

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**MANTENIMIENTO Y EVALUACIÓN ECONOMICA DE
UNA LOCOMOTORA SD 70 DE 4000 HP**

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR POR EL TITULO PROFESIONAL DE :

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

LUIS ARMANDO MENDOZA LEON

PROMOCION 1988-II

LIMA – PERU
2000

PROLOGO

El presente informe de ingeniería se basa en la experiencia lograda en la División del Ferrocarril Industrial FF.II. Area Ilo. primero como asistente y luego como Jefe del Taller de Locomotoras y Equipos de la empresa Southern Peru Copper Corporation desde el año 1995 hasta la fecha.

En el capítulo 1 se mencionan algunos antecedentes sobre las operaciones que se realizan en el transporte del mineral y carga general de las minas hasta el puerto de Ilo y viceversa. con la flota de locomotoras que tiene la división de ferrocarriles de Southern Perú Copper Corporation. luego los objetivos del informe basado en un programa de mantenimiento computarizado y una evaluación final tanto económica como del rendimiento de la locomotora SD70 y una General Electric.

En el capítulo 2 se dan los fundamentos teóricos y principios básicos de funcionamiento de una locomotora diesel-eléctrica. para tener una idea general de la nueva tecnología que llega al Perú con la adquisición de estas modernas máquinas. También se dan las pautas del sistema computarizado que tenemos dentro de la administración de mantenimiento donde figuran nuestros objetivos y la

filosofía general lograda para evitar paradas de equipos dentro del proceso productivo, con el uso de inspecciones preventivas y predictivas.

En el capítulo 3 se detallan las características técnicas y datos generales de estas locomotoras, así como sus diferentes sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos, también se hace referencia a las diferentes computadoras y PLC's utilizadas para el propio control de los diversos componentes e información al personal de mantenimiento sobre fallas y diversos mensajes a la tripulación del tren.

En el capítulo 4 se presentan los programas de mantenimientos preventivos elaborados por la división de ferrocarriles, de acuerdo a las recomendaciones recopiladas en los diferentes manuales que llegaron junto con las locomotoras, cursos que se recibieron y a la experiencia lograda en el transcurso de estos años.

En el capítulo 5 se presentan los costos de mantenimientos preventivos y sus proyecciones a futuro comparándolas con las locomotoras G.E., así como la eficiencia en la operación de estas locomotoras en el FF.II y evaluar el ahorro que significa tener estas máquinas en la empresa.

CONTENIDO

CAPITULO 1: INTRODUCCION	PAG.
1.1. GENERALIDADES-BREVE RESEÑA HISTORICA.....	2
1.2. OBJETIVO.....	3
1.3. ALCANZE.....	4
1.4. ORGANIGRAMA ADMINISTRATIVO.....	6
CAPITULO 2: FUNDAMENTOS TEORICOS Y TECNICOS	
2.1. MOTORES DIESEL EN LAS LOCOMOTORAS.....	8
2.2. FUNDAMENTOS ELECTRICOS DE UNA LOCOMOTORA..	9
2.2.1. PRINCIPIOS BASICOS.....	9
2.2.2. SISTEMA DE EXCITACIÓN.....	11
2.2.3. CONTACTORES Y RELES.....	13
2.2.4. SISTEMA DE TRANSICION.....	14
2.2.5. FRENO DINAMICO.....	15
2.3. ADMINISTRACION DE MANTENIMIENTO-CMMS.....	16
2.3.1. INTRODUCCION.....	16
2.3.2. OBJETIVOS.....	17
2.3.3. FILOSOFIA DE MANTENIMIENTO.....	19
2.3.4. INGRESO DE DATOS AL CMMS.....	23
2.3.5. SALIDA DE DATOS DEL CMMS.....	26
2.4. EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO.....	28
2.4.1. DISPONIBILIDAD.....	28
2.4.2. EFECTIVIDAD.....	28
CAPITULO 3: PRINCIPALES SISTEMAS DE UNA LOCOMOTORA SD70	
3.1. DATOS GENERALES.....	32

3.2.	SISTEMA ELECTRICO.....	37
3.2.1.	EM 2000- REVISION GENERAL.....	37
3.2.2.	CIRCUITO DE ALTO VOLTAJE.....	53
3.2.3.	CIRCUITO DE BAJO VOLTAJE.....	65
3.2.4.	CONTROL DE CARGA Y LA ADHESION.....	69
3.3.	SISTEMA MECANICO.....	76
3.3.1.	DESCRIPCION GENERAL.....	76
3.3.2.	SOPLADORES DE MOTORES DE TRACCION.....	76
3.3.3.	INYECCION ELECTRONICA- EMDEC.....	80
3.3.4.	TRUQUE HTC- R RADIAL.....	99
3.3.5.	LUBRICACION DEL MOTOR DIESEL.....	105
3.3.6.	ENFRIAMIENTO DEL MOTOR DIESEL.....	107
3.4.	SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.....	109
3.4.1.	INTRODUCCION.....	109
3.4.2.	COMPRESOR DE AIRE.....	109
3.4.3.	RESERVORIO PRINCIPAL.....	111
3.4.4.	EQUIPO DE FRENOS DE AIRE- EPIC II.....	112
3.5.	PUESTA EN OPERACIÓN Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	117
3.5.1.	PRE-LUBRICACION DEL MOTOR.....	117
3.5.2.	REVISION DE NIVELES E INSPECCION GENERAL.....	119
3.5.3.	ARRANQUE DEL MOTOR DIESEL Y PRUEBAS.....	120

CAPITULO 4: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

4.1.	INSPECCION DIARIA DE LA LOCOMOTORA.....	123
------	-----------------------------------------	-----

4.2. TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	123
4.3. SEGURIDAD EN LAS OPERACIONES Y MANTENIMIENTO.....	124

**CAPITULO 5: COSTOS Y RENDIMIENTOS COMPARATIVOS ENTRE
LOCOMOTORAS G.E. Y SD 70**

5.1. COSTOS DE MANTENIMIENTO DE UNA G.E.....	126
5.2. COSTOS DE MANTENIMIENTO DE UNA SD70.....	126
5.3. DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DE UNA G.E.....	127
5.4. DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DE UNA SD70...	129
5.5. RENDIMIENTO DE UNA G.E.....	129
5.6. RENDIMIENTO DE UNA SD70.....	130
5.7. RENDIMIENTO EN EL CONSUMO DE ZAPATAS.....	134
5.8. EFECTIVIDAD DEL SISTEMA.....	135
5.9. EVALUACION ECONOMICA ANTES Y DESPUES DE LA OPERACIÓN DE LA SD70.....	135

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

APENDICE

GLOSARIO

PLANOS

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 GENERALIDADES

En el Perú, las primeras locomotoras llegaron aproximadamente en el año 1923 siendo estas a vapor primero y luego las diesel eléctricas en el año 1954.

En Southern, el FERROCARRIL INDUSTRIAL, como parte del proceso productivo minero empezó a operar en el año 1956 con la explotación del yacimiento minero de Toquepala y actualmente tiene la responsabilidad de llevar diferentes cargas e insumos a las minas tales como combustible, ácido sulfúrico y otras para los diferentes proyectos que se están llevando a cabo, así como traer el mineral concentrado de cobre desde las alturas hacia la fundición ubicada en el puerto de Ilo y los ánodos de cobre lixiviados en Toquepala para su exportación a diferentes lugares del mundo desde el muelle.

Para lograr esto se cuenta con una línea ferrocarrilera de 110 millas entre Ilo, Toquepala y Cuajone con gradientes de hasta 3%, desde el nivel del mar hasta las cordilleras andinas a unos 3 600 m.s.n.m., cabe resaltar que para llegar a Cuajone se tienen que atravesar 5 túneles siendo el R4 de 14.5 kilómetros, uno de los más largos del mundo.

Nuestra flota cuenta con locomotoras en las marcas

Alco, EMD y GE siendo las más antiguas las Alco fabricadas en el año 56 y las últimas adquiridas este año 1999 de la marca EMD Electro-Motive División) en el modelo SD 70 de 4 000 Hp de potencia.

1.2 OBJETIVO

Dada la alta competitividad en el mercado mundial de las empresas productoras de cobre , por consiguiente la reducción de sus costos de producción y el aumento de la misma, la empresa Southern ha visto conveniente no quedarse al margen de este cambio, por lo que está realizando proyectos de gran envergadura en las minas y en la fundición, obviamente las cargas en el transporte se van a incrementar para lo cual se tiene que mejorar la flota de los equipos de transporte y los equipos usados en el mantenimiento de vías para cambiar rieles , durmientes etc.

El sistema ferroviario existente en el Perú es poco conocido y poco difundido tanto a nivel universitario como profesional, es por ello que através de este informe de ingeniería se pretende mostrar las nuevas tecnologías con que son dotadas las locomotoras adquiridas. Se requiere hacer la elaboración de un programa de mantenimiento conjugando las recomendaciones del fabricante y la experiencia de la empresa empleando todas las

herramientas disponibles así mismo establecer una comparación de costos de mantenimiento entre las locomotoras General Electric que hasta la fecha están transportando los minerales de las minas y la locomotora SD 70 a fin de analizar ventajas económicas comparativas en forma macro-económica y el rendimiento con la que están trabajando actualmente

1.3 ALCANCE

En este informe se describe la teoría básica de mantenimiento, tan importante en una empresa minera al tener equipos de alto costo e importantes dentro de su proceso de producción. Se contemplan los diferentes sistemas que tienen estas máquinas como: Eléctrica, mecánica, electrónica y neumática, además de las computadoras que trae consigo.

La puesta en operación de estas locomotoras realizada con la supervisión de técnicos de EMD fundamental para que puedan entrar en funcionamiento con la debida garantía y la elaboración del programa de mantenimiento preventivo e inspecciones diarias en las estaciones, finalmente se efectúa un informe de costos de mantenimientos realizados, la eficiencia y consumo de petróleo de esta locomotora SD70 y de las General Electric G.E.

Los costos de mantenimiento involucran todos los materiales directos e indirectos así como la mano de obra las cuales consideran los costos administrativos con el valor actual del cambio monetario siendo todos estos costos ya considerados con los impuestos pagados de acuerdo a ley.

1.4 ORGANIGRAMA ACTUAL DE LA DIVISION

La sección de Mantenimiento de Vías, tiene a su cargo el mantenimiento de la red ferroviaria tanto en los patios como en la línea principal y para ello cuenta con un grupo de máquinas apropiadas para efectuar la labor.

La sección de Mantenimiento de Locomotoras y Equipos, tiene la responsabilidad de realizar los diferentes mantenimientos a las locomotoras y a los equipos móviles, incluyendo la maquinaria de planta.

La sección de Reparación Vagones, tiene la responsabilidad de realizar los mantenimientos a los diferentes carros existentes en la División.

La sección de Operaciones Trenes, tiene la responsabilidad del despacho de trenes ya sea en los patios como en el transporte del concentrado y la atención a los diferentes usuarios que solicitan apoyo a nuestra División Ver figura 1.4.a.

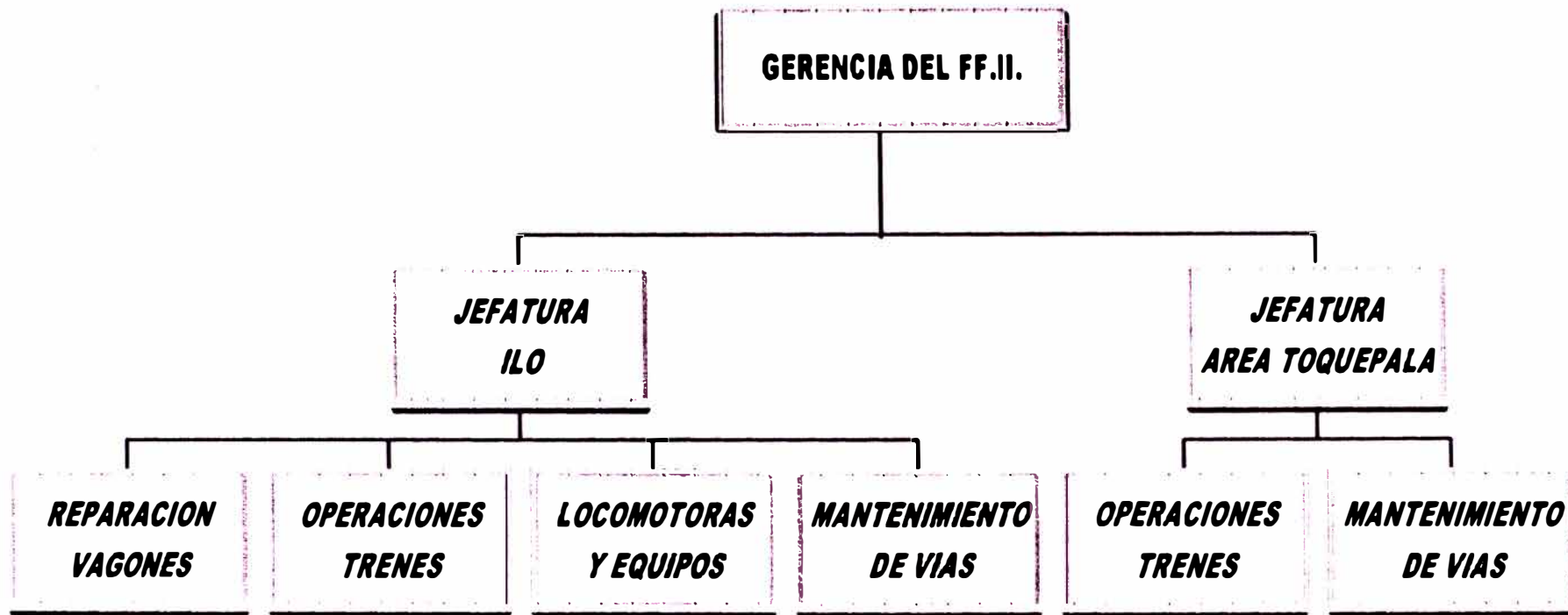


FIGURA 4.1.a Organigrama de la División del FF.II.

CAPITULO 2

FUNDAMENTOS TEORICOS Y TECNICOS

incluye el trabajo hecho por la locomotora para moverse así misma y el tren, la velocidad al cual está trabajando, es la cantidad de combustible requerido para hacer ese trabajo.

La eficiencia es también una cantidad medible. Es un parámetro de trabajo realizado por la locomotora, dividido por el número de galones de petróleo requerido para hacer ese trabajo. La relación más cercana medida en kilovatios por hora de una locomotora, es la cantidad de toneladas- millas movidas por galón o pasajeros-millas por galón, mientras más grande sea este valor, más eficiente es la operación del tren.

2.2 FUNDAMENTOS ELECTRICOS DE UNA LOCOMOTORA

2.2.1. PRINCIPIOS BASICOS

Las locomotoras diesel-eléctricas son económicas para el transporte de pasajeros y de carga. sus equipos mecánicos y eléctricos se encuentran en una proporción de 50% a 50 %. El motor diesel desarrolla la potencia mecánica la cual es usada para hacer girar al generador principal. La fuerza eléctrica del generador hace mover a los motores eléctricos de tracción los cuales son engranados a los ejes de la locomotora.

No se gana dinero cuando las locomotoras están durmiendo en las estaciones de tren o en el

incluye el trabajo hecho por la locomotora para moverse así misma y el tren, la velocidad al cual está trabajando, es la cantidad de combustible requerido para hacer ese trabajo.

La eficiencia es también una cantidad medible. Es un parámetro de trabajo realizado por la locomotora, dividido por el numero de galones de petróleo requerido para hacer ese trabajo. La relación más cercana medida en kilovatios por hora de una locomotora, es la cantidad de toneladas- millas movidas por galón o pasajeros-millas por galón, mientras más grande sea este valor, más eficiente es la operación del tren.

2.2 FUNDAMENTOS ELECTRICOS DE UNA LOCOMOTORA

2.2.1. PRINCIPIOS BASICOS

Las locomotoras diesel-eléctricas son económicas para el transporte de pasajeros y de carga, sus equipos mecánicos y eléctricos se encuentran en una proporción de 50% a 50 %. El motor diesel desarrolla la potencia mecánica la cual es usada para hacer girar al generador principal. La fuerza eléctrica del generador hace mover a los motores eléctricos de tracción los cuales son engranados a los ejes de la locomotora.

No se gana dinero cuando las locomotoras están durmiendo en las estaciones de tren o en el

taller una y otra vez, es un compromiso de todos: maquinistas, mecánicos y electricistas hacer que estas máquinas se muevan en la vía tanto como sea posible. El problema de mantenimiento es tener siempre operativa una locomotora y lo mejor es saber que mantener de ella operativa. Un gran porcentaje de fallas eléctricas problema usual en estas máquinas son causadas por una de las siguientes razones:

- 1.- Pérdida en las conexiones eléctricas
- 2.- Falta de limpieza de los componentes
- 3.- Falta de conocimiento de los equipos eléctricos
- 4.- Curiosidad

Un buen mantenimiento previene las dos primeras causas y la educación es la respuesta a las dos últimas.

Similitud hidráulica y eléctrica

Una forma fácil de aprender el principio de funcionamiento de una locomotora es compararla con la acción del agua ver figura 2. 2. a (página 13), la bomba corresponde al generador, los rodetes a los motores de tracción y las tuberías a los cables de conexión.

Primero, asumir que el motor diesel está en mínimo con la válvula cerrada (interruptor abierto) Entonces la bomba (generador) está produciendo presión (voltaje), pero no hay flujo de agua (corriente), por lo tanto los rodets no se mueven.

Ahora supongamos que el acelerador es movido al punto 1. esta acción abre la válvula cierre de contactores de potencia y el agua empieza a fluir, este flujo causa presión contra las paletas de los rodets Si la locomotora tiene un tren pesado, la presión (voltaje) no será suficiente para mover las ruedas.

El maquinista ahora acelera a punto 5, la velocidad del diesel aumenta y la presión en la bomba de agua voltaje se incrementa. Esto causa que mayor cantidad de agua (corriente) fluya através de las paletas de los rodets, sigue aumentando la aceleración hasta que los galones por minuto amperios sean lo suficiente para hacer mover al tren.

2.2.2 SISTEMA DE EXCITACION

La función de excitación es para hacer que el motor diesel el generador y los motores

trabajen juntos como un equipo, por lo tanto es importante saber cómo trabaja el equipo de control y como cuidarlo.

La figura 2.2.b (ver página 13) muestra cómo el motor diesel, el generador principal, excitador, control y motores de tracción están relacionados. El sistema de excitación tiene el trabajo de ver que estos componentes trabajen juntos y de la mejor manera posible.

El voltaje de salida del generador depende de la velocidad de la armadura y del aumento del campo de excitación. La corriente de salida depende mucho del circuito conectado en el generador (usualmente llamado " carga "). En una locomotora diesel- eléctrica, la carga son los motores de tracción , los cables y todos los interruptores.

Estos motores deben tener una gama de voltaje todo el tiempo y para lograr este voltaje, la corriente del generador debe variar. Para lograr que los motores de tracción actúen como si un hombre empieza a empujar un carro, se deben tener lo siguiente:

- 1 - El motor debe tener corriente fluyendo

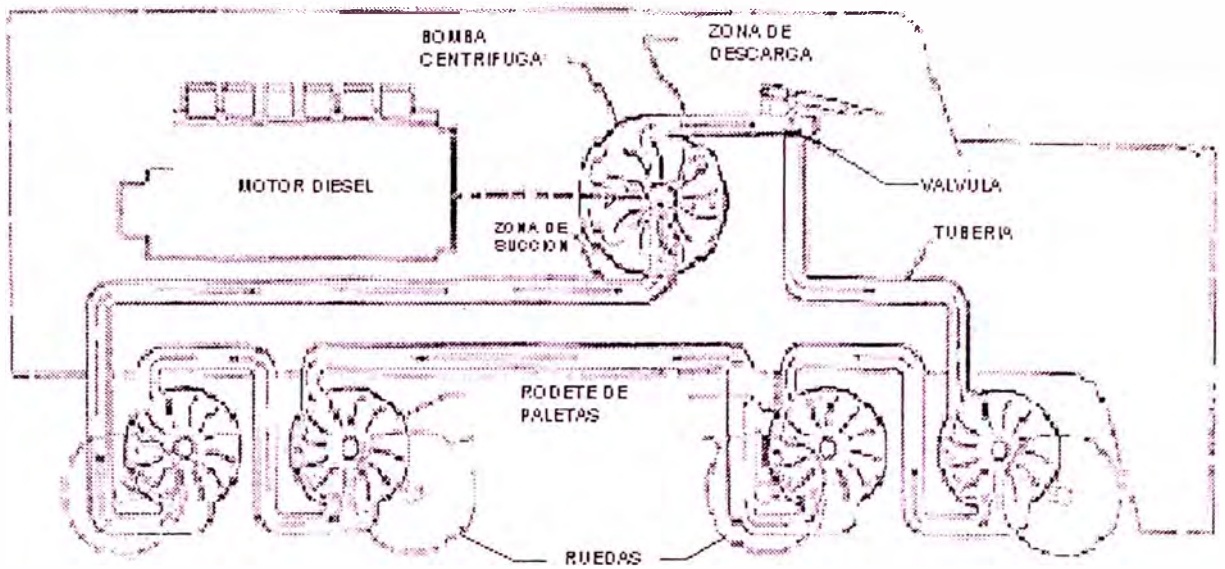


FIGURA 2. 2. a Comparacion con la acción del agua

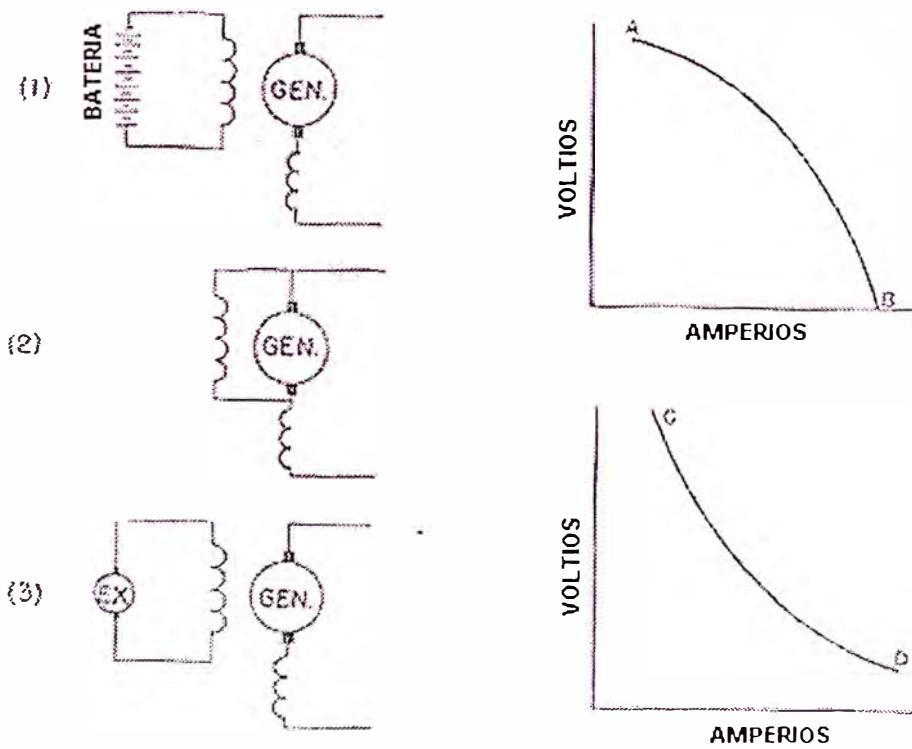


FIGURA 2. 2. b Sistema de excitación

através de él para poder desarrollar el torque, a más corriente más torque.

2.- La velocidad del motor depende de su voltaje y su amperaje.

3.- La potencia de salida depende del torque y de la velocidad.

En conclusion:

EL TORQUE ES PROPORCIONAL A LA CORRIENTE

LA VELOCIDAD ES PROPORCIONAL AL VOLTAJE

La excitación del sistema puede ser: externo o interno y puede venir de:

- 1.- Un banco de baterías.
- 2.- La propia generación en la armadura
- 3.- Un pequeño generador DC.

2.2.3. CONTACTORES Y RELES

En el tiempo de las carretas se necesitaba un cochero para conducir dos caballos. Hoy en día, un maquinista puede controlar 6 000 hp sin mucho esfuerzo, debido al uso de los contactores y relés.

Estos pueden ser operados por aire o por una bobina eléctrica, en algunos casos los contactos son

de cobre y en otros son de plata, dependiendo del fabricante. Todos ellos deben de tener un supresor de arco debido a los chispazos que ocurren cada vez que abren un circuito de potencia y estos normalmente son fabricados en moldes de asbesto.

2.2.4. SISTEMA DE TRANSICION

Recordemos cuando viajábamos con nuestra bicicleta, ciertos lugares eran tramos rectos y no teníamos dificultad, pero en otros lugares subíamos gradientes regulares y hacíamos el cambio en la cadena de transmisión a fin de minimizar nuestro esfuerzo o en otros casos nos descendíamos por una bajada e igualmente efectuábamos cambios para no hacer demasiado esfuerzo.

Las locomotoras tenían el mismo problema y peor aún debido a la variedad de peso del tren, itinerarios variados etc., tampoco se les podía colocar un sistema de transmisión para hacer cambios por la magnitud que ello significaría instalarlos.

Lo que realmente se hace con los circuitos es colocar los motores de tracción en paralelo cuando la velocidad ha sido ganada, logrando con esto

distribuir la corriente en cada motor (disminución de corriente y aumento de voltaje).

2.2.5. FRENO DINAMICO

Veamos ahora como los motores de tracción pueden ser usados como frenos en las locomotoras diesel-eléctricas. Es indudable saber como se manifiesta la acción de las zapatas de freno sobre las ruedas. Al estar en fricción se produce calor entre ambas y si son aplicados por mucho tiempo se pueden dañar. Los motores se convierten en generadores produciendo energía la cual es disipada en unas resistencias las cuales son enfriadas por medio de unos ventiladores.

Para tener freno dinámico las ruédas tienen que estar girando, esto es porque un generador genera sólo cuando esta girando la armadura, razón por la cual este sistema no detendrá el tren y se tiene que usar los frenos de aire para hacerlo. Si por alguna razón un rueda empieza a patinar estando la locomotora en freno dinámico, este sistema se debería anular hasta que el patinamiento haya cesado para evitar la ronsadura de la rueda.

2.3 ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO-CMMS

2.3.1. INTRODUCCION

El sistema de mantenimiento computarizado administra el mantenimiento en las instalaciones de una empresa, así mismo la manera en que cada uno debe comprometerse en el esfuerzo general para desarrollar, dirigir y controlar en forma efectiva el mantenimiento del equipo de producción y apoyo.

Esto va dirigido a proporcionar una comprensión de lo siguiente:

- Las metas de una empresa, relacionada con el mantenimiento.
- La filosofía del mantenimiento y los beneficios.
- La participación interactiva del personal de mantenimiento y operaciones.

El impacto del mantenimiento sobre la rentabilidad.-

Todo equipo especialmente de mina y de planta es costoso y complejo por lo tanto su operación es vital para la rentabilidad.

Hoy en día, la organización del mantenimiento debe ser bien administrado y entrenado. Esto es

necesario porque el equipo de hoy significa una gran inversión de capital, por lo tanto, debe mantenerse productivo; las fallas pueden producir pérdidas significativas para una empresa.

El CMMS es un programa computacional de administración de mantención, diseñado específicamente para que lo utilice el personal de mantención. Es una herramienta útil para organizar y ejecutar de manera eficiente decisiones de administración de mantenimiento.

Es fácil y rápido de utilizar y permite al personal de mantenimiento la planificación, programación y control de los trabajos mediante la:

- Identificación del trabajo por realizar.
- Preparación de ordenes de trabajo.
- Planificación de trabajos.
- Registro de los resultados de los trabajos.
- Análisis de los resultados de los trabajos.
- Informes sobre los resultados de los trabajos.

2.3.2. OBJETIVOS

No se puede lograr la aplicación de prácticas efectivas de administración de mantenimiento sin

fijarse objetivos. Esto se puede determinar de la siguiente manera:

- Lo primero y más importante es que en todo momento se debe mantener el estado de seguridad del equipo de producción.
- Reducir el tiempo perdido de producción al mínimo, debido a tiempo muerto de equipo.
- Elevar al máximo la efectividad del tiempo de mantenimiento através de un buen planeamiento y programación.
- Disminuir el número de fallas de los mantenimientos preventivos y correctivos.

Beneficios.-

Ningún sistema de administración de mantenimiento puede compensar por deficiencias, tales como mala calidad del trabajo o mala actitud para el trabajo, pero con una planificación y control del uso de los recursos de mantenimiento, las empresas lograrán muchos beneficios. Algunos de ellos se podrán ver como:

- Mayor seguridad para los trabajadores.
- Alta disponibilidad de equipo.
- Menos reparaciones mayores o repetidas.
- Mejor uso del personal.
- Menor inversión del capital.

- Reducción de costos de mantenimiento.
- Baja de los costos de producción.

2.3.3. FILOSOFIA DEL MANTENIMIENTO

Las ordenes de trabajo proporcionan un medio para identificar y describir las necesidades de mantenimiento y el control necesario para la administración apropiada de sus actividades. El propósito principal de estas órdenes de trabajo es transmitir la información del trabajo de mantenimiento realizado y proporcionar información para controlar el trabajo en ejecución.

Exceptuando el trabajo de emergencia que incluye las fallas por producción o trabajo urgente de seguridad, estas pueden ser:

- Ordenes de Trabajo Regulares.- Son de dos tipos de rutina y urgencia, la diferencia es que la de rutina se puede poner en la cartera de trabajo pendiente a fin de planearla y programarla en la reunión semanal de planificación mientras que las urgentes se deben de programar en el transcurso de la guardia o al día siguiente.

- Ordenes de Trabajo Estándar.- Se usa en situaciones donde el trabajo se repite a menudo pero involucra costos significativos de labor y material.
- Ordenes de Trabajo Pendientes.- Se usan cuando es necesario reunir costos de mantenimiento para trabajos pequeños y repetitivos tales como el servicio de lubricación, las inspecciones diarias, reuniones de seguridad, clases de entrenamiento y limpieza del taller. Su uso debe de ser restringido al mínimo.

Mantenimiento Preventivo.-

Los programas de Mantenimiento Preventivo (PM) se usan como un medio para determinar el estado general del equipo de producción, móvil, estacionario y del equipo auxiliar. Estos programas se deben diseñar para detectar tempranamente el mal funcionamiento o falla de partes y componentes, de modo que se pueda programar la acción correctiva en el momento más conveniente para Operaciones y Mantenimiento.

Las actividades de PM pueden hacerse por horas de operación, toneladas o por intervalos de

tiempo, incluyendo el sistema de 52 semanas calendario. Las tareas se basan en intervalos calendario normalmente y se planifican y programan para todo un año. Esto permite que el programa avance de un año a otro de manera automática. Las tareas se basan en horas o toneladas y necesitan una actualización periódica de las horas de operación diaria o las toneladas cargadas o trabajadas por guardia, por equipo o las lecturas de los horómetros o medidores de tonelaje.

Mantenimiento Predictivo.-

El mantenimiento predictivo es una forma especializada de mantenimiento. Se basa en los intervalos entre servicio y servicio a cada equipo que se designa por tiempos de duración ó pesos específicos, normalmente horas de operación, toneladas de carga , las lecturas de kilómetros ó millas tomadas de los medidores del equipo.

Las tareas del Mantenimiento Predictivo se programan en relación a la vida esperada del componente ó parte, dependiendo de lo crítico del resultado, si se presenta una falla, la tabla de estimados de tiempo, tonelaje o distancia para reemplazos será mas conservadora. El análisis de aceite y el de vibración son herramientas que se

usan para predecir la vida de una parte ó componente para un mantenimiento predictivo requerido (ver Apéndice C).

Trabajo Pendiente Cartera de Ordenes de Trabajo).-

La cartera de órdenes de trabajo es un medio efectivo para identificar, clasificar y controlar las exigencias del trabajo de mantenimiento prestado al equipo de producción y auxiliar. Los trabajos se seleccionan de las OT's existentes en la cartera de pendientes para el pronóstico de trabajo de una semana y programación diaria.

Planeamiento del trabajo.-

Este comprende la preparación de las órdenes de trabajo para establecer la cartera de OT's, asegurándose que se tenga a disposición el equipo, el material los repuestos y el personal, en la fecha programada para el trabajo a realizar para luego hacer un estimado de su costo.

Pronóstico Semanal.-

La definición de los compromisos para la semana siguiente permite hacer una programación efectiva del trabajo planificado. Las reuniones semanales de trabajo entre los supervisores de Operaciones y

Mantenimiento permiten asignar los recursos disponibles de mantenimiento una semana antes de la fecha programada para la ejecución del trabajo.

Programación Diaria del Trabajo.-

El programa de trabajo diario se basa en el pronóstico ó proyección semanal de trabajo, con los ajustes que sea necesario hacer debido a trabajos de emergencia o urgentes surgidos de manera imprevista. Un factor clave para el éxito de la programación diaria es el estimado correcto del trabajo a realizar.

- Historia de Trabajo.-

La historia de trabajo es un registro del trabajo que realmente se realizó, ya sea programado o no, y se usa como medida para dimensionar trabajos similares que se tengan que hacer en el futuro.

2.3.4. INGRESO DE DATOS AL CMMS

En el Apéndice A se muestran los diferentes archivos usados en el programa computarizado de mantenimiento.

Archivos Maestros

La aplicación de los archivos maestros permiten definir:

- Equipos que se deben someter a mantención

- Instrumentos que se deben someter a mantención.
- Componentes que se deben someter a mantención.
- Quién trabaja con el equipo.
- Cuánto dinero extra se le paga al personal por trabajar turnos especiales o sobretiempo.
- Condición de trabajos y categorías de clases.
- Centros de costos y categorías de contabilidad para efectos de costos de trabajo.

Menú de Archivos

De Equipos

Grupos de Equipos

Centros de costos

Entrar nuevo equipo

Editar usando la forma

Revisión /Edición equipos

Cambiar un número de equipo

Cambiar el centro de costo

Inicializar las horas de equipo

Inicializar las toneladas de equipo

Borrar horas de equipo

Borrar toneladas de equipo

Imprimir información de equipo

De Instrumentos

Entrar nuevo instrumento

Editar usando la forma

Revisión/Edición instrumento

Imprimir lista instrumentos

De Componentes

Definir nombre de componentes

Editar definiciones usando una forma

Revisión/Edición de definiciones

Cambiar nombre de componente

Entrar componente con evaluación estadística

Editar componente usando una forma

Revisión/Edición de componente

Cambiar número de serie

Historia de componente

Imprimir reporte de componente

De Personal/Labor

Empleados

Especialidad

Estado del trabajo

Clase de trabajo

Multiplicador de sobretiempo

Diferencial de turno

Centro de costo/cuenta

2.3.5. SALIDA DE DATOS DEL CMMS

Ordenes de trabajo y planificación.-

Con las órdenes de trabajo se puede estar seguro de que las solicitudes de trabajo no se olviden y de que están planificadas en plazos adecuados. Además, puede rastrear los trabajos realizados, la fecha de su realización, así como las horas-hombre y costos que se emplearon en la realización de cada trabajo.

Mantenimiento Preventiva.-

Es el trabajo que se práctica a un equipo antes de que éste falle, con el objeto de evitar que falle en el futuro. Antes de planificar la mantenimiento preventiva en el módulo, se deben crear listas de verificación para que el personal de mantenimiento las utilice al llevar a cabo un servicio de mantenimiento preventiva. Las hojas de mantenimiento preventiva son hojas que contienen una lista de las tareas requeridas para un servicio de inspección.

Historial de Trabajo.-

Uno de los propósitos principales del CMMS es rastrear la información sobre mantenimiento para llevar un historial de trabajos efectuados en el equipo. Se crea un historial de trabajo registrando el

trabajo realizado en el equipo. Una forma de historial de trabajo consiste en cerrar órdenes de trabajo abiertas, lo que significa que se debe indicar al CMMS que se ha terminado el trabajo realizado.

Historial de Operación.-

El propósito principal de rastrear las estadísticas de operación diarias tales como las horas de operación, el tiempo de demora, el período de detección por razones mecánicas, eléctricas y el tiempo de espera para calcular la disponibilidad y utilización del equipo. La disponibilidad y la utilización de un equipo es un indicador de rendimiento clave de la eficiencia de mantención de la operación.

Informes Estándar.-

Se pueden generar automáticamente informes administrativos mensuales. Puede enviar uno ó más de ellos a la impresora de una sola vez, ó puede enviarlos a un archivo para imprimirlos posteriormente o guardarlos para futura referencia.

Transacciones de Tiempo y Material.-

Es posible rastrear tres tipos de diferentes costos asociados a trabajos y equipos:

- Mano de obra directa.
- Material.
- Compra de servicios.

2.4 EFICIENCIA DEL MANTENIMIENTO

2.4.1. DISPONIBILIDAD

La disponibilidad es la probabilidad de que un equipo este disponible para su uso durante un periodo determinado. El cálculo es directo con la información estadística que se lleva en ese período.

Inherente.-

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMER} \quad \text{----- (1)}$$

Alcanzada.-

$$D = \frac{TMEM}{TMEM + M} \quad \text{----- (2)}$$

Operacional.-

$$D = \frac{TMEM + Tp}{TMEM + Tp + TMD} \quad \text{----- (3)}$$

Siendo:

TMEF	=	Tiempo medio entre fallas
TMEM		Tiempo medio entre intervenciones de mantenimiento
TMER	=	Tiempo medio entre reparaciones
M	=	Tiempo en que se ejecutan las mantenciones
Tp	=	Tiempo de parada, ajenos al mantenimiento
TMD	=	Tiempo medio de demora

2.4.2. EFECTIVIDAD

Teóricamente, es la forma en que se cumplen los objetivos de la producción y se mide según la familia de equipo de que se trate, por medio de indicadores típicos de ella, por ejemplo:

- Tonelaje acarreado en el caso de camiones de minería.
- Toneladas-milla transportado por un tren.
- Piezas producidas en una línea de producción.
- Metros perforados en el caso de Jumbos.
- Tonelaje molido en el caso de molienda.

Esta consiste en obtener a un mínimo costo la efectividad predeterminada por las necesidades de la producción.

$$E_f = Q \times D \text{ ----- (4)}$$

Ef :Es la efectividad del sistema

Q :Es la producción

D :Es la disponibilidad del sistema

CAPITULO 3

PRINCIPALES SISTEMAS DE

UNA LOCOMOTORA SD 70

3.1 DATOS GENERALES

La locomotora Diesel eléctrica de modelo EMD SD70, está equipada con un motor diesel de 16 cilindros, con turbocargador. El motor diesel impulsa el ensamblaje del generador principal (alternador de tracción y alternador acompañante). La potencia eléctrica de salida del alternador de tracción es rectificadora a corriente continua (CC), luego distribuida a los motores de tracción por medio del gabinete de control eléctrico No. 2. Cada uno de los seis motores de tracción es engranado directamente a un par de ruedas motrices. La relación de engranajes del motor y de las ruedas, más el diámetro de las ruedas, determinan la velocidad máxima permisible de operación.

La locomotora básica es arreglada y equipada para que la capota corta o extremo de cabina vaya a la cabeza. Sin embargo, la locomotora opera bien en cualquier dirección. Con esta orden de locomotoras, el estante de control del operador está ubicado para dar visibilidad suficiente y poder conducir la locomotora con la capota larga a la cabeza.

Aún que cada locomotora SD70 es una fuente independiente de potencia, varias locomotoras pueden ser acopladas en una combinación de control en múltiple con el propósito de incrementar su capacidad de carga. Para las operaciones en unidades múltiples, los controles de

cada locomotorason empalmados con las adyacentes para permitir a todas las locomotoras producir tracción o frenado dinámico siendo controladas desde la locomotora guía.

La información general de la locomotora es:

<u>Designación del Modelo de Locomotora</u>	SD70
Tipo de locomotora	(C-C) 0660
Poder	4 000 HP

Motor Diesel

Tipo de motor	Diesel de dos tiempos con turbocargador
Modelo	710G3C- EC
Número de cilindros	16
Velocidad Plena	904 RPM
Velocidad en vacío (normal)	269 RPM
Velocidad en vacío (lenta)	200 RPM

Generador Principal Modelo AR20ABE- CA7A

Salida rectificada del alternador de tracción AR20	
Tensión Máxima	1 465 Vcc
Corriente máxima continua	8 100 A
Salida del Alternador Acompañante CA7A	
Tensión Nominal	200 Vca

Generador Auxiliar CA

Modelo	A8589
Tensión rectificada	74 Vcc
Salida máxima de potencia	18 KW

Motores de Tracción

Modelo	D90TR
Número	6
Tipo	CC, Devanado en serie, soportados en eje Rodamientos cónicos de soporte, ventilados por aire a fuerza.

Baterías de locomotora

Modelo	GNB KDZ-3001
Número	8
Número de celdas (por cada uno)	4
Potencial de cada batería	8 Vcc
Régimen (8 horas)	660 Amp.Hr.

Sistema de freno de aire

Modelo	WABCO EPIC II
Tipo	Electro- neumático

Compresor de Aire

Modelo	WLA
Tipo	2 etapas, impulsado por motor
Número de cilindros	4
Desplazamiento a 900 RPM	254 pies cub./min.

Medio de enfriamiento Refrigerante del motor
 Capacidad de aceite de lubricación (20 Wt) 17.5 gal

Límite de velocidad de la locomotora

Los límites están basados en el equipo original, compuesto de :

Relación de engranajes 83:18

Diámetro de ruedas 1 066 mm

Velocidad Máxima (limitada por computadora) 70

MPH/113 kph

Velocidad mínima continua 12 MPH/19 .3kph

A una fuerza de tracción de (109 150 lb.) 49
 510 Kg.

Nota: Para proteger los motores de tracción, la computadora podría reducir la fuerza de tracción al nivel mínimo continuo durante episodios extendidos a velocidades por debajo de los 19 .3khp.

Provisiones y Capacidades

Aceites lubricante del motor Diesel 436 galones

Refrigerante del motor (agua) 270 galones

Arena 56 pies cúbicos/ 1.58 galones

Tanque de retención 100 galones

Nota: El tanque de retención se monta dentro del

tanque de combustible, y reduce la capacidad del tanque de combustible de 5 000 galones por aproximadamente 100 galones.

Dimensiones Mayores (Nominales)

ALTO (Truques HTCR)

Hasta resguardos de ventiladores de radiadores
(15'8") 4.78 m

Hasta resguardo de ventilador freno dinámico
(15'7") 4.75 m

Hasta la escotilla del soplador de filtros de inercia

(15'8") 4.78 m

Hasta el tope del claxón de aire
(16'1") 4.90 m

ANCHO

Del chasis (10'1") 3.07 m

A los soportes de pasamanos (10'3") 3.12 m

Al tope de los deflectores de viento (10'11") 3.32 m

LARGO

A las caras de jale de los enganches (72'4")22.04 m

PESO

Con equipo típico (394 000 lb) 178,718Kg

Peso en rueda de tracción 100 %

Radio Mínimo de Curva de la SD70

La siguiente información esta basada en el equipo

original de enganche tipo E .

Unidad simple : 206 pies de radio / 27.8 ° Curva

Unidad simple acoplada con Carro de carga de 50 pies
: 336 pies de radio /17.0 ° Curva

Dos unidades acopladas: 231 pies de radio / 24.8 °
Curva.

3.2 SISTEMA ELECTRICO

3.2.1. MICROPROCESADOR EM 2000- DESCRIPCION Y USOS

Introducción.-

Uno de los desarrollos más significativos de la locomotora SD70 es la introducción del control del microprocesador EM 2000. Este control representa una evolución significativa de los sistemas de control de locomotoras, por lo que se han reducido considerablemente el número de módulos en el sistema de control. El mismo que facilita notablemente una mejor localización de fallas de componentes y/o sistemas y contiene unas pruebas de Auto Verificación como ayuda en la localización de fallas en la locomotora.

El estudio profundo del EM 2000 se presentará más adelante, pero es necesario que se haga una revisión preliminar de algunas de las presentaciones de la pantalla básica del EM 2000.

Hardware.-

En la figura 3.2.a , se muestra el panel de visualización del control EM 2000. Sirve de acoplamiento en la computadora. Este panel de visualización está en el centro del gabinete eléctrico, pero no es el corazón del sistema de control. El "Compartimiento del Módulo" contiene la mayor parte del equipo de control dos "chasis". En el chasis se encuentran el microprocesador, los módulos de entrada y las salidas digitales, las memorias del archivo y el módulo Análogo/Digital al Análogo. Esta totalmente aislado de cualquier tipo de alto voltaje.

Pantallas Básicas.-

Cuando la pantalla se prende, el sistema realizará las revisiones necesarias en ella. Una vez que este paso se haya completado, se procederá a ubicar las fallas archivadas en un área de almacenamiento temporal de averías llamada " el anunciador ".

El anunciador está preparado para indicar las fallas recientes, por lo tanto es aconsejable blanquear el anunciador de toda falla antes de despachar la locomotora en el tren. De esta manera, si se producen otras averías, la siguiente área de

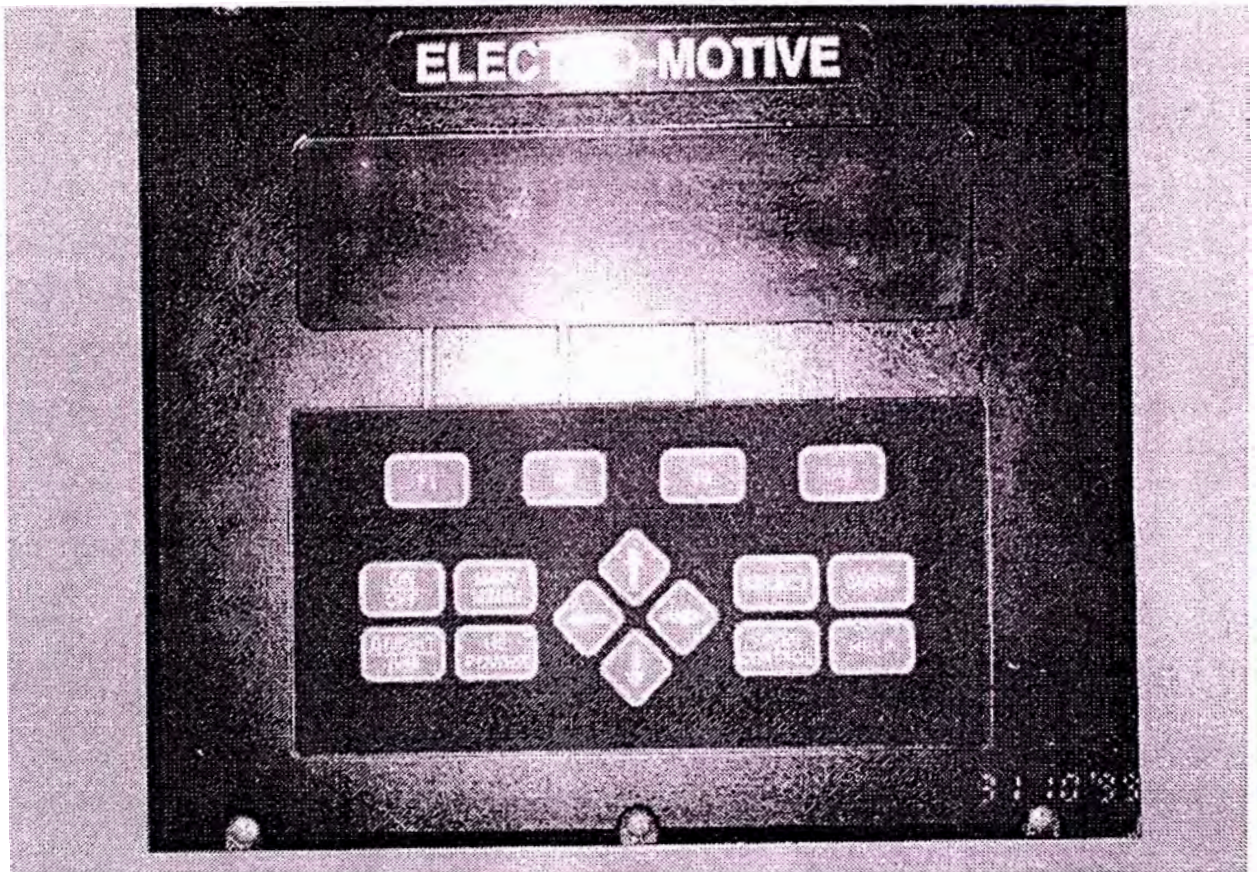


FIGURA 3. 2. a Pantalla del EM 2000

mantenimiento sabrá que hubo un problema durante el último recorrido debido al mensaje de la "Información Almacenada".

Si no hay fallas almacenadas en el anunciador, la pantalla buscará los "Mensajes a la Tripulación" que son mensajes que salen en la pantalla con la intención de informar a la tripulación sobre una condición anormal en la locomotora (no necesariamente tiene que ser una falla).

Si no hay mensajes de tripulación, la pantalla automáticamente va al " Menú Principal " (ver figura 3.2.b).

Otras selecciones fuera del menú principal pueden hacerse usando cuatro botones del punto de inserción en el centro del panel del teclado. Una vez que se haya resaltado, presione el botón F3 para seleccionar. En cuanto salga la pantalla requerida, presione el botón F4 (excepto en el archivo de fallas) para salir y regresar a la pantalla anterior, para realizar otra selección.

Información de la Unidad -

Número de Unidad

Número de identificación de Software

Temperatura Ambiente

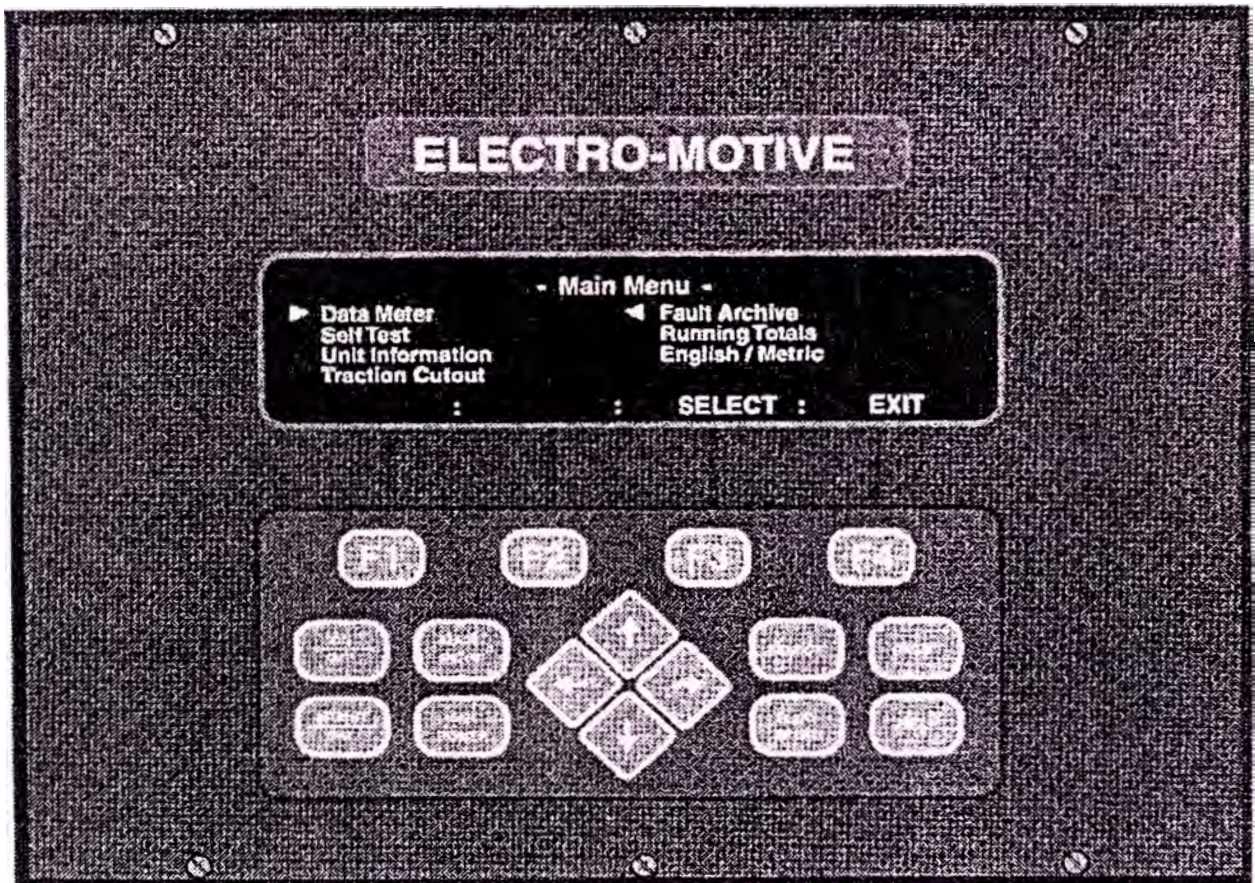


FIGURA 3. 2. b Menú principal de la pantalla del EM 2000

Presión Barométrica

Fecha

Hora

Aislamiento de Motor de Tracción.-

Esta selección permite iniciar el aislamiento del motor de tracción o aislamiento de un truque desde esta pantalla.

Prueba de Auto-Verificación.-

Autocarga

Excitación

Regulador de Carga

Resbalamiento de Ruedas (Wheel Slip)

Contactores/Relés

Ventiladores de Enfriamiento

Radar

Archivos de Fallas.-

Visualizar el archivo de fallas

Despejar el anunciador

Totales de los recorridos.-

Visualizar los totales de los recorridos de la pantalla

Inglés / Métrico.-

Permite que se alterne entre ambas unidades de medida. La pantalla retiene las últimas unidades seleccionadas hasta volver a alternar.

