UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL
Facultad Regional Gral. Pacheco

# PROGRAMA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DEL IAPG

## *PREMIO REPSOL-YPF 2001*

*Trabajo de Investigación sobre:*

## *APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA USO DE COMBUSTIBLE GLP EN MOTORES DE COMBUSTION INTERNA*

Secretario de ciencia y técnica: UTN Facultad Reg. Pacheco **Ing. MIGUEL BENEGAS**

GRUPO INVESTIGADOR:

Director: **ANDRES CALVIÑO**

Colaboradores: **GASTÓN AVELLANEDA**
**RAFAEL LARROCA**
**MIGUEL CARBONE**
**SILVANA ZONTA**
**ARIEL FERRARI**
**PABLO GUAITA**
**ANALÍA RIESCO**
**MARIANO FARIS**

Julio 2001

# *APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA USO DE COMBUSTIBLE GLP EN MOTORES DE COMBUSTION INTERNA*

*Trabajo presentado y publicado en el VII Congreso Nacional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (Conime 2001) Gral. Pacheco, 26 y 27 de Abril de 2001*

***Area temática:*** *Nuevas Tecnologías para usos de GLP*

***Autores:*** *Andrés Calviño García, Gastón Avellaneda, Rafael Larroca , Miguel Carbone, Silvana Zonta, Ariel Ferreira, Pablo Guaita, Analía Riesco, Mariano Faris.*

***Dirección postal:*** *Secretaría Extensión Universitaria – UTN Facultad Reg. Gral. Pacheco Av. Hipólito Yrigoyen 288 CP 1617 Gral. Pacheco. Buenos Aires*

***TEL/FAX:*** *54 – 11 – 4740-0216 / 4767-4878*

***E-mail****: itmcalvin@hotmail.com*

## CURRICULUM VITAE DEL DIRECTOR DEL GRUPO INVESTIGADOR

## DATOS PERSONALES:

***Nombre y Apellido completo: Andrés Calviño García***

***D.N.I.:*** *10.518.732*

***Fecha de nacimiento:*** ***1****6-12-47*

***Nacionalidad:*** *Argentino*

***Estado civil:*** *Casado (con 2 hijos)*

***Dirección:*** *Independencia 443 Villa Ballester (1653)*

***Tel/Fax:*** *4767-3660*

***Domicilio Profesional:*** *Aristóbulo del Valle 447 Villa Ballester (1653)*

***Tel:*** *4767-4878* ***E mail:*** *itmcalvin@hotmail.com*

***Cuit Nº:*** *20-10518732*

# RESUMEN DE SU TRAYECTORIA PROFESIONAL

*El Sr. Andrés Calviño acredita una experiencia de más de veinticinco años en el diferentes áreas de la ingeniería automotriz, especializándose en motores.*
*Fue Director Gerente de T. Motor S.A., empresa dedicada a la rectificación de Motores durante doce años. También fue durante ocho años Director Gerente de Cilincmec S.A., empresa autopartista dedicada a la fabricación de componentes de motores (camisas de cilindros, guías de válvulas y árboles de levas).*
*Inició sus estudios terciarios en la Universidad Nacional de Córdoba donde se especializó en Propulsión de motores y turbinas donde obtuvo una mención de honor. Posteriormente en Bs. As., cursó la Licenciatura correspondiente a la carrera de Ingeniería en Organización de Empresas en UADE y estudió Ingeniería Mecánica e Ingeniería Gerencial en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Pacheco.*
*Complementó su formación técnica - docente en el Instituto Superior del Profesorado Técnico (Bs. As.), en la especialidad Motores Endotérmicos, también asistió a congresos internacionales en Daytona EEUU y Barcelona España.*

***Desempeño laboral:***
*Actualmente es Director de ITM Instituto Tecnológico de Motores, empresa dedicada de capacitación e Ingeniería automotor.*
*En esta última empresa ha diseñado y desarrollado para la escuela de servicio: tableros de simulación didáctica, manuales técnicos, estaciones de trabajo, manuales de entrenamiento, manuales del instructor y producciones visuales para los cursos de Electricidad y Electrónica del automóvil.*
***Actividades universitarias:***
*En el ámbito universitario, actualmente se desempeña en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Gral. Pacheco como coordinador general de los cursos de Tecnología de Motores e Inyección Electrónica Naftera y Diesel y fue docente de las siguientes materias: Laboratorio de Motores I, Laboratorio de Motores II, Tecnología de Motores III y Vehículos Automotores.*

