

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EQUIPOS DE LA CAJA AUTOMÁTICA ZF 5HP-500

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Ferro I., William A.
Para optar al título
De Ingeniero Mecánico

CARACAS, 2002

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EQUIPOS DE LA CAJA AUTOMÁTICA ZF 5HP-500

TUTOR ACADÉMICO: Ing. Pedro Cadenas
TUTOR INDUSTRIAL: Ing. Freye López

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por el Br. Ferro I., William A.
Para optar al título
De Ingeniero Mecánico

CARACAS, 2002

©William Ferro, 2002

Hecho el Depósito de Ley.

Depósito Legal

Ferro I., William A.

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA
EQUIPOS DE LA CAJA AUTOMÁTICA ZF 5HP-500**

Tutor Académico: Ing. Pedro Cadenas, Tutor Industrial: Ing. Freye López. Tesis.

Caracas, U.C.V., Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Mecánica, 2002,

172 páginas

Banco didáctico, caja automática

La ejecución del presente trabajo, permite establecer todos los procedimientos para el diseño y la construcción de un banco didáctico de los elementos neumáticos y eléctricos que conforman la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.

Con dicho banco se podrá simular el funcionamiento de los elementos neumáticos y eléctricos que conforman la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.

La realización de este trabajo contribuirá a capacitar y actualizar al personal técnico de la C.A. Metro de Caracas, mediante prácticas previamente establecidas, acerca del funcionamiento y mantenimiento de los elementos neumáticos y eléctricos que conforman la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.

Para llevar a cabo las actividades expuestas se adquirió información y orientación acerca del funcionamiento de la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500, se consultaron los manuales de servicio y se tomaron en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo pudo llevarse a cabo, gracias al permiso obtenido por la empresa C.A. Metro de Caracas y la ayuda recibida por la Gerencia de Mantenimiento de Transporte Superficial, la cual no presentó ningún inconveniente al momento de realizar dicho trabajo, y a la Gerencia de Capacitación de Personal por su valiosa colaboración.

Mi agradecimiento a mi Tutor Industrial Freye López y a Richard Rivas, quienes compartieron sus conocimientos con mi persona en todo momento, a Edwin Chirinos por su apoyo total, a Omar Urbano, Enzo Forcucci y Moisés Magallanes, al personal de los talleres de Propatria, y a todo el personal que de una u otra forma contribuyeron a la culminación del presente trabajo.

Doy gracias también por su gran ayuda a mi Tutor Académico Pedro Cadenas.

DEDICATORIA

Especialmente doy gracias a mis Padres y a mi Hermana por el apoyo sincero e incondicional que me brindaron en todo momento.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

1.1. Introducción	1
1.2. Motivación	3
1.3. Antecedentes	4
1.4. Planteamiento general	5
1.5. Objetivos	
1.5.1. Objetivo General	6
1.5.2. Objetivos Específicos	6
1.6. Descripción de la empresa	7

CAPÍTULO II

2.1. Marco Teórico	12
2.2. Características y principio de funcionamiento de la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500	19

CAPÍTULO III

3.1. Metodología utilizada	48
3.2. Diseño del banco	51

CAPÍTULO IV

Resultados	62
------------	----

CAPÍTULO V

5.1. Conclusiones	65
5.2. Recomendaciones	67

BIBLIOGRAFÍA

70

ANEXOS

A-1	Plano de la instalación neumática del sistema Renault
A-2	Plano de la instalación eléctrica del sistema Renault
A-3	Plano de la instalación neumática del sistema Pegaso
A-4	Plano de la instalación eléctrica del sistema Pegaso
A-5	Plano de conexiones eléctricas del sistema Pegaso
A-6	Plano hidráulico de la caja automática “ZF” 5HP-500

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

- A-7 Diagrama hidráulico de la caja automática “ZF” 5HP-500
- A-8 Características del manómetro utilizado
- A-9 Análisis de esfuerzos de la base de Electroválvulas
- A-10 Análisis de esfuerzos de la base del modulador de presión
- A-11 Análisis de esfuerzos de la base del emisor de carga
- A-12 Análisis de esfuerzos de la base de pedales

Manual de Prácticas

Práctica # 1

Identificar los componentes que conforman la modulación eléctrica de presión y el retardador

Práctica # 2

Manejo y uso del aparato de comprobación PR-61

Práctica # 3

Manejo y uso del aparato de comprobación MOBIDIG 200

Práctica # 4

Ajuste del emisor de carga

Práctica # 5

Ajuste de inductivos

Práctica # 6

Funcionamiento del retardador

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1	Organigrama de la Empresa	10
2.1	Caja automática típica	12
2.2	Convertidor de par	13
2.3	Turbina, estator y bomba	14
2.4	Grupo de engranajes planetarios	14
2.5	Partes que componen el conjunto de engranajes planetarios	15
2.6	Freno de banda y embrague de placa	16
2.7	Conjunto de placas de fricción y placas conducidas	16
2.8	Sistema de control hidráulico	17
2.9	Mecanismo servo hidráulico del sistema de control hidráulico	17
2.10	Gobernador	18
2.11	Circuito hidráulico de control	18
2.12	Caja automática "ZF" 5HP-500	19
2.13	Despiece del convertidor de par de la caja "ZF" 5HP-500	20
2.14	Partes del convertidor de par de la caja "ZF" 5HP-500	21
2.15	Distribución de embragues y frenos de la caja "ZF" 5HP-500	21
2.16	Modulación eléctrica de presión	23
2.17	Circuito hidráulico de control de la caja "ZF" 5HP-500	23
2.18	Válvula electro hidráulica de tres vías	24
2.19	Despiece del retardador hidrodinámico	25
2.20	Componentes del retardador hidrodinámico	25
2.21	Accionamiento del retardador mediante el pedal de freno	26
2.22	Cerebro electrónico	27
2.23	Cableado compacto	27
2.24	Sistema de control hidráulico de la caja "ZF" 5HP-500	28
2.25	Red de abordó	29
2.26	Interruptor de kick-down	30
2.27	Transmisor de revoluciones	31
2.28	Selector de programas de conducción	32

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

2.29	Indicador de temperatura	33
2.30	Transmisor de temperatura	34
2.31	Interruptor de presión	34
2.32	Válvula reguladora de presión	35
2.33	Válvula electro neumática de tres vías	36
2.34	Válvula electro neumática de dos vías	37
2.35	Pedal de freno	38
2.36	Intercambiador de calor	39
2.37	Diagrama de instalación de los elementos periféricos sistema Renault	40
2.38	Diagrama de instalación de los elementos periféricos sistema Pegaso	41
2.39	Equipo de comprobación PR-61	43
2.40	Conexión del equipo de comprobación PR-61	44
2.41	Equipo de comprobación MOBIDIG 200	45
2.42	Conexión del equipo de comprobación MOBIDIG 200	46
3.1	Base de electro válvulas	51
3.2	Base de válvula moduladora de presión	52
3.3	Base de los pedales	54
3.4	Base de los teclados y panel de indicadores e interruptores	56
3.5	Soportes de los aparatos de comprobación	56
3.6	Construcción del banco en los talleres de electro-mecánica	57
3.7	Construcción del mesón en los talleres	58
3.8	Instalación de los componentes en el mesón	59
3.9	Distribución final de los componentes en el mesón	59
3.10	Banco didáctico finalizado	60

ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Combinaciones de embragues y frenos de la caja automática “ZF” 5HP-500 tipo autobús sistema Renault	28
2.2	Combinaciones de embragues y frenos de la caja automática “ZF” 5HP-500 tipo autobús sistema Pegaso	29
2.3	Especificaciones técnicas de la caja de velocidades “ZF” 5HP-500	42

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

La ejecución del presente trabajo, permite establecer todos los procedimientos para el diseño y la construcción de un banco didáctico de los elementos neumáticos y eléctricos que conforman la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.

Con dicho banco se podrá simular el funcionamiento de los elementos neumáticos y eléctricos que conforman la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.

Para llevar a cabo las actividades expuestas se obtuvo información y orientación acerca del funcionamiento de la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500, se consultaron los manuales de servicio y se tomaron en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante.

Además de la experiencia adquirida durante el desarrollo de la pasantía industrial en la empresa C.A. Metro de Caracas, en la División de Mantenimiento Mayor de la Gerencia de Transporte Superficial, la cual resultó de gran utilidad para el desarrollo del trabajo especial de grado.

El presente trabajo esta estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I:

Se presenta el planteamiento general del problema, que es objeto en el presente trabajo, y las consideraciones generales de la empresa donde se realizó el trabajo.

Capítulo II:

Se presenta el marco teórico y se describen las características y principios de funcionamiento de la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.

Capítulo III:

Se describe el desarrollo práctico del trabajo, es decir, la metodología utilizada para el diseño del equipo.

Capítulo IV:

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos.

Por último se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

1.2. MOTIVACIÓN

El sistema de Metrobús provee a los habitantes de la Región Capital de un servicio de transporte superficial con pautas de calidad y eficiencia, por lo cual los talleres deben estar equipados con herramientas que garanticen el buen funcionamiento del sistema. La principal motivación para la realización del presente trabajo es la inquietud de desarrollar el uso de estas herramientas y tecnologías avanzadas en el mantenimiento automotor.

De igual manera se pretende cubrir la necesidad que representa la demanda de este banco para la enseñanza del funcionamiento de los elementos neumáticos y eléctricos que conforman la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.

Un alto porcentaje de las fallas que se presentan en estas cajas automáticas están relacionadas con estos elementos, de allí la necesidad de entrenamiento, en estos componentes específicos de la caja automática, del personal técnico que labora en las secciones de Mantenimiento que integran los talleres del Sistema Metrobús.

1.3. ANTECEDENTES

Los antecedentes del tema planteado específicamente son escasos, en virtud que solo se cuenta con el material técnico del fabricante de los equipos, por lo que se evaluaron distintos informes de pasantía y trabajos especiales de grado relacionados con el tema de las cajas automáticas.

En el Instituto Universitario de Tecnología Industrial, existe un Informe de Pasantía en el cual se detalla y analiza en forma circunstancial todos los procedimientos para el mantenimiento de los diferentes componentes de la caja de cambio. Se describen además los procedimientos a seguir para el desmontaje, desarmado, revisión, armado y montaje de los componentes de la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500. (Niño, Á., 1990).

En el Instituto Universitario de Tecnología Industrial, existe un Trabajo Especial de Grado, en el cual se establecen todos los procedimientos para el diseño, instalación y montaje de un banco de prueba para una válvula moduladora de presión de una caja de velocidades “ZF” 5HP-500, con dicho banco se tiene la bondad de verificar éste componente después de ser reparado, y antes de ser instalado en la caja. (Rivas, R., 1993).

1.4. PLANTEAMIENTO GENERAL

La División de Reparaciones Mayores de la Gerencia de Mantenimiento de Transporte Superficial, cuenta con el funcionamiento de una serie de secciones y áreas de trabajo para la planificación y ejecución de los diferentes niveles de mantenimiento, entre las cuales se encuentra Tren Motriz, cuya función principal es la ejecución de reparaciones mayores a equipos como: motores, cajas de velocidades, diferenciales y accesorios.

Esta sección no cuenta con el suficiente material didáctico para la formación del personal técnico en una de las áreas básicas, como es el caso, de equipos eléctricos y neumáticos de la caja automática “ZF” 5HP-500. En tal sentido, se planteó la necesidad de diseñar y construir un banco para capacitar y formar al personal técnico, mediante prácticas previamente establecidas, acerca del funcionamiento y mantenimiento de los elementos neumáticos y eléctricos que conforman la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un banco didáctico para los equipos neumáticos y eléctricos de la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500, que equipa las unidades que conforman la flota del Sistema Metrobús, según las especificaciones técnicas recomendadas por el fabricante y adaptadas a las necesidades de la C.A. Metro de Caracas.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener las especificaciones técnicas del fabricante.
- Describir el funcionamiento de la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.
- Diseñar un banco didáctico de los equipos neumáticos y eléctricos de la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.
- Diseñar las piezas para la construcción del banco.
- Fabricar las piezas en los talleres de la C.A. Metro de Caracas.
- Describir los procesos para la construcción e instalación del banco.
- Realizar las pruebas de funcionamiento.
- Elaborar el manual de prácticas.
- Diseñar y construir el banco.

1.6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Durante el transcurso de los años, el transporte colectivo se ha visto afectado en primer lugar por la falta de organización de las empresas operadoras de transporte público para atender una población en el Área Metropolitana que se ha incrementado, lo que aunado a una flota de unidades autobuses y vehículos particulares, ha creado un gran problema de congestionamiento en la ciudad de Caracas. Por esta razón surgió la necesidad inmediata de un Sistema de Transporte Superficial alternativo que sea eficaz, rápido y confortable.

Para la creación de dicho sistema el estado creó la C.A. Metro de Caracas, lo que ha ido solventando el problema paulatinamente en gran parte de la capital, uniendo así rápidamente diferentes puntos de la ciudad.

La Empresa estudiando la posibilidad de llevar este tipo de transporte en todas las dimensiones de la ciudad, crea el Sistema Alimentador de la Red Subterránea y conforma la Gerencia Ejecutiva de Transporte Superficial (Metrobús), para dar inicio a un sistema de transporte colectivo superficial el cual se esta expandiendo a través de sus 24 rutas que conforman el Sistema Metrobús, teniendo como operadora principal las instalaciones que se encuentra ubicada al final de la Avenida San Martín en la estación La Paz.

La Gerencia Ejecutiva de Transporte Superficial responsable de garantizar el servicio consta de las Gerencias de:

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

- Gerencia de Operaciones: es la encargada de coordinar todo lo referente a la apertura de nuevas rutas a establecer, el entrenamiento de los operadores y la prestación del servicio comercial.
- Gerencia de Mantenimiento: su función primordial es todo lo relacionado con la gestión y control del mantenimiento de la flota de autobuses.

Esta última posee una división de talleres la cual se constituye de la siguiente manera:

1. División de Soporte Técnico de Mantenimiento: su función esta relacionada con el uso de la ingeniería en el desarrollo y control del mantenimiento de todo el equipo de la Gerencia Ejecutiva de Transporte Superficial.
2. División de Reparaciones Mayores: su función principal es la ejecución de reparaciones mayores a equipos como: motores, cajas de velocidades, diferenciales y accesorios.
3. División de Mantenimiento Menor: es la encargada de velar por el buen funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de todas las unidades del transporte superficial.
4. División de Repotenciación de Autobuses: su objetivo es coordinar y programar la realización del mantenimiento mayor u “overhaul” a la unidad para asegurar que la misma cumpla con la totalidad de la vida útil establecida por el fabricante, normalmente estos trabajos se realizan entre los 7 y 8 años de funcionamiento, por lo tanto, la vida útil total para las unidades es de 15 años.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

La ejecución del Trabajo Especial de Grado se llevo a cabo en la División de Reparaciones Mayores, sección de Tren Motriz, específicamente en el Puesto de trabajo de cajas de velocidades “ZF”, que es la encargada de mantener el buen funcionamiento de las transmisiones automáticas por medio del mantenimiento preventivo o si se requiere de una reparación mayor de mantenimiento correctivo.

Organigrama estructural de la Gerencia de Mantenimiento de transporte Superficial (GMS)

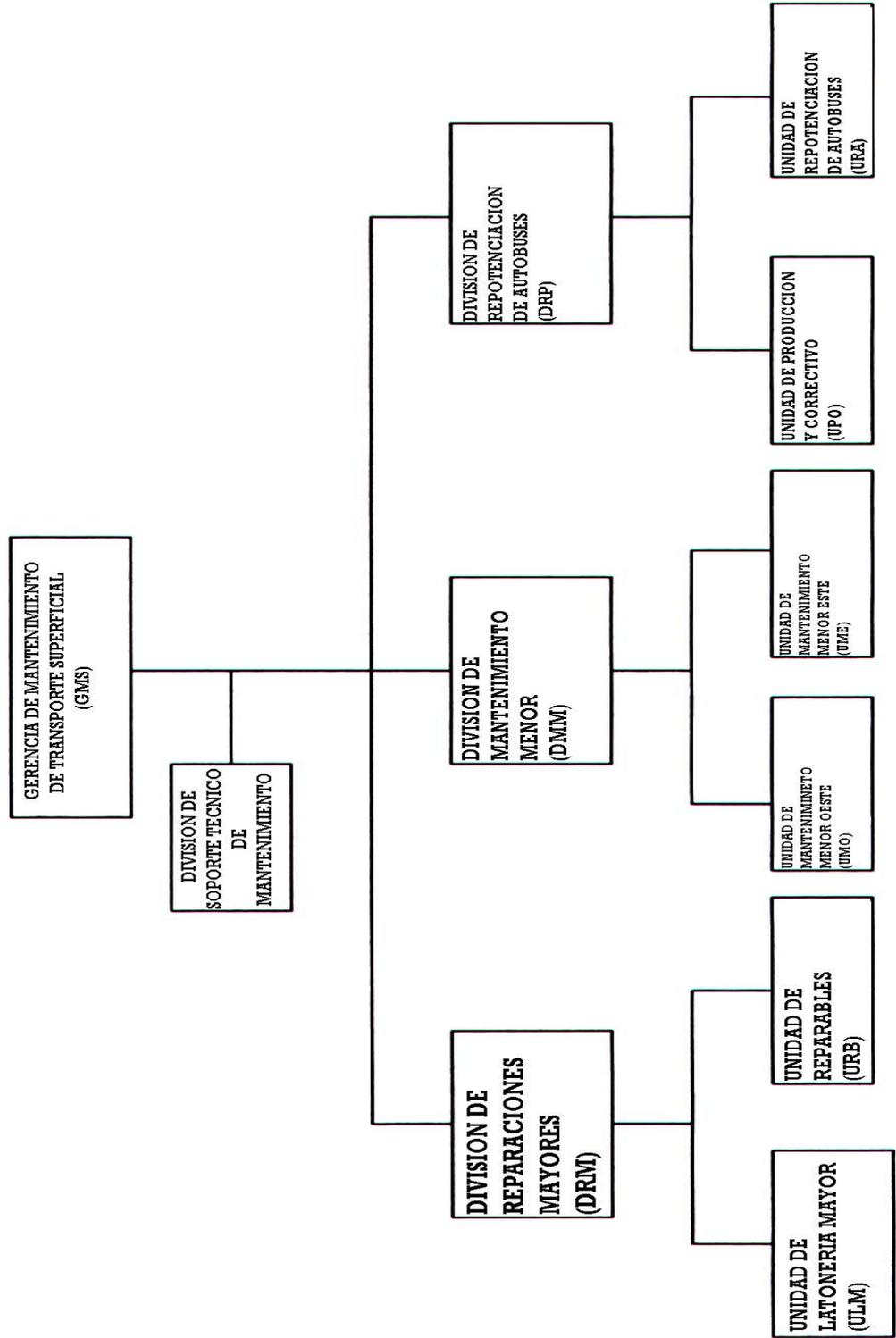


Figura 1.1 Organigrama de la Empresa

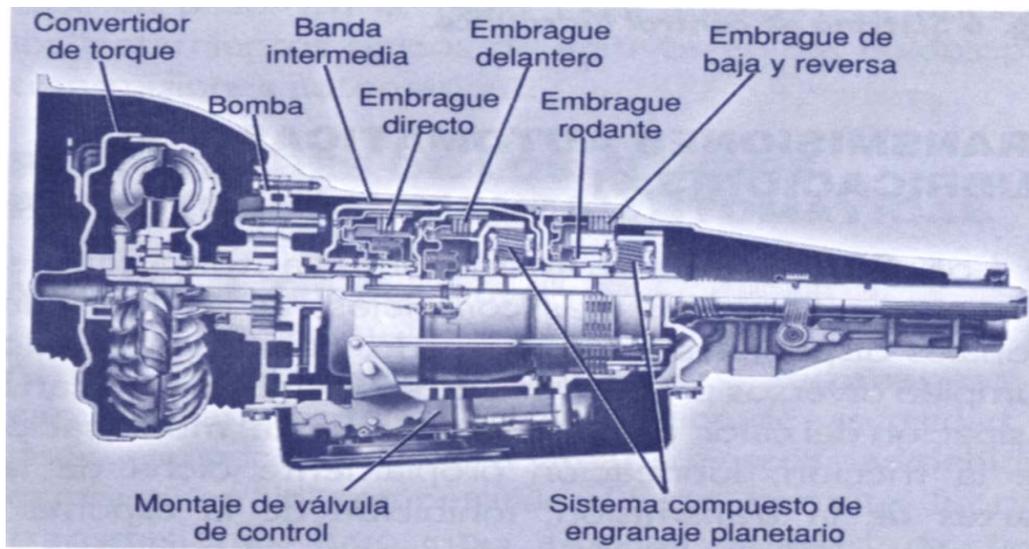
CAPÍTULO II

2.1. MARCO TEÓRICO

Un banco es una instalación o equipo especialmente diseñado para simular las condiciones de trabajo a las cuales son sometidas piezas o materiales, para comprobar el buen estado o funcionamiento de las mismas (Nichols, H., 1983).

La caja de cambios, denominada también cambio de engranajes, es un dispositivo del tren de transmisión que proporciona diferentes relaciones de engranajes entre el motor y las ruedas (Arias, P., 1980).

La caja de cambios automática (Figura 2.1) es aquella donde las diferentes relaciones de engranaje se cambian automáticamente de acuerdo a las condiciones de trabajo (Crouse, W., 1983).



Transmisión automática típica.

Figura 2.1 Caja automática típica (Crouse, W., 1983).

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

El convertidor de par (Figura 2.2) es un acople entre el motor y el conjunto de engranajes planetarios. Además le permite al motor operar a velocidades que no están linealmente relacionadas con la velocidad del motor (Przybylki, J., 1983).

El convertidor consta de tres elementos (Figura 2.3): una bomba centrífuga, un conjunto de alabes llamado estator y una turbina hidráulica. Estos tres elementos son instalados dentro de una caja, la cual se llena con un fluido hidráulico. La bomba es impulsada por el motor y la turbina acciona el eje impulsor de la caja. Los alabes de la bomba están dispuestos de tal forma que ellos descargan el fluido a alta velocidad y en la dirección correcta para mover la turbina.

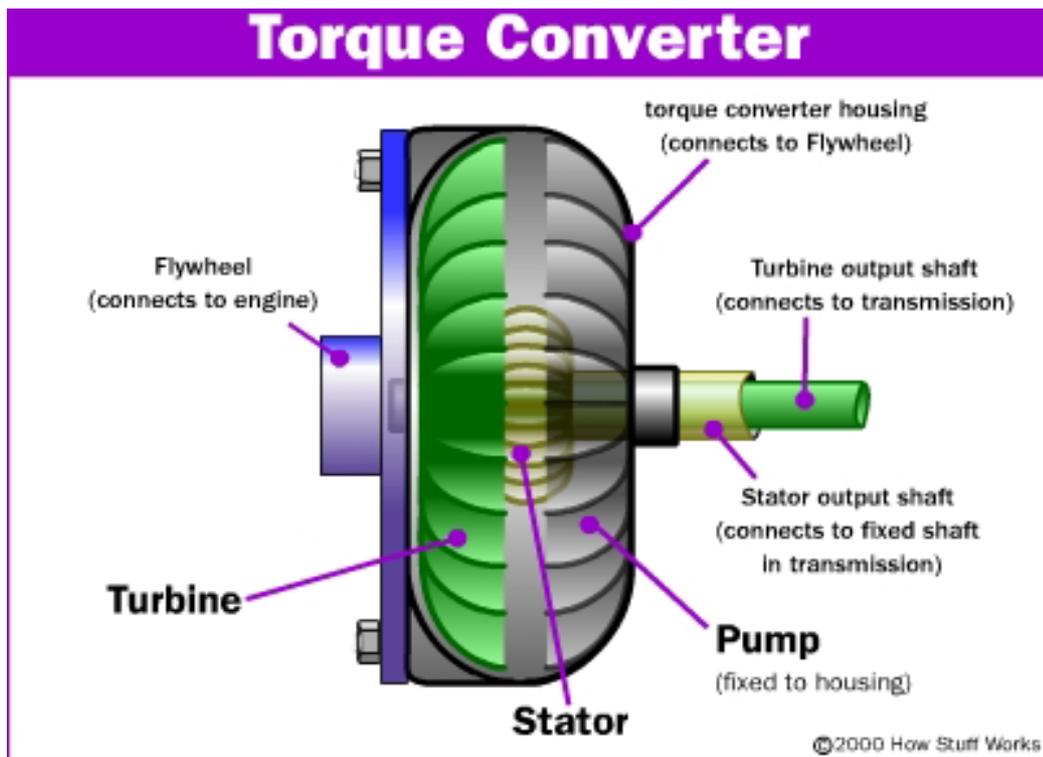


Figura 2.2 Convertidor de par (www.howstuffworks.com).



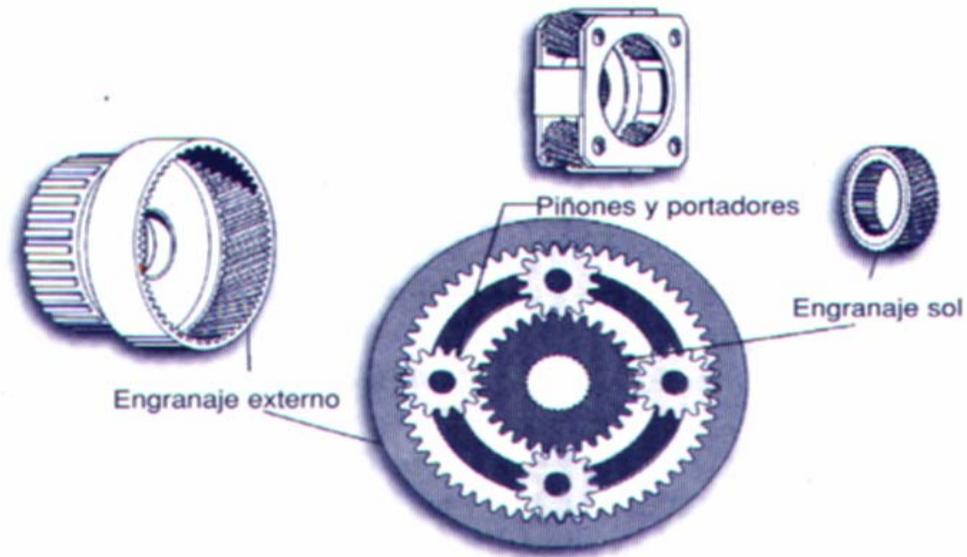
Figura 2.3 Turbina (izq.), estator (centro) y bomba (der.)

(www.howstuffworks.com).

La mayoría de las transmisiones automáticas usan un par de grupos de engranajes planetarios (Figura 2.4). Cada grupo consiste de un engranaje interior, un engranaje sol en el centro y un conjunto de piñones portadores llamados satélites, los cuales se encuentran engranados entre el sol y el engranaje interior (Figura 2.5). Todo este conjunto de engranajes actuando en varias combinaciones por fijación de algunos de ellos hacen posible obtener las diferentes relaciones de velocidades.



Figura 2.4 Grupo de engranajes planetarios (www.howstuffworks.com).



Conjunto de engranajes planetarios.

Figura 2.5 Partes que componen el conjunto de engranajes planetarios

(Crouse, W., 1983).

El embrague (Figura 2.6) es un dispositivo que se emplea para conectar o desconectar un componente que es impulsado (Mott, R., 1995). En el embrague o freno de placa cada superficie de fricción tiene la forma de un anillo o corona circular sobre una placa plana (Figura 2.7). Dos o más placas de fricción se mueven en sentido axial para entrar en contacto con una placa lisa con la cual se enlazan, esta placa casi siempre se fabrica de acero y el torque de fricción es transmitido hacia ella. Los embragues son utilizados para acoplar el torque de entrada y las bandas de freno para fijar el engranaje sol. Todos los embragues y frenos son accionados por presión hidráulica regulada por un circuito.

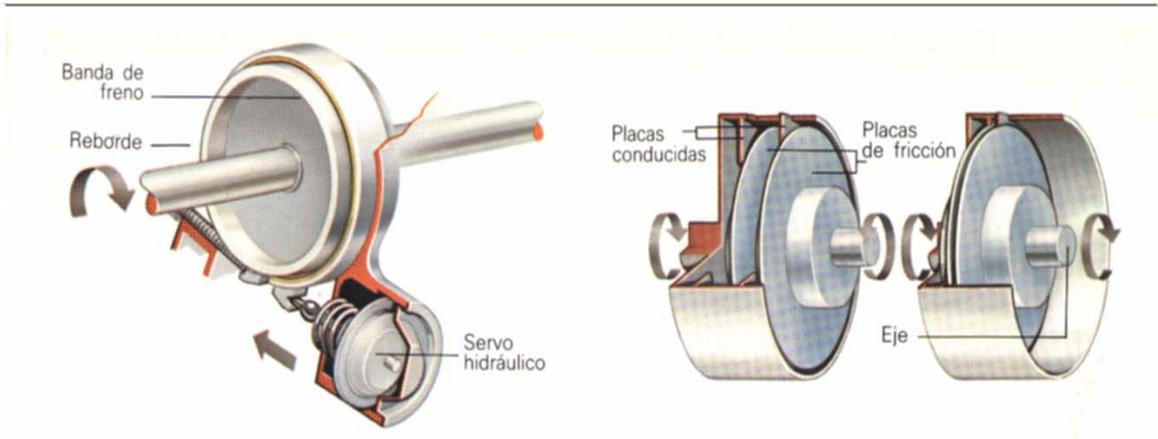


Figura 2.6 Freno de banda (der.) y embrague de placa (izq.) (Arias, P., 1980)

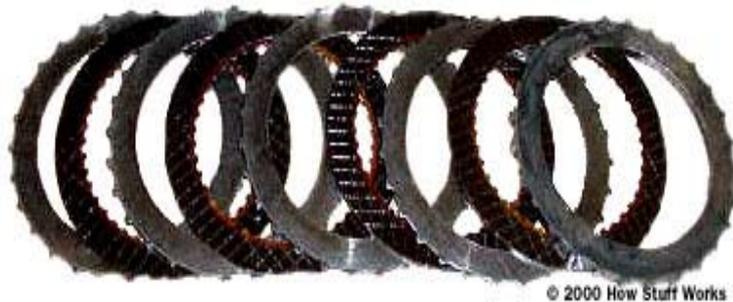
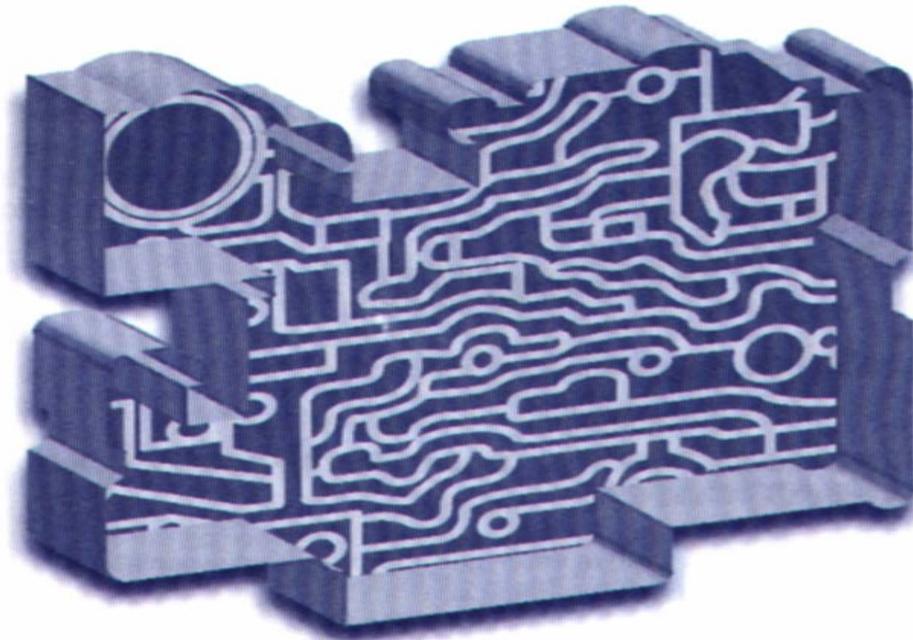


Figura 2.7 Conjunto de placas de fricción y placas conducidas de un embrague de placas (www.howstuffworks.com).

Los embragues y frenos son operados por un mecanismo servo hidráulico (Figura 2.9) que es controlado por un complejo juego de válvulas. El sistema de control hidráulico (Figura 2.8) permite la selección de los intervalos de engrane mediante el accionamiento de válvulas y resortes por medio de la presión de fluido de acuerdo a la carga del motor y a la velocidad del vehículo.



Sistema de control hidráulico.

Figura 2.8 Sistema de control hidráulico (Arias, P., 1980)

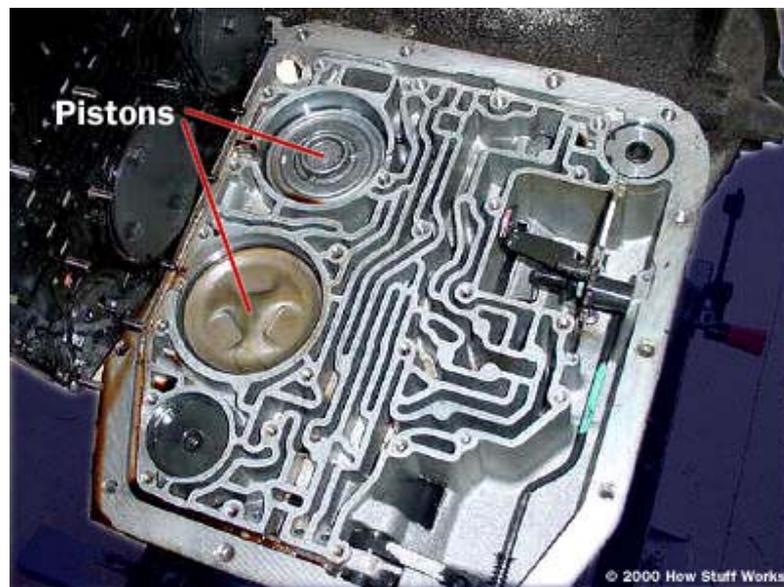


Figura 2.9 Mecanismo servo hidráulico de sistema de control hidráulico (www.howstuffworks.com).

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Las velocidades en la caja de planetarios se conectan automáticamente sin interrupción de la fuerza de tracción. Las instrucciones para estos cambios de marcha se reciben de un gobernador (Figura 2.10), que conecta los embragues y frenos de láminas a través de mecanismos servo hidráulico (Figura 2.11) en función de la velocidad del vehículo y posición del selector de velocidades.

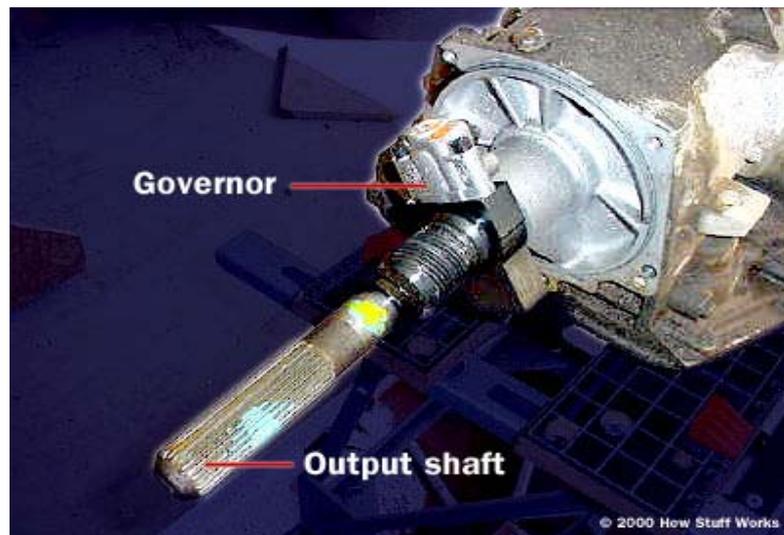


Figura 2.10 Gobernador (www.howstuffworks.com).

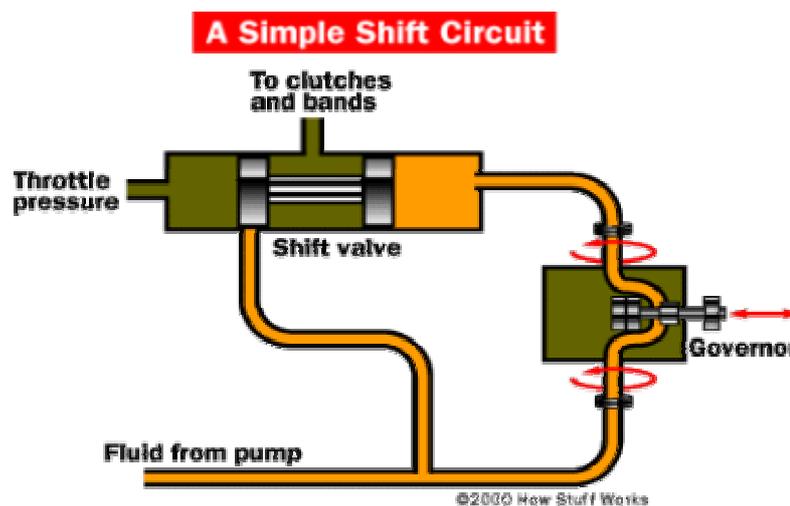


Figura 2.11 Circuito hidráulico de control (www.howstuffworks.com).

2.2. CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA CAJA AUTOMÁTICA DE VELOCIDAD “ZF” 5HP-500

Las cajas de cambios “ZF” 5HP-500 (Figura 2.12) se componen de un convertidor de par hidrodinámico con embrague de puente y de una caja de cambios de planetarios de varias velocidades.

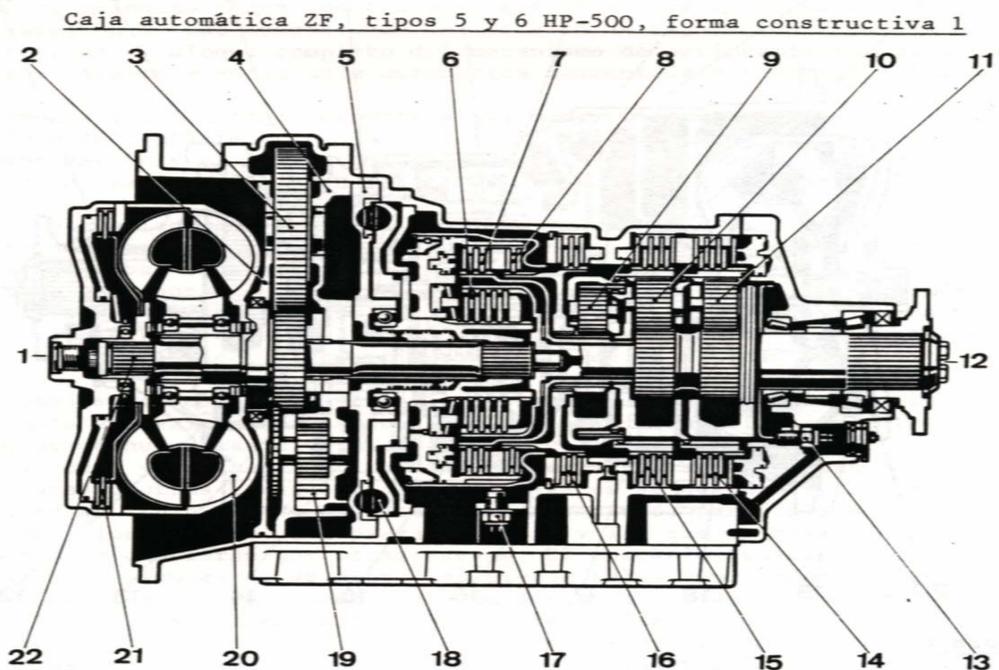


Figura 1a

- | | | | |
|----|--|----|-------------------------------|
| 1 | Entrada | 12 | Salida |
| 2 | Placa de recubrimiento | 13 | Transmisor inductivo, salida |
| 3 | Ruedas de accionamiento para salida secundaria | 14 | Freno "F" |
| 4 | Parte de mando | 15 | Freno "E" |
| 5 | Brida de la entrada del aceite | 16 | Freno "D" |
| 6 | Embrague "A" | 17 | Transmisor inductivo, turbina |
| 7 | Embrague "B" | 18 | Retardador |
| 8 | Embrague "C" | 19 | Bomba primaria |
| 9 | Grupo planetario I | 20 | Convertidor de par |
| 10 | Grupo planetario II | 21 | Embrague de puente |
| 11 | Grupo planetario III | 22 | Eje de la turbina |

Figura 2.12 Caja automática ZF 5HP-500 (ZF, 1.985)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

El convertidor de par es un dispositivo para un arranque sin desgaste y que se adapta con progresión continua a las necesidades del momento (par de salida necesario). El convertidor de par hidrodinámico está equipado con un dispositivo de rueda libre y un embrague de puente. El convertidor trabaja solo en la fase del arranque y a continuación es puentado automáticamente. El embrague de puente instalado dentro del convertidor de par (Figura 2.14) hace posible, después del arranque, una unión mecánica directa entre el motor y la caja de planetarios. Las pérdidas de potencia normales en otras cajas con convertidor de par quedan así anuladas. El convertidor de par consiste en tres o más elementos giratorios (Figura 2.13), cuya función es transmitir la potencia del motor al resto de tren de transmisión por medio de un fluido, al reducir la velocidad se incrementa el par. El embrague de rueda libre del tipo que solo transmite el movimiento de rotación en un solo sentido, cuando el movimiento de rotación cambia de sentido el elemento motor desliza y no transmite movimiento alguno al otro elemento.

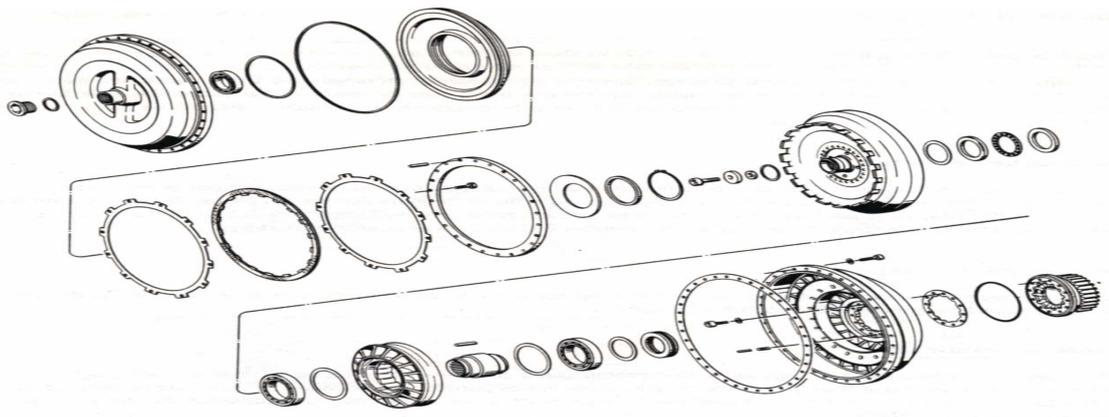


Figura 2.13 Despiece del convertidor de par de la caja ZF 5HP-500 (ZF, 1.985)

- 1 Pasador cilíndrico
- 2 Arandela de ajuste (espesores diferentes)
- 3 Cojinete de bolas
- 4 Segmento rectangular
- 5 Arandela soporte
- 6 Tornillo cierre M 33 x 2
- 7 Arandela de reglaje (diferentes espesores)
- 8 Muelle Belleville
- 9 Anillo de seguridad
- 10 Embolo de plato
- 11 Láminas interiores y exteriores
- 12 Arandela final
- 13 Rueda directriz completa con cuerpo de rueda libre
- 14 Cojinete de bolas
- 15 Anillo tórico
- 16 Junta
- 17 Arandela de ajuste (0,5 mm)
- 18 Cojinete axial de rodillos
- 19 Anillo interior de la rueda libre
- 20 Cojinete axial de agujas
- 21 Arandelas axiales
- 22 Rueda dentada cilíndrica
- 23 Turbina con brida
- 24 Bomba completa
- 25 Tapa anterior del convertidor
- 26 Junta

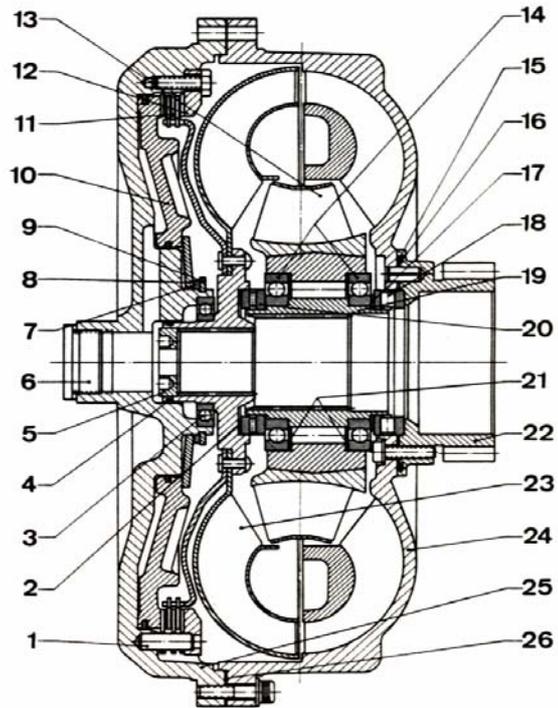
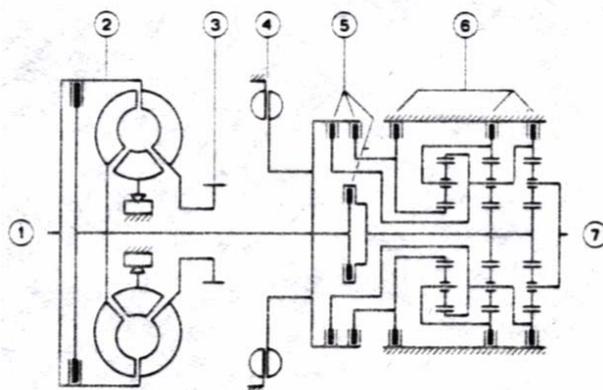


Figura 2.14 Partes del convertidor de par de la caja “ZF” 5HP-500 (ZF, 1.985)



Versión 5 velocidades

$$i = 3,43 - 0,83$$

Figura 2.15 Distribución de los embragues y frenos de la caja automática “ZF” 5HP-500 (ZF, 1.985)

Leyenda figura 2.15:

1. Accionamiento
2. Convertidor con embrague de puente
3. Piñón de accionamiento para tomas de fuerza dependientes del motor
4. Retardador hidrodinámico
5. Laminas de embrague rotatorias
6. Laminas de frenos fijas
7. Salida

Las velocidades en la caja de planetarios se conectan automáticamente sin interrupción de la fuerza de tracción. Las instrucciones para estos cambios de marcha se reciben de un cerebro electrónico, que conecta los embragues y frenos de láminas a través de válvulas electro-hidráulicas en función de la potencia del motor (posición del acelerador), velocidad del vehículo y posición del selector de gamas de marchas.

