



MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM)

MOTIVAÇÃO: Descrição geral, objetivo, teoria de funcionamento, pinout para diagnose e modos de falha do sistema de controle de combustível pela FPCM (módulo de controle da eletrobomba de combustível).

MODELO ENVOLVIDO: Novo Uno

MERCADO: Brasil

DESCRIÇÃO DO SISTEMA:

É o sistema responsável por atuar no controle eletrônico de pressão e vazão da eletrobomba de combustível, programado para atuar de forma otimizada em diversas condições do motor, como marcha lenta ou algumas condições específicas de carga e potência.

Além da presença do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) é necessário que se tenha um sensor de pressão entre o tanque de combustível e os bicos injetores do motor.

Para todos os veículos FCA em que esta tecnologia for aplicada, qualquer que seja o fornecedor do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM), devem ser seguidas as mesmas características estabelecidas pelo projeto descritas nesse documento.

OBJETIVO:

A Central de Controle de Injeção (ECM) é conectada ao Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) e há troca de dois sinais entre eles:

- ➔ ECM -> FPCM: Sinal PWM de Controle;
- ➔ FPCM -> ECM: Sinal PWM de Retorno (Feedback);

O sinal PWM fornecido pelo sistema é proporcional ao sinal de controle enviado pela Central de Controle de Injeção (ECM) e o sensor de pressão se comunica com a Central de Controle de Injeção (ECM) mantendo como entrada o valor de pressão instantânea na saída da eletrobomba de combustível.

A alimentação do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) é feito através da bateria e a do sensor de pressão advém de um sinal de 5V da Central de Controle de Injeção (ECM).

SENSOR DE PRESSÃO (FPTS):

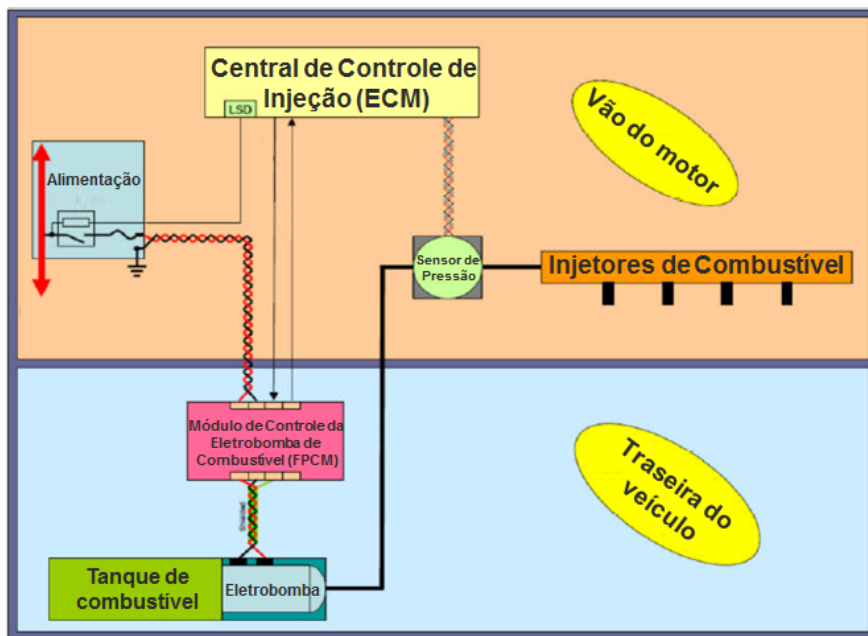
A função do sensor de pressão em relação ao funcionamento do sistema consiste em monitorar constantemente a pressão da linha de transmissão de combustível, que conecta a eletrobomba aos injetores, sendo os valores dessa medição lidos pela Central de Controle de Injeção (ECM) como um sinal de retorno do sistema.

A partir desses valores a Central de Controle de Injeção (ECM) se torna capaz de interpretar a condição do sistema gerando a ordem necessária ao Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM).

Tal ordem faz com que o sistema atue conforme necessário, garantindo que a eletrobomba funcione de forma otimizada, evitando o desperdício de energia gasta pelo sistema.

ESQUEMÁTICO:

Na figura abaixo é mostrado o esquemático do sistema, sendo indicados as centrais presentes, a alimentação, os injetores e tanque de combustível, além do sensor.