Medidor de Datos.-

El propósito de medir datos es proporcionar

información sobre la operación de la locomotora y de la computadora al estilo moderno. Para que la selección de las señales se haga fácil, existe una cantidad de medidores ya definidos. El personal de la tripulación puede adquirir la habilidad de seleccionar señales individuales para una pantalla de medidor más personalizada.

A continuación presentamos un listado de medidores disponibles:

- Medidor de programa.
- Freno dinámico.
- Sistema de arranque.
- I/O digital.
- Datos de potencia.
- Control de deslizamiento de ruedas.
- Sistema de enfriamiento.

MODULOS EM2000

Introducción.-

Sin considerar la antigüedad o al fabricante, todos los módulos procesan dos tipos de señales: digitales y análogas. La mayoría tiende a creer que las señales digitales son pulsaciones electrónicas de baja potencia usadas en artefactos de alta tecnología como computadoras, discos compactos,

juegos de video, etc.. No obstante, la definición de una señal digital es una que puede tener sólo dos valores: prendido o apagado (que comúnmente se les llama alta o baja). Las posiciones "prendido" o "alto" corresponden al voltaje máximo para el sistema. En escalas electrónicas pequeñas, este voltaje suele estar en un aproximado de ± 5 Vcc.

Sin embargo, con electrónicas de potencia como aquellas que se encuentran en el sistema de control de las locomotoras, estas posiciones pueden representarse por valores muchos más altos como los ± 74 Vcc que se ubican en el sistema de control de la locomotora o inclusive pueden ser más altos en otras aplicaciones dependiendo de los vínculos del sistema. Las señales análogas tienen un alcance infinito de valores, los límites superiores se definen nuevamente por el suministro del sistema.

Señales de Control de la Locomotora.-

Como se ha mencionado anteriormente, una señal digital puede estar prendida ó apagada. Consideremos un ejemplo de voltaje que está presente en la bobina del GFC (contactor del campo generador) contra el tiempo (ver figura 3.2.c). Dependiendo del modo de operación en vacío, de tracción ó de freno dinámico,

el voltaje de la bobina tendrá uno de los valores, \pm 74 VDC ó 0 VDC.

Note lo siguiente:

1. El interruptor inversor está en posición adelante y la palanca es llevada fuera de la posición de vacío.
2. Se regresa la palanca de potencia a la posición de vacío.
3. Se aplica el esfuerzo del freno dinámico.
4. Se quita el freno dinámico de la unidad.

Una señal análoga puede ser mejor descrita como una señal de variación infinita. Consideremos el gráfico del voltaje del generador principal vs velocidad de la locomotora (ver figura 3. 2. d)

El voltaje puede ser ser errático debido a los patinamientos momentáneos de las ruedas, pero indica una línea continua sin cortes. Por ejemplo, entre 48 KPH y 64 KPH, una infinidad de medidas pueden realizarse entre estos puntos.

EM2000

Se observa como el EM 2000 ejecuta su tarea y la función de cada módulo en el sistema. La figura 3.2.e, indica un diagrama de bloque del control del EM 2000. Como se mencionó anteriormente los módulos

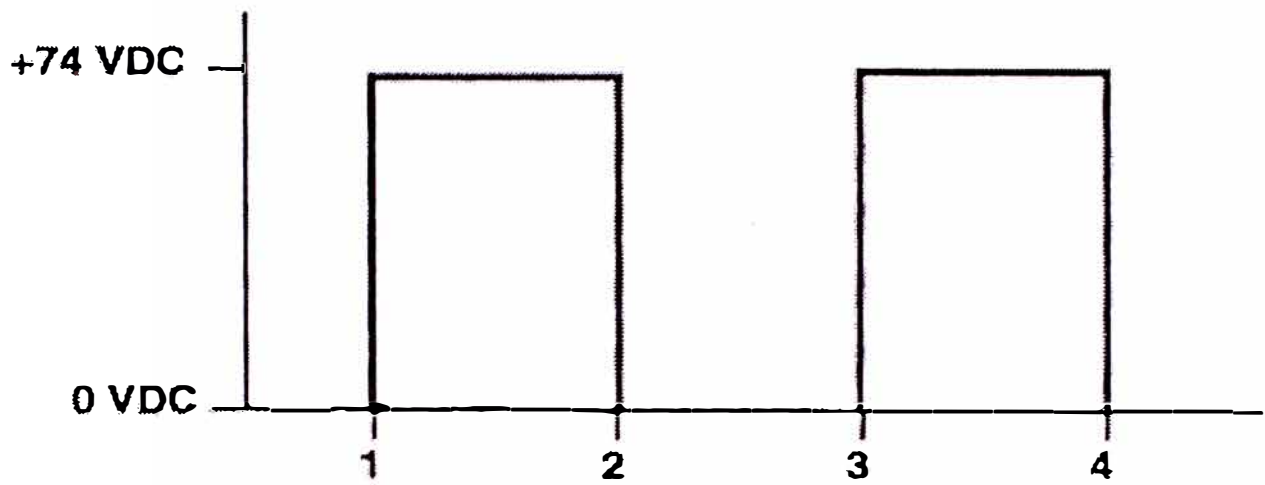


FIGURA 3. 2. c Señal digital del contactor del campo de generador

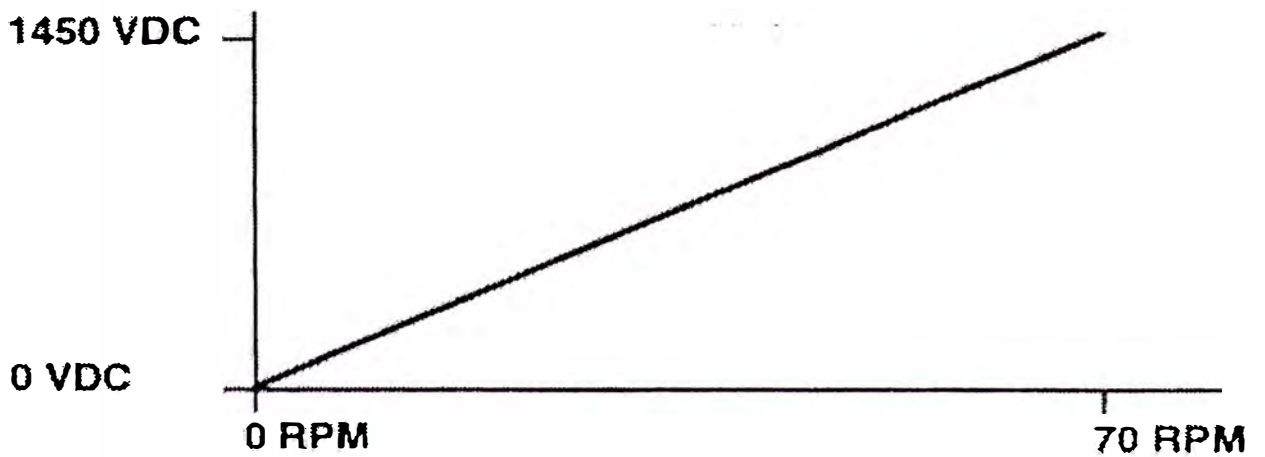


FIGURA 3. 2. d Voltaje del generador principal vs velocidad de la locomotora

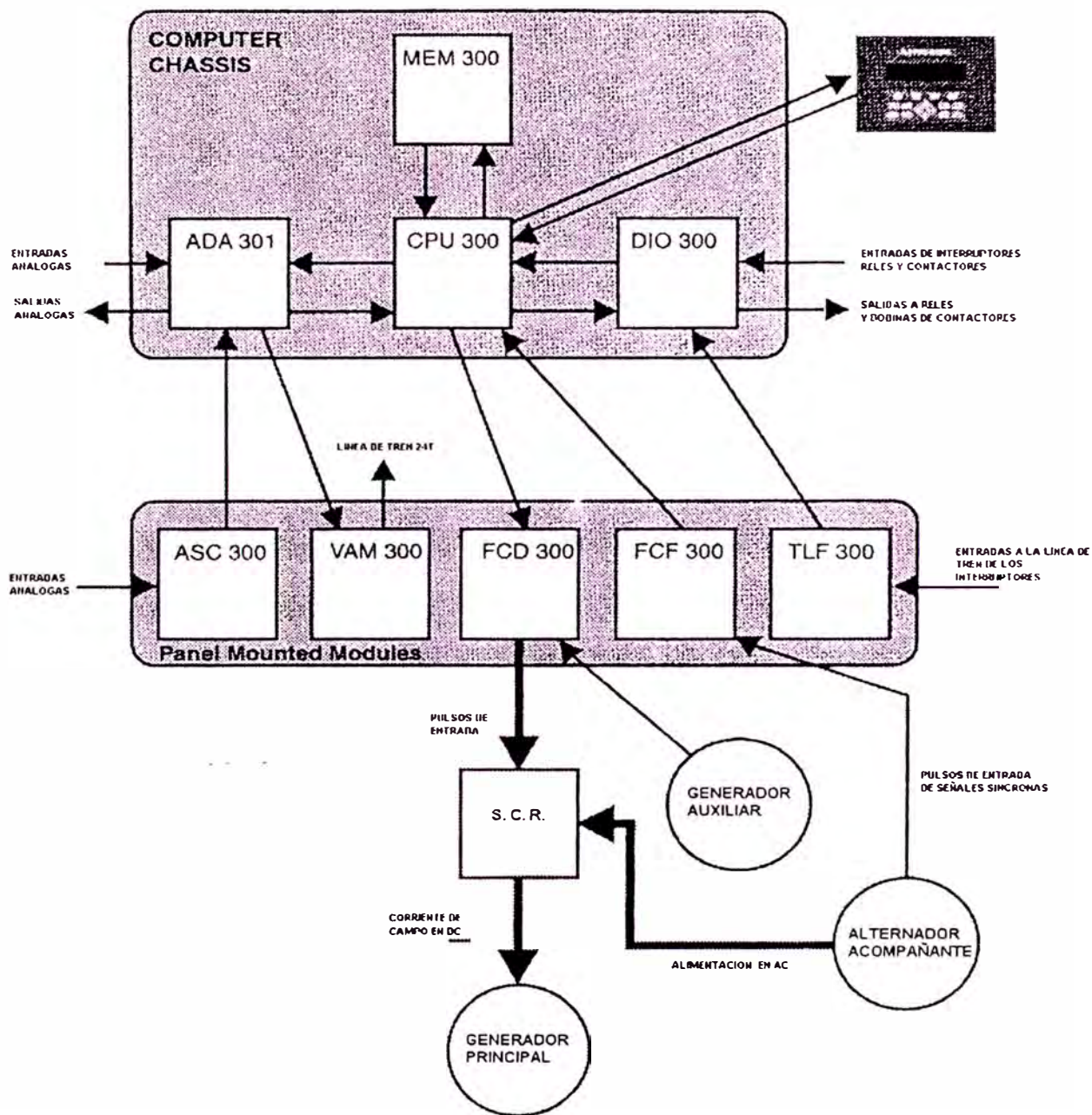


FIGURA 3. 2. e Diagrama de bloque del EM 2000

están colocados en dos áreas separadas dependiendo de su función o del tipo de señales que procesa.

En el EM2000 existe sólo un sistema de computadora controlado por un módulo CPU y las funciones por las que la computadora es responsable son aún las mismas y son las siguientes:

1. Excitación- Controla la salida del Generador Principal en tracción y freno dinámico al variar el tiempo de los pulsos de conducción al equipo SCR. Estos pulsos controlan la fuerza del campo del generador principal.
2. Lógica- Comprueba la posición de los aparatos de control en la cabina (posición de la palanca de potencia y posición de los interruptores), y comprueba y controla la posición (prendida ó apagada) de los aparatos en la locomotora (por ejempló: los solenoides de velocidad del gobernador, los contactores, los relés y las válvulas electromagnéticas).
3. Pantalla- Acepta las señales de ingreso del panel de control de la pantalla, graba datos en la memoria de archivos, presenta información visual en la pantalla é inicia las funciones de diagnóstico a través de la pantalla.

Chasis de la Computadora

El chasis de la computadora contiene los siguientes módulos:

1. CPU300 (Unidad central de procesamiento)
2. DIO300 (Entrada y salida digital)
3. ADA300 (Análogo a digital a análogo)
4. MEM300 (Memoria de archivo)

La figura 3.2.f. muestra el chasis con todos sus módulos, la parte izquierda sostiene los módulos de Entrada/Salida digital y análogas (04 módulos). La parte derecha sostiene los módulos de alta velocidad como el CPU y la MEM (02 módulos).

Tener presente de usar con precaución la estática adecuada cuando se maneje cualquier tablero impreso en circuito, en este caso los módulos, para lo cual usar una correa de muñón de tierra que debe ser conectada en el enchufe que se encuentra en el chasis de energía.

CPU302 Unidad Central de Procesamiento

Es el cerebro del sistema entero de la computadora que contiene un microprocesador Motorola 68020 y un coprocesador matemático para aumentar más la velocidad y eficiencia del procesamiento de la información.

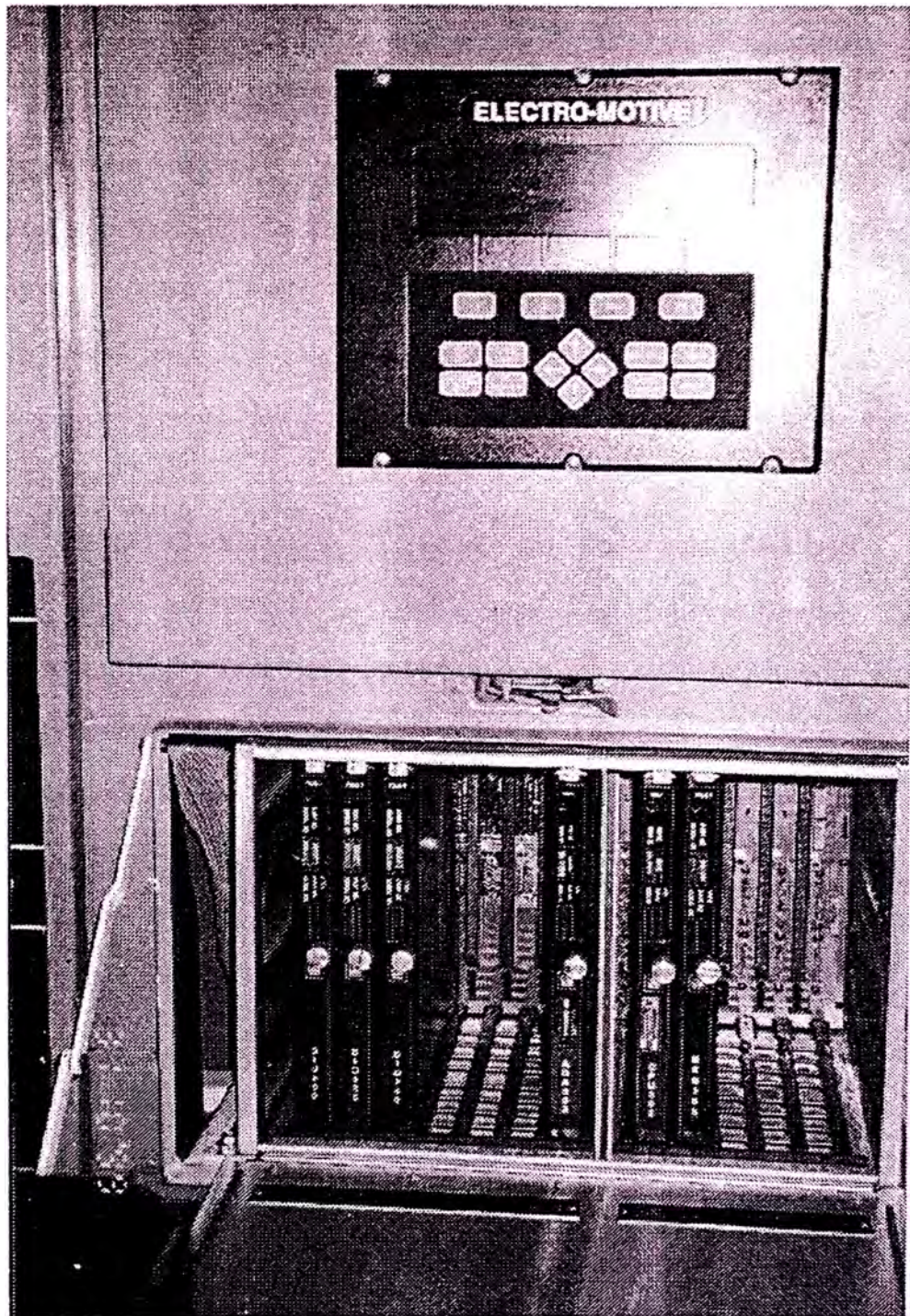


FIGURA 3. 2 f Chasis de la computadora

Los LED's que indican fallas se encuentran en el frente del CPU (todos los módulos que están en el chasis de la computadora tienen LED's y después de encender el sistema, se iluminarán por un par de segundos como parte del diagnóstico rutinario de encendido. El LED de falla del CPU puede conectarse por fallas del reloj protectora automático, por errores en la barra colectora de datos ó por el cumplimiento de ciertas condiciones en el software.

DIO300 Módulo Digital de Entrada/Salida

Las entradas y salidas digitales hacia y desde el EM 2000 son manipulados por los módulos DIO, que son tres. Cada módulo tiene 24 canales de entrada y 26 canales de salida.

Es importante mencionar que son canales de entrada y salidas hacia/desde el sistema de control:

Canales de entrada DIO- Estas señales son ó +74 Vcc ó 0 Vcc, señales que pasan através de interruptores ó enclavamientos de relés y contactores, con el fin de determinar la posición del interruptor (abierto ó cerrado), ó ya sea que un relé/contactador sea cerrado ó abierto.

Canales de salida DIO- Estas señales son ó +74 VDC ó 0 Vcc através de la bobina de un relé o un

contactor para determinar si el relé/contactador esta cerrado ó abierto.

ADA303 Módulo Análogo a Digital a Análogo

Los módulos ADA303 son responsables de aceptar todas las entradas análogas en la computadora que se convierten en representaciones digitales que el CPU puede comprender.

MEM300 Módulo de Memoria

El módulo de memoria es responsable de almacenar datos de fallas y totales de recorrido. La memoria de este módulo esta significamente incrementado en 128K y llegará a almacenar fallas en cantidades de 2 500, pero lo más importante es que la cantidad de información almacenada en cada falla haya sido incrementada. Para las fallas seleccionadas como las de relé a tierra, la información es registrada de cada uno de los 5 segundos antes de ocurrir la falla. Esta información indudablemente nos apoyará en poder detectar el motivo de los defectos.

La memoria de este módulo es la memoria RAM; por lo tanto, requiere baterías de reserva. Las baterías de litio son usadas para las baterías de reserva, se espera que dentro de unos 3 ó 4 años sea necesario reemplazarlas. El EM 2000 no operará adecuadamente

sin batería ó con la batería baja. Cuando el voltaje de la batería comienza a alcanzar un nivel crítico, cualquier fallas es registrada en los archivos del EM 2000.

Como todos los modulos son unidades selladas, no hay provisión en este tiempo para cambiar baterías en sitio.

TLF300 Módulo Filtro de la Línea del Tren

El TLF sirve para que el EM 2000 interprete las señales de línea de tren de la misma manera como lo hacen las otras locomotoras (ver figura 3. 2. g).

En las otras locomotoras, los relés de 74 Vcc suelen cerrarse a aproximadamente 35 Vcc. Los canales de entrada en los módulos DIO se tornarán altos condición de prendido ON) a un voltaje de aproximadamente 25 Vcc. Para que los canales de entrada en el DIO actuen como un relé, necesitamos agregar el canal TLF para "engañar" al DIO al actuar como un relé.

Dentro del TLF hay un conjunto de circuitos que disminuyen el voltaje de entrada en el TLF por 10 Vcc. Este conjunto de circuitos luego evita que los canales DIO se tornen altos erróneamente si la

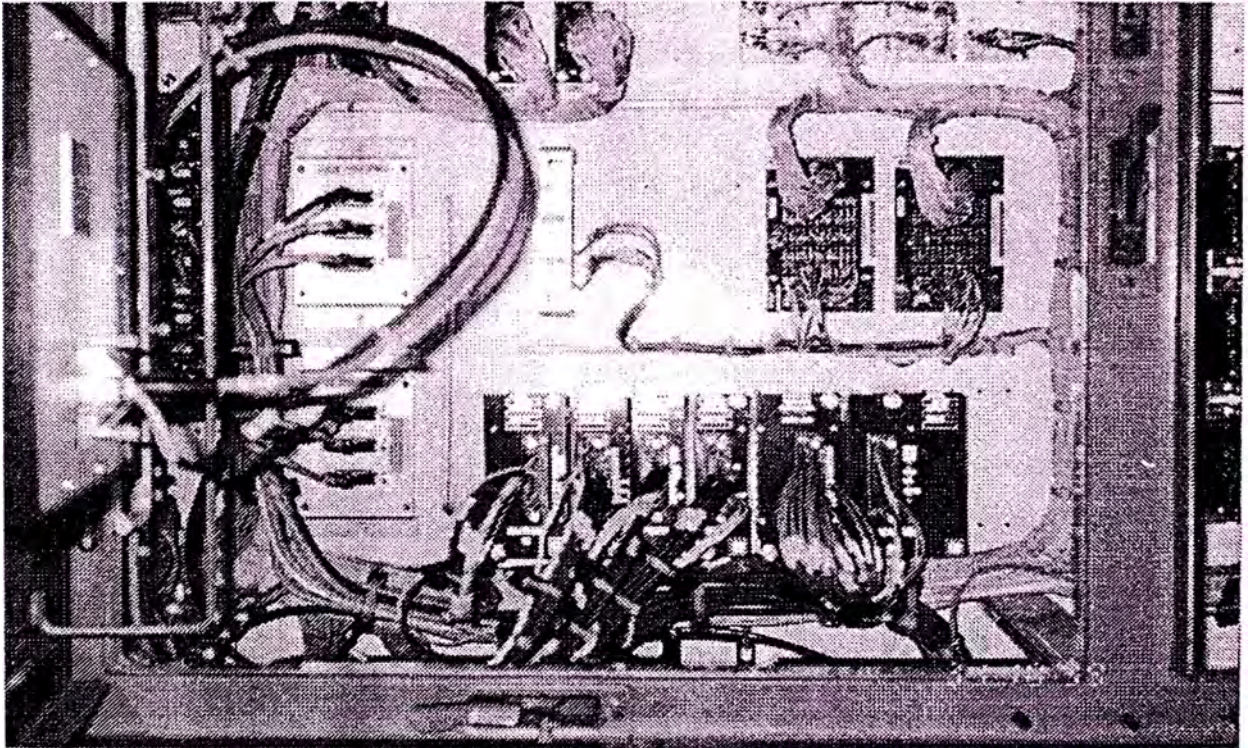


FIGURA 3. 2. g Módulos del panel

locomotora está acoplada en MU con locomotoras más antiguas que pueden tener voltaje dispersado en el circuito en la línea del tren. Notar que tiene unos puntos de prueba para verificar las salidas para la línea del tren.

ASC300 Módulo Condicionador de Señal Análoga

El ASC sirve para condicionar las realimentaciones análogas en las señales de voltaje de CC que pueden ser tratadas por el ADA. Así mismo, sirve para proveer de energía +5 Vcc al barómetro.

Las señales que son acondicionadas por el ASC son:

1. MG CT A (Amperaje del transformador de corriente del generador principal).
2. TL 24T (Entrada de la palanca del freno dinámico en la clavija 24 de línea de tren)/referencia del campo del generador con control de velocidad lenta.
3. LR (Entrada de la señal de carga 0-74 Vcc). No es aplicable en locomotoras equipadas con EMDEC.
4. BAR PRS (Suministro de energía al transductor de presión barométrica).

FCF300 Módulo de Realimentación del Circuito de Conducción

El FCF es responsable de proveer realimentación del alternador acompañante al CPU. La información incluye la salida por fase del CA y el resultante de las tres fases combinadas. La placa frontal del módulo tiene los siguientes puntos de prueba:

1. CA1, CA2, CA3 (se miden entre si)- Estos representan los voltajes de fase a fase que vienen desde el CA.
2. GEN A, GEN B, GEN C (se miden con respecto al 15 COM)-Son impulsos de ondas cuadradas de 5 Vcc generados por el FCF y enviados al CPU cada vez que la fase respectiva cruza cero.
3. CAV (se mide con respecto a 15 COM)- Es el compuesto enviado al ADA representando la salida actual del CA. EL factor de escala es 31 Vca de salida/Vcc medido.
4. +15V, -15V (miden con respecto al 15V COM)- Es el voltaje de referencia para el conjunto de circuitos de detección de cruce de cero.

FCD300 Módulo Impulsor del Circuito de Conducción

Este módulo contiene el conjunto de circuitos de amplificador de conducción que se necesita para amplificar la señal débil de conducción que es

enviada desde el módulo CPU al FCD. Luego, la señal amplificada de conducción es enviada al equipo SCR. El Generador Auxiliar suministra la energía para el circuito amplificador de conducción.

Las placa frontal del módulo contiene los siguientes puntos de prueba:

1. GD1, GD2, GD3 (se mide con respecto al punto de prueba CM correspondiente)-Esta es la señal amplificada de conducción que es enviada a cada SCR.
2. CM1, CM2, CM3 (antes mencionado)- Estos son los comunes para las respectivas señales de conducción de cada SCR.
3. SCR1, SCR2, SCR3 (se mide con respecto al punto de prueba RTN correspondiente)-Estos son los impulsos débiles de conducción enviados por el CPU al FCD que aún necesita amplificación.
4. SCR1 RTN, SCR2 RTN, SCR3 RTN (antes mencionado)- Estos son los comunes para las señales débiles de conducción.

VAM300 Módulo Amplificador de Voltaje

El último de los módulos montados en el panel es el VAM. Es usado en la modalidad de Control de velocidad lenta que realiza las mismas tareas de los

aparatos tradicionales que se montan al estante de control durante los servicios de carga/descarga de carbón, granos, minerales, etc.

MODULOS DE CHASIS DE POTENCIA

PRG301 Regulador de Potencia

El PRG 301 es el acondicionador de potencia de los módulos PSM. Recibe su entrada desde el conjunto de circuitos del Generador Auxiliar y de la batería y funcionará adecuadamente cuando el voltaje de entrada esté entre 20 y 95Vcc. Cuando el voltaje de entrada esté entre los 25 y 63 voltios, el PRG aumenta el voltaje de salida hasta entre 64 y 73 Vcc. Con una entrada por encima de los 63 Vcc, el conjunto de circuito activo de aumento de voltaje del PRG se apaga y el PRG funciona como un filtro de paso bajo con el voltaje de la salida sólo aproximadamente 1 Vcc por debajo del voltaje de la entrada. El PRG también funciona como resistencia de disipación de potencia cuando la entrada es demasiado alta. El circuito resistente se activa aproximadamente 80 Vcc.

PSM 300, 310 y 320 Módulos Suministradores de potencia

Estos tres tipos de módulos disminuyen el voltaje de 74 Vcc de entrada del PRG 301. El primero

lo reduce a +5 Vcc, el segundo a ± 12 Vcc y el tercero a ± 15 Vcc

3.2.2. ANALISIS DE CIRCUITOS DE ALTO VOLTAJE

Introducción.-

Revisaremos la operación del sistema de alto voltaje SD70 usando el diagrama esquemático. La representación esquemática del sistema de alto voltaje CC (corriente continua) puede dividirse en tres funciones básicas:

- Generación de potencia
- Fuerza motriz
- Frenado

Generación de potencia.-

Se examinará la salida del generador principal, el relé a tierra, transición y los circuitos de realimentación. Se hará referencias sobre la excitación, control de carga y función de la computadora.

El generador principal es un alternador de CA (corriente alterna) de tres fases. La salida del alternador es tomada desde los devanados del estator que son estacionarios y estan montados en la parte interior del marco o carcasa del alternador. La

salida desde los estatores depende de la velocidad con la que gira el rotor y la fuerza del campo magnético de rotación. La acción del campo magnético o líneas de fuerza que pasan através de los devanados del estator producen la salida del alternador (ver la figura 3. 2. h).

Las RPM del motor, para cada posición del acelerador, establece las RPM del rotor por estar directamente acoplado al motor. El control de la fuerza del campo magnético ocurre por medio del ensamblaje SCR que le toca estar controlado por el sistema de computación de la locomotora basado en la información de realimentación.

La salida del alternador principal es determinada por la cantidad de corriente en el campo de excitación provista al campo del alternador principal por medio del ensamblaje del SCR. El circuito de campo del alternador ó generador principal está ilustrado en el diagrama esquemático. La salida desde el ensamblaje SCR entra al alternador através de los aros de deslizamiento al centro del compartimiento rectificador. Los aros de deslizamiento, las portaescobillas y las escobillas de carbón son de fácil acceso por medio de dos puertas semicirculares.

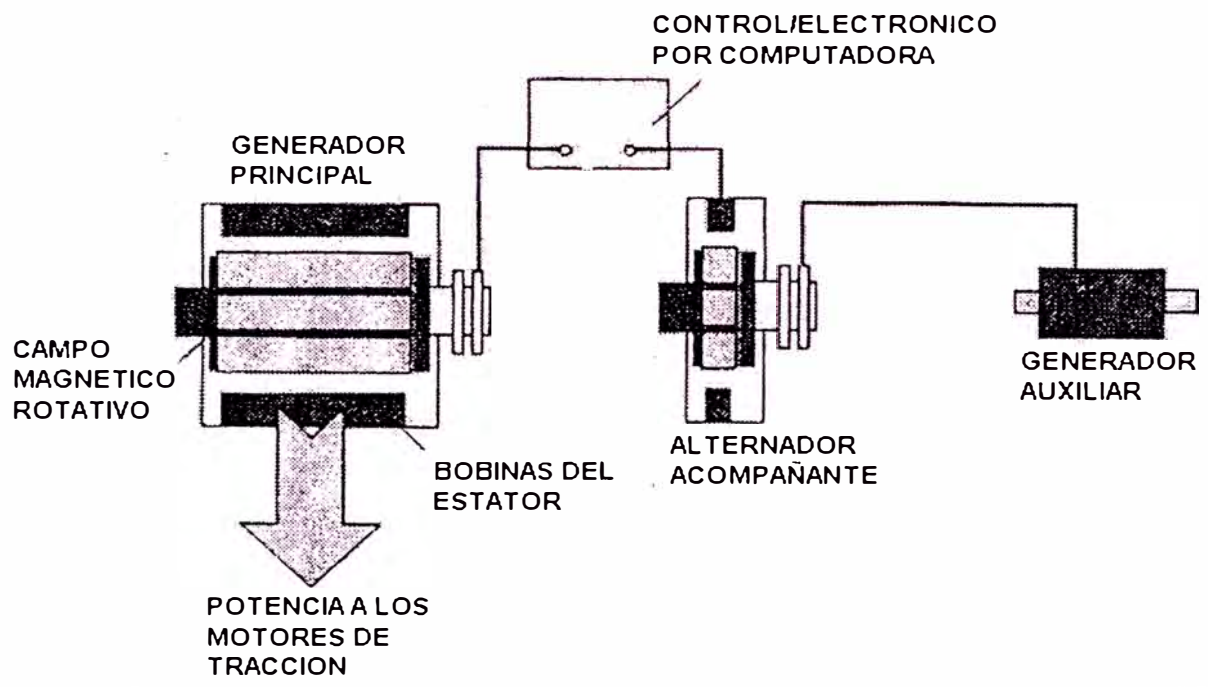


FIGURA 3. 2. h Generación de potencia

El módulo FCD recibe señales del CPU comunicando que cuando cada SCR va a ser prendido, estas señales no son lo suficientemente fuertes para activar solas a los SCR's. Por lo tanto, el módulo FCD amplifica la señal. Para amplificar la señal, el FCD necesita una fuente de potencia más alta. Esta fuente es la salida de tres fases del Generador Auxiliar. La potencia trifásica es rectificad a CC corriente continua)en el módulo FCD.

Con el propósito de activar los SCR's exactamente en el momento adecuado para lograr la cantidad deseada de excitación del campo del alternador acompañante, el CPU debe conocer la frecuencia de la salida de CA. Para hacer esto, el módulo FCF controla la salida trifásica del CA y alimenta la información escalada al módulo ADA que traslada la señal al digital, la cual el CPU podrá comprender.

Retroalimentación de la Computadora (entradas análogas).-

La información sobre el desempeño de salida es controlada por dispositivos de Efectos Hall en el lado de la carga ó de la salida del alternador. El VMG (Voltaje-Generador Principal) es conectado directamente através de los terminales de salida y

proporciona una medida precisa del voltaje de salida del generador al panel ADA.

En cada circuito de armadura del motor de tracción, durante la tracción ó frenado, están también los dispositivos del ITM1 al ITM6 (ver figura 3.2.i) ,que proveen a la computadora medidas exactas de la corriente en cada armadura. Hay tres transformadores de corriente CTA, CTB y CTC montados en el compartimiento rectificador del alternador principal. Estos transformadores de corriente miden el flujo de corriente en cada fase de salida individual del devanado del estator y pasa esta información al sistema de computación de la locomotora.

Los circuitos de armadura de motores de tracción para los motores 2, 4 y 6 también proveen retroalimentación de voltaje a la computadora desde los dispositivos de Efecto Hall VTM2 y VTM6 montados en el circuito en paralelo con la armadura del motor.

En la modalidad de frenado, existen unos dispositivos de Efecto Hall adicionales: el VGRID que es conectado en paralelo a las resistencias de rejilla y proporciona una retroalimentación de voltaje de rejilla a la computadora, como al IB1 é

IB3 que controlan y realimentan la corriente através de cada par de las resistencias de la rejilla.

También existe un dispositivo de Efecto Hall en el circuito de campo entre el SCR y los aros de deslizamiento. El IMGF provee a la computadora una medida precisa de corriente del campo que esta siendo aplicada al rotor del alternador principal.

Transición en Series del Generador.-

Una característica operativa de las locomotoras que usan los motores de tracción de corriente continua (CC) es su necesidad por las altas corrientes para arrancar el tren parado. Esto se debe a que el par producido por un motor de tracción es proporcional a la corriente que fluye através del motor. Por otro lado, el voltaje através de la armadura de un motor de CC es proporcional a la velocidad rotativa de la armadura por una fuerza dada de campo. Esto significa que al aumentar la velocidad del tren, la necesidad de corriente disminuye y la necesidad de voltaje aumenta. Todos estos requisitos de los motores deben realizarse dentro de los parámetros de la curva del kilovatio constante o caballos de fuerza constante de la salida del generador principal.

Con el propósito de reducir el tamaño del generador principal, los requisitos del voltaje y de la corriente de los motores de tracción en las locomotoras SD anteriores a las series 50, se logran realizando cambios en las conexiones de los motores de tracción. Estos cambios permiten el uso de un generador principal más pequeño y menos costoso para alcanzar las demandas de corrientes de los motores a velocidades más lenta y permitir una salida de voltaje incrementada a más altas velocidades de tren. Este arreglo se llama transición de motor y típicamente pares de motores conectados en series a bajas velocidades y luego conectados de nuevo en paralelo a más altas velocidades. Para cambiar las conexiones del motor se requerían varios contactores de potencia, relés, resistencias pesadas y a menudo un sistema de control complejo. La transición de motor funcionaba bien en las locomotoras más antiguas equipadas con un sistema del tipo correccional de resbalamiento de ruedas. Sin embargo, con el advenimiento de las "super series" fué necesario conectar todos los motores en un arreglo de paralelo permanente.

En las locomotoras "super series" de seis ejes se desarrolló un nuevo método para maximizar el rendimiento eficiente y óptimo del generador y

reducir el tamaño del generador principal, que no involucra el cambio de las conexiones de los motores de tracción. Este sistema se llama " Transición del Generador " é involucra el cambio de las conexiones del generador principal. Para comprender la idea básica principal de la transición del generador principal, se debe comprender que el generador contiene dos estatores separados de alternador excitados por un rotor común. Los bobinados de estos dos estatores están entremezclados en el marco. La salida de cada estator es aplicada a sus propios bancos de rectificadores, cada uno teniendo una salida positiva y negativa. Este sistema puede ser considerado como dos fuentes de potencia separados en una sola carcasa. Al conectar estas fuentes en diferentes configuraciones se producen características de salida diferente.

Por ejemplo, la figura 3.2.j, ilustra dos baterías de automovil de 12 voltios conectadas en serie y en paralelo. Se puede observar que en paralelo el voltaje de salida de las baterías es el mismo que el de una sólo batería. No obstante la corriente de salida será la suma de la capacidad de las dos baterías combinadas. Cuando se conectan en serie, la salida de voltaje es dos veces mayor que la de una sola batería con la salida de corriente que es

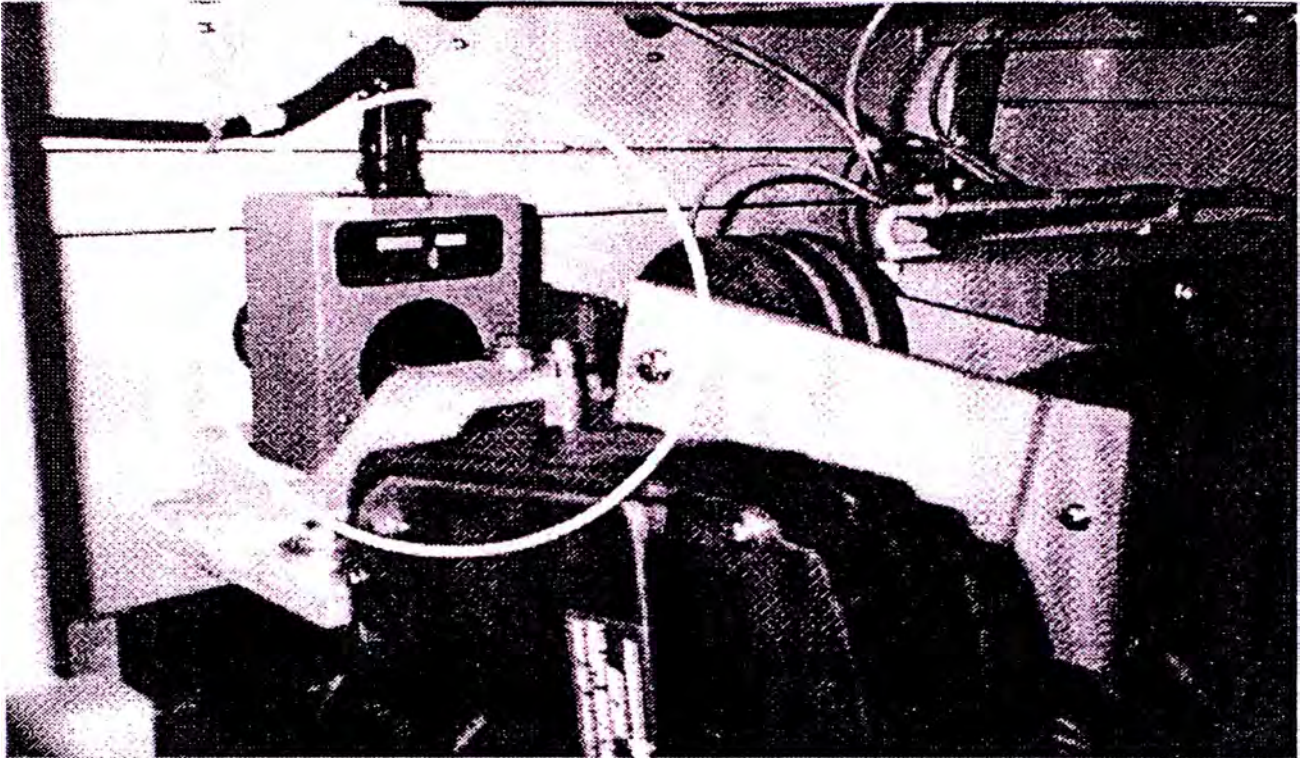


FIGURA 3. 2. i Dispositivo de efecto Hall

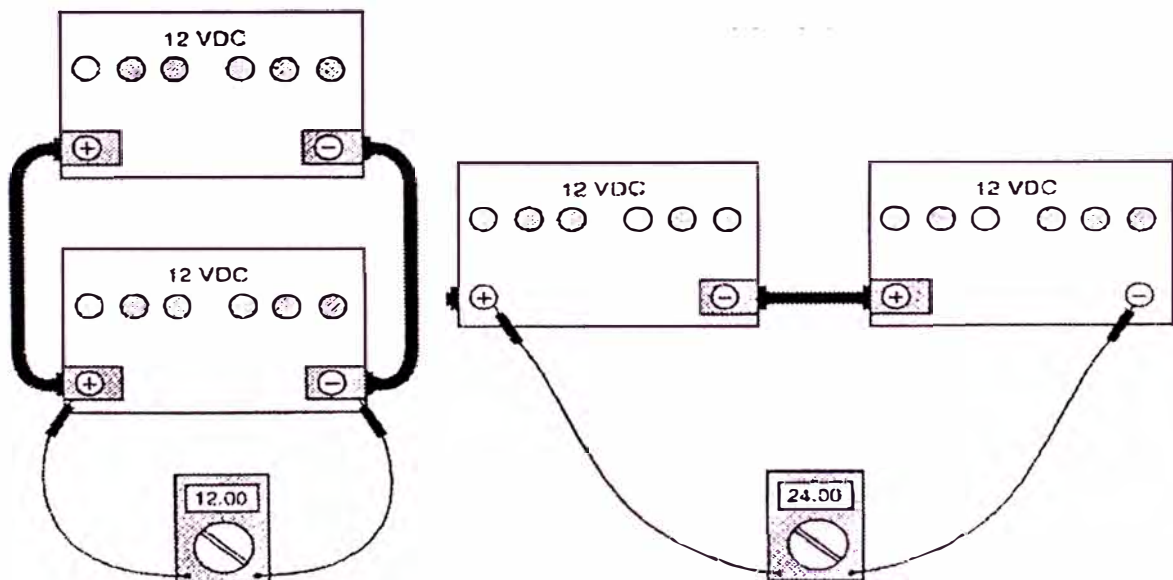


FIGURA 3. 2. j Características de salida en serie y paralelo

igual a la una batería.

Para nuestra aplicación en una locomotora, esto es ideal para proporcionar la necesidad de una corriente alta al arrancar el tren y un voltaje alto para la operación a alta velocidad. Este principio básico es aplicado al generador principal conectando las dos mitades en paralelo para el arranque y luego cambiando por medio del SGC (Contactor de Series del Generador), las dos mitades a una configuración en series para velocidades más altas.

Circuito del motor de tracción-Tracción.-

Cuando los motores de tracción y el generador son conectados para producir tracción, se dice que el circuito esta conectado en "traccion "

Los circuitos de los motores de tracción de la locomotora SD70 están conectados permanentemente en paralelo (ver figura 3.2.k). Hay seis contactores "P" que completan los circuitos para cada motor en operación normal. Hay también contactores de frenado y contactores inversores en el circuito para cada motor. Los contactores "P" se presentan abiertos y los contactores inversores están en posición de adelante. En el evento que un motor sea desconectado, el contactor "P" correspondiente permanece abierto.

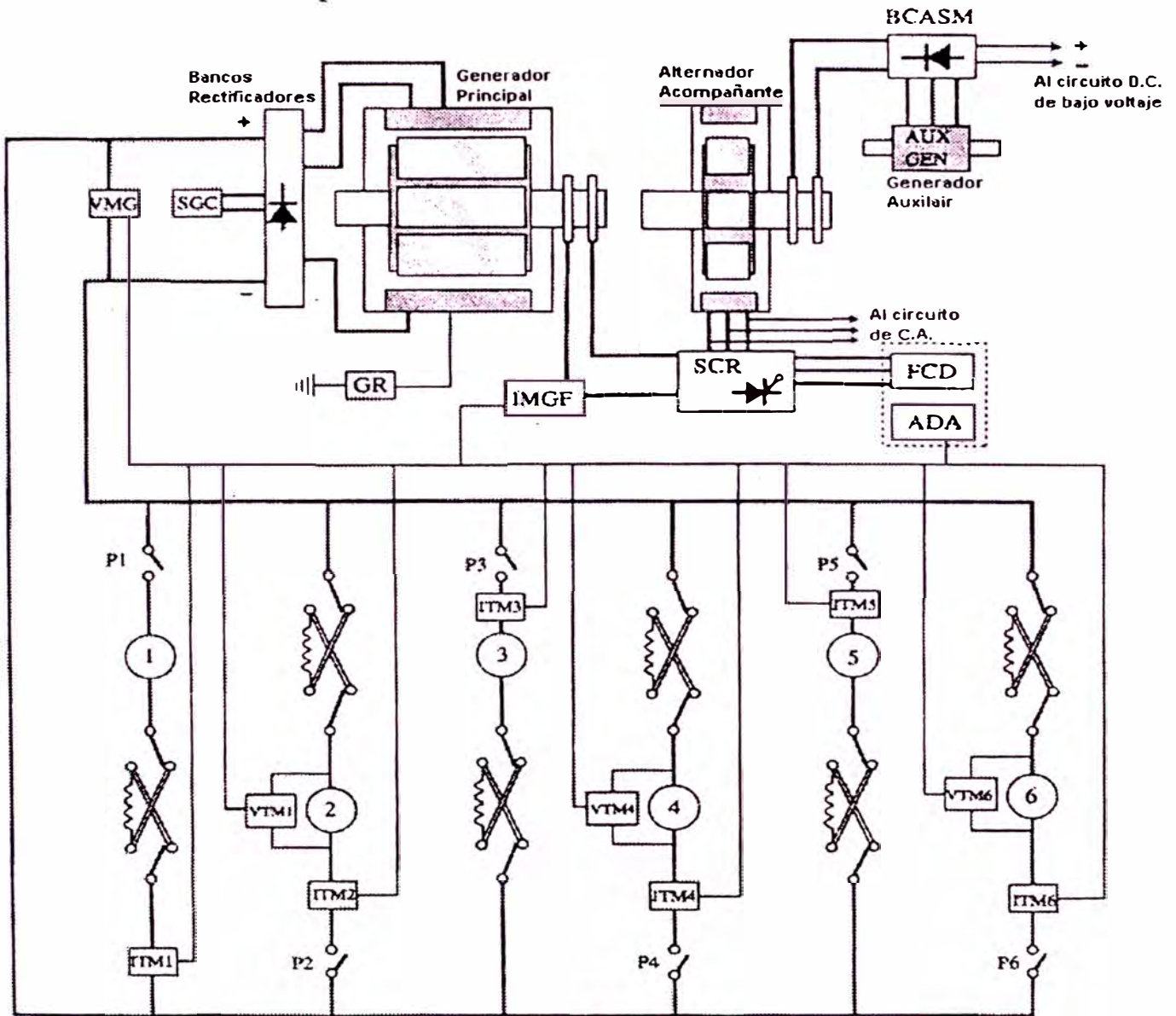


FIGURA 3. 2. k Circuito de control de motores de tracción en fuerza

Circuito de motor de tracción- Freno Dinámico.-

La función del freno dinámico de los sistemas de alto voltaje cambia la configuración del circuito de los motores de tracción de tal manera que los campos de los motores de tracción están conectados en serie con la salida del alternador principal ver la figura 3.2.1 Los circuitos de las armaduras están completamente aislados del circuito generador de alto voltaje y conectados en pares en paralelo con las resistencias de rejilla del freno dinámico.

La acción del freno dinámico hace que el tren disminuya su velocidad aplicando corrientes de campo a los campos de los motores de tracción. Las armaduras, siendo conectadas directamente a sus conjuntos de eje y ruedas por medio de engranajes, están girando a una velocidad basada en la relación de engranajes y a la velocidad del tren. Los motores están conectados como generadores de CC y al aumentar la corriente de campo, la rotación de las armaduras esta opuesta. Esto hace que el tren disminuya su velocidad. Se deberá recordar que el efecto del freno dinámico se vuelve cada vez menos efectivo cuando disminuye su velocidad y por lo tanto, no se intenta hacer que el tren pare completamente, sino más bien asistir frenarlo y de esta manera se disminuirá el desgaste de las ruedas y de las zapatas de freno.

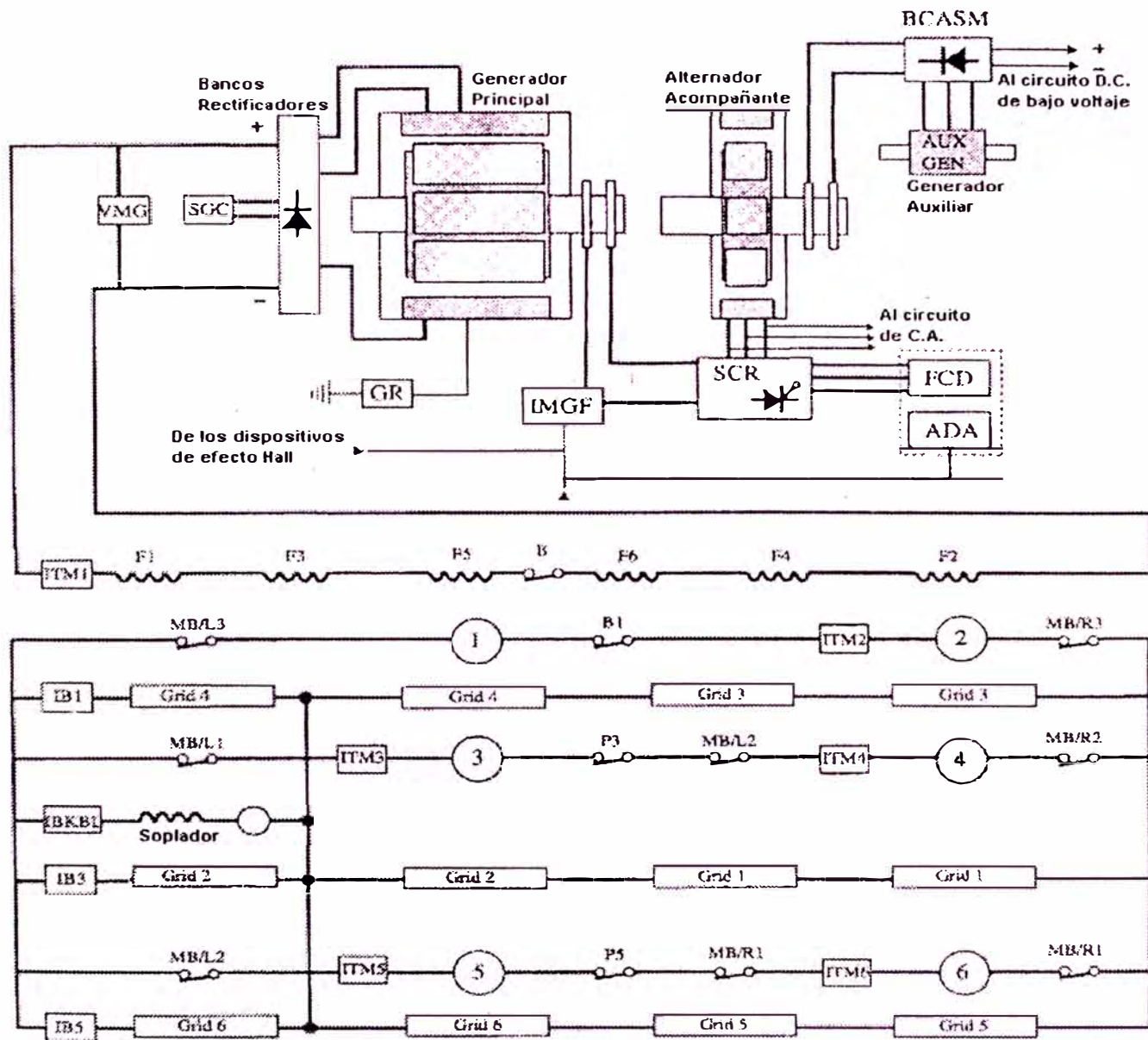


FIGURA 3. 2. 1 Circuito de control de motores de tracción en dinámico

Sistema de Protección del Relé a Tierra.-

El propósito del sistema de protección del relé de tierra es proteger el generador principal, motores de tracción y alambrado de alto voltaje al quitar la excitación del campo del generador principal cuando las fallas de tierra ú otro tipo de fallas de alta potencia ocurran en el sistema de alto voltaje. El sistema de protección detecta fallas de aislamiento de alto voltaje CC, fallas de aislamiento CA del generador principal, pérdida

de grupo de diodos de transición, que hace que la mitad del generador principal quede con el circuito abierto durante la operación paralela.

La figura 3.2.m, es un diagrama esquemático simplificado del relé de tierra y del circuito de detección de fallas del generador. Cada grupo de fase consiste en cinco bobinados de estator, ocho diodos de base positiva y ocho diodos de base negativa. Tres grupos son conectados a cada banco; sin embargo, por simplificación sólo un bobinado de estator, un diodo de base positiva y diodo de base negativa de cada grupo fase por cada banco se presentan en la figura 3.2.m. Los diodos de transición están ilustrados oscurecidos para distinguirlos de los diodos rectificadores. El banco rectificador de la derecha

incorpora 16 diodos de transición de base positiva y el banco de la izquierda incorpora 16 diodos de transición de base negativa. Cada diodo de transición oscurecido indicado en la figura 3.2.m, representa 8 diodos.

