lo cual es necesario conocer las cualidades de ambas partes.

Las características de la máquina a impulsar, se encontrarán en el grupo en el que el momento de giro (par) disminuya al aumentar el número de revoluciones, considerándose la potencia casi constante.

En estos casos, el par de giro es máximo cuando el número de revoluciones es pequeño y es mínimo, cuando se alcanza el número normal de revoluciones.

Por lo que habrá que seleccionar un motor capaz de vencer las severas condiciones - de nuestro caso, en el que hay necesidad de vencer altas resistencias friccionales y hacer posibles los primeros pasos de la combustión.

Al proyectar la impulsión de estas máquinas de combustión, hay que tener - en cuenta el intervalo necesario de tiempo, para aumentar el bajo número de revolu- ciones al requerido.



ω = Velocidad angular

P = Potencia

M_{ω} = Monmento de giro

Fig.2.2.- CARACTERISTICAS REQUERIDAS PARA EL MOTOR DE ARRANQUE.

MOTORES DE IMPULSION ELECTRICA.

Los motores eléctricos pueden agruparse en dos clases principales: 1).- -- Los motores de devanado serie, y 2).- Los motores en derivación (Schunt). Ambas - clases se distinguen por sus caracterfsticas esencialmente distintas, que podemos analizar brevemente para conocer sus conveniencias en nuestro caso.

a).- Características del par de giro.- Según la Ley de Biot y Savart, exis_{te} entre el par de giro D , la corriente del inducido i y el flujo magnético \emptyset , la siguiente relación:

$$D = K \cdot i \cdot \emptyset \quad (m - Kg)$$

donde K es una constante.

En los motores de devanado serie, la corriente del inducido produce el fluj_o magnético y dentro de los límites de la exactitud, pueda aceptarse que:

$$\emptyset = C \cdot i$$

donde CH es una constante, por lo que para motores de devanado serie resulta:

$$\frac{D}{H} \approx \frac{K}{H} \cdot i^2 \quad (\text{m} - \text{Kg})$$

En los motores en derivación (Schunt), el flujo magnético es constante o sea:

$$\frac{D}{N} = \text{constante}$$

para los motores en derivación, el par de giro es:

$$\frac{D}{N} = \frac{K}{N} \cdot i \quad (\text{m} - \text{Kg})$$

Podemos trazar ambas características a la misma escala, para lo que tomaremos el par de giro igual a 100% para corriente normal. Para corrientes mayores el par de giro de los motores de devanado en serie, aumenta más intensamente que en los que en los de derivación y adopta el comportamiento lineal en la saturación magnética.

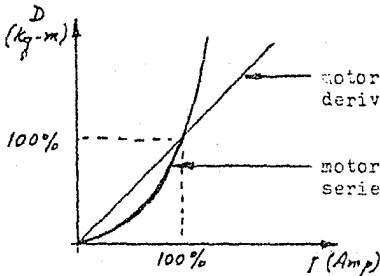


Fig. 2.3

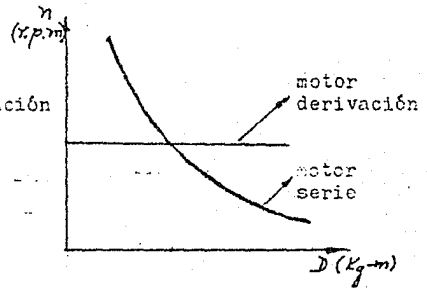


Fig. 2.4

En esta máquina en estudio, es necesario arrancar bajo plena carga con gran aceleración inicial, donde se exige un par de arranque doble de lo normal y mayor aún. El motor con devanado serie proporciona ese momento con alimentación de corriente de menor y mucho mejor que el de derivación (Fig. 5); en los motores con devanado serie disminuye intensamente el número de revoluciones al aumentar el par de giro (Fig. 6), mientras que en los derivación, el número de revoluciones es prácticamente constante. De esto podemos deducir, que el motor que deberá utilizarse para la impulsión de máquinas de combustión interna, será un

motor con devanado serie de corriente directa, por reunir las características de la máquina a impulsar.

PIÑÓN.

Un componente importante en el motor de arranque es el piñón, cuyo tamaño depende de la velocidad propia del arrancador eléctrico y la dimensión de la corona dentada fija al volante con que ha de engranar, ya que deberán conseguirse -- unas 100 r. p. m. para pretender arrancar la máquina en el peor de los casos.

Según la cilindrada, el piñón tiene de 9 a 17 dientes y la corona entre -- 90 y 170 dientes. En algunos casos existe un engranaje reductor en el eje para hacer la reducción del giro en dos veces, la alta relación de transmisión será de -- 1:10 para impulsar la corona dentada.

DESEMBRAGADOR DE SOBRECARRERA.

El motor de arranque con sistema mixto, está equipado para su protección de un desembragador de sobrecarrera ya sea funcionando interior ó exteriormente -- (fig. 2.5, fig. 2.7); en otros casos se usa un acoplamiento de laminaciones.

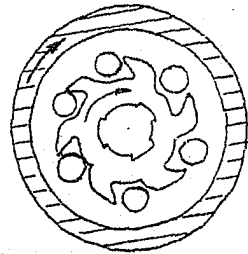
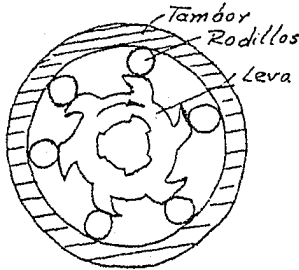


Fig. 2.5.-Desembragador de sobre carrera

Fig. 2.6

ó de rueda libre funcionando interiormente.

El desembragador acopla al piñón por medio de un tambor fig. 7, así que -- el piñón puede ser desplazado a lo largo del eje del inducido sin conexión alguna, sin embargo, cuando está engranado con el volante de la máquina y el motor --

de arranque empieza a girar, el eje aplica una potencia a la leva impulsora, sus superficies inclinadas acúan los rodillos contra el tambor funcionando el piñón.- y desembragador como una sola pieza. Esta concección permite transmitir la potencia: par y velocidad, por el inducido, haciendo girar el volante.

Los rodillos pueden desplazarse a lo largo de la superficie curva de la leva impulsora y del espacio libre entre leva y tambor, acción que puede ser -- efectuada libremente ó con resortes y pernos de avance para introducir los rodillos en el espacio reducido de la leva y tambor.

Una vez que la máquina de combustión arranca, el volante será impulsado -- por esta, de tal manera que hará girar el piñón a velocidad de giro mayor que la -- leva impulsora, haciendo que el acoplamiento tambor - piñón gire a su -- a mayor velocidad que la leva impulsora; desapareciendo o aflojando la presión sobre los -- rodillos y dejando al piñón libre de cualquier acción de impulso del motor de arranque, este momento es el preciso para poder desenergizar la marcha con el interrup-- tor de llave y así poder regresar el piñón a su posición inicial de paro listo pa-- ra poder probar otra ó más veces el encendido de la máquina, si esta lo requiere. --

El desembragador con funcionamiento exterior, trabajará en la misma forma -- que el de funcionamiento interior, únicamente que el embrague será en la parte ex-- terior del acoplamiento del piñón y es aconsejable para motores de arranque de pe-- queña potencia, por necesitar un momento reducido de giro y para máquinas de combus-- tión de encendido rápido.

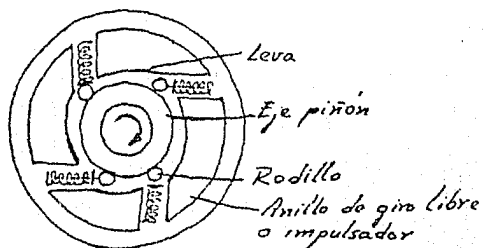


Fig. 2.7.- Desembragador de funcionamiento exterior.

Para motores de arranque con una potencia mayor de 3 H.P., en casos especiales de alta transmisión de momento de giro; es usual un acoplamiento de laminaciones que sirve como miembro elástico entre piñón y armadura.

FRENO DE INDUCIDO.

Para tener la posibilidad de poder accionar el motor de arranque y permitir el restablecimiento casi de inmediato, después de haber probado arrancar la máquina de combustión interna una ó varias veces, es requerido un sistema de frenado que será en el inducido y estará dentro del mismo motor.

Algunos motores de arranque con sistema mixto, son equipados con zapatas de acción radial, montadas al final de la armadura junto al cojinete, lado colector, fig. 2.8.

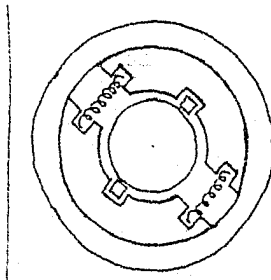


Fig. 2.8.- Freno de inducido.

Sobre los pernos de avance en el eje del inducido se asientan dos zapatas freno, ellas a través de unos resortes con accionamiento contrario al de expansión podrán presionar al eje.

La presión de los pernos será medida de tal manera, que al encender la marcha no dificulte el giro, y a pesar de esto, la marcha al ser desconectada se frene por acción de las zapatas en contra de la fuerza centrífuga.

En tipos recientes de frenos de armadura, se han diseñado frenos de disco con acción axial (Fig. 11), localizados en el engranaje, al final del anillo

de avance y presionando la superficie de un anillo tope que está firmemente conectado al eje de la armadura; la presión se efectúa solamente después de la desconexión del motor de arranque y desciende esta presión hasta quedar en posición de reposo. No hay accionamiento de frenaje durante la operación del motor de arranque, de aquí que, el resultado sea altamente satisfactorio.

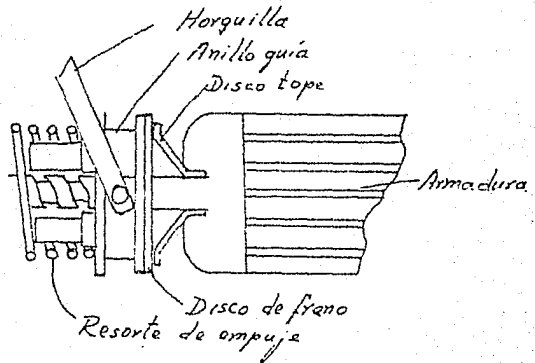


Fig. 2.9.- Freno de disco.

C A P I T U L O III.

PRUEBAS ELECTROMECHANICAS EN LAS LINEAS DE PRODUCCION.