RAZÃO CÍCLICA (DUTY CYCLE):

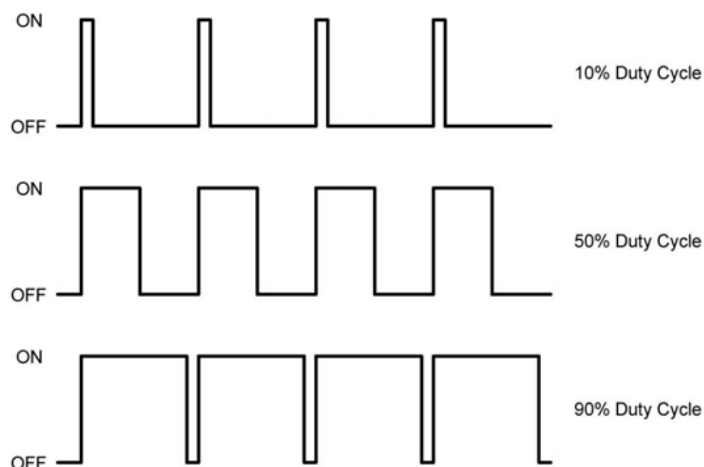
Como dito anteriormente, a troca de sinais entre o Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) e a Central de Controle de Injeção (ECM) é feita por sinais do tipo PWM. Um sinal é chamado de PWM quando há modulação do mesmo por largura de pulsos, ou seja, através da largura do pulso de uma onda quadrada é possível controlar potência ou velocidade.

O parâmetro de maior importância do sinal PWM é chamado de "Duty Cycle", em português Razão Cíclica, que indica a forma com que o dispositivo/componente irá operar. No caso deste sistema, o "Duty Cycle" determina qual será a vazão de combustível.

Tal parâmetro é dado em percentual e calculado por:

$$DutyCycle = 100 \times \frac{Largura\ do\ Pulso}{Período}$$

A definição e a variação do parâmetro de "Duty Cycle" pode ser melhor representada na forma gráfica:





FUNCIONAMENTO

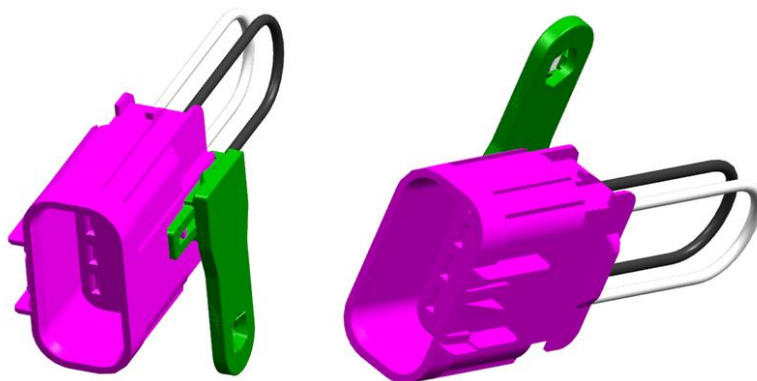
MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM)

DETALHAMENTO DO MÓDULO FPCM:

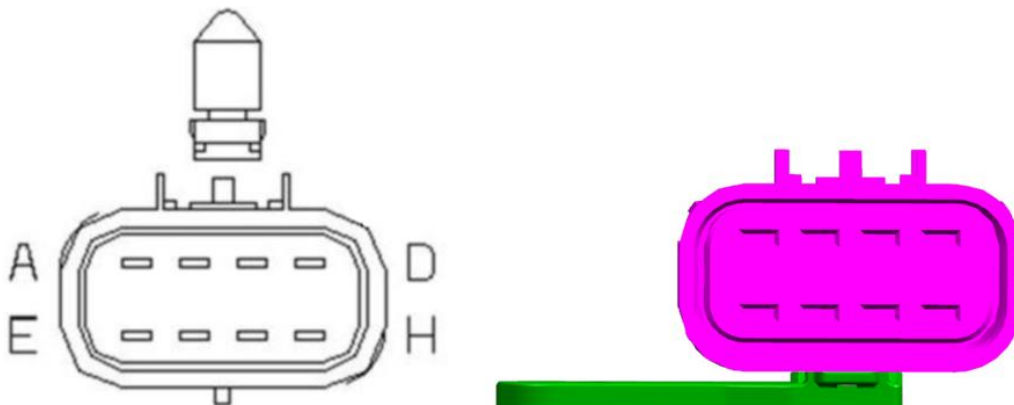
As características operacionais do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível são descritos na tabela abaixo:

Características Operacionais do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM)				
Característica	Limite			Unidade
	Mínimo	Nominal	Máximo	
Corrente	-	-	15	A
Razão Cíclica (Duty Cycle)	0	-	100	%
Frequência	-	20	-	kHz
Temperatura	-40	-	85	°C