***Cursos de capacitación desarrollados en empresas automotrices:***
*Interpretación de esquemas eléctricos según simbología Din 40700 - Centrales eléctricas y cableados electrónicos del automotor - Sensores, microcomputadoras y actuadores - Sistemas de luces y tableros multifunción - Sistemas de confort y aire acondicionado - Sistema de frenos ABS con autodiagnóstico - Sistema de Inyección Electrónico Naftera y Diesel - Sistema de control de tracción con autodiagnóstico - Sistema de seguridad Airbag con pretensores inerciales -Diagnóstico y resolución de fallas - Motores con gestión electrónica de última generación*

***Autor de los siguientes tratados técnicos:***
*Electricidad para mecánicos, Manual de entrenamiento Módulo I, Electrónica para mecánicos, Manual de entrenamiento electrónico Módulo II., Sistemas de autodiagnostico y Manual de entrenamiento Módulo III.*
***Conferencista y seminarista en universidades nacionales de los siguientes temas:***
*Vehículos y Motores de última generación - Metodología del Diagnóstico Electrónico en la Resolución de Fallas - Innovaciones Tecnológicas en Motores y Vehículos de última generación - Gestión de Control Electrónico en Motores Diesel*
***Columnista de revistas especializadas:***
*Sección técnica automotriz en A Todo Motor Magazine.*

# *APLICACIONES DE GLP EN MOTORES CON INYECCIÓN ELECTRÓNICA*

## RESUMEN TÉCNICO:

*El GLP es un combustible muy apropiado por su gran poder calorífico, bajo precio y reducidas emisiones contaminantes. El GLP es gas licuado de Petróleo, mezcla de hidrocarburos ligeros, principalmente butano y propano, que se obtienen a partir de los procesos de refino del crudo del Petróleo y del fraccionamiento de gas natural.*

*Son gaseosos en condiciones normales de presión y temperatura y fácilmente licuables, lo que permite su almacenamiento en fase líquida a relativamente bajas presiones, con la ventaja del pequeño volumen que ocupan en relación con la energía que contienen. Además, su utilización en fase gaseosa no implica complicación alguna.*

*Los GLP se utilizan en el mundo desde hace más de 40 años como combustible en vehículos y automóviles.*

*La razón del uso de estos combustibles, ha sido siempre meramente económica, ya que entre otras ventajas, la diferencia de precio con relación a otros combustibles es considerable.*

*En los últimos años, además han entrado en consideración otros factores que han impulsado su uso, entre los que hay que destacar de forma especial, el bajo nivel de contaminación atmosférica que provoca y los mejora en las prestaciones del motor.*

*En Europa se autorizó su utilización hace más de 25 años y los principales países donde se explota el GLP son Francia, Italia, Bélgica y Holanda, donde cuentan actualmente con un parque de más de 5.000.000 de automóviles.*

*En otros países tales como España sólo está autorizado para vehículos de servicio público de ahí que la gran mayoría de los taxímetros están equipados con GLP.*

*El GLP también puede utilizarse en motores Diesel por lo que es común en las ciudades europeas ver autobuses y camiones de servicio pesado con sus motores adaptados al uso del GLP. De todas manera, el uso más extendido y que más aceptación tiene es la aplicación del GLP a motores nafteros.*

*Debido al elevado índice de octano que se obtiene del butano líquido, resulta completamente inadecuado para motores Diesel. En consecuencia los motores Diesel exigen realizar una reforma mecánica para funcionar adecuadamente.*

*Las modificaciones que se deben realizar en los motores Diesel para uso de GLP pasan por una disminución de la relación de compresión y un sistema eléctrico de encendido y la supresión del sistema de alimentación del gas oil (bomba inyectora, inyectores, depósito de combustible, filtros) e instalar los nuevos componentes que son depósito de GLP, vaporizador- regulador, mezclador y electroválvulas de corte de gas.*

*En los motores nafteros, hay que adaptar el sistema de alimentación de GLP y el depósito de combustible a presión.*

*Las ventajas comparativas del GLP con respecto a los combustibles habituales son: combustible limpio, libres de plomos y otros metales y con un contenido bajísimo de azufres, aromáticos y otros productos altamente contaminante.*