Modulación eléctrica de presión: por medio de un emisor de carga (Figura 2.16) se obtiene el estado de carga del motor y se transmite al cerebro electrónico, donde la señal de carga se transforma en señal de presión adaptada a las características del motor, por medio de microprocesadores (ZF-Ecomat, 1981). Estos impulsos se emiten en forma de amperaje constante a las válvulas electro-hidráulicas (Figura 2.17), encargándose estas de conectar los embragues y frenos de láminas en función de la potencia del motor (posición del acelerador), velocidad del vehículo y posición del selector de gamas de velocidades. Con la ayuda del

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

dispositivo de modulación de presión se ajusta la presión de las láminas en los embragues o frenos a la carga del motor.

El emisor de carga es el dispositivo que obtiene el estado de carga del motor y lo transmite al cerebro electrónico, su principio de funcionamiento es el de un reóstato o resistencia variable, puede conectarse directamente a la bomba de inyección o al pedal de aceleración.

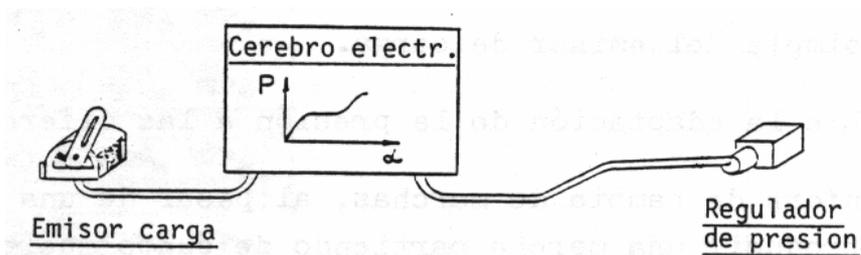


Figura 2.16 Modulación eléctrica de presión (ZF, 1.981)

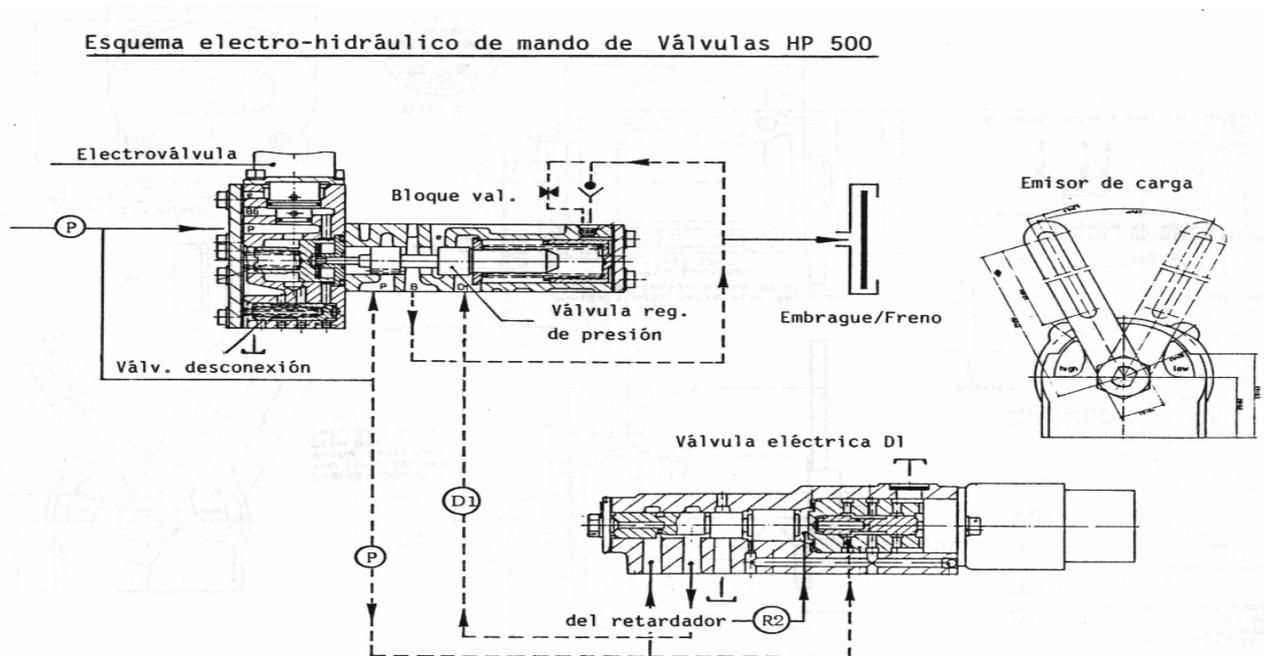
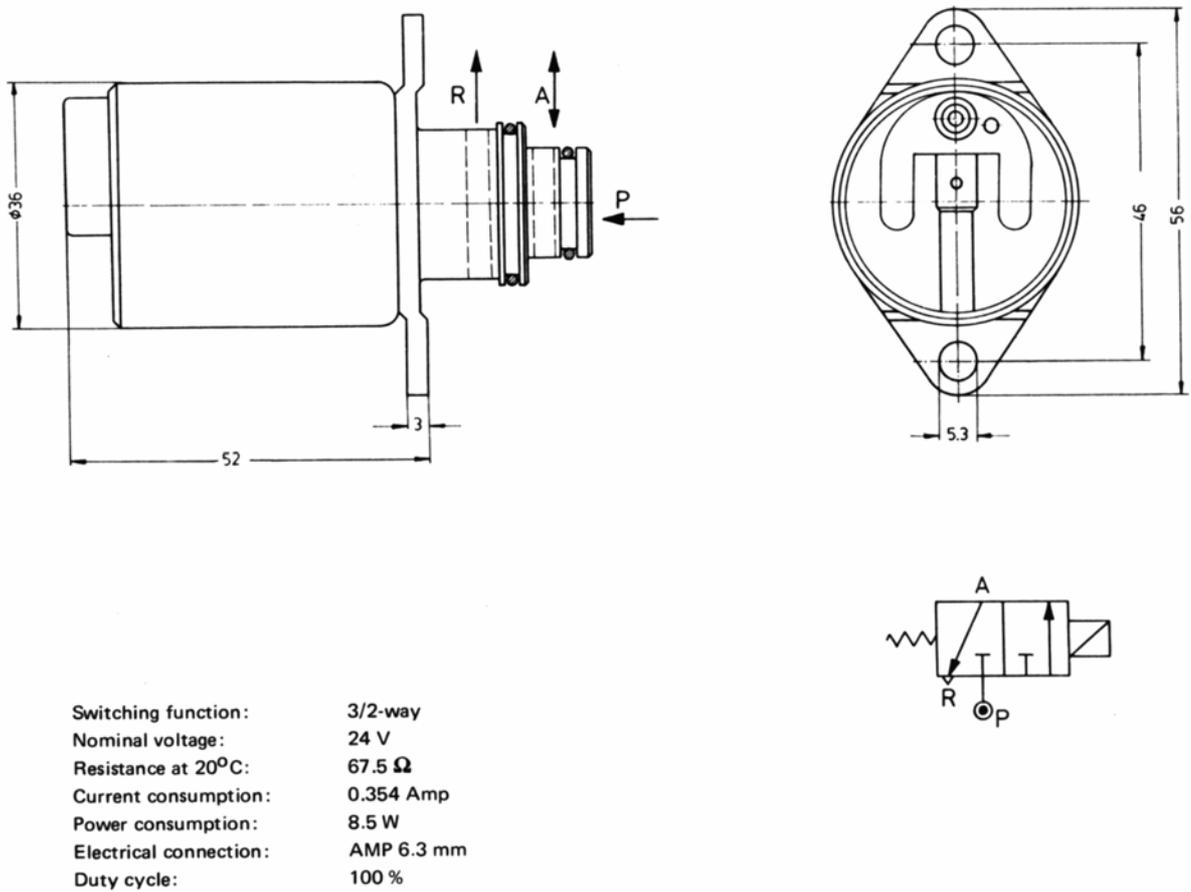


Figura 2.17 Circuito hidráulico de control de la caja ZF 5HP-500 (ZF, 1.981)



**Figura 2.18 Válvula electro-hidráulica de tres vías
(Identificada como electroválvula en la Figura 2.17) (ZF, 1.985)**

El retardador hidrodinámico (freno hidráulico) se encuentra integrado en la caja de cambios, con lo que no se produce un aumento de longitud del cárter (Figura 2.20). Se encuentra situado entre el convertidor de par y la caja de planetarios, por lo que se consigue un buen efecto de frenado en todas las velocidades.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

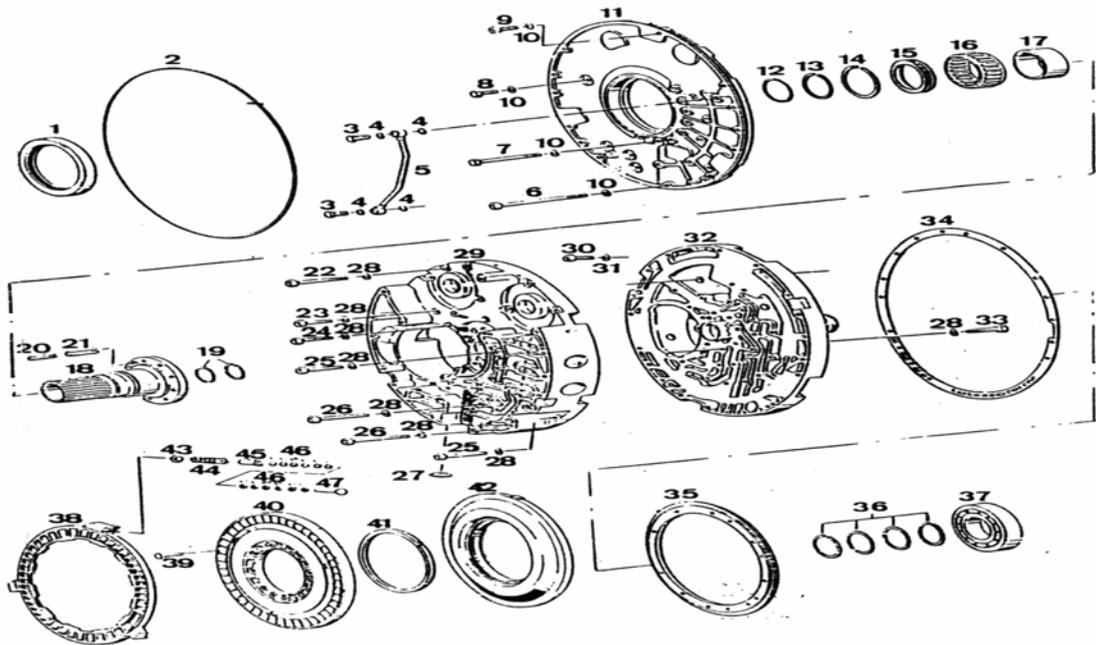
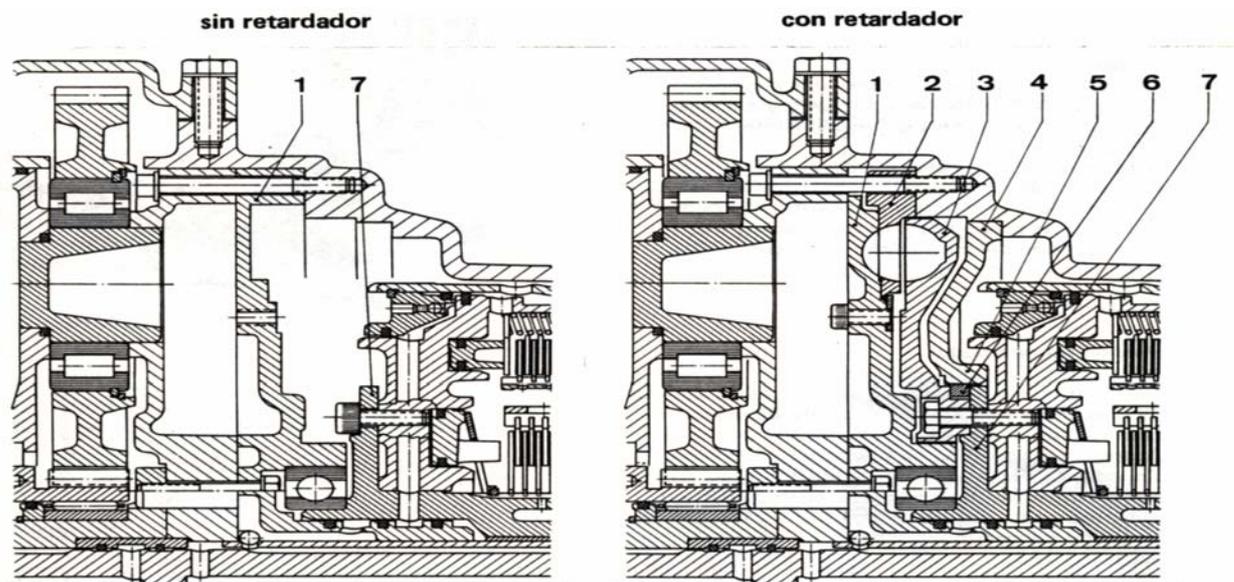


Figura 2.19 Despiece del retardador hidrodinámico (ZF, 1.985)



114. Ambas figuras muestran las versiones HP 500 con y sin retardador.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 Brida de conducción de aceite 2 Anillo de estator 3 Rotor 4 Carcasa de la caja de cambios | <ul style="list-style-type: none"> 5 Arandela de estanqueidad 6 Segmento de émbolo 7 Portaembragues |
|--|--|

Figura 2.20 Componentes del retardador hidrodinámico (ZF, 1.985)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

El retardador permite frenar sin desgaste bajando pendientes, en tráfico urbano o en caso de autobús urbano en las correspondientes paradas, ya que se trata de un freno exento de rozamiento. El par de frenado del retardador se regula sin escalonamiento por medio del pedal de freno (Figura 2.21) con una válvula de modulación (neumática) incorporada.

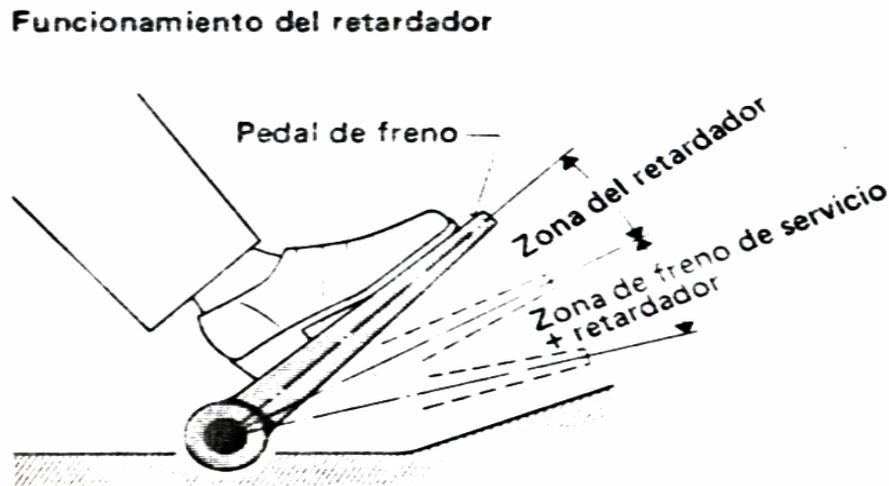


Figura 2.21 Accionamiento del retardador mediante el pedal de freno (ZF, 1.981)

La caja de planetarios se encuentra detrás del convertidor de par y se trata de un sistema combinado de trenes de engranajes simples.

El cerebro electrónico (Figura 2.22) es un dispositivo compuesto por microprocesadores que tiene como función principal la de transformar la señal de carga, proveniente del emisor de carga, en una señal de presión adaptada a las características del motor y que se emite en forma de amperaje constante (Crouse, W., 1979).

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

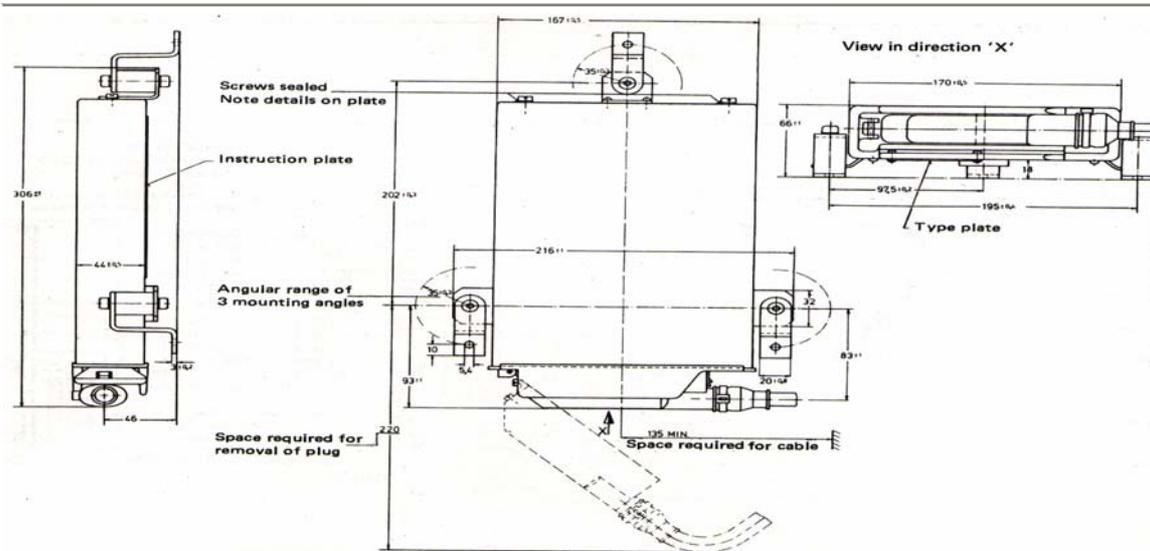


Figura 2.22 Cerebro electrónico (ZF, 1.981)

El cableado compacto (Figura 2.23) es el conjunto de cables de conexión de todas las válvulas electro-hidráulicas y los transmisores de revoluciones que están montados directamente en la caja de cambio (distribuidor hidráulico, Figura 2.24).

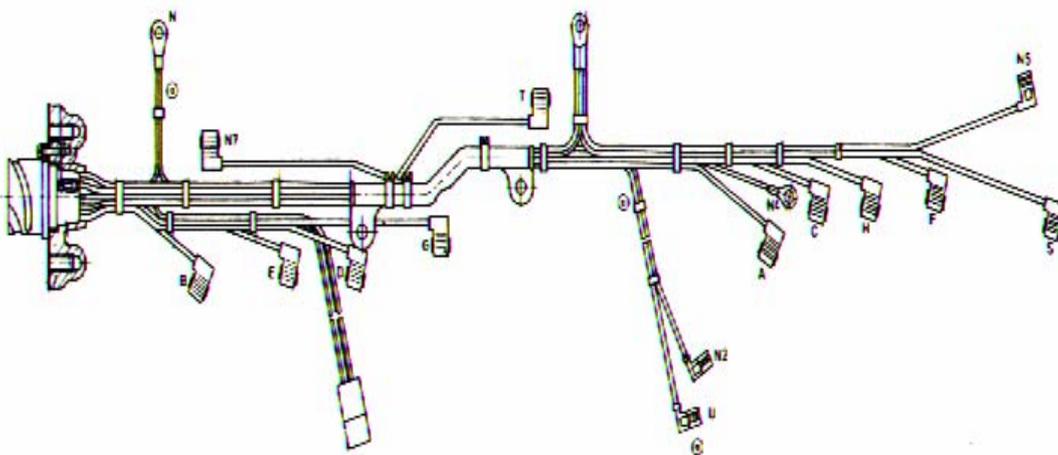


Figura 2.23 Cableado compacto (ZF, 1.981)

Despiece del distribuidor hidráulico.

Bloque de válvulas A:

- 1 = Electroválvula freno "F"
- 2 = Electroválvula embrague puenteo "EP"
- 3 = Electroválvula embrague "C"
- 4 = Electroválvula embrague "A"

Bloque de válvulas B:

- 5 = Electroválvula embrague "B"
- 6 = Electroválvula freno "E"
- 7 = Electroválvula freno "D"

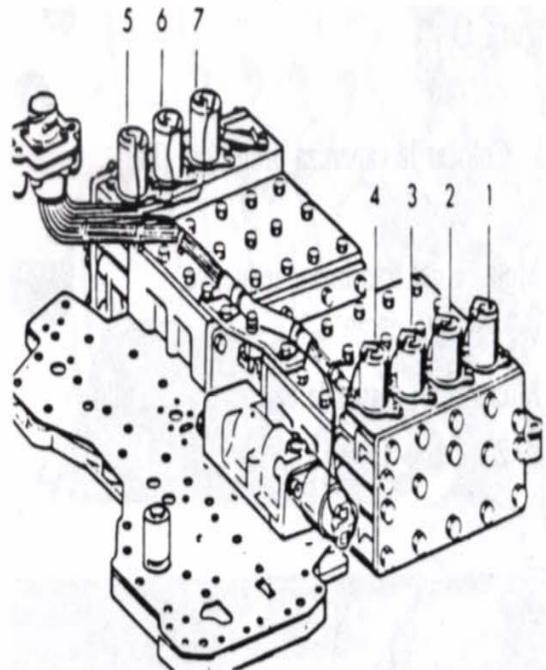


Figura 2.24 Sistema de control hidráulico de la caja automática ZF 5HP-500 (ZF, 1.985)

Tabla 2.1 Combinaciones de embragues y frenos de la caja ZF 5HP-500 tipo autobús sistema Renault

	A	B	C	D	E	F
Marcha atrás			•			•
NEUTRAL						
1ra velocidad	•					•
2da velocidad	•				•	
3ra velocidad	•			•		
4ta velocidad	•	•				
5ta velocidad		•		•		

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Tabla 2.2 Combinaciones de embragues y frenos de la caja ZF 5HP-500 tipo autobús sistema Pegaso

	A	B	C	D	E	F	G
Marcha atrás			•			•	•
NEUTRAL							
NEUTRO NBS	•						•
1ra velocidad	•					•	
2da velocidad	•				•		
3ra velocidad	•			•			
4ta velocidad	•	•					
5ta velocidad		•		•			

La red de abordo (Figura 2.25) es el conjunto de cables de conexión de todas las válvulas electro-neumáticas, emisor de carga, selector de velocidades, indicador de temperatura, interruptor de presión, interruptor de “kick-down”, transmisor de temperatura y cableado compacto con el cerebro electrónico.

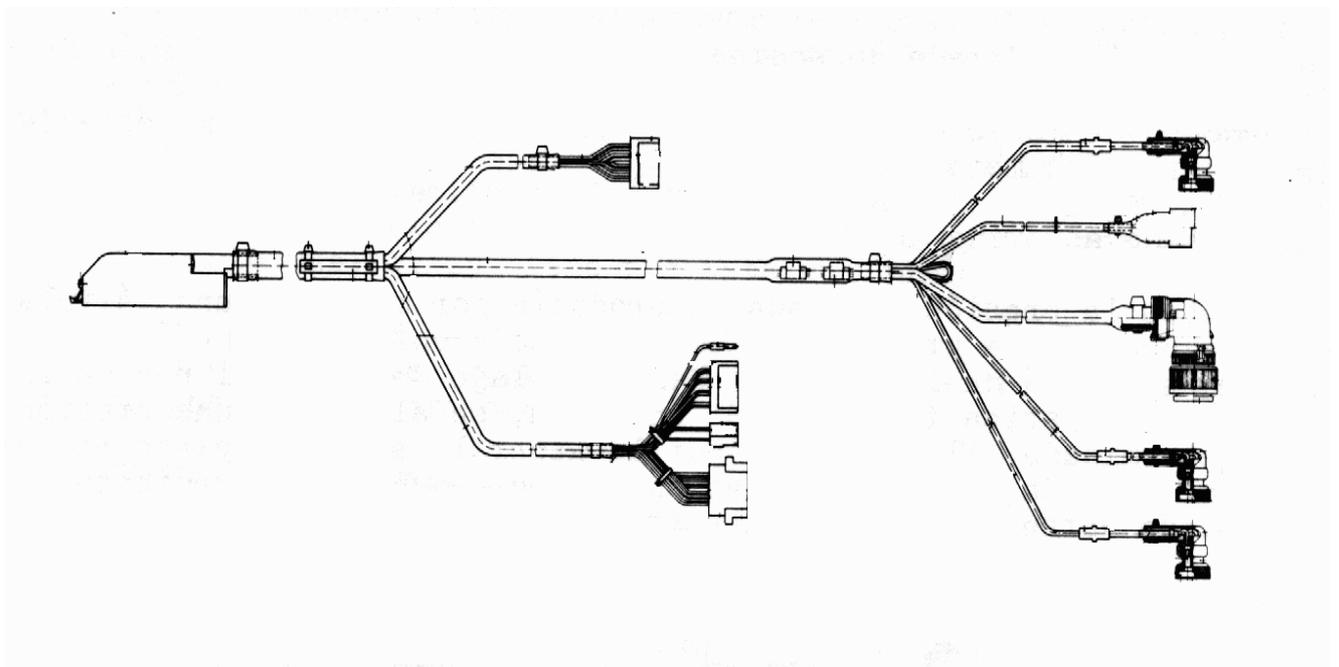


Figura 2.25 Red de abordo (ZF, 1.981)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

El interruptor de "kick-down" es un pulsador normalmente cerrado que al ser accionado cuando se pisa el acelerador a fondo produce una reacción de marcha.

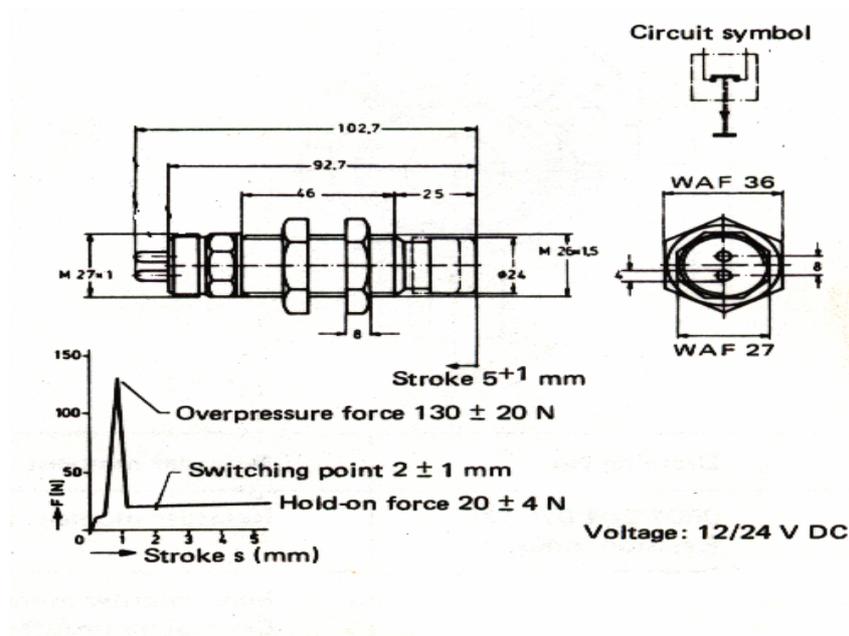


Figura 2.26 Interruptor de kick-down (ZF, 1.985)

El transmisor de revoluciones (Figura 2.27) es una bobina que cuando se energiza el cerebro electrónico, recibe una tensión, cuando uno de los dientes de la rueda dentada atraviesa este campo, se cierra el circuito magnético y se genera por inducción tensiones alternas cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de rotación de la rueda dentada. Estas tensiones son transmitidas al cerebro obteniendo así el número de dientes que atraviesan el campo por minuto, es decir, las revoluciones por minuto (Crouse, W., 1979).

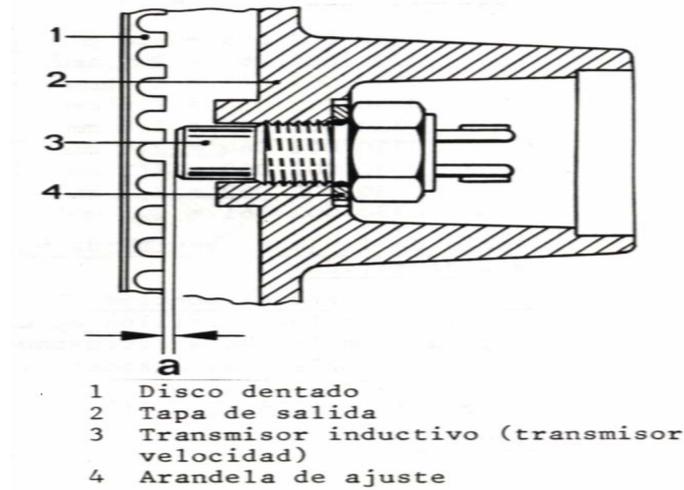


Figura 2.27 Transmisor de revoluciones (ZF, 1.985)

El selector de velocidades (Figura 2.28) es un conjunto de pulsadores (normalmente abierto) que permiten seleccionar los diferentes programas o gamas de marchas, donde:

Tecla R: marcha atrás

Tecla N: punto muerto

Tecla D: programa normal de conducción automática.

Tecla 3: programa de conducción donde solo están disponibles las cuatro primeras velocidades.

Tecla 2: programa de conducción donde solo están disponibles las tres primeras velocidades.

Tecla 1: programa de conducción donde solo están disponibles las dos primeras velocidades.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

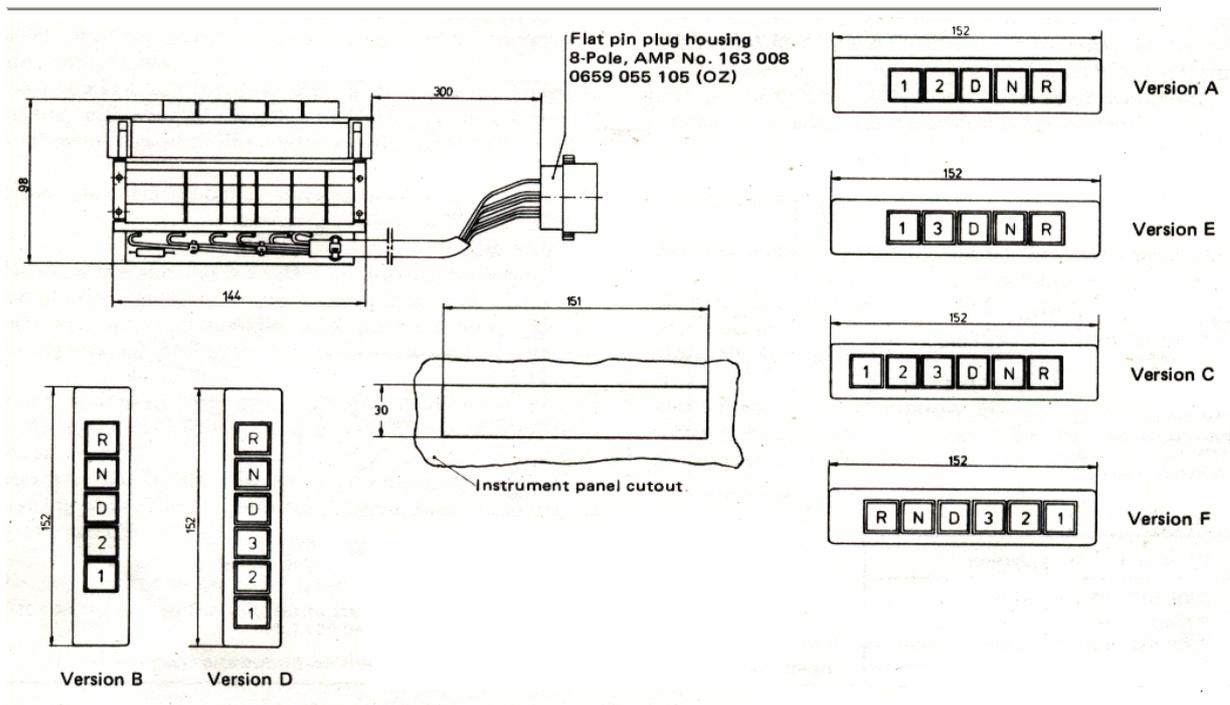


Figura 2.28 Selector de programas de conducción (ZF, 1.985)

Indicador de temperatura (Figura 2.29):

Al accionar el retardador y en simultaneo con el pedal del acelerador en ralentí, se activa el bloqueo a una marcha superior, debido al calentamiento del aceite que produce esta característica se instala un indicador de temperatura en el puesto de conducción del vehículo. El indicador posee tres zonas de trabajo: zona verde (50-110°C) para conducción normal, zona verde-roja (110-150°C) solo para freno con retardador, y zona roja (más de 150°C) que indica que la temperatura del aceite es demasiado elevada.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

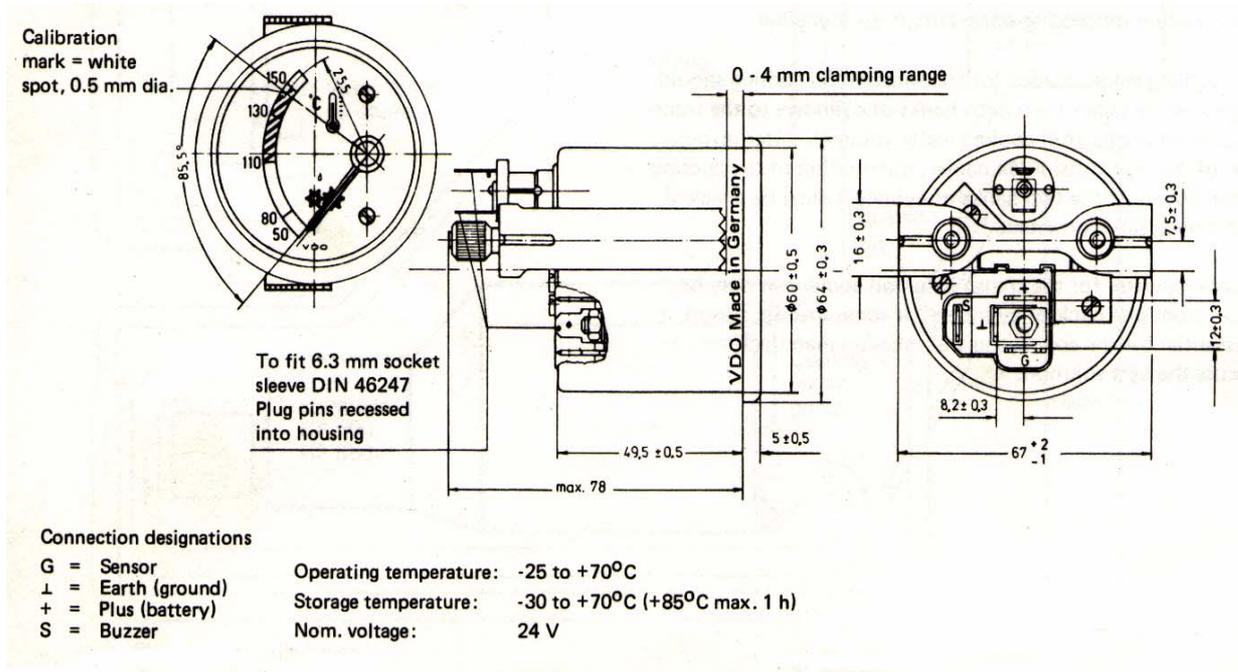
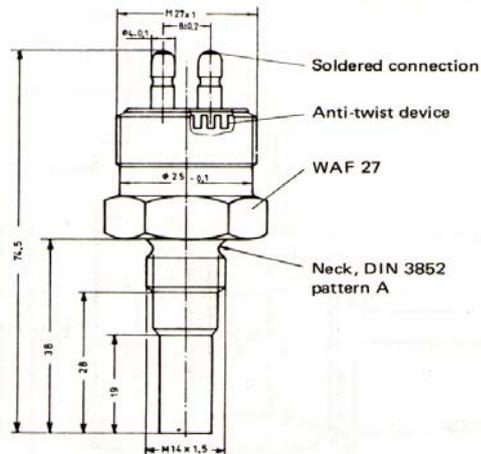


Figura 2.29 Indicador de temperatura (ZF, 1.985)

Transmisor de temperatura (Figura 2.30):

Esta instalado en la pieza de empalme del intercambiador del calor, registrando la temperatura del aceite cuando este sale de la caja hacia el intercambiador, enviando los registros de la temperatura directamente al indicador.

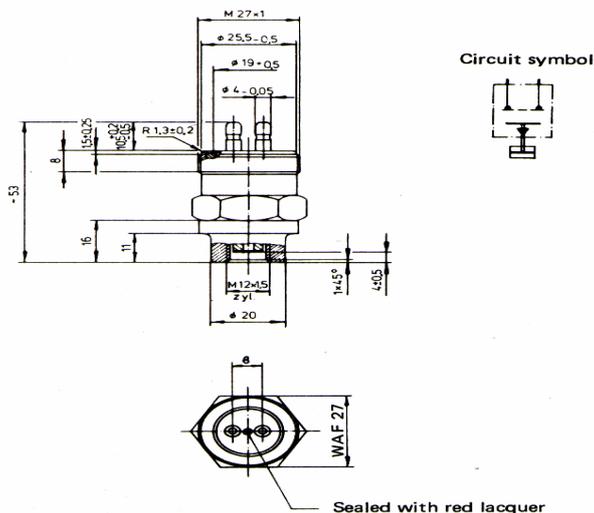


Permissible tightening torque: max. 50 Nm
 Provide a sealing ring C 14 x 18 mm DIN 7603 CuAS
 Temperature measuring range: +50 to +150°C
 Medium temperature: max. +160°C
 Ambient and storage temperature: -40 to +140°C

Figura 2.30 Transmisor de temperatura (ZF, 1.985)

Interruptor de presión (Figura 2.31):

Consiste en un pulsador normalmente abierto que se cierra a una presión determinada (Morse, A., 1983), y esta ubicado en el circuito neumático entre la válvula moduladora del pedal de freno y el regulador de presión, enviando una señal al cerebro electrónico cuando es activado el retardador hidrodinámico.



Circuit symbol

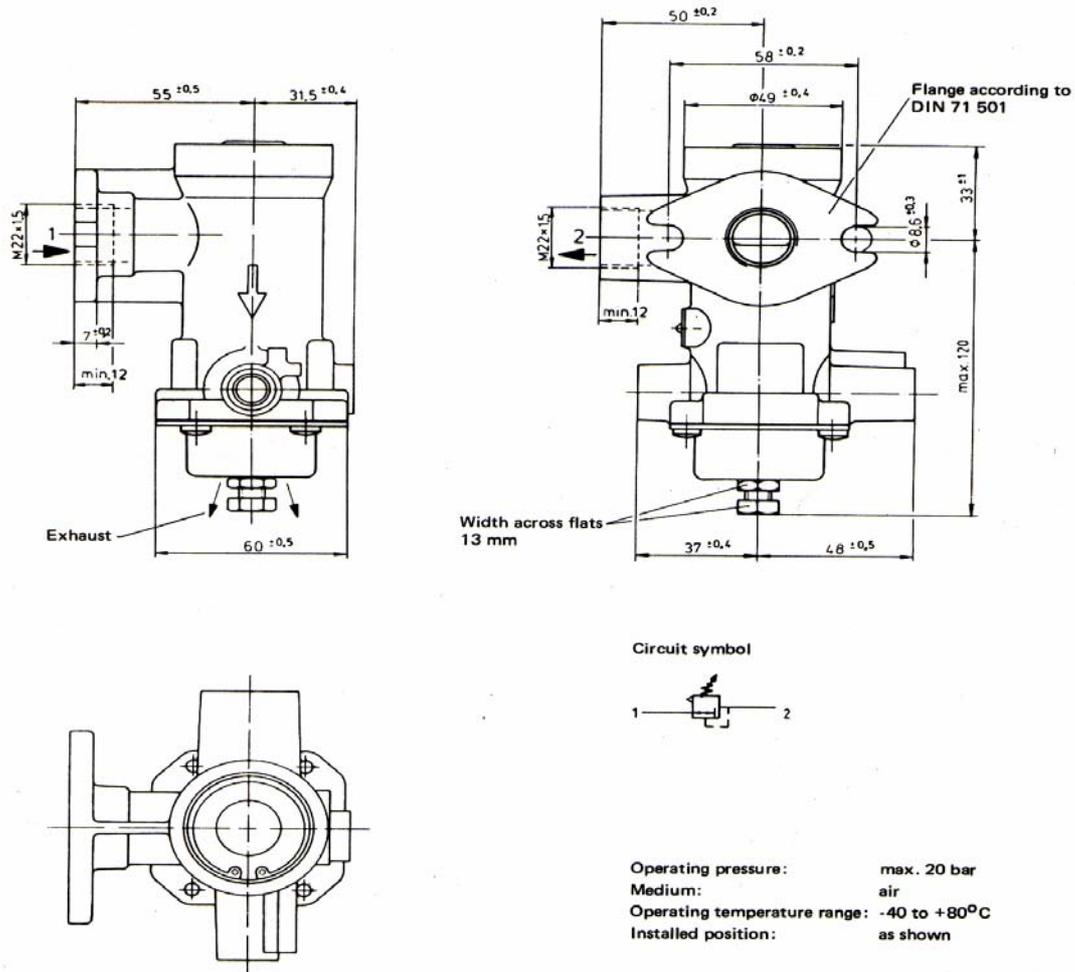
Cut-in point: 0.4 to 0.2 bar
 Operating pressure limit: 10 bar
 Overpressure safety limit: 30 bar
 Tightening torque: max. 30 Nm
 Nominal voltage: 12/24 V
 Operating temperature range: -30 to +100°C
 Storage temperature limits: -40 to +100°C
 Installation position: plugged in above or to the side

Figura 2.31 Interruptor de presión (ZF, 1.985)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Válvula reguladora de presión (Figura 2.32):

Es una válvula que controla el flujo de aire que pasa a través de ella. Su función consiste en reducir la presión del aire que llega directamente del depósito del autobús, y mantenerla constante (Atlas Copco S.A.E., 1979).



Retarder moment	Full pressure
Retarder moment reduction	1.2 +0.3 bar
Max. retarder moment Control by on/off switch	3.0 +0.3 bar

Figura 2.32 Válvula reguladora de presión (ZF, 1.985)

Válvula electro-neumática de tres vías (Figura 2.33):

Es una válvula de control direccional accionada por un solenoide, y como lo indica su nombre su función es la de controlar el flujo de aire en una cierta dirección. Esto se consigue mediante una corredera incorporada en la caja de la válvula que conecta los diferentes orificios o vías de la válvula (Creus, A., 1979).

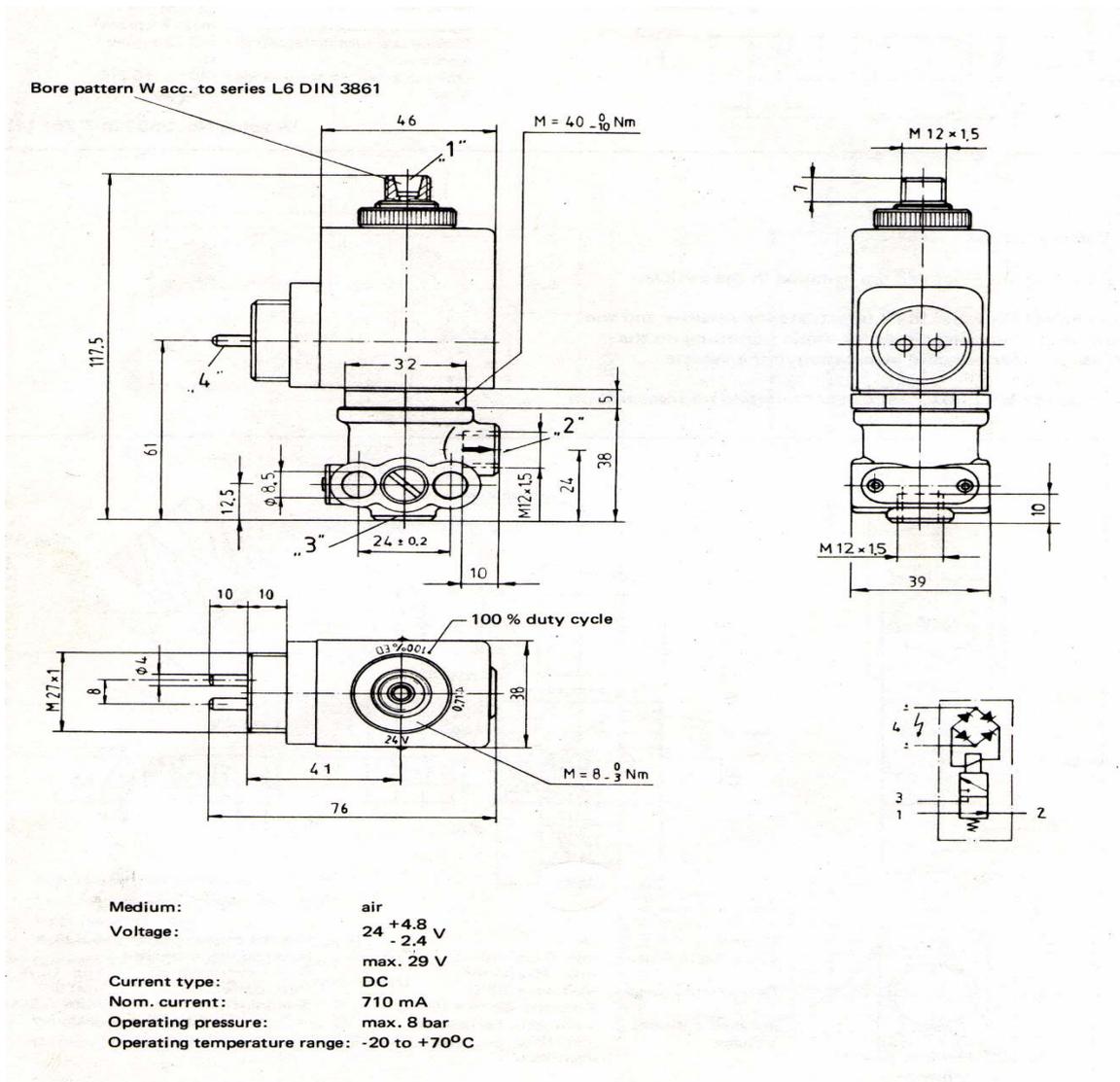


Figura 2.33 Válvula electro-neumática de tres vías (ZF, 1.985)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Válvula electro-neumática de dos vías (Figura 2.34):

Es una válvula de control direccional accionada por un solenoide que en estado de reposo esta normalmente cerrada, una vez activada se abre completamente permitiendo el flujo a través de ella (Creus, A., 1979).