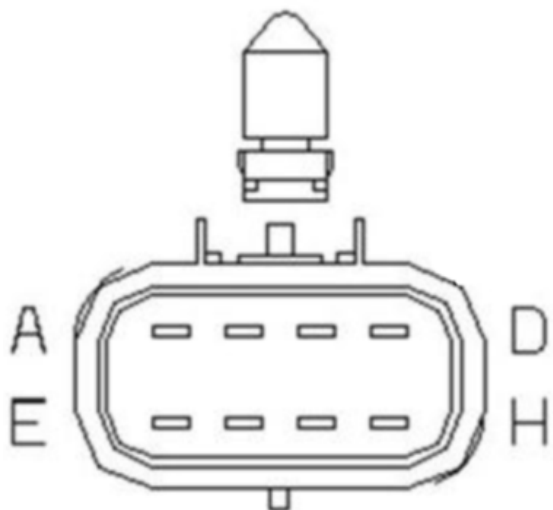
E o layout do módulo é mostrado abaixo:



Conjunto de pinout do módulo FPCM:



A descrição de cada um dos pinos é dada por:



Descrição do 'Pin-Out'	
Pino	Sinal
A	Alimentação 12V
B	Comando PWM enviado pela Central de Controle de Injeção (ECM)
C	Não é usado
D	Comando PWM enviado pela Eletrobomba de Combustível
E	Massa
F	Sinal de retorno do módulo FPCM para a Central de Controle de Injeção (ECM)
G	Blindagem
H	Retorno do comando PWM da Eletrobomba de Combustível

Estando a descrição dos pinos mais detalhada na tabela abaixo:

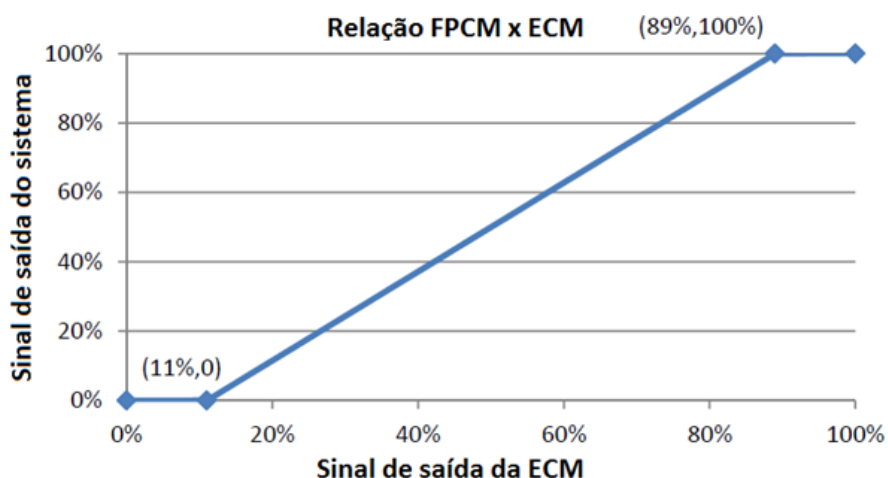
Descrição detalhada do 'Pin-Out'					
Pino	Sinal	Corrente de funcionamento	Corrente Máxima	Tensão de funcionamento	Tensão Máxima
A	Alimentação 12V	-	21 A	13,6 V	16 V
B	Comando PWM enviado pela Central de Controle de Injeção (ECM)	5 mA – 30 mA (15 mA)	30 mA	6 V – 27 V (14 V)	27 V
C	Não é usado	-	-	-	-
D	Comando PWM enviado pela Eletrobomba de Combustível	-	15 A	-	-
E	Massa	-	-	-	-
F	Sinal de retorno do módulo FPCM para a Central de Controle de Injeção (ECM)	4,5 mA – 5,6 mA	5,6 mA	-	16 V
G	Blindagem	-	-	-	-
H	Retorno do comando PWM da Eletrobomba de Combustível	-	15 A	-	-

SINAIS DO SISTEMA:

Toda a programação para diagnósticos OBD e regulação da pressão e vazão da eletrobomba de combustível está contida dentro da Central de Controle de Injeção (ECM).

➔ Sinal de Saída do Sistema:

A relação entre a entrada interpretada de Duty Cycle do sinal PWM do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) e do sinal PWM de saída da Central de Controle de Injeção (ECM) é vista por:



Para valores menores que 11% de Duty Cycle nos sinais PWM de saída da Central de Controle de Injeção (ECM), é definido Duty Cycle do PWM do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) igual a 0%.