Operación del relé a Tierra.-

La bobina operativa del relé de tierra está conectada en serie con dos circuitos rectificadores de puente. Un circuito rectificador de puente que consta de rectificadores CR38 hasta CR42, se usan para pasar corriente que resulta ya sea de fallas de aislamiento CC ó AC. El segundo circuito puente rectificador que consiste en rectificadores CR36, CR37, CR42 y CR43, se usan para rectificar la salida del transformador T2. Se producirá una salida del transformador T2 cuando haya suficiente flujo de corriente através de cualquier bobina del transductor de relé de tierra, GRT. Las bobinas del control del GRT están conectados en circuitos para detectar fallas en el generador, tales como fallas de diodos de rectificación ó de transición, ó fases abiertas ó en corto circuito que provocarán un desequilibrio eléctrico en el generador principal.

Los diodos fallados se indican generalmente por los fusibles quemados. Cada diodo de rectificación y

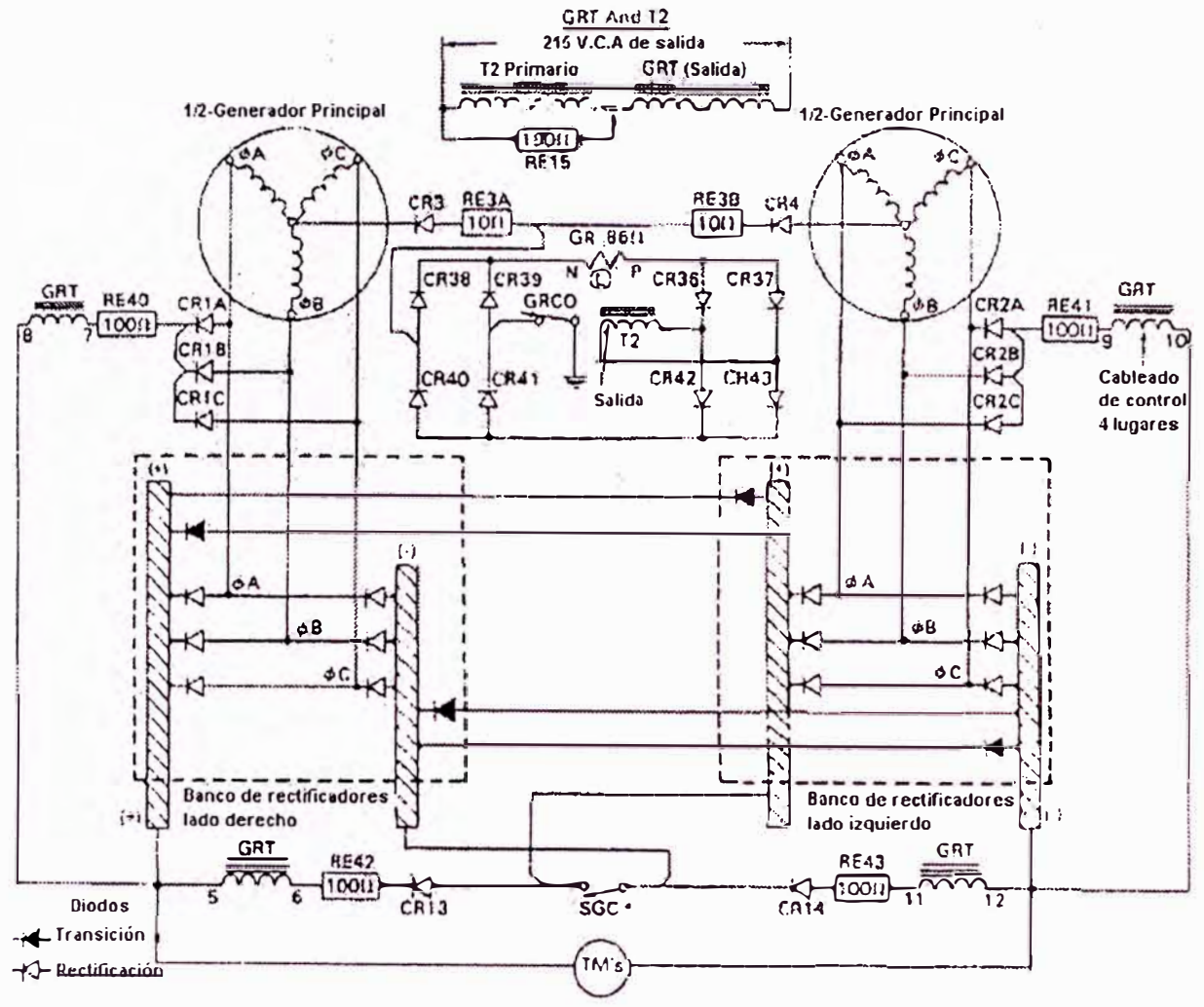
de transición está alambrado en serie con un fusible porque es común que se produzcan cortocircuitos en la modalidad de fallas de diodos. Los fusibles están ubicados en la caja de aire del generador principal y cada fusible incluye un indicador que "sobresaldrá" cuando el fusible /diodo falle.

Cuando el GR es energizado, ocurren tres acciones. La primera es la de-energización del contactor GFD. Esto quita la corriente de excitación del generador principal. La segunda es para prevenir que el contactor SGC se energice si no está energizado ó para mantener el contactor SGC en estado de energizado si esta energizado.

La última acción es para informar al EM 2000 que se ha producido un accionamiento de relé de tierra. El EM 2000 archivará lo ocurrido, decidirá si el GR debería ser repuesto y establecer las referencias operativas adecuadas de la locomotora si el GR es repuesto.

Se tiene en la locomotora un interruptor de desconexión de relé de tierra GRCO para desconectar el circuito de protección del relé de tierra de los circuitos durante ciertas inspecciones de mantenimiento de taller. El interruptor es un

FIGURA 3. 2. m Circuito de detección de Relé a Tierra



dispositivo de dos polos con un polo que desconecta el relé GR de tierra. El otro polo se usa como entrada al EM 2000 que evitará que la locomotora desarrolle potencia.

3.2.3. ANALISIS DE CIRCUITOS DE BAJO VOLTAJE

Introducción.-

El sistema 74 Vcc provee de energía eléctrica para excitar el alternador auxiliar, para operar el sistema de arranque del motor, para cargar las baterías y operar el sistema de control. En este acápite se examina los circuitos usados para realizar estas tareas.

Generador Auxiliar.-

El generador auxiliar es el corazón del sistema de 74 Vcc. Es el responsable del abastecimiento de los 72-78 Vcc en el sistema mientras el motor está en marcha.

Esta máquina se excita por sí misma, lo que significa que se encarga de generar su propia corriente de excitación y consta de tres componentes: el ensamblaje de excitador piloto de tres fases, un ensamblaje de rectificador giratorio y un alternador de tres fases.

La capacidad del generador auxiliar es de 18 KW a 55 Vca. La figura 3.2.n, muestra el conjunto de circuitos del generador auxiliar. Los tres cables de fase saliendo del estator son la salida de la máquina. Después del arranque, estos cables de fase llevan un voltaje de corriente alterna (CA) de aproximadamente 55 Vca. Estos tres cables de fase van al BC ASM (ensamblaje del cargador de baterías), en el cual se tiene un banco de rectificadores conocido como el CR AG (rectificador de corriente del generador auxiliar)

Se debe tener especial cuidado toda vez que hay salida de potencia del generador auxiliar, el alternador acompañante también tendrá salida de potencia, ya que no existe dispositivo alguno para interrumpir el flujo de corriente al alternador acompañante.

Al arrancar, el estator del generador auxiliar produce un voltaje muy débil de más ó menos 2 Vca. Esto se debe al magnetismo residual que posee el núcleo de hierro de los devanados del generador auxiliar. Este voltaje de bajo nivel permite que el excitador piloto obtenga suficiente corriente de excitación para que la salida del estator aumente el voltaje hasta que sea regulado al nivel de 55 Vca.

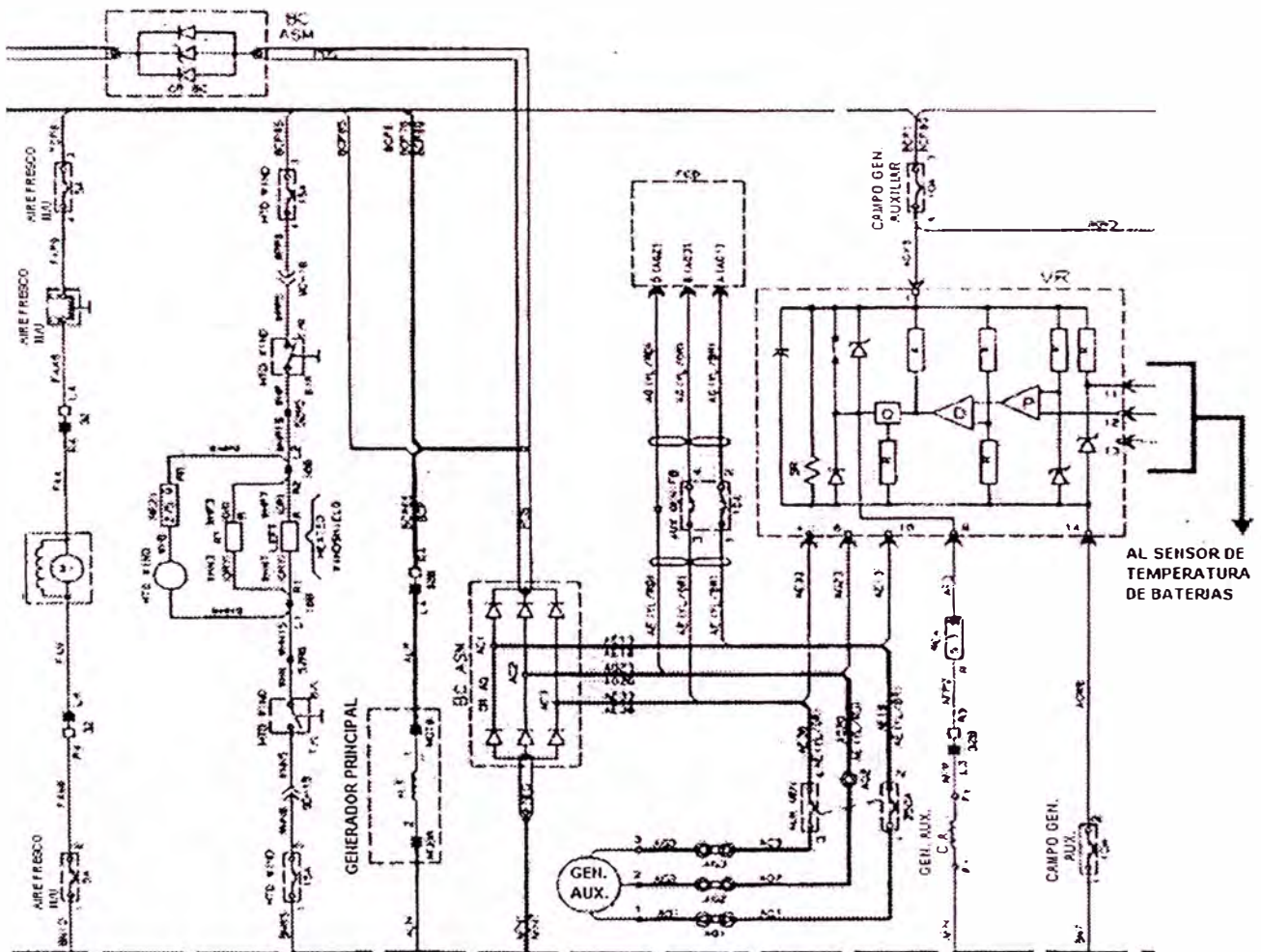


FIGURA 3. 2. n Circuito de salida del Generador Auxiliar

Cuando la máquina recién arranca, la corriente fluye por el contacto normalmente cerrado del enclavamiento en el módulo VR pasando por alto el circuito de regulación. Cuando el voltaje alcanza de 35 a 50 Vcc, el relé SR dentro del VR se cierra, abriendo su contacto del enclavamiento y la corriente ahora fluye por el conjunto de circuitos de regulación.

Regulación de Voltage.-

El voltaje de CC en esta locomotora variará desde los 78 Vcc a 32 °F y caerá linealmente a 72 Vcc a 100°F. Esto permite un voltaje adicional de carga cuando las baterías están frías cuando lo requieren y evitar que hiervan por excesivo voltaje de carga cuando están calientes. El módulo VR regula el voltaje de carga dependiendo de la realimentación que recibe desde un sensor de temperatura llamado BTA (Temperatura Ambiental de Batería).

Motor de la bomba de Lubricación del Turbocargador.-

Esta locomotora utiliza un motor trifásico con un inversor incorporado (montado en el motor) para la bomba de lubricación del turbocargador, ubicado en la parte inferior del banco del lado derecho del motor.

Motor de Bomba de Combustible.-

Es un motor trifásico de corriente alterna con un inversor incorporado el cual está revestido con un compuesto plástico y no se presta a la fácil ubicación de fallas. Para ubicar una falla en este circuito, asegúrese que entre los terminales rojo y negro exista 64 Vcc. Si es así y el motor no gira, desconecte el motor de la bomba y verifique que la bomba no este trabada. Asegúrese que la polaridad de la conexión sea la correcta.

Circuito de Arranque.-

Para el circuito de arranque se usan dos motores de 32 Vcc conectados a la cremallera de la volante del motor diesel. Cuando empieza a arrancar el motor diesel, durante los primeros seis segundos el motor esta girando entre los 25 y 30 RPM en un ciclo que se llama Purga del Motor que disminuye la posibilidad de dañar seriamente al motor si se presenta un bloqueo hidráulico, de producirse esto se pueden obtener bielas dobladas, rajadura en la cara de combustión de la culata, rotura de cigueñal.

Adicionalmente los motores de arranque pueden sobrecargarse térmicamente si arrancan por más de 20 segundos sin interrupción. Un dispositivo llamado " SW START MTR TH LO " (interruptor de sobrecarga

térmica de motor de arranque) existe en el circuito de arranque. Cuando esto sucede en la pantalla de mensajes a la tripulación aparecerá " STARTER MOTOR OVERLOAD" (Sobrecarga de motor de arranque).

3.2.4. SISTEMA DE CONTROL DE CARGA Y ADHESION

Introducción.-

Se describirá los siguientes sistemas de control muy importantes en la locomotora SD70:

1. Control de Carga.
2. Control de Adhesión.

Por ser el procesador del EM 2000 más poderoso, el control de carga del SD70 es mucho más preciso que el de sus antecesores, é incluye numerosas rutinas nuevas de software para un rendimiento óptimo.

Función del Control de carga.-

La comparación de una señal de realimentación con un valor de referencia establecido por una entrada específica es la base para la regulación de la potencia de tracción y fuerza del freno dinámico en la locomotora.

Este tipo de control se describe mejor como un "control de ciclo cerrado". Tomemos un ejemplo de

cómo funciona este ciclo cerrado. Si estuviéramos manejando nuestro automóvil, presionaríamos el acelerador para lograr la velocidad deseada, digamos 100 K.P.H. que sería nuestra velocidad de referencia. El acelerador ejerce control en el sistema de combustible que mantiene los 100 K.P.H. Pero a medida que subimos y bajamos colinas, la proporción de combustible debe cambiar para mantener una velocidad constante. Luego podemos "cerrar el ciclo" suministrando realimentación al sistema de control, que en este caso sería el conductor del vehículo. Podemos automatizar este sistema con el control de crucero.

El control de la locomotora es mucho más complicado que nuestro simple ejemplo, ya que tenemos varios parámetros diferentes que necesitamos regular dependiendo de la modalidad (potencia ó freno), velocidad, condiciones ambientales y carga de la locomotora.

Los tres parámetros principales que necesitamos regular son:

- La corriente del generador principal.
- El voltaje del generador principal.
- Los caballos de fuera del motor expresado en kilovatios.

No queremos exceder las limitaciones de corriente máxima en los motores de tracción, del generador principal y de los cables. Tampoco las características de aislamiento de los motores de tracción, generador principal y cables, ó exceder el voltaje de falla de los diodos. Por esta razón debemos limitar el voltaje máximo.

Por lo tanto, estableceremos valores de referencia en el software para la regulación de corriente, voltaje y kilovatios. La figura 3.2.o, muestra la regulación de corriente, voltaje y potencia de salida del generador principal en potencia tracción. Se ilustran líneas de velocidad para una SD70.

Las líneas de velocidad de los motores de tracción mostradas en la figura 3.2.o, representa los valores de voltaje y corriente del generador principal alcanzados a las velocidades indicadas de los motores de tracción.

El sistema de control evita que la salida del generador principal exceda los límites del V, A, y KW. Por ejemplo, si operamos con el acelerador en punto 8 a 30 M.P.H. (48.3 kph), el sistema de control regula la excitación del generador principal para

mantener la salida del generador al nivel de referencia de KW del punto 8. Este punto se designa como punto "1" en la fig. 3.2.o

Consideremos otro ejemplo, la locomotora está en tracción a 70 M.P.H. (112.6 kph) con el acelerador en punto 8, identificado como punto "2" en la figura 3.2.o. En este punto, la locomotora puede estar en regulación de voltaje o de kilovatio y el sistema de control regula la excitación del generador principal para mantener la salida del generador principal al nivel de referencia de V ó KW del punto 8.

Considerando nuestro último ejemplo, que está a 5 M.P.H. (8 kph) en punto 8 del acelerador, identificado como punto "3" en la figura 3.2.o. En este punto la locomotora estará en regulación de amperaje y el sistema de control regula la excitación del generador principal para mantener la salida del generador al nivel de referencia de A (amperaje del punto 8.

La administración del motor reemplaza la función tradicional de limitar la potencia, la cual se reduce cuando la temperatura de los motores de tracción aumenta demasiado. La rutina de la administración del

motor es activada cuando la temperatura del motor de tracción excede de 200° C y finaliza a los 150° C.

Regulación de Compensación Barométrica (BC)

La regulación de compensación barométrica actúa para reducir la potencia de salida del generador principal, así reduciendo la carga del generador principal en el motor diesel cuando disminuye la presión barométrica.

El clima y la elevación (altitud) afectan la presión barométrica. Sin embargo los cambios barométricos inducidos por el clima son menores en comparación con aquellos causados por los cambios de elevación. Las razones por las cuales se incluye la compensación barométrica son

Para reducir la probabilidad de sobrevelocidad del turbocargador en punto 8 y controlar el humo del escape en puntos menores.

Para evitar humo excesivo en el escape cuando se opera la locomotora en ciertas posiciones del acelerador a elevaciones altas.

Para mantener el regulador de carga en posición de campo máximo cuando se opera a altitudes altas.

Función del Límite de Velocidad del Turbocargador (TB).-

El módulo ADA recibe la realimentación de onda cuadrada de la sonda magnética montada en el lado derecho de la carcasa del impulsor (lado izquierdo de la locomotora). Esta señal es usada por la computadora para proteger al turbocargador de una sobrevelocidad. La sonda magnética cuenta el número de aletas del impulsor y en el caso que la frecuencia de realimentación exceda los límites establecidos en el software, la computadora disminuye la excitación del generador principal. Esto a su vez disminuye la temperatura del gas de escape y disminuye la velocidad del turbocargador.

Control de Carga en el Freno Dinámico.-

El freno dinámico controla la velocidad del tren y tiene sus ventajas sobre el uso de los frenos de aire. Ahora debemos ver cómo es controlado el freno dinámico. El generador principal es responsable por la generación de la corriente de campo para los motores de tracción los cuales cambiamos a generadores en freno dinámico.

La figura 3.2.p, ilustra el gráfico de la fuerza del freno vs. la curva de velocidad para la SD70, equipada con el control de línea de tren de la

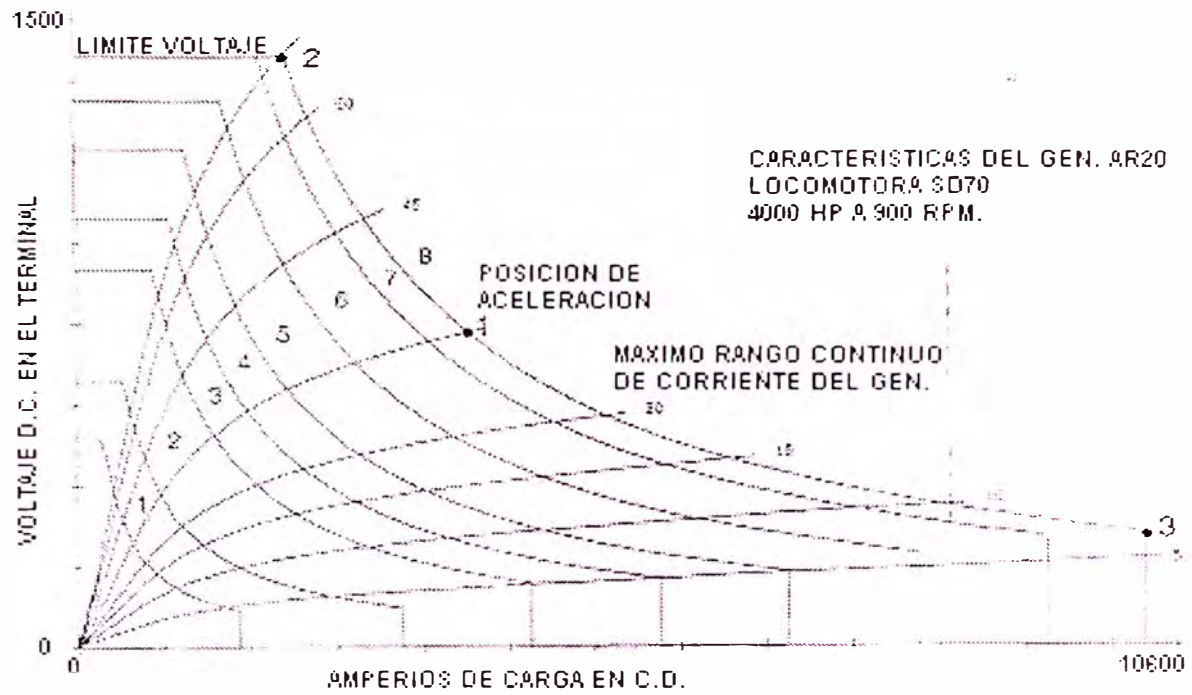


FIGURA 3. 2. o Gráfico de un típico control de carga de una SD70

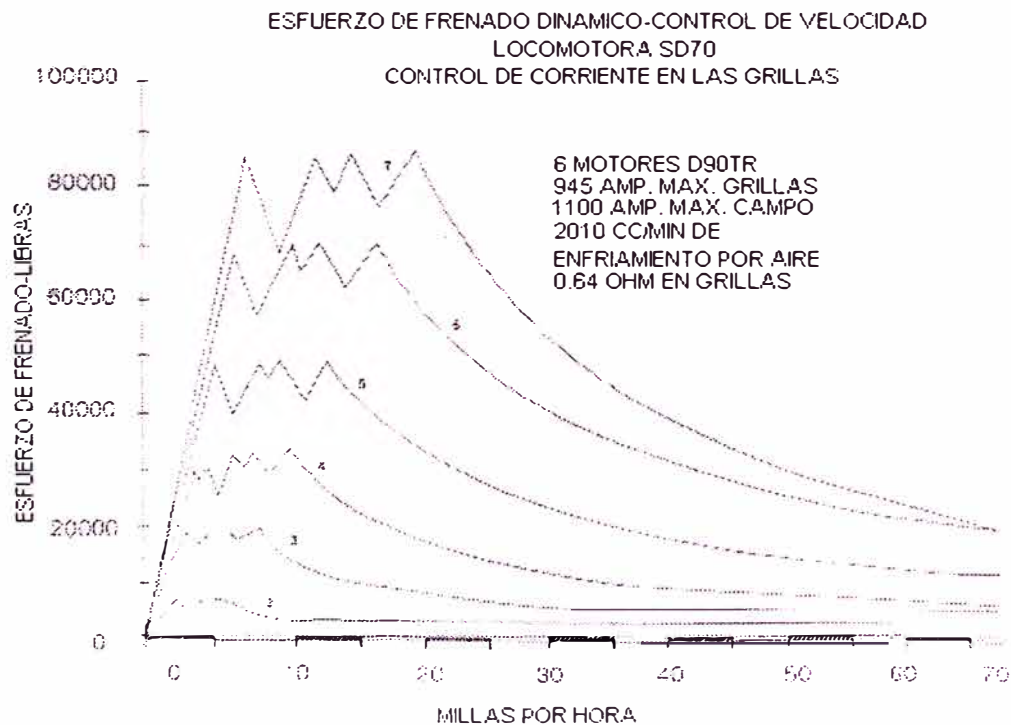


FIGURA 3. 2. p Curva de esfuerzo de frenado dinámico

corriente de las rejillas. Así es capaz de mantener la fuerza máxima de frenado entre las velocidades de 9 a 22.5 M.P.H.

Para comprender mejor como trabaja el control de freno dinámico, simplifiquemos este diagrama mostrando una sola posición de la palanca del freno dinámico, la posición 8. También tomaremos la curva y suprimimos la opción de amplitud extendida, que nos da la curva simplificada en la figura 3.2.q.

Control de Adhesión.-

Uno de los factores más importantes para considerar en el desarrollo de locomotoras, es qué peso puede arrastrar, en potencia y con cuanta eficacia puede controlar la velocidad del tren, en freno dinámico. Se requiere una buena adhesión entre la rueda y el riel si la locomotora va a rendir hasta sus expectativas.

La adhesión de despacho es la relación de fuerza de arrastre en el enganche, al peso de la locomotora bajo cualquier condición de riel.

Tomamos un ejemplo. Si tenemos una locomotora de modelo SD70 que tiene la capacidad de alcanzar una adhesión de despacho de 30% y su peso es de 395,000

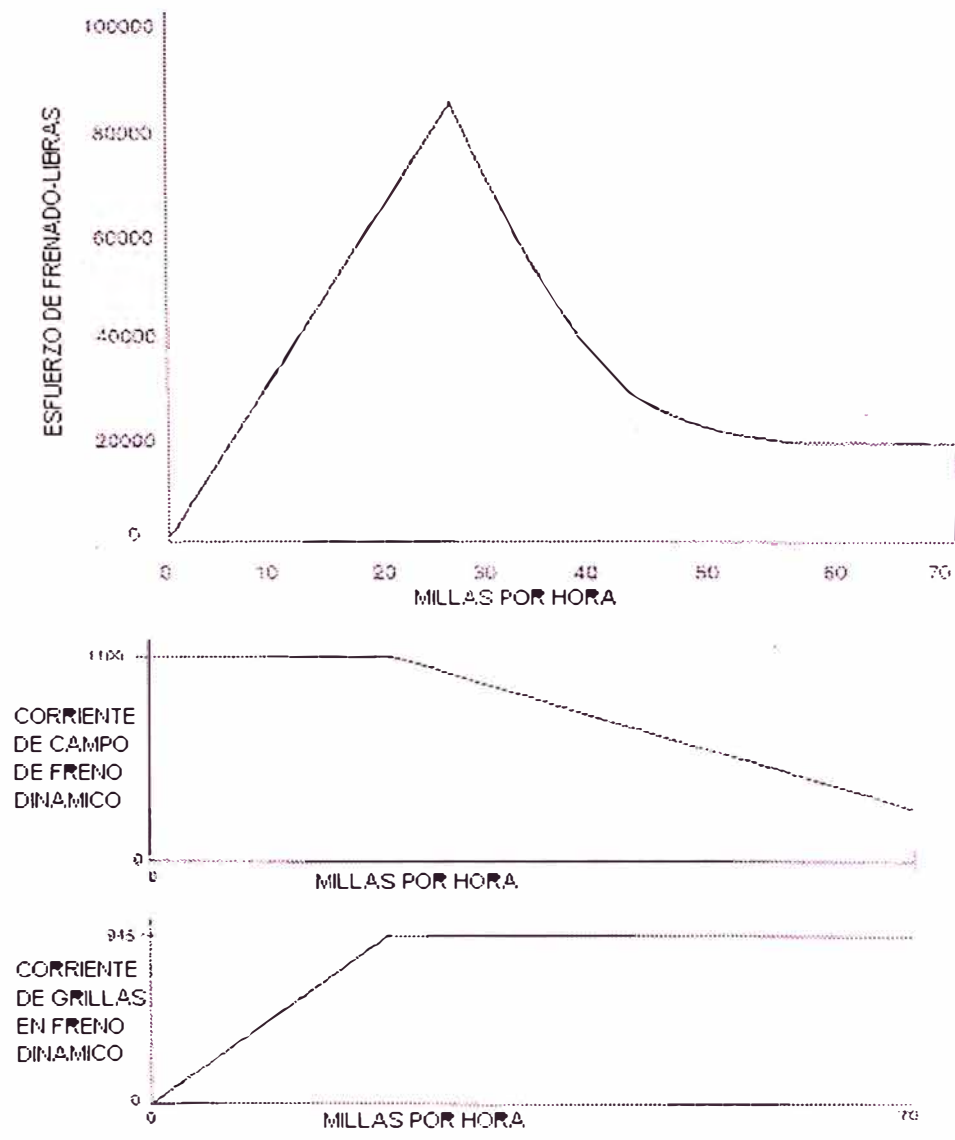


FIGURA 3. 2. q Gráfico del freno dinámico- corriente en las grillas y de campo

lbs (179,172 Kg), puede generar una fuerza de arrastre de 118,500 lbs (53,752 Kg) bajo cualquier condición de riel.

Existen dos estrategias para mejorar la adhesión, la primera es usar un sistema correctivo de patinamiento de ruedas (Wheel slip) y el segundo es el deslizamiento de ruedas, que permite que las ruedas giren a una velocidad ligeramente más rápida que la velocidad real de la locomotora.

3.3 SISTEMA MECANICO

3.3.1 DESCRIPCION GENERAL

Las locomotoras normalmente son divididas en dos partes:

Plataforma y truque.

En las plataforma encontramos el motor diesel la compresora, los filtros inerciales y en el truque se encuentran los motores de tracción, ejes, etc (ver figura 3. 3. a).

3.3.2 SOPLADORES DE MOTORES DE TRACCION

Introducción.-

La locomotora SD70 hace uso de motores de AC para operar los sopladores en el sistema de aire forzado (ver figura 3.3.b). Un alternador



FIGURA 3. 3. a Vista del truque radial HTRC

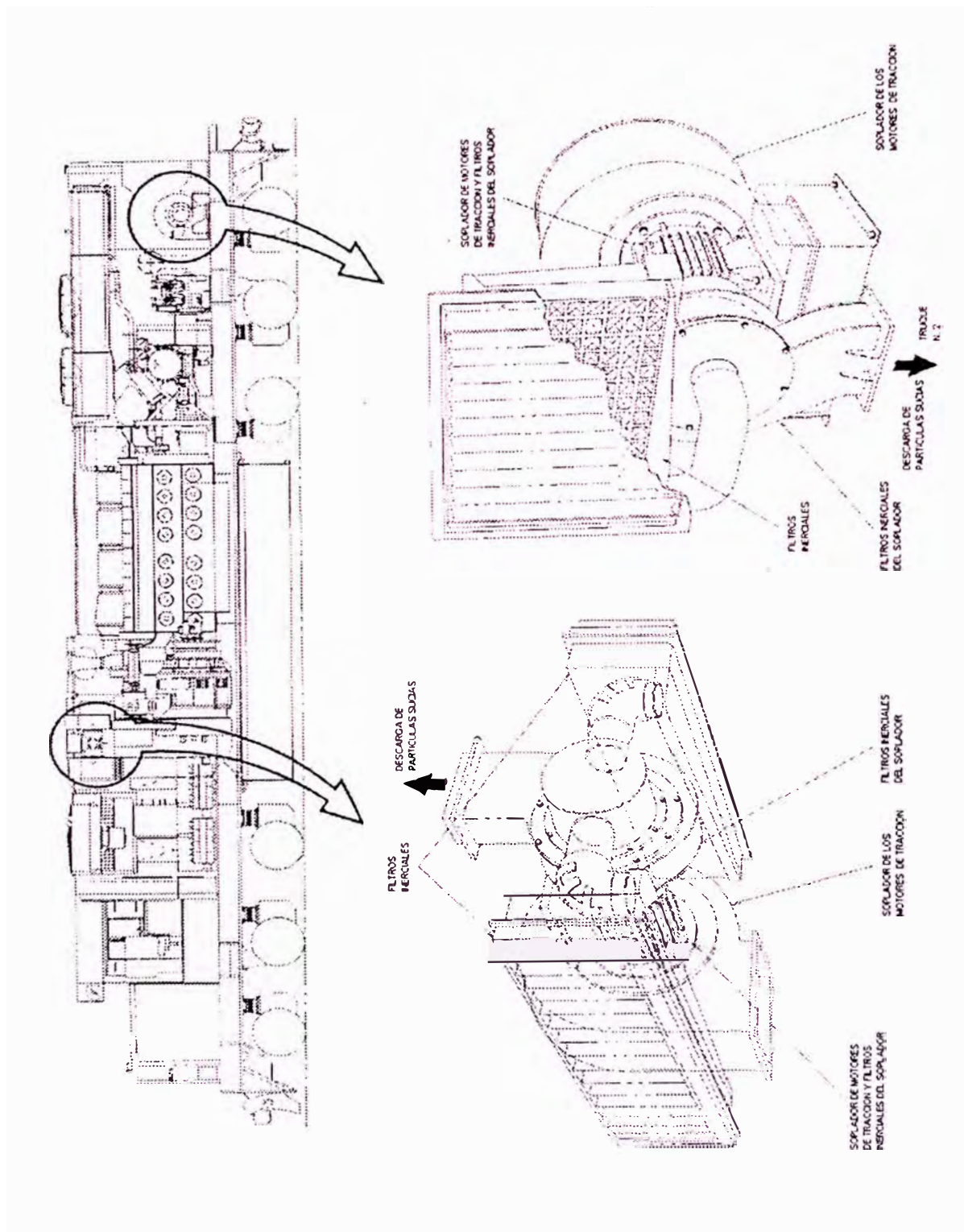


FIGURA 3. 3. b Disposición de los sopladores de los motores de tracción y los filtros

acompañante hace posible la operación de tales dispositivos. Los sopladores de los motores de tracción impulsados separadamente bajan la demanda por potencia de los accesorios puesta en el motor diesel, esta es una de las muchas mejoras en rendimiento en combustible en esta locomotora.

Como en otras locomotoras EMD, el aire es jalado a un compartimiento através de filtros de inercia. Este compartimiento es en realidad el cuarto de filtros de aire de los generadores y el motor diesel para el ensamblaje del soplador delantero. El ensamblaje del soplador trasero provee aire directamente a su sistema sin pasar por un compartimiento amplio en medio de su corriente tal como el cuarto del generador. El motor delantero impulsa dos sopladores: 1.) El soplador de los motores de tracción del truque # 1 y 2) El soplador del depósito de polvo de filtro de inercia. Cada soplador es accionado por un motor de 40 HP de CA de 3 fases.

El aire del conducto de enfriamiento del truque No. 1 también se usa para ventilar y presurizar los gabinetes eléctricos 1 y 2 previo paso através de 4 filtros elementos tipo papel. El motor del soplador

trasero impulsa el soplador de los motores de tracción del truque No. 2, el aire es tomado desde el conducto y mejor filtrado (através de un sólo elemento en esta aplicación) antes de ser enviado a ventilar el gabinete eléctrico No. 3 (gabinete CA). Algunas aplicaciones no hacen uso de un ensamblaje de aletas de guía (persianas) del aire de ingreso al soplador para limitar la demanda de potencia del soplador cuando menos flujo de aire es requerido a los motores.

Filtros de Inercia.-

La locomotora SD70 usa un tipo nuevo de filtro de inercia. Este diseño de pirámide de cuatro lados ó en forma de cono provee filtración con más eficiencia (ver figura 3. 3. c). Cuando el aire de afuera entra a cada cono, el polvo es dirigido hacia el centro. Una porción de aire limpio invierte la dirección del flujo, hace un giro através de las aletas de la persiana y es descargado dentro del sistema de aire limpio.

Como las partículas de polvo y suciedad son más pesadas que el aire, la inercia las lleva hacia la garganta del cono. Desde aquí, el aire sucio es descargado hacia los conductos secundarios de aire y expelidos. Esta separación por inercia ocurre en

todos los cuatro lados del cono. Para la eliminación del agua de lluvia se provee de un depósito y un conducto de desague.

Operación del Soplador.-

Este sistema esta diseñado para operar a dos veces la velocidad del motor diesel (velocidad lenta y a cuatro veces la velocidad del motor diesel velocidad rápida).

La operación en velocidad lenta es el modo por defecto, hasta requerir transferencia a la velocidad rápida. Esto sucede durante la operación de freno dinámico ó cuando la temperatura del motor de tracción es mayor a 160° C ó la corriente es mayor a 900 amperios.

Los contactores usados para controlar la operación de los sopladores son un nuevo estilo diseñado por Cutler-Hammer. Este nuevo estilo de contactor se muestra en la figura 3.3.d .

Inspección del Filtro.-

Como no hay partes móviles en los filtros de inercia, el mantenimiento de la unidad es muy limitada.

En un período largo de tiempo, se puede acumular

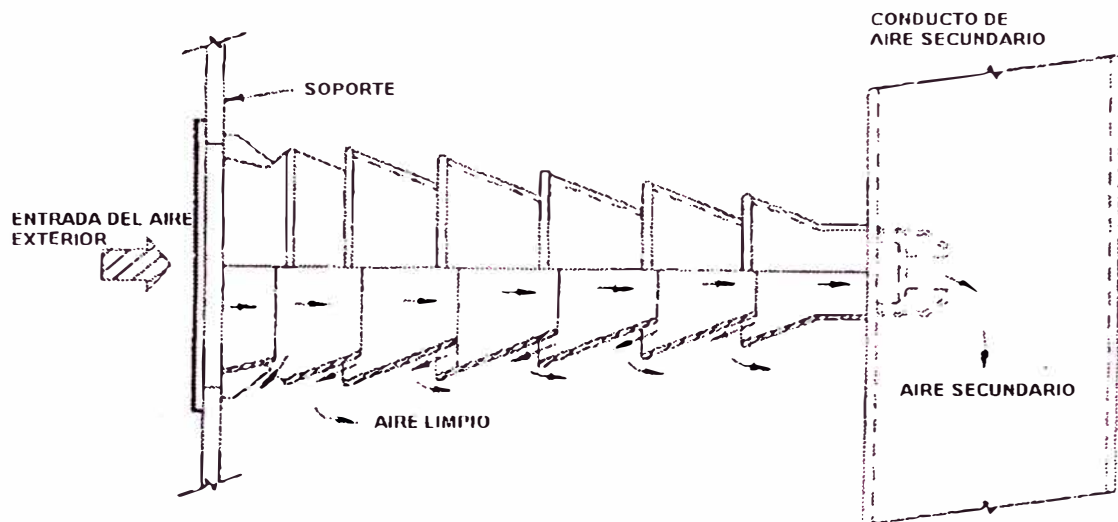


FIGURA 3. 3. c Filtro de aire tipo pirámide de cuatro
lados

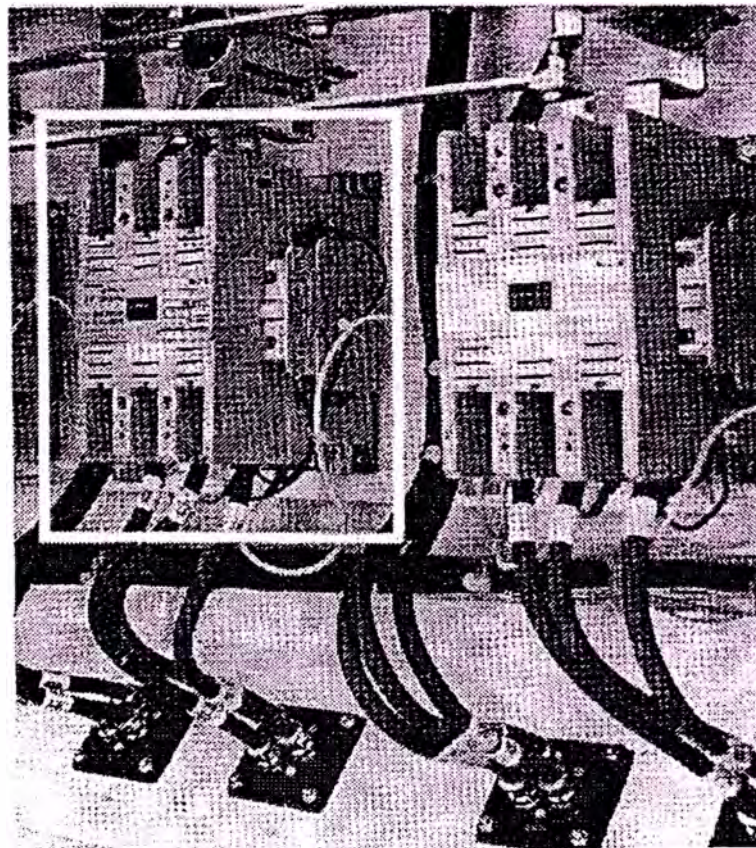


FIGURA 3. 3. d Contactor del motor del soplador

en el filtro el polvo de la vía, grasa y hollín de diesel de otras locomotoras. Esto aumentaría la disminución de presión através de los filtros, haciendo que el sistema sea menos eficiente. Los filtros pueden ser retirados para limpiarlos. Los únicos componentes que se pueden reemplazar del módulo de persiana "Mini-Polvo" son los conos individuales.

3.3.3. INYECCION ELECTRONICA-EMDEC

Introducción.-

El sistema EMDEC fué desarrollado para mejorar mucho más la performance del motor diesel, entre ellas la economía del gasto de combustible y reducción de las emisiones de gases. Esto se hace posible porque el sistema sensa los cambios en el motor o de las condiciones ambientales regulando la proporción adecuada de combustible y el tiempo de inyección para compensar.

Cuando la decisión fué tomada para que los motores EMD empiezen a usar inyección electrónica, se tenía que escoger entre hacer un diseño completo o estudiar sistemas existente y ver que uno de ellos pueda cumplir con los requerimientos de EMD. Detroit Diesel tenía un sistema DDEC- Detroit Diesel Engine

Control en operación que cumplía los requerimientos por lo que con algunas ligeras modificaciones fué finalmente el usado por EMD.

Componentes.-

El sistema EMDEC tiene muchos componentes principales que son comunes en muchas aplicaciones de motores diesel, estos son:

- Módulos de Control del Motor (ECM's)

Los módulos de control desarrollan todas las funciones del gobernador Woodward tales como:Control de la inyección y protección del motor. Estos módulos contienen microprocesadores individualmente programados para aplicaciones específicas. A través de cables especiales son conectados a los inyectores y sensores del motor.

- Inyectores electrónicos de combustible

Los motores con el sistema EMDEC usan unidades inyectoras controladas electrónicamente, estos son fijados a las culatas de los cilindros tan igual como los inyectores mecánicos. Sin embargo, a través de cable, cada inyector es conectado al ECM en vez de palancajes mecánicos.

- Sensores

El EMDEC usa varios sensores para determinar la velocidad y posición del cigueñal, sistemas de

presión y temperaturas. Igualmente através de cables son conectados a los ECM's.

- Fuente de poder de 24 voltios y Módulo de Interface

Una fuente de poder de 24 voltios y un módulo de interface convierten los 74 voltios en una tensión de 24 v. Requerido para los diferentes componentes del EMDEC. Adicionalmente, el módulo de interface permite una comunicación entre el sistema de inyección y el sistema de control.

Comparación entre el sistema Woodward y el EMDEC.-

Brevemente haremos una comparación entre estos dos sistemas. Ambos tiene que realizar las siguientes funciones:

- Control de la velocidad del motor bajo variaciones de carga
- Protección del motor contra fallas en el sistema
- Retroalimentación al sistema de control de la performace del motor

Similitudes.-

1. Reparto de combustible y filtración
2. Inyección de combustible
3. Señal de velocidad para el sistema de control
4. Control de carga

Diferencias.-

1. Cables eléctricos en vez de palancajes mecánicos
2. ECM's en vez de gobernador Woodward
3. Sensor electrónico en vez del dispositivo mecánico de sobrevelocidad
4. EMDEC en vez del regulador de carga mecánico
5. Mayor presión en las líneas de petróleo
6. Mayor caudal en las líneas de petróleo
7. Mejoras en el filtrado del petróleo

Revisión general del EMD - MUI.-

Con el sistema MUI (ver figura 3.3.e), la inyección del combustible es controlado por el gobernador Woodward el cual esta diseñado para mantener estable la velocidad del motor ante las condiciones de variación de carga. Para realizar esto, ello debe ser posible saber cual es la velocidad actual del motor, comparar con la velocidad deseada para el motor y regular la cantidad de combustible en concordancia con el motor. El gobernador tiene tres conexiones básicas:

- Transmisión de engranajes del gobernador del motor diesel para la operación y sensor de velocidad.

- Cableado eléctrico del sistema de control para requerimientos de velocidad
- Sistema de accionamiento por palanca de los inyectores para el control de combustible

Cuando una señal de velocidad es enviada al gobernador del sistema de control, los solenoides en el interior del gobernador sitúan la velocidad deseada del motor. El gobernador trata de mantener la actual velocidad del motor, al mismo nivel como fué sentido a través del sistema de engranajes. La velocidad actual debería variar de acuerdo a la velocidad deseada, entonces el gobernador incrementará o disminuirá el suministro de combustible sobre los inyectores con el movimiento del palancaje.

Con el sistema de inyección mecánica, el eje de levas desarrolla dos funciones. Primero, provee la fuerza necesaria para presurizar el combustible para la inyección y segundo establece la sincronización básica del pulso de inyección. Esta sincronización sucede cuando hay una coincidencia entre las posiciones del resorte de retorno del inyector y del pistón en el cilindro.

El movimiento de la palanca del gobernador cambia la posición de la cremallera del inyector.

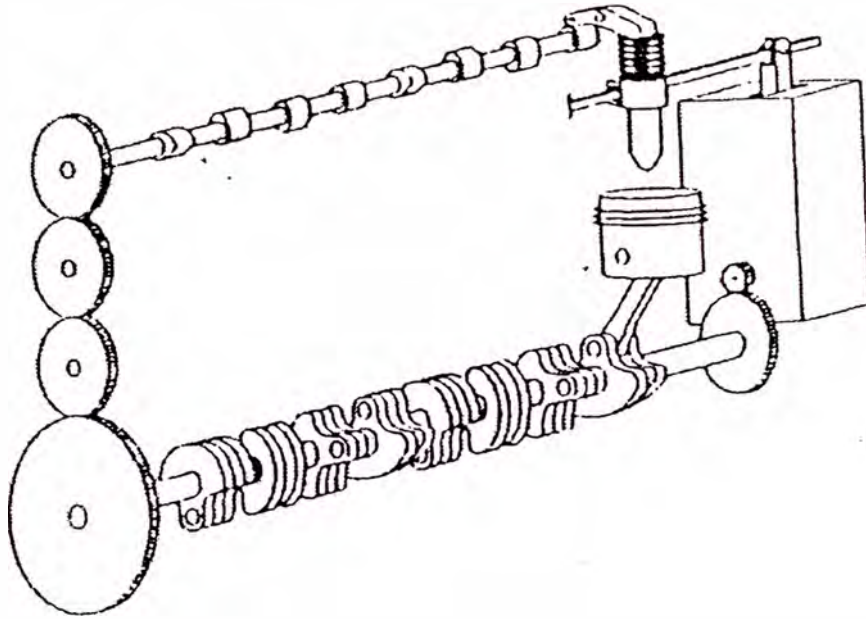


FIGURA 3. 3. e Sistema mecánico de inyección de combustible

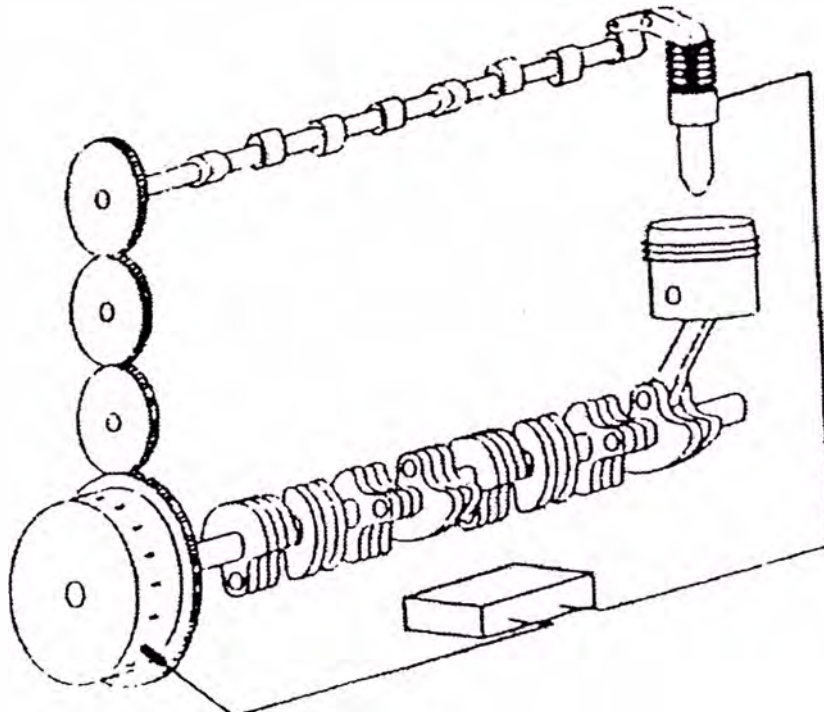


FIGURA 3. 3. f Sistema electrónico de inyección de combustible

Esto afecta la duración de la secuencia de inyección (ancho del pulso).

Revisión general del EMDEC - EUI

Como en el sistema mecánico, el EMDEC es responsable del control de la velocidad del motor contra las variaciones de carga. Esto es de una manera similar por variación en la cantidad de combustible dentro de los cilindros. Como opera el control del inyector, es la diferencia.

El sistema de EUI (ver figura 3.3.f), recibe una señal de velocidad del sistema de control en la forma de requerimiento del solenoide del gobernador.

Estas señales son convertidas en señales de requerimiento en RPM por el módulo de interface. La RPM solicitada dentro del ECM establece la velocidad deseada del motor. La velocidad actual del motor esta determinado por el uso de sensores magnéticos y puntos de sincronización en la volante del motor. En el sistema EUI, la velocidad deseada es comparada a la velocidad actual por el ECM y por lo tanto el ajuste de combustible.

EUI Sistema de Despacho de Combustible.-

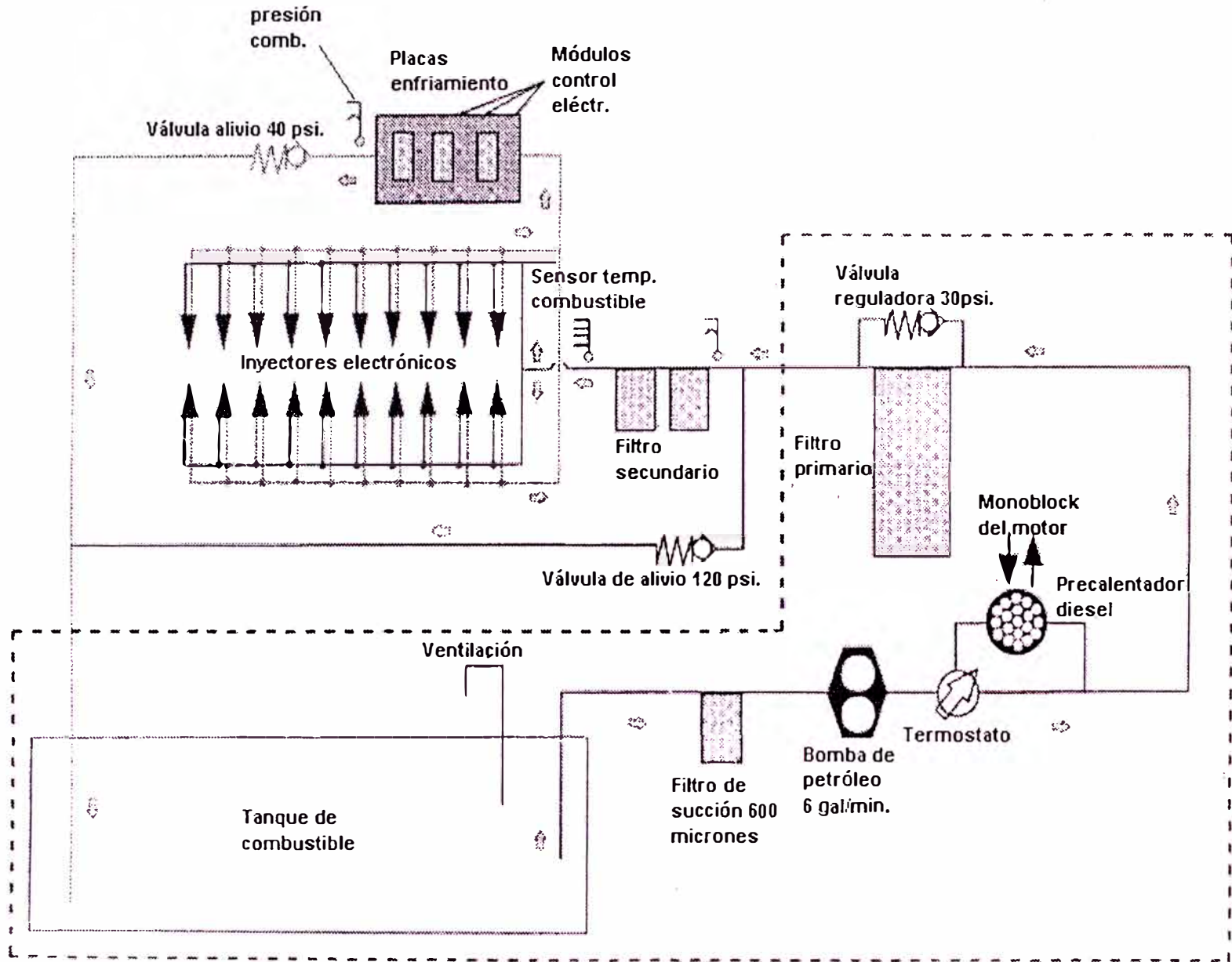
La función del despacho de combustible es proveer a los inyectores con un abastecimiento de combustible filtrado en la cantidad y presión adecuada para asegurar una apropiada performance. La figura 3. 3. g ,muestra el sistema básico de este despacho.