*Por otra parte, al ser un combustible gaseoso se puede obtener una mezcla estequiométrica perfectamente controlada y homogénea, con muy buena distribución en la cámara de combustión, lo que da lugar a una combustión altamente eficiente y completa.*

*Al mismo tiempo permite hacer funcionar al motor con mezclas más pobre, es decir, se puede conseguir una buena combustión con mayor proporción de aire, lo que trae como consecuencia importantes disminuciones de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógenos (NO) e hidrocarburos no quemados (HC).*

*La ventaja más relevante del sistema es un bajo consumo específico, lo que en definitiva resulta más atrayente para el usuario.*

# *Aplicaciones de GLP con Sistema de Inyección Necam Koltec*

## GENERALIDADES EN EL GLP

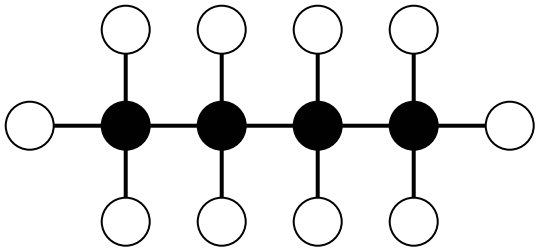
### Procedencia:

Los gases de petróleo licuados se obtienen principalmente:

- Por transformación del petróleo, en las refinerías y en los campos petrolíferos
- Por desgasolinado del gas natural (separación de los hidrocarburos líquidos contenidos en el gas)

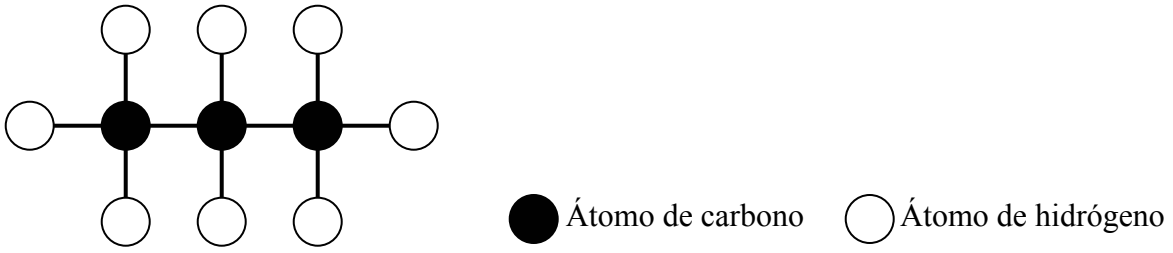
El refinado de 100 toneladas de petróleo bruto suministra de 3 a 5 toneladas de gas de petróleo.
En Francia se distribuyen tres tipos de gases licuados:

1) El butano: C4 H10



El butano comercial es una mezcla de hidrocarburos compuesto principalmente de butano y buteno, contiene menos del 19% en volumen de propano y propeno.

2) El propano: C3 H8




El propano comercial es una mezcla de hidrocarburos que está compuesto en la proporción del 90% aproximadamente de propano, propeno y para el sobrante de etano, etileno de butano y buteno.

3) El PGL/C: es una mezcla de butano y propano

La reglamentación francesa impone un volumen de propano comprendido entre el 19 y 50%. Desde 1993, la norma EN 589 pide obtener una presión de 2,5 bares a – 10

**Características generales de los gases de petróleo:**

Los gases de petróleos son más pesados que el aire, son incoloros e inodoros.
Por razones de seguridad y con el fin de poderlos descubrir, reciben un aditivo oloroso (Mercaptan)

El butano se diferencia del propano por dos características:

- La temperatura de ebullición
- La tensión de vapor o presión de los gases

Se debe anotar que a la presión atmosférica:

- El butano bulle a 0ºC (1)
- El propano bulle a –40ºC (2)

Tiene la propiedad de gasificarse a temperatura ambiente (20ºC) y a la presión atmosférica.
El butano y el propano se licúan en cuanto son sometidos a una pequeña presión. A 15ºC es suficiente una presión de 1,5 bares para licuar el butano (1) y una presión de 7,5 bares para licuar el propano (2).
En un depósito, el GLP líquido está en equilibrio con el GLP gaseoso. Toda extracción del uno o del otro provoca la evaporación de una parte del líquido, para restablecer el equilibrio.

El GLP se dilata en un 0,25% por grado bajo el efecto del calor. Por ello, los depósitos de GLP no se deben llenar más que hasta el 85% de su capacidad, lo que autoriza un cielo gaseoso de 3 a 15%, en función de la temperatura del producto.