De forma semelhante, para valores muito altos (acima de 89%), é definido Duty Cycle do PWM do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) igual a 100%.

O intervalo de Duty Cycle do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) representado por (11%,0) é reservado para as condições de curto-circuito ao massa;

Já o intervalo de Duty Cycle do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) representado por (89%,100%) é reservado para as condições de curto-circuito à bateria ou circuito aberto.

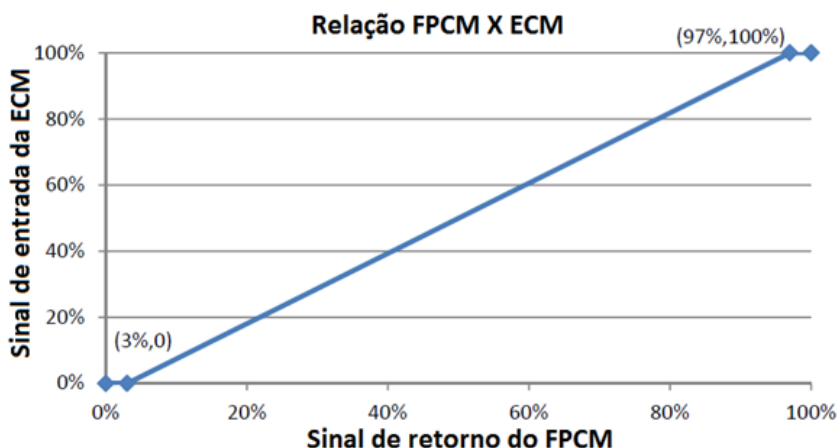
Os valores de Duty Cycle do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) sempre devem ser uma resposta aos valores enviados pela Central de Controle de Injeção (ECM) seguindo a correspondência abaixo, não devendo ser alterado como função da tensão de alimentação.

As características operacionais do sinal de saída do sistema são mostrados na tabela abaixo:

Características Operacionais do Sinal de retorno do Módulo FPCM					
Característica	Limite			Unidade	Comentário
	Mínimo	Nominal	Máximo		
Tensão de entrada baixa	-	-	0,95	V	-
Tensão de entrada alta	3,65	-	-	V	-
Histerese de entrada	0,70	1,00	-	V	-
Tensão de circuito aberto	4,85	-	5,15	V	-
Máxima tensão de entrada	-	-	16	V	-
Corrente de entrada	4,5 -500	-	5,6 500	mA uA	Tensão = 0V Tensão = 5V ±1%
Frequência de Operação	30	-	150	Hz	Faixa: 30-150Hz (1% tolerância)
Razão Cíclica (Duty Cycle)	3	-	97	%	0-3 e 97-100 reservado
Corrente de curto-circuito	-	-	0,5	A	Em relação ao massa ou bateria

→ Sinal de Retorno do Sistema:

Já a relação entre os valores de Duty Cycle do sinal de retorno do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) e do sinal PWM de entrada da Central de Controle de Injeção (ECM) é vista por:



Para valores menores que 3% de Duty Cycle nos sinais PWM de retorno do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM) é definido Duty Cycle do PWM da Central de Controle de Injeção (ECM), igual a 0%.

De forma semelhante, para valores muito altos (acima de 97%), é definido Duty Cycle do PWM da Central de Controle de Injeção (ECM), igual a 100%.

O intervalo de Duty Cycle do PWM da Central de Controle de Injeção (ECM) representado por (3%,0) é reservado para as condições de curto-circuito ao massa.

Já o intervalo de Duty Cycle do PWM da Central de Controle de Injeção (ECM) representado por (97%,100%) é reservado para as condições de curto-circuito à bateria ou circuito aberto.