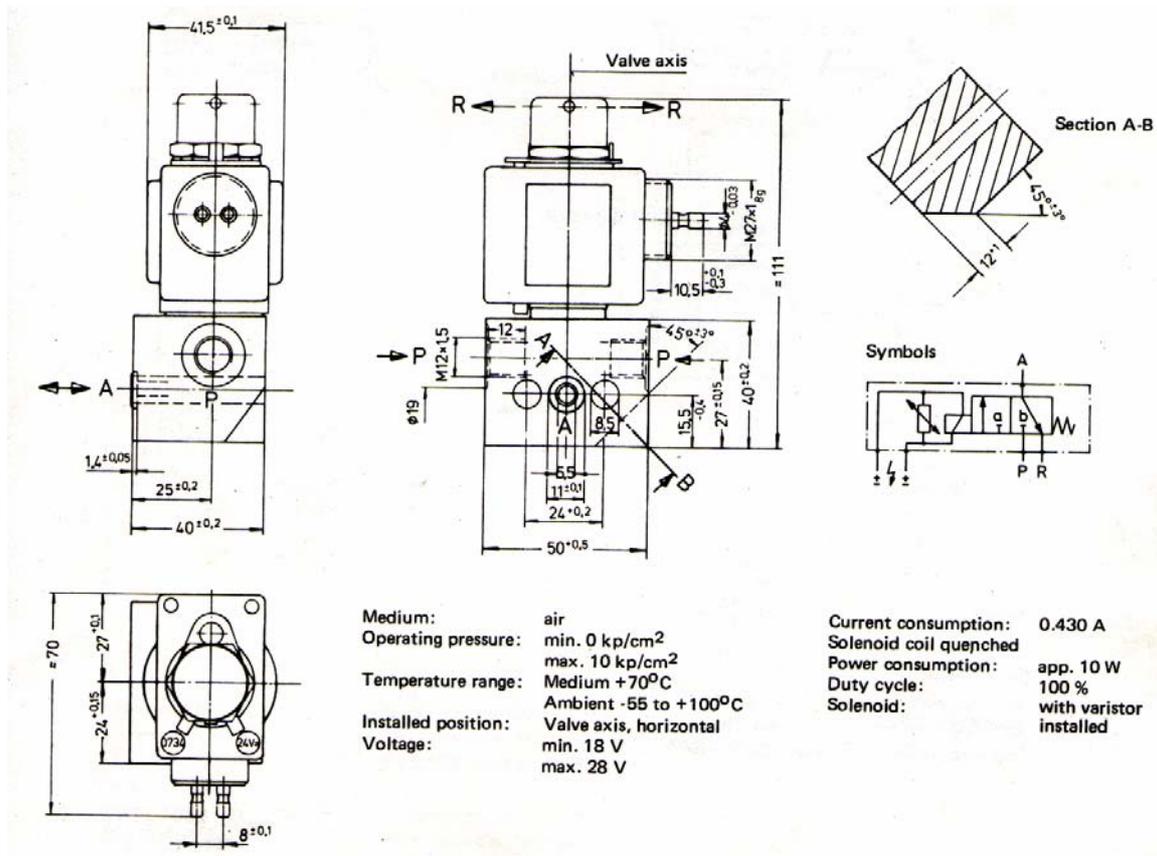


Figura 2.34 Válvula electro-neumática de dos vías (ZF, 1.985)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

El intercambiador de calor del aceite hidráulico (Figura 2.36) acoplado a la caja de cambios asegura una transferencia de calor óptima. Para el control de la temperatura existe una toma en la caja de cambios. El control de la temperatura es sobre todo importante cuando funciona el retardador, y se realiza por medio de un indicador de temperatura apropiado y una luz de advertencia.

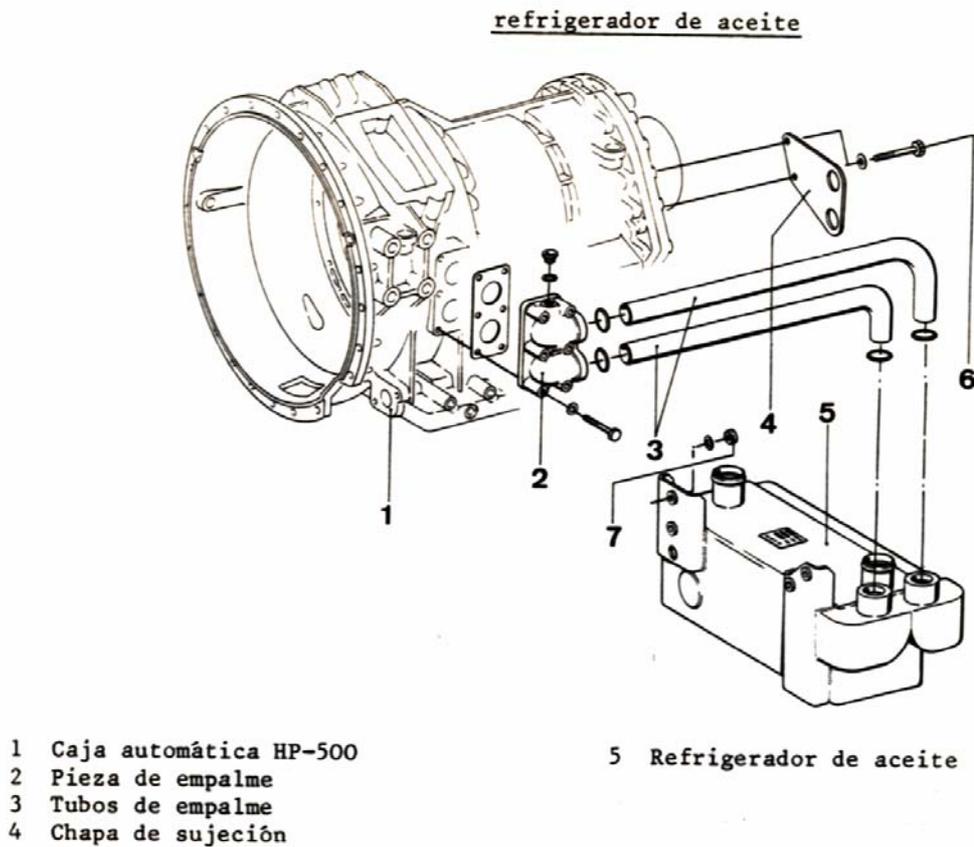
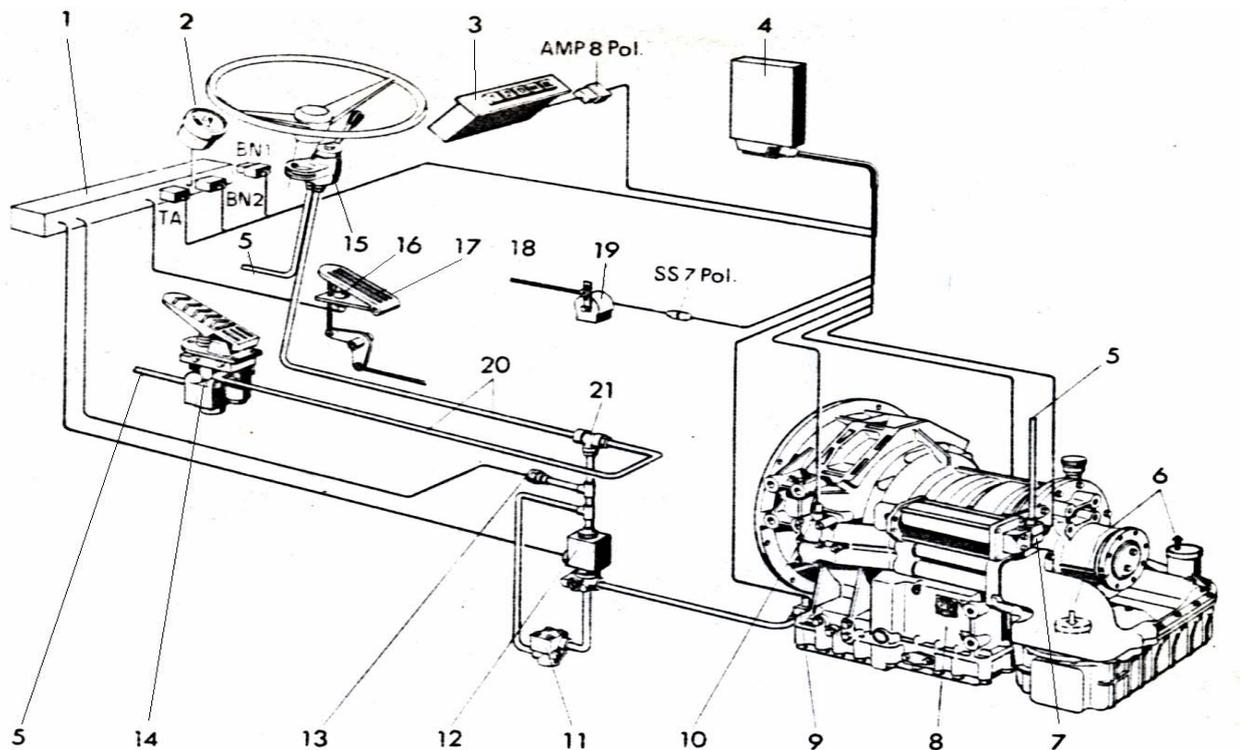


Figura 2.36 Intercambiador de calor (ZF, 1.981)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



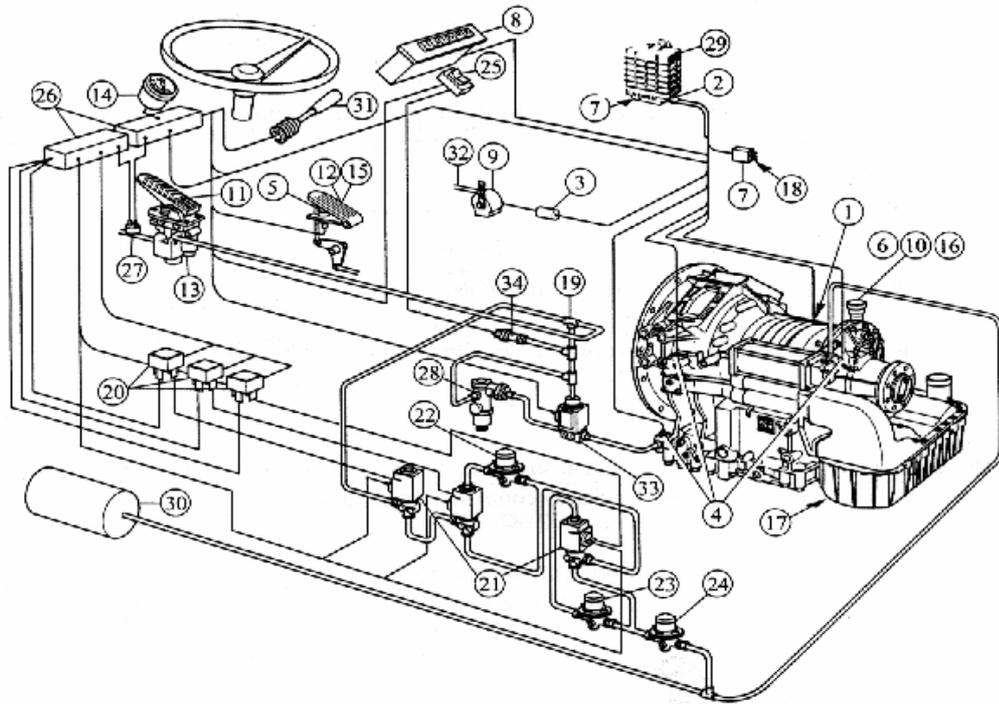
Leyenda

- | | |
|--|---|
| <p>1 Conexión eléctrica para alimentación de corriente (+) bloqueo de arranque
Relé de luces M. A.
Interruptor kick-down
Señal de cambio número de revoluciones
Lampara indicadora retardador
Commutación de programa
Vigilancia temperatura aceite caja de cambios</p> <p>2 Indicador de temperatura</p> <p>3 Selector de pulsadores</p> <p>4 Cerebro electrónico AEM-6D</p> <p>5 Del depósito de aire comprimido para los equipos adicionales.
Diámetro interior tubos de presión = 6 – 8 mm</p> <p>6 Empalmes para agua de refrigeración</p> <p>7 Válvula relé para depósito de aceite a presión del retardador</p> <p>8 Caja de cambios Ecomat</p> <p>9 Válvula relé para accionamiento del retardador</p> <p>10 Transmisor de temperatura</p> | <p>11 Válvula reductora de presión (1,2 bar)</p> <p>12 Válvula de 3/2 vías</p> <p>13 Interruptor de presión (señal del retardador)</p> <p>14 Pedal de freno con válvula de modulación para el accionamiento del freno de servicio y del retardador sin escalonamiento</p> <p>15 Válvula de accionamiento continuo del retardador por palanca de mano</p> <p>16 Interruptor kick-down</p> <p>17 Pedal de acelerador</p> <p>18 Varillaje hacia la bomba de inyección</p> <p>19 Transmisor de carga para modulación eléctrica de la presión</p> <p>20 Tubería aire comprimido para el mando del retardador (opcional a través de 14 y/o 15).
Tubería de presión para presión modulada (de 0 hasta 3 bar) diámetro interior = 4 mm.</p> <p>21 Válvula selectora</p> |
|--|---|

Figura 2.37 Diagrama de instalación de los elementos periféricos del sistema Renault (ZF, 1.981)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Disposición de las piezas periféricas



- | | |
|--|---|
| 1 Enchufe caja cambios | 18 Aparato comprobación MOBIDIG |
| 2 Enchufe EST 18 (cerebro) | 19 Válvula conmutadora |
| 3 Enchufe emisor de carga | 20 Relé mando retardador |
| 4 Enchufes:retardador, acumulador, y de sonda de temperatura | 21 Electroválvulas mando retardador |
| 5 Interruptor kick-down | 22 Válvula reduct.presión 1,2 bar |
| 6 Varilla nivel (control motor parado, estado de aceite) | 23 Válvula reduct.presión 2,0 bar |
| 7 Conexión para MOBIDIG y PR 87 | 24 Válvula reduct.presión 3,0 bar |
| 8 Selector de marchas | 25 Interruptor CONEX./DESCONEXION retardador |
| 9 Emisor de carga | 26 Red de a bordo |
| 10 Varilla nivel (control en frío, estado de aceite) | 27 Interruptor "NBS"(conexión punto muerto al detenerse vehículo) |
| 11 Válvula pedal de freno | 28 Válvula reduct.presión 1,2 bar |
| 12 Pedal acelerador (plena carga) | 29 Cerebro electrónico EST 18 |
| 13 Válvula moduladora retardador | 30 Depósito aire compr. (equipos auxiliares) |
| 14 Indicador de temperatura | 31 Palanca de mando del retardador (eléctr.) |
| 15 Pedal de acelerador (ralenti) | 32 Varillaje hacia bomba inyectora |
| 16 Varilla nivel (control en caliente, estado de aceite) | 33 Electroválvula reducción par de frenado del retardad. |
| 17 Control fugas de aceite | 34 Interruptor presión retardador |

Figura 2.38 Diagrama de instalación de los elementos periféricos del sistema Pegaso (ZF, 1.985)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**Tabla 2.3 Especificaciones técnicas de la caja de velocidades “ZF”
5HP-500 (ZF, 1.981)**

POTENCIA DE ENTRADA	125-210 kW
PAR DE ENTRADA	550-1050 Nm
RÉGIMEN DE ENTRADA	2800 rpm (máx.)
ACCIONAMIENTO	DIRECTAMENTE ACOPLADA AL MOTOR
RALENTÍ	450 rpm (min.)
CONVERTIDOR	DISPOSITIVO DE RUEDA LIBRE CON EMBRAGUE DE PUENTE
PAR DE FRENADO DEL RETARDADOR	1300 Nm (máx.)
CAJA DE VELOCIDADES	5 MARCHAS ADELANTE Y UNA ATRÁS
RELACIONES DE LA CAJA DE CAMBIOS	1ra vel. 3,43 : 1 2da vel. 2,01 : 1 3ra vel. 1,42 : 1 4ta vel. 1,00 : 1 5ta vel. 0,83 : 1 Marcha atrás 4,84 : 1
CAPACIDAD DE ACEITE	30 dm ³
PESO	334 Kg. (aprox.)

El equipo de comprobación PR-61 (Figura 2.39) pertenece a la gama de aparatos de diagnóstico ZF. Con el puede comprobarse tanto el funcionamiento de cerebros electrónicos AEM-6, como de los componentes eléctricos periféricos pertenecientes a la caja automática de velocidades ZF 5HP-500, en la siguiente figura se describen sus componentes.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

1.4 Aparato de comprobación PR-61 (+) 1P01 137 529

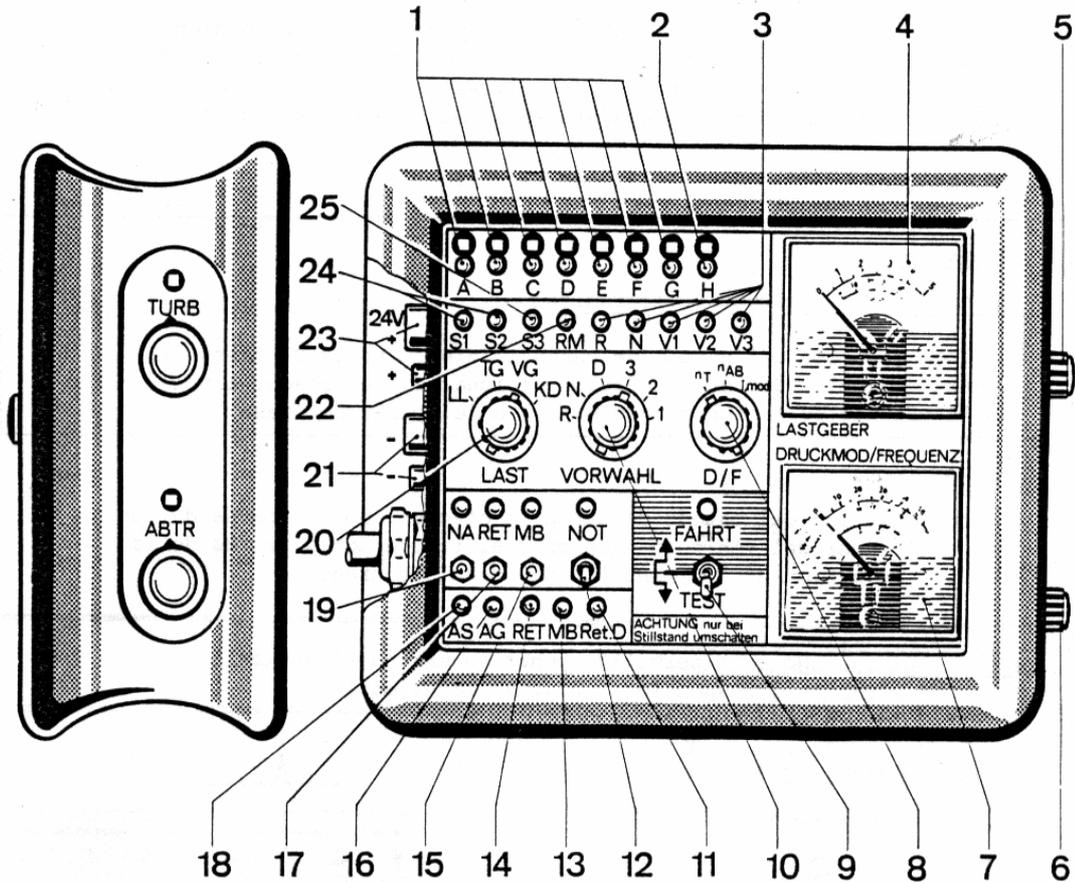


Figura 5

- | | |
|--|---|
| 1 Lámparas de los embragues con conexiones | 12 Interruptor de emergencia (cambio de programa) |
| 2 Lámpara del embrague de puenteo EP con conexión | 13 Disponibilidad freno motor |
| 3 Lámparas de preselección | 14 Disponibilidad retardador |
| 4 Indicador del emisor de carga | 15 Pulsador freno motor |
| 5 Generador de frecuencias botón y conexión "Turbina" | 16 Antigas |
| 6 Generador de frecuencias, botón y conexión "Salida" | 17 Pulsador retardador |
| 7 Indicador de frecuencias y amperaje | 18 Bloqueo de arranque |
| 8 Interruptor de indicación de amperaje, frecuencia y revoluciones (n_{salida} , n_{Turb} , amperaje de modulación) | 19 Pulsador toma de fuerza |
| 9 Interruptor de tipo de servicio | 20 Botón giratorio carga |
| 10 Botón giratorio "Preselección" | 21 Conexión y miniconexión "masa" |
| 11 Disminución presión del retardador | 22 Lámpara de electroimán de bloqueo |
| | 23 Conexión y miniconexión +12 V/+ 24 V |
| | 24 Lámparas de estado de carga |
| | 25 Lámpara de kickdown |

Figura 2.39 Equipo de comprobación PR-61 (ZF, 1.981)

Conexión del aparato de comprobación:

El aparato de comprobación se intercalara entre el enchufe del cerebro electrónico y este ultimo (Figura 2.40), debiendo hacerse esta operación con el suministro de corriente desconectado.

Conexión del aparato
en el vehículo

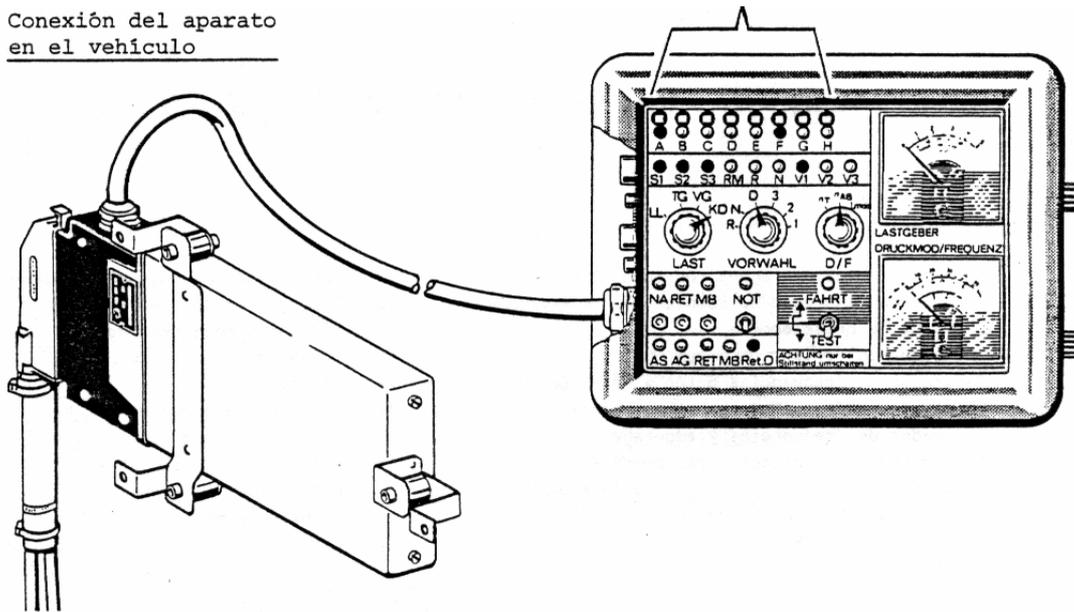
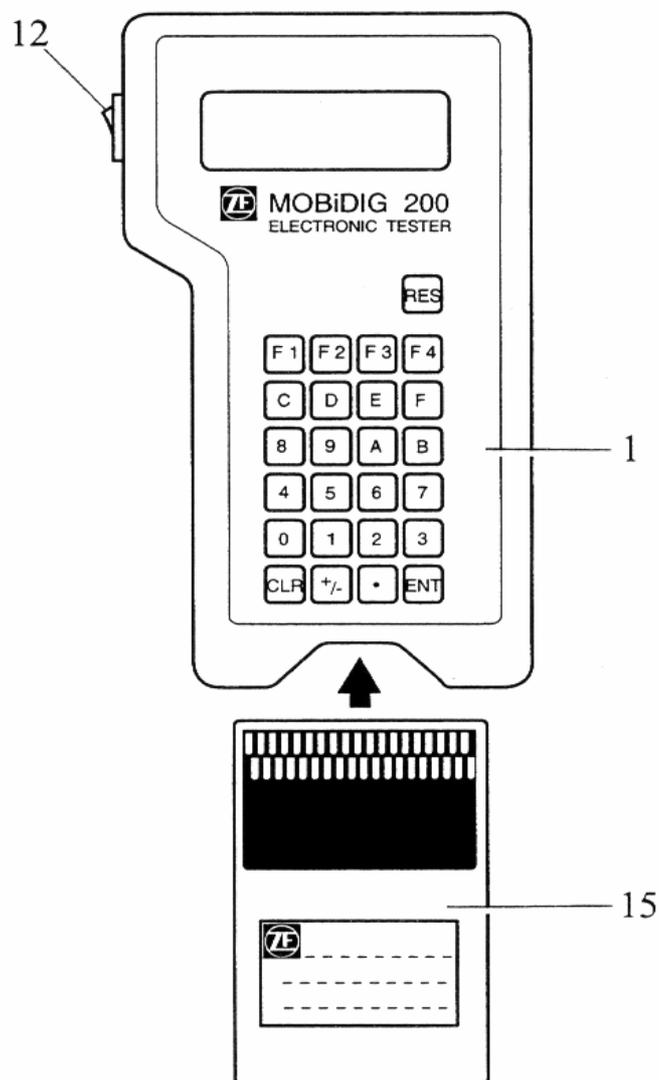


Figura 2.40 Conexión del equipo de comprobación PR-61 (ZF, 1.981)

El aparato de comprobación MOBIDIG 200 (Figura 2.41) pertenece a la gama de aparatos de diagnóstico ZF. Con él puede diagnosticarse tanto el funcionamiento de cerebros electrónicos EST 18, como de los componentes eléctricos periféricos pertenecientes a la caja automática de velocidades ZF 5HP-500.



Leyenda

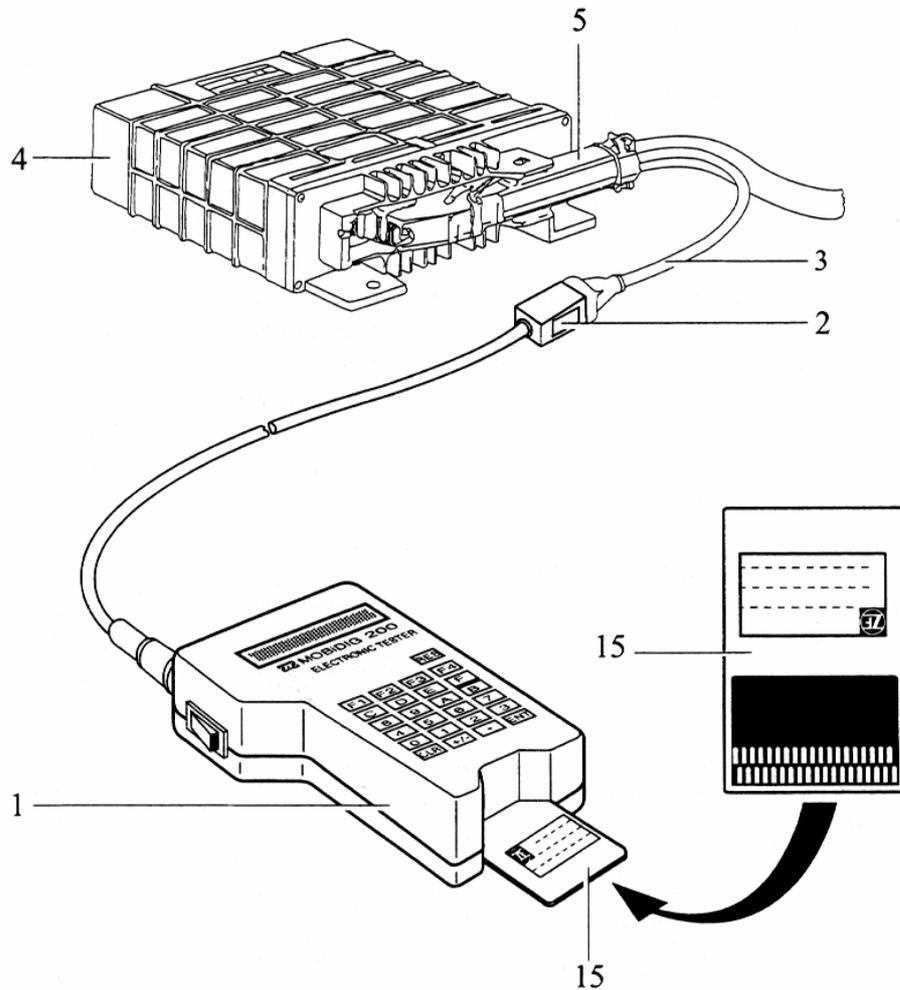
1 Aparato de diagnosis MOBIDIG 200

12 Interruptor conectado/desconectado

15 Tarjeta tipo "Plug-In"

Figura 2.41 Equipo de comprobación MOBIDIG 200 (ZF, 1.985)

Esquema de conexión al mazo de cables del vehículo



Leyenda

- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Aparato de diagnóstico MOBIDIG 200 | 4 | Unidad de control EST 18 |
| 2 | Enchufe de diagnóstico (3 polos) | 5 | Enchufe de 55 polos en mazo de cables del vehículo |
| 3 | Cable de conexión (3 polos) en mazo de cables del vehículo | 15 | Tarjeta tipo "Plug-In" |

Figura 2.42 Conexión del equipo de comprobación MOBIDIG 200 (ZF, 1.985)

CAPÍTULO III

3.1. METODOLOGÍA UTILIZADA

Para diseño y la construcción del banco didáctico se procedió primero a realizar una revisión bibliográfica y en Internet con la finalidad de comprender el funcionamiento en general de las cajas automáticas de velocidades en automóviles. Una vez realizado esto, se obtuvieron las especificaciones técnicas de la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500. Se consultó al personal técnico que labora en la sección de tren motriz para comprender y describir el funcionamiento de la caja automática mencionada anteriormente y los distintos elementos que la componen. De allí se pudo obtener que la flota de Metrobús utiliza dos sistemas para controlar el funcionamiento del mismo modelo de caja automática. En primer lugar esta el sistema que utilizan los autobuses de la marca Renault, y el sistema que utilizan los autobuses de la marca Pegaso. En segundo lugar esta que ambos sistemas de control, aunque sean diferentes, poseen elementos que son comunes para su funcionamiento. Los elementos comunes son : el emisor de carga, el conjunto de electro-válvulas hidráulicas, la electro-válvula hidráulica reguladora de presión, el interruptor de kick down, el cableado compacto, el indicador de temperatura, el transmisor de temperatura, los transmisores de revoluciones y las electro-válvulas neumáticas de control del retardador. Siendo distintos: el cerebro electrónico, el selector de velocidades, el pedal de freno, la red de abordo y el aparato de diagnóstico. Además se comprobó que el aparato de diagnóstico PR-61 permite simular el funcionamiento de la caja

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

automática, lo cual será el pilar fundamental en el funcionamiento del banco didáctico.

Luego de identificados todos los elementos que componen los dos sistemas, se procede a obtener las especificaciones técnicas de cada uno de ellos con el propósito de realizar el diseño del banco de acuerdo a las necesidades de la C.A. Metro de Caracas, y según las especificaciones técnicas del fabricante.

Se plantearon dos opciones para la distribución de los componentes en el banco:

1. La primera consiste en realizar dos bancos, es decir, uno para los equipos del sistema Renault y otro para el sistema Pegaso.
2. La segunda opción es un solo banco, en el cual estuviesen los dos sistemas.

La opción elegida fue la segunda debido a que como se mencionó con anterioridad existen una gran cantidad de elementos que son comunes a los dos sistemas, lo cual permite un ahorro económico considerable al utilizar solo un componente en lugar de dos iguales para un mismo fin. Por otro lado la disponibilidad de partes y piezas nuevas en el almacén era escasa por que se recurre a utilizar piezas usadas de autobuses en proceso de desincorporación para así reducir costos y dejar las piezas nuevas para ser utilizadas en el mantenimiento de la flota de Metrobús.

Se diseñaron las bases y soportes necesarios para cada uno de los elementos que componen el banco, así como el banco mismo, utilizando un software de diseño asistido por computador como lo es el Mechanical Desktop.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Las distintas partes que componen el banco fueron fabricadas en los talleres de electro-mecánica de la C.A. Metro de Caracas en Propatria.

El banco se ensambló y se puso en funcionamiento en el laboratorio del Centro de Entrenamiento de la Gerencia de Capacitación de Personal, ubicado en Las Adjuntas, donde se realizaron las distintas pruebas de funcionamiento las cuales resultaron satisfactorias.

El desarrollo del manual de prácticas se fundamentó en los criterios expresados por el personal técnico que labora en la sección de tren motriz, los cuales indicaron que las prácticas que se requerían realizar en el banco deberían de basarse en los siguientes aspectos:

1. Identificar los componentes que caracterizan a los dos sistemas (Renault y Pegaso)
2. La correcta utilización de los aparatos de diagnóstico
3. El ajuste del emisor de carga
4. El ajuste del trasmisor de revoluciones
5. El funcionamiento del retardador.

3.2. DISEÑO DEL BANCO

En primer lugar se diseñaron las distintas piezas y soportes para los distintos elementos que serían utilizados en el banco. Las mismas fueron diseñadas en base a las especificaciones obtenidas de los distintos manuales disponibles, y en el caso de no disponer de los planos de alguna pieza se obtuvieron las dimensiones de la misma midiéndolas directamente. Los materiales disponibles para realizar estos soportes eran láminas, pletinas y ángulos de acero SAE 1045.

Los soportes en los que se colocarían las piezas más pesadas se sometieron a un análisis de esfuerzos utilizando el software Mechanical Desktop Versión 6, obteniéndose los siguientes resultados:

Base de Electroválvulas:

Material: Pletina de 50,5mm x 5,5mm de Acero SAE 1045



Figura 3.1 Base de Electroválvulas (der.)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Propiedades del Acero (Shigley, J., 1990): $E = 2068425,5 \text{ N/mm}^2$

$$S_y = 344,74 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta = 7,83 \text{ kg/dm}^3$$

El resultado del análisis de esfuerzos (Anexo A-9) por la teoría de Von Mises o energía de distorsión (Shigley, J., 1990) fue el siguiente:

$$\sigma_{\max} = 3,06762 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{\min} = 1,02349 \text{ N/mm}^2$$

Con estos valores se procede a calcular el factor de seguridad de la siguiente manera:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + \sigma_{\min}^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{3,06762^2 + 1,02349^2}$$

$$\sigma' = 3,23385 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$n = \frac{344,74}{3,23385} = 106,60$$

Lo que indica que la pieza no fallara durante su uso normal y que la misma esta sobredimensionada.

Base de válvula moduladora de presión:

Material: Angulo de 50,5mm x 50,5mm x 5,5mm de Acero SAE 1045



Figura 3.2 Base de válvula moduladora de presión (der.)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Propiedades del Acero (Shigley, J., 1990): $E = 2068425,5 \text{ N/mm}^2$

$$S_y = 344,74 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta = 7,83 \text{ kg/dm}^3$$

El resultado del análisis de esfuerzos (Anexo A-10) por la teoría de Von Mises o energía de distorsión (Shigley, J., 1990) fue el siguiente:

$$\sigma_{\max} = 1,23394 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{\min} = 0,05878 \text{ N/mm}^2$$

Con estos valores se procede a calcular el factor de seguridad de la siguiente manera:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + \sigma_{\min}^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{1,23394^2 + 0,05878^2}$$

$$\sigma' = 1,23533 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$n = \frac{344,74}{1,23533} = 279,06$$

Lo que indica que la pieza no fallara durante su uso normal y que la misma esta sobredimensionada.

Base del emisor de carga:

Material: Lamina 5,5mm de espesor de Acero SAE 1045 (figura 3.2 abajo y a la izquierda)

Propiedades del Acero (Shigley, J., 1990): $E = 2068425,5 \text{ N/mm}^2$

$$S_y = 344,74 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta = 7,83 \text{ kg/dm}^3$$

El resultado del análisis de esfuerzos (Anexo A-11) por la teoría de Von Mises o energía de distorsión (Shigley, J., 1990) fue el siguiente:

$$\sigma_{\max} = 0,09674 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{\min} = 0,00565 \text{ N/mm}^2$$

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Con estos valores se procede a calcular el factor de seguridad de la siguiente manera:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + \sigma_{\min}^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{0,09674^2 + 0,00565^2}$$

$$\sigma' = 0,09690 \frac{N}{mm^2}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$n = \frac{344,74}{0,09690} = 3.557,51$$

Lo que indica que la pieza no fallara durante su uso normal ya que la misma esta sobredimensionada.

Base de los pedales:

Material: Lamina 5,5mm de espesor de baquelita y pletina de 25mm x 8,5mm de Acero SAE 1045



Figura 3.3 Base de los pedales

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Propiedades del Acero (Shigley, J., 1990): $E = 2068425,5 \text{ N/mm}^2$

$$S_y = 344,74 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta = 7,83 \text{ kg/dm}^3$$

Propiedades de la baquelita (Shigley, J., 1990): $E = 20684,27 \text{ N/mm}^2$

$$S_y = 124,10 \text{ N/mm}^2$$

$$\delta = 1.356,31 \text{ kg/m}^3$$

El resultado del análisis de esfuerzos (Anexo A-12) por la teoría de Von Mises o energía de distorsión (Shigley, J., 1990) fue el siguiente:

$$\sigma_{\max} = 30,86839 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{\min} = 10,30522 \text{ N/mm}^2$$

Con estos valores se procede a calcular el factor de seguridad de la siguiente manera:

Para la baquelita se tiene:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + \sigma_{\min}^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{30,86839^2 + 10,30522^2}$$

$$\sigma' = 32,54322 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$n = \frac{124,10}{32,54322} = 3,81$$

Para el acero tenemos:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + \sigma_{\min}^2}$$

$$\sigma' = \sqrt{30,86839^2 + 10,30522^2}$$

$$\sigma' = 32,54322 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma'}$$

$$n = \frac{344,74}{32,54322} = 10,59$$

Lo que indica que la pieza no fallara durante su uso normal ya que la misma esta sobredimensionada.



Figura 3.4 Bases de los teclados (der.) y el panel de indicadores e interruptores (izq.)

Las bases restantes (Figuras 3.4 y 3.5) no se sometieron al análisis de esfuerzos ya que las mismas fueron diseñadas solamente para alojar los componentes restantes, de los cuales su peso máximo es menor a 0,15 Kg. (el cual se considera despreciable en comparación con las cargas a las cuales son sometidas las otras bases), y el objetivo principal de las mismas es facilitar el mantenimiento del banco en caso de que sea necesario reparar dichos componentes.



Figura 3.5 Soportes de los aparatos de comprobación (centro)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

La mesa que soporta el banco ya había sido fabricada con anterioridad, la misma fue construida utilizando ángulos de acero SAE 1045 de 60 mm x 60 mm y láminas de acero galvanizado de 2mm de espesor en el tope. (Figura 3.6)



Figura 3.6 Construcción del banco en los talleres de Electro-mecánica

El mesón de madera donde se colocaron los componentes era el tope de la mesa descrita anteriormente, la madera se sustituyó por la lámina de acero galvanizado, y se utilizó la madera para colocar los componentes con la finalidad de evitar posibles cortocircuitos entre los componentes y la parte metálica. En la madera se realizaron los cortes y orificios necesarios para la colocación de los componentes de acuerdo a las dimensiones y distribución de los mismos. (Figura 3.7)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



Figura 3.7 Construcción del mesón en los talleres.

En la parte eléctrica la única modificación introducida fue la de colocar testigos luminosos conectados en paralelo con las válvulas electro-hidráulicas para así poder observar claramente las combinaciones de embragues y frenos realizadas por el cerebro electrónico. Estos testigos utilizan un bombillo de 24 V, y 40 mA de consumo. Debido al bajo consumo de las mismas, la fuente de corriente continua no sería afectada por esta modificación, ya que el consumo total es de 5 Amperios y la capacidad de la fuente es de 8 Amperios.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



Figura 3.8 Instalación de los componentes en el mesón

Para conectar los distintos elementos neumáticos se utilizó tubería plástica de poliamida de 6 mm de diámetro interior, similar a la utilizada por el fabricante. (Figura 3.8)



Figura 3.9 Distribución final de los componentes en el mesón

Se colocó un manómetro en la válvula electro neumática de accionamiento del retardador con la finalidad de poder observar las presiones de trabajo de este sistema.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Los componentes fueron distribuidos de manera que en la parte central del banco se ubicaran los elementos comunes a los dos sistemas (mencionados anteriormente), y en los extremos los elementos característicos de cada sistema, es decir, a la izquierda del banco se encuentran los elementos pertenecientes al sistema Renault, a la derecha los elementos del sistema Pegaso y en el centro los comunes a ambos (Figura 3.10). En el panel de instrumentos se colocó un interruptor de tres pasos (“on-off-on”) con una capacidad de 15 Amperios para energizar de forma independiente cada sistema, y un interruptor sencillo (“on-off”) de 15 Amperios de capacidad para energizar los elementos del retardador.