ANALISIS DE LAS PRUEBAS.

Las pruebas de un motor de arranque (marcha) en una industria automotriz, están basadas en las características propias del motor eléctrico, de sus componentes mecánicas y del conjunto para poder obtener los requerimientos exigidos por el comprador.

Para poder efectuar las pruebas tanto en las líneas de producción como las del producto terminado, es necesario conocer de antemano las limitaciones del producto en su instalación y sus características básicas de diseño para cumplir el objeto al que está destinado.

Los motores de arranque, están diseñados en la mayoría de los casos para 12 -- Volts y en casos individuales para 24 Volts, en orden de mantener la caída de voltaje. El motor de arranque no podrá superarse si la caída de voltaje es demasiado alta, la misma puede deberse a una inadecuada instalación ó a defectos en sus componentes eléctricos en el regreso a tierra; por ejem: Entre el motor de arranque y la máquina de combustión, chasis y máquina ó entre chasis y baterías.

Comunmente la operación de una marcha de 24 volts se logra por medio de dos baterías de 12 Volts ya que no existen baterías automotrices de 24 Volts.

LIMITACIONES DE LA MARCHA.

La potencia de una marcha, dependerá de las condiciones desfavorables del motor de combustión, en cuanto a sus bajas temperaturas, en estas el aceite resiste, la forma de la mezcla es pobre y las resistencias interiores de la batería en conjunto determinan las limitaciones de una marcha-batería para un arranque en frío; las marchas están diseñadas para un trabajo normal hasta -25°C y en algunos casos especiales hasta menos 40°C inclusive; de estas temperaturas límites dependen los fines básicos de un diseñador para que una marcha pueda vencer dichas resistencias a bajas temperaturas; las resistencias friccionales de los componentes mecánicos del motor de combus-

ción pueden despreciarse por ser muy bajas comparadas con las anteriores.

El tamaño de un motor de arranque en cuanto a su potencia, depende también del tipo de máquina a impulsar (gasolina, Diesel, y Wankel; etc.), del número y capacidad de los cilindros ó de la velocidad requerida por la máquina de combustión para iniciarse por sí sola.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la potencia de la marcha no corresponde necesariamente a la potencia neta del motor de combustión diseñado; sino, depende grandemente de la temperatura y la capacidad de la batería con bajas temperaturas, la potencia requerida para el arranque del motor de un vehículo se incrementa dependiendo de la cantidad de aceite en estado más viscoso y del deterioro de la mezcla aire-combustible.

Es necesario observar que la potencia de la marcha decrece simultáneamente al bajar la resistencia de la batería.

CONOCIMIENTO BASICO PARA DISEÑAR.

Para poder conocer la importancia de las pruebas en la producción de una marcha, es necesario conocer las formas básicas para el diseño.

a).- La potencia requerida para el arranque de un motor de combustión puede darse en la forma siguiente:

$$P_A = \frac{M_m \cdot N_m}{716.2} \quad (\text{CV})$$

Donde:

P_A : Potencia requerida por el motor de combustión para su arranque.

M_m : Momento torsionante (resistivo) del motor de combustión, que es requerido para hacerlo girar a bajas temperaturas, dado en kilopond-metro (Kp.-m).

N_m : Número de revoluciones por minuto (r.p.m.) mínimas para poder iniciar los primeros pasos de combustión por sí solo.

El momento torsionante M_m depende principalmente de la capacidad desplazada -- por carrera del motor y de la viscosidad del aceite usado; pero cuando no se tiene -- investigaciones al respecto, este par puede considerarse correcto si:

$$M_m = V_c \cdot C \cdot (K_p - m)$$

Donde:

V_c : Es el volumen desplazado por cilindrada del motor, en litros.

C : Constante volumétrica, que es la resistencia del motor -- por litros de volumen desplazado por cilindrada, dado en $Kp\text{-m/l}$; este valor se asentará de valores experimentales en motores aproximadamente del mismo tamaño. Los valores de C corresponden para una viscosidad del aceite de 2000 cSt (centistok), por ejemplo: Si tenemos aproximadamente -10°C con aceite SAE 20, equivaldrá a uno en -18°C con aceite SAE 10, para motores aproximadamente del mismo tamaño.

En otros cambios de aceite y temperatura, la constante volumétrica puede variar pero puede extrapolarse para obtener la viscosidad crítica, así, como también el momento torsionante quedará determinado si lo multiplicamos por un factor de viscosidad k , para dichos cambios de la cifra volumétrica C , de donde podemos decir que:

$$M_m = M'_m \cdot k \cdot (kp\text{-m})$$

Donde:

M'_m : Momento torsionante dependiente del volumen desplazado por el motor de combustión.

K : Factor de viscosidad dependiente de la temperatura -- del aceite.

Las revoluciones mínimas para el arranque de un motor de combustión son básicamente experimentales y podemos decir que entre las más usuales destacan los motores -- Otto y Diesel.

- Motores Otto..... 40 a 70 r.p.m.
- Motores Diesel con inyección directa.....100 a 120 r.p.m.
- Motores Diesel con cámara de reserva ó de turbulencia,
con bujía como ayuda de arranque..... 80 a 100 r.p.m.
- sín bujía como ayuda de arranque.....100 a 200 r.p.m.

La obtención de la potencia requerida para arrancar un motor de combustión, - se logra mediante las siguientes gráficas, donde podemos encontrar los valores de $M'm$ y k que nos den el momento torsionante y este la potencia.

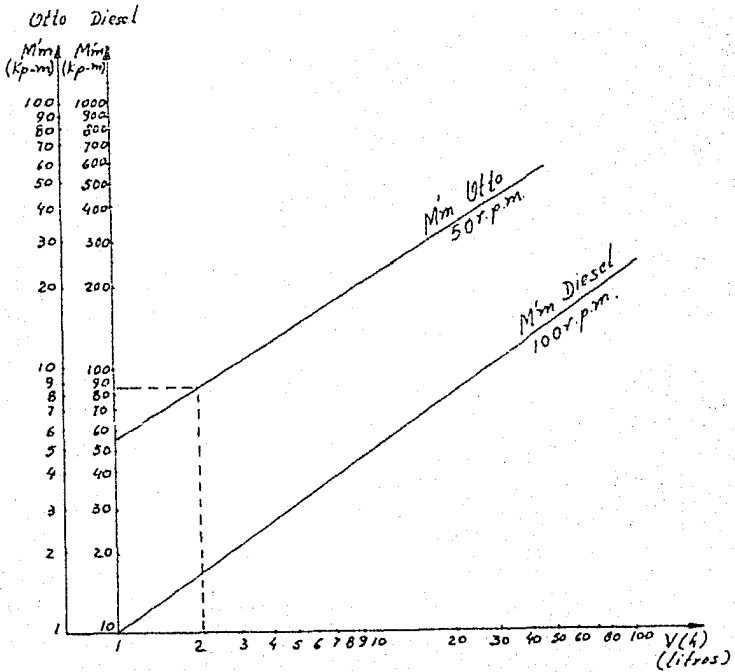


Fig. 3.1 Gráfica para obtener el momento torsionante para los motores Otto y Diesel.

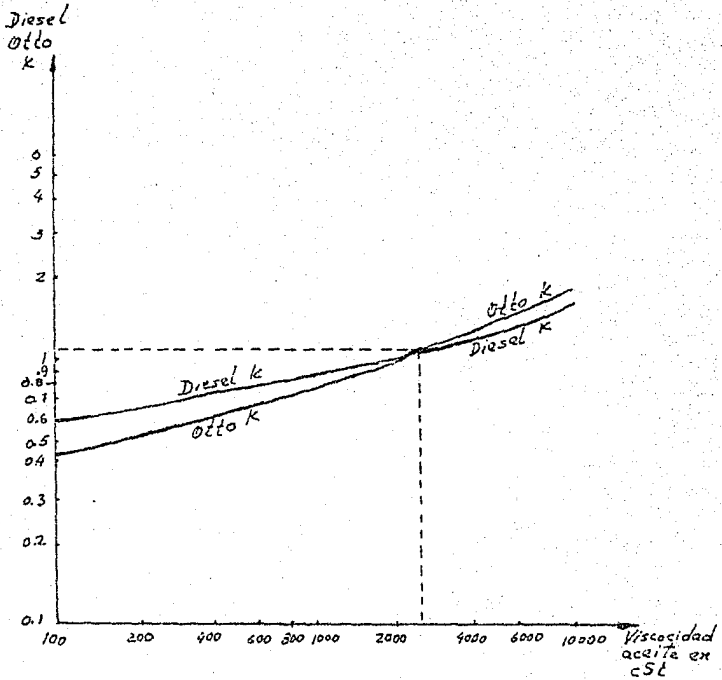


Fig. 3.2.- Gráfica para obtener el coeficiente de viscosidad k.

Por ejemplo:

Para un motor Otto de 2.1 litros, con revoluciones mínimas de arranque de 50 r.p.m., usando aceite SAE 10 a -10°C , tenemos que:

$$M_m = M'_m \cdot K \text{ (Kp-m)}$$

De las gráficas anteriores, conociendo que el volumen desplazado por cilindro es de 2.1 litros, obtenemos directamente:

$$M'_m = 8.6 \text{ (kp-m)}$$

y con la viscosidad del aceite SAE 10 a 10°C o sean 2,600 cSt, obtenemos:

$$k = 1.1$$

De donde:

$$M'm = 8.6 \times 1.1 \text{ (kp-m)}$$

$$Mm = 9.46 \text{ (kp-m)}$$

Por tanto:

$$PA = \frac{9.46 \times 50}{7.162} = 0.66 \text{ C.V.}$$

b).- El tamaño apropiado de la marcha.- Este puede seleccionarse de las curvas características del fabricante, para obtener su potencia revoluciones y voltaje a través del momento resistente, con distintos tipos de batería (características de tensión que dan una explicación del uso de la marcha y la posible capacidad de la batería a usar. Debe tomarse como base el desplazamiento del motor de combustión por cilindrada, en donde prácticamente es como sigue:

Motor Otto de 0.3 hasta 2.5 lts.- Marcha con piñón de 12 Volts o menos.

Motor Otto de 0.5 hasta 5 lts.- Marcha con piñón de 12 Volts.

Motor Otto de más de 5 lts.- Marcha con piñón de 24 Volts.

Motor Otto de más de 5 lts. Marcha con piñón de 24 Volts.