As características operacionais do sinal de retorno do sistema são mostrados na tabela abaixo:

Características Operacionais do Sinal de retorno do Módulo FPCM					
Característica	Limite			Unidade	Comentário
	Mínimo	Nominal	Máximo		
Tensão de entrada baixa	-	-	0,95	V	-
Tensão de entrada alta	3,65	-	-	V	-
Histerese de entrada	0,70	1,00	-	V	-
Tensão de circuito aberto	4,85	-	5,15	V	-
Máxima tensão de entrada	-	-	16	V	-
Corrente de entrada	4,5 -500	-	5,6 500	mA uA	Tensão = 0V Tensão = 5V ±1%
Frequência de Operação	30	-	150	Hz	Faixa: 30-150Hz (1% tolerância)
Razão Cíclica (Duty Cycle)	3	-	97	%	0-3 e 97-100 reservado
Corrente de curto-circuito	-	-	0,5	A	Em relação ao massa ou bateria



FUNCIONAMENTO

MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM)

MODOS DE FALHA:

Modos de Falha do Sistema FPCM				
Modo de Falha	Condição	Valor de Duty Cycle do sinal PWM de retorno do FPCM	Ação da ECM	Ação do FPCM
Valor inválido de Duty Cycle do sinal PWM enviado pela ECM	$8\% \leq$ ou $\geq 92\%$ por um tempo maior que o de calibração	20%	Entende a falha e atua com uma estratégia padrão da programação	Utiliza último valor conhecido durante um intervalo de tempo. Após o término desse tempo padrão passa a atuar com 80% de Duty Cycle
Valor inválido de Frequência	$95\% \leq$ ou $\geq 105\%$ em relação ao nominal, por um tempo maior que o de calibração	25%	Entende a falha e atua com uma estratégia padrão da programação	Utiliza último valor conhecido durante um intervalo de tempo. Após o término desse tempo padrão passa a atuar com 80% de Duty Cycle
Sinal PWM enviado pela ECM. Circuito aberto, curto-circuito ao massa ou curto-circuito à bateria.	Ocorrência de um dos fenômenos por um tempo maior que o de calibração	20%	Entende a falha e atua com uma estratégia padrão da programação	Utiliza último valor conhecido durante um intervalo de tempo. Após o término desse tempo padrão passa a atuar com 80% de Duty Cycle
Corrente da Eletrobomba de Combustível	Exceder o valor de corrente nominal em um valor de X%	30%	Redução em X% até que a falha desapareça	Responde ao sinal enviado pelo ECM



FUNCIONAMENTO

MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM)

Tensão do sistema	Valor de tensão menor que o nominal	40%	Estratégia específica para controle de tensão abaixo do esperado	Passa a atuar com 80% de Duty Cycle
Tensão do sistema	Valor de tensão maior que o nominal	45%	Estratégia específica para controle de tensão acima do esperado	Responder ao sinal enviado pelo ECM
Operação normal	Sem falhas	50%	Operação normal	Operação normal
Autodesligamento do sistema	Autoproteção de sobretemperatura ativa	60%	Entende a falha, aguarda o tempo de calibração e aciona comando de ciclo de trabalho de proteção	Estratégia de ciclo de trabalho de forma protegida
Falha na FPCM	Curto-circuito à bateria	70%	Entende a falha e aguarda o tempo de calibração e toma 0% como referência	Tomar 50% como referência de saída durante x segundos e após isso considera tensão de desligamento



FUNCIONAMENTO

MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM)

Falha na FPCM	Circuito aberto	75%	Entende a falha e atua com uma estratégia padrão da programação	Responder ao sinal enviado pelo ECM
Falha na FPCM	Curto-circuito ao massa	80%	Entende a falha e atua com uma estratégia padrão da programação	Responder ao sinal enviado pelo ECM
Falha interna no micro controlador do FPCM	Perda da capacidade de detectar: curto-circuito, estado de saída, sobreensão e fuga térmica	85%	Entende a falha e passado o tempo de calibração (inicialmente calibrado como 60s) define um código MIL. Ação de manutenção recomendada: substituir o FPCM	Permanece no modo normal de operação. A eletrobomba de combustível obedece o comando Duty Cycle da Central de Controle de Injeção (ECM)
Micro controlador do FPCM não responde	Falha no FPCM	- Sinal alto de retorno - Sinal baixo de retorno	Entende a falha e envia um sinal PWM padrão	Atua com 100% de Duty Cycle

FALHAS (DTCs) RELACIONADOS AO SISTEMA FPCM:





FUNCIONAMENTO

MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM)