Así como en el sistema MUI, el combustible es tomado del tanque de combustible através de un filtro de succión para la bomba de combustible. Este colador protege a la bomba de combustible de cualquier contaminante contenido en el tanque de combustible.

La bomba de petróleo está montada en el lado derecho del motor, esta ha sido incrementada para capacidad de 6.5 gpm para sistemas con EUI y es movida por un motor AC. El motor es abastecido con 74 Vcc del sistema de control el cual es convertido a AC por un inversor.

También, todos los sistemas EUI son equipados con un precalentador del combustible y una válvula termostática. La temperatura de entrada del combustible es monitoreada por esta válvula la cual esta calibrada a 98° F, cuando la temperatura cae de esta calibración, el combustible se irá através del pre-calentador y será calentado con agua del motor.

FIGURA 3. 3. 9 Sistema de despacho de combustible



El combustible ahora fluye a los filtros primarios de 13 micrones. Aunque los filtros tienen los mismos valores de micrones que en otras aplicaciones, el tamaño de los filtros si han sido incrementados a 10" x 30" debido al aumento de la capacidad de la bomba. Como antes, estos filtros son equipados con una válvula de derivación que permite el flujo del combustible cada vez que estos se pudieran tapar, cuando esto suceda la presión se incrementará entre la línea de los filtros primarios y la bomba. La válvula empezará a abrirse a 25 psi. y se terminará de abrir a 30 psi.. Cualquier impureza en el combustible serán atrapadas por los filtros secundarios los cuales se taparán rápidamente.

De los filtros primarios, el combustible ahora fluye hacia el bloque en el lado frontal inferior derecho del motor el cual tiene tres tubos metálicos, recorriendo verticalmente a los filtros secundarios sobre el múltiple de los filtros de combustible. Este bloque alimenta combustible a los filtros secundarios y recibe el retorno de combustible del motor. Las tres línea de combustible son: la líneas de retorno de 40 psi. hacia el tanque, la línea intermedia como línea de abastecimiento y la última es la línea de retorno al tanque de 120 psi.

INJECTORES ELECTRONICOS.-

Introducción

Los motores diesel EMD han usado unidades de inyectores a través de su historia. El último cambio sobre el control electrónico en el sistema de inyección destaca por las significantes ventajas obtenidas.

Veremos la construcción y operación de las unidades electrónicas de inyección (EUI Las EUI ver figura 3. 3. h), aún desarrollan las mismas funciones como las unidades inyectoras mecánicas (MUI). Ambos miden, presurizan y atomizan el combustible.

Construcción.-

Los EUI pueden dividirse en tres secciones básicas: control, bomba de alta presión y el inyector (ver figura 3.3.i).

Porción de control.-

La sección de control consiste de un solenoide, armadura, resorte de retorno, válvula corredera y porción del cuerpo.

El solenoide montado en la parte superior de la porción del cuerpo es una bobina " E " conectado a su

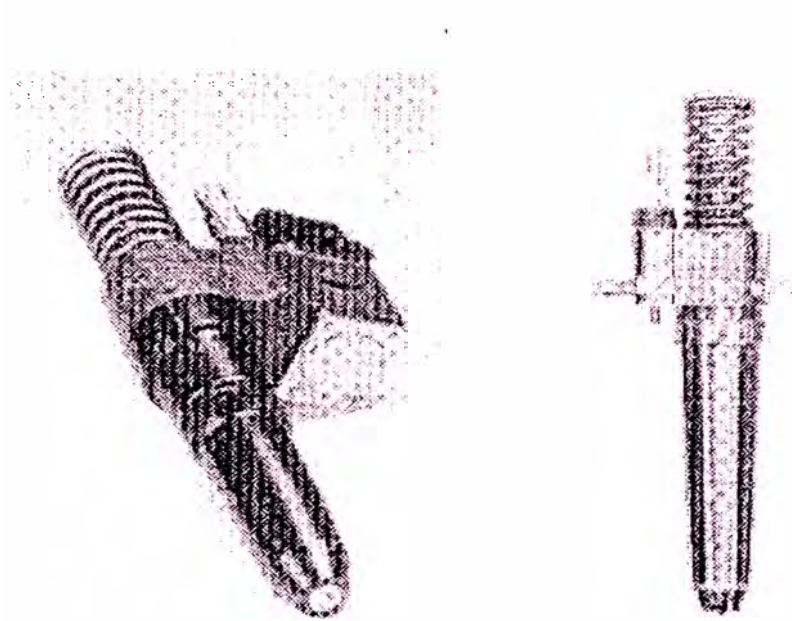


FIGURA 3. 3. h Inyectores mecánicos y electrónicos

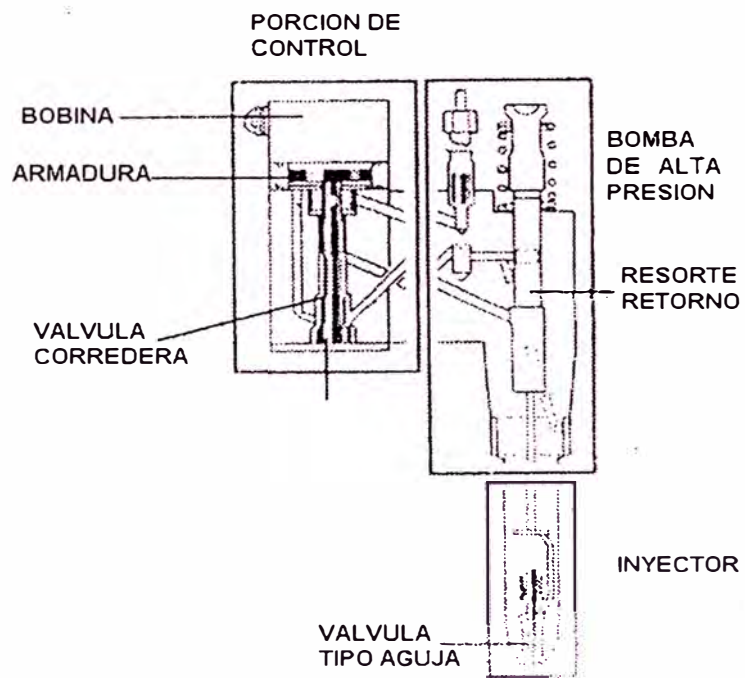


FIGURA 3. 3. i Construcción de un inyector

ECM respectivo con sus cables. El estator no tiene polaridad sensitiva haciendo que no existan problemas si los cables son cambiados.

Bajo el estator hay una armadura con resorte de carga. La armadura consiste de una placa plana que es movida hacia arriba cuando la bobina es energizada y retorna hacia abajo por acción del resorte cuando es desenergizada.

Conectado a la armadura esta la válvula corredera. Esta válvula controla el flujo de combustible através de un pasaje formado por el disco y el área del asiento de la porción, controlando el flujo de combustible, en este punto es cuando realmente se controla el pulso de la inyección. Para reducir el riesgo de daños en el disco debido a la alta presión en esta sección, este ha sido recubierto con una ligera capa de titanio.

Porción de bomba de alta presión.-

Esta porción está compuesto por el émbolo y el cuerpo de la porción del inyector. El émbolo es movido por el eje de levas através del mecanismo de la cremallera, similar a un inyector mecánico. El movimiento hacia abajo es para generar la alta presión requerida para la inyección. Notaremos que el

diámetro del émbolo es ligeramente más pequeño que el diámetro del cilindro. El pasaje de llenado para la cámara de la bomba está localizado en la parte superior izquierda en la ilustración.

Porción de Inyección.-

Es la parte que va dentro de la cámara de combustión del motor, está compuesto de una válvula anti-retorno, válvula de aguja con resorte y el rociador. Este último tiene orificios que atomizan el combustible debido a la presión, forzando que entre a la cámara de combustión.

Operación de el EUI.-

La unidad de inyección electrónica desarrolla su trabajo con señales eléctricas y mecánicas a la vez. Ello desarrolla la función de medición y sincronización electrónica mientras las funciones de presurización y atomización están aún accionadas mecánicamente.

Las funciones de medición y sincronización son controladas por los ECM's los cuales bombardean cada EUI individualmente en el momento preciso y por una duración específica.

Esta acción esta basada en el software del ECM y entradas dentro del ECM tales como:

- Requerimiento de velocidad del sistema de control vía módulo de interface
- Sincronización y dato de velocidad
- Motor y condiciones ambientales desde los diferentes sensores del EMDEC

Inicio de la Inyección.-

La forma más fácil de entender la operación del EUI es seguir una secuencia típica de inyección. En la figura 3.3.j, se muestra el flujo de combustible através del inyector durante una secuencia de inyección.

Cuando el piston se levanta en el cilindro, el aire fresco cargado es comprimido, levantando la temperatura a un nivel en que el combustible puede hacer la explosión. A la misma vez, el eje de levas y las cremalleras empiezan a presionar el émbolo hacia abajo. Note que aunque el émbolo se esta moviendo dentro de la cámara, no hay presión generada, porque el pasaje de llenado no esta bloqueado y la válvula corredera esta abierta en este punto, el combustible que fué desplazado por el émbolo simplemente viaja retornando através de la válvula corredera dentro de la cámara de combustible más baja (retorno).

El ECM según las posiciones de los sensores, decide energizar el solenoide y por que tiempo lo

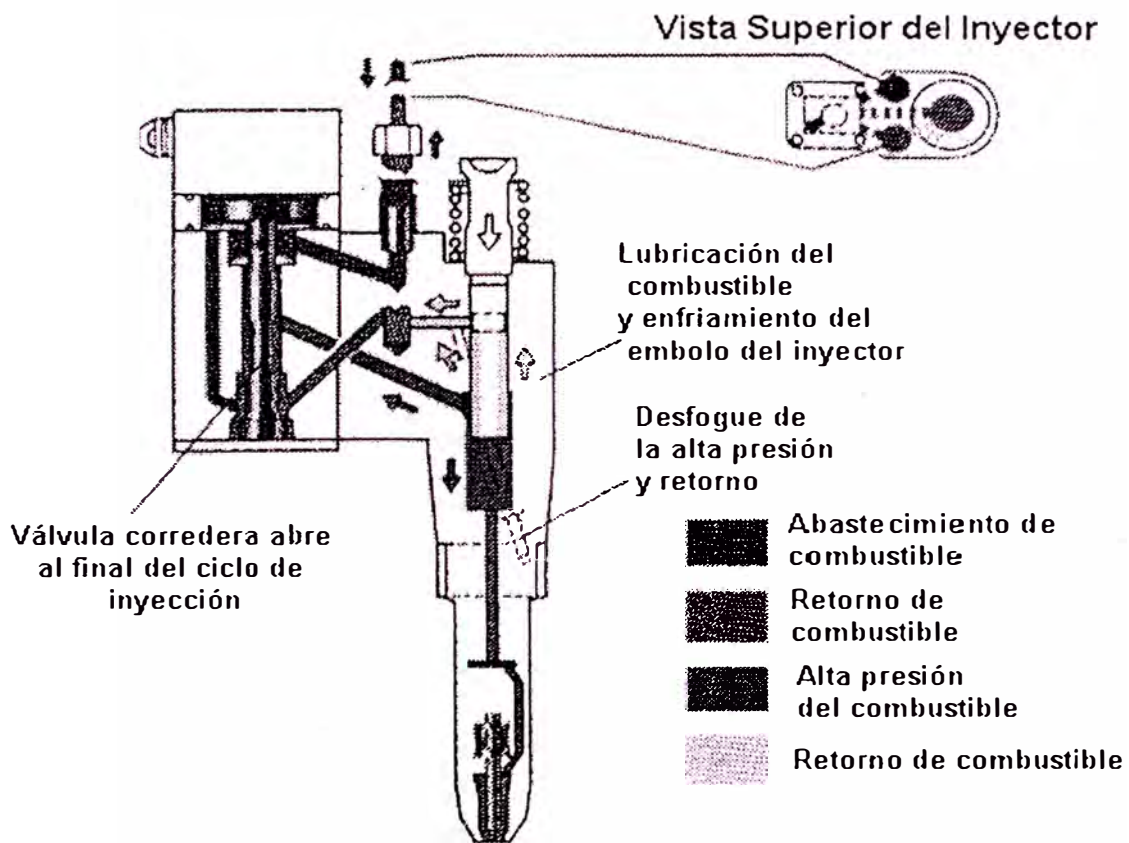


FIGURA 3. 3. j Flujo de combustible através del inyector
(Durante la inyección)

hará, cuando esto sucede la válvula corredera cierra su paso de combustible y la presión de combustible en la cámara instantáneamente se incrementa. Las presiones que se alcanzan en esta etapa son entre 16 000 y 18 000 psi.

Fin de la Inyección.-

Cuando el ECM determina que la inyección debe cesar, simplemente desenergiza el solenoide, permitiendo que se levante la válvula corredera y la presión generada interiormente es permitida para escapar a las líneas de retorno el combustible (ver figura 3. 3. k)

La acción final en el inyector es el retorno del émbolo a su posición inicial cuando el eje de levas rota con el giro del motor.

EMDEC-COMPONENTES ELECTRONICOS Y OPERACION

Introducción.-

En esta sección vamos a tratar sobre los diferentes componentes electrónicos y la forma como operan ellos entre sí.

En la figura 3.3.1, se muestra una revisión general de una aplicación típica EMDEC de una locomotora de 16 cilindros.

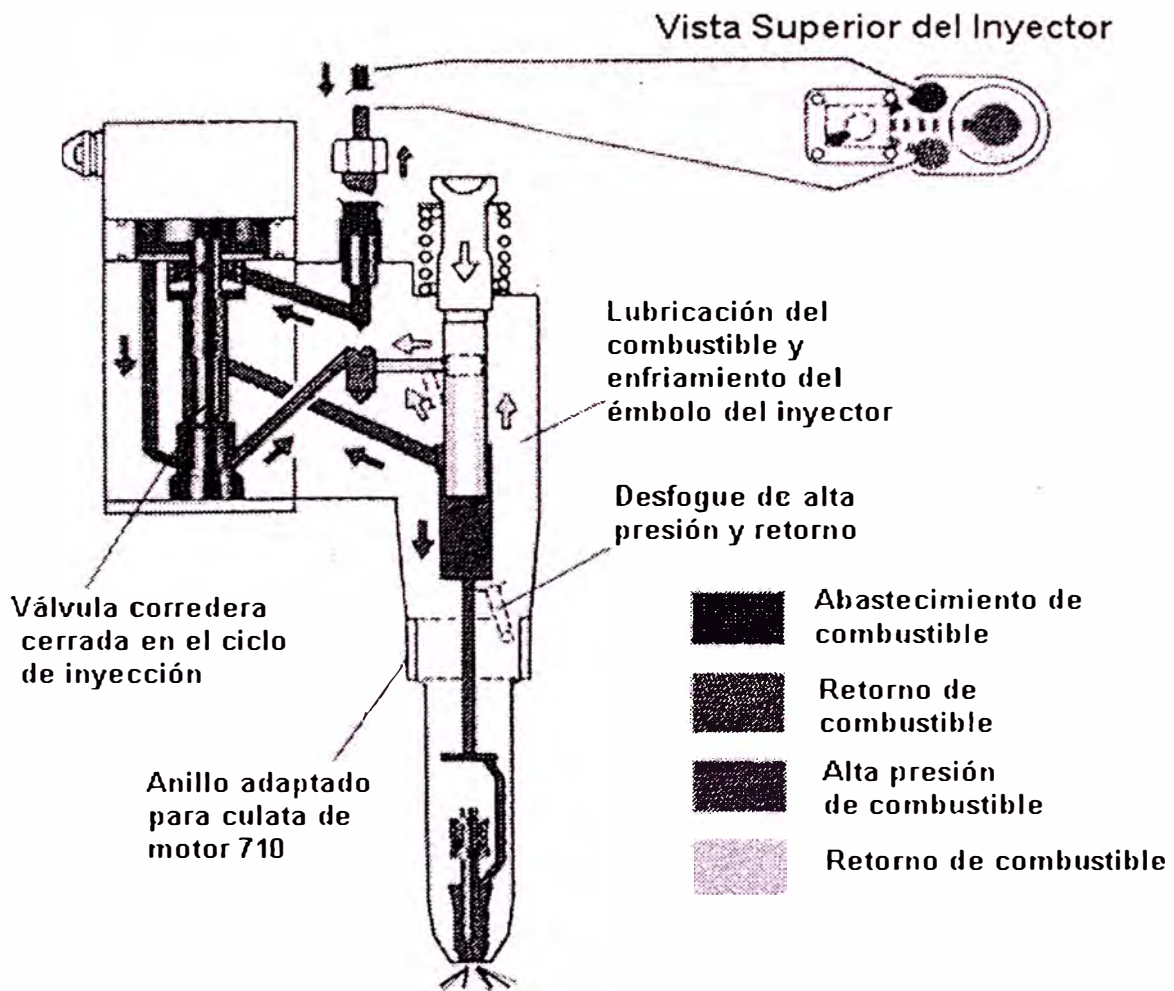


FIGURA 3. 3. k Flujo del combustible através del inyector (Fin de la inyección)

SISTEMA EMDEC-16 CILINDROS

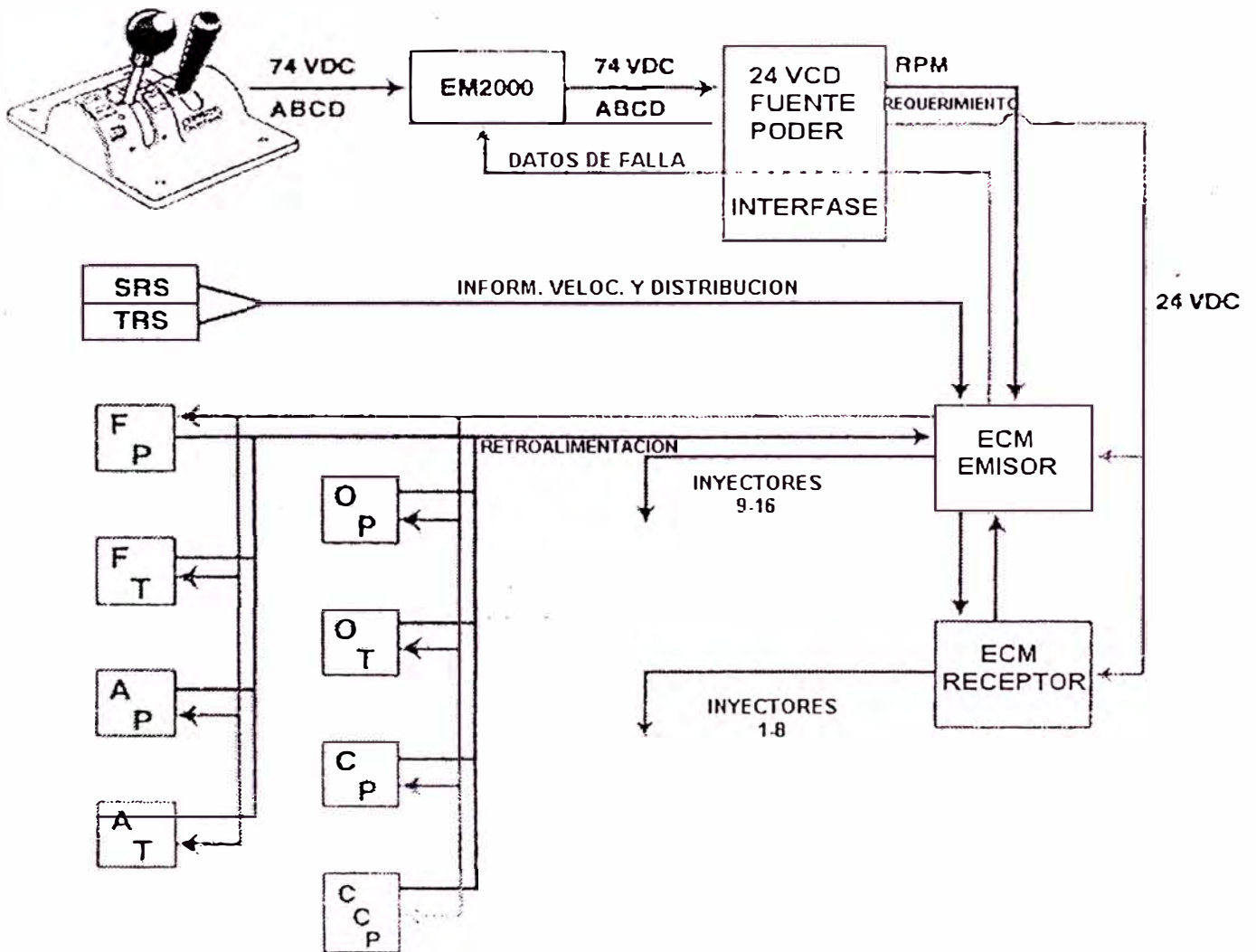


FIGURA 3. 3. 1 Sistema EMDEC de 16 cilindros

El corazón de este sistema son los ECM's que desarrollan todas las funciones de control. Los ECM reciben señales de control del sistema principal a través del panel de interface el cual es parte de la fuente de poder usado por el EMDEC. Adjunto a los ECM's, hay varios sensores usados para el funcionamiento óptimo y de protección.

Módulos de Control del motor.-

Como se mencionó anteriormente, los ECM son microprocesadores que operan a 24 Vcc. Cada uno de ellos pueden controlar hasta un máximo de 8 inyectores, por lo tanto el número de ECM's depende de la configuración del motor, ejemplo:

- Un motor de 8 cilindros sólo tiene un ECM
- Un motor de 12 cilindros tiene dos ECM's
- Un motor de 16 cilindros tiene dos ECM's
- Un motor de 20 cilindros tiene tres ECM's

Físicamente los ECM's son idénticos, pero el software es la diferencia de cada unidad

Fuente de poder.-

La fuente de poder está localizado en la cabina eléctrica AC en la parte posterior de la locomotora.

La función es reducir y filtrar el voltaje de 74 Vcc del sistema de control a 24 vcc.

La fuente de poder está alimentado através del disyuntor de control del motor ubicado en el panel de disyuntores note que tanto la línea positiva como negativa son protegidas y esta fuente está equipada con dos LED's diodos emisores de luz El LED verde indica que la fuente de poder está produciendo 24 vdc. El LED rojo se ilumina durante una situación de sobrecorriente además indica un problema en los ECM's, cables de conexión ó en la misma fuente de poder.

Módulo de Interface.-

El módulo de interface está localizado en la cabina AC de la locomotora y esta típicamente montado sobre el lado de la fuente de poder. La función de este módulo es trasladar las señales que estan siendo enviadas del sistema de control al EMDEC.

Sensores del Motor.-

Los sensores pueden ser divididos en tres grupos:

1. Sensores del sistema para sincronización e información de velocidad

- Sensor de referencia sincrona (SRS)

- Sensor de referencia de posición (TRS)

2. Sensores de funcionamiento para cálculos de operación de inyección de combustible

- Sensor de presión de combustible (FPS)
- Sensor de temperatura de combustible (FTS)
- Sensor de presión de aire (TBS)
- Sensor de temperatura de aire (ATS)

3. Sensores de protección por monitoreos del sistema de soporte

- Sensor de temperatura de aceite (OTS)
- Sensor de presión de aceite (OPS)
- Sensor de presión de enfriamiento (CPS)
- Sensor de presión de cárter (CCP)

Sensores del sistema.-

Los sensores del sistema proveen de dos funciones para la operación del EMDEC (ver figura 3.3.m). La información del sensor de posición es para determinar cuando energizar el solenoide de los inyectores. La información del sensor de velocidad es usado para comparar la actual velocidad del motor con la velocidad deseada. Estos sensores son del tipo magnéticos.

SENSORES DEL MOTOR

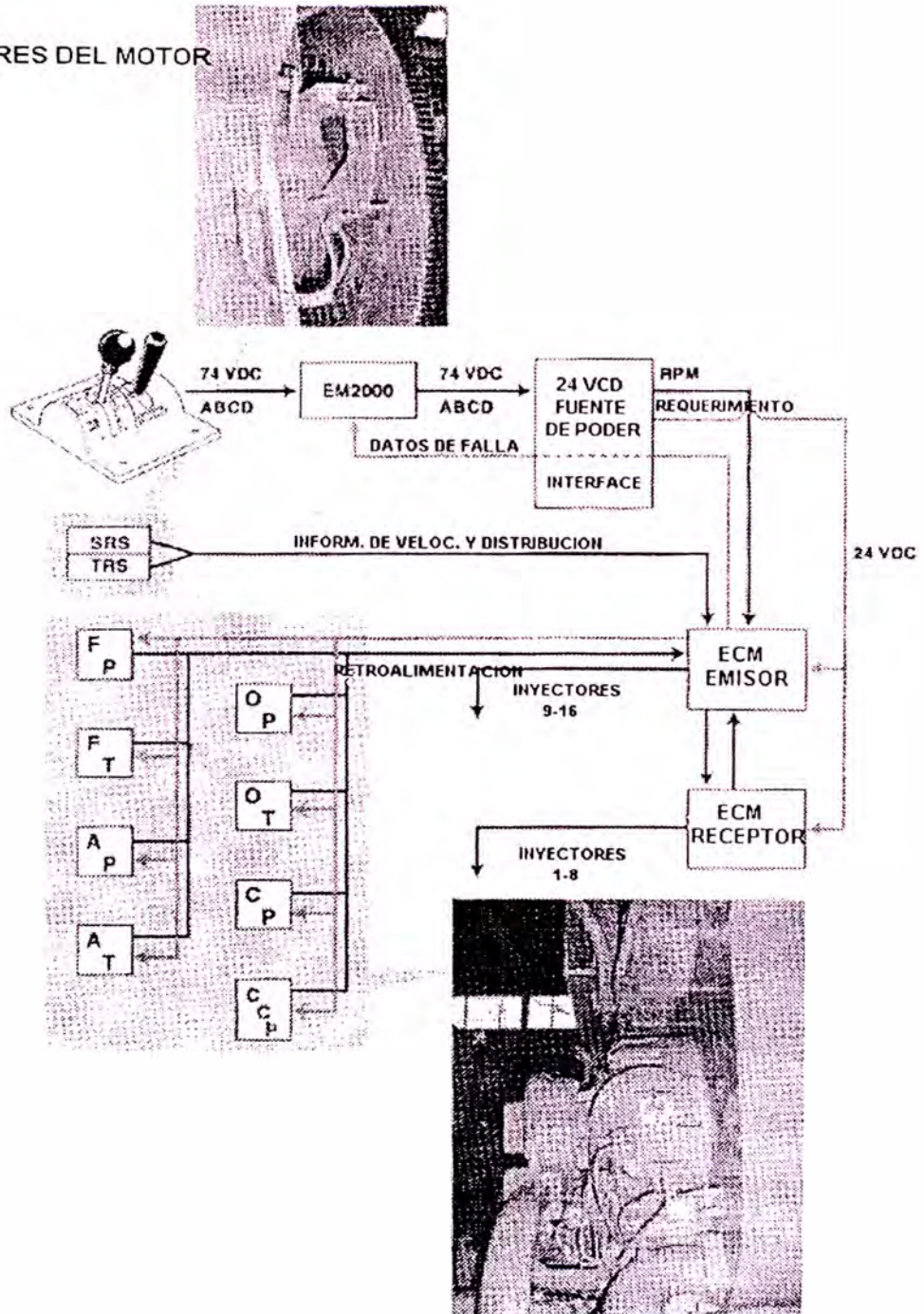


FIGURA 3. 3. m Sensores del motor diesel

Sensor de referencia síncrona.-

Provee una señal a el ECM cuando el punto de indicador de posición (PIP) pasa en frente de él, ello causa una pequeña corriente inducida en el sensor el cual pasa através de los cables a los ECM's. Esta señal es abastecido una vez por cada revolución del cigueñal e indica cuando el cilindro está a 4 grados antes del punto muerto superior.

La señal sincroniza el ECM con respecto a la velocidad del motor y a la posición del cigüeñal.

El SRS y el TRS comparten un soporte común localizado sobre el lado izquierdo de la parte posterior del motor.

Sensor de posición referencial.-

El sensor TRS lee las posiciones de las placas en la volante del motor, como el motor rota, estas marcas pasan en frente del TRS el cual los toma magnéticamente como una señal generada y lo envia al ECM. Existen 36 marcas en total y cada pulso del TRS indica que el cigüeñal se ha movido 10 grados.

Notaremos que a diferencia de otros sistemas, no se especifican puntos especificos para cada cilindro, en vez de eso, el orden de encendido esta grabado en el ECM.

El cálculo de la velocidad del motor es relativamente simple. El ECM simplemente mira el desfase de tiempo entre los pulsos para calcular la velocidad del motor, esto es comparado a la velocidad colocada, si el valor actual es más bajo que lo deseado, el EMDEC aumentará el ancho del pulso del inyector para agregar combustible y viceversa.

Sensores de Funcionamiento.-

Los sensores de funcionamiento (ver figura 3.3.n) proveen información los cuales son usados para los ajustes de los rangos de combustible. Por exámenes del aire y parámetros de combustible, el EMDEC puede afinar la operación del inyector para maximizar la economía del combustible y minimizar las emisiones de gases. Todo el funcionamiento de los sensores son conectados al módulo emisor. Dentro de cada ECM esta una fuente regulada a 5 vcc. Cada sensor es alimentado con 5 vcc y dependiendo de las condiciones en el sensor, retornarán valores de retro-alimentación al módulo emisor.

Sensores de Protección.-

Los sensores de protección proveen información que son usados por el ECM emisor para monitorear el funcionamiento del sistema de soporte del motor. En el evento de una falla del sistema, el EMDEC puede

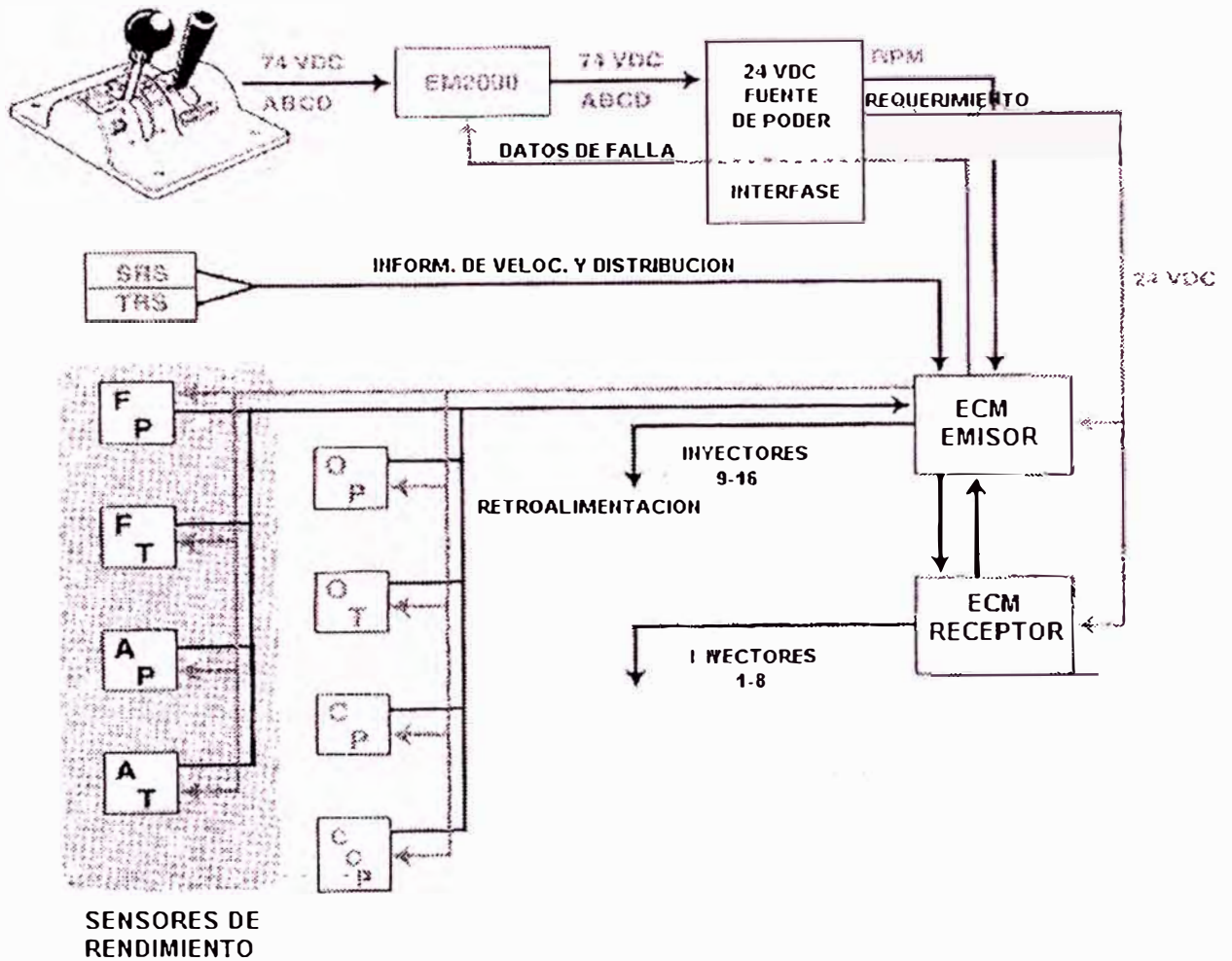


FIGURA 3. 3. n Sensores de rendimiento

apagar el motor para prevenir daños mayores en los componentes (ver figura 3.3.o)

Herramienta de Diagnóstico.-

El programa denominado PC Reader es la herramienta recomendada para el interface con el EMDEC y ayuda para asistir con las fallas en los siguientes tópicos:

- Monitorear todos los sensores de entrada al ECM
- Ver las salidas de los inyectores ancho de pulso y posición)
- Ver los tiempos de respuesta del inyector
- Calibrar los inyectores
- Cargar el software ECM

En la figura siguiente se muestran los accesorios para poder comunicarse con el EMDEC y se pueden usar dos accesos, uno en la cabina y otro en el gabinete del AC.

Panel Anunciador.-

El anunciador ó panel de fallas esta normalmente instalado cerca de la cabina eléctrica AC. El panel es el centro de los diagnósticos y protección del motor en el cuarto de la sala de máquina. Contiene luces indicadoras e interruptores disponibles para la operación o mantenimiento.

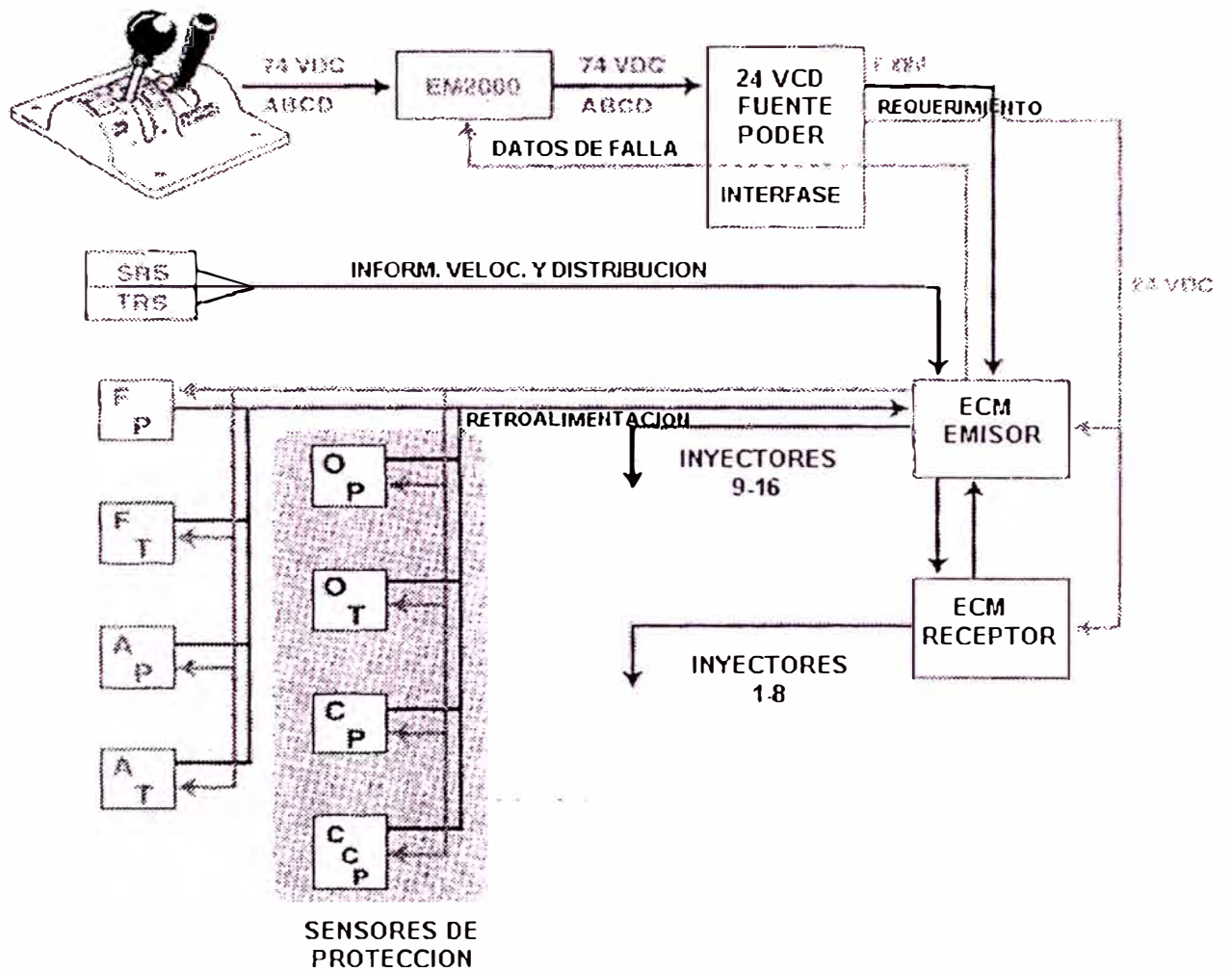


FIGURA 3. 3. o Sensores de proteccion

3.3.2. TRUQUE HTCR RADIAL

Introducción.-

Los truques que se encuentran debajo de la locomotora sirven mucho más que como un marco ó guía para los juegos de ruedas y motores de tracción (ver figura 3.3.p). Estos proporcionan estabilidad para el funcionamiento y un efecto derecho en la calidad de marcha. Un truco mal diseñado puede ocasionar una locomotora inestable o producir una vida más corta de los componentes. Pero el factor más importante es la adhesión entre la rueda y el riel.

Con esta preocupaciones en mente Electro-Motive ha dedicado mucho tiempo en la investigación y desarrollo de nuevos truques.

Características Dinámicas del Truco.-

Cuando los motores ejercen potencia en un truco, el momento de torsión generado tiene una tendencia a inclinar la parte delantera del truco hacia arriba y la trasera hacia abajo, tal como ocurre con un automóvil al presionar el acelerador. Esto cambiará las cargas y el eje delantero tendrá la tendencia de patinar, a más momento de torsión de los motores de tracción, más tendencia tendrá el truco de inclinarse (ver figura 3.3.g)

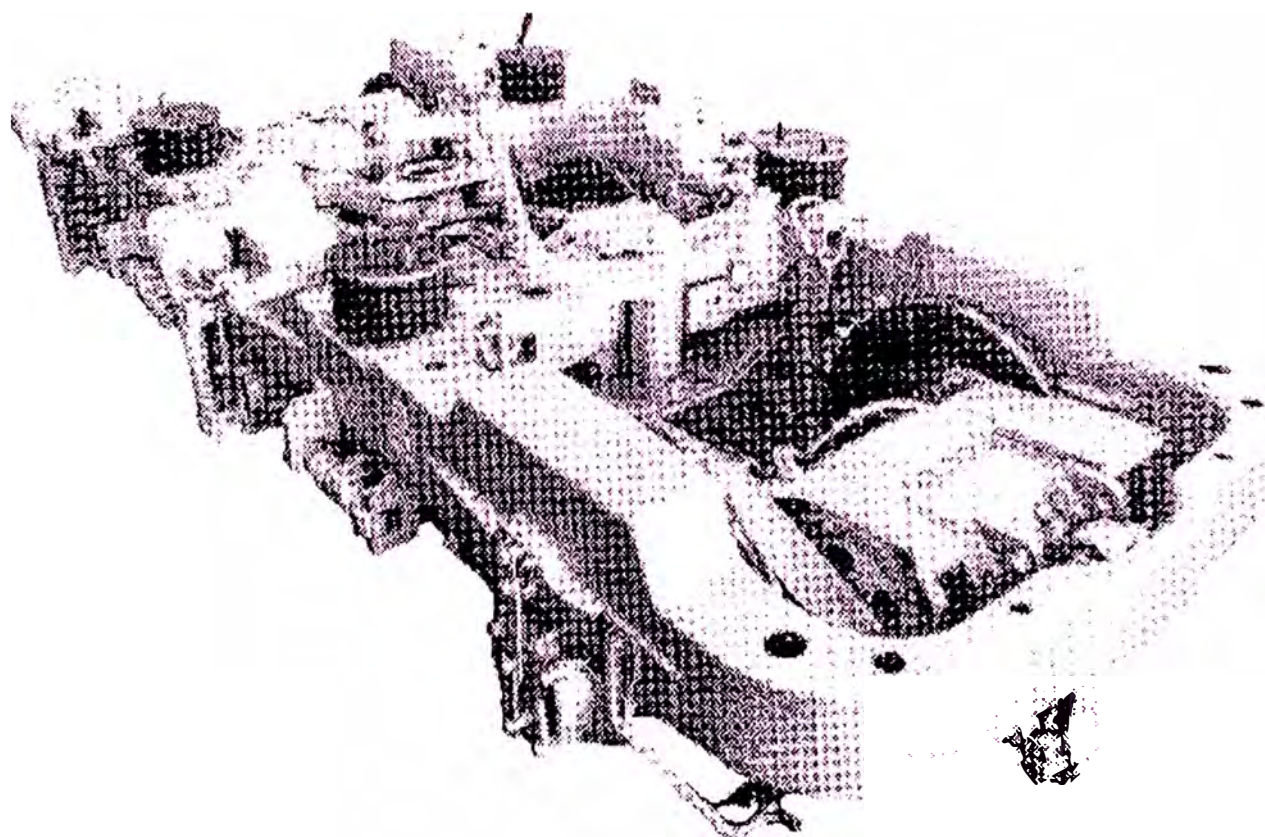


FIGURA 3. 3. p Truque tipo HTC

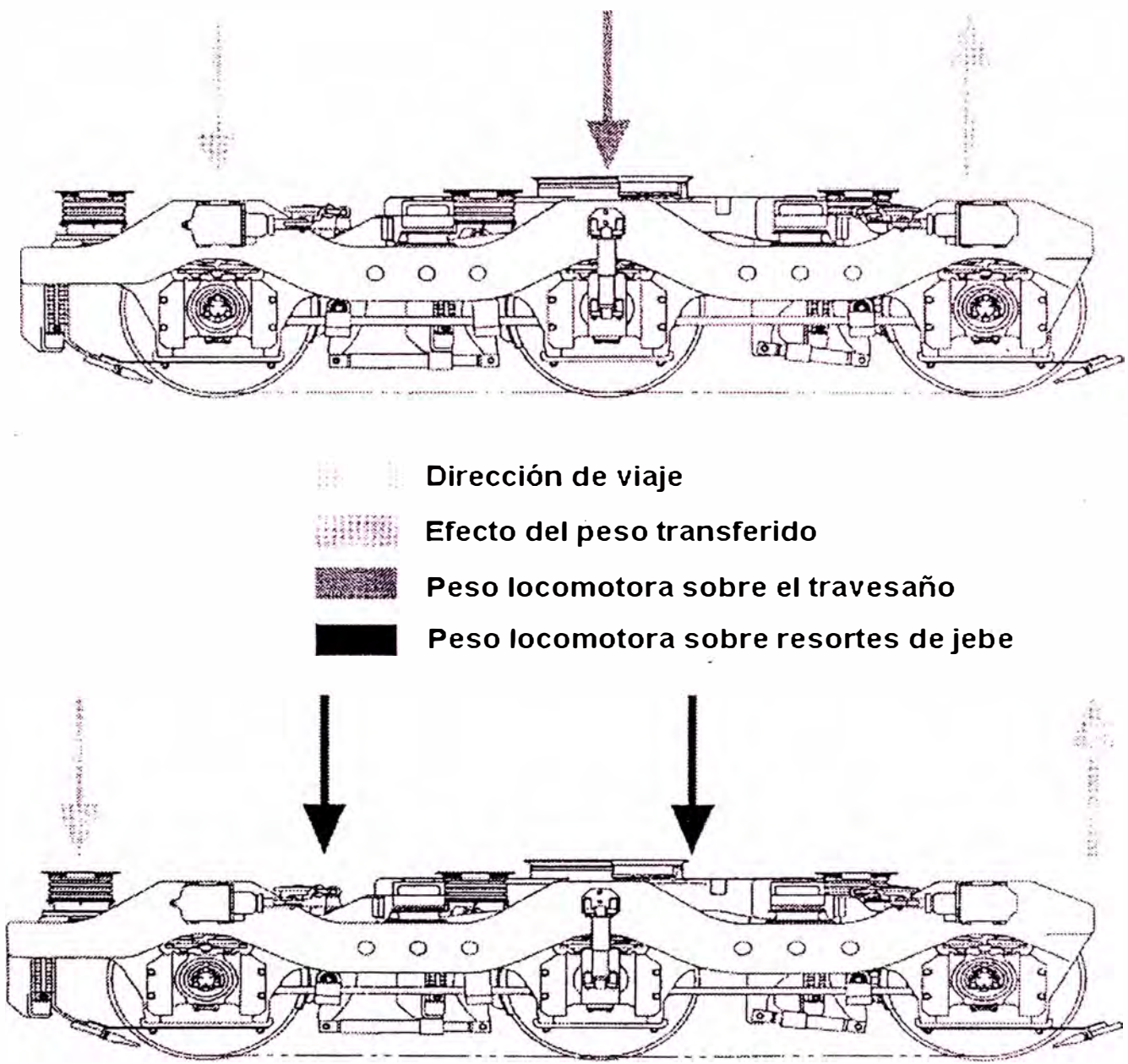


FIGURA 3. 3. q Comparación de pesos bajo una alta adhesión

Cuando este diseño se visualizó, las tecnologías de la locomotora aún no se habían desarrollado, que requerían un régimen en exceso de 25-27 % de adhesión. Como el HTC no es tan efectivo para minimizar el cambio de peso a niveles de adhesión por encima de los 25-27 % y desarrollar un nuevo diseño se convirtió en un reto (ver figura 3.3.r).

El producto de casi diez años de investigación logró un nuevo producto en el año 1993. El nuevo diseño radial no sólo cumplió con el desafío de tener cargas de ejes distribuidas más equitativamente bajo condiciones de adhesión alta, sino que también proporcionó un mecanismo de dirección de auto-corrección para mejorar el ángulo de ataque en curvas, disminuir los desgastes de pestañas de ruedas y del riel (ver figura 3. 3. s).

Componentes del Truque y sus Funciones.-

El truque radial distribuye el peso de la locomotora hacia las esquinas del truque como sucedía con el HTC. Sin embargo, el método es algo diferente. Al implementar el diseño sin travezaño, el HTCR distribuye el peso hacia sus cuatro esquinas usando resortes de compresión de caucho (8 resortes secundarios). A continuación se muestran los principales componentes asociados con la dirección y distribución de pesos así como de estabilidad.

Montaje del Eje.-

Los ejes de los extremos del truque están "flotando libremente"; ellos no se sujetan directamente al marco del truque. En truques rígidos, el movimiento hacia delante y atrás de la rueda fué transferido al marco del truque através de revestimientos de pedestal. Al contrario, con el truque radial, el adaptador del cojinete está montado sobre el cojinete en ambos extremos del eje. Directamente conectado al adaptador está la mitad de una varilla de tracción del eje. La varilla de tracción del eje sirve como un mecanismo de dirección y como un medio de transferir la fuerza de tracción del eje hacia el marco del truque, como se verá más adelante. El adaptador también permite que dos resortes helicoidales descansen sobre el montaje de una almohadilla de flexión lateral de caucho y de un amortiguador vertical. Dos cadenas se conectan desde la mitad superior del adaptador al marco del truque. Estos retienen los resortes de bobina en el truque cuando se retira un motor y para el desmontaje de un motor sólo se requiere que la tapa del adaptador del cojinete sea retirada.

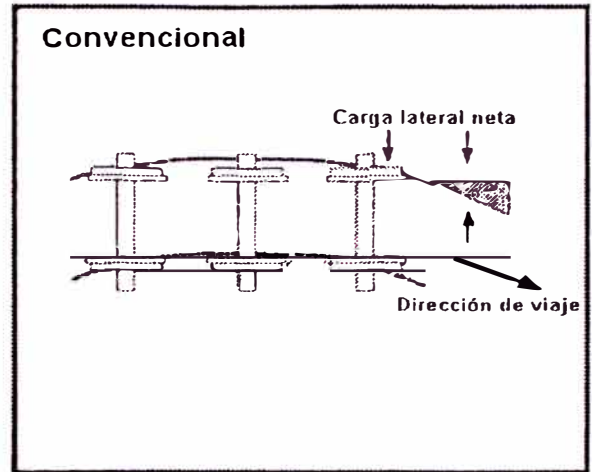
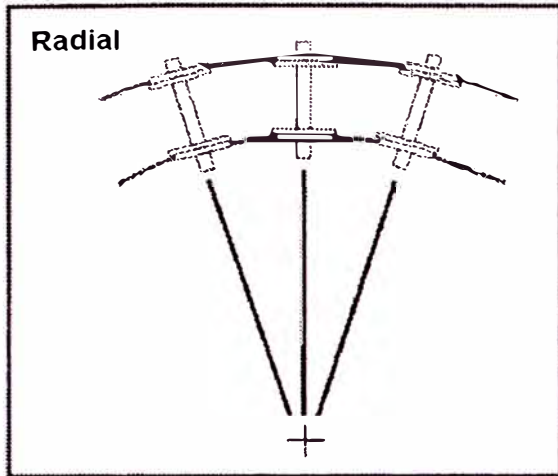
Los resortes helicoidales se insertan en las cavidades del truque. Estos resortes son solitarios (no existen conjuntos "interiores" que encajen dentro

del diámetro del resorte exterior) La almohadillas de caucho de flexión lateral se une con un plato de desgaste de nylon que se monta dentro del bolsillo de resorte para servir como topes laterales para el movimiento del eje dentro del marco del truque.

Viga de Dirección y Varilla de Tracción del Eje.-

La varilla de tracción del eje transfiere el movimiento del eje al marco del truque através de la viga de dirección. Además de transferir el movimiento de tracción, las varillas de tracción del eje y la viga de dirección componen parte de un "sistema de dirección" dentro del truque. Cuando un eje del extremo del truque gira, su varilla de tracción se desplazará longitudinalmente con respecto a este giro. Como la varilla de tracción del eje se conecta con la viga de dirección, también girará.

La figura 3.3.s, nos muestra como la acción de giro mueve el varillaje de dirección entre ejes. Esta varilla de dirección esta ubicado en forma diagonal através del bloque y conecta con un ensamblaje de varillaje de dirección idéntico para el otro eje extremo. Debido a este varillaje, el giro de un eje extremo causará el giro en sentido opuesto del otro eje extremo que es ideal para dirigirse a las curvas.



r

FIGURA 3. 3. r Sistema radial versus sistema convencional

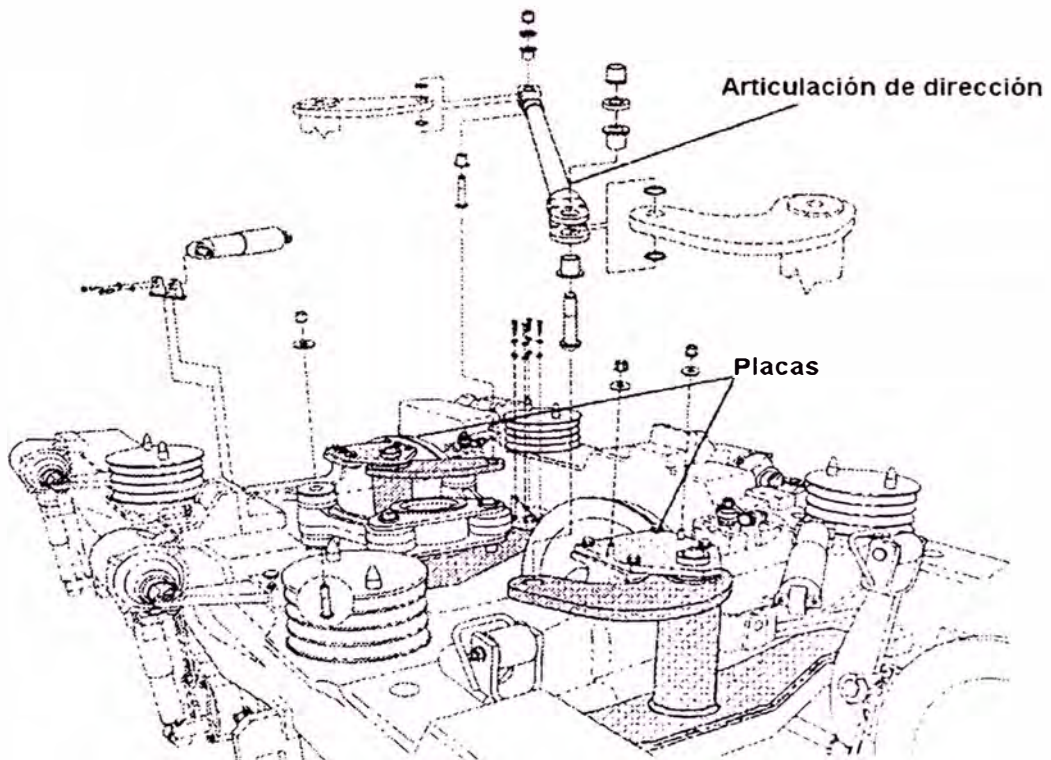


FIGURA 3. 3. s Articulación de la dirección

La viga de dirección tiene topes de caucho montadas al mismo que se unen con partes correspondientes en el marco del truque. Estos topes limitan el giro de los ejes extremos. El movimiento efectivo del eje extremo al girar esta limitado a un total de aproximadamente 12.7 mm. Mientras este movimiento sea imperceptible y es difícil detectarlo con la mirada), resulta en una capacidad giratoria de alrededor de 203.2 mm. de curva. Esto hace una diferencia muy grande para adhesiones mayores, disminuye los desgastes de las pestañas y mejora la marcha.