Motor Diesel de aproximadamente

5 lts. ----- Marcha con piñón de 12 Volts.

Motor Diesel de más de 5 lts. Marcha con piñón de 24 Volts.

Para nuestro ejemplo, el tamaño escogido del fabricante será una marcha con 0.7 C.V. y 12 Volts.

c).- Transmisión de la marcha.- La relación de transmisión más apropiada depende del número de r.p.m. de la marcha cuando ésta trabaja en el punto máximo de potencia entre las mínimas revoluciones necesarias para arrancar el motor de combustión.

$$r_{\max} = \frac{N_M}{N_m} = \frac{Z_m}{Z_M}$$

N_M = R. p. m. de la marcha en máxima potencia tomada de las curvas características de la marcha

N_m - R.p.m. Míminas necesarias del motor de combustión para arrancar.

Z_m - Número de dientes de la corona del motor de combustión.

Z_M - Número de dientes del piñón.

Nota:

En algunas marchas para altas presiones, es de considerarse los desgastes térmicos en donde solo podrán admitir determinada carga, es decir la marcha no debe girar con el máximo de potencia de trabajo y en este caso es mejor la relación de transmisión:

$$r = \frac{M_m}{M_M} = \frac{Z_m}{Z_M}$$

M_m - Momento resistivo del motor de combustión.

M_M - Momento admisible de la marcha.

Las revoluciones de la marcha en máxima potencia, se pueden tomar de las líneas características de la marcha pero no pueden ser siempre la mejor transmisión elegida, de donde se puede tomar la más aproximada dentro de lo existente ya que una diferencia de $\pm 20\%$ requerirá apenas una batería de mayor capacidad.

En nuestro ejemplo, las revoluciones de la marcha en máxima potencia P_M según las curvas características (ver figura 3.3) $N_M = 1600$ r.p.m.

De donde el coeficiente de transmisión óptimo;

$$r_{\max} = \frac{N_M}{N_m}$$

$$r_{\max} = \frac{1600}{50} = 32$$

El coeficiente de transmisión escogido:

$$r = \frac{Z_m}{Z_M}$$

$$r = \frac{151}{9} = \frac{16.8}{1}$$

d).- Requerimientos de la marcha.- La capacidad de la batería puede investigarse, de las líneas características del motor de arranque, según los cálculos de potencia donde se observa esta en los límites bajos de temperatura; el punto de traba-

Jo es seguramente através del momento torsional de la marcha.

$$M_M = \frac{M_m}{r} \quad (\text{kp-m})$$

$$M_M = \frac{9.46}{16.8} = 0.56 \quad (\text{kp-m})$$

De la gráfica (fig. 3.3) se obtendrá directamente la corriente de arranque I_M media, dada en las abscisas a partir del momento torsional, y que es la del punto de trabajo.

$$I_M = 182 \text{ Amps.}$$

Las características de potencia, valen para las propias de tensión escogida - de la marcha y que corresponden a la tensión de la batería, para autos con temperatura dada y carga media;

$$N_M = N_m \cdot r$$

$$50 \times 16.8 = 840$$

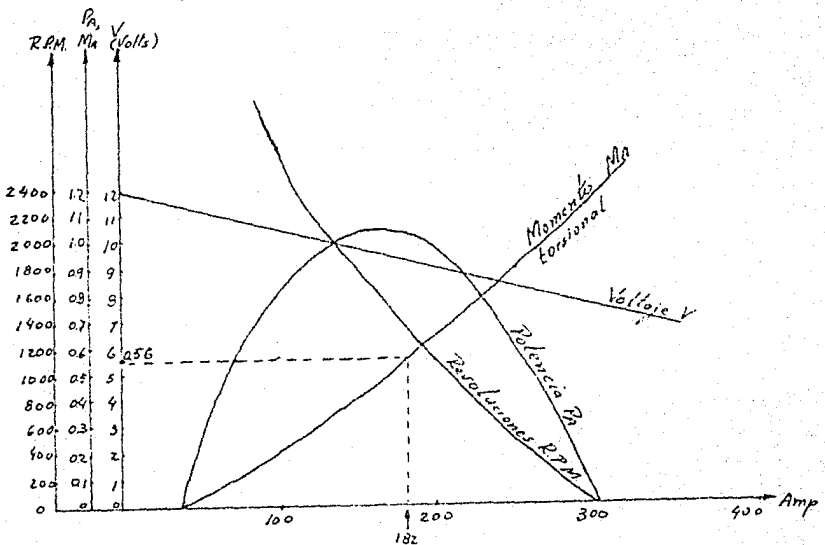


Fig. 3.3.- Gráfica con características de una marcha 0.7 C.V. 12 Volts.

REQUERIMIENTOS DE LAS PRUEBAS.

Con el fin de comprobar las características de diseño de una marcha a lo largo de la producción y caer dentro de los requerimientos exigidos por el cliente, es necesario hacer pruebas que den por resultado un buen producto y en forma más económica.

Uno de los factores principales que tienden a aumentar la productividad de una factoría, es la fijación correcta de pruebas, que en su defecto o en su exceso aumenten el contenido del trabajo.

Es común en algunas fabricas, fijar márgenes de tolerancias muy reducidas, que requieren trabajo innecesario, además por tal procedimiento aumenta el número de trabajos desechados con el desperdicio consiguiente de material. Por otro lado, con material de calidad demasiado baja, es difícil lograr el acabado deseado o necesita preparaciones especiales para poder usarlos (ejem. limpieza); las especificaciones cumplidas en la recepción de materia prima, son muy importantes para obtener un buen producto.

Las partes semi-elaboradas que deben comprarse, tienen que ser examinadas con cuidado para evitar trastornos en su montaje o maquinado, es común usar métodos como el de pruebas al azar, con el fin de no hacer pesada la búsqueda de defectos en dichas compras.

En las líneas de producción deben fijarse normas para hacer pruebas en los distintos puntos convenientes de dichas líneas, con el fin de hacer fluidos los procesos de elaboración; por tanto, las pruebas eléctricas como mecánicas en la fabricación de una marcha serán rigurosas, pero no exageradas. Es de suma importancia que al final de la línea de producción de un sub-ensamble, existan pruebas con características de las partes para evitar posibles trastornos en las líneas de montaje final.

Las pruebas electro-mecánicas aplicas a un motor de arranque al final de su montaje, serán las bases para conseguir un producto terminado de calidad requerida para satisfacer el trabajo a que está destinado.

Al hacer un análisis de pruebas en líneas de producción de un motor de arranque, deben considerarse los distintos tipos de pruebas tales como de revisión visual, dimensional, de fundamento mecánico y eléctrico, de acabados y de hermeticidad, estas pruebas son transmitidas a producción por medio de hojas de procesos en los puntos convenientes de las líneas y en su estudio de pruebas de métodos; dan el lugar y equipo más adecuado para dichas pruebas.

PRINCIPALES PRUEBAS EN LINEAS DE PRODUCCION

Estas pruebas pueden dividirse de acuerdo al lugar donde se aplican, en la forma siguiente:

1.- Pruebas de recepción de materia prima:

- a).- Revisión visual
- b).- Dimensional de acuerdo con dibujos y especificaciones.
- c).- Pruebas destructivas.
- d).- Pruebas metalográficas.

2.- Pruebas directas en las líneas:

- a).- Pruebas dimensionales de las partes.
 - Piezas que son maquinadas.
 - Piezas con acabados posteriores.
- b).- Pruebas dimensionales en ensamble mecánico.
- c).- Pruebas dimensionales en ensambles eléctricos.
- d).- Pruebas eléctricas de ensambles eléctricos.

3.- Pruebas electro-mecánicas del producto terminado:

- a).- Pruebas destructivas (Pruebas efectuadas por laboratorio)
- b).- Pruebas del producto con ensamble total.

Entre las pruebas de recepción de materia prima se consideran las efectuadas a partes destinadas a:

- a).- Maquinado.- Como son troqueladas, torneadas, perforadas.
- b).- Para acabado posterior.- como los rectificados machuelados ó con tratamientos térmicos etc.

c).- Para partes componentes de un sub-ensamble, ensamble o en su montaje final; como tornillos, tuercas, alambre, carbones etc.

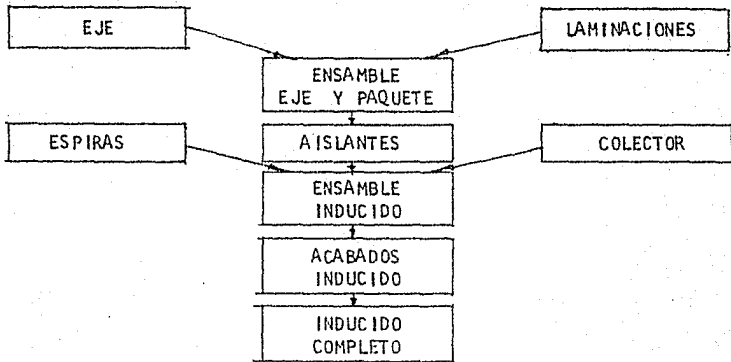
Las pruebas en las líneas de producción, son efectuadas en los distintos lugares de trabajo, ya sea directamente en el lugar de trabajo o independientemente de este; las líneas donde se efectúan las pruebas son las pertenecientes a sub-ensambles ensambles y montaje final. Para una marcha las principales serán las siguientes:

Líneas SUB - ENSAMBLES	}	Líneas ENSAMBLES	}		
Inducido (armadura)	}	Inducido completo	}	Línea montaje final.	
Colector					
Bobinas excitación (campo magnético)	}	Coraza con bobinas excitación.			
Coraza					
Engranaje	}	Flanje o transmi-- sión.			
Solenoides					
		Porta escobillas.			

Con el fin de dar una idea del análisis de pruebas, considero como ejemplo,-- una armadura completa con dimensiones ficticias, cuyos componentes, sub-ensambles y ensambles pasan desde las pruebas de recepción de materia prima, hasta su prueba final de ensamble en la fabricación.

La materia prima interviene en los diferentes lugares de trabajo, ya sea como materiales para maquinados o piezas para sub-ensambles de proveedores.

Los principales lugares de pruebas en una línea de Inducido para el motor de arranque son:



PROCESOS DE MANUFACTURA

Eje.- Para poder maquinar un eje, debe llegar el material al lugar de trabajo después de haberse sometido a las pruebas de recepción de material, las cuales estarán de acuerdo con lo anteriormente descrito.