## CARACTERÍSTICAS DEL GLP

### Comparativo

| | GLP/ C | NAFTA |
|---|---|---|
| Masa volúmica (líquido a 15º C) | 0,557 Kg/L | 0,750 Kg/L |
| Poder calorífico | Aprox. 11.000 Kcal/Kg | Aprox. 10.500 Kcal/Kg |
| Indice de octanos | 95 a 110 | 94 a 100 |

La masa volúmica del GLP al ser inferior a la de la nafta, una misma masa de carburante consumido representará un volumen de GLP superior al 25% a la de la nafta.

A 15º C y a presión atmosférica normal.

- 1 litro de GLP líquido corresponde a 242 litros de GLP gaseoso.
- La presión del GLP en el depósito está en función de la temperatura:
- a – 15º C …… 1 bar
- a + 15º C …….... 4 bares
- a + 50º C ……. 15 bares

## VENTAJAS DEL GLP EN RELACIÓN A LA NAFTA

Las particularidades del GLP compensan en parte la diferencia teórica de volumen consumido.
Estas particularidades son:

- Un poder calorífico ligeramente superior al de la nafta.
- Un índice de octanos más elevado que aumenta el rendimiento del motor.
- Una homogeneidad y una dosificación de mezcla más fáciles de realizar.
- Una ausencia de recondensación debido a la poca inercia de los gases que suprimen el lavado o engomado de los cilindros.
- No hay dilución en el aceite motor (longevidad del aceite acrecentada).

El GLP no requiere aditivos tales como el azufre o el plomo. La buena combustión de la mezcla permite una reducción de las emisiones de hidrocarburos inquemados, de óxido de carbono y de óxidos de nitrógeno.

**Particularidades motor**

Para permitir el funcionamiento de un motor convencional transformado para GLP, se requieren ciertas adaptaciones.
La naturaleza muy seca del GLP y su combustión más lenta que la de la mezcla aire/ nafta requiere modificaciones de la resistencia térmica en las válvulas y sus asientos.
En nuestro trabajo sobre el motor ensayado se utilizó una tapa de cilindros que lleva asientos y válvulas con tratamiento especial, consiste en aplicaciones de estelite (óxido de tungsteno) por electrodeposición.

## LA SEGURIDAD LIGADA AL GLP

**Antecedentes:**

El mantenimiento y la reparación del sistema GLP en vehículos únicamente debería permitirse a personas que han tenido formación técnica específica en GLP.

En Francia, un instalador que haya seguido una formación y posea un certificado de calificación del Comité Francés del Butano y del Propano puede intervenir en el montaje de los accesorios fijados en el depósito (tales como la multiválvula).

Para desgasificar el depósito por un problema técnico, se debe contactar con el Comité Francés del Butano y del Propano.

Las diversas medidas de seguridad que se deben tomar en la proximidad de una instalación que funciona con GLP recaen sobretodo en los riesgos de fugas y de dilatación bajo el efecto de la temperatura.

1) El GLP requiere la utilización de racores muy cuidados, así como juntas de calidad resistentes a los hidrocarburos. Los conectores y conductos por donde pasa el GLP deben ser compatibles con este último (goma sintética).
2) Se debe realizar en cada racor una verificación de la ausencia de fuga bajo presión y con la ayuda de un detector de fugas apropiado.
3) El gas se dilata fuertemente en función de la temperatura, por ello, el depósito nunca de debe llenar más del 85% de su volumen total. El espacio que queda permite la expansión correcta del gas.
4) El contacto del GLP con la piel puede provocar heladas debido al frío. Se recomienda el uso de guantes y lentes de protección cuando se interviene sobretodo en la parte del circuito que pueda contener gas en estado líquido.