Falhas ECM Novo Uno

Código	Título	Sistema	Atuação
P025A00	PWM DO MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – CIRCUITO ABERTO	FPCM	Verificar circuito aberto no circuito de retorno do sistema FPCM
P025B00	MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – DESEMPENHO	FPCM	Verificar condições da eletrobomba e se necessário substituí-la
P025C00	PWM DO MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – CURTO-CIRCUITO AO MASSA	FPCM	Verificar curto-circuito ao massa no circuito de retorno do sistema FPCM
P025D00	PWM DO MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – CURTO-CIRCUITO À BATERIA	FPCM	Verificar curto-circuito à bateria no circuito de retorno do sistema FPCM
P019000	CIRCUITO DO SENSOR DE PRESSÃO DA LINHA DE COMBUSTÍVEL – CURTO-CIRCUITO À BATERIA OU CIRCUITO ABERTO	Sensor de Pressão	Verificar o sensor de pressão e curto-circuito à bateria ou circuito aberto no circuito do sensor
P019100	CIRCUITO DO SENSOR DE PRESSÃO DA LINHA DE COMBUSTÍVEL – CURTO-CIRCUITO AO MASSA	Sensor de Pressão	Verificar o sensor de pressão e curto-circuito ao massa no circuito do sensor
P109200	SENSOR DE PRESSÃO DA LINHA DE COMBUSTÍVEL – PRESSÃO BAIXA	Sensor de Pressão	Verificar o sensor de pressão e os sistemas de alimentação de combustível
P109300	SENSOR DE PRESSÃO DA LINHA DE COMBUSTÍVEL – PRESSÃO ALTA	Sensor de Pressão	Verificar o sensor de pressão e os sistemas de alimentação de combustível
P122500	MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – ALTA TENSÃO	FPCM	Verificar o Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM)
P122600	MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – BAIXA TENSÃO	FPCM	Verificar o Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM)
P122700	MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – FREQUÊNCIA INVÁLIDA DE PWM	FPCM	Verificar o Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM)
P122800	MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – PWM INVÁLIDO	FPCM	Verificar o Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM)



FUNCIONAMENTO

MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM)

P119100	SANGRIA DO TRILHO DE COMBUSTÍVEL – AUSÊNCIA DA CALIBRAÇÃO	Linha de Combustível	Efetuar a sangria da linha de combustível
P119200	PURGA DO CIRCUITO DE COMBUSTÍVEL – AUSÊNCIA DA CALIBRAÇÃO	Linha de Combustível	Efetuar a purga da linha de combustível
P122000	SENSOR DE PRESSÃO DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL – CURTO-CIRCUITO AO MASSA	Sensor de Pressão	Verificar o sensor e curto-circuito ao massa no circuito do sensor de pressão da eletrobomba
P122100	SENSOR DE PRESSÃO DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL – CURTO-CIRCUITO A BATERIA	Sensor de Pressão	Verificar o sensor e curto-circuito à bateria no circuito do sensor de pressão da eletrobomba
P122200	SENSOR DE PRESSÃO DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL – CIRCUITO ABERTO	Sensor de Pressão	Verificar o sensor e circuito aberto no circuito do sensor de pressão da eletrobomba
P122300	SENSOR DE PRESSÃO DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL – SINAL INCOERENTE	Sensor de Pressão	Verificar o sensor de pressão da eletrobomba
P023100	PWM DO RELÉ DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL – CURTO-CIRCUITO AO MASSA	Eletrobomba	Verificar o relé da eletrobomba de combustível e curto-circuito ao massa no circuito deste relé
P023200	PWM DO RELÉ DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL – CURTO-CIRCUITO À BATERIA	Eletrobomba	Verificar o relé da eletrobomba de combustível e curto-circuito à bateria no circuito deste relé
P023300	PWM DO RELÉ DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL – CIRCUITO ABERTO	Eletrobomba	Verificar o relé da eletrobomba de combustível e circuito aberto no circuito deste relé
P062700	PWM DO MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – CIRCUITO ABERTO	FPCM	Verificar circuito aberto no circuito do PWM do FPCM
P062800	PWM DO MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – CURTO-CIRCUITO AO MASSA	FPCM	Verificar curto-circuito ao massa no circuito do PWM do FPCM
P062900	PWM DO MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – CURTO-CIRCUITO À BATERIA	FPCM	Verificar curto-circuito à bateria no circuito do PWM do FPCM
P173700	MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – CIRCUITO ABERTO	FPCM	Verificar circuito aberto no circuito do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM)
P173800	MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – CURTO-CIRCUITO AO MASSA	FPCM	Verificar curto-circuito ao massa no circuito do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM)
P173900	MÓDULO DE CONTROLE DA ELETROBOMBA DE COMBUSTÍVEL (FPCM) – CURTO-CIRCUITO À BATERIA	FPCM	Verificar curto-circuito à bateria no circuito do Módulo de Controle da Eletrobomba de Combustível (FPCM)



Ao identificar o erro (DTC), verificar no Infotec o código correspondente e efetuar os procedimentos descritos e específicos para esta falha do sistema FPCM.