La revisión de materiales se efectúa primeramente en forma visual, para detectar fallas provenientes del abastecedor, como son golpes, torceduras, acabados no homogéneos, piezas escamosas y encimaduras del mismo.

Las pruebas dimensionales a las barras, están basadas según especificaciones, en normas o dibujos respectivos (fig. 3.4)

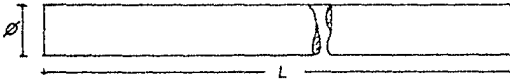


Fig. 3.4.- Barra con especificaciones a comprobar.

Maquinado del eje.- los medios utilizados para las pruebas de este tipo de maquinado, están de acuerdo con el volumen de producción, condiciones económicas y demanda del producto sobre la base del mismo nivel de calidad.

En bajo volumen de producción, la instrumentación puede ser de tipo más sencillo, pero con mayor obra manual y en alto volumen de producción, la instrumentación es más compleja y especializada, pero el costo de medición por pieza es más económico.

En la manufactura del eje es necesario hacer dos operaciones separadas que son:

a).- Torneado con tolerancias para acabados.

b).- Procesos de acabados.

a).- Torneado.- En este lugar de trabajo las mediciones son de tipo dimensional en diversos lugares (Fig. 3.5)

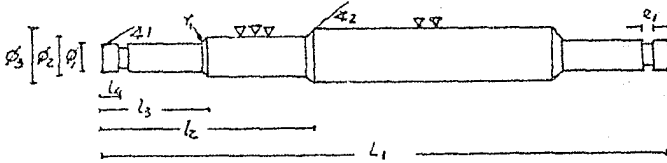


Fig. 3.5.- Lugares de medición en un eje con operaciones de torneado.

Los tipos de instrumentación más usuales en operaciones de este maquinado son las siguientes:

Para bajo volumen de producción

En diámetros ϕ_1 , ϕ_2 , ϕ_3 , ϕ_4 .- Con micrómetros o calibres "pasa, no pasa".

En ranuras e_1 , e_2 .- Con micrómetros o calibres "pasa, no pasa".

En ángulos α_1 , α_2 .- Con escuadra universal o escantillón.

En longitud total L_1 .- Con calibrador pie de rey o calibres "pasa, no pasa".

En longitudes parciales l_2 , l_3 , l_4 .- Con calibrador pie de rey o calibres "pasa, no pasa" (Fig. 3.6)

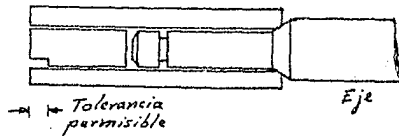


Fig. 3.6.- Calibrador "pasa, no pasa", para medición de longitudes parciales en el eje.

En concentricidades.- Con reloj de medición.

En acabados de superficie ∇ , $\nabla\nabla$, $\nabla\nabla\nabla$.- Por medio de rugómetro o patrón de rugosidad en r.m.s.

Para alto volumen de producción.

En diámetros $\varnothing_1, \varnothing_2, \varnothing_3, \varnothing_4$.- Con relojes de carátula y blocks, o dispositivo especial que nos muestra al mismo tiempo, los diámetros en diferentes secciones de acuerdo con un patrón (fig. 3.7); este dispositivo puede ser de tipo mecánico, neumático o electrónico, midiendo al mismo tiempo concentricidades.



Fig. 3.7.- Medición de diámetros y concentricidades en un eje.

En longitud total y ranuras.- Con comparador óptico o por medio de un dispositivo, como longímetro que nos pueda servir para medir longitudes relativas entre ellos; así como tolerancias entre ranuras (fig. 3.8)

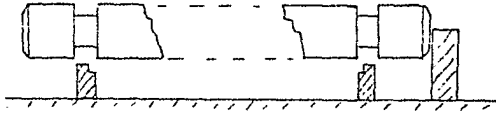


Fig. 3.8.- Dispositivo para mediciones relativas entre longitud total y ranuras.

En formas especiales.- Con comparador óptico.

En acabados de superficie.- Con rugómetro o patrón de rugosidad, en r.m.s.

b).- Procesos de acabados.- para el terminado del eje tomo principalmente, 4- procesos mostrados en la fig. 3.9 y son:

- 1.- Rectificado exterior de la pieza.
- 2.- Rolado cuerda de gran paso.
- 3.- Moleteado en el lugar para ensamble de paquete laminaciones.
- 4.- Tratamiento de endurecido superficial.

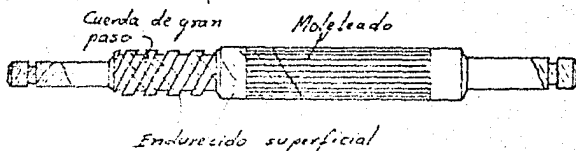


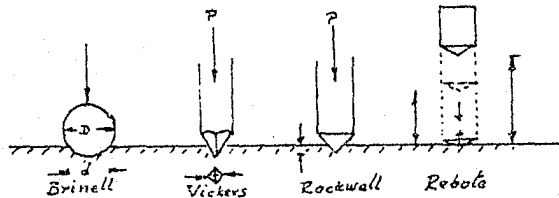
Fig. 3.9.- Lugares de rectificado y endurecido de la superficie.

1.- En rectificado exterior de la pieza se utilizan los instrumentos mencionados anteriormente para medición de diámetros, únicamente las tolerancias, son de un rango mas reducido, seleccionando dichos instrumentos de acuerdo con las exigencias en el volumen de producción.

2.- En el rolado de cuerda, la medición se efectúa por medio de un juego de calibres "pasa, no pasa" (fig. 3.8) con respecto al diámetro exterior de la cuerda generada, tolerancias del diente, ángulo y paso de la hélice.

3.- En el moleteado, únicamente la medición es efectuada sobre el diámetro exterior generado, por medio de instrumentos mencionados con anterioridad y de revisión visual para evitar encimaduras en las estrías.

4.- En los tratamientos térmicos, la determinación de la dureza, puede ser efectuada por medidores de penetración (Brinell, Vickers y Rockwell) o de rebote, pero los más usados son los primeros.



Laminaciones.- La producción de laminaciones, es de un solo paso, o sea el --troquelado, en el cual su forma dependerá del estado del troquel y sus pruebas dimensionales son fijadas, en períodos determinados de tiempo. Los instrumentos, son un --comparador óptico con patrón de forma, con calibres y dispositivos para medición de --concentricidad; las pruebas anteriores, son a la recepción de material llenando especificaciones en cuanto a su metalografía y sus propiedades físicas.

Ensamble eje y paquete.- Esta operación es efectuada por la introducción del eje, en el paquete, en posición determinada y dentro de un espesor de laminaciones --específicas; En tal ensamble, sus mediciones son respecto a la localización del paquete en el eje, concentricidad y espesor del paquete con sus tolerancias permisibles fig. 3.10

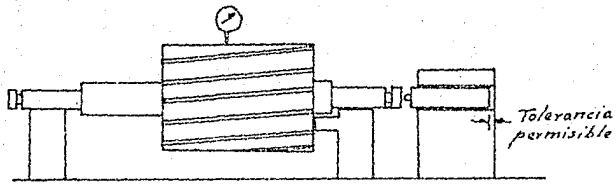


Fig. 3.10.- Medición de localización y concentricidades en el eje con paquete.

Espiras.- La fabricación de espiras a partir de la materia prima, una vez inspeccionada la misma, puede ser de varios tipos, dependiendo del diseño de ésta, como son las espiras de forma, para laminaciones de ranura cerrada o abierta y de bobinas (varias vueltas) para laminaciones de ranura abierta.

Los dispositivos de fabricación, constan de formadoras de espiras con patrón - copiador o embobinadoras que pueden ser de dos tipos; de bobinas sueltas o de bobinas directas en el ensamble, eje con paquete, pero ésta última condición el paquete deberá estar pre-aislado.

Las mediciones efectuadas a las espiras dependen de la forma, y características pedidas por dibujos, pudiéndose comprobar por medio de dispositivos patrones e instrumentos de medición sencilla, como son calibradores, escantillones etc. para las bobinas sueltas se procede a controlar el número de vueltas, condiciones del aislamiento, como resistencia dieléctrica, cortos circuitos entre espiras y dimensionales como son, longitud de la bobina, dimensiones interiores de la misma, así como las longitudes de sus terminales de conexión, por medio de dispositivos de medición.

Colector.- Por lo general los colectores provienen de fabricantes independientes de la planta con los requerimientos especificados, tales como la forma del mismo, materiales aislantes, espesor de delgas, profundidad y ancho de ranuras, número de delgas y forma de conexión tomando algunas piezas e inspeccionandolas con pruebas destructivas, la resistencia al esfuerzo centrifugo, la resistencia a la ruptura por introducción al eje, la resistencia al aislamiento (Cortos circuitos entre delgas y terminales de conexión), otras pruebas son efectuadas por amplificación en pantallas o perfilómetros donde pueden observarse deformaciones en las delgas, excentricidades y

acabados de mala calidad.

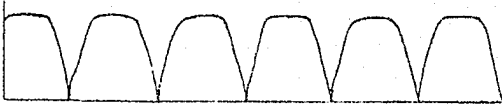


Fig.- 3.11.- Formas de la periferia del colector dada en la ampliación de un perfilómetro.

Aislantes.- La forma de los aislantes en las líneas de producción, depende de la manera de aislar la pieza de los cortos circuitos, ya sea entre espiras o a tierra, las formas más conocidas para las ranuras cerradas en las laminaciones, son las de aislamiento de ranura y de aislamientos laterales del paquete conjugados (fig. 3.12), otra forma de aislar, es por medio de aislamientos de ranura con expansión en los laterales, o de aislamiento de ranura con aislamiento lateral y puntas de introducción.

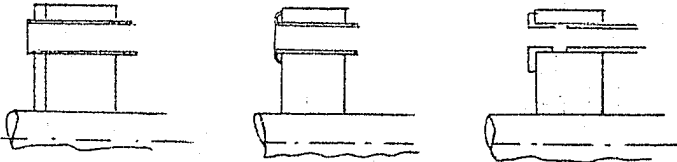


Fig. 3.12.- Diversos tipos de aislamientos de ranura.