## PRECAUCIONES PARTICULARES EN LAS INTERVENCIONES

1) Toda intervención en el circuito de gas debe realizarse en un lugar aireado. El GLP bajo forma gaseosa en más pesado que el aire. No se debe intervenir el sistema estando en un sótano.
2) No debe haber llamas, ni chispas, ni cigarrillos encendidos próximos al lugar donde se están interviniendo.
3) El operario no debe llevar vestimentas acrílicas, generadores de electricidad estática.
4) En una intervención en el depósito, la batería debe estar desconectada y el vehículo puesto a tierra por medio del cable de masa del vehículo.
5) Nunca se debe intentar desmontar la multiválvula sin haber, previamente, desgasificado el depósito (riesgo de explosión)
6) El depósito no debe ser sometido a temperaturas superiores a 50º C, por ello se deberá quitar cuando el vehículo tenga que pasar por una cabina de pintura. El depósito se almacenará con el grifo cerrado y taponado, y se deberá situar a la sombra y preferentemente en el exterior.
7) Antes de abrir los circuitos, eliminar el GLP que queda en los conductos, para ello se debe dejar en marcha el motor hasta que se pare una vez cerrado el depósito.
8) En caso de fuga importante de GLP en el depósito, dejar el vehículo al aire libre, a distancia de cualquier habitación. Puede ser necesaria la intervención de los servicios de seguridad si no se controla la situación. En la medida de los posible, una manguera de agua puede ayudar a dispersar la capa de GLP.

**Atención:**

En modo “Gas”, la bomba de nafta está siempre en acción. En consecuencia, nunca se debe hacer funcionar el motor con el depósito de nafta vacío (echar nafta cuando se encienda el testigo de reserva de carburante)

## DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA INYECCIÓN GASEOSA NECAM KOLTEC

### 1) Presentación:

El paso en modo GLP se realiza por medio del interruptor (4) situado en el panel de instrumentos.
El testigo (3) recuerda el carburante que se está utilizando.
La puesta en marcha del motor se realiza en modo nafta sea cual fuere la posición del interruptor (4).

La conmutación en modo GLP se efectúa cuando la temperatura del motor es superior a 15º C, la duración mínima en modo nafta es de 2 segundos. Esta conmutación se neutraliza si hay un defecto de la sonda lambda.
El GLP líquido en el depósito (7) se vaporiza a través del vapo reductor de presión (6), que se recalienta a través del circuito de agua del motor. Suministrado a la presión del colector de admisión, modula el caudal de gases enviado al dosificador distribuidor.
El GLP en estado gaseoso se distribuye por medio de la válvula distribuidora (19) hacia los 4 inyectores (17).
El calculador (1) explota las informaciones salidas de las diferentes sondas y captadores (11) – (13) – (14) – (15) – (18).
Manda a la válvula distribuidora (19) por medio de un motor paso a paso que modula de esta manera la cantidad de gas a inyectar. La inyección se efectúa de manera simultánea.
El calculador GLP está equipado con una autodiagnosis que permite, por medio del testigo (3) y del conector (2), señalar e identificar los defectos.
El encendido está mandado por el calculador del sistema Sagem SL96. Este calculador específico posee dos cartografías de avance y de encendido que permiten optimizar el rendimiento del motor en cada uno de los modos utilizados.

## DEPÓSITO DE GLP

De forma teórica está situado en el lugar de la rueda de repuesto. Su capacidad total es de 57 litros pero, por razones de seguridad, su llenado está limitado por la multiválvula a 48 litros. La reglamentación en vigor en Europa, impone un control de ensayo cada ocho años, este plazo se ha modificado a cinco y a cada vez que se cambie de propietario.
La fecha de ensayo está grabada en el depósito al lado de una estampación que representa una cabeza de caballo.
Tiene un marcado de homologación y debe resistir a una presión de 30 bares.

**Importante:** Este documento se ha realizado en función de las reglamentaciones francesas en vigor en Enero de 1997. Para ciertos países, las reglamentaciones pueden ser específicas. En este caso remitirse a la reglamentación específica del país.

El GLP en estado líquido se dilata en un 0,25% por grado, bajo el efecto del calor. Es por esta razón por la que el depósito no debe llenarse más del 85% de su capacidad.
En un aumento de temperatura, el espacio que queda evita la puesta a presión demasiado importante del GLP líquido en el interior del depósito, esta presión interna puede alcanzar 20 bares (de media, en verano la presión es de 8 bares y en invierno de 3 bares)

## EL DISPOSITIVO DE LLENADO

Está situado obligatoriamente en el exterior del vehículo, lleva una válvula anti-retorno
Su forma está adaptada a los dispositivos de llenado reglamentarios en Francia. Para algunos países, puede ser necesario un adaptador.

**FUNCIONAMIENTO DE LA MULTIVÁLVULA** (grupo de accesorios)

La multiválvula es un elemento importante que contribuye a la seguridad de la alimentación GLP, va enroscada en la brida circular del depósito y su estanqueidad está asegurada por una junta.