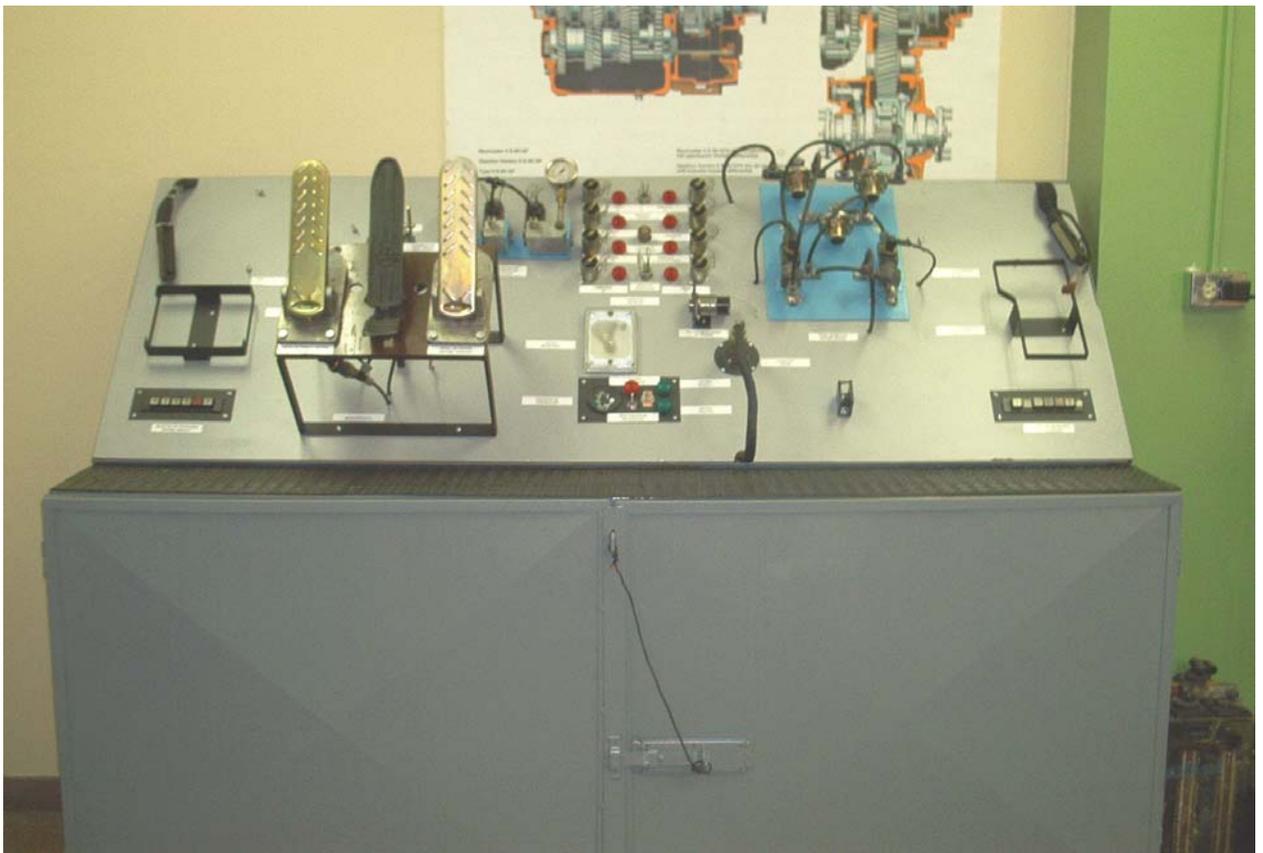


Figura 3.10 Banco didáctico finalizado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Una vez finalizada la instalación de los distintos elementos se procedió a verificar el funcionamiento del equipo, obteniendo los siguientes resultados:

1. El rango de trabajo del emisor de carga obtenido en las pruebas es de un mínimo 0,5 Voltios y un máximo de 4 Voltios, siendo los valores teóricos 0,4 y 4 Voltios respectivamente.
2. Los selectores de velocidades funcionan correctamente permitiendo escoger los distintos programas de manejo disponibles.
3. El aparato de comprobación PR-61 permite simular los cambios de velocidades variando la velocidad del vehículo, la del motor o ambas inclusive.
4. Las diferentes combinaciones de embragues y frenos pueden observarse por medio de los indicadores luminosos conectados en paralelo con las válvulas electro hidráulicas.
5. Se puede observar los diferentes puntos de cambio de velocidad en la escala inferior del aparato de comprobación PR-61 por aproximadamente 2 segundos, los amperajes son diferentes según la carga y la programación del cerebro electrónico.
6. Al accionar el retardador se bloquea el cambio a velocidades superiores.
7. Se puede observar el valor de la presión neumática cuando se acciona el retardador, siendo de 3 bar para el sistema Renault, y de 1,2 bar, 2 bar y 3

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

- bar en el sistema Pegaso debido a que en este sistema su acción es escalonada dependiendo de la presión aplicada al pedal del freno.
8. Se observa que el indicador luminoso de la válvula electro hidráulica del embrague de puenteo del convertidor de par depende de las revoluciones del motor y la velocidad del vehículo.
 9. El aparato de comprobación MOBIDIG 200 muestra un mensaje de error de comunicación con el cerebro electrónico, este mensaje es producido porque el aparato de diagnóstico está diseñado para realizar comprobaciones dinámicas al sistema, es decir, las comprobaciones se realizan con el motor del vehículo en funcionamiento. Esto es detectado por el aparato de comprobación mediante las señales emitidas por los transmisores de revoluciones de la caja, las cuales no son generadas en el banco didáctico.
 10. El aparato de comprobación MOBIDIG 200 no permite simular el funcionamiento de la caja automática, únicamente permite realizar lecturas de las diferentes fallas registradas por el cerebro electrónico.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Una vez finalizado este Trabajo Especial de Grado se puede concluir que:

1. El banco didáctico permite simular la conexión de los embragues y frenos de láminas en función de la potencia del motor (posición del acelerador), velocidad del vehículo y posición del selector de gamas de velocidades con la ayuda del aparato de comprobación (PR-61).
2. Se pueden identificar los componentes que conforman la modulación eléctrica de presión, así como observar y comprender su correcto funcionamiento.
3. Se pueden identificar los componentes electro-neumáticos de accionamiento del retardador, así como observar y comprender su funcionamiento.
4. El banco didáctico permite comprobar la importancia del correcto funcionamiento del cerebro electrónico.
5. Se pueden realizar los distintos procesos de diagnóstico de fallas utilizando los aparatos de comprobación correspondientes.
6. El banco didáctico permite identificar los componentes comunes y los no comunes a los dos sistemas utilizados por la flota de Metrobús.
7. El presente trabajo sirve de material de apoyo para el personal que labora en las instalaciones de la Gerencia de Mantenimiento de Transporte Superficial.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

8. Este banco didáctico se perfila como una herramienta de operación sencilla, versátil y de gran precisión con la que puede realizar ensayos de funcionamiento de los elementos eléctricos y neumáticos pertenecientes a la caja automática de velocidades “ZF” 5HP-500.
9. La realización de este trabajo contribuirá a capacitar y actualizar al personal técnico, mediante prácticas previamente establecidas, acerca del funcionamiento y mantenimiento de los elementos neumáticos y eléctricos que conforman la caja automática de velocidad “ZF” 5HP-500.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Entrenar al personal que trabajará en el banco de prueba.
2. Verificar el correcto funcionamiento de los testigos luminosos.
3. Revisar periódicamente las conexiones neumáticas.
4. Prestar atención a que los acoples mecánicos estén en buenas condiciones.
5. Verificar el ajuste de la fuente DC y el estado de las conexiones eléctricas.
6. Sustituir las piezas dañadas y las que se hayan desgastado excesivamente.
7. Efectuar las reparaciones al banco con personal calificado y manteniendo las especificaciones recomendadas por el fabricante.
8. Complementar el banco didáctico colocándole la generación electrónica de frecuencias al sistema Pegaso, con la finalidad de poder realizar lecturas de fallas con el aparato de comprobación MOBIDIG 200.
9. Anexar al banco didáctico la generación electrónica de fallas, con la finalidad de poder realizar prácticas acerca de la solución de fallas utilizando los equipos de diagnóstico.
10. Ubicar los controles de la generación electrónica de frecuencias y la generación de fallas en el espacio que se encuentra entre el panel de instrumentos y el soporte para la calibración de los inductivos en la parte inferior del mesón de madera. Igualmente colocar el resto de los componentes necesarios para tal fin en la parte posterior del mesón, con la

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

finalidad de evitar la manipulación de los mismos por personas no autorizadas para tal fin.

BIBLIOGRAFÍA

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ARIAS, P. M., 1.980, **Manual de Automóviles**, 2ª Edición, España, Editorial Dossat.

ATLAS COPCO S.A.E., 1.979, **Atlas Copco Manual**, 3ª Edición, España, Atlas Copco S.A.E.

CREUS, Antonio, 1.998, **Instrumentación Industrial**, 2ª Edición, México, Mc Graw-Hill.

CROUSE, William, 1.979, **Equipo Electrónico del Automóvil**, Descripción, funcionamiento y conservación, 2ª Edición, España, Editorial Continental.

CROUSE, William, 1.983, **Transmisiones Automáticas**, 2ª Edición, España, Editorial Continental.

MORSE, Allen, 1.963, **Electrohydraulic Servomechanisms**, 2ª Edición, New York, Mc Graw-Hill.

MOTT, Robert., 1.995, **Diseño de Elementos de Maquinas**, 2ª Edición, México, Prentice Hall

NICHOLS, H., 1.983, **Manual de reparación y mantenimiento de maquinaria pesada**, 2ª Edición, México, Mc Graw-Hill

NIÑO, Ángel, 1.990, **Material de apoyo técnico basado en las transmisiones automáticas tipo ZF HP500 utilizada en los vehículos industriales marca Renault y Pegaso**, Trabajo especial de grado presentado en el Instituto Universitario de Tecnología Industrial, Departamento de Tecnología Automotriz, Caracas.

PRZYBYLKI, Jozef, 1.983, **Teoría de Vehículos Automotores**, 1ª Edición, Maracaibo, Editorial Reverte.

RIVAS, Richard, 1.993, **Diseño, instalación y montaje de una banco de pruebas para válvulas moduladoras de presión de cajas de velocidades ZF HP500**, Trabajo especial de grado presentado en el Instituto Universitario de Tecnología Industrial, Departamento de Tecnología Automotriz, Caracas.

SHIGLEY, Joseph, MISCHKE, Charles, 1.990, **Diseño en Ingeniería Mecánica**, 5ª Edición, Caracas, Mc Graw-Hill

ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG, 1.981, **Caja automática ZF HP500**, Escalón de Reparación 1, Berlín, ZF.

ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG, 1.981, **Caja automática ZF HP500**, Escalón de Reparación 2, Berlín, ZF.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG, 1.981, **Caja automática ZF HP500**, Escalón de Reparación 3, Berlín, ZF.

ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG, 1.981, **Caja de cambios automática HP500/HP590/HP600**, Manual de mantenimiento para localización de averías y fallas, Berlín, ZF.

ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG, 1.985, **Manual de Reparaciones**, ZF- Ecomat HP500/HP590/HP600 cajas con cerebro EST 18 escalones de reparación 1 y 2, Berlín, ZF.

ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG, 1.985, **ZF-Ecomat**, Modulación Eléctrica de Presión, Berlín, ZF.

ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN AG, 1.985, **ZF-Ecomat Automatic transmissions HP500 and HP600 series**, Engineering manual, Transmission specification and installation investigations, Berlin, ZF.

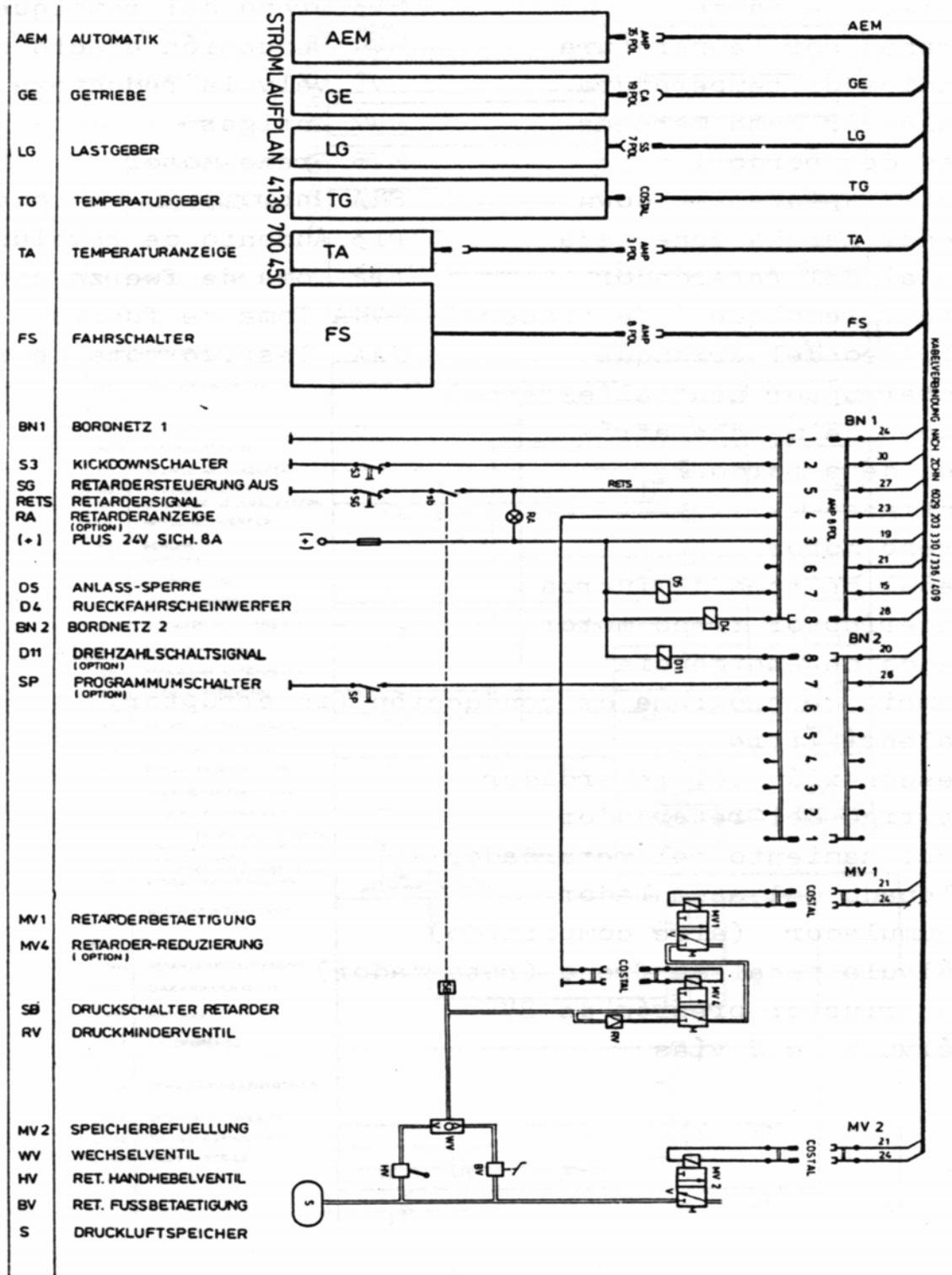
www.howstuffwork.com, 2.002

www.zf-group.de, 2.002

ANEXOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

A-1 Plano de la instalación neumática del sistema Renault



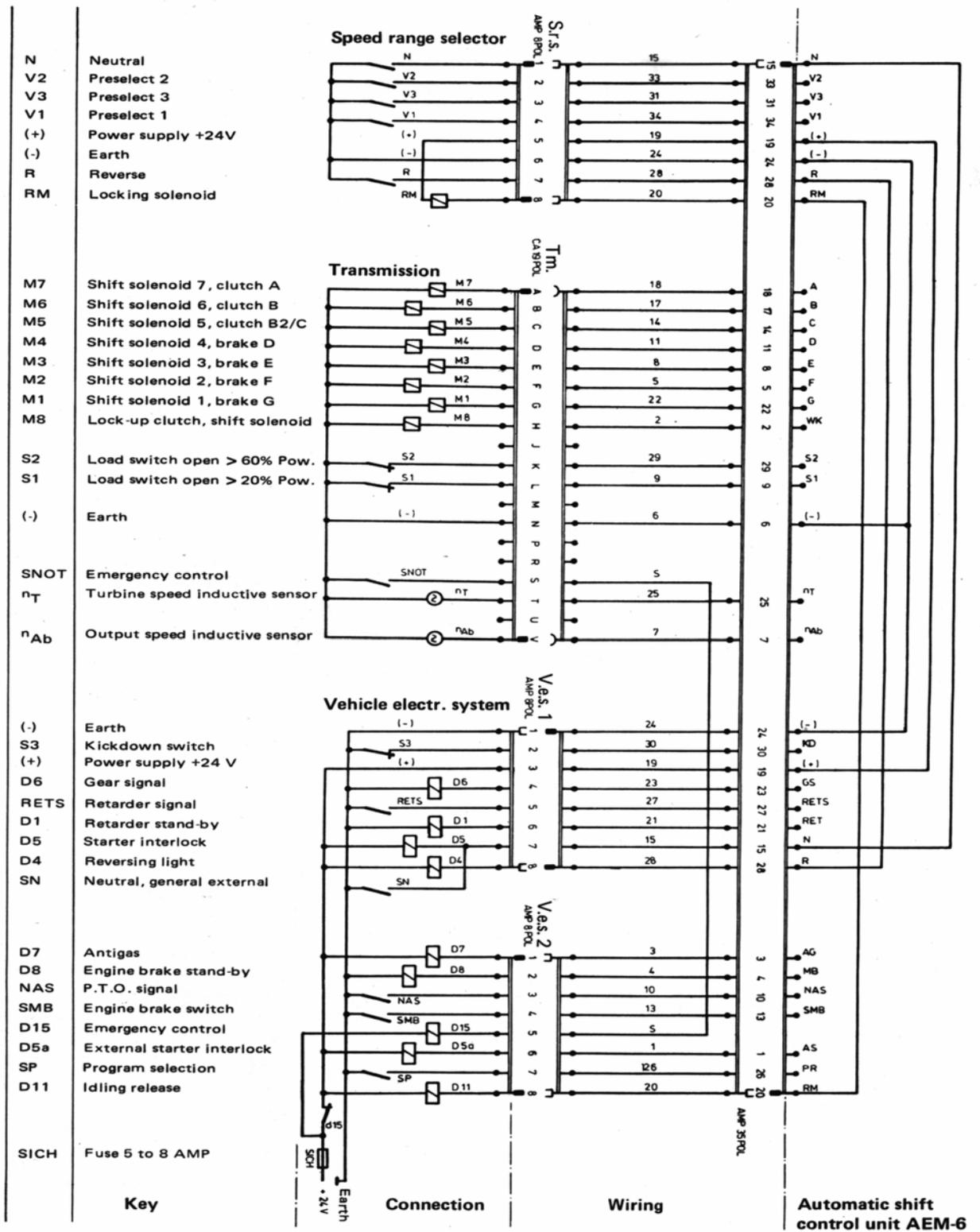
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Leyenda A-1:

AEM	Cerebro electrónico
GE	Caja de cambios
LG	Emisor de carga
TG	Transmisor de temperatura
TA	Indicador de Temperatura
FS	Selector de velocidades
BN1	Red de a bordo 1
S3	Interruptor de kick down
SG	Desconexión del retardador
RETS	Señal del retardador
RA	Testigo luminoso del retardador
(+)	Positivo 24V, fusible de 8 Amp.
D5	Bloqueo del arranque
D4	Luces de marcha atrás
BN2	Red de a bordo 2
D11	Señal de toma de fuerza (opcional)
SP	Interruptor de cambio de programa de conducción (opcional)
MV1	Válvula electro-neumática de accionamiento del retardador
MV4	Válvula electro-neumática de dos vías
SB	Interruptor de presión
RV	Válvula reductora de presión
MV2	Válvula electro-neumática de llenado del acumulador
WV	Válvula de 2 vías
HV	Válvula de accionamiento manual del retardador
BV	Válvula de pedal de freno para el retardador
S	Acumulador de aire comprimido

A-2

Plano de la instalación eléctrica del sistema Renault



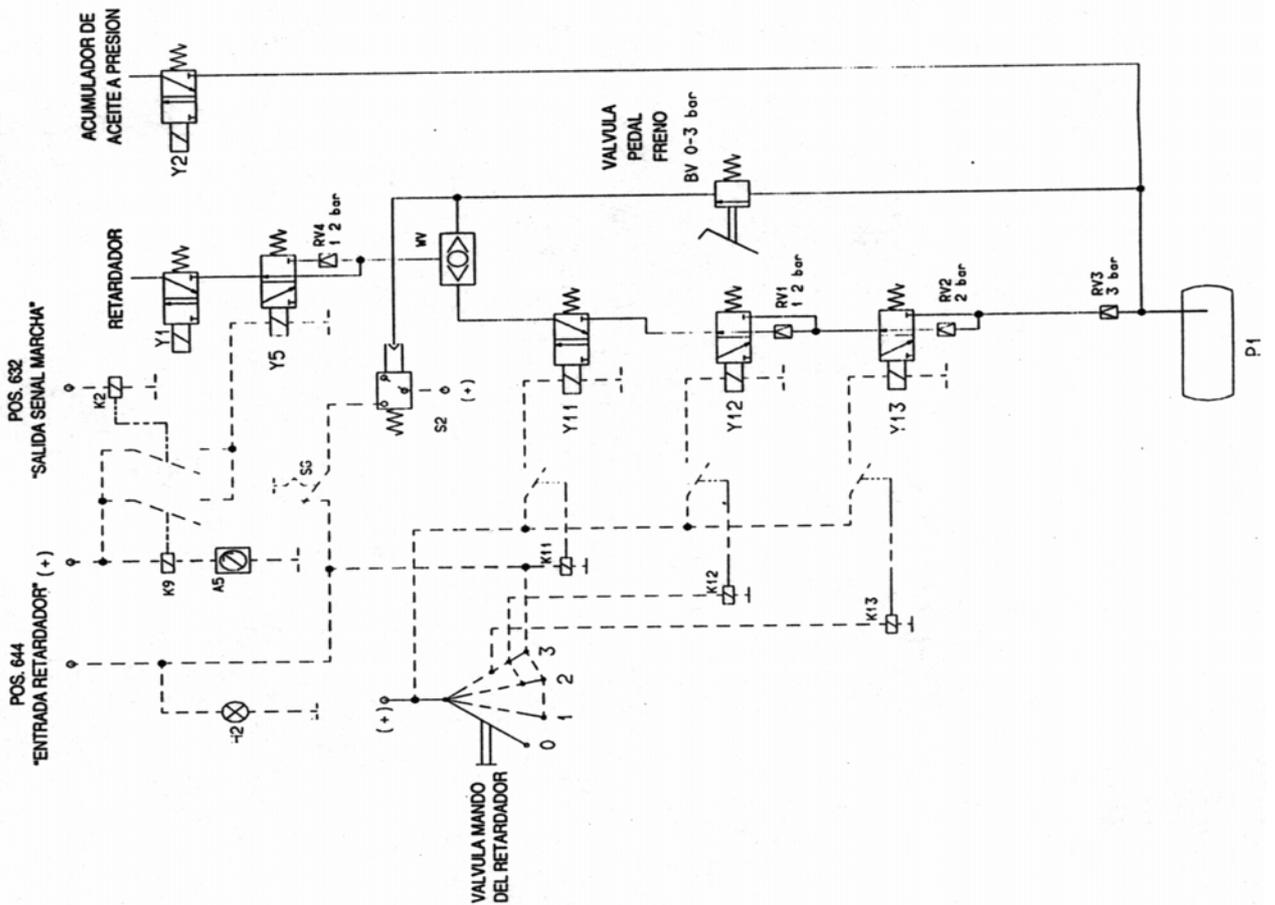
Leyenda A-2:

FS	Selector de velocidades
V1	Preselección 1
V2	Preselección 2
V3	Preselección 3
R	Marcha atrás
N	Neutral (punto muerto)
(-)	Masa
D5	Bloqueo del arranque
D4	Luces de marcha atrás
S3	Interruptor de kick down
RETS	Señal del retardador
TG	Transmisor de temperatura
TA	Indicador de Temperatura
Sich	Fusible 5-8 Amp.
M2	Electroválvula 2 Freno F
M3	Electroválvula 3 Freno E
M4	Electroválvula 4 Freno D
M5	Electroválvula 5 Embrague C
M6	Electroválvula 6 Embrague B
M7	Electroválvula 7 Embrague A
M2	Electroválvula 8 Embrague de puente
DR	Regulador presión de aceite
n _T	Transmisor de revoluciones turbina
n _{AB}	Transmisor de revoluciones salida

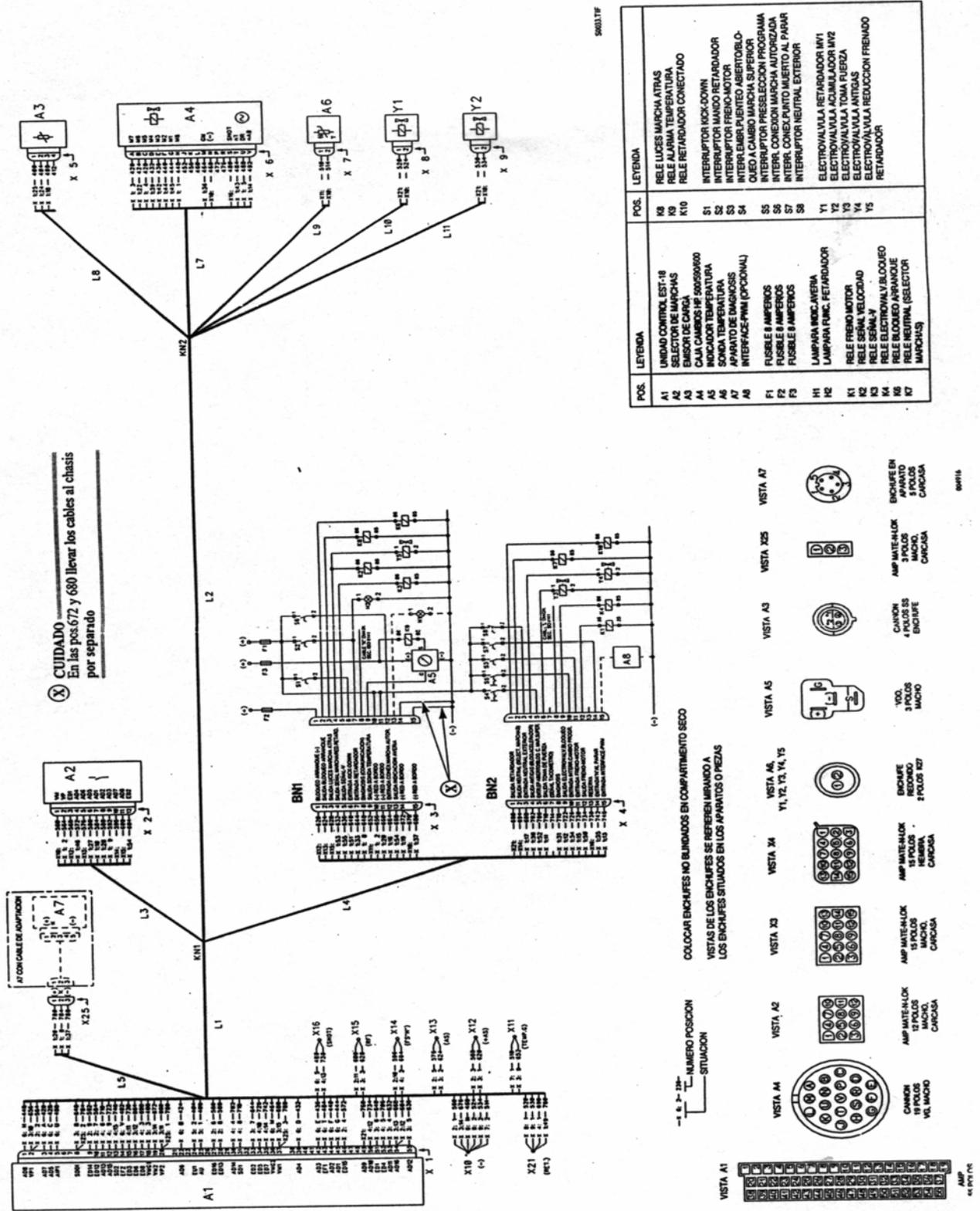
A-3 Plano de la instalación neumática del sistema Pegaso

POSICION	DENOMINACION
A5	INDICADOR DE TEMPERATURA
BV	VALVULA PEDAL DE FRENO
H2	LAMPARA "RETARDADOR EN FUNCIONAMIENTO
K2	RELE SEÑAL VELOCIDAD (MARCHA)
K9	RELE ALARMA TEMPERATURA
P1	CALDERIN DE AIRE COMPRIMIDO
RV1	VALVULA REDUCTORA DE PRESION 1,2 bar
RV2	VALVULA REDUCTORA DE PRESION 2,0 bar
RV3	VALVULA REDUCTORA DE PRESION 3,0 bar
RV4	VALVULA REDUCTORA DE PRESION 1,2 bar
S2	MANOCONTACTO PRESION
SG	MANDO RETARDADOR 0,3 bar
Y1	DESCONEXION DEL RETARDADOR
Y2	ELECTROVALVULA RETARDADOR
Y5	ELECTROVALVULA ACUMULADOR DE ACEITE A PRESION
Y11	ELECTROVALVULA REDUCCION PRESION EN RETARDADOR
Y12	ELECTROVALVULA CONTROL PRESION RETARDADOR
Y13	ELECTROVALVULA CONTROL PRESION RETARDADOR
WV	VALVULA COMUTADORA
K11-K13	RELE ELECTROVALVULA CONTROL PRESION

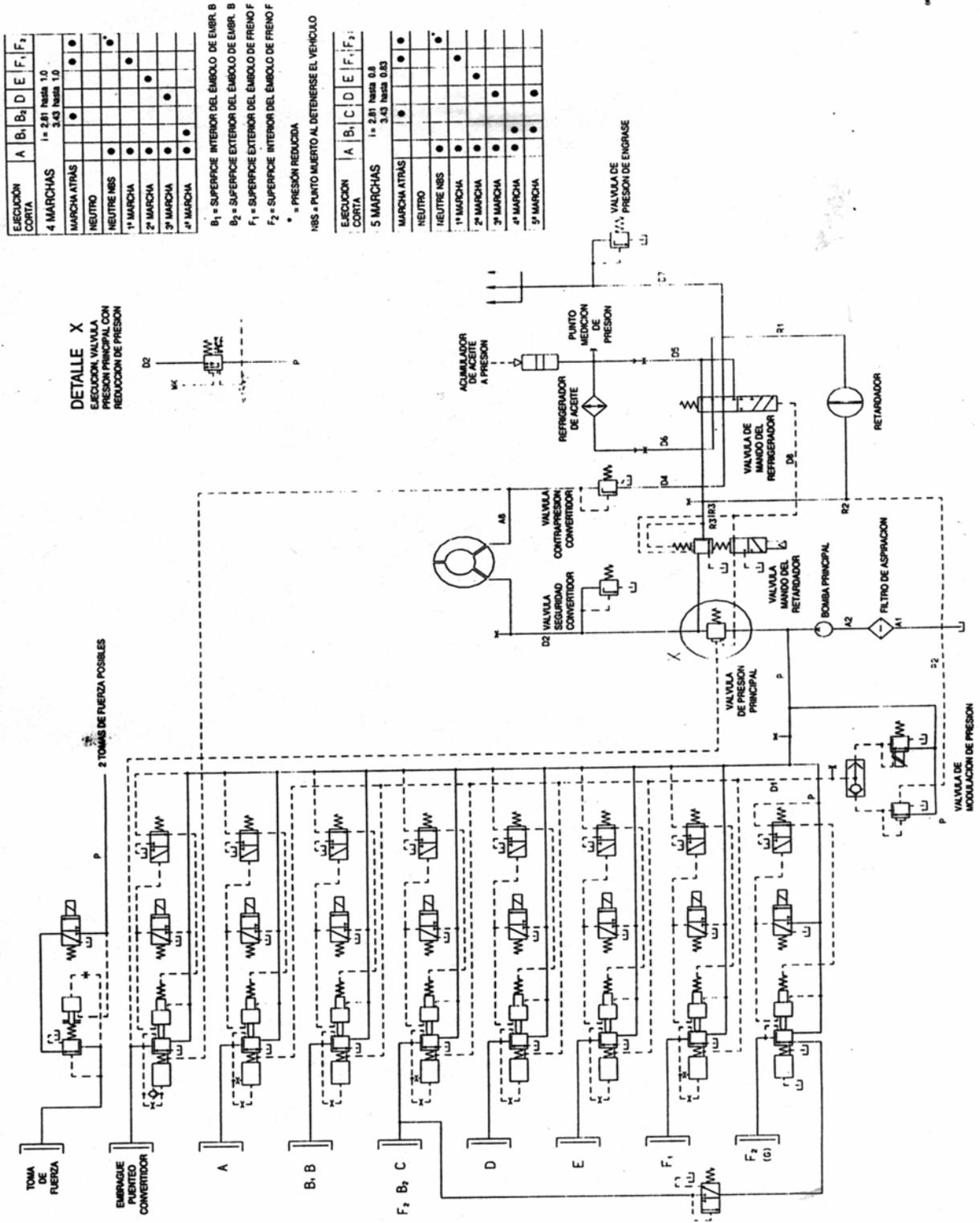
"MANDO DEL RETARDADOR: POR PEDAL DE FRENO SIN ESCALONES O POR MANDO MANUAL CON ESCALONES"



A-4 Plano de la instalación eléctrica del sistema Pegaso



A-6 Plano hidráulico de la caja automática ZF 5HP-500



A-8 Características del manómetro utilizado

General Service - Dry or Liquid Filled



The ideal choice for OEM and general industrial applications requiring an economical, liquid filled pressure gauge. When vibration and/or pulsation are present, the glycerine fill dampens the Bourdon tube and reduces wear on the movement which extends the life of the gauge. Typical applications include air compressors, hydraulic presses, pumps, cylinders, actuators and many other types of hydraulic and pneumatic equipment.

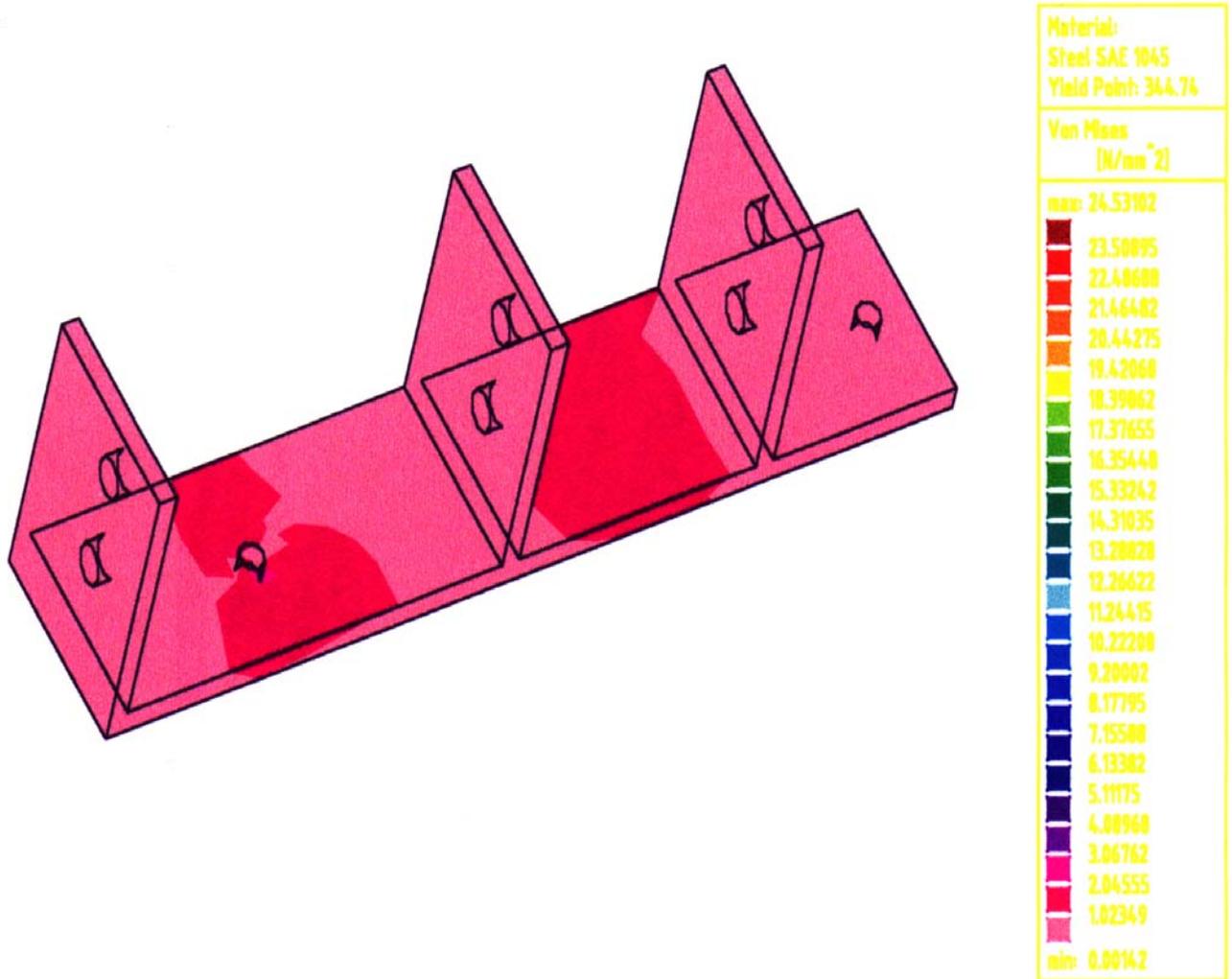
Type 212.53 / 213.53

SS Case, Brass Internals / Field Liquid Fillable

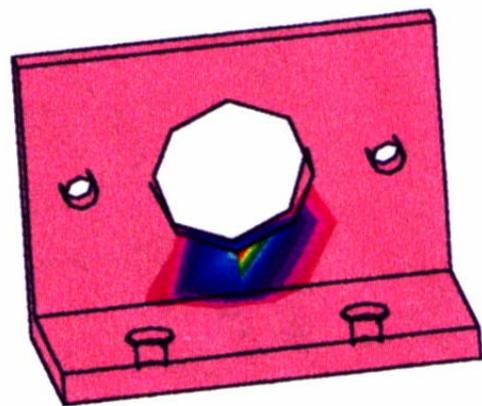
Size	2 1/2", 4" (63, 100 mm)
Case	Stainless steel
Ring	Polished stainless steel
Wetted Parts	Copper alloy
Window	Acrylic
Liquid Filling	None (212.53); Glycerine (213.53)
Accuracy	± 1.5% of span

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

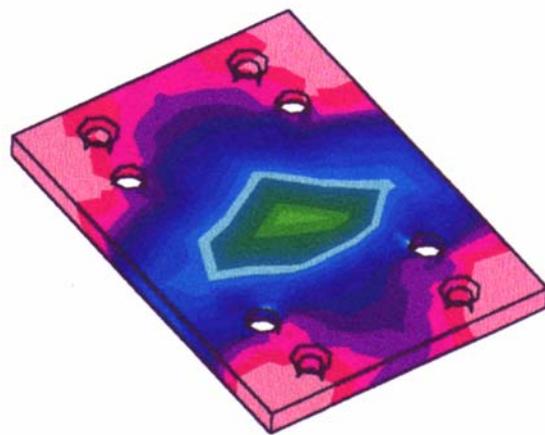
A-9 Análisis de esfuerzos de la base de electro válvulas



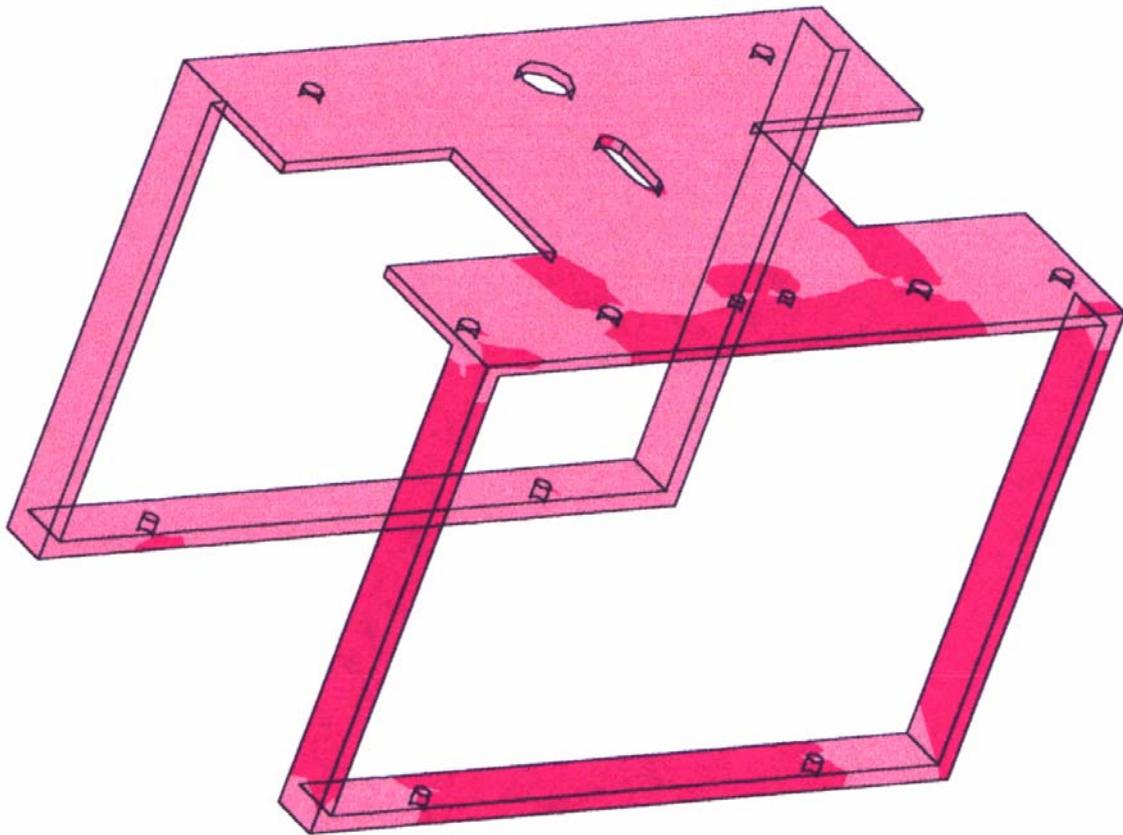
A-10 Análisis de esfuerzos de la base del modulador



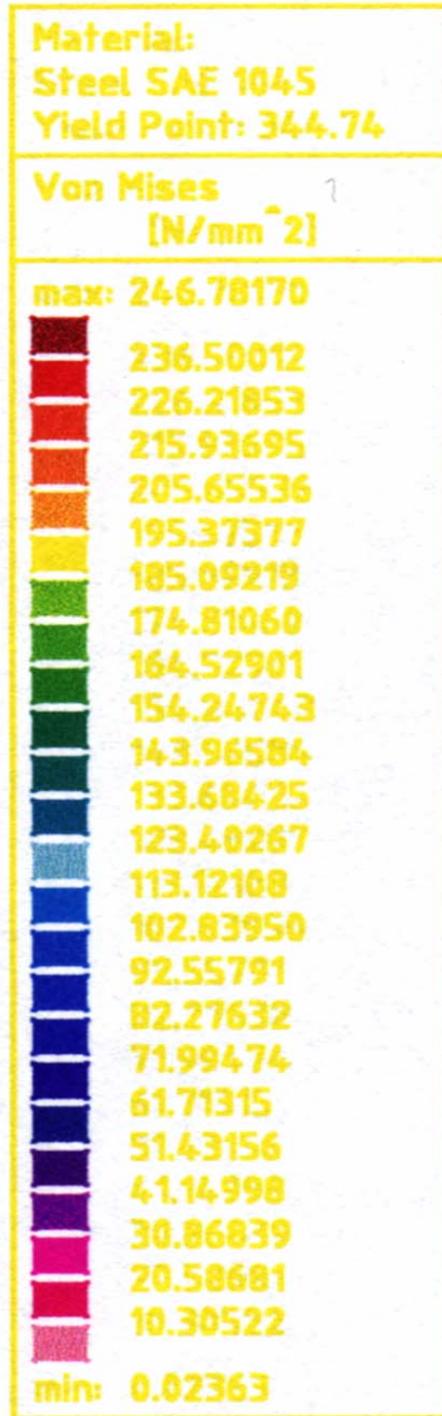
A-11 Análisis de esfuerzos de la base del emisor de carga



A-12 **Análisis de esfuerzos de la base de pedales**



A-12 Análisis de esfuerzos de la base de pedales (leyenda)



MANUAL DE PRÁCTICAS

PRÁCTICA # 1

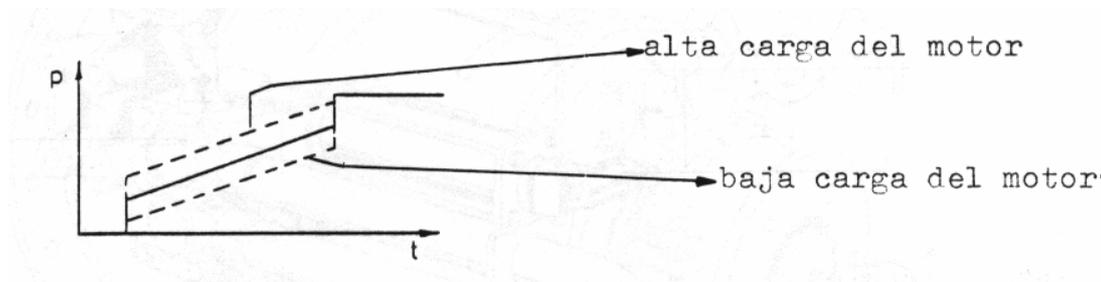
IDENTIFICAR LOS COMPONENTES QUE CONFORMAN LA MODULACIÓN ELÉCTRICA DE PRESIÓN Y EL RETARDADOR

INTRODUCCIÓN.

Modulación de presión:

Con la ayuda del dispositivo de modulación de presión se ajusta la presión de las láminas de los embragues o frenos a la carga del motor. Con ello se obtiene una óptima transmisión del par motor y al mismo tiempo con el mínimo desgaste en las superficies de fricción.

La figura siguiente nos muestra el curso característico de la presión en un paquete de láminas:



La presión modulada dependiente de la carga del motor, actúa de tal forma sobre las válvulas de regulación de presión, que el proceso de mando comienza con una presión inicial dependiente de la carga del motor.

Retardador:

Estas cajas están equipadas con un freno hidráulico el cual es conocido como retardador hidrodinámico, la función del mismo es de frenar sin desgaste bajando pendientes, en tráfico urbano o en caso de autobús urbano en las correspondientes paradas, ya que se trata de un freno libre de rozamiento.

Este freno se acciona por medio de un circuito neumático con sus respectivas válvulas de control.

OBJETIVO GENERAL.

Identificar los componentes que conforman la modulación eléctrica de presión y el retardador.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer las características de los componentes eléctricos y neumáticos que conforman la modulación eléctrica de presión y el retardador.
- Observar las diferencias entre los sistemas que conforman la flota Renault y Pegaso.

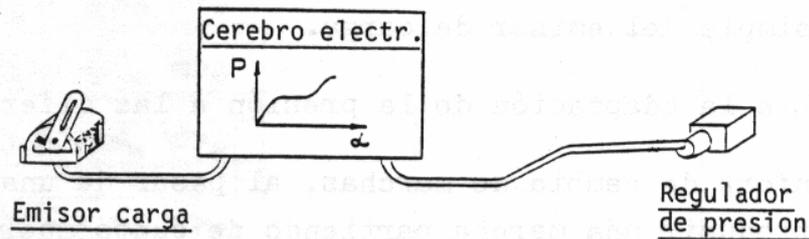
MARCO TEÓRICO.

Modulación eléctrica de presión.

Antes la presión modulada se producía por medio de una válvula reguladora de presión que era accionada por medios mecánicos. Dependiendo de la posición del varillaje de modulación y de la característica funcional de una leva, se alcanzaba una presión determinada. El varillaje por lo general estaba acoplado en paralelo a la bomba de inyección del motor.