Cuando las ranuras son abiertas lo más conveniente es el aislamiento total de las laminaciones con la introducción de aislamientos con ranura y cortes del papel aislante en las partes exteriores de las laminaciones (fig. 3.13)

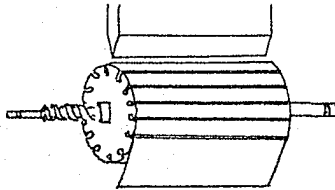


Fig. 3.13.- Aislamiento en ranuras abiertas.

Ensamble del inducido.- El ensamble del inducido es a partir de los siguientes pasos : a).- Colocación colector. b).- Aislamiento de ranuras. c) Introducción de espiras o embobinado del inducido. d).- Fijación de terminales en el colector.

a).- Cuando se coloca el colector deberá tenerse en cuenta su posición en el eje y la rectitud de delgas con respecto a las ranuras de las laminaciones, midiendo esto con dispositivos pasa no pasa e instrumento para la posición de ranuras respecto a las delgas del colector.

b).- El aislamiento de ranuras puede hacerse como lo indicado anteriormente; para alta producción es con máquinas automáticas y para baja producción manualmente; la inspección en el aislamiento es visual y las fallas más frecuentes son debidas a mala calidad del aislante en cuanto a su resistencia al doblez.

c).- El embobinado del inducido puede ser, introduciendo espiras, si, las ranuras son cerradas o embobinando el paquete de laminaciones con máquina bobinadora, aunque puede hacerse a mano, si es baja la producción.

El embobinado debe ser limpio sin raspaduras en las bobinas y puntas de conexión tan largas como las requeridas para su fijación en el colector, la inspección es únicamente visual en este lugar de trabajo.

d).- Fijación de terminales en el colector.- Esta puede ser de varios tipos dependiendo de la capacidad del motor; la resistencia al esfuerzo centrífugo, debe ser tal que no haya desprendimientos de las terminales al girar el motor a sus máximas revoluciones; las terminales pueden ser fijadas por medio de soldadura en ganchos de conexión, introducción en ranuras de las delgas y opresión en abrazaderas de conexión (fig. 3.14).

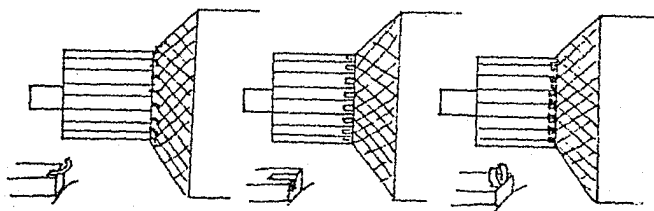


Fig. 3.14.- Formas para fijación de terminales en el colector.

La revisión de este ensamble se hace normalmente visual en donde deberá evi--

tarse fallas de soldadura o incorrecta introducción de las terminales.

ACABADOS EN EL INDUCIDO.

Los principales lugares de trabajo en el acabado de un inducido se encuentran así: a).- Impregnado del con laca aislante si es necesario b).- soldado de terminales en el colector c).- Torneado en el paquete de laminaciones y el colector con acabados de superficie d).- Aserrado de aislamiento entre los segmentos del colector y pulido del mismo e).- Balanceo dinámico del inducido.

a).- El impregnado de laca en el inducido debe hacerse en un baño de laca, girando el inducido a un número determinado de r.p.m. y en un tiempo definido; la inspección debe hacerse para evitar acumulaciones de laca o carencia de esta en los distintos lugares del inducido y debe evitarse presencia de laca en el eje.

b).- El soldado de terminales en el colector depende del tipo de conexión en el colector (descrito anteriormente y la forma mas efectiva para soldar estas terminales, es por inmersión del colector en baño de soldadura, un tiempo determinado; en altas producciones es conveniente revisar la colocación de la soldadura y la superficie de contacto en un amplificador óptico.

c).- Las pruebas en los acabados superficiales del paquete de laminaciones y colector son por medio de mediciones en cuanto a sus diámetros y concentricidades con calibres pasa, no pasa y reloj de concentricidades; deberá revisarse acabados sin rebabas en las laminaciones y superficie del colector con pequeñas tolerancias para el pulido.

d).- El aserrado entre los segmentos del colector, es importante ya que deben evitarse cortos fuera del aislamiento que puedan provocar corto circuito entre las delgas, o carencia de cortes del aislamiento provocándose consecuentes cortos entre ellos; en alta producción es posible probar en la misma máquina estos cortos circuitos; el pulido del colector debiera ser fino y no dejar puntos altos que puedan deteriorar rapidamente las escobillas.

e).- El balanceo dinámico del inducido, es efectuado con máquina balanceadora, donde normalmente se corrige el desbalanceo con perforaciones en el paquete, o insertos de metal.

PRUEBAS FINALES DEL INDUCIDO.

Las pruebas al final de una línea de inducidos puede hacerse de varias formas dependiendo del volumen de producción ya que puede efectuarse con aparatos por separado, en bancos semi-automáticos o totalmente automáticos entre las primeras pruebas se encuentran:

- a).- Prueba de resistencia al aislamiento entre bobinas y paquete o eje (fugas de corriente).
- b).- Cortos circuitos entre espiras.
- c).- Interrupciones en bobinas o en las terminales del colector.
- d).- Mediciones físicas con relojes para concentricidades en el colector o en el paquete.
- e).- Revisiones visuales.

a).- En las pruebas de aislamiento, no se puede emplear un ohmetro común, porque a menudo la derivación solo se pone de manifiesto cuando se aplica con alto voltaje; el ohmetro es incapaz de aplicar un voltaje de suficientemente valor para probar debidamente las derivaciones, para ello se emplea un megger que suministra alto voltaje necesario y está calibrado para acusar muy altas resistencias; pero es común en las líneas de producción comprobar el aislamiento por medio de un circuito sencillo de corriente alterna a alto voltaje y lámpara indicadora de continuidad (fig. 3.15)

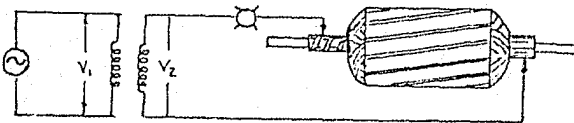


Fig. 3.15.- Circuito sencillo para prueba de aislamiento con corriente alterna. V_1 .- Tensión de la línea.

V_2 .- tensión de prueba. Ejem: 900 Volts, A, B,.- terminales de prueba.

b).- Corto circuito entre espiras.- normalmente la resistencia del inducido de una máquina de corriente continua es tan baja que no se le puede medir con un óhmetro común pues indicará prácticamente cero.

Si algunas de las espiras del inducido estan en corto circuito, el óhmetro indicara practicamente cero. Si existe un corte, en cambio, el óhmetro indicara cero - debido a la gran cantidad de recorridos en paralelo, por eso para probar inducidos - se emplean dispositivos especiales.

c).- La interrupción puede ser localizada también con un óhmetro que nos indicará resistencia infinita entre las delgas del colector o con dispositivos especiales de resistencia comparable.

d).- Las revisiones mecánicas fueron anteriormente explicadas.

e).- Las revisiones visuales, son como las producidas por golpes en el paquete y en el colector, irregularidades en sus piezas etc.

Además de las anteriores es conveniente hacer pruebas destructivas y otras con un patrón en el que se acople el inducido (coraza con bobinas de excitación y sus componentes); las principales pruebas de este tipo son;

a).- Revoluciones máximas de trabajo.

b).- Revoluciones mínimas de embalamiento.

c).- Resistencia a la temperatura; Ejem. 100°C-70 hrs.

d).- Pruebas en vacío, revisiones de voltaje, corriente y B.P.M.

e).- Pruebas con carga, revisiones de voltaje, corriente y par.

f).- Pruebas de resistencia a la fuga de corriente, revisiones de voltaje, corriente y tiempo de duración.

CAPITULO IV

PRUEBAS FINALES Y FALLAS MAS FRECUENTES

FINALIDADES DE LAS PRUEBAS.

Las pruebas finales están destinadas para dar el conocimiento exacto del comportamiento de un producto en cuanto a sus características de diseño y eficiencia, a lo largo de su vida de trabajo.

En la manufactura, son muchas las causas que dan como consecuencia un producto en malas condiciones, las pruebas y revisiones efectuadas en las líneas de producción reducirán casi en su totalidad las fallas, pero las pruebas finales serán las determinantes para dar conocimiento del producto y el estado en que se encuentra.

Las fallas más frecuentes de un producto terminado se presentan en sus pruebas finales que hacen notar los errores efectuados en el montaje final, en el mal manejo de partes (golpes, oxidaciones; etc.), en revisiones erróneas en las líneas de producción (ya sea en maquinado o en subensambles), en inspección de partes compradas ó mal almacenadas, etc.

Las pruebas finales electromecánicas para un motor de arranque, son aplicables en la totalidad de ellos y son efectuadas en bancos de prueba con dispositivos calibradores de medición dimensional e instalaciones eléctricas provistas de bancos de baterías que pueden ó no tener cargador para ellas; en otros con motor generador ó rectificadores para voltaje constante. De los anteriores, el primero es el más comunmente empleado por su bajo costo en la producción limitada y los dos últimos tienen utilidad práctica en las empresas cuya producción es elevada.

Los valores de pruebas eléctricas dependen principalmente del estado de las baterías (capacidad e instalaciones de carga), es importante el tiempo de prueba para evitar calentamientos en la marcha y su consecuente descarga. Una ma

cha pequeña estará sometida a intensos esfuerzos cuando es probada en un banco de pruebas estandar construido con baterías, ya que la tensión de las mismas baja -- con menos intensidad que con marchas probadas con baterías de la misma capacidad de estas. Por otro lado, para marchas grandes la capacidad de las baterías no alcanza para medir la máxima potencia.

Un banco de pruebas con cables de conexión demasiado largos efectuan las mediciones de la potencia de la marcha.

El tiempo de pruebas debe ser lo más corto posible, el banco de pruebas -- deberá estar en inmejorables condiciones de carga (capacidad de baterías ≈ 135 Amp - hr y con temperatura del cuarto de 20° C).

Si los valores eléctricos de medición varían considerablemente de los valores de prueba, pueden deberse a cortos circuitos o interrupciones en el sistema eléctrico ó a fallas mecánicas que repercuten sensiblemente en los valores de medición.

CONEXIONES.