La multiválvula tiene como funciones:
- Asegurar el cierre del depósito
- Limitar su llenado al 85%

Está equipada con una válvula anti-retorno en su orificio de llenado, así como de los grifos de parada. Lleva igualmente un limitador de caudal en su salida líquida. Un sistema de aforador eléctrico permite la lectura del nivel de gas en el cuadro de a bordo del vehículo.

**FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PARADA DE LLENADO AL 85%**

El funcionamiento del sistema de parada de llenado al 85% es automático en la multiválvula. No obstante, la presión de la fuente GLP debe ser superior a la presión interna del depósito para garantizar un funcionamiento normal.

**Primera fase:**

Multiválvula en reposo. La válvula cae en su asiento e impide que el gas se escape del depósito.

**Segunda fase:**

Al llenado, la presión de la bomba de distribución abre la válvula permitiendo la entrada del GLP en el depósito.

**Tercera fase:**

En cuanto la varilla gira bajo la acción del flotador (durante el llenado), la válvula solidaria de la varilla mueve el dedo de bloqueo.
A la proximidad del 85% el dedo se sale y la válvula se cierra.

## EL LIMITADOR DE CAUDAL

El circuito de alimentación GLP lleva un limitador de caudal y un grifo de parada a la salida de la multiválvula.
El limitador de caudal reduce fuertemente la sección de salida del gas en caso de caudal demasiado importante (por ejemplo rotura de una canalización)
Es por tanto necesario para el correcto funcionamiento de limitador de caudal, que el grifo de parada esté totalmente abierto.

## FUNCIONAMIENTO DE LA ELECTROVÁLVULA DE SEGURIDAD

El dispositivo lleva dos electroválvulas de seguridad: La primera está montada en la canalización de salida del depósito y la segunda a la entrada en el vapo reductor de presión. Están alimentadas por un relé mandado por el calculador.

Aseguran dos funciones principales:
- Cortar la llegada del gas líquido
- Retener las impurezas contenidas en el gas gracias a un filtro integrado

En mantenimiento normal, el filtro debe sustituirse cada 60.000 Km.

## FUNCIONAMIENTO DE LA VAPORIZACIÓN

El GLP líquido contenido en el depósito pasa al estado gaseoso en el vapo reductor de presión.
Este cambio de estado se denomina vaporización. Se obtiene haciendo caer la presión del GLP, es la expansión. Esta operación se efectúa en el primer escalón del vapo reductor de presión.

La temperatura de ebullición (o de evaporación) del gas al estado líquido se sitúa en –30º C. Por lo tanto, es necesario para un correcto funcionamiento, recalentar el vapo reductor de presión por medio de una derivación del circuito de refrigeración motor.

## FUNCIONAMIENTO DE LA PRIMERA ETAPA

La primera etapa sirve para hacer caer la presión del gas contenido en el depósito. La presión así obtenida se denomina presión del primer escalón.
Esta presión varía en función de la depresión motor entre 0,6 bares y 1,4 bares (motor parado el valor es de 1,4 bares)

**Se distinguen dos fases de funcionamiento:**

La regulación de la presión del GLP gaseoso se obtiene por el equilibrio entre la acción de esta presión combinada en la fuerza del resorte (4) y la del resorte cónico (9).

- Cuando disminuye la presión en el primer escalón, el resorte cónico (9) ejerce una presión más importante que el resorte (4). La membrana (10) se desplaza y aumenta la abertura de la válvula (1) por medio de la palanca (3).
- Cuando aumenta la presión en el primer escalón, la membrana (10) bajo el efecto de la presión comprime el resorte (9). Bajo la acción del resorte (4) la palanca (3) disminuye la abertura de la válvula (1).

El reglaje de la presión del primer escalón se efectúa accionando el tornillo (8).

En estas condiciones especiales, en una elevación de temperatura, el gas contenido en la cámara (A) se dilata provocando un aumento de presión.
Es la razón por la que el primer escalón está equipado con un sistema de protección contra las sobrepresiones.

Este procedimiento interviene a los aproximadamente 4 bares. Cuando se alcanza esta presión, el eje de la membrana (7) viene a tope contra el tornillo (8). La membrana (10) se desplaza y libera el eje (7) dejando escapar el gas vía el canal de depresión (B) hacia el colector de admisión.
Es la seguridad de sobreimpresión del primer escalón.