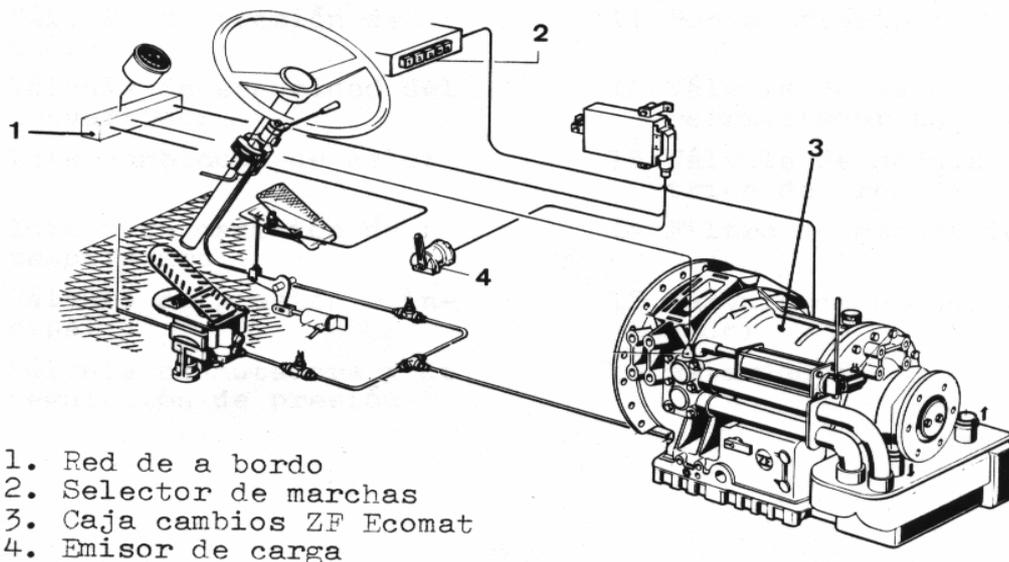
En el caso de la modulación eléctrica de presión desaparece el varillaje mecánico de modulación de presión. El ajuste de la presión se efectúa a través del cerebro electrónico, de acuerdo con el siguiente esquema:

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



Por medio del emisor de carga se recoge el estado de carga del motor y se transmite al cerebro electrónico. El emisor de carga puede conectarse directamente al pedal del acelerador o a la bomba de inyección. Dentro del cerebro electrónico, esta señal de carga, se transforma en una señal de presión adaptada a las características del motor y se emite en forma de un amperaje constante. Para cambio de velocidad partiendo de punto muerto, se tiene prevista una característica propia.

En el regulador de presión, dentro de la caja de cambios, este amperaje constante procedente del cerebro electrónico se transforma en una presión proporcional.



1. Red de a bordo
2. Selector de marchas
3. Caja cambios ZF Ecomat
4. Emisor de carga

MODULACIÓN ELÉCTRICA DE PRESIÓN

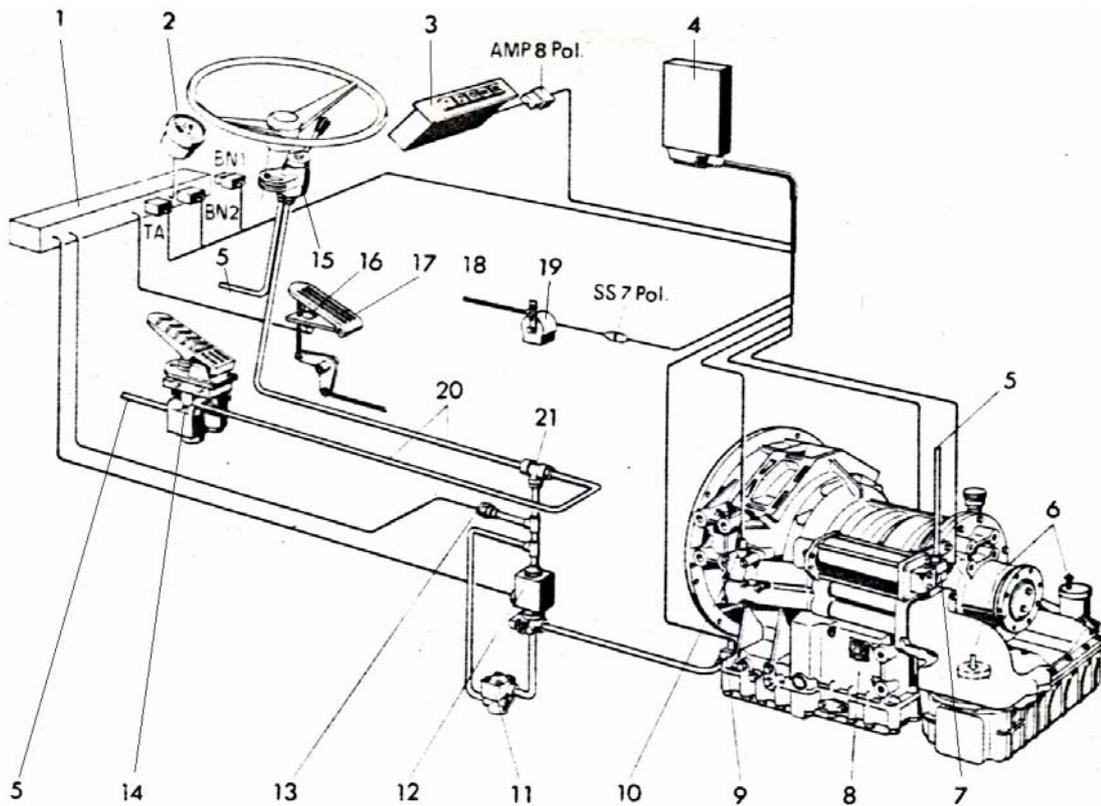
COMPONENTES Y EQUIPOS.

- Cerebro electrónico AEM –6
- Cerebro electrónico EST-18
- Emisor de carga
- Pedal de acelerador
- Pedal de freno
- Válvula moduladora de presión de aceite
- Electroválvulas
- Transmisores de revoluciones (inductivos)
- Cableado compacto.
- Válvulas Neumáticas
- Selector de velocidades.
- Interruptor kick down
- Transmisor de temperatura.
- Indicador de temperatura.

LABORATORIO

Identificar en el banco los componentes que se detallan a continuación:

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

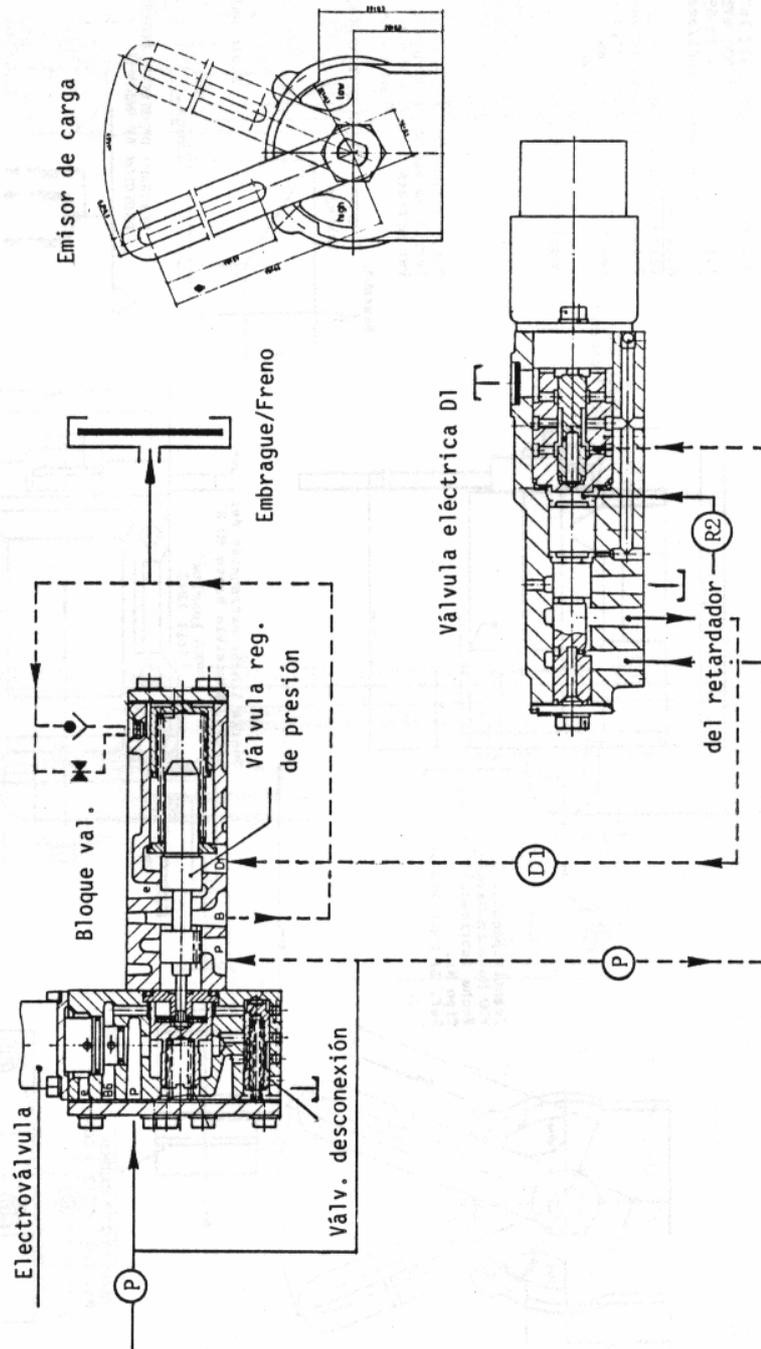


Leyenda

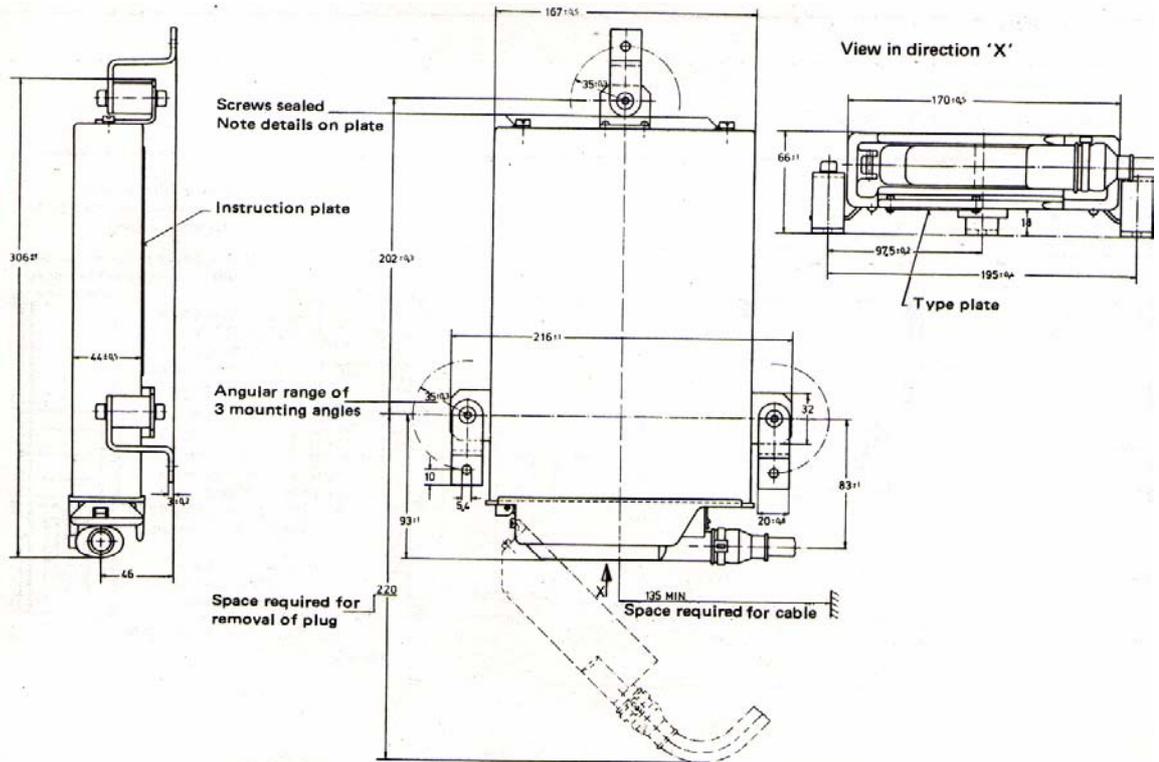
- | | |
|---|---|
| <p>1 Conexión eléctrica para alimentación de corriente (+) bloqueo de arranque
Relé de luces M. A.
Interruptor kick-down
Señal de cambio número de revoluciones
Lampara indicadora retardador
Comutación de programa
Vigilancia temperatura aceite caja de cambios</p> <p>2 Indicador de temperatura</p> <p>3 Selector de pulsadores</p> <p>4 Cerebro electrónico AEM-6D</p> <p>5 Del depósito de aire comprimido para los equipos adicionales.
Diámetro interior tubos de presión = 6 – 8 mm</p> <p>6 Empalmes para agua de refrigeración</p> <p>7 Válvula relé para depósito de aceite a presión del retardador</p> <p>8 Caja de cambios Ecomat</p> <p>9 Válvula relé para accionamiento del retardador</p> <p>10 Transmisor de temperatura</p> | <p>11 Válvula reductora de presión (1,2 bar)</p> <p>12 Válvula de 3/2 vías</p> <p>13 Interruptor de presión (señal del retardador)</p> <p>14 Pedal de freno con válvula de modulación para el accionamiento del freno de servicio y del retardador sin escalonamiento</p> <p>15 Válvula de accionamiento continuo del retardador por palanca de mano</p> <p>16 Interruptor kick-down</p> <p>17 Pedal de acelerador</p> <p>18 Varillaje hacia la bomba de inyección</p> <p>19 Transmisor de carga para modulación eléctrica de la presión</p> <p>20 Tubería aire comprimido para el mando del retardador (opcional a través de 14 y/ó 15).
Tubería de presión para presión modulada (de 0 hasta 3 bar) diámetro interior = 4 mm.</p> <p>21 Válvula selectora</p> |
|---|---|

Sistema Renault

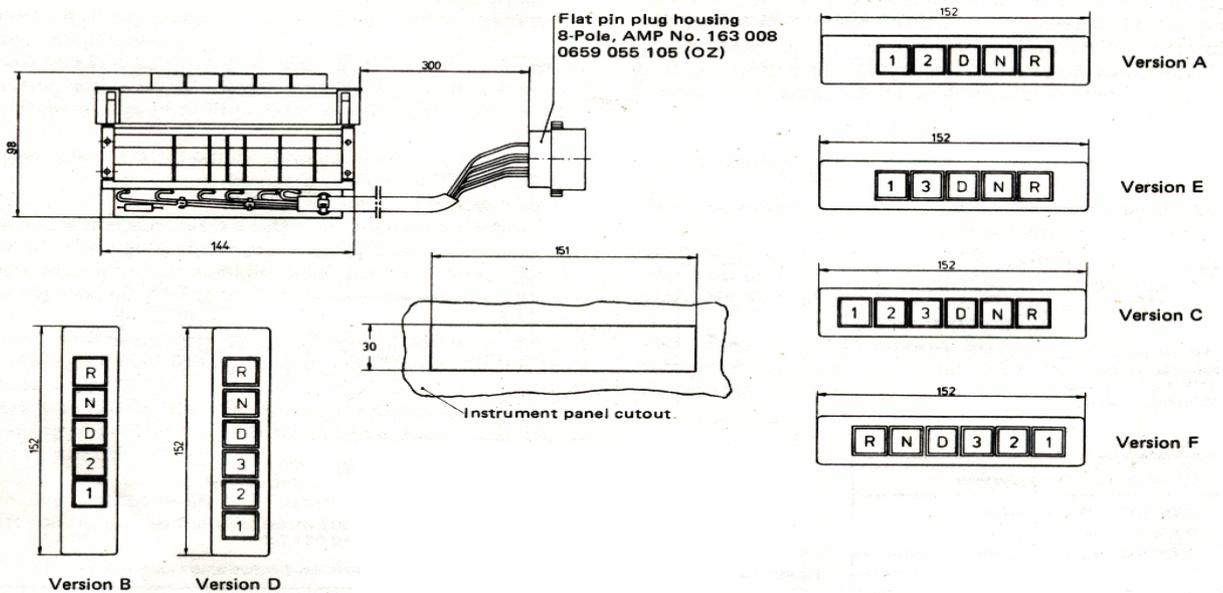
Esquema electro-hidráulico de mando de Válvulas HP 500



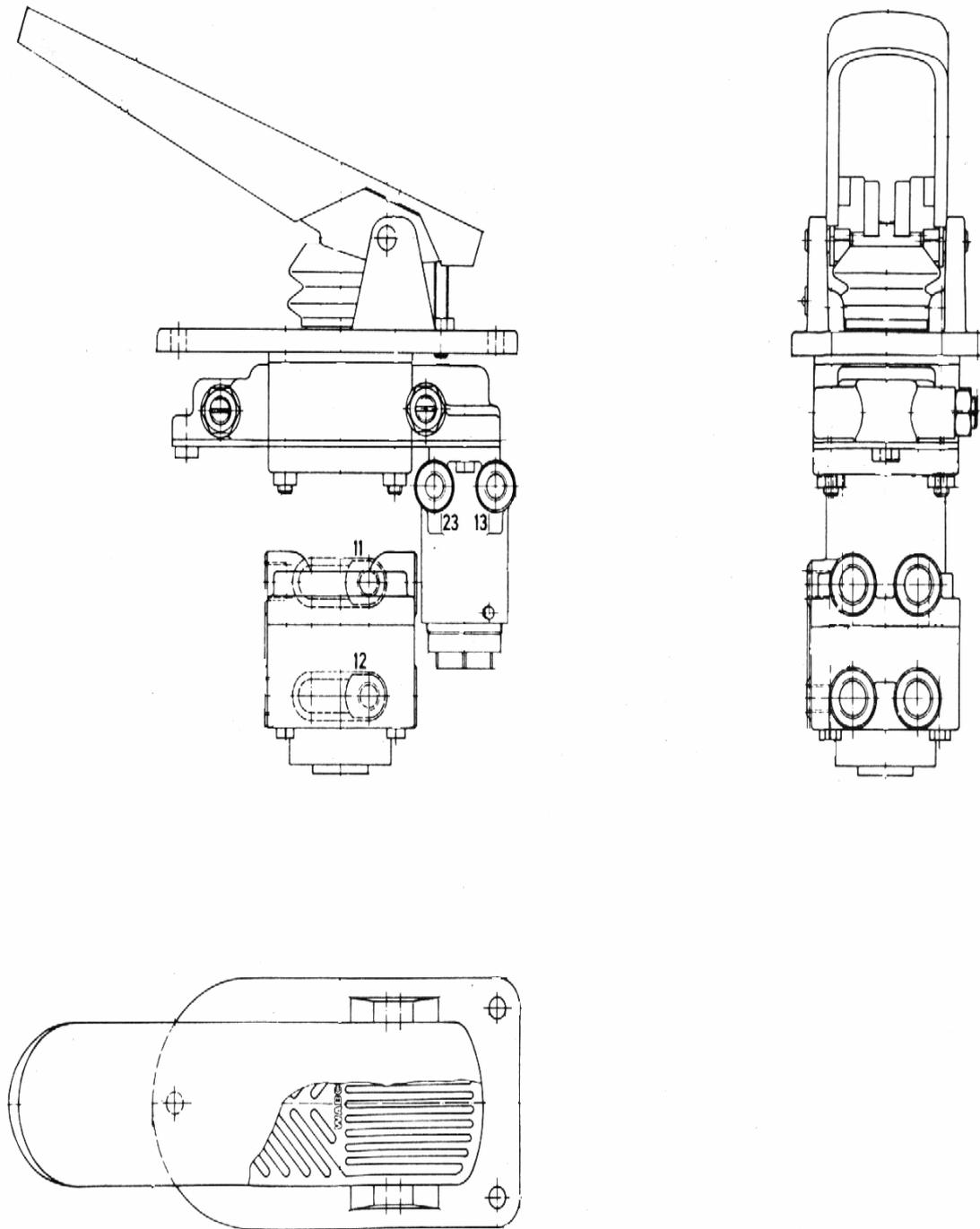
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



Cerebro electrónico AEM-6



Selector de velocidades



Pedal de freno con accionamiento neumático del retardador

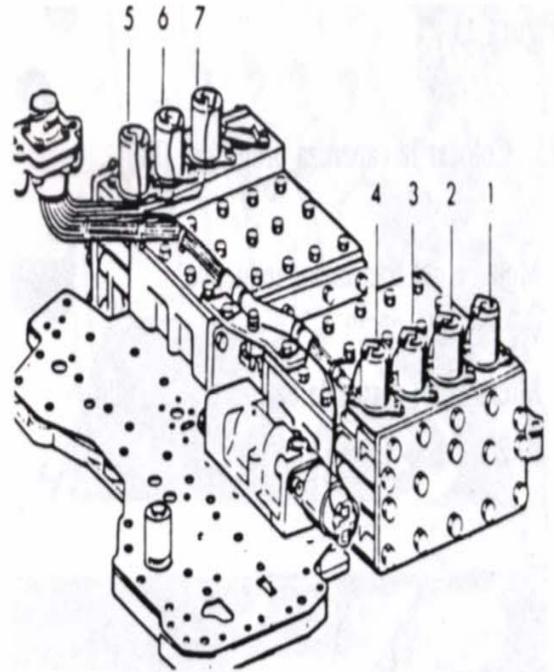
Despiece del distribuidor hidráulico.

Bloque de válvulas A:

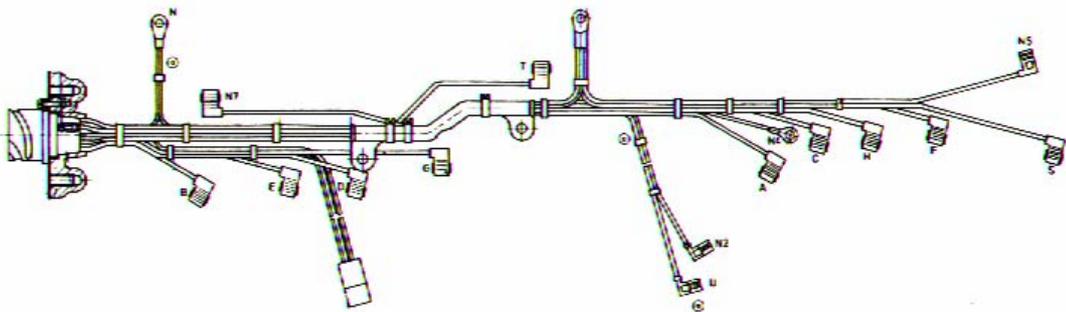
- 1 = Electroválvula freno "F"
- 2 = Electroválvula embrague puenteo "EP"
- 3 = Electroválvula embrague "C"
- 4 = Electroválvula embrague "A"

Bloque de válvulas B:

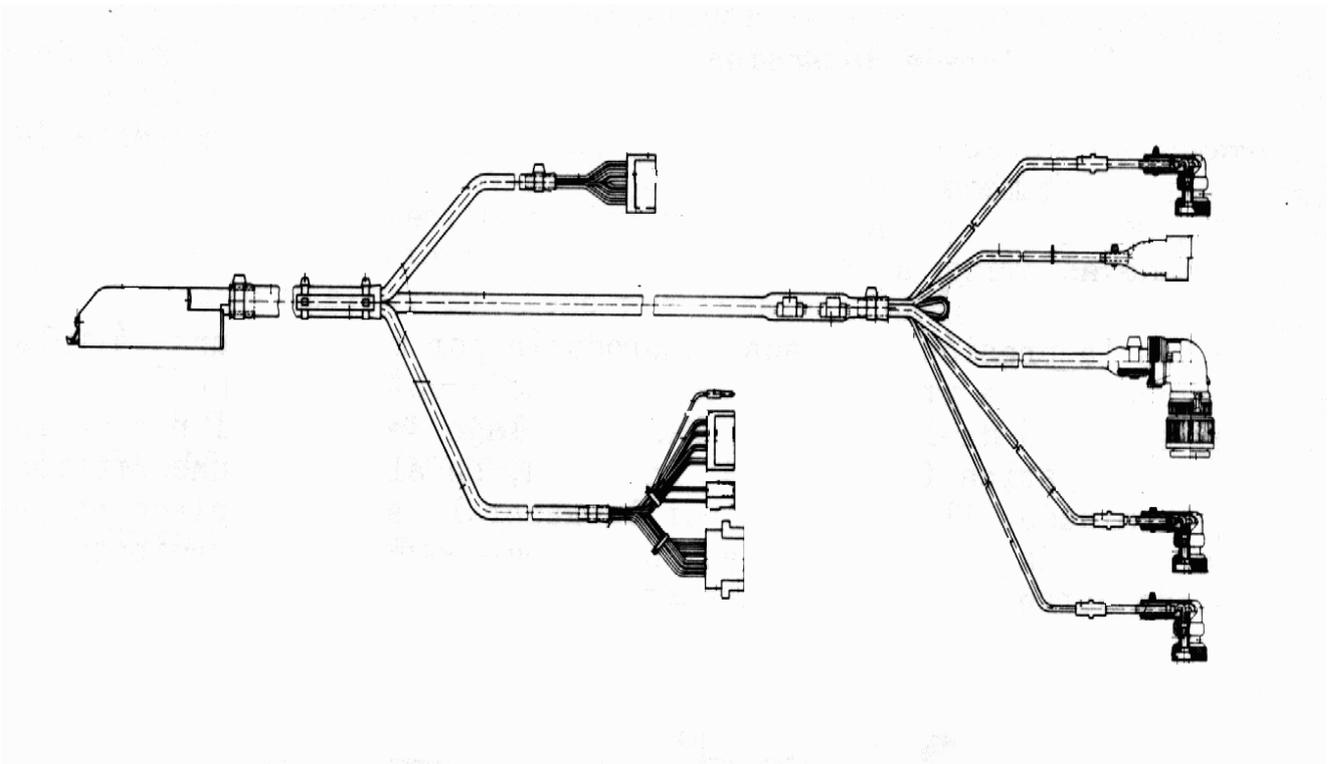
- 5 = Electroválvula embrague "B"
- 6 = Electroválvula freno "E"
- 7 = Electroválvula freno "D"



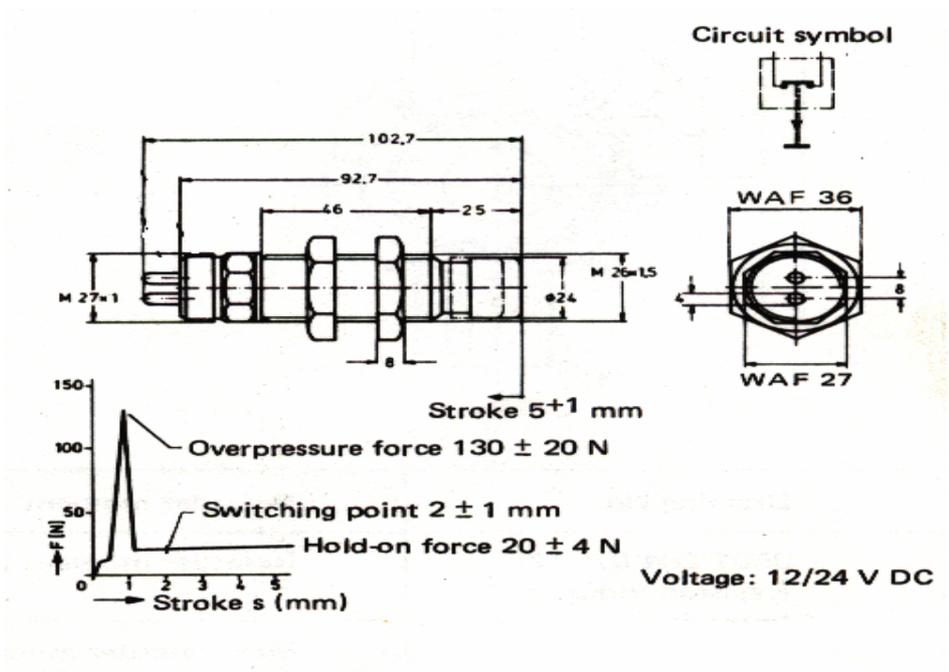
Cuerpo de válvulas



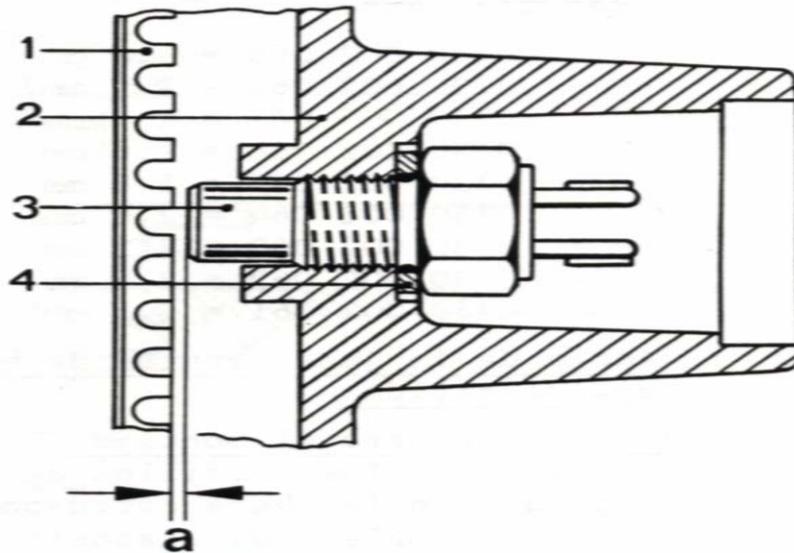
Cableado compacto



Red de abordo

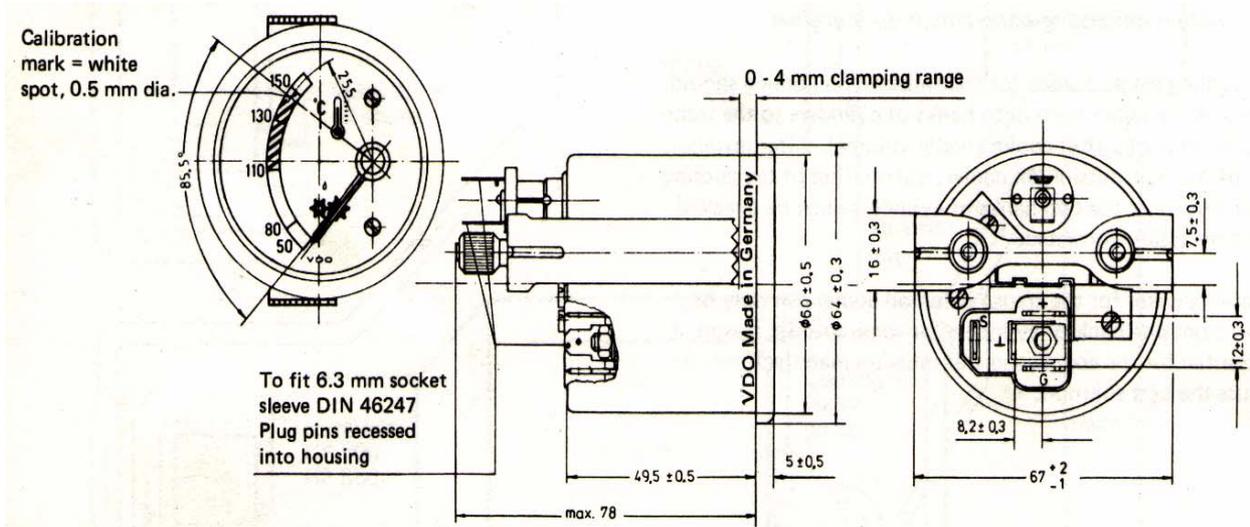


Interruptor de kick down



- 1 Disco dentado
- 2 Tapa de salida
- 3 Transmisor inductivo (transmisor velocidad)
- 4 Arandela de ajuste

Transmisor de revoluciones (inductivo)

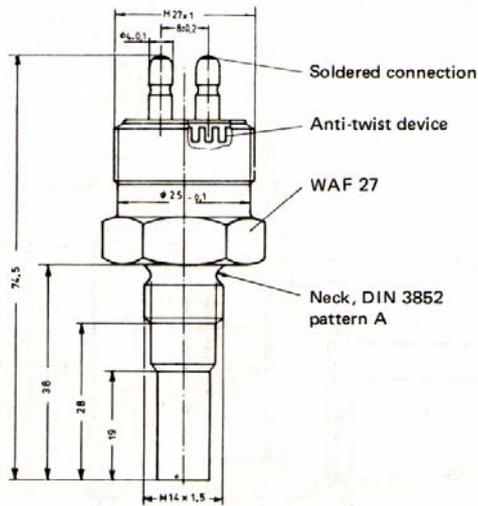


Connection designations

- G = Sensor
- L = Earth (ground)
- + = Plus (battery)
- S = Buzzer

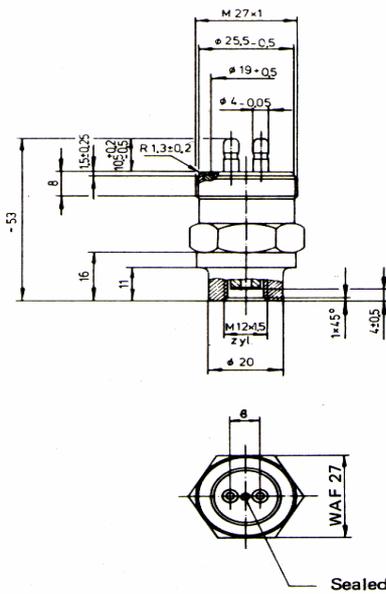
Operating temperature: -25 to +70°C
 Storage temperature: -30 to +70°C (+85°C max. 1 h)
 Nom. voltage: 24 V

Indicador de temperatura



Permissible tightening torque: max. 50 Nm
 Provide a sealing ring C 14 x 18 mm DIN 7603 CuAS
 Temperature measuring range: +50 to +150°C
 Medium temperature: max. +160°C
 Ambient and storage temperature: -40 to +140°C

Transmisor de temperatura



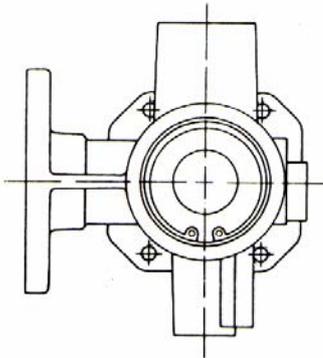
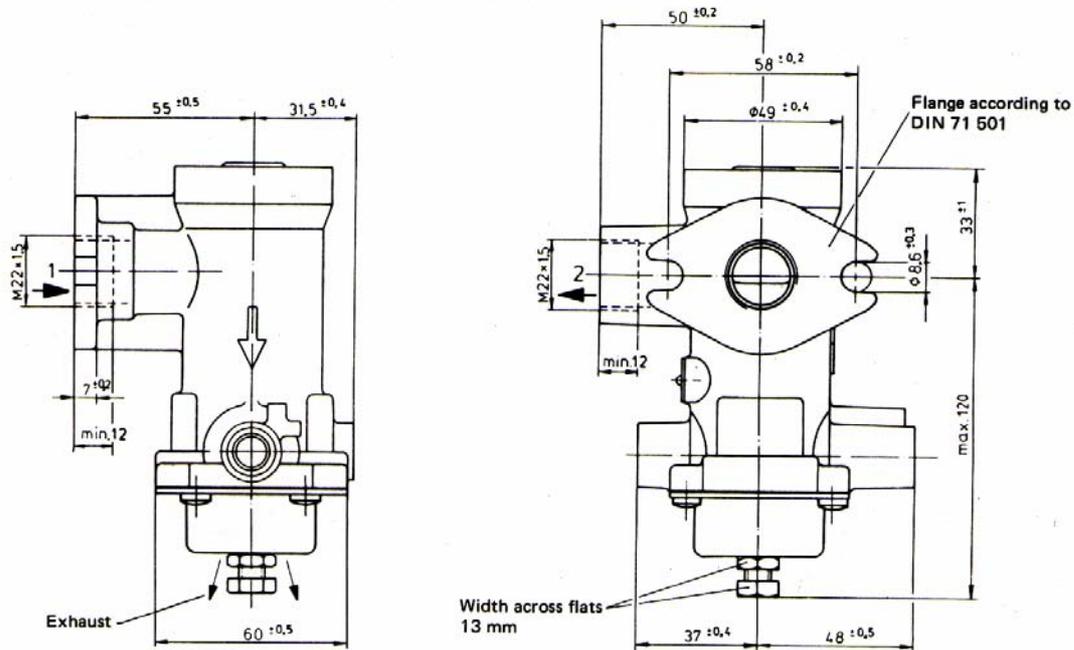
Circuit symbol



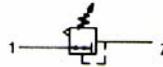
Cut-in point: 0.4 to 0.2 bar
 Operating pressure limit: 10 bar
 Overpressure safety limit: 30 bar
 Tightening torque: max. 30 Nm
 Nominal voltage: 12/24 V
 Operating temperature range: -30 to +100°C
 Storage temperature limits: -40 to +100°C
 Installation position: plugged in above or to the side

Interruptor de presión (manocontacto)

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



Circuit symbol

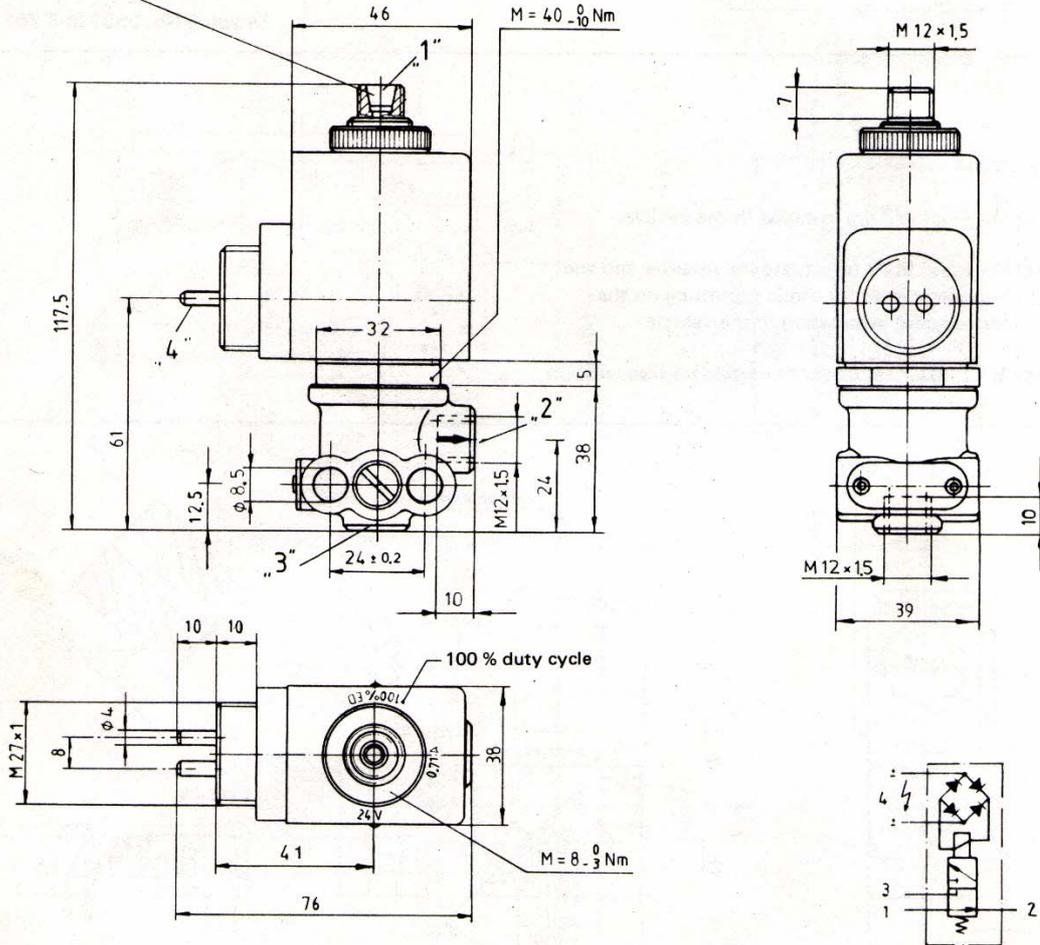


Operating pressure: max. 20 bar
 Medium: air
 Operating temperature range: -40 to +80°C
 Installed position: as shown

Retarder moment	Full pressure
Retarder moment reduction	1.2 +0.3 bar
Max. retarder moment Control by on/off switch	3.0 +0.3 bar

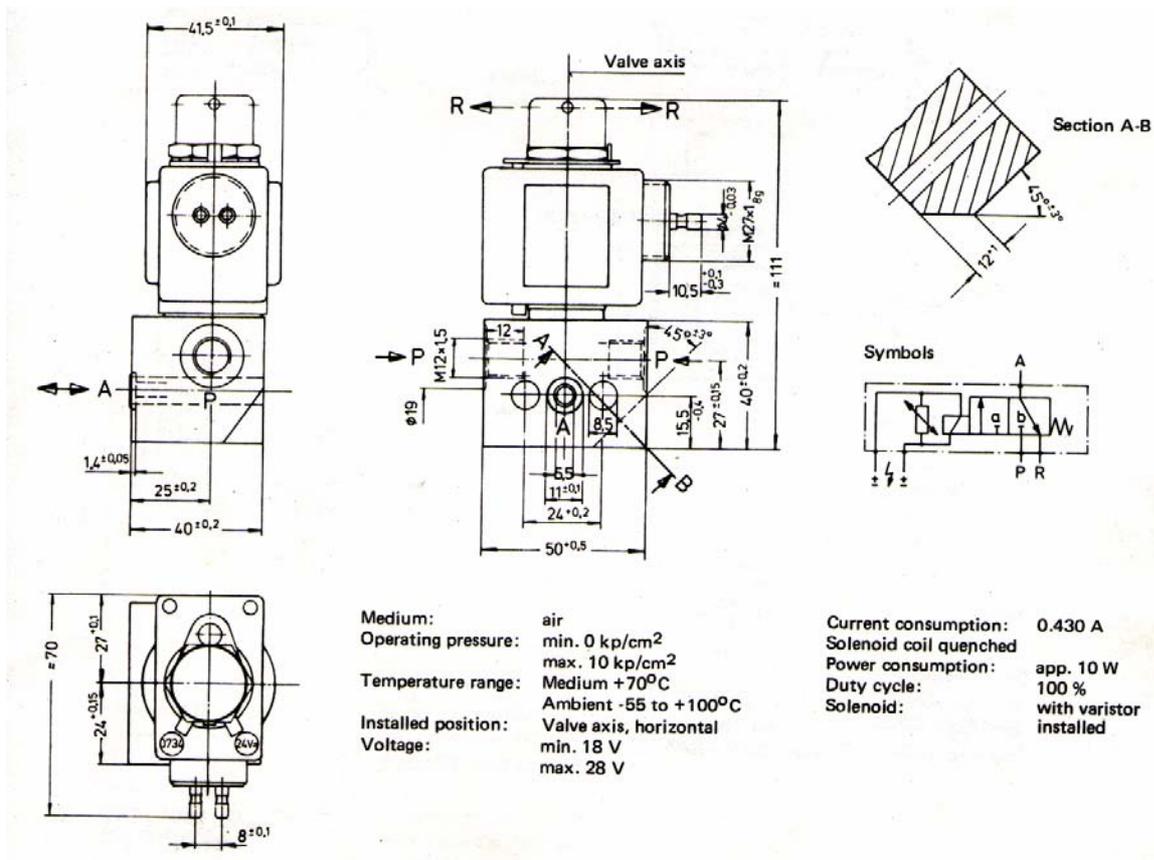
Válvula reguladora de presión (sistema Renault)

Bore pattern W acc. to series L6 DIN 3861



Medium: air
 Voltage: $24_{+4.8}^{-2.4} \text{ V}$
 max. 29 V
 Current type: DC
 Nom. current: 710 mA
 Operating pressure: max. 8 bar
 Operating temperature range: $-20 \text{ to } +70^{\circ}\text{C}$