Por último, la viga de dirección se conecta con un amortiguador de coleo a cada lado. El otro extremo del amortiguador de coleo se une al marco del truque. En velocidades más altas de recorrido, los ejes extremos tienen una tendencia de girar hacia un lado y otro continuamente aún en caminos rectos. Este movimiento se llama coleo. Los amortiguadores de coleo son amortiguadores de choque que disminuyen las oscilaciones de giro.

El otro propósito de las varillas de tracción del eje y de las vigas de dirección es transferir las fuerzas motrices al marco del truque. Tanto la parte superior como la inferior del poste que esta al

centro de la viga de dirección se conectan con un plato montado en el marco del truque. El plato transfiere la fuerza motriz como también proporciona un eje de giro para la viga de dirección. La figura 3.3.s nos muestra la viga de dirección y plato superior sombreado.

Como se ilustra en la figura 3.3.t el tope contra rotación del motor de tracción se llama conexión del soporte del motor. Este toma el lugar del soporte tradicional ó paquete de resortes de suspensión que se ha usado en los truques rígidos HTC. El motor se conecta con la conexión de soporte de motor con dos pernos remachados. Para retirar el motor, estos pernos deben ser destruidos.

Componentes entre Bastidor y Marco del Truque.-

Anteriormente se mencionó como la fuerza de tracción es transmitida desde los ejes al marco del truque, pero esta fuerza necesita ser transferida al bastidor de la locomotora donde se convierte en fuerza de tracción en el enganche. Esto se logra usando un perno ó eje central y un ensamblaje casquillo de pivote conjuntamente con dos varillas de tracción del bastidor de la locomotora. Las varillas de tracción del bastidor son similares a las varillas de tracción del eje mencionado previamente, pero

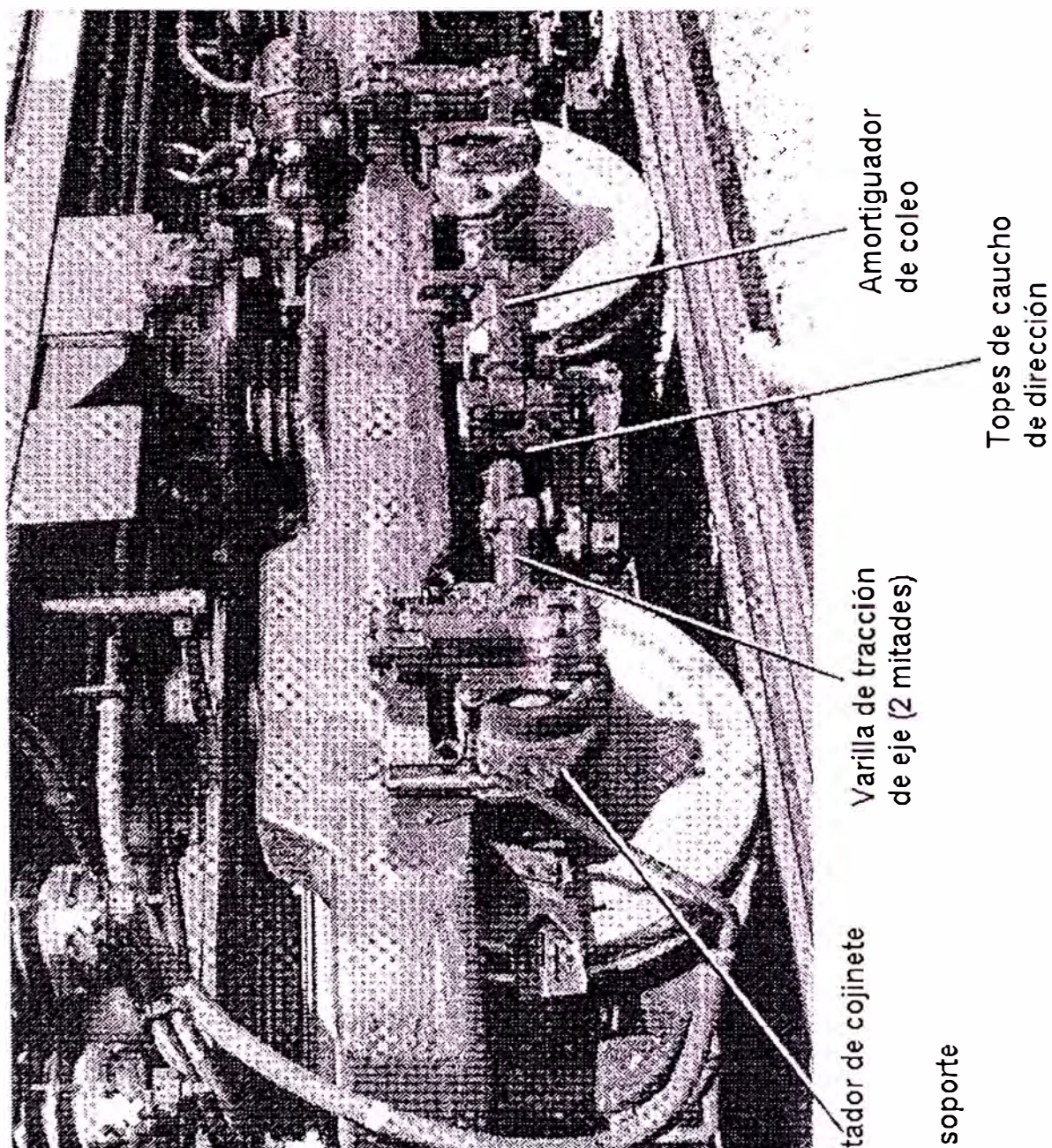


FIGURA 3. 3. t El truque montado en la locomotora

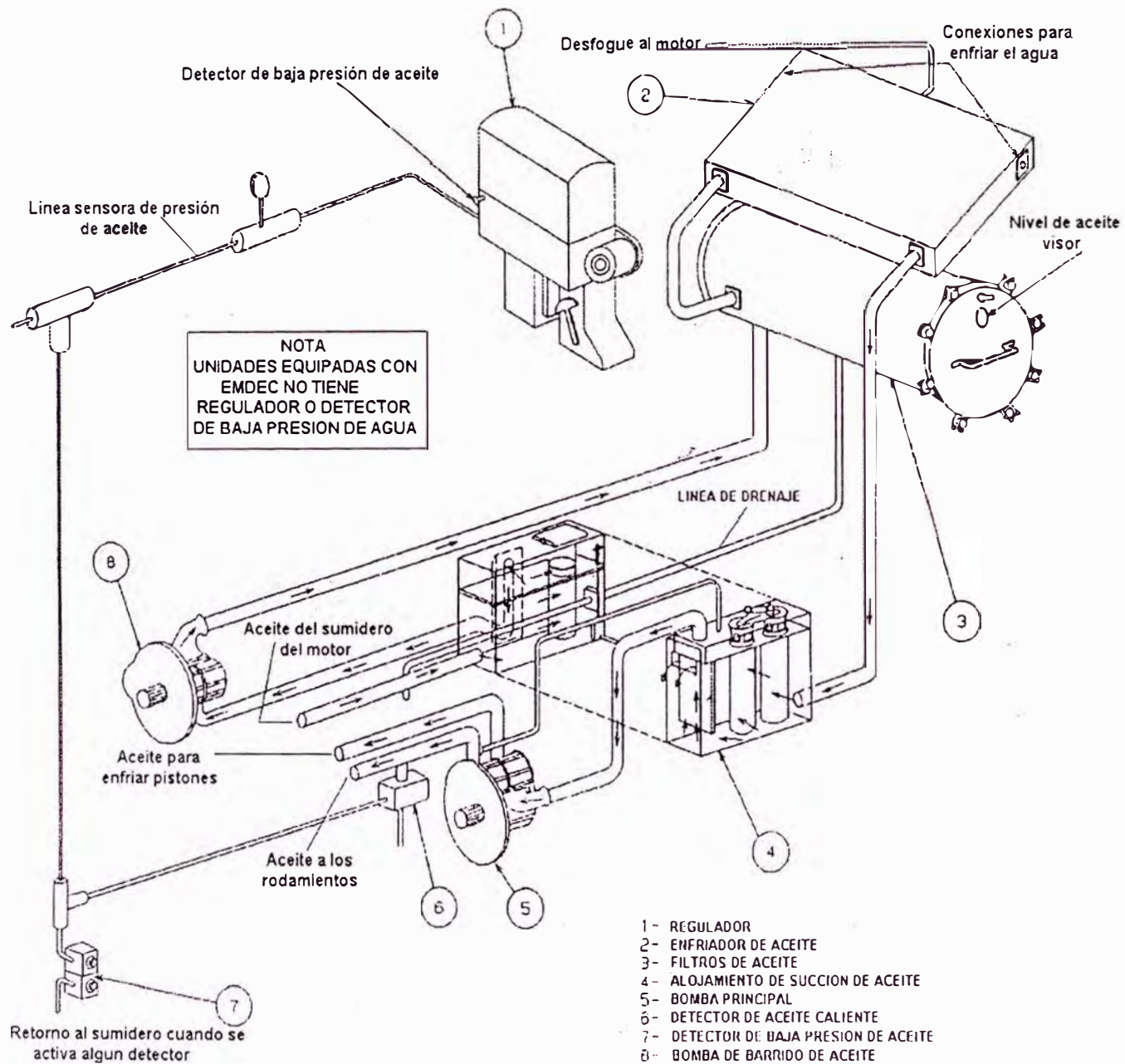
estas son de una sola pieza solida. Estas varillas se conectan con un ensamblaje de pivote ó casquillo en el cual el perno de pivote encaja. El perno pivote es soldado al bastidor de la locomotora.

El perno del pivote no sostiene el peso de la locomotora. Su propósito principal es transferir las fuerzas motrices. Los resortes secundarios (compresión de caucho) apoyan el peso de la locomotora. Estos son montados hacia las cuatro esquinas del marco del truque. Es perfectamente normal ver estas almohadillas distorsionarse cuando la locomotora se para en una curva. Los límites de tope del truque se unen con componentes similares a los que están soldados al bastidor de la locomotora. Estos componentes muestran marcas ligeras excavadas como una señal de desgaste normal. Por último, amortiguadores de coleo adicionales son montados entre el marco del truque y el bastidor de la locomotora. Estos son instalados para amortiguar las oscilaciones mecánicas del marco del truque que ocurren normalmente.

3.3.5. LUBRICACION DEL MOTOR DIESEL

En las figura 3.3.u, se ilustra el sistema de lubricación de aceite del motor. Las bombas de aceite están montadas en la parte frontal del motor y son

FIGURA 3. 3. u Sistema de lubricación de aceite



movidas por los engranajes en la transmisión. El alojamiento de los filtros de succión, el enfriador y depósitos de filtros de aceite también se encuentran en la parte frontal del motor.

La bomba principal y la de enfriamiento de piston es un ensamble de dos bombas de desplazamiento positivo con un eje común de transmisión, las cuales comparten la entrada de la succión en el colador y lo fuerza a través de conductos dentro del motor y turbocargador, lubricando y enfriando, para luego irse al cárter del motor.

La bomba de barrido que es de desplazamiento positivo hace fluir el aceite del cárter a través de un compartimiento del colador hacia los filtros de aceite y enfriador. Del enfriador, el aceite retorna al depósito del colador y de allí, la bomba principal de lubricación y enfriamiento toma ese aceite para hacer su función.

Sistema de Lubricación del Turbocargador.-

Cuando el motor diesel está encendido, el sistema de lubricación abastece lubricación al turbocargador.

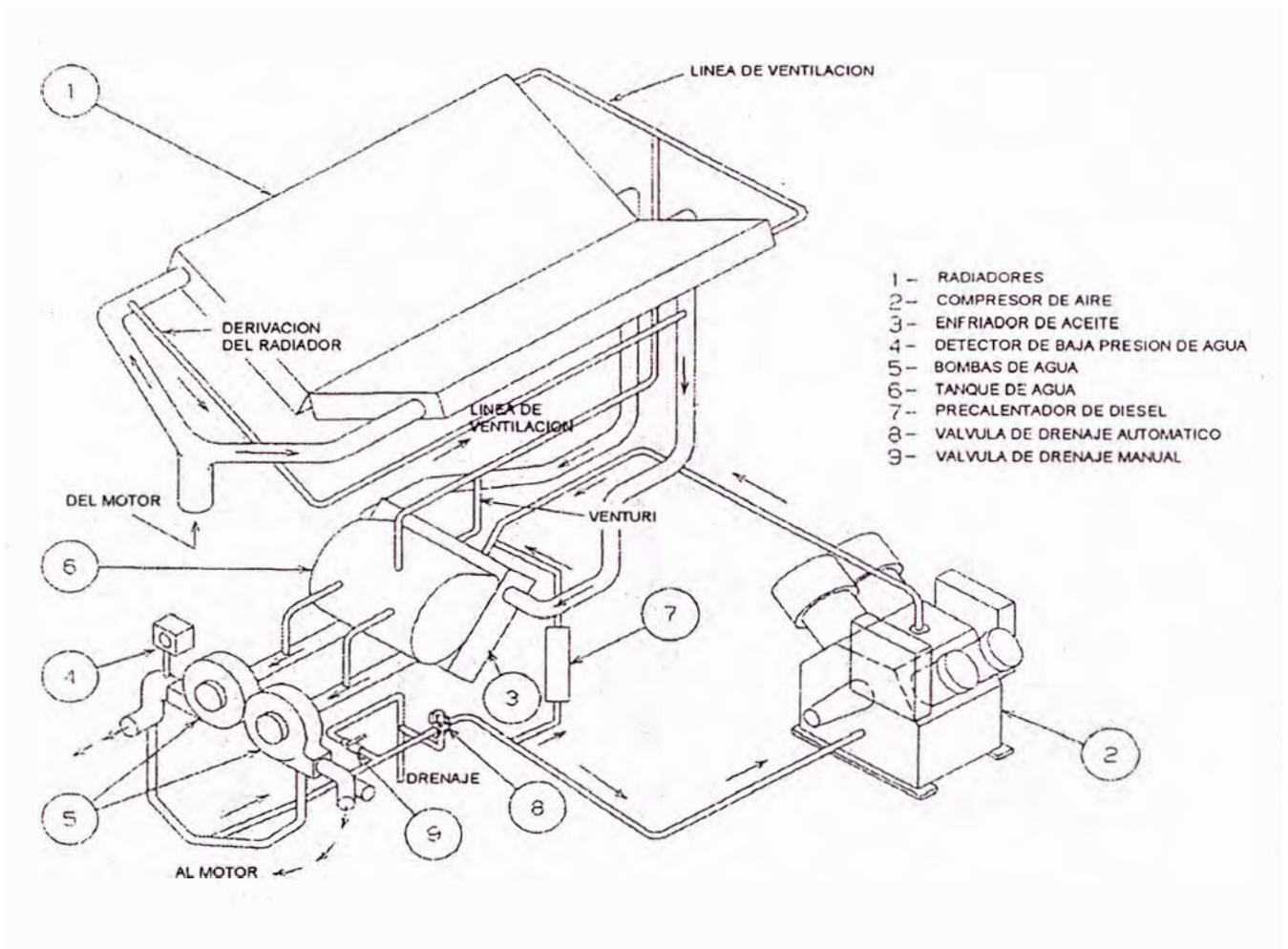


FIGURA 3. 3. v Sistema de enfriamiento del motor

Una bomba de aceite de encendido automático conocida como bomba lubricadora) lubrica el turbo antes de que el motor sea encendido y luego que éste se haya apagado.

Esta bomba opera por aproximadamente 35 minutos después del encendido del motor diesel y 30 minutos luego que el motor se haya apagado, para continuar el enfriamiento, necesario para algún calor residual del turbo. Esta bomba hace fluir el aceite del cárter y en su salida se filtra antes de que llegue al filtro principal del turbo

3.3.6. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DEL MOTOR

En la figura 3. 3. v , se muestra el sistema de enfriamiento por donde el agua circula através de los radiadores, del sistema de lubricación del aceite para disipar el calor generado por el motor diesel y del compresor de aire. Este sistema esta presurizado para proveer un enfriamiento uniforme en todos los rangos de operación del motor.

Dos bombas son montadas en las parte frontal del motor tomando el agua del tanque de expansión y enfriador de aceite, para dirigirlo através del motor. El agua caliente del motor es enviado hacia donde es enfriado por los tres radiadores, pasando

por el enfriador de aceite y compresor para luego empezar nuevamente el ciclo cerrado de este sistema.

Ventiladores de los radiadores.-

Existen tres ventiladores para los radiadores accionados por motor de AC, cada uno de ellos tiene 5 hélices (ver figura 3.3.w).

La velocidad de estos ventiladores depende de dos factores (ignorando la aceleración / desaceleración):

1. Frecuencia de operación del sistema AC.

El alternador acompañante, movido por el motor diesel, abastece de energía para el funcionamiento de estos ventiladores. Por lo tanto la frecuencia de operación es afectado por las revoluciones del motor diesel.

2. Conexiones del motor del ventilador.

Los contactores del sistema de control determina ya sea que los motores son conectados para operar en baja velocidad o alta velocidad dentro de cada rango de velocidad, la velocidad varía con la frecuencia del sistema AC).

Control de temperatura.-

Como el agua circula através del motor diesel, compresor de aire y enfriador de aceite, ello recoge calor, los cuales son eliminados por transferencia de

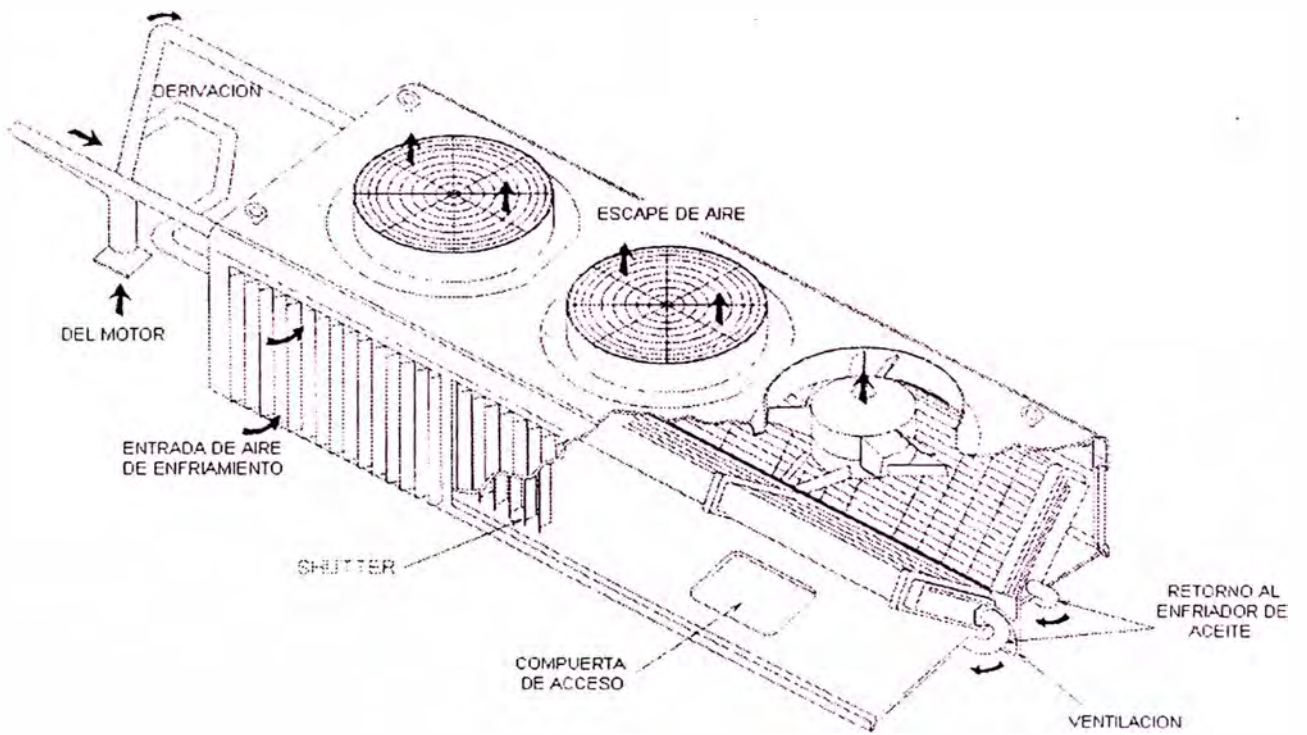


FIGURA 3. 3. w Vista de la escotilla del sistema de enfriamiento

calor por los radiadores y las ventiladores de enfriamiento.

La computadora de la locomotora controla cuantos ventiladores deben funcionar y a que velocidad para mantener un rango de temperatura, específicamente dentro de 175° a 185 ° F.

La escotilla de enfriamiento se muestra en la figura 3.3.w, allí existen dos bancos de radiadores, cada banco tiene 4 radiadores montados uno a continuación de otro en el lado derecho e igualmente en el banco del lado izquierdo de la locomotora.

3.4. SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

3.4.1. INTRODUCCION

La locomotora esta equipada con un compresor de aire, el cual es accionado por un motor eléctrico trifásico de 15 HP. El compresor presuriza el aire en dos tanques reservorios de donde operan los frenos de aire y equipos auxiliares tales como arenadores, trompeta, campana, limpiaparabrisa, persianas y radar etc.

Los diagramas de tuberías y otros serán mostrados de acuerdo a los acápites correspondientes.

3.4.2. COMPRESOR DE AIRE

Tal como se describió en la primera parte de este informe, el compresor es de dos etapas, dos

cilindros en cada una de ellas, su desplazamiento a 900 RPM llega a 254 pulgadas cúbicas por minuto con una capacidad de aceite en el cárter de 17.5 galones y es enfriado con agua. De acuerdo a los requerimientos y descarga de aire este compresor puede operar a dos velocidades, baja ó alta, para lo cual la computadora sensa la presión de un interruptor de presión cuyo rango es de 120 a 135 psi., lo envía a la computadora, la cual ordena aumentar la velocidad del motor diesel y a través de los contactores pueden controlar el motor eléctrico para que este trabaje lo suficiente y cumpla con el requerimiento sólo cuando sea necesario, ya sea en baja o en alta velocidad.

Además, incluye una bomba de aceite y un sistema de presión de lubricación. Con el motor encendido, puede chequearse el nivel de aceite y en mínimo, también a esta velocidad del motor la presión del aceite del compresor debe ser de 18 a 25 psi., para lo cual se tiene una derivación de conexión para poder colocar el manómetro y tomar lecturas.

Como se mencionó, este compresor tiene dos cilindros de baja y dos cilindros de alta con un sólo cigüeñal para los 4 cilindros. El aire fluye

cilindros en cada una de ellas, su desplazamiento a 900 RPM llega a 254 pulgadas cúbicas por minuto con una capacidad de aceite en el cárter de 17.5 galones y es enfriado con agua. De acuerdo a los requerimientos y descarga de aire, este compresor puede operar a dos velocidades, baja ó alta, para lo cual la computadora sensea la presión de un interruptor de presión cuyo rango es de 120 a 135 psi., lo envía a la computadora, la cual ordena aumentar la velocidad del motor diesel y através de los contactores pueden controlar el motor eléctrico para que este trabaje lo suficiente y cumpla con el requerimiento sólo cuando sea necesario, ya sea en baja o en alta velocidad.

Además, incluye una bomba de aceite y un sistema de presión de lubricación. Con el motor encendido, puede chequearse el nivel de aceite y en mínimo, también a esta velocidad del motor la presión del aceite del compresor debe ser de 18 a 25 psi., para lo cual se tiene una derivación de conexión para poder colocar el manómetro y tomar lecturas.

Como se mencionó, este compresor tiene dos cilindros de baja y dos cilindros de alta con un sólo cigüeñal para los 4 cilindros. El aire fluye

de los cilindros de baja presión hacia los de alta presión pasando previamente por un enfriador de agua para el aire comprimido. El compresor está equipado con dos secadores de aire del tipo cilíndrico.

3.4.3. RESERVORIO PRINCIPAL

Para poder almacenar el aire comprimido que será usado para los diferentes accesorios o freno de aire, la locomotora tiene dos reservorios cada uno con 25000 pulgadas cúbicas de capacidad. Los reservorios, designados como 1 y 2, son interconectados y dispuestos con varios filtros de aire, secadores, válvulas anti-retorno y de drenaje.

Secador de Filtro de Aire.-

El secador del filtro de aire , limpia y seca el aire que será usado por el equipo de frenos de aire y por los accesorios auxiliares.

El secador de aire incluye una sección de pre-filtrado, torres dobles de filtrado y disecante, un circuito de control electrónico, incluyendo un temporizador y relé, varias válvulas y un sensor de presión.

Cuando el compresor de aire esta trabajando y la presión en el depósito principal está por debajo de

100 psi., el pre-filtro y ambos filtro-torre disecante funcionan.

Cuando sobre esta unidad ó sobre cualquier unidad sincronizada en MU, los dos requisitos mencionadas abajo se encuentran, el pre-filtro y un filtro-torre disecante opera, mientras que la otra torre se regenera (descarga las impurezas colectadas y drena la humedad en el sistema).

3.4.4. FRENOS DE AIRE-EPIC II

La locomotora esta equipada con un sistema de freno electro-neumático basado en un microprocesador WABCO EPIC II. Los controles de este equipo están ubicados en el estante del operador. El sistema convencional de válvulas neumáticas usados en los sistemas de frenado fué reemplazado por esta tecnología. El EPIC II incluye un sub-sistema neumático de respaldo que hace posible que la locomotora pueda ser operada como unidad guiada cuando por alguna razón se pierda el abastecimiento de energía a este sistema (el sistema de respaldo trabajará con una presión maxima de 45 psi en el cilindro de freno). La figura 3.4.a del EPIC II, ilustra un esquema entre las conexiones de sus principales componentes.

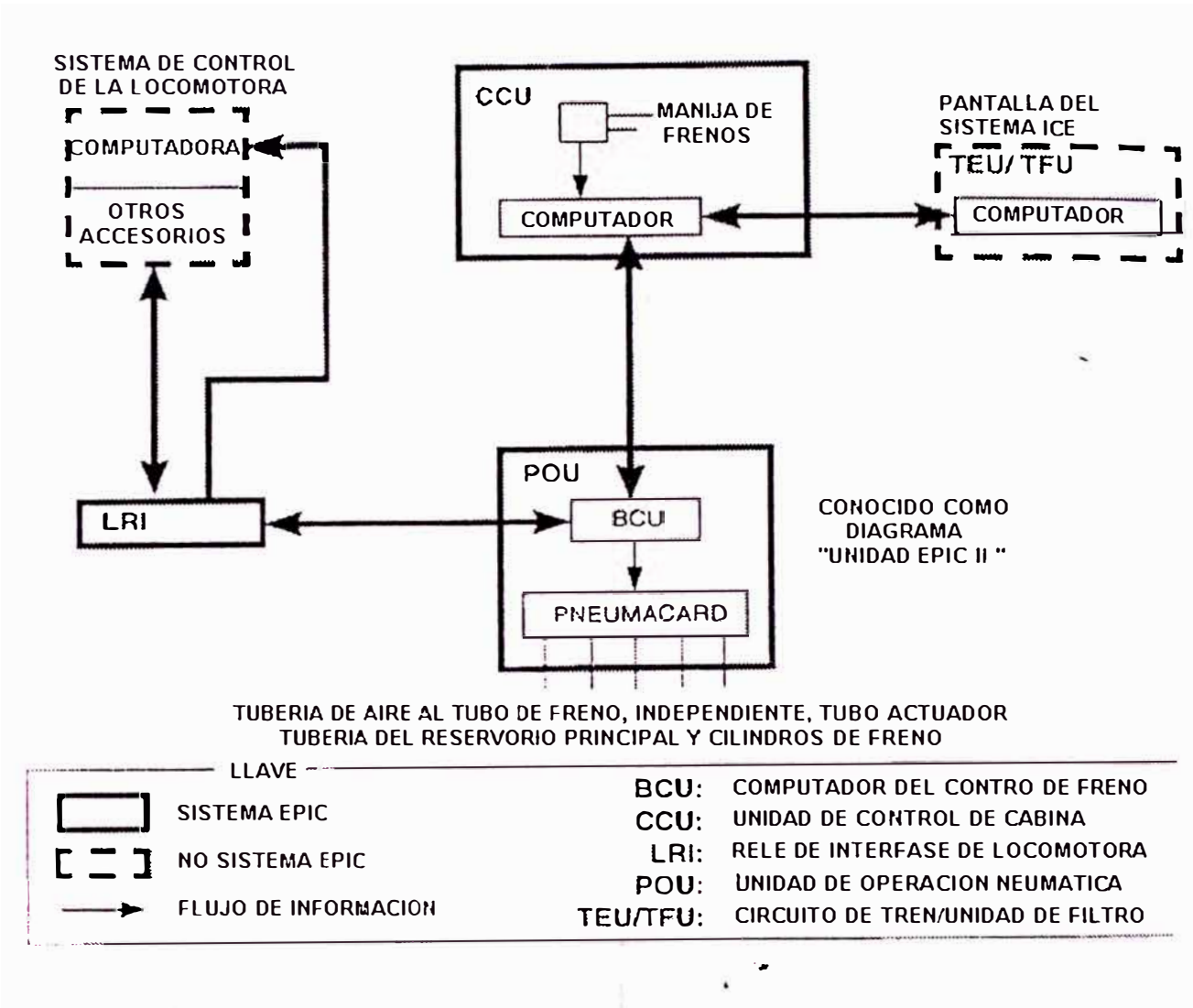


FIGURA 3. 4. a Principales componentes del sistema EPIC

Descripción de los Componentes.-

La unidad de control de cabina (CCU), ubicado en el control de pedestal del maquinista, incluye las manijas del freno independiente y automático. El CCU es un control eléctrico que no tiene válvulas, las manijas solo mueven dispositivos eléctricos que proveen señales vía cables a la computadora del control de freno, también conocida como la computadora de control de freno (BCC).

En el CCU hay dos secciones: la sección de las manijas de freno montadas en la parte frontal del control de pedestal y la sección de la computadora, montada en la parte de atrás y en el interior del pedestal.

EL computador del CCU programado por WABCO procesa las posiciones de las manijas tanto del independiente como la del automático, así como información de preparación y otros datos como calibraciones etc. Basado en esta información, ello se comunica con la computadora de control del freno BCC para operar los dispositivos del control de freno de las válvulas electroneumáticas que se encuentran en la unidad de operación neumático (POU).

Manija de freno Automático.-

La manija del freno automático (ver figura 3.4.b), controla la aplicación y afloje tanto de la locomotora como la del tren, la función es mantener una presión en el frenado, para lo cual mantiene reducciones constante contra algunas fugas en la tubería de freno. Las posiciones son:

1. Afloje. Manija en el extremo izquierdo, afloja completamente los frenos del tren y la locomotoras.
2. Reducción mínima. Manija en la primera muesca a la derecha del afloje, obtiene una fuerza mínima de freno (una reducción de 6 a 7 psi. en el depósito equilibrante y el tubo de freno).
3. Zona de servicio. Ubicado a la derecha del afloje. Mientras se mueva la manija la presión del tubo general del freno disminuye y la fuerza de frenado se incrementa desde el valor mínimo hasta el máximo, dicha posición proporciona una aplicación de servicio pleno del freno automático.
4. Servicio Pleno. Manija al extremo derecho de la zona de servicio, obtiene el máximo freno de servicio del freno automático al reducir plenamente la presión del tubo general de freno.
5. Supresión. Manija en la primera muesca a la derecha de la zona de servicio, suprime el control de velocidad o aplicación de penalidad del

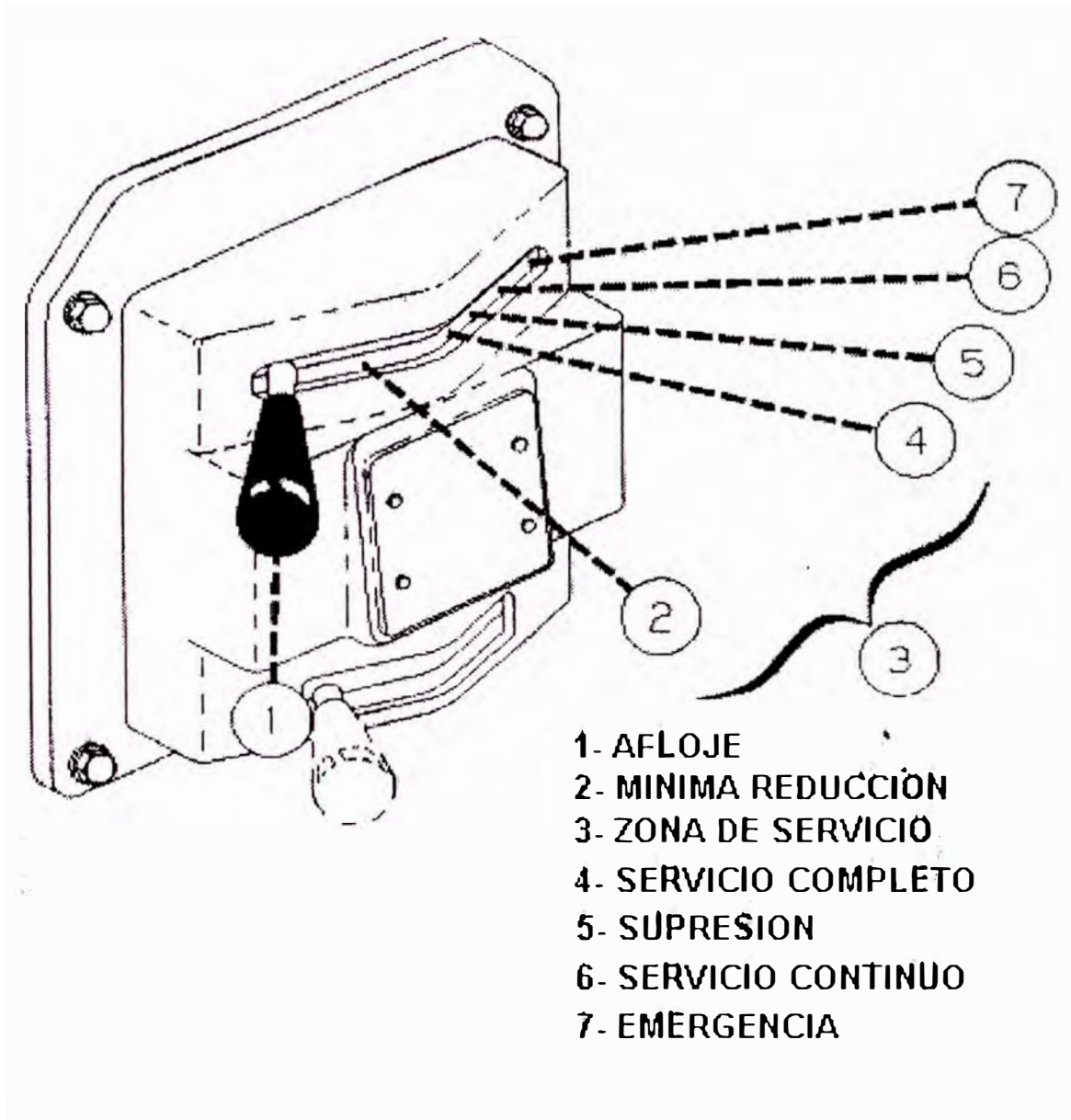


FIGURA 3. 4. b Manija del freno automàtico

freno, siempre que la manija este puesta en SUP antes de expirar el período de alerta de una sobre velocidad o penalidad la alarma suena durante la alerta

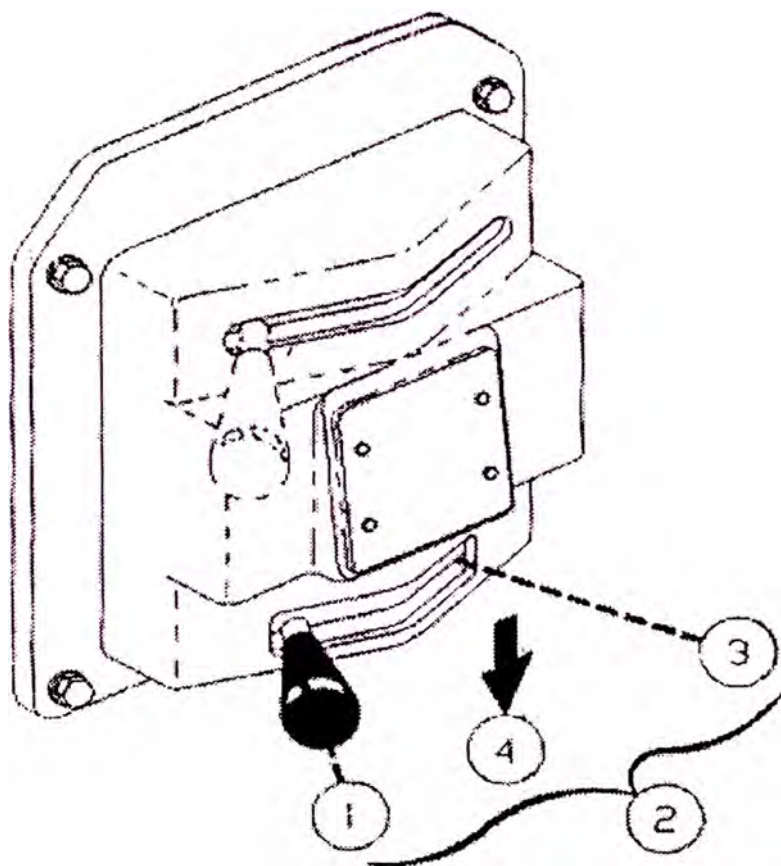
6. Servicio continuo. Ubicado en la segunda muesca a la derecha de la zona de servicio, temporalmente **reduce la presión del tubo general de freno y hace inoperante a la manija de freno.** Cuando la locomotora sea una unidad guiada o sea remolcada muerta dentro del tren, ponga la manija en servicio continuo y dejarla en esa posición.

7. Emergencia. Manija en el extremo derecho del operador, inicia una aplicación de emergencia de frenos a cero velocidad más rápida.

Adicionalmente, la aplicación de frenos de emergencia pueden ser iniciados por la válvula de emergencia en la posición del ayudante (lado izquierdo de la cabina) o por desconexión de acoplamientos de mangueras de aire entre vagones del tren.

Manija de Freno Independiente.-

Esta manija ubicada directamente debajo de la manija del freno automático (ver figura 3.4.c controla la presión de los cilindros de freno independiente. También provee de esfuerzo de freno



- 1 - AFLOJE
- 2 - ZONA DE APLICACION
- 3 - APLICACION COMPLETA
- 4 - AFLOJAR/ACCIONAR

FIGURA 3. 4. c Manija del freno independiente

independiente en todas las locomotoras en el conjunto sin importar el esfuerzo del tren. Las posiciones son:

1. Afloje. Es la posición extrema izquierda y en esta posición se aflojan los frenos de la locomotora, **siempre que la manija del freno automático también este** en afloje.

2. Zona de aplicación. Es el sector a la derecha de la posición de afloje. Al mover la manija de izquierda a derecha aumenta la fuerza de frenado de la locomotora.

3. Aplicación plena. Manija al extremo derecho. En esta posición se obtiene una aplicación plena del freno de la locomotora.

4. Aflojar/Accionar. Presionando la manija hacia abajo cuando este en la posición de afloje, se aflojará cualquier aplicación existente del freno automático en la locomotora.

Como recomendación, para asegurar un afloje completo, mantenga la manija presionada hacia abajo por cuatro segundos por cada locomotora en el conjunto, después de haber dejado de desfogar el escape del tubo general de freno.

3.5 PUESTA EN OPERACIÓN DE LA LOCOMOTORA SD 70

3.5.1. PRELUBRICACION DEL MOTOR

Luego que las locomotoras arribarón al puerto de Ilo y desembarcadas en el muelle, el paso siguiente fué la de poner en operación estas locomotoras conjuntamente con el personal de servicio de la EMD y personal SFCC, para lo cual se empezó con hacerle la pre-lubricación del motor diesel.

Toda vez que se tienen:

- Motores nuevos
- Motores que no han sido arrancados luego de una reparación general
- Motores que no han sido arrancados por más de 48 horas

La pre-lubricación ayuda a prevenir indebidos desgastes que pueden ocurrir mientras se encienda un motor el cual no está lo suficientemente lubricado. Sin la pre-lubricación, los componentes de un motor no lubricado presentan cargas durante el encendido además ofrece una adicional protección ya que se puede visualmente inspeccionar la distribución del aceite en el motor.

Para realizar esto se hizo lo siguiente:

1. Se le agregó aproximadamente 300 galones de aceite de motor al cárter por la tapa del multiple del colador y se uso un cilindro nuevo del aceite al

cual se le instaló una bomba de aceite accionada con aire de 5 gpm a 100 psi. en la línea de aire.

2. La recomendación del fabricante es que la presión con la que se tiene que pre-lubricar el motor es de 10 psi., para lo cual tuvimos que instalar una **válvula reguladora de presión calibrada a esa presión.**

3. Luego procedimos a retirar un tapón de $\frac{1}{4}$ " NPT ubicado en la descarga de la bomba principal de aceite, para allí colocar una manguera de 19.05 mm. de diámetro hacia la bomba neumática.

4. Seguidamente se abrieron todas las válvulas de prueba de los cilindros (descomprimir el motor así como las cubiertas superiores y proceder a bombear el aceite del cilindro, girando a su vez el cigueñal para poder observar que el aceite fluya por los orificios de lubricación que puedan ser visibles, ocurriendo recién esto luego de 20 minutos, sin embargo continuamos 10 minutos más para usar la mitad del cilindro de aceite en una locomotora y la otra mitad en la otra.

5. Luego cerramos todas las válvulas de prueba de los cilindros y retirar la bomba neumática e

instalando el tapón de ¼" NTP de la bomba principal de aceite. Luego rellenamos de aceite al motor para luego revisarlo bien después de encenderlo.

Como información, usamos aceite Texaco 1570 para el motor.

3.5.2. REVISION DE NIVELES E INSPECCIONES EN GENERAL

Acto seguido a la pre-lubricación, procedimos a abastecer de agua al motor, usando una adecuada proporción de un anti-oxidante conocido como Nalcool 2000, en la proporción de 1 galón de aditivo por cada 32 galones de agua, también se le agregó combustible Diesel 2 hasta su máximo nivel que fué 4 000 galones.

Se verificó el nivel de aceite del compresor, y de las cajas de engranajes de los motores de tracción estando ambos niveles normales.

Se destaparón las tapas de los motores de tracción para inspeccionar todos los carbones y los colectores, también encontrándolos en buenas condiciones. Se colocaron los cables del banco de baterías, verificando los voltajes y la gravedad específica de cada batería con un hidrómetro estando bien estos parámetros.

Se abrierón las compuertas de los tableros eléctricos para darles una inspección minuciosa, teniendo presente de mantener siempre las puertas cerradas de estos tableros en todo momento, ya que son presurizados con el propósito de evitar que entre polvo. Se cerró la cuchilla principal, se activarón todos los interruptores y se procedió a realizar una prueba de contactores y relés haciendo uso del EM 2 000, sin encontrar ningún mensaje en la pantalla, por lo que se procedió a encender el motor diesel no encontrando nada anormal inicialmente.

Dentro de las inspecciones siguientes, se procedió a revisar mensajes a la tripulación en la pantalla, códigos de fallas en el panel anunciador y una inspección física más detallada en el motor a fin de detectar algunas fugas de aire, aceite, petróleo etc.

3.5.3. ARRANQUE DEL MOTOR DIESEL Y PRUEBAS

Al no encontrar nada anormal se realizó una prueba de carga obteniendo los resultados que se muestran en la página siguiente.

Finalmente, se realizaron pruebas de campo, primero en fuerza y luego haciendo uso del freno

dinámico, primero sólo con las máquinas y luego con algunos vagones de carga.

EM 2000 SIGNALS

Locomotive Model: SD 70
 Locomotive Road: # 61

LOCATION : ILO

Date: 01/10/99

LOAD TEST DATA	LT 1									LT 2
	DLE	TH # 1	TH # 2	TH # 3	TH # 4	TH # 5	TH # 6	TH # 7	TH # 8	TH # 8
Throttle position										
Engine shaft	0	208	417	948	1473	1942	2795	3525	4038	4500
Main Gen. Amps	22	608	853	1272	1575	1796	2134	2375	2526	2650
Barometric pressure (in Hg)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Engine RPM	200	343	343	490	568	651	729	821	904	904
TPU (Turbo) RPM x 1000	6.7	11.4	11.4	8.1	9.4	10.8	13.2	16.2	17.8	19
Main Gen. Volts	1	239	342	522	655	757	917	1038	1118	1181
Ambient Temperature (F)	6.5	62	61	60	60	59	59	59	59	59
Load regulator % Max.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
Kw reference	0	147	294	665	1032	1361	1960	2468	2828	3165
Kw feedback	0	146	292	664	1031	1360	1959	2468	2826	3145
Main gen. Field amps	1	19	28	37	45	50	60	65	67	73
Engine ratio (%)	22.3	40.7	50.1	61.4	73.7	70.1	72.1	69	67.4	90
COOLING SYSTEM										
Engine temp (F)	175	177	180	186	190	187	187	179	182	188
Cooling Fan 1	OFF	OFF	OFF	OFF	HALF	HALF	HALF	HALF	HALF	HALF
Cooling Fan 2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	HALF	HALF	HALF	HALF	HALF
Cooling Fan 3	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	HALF	HALF	HALF
Companion Alt. Volts (CAV)	45	81	81	113	137	156	167	187	207	216

Time started : 10 40 a m
 Time stopped : 11 50 a m

EMDEC SIGNALS

Locomotive Model: SD 70
Locomotive Road # 61

LOCATION: ILO

Date: 01/10/99

EMDEC ENGINE PARAMETERS	LT 1										LT 2
	IDLE	TH # 1	TH # 2	TH # 3	TH # 4	TH # 5	TH # 6	TH # 7	TH # 8	TH # 8	
Throttle position											
Engine oil pressure (psi)	18.5	34	33	48	53	57.5	62	69.5	73.5	70	
Engine oil temperature (F)	173.25	175	177.25	180	186.25	192.25	192.25	191	192.25	194.75	
Engine coolant pressure (psi)	9	14.6	14.75	24	30.37	31.87	31.87	31.87	31.87	31.87	
Fuel inlet pressure (psi)	86	86	85.5	84.5	83.5	82.5	81	80.5	78.5	76.5	
Airbox Pressure (in Hg)	30.79	33	33.34	37.16	40.21	43.03	53.95	64.9	64.9	64.9	
Fuel inlet temperature (F)	104.25	104.5	105	105	105	105.25	105.75	105.5	106	106.5	
Sender injector pulse width (deg)	2.1	3.4	5.4	7.8	10.5	12.3	15.4	17.5	18	19.5	
Receiver injector pulse width (deg)	2.1	3.4	5.4	7.9	10.5	12.2	15.2	17.5	18.2	19.5	
% Allowed torque	100	100	100	100	100	100	99.6	100	100	100	
Battery voltage (EMDEC)	23.18	23.18	23.18	23.17	23.15	23.17	23.16	23.17	23.17	23.15	
% Max. fuel (Engine R)	22.3	40.7	50.1	61.4	73.7	70.1	72.1	69	67.4	90.5	
Engine speed (rpm)	200	343	343	490	569	651	730	820	902	902	
Engine RPM set point (rpm)	200	343	343	490	569	651	730	820	902	904	
Sender start of injection (deg)	5	5	5.12	8.12	11.37	12.25	15	15.25	17.62	17.75	
Receiver start of injection (deg)	5	5	5.12	8.12	11.37	12.67	15	15.25	16.5	18	

Time started 10 40 a.m.
Time stopped 11 50 a.m.

CAPITULO 4

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO

PREVENTIVO-SEGURIDAD

4.1 INSPECCION DIARIA DE LAS LOCOMOTORAS

Diariamente se realizan inspecciones a las locomotoras de los trenes extras, tanto en la estación de patio simón -Ilo como en las estaciones de Toquepala y Cuacone. Para lo cual se tiene una hoja de inspección especial (ver Apéndice B). Así como también se llenan una hojas de reporte de abastecimiento de combustible y aceite a los motores.

4.2 TIPOS DE MANTENIMIENTOS

En la empresa contamos con un sistema computarizado de mantenimiento denominado CMMS (Computer Managment Maintenance System), en el cual tenemos cargados información de todas las locomotoras y equipos que están bajo un control en cada área de mantenimiento de la corporación.

De acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes sumado a la experiencia del personal, se pueden realizar los mantenimientos preventivos controlando algunos parámetros de las unidades de la mejor manera para lograr un efectivo mantenimiento.

Estas pueden ser por:

- LECTURAS DE HOROMETROS
- DIAS DE OPERACIÓN

- UNIDADES PRODUCIDAS
- TONELADAS TRANSPORTADAS
- MILLAS RECORRIDAS

Para el caso de las locomotoras G.E. y SD 70. las hojas de inspección también se muestran en el Apéndice B.

4.3. SEGURIDAD EN LAS OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

Dentro de nuestros mantenimientos y operaciones tenemos especial cuidado en la seguridad, para lo cual realizamos inspecciones planeadas cada 30 días y charlas de seguridad semanal en forma global y reuniones diarias sobre recomendaciones que se deben tomar para cada trabajo específico.

También existe preocupación por la conservación del medio ambiente, en nuestro caso sobre la no contaminación de los suelos, los desecho industriales tales como baterías , zapatas de composición, filtros de fibra etc.

CAPITULO 5

COSTOS Y RENDIMIENTOS COMPARATIVOS

ENTRE LOCOMOTORA G.E. Y SD 70

5.1 COSTOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS DE UNA G.E.

De acuerdo a nuestro sistema de mantenimiento en el CMMS tenemos en un año lo siguiente:

Tipo Mtto	N° veces	Costo Mtto	Total en	Hrs.
		Dolares U.S	U.S	Parada/mtto
Mensual	12	510.90	6130.80	64
Trimestral	4	2239.93	8959.72	16
Semestral	2	3680.43	7360.86	32
Anual	1	3942.65	3942.65	56

Luego en todo un año y para una locomotora General Electric Modelo U23 B de 2 200 Hp tenemos:

Costo total de mantenimiento	\$ 26,394.03
Horas totales de parada de locomotora	168 horas

5.2 COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE UNA SD70

Igualmente según las frecuencias de servicios que se han programado y proyectado para estas nuevas locomotoras, presentamos el siguiente cuadro, haciendo mención que en estas locomotoras se han programado los siguientes tipos de mantenimientos:

Cada 45 días o mes y medio

Cada 90 días o trimestral

Cada 180 días o semestral

Cada 360 días o anual

Tipo Mtto	Nº veces	Costo Mtto U.S	Total en U.S	Hrs. parada
Mes y medio	8	381.00	3048.00	32
Trimestral	4	3812.50	15250.00	60
Semestral	2	4443.56	8887.12	30
Anual	1	4687.50	4687.50	60

Luego en todo un año y para una locomotora EMD Modelo SD70 de 4000 Hp tenemos:

Costo total de mantenimiento \$ 31.872.62

Horas totales de parada de locomotora 182 horas

5.3 DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DE UNA G.E.

De acuerdo a las fórmulas de disponibilidad y utilización que se muestran a continuación, vamos a obtener los valores para una locomotora G.E (ver Apéndice E).

Definiciones.-

Horas Disponibles (A):

Son las horas en la que una máquina debe de trabajar sin ningún problema para las operaciones, en nuestro caso esta es de 24 horas por día, en todo el mes: $24 \times 30 = 720$ horas

Horas trabajadas (B)

Son las horas que una locomotora ha estado trabajando en un período de tiempo, en nuestro caso el control es mensual y através de un horómetro en la máquina.

Horas paradas (C):

Son las horas que una locomotora no ha estado operativa, ya sea por razones de mantenimiento o falla. El control se lleva en unas hojas de registro de fallas y en el libro de movimientos de trenes de nuestra división.