## FUNCIONAMIENTO DE LA SEGUNDA ETAPA

La segunda etapa del vapo reductor de presión hace caer la presión del gas salido del primer escalón. Este vapor varía en función de la carga motor entre 0,16 y 0,96 bares.
Motor parado, cuando la presión en © es inferior a 0,96 bares, la membrana (12) se desplaza bajo el efecto del resorte (15) y la válvula (19) se abre. La válvula distribuidora está cerrada, la presión en (C) aumenta hasta el cierre de la válvula (19).

El reglaje de esta presión se efectúa por medio del tornillo (17).
Cuando la depresión en (B) es nula, el vapor de presión de salida en (C) alcanza 0,96 bares.

Durante la fase de recalentamiento
La depresión del primer escalón no debe ejercer influencia en la presión del segundo escalón. Para evitar este fenómeno, la presión se aplica al otro lado de la membrana (12) por medio del orificio (D).

Una variación de presión en el primer escalón no motiva variación de presión en el segundo escalón, por tanto de variación de riqueza.
Igualmente hay una seguridad de sobrepresión en el segundo escalón (2,5 bares) asegurada por el resorte (20).

## VÁLVULA DISTRIBUIDORA

### 1) FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR PASO A PASO

El motor paso a paso está compuesto por un stator de dos bobinas (7) y un rotor (8) de imanes permanente. Un árbol roscado (5) transforma el movimiento de rotación del rotor en translación lineal del cono (1), este último acciona el pistón.
La playa de funcionamiento varía entre 0 y 255 pasos (o fases). La velocidad de desplazamiento es de 160 pasos por segundo.

### 2) FUNCIONAMIENTO DEL CUERPO DE DISTRIBUCIÓN

El cuerpo de distribución alimenta, por medio de las hendiduras (A), cada cilindro del motor con la misma cantidad de gas. Esta cantidad de gas está determinada por la posición del pistón (6), este pistón está mandado por el motor paso a paso.

### 3) FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA DE CIERRE DE GASES

La válvula de cierre de gas está integrada en el módulo de dosificación. Esta válvula permite el paso del gas hacia los inyectores.
El cuerpo de distribución no está exento de fugas, la válvula de cierre de gas cierra el paso cuando se quita el contacto o cuando el vehículo funciona en modo gasolina.

Asegura el corte de la inyección del gas y permite la conmutación:
- Motor parado
- En deceleraciones
- Régimen máximo del motor alcanzado

### FUNCIONAMIENTO CON LA ELECTROVÁLVULA NO ACTIVADA

La presión del gas en la cámara (A) está determinada por el vapo reductor de presión (valor comprendido entre 0,16 y 0,96 bares).
La presión del gas en la cámara (B) está próximo, ver inferior a la presión atmosférica /este valor varía en función de la carga motor).

Cuando la electroválvula no está alimentada, la presión del GLP se aplica bajo la membrana (11) por medio de los orificios (C).

En razón de la diferencia de presión entre las cámaras (A) y (B) y la diferencia de las superficies, la membrana cierra el orificio de paso del gas.