Existen diferentes formas de bancos de pruebas para los distintos tipos -- de marchas y algunas formas simplificadas de conexiones pueden ser señaladas en -- los cuadros siguientes:

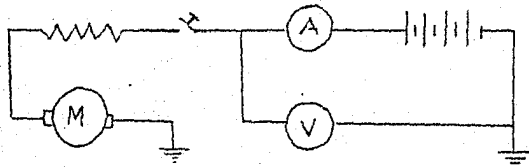


Fig. 41.- Diagrama simplificado para marchas sencillas.

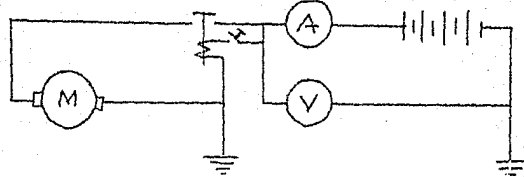


Fig. 42.- Diagrama simplificado de conexiones en un banco de pruebas para un motor de arranque con solenoide

Para cada tipo de marcha es necesario emplear distintas coronas dentadas - (volante, ruedas de engranes; etc.).

PRUEBAS ELECTRICAS.

Las pruebas efectuadas a una marcha después de su montaje final, podemos dividirlas en: Pruebas eléctricas y pruebas mecánicas.

Entre las eléctricas podemos señalar principalmente las siguientes:

- a) .- Pruebas de corto circuito (Motor bloqueado).
- b) .- Pruebas con carga.
- c) .- Pruebas en vacío.
- d) .- Mínima tensión de impulso (solenoide).

- a) .- Pruebas de corto circuito (Motor bloqueado).

La marcha deberá sujetarse en el banco de pruebas y hacer las conexiones necesarias según el tipo de marcha (Fig. 4.1, 4.2), estas pruebas deben ser lo más rápidas para evitar calentamientos.

La corona dentada del banco de pruebas y el piñón de la marcha, deberán asentarse en el mismo engranaje (igual módulo), habrá que observar el juego entre las caras de los dientes y separación del piñón, probar la relación correcta del engranaje para que se acoplen fácilmente sin que se bloqueen (Cap. III). Enseguida, se debe accionar la marcha y frenarla hasta el reposo, en ésta forma se tomarán los valores de corriente y tensión.

Los valores medidos de corriente y de tensión cambian de los valores de prueba según el estado de las baterías y algunas veces habrá necesidad de comprobarlos en la siguiente forma:

$$I = \frac{I_m \cdot V}{V}$$

Donde:

I y V son los valores de prueba.

I_m y V_m son los valores medidos.

Por eje: Los valores medidos son $I_m = 403$ Amp. $V_m = 3$ Volts y el voltaje de prueba $V = 3.5$

$$\therefore I = \frac{403 \times 3.5}{3} = 470 \text{ Amp.}$$

$I = 470$ Amp. deberá corresponder con el valor corriente de prueba.

Esta prueba de corto circuito, servirá para comprobar los datos de diseño correspondientes al cálculo de eficiencia del motor de arranque.

b) .- Pruebas con carga.

Conectar la marcha como en la prueba de corto circuito.

Exitar la marcha y frenarla hasta un valor de corriente asignado de prueba así leer la tensión y el número de revoluciones.

Diferencias entre los valores medidos de tensión y los de prueba, darán como resultado que a mayor voltaje, más alto número de revoluciones por minuto -- (r. p. m.) y con menor voltaje, menor número de r. p. m.

Por ejem: Si el valor de corriente máxima con carga es de 285 Amp., la -- tensión será de 4.5 Volts y 1,000 r. p. m. asignados para esta prueba y en caso -- de dar bajo número de r. p. m., puede deberse a:

Colector excéntrico,
 Terminales ó carbones pegados ó
 desgastados,
 Armadura con interrupción (Desolda-
 da ó bobinas rotas).

Si el número de r. p. m. es alto, puede deberse a la existencia de cor-
 to - circuitos entre espiras en las bobinas de excitación.

Si la marcha está caliente por las pruebas anteriores, los valores de --

tensión y de corriente dados serán bajos para obtener el número de r. p. m. asignados de prueba.

La presencia de chisporroteos en las pruebas con carga, señalan siempre fallas en el motor.

c) .- Pruebas en vacío.

Fijar la marcha en el banco de pruebas de tal manera que la corona dentada y piñón no pueden engranarse, conectar eléctricamente según esquemas para las pruebas de corto circuito y con carga. Excitar con un valor de corriente asignado de prueba y medir así la tensión y número de r. p. m.

Si la marcha está caliente por las pruebas anteriores, el número de r. p. m. será un poco mayor.

Las diferencias entre los valores de prueba, pueden deberse al mal ajuste del freno de la armadura ó a mal montaje del anillo de retención; las bajas revoluciones pueden deberse a alta presión de los carbones.

d) .- Mínima tensión de impulso del solenoide.

El solenoide tiene que, con una tensión dada, accionar y empujar al piñón para desarrollar su trabajo. Con interrupción de corriente, el solenoide debe soltar su maniobra y ajustar la salida del retroceso.

Esta prueba se hará aplicando tensión entre los bornes del solenoide y revisando que el piñón haga su recorrido libremente.

PRUEBAS MECANICAS.

Las pruebas mecánicas para un motor de arranque son:

- a) .- Presión de escobillas.
- b) .- Juego entre las caras de los dientes del engranaje.
- c) .- Separación del piñón.

- d) .- Accionador del piñón.
- e) .- Reserva de interrupción.
- f) .- Juego longitudinal de la armadura.
- g) .- Par frenaje de armadura.
- h) .- Momento torsional de paso.
- i) .- Par frenaje del piñón.
- j) .- Juego longitudinal del piñón en marchas con armadura deslizante.

- a) .- Presión de escobillas.

Es la presión de las escobillas (carbones), sobre el colector transmitida por los resortes. Una presión elevada ocasiona un desgaste mayor, inadmisibles en el colector y escobillas; por otro lado si la presión de las escobillas es baja causa múltiples chisporroteos sobre el colector quemándolo y la marcha no dará su potencia correcta. Esta presión podrá medirse con un dinamómetro con rasgos, por ejemplo de 0 a 1.2 Kp. ó de 0 a 2 Kp., dependiendo del tipo de marcha. Cuando se aplica la acción del dinamómetro, este será fácilmente desplazado en dirección de su centro de apoyo.

Los carbones desgastados ó quebrados, indicarán cambio de resorte presionador. Esto deberá observarse en el lugar de su montaje y los carbones se cambiarán únicamente por originales.

- b) .- Juego entre las caras de los dientes del engranaje.

Este juego es la separación entre las caras del piñón y la corona dentada. Pequeños juegos ocasionarán demasiado ruido y mayor desgaste de los dientes; con gran juego, la carga del diente será grande y estos pueden quebrarse. La corona y el piñón tienen que engranarse en el mismo módulo.

- c) .- Separación del piñón.

Es la separación existente entre la cara frontal del piñón hasta la corona dentada cuando no están engranados.

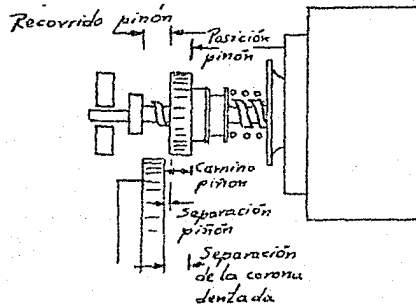


Fig. 43.- Ajustes de posición del piñón y corona dentada.

Si la separación es grande, el piñón no tendrá el camino completo para engranar con la corona. Los dientes del piñón y corona, tienen que engranarse en su superficie de apoyo, ya que si se apoya solamente una parte, se deteriorarán fácilmente.

Es necesaria una separación media, con ella el piñón desengranará con seguridad y a pesar de vibraciones altas, no golpeará cuando gire la corona, esto mismo pasará cuando engrane.

El recorrido del piñón, es el camino del piñón hasta el punto central de paso, que es el trabajo; esta distancia será mayor que el ancho de los dientes del piñón en la separación del piñón, de donde:

$$\text{Camino piñón} = \text{Separación piñón} + \text{Ancho piñón}$$

$$\text{Separación corona} = \text{Separación piñón} + \text{medida posición del piñón.}$$

Estas medidas podrán efectuarse en el banco de pruebas, haciendo que conecte el solenoide y este impulsará al piñón; así con un calibre patrón podrá me-

dirse el recorrido del piñón que dependerá de lo señalado en las líneas características de la marcha, juntamente con el número y módulo del piñón, Ejem: Separación - piñón 1 mm.

d) .- Accionador del piñón.

En marchas con solenoide montado, la acción de llevar el piñón hasta el lugar de trabajo, es efectuada por el solenoide con armadura deslizante, cuyo recorrido puede depender de un mal ajuste en cualquiera de las partes de este mecanismo y por tanto no engranar o desengranar correctamente.

La falla principal puede depender principalmente de un mal ajuste en el embrague del solenoide, en el, si el recorrido del piñón es mayor que el especificado, entonces los contactos del solenoide no cerrarán y la marcha no girará.

En el caso contrario, si el recorrido del piñón no es suficiente, denotará la existencia de un juego importante. Cuando en el banco de pruebas con freno conectado se encuentre el piñón suelto (normalmente los pernos de la horquilla -- presionan el anillo de empuje del piñón), puede suceder que al no estar bien presionada la corona dentada, trate de regresar al piñón a su posición de paro.

En todos los tipos de marchas, deberá especificarse la distancia de la punta conexión-solenoide a su coraza, así como el recorrido que efectúa. La distancia del centro de conexión a la cara del solenoide es ajustable (por medio de arandelas) antes del montaje final de la marcha, pero deberá probarse si el recorrido del piñón es el correcto.

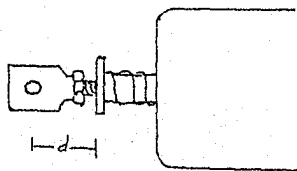


Fig. 44 .- Distancia ajustable para hacer un buen recorrido del piñón.

e) .- Reserva de interrupción.

Es la reserva de desgaste del contacto principal de interrupción, si la -- reserva de interrupción es pequeña, no se tendrá la seguridad de que la marcha conserve su corriente principal (Im); por ejemplo: Pondrá interrumpirse la corriente cuando los dientes estén engranados.