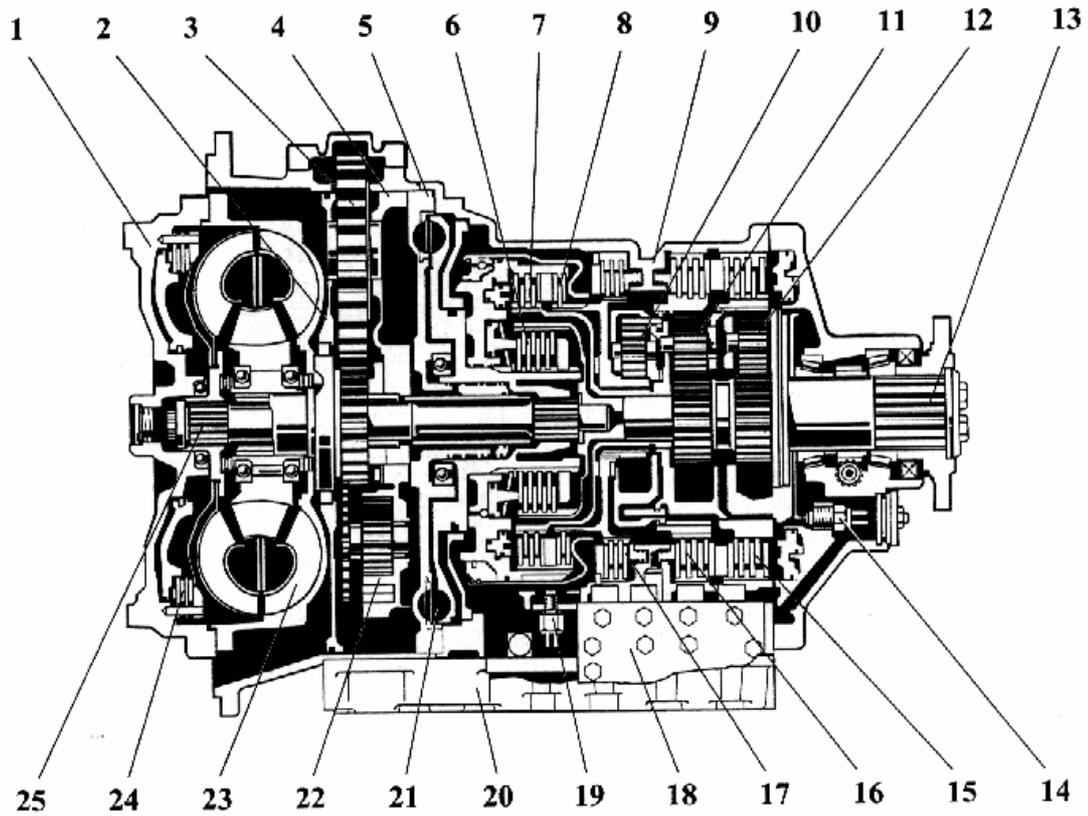
Válvula electro-neumática de dos vías



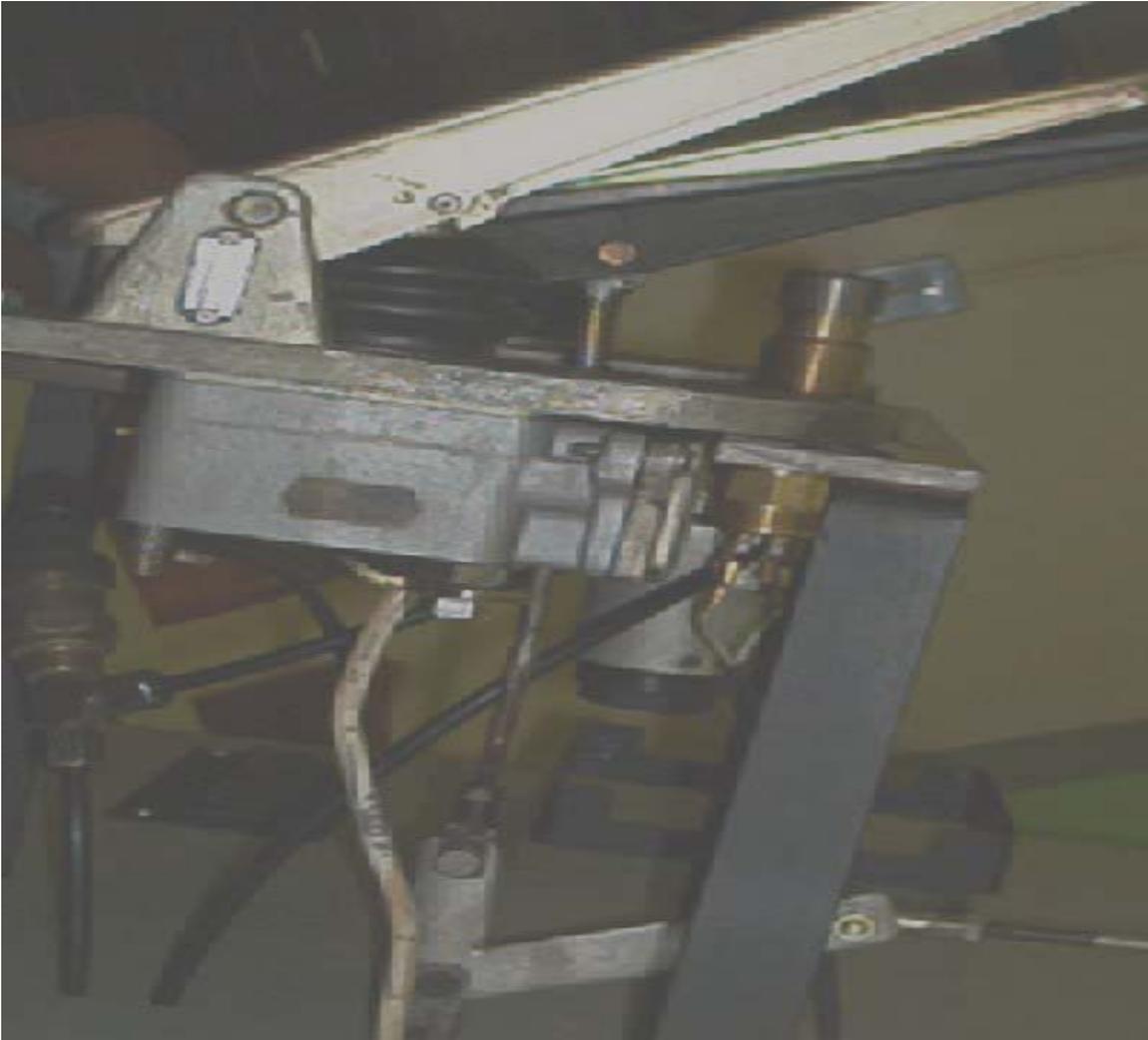
Válvula electro-neumática del retardador

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

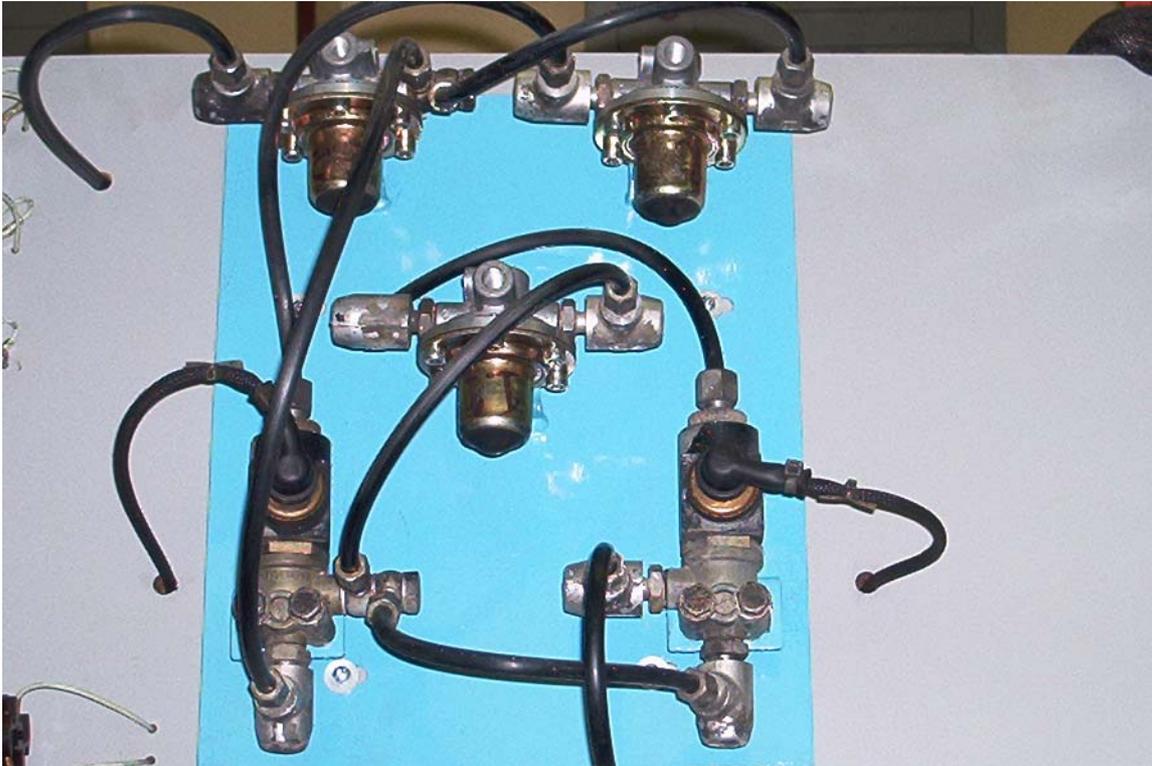
Vista en sección de la caja de cambios automática ZF-Ecomat de 5 y 6 velocidades – Ejecución “corta”



- | | | | |
|----|-----------------------------------|----|--|
| 1 | Accionamiento | 14 | Transmisor inductivo "salida" |
| 2 | Tapa cierre | 15 | Freno "F" |
| 3 | Piñones accionamiento toma fuerza | 16 | Freno "E" |
| 4 | Elemento de mando | 17 | Freno "D" |
| 5 | Brida conducción aceite | 18 | Control de mandos |
| 6 | Embrague "A" | 19 | Transmisor inductivo "turbina" |
| 7 | Embrague "B" | 20 | Cárter de aceite |
| 8 | Embrague "C" | 21 | Retardador |
| 9 | Cárter | 22 | Bomba principal |
| 10 | Grupo planetario I | 23 | Convertidor de par |
| 11 | Grupo planetario II | 24 | Embrague de puenteo del convertidor "WK" |
| 12 | Grupo planetario III | 25 | Eje de la turbina |
| 13 | Salida | | |



Pedal de freno (sistema Pegaso)



Panel neumático de control del retardador (sistema Pegaso)

PRÁCTICA # 2

MANEJO Y USO DEL APARATO DE COMPROBACIÓN PR-61

INTRODUCCIÓN.

El equipo de comprobación PR-61 pertenece a la gama de aparatos de diagnóstico ZF. Con el puede diagnosticarse tanto el funcionamiento de cerebros electrónicos AEM-6, como de los componentes eléctricos periféricos pertenecientes a la caja automática de velocidades ZF 5HP-500.

OBJETIVO GENERAL.

Describir el funcionamiento del aparato de comprobación PR-61.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Describir los elementos que componen el aparato de comprobación PR-61.
- Realizar las distintas comprobaciones funcionamiento que permite realizar el equipo PR-61 con los cerebros electrónicos AEM-6.

MARCO TEÓRICO.

1.4 Aparato de comprobación PR-61 (+) 1P01 137 529

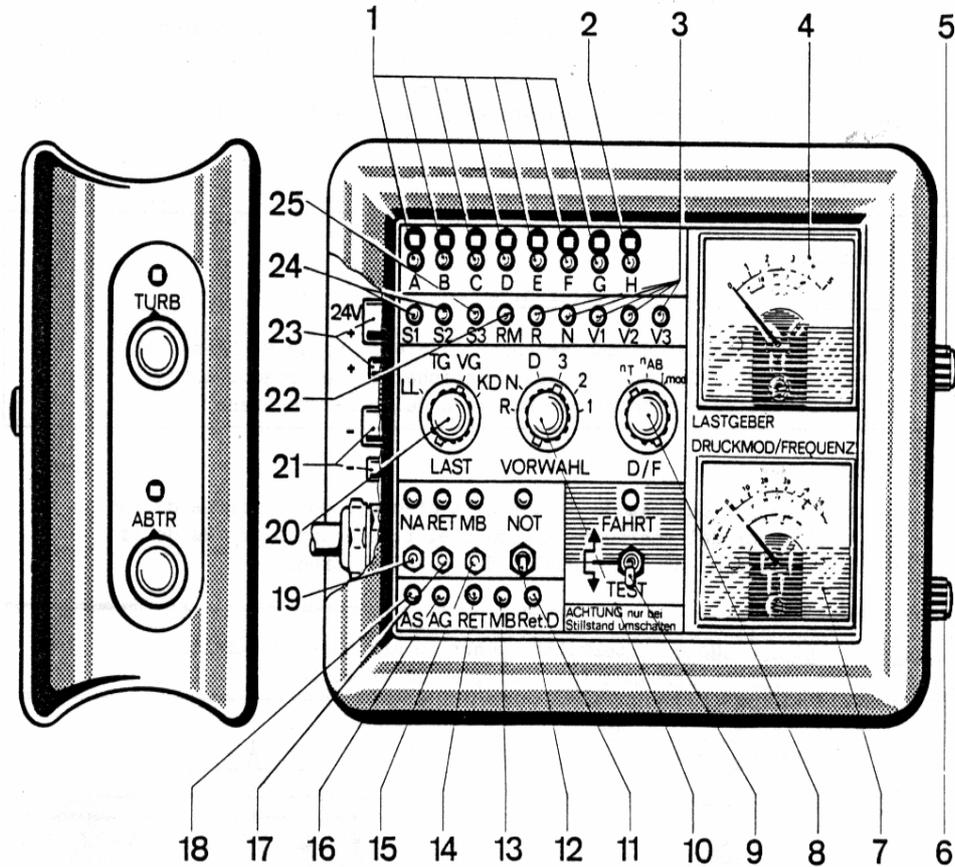


Figura 5

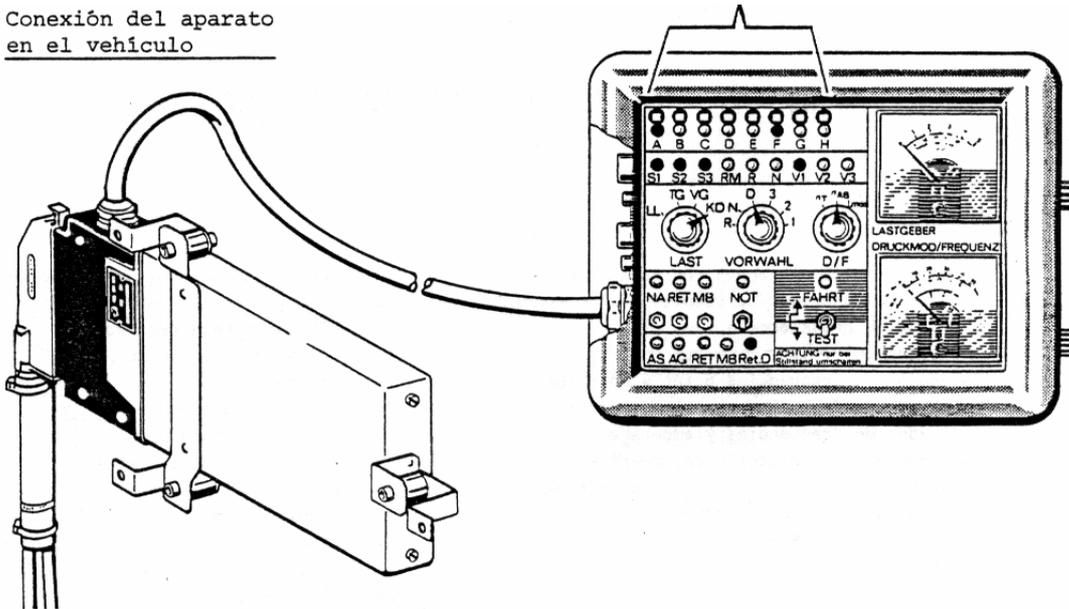
- | | |
|--|---|
| 1 Lámparas de los embragues con conexiones | 12 Interruptor de emergencia (cambio de programa) |
| 2 Lámpara del embrague de puenteo EP con conexión | 13 Disponibilidad freno motor |
| 3 Lámparas de preselección | 14 Disponibilidad retardador |
| 4 Indicador del emisor de carga | 15 Pulsador freno motor |
| 5 Generador de frecuencias botón y conexión "Turbina" | 16 Antigas |
| 6 Generador de frecuencias, botón y conexión "Salida" | 17 Pulsador retardador |
| 7 Indicador de frecuencias y amperaje | 18 Bloqueo de arranque |
| 8 Interruptor de indicación de amperaje, frecuencia y revoluciones (n_{salida} , n_{Turb} , amperaje de modulación) | 19 Pulsador toma de fuerza |
| 9 Interruptor de tipo de servicio | 20 Botón giratorio carga |
| 10 Botón giratorio "Preselección" | 21 Conexión y miniconexión "masa" |
| 11 Disminución presión del retardador | 22 Lámpara de electroimán de bloqueo |
| | 23 Conexión y miniconexión + 12 V/ + 24 V |
| | 24 Lámparas de estado de carga |
| | 25 Lámpara de kickdown |

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

CONEXIÓN DEL APARATO DE COMPROBACIÓN

El aparato de comprobación se intercalara entre el enchufe del cerebro electrónico y este ultimo (ver figura), debiendo hacerse esta operación con el suministro de corriente desconectado.

Conexión del aparato en el vehículo



COMBINACIONES DE EMBRAGUES Y FRENOS 5HP-500 TIPO AUTOBÚS

	A	B	C	D	E	F
RETROCESO			•			•
NEUTRAL						
1ra velocidad	•					•
2da velocidad	•				•	
3ra velocidad	•			•		
4ta velocidad	•	•				
5ta velocidad		•		•		

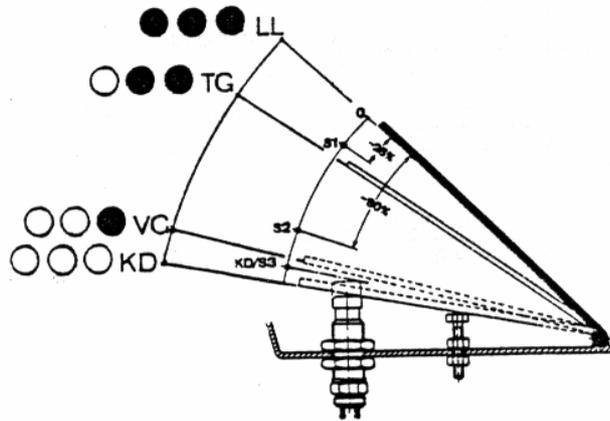
COMPONENTES Y EQUIPOS.

- Cerebro electrónico AEM –6
- Emisor de carga
- Pedal de acelerador
- Válvula moduladora de presión de aceite
- Electroválvulas
- Selector de velocidades
- Interruptor kick down
- Aparato de comprobación PR-61.

LABORATORIO.

AJUSTE BÁSICO:

- Colocar el botón giratorio de carga (**LAST**) en posición **KD**
- Colocar el botón giratorio de preselección (**VORWAHL**) en posición **D**
- Llevar los botones giratorios turbina (**TURB**) y salida (**ABTR**) a su tope izquierdo
- Colocar el interruptor de tipo de servicio en posición **TEST**
- Durante la comprobación del cerebro electrónico, el botón giratorio de salida (**ABTR**) solo debe girarse lentamente, ya que de lo contrario el cerebro no realiza los cambios.
- La siguiente figura muestra el pedal del acelerador en posición de ralentí así como los símbolos de las lámparas de control **S1**, **S2** y **S3** del aparato de comprobación para todas las posiciones del pedal del acelerador:



LL	Ralentí (0,4 Volt)
TG	Carga Parcial (3Volt)
VG	Plena Carga (4Volt)
KD	Kick down (4Volt)

1. Comprobación del selector de velocidades.

OPERACIÓN	RESULTADO
Ajuste Básico	
Colocar el selector en posición N	
Presionar las diferentes teclas del selector	A través de las lámparas indicadoras verificar la combinación de los embragues y frenos.
Girar el botón de salida (ABTR) hacia la derecha.	Verificar que se producen los cambios a velocidades superiores (lámparas indicadoras) hasta la mayor que este programada.

2. Bloqueo de arranque en posición en posición Neutral.

- **Posición del pedal del acelerador:** ralentí

OPERACIÓN	RESULTADO
Ajuste Básico	
Colocar botón giratorio de preselección (VORWAHL) en posición N	Se enciende la luz AS que indica que se puede arrancar el motor.

3. Cambios de velocidades.

- **Posición del pedal del acelerador:** ralentí, carga parcial, plena carga y kick down.

OPERACIÓN	RESULTADO
Ajuste Básico	
Colocar el selector de funciones (D/F) en la posición n_{AB} , girar el botón de salida (ABTR) lentamente hacia la derecha.	Se encienden las luces correspondientes a las diferentes combinaciones de embragues en sentido ascendente. Los diferentes puntos de conexión de las velocidades pueden leerse en la escala inferior.
Girar lentamente el botón de salida (ABTR) hacia la izquierda.	Se encienden las luces correspondientes a las diferentes combinaciones de embragues en sentido descendente. Los diferentes puntos de conexión de las velocidades pueden leerse en la escala inferior.

4. Señal de salida para presión de modulación.

- **Posición del pedal del acelerador:** ralentí, carga parcial, plena carga y kick down.

OPERACIÓN	RESULTADO
Ajuste Básico	
Colocar el selector de funciones D/F en posición I mod.	Los diferentes puntos de cambio de velocidad ascendente o descendente se leen en la escala inferior. El amperaje de la válvula de modulación se indica en la escala durante aprox. 1,5 segundos. Los amperajes son diferentes según la posición de carga y curva de programación.
Girar el botón de salida (ABTR) lentamente hacia la derecha.	
Girar el botón de salida (ABTR) lentamente hacia la izquierda.	

5. Embrague de puenteo H dependiente de las revoluciones del motor.

- **Posición del pedal del acelerador:** ralentí

OPERACIÓN	RESULTADO
Ajuste Básico	
Colocar el selector de funciones (D/F) en la posición n_{AB}	
Girar el botón de salida (ABTR) lentamente hacia la derecha, hasta que la escala inferior marque aprox. 100 Hz	
Girar el botón de turbina (TURB) hacia la derecha.	Se enciende la luz H .
Girar el botón de turbina (TURB) hacia la izquierda.	Se apaga la luz H .

6. Embrague de puenteo H dependiente de la velocidad del vehículo.

- **Posición del pedal del acelerador:** ralentí

OPERACIÓN	RESULTADO
Ajuste Básico	
Girar el botón de salida (ABTR) lentamente hacia la derecha, hasta que las luces A y D se enciendan.	La luz H se enciende.

7. Cambios a velocidades superiores o inferiores rodando por inercia.

- **Posición del pedal del acelerador:** ralentí

OPERACIÓN	RESULTADO
Ajuste Básico	
Girar el botón de salida (ABTR) lentamente hacia la derecha.	Las luces de los embragues se encienden con un retraso de 1 seg. , en el caso de cambios ascendentes.
Girar el botón de salida (ABTR) lentamente hacia la izquierda.	Las luces de los embragues se encienden sin retraso en el caso de cambios descendentes.

8. Cambios a velocidades superiores o inferiores al acelerar.

- **Posición del pedal del acelerador:** carga parcial.

OPERACIÓN	RESULTADO
Ajuste Básico	
Poner el acelerador en posición de carga parcial (TG) .	
Girar el botón de salida (ABTR) lentamente hacia la derecha.	Las luces de los embragues se encienden sucesivamente sin retraso en el caso de cambios ascendentes.
Girar el botón de salida (ABTR) lentamente hacia la izquierda.	Las luces de los embragues se encienden sucesivamente con un corto retraso en el caso de cambios descendentes.

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

9. Bloqueo de cambio a velocidades superiores al accionar el retardador.

- Posición del pedal del acelerador: ralentí

OPERACIÓN	RESULTADO
Ajuste Básico	
Presionar el pulsador (RET) y al mismo tiempo girar hacia la derecha el botón de salida (ABTR) y dejarlo en esta posición.	No se debe producir ningún cambio a velocidades superiores y la luz del retardador se enciende.
Soltar el pulsador (RET) .	Las velocidades se conectaran hasta llegar a la mayor.

PRÁCTICA # 3

MANEJO Y USO DEL APARATO DE COMPROBACIÓN MOBIDIG 200

INTRODUCCIÓN.

El aparato de comprobación MOBIDIG 200 pertenece a la gama de aparatos de diagnóstico ZF. Con él puede diagnosticarse tanto el funcionamiento de cerebros electrónicos EST 18, como de los componentes eléctricos periféricos pertenecientes a la caja automática de velocidades ZF 5HP-500.

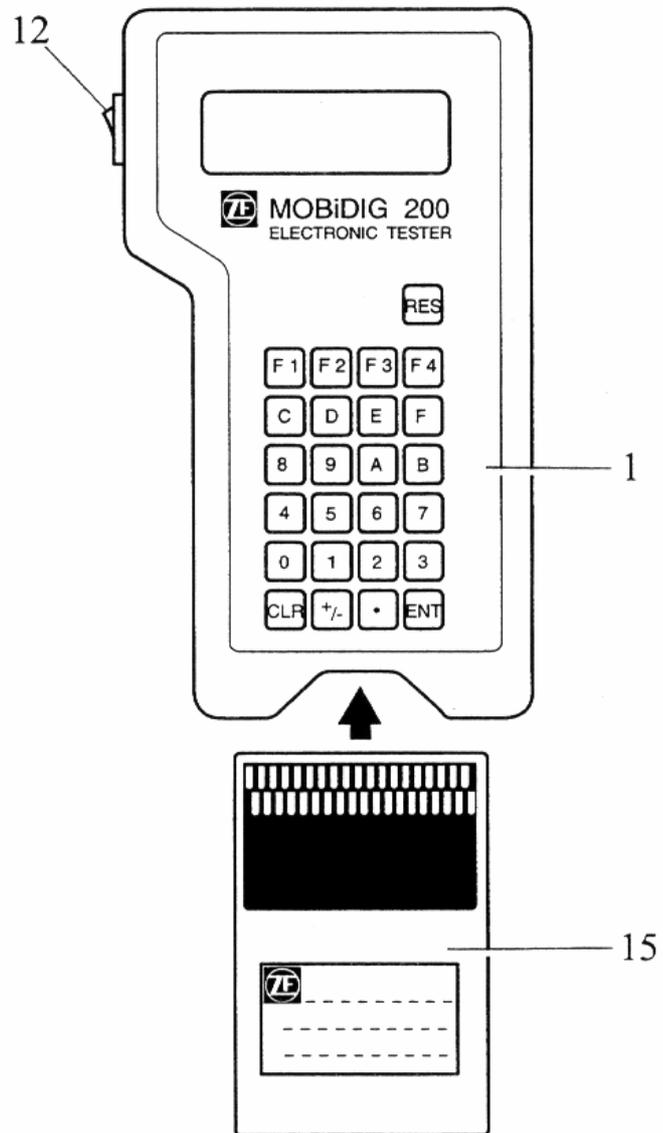
OBJETIVO GENERAL.

Describir el funcionamiento del aparato de comprobación MOBIDIG 200.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Describir los elementos que componen el aparato de comprobación MOBIDIG 200.
- Realizar las distintas comprobaciones funcionamiento que permite realizar el aparato MOBIDIG 200 con los cerebros electrónicos EST 18.

MARCO TEÓRICO.



Leyenda

1 Aparato de diagnosis MOBiDIG 200

12 Interruptor conectado/desconectado

15 Tarjeta tipo "Plug-In"

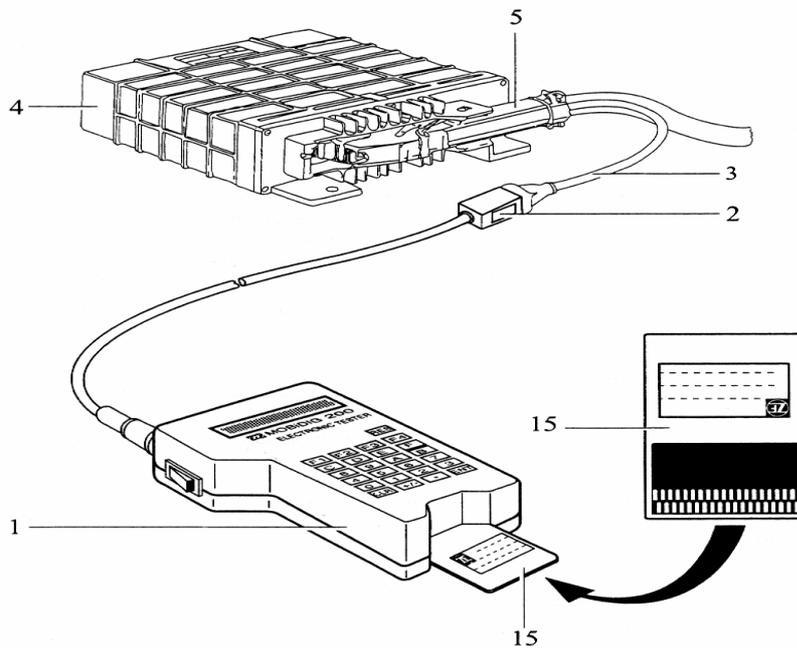
COMPONENTES Y EQUIPOS.

- Cerebro electrónico EST 18
- Emisor de carga
- Pedal de acelerador
- Válvula moduladora de presión de aceite
- Electroválvulas
- Selector de velocidades
- Interruptor kick down
- Aparato de comprobación MOBIDIG 200.

LABORATORIO.

CONEXIÓN DEL APARATO DE COMPROBACIÓN

Esquema de conexión al mazo de cables del vehículo



Leyenda

1 Aparato de diagnosis MOBIDIG 200

2 Enchufe de diagnosis (3 polos)

3 Cable de conexión (3 polos) en mazo de cables del vehículo

4 Unidad de control EST 18

5 Enchufe de 55 polos en mazo de cables del vehículo

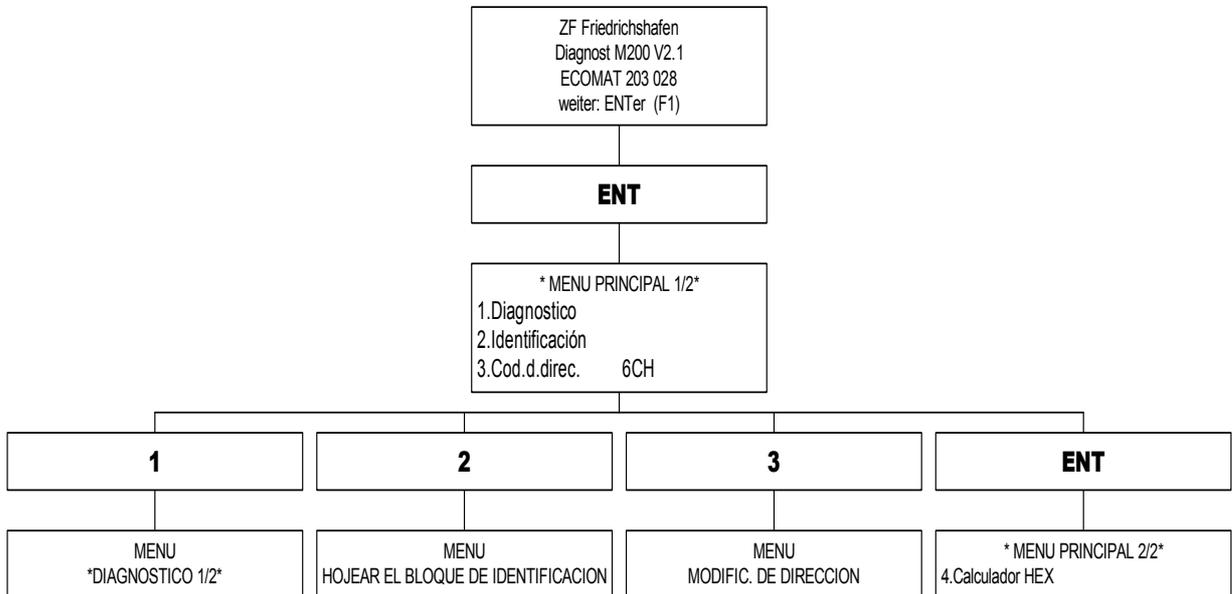
15 Tarjeta tipo "Plug-In"

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

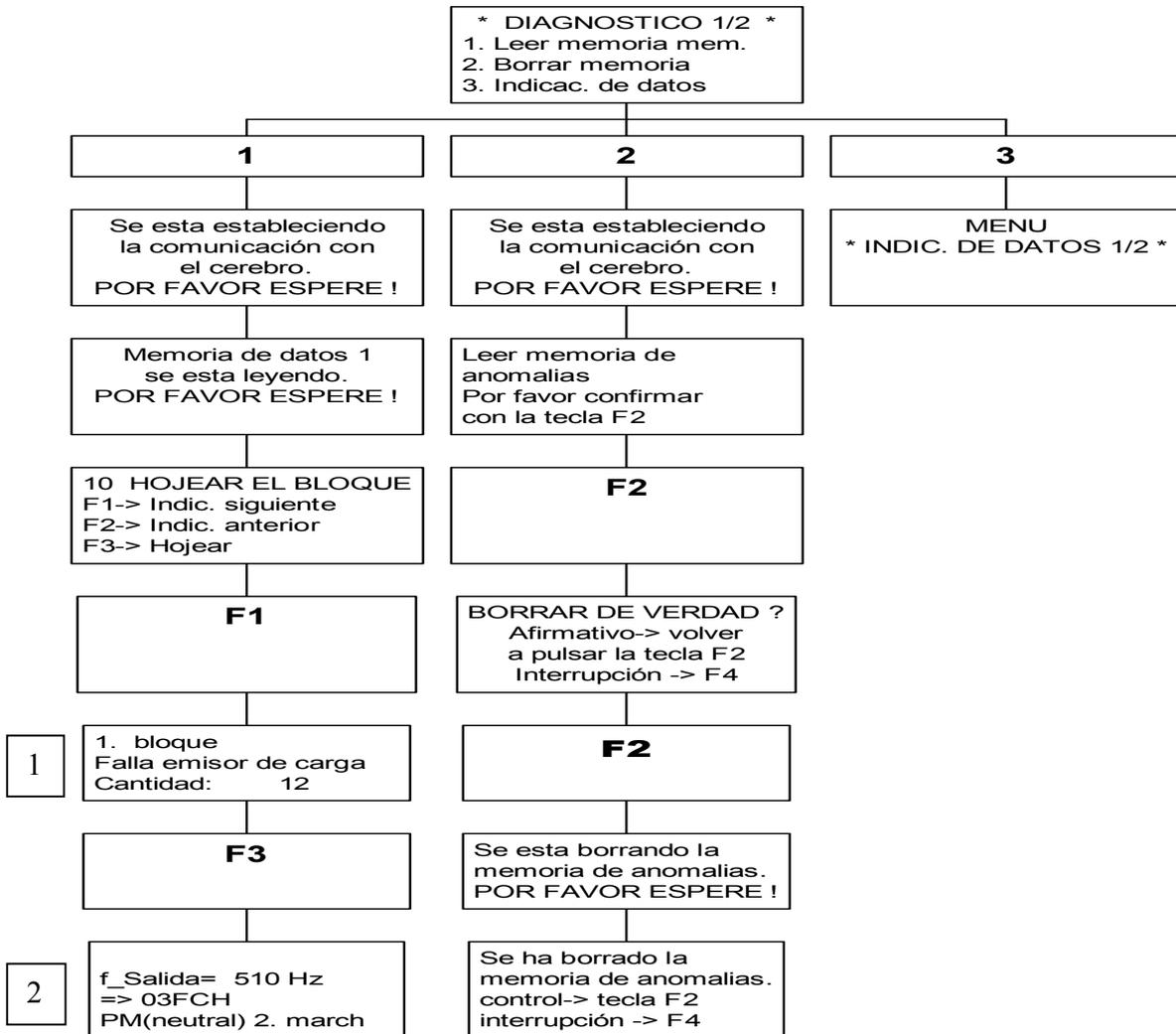
COMBINACIONES DE EMBRAGUES Y FRENOS 5HP-500 TIPO AUTOBÚS

	A	B	C	D	E	F	G
RETROCESO			•			•	•
NEUTRO							
NEUTRO NBS	•						•
1ra velocidad	•					•	
2da velocidad	•				•		
3ra velocidad	•			•			
4ta velocidad	•	•					
5ta velocidad		•		•			

ESTRUCTURA DEL MENU PRINCIPAL



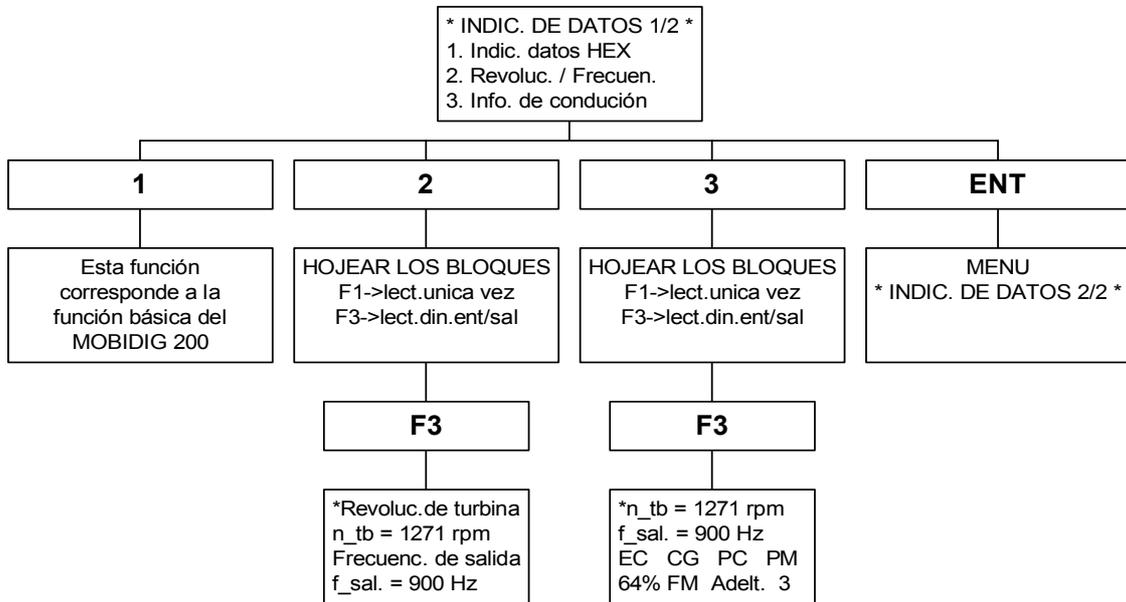
ESTRUCTURA DEL MENU DIAGNOSTICO 1/2



Nota 1: Aqu3 se indica la falla y el n3mero de veces que ocurri3.

Nota 2: Aqu3 se indica la frecuencia de salida y la velocidad que estaba conectada cuando se produjo por primera vez la falla.

MENU INDIC. DE DATOS 1/2



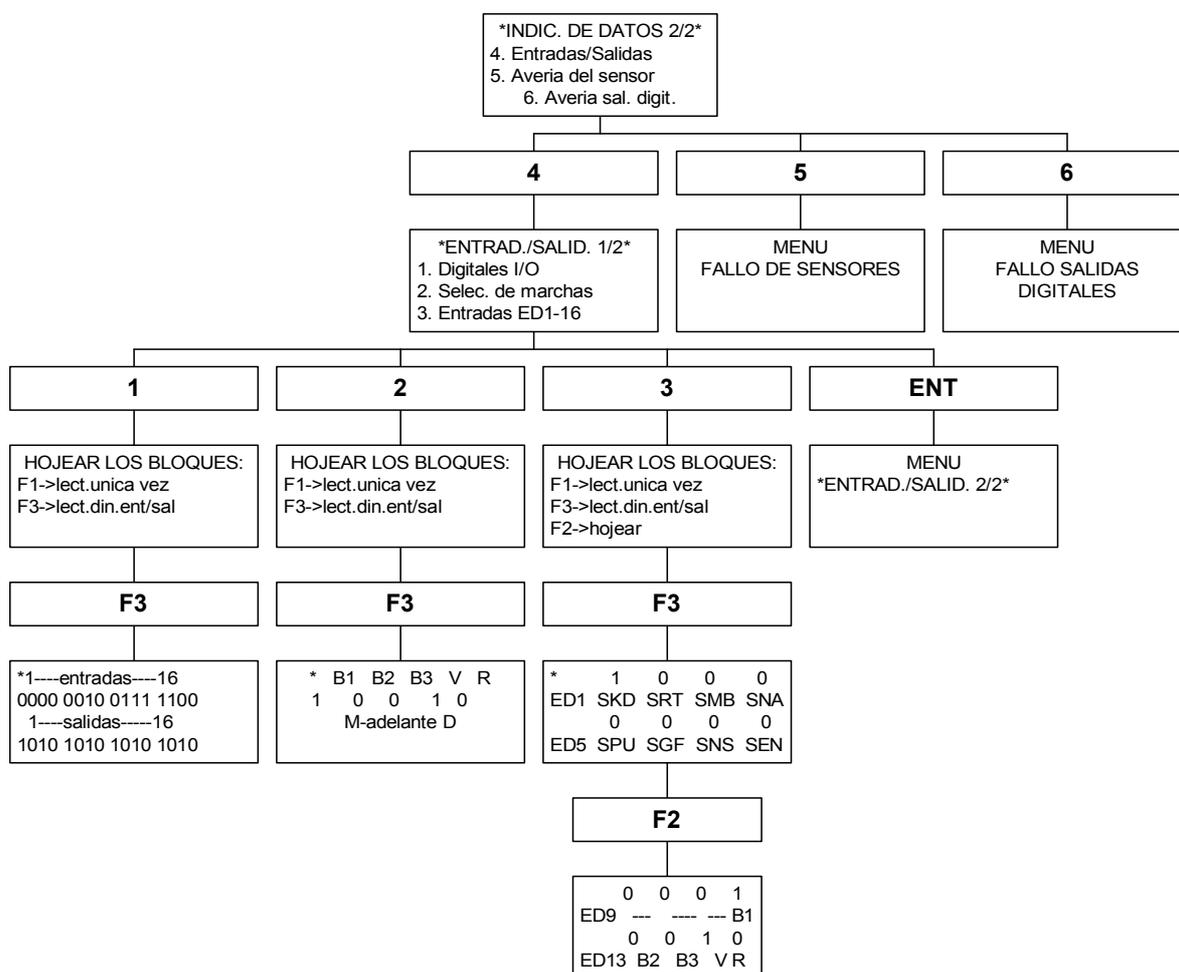
Los datos de lectura dinámica se representan por medio de un asterisco intermitente. Con la tecla **F1** se puede detener la lectura dinámica y con **F3** se puede volver a iniciar la misma.

Leyenda:

- n_tb = revoluciones de la turbina en rpm.
- f_sl = frecuencia de salida en Hertz.
- EC = emisor de carga
- CG = situación de carga:
 - FM = retención
 - Em = freno-motor
 - CP1 = carga parcial 1
 - CP2 = carga parcial 2
 - CP3 = carga parcial 3
 - PC = plena carga
 - KD = kick down
- PC = situación de velocidad conectada:
 - Neutr = neutro
 - Adelt = hacia delante
 - M-atr = retroceso
- PM = velocidad conectada en ese momento

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

MENU INDIC. DE DATOS 2/2



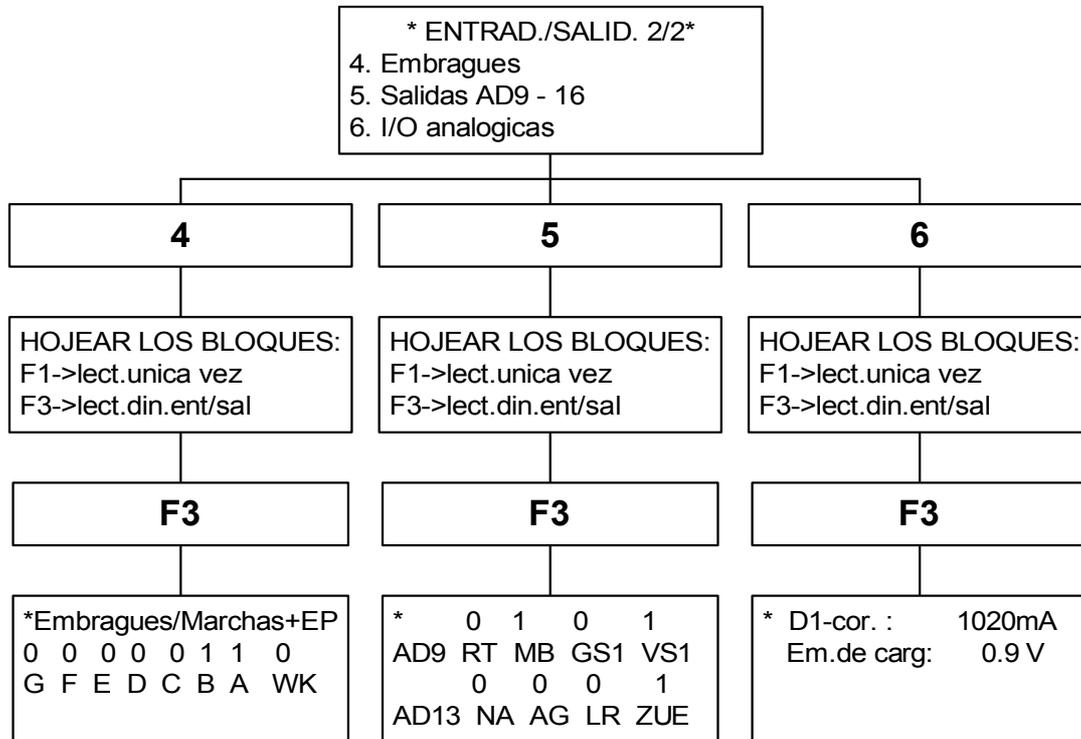
Leyenda:

1 = conectado
 0 = desconectado
 B1 = línea grupo 1
 B2 = línea grupo 2
 B3 = línea grupo 3
 V = hacia adelante
 R = hacia atrás
 SND = pulsador de neutral
 SRT = interruptor de retardador
 SMB = interruptor freno motor
 SNA = interruptor toma de fuerza
 SNS = interruptor neutral con vehículo detenido
 SEN = interruptor exterior
 SKD = interruptor kick down

SLE = interruptor exterior
 SRR = interruptor de reducción de fuerza del retardador
 SPU = Interruptor cambio de programa
 SGF = interruptor cambio de programa de manejo
 Bx = línea de grupo
 Condiciones del selector de velocidades:

- Neutral
- Inversión
- Hacia adelante (1, 2, 3, 4, 5, 6, D)
- Retroceso (2, 3,4)
- Falla

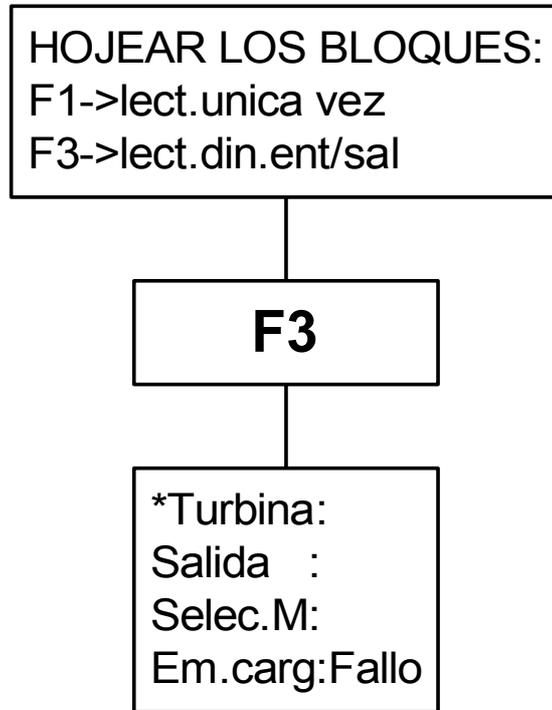
MENU ENTRADAS/SALIDAS 2/2



Leyenda:

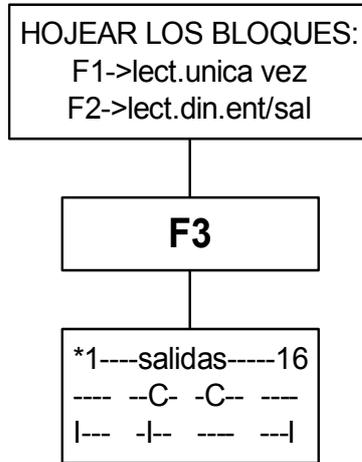
- RT = retardador
- MB = freno-motor
- GS1 = Señal de primera velocidad
- VS1 = señal V1
- NA = toma de fuerza
- AG = antigas (bloqueo del acelerador)
- LR = electroimán bloqueo/ reducción de carga
- ZUE = control de estado de la caja de cambios
- 1 = conectado
- 0 = desconectado

MENU FALLO DE SENSORES



En caso de avería o falla, esta se indicara en la correspondiente columna. De lo contrario la línea quedara vacía.