Fórmulas.-**DISPONIBILIDAD FISICA (F)**

Es el parámetro en porcentaje que nos da un valor de cuan disponible esta la máquina debido a razones de mantenimiento cuando realmente sea considerada para trabajos continuos en las operaciones.

$$F = (A - C) / A$$

DISPONIBILIDAD MECANICA (M)

Es el parámetro que nos indica en forma más real la disponibilidad que implica los problemas que tuvo la máquina durante su operación.

$$M = B / (B + C)$$

UTILIZACION (U)

Es el parámetro que indica para la parte operativa la forma en que fué usada esta locomotora en las operaciones.

$$U = B / (A - C)$$

5.4 DISPONIBILIDAD Y UTILIZACION DE UNA SD 70

Igualmente obtenemos datos de disponibilidad y utilización para una locomotora SD 70 (ver Apéndice E).

5.5 RENDIMIENTO DE UNA LOCOMOTORA G.E.

En el año de 1994 y 1995 se hizo la prueba técnica de un aditivo para el petróleo. para lo cual se llevaron estrictos controles de consumo de combustible por carga transportada a una locomotora G.E. (ver Apéndice G).

De este estudio podemos concluir que:

Tonelada- Milla por galón es del orden de 510

Galones de petróleo por milla es 3.5

Galones por hora es 42.8

Así mismo según las pruebas de campo realizados con esta locomotora se dispuso lo siguiente en cuanto al tonelaje de acarreo:

1. En subida (Ilo a las minas), máximo tonelaje 600.
2. En bajada (De las minas a Ilo) , máximo tonelaje 1600.

5.6 RENDIMIENTO DE UNA LOCOMOTORA SD70

Para estas locomotoras. según las pruebas realizadas en el campo y de acuerdo a recomendaciones del personal de servicio de EMD. se definió que los tonelajes de acarreo serían:

1. En subida (Ilo a las minas), máximo tonelaje 950.
2. En bajada (De las minas a Ilo) , máximo tonelaje 2500.

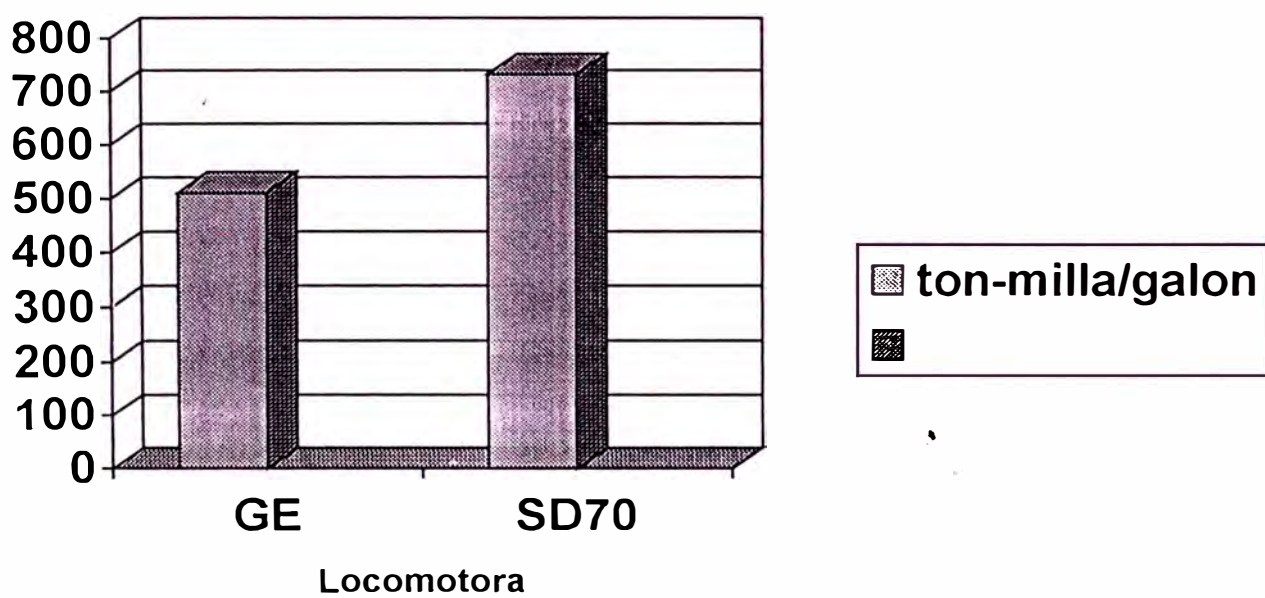
Tomando en cuenta estas recomendaciones se hizo una prueba de campo con estas cargas con el propósito de ver el rendimiento de estas máquinas obteniendo el cuadro que se muestra en el Apéndice G.

De este cuadro mostramos lo siguiente: Tonelada-Milla por galón es del orden de 732

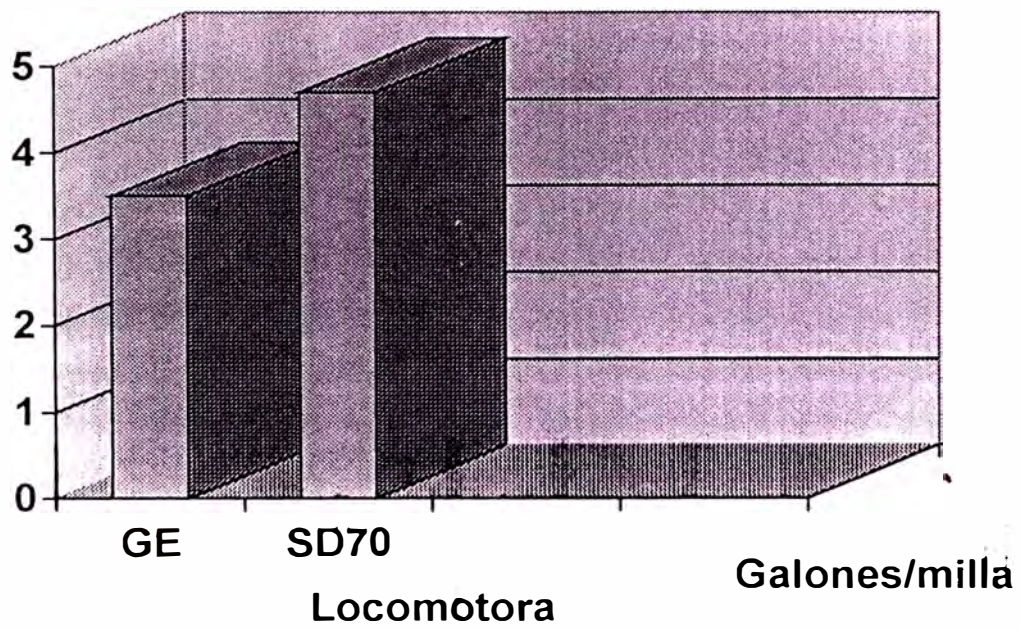
- Galones de petróleo por milla es 4.77
- Galones por hora es 58.50

Toneladas milla transportada por cada galón de Diesel

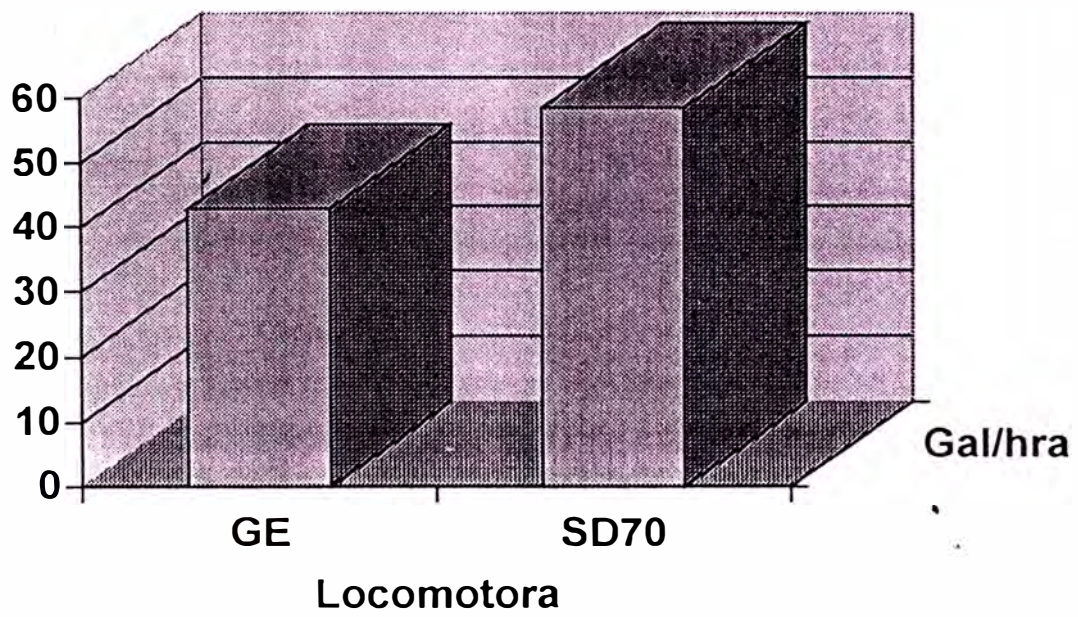
CUADRO COMPARATIVO



Galones de consumo de diesel por milla recorrida



Galones de diesel consumido por hora de operación

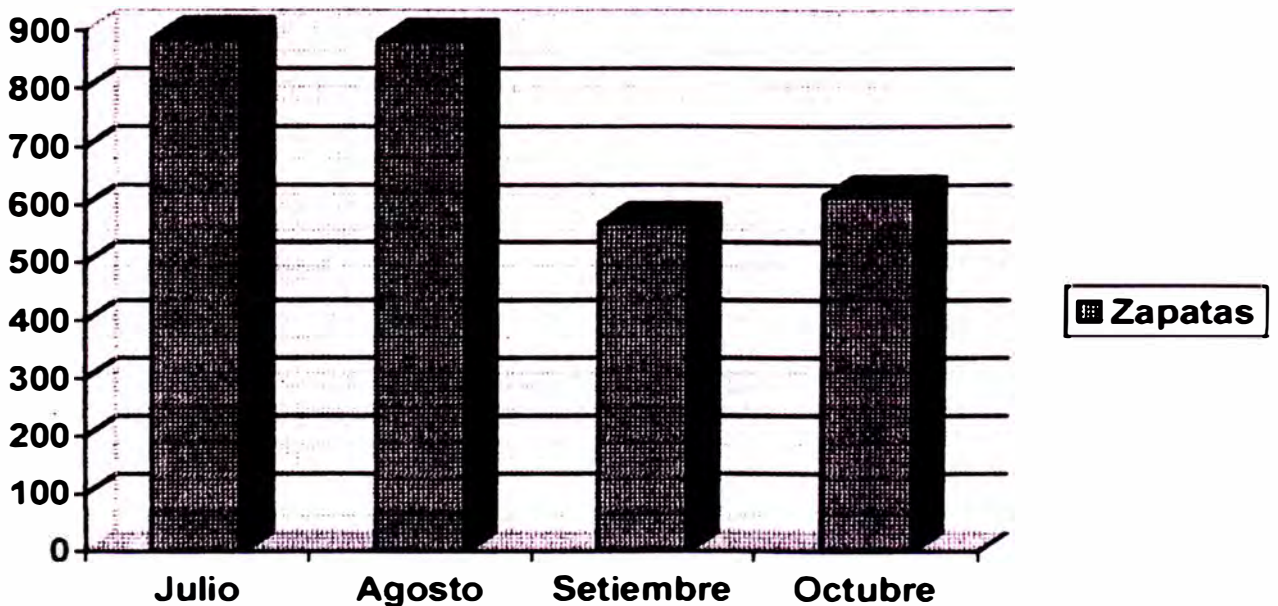


5.7 RENDIMIENTO EN EL CONSUMO DE ZAPATAS

Veamos ahora el consumo de zapatas sólo en los carros de concentrado del tren de Toquepala, antes y después que entren en operación esta locomotora (ver Apéndice F), de donde obtenemos lo siguiente:

Mes	Unidades	Precio unitario \$	Total/mes en \$
Julio	886	14	12404
Agosto	883	14	12362
Setiembre	569	14	7966
Octubre	615	14	8610

Cuadro de consumo de zapatas-Tren de Toquepala



Observamos que hay una ligera disminución de zapatas, debido a la buena performance del freno dinámico de estas locomotoras, los cuales ya fueron explicados en el capítulo 2.

5.8 EFECTIVIDAD DEL SISTEMA

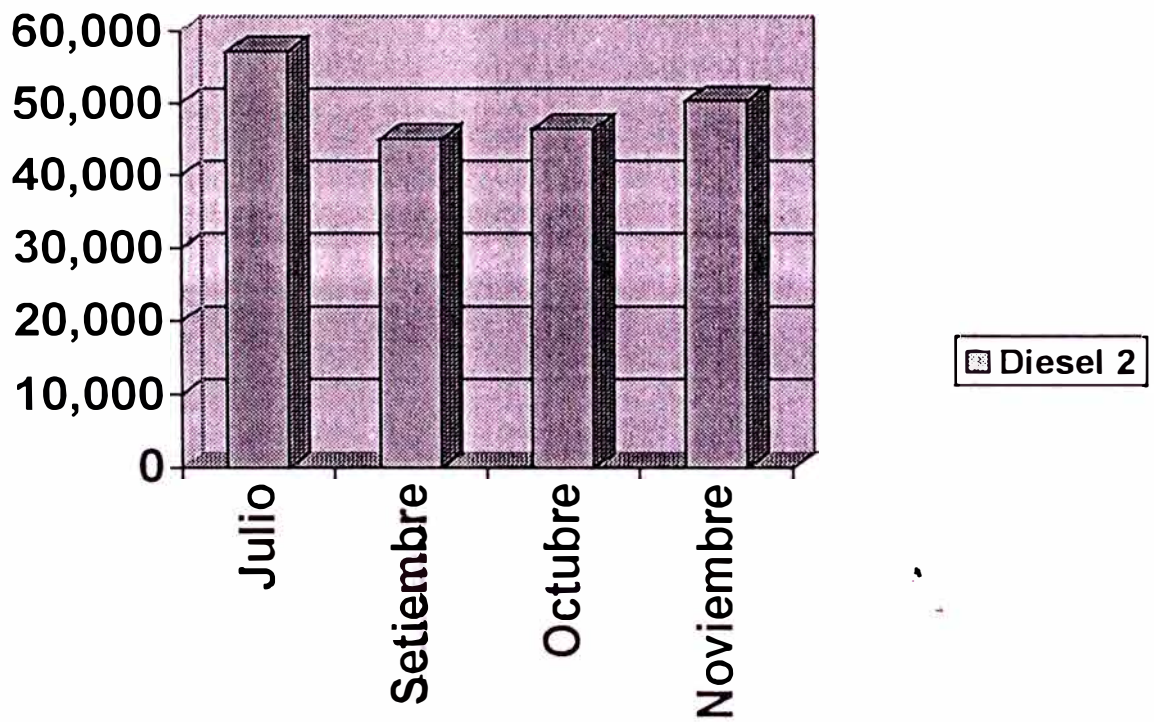
De acuerdo al concepto de efectividad y tomando los datos de disponibilidad (ver Apéndice E), así como los valores que se obtienen de los reportes de producción del Ferrocarril Industrial, obtenemos la siguiente tabla:

	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
DISPONIBILIDAD %	86.2	83.2	78.53	78.17
TON-MILLAS	35'235,108	33'698,043	35'714,233	33'264,234
EFECTIVIDAD	30'372,663	28'036,771	28'046,387	26'002,651

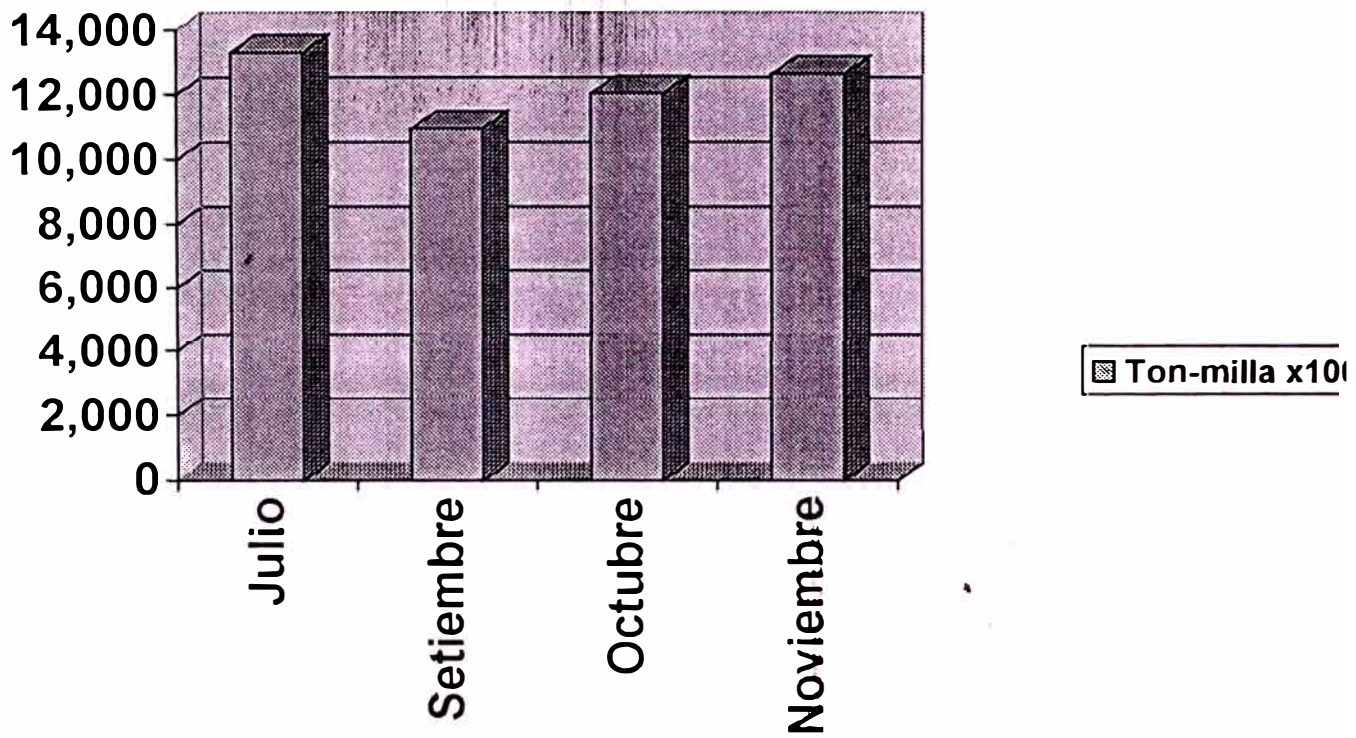
5.9 EVALUACION ECONOMICA ANTES Y DESPUES DE LA OPERACIÓN DE LA SD70.

La locomotora SD 70 está trabajando desde la primera semana del mes de agosto en la ruta de Ilo a Toquepala y viceversa, razón por la cual esta evaluación esta centrada en este tren. De los consumos de petróleo (ver Apéndice D) y de los datos de despacho de trenes, se resume lo siguiente:

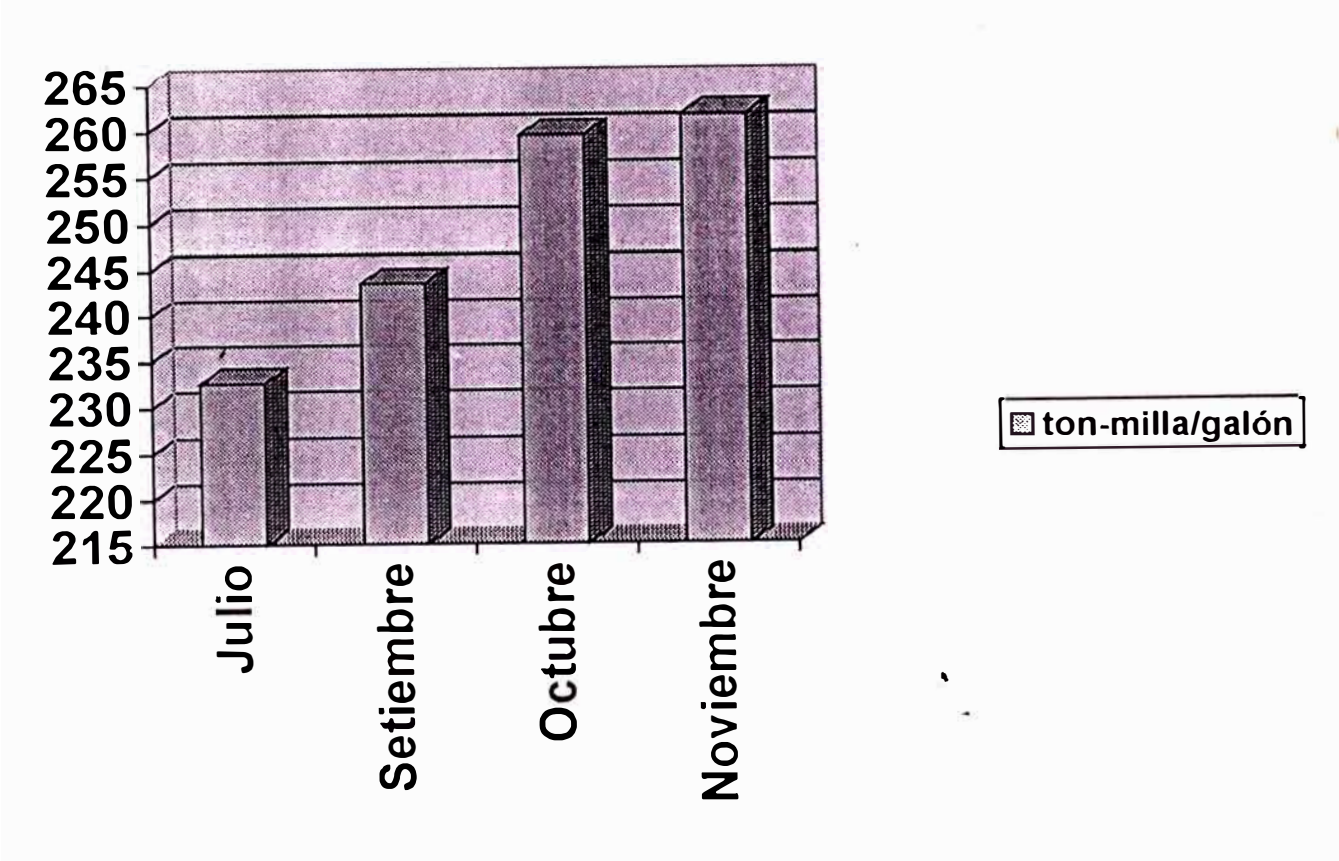
PETROLEO CONSUMIDO POR EL TREN DE TOQUEPALA



TONELADAS-MILLA TRANSPORTADAS

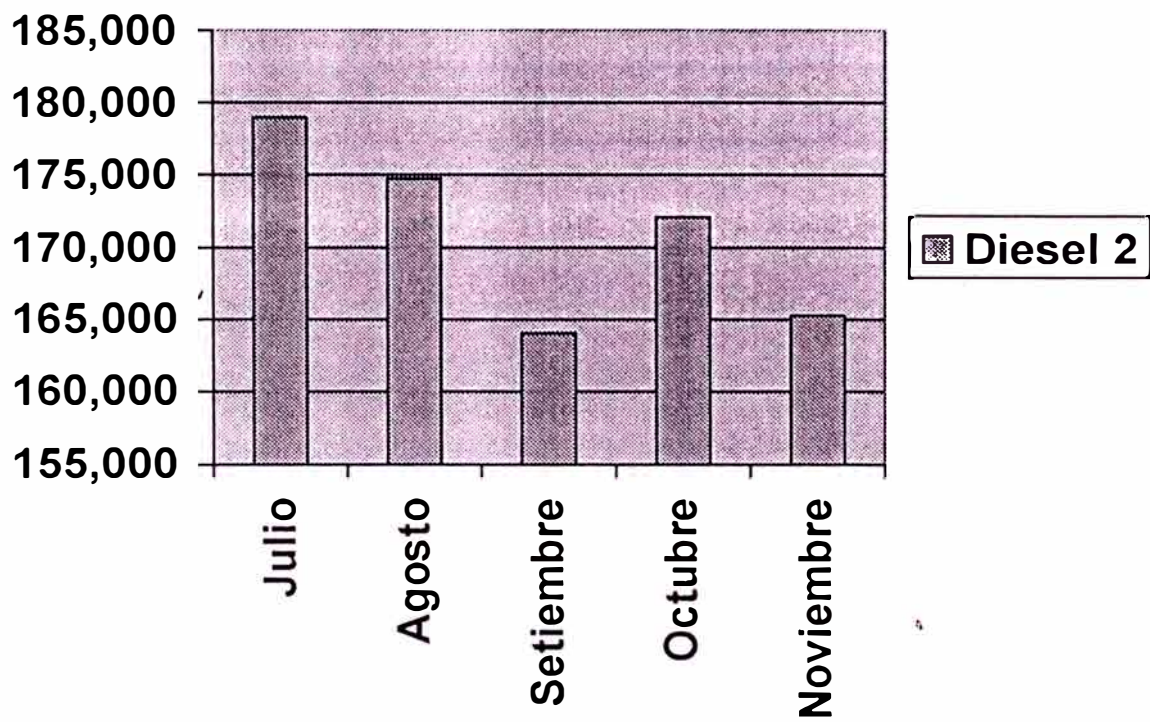


TONELADA MILLA POR GALON



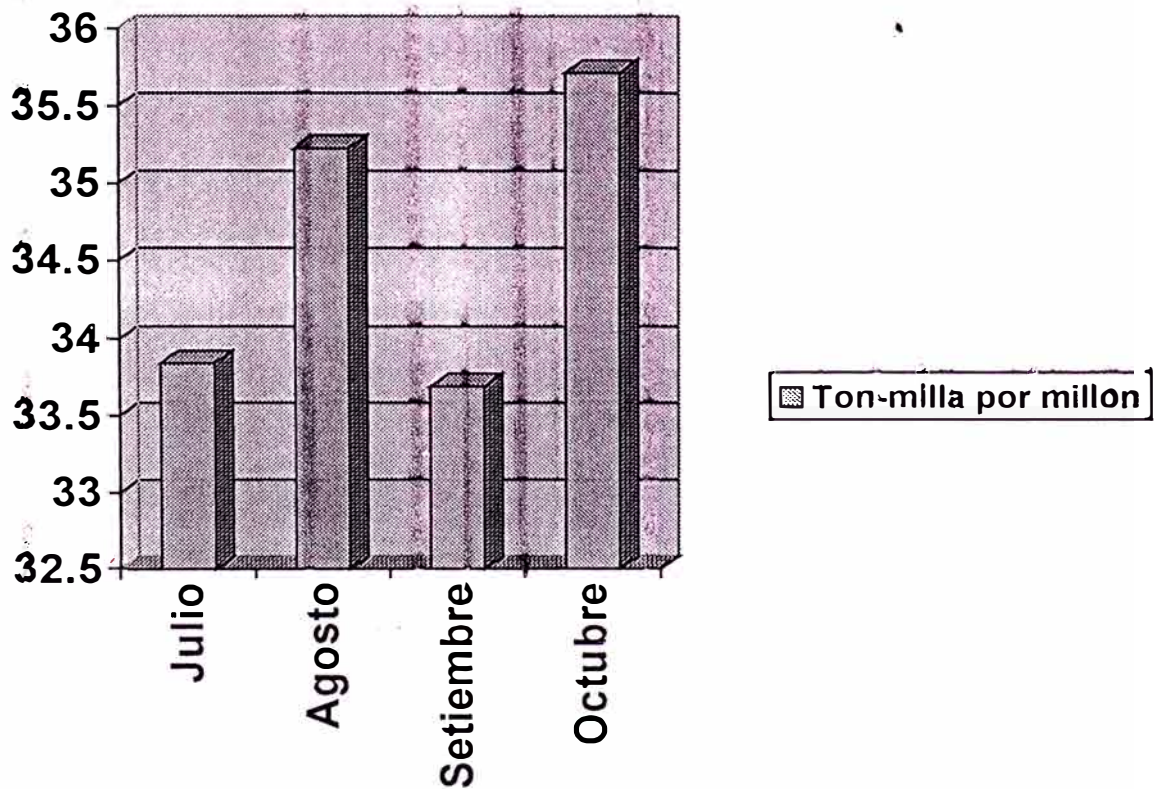
EVALUACION GENERAL DEL SISTEMA

CONSUMO DE PETROLEO GLOBAL

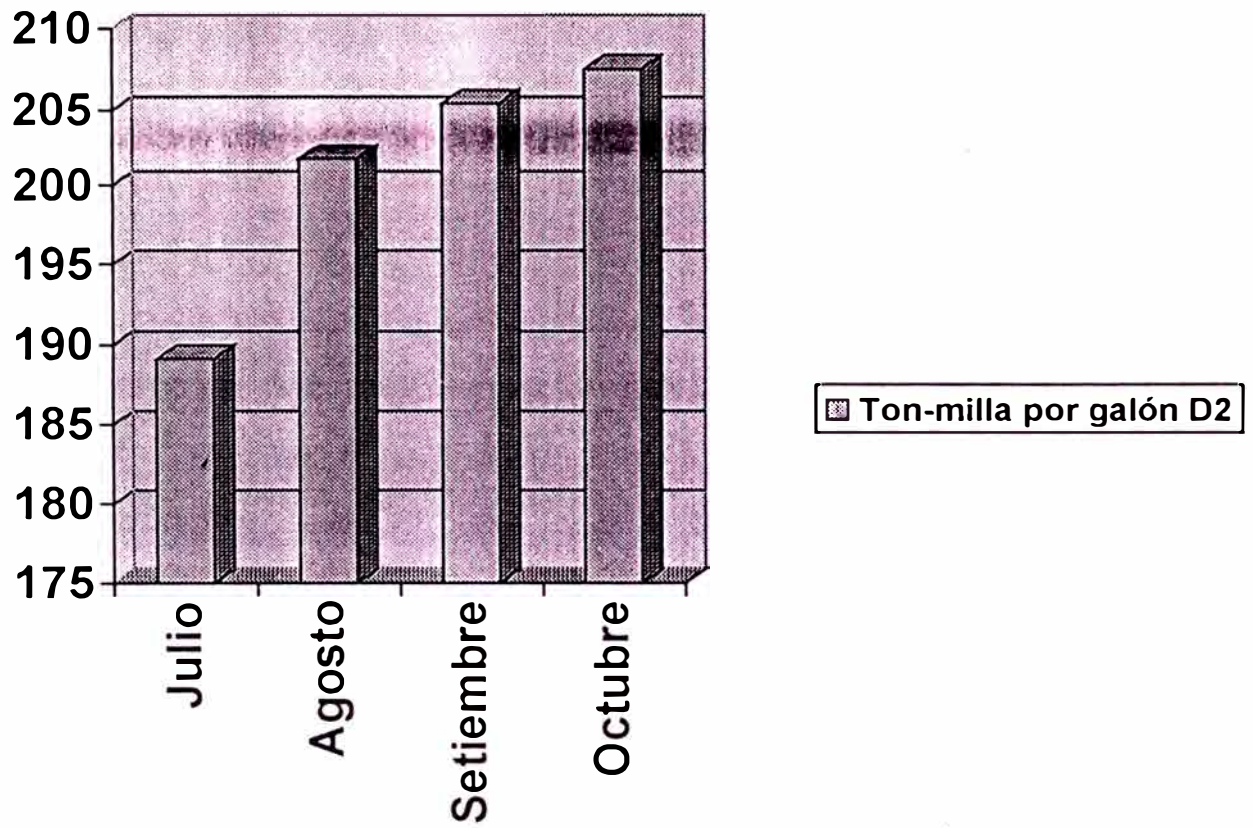


Toneladas-Millas transportadas (ton-milla)

Mes	Ton-Milla
Julio	33'843,597
Agosto	35'235,108
Setiembre	33'698,043
Octubre	35'714,233



Toneladas-millas por Galón



CONCLUSIONES

1. Realizar el mantenimiento preventivo de la locomotora SD70 en los talleres de Ilo. debido al esfuerzo que se puso para asimilar todo lo que los técnicos de la EMD nos enseñaron en los diferentes cursos que se dictaron.
2. En las comparaciones realizadas en el capítulo 5. para las locomotoras G.E. se estaría realizando un gasto anual de \$26.394.03 y para una SD70 sería \$ 31.872.62. lo cual en proporción a los HP de cada locomotora. se estaría traduciendo a 7.96\$/hp en la SD70 y en 11.99\$/hp de una G.E.. lo cual significa un ahorro en mantenimiento preventivo de 33%.
3. El rendimiento individual en Ton-Milla por galón de petróleo de una locomotora SD70 supera en 30% a la de una G.E.
4. El consumo de las zapatas de los carros de concentrado bajo considerablemente. logrando un ahorro de 33% en promedio y que esto se traduce en aproximadamente \$ 43.920.00.
5. El ahorro de combustible que se ha logrado haciendo trabajar para el tren de Toquepala una locomotora SD70 y

una G.E. es de 12 a 13%, con respecto a cuando sólo trabajaban las G.E.

6. El mantenimiento preventivo y/o correctivo es más simple, ya que las pocas fallas ocurridas se han detectado con la ayuda del computador que tiene esta nueva locomotora o con la Lap-top que se está usando en el taller.

7. Para que estas locomotoras puedan trabajar en múltiple se tuvieron que realizar algunas modificaciones en el sistema eléctrico de las locomotoras G.E., básicamente la incompatibilidad estaba en el freno dinámico.

8. La efectividad de nuestro sistema ferroviario ha bajado desde el mes de agosto, debido principalmente a problemas con dos locomotoras que dejarón de funcionar: uno debido a una reparación general y la otra que sufrió un accidente en la mina.

9. Finalmente, estas nuevas locomotoras nos han dado la oportunidad de conocer mucho más las nuevas innovaciones tecnológicas que traen, elevando la tecnificación del

personal que labora con nosotros tan importante en estos momentos de competitividad a nivel local e internacional para la empresa.

BIBLIOGRAFIA

1. LOCOMOTIVE CYCLOPEDIA.1956. Asociation of American Railroads - Mechanical División.
2. MANUAL DEL INGENIERO MECANICO.1982. Volumen II- Ingeniería de Ferrocarriles.
3. OPERATION AND MAINTENANCE MANUAL.1999. Series Dryer System.
4. SD70/SD75 LOCOMOTIVE ELECTRICAL SYSTEM.1998. Text Student.
5. ELECTRO PNEUMATIC INTEGRATED CONTROL.1998. Locomotive Brake Equipment of Westinghouse Air Brake System.
6. MANUAL DE METODOS PRACTICOS PARA LA OPTIMIZACION DEL MANTENIMIENTO.1997. Asociación Peruana de Mantenimiento.
7. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO 1996. Sistema Computarizado de Administración de Mantenimiento.
8. PERFORMANCE MANAGER FOR WINDOWS 1998. Versión 8.

9. **EMDEC TRAINING GUIDE 1997. Electromotive Diesel Engine Control.**

10. THE CAR AND LOCOMOTIVE CYCLOPEDIA 1997. Sixth Edition.

4.1.119. 11.

APENDICE

4

APENDICE A: SISTEMA COMPUTARIZADO DE MANTENIMIENTO

ARCHIVOS DEL CMMS
MENU PRINCIPAL
GRUPOS DE EQUIPOS
RELACION DE EQUIPOS
GRUPOS DE TRABAJO
CARTERA DE TRABAJO O BACKLOG
PROGRAMACION DIARIA DE TRABAJOS
PRONOSTICO DE MANTENIMIENTO
ORDEN DE TRABAJO CERRADA

APENDICE B: HOJAS DE INSPECCION DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

INSPECCION DIARIA DEL MAQUINISTA
PREVENTIVA CADA 45 DIAS PARA LA SD70
PREVENTIVA CADA 90 DIAS PARA LA SD70
PREVENTIVA CADA 180 DIAS PARA LA SD70
PREVENTIVA CADA 360 DIAS PARA LA SD70
PREVENTIVA CADA 30 DIAS PARA LA G.E.
PREVENTIVA CADA 90 DIAS PARA LA G.E.
PREVENTIVA CADA 180 DIAS PARA LA G.E.
PREVENTIVA CADA 360 DIAS PARA LA G.E.

APENDICE C: ANALISIS DE ACEITE

REPORTE DE LABORATORIO DEL ANALISIS
HOJAS DE INTERPRETACION DEL ANALISIS

APENDICE D: CONSUMO DE PETROLEO

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE JULIO

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE AGOSTO

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE SETIEMBRE

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE OCTUBRE

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE NOVIEMBRE

APENDICE E: CUADROS DE DISPONIBILIDAD DE LOCOMOTORAS

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE JULIO

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE AGOSTO

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE SETIEMBRE

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE OCTUBRE

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE NOVIEMBRE

APENDICE F: CONSUMOS DE ZAPATAS

REPORTE DE CONSUMO DE ZAPATAS DE JULIO

REPORTE DE CONSUMO DE ZAPATAS DE AGOSTO

REPORTE DE CONSUMO DE ZAPATAS DE SETIEMBRE

REPORTE DE CONSUMO DE ZAPATAS DE OCTUBRE

APENDICE G: EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE LA G.E. Y LA SD70

HOJA DE ANALISIS DE LA SD 70

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE UNA G.E.

APENDICE A: SISTEMA COMPUTARIZADO DE MANTENIMIENTO

ARCHIVOS DEL CMMS

MENU PRINCIPAL

GRUPOS DE EQUIPOS

RELACION DE EQUIPOS

GRUPOS DE TRABAJO

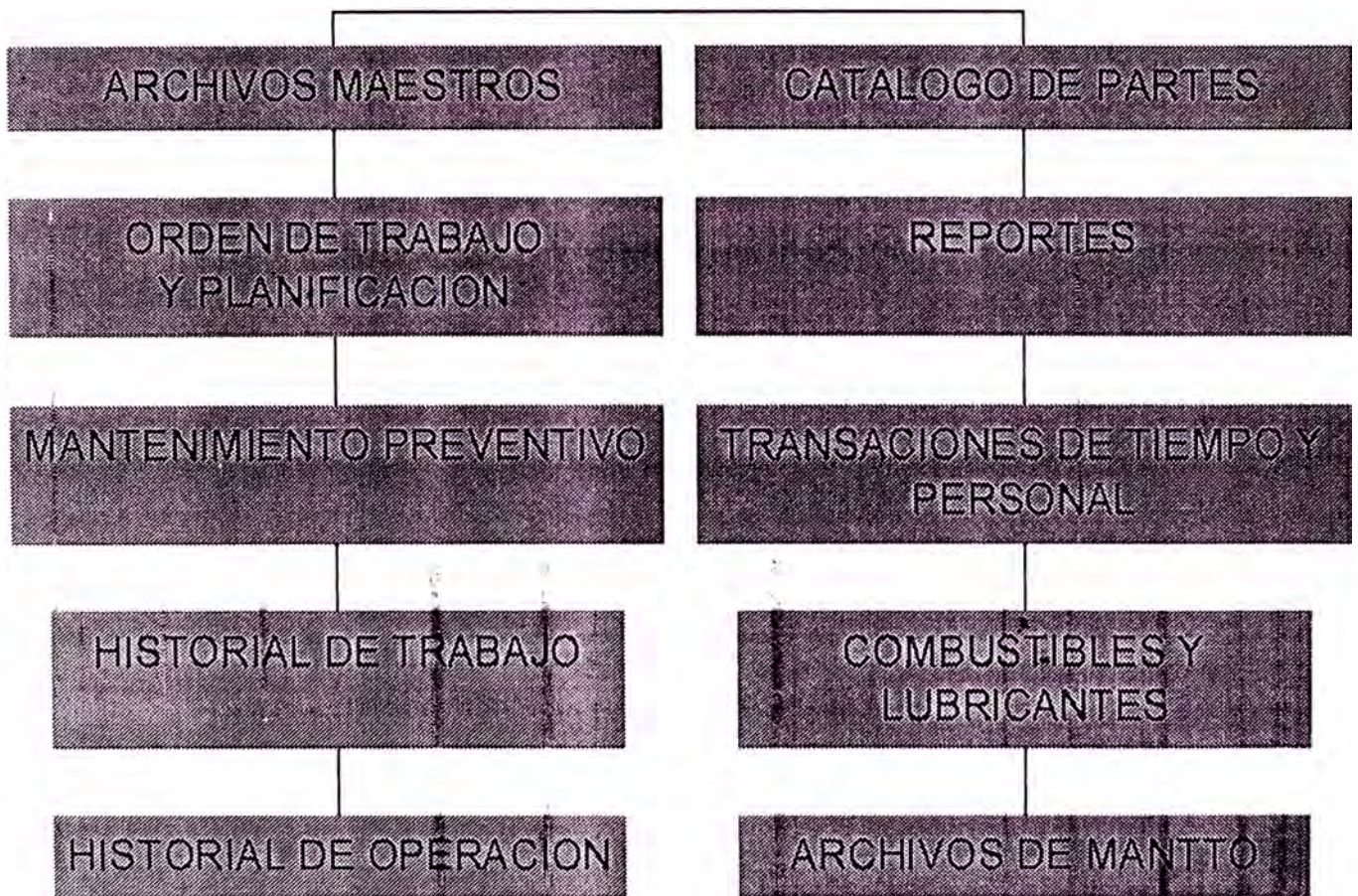
CARTERA DE TRABAJO O BACKLOG

PROGRAMACION DIARIA DE TRABAJOS

PRONOSTICO DE MANTENIMIENTO

ORDEN DE TRABAJO CERRADA

PERFORMANCE MANAGER PARA WINDOWS



GroupNo	Group_Desc
1	RAIL CARS
10	ILO PORT OPERATIONS
11	SMELTER
12	REFINERY
13	ENERSUR
14	ACID PLANT
15	TOQUEPALA MINE
17	TAILINGS DISPOSAL
18	SERVICE TO OUTSIDERS
19	CUAJONE MINE
2	LOCOMOTIVES
20	SHOPS
22	MATERIAL CONTROL ILO AREA
23	RIVER OSMORE
24	GENERAL PLANT PROTECTION
25	FRESH WATER SUPPLY
26	GENERAL TOQUEPALA LOCOMOTIVES
27	DISPATCH STATION DIESEL
28	ILO ADMINISTRATIVE EXPENSES
3	RAIL CAR SHOP EQUIPMENT
30	GENERAL PROYECTS
31	HOSPITAL
32	CUAJONE MINE RAILROAD MAINTENANCE
34	GENERAL ENVIRONMENTAL SERVICES
35	CUAJONE MINE MAINT OF WAY
4	RAIL LINE
5	RAIL MAINTENANCE EQUIPMENT
6	SUPPORT EQUIPMENT
7	PATRIC SIMON EQUIPMENT
8	FERROCARRIL
9	COQUINA MINING
P13-04Z	GENERAL STRUCTURE FOR OSMOSRE RIVER

Craft	Craft_Description	Hours_pe
CC	CONTRACT CLEANER	640.
CM	CONTRACT MECHANIC	96.
CO	CRANE OPERATOR	144.
CP	CONTRACT PAINTER	384.
CW	CONTRACT WELDER	1864.
MR	BRAKE MECHANIC	384.
MC	CAR MECHANIC	672.
ME	MEC. ESPECIALISTA	96.
MF	MACHINE-FABRICATION	48.
ML	LOCOMOTIVE MECHANIC	336.
MO	MACHINE OPERATOR	48.
MP	PLANT MECHANIC	192.
MR	BEARING MECHANIC	288.
MT	TAMPER MECHANIC	432.
PR	PAINTER	48.
SA	SECRETARY ADMINIST.	48.
SF	SUPERVISOR-FABRICA.	48.
SU	SUPERVISOR	312.
TE	TECHNICIAN TRAINING	48.
TP	TECNICO 'PLANNER	144.
WC	MAINT. OF WAY CONTR.	1296.
WD	WELDER	768.
WF	WELDER-FABRICATION	384.
WM	MAINT. OF WAY MECH.	720.
WO	MAINT. OF WAY OPER.	432.

LocalNo	GroupNo	Cost_Cen	EqType	EqDesc
LOCOMOTORAS EMD	2	7427	LOCOMOTORA	TODAS LA
LOCOMOTORAS GE	2	7425	LOCOMOTORA	TODAS LO
ZC0365K	2	12164	LOCOMOTORA	G.E. U-23
ZC0369C	2	12164	LOCOMOTIVE	G.E. U-2
ZT0147J	2	5278	LOCOMOTIVE	EMD GP9
ZT0148H	2	7426	LOCOMOTIVE	EMD GP9
ZT0149F	2	5278	LOCOMOTIVE	EMD GP9
ZT0150J	2	7426	LOCOMOTIVE	EMD GP9
ZT0152F	2	5278	LOCOMOTIVE	EMD GP9
ZZ0345C	2	7426	LOCOMOTIVE	ALCO RS
ZZ0347J	2	7426	LOCOMOTIVE	EMD GP28
ZZ0348H	2	7425	LOCOMOTIVE	G.E. U-21
ZZ0351H	2	7426	LOCOMOTIVE	ALCO RS-
ZZ0353D	2	7426	LOCOMOTIVE	ALCO RS-
ZZ0354B	2	7425	LOCOMOTIVE	G.E. U-21
ZZ0355K	2	7425	LOCOMOTIVE	G.E. U-21
ZZ0356I	2	7425	LOCOMOTIVE	G.E. U-21
ZZ0357G	2	7425	LOCOMOTIVE	G.E. U-21
ZZ0358E	2	7425	LOCOMOTIVE	G.E. U-21
ZZ0359C	2	7425	LOCOMOTIVE	G.E. U-21
ZZ9837C	2	7427	LOCOMOTIVE	EMD SD70
ZZ9838A	2	7427	LOCOMOTIVE	EMD SD70

Date: 99/12/26

WORK BACKLOG BY FOREMAN

Page:

Foreman : I.LOCOMOTORA

LocIno	Description	DsLPlan	WOno	Status	Work Description
5278 SLAG HAND	EQUIP GROUP EQUIPMENT D FOR SMELTER SLAG HANDLING	99/12/25	37247	T	05-278) INSPEC DIARIA LOCS FUND
5278 SLAG HAND	EQUIP GROUP EQUIPMENT D FOR SMELTER SLAG HANDLING	99/12/27	37253	T	05-278) INSPEC DIARIA LOCS FUND
7425 LOCOS CLASS 1	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR LOCOMOTIVES CLASS 1	99/12/25	37248	T	07-425) SERV Y ABAST COME LOCS DE (SUPPLY)
7425 LOCOS CLASS 1	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR LOCOMOTIVES CLASS 1	99/12/27	37254	T	07-425) SERV Y ABAST COME LOCS DE (SUPPLY)
7426 LOCOS CLASS 2	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR LOCOMOTIVES CLASS 2	99/09/19	35611	C	07-426) SERV Y ABAST COME LOCS DE PATIO
7426 LOCOS CLASS 2	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR LOCOMOTIVES CLASS 2	99/12/25	37249	T	07-426) SERV Y ABAST COME LOCS DE PATIO
7426 LOCOS CLASS 2	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR LOCOMOTIVES CLASS 2	99/12/27	37255	T	07-426) SERV Y ABAST COME LOCS DE PATIO
7430 CONC CAR 800	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CONCENTRATE CARS SERIES	99/12/19	37143	T	CAMB ZAPATAS T 07 SERIE 800
7430 CONC CAR 800	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CONCENTRATE CARS SERIES	99/12/25	37251	T	CAMB ZAPATAS T 07 SERIE 800
7430 CONC CAR 800	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CONCENTRATE CARS SERIES	99/12/27	37257	T	CAMB ZAPATAS T 07 SERIE 800
7431 CONC CAR 900	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CONCENTRATE CARS SERIES	99/12/19	37144	T	CAMB ZAPATAS T 07 SERIE 900
7431 CONC CAR 900	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CONCENTRATE CARS SERIES	99/12/25	37252	T	CAMB ZAPATAS T 07 SERIE 900
7431 CONC CAR 900	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CONCENTRATE CARS SERIES	99/12/27	37258	T	CAMB ZAPATAS T 07 SERIE 900
7432 CONC CAR 1000	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CONCENTRATE CARS SERIES	99/12/19	37145	T	CAMB ZAPATAS T 07 SERIE 1000
7432 CONC CAR 1000	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CONCENTRATE CARS SERIES	99/12/25	37253	T	CAMB ZAPATAS T 07 SERIE 1000
7432 CONC CAR 1000	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CONCENTRATE CARS SERIES	99/12/27	37259	T	CAMB ZAPATAS T 07 SERIE 1000
7445 IND CARS	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR INDUSTRIAL RAIL CARS	99/12/25	37254	T	INSP DIARIA CAMB ZAPATAS T 07
7445 IND CARS	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR INDUSTRIAL RAIL CARS	99/12/27	37330	T	INSP DIARIA CAMB ZAPATAS T 07
7446 CARBOSES	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CARBOSES	99/12/25	37256	T	INSPECCION DIARIA DE CARBOSES
7446 CARBOSES	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR CARBOSES	99/12/27	37332	T	INSPECCION DIARIA DE CARBOSES
7485 ILO LOCO SHOP	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR GENERAL ILO LOCOMOTIVES	99/12/25	37257	T	TRABAJOS MISCELANEOS
7485 ILO LOCO SHOP	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR GENERAL ILO LOCOMOTIVES	99/12/27	37331	T	TRABAJOS MISCELANEOS
7485 ILO LOCO SHOP	EQUIP GROUP EQUIPMENT D MADE FOR GENERAL ILO LOCOMOTIVES	99/12/30	37296	LD	HABL FILT SIST TANG SERV ACEITE 7485
TO BELLO HORIC	TRANQUERA TRANQUERA DEL PASO NIVEL DE BELLO DOS GATES	99/12/03	35526	C	07-482) PM 45 DIAS TRANQ BELLO HORIC
TO CATACATA	TRANQUERA TRANQUERA DEL PASO NIVEL DE RATON DOS GATES	99/11/26	35552	C	07-482) CHEQUEO ORAL TO CATACATA
TO CATACATA	TRANQUERA TRANQUERA DEL PASO NIVEL DE RATON DOS GATES	99/12/01	35524	C	07-482) PM TRANQ CATACATA
TO CIUDAD NUEVA	TRANQUERA TRANQUERA DEL PASO NIVEL DE CIUDAD NUEVA	99/09/19	35645	C	07-482) PM DE 45 DIAS TO CIUDAD NUEVA
TO CIUDAD NUEVA	TRANQUERA TRANQUERA DEL PASO NIVEL DE CIUDAD NUEVA	99/12/28	37168	P	07-482) PM DE 45 DIAS A TO CN
TO KENNEDY	TRANQUERA TRANQUERA DEL PASO NIVEL DE KENNEDY TRES GATES	99/04/21	33544	C	COLOCAR BOND CHEO PUERT POST
TO MIRAMAR	TRANQUERA TRANQUERA DEL PASO NIVEL DE MIRAMAR DOS GATES	99/11/26	35551	C	07-482) CHEQUEO TRANQUERA MIRAMAR
TO RATON	TRANQUERA TRANQUERA DEL PASO NIVEL DE RATON TRES GATES	99/05/31	34154	T	07-482) CAMBIAR BRAZO DE TO RATON
TO RATON	TRANQUERA TRANQUERA DEL PASO NIVEL DE RATON TRES GATES	99/12/02	35525	C	07-482) PM TRANQ RATON
TRANQUERAS	TRANQUERA TRANQUERA EN CRUCES FF RR	99/12/29	35793	P	07-482) CAMBIAR PROTECTORES P CAMPANA
Z10147J	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 20	99/11/07	35417	C	07-426) CAMB RESISTENCIA (GRILLAS)
Z10147J	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 20	99/12/11	37632	C	5278) PM MENSUAL LOCO # 20
Z10149F	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 22	99/07/21	34559	T	05-278) SERV P PM SEMESTRAL LOC # 22
Z10149F	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 22	99/11/25	35775	C	Z10149F PM MENSUAL LOCO # 22
Z10149F	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 22	99/12/17	37273	C	5278) PM MENSUAL LOCO # 22
Z10150J	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 23	99/12/19	37156	T	07-426) PM MENSUAL DE LOCO # 23 Z10150J
Z10152F	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 25	99/09/11	35552	C	05-278) PM TRIMESTRAL LOC # 25 Z10152F
Z10152F	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 25	99/12/19	37186	P	05-278) PM ANUAL LOCO # 25
Z20111F	GENERADOR GENERADOR(SARA)	99/11/11	35651	C	07-425) PM MENSUAL A LOCO # 15
Z20345C	LOCOMOTIVE ALCO RS-11 No 03	99/08/28	34868	C	07-425) PM MENSUAL LOC # 03
Z20347J	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 30	88/02/20	34869	T	07-425) PM MENSUAL LOC # 30
Z20347J	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 30	99/11/11	36637	C	Z20347J CAMB CONTACTOR RVR D MARCHA
Z20347J	LOCOMOTIVE EMD SP28 No 30	99/12/21	37245	C	07-426) PM LOCO # 30
Z20351H	LOCOMOTIVE ALCO RS-11 No 11	99/10/24	36178	T	CAMB PERNOS DE SOPORT COUPLING
Z20351H	LOCOMOTIVE ALCO RS-11 No 11	99/12/27	37359	T	Z20351H PM ANUAL LOCO 11
Z20353D	LOCOMOTIVE ALCO RS-11 No 13	99/09/15	35643	C	07-426) PM TRIMESTRAL LOC # 13
Z20353D	LOCOMOTIVE ALCO RS-11 No 13	99/12/16	37155	C	07-426) PM MENSUAL DE LOCO # 13 Z20353D
Z29837C	LOCOMOTIVE EMD S070 NUMERO 90	99/12/22	35284	P	07-420-379) REP POR ACCIDENTE LOC 90
Z29837C	LOCOMOTIVE EMD S070 NUMERO 90	99/12/30	35819	P	PRE LUBRICAR ANTES DE ARRANCAR

MAINTENANCE SHIFT CONTROL

Foreman: I-LOCOMOTORA

Date: 99/12/27 Shift: A

Hours

Order No. and Summary Equipment Number and Type Component and Major Job No.	Personnel:	Hours												Percent Complete	Manhours Worked	Status	
		1:	2:	3:	4:	5:	6:	7:	8:	9:	10:	11:	12:				
05-2781 INSP EC DIARIA LOCS FUND																	
SLAG HAND EQUIP GROUP																	
Est. Manhours: 15																	
07-4251 SERV Y ABAST COMB LOCS DE (SUPPLY)																	
LOCS EQUIP GROUP																	
Est. Manhours: 40																	
07-4261 SERV Y ABAST COMB LOCS DE PATIO																	
LOCS EQUIP GROUP																	
Est. Manhours: 15																	
CAMB.ZAPATAS T "C" SERIE 800																	
CONC CAR EQUIP GROUP																	
Est. Manhours: 25																	
CAMB.ZAPATAS T "C" SERIE 900																	
CONC CAR EQUIP GROUP																	
Est. Manhours: 25																	
CAMB.ZAPATAS T "C" SERIE 1000																	
CONC CAR EQUIP GROUP																	
Est. Manhours: 25																	
INSPE DIARIA CAMB.ZAPATAS T "A" Y																	
WIND CARB EQUIP GROUP																	
Est. Manhours: 12																	
INSPECCION DIARIA DE CABOSES																	
CABOSES EQUIP GROUP																	
Est. Manhours: 10																	
TRABAJOS MISCELANEOS																	
PILO LOCO EQUIP GROUP																	
Est. Manhours: 15																	
2203114 PIA ANUAL LOCO. 11																	
LOCOMOTIVE																	
Est. Manhours: 12																	
REVISION GRAL DE LAS Locom. EMD SD70																	
S38A Locomotive																	
Est. Manhours: 14																	

Date: 99/12/26

DAY-INTERVAL MOBILE EQUIPMENT PM SCHEDULE

Page:

Days to Go	Craft (ML)	Equipment No.	Sheet No.	Day Interval	E
12	ML LOCOMOTIVE	ZZ9838A (LOCOMOTIVE)	3303	45	
31	ML LOCOMOTIVE	ZZ9838A (LOCOMOTIVE)	3297	180	
33	ML LOCOMOTIVE	ZZ9838A (LOCOMOTIVE)	3296	90	
211	ML LOCOMOTIVE	ZZ9838A (LOCOMOTIVE)	3298	360	



Report Date: 99/12/26

Work Order No. 36413

Page: 1

Solicitud Trabajo:

Equipment No.: ZZ9838A (LOCOMOTIVE EMD SD70 NUMERO 61)

Hour Meter: 1859 at time work was completed

Work Class: PREVENTIVO

Date Issued: 99/10/26

Originator: LUCHO MENDOZA

Date Completed: 99/10/30

Foreman: I-LOCOMOTORA

Estimated Hours: 40

Actual Hours: 91

Variance: -51

Work Description: 07:4271 PM. TRIMESTRAL LOCO # 61 Component: N/A

Details: REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL A LOCOMOTORA # 61 USAR LA CTA 7427

Work Performed: SE REALIZO DE ACUERDO A LA HOJA ADJUNTA NOTA AL PASAR EN PRUEBA DE CARGA DEL PUNTO 6 AL 7 SE ESCUCHA UN RUIDO (GOLPE) DEBAJO DE LA CASINA. CONTINUA MARCANDO EL CODIGO 1101

Charge Type	Date Charged	Employee, Part SPL or Reference #	Last Name Part No or Reference#	Part/Service Desc. or Craft (Labor)	Manhours/ Quantity	Unit Cost	Total Charge
Direct Labor	99/10/26	10910	TICONA LIENDO	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	3	\$59.00	\$177.00
Direct Labor	99/10/26	10910	TICONA LIENDO	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	6	\$59.00	\$354.00
Direct Labor	99/10/26	10910	TICONA LIENDO	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	4	\$59.00	\$236.00
Direct Labor	99/10/26	8974	ANDIA RIVAS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	8974	ANDIA RIVAS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	2	\$59.00	\$118.00
Direct Labor	99/10/26	8974	ANDIA RIVAS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	2	\$59.00	\$118.00
Locomotive Mechanic Total					19		\$1,131.00
Direct Labor	99/10/26	1038	PACHA ORTEGA	CP CONTRACT PAINTER	8	\$25.00	\$200.00
Direct Labor	99/10/26	1038	HUAMOLLE APENAS	CP CONTRACT PAINTER	8	\$25.00	\$200.00
Contract Painter Total					16		\$400.00
Direct Labor	99/10/26	8948	VALENCIA RAMOS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	4	\$59.00	\$236.00
Direct Labor	99/10/26	8948	VALENCIA RAMOS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	8948	VALENCIA RAMOS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	2	\$59.00	\$118.00
Direct Labor	99/10/26	10241	OLIN ZAMBRANO	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	3	\$59.00	\$177.00
Direct Labor	99/10/26	10241	OLIN ZAMBRANO	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	8974	ANDIA RIVAS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	8974	ANDIA RIVAS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	8948	VALENCIA RAMOS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	8948	VALENCIA RAMOS	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	10241	OLIN ZAMBRANO	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	10241	OLIN ZAMBRANO	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	10910	TICONA LIENDO	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Direct Labor	99/10/26	10910	TICONA LIENDO	ML LOCOMOTIVE MECHANIC	5	\$59.00	\$295.00
Locomotive Mechanic Total					56		\$455.00
Direct Labor Total					91		\$626.40
Material	99/10/26		40056007		12	\$148.00	\$1,776.00
Material	99/10/26	0	4035103		1	\$19.00	\$19.00
Material	99/10/26	0	40053493		2	\$50.00	\$100.00
Material	99/10/26	0	099930-001F		12	\$50.00	\$960.00
Material	99/10/26	0	834X3DIA		1	\$25.00	\$25.00
Material	99/10/26	0	83400000		1	\$5.00	\$5.00
Material	99/10/26	0	08402066		1	\$14.00	\$14.00
Material	99/10/26	0	08345482		4	\$21.00	\$84.00
Material	99/10/26	0	08402066		2	\$14.00	\$28.00
Material	99/10/26	0	40017457		12	\$6.48	\$77.76
Material	99/10/26	1315021250	15 KILOS	DETERGENTE	5	\$8.80	\$44.00
Material	99/10/26	1315044300	7 LYE	TRAPO LAVADO Y ESTERILIZADO 25KG	0.5	\$28.79	\$14.39
Material	99/10/26	0901016000	OLE SAE 40	OIL FOR LOCOMOTIVE ENGINES SAE 40	0.25	\$165.45	\$41.37
Material	99/10/26	3512085000	PETROLUBE	VAR SOL SOLVENTE # 3		\$115.15	\$115.00
Material Total							\$3,185.04

Costo Total \$3,812.50

APENDICE B: HOJAS DE INSPECCION DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

INSPECCION DIARIA DEL MAQUINISTA

PREVENTIVA CADA 45 DIAS PARA LA SD70

PREVENTIVA CADA 90 DIAS PARA LA SD70

PREVENTIVA CADA 180 DIAS PARA LA SD70

PREVENTIVA CADA 360 DIAS PARA LA SD70

PREVENTIVA CADA 30 DIAS PARA LA G.E.