Para probar esto, se coloca un calibrador de lámina de 1 mm. de espesor en medio de las caras frontales, entre piñón y corona dentada, al conectar el solenoide, primero lo presionará fuertemente y después dejará de impulsarlo.

Para probar la reserva de interrupción del solenoide, habrá necesidad de -- conectar una lámpara en serie con la batería y una terminal de los contactos del -- solenoide, así que cuando se pruebe su reserva, lo haga por medio de una lámpara -- (Fig. 45).

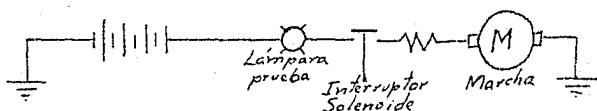


Fig. 45 .- Esquema para probar la reserva de interrupción.

Por medio de esta prueba, se ajusta correctamente la separación del piñón.

En un solenoide, únicamente se prueban cortos circuitos, tanto en la bobina de empuje como en la de paro.

f) .- Juego longitudinal del inducido.

Es el juego longitudinal del inducido en su posición de accionamiento y -- como consecuencia, pequeños o grandes juegos, originan notables desgastes en los -- lugares de accionamiento y parciales desviaciones en los efectos magnéticos del -- freno del inducido.

Este juego puede ajustarse con arandelas de compensación sobre el eje del inducido y en marchas con freno de arandela-muelle, también se obtiene el par-fre-

naje de la marcha.

medir el juego longitudinal del inducido a través del avance de este, verificado muelles parciales en ambos lados: colector y de accionamiento.

g) .- Par frenaje del inducido.

El par frenaje del inducido depende de la acción común del freno ocasionado por la fricción de escobillas, cojinetes, par de freno del cierre con anillo de retención, y del conjunto de piezas que accionan el freno del inducido.

Grandes momentos torsionales de paso ocasionan altos desgastes y calentamiento del freno del inducido, si es pequeño, el tiempo de sobregiro será grande y también la marcha puede tomar los momentos torsionales del motor de combustión a altas revoluciones cuando dicho motor arranque.

Esto se prueba midiendo el par de frenaje del inducido con una báscula para momentos torsionales, en contra del giro de la marcha.

h) .- Momento torsional de paso.

Es el momento de giro en una marcha completa necesario para que el piñón pueda en la dirección de giro, producir una rotación a la corona dentada del motor de combustión.

Cuando el momento torsional de paso es pequeño, estará en bajas condiciones de transmitir la fuerza del acoplamiento y si el momento torsional es grande, el inducido puede destruirse ya que no podrá admitir altas revoluciones tomadas del motor en el momento de arranque.

La medición de este par, puede hacerse por medio de un dinamómetro con rasgos entre 1.5-8 Kp-cm, 0.4-1.2 Kp-cm. ó de 10...25 Kp-cm., dependiendo del diseño del motor y se efectúa fijado el inducido en el sentido de giro de arranque.

siendo permisible cuando el piñón esté separado del acoplamiento un mínimo de 10 mm.

i) .- Par frenaje del piñón.

Este momento trabaja justamente con el momento torsional de paso, Únicamente que el efecto de frenado se dá a través de la rosca de gran paso sobre la que se desliza; su prueba se hace como la del momento torsional de paso y el piñón no deberá soltarse de la cuerda de gran paso.

j) .- Juego longitudinal del piñón en marchas con inducido deslizante.

El juego longitudinal del piñón es el camino que el piñón recorre sobre el eje de la marcha hasta llegar a acoplarse; a través de este juego longitudinal se atenuará el choque cuando engranen diente sobre diente.

Este juego puede ajustarse por medio de arandelas de compensación entre la cara frontal del piñón y la pieza de fijación sobre el eje del inducido.

EJEMPLO DE FORMAS DE PRUEBA ELECTRICAS Y MECANICAS.

Tipo de Marcha		Pruebas en vacío			Pruebas con carga			
		Tensión	Corriente	R.P.M	Tensión	Corriente	Par	R.P.M.
Voltaje		Volts	Ampers	r.p.m.	Volts	Ampers	Kp.m	r.p.m.
Pruebas de corto circuito		Recorrido piñón			Prueba relé de engranaje		Tipo de falla	
Tensión	Corriente	Par	Distancia con tolerancias	Tensión impulso	Tensión engranaje			
Volts	Ampers	Kp.m	milímetros	Volts	Volts			

FALLAS MAS FRECUENTES Y ORIGEN DEL DESPERFECTO.

En los incisos anteriores se han anotado algunas de las fallas que se encuentran en el motor de arranque al efectuarse las pruebas finales y por las que no cumple con los requerimientos para los que es construido. Frecuentemente se cometen fallas por las que debe tenerse sumo cuidado para estar en posibilidades de reponer el producto si se conoce en donde se presenta el desperfecto y evitar -

así tenerlo que buscar en todo el producto. Estas fallas, generalmente son reparadas por personal independiente a las líneas de producción y un buen control de ellas, permitirá localizar el lugar de trabajo en donde son cometidos con más frecuencia estos errores, principalmente en la línea de montaje final, en partes provenientes del maquinado, por malos ensambles, por golpes en su transporte ó por falta de inspección al adquirir la materia prima.

Estas fallas pueden localizarse al final de las líneas de subensambles ó de producto terminado.

A.- En subensambles:

Coraza con bobinas de excitación:

- a) .- Bobinas de excitación en corto circuito a tierra.
- b) .- Bobinas de excitación interrumpidas.
- c) .- Bobinas de excitación con corto circuito entre espiras.
- d) .- Carbones mal soldados en las terminales de las bobinas.
- e) .- Carbones quebrados.
- f) .- Zapatas polares flojas.
- g) .- Oxido en las partes de acoplamiento.

Inducido:

- a) .- Cortos circuitos a tierra.
- b) .- Cortos circuitos entre espiras.
- c) .- Bobinas mal soldadas en las terminales del colector (interrupción).
- d) .- Colector golpeado.
- e) .- Flecha (eje) golpeado ó excentrico.
- f) .- Falta de arandelas de freno.
- g) .- Oxidaciones en los extremos de la flecha.

Porta - escobillas:

- a) .- Carbones quebrados.
- b) .- Alineamiento de las guías golpeado ó torcido.
- c) .- Oxidaciones en la placa base.

Interruptor magnético y empujador:

- a) .- Arandelas de tope torcidas.
- b) .- Bobinas y solenoide con cortos circuitos a tierra.ó entre espiras.
- c) .- Mal contacto del puente interruptor solenoide.
- d) .- Conexiones del solenoide flojas.
- e) .- Oxidaciones en sus acoplamientos.
- f) .- Varillas de empuje dobladas.

B.- En producto terminado:

Tensión de impulso de mayor voltaje.

- a) .- Piezas mal limpiadas.
- b) .- Bendix enganchado.
- c) .- Carbones mal asentados en el colector.
- d) .- Puente interruptor solenoide mal ajustado.

Intensidad de corriente en vacío muy alta:

- a) .- Escaso juego del inducido.
- b) .- Colector sucio.
- c) .- Carbones mal asentados.
- d) .- Partes sucias u oxidadas.
- e) .- Mala limpieza.

Marcha con ruidos y vibraciones:

- a) .- Inducido golpeado (excéntrico).
- b) .- Demasiado juego del inducido.

- c) .- Carbones mal asentados.
- d) .- Cojinetes mal colocados.
- e) .- Piñón atorado ó apretado.
- f) .- Brazo u horquilla de empuje doblada.

Mal contacto del interruptor:

- a) .- Puentes de contacto con depósito de pintura.
- b) .- Puentes mal ajustados.
- c) .- Puentes interrumpidos.

Cortos circuitos:

- a) .- Tornillos de fijación total pegando en las bobinas de excitación ó en los carbones.
- b) .- Golpes en el inducido, dando cortos circuitos entre espiras ó a tierra.
- c) .- Golpes entre coraza y bobinas de excitación.

FALLAS DE INSTALACION.

Las fallas en la operación de un sistema de arranque, pueden tener su origen no solamente en el motor, sino en otros componentes del sistema como son: - Bateria, interruptor, circuito eléctrico de conecciones abierto y falla del combustible. Las fallas más frecuentes que se presentan son:

Quando el motor de arranque es encendido y el inducido no gira ó gira lentamente:

Origen del desperfecto:

Corrección:

- a).- Bateria descargada.
- b).- Desperfecto en bateria.

- a).- Recargar bateria.
- b).- Falta de agua ó densidad del ácido sulfúrico.

- | | |
|---|---|
| c).- Terminales de la batería sueltas ú oxidadas. | c).- Cerrar terminales ó colocar grasa antiácida. |
| d).- Terminales del motor de arranque ó carbones en corto circuito a tierra. | d).- Inspeccionar corto circuito a tierra. |
| e).- Las escobillas de carbón no tienen contacto satisfactorio con el colector: guías apretadas, carbones quebrados, aceite ó suciedad. | e).- Comprobar el estado de los carbones, renovarlos, limpiar guías y colector. |
| f).- Interruptor del auto dañado, quemado ó que no conecte. | f).- Cambiar interruptor. |
| g).- Solenoide dañado. | g).- Repararlo. |
| h).- Caídas de voltaje en el circuito, alambrado maltratado, pérdidas de conexión. | h).- Revisar conexiones de alambrado del motor de arranque. |

Girando el inducido, el piñón no entra a engranar:

Origen del desperfecto:

Corrección:

- | | |
|---|-------------------------|
| a).- Piñón sucio. | a).- Limpiarlo. |
| b).- Dientes deformados en el piñón ó corona dentada (formación de rebaba). | b).- Limar las rebabas. |

Cuando el interruptor está en posición de conexión el inducido gira hasta que el piñón engrana, pero despues ya no gira:

Origen del desperfecto:

- a).- Carga de la batería baja.
- b).- Presión insuficiente de las escobillas.
- c).- Interruptor puente del solenoide se abra.
- d).- Excesiva caída de voltaje en el circuito de arranque.
- e).- El acoplamiento de sobrecarga se desliza.

Corrección:

- a).- Cargar batería.
- b).- Revisar, limpiar ó cambiar las escobillas.
- c).- Reparar solenoide.
- d).- Revisar alambrado y conexiones.
- e).- Reemplazarlo.

Si el motor sigue girando después de haber apagado el interruptor de arranque:

Origen del desperfecto.

- a).- El interruptor no desconecta o queda pegado el solenoide.