**Observación:** el resorte contribuye al cierre del orificio de paso del GLP.

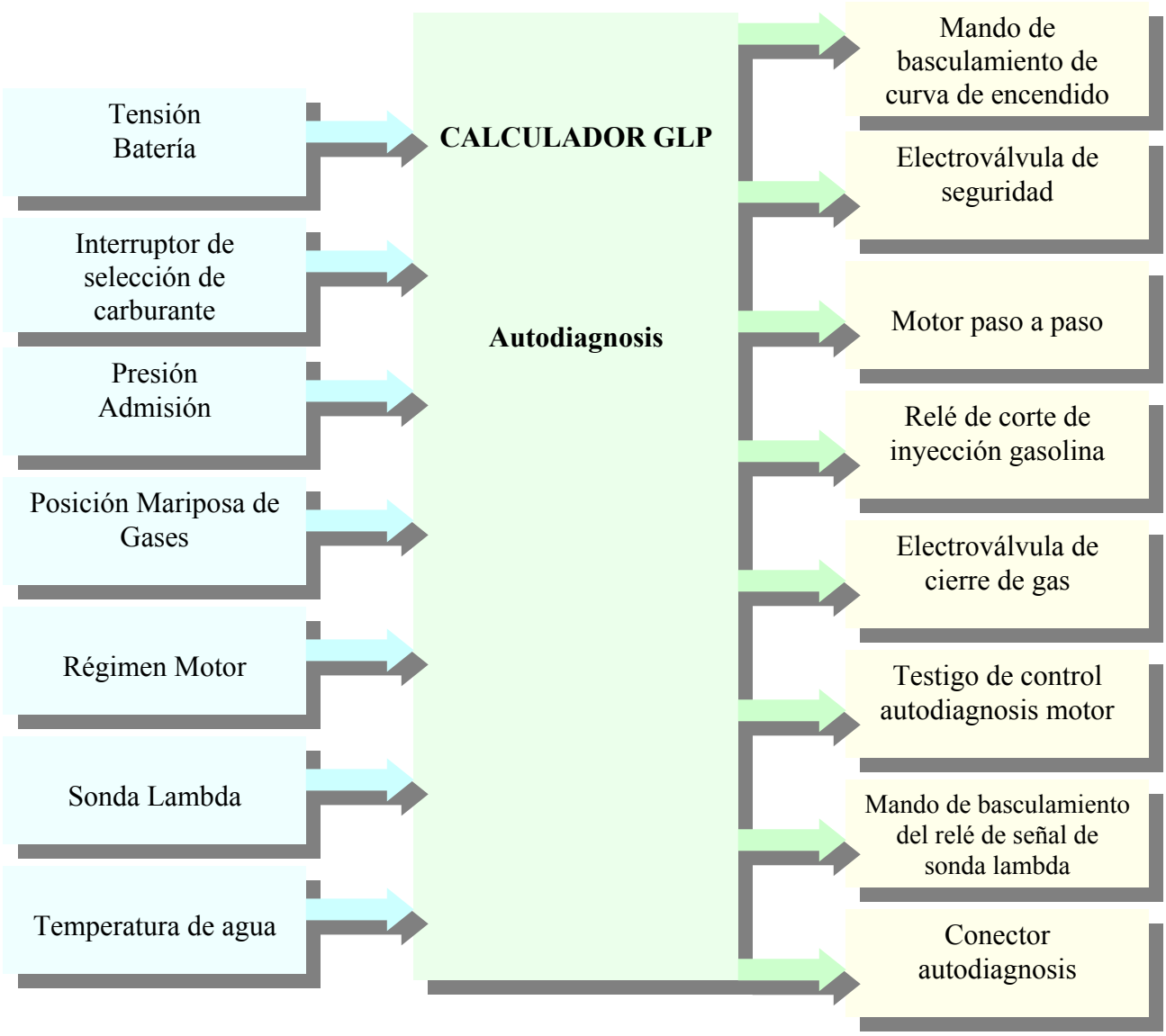
## FUNCIONAMIENTO CON LA ELECTROVÁLVULA ACTIVADA

El cono de cierre de la electroválvula abre el paso hacia la cámara (B). La presión detrás de la membrana (11) cae. La membrana (11) se desplaza bajo la acción de la presión en la cámara (A). Es posible el paso del gas por las hendiduras del cuerpo de distribución.

## LOS INYECTORES

Los inyectores GLP están fijados bajo el colector de admisión por encima de las válvulas. Funcionan según el principio de un regulador de presión y no están mandados por la válvula distribuidora. Aseguran una carga constante en los conductos GLP. Esta presión es independiente de la que reina en el colector de admisión en deceleración especialmente.

## FUNCIONAMIENTO DEL CALCULADOR



El sistema NECAM está completamente pilotado por el calculador GLP.
La cantidad de gas inyectado está determinada por la posición del motor paso a paso en la válvula distribuidora.
Esta última está mandada por el calculador. La dosificación de gas está determinada por una cartografía memorizada en el calculador.

El calculador utiliza principalmente la señal régimen y la presión del colector de admisión. Las informaciones dadas por el potenciómetro de mariposa, la sonda de temperatura de agua y la sonda lambda permiten una corrección en la cantidad de gas inyectada.

Para optimizar el rendimiento del motor, el calculador GLP manda el cambio de la curva de encendido. Esta operación se efectúa por medio de un relé doble que pone a masa el borne 51 del calculador SAGEM SL96. Este último conmuta en la curva específica GLP.

El calculador NECAM está equipado con un sistema de diagnosis.
El testigo situado en el combinado indica las anomalías de funcionamiento por medio de destellos codificados lats codés.

Para activar esta función autodiagnosis, es suficiente:
- Unir la ficha autodiagnosis a masa
- Poner el contacto