PREVENTIVA CADA 90 DIAS PARA LA G.E.

PREVENTIVA CADA 180 DIAS PARA LA G.E.

PREVENTIVA CADA 360 DIAS PARA LA G.E.

**FERROCARRIL INDUSTRIAL
 REPORTE DE VIAJES DIARIOS DEL MAQUINISTA**

Lugar de salida Tegucigalpa Hora 03:45 2 am Turno C Locomotora N° 60
 Lugar de llegada Sigüela Hora _____ Turno A Fecha 06-03-2000

1.- CHEQUEO EN MINIMO	CONDICION	4.- TRUQUES	CONDICION
A.- Nivel de aceite del motor	✓	A.- Motor de traccion	✓
B.- Nivel de agua del motor	✓	B.- Ruedas	✓
C.- Nivel de aceite del gobernador	✓	C.- Zapatas	✓
D.- Nivel de aceite del compresor	✓	D.- Pistones, cilindros de freno	✓
E.- Nivel de petróleo	✓	E.- Arbores	✓
F.- Cantidad de arena	✓	F.- Otros	-
G.- Carga de bicrudo	✓	5.- CHEQUEO GENERAL	
2.- CHEQUEO A PLERA CARGA		A.- Radio	✓
A.- Lugar o Km.	<u>5103-55</u>	B.- Velocímetro	✓
B.- Velocidad en millas	<u>18</u>	C.- Circulina	✓
C.- Presión de petróleo lbs/pulg. 2	-	D.- Lubes	✓
D.- Presión turbo lbs/pulg. 2	-	E.- Piro	✓
E.- Presión de aceite del motor L/P2	-	F.- Campana	✓
- Temperatura de agua C-F	<u>184</u>	G.- Puertas y seguros	✓
G.- Medidor de fuerza en amperios	<u>900</u>	H.- Vidrios	✓
3.- FRENOS		I.- Limpia parabrisas	✓
A.- Medidor de freno dinámico: Amper.	<u>900</u>	J.- Antenas	<u>3</u>
B.- Freno automático	✓	K.- Cantidad de calefactores	<u>2</u>
C.- Freno directo	✓	L.- Cantidad de extintores	<u>2</u>
D.- Freno Independiente	✓	M.- Número de cables M.U.	<u>2</u>
E.- Freno de mano	✓	M.- Otros	-

REPORTE POR DEMORA O FALLA DE LOCOMOTORA

Lugar o Km. donde ocurrió el desperfecto: _____
 Tipo de falla o desperfecto y que se hizo para solucionarlo: _____

OBSERVACIONES DEL MAQUINISTA

Hernán Alvarado Ch 51520 [Firma]
 Nombre completo del maquinista Registro Firma

REPORTE DE MANTENIMIENTO

MANT. MECANICO REALIZADO:

 Firma: _____

MANT. ELECTRICO REALIZADO:

MANT. FRENOS DE AIRE REALIZADO:

MANTENIMIENTO POR 45 DIAS-LOCOMOTORA EMD SD70

Craft: ML LOCOMOTIVE
 Frequency: 9 CADA 45 DIAS
 Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Estimate
Safety Information/Instructions: COLOCAR LA TARJETA DE SEGURIDAD EN LA CUCHILLA Y LAS BANDERAS DE PROTECCION EN LA VIA			
*1-INSPECCION Y LIMPIEZA			
	(2)	LIMPIAR CON AIRE TODA LA LOCOMOTORA	50
	(1)	LAVADO DE LA LOCOMOTORA EN PUERTO	50
	(3)	LAVADO DEL PIQUE	20
	(5)	CHEQUEAR LOS PASAMANOS Y ESCALAS, LUEGO SECARLOS PARA EVITAR RESBALARSE	1
*2-SALA DE MAQUINAS-MOTOR DIESEL			
	(2)	INSPECCION DE LAS RPM EN MINIMO	5
	(4)	INSPECCION DE LAS RPM EN MAXIMO	5
	(3)	INSPECCION DE LAS LINEAS DE PETROLEO POR FUGAS	10
	(5)	INSPECCION DE LA BOMBA DE PETROLEO POR RUIDOS ANORMALES Y SI EL MOTOR ESTA CALIENTE	10
	(10)	LIMPIAR EL TUBO INDICADOR DEL NIVEL DE AGUA DEL RESERVORIO	5
	(12)	CHEQUEAR LAS LINEAS DE ACEITE Y EL NIVEL EN EL CARTER DEL MOTOR, AGREGAR SI ES NECESARIO ACEITE TEXACO 15W	15
	(14)	CHEQUEAR LA TEMPERATURA DEL AGUA DEL MOTOR, NO DEBE EXCEDER DE 195°F	5
	(15)	SACAR UNA MUESTRA DE AGUA DEL MOTOR PARA SER ANALIZADA	5
	(15)	INSPECCIONAR LOS ANILLOS DE LOS PISTONES Y LOS CILINDROS POR ROTURAS O DESGASTE	10
	(10)	LIMPIAR EL FILTRO ELEMENTO DEL COLADOR DE PETROLEO	10
	(10)	LIMPIAR LAS CAMARAS DE AIRE DEL MOTOR CON VARSOL Y LUEGO SECARLAS	30
*3-SALA DE MAQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS ELECTRICOS			
	(2)	INSPECCION, CHEQUEO Y PRUEBAS DE LA ALARMA DE LOS CONTROLES AUTOMATICOS Y DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION	10
	(4)	LIMPIEZA CON AIRE DE LOS MOTORES DE TRACCION E INSPECCION DE LOS CARBONES, SI ES NECESARIO CAMBIARLOS O TOMAR Y ANOTAR EN LA HOJA ADJUNTA LAS MEDIDAS PARA VER EL DESGASTE	45
	(5)	LAVAR LAS BATERIAS TENIENDO ESPECIAL CUIDADO CON EL SENSOR DE TEMPERATURA DEL SISTEMA DE CARGA DE BATERIAS, CHEQUEAR LA GRAVEDAD ESPECIFICA DEL ELECTROLITO (1.25 ES NORMAL) Y APLICAR UNA LIGERA CAPA PROTECTORA GRASOSA A LOS TERMINALES	10
	(10)	LIMPIEZA E INSPECCION DE LOS DIODOS RECTIFICADORES DEL GENERADOR PRINCIPAL, INSPECCIONAR SI LOS FUSIBLES ESTAN DAÑADOS	10
	(12)	LIMPIEZA E INSPECCION DE LOS CARBONES DEL GENERADOR ACOMPAÑANTE, ANOTAR LAS MEDIDAS EN LA HOJA ADJUNTA	15
	(14)	LIMPIEZA E INSPECCION DEL MOTOR VENTILADOR DE LAS RESISTENCIAS DEL FRENO DINAMICO	15
	(16)	LIMPIAR CON AIRE A BAJA PRESION LOS TABLEROS ELECTRICOS 1, 2 Y 3 PARA LO CUAL TAPAR LOS DUCTOS EVITANDO QUE EL POLVO INGRESE HACIA EL VENTILADOR, NOTE QUE ES MUY IMPORTANTE QUE LOS SELLOS DE LAS PUERTAS SE ENCUENTREN EN BUEN ESTADO PARA EVITAR FUGAS DE AIRE YA QUE LOS TABLEROS SON PRESURIZADOS	20

MANTENIMIENTO POR 45 DIAS-LOCOMOTORA EMD SD70

Craft: ML LOCOMOTIVE
 Frequency: 9 CADA 45 DIAS
 Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Estimate
	119.	VERIFICAR QUE FUNCIONEN CORRECTAMENTE TODAS LAS LUCES DE TRABAJO EN GENERAL ASI COMO EL RADIO LA CIRCULINA Y LA CALEFACCION	10
	120.	INSPECCION Y LIMPIEZA DEL TABLERO ELECTROICO POSTERIOR AL CONTROL DEL MAQUINISTA EXISTEN TRES COMPARTIMIENTOS CHEQUEAR SI HAY CABLES SUELTOS ROTOS O SULFATADOS	10
14 -SALA DE MAQUINAS-SISTEMA DE AIRE	12.	REGULAR LOS FRENOS DE AIRE O CAMBIAR DISCOS Y REGULAR ESTA OPERACION NO OLVIDE DE AJUSTAR EL FRENO DEL TRUQUE EN QUE SE ESTE TRABAJANDO	15
	14.	CHEQUEAR LOS ARENEROS NO DEBEN HABER MANDERAS ROTAS LAS TOBERAS DEBEN ESTAR CON SUS SEGUROS Y BIEN AJUSTADAS ENTRE LA RUEDA Y EL RIEL	5
	15.	REGULAR EL FRENO DE MANO INSPECCIONAR EL RESORTE DE TENSION POR DESGASTE O FATIGA	5
	18.	INSPECCIONAR EL COLOR DEL VISOR DEL SEÑALADOR DE AIRE DEBE SER DE COLOR AZUL EN CASO QUE EL COLOR SEA BLANCO ESTO INDICARA QUE SE TIENEN QUE CAMBIAR LOS FILTROS INTERIORES	5
	110.	INSPECCIONAR LA VALVULA DE SEGURIDAD DEL TANQUE RESERVORIO POR DAÑOS O FUGAS	5
	112.	INSPECCIONAR LA VALVULA DE SEGURIDAD DE LA COMPRESORA POR DAÑOS O FUGAS	5
	114.	CHEQUEAR LAS CULATAS DE ALTA Y BAJA DEL COMPRESOR POR RUIDOS ANORMALES O FUGAS DE AIRE POR LOS EMPACUES	5
	118.	CHEQUEAR LOS CILINDROS DE FRENO POR FUGAS O RAYADURAS DEL EJE Y SI LOS PERNOS DEL SOPORTE ESTAN ROTOS	5
	113.	REALIZAR UNA INSPECCION GENERAL A LAS TUBERIAS POR FUGAS DE AIRE	5
	125.	INSPECCIONAR LAS MANGUERAS DE AIRE ALTIMATICO DIRECTO Y LATERALES POR ROTURAS ASI COMO LAS GOMAS DE LAS CONEXIONES CAMBIARLAS SI ES NECESARIO	5
15 -SALA DE MAQUINAS-SISTEMA DE LUBRICACION	12.	TOMAR MUESTRA DE ACEITE DEL MOTOR PARA QUE SEA ANALIZADO EN EL LABORATORIO INDICAR LAS HORAS DE SERVICIO DEL ACEITE Y DE LA MAQUINA EN EL FRASCO	5
	2.	INSPECCIONAR EL NIVEL DE ACEITE DE LAS SALAS DE ENGRANAJES AGREGAR EL NUMERO DE BOLSAS QUE SEA NECESARIO LUEGO REVISAR LOS PERNOS SOPORTES POR ROTURA O SI ESTAN SUELTOS	10
15 -SALA DE MAQUINAS-CABINA DEL OPERADOR	12.	INSPECCIONAR LAS PUERTAS Y VENTANAS SI LOS JEBES ESTAN DANADOS O SI LOS VIDRIOS ESTAN RAJADOS U OPACOS	5
	14.	REVISAR LOS ASIENTOS Y EL TAPASOL SI ESTAN ROTOS O RAJADOS	5
	16.	LIMPIAR EL BAÑO DE LA LOCOMOTORA	10
	15.	VERIFICAR SI LOS DOS EXTINTORES SE ENCUENTRAN CON SU PRECINTO DE SEGURIDAD Y BIEN PROTEGIDOS CON LA BOLSA PLASTICA	5
	110.	LIMPIAR LA PANTALLA DEL EM 2000 CON UN PAÑO HUMEDO	5
	112.	INSPECCIONAR LA CAJA GRABADORA DE EVENTOS SI TIENE CABLES O CONECTORES SUELTOS Y SI LAS CONEXIONES ESTAN SUCIAS LIMPIAR CON SOLVENTE DIELECTRICO	10
	114.	VERIFICAR QUE LOS LIMPIAPARABRISAS FUNCIONEN CORRECTAMENTE Y LOS JEBES DE LAS PLUMILLAS ESTEN EN BUEN ESTADO PARA NO RAYAR LOS VIDRIOS	10

MANTENIMIENTO POR 45 DIAS-LOCOMOTORA EMD SD70

Craft: ML LOCOMOTIVE
 Frequency: 9 CADA 45 DIAS
 Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Estimate
	14	VERIFICAR QUE LA CAMPANA Y EL PITO FUNCIONEN CORRECTAMENTE	5
11 SISTEMA INFERIOR-TRUQUES			
	12	INSPECCIONAR LOS COJINETES DE LAS RUEDAS POR RAJADURAS O FUGAS DE GRASA TAMBIEN MEDIR LA TEMPERATURA EL RANGO NORMAL ES ENTRE 55 Y 95 °C	5
	13	CHEQUEAR Y MEDIR EL DESGASTE DE LOS TOPE DE LA PLATAFORMA Y TRUQUES NO DEBEN SER MAS DEL 75% DEL ESPESOR DE LAS PLANCHAS	10
	14	INSPECCIONAR SI EXISTEN FUGAS DE GAS EN LOS AMORTIGUADORES HORIZONTALES Y VERTICAL EN LOS VERTICALES ASI COMO POR GOLPES QUE PUEDAN EVITAR SU BUEN FUNCIONAMIENTO	10
	15	CHEQUEAR EL ESTADO DE LAS RUEDAS LAS PESTANIAS TOMANDO Y ANOTANDO LAS MEDIDAS CON EL CALIBRADOR ADECUADO NOTAR QUE EL ESPESOR NO DEBE SER INFERIOR A 1"	15
	16	INSPECCIONAR EL TANQUE DE RETENCION POR FUGAS DE LIQUIDO EN LAS TAPAS O DEBDO A UN SOBREFLUJO EN EL TUBO DE DESCARGA	5
	17	CHEQUEAR SI HAY DESGASTE EN LA PLANCHA DE LOS COPLES NO DEBEN SER MAYORES A 1/16"	5
	18	MEDIR LA ALTURA DEL COPLE DE ENGANCHE DESDE EL TOPE DEL RIEL AL CENTRO DE ESTE COPLE ESTA ALTURA NO DEBE SER INFERIOR A 34.12"	5
	19	CHEQUEAR LOS PINES Y BUJES DE LOS COPLES DE ENGANCHE POR DESGASTE O FISURAS	5
	20	INSPECCIONAR EL RADAR SI TIENE GOLPES O PERNOS SUELTOS	5
	21	INSPECCIONAR LOS RESORTES AMORTIGUADORES ENTRE LA PLATAFORMA Y EL TRUQUE POR DESPRENDIMIENTO DEL JEBE CON RESPECTO AL METAL SI SE ESTA QUEBRANDO O ROMPIENDO	10
12 PRUEBAS EN EL EM 1000			
	11	CONTACTORES Y RELES	2
	12	INVERSOR DEL FRENO DINAMICO Y A F.ERZA	4
	13	FRENO DINAMICO	2
	14	EXCITACION DE CARGA	5
	15	PATINAMIENTO DE RUEDAS	5
	16	CONTROL DE VELOCIDAD	5
	17	FUNCIONAMIENTO DEL RADAR	5
	18	SOPLADORES DE MOTORES DE TRACCION	5
	19	VENTILADORES DE LOS RADADORES	5
13 TOMAR LECTURAS EN LA PANTALLA DEL EPIC II (PSI)			
	(1)	PRESION EN EL RESERVORIO PRINCIPAL	1
	(2)	PRESION EN EL RESERVORIO EQUILIBRANTE	1
	(3)	PRESION EN EL FRENO INDEPENDIENTE MAXIMO	1
	(4)	PRESION EN LA REDUCCION DE FRENO	1

Date: 00/01/11

Sheet No. 3303

Page: 4

MANTENIMIENTO POR 45 DIAS-LOCOMOTORA EMD SD70

Craft: ML LOCOMOTIVE
Frequency: 9 CADA 45 DIAS
Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Estimate
		15) REALIZAR UNA PRUEBA DE CAMPO TAMPO EN FUERZA COMO EN DINAMICO COORDINANDO CON EL RADIO OPERADOR PARA USAR UNA LINEA EN EL PATIO	
Total:			12.05

Craft: ML LOCOMOTIVE
Frequency: 1 CADA 3 MESES
Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Estimate
Safety Information/Instructions: COLOCAR LA TARJETA DE SEGURIDAD EN EL INTERRUPTOR Y LAS BANDERAS DE PROTECCION EN LA VIA			
* 2 -SALA DE MAQUINAS-MOTOR DIESEL			
	(29)	INSPECCION DE LOS INYECTORES POR FUGAS O CABLES ELECTRICOS DANADOS	10
	(30)	REVISAR CON LUZ ULTRAVIOLETA LAS LINEAS DE PETROLEO	10
	(30)	CAMBIAR EL ELEMENTO FILTRANTE DE LA BOMBA DEL TURBO	15
	(32)	CAMBIAR LOS FILTROS ELEMENTOS DE ACEITE	30
	(34)	CAMBIAR EL FILTRO DEL TURBO	15
	(36)	CAMBIAR LOS FILTROS ELEMENTOS PRIMARIOS DE PETROLEO	20
	(36)	CAMBIAR LOS FILTROS SECUNDARIOS DE PETROLEO	15
	(40)	CAMBIAR LOS FILTROS DE AIRE DEL MOTOR	20
	(42)	VERIFICAR SI NO ESTA TAPADO EL DRENAJE CERCA AL GENERADOR PRINCIPAL	5
* 4 -SALA DE MAQUINAS-SISTEMA DE AIRE			
	(24)	CHEQUEAR LA PRESION DE ACEITE DE LA COMPRESORA DE AIRE DEBE SER 15 A 25 PSI	10
	(26)	CAMBIAR ACEITE Y FILTRO DEL COMPRESOR SACAR MUESTRA DE ACEITE	5
	(28)	INSPECCIONAR LOS ASPIRADORES DE LOS FILTROS INERCIALES POR OBSTRUCCION DE AGUJEROS DEL SOPLADOR DE AIRE DE LOS MOTORES DE TRACCION DE AMBOS TRUQUES CHEQUEAR LOS SELLOS DE LAS CAMARAS DEL GENERADOR PRINCIPAL POR DAÑOS	15
* 9 -TOMAR LECTURAS EN LA PANTALLA DEL EPIC II			
	(3)	PARA ESTA PRUEBA SE TIENE QUE ENTRAR EN LA PANTALLA DEL EPIC Y EN DIAGNOSTICOS ENTRAR A LA OPCION CALIBRACION DE LA MANIJA DE FRENO	1
	(7)	MANIJA DE AUTOMATICO-MINIMA REDUCCION (25 COMO DIGITOS ES OK)	1
	(7)	MANIJA DE AUTOMATICO-MINIMA REDUCCION- (25 COMO DIGITOS ES OK)	1
	(8)	MANIJA DE AUTOMATICO-10 PSI DE REDUCCION (85 COMO DIGITOS ES OK)	1
	(9)	MANIJA DE AUTOMATICO-SERVICIO COMPLETO (174 COMO DIGITOS ES OK)	1
	(10)	MANIJA DE AUTOMATICO-SUPRESION (204 COMO DIGITOS ES OK)	1
	(11)	MANIJA DE AUTOMATICO-MANILLA AFUERA (256 COMO DIGITOS ES OK)	1
	(12)	MANIJA DE AUTOMATICO-EMERGENCIA (286 COMO DIGITOS ES OK)	1
	(13)	MANIJA DE INDEPENDIENTE-AFLUJE (0 COMO DIGITOS ES OK)	1
	(14)	MANIJA DE INDEPENDIENTE-SERVICIO COMPLETO (256 COMO DIGITOS ES OK)	1
Total:			3 00

MANTENIMIENTO SEMESTRAL-LOCOMOTORA SD70

Craft: ML LOCOMOTIVE
 Frequency: S CADA SEIS MESES
 Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Estimate
Safety Information/Instructions: COLOCAR LA TARJETA DE SEGURIDAD EN EL INTERRUPTOR Y LAS BANDERAS DE PROTECCION EN LA VIA			
1.2-SALA DE MAQUINAS-MOTOR DIESEL			
	146	VERIFICAR QUE LOS BOTONES DE EMERGENCIA PARA APAGAR EL MOTOR DIESEL TRABAJEN CORRECTAMENTE	5
	148	VISUALMENTE INSPECCIONAR EL CIGUEÑAL Y EL CARTER DEL MOTOR POR FUGAS INTERNAS	15
	150	CHEQUEAR POR FUGAS EL ENFRIADOR DE ACEITE	5
	152	CAMBIAR EL FILTRO ELEMENTO DEL COLADOR DE PETROLEO	10
	154	PREVIA VERIFICACION DE LA HOJA DE ANALISIS DE ACEITE DEL MOTOR TOMAR LA DECISION DE CAMBIARLO CASO CONTRARIO SOLO AGREGAR EL NIVEL RECOMENDADO	100
1.3-SALA DE MAQUINAS-EQUIPOS Y SISTEMAS ELECTRICOS			
	122	INSPECCIONAR EL DESGASTE DE LOS ANILLOS DEL COLECTOR DEL ALTERNADOR ACOMPAÑANTE ANOTAR EN LA HOJA	15
1.4-SALA DE MAQUINAS-SISTEMA DE AIRE			
	120	VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LOS TRANSDUCTORES DE PRESION DEL EPICENTRO DEL BANCO DERECHO COMO LO INDICA EL ERDC USANDO PARA ELLOS EL INDICADOR MAGNETICO RECOMENDADO	15
1.5-SALA DE MAQUINAS-CABINA DEL OPERADOR			
	132	LUBRICAR EL SISTEMA DE CONTROL DE ACELERACION Y MANIJA REVERSORA EN LOS PUNTOS DE PIVOT SOLO UN GOLPE DE GRASA EN CADA PUNTO	10
	140	TOMAR LAS LECTURAS DE LA PRESION EN LAS CABINAS 1 Y 3 USANDO EL MANOMETRO EN TU ESTAS DEBEN ESTAR ENTRE 3 A 5 PULGADAS DE AGUA	15
1.7-SALA DE MAQUINAS-TRUCUE CABINA DEL OPERADOR			
	122	INSPECCIONAR LAS CADENAS DE SUJECCION ENTRE EL TRUCUE Y PLATAFORMA POR DESGASTE O ROTURAS	10
	124	CHEQUEAR POR DESGASTE LOS AMORTIGUADORES DEL TRUCUE RADIAL ENTRE LA VIGA DE DIRECCION Y LAS VARILLAS DE TRACCION DEL EJE SCHLOS HORIZONTALES	10
1.8-PRUEBA			
	131	REALIZAR UNA PRUEBA DE CARGA USANDO PARA ELLO LA LAPTOP Y ANOTANDO LOS VALORES EN LOS FORMATOS PROPORCIONADOS POR EMD	90
Total:			520

Craft: ML LOCOMOTIVE
Frequency: N ANUAL
Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Estim
Safety Information/Instructions: COLOCAR LA TARJETA DE SEGURIDAD EN EL INTERRUPTOR Y LAS BANDERAS DE PROTECCION EN LA VIA			
1.2 -SALA DE MAQUINAS-MOTOR DIESEL			
	(58)	REGULAR LAS VALVULAS DE ESCAPE	
	(60)	INSPECCION MINUCIOSA Y COMPLETA DE LOS CONJUNTOS DE POTENCIA LOS CUALES INCLUYE PISTONES BIELAS ANILLOS TUBERIAS BANCADAS Y CIGUEÑAL POR FISURAS O DESGASTE	
	(62)	INSPECCIONAR LOS PERNOS SOPORTE DE LAS BOMBAS DE ACEITE TANTO PRIMERA, SEGUNDA DE ENFRIAMIENTO	
	(64)	INSPECCIONAR EL EJE DE LEYAS POR DESGASTE Y QUE LOS CANALES DE LUBRICIDAD ESTEN TRABAJANDO CORRECTAMENTE	
	(65)	SACAR UNA MUESTRA DE PETROLEO PARA ANALISIS Y CUANDO OREAR 75 GALONES DEL CONDENSADO DEL TANQUE DE PETROLEO	
	(66)	REALIZAR LA PRUEBA DE PRESURIZACION DEL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO Y DE LA TAPA DEL TANQUE DE AGUA NOTAR QUE NO DEBE EXCEDERSE DE 30 P.S.I. EN EL SISTEMA SI POR ALGUNA RAZON SE REQUIERE LLEGAR A 60 P.S.I. HAY QUE SACAR LAS TIRAS DE LOS RADIADORES ASI COMO APROVECHAR EN LIMPIARLAS	
	(70)	INSPECCIONAR LA MALLA FILTRANTE DEL TURBO PARA LO CUAL SACAR LA TAPA SUPERIOR OBSERVAR SI NO HAY PERFORACIONES DEBIDO A PARTICULAS EXTRANIAS	
	(72)	SACAR UNA MUESTRA DE ACEITE DEL TURBO PARA ANALISIS SI HAY ALTO PORCENTAJE DE SILICE INDICARA UN DESGASTE PREMATURO DE ESTE COMPONENTE	
1.3 -SALA DE MAQUINAS-EQUIPOS Y SISTEMAS			
	(25)	INSPECCIONAR LOS AISLAMIENTOS DE LOS CABLES Y LAS CONEXIONES DE ESTOS CON EL GENERADOR PRINCIPAL	
	(26)	INSPECCIONAR LAS BRULAS DEL FRENO DINAMICO POR CORTO-CIRCUITOS ASI COMO LOS CABLES DE CONEXION	
	(30)	INSPECCIONE LOS PROTECTORES CONTRA ARCOS Y LOS INTERLOCKES POR TRAPILLOS SUJETOS EN LA SUJECCION	
	(32)	VISUALMENTE INSPECCIONE LOS MOTORES DC Y RENUEVE LOS CARBONES EN JUEGOS COMPLETOS ESTOS SON DE CALEFACCION MOTOR QUE CONTROLA EL CAMBIO DE FUERZA A FRENO DINAMICO Y EL DE LA DIRECCION DE MARCHA UBICADO EN EL GABINETE D	
	(34)	DESMONTAR LOS MOTORES DE ARRANQUE E INSPECCIONAR LOS CARBONES Y DIENTES DE BENDIX ASI COMO LA CREMALLERA DE LA VOLANTE DEL MOTOR DIESEL	
1.4 -SALA DE MAQUINAS-SISTEMA DE AIRE			
	(36)	CAMBIAR EL FILTRO DE AIRE DEL EPIC II UBICADO EN LA UNIDAD DE OPERACION NEUMATICA	
1.6 -SALA DE MAQUINAS-CABINA DEL OPERADOR			
	(44)	LUBRICAR EL CONTROL DEL FRENO DEL EPIC II (MANILAS DEL INDEPENDIENTE Y AUTOMATICO) SOLO CON UN GOLPE DE GRASA EN LOS CUATRO PUNTOS EXISTENTES	
1.7 -SALA DE MAQUINAS-TRUCUES			
	(30)	INSPECCIONAR LAS CADENAS DE SUJECCION ENTRE EL TRUCUE Y PLATAFORMA POR DESGASTE O ROTURA	
	(32)	CHEQUEAR POR DESGASTE LA LUZ DEL PIN PIVOT CENTRAL DE LA PLATAFORMA CON EL PIVOT DEL TRUCUE TOMAR MEDIDAS LA LUZ NO DEBE EXCEDER DE 1/32"	

Date: 99/12/30

Sheet No. 454

Page:

LOCOMOTORA GENERAL ELECTRIC (M) MENSUAL

Craft: ML LOCOMOTORAS
 Frequency: M MENSUAL (Monthly)
 Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Esti
=====			
Safety Information/Instructions: COLOQUE SU TARJETA DE SEGURIDAD ANTES DE INICIAR EL TRABAJO			
* 1. SALA DE MAQUINAS			
-EQUIPO	(1)	1 - LIMPIAR CON AIRE TODA LA LOCOMOTORA	
	(2)	2 - LAVADO DE LA LOCOMOTORA EN PUNTO 3	
	(3)	3 - CHEQUEAR PASAMANOS Y ESCALERAS	
	(4)	4 - LAVADO DEL PQUE	
=====			
* 2. SALA DE MAQUINAS			
-MOTOR DIESEL	(1)	1 - INSPECCIONAR EL RPM EN MINIMO	
	(2)	2 - INSPECCIONAR EL RPM EN MAXIMO	
	(3)	3 - INSPECCIONAR LAS LINEAS DE PETROLEO	
	(4)	4 - INSPECCIONAR LOS INYECTORES	
	(5)	5 - INSPECCIONAR LA BOMBA DE TRANSFERENCIA DE PETROLEO	
	(6)	6 - INSPECCIONAR LAS BOMBAS DE INYECCION	
	(7)	7 - CHEQUEAR VALVULA REGULADORA DE PRESION DE PETROLEO	
	(8)	8 - REVISAR DETECTORES DE BAJA PRESION DE ACEITE Y AGUA	
	(9)	9 - VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DE LAS LINEAS DE ACEITE Y SUS NIVELES	
	(10)	10 - LIMPIAR TUBO INDICADOR DE NIVEL DE AGUA	
	(11)	11 - CHEQUEAR TEMPERATURA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	
	(12)	12 - CHEQUEAR PRESION DE PETROLEO	
	(13)	13 - CHEQUEAR PRESION DE ACEITE	
	(14)	14 - CHEQUEAR PRESION DEL TURBO	
	(15)	15 - CHEQUEAR PRESION DE AGUA	
=====			
* 3. SALA DE MAQUINAS			
-SISTEMA DE AIRE	(1)	1 - VERIFICAR PRESION DE ACEITE DE LA COMPRESORA	
	(2)	2 - VERIFICAR PRESION DE AIRE EN EL TANQUE	
	(3)	3 - VERIFICAR PRESION DE AIRE EN EL MANIFESTO	
	(4)	4 - REGULAR LOS FRENS DE MANO	
	(5)	5 - CHEQUEAR LOS ARENEROS	
	(6)	6 - CHEQUEAR MANOMETRO INDEPENDIENTE DEL FRENO, 50 LBS	
	(7)	7 - CHEQUEAR MANOMETRO DEL FRENO AUTOMATICO, 90 LBS	
	(8)	8 - CHEQUEAR MANOMETRO DEL FRENO DIRECTO, 70 LBS	
	(9)	9 - CHEQUEAR MANOMETRO DEL TANQUE PRINCIPAL, 140 LBS	

Craft: ML LOCOMOTORAS
Frequency: M MENSUAL (Monthly)
Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Esti
	(10)	10 - CHEQUEAR VALVULAS OEL LIMPIA PARABRISAS	
	(11)	11 - CHEQUEAR VALVULAS SALEM 818-LI DE COMPRESORA	
	(12)	12 - CHEQUEAR VALVULA SALEM 580 DE DRENAJE	
	(13)	13 - CHEQUEAR VALVULA SALEM 500 DE ARENEROS	
	(14)	14 - CHEQUEAR VALVULA SALEM 824 OEL FILTRO DE AIRE	
	(15)	15 - CHEQUEAR VALVULA DE SEGURIDAD DEL TANQUE PRINCIPAL	
	(16)	16 - CHEQUEAR VALVULA DE SEGURIDAD DE COMPRESORA	
	(17)	17 - CHEQUEAR VALVULAS DE ALTA Y BAJA DE LA COMPRESORA	
	(18)	18 - CHEQUEAR VALVULAS OEL PITO Y LA CAMPANA	
	(19)	19 - CHEQUEAR CILINDROS DE FRENOS DE LA LOCOMOTORA	
	(20)	20 - CHEQUEAR CAÑERIAS DE AIRE EN GENERAL	
	(21)	21 - CHEQUEAR MANGUERAS DE AIRE DEL AUTOMATIC DEL DIRECTO Y DE LA TOLVA	
	(22)	22 - DESTAPAR VALVULAS DE LOS ARENEROS DELANTERO Y POSTERIOR	
	(23)	23 - CAMBIAR FILTROS DE AIRE FIBRA DE VIORIO	
4. SALA DE MAQUINAS			
-SISTEMA DE LUBRICACION	(1)	1 - TOMAR MUESTRA DE ACEITE DEL MOTOR	
	(2)	2 - CHEQUEAR GOBERNADOR Y SU NIVEL DE ACEITE	
	(3)	3 - CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DE LA COMPRESORA	
	(4)	4 - CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE A CAJA OEL GENERADOR PRINCIPAL	
	(5)	5 - CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DEL CLUTCH	
	(6)	6 - CHEQUEAR NIVEL DE ACEITE DEL PLATO CENTRAL	
	(7)	7 - AJUSTAR Y/O CAMBIAR CAJA DE ENGRANAJES	
	(8)	8 - ENGRASAR VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO CON GRASA EP-2	
	(9)	9 - ENGRASAR CON GRASA TEXACO 7500 COPLA DE MOTOR, COMPRESORA Y CLUTCH	
	(10)	10 - ENGRASAR CON GRASA EP-2 LA BOMBA DE AGUA	
	(11)	11 - ENGRASAR CON GRASA EP-2 LOS ACOPLAMIENTOS DE TRACCION	
	(12)	12 - LIMPIAR FILTROS DE AIRE DE LA COMPRESORA	
	(13)	13 - CHEQUEAR Y LIMPIAR LUBRICADORES DE LAS CHUMACERAS	
	(14)	14 - CAMBIAR FILTRO DE PETROLEO	
	(15)	15 - CAMBIAR ACEITE TEXACO 1570 A LAS CHUMACERAS DE MOTOR DE TRACCION	
	(16)	16 - AUMENTAR 20 COJINES DE GRASA TM 7500 A CAJA DE ENGRANAJES	

Date: 99/12/30

Sheet No. 454

Page

Craft: ML LOCOMOTORAS
Frequency: M MENSUAL (Monthly)
Shutdown Required? Y

LOCOMOTORA GENERAL ELECTRIC (M) MENSUAL

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	E
* 3. SALA DE MAQUINAS			
-CABINA DEL OPERADOR	(1)	1 - VERIFICAR CABINA, PUERTAS Y VENTANAS	
	(2)	2 - VERIFICAR ASIENTOS Y TAPASOL	
	(3)	3 - LIMPIAR BANO DE LA LOCOMOTORA	
	(4)	4 - CHEQUEAR LOS EXTINGUIDORES	
* 6. SALA DE MAQUINAS			
-TRUCKS	(1)	1 - CHEQUEAR LUZ ENTRE LA PLATAFORMA Y LOS TRUCKS	
	(2)	2 - CALIBRAR LAS RUEDAS DE LA LOCOMOTORA	
	(3)	3 - CHEQUEAR TAPAS DE CHUMACERAS DEL MOTOR DE TRACCION	
	(4)	4 - CHEQUEAR LAS FAJAS DEL VENTILADOR DEL MOTOR DE TRACCION	
	(5)	5 - CHEQUEAR DESGASTE A PLANCHAS DE LOS COPLES	
* 7. OBSERVACIONES			
-DEL SUPERVISOR ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO	(1)		
	(2)		
	(3)		
	(4)		
* 8. REQUERIMIENTOS POR PM			
-MATERIALES A USAR	(1)	CANT. CODIGO SPCC DESCRIPCION	
	(2)	4 5205011520 FILTRO DE AIRE FIBRA DE VIDRIO	
	(3)	4 5205011530 FILTRO DE AIRE	
	(4)	4 5205014210 FILTRO DE PETRROLEO	
	(5)	42 GAL 3901016000 ACEITE A GRANEL 1570	
	(6)	4 LBS 3902002000 GRASA MULTIPLE EP-2	
	(7)	20 COJ 3902002500 GRASA NEGRA CRATER	
	(8)	55 GAL XEROSENE INDUSTRIAL	

Total:

Craft: ML LOCOMOTORAS
Frequency: Q TRIMESTRAL (Quarter)
Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Est:
Safety Information/Instructions: COLOQUE SU TARJETA DE SEGURIDAD ANTES DE INICIAR EL TRABAJO			
* 1. SALA DE MAQUINAS -MOTOR DIESEL	(1)	1. RETORQUEAR LINEAS DE ALTA PRESION DE PETROLEO	
	(2)	2. REVISAR CON LUZ ULTRAVIOLETA LAS LINEAS DE PETROLEO	
	(3)	3. VERIFICAR CREMALLERAS DE BOMBAS DE INYECCION	
	(4)	4. RECALIBRAR LAS VALVULAS	
* 2. SALA DE MAQUINAS -SISTEMA DE LUBRICACION	(1)	1. ENGRASAR BRAZOS DE LA PALANCA DEL GOVERNADOR	
	(2)	2. LUBRICAR CON GRASA EP-2 EL CABLE DEL VELOCIMETRO	
	(3)	3. CAMBIAR FILTROS DE ACEITE DEL MOTOR	
	(4)	4. CAMBIAR ACEITE 1570 AL CLUTCH	
	(5)	5. CAMBIAR FILTRO DE AIRE A LA COMPRESORA	
	(6)	6. CAMBIAR ACEITE 1570 A CAJA DEL GENERADOR PRINCIPAL	
	(7)	7. CAMBIAR ACEITE DELVAC 1210 A LA COMPRESORA	
* 3. SISTEMA INFERIOR -VARIOS	(1)	1. CALIBRAR ALTURA A COPLAS DE ENGANCHE	
	(2)	2. CHEQUEAR PIN Y BUSHINGS A COPLAS DE ENGANCHE	
* 4. OBSERVACIONES -DEL SUPERVISOR ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO	(1)		
	(2)		
	(3)		
	(4)		
* 5. REQUERIMIENTOS POR PM -MATERIALES A USAR:	(1)	CANT CODIGO SPCC DESCRIPCION	
	(2)	8 3211040600 FILTRO DE ACEITE	
	(3)	1 5205008430 FILTRO DE ACEITE DE LA COMPRESORA	
	(4)	2 5205008050 FILTRO DE AIRE DE LA COMPRESORA	
	(5)	12 5205010060 FILTRO DE AIRE	
	(6)	04 GL 3901018000 ACEITE A GRANEL 1570	
	(7)	12 GL 3901001910 ACEITE DELVAC 1210	

Date: 99/12/30

Sheet No. 456

Page:

LOCOMOTORA GENERAL ELECTRIC (4) SEMESTRAL

Craft: ML LOCOMOTORAS
Frequency: 4 SEMESTRAL
Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Esti
Safety Information/Instructions: COLOQUE SU TARJETA DE SEGURIDAD ANTES DE INICIAR SU TRABAJO			
* 1. SALA DE MAQUINAS -MOTOR DIESEL	(1)	1. RETORQUE ARBORNOS DE MONTAJE DE MOTOR DIESEL	
* 2. SALA DE MAQUINAS -COMPRESORA	(1)	1. RETORQUEAR PERNOS DE MONTAJE DE LA COMPRESORA	
* 3. SALA DE MAQUINAS -SISTEMA DE LUBRICACION	(1)	1. CHEQUEAR CASA DE COJINETES	
	(2)	2. CAMBIAR ACEITE AL MOTOR DIESEL	
	(3)	3. CAMBIAR ACEITE AL GOBERNADOR	
	(4)	4. CAMBIAR ACEITE A LA COMPRESORA	
* 4. OBSERVACIONES -DE SUPERVISOR EN CARGO DEL MANTENIMIENTO	(1)		
	(2)		
	(3)		
	(4)		
* 5. REQUERIMIENTOS POR PM -MATERIALES USAR	(1)	CANT CODIGO SPCC DESCRIPCION	
	(2)	275 GL 3P21001600 ACEITE A GRANEL 1570	

Total: 80

Date: 99/12/30

Page:

Craft: ML LOCOMOTORAS
Frequency: Y ANUAL (Yearly)
Shutdown Required? Y

Component/Part	Task No.	Maintenance Task Required User-Defined Information	Esti
Safety Information/Instructions: COLOQUE SU TARJETA DE SEGURIDAD ANTES DE INICIAR EL TRABAJO			
* 1. SALA DE MAQUINAS -MOTOR DIESEL	(1)	1 - CHEQUEAR LOS METALES DE LA BANCADA PRINCIPAL	
	(2)	2 - CHEQUEAR LOS METALES DE BIELA	
	(3)	3 - CHEQUEAR COMPRESION DE LOS CILINDROS	
	(4)	4 - CHEQUEAR JUEGO AXIAL DEL CIGUENAL	
	(5)	5 - ALINEAMIENTO GENERAL	
	(6)	6 - CHEQUEAR POTENCIA DE MOTOR	
	(7)	7 - RETORQUEAR PERNOS DEL MULTIPLE DE ESCAPE	
	(8)	8 - CAMBIAR INYECTORES	
	(9)	9 - CAMBIAR TURBO	
* 2. SALA DE MAQUINAS -SISTEMA DE LUBRICACION	(1)	1 - CAMBIAR ACEITE 1570 A CAJA DEL VENTILADOR	
* 3. OBSERVACIONES -DEL SUPERVISOR ENCARGADO DEL MANTENIMIENTO	(1)		
	(2)		
	(3)		
	(4)		

Total: 14

APENDICE C: ANALISIS DE ACEITE

REPORTE DE LABORATORIO DEL ANALISIS
HOJAS DE INTERPRETACION DEL ANALISIS

TEXACO

TexCheck

Texpet N° IAU 2586

Cliente: SOUTHERN PERU COPPER CORP.

Máquina: LOC51 LOCOMOTORA 61

Producto: 1570 DIESEL ENGINE OIL

Km. / Hr. / Otro: NO REPORTADO

Servicio: AMD

Datos de Laboratorio

Análisis N° IAU 2586

Km. / Hr. / Otro 0

Fecha de Muestreo.

Fecha de Recibo 11/5/99

APARIENCIA NEGRO

OLOR USADO

AGUA, % VOL. 0.00

VISCOSIDAD cSt: 40°C 153.55

TBN 8.98

* ALUMINIO, PPM 2

* COBRE, PPM 19

* CROMO, PPM 1

* HIERRO, PPM 15

* PLOMO, PPM 7

* SILICE, PPM 7

* ZINC, PPM 0

HOLLIN COMBUSTION, % 1.00

LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DEL ACEITE REPRESENTADO POR LA MUESTRA NOS INDICAN

COMENTARIOS

CONDICIONES GENERALES SATISFATORIAS EL ACEITE PUEDE CONTINUAR EN USO

Departamento Técnico

LUBE OIL ANALYSIS	BASIS FOR ANALYSIS	NORMAL No Action Required	BORDERLINE Take Extra Oil Samples	HIGH Correct Condition	RECOMMENDED ACTION
					<div style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></div> Shut Down Engine. Drain Lub Oil. <div style="border-top: 1px solid black; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></div> Change Filters. <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></div> Change Filters Only.
Fuel Leak	Viscosity & Flash Point — Check for dilution if flash point less than 400° F or oil viscosity drops 15% or more at 100°F.	0 to 2%	2 to 5%	Above 5%	Borderline — find and fix fuel leak.
					High — check main bearings per maintenance manual.
Water Leak	Free Water	None		Any	Resample with dry container. Find and fix leak. Check main bearings per maintenance manual.
	Chromate Inhibitor	0 to 20 ppm	20 to 40 ppm	Above 40 ppm	Find and fix water leak. Check lube oil filter tank pressure.
	Boron Inhibitor	0 to 10 ppm	10 to 20 ppm	Above 20 ppm	
Air Filtration	Silicon	0 to 5 ppm	5 to 10 ppm	Above 10 ppm	Improved air filter maintenance required. Anti-foam agent present in new oil.
Excessive Oxidation	TBN (D-664) TBN (D-2896) Viscosity Rise pH Pentane Insolubles			Min TBN (D-664) 1.0 (D-2896) 3.0 Max. Vls. Rise In S U S @ 100° F. 30% Min. pH 5.0 Max. Pent. Insol. 2%	Change Oil. If short oil life persists, check lube oil quality, fuel sulfur content, oil cooler efficiency, engine temperature controls, power output (governor and rack settings), engine condition (worn rings, cracked pistons, poor combustion, oil filtration, or oil pump suction leak).
Contaminated fuel (cracking catalyst)	Aluminum, Silicon, and/or Magnesium		Above 5 ppm		Check fuel cleanliness. Notify fuel supplier. If engine smokes, check injector calibration and tip erosion. Check if piston rings are excessively worn.
Oil Contamination	Zinc	0 to 10 ppm	Above 10 ppm becomes more dangerous with increasing values		Check if oil is contacting galvanized or zinc painted surfaces. Check if make up oil in stock is within specifications. Notify lube oil supplier. Check for silver bearing failures.
	Silver	0 to 1 ppm	1 to 2 ppm	Above 2 ppm	Check if oil contains zinc or is corrosive to silver. Check for broken piston cooling tubes, inefficient oil cooler, or improper temperature control. Fuel loaded areas of piston pins for signs of distress. Measure piston to head clearance with load readings. Oil draining is not mandatory. Check strainers and bottom of oil pan for debris. Consider turbo bearing condition. On 645EB, EC, F, FB and 710G Sullos engines, the only source of silver is in the turbocharger.

Abnormal Wear Or Corrosion (Rapid increases within normal range should be considered borderline condition).	Chromium (Not applicable if chromate coolant inhibitor is used)	0 to 10 ppm	10 to 20 ppm	Above 20 ppm	Check for rapid wear of rings & liners.
	Copper	0 to 75 ppm	75 to 150 ppm	Above 150 ppm	Measure piston to head clearance with lead ratings to locate worn piston thrust washers. Check connecting rod bearing blade thrust faces for distress.
			High iron and copper increase oxidation rates.		
	Iron	0 to 75 ppm	75 to 125 ppm	Above 125 ppm	Check for rapid wear of rings & liners.
	Lead	0 to 50 ppm	50 to 75 ppm	Above 75 ppm	Most likely lead flash is dissolving off bearings. Premature lead removal, before bearings are broken in, can lead to bearing distress. Inspect and replace upper con rod bearings in service less than 6 months if lead flash has been removed from the unloaded area of the fishback bearing surface on turbocharged engines. If con rod bearings require replacement, piston pin bearings should also be checked and replaced if lead flash has been removed.
In Combination	Copper Iron Lead		Two out of three elements in borderline or high range.		Check for debris under crankshaft gear indicative of gear train bushing distress. Check idler gear bearing clearances. Check main and con rod bearings per maintenance manual. Oil draining is not mandatory.
In Combination	Tin	0 to 20 ppm	20 to 40 ppm	Above 40 ppm	<ol style="list-style-type: none"> 1. When in combination with iron or chrome rise, check for piston distress. 2. When in combination with lead or copper rise, check for bearing distress.