Corrección:

- a).- Desconectar el cable inmediatamente, ya sea de la batería o la marcha, el interruptor deberá ser reparado ó cambiarlo.

El piñón no regresa y queda engranado cuando el motor de combustión ya arranco:

Origen del desperfecto:

- a).- Piñón o corona dentada sucias ó maltratadas, resorte de retroceso quebrado ó vencido.

Corrección:

- a).- Limpiar ó limar las rebabas en los dientes del piñón o corona,

reemplazar el resorte de retroceso.

4.6 .- RECOMENDACIONES EN LA INSTALACION, OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL MOTOR DE ARRANQUE.

INSTALACION.

Los motores de arranque se instalan en la periferia de la corona dentada, después de la caja del cingueñal y antes de la caja de velocidades, deberá fijarse con dos ó más tornillos; una guía servirá para centrar y observar los requerimientos de separación del piñón y espacio entre los dientes.

Para obtener un engranaje correcto, es esencial observar las especificaciones en cuanto a la separación en la cara frontal del soporte del motor de arranque, cuidar de que no existan caídas de voltaje en sus cables, escogiendo que tengan dimensiones adecuadas y magníficas conexiones sin resistencias.

OPERACION.

Antes de operar el motor de arranque, abrir el accionador manual de gasolina (si se requiere) ó encender el interruptor por un minuto en el caso de haber bujías de calentamiento (si está aprox. a 15° C, dejarlo 2 minutos).

Operar el interruptor de arranque, pero no más de 10 segundos, si no arranca, dejar un intervalo de 30 segundos que es el tiempo requerido para transmitir calentamiento a la máquina y para que la batería se reponga; soltar el interruptor de arranque, si el piñón y corona están bloqueados o embragados, no intentar nuevamente arrancar hasta no revisarlos.

Si la máquina enciende, soltar el interruptor inmediatamente, nunca permanecer con el interruptor conectado, después de arrancar la máquina para evitar daños en el piñón o en la corona dentada.

Cuando la máquina no encienda después de varios intentos, dejar de operar el motor de arranque hasta no revisar el sistema de gasolina o fallas eléctricas, ya que de otra manera lo único que se hace es descargar la batería.

MANTENIMIENTO.

Antes de realizar un trabajo en la instalación eléctrica de un motor de arranque, es necesario evitar los peligros de cortos circuitos, desconectando el cable del polo negativo ó tierra de la batería. Nunca colocar herramientas encima de la batería para evitar los cortos circuitos.

Los lugares donde realmente se practica mantenimiento son pocos entre ellos se debiera revisar: Escobillas (carbones), conmutador y lubricación.

Escobillas.- En períodos regulares de tiempo, habrá que comprobar el estado de las escobillas. Para extraerlas, quitar la tapa o banda de cobertura, jalar con ganchos el resorte que las aprisiona al colector (no más de lo necesario, para evitar quebrarlo ó doblarlo). Entonces podrá comprobarse si los carbones se desplazan libremente sobre sus guías sin atorarse. Los porta escobillas deben estar libres de polvo, aceite o grasa; si están estas piezas sucias o apretadas, limpiarlas con un paño limpio que humedecido previamente con gasolina se ha dejado secar (No utilizar estopa, algodón u otros materiales deshilachables).

No deberán utilizarse lijas, navajas o cuchillos para limpiar las superficies rectificadas del carbón. Si el carbón está quebrado, habrá necesidad de reemplazarlo por uno que reúna todas las características de acuerdo con el tipo de marcha. El porta escobillas deberá también estar limpio y correcto; cuando se inserte nuevamente el carbón, comprobar que el resorte aprisionador no tenga dobleces ó esté quebrado.

Es buena costumbre, que en períodos regulares de tiempo, los carbones sean reemplazados por nuevos.

Colector.- Esta parte deberá tener la superficie uniforme y pulida, la ...

superficie gris oscura, deberá estar libre de polvo, aceite ó grasa, de lo contrario, también habrá que limpiarlo con un paño limpio humedecido previamente con gasolina y que se ha dejado secar (No emplear estopa ó algodón). Los colectores gastados, excéntricos, deberán ser enviados a torneear y ranurar ó cambiarlos, -- nunca emplear lija, esmeril ó lima para corregirlos.

Lubricación.- Normalmente, los motores de arranque, son autolubricados - en sus apoyos (cojinetes) y no deberán ser lubricados ni limpiarlos con grasas- o agentes disolventes.

La vida del piñón y corona dentada, pueden aumentarse si periódicamente- son limpiados con cepillo, introduciendolos en gasolina y engrasándolos nuevamen- te, cuando sea necesario se deberán eliminar las rebabas del piñón y corona den- tada.

CONCLUSIONES

En el desarrollo de esta tesis, trato de señalar la importancia de las -- pruebas en la industria de un motor de arranque e indicar algunos dispositivos y - medios para comprobar las especificaciones eléctricas y mecánicas requeridas en el mismo.

Además de éste estudio es sobre un motor de arranque, el interes del mismo es que por medio del análisis en un producto y una correcta selección de las -- pruebas obtener mejorías económicas, además de prestigio y asegurar el futuro de - una planta en el mercado de la copetencia

Para hacer análisis de pruebas durante este trabajo se consideró:

- a).- Su utilidad práctica.
- b).- Información y conocimientos básicos para diseño.
- c).- Funcionamiento electro - mecánico del conjunto.
- d).- Características de sus componentes y su función tomándolas por separo.
- e).- Planes de prueba en el proceso de manufactura.
- f).- Una correcta selección de instrumentos de medición.
- g).- Control de fallas más frecuentes y origen de desperfectos.
- h).- Normas preventivas para eliminación de fallas.

- a).- Utilidad practica .- Un motor de arranque es indispensable actualmente no so-- lo para motores de combustión interna usados en el transporte, sino tambien -- en la industria en general para que estos puedan iniciar sus primeros pasos de combustión, dando así comodidades en el ahorro de tiempo, espacio, mayor con-- fiabilidad y esfuerzos manuales innecesarios.
- .b).- Información y conocimientos básicos para diseño .- Base de información se tie-- ne la recopilación de datos proporcionados por el cliente para poder investi-- gar las características que satisfagan los requerimientos pedidos por el mis-- mo, como son las limitaciones del producto (ejem. temperaturas límites), ti--

po de máquina (motor de arranque) como son: par de arranque mínimo número de revoluciones requeridas para iniciar su encendido, potencia del motor, capacidad de la batería etc.

- c).- Funcionamiento electro-mecánico del conjunto.- Es esencial para la aplicación de pruebas conocer el funcionamiento completo del conjunto tanto eléctrico - como mecánico; entre las funciones eléctricas encontramos el motor propiamente dicho solenoide, interruptor, conexiones y la secuela del funcionamiento eléctrico; para el conjunto mecánico lo más importante es el sistema de engranaje, desenganche, desembragador de sobrecarrera, freno del inducido empujador del piñón y partes mecánicas correspondientes al motor eléctrico.-
- d).- El conocimiento de las partes componentes y sus características de trabajo dan una correcta selección de pruebas en las líneas de producción como son - las pruebas dimensionales eléctricas que deben aplicarse así también de los ensambles y formas de maquinado, no descuidando las pruebas visuales de mayor importancia.
- e).- Planes de prueba en el proceso de manufactura.- Estos planes comprenden desde su inicio en la recepción de materia prima hasta la de producto terminado tomando principal atención en las pruebas aplicadas en las líneas de producción de cuyos resultados dependen grandemente la calidad del producto; es necesario investigar los puntos más convenientes de pruebas, dando como resultado economías ya sea evitando trastornos en las líneas o haciendo más fluidos los procesos, la selección de puntos convenientes de pruebas podrán aplicarse directamente en las líneas o independientes de estas (laboratorio), y según la calidad requerida del producto serán aplicadas más o menos rigurosas dentro de las posibilidades económicas de la empresa.
- f).- Una correcta selección de instrumentos de medición debe ser llevada, ya que además de ser indispensables, es necesario escogerlos cuidadosamente, depen

diendo del volumen de producción y con tolerancias aceptables dentro del rango de especificaciones señaladas, es común fijar tolerancias más reducidas en las líneas de producción que las comúnmente permitidas en el ensamble final del producto, evitando así fallas por pequeños excesos de tolerancias.

g).- Control de fallas y origen de desperfectos.- Un buen control de fallas que frecuentemente aparecen y el origen del desperfecto es de sumo interés, ya que permite proveer de medios para evitarlas, ya sea en el manejo de materiales o por medio de pruebas adicionales; este control ayuda para la repocisión de partes o recuperación de las mismas sin dificultades en la búsqueda de los desperfectos que recaén en la pérdida de material, mano de obra y como consiguiente elevación de costo del producto, pues aveces es incosteable la reparación y es preferible recuperar partes.

h).- Normas preventivas para la eliminación de fallas.- Estas normas deben fijarse tomando en cuenta la causa por la que se producen dichas fallas y los lugares donde se originan; siendo las más frecuentes las producidas por: Deficiencia de limpieza en los trabajos, mal uso de dispositivos e instrumentos de medición, manejo inadecuado de materiales, instrumentos de medición mal calibrados, bajo nivel de adiestramiento. Para la eliminación de fallas es recomendable transmitir normas por medio de planes de pruebas, dibujos, e instrucciones o directamente en recomendaciones al supervisor o a la parte obrera.

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

MOTORES ELECTRICOS Fundamentos de su calculo Dr. Ing. Schwaiger.-
Editorial UTEHA.- México 1968.

ELECTRICAL MEASUREMENTS.- Smith and Wiedenbeck.- Mc. Graw - Hill-
Book Company, Inc. 1959.

LABORATORY MANUAL OF MATERIALS TESTING.- R. T. Liddicoat - Philip
Potts.- The Macmillan Company 1967.

TABELLENBUCH ELFKTROTECHNIK.- Dipl. Ing. A. Senner.- Europa - - -
Lehrmittel O. H. G. - 1966.

ELECTRICIDAD INDUSTRIAL.- Ch. L. Dawes.- Editorial Reverté S. A.
1965.

KRAFTFAHR - TECHNISCHES TASCHENBUCH.- E. Gundlach KG, Bielefeld -
BOSCH. 1966.

MANUAL DE FORMULAS TECNICAS.- Kurt Gieck.- Representaciones y ser-
vicios de ingeniería S. A. México 1968.