MENU FALLO DE SALIDAS DIGITALES



Leyenda:

- = ningún fallo
- C = cortocircuito
- I = interrupción (corriente de retorno)

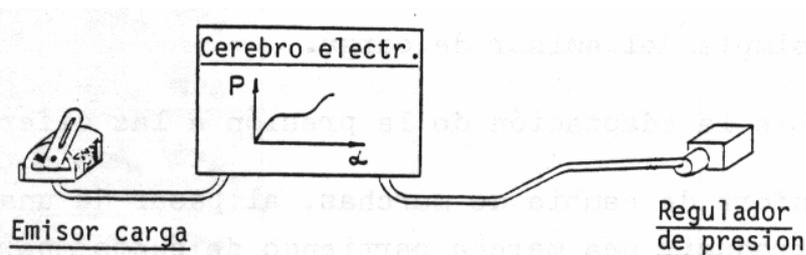
PRÁCTICA # 4

AJUSTE DEL EMISOR DE CARGA.

INTRODUCCIÓN.

Antes, la presión modulada se producía por medio de una válvula reguladora de presión que era accionada por medios mecánicos. Dependiendo de la posición del varillaje de modulación y de la característica funcional de una leva, se alcanzaba una presión determinada. El varillaje por lo general estaba acoplado en paralelo a la bomba de inyección del motor.

En el caso de la modulación eléctrica de presión desaparece el varillaje mecánico de modulación de presión. El ajuste de la presión se efectúa a través del cerebro electrónico, de acuerdo con el siguiente esquema:



Por medio del emisor de carga se recoge el estado de carga del motor y se transmite al cerebro electrónico. El emisor de carga puede conectarse directamente al pedal del acelerador o a la bomba de inyección. Dentro del cerebro electrónico, esta señal de carga, se transforma en una señal de presión adaptada a las características del motor y se emite en forma de un amperaje constante.

OBJETIVO GENERAL.

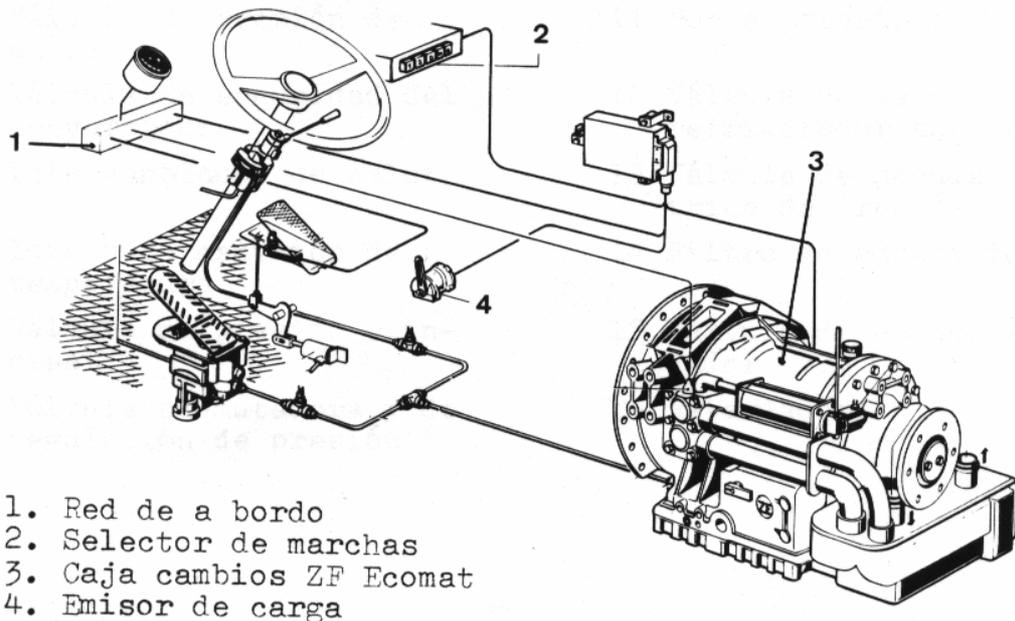
Identificar el emisor de carga.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer las características del emisor de carga.
- Conocer el procedimiento para el ajuste del emisor de carga.
- Observar las diferencias entre los distintos tipos de emisor de carga.

MARCO TEÓRICO.

Ejemplo de instalación:



Emisor de carga

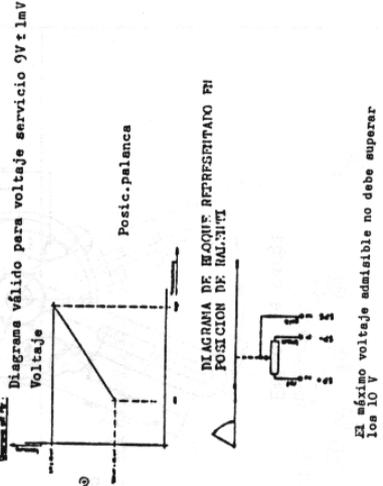
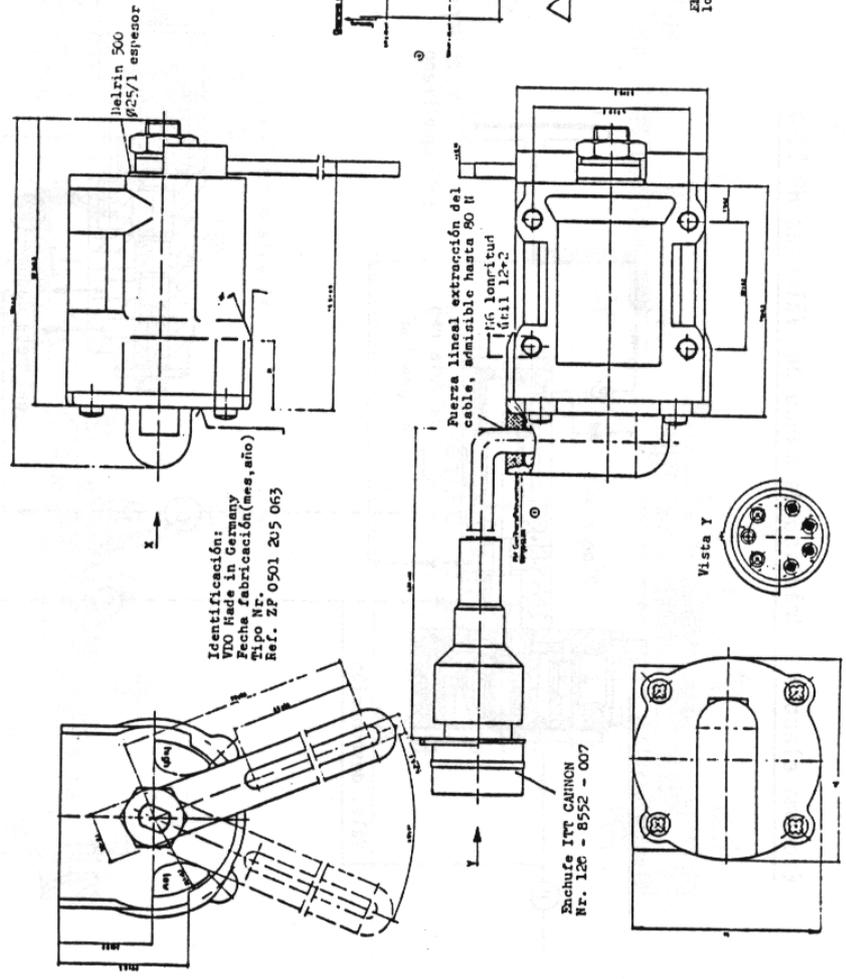
Conexión terminales
 Enchufe ITT CANNON-Nr.120-8552-007
 Cable Clavija
 rojo 2 Potenciómetro (SP+)
 amarillo 3 Potenciómetro (SPS)
 marrón 4 Potenciómetro (SP-)
 Cubierta exterior negra

Especificaciones:
 Temp. servicio : -30 °C hasta +120°C
 Temp. almacenamiento: -40 °C hasta +120°C
 Valores de trabajo a 9V ± 1mV
 low : 500 mV ± 65 mV
 high : 4 V ± 65 mV
 Posición de montaje indiferente

Material
 Carter y tapa : GD Al Si 12 DIN 1725
 Palanca : acero galvanizado y cromado Fe/Zn 12 cc DIN 50961
 Cable : 5x0,5 mm² Calidad FLC05 (Fa.Reins-hegen)

Boquilla caucho: Caucho blanco 60Shore dureza A, resistente al aceite, grasa y combustibles. Resistente a atmósfera ozono 48 h, escisión O. Resistente temperatura 120 °C.

Tipo protección: IP 66 DIN 40720
 Tornillos sujec. : Durab 8 DIN 267
 Par apriete : 8 + 4 Nm (estricado a 9 mm de profundidad)

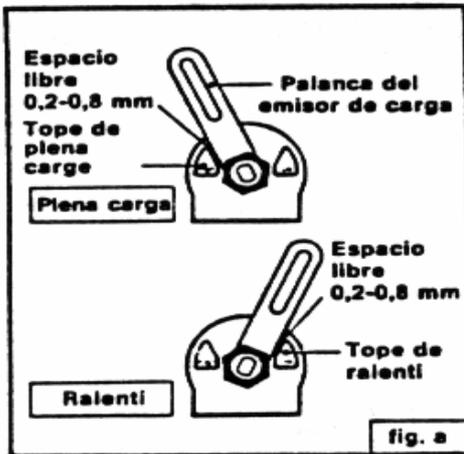
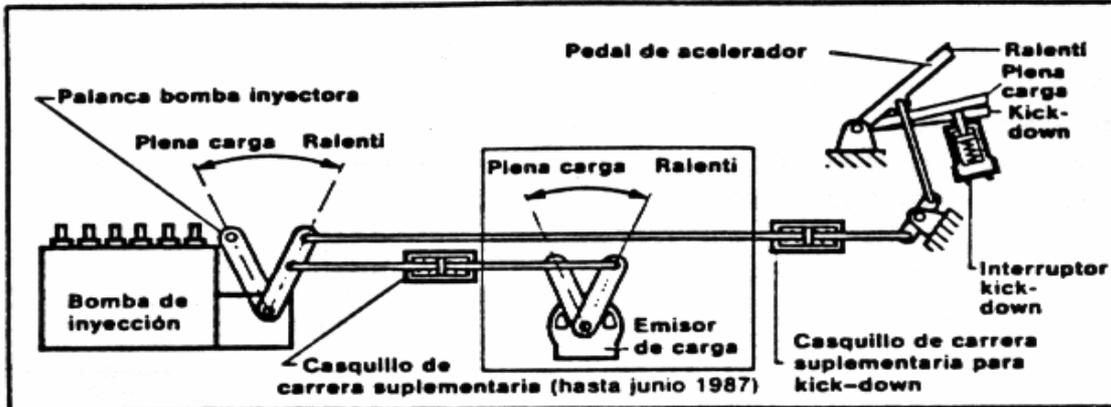


El mínimo voltaje admisible no debe superar los 10 V

COMPONENTES Y EQUIPOS.

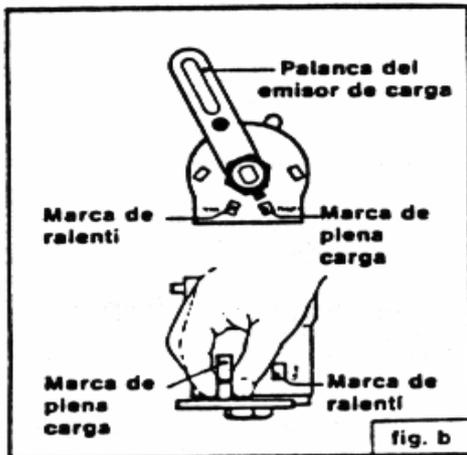
- Emisor de carga
- Pedal de acelerador

LABORATORIO



Suministros hasta junio 1987 (fig. a)

- Parar el motor
- Pisar pedal de acelerador hasta plena carga
- Mantener esta posición
- Medir espacio entre palanca del emisor de carga y tope de plena carga (debe ser: 0,2 - 0,8 mm)
- Soltar pedal de acelerador hasta ralenti.
- Medir espacio entre palanca del emisor de carga y tope de ralenti (debe ser: 0,2 - 0,8 mm)



Suministros a partir de junio 1987 (fig. b)

- Parar el motor
- Pisar pedal de acelerador hasta plena carga
- Mantener esta posición
- Palanca del emisor de carga tiene que coincidir con la marca de plena carga
- Soltar pedal de acelerador hasta ralenti
- Palanca del emisor de carga tiene que coincidir con la marca de ralenti.

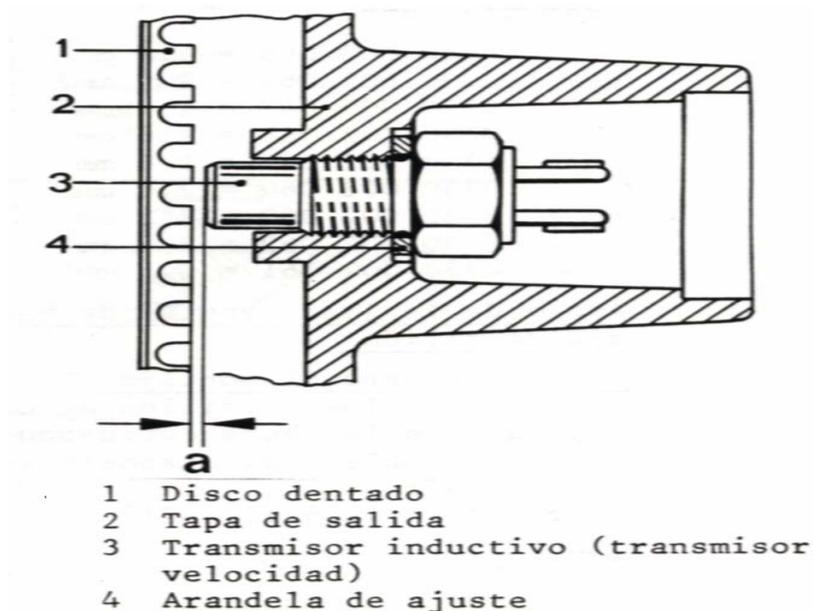
NO UTILIZAR TOPE FINAL PARA EL AJUSTE

PRÁCTICA # 5

AJUSTE DE INDUCTIVOS

INTRODUCCIÓN

El transmisor de revoluciones es una bobina que cuando se energiza el cerebro electrónico, recibe una tensión, cuando uno de los dientes de la rueda dentada atraviesa este campo, se genera por inducción tensiones alternas cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de rotación de la rueda dentada. Estas tensiones son transmitidas al cerebro obteniendo así el numero de dientes que atraviesan el campo por minuto, es decir, las revoluciones por minuto.



OBJETIVO GENERAL.

Conocer el funcionamiento del transmisor de revoluciones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer las características del transmisor de revoluciones (inductivos).
- Conocer el procedimiento para el ajuste del transmisor de revoluciones.

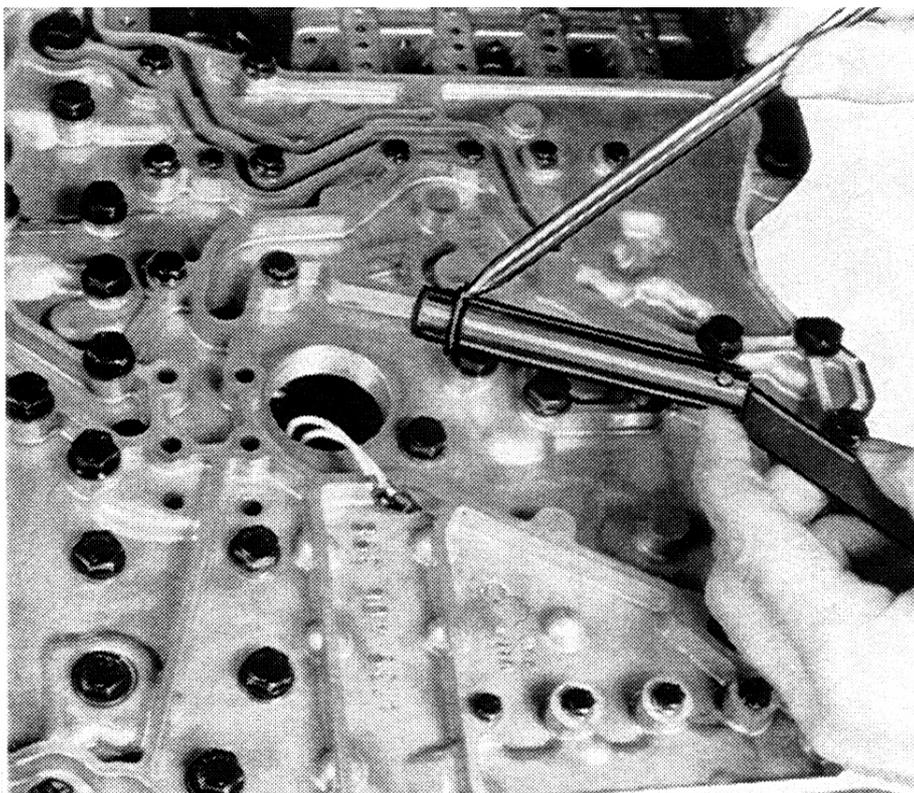
COMPONENTES Y EQUIPOS.

- Transmisor de revoluciones
- Varilla de medición (sonda)
- Calibrador
- Galgas
- Arandelas de reglaje

LABORATORIO

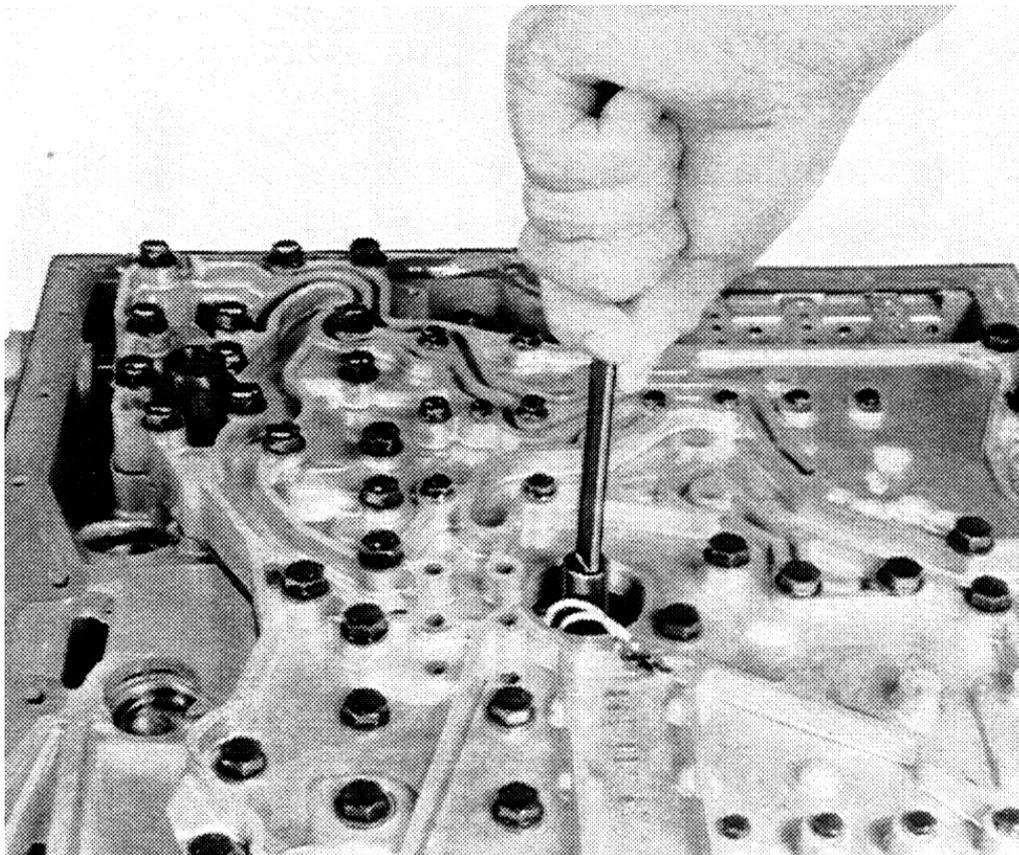
PROCEDIMIENTO DE AJUSTE DEL TRANSMISOR DE REVOLUCIONES

- Desplazar el anillo de seguridad aproximadamente 6mm sobre la sonda de medición

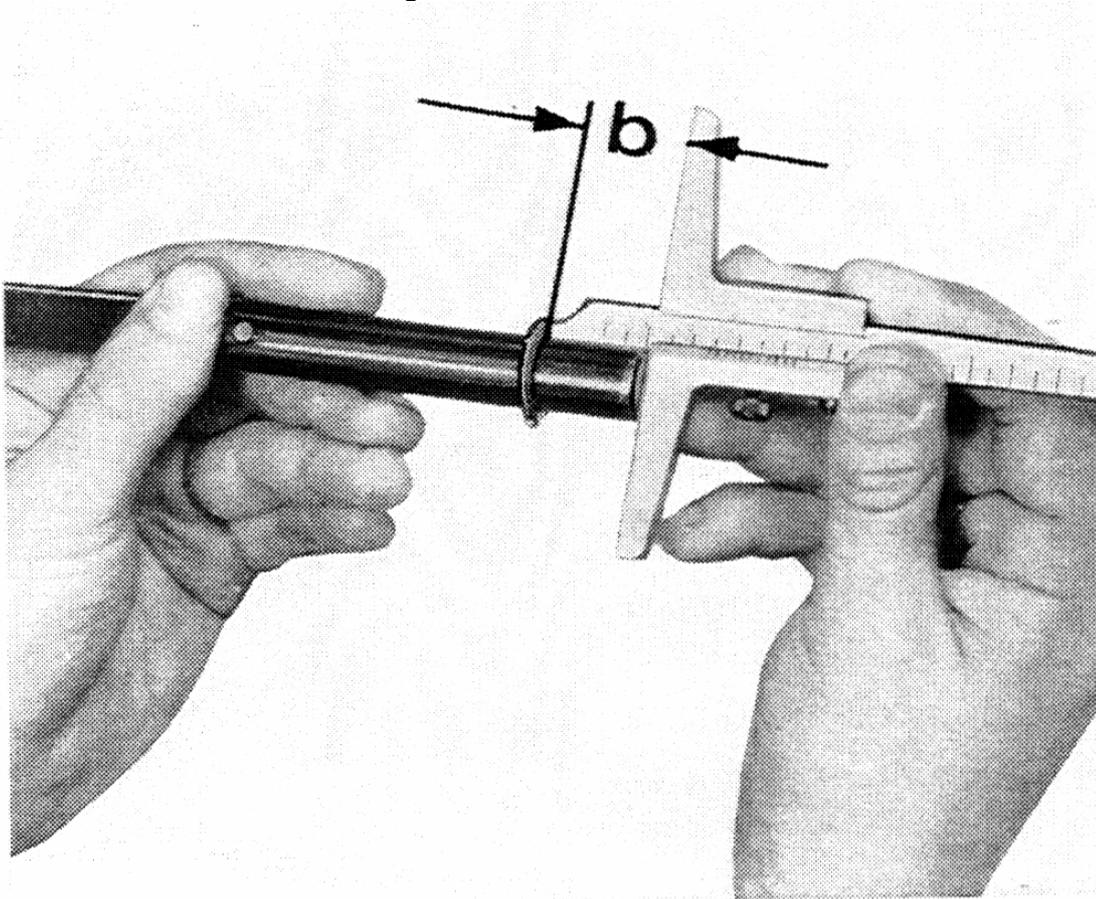


TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

- Introducir la sonda de medición en el orificio del transmisor hasta que haga tope. Prestar atención a que la sonda se encuentre perpendicular con respecto al orificio.

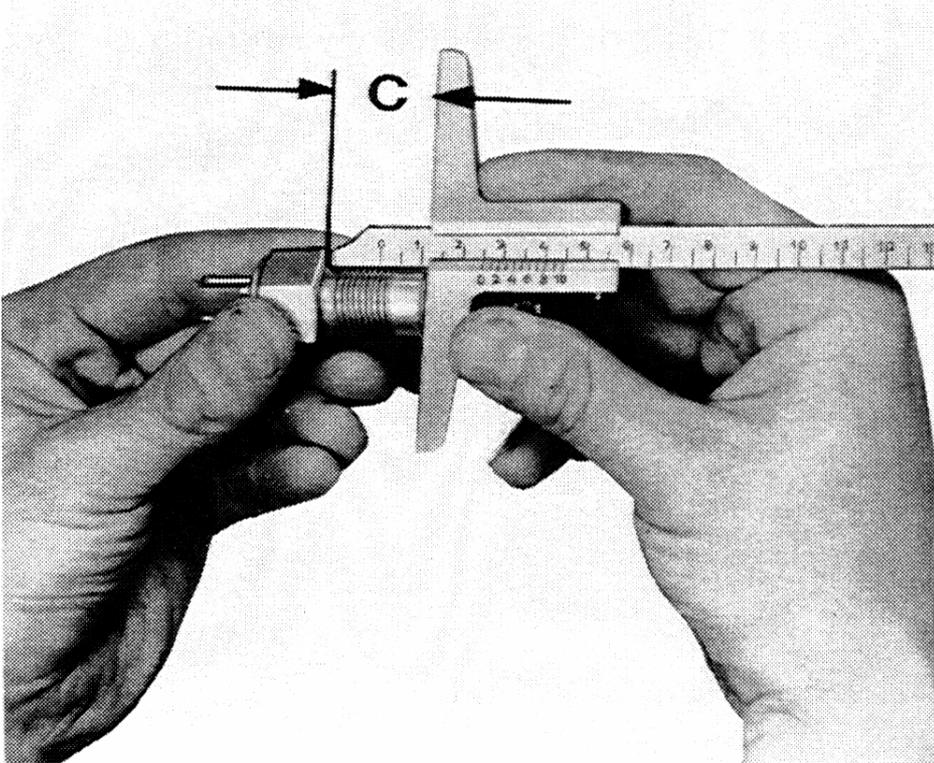


- Sacar la varilla sonda y medir la distancia "B" desde la superficie frontal de la varilla hasta el anillo de seguridad.



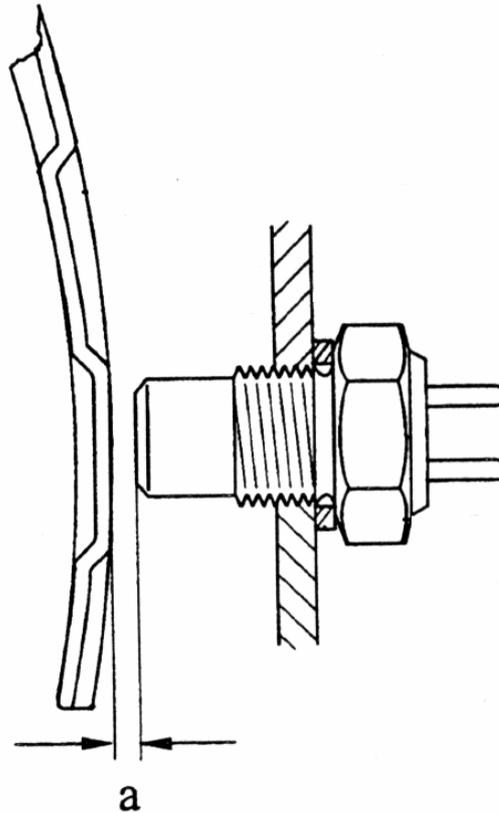
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

- Medir la distancia "C" en el transmisor inductivo, desde su cara frontal hasta la superficie del asiento de la arandela de reglaje.



- Restar la cota "B" de la cota "C",
 $D = C - B$

- La distancia "A" tiene que ser 0,6mm hasta 0,8mm



- Calcular el espesor de la arandela de reglaje como sigue:

$$\mathbf{D+A=Espesor\ de\ la\ arandela\ de\ reglaje}$$

- Introducir en el transmisor inductivo la(s) arandela(s) de reglaje y atornillarlo.
- Verificar con la galga la distancia "A"

COMPROBACIÓN DEL VALOR DE LA RESISTENCIA DEL TRANSMISOR DE REVOLUCIONES.

- Utilizando un multímetro verificar que el valor de la resistencia de la bobina sea de aproximadamente 1080 ohmios a 20°C, el valor de la resistencia aumenta con la temperatura.

PRÁCTICA # 6

FUNCIONAMIENTO DEL RETARDADOR

INTRODUCCIÓN.

Las cajas de cambio de la serie Ecomat se componen de un convertidor de par hidrodinámico con embrague de puenteo, de una caja de cambios de planetarios de varias velocidades y de un retardador hidrodinámico. El retardador hidrodinámico (freno hidráulico) se encuentra integrado en la caja de cambios, con lo que no se produce un aumento de la longitud del cárter. Se encuentra situado entre el convertidor y la caja de planetarios, por lo que se consigue un buen efecto de frenado en todas las velocidades. El retardador permite frenar sin desgaste bajando pendientes, en tráfico urbano o en caso de autobús urbano en las correspondientes paradas, ya que se trata de un freno exento de rozamiento.

OBJETIVO GENERAL.

Conocer el funcionamiento del retardador hidrodinámico.

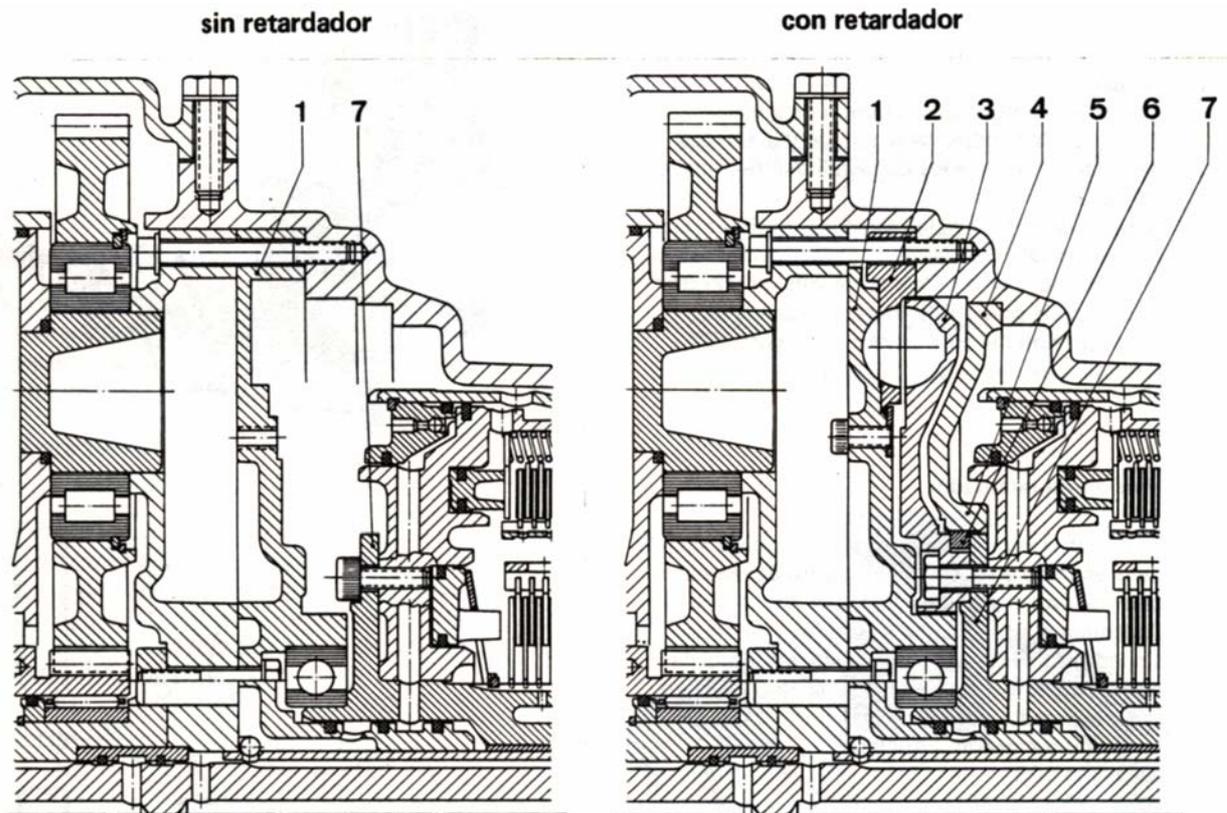
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Conocer las características del retardador hidrodinámico.
- Identificar y comparar los componentes que conforman el sistema del retardador hidrodinámico que equipa los autobuses marca Renault y Pegaso.

MARCO TEÓRICO.

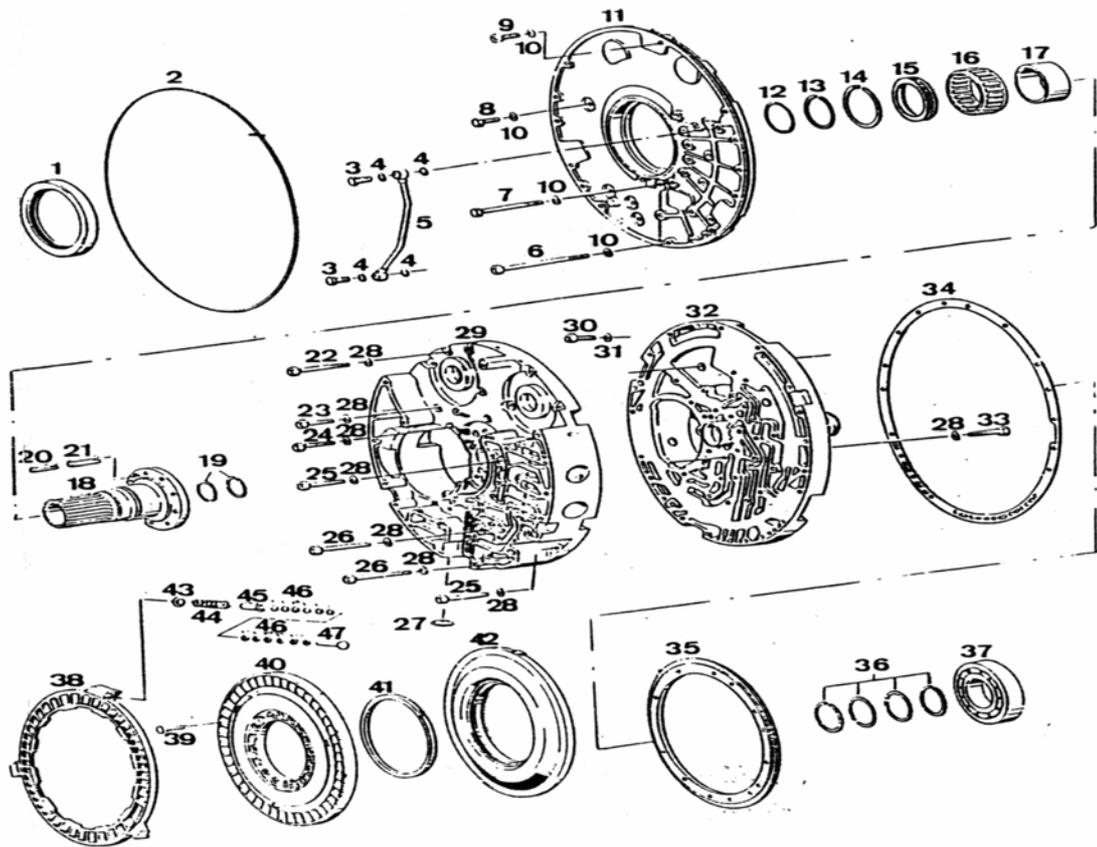
El retardador es un freno hidrodinámico libre de desgaste y cuya acción depende de la velocidad conectada. El empleo de este freno se recomienda sobre todo para bajar pendientes largas o para frenar rodando a velocidad elevada, porque de esta manera se protege el freno de servicio y en caso necesario se dispone de toda la acción de este freno sin pérdidas por desvanecimiento.

Al accionar el retardador y en simultaneo con el pedal del acelerador en ralentí, se activa un bloqueo a una velocidad superior.



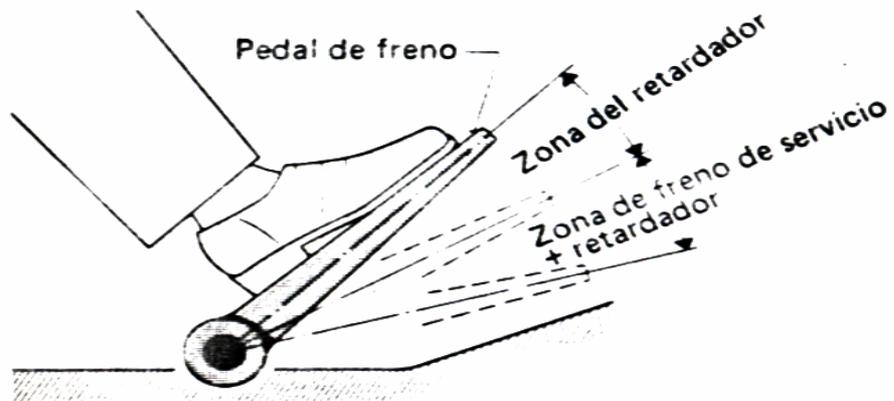
114. Ambas figuras muestran las versiones HP 500 con y sin retardador.

- | | | | |
|---|-------------------------------|---|--------------------------|
| 1 | Brida de conducción de aceite | 5 | Arandela de estanqueidad |
| 2 | Anillo de estator | 6 | Segmento de émbolo |
| 3 | Rotor | 7 | Portaembragues |
| 4 | Carcasa de la caja de cambios | | |



Despiece del retardador hidrodinámico

Funcionamiento del retardador



COMPONENTES Y EQUIPOS.

- Pedal de freno
- Válvulas reductoras de presión
- Interruptor de presión (manocontacto)
- Electroválvulas de accionamiento
- Testigo indicador de funcionamiento del retardador
- Interruptor de conexión-desconexión del retardador
- Manómetro

LABORATORIO

Procedimiento (Renault y Pegaso)

1ra. Parte:

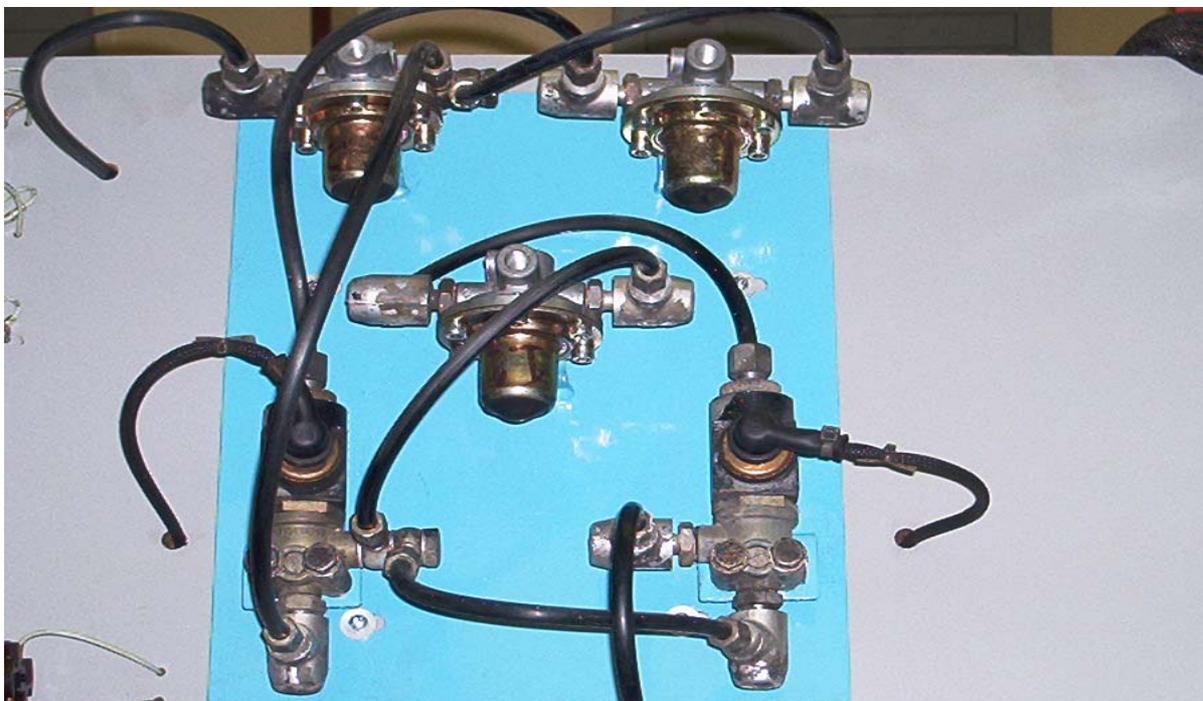
- Presionar la tecla “D” del selector de velocidades
- Accionar el pedal de freno
- Registrar la lectura del manómetro
- Observar las electroválvulas de los embragues y verificar si se realizan los cambios a las velocidades inferiores.
- Repetir el proceso con las demás teclas del selector de velocidades.