‡ Due to carbon buildup on both the fire face of the cylinder head and the crown of the piston during service life, lead wire readings should not be used as a basis for power assembly changeout. Lead wire readings may continue to be used to indicate wear trends. Significant clearance increases should be investigated as possible component failures.

APENDICE D: CONSUMO DE PETROLEO

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE JULIO

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE AGOSTO

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE SETIEMBRE

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE OCTUBRE

REPORTE DE CONSUMO DE D2 DEL MES DE NOVIEMBRE

REPORTE DE ABASTECIMIENTO DE PETROLEO A LOCOMOTORAS

JULIO DE 1999		LOCOMOTORAS																				TOTAL					
	3	11	13	15	20	21	22	23	25	30	40	41	42	43	44	45	52	53	60	61	ZZ068	ZZ045	ZZ069	ZZ046	ZZ042	ZZ9998	TOTAL
10-Jun		402		700							501	700	612	800	720	600		900									6.335
1-Jul	570			900						1000	870		700	723	704			600	1447	690							8.204
2-Jul	162			780				605			700		700	802				500									4.949
3-Jul			553	805						550	960		810	800	560	800		600	466	290							7.194
4-Jul				822				370			900	500	700	700	800	601		600									6.328
5-Jul	280			600						350		200	701	762	700	400		601									4.594
6-Jul			732								500	1000		700	224	400		703	514								4.773
7-Jul				224							700	560	900	500	600	600		600									4.784
8-Jul		334		770				735			875		800	822	852	752		520									6.560
9-Jul				700						1015	701	600	800	800	800	601		500									6.517
10-Jul	901			760							390	802	810	700	902	554											6.319
11-Jul		411	110	770				510		420	630	825	802	820	800	600		700									7.398
12-Jul				750							728		850	651	1050			650									4.470
13-Jul											700	950	800	632	700	350		550									4.683
14-Jul		350						534			786	515	900	550	750	600	500	650									6.135
15-Jul	755		1120								650	810	860	800	1050	550		500			10						6.905
16-Jul		275	200	705							800	770		700	760	500		400	400	1555							7.165
17-Jul				555				665		750	550	150	750		1000	650		901			15						5.988
18-Jul				600							300		800	950	650	650		650									5.100
19-Jul				600							720	1100	720	708		115		500									4.463
20-Jul	1095		564	600						575	650	770		750		650		650									6.304
21-Jul		260						640			400	200		700	800	600		610									4.210
22-Jul				1044							750	650	950	900	660			700	1226	1231	15						8.130
23-Jul			533	700							910	820	750	750	700	620		600									6.383
24-Jul				800						770	900	671	550	670	650	500		550							50		6.011
25-Jul	645	453						692			864	736			1050	641		502									5.583
26-Jul				551							558	750	665			402		504									3.430
27-Jul			344	1255				300			620	1110	587		800			721			25						5.762
28-Jul				625						736	674	800	720		240	900		360									5.055
29-Jul		21		485							743	820	600	504		721		601									4.699
30-Jul			420	300							720	620	750	480		470		700									4.490
TOTAL	4408	3043	4576	17401	0	0	0	5051	0	6952	21500	17178	19573	18875	17568	18031	0	18323	4053	3766	85	0	0	0	0	50	178933

DISESEL
 APENDICES DEL 28 AL 32 : REPORTE DE CONSUMO DE

REPORTE DE ABASTECIMIENTO DE PETROLEO A LOCOMOTORAS

MES: AGOSTO 1999

DIA	LOCOMOTORAS																				TOTAL							
	3	11	13	15	20	21	22	23	25	30	40	41	42	43	44	45	52	53	60	61		ZZ068	ZZ033	ZZ068	ZZ-046	ZZ042	ZZ'482	
31-Jul							341			403	710		730	750	530	600		600										4.664
1-Aug		150		660								1230	810	610	830	600		700			15							5.805
2-Aug				620						500		727	730	616	820	590		500										5.103
3-Aug			600	700	600							800	750		800	600		700			40		49		40		5.679	
4-Aug	721			180				754				900	650	740		500		601									5.046	
5-Aug		135	410	663								900	921	332	870	660		800			232	20					5.943	
6-Aug				650				410		704	590	800	700		900	506		700			406						6.366	
7-Aug				700							700				886			635			1050						3.271	
8-Aug	580	124		990							820	700	926	802	700	600		600									6.842	
9-Aug								522			711		812	701	1010	600		510			20						4.886	
10-Aug				940						574	765		740	820	800	600		700									6.059	
11-Aug			1000	614							667	700	600	700	900	690									360		6.631	
12-Aug	570							700				900	845	808	803	500									1035		6.161	
13-Aug			364								760	910	700	800	960	650									915		6.079	
14-Aug		147		860						590		805	620	950	782	500									1000		6.254	
15-Aug	464									150	1120		800	900	920	653									1000		6.017	
16-Aug								820			700	910	448	600	600	150									907		5.135	
17-Aug			611								740		840	820	700	450									1000		5.161	
18-Aug				700							850		870		1200	600									900		5.120	
19-Aug	645			268							600	1000	586	300	900	600									950		5.851	
20-Aug				760							830	951		850	950	730											5.806	
21-Aug			556	770							720	710	1270	687	800	560											6.155	
22-Aug		527		765						300	830	820	220	830	800	620									637		6.349	
23-Aug	633			700							700	655	691	700		500											5.247	
24-Aug				740							840	762	650	750	750	720											5.212	
25-Aug				900							820	610	1050	1000	900	501											6.192	
26-Aug			854	800						800	800	644	600	700	900	610									200		7.118	
27-Aug	558			1030							830	624	840	700	900	704											6.236	
28-Aug				760							530	665	500	632	600	710											5.277	
29-Aug		440		680							800	700	580			500									444		4.144	
30-Aug			556	861							810	595	625			710									750		4.907	
TOTAL	4171	1523	4963	17011	600	0	0	5731	0	4651	16458	18363	21636	16066	22701	17304	0	7046	0	11786	55	40	0	49	0	40	174716	

REPORTE DE ABASTECIMIENTO DE PETROLEO A LOCOMOTORAS

MES: OCTUBRE 99

DIA	LOCOMOTORAS																ZZ0754-K	ZZ0754-0469G	ZZ0421B	ZZ*482C	TOTAL			
	3	11	13	15	20	22	23	25	30	40	41	42	43	44	45	60						61		
30-Sep				720			690			1000	700	900		705			962					5.677		
1-Oct				901						900	750	610		740			600					4.701		
2-Oct										851		890		800	635		1000					4.366		
3-Oct	190	800	796	1265						645		675		802	660		840					6.673		
4-Oct		148		750				1140		600		600		755	600		695					4.309		
5-Oct				563			922			801		650		600	750							4.306		
6-Oct	140		460	700		500				900		700		800	800		1180					6.180		
7-Oct				700						800		900		755	705		1000					4.860		
8-Oct				650			405		1176	695		850		750	670		908					6.107		
9-Oct				650						623		769		750	700		970					4.462		
10-Oct		762		600						700		561		700	590		944					4.857		
11-Oct				1850			424			842				1275	900		952					6.243		
12-Oct			1051	875				1050		930				812	740		950					6.412		
13-Oct	415		264	843						700	1300	1053		805			932					6.312		
14-Oct		850								901	750	604		675	750		1003					5.533		
15-Oct				703			804			813	865	613			680		953					5.652		
16-Oct			600					830		853	807	820		860	640		980					6.390		
17-Oct	505			990			464			800	700	921		572	700		1102					6.744		
18-Oct		744	262	610						750	800	660		350	400		840					5.416		
19-Oct				900				836		600		550		700	700		870					5.156		
20-Oct			283	650						850	550	650		1028			990	27				5.028		
21-Oct				850			87	580		750	750	900		700			1020					5.637		
22-Oct	448	762		750						780	800	750		750			820		37		40	5.937		
23-Oct				700						610	820	650		700			970					4.450		
24-Oct			740	750				880		651	850	650		750	860		920					7.051		
25-Oct	700						700			800	800	800		900			755					5.455		
26-Oct		600		850						800	890	834		380			900					5.254		
27-Oct	255	240		860						701	812	740		870			600					5.928		
28-Oct			246	600			422			370	600	710		600	820		800					5.166		
29-Oct				800						1038	800	653		873	900							5.054		
30-Oct		555		770			470			550	1070	840		720	800							5.775		
TOTAL	2653	5461	5352	21864	0	500	5388	0	6492	23607	15435	21653	0	22477	15200	0	25857	27	0	0	37	40	0	172083

REPORTE DE ABASTECIMIENTO DE PETROLEO A LOCOMOTORAS

MES: NOVIEMBRE 1999

DIA	LOCOMOTORAS																ZZ0141H	ZZ0453K	ZZ0682G	ZZ0469G	ZZ0421B	ZZ482D	TOTAL		
	3	11	13	15	20	22	23	25	30	40	41	42	43	44	45	60								61	
31-Oct				569	980					600	600	720		700			1050								5.219
1-Nov	1105		650	650						650	800	650		550	565		780								6.400
2-Nov				600							750	650		650			720								3.370
3-Nov	405	705		610	296					700		702		670	550		782		25		134		64		5.645
4-Nov			550	650							1100	670			750		860								4.580
5-Nov				700							850	900	910		800		930	40			25				5.155
6-Nov				650	371		1404		1119	750	750			700	450		850		17						7.061
7-Nov	864	695	503	600							800	600		600	600		870								6.132
8-Nov	348		416	733			430				680	900		960											4.467
9-Nov										1970	605	745		575	800		873								5.568
10-Nov			304	800			341		1045	860		755		755	800		1000								6.660
11-Nov		662		841						763		660		650	825		1153								5.754
12-Nov				700							800	800		600	541		900								4.341
13-Nov	650						515		725	615	930	841		841			1000								6.117
14-Nov		402		528						860	780	850		660	691		1280								6.051
15-Nov	408		175	650						670	400	650		785			1000								4.738
16-Nov				650					582	780	900			700			800		24						4.436
17-Nov				700						800	800	600		650			870								4.420
18-Nov	447		400	650			871			800	800	550		750			1060		27						6.355
19-Nov				1142					1034	800		650		700	500		1033								5.859
20-Nov		895		650							750	750		800	800		970								5.615
21-Nov				600						600	600	650		600	651		960								4.661
22-Nov			700	938			921			1001	930	810		1070	1148		1000								8.518
23-Nov	234	440							1050	800	820	830		763			910								5.847
24-Nov										820	881	601		572	971		870								4.915
25-Nov										800		710		806	700		1001								4.017
26-Nov			919				705			750	920	680		860	900		1011								6.945
27-Nov		744							1205	850	638	800		755	840		939								6.771
28-Nov									331	837	1114	730		790			1000								4.802
29-Nov							520			700	660	650		650	720		960								4.860
30-Nov																									
TOTAL	4461	4543	4617	14611	1649	0	5707	0	7091	19626	19708	20714	0	20162	14602	0	27432	40	93	0	159	64	0	165279	

APENDICE E: CUADROS DE DISPONIBILIDAD DE LOCOMOTORAS

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE JULIO

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE AGOSTO

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE SETIEMBRE

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE OCTUBRE

REPORTE DE DISPONIBILIDAD DE NOVIEMBRE

APENDICES DEL 33 AL 37 : REPORTES DE DISPONIBILIDAD

JULIO

99

FERROCARRIL INDUSTRIAL

AVAILAVILITY AND UTILIZATION JULIO 1999

SMELTER EMD LOCOMOTIVES

Loco No	HRS AVAIL	HOURS WORK	HOURS DOWN	AVAIL %	AVAIL (min)	UTILIZATION
E.M.D. 20	720	667	36.27	94.96	94.84	97.55
E.M.D. 22	720	274	14.5	97.99	94.97	38.04
E.M.D. 25	720	459	38.99	94.58	92.17	67.4
3	2160	1400	89.76	95.84	93.97	67.63

INDUSTRIAL EMD AND ALCO LOCOMOTIVES - PATIO

Loco No	HRS AVAIL	HOURS WORK	HOURS DOWN	AVAIL %	AVAIL (min)	UTILIZATION
Alco3	720	552	17.5	97.57	96.93	78.58
Alco11	720	351	11.67	93.38	96.78	49.55
Alco13	720	562	13.25	98.16	97.7	79.52
E.M.D. 23	720	300	41.17	94.28	87.93	44.19
E.M.D. 30	720	616	38.92	94.59	94.06	90.44
5	3600	2381	122.51	96.6	95.11	68.47

INDUSTRIAL GE. LOCOMOTIVES EXTRA

Loco No	HRS AVAIL	HOURS WORK	HOURS DOWN	AVAIL %	AVAIL (min)	UTILIZATION
GE.15	720	144	41.5	94.24	77.63	21.22
GE.40	720	600	52.33	92.73	91.98	89.86
GE.41	720	455	36.08	94.99	92.65	66.53
GE.42	720	576	49.33	93.15	92.11	85.88
GE.43	720	536	44.58	93.81	92.32	79.36
GE.44	720	536	44.58	93.81	92.32	79.36
GE.45	720	632	49.33	93.15	92.76	94.23
7	5040	3479	317.73	93.7	91.63	73.67

INDUSTRIAL EMD-SD70 LOCOMOTIVES EXTRA

Loco No	HRS AVAIL	HOURS WORK	HOURS DOWN	AVAIL %	AVAIL (min)	UTILIZATION
E.M.D. 60	-	-	-	-	-	-
E.M.D. 61	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-

AVAILABILITY AND UTILIZATION REPORT 1999

SMELTER EMD LOCOMOTIVES

E.M.D. 20	720	400	36			
E.M.D. 22	720	628	27.21	96.22	91.74	58.48
E.M.D. 25	720	603	33.75	95.81	95.85	90.65
					94.7	87.87
3	2160	1631	96.96	95.51	94.39	79.06

INDUSTRIAL EMD AND ALCO LOCOMOTIVES - RATIO

Alco3	720	526	22.5	96.88		
Alco11	720	193	19.25	97.33	95.9	75.41
Alco13	720	608	15.5	97.85	97.93	27.54
E.M.D. 23	720	669	19	97.38	97.51	86.3
E.M.D. 30	720	485	26.23	96.36	97.24	95.44
					94.87	69.91
5	3600	2481	102.48	97.15	96.03	70.94

INDUSTRIAL GE. LOCOMOTIVES EXTRA

GE.15	720	117	7.96	98.89		
GE.40	720	555	151.56	78.95	93.63	16.43
GE.41	720	222	57.04	92.08	78.55	97.64
GE.42	720	617	12.59	98.25	79.56	33.49
GE.43	720	554	32.79	95.45	98	87.22
GE.44	720	600	32.79	95.45	94.41	80.62
GE.45	720	637	11.2	98.44	94.82	-87.31
					98.27	89.87
7	5040	3302	305.93	93.43	91.52	69.75

INDUSTRIAL EMD-SD70 LOCOMOTIVES EXTRA

E.M.D. 60	720	0	719	0		
E.M.D. 61	720	379	22.22	96.91	0	0
					94.46	54.32
2	1440	379	741.22	48.59	33.83	54.24

AVAILABILITY AND UTILIZATION-MES 1999

SMELTER EMD LOCOMOTIVES

E.M.D. 20	720	686	12.72	98.23	98.18	96.99
E.M.D. 22	720	342	49.07	93.18	87.45	50.97
E.M.D. 25	720	386	42.76	94.06	90.03	57
3	2160	1414	104.55	95.16	93.12	66.79

INDUSTRIAL EMD AND ALCO LOCOMOTIVES - PATIO

Alco3	720	340	12.34	98.29	96.5	48.05
Alco11	720	423	19.59	97.28	95.57	60.39
Alco13	720	607	18.41	97.44	97.06	86.52
E.M.D. 23	720	499	26.25	96.35	95	71.93
E.M.D. 30	720	563	11	98.47	98.08	79.41
5	3600	2432	87.59	97.57	96.52	69.24

INDUSTRIAL GE. LOCOMOTIVES EXTRA

GE.15	720	400	162.12	77.48	71.16	71.7
GE.40	720	547	80.49	88.82	87.17	85.53
GE.41	720	456	55.94	92.23	89.07	68.67
GE.42	720	594	33.75	95.31	94.62	86.56
GE.43	720	464	245.7	65.88	65.38	97.83
GE.44	720	624	31.74	95.59	95.16	90.66
GE.45	720	580	103.38	85.64	84.87	94.06
7	5040	3665	713.12	85.85	83.71	84.7

INDUSTRIAL EMD-SD70 LOCOMOTIVES EXTRA

E.M.D. 60	720	0	719	0	0	0
E.M.D. 61	720	610	15.04	97.91	97.59	86.53
1	1440	610	734.04	49.03	45.39	86.41

AVAILABILITY AND UTILIZATION-OCTUBRE 1999

SMELTER EMD LOCOMOTIVES

E.M.D. 20	720	536	26.74	96.29	95.97	91.74
E.M.D. 22	720	595	16.91	97.65	97.62	98.85
E.M.D. 25	720	554	14.68	97.96	97.8	92.72
3	2160	1985	58.33	97.3	97.15	94.45

INDUSTRIAL EMD AND ALCO LOCOMOTIVES - PATIO

Alco3	720	550	51.25	92.88	87.23	52.34
Alco11	720	595	22.17	96.92	96.75	94.44
Alco13	720	599	14.5	97.99	97.97	99.08
E.M.D. 23	720	543	7.42	98.97	98.65	76.2
E.M.D. 30	720	535	7.66	98.94	98.71	82.12
5	3600	2936	103	97.14	96.5	81.1

INDUSTRIAL GE. LOCOMOTIVES EXTRA

GE.15	720	500	80.04	88.88	88.23	93.76
GE.40	720	504	9.9	98.63	98.39	85.06
GE.41	720	419	292.24	59.41	58.91	97.95
GE.42	720	565	57.07	92.07	90.83	85.23
GE.43	720	J	719	0	0	0
GE.44	720	535	34.24	95.24	94.88	92.6
GE.45	720	463	244.87	65.99	65.41	97.45
7	5040	3156	1437.36	71.48	69.57	91.21

INDUSTRIAL EMD-SD70 LOCOMOTIVES EXTRA

E.M.D. 60	720	J	719	0	0	0
E.M.D. 61	720	567	53.33	92.59	91.4	85.05
2	1440	567	772.33	46.37	42.33	84.92

AVAILABILITY AND UTILIZATION-MES 1999

SMELTER EMD LOCOMOTIVES

E.M.D. 20	720	537	56.57	92.14	90.47	80.94
E.M.D. 22	720	637	54.25	92.47	92.15	95.68
E.M.D. 25	720	430	20.65	97.13	95.42	61.49
3	2160	1604	131.47	93.91	92.42	79.07

INDUSTRIAL EMD AND ALCO LOCOMOTIVES - PATIO

Alco3	720	338	16.83	97.66	95.26	48.07
Alco11	720	583	12.75	98.23	97.86	82.43
Alco13	720	532	33.66	95.33	94.05	77.51
E.M.D. 23	720	625	45.08	93.74	93.27	92.6
E.M.D. 30	720	625	37.28	94.82	94.37	91.55
5	3600	2703	145.6	95.96	94.89	78.25

INDUSTRIAL GE. LOCOMOTIVES EXTRA

GE.15	720	430	59.42	91.75	87.86	65.09
GE.40	720	567	111.35	84.53	83.59	93.16
GE.41	720	479	137.44	80.91	77.7	82.22
GE.42	720	561	65.06	90.96	89.61	85.66
GE.43	720	0	719	0	0	0
GE.44	720	549	17.7	97.54	96.88	78.17
GE.45	720	468	90.84	87.38	83.74	74.38
7	5040	3054	1200.81	76.17	71.78	79.55

INDUSTRIAL EMD-SD70 LOCOMOTIVES EXTRA

E.M.D. 60	720	0	719	0	0	0
E.M.D. 61	720	573	18.45	97.44	96.88	81.68
1	1440	573	737.45	48.79	43.73	81.56

APENDICE F: CONSUMOS DE ZAPATAS

REPORTE DE CONSUMO DE ZAPATAS DE JULIO

REPORTE DE CONSUMO DE ZAPATAS DE AGOSTO

REPORTE DE CONSUMO DE ZAPATAS DE SETIEMBRE

REPORTE DE CONSUMO DE ZAPATAS DE OCTUBRE

APENDICES DEL 38 AL 41 : CUADRO DE CONSUMO DE ZAPATAS

JULY 1,999

<i>Cost_Center</i>	<i>Quantity</i>	<i>Total_Chaged</i>
41-166	16.00	224.00
05-278		0.00
05-280		0.00
05-930	4.00	56.00
07-420379		0.00
07-425		0.00
07-426		0.00
07-430	408.00	5712.00
07-431	438.00	6132.00
07-432	478.00	6692.00
07-433	27.00	378.00
07-434		0.00
07-435	8.00	112.00
07-436	8.00	112.00
07-437		0.00
07-438		0.00
07-441		0.00
07-445	26.00	364.00
07-446		0.00
07-463		0.00
07-521		0.00
TOTAL	1413.00	19782.00

NOTA :

274 Zapatas se cambio en el taller de Rep. Vagones
 1139 Zapatas se cambio en Patio Simon .

AUGUST 1,999

Cost/Zap. \$ 14.00

<i>Cost_Center</i>	<i>Quantity</i>	<i>Total_Chaged</i>
41-166	8.00	112.00
05-278	11.00	154.00
05-930	8.00	112.00
07-430	340.00	4760.00
07-431	476.00	6664.00
07-432	543.00	7602.00
07-433	24.00	336.00
07-436	12.00	168.00
07-438	16.00	224.00
07-445	80.00	1120.00
07-521	8	112.00
TOTAL	1526.00	21364.00

NOTA :

288 Zapatas se cambiaron en reparación Vagones

1238 Zapatas se cambiaron en Patio Simón

SEPTEMBER 1,999

Cost/Zap. \$ 14.00

Cost_Center	Quantity	Total_Chaged
41-166	16.00	224.00
05-278	25.00	350.00
07-420379	8.00	112.00
07-430	184.00	2576.00
07-431	605.00	8470.00
07-432	385.00	5390.00
07-433	16.00	224.00
07-434	16.00	224.00
07-436	36.00	504.00
07-437	8.00	112.00
07-438	10.00	140.00
07-445	15.00	210.00
TOTAL	1324.00	18536.00

NOTA :

365 Zapatas en Reparación vagones

959 Zapatas en Patio Simón

OCTOBER 1,999

Cost/Zap. \$ 14.00

Cost_Center	Quantity	Total_Charged
5280	4	56.00
5930	8	112.00
7430	234	3276.00
7431	672	9408.00
7432	381	5334.00
7433	30	420.00
7434	8	112.00
7436	24	336.00
7437	1	14.00
7438	25	350.00
7441	8	112.00
7445	90	1260.00
7446	8	112.00
TOTAL	1,493.00	20,902.00

NOTA:

342 Zapatas en Reparación Vagones

1,151 Zapatas en Patio Simon

APENDICE G: EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE LA G.E. Y LA SD70

HOJA DE ANALISIS DE LA SD 70

EVALUACION DEL RENDIMIENTO DE UNA G.E.

LOCOMOTORAS EMD - MODELO SD70 - 4000 HP
HOJA DE ANALISIS

DATOS

UNIDAD	FECHA	RELLENO PETRÓLEO	FECHA VIAJE	DE	A	MILLAJE	HOROMETRO	ACEITE	CARROS	TONELAJE	TIEMPO RECORRIDO
A) #60	99-07-16	400 - GLS	99-07-20	H.O	CUAJONE	1,255	248	20 - GLS	38	1.902 ST.	7.27 HRS.
#61	99-07-16	1,555 - GLS	99-07-20	H.O	CUAJONE	882	222	60 - GLS			
B) #60	99-07-22	1,226	99-07-21	CUAJONE	H.O	1,512	269	0	50	5,103	7.39 HRS.
#61	99-07-22	1,231	99-07-21	CUAJONE	H.O	1,140	243	10			

CONSUMO - RENDIMIENTO POR UNIDADES

UNIDAD	FECHA	CONSUMO POR VIAJE IDA Y VUELTA	RECORRIDO	MILLAJE	HOROMETRO	RELLENO ACEITE	TOTAL CARROS	TONELAJE TRANSPORTADO	TONELAJE POR GALON - DIESEL	GALONES DIESEL POR MILLA
#60	99-07-22	1,226 GLS.	H.O-CUAJONE-H.O	257 M.	21	0	88	7,005 TONS.	2,851 TONS POR GALON POR UNIDAD	4.77 GLS. POR MILLA
#61	99-07-22	<u>1,231 GLS.</u>		<u>258 M.</u>	21	10				
		2,457 GLS		515 M.						



SOUTHERN PERU
MANTENIMIENTO MECANICO
FERROVIARIO INDUSTRIAL

MEMORANDUM

A : Ing. Edgar Arana D.
DE : Ing. Luis Mendoza
FECHA : 1995-04-29
ASUNTO : 3ra. PRUEBA LOCOMOTORA # 41.

1.- INTRODUCCION:

Con el propósito de evaluar definitivamente el aditivo para combustible D.F.W.A. Star Brite, se hizo una 3ra. prueba la cual consistía en analizar los parámetros de control para ser comparados con los de la 2da prueba. Dichas comparaciones se presentan en el siguiente informe final.

2.- CUADRO GENERAL DE CONTROL

Presentamos el cuadro de control de los parámetros de esta prueba denominado

CUADRO " A ".

CUADRO " A "

RECORD DE PARAMETROS CONSIDERADOS PARA EL CONTROL
DE CONSUMO DE PETROLEO DIESEL N° 2
POR LA LOCOMOTORA N° 41

FECHA	TREN N°	TONELAJE CARGA	N° LOCOS	CONSUMO	HOROMETRO MECANICO	VELOCIMETRO MILLAS
95/02/24	2	1561	40-41-15	797	9850	973884
95/02/25	1	4110	41-40-15			
95/02/25	2	1738	41-44-43	810	9868	979107
95/02/26	1					
95/02/26	2					
95/02/27	1	5368	41-45-42-13			
95/02/27	2	2077	41-45-42-13	959	9891	979320
95/02/28	1	4275	42-45-44-41			
95/02/28	2	1498	41-42-45	873	9912	979619
95/03/01	1	4376	41-45-42			
95/03/01	2	1636	42-45-41	743	9929	979344
95/03/02	1	3902	41-45-42			
95/03/02	4	1200	45-41-15	650	9945	980066
95/03/07	3	BAJO MUERTA				
95/03/07	4	845	41-45	451	0	980553
95/03/09	1	3488	45-41			
95/03/09	4	1076	41-45	850	22	980828
95/03/10	3	2040	45-41			
95/03/10	4	1290	41-45	900	43	981090
95/03/11	3	1802	45-41			
95/03/11	2	1555	41-45	797	63	981353
95/03/13	1	5426	43-45-40-41			
95/03/13	2	1469	45-40-41	932	88	981622
95/03/14	1	3251	40-41			
95/03/14	2	1145	41-40	932	111	981870
95/03/15	1	2992	42-41			
95/03/15	2	1275	43-41-45	932	132	982113
95/03/16	1	3184	45-43-41			
95/03/16	2	1562	40-42-41	NO SUBIO		
95/03/17	1	FALTA		NO BAJO		
95/03/17	2	885	41-45	905	164	982355
95/03/18	1	4289	43-45-41			
95/03/18	2	1509	43-45-41	820	185	982534
95/03/20	1	5564	50-45-43-41			
95/03/20	2	2103	50-41-43-45-42	853	206	982825
95/03/21	1	4446	42-45-43-41			
95/03/21	4	1230	15-40-41	840	229	983066
95/03/22						
95/03/22						
95/03/27	3	3295	40-41-15			
95/03/27	4	1479	40-41-15	560	264	983599
95/03/28	3	3047	44-41-40			

95/03/28	2	2251	50-40-41-44	700	287	933905
95/03/29	1	3935	41-44-40			
95/03/29	2	1572	40-44-41	350	305	934130
95/03/30	1	3367	41-44-40			
95/03/30	2	1570	42-43-41	340	325	934353
95/03/31	1	3327	41-43-42			
95/03/31	2	1400	41-15	310	343	934531
95/04/01	1	2739	41-45			
95/04/01	2	2015	41-43-40-45	340	355	934355
95/04/02	1	3585	40-44-43-41			
95/04/02	2	760	41-45	300	334	935031
95/04/03	1	3557	45-42-41			
95/04/03	4	1577	41-43-15	342	405	935340
95/04/04	3	3146	43-41-15			
95/04/04	2	1175	41-45	350	425	935513
95/04/05	1	2548	43-41			
95/04/05	2	1552	41-40-15	1002	447	935553
95/04/06	1	3355	40-41-15			
95/04/06	2	1553	15-41-43	300	470	935112
95/04/07	1	3503	43-41-15			
95/04/07	4	1460	15-41-43	320	425	935319
95/04/08	3	2133	43-41-15			
95/04/08	4	500	41	750	508	935519
95/04/10	3	3501	41-43-42			
95/04/10	2	1142	41-43-42	330	531	935314
95/04/11	1	3442	42-43-41			
95/04/11	4	1588	43-41-42	370	551	937121
95/04/12	3	3105	43-41-42			
95/04/12	2	1530	42-41-43	320	571	937333
95/04/13	1	3326	41-43-42			
95/04/13	4	775	43-41	720	538	937522
95/04/14	3	2220	41-43			
95/04/14	2	1195	41-42	340	605	937337
95/04/15	1	3735	41-42			

3.- CONSIDERACIONES PARA ELABORAR LOS PARAMETROS DE CONTROL

De los datos del cuadro anterior (cuadro "A") obtendremos el comportamiento de la locomotora #41 como veremos a continuación:

CUADRO " B ".

CUADRO " B "

PARAMETROS DE CONTROL
TERCERA PRUEBA

FECHA	CONSUMO PETROLEO	CARGA TONS	MILLAS RECORRID.	HORAS TRAB.	MILL. TON. POR GLNS.	HRA. TON POR GLNS.	GLNS. POR MILLA	GLNS.
95/02/25	810	1923.67	223.00	18.00	529.60	42.75	3.63	4
95/02/27	959	1921.33	273.00	23.00	546.95	45.03	3.51	4
95/02/28	878	1583.00	239.00	21.00	432.27	37.93	3.67	4
95/03/01	743	1952.00	225.00	17.00	592.93	44.80	3.30	4
95/03/02	650	1846.00	222.00	16.00	630.48	45.44	2.93	4
95/03/07	BAJO MUERTA OPERATIVA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
95/03/09	850	2166.50	270.00	22.00	688.18	55.07	3.15	3
95/03/10	900	1553.00	262.00	21.00	453.55	35.35	3.44	4
95/03/11	797	1546.00	263.00	20.00	510.16	38.60	3.03	3
03/13	932	2134.00	269.00	25.00	615.93	57.24	3.45	3
95/03/14	932	2115.17	243.00	23.00	552.83	52.20	3.75	4
95/03/15	932	2083.50	243.00	21.00	539.32	48.51	3.94	4
95/03/18	820	1872.17	229.00	21.00	522.84	47.95	3.59	3
95/03/20	853	1854.00	241.00	21.00	535.12	46.53	3.54	4
95/03/21	840	1532.10	241.00	23.00	439.57	41.95	3.49	3
95/03/28	700	1502.67	306.00	23.00	659.50	49.57	2.29	3
95/03/29	860	1874.42	225.00	19.00	490.40	41.41	3.62	4
95/03/30	840	1679.67	233.00	20.00	465.91	39.99	3.61	4
95/03/31	810	1665.67	228.00	17.00	468.85	34.96	3.55	4
95/04/01	340	2039.50	265.00	23.00	1612.99	140.00	1.23	1
95/04/02	800	1400.25	235.00	18.00	411.32	31.51	3.40	4
95/04/03	942	1602.33	249.00	22.00	423.55	37.42	3.78	4
95/04/04	850	1637.67	268.00	20.00	506.89	37.83	3.17	4
95/04/05	1002	1911.50	245.00	21.00	457.38	40.06	4.09	4
95/04/06	900	1839.00	259.00	23.00	529.22	47.00	3.47	3
04/07	820	1752.00	227.00	18.00	485.00	38.46	3.51	4
95/04/08	760	1199.33	270.00	20.00	426.08	31.56	2.81	3
95/04/10	880	1667.00	275.00	23.00	520.94	43.57	3.20	3
95/04/11	870	1528.00	237.00	20.00	416.25	35.13	3.67	4
95/04/12	820	1564.67	227.00	20.00	519.01	33.16	3.01	4
95/04/13	720	1813.67	229.00	17.00	578.44	42.94	3.14	4
95/04/14	840	1497.50	265.00	18.00	472.43	32.09	3.17	4

4.- CUADROS DE COMPARACION

Dado que los datos que obtenemos en el cuadro anterior reflejan condiciones de trabajo cuyos rangos horas y millas son aproximadamente entre 18 y 23 hrs. y 220 a 230 millas (Condiciones de trabajo mayores que la 1era. prueba) estos serán comparados en su totalidad con el cuadro de la segunda prueba del control (Informe anterior) cuyas valores lo presentamos en forma comparativa.

Por lo tanto presentamos a continuación el de la 2da. prueba y 3era. prueba.

CUADRO " B " , CUADRO " C " .

CUADRO " B

PARAMETROS DE CONTROL
TERCERA PRUEBA

FECHA	CONSUMO PETROLEO	CARGA TONS	MILLAS RECORRID	HORAS TRAB.	MILL. TON. POR GLNS.	HRA.TON POR GLNS.	GLNS.POR MILLA	GLNS.P HOR.
95/02/25	810	1923.67	223.00	18.00	529.60	42.75	3.63	45.00
95/02/27	959	1921.33	273.00	23.00	545.95	46.08	3.51	41.70
95/02/28	873	1582.00	239.00	21.00	432.27	37.98	3.67	41.80
95/03/01	743	1958.00	225.00	17.00	592.93	44.80	3.30	43.70
95/03/02	650	1846.00	222.00	16.00	630.43	45.44	2.93	40.60
95/03/07	BAJO MUERTA OPERATIVA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
95/03/09	950	2166.50	270.00	22.00	638.13	56.07	3.15	38.60
95/03/10	900	1552.00	262.00	21.00	453.55	35.35	3.44	42.80
95/03/11	787	1546.00	263.00	20.00	510.16	38.80	3.03	39.80
03/13	932	2134.00	269.00	25.00	615.93	57.24	3.46	37.20
95/03/14	932	2115.17	243.00	23.00	562.63	52.20	3.76	40.50
95/03/15	932	2058.50	243.00	21.00	539.32	46.61	3.84	44.30
95/03/18	820	1872.17	229.00	21.00	522.34	47.95	3.58	39.00
95/03/20	853	1894.00	241.00	21.00	535.12	46.63	3.54	40.60
95/03/21	840	1532.10	241.00	23.00	439.57	41.95	3.49	36.50
95/03/23	733	1538.57	306.00	23.00	659.50	49.57	2.29	30.40
95/03/29	863	1874.42	225.00	19.00	490.40	41.41	3.82	45.20
95/03/30	840	1679.57	233.00	20.00	466.91	39.99	3.51	42.00
95/03/31	810	1665.57	223.00	17.00	468.85	34.96	3.55	47.60
95/04/01	340	2069.50	265.00	23.00	1812.99	140.00	1.26	14.70
95/04/02	800	1400.25	235.00	18.00	411.32	31.51	3.40	44.40
95/04/03	942	1602.33	249.00	22.00	423.55	37.42	3.78	42.60
95/04/04	850	1507.67	266.00	20.00	506.93	37.83	3.17	42.50
95/04/05	1002	1911.50	245.00	21.00	457.33	40.06	4.09	47.70
95/04/06	900	1839.00	259.00	23.00	529.22	47.00	3.47	39.10
95/04/07	820	1752.00	227.00	18.00	495.00	38.46	3.61	45.50
95/04/08	780	1199.33	270.00	20.00	426.03	31.56	2.81	36.00
95/04/10	680	1667.00	275.00	23.00	520.94	43.57	3.20	38.20
95/04/11	870	1528.00	237.00	20.00	416.25	35.13	3.67	43.50
95/04/12	820	1564.67	272.00	20.00	519.01	33.16	3.01	41.00
95/04/13	720	1818.67	229.00	17.00	578.44	42.94	3.14	42.30
95/04/14	840	1497.50	265.00	18.00	472.43	32.09	3.17	46.60

CUADRO " C "

PARAMETROS DE CONTROL
SEGUNDA PRUEBA

FECHA	CONSUMO PETROLEO	CAPSA TONS	MILLAS RECORRID	HORAS T RB	MILL TON OR GLN	HRA TON POR GLNS	GLNS POR MILLA	GLNS PC -OFF
94/12/05	527	1991.50	217	17	820.03	64.24	2.43	31.21
94/12/07	635	1925.25	217	14	653.26	42.47	2.93	45.35
94/12/08	797	2057.50	222	10	573.11	25.82	3.59	78.71
94/12/09	905	2120.50	218	28	510.79	65.51	4.15	32.31
94/12/10	689	2085.33	221	13	688.85	39.35	3.12	53.11
94/12/14	743	1652.33	227	15	504.97	40.04	3.37	41.23
94/12/15	743	1715.34	224	17	517.14	39.25	3.32	43.71
12/16	743	1765.33	229	15	544.09	38.02	3.24	46.44
12/17	678	1741.05	222	19	440.22	37.56	3.95	46.21
12/18	824	1779.17	221	17	477.18	38.71	3.73	48.47
94/12/19	851	1909.00	222	21	467.22	47.03	3.33	40.52
94/12/20	797	1737.50	221	18	473.33	38.55	3.81	44.33
94/12/21	824	1553.57	223	18	422.09	34.07	3.71	45.73
94/12/22	797	2024.00	221	19	561.23	48.25	3.51	41.95
94/12/23	743	1892.00	221	17	562.75	43.29	3.35	49.71
94/12/24	743	1443.00	223	17	434.59	33.13	3.33	43.71
94/12/25	797	2002.33	231	22	535.15	55.82	3.45	38.23
94/12/26	260	1983.50	221	9	1633.43	68.56	1.13	23.89
94/12/27	662	1783.50	220	17	535.08	45.29	3.01	33.94
95/01/02	1013	1597.33	239	26	471.47	41.00	3.39	33.95
95/01/03	932	2033.50	251	18	559.47	39.27	3.57	51.73
95/01/04	878	2033.00	223	18	517.62	41.78	3.64	49.73
95/01/05	851	2241.50	221	17	532.11	44.78	3.35	50.06
95/01/06	851	2335.53	225	18	617.51	49.40	3.73	47.23
95/01/07	770	1432.33	226	18	420.49	33.49	3.41	42.73
95/01/08	797	1838.33	221	18	509.75	41.52	3.51	44.23
95/01/09	689	1821.33	223	17	524.76	40.00	3.09	40.53
95/01/10	878	2065.00	222	17	527.19	40.37	3.95	51.55
95/01/11	878	1793.50	232	18	475.23	36.97	3.78	48.73
95/01/12	797	1893.00	226	18	536.79	42.75	3.53	44.23
95/01/13	797	1653.63	224	18	468.98	37.69	3.56	44.23
95/01/15	906	1857.70	258	22	549.52	45.11	3.38	41.18
95/01/16	851	1897.00	233	18	519.39	40.12	3.65	47.23
95/01/17	878	2163.75	222	18	547.10	44.36	3.95	48.73
95/01/18	851	1884.17	221	17	489.31	37.64	3.65	50.06
95/01/19	878	1561.33	254	23	451.68	40.90	3.45	38.17
95/01/20	716	1673.17	225	19	525.79	44.40	3.18	37.68
95/01/22	986	1534.67	258	22	417.13	34.24	3.66	44.82
95/01/23	716	1649.33	224	17	515.99	39.16	3.20	42.12
95/01/24	797	1677.57	222	18	457.30	37.89	3.59	44.23
95/01/25	878	1614.50	221	19	405.38	34.94	3.97	45.21
95/01/26	824	1517.33	225	17	414.32	31.30	3.66	43.47
95/01/27	662	1933.83	226	18	661.90	52.72	2.93	35.73
95/01/29	1067	1988.00	229	27	538.46	50.31	3.69	39.53
95/01/30	878	1723.30	251	18	512.28	35.33	3.35	48.73

MODOS DE COMPARACION :

A: POR CARGAS SIMILARES.

Como es de nuestro conocimiento y en los anteriores informes este modo de comparación es el más real el cual definirá la bondad del aditivo Star Brite D.F.W.A. en nuestras operaciones.

Por lo que presentamos a continuación cuadros denominando "D" y "E" el cual es obtenido como resultado de la comparación de los dos cuadros anteriores en Carga, Horas, millas de trabajo (14 Items.).

CUADRO " D "

PARAMETROS DE CONTROL DEPURADO
TERCERA PRUEBA

ITEM	FECHA	CONSUMO PETROLEO	CARGA TONE	MILLAS RECORRID.	HORAS TRAB	MILL. TON. POR GUNS.	HRA. TON. POR GUNS.	GUNS POR MILLA	GUNS POR HORA
1	95/02/25	810	1823.87	223.00	18.00	522.80	42.75	3.63	45.00
2	95/04/02	800	1400.35	235.00	18.00	411.32	31.51	3.40	44.44
3	95/03/02	650	1348.00	222.00	16.00	530.48	45.44	2.93	40.83
4	95/03/14	932	2115.17	248.00	23.00	52.83	52.33	3.76	40.62
5	95/03/15	932	2058.50	243.00	21.00	539.32	48.51	3.94	44.38
6	95/03/20	853	1894.00	241.00	21.00	535.12	48.83	3.54	43.82
7	95/04/03	942	1832.33	249.00	22.00	423.55	37.42	3.72	42.82
8	95/03/29	860	1874.42	225.00	19.00	490.40	41.41	3.22	45.28
9	95/03/30	840	1879.87	233.00	20.00	455.91	39.89	3.51	42.00
10	95/03/31	810	1855.87	228.00	17.00	483.85	34.35	3.55	47.65
11	95/03/21	840	1832.10	241.00	23.00	439.57	41.35	3.49	35.52
2	95/04/08	900	1839.33	259.00	23.00	528.32	47.01	3.47	39.13
13	95/04/07	820	1752.00	227.00	18.00	455.00	38.45	3.51	45.55
14	95/04/13	720	1818.67	229.00	17.00	573.44	42.94	3.14	42.35
TOTAL		117 09.00	25011.77	330 300	275.00	7029.71	569.27	49.53	595.89

PROMEDIO DEL CONSUMO DE PETROLEO

X = 836.357

PROMEDIO DE CARGA TONELADAS

X = 1735.55

CUADRO " E "

PARAMETROS DE CONTROL DEPURADO
SEGUNDA PRUEBA

ITEM	FECHA	CONSUMO PETROLEO	CARGA TONE	MILLAS RECORRID.	HORAS TRAB	MILL. TON. POR GUNS.	HRA. TON. POR GUNS.	GUNS POR MILLA	GUNS POR HORA
1	95/01/27	662	1329.93	225.00	18.00	661.90	52.72	2.93	35.78
2	95/12/24	743	1448.00	223.00	17.00	434.59	33.13	3.33	43.71
3	95/01/03	797	1339.33	221.00	18.00	509.75	41.62	3.51	44.23
4	95/01/03	932	2033.50	251.00	18.00	559.47	39.27	3.57	51.78
5	95/12/25	797	2022.33	231.00	22.00	538.15	55.82	3.45	36.23
6	95/01/16	851	1897.00	233.00	18.00	519.39	40.12	3.65	47.28
7	95/01/19	878	1551.33	254.00	23.00	451.68	40.90	3.46	38.17
8	95/01/12	797	1833.00	226.00	18.00	538.79	42.75	3.53	44.28
9	95/01/20	716	1873.17	225.00	19.00	525.79	4.440	3.18	37.62
10	95/01/13	797	1568.53	224.00	18.00	492.93	37.69	3.56	44.23
11	95/01/22	986	1534.67	268.00	22.00	417.13	34.24	3.68	44.82
12	95/01/15	906	1857.70	268.00	22.00	549.52	45.11	3.38	41.15
13	95/12/16	743	1755.33	229.00	16.00	544.09	38.02	3.24	45.44
14	95/01/11	878	1799.50	232.00	18.00	475.23	36.87	3.78	49.78
TOTAL		11483	24930.32	3321	267	7250.45	582.56	48.35	605.69

PROMEDIO DEL CONSUMO DE PETROLEO

X = 820.214

PROMEDIO DE CARGA TONELADAS

X = 1780.74

GLOSARIO

TERMINOS TECNICOS

Adhesión.- Es la adherencia entre las ruedas de la locomotora y el riel bajo cualquier condición del riel.

Afloje.-Retirar aire del cilindro de freno.

Alternador de tracción.-Generador principal de la locomotora.

Alternador Acompañante.-Alternador auxiliar.

Ancho de Pulso.-Duración de una secuencia de inyección.

Brequero.-Persona encargada de hacer los cambios de vía y acoplamientos mecánicos entre vagones y/o locomotoras.

Coleo.-Tendencia de giro de los ejes extremos hacia un lado y otro.

Coples.-Accesorios para la conexión mecánica entre carros y/o locomotoras.

Conductor.-Persona que tiene control de los movimientos del tren.

Chasis.- Caja metálica en donde están alojadas las tarjetas electrónicas.

Deslizamiento.- Bloqueo de rueda la cual no gira y se desliza en el riel.

Gradientes.-Inclinación de la vía, expresado en porcentaje.

Lixiviación.-Proceso metalúrgico para la formación de ánodos de cobre por reacción química.

Locomotora Guía.-Locomotora que en unidad múltiple comanda a las demás.

Locomotora Guiada.- Locomotora que en unidad múltiple es comandada por una locomotora guía.

Locomotora Muerta.-Locomotora remolcada en el tren como carga.

Maquinista.-Operador de la locomotora.

Módulo.- Tarjetas electrónicas de recepción y envío de señales digitales o análogas.

Motor de tracción.-Motor eléctrico que transmite movimiento a un eje mediante un piñón y un engranaje.

Rejillas.-Grupo de resistencias del freno dinámico.

Reducción-Descarga de presión de aire que se realiza en el tubo de freno.

Relé a tierra.-Parte del circuito de potencia hacia tierra, causando que el motor diesel se vaya al mínimo.

Soplador.-Ventilador que fuerza el aire frío através de ductos hacia los motores de tracción para enfriarlos.

Patinamiento.- Giro anormal de las ruedas de la locomotora debido a la falta de adherencia.

Truque.-Pieza fundida formado por ejes, ruedas, haciéndola una unidad compacta.

Tren.-Composición de carros y locomotoras, también llamado comboy.

Vía.-Tendido de rieles por donde transita el tren.

INICIALES

ADA.- Módulo análogo a digital a análogo.

ASC.-Módulo acondicionador de señal análoga.

BC.-Cargador de batería.

BCC. -Computadora de control de freno.

CMMS.-Sistema computarizado de administración de mantenimiento.

CPU.-Unidad central de procesamiento.

CC. -Corriente continua.

CA.-Corriente alterna.

CTA.-Transformador de corriente-fase A.

CTB.-Transformador de corriente-fase B.

CTC.-Transformador de corriente-fase C.

CR.-Circuito rectificador.

CRAG.-Rectificador de corriente del generador auxiliar.

CCU.-Unidad de control de cabina.

DIO.-Módulo de entrada y salida.

DDEC.-Control del motor Detroit Diesel.

EMD.-Electromotive División.

ECM.-Módulo de control del motor.

EMDEC.-Control del motor diesel de Electro Motive.

EPIC II.-Control electrónico integrado neumático.

EUI.-Unidad de inyección electrónica.

FCD.-Módulo impulsor del circuito de conducción.

FCF.-Módulo de realimentación del circuito de conducción.

GRT.-Transductor de relé a tierra.

IMFG.-Dispositivo efecto Hall en el circuito de campo.

ITM.-Corriente del motor de tracción.

MUI.-Unidad de inyección mecánica.

MEM.-Módulo de memoria.

POU.-Unidad de operación neumática.

PRG.-Regulador de potencia.

PSM.-Módulo suministrador de potencia.

RPM.-Revoluciones por minuto.

SD.-Servicio especial.

SGC.-Contactor serie del generador.

SRS.-Sensor de referencia síncrona.

TLF.-Módulo filtro de línea del tren.

TRS.-Sensor de posición referencial.

VAM.-Módulo amplificador de voltaje.

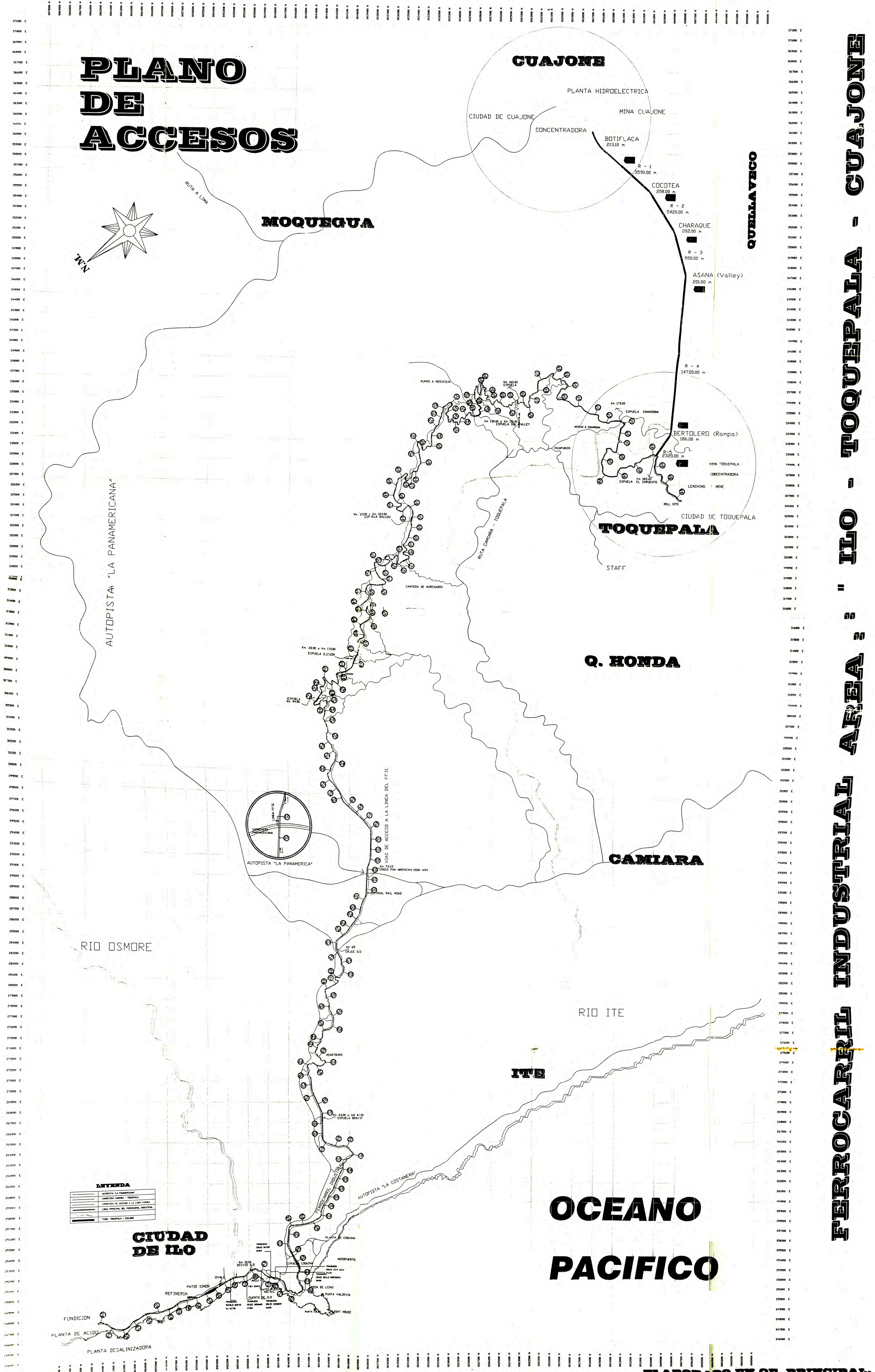
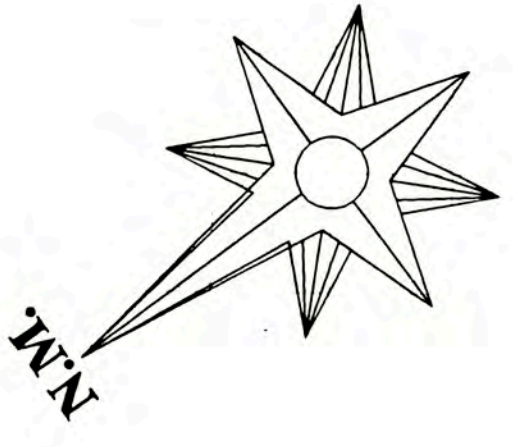
VMG.-Voltaje del generador principal.

VGRID.-Dispositivo efecto Hall en la resistencia de freno dinámico.

VR.-Regulador de voltaje.

VTM.-Dispositivo efecto Hall de voltage.

PLANO DE ACCESOS



LEYENDA

[Symbol]	Autopista "La Panamericana"
[Symbol]	Carretera
[Symbol]	Camino de acceso a la línea férrea
[Symbol]	Línea férrea del Ferrocarril Industrial
[Symbol]	Salida temporal - Dique

ELABORADO EN OF. PRINCIPAL

" ILO - TOQUEPALA - CUAJONE " FERROCARRIL INDUSTRIAL AREA