2da. Parte:

- Presionar la tecla “D” del selector de velocidades.
- Accionar el pedal de freno
- Accionar el interruptor de conexión –desconexión del retardador
- Observar el funcionamiento del testigo indicador del retardador

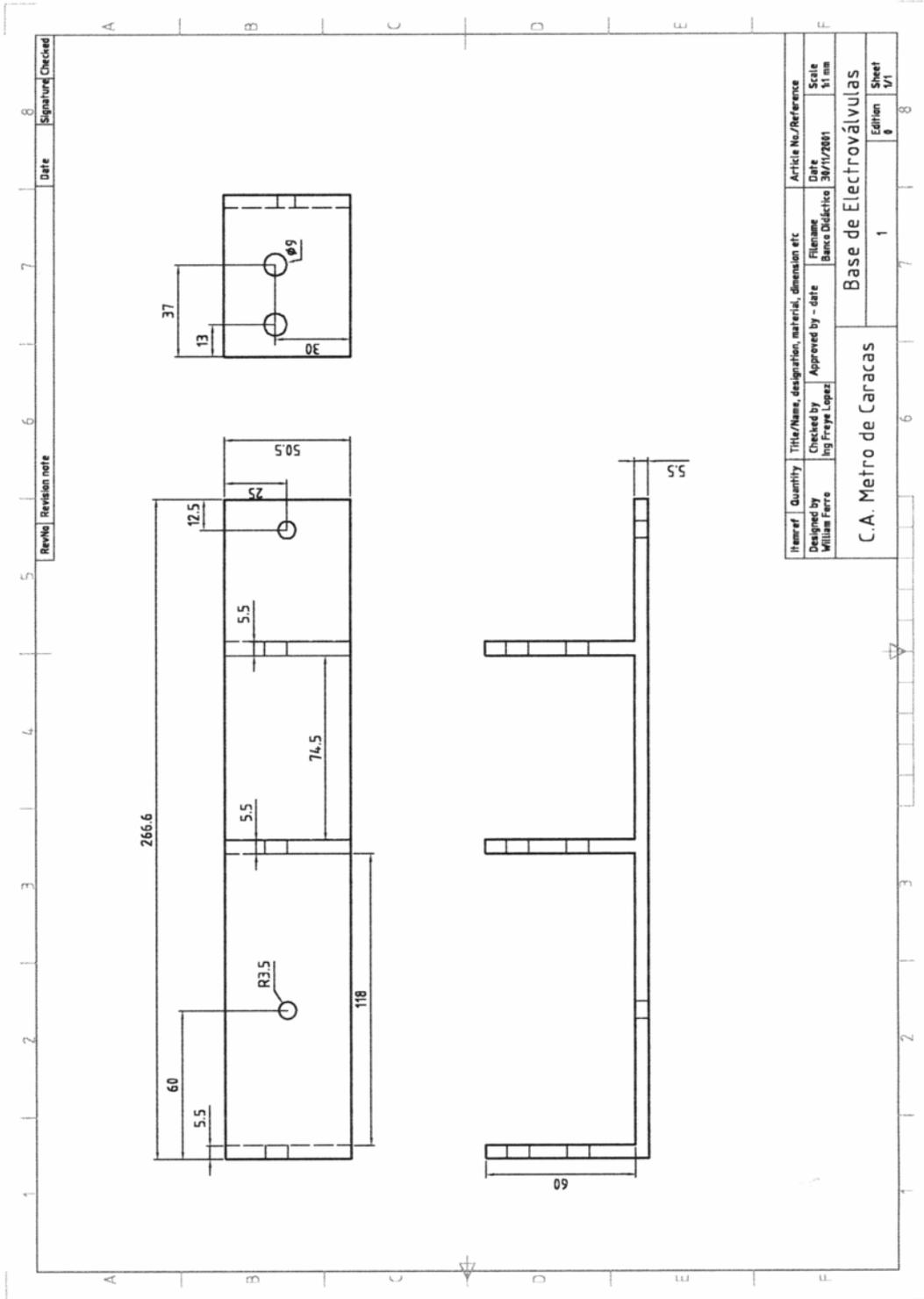


Electroválvulas del retardador



Panel neumático del retardador (sistema Pegaso)

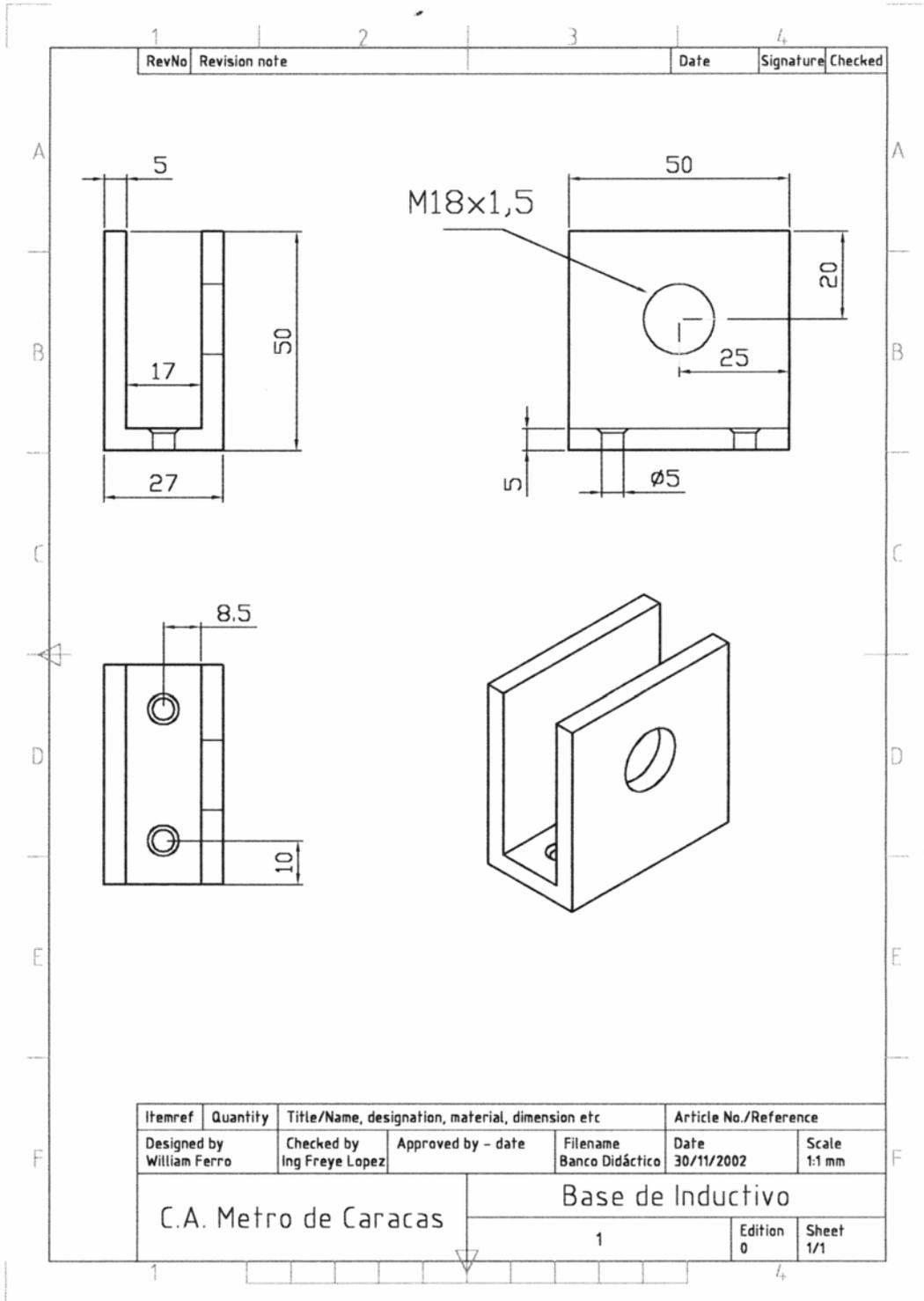
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



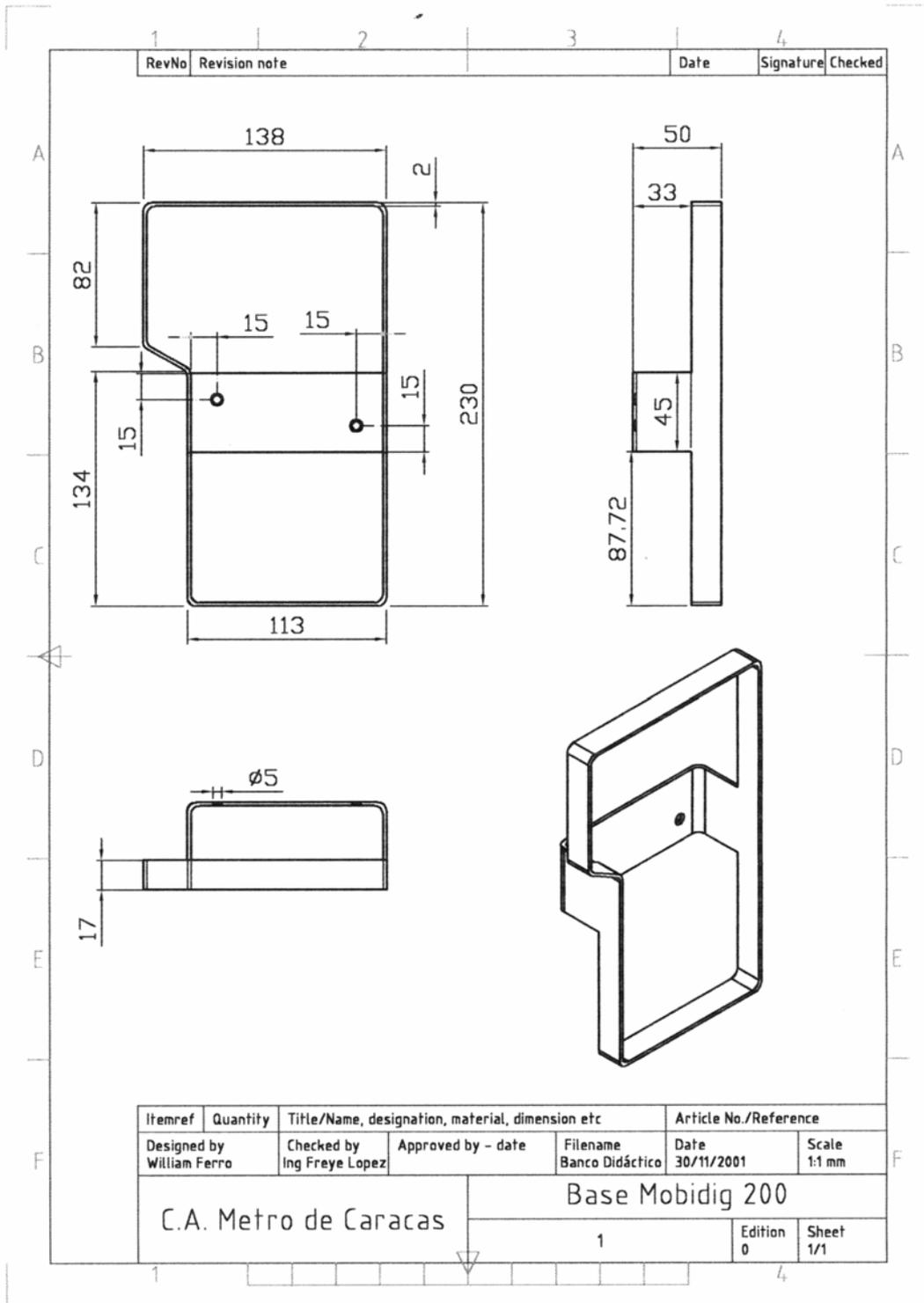
RevNo	Revision note	Date	Signature	Checked
8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				

Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by William Ferro	Checked by Eng Freya Lopez	Approved by - date	Date
		Base de Electroválvulas	30/11/2001
			Scale 1:1 mm
C.A. Metro de Caracas		1	0
		1	1/1
		0	1/1

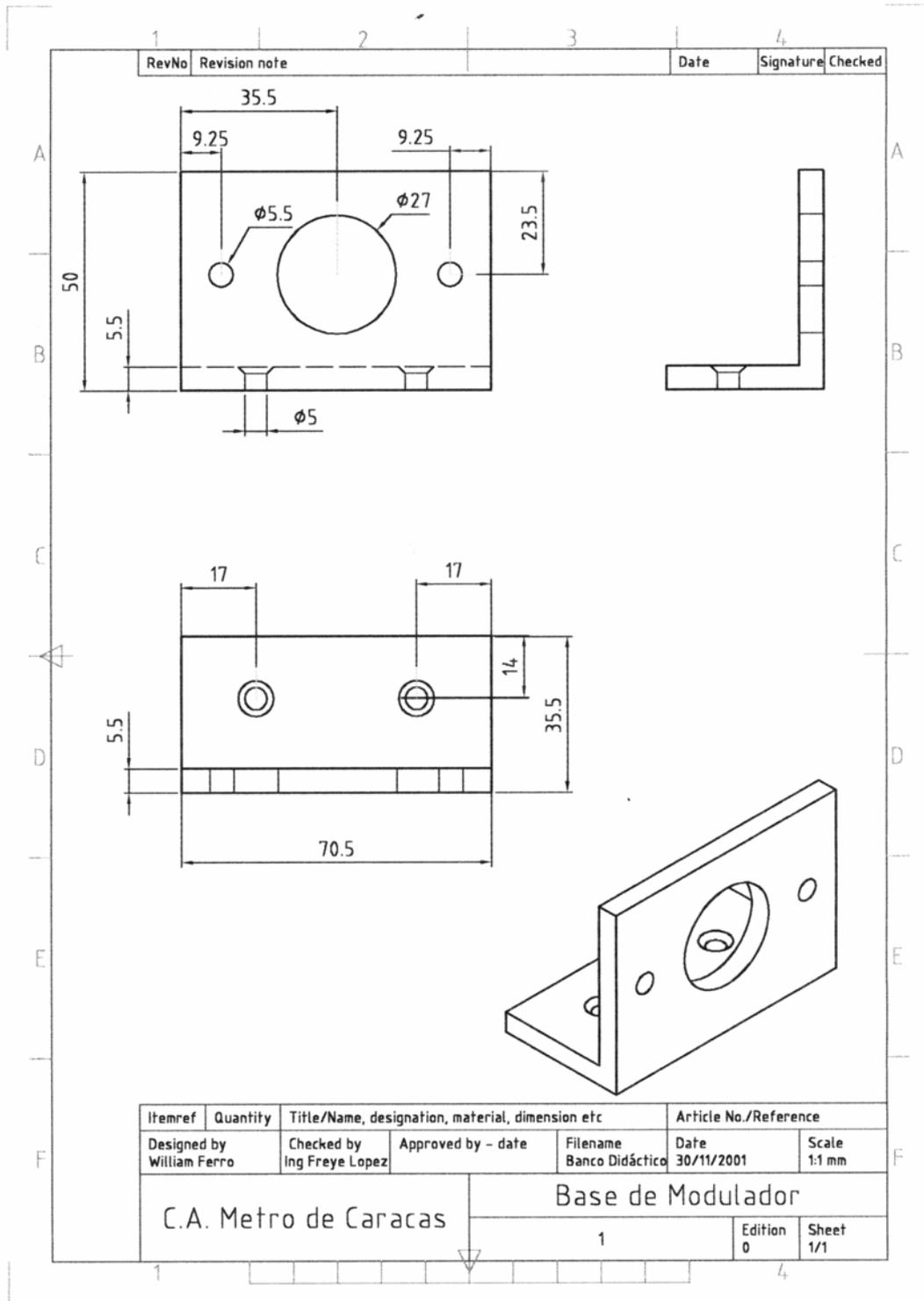
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



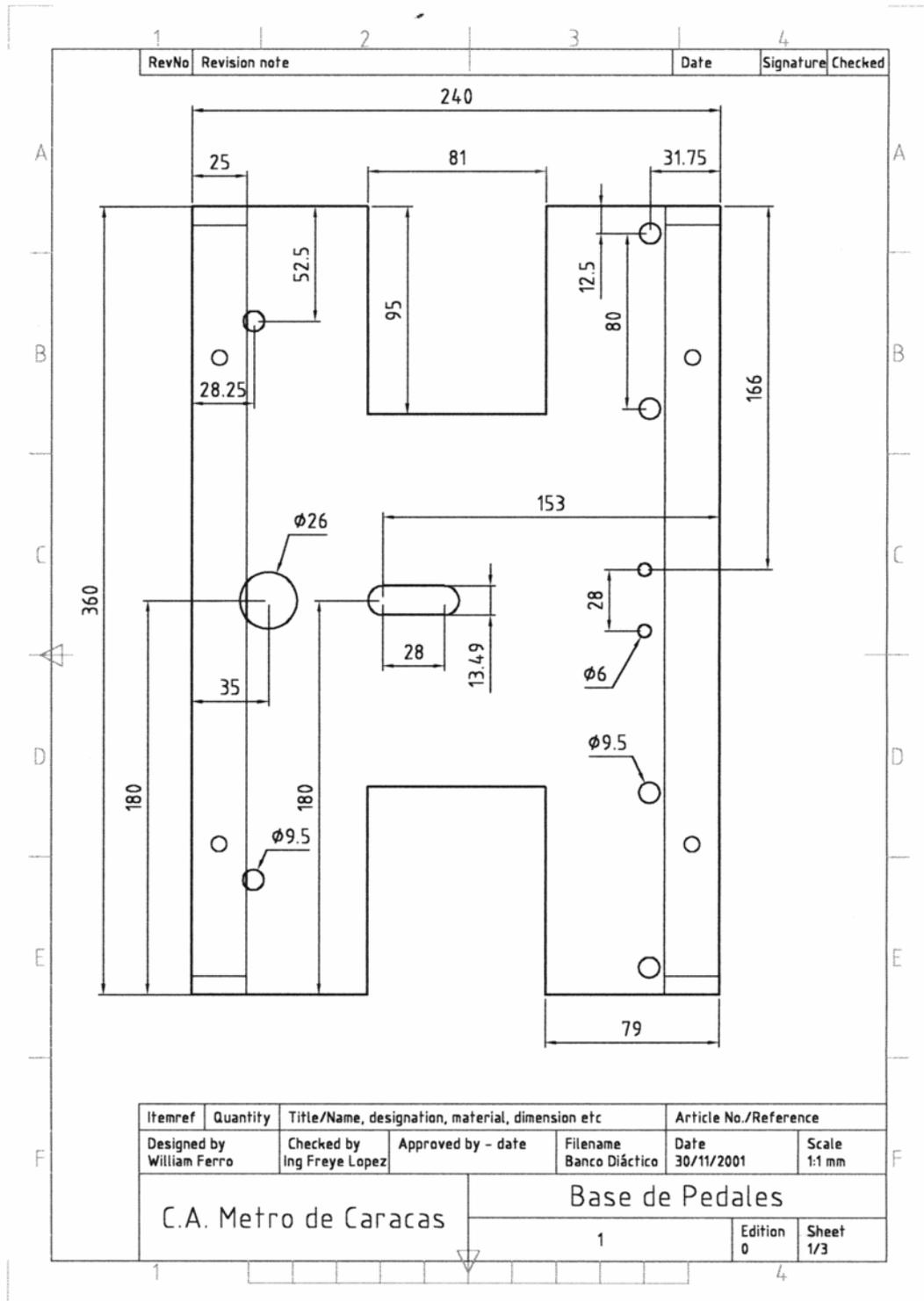
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

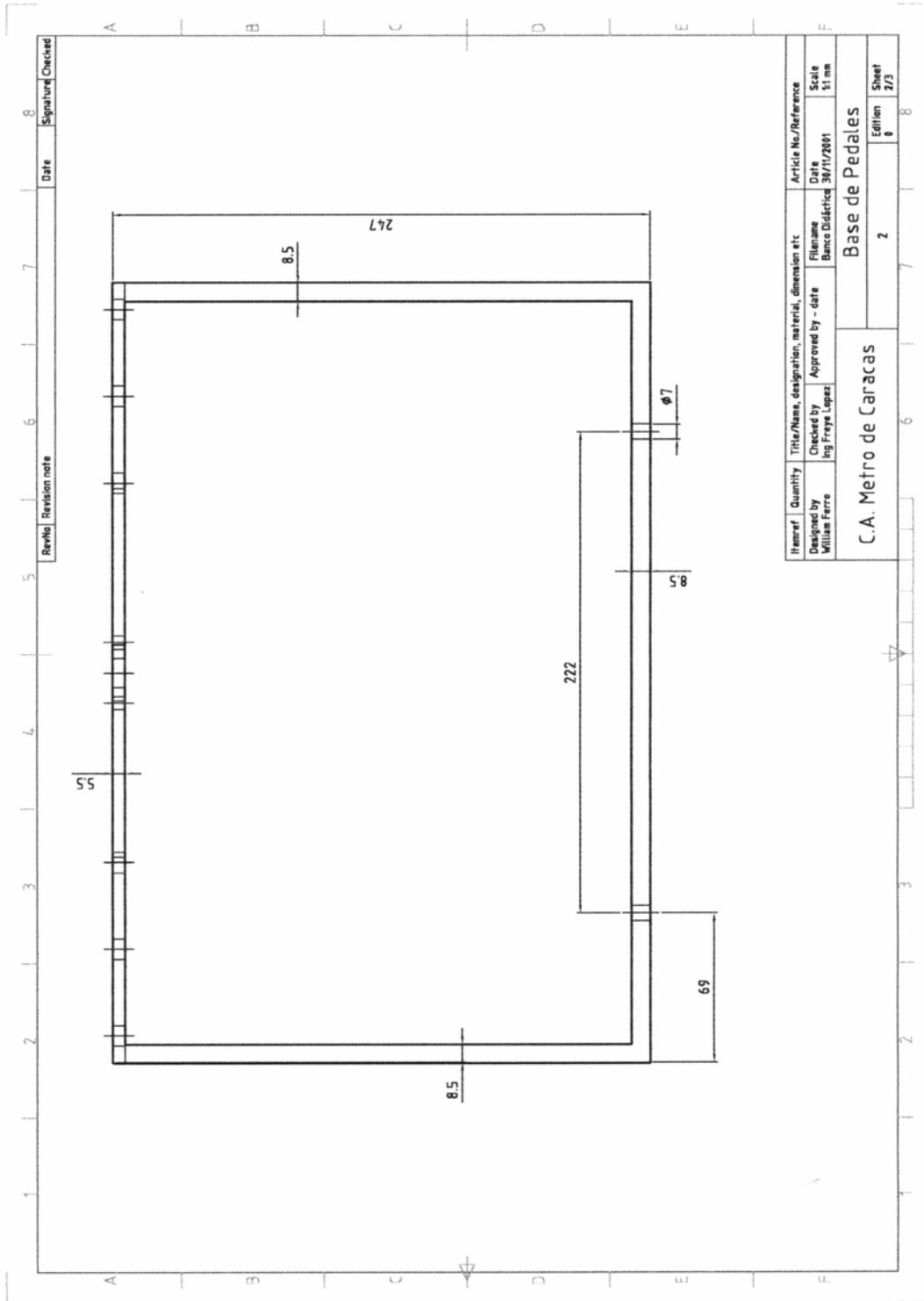


TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



TRABAJO ESPECIAL DE GRADO





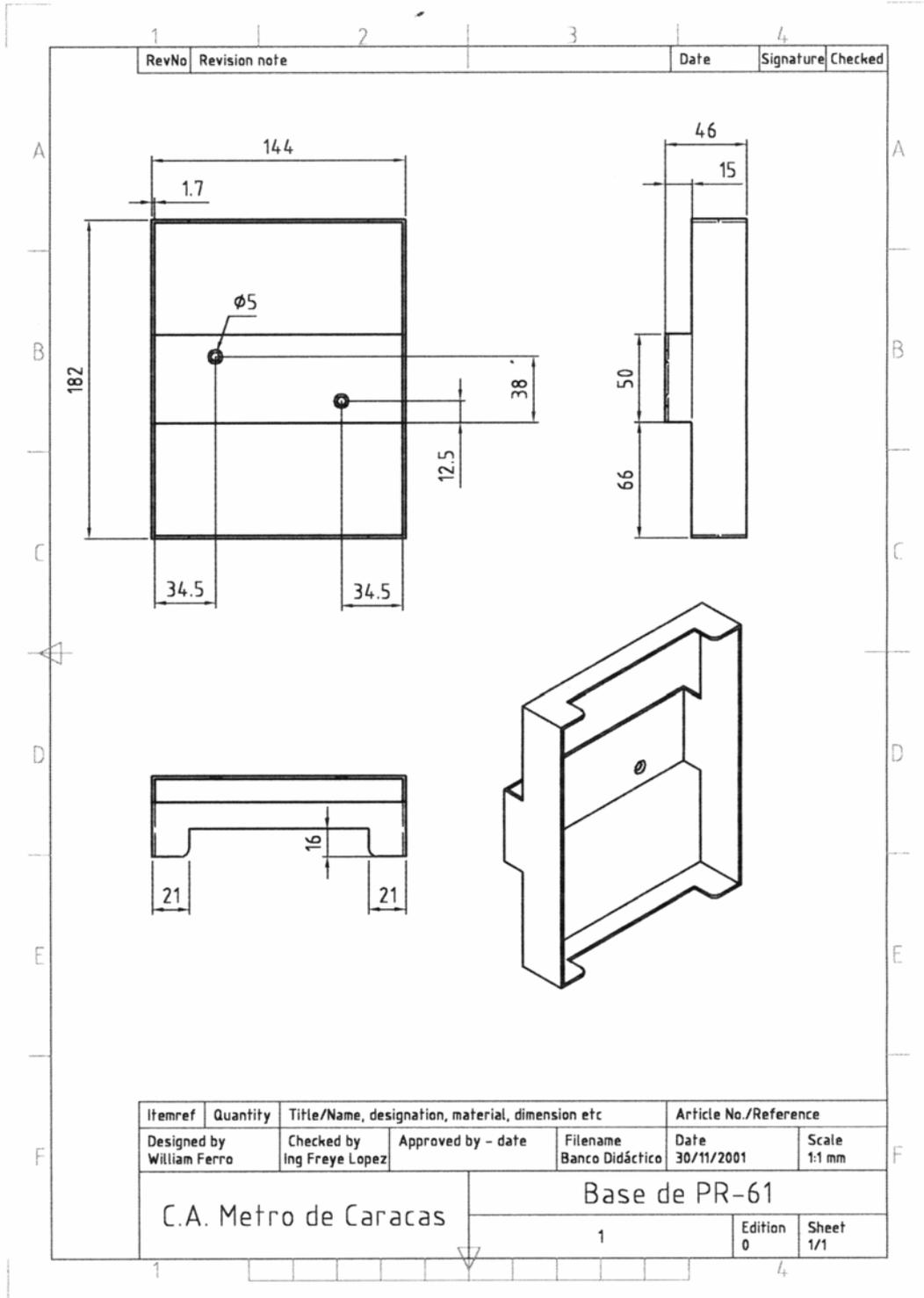
Item ref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
Designed by William Ferro		Checked by Ing Fraya Lopez	Date 30/11/2001
		Approved by - date	Scale 1:1 mm
C.A. Metro de Caracas		Base de Pedales	
		2	Edition 0
			Sheet 2/3

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

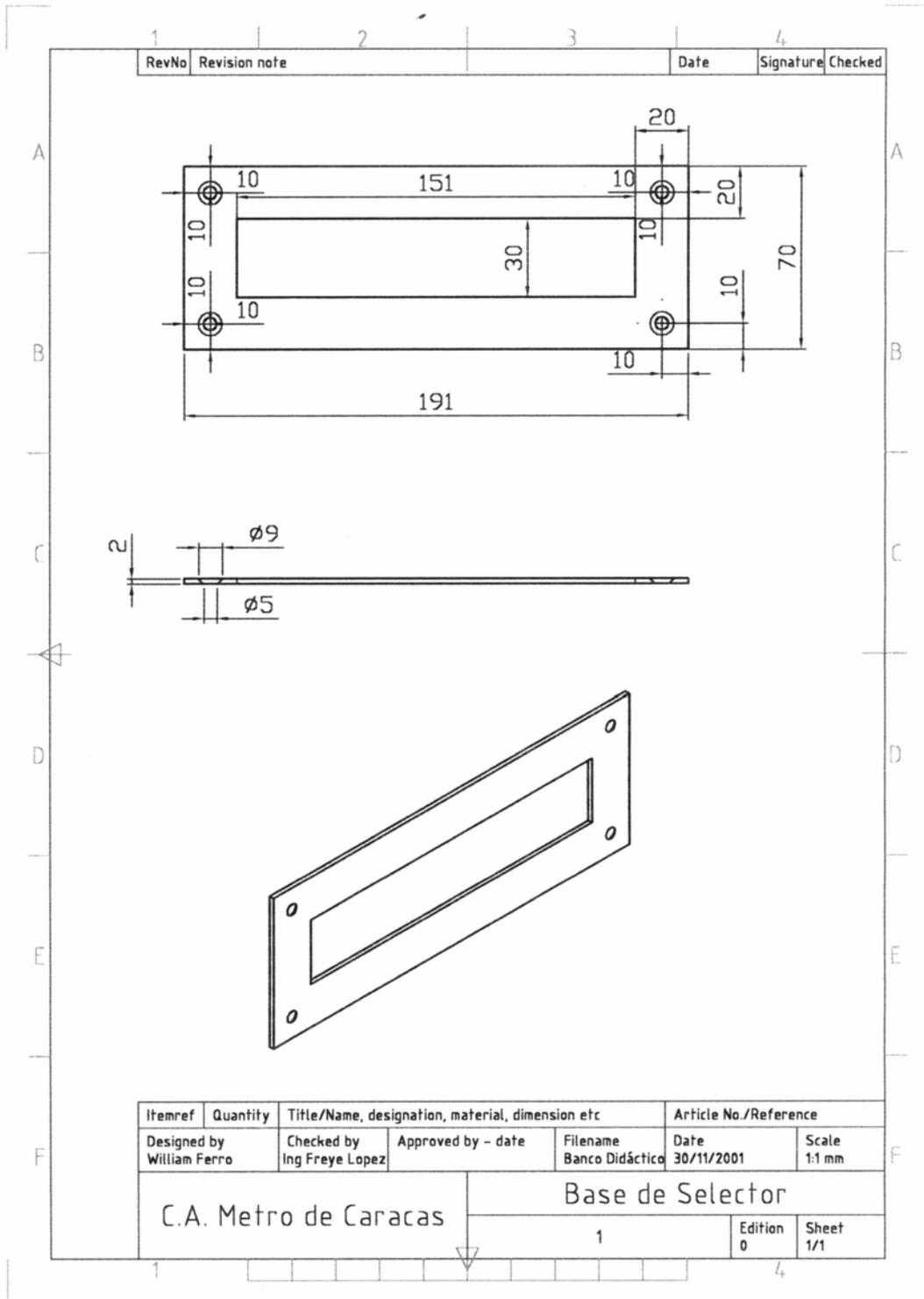
1	2	3	4
RevNo	Revision note	Date	Signature Checked

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference		
Designed by William Ferro	Checked by Ing Freye Lopez	Approved by - date	Filename Banco Didáctico	Date 30/11/2001	Scale 1:1 mm
C.A. Metro de Caracas		Base de Pedales			
		3	Edition 0	Sheet 3/3	

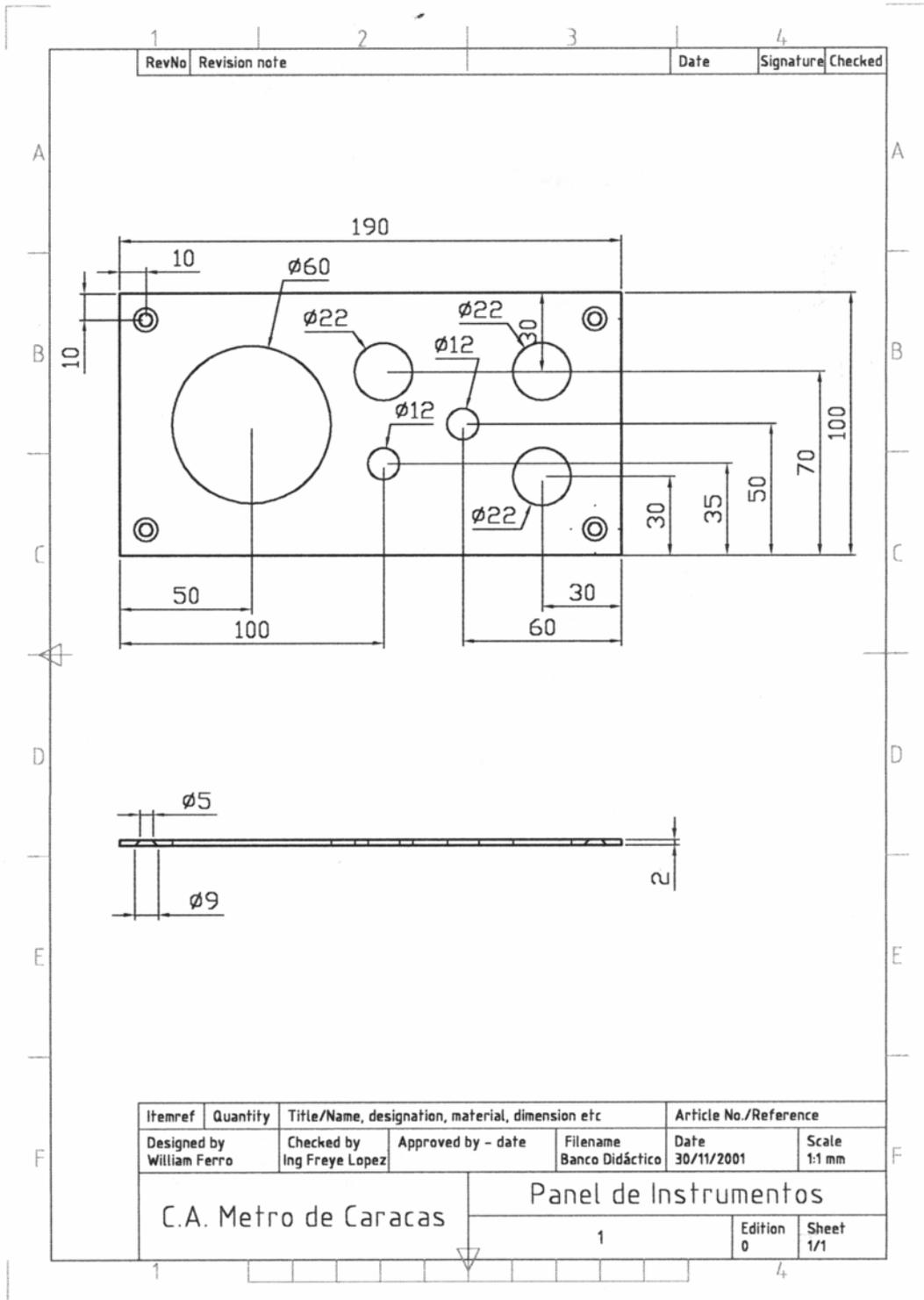
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



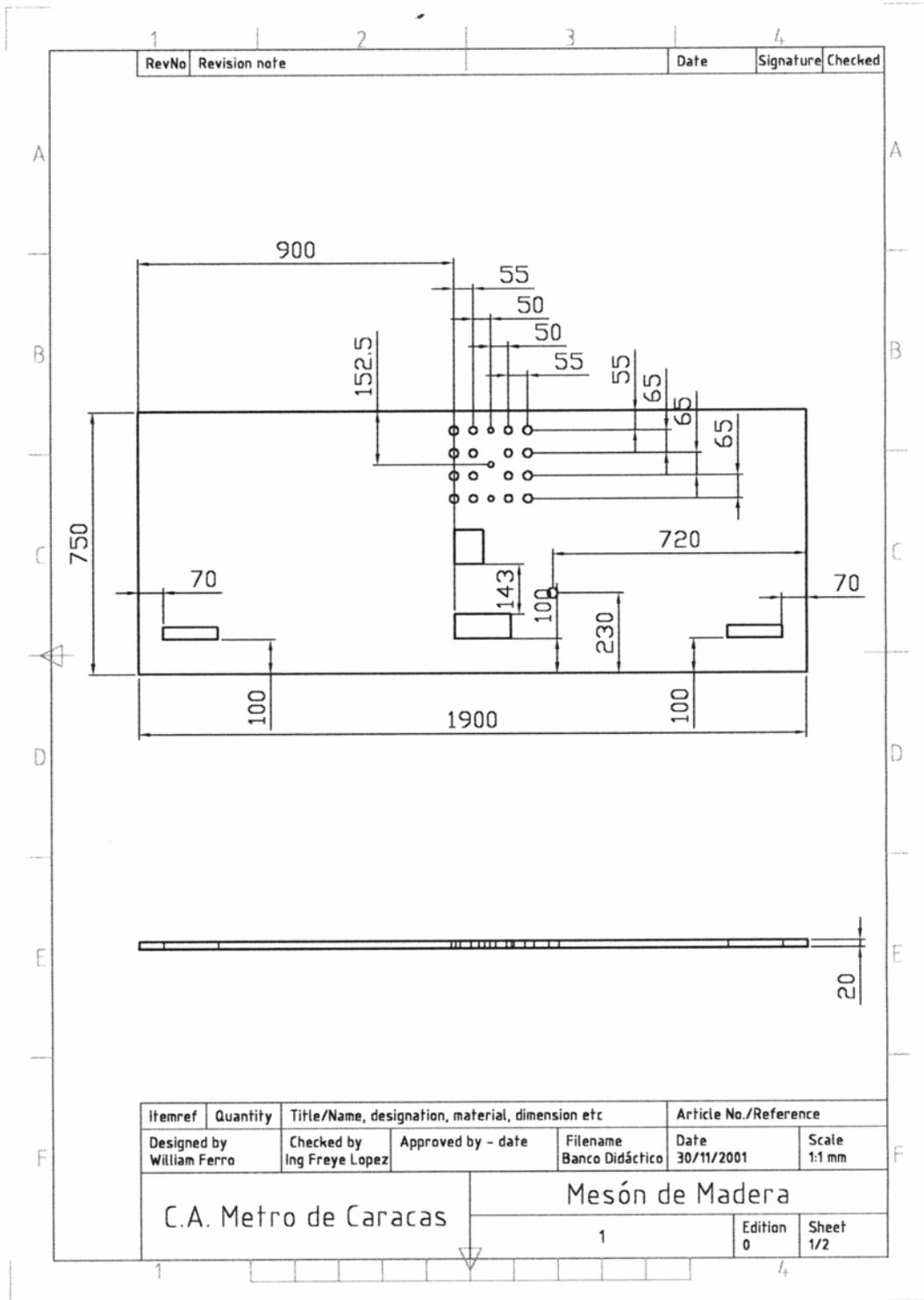
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



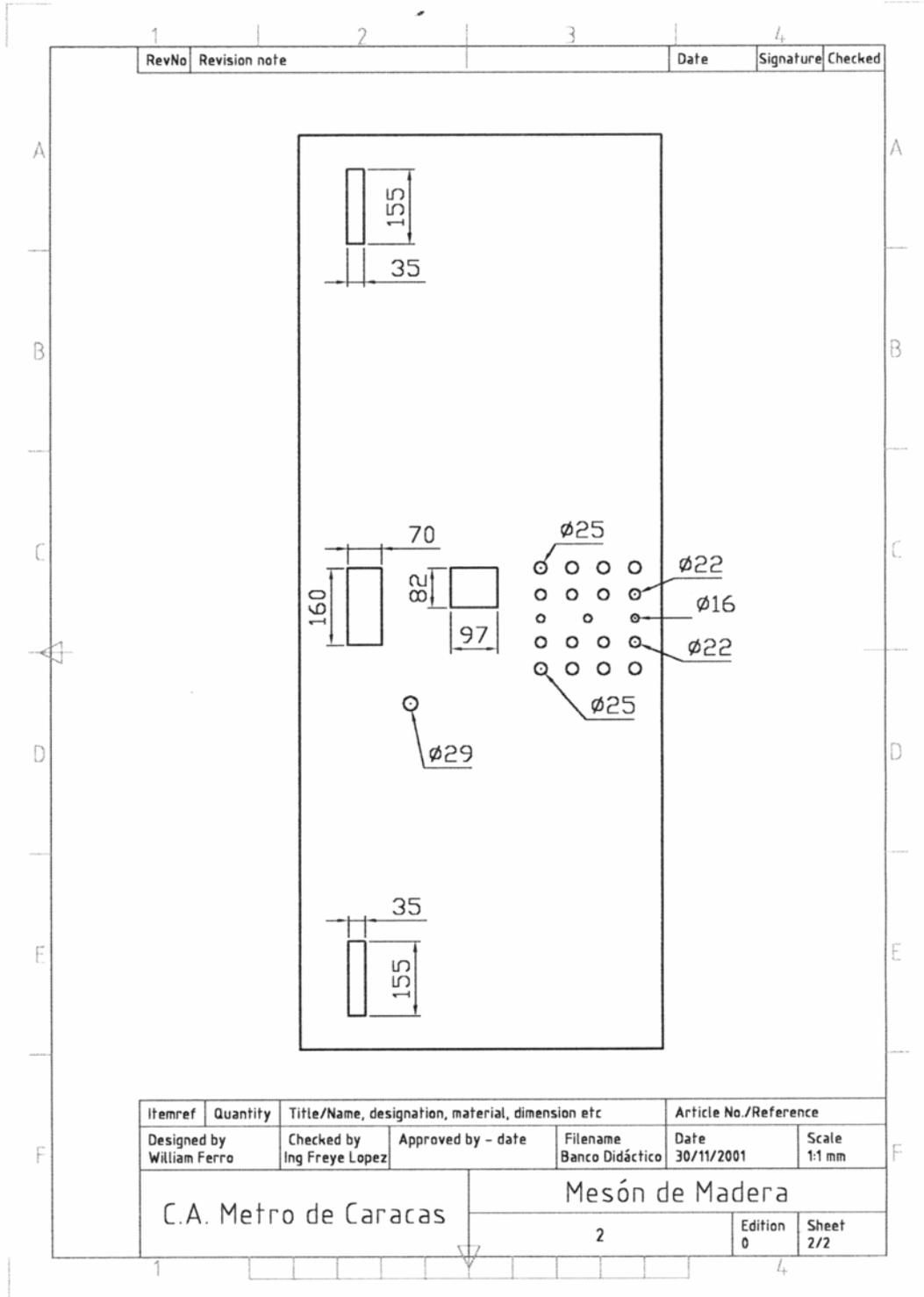
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

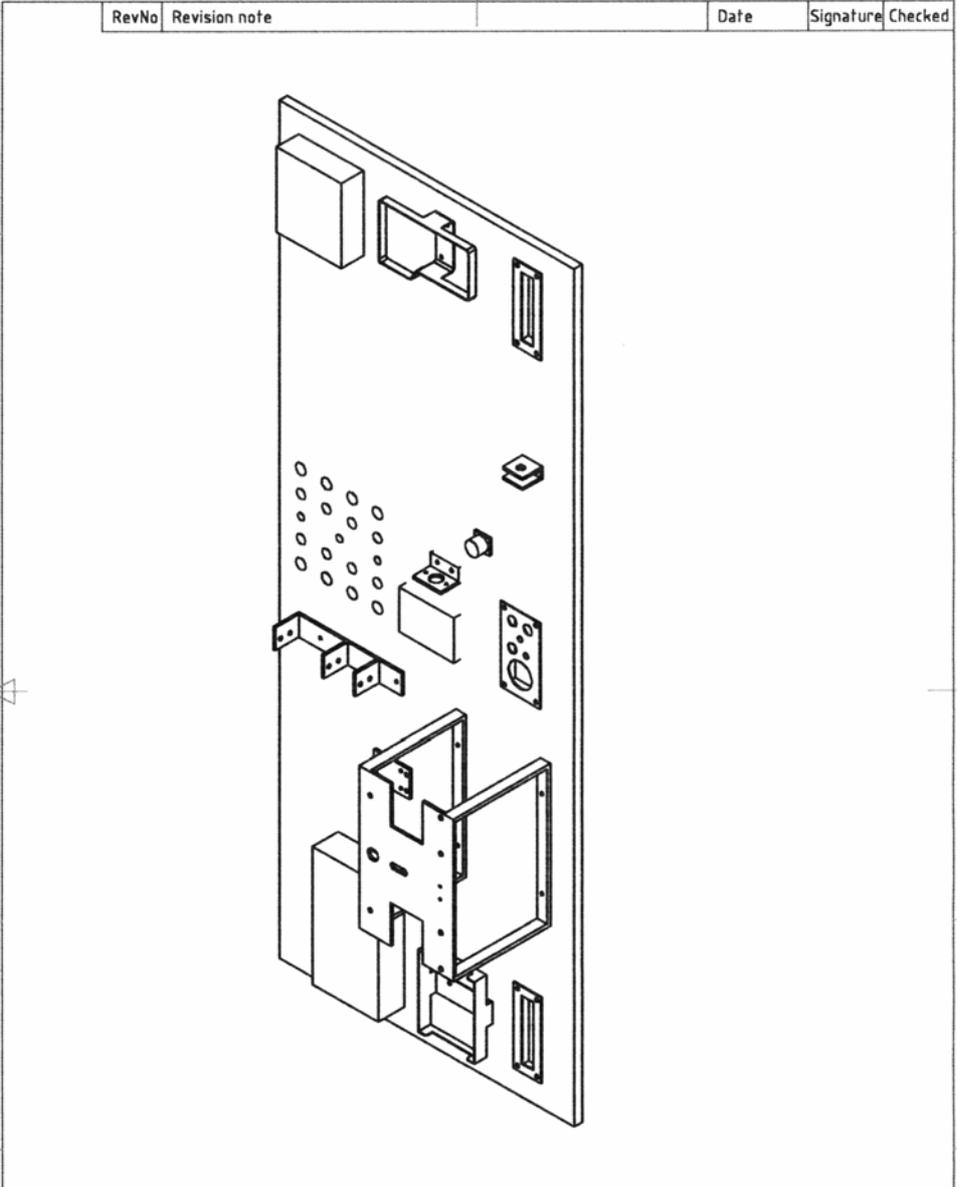


TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

1	2	3	4
RevNo	Revision note	Date	Signature Checked

Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc		Article No./Reference	
Designed by William Ferro	Checked by Ing Freye Lopez	Approved by - date	Filename Banco Didáctico	Date 30/11/2002	Scale 1:1 mm
C.A. Metro de Caracas			Distribución de Componentes		
			1	Edition 0	Sheet 1/2

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

1	2	3	4																		
RevNo	Revision note	Date	Signature Checked																		
																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Itemref</th> <th>Quantity</th> <th>Title/Name, designation, material, dimension etc</th> <th>Article No./Reference</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Designed by William Ferro</td> <td>Checked by Ing Freye Lopez</td> <td>Approved by - date</td> <td>Filename Banco Diáctico</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Date 30/11/2001</td> <td>Scale 1:1 mm</td> </tr> </tbody> </table>		Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference	Designed by William Ferro	Checked by Ing Freye Lopez	Approved by - date	Filename Banco Diáctico			Date 30/11/2001	Scale 1:1 mm	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Distribución de Componentes</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Edition 0</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Sheet 2/2</td> </tr> </table>		Distribución de Componentes		2	Edition 0		Sheet 2/2
Itemref	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference																		
Designed by William Ferro	Checked by Ing Freye Lopez	Approved by - date	Filename Banco Diáctico																		
		Date 30/11/2001	Scale 1:1 mm																		
Distribución de Componentes																					
2	Edition 0																				
	Sheet 2/2																				
C.A. Metro de Caracas																					

C.A. METRO DE CARACAS



Caracas, 26 de Noviembre de 2002

GMS/409-02

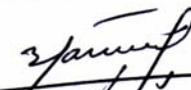
Bachiller:
Sr. William Ferro
Presente.-

Ref: Reconocimiento

La presente es para reiterarle nuestro agradecimiento y reconocimiento por su desempeño en la realización del proyecto "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DIDÁCTICO PARA EQUIPOS DE LA CAJA AUTOMÁTICA ZF 5HP 500", el cual brinda una valiosa herramienta para el entrenamiento del personal técnico que ejecuta labores en esta Gerencia.

Sin más a que hacer referencia, quedo de usted.

Atentamente.



ING. EVAN S. BLANCA
GERENTE DE MANTENIMIENTO TRANSPORTE SUPERFICIAL

