



PROBLEMA EN INVERSOR DE TOYOTA HIGHLANDER HIBRIDA



El modulo inversor es uno de los componentes más sofisticados y complejos en un vehículo híbrido.

En el caso que comentaremos el inversor tiene como función la conversión de corriente continua en alterna (DC-AC) y el procedimiento opuesto, es decir de alterna a continua (AC-DC) para los moto generadores MG1, MG2 (en la transmisión delantera) y MG3 (en el diferencial trasero).

Adicionalmente convierte la corriente continua de la batería de alta tensión (Batería HV) en continua para cargar la batería de 12 V. Estos automóviles no disponen de alternador.





Es una de las piezas más costosas de estos vehículos. Es es muy importante diagnosticar correctamente los problemas que se presentan, ya que un falso diagnóstico podría incurrir en reparaciones costosas.

Tuvimos en este caso una Toyota Highlander Híbrida del 2010, en la cual debimos realizar un diagnostico acertado acerca del funcionamiento del inversor. Ya que todo indicaba a la sustitución del mismo.

Luego de colocar el scanner, utilizamos el software de Toyota (Techstream + Interfase), y al ingresar en la ECU de hibrido encontramos el código POA78 -286. Estos sistemas presentan códigos y subcódigos. Son más de 25 los procedimientos diferentes para el POA78 de acuerdo al subcódigo que se obtenga.



La descripción del código es la siguiente: POA78 - Driver Motor A Inverter performance.

El vehículo tenía la advertencia de falla en el sistema híbrido en el panel, además de funcionar en forma deficiente y mantener encendido el motor de combustión en forma permanente. El sistema se encontraba en condición de conducción limitada, una estrategia de emergencia donde las prestaciones del vehículo resultan deficientes y el consumo de combustible aumentan notablemente.

Adicionalmente por propagación del código por la red, los sistemas de ECT (Motor gasolina), control de tracción y ABS presentaban los testigos correspondientes encendidos en el panel de instrumentos. Con otros códigos, que daban cuenta del problema en el sistema híbrido.

Siguiendo las instrucciones del manual en la web de Toyota, encontramos que el procedimiento de diagnóstico terminaba con el cambio del inversor en forma completa. Solo en este caso para el sub código 286, siendo el único código presente, el diagnóstico resultaba muy simple y terminante.



Se adjunta el procedimiento para el código en esta misma nota.

Los motivos del cambio no eran aclarados. Es de hacer notar que muchos procedimientos están bajo registro de propiedad intelectual del fabricante y sin incurrir en mayores precisiones se sugiere el cambio de partes. Por otra parte al ser piezas sumamente complejas, como se menciono, el fabricante prefiere esta sean cambiadas directamente. Al menos por el momento...

Decidimos entonces, investigar el problema.

Lo primero que nos llamo la atención fue que en el flujo de datos la tensión de batería VB , difería de la tensión mostrada en el parámetro VL. Es decir que parecía que habría una caída de tensión entre la batería, donde el voltaje es monitoreado por la ECU de la batería (ahora denominada Battery sensor) y la medición efectuada en el mismo inversor por la ECU de los motogeneradores.

El flujo de datos mostraba lo siguiente:

| Parametro | Valor | Unidad |
|----------------------------|-------|--------|
| Power Resource VB | 288 | V |
| Power Resource IB | 16 | A |
| VL-Voltage before boosting | 278 | V |
| VH-Voltage after boosting | 438 | V |
| Boost Ratio | 31.7 | % |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Podemos observar que el voltaje VB es de 288 Volts y el VL es de 278 Volts.

Procedimos entonces a medir con el voltímetro directamente el voltaje sobre el Terminal VL en el mismo IPM. Y para sorpresa en mismo estaba en el mismo nivel del de la batería, es decir que no había caída de tensión en el cable. Si no que el voltaje estaba siendo reportado erróneamente. Primera situación extraña.

Analizando los datos también observamos el booster trabajando con un ciclo de trabajo de un 31.7% cuando el sistema se encontraba sin carga y al parecer excitando MG1, dado que sin estar cargando la batería, situación claramente mostrada por un valor positivo de la corriente IB, la temperatura del MG1 se elevaba como puede verse en la muestra.



| Configuración TIS Usuario Ayuda | | | | |
|---------------------------------|--|----------------------------|-------------------------|---------------------|
| ema | | Datos almacenados | Control híbrido En vivo | Motor y ECT En vivo |
| HV | | Parametro | Valor | Unidad |
| | | Power Resource VB | 288 | V |
| | | Power Resource IB | 16 | A |
| | | VL-Voltage before boosting | 278 | V |
| | | VH-Voltage after boosting | 438 | V |
| | | Boost Ratio | 31.7 | % |
| | | | | |
| | | | | |

| | | |
|-----------------------|-----|----|
| Rear Regen Brake Torq | 0 | Nm |
| R Rqst Regen Brk Torq | 0 | Nm |
| Inverter Temp-(MG1) | 26 | C |
| Inverter Temp-(MG2) | 15 | C |
| Rear Inverter Temp | 24 | C |
| Motor Temp MG1 | 51 | C |
| Motor Temp MG2 | 22 | C |
| Rear Motor Temp | 21 | C |
| Rear Torque Ratio | 0.0 | % |
| Converter Temperature | 31 | C |

| | | |
|----------------------------|--------|----|
| Master Cylinder Ctrl Trq | 0 | Nm |
| State of Charge (All Bat) | 44.7 | % |
| State of Charge | 44.6 | % |
| WOUT Control Power | 31680 | W |
| WIN Control Power | -33120 | W |
| Discharge Rqst to SOC | 0 | W |
| Power Resource VB | 332 | V |
| Power Resource IB | 4 | A |
| VL-Voltage before boosting | 324 | V |

Otro parámetro que nos llamo la atención fue que la temperatura del inversor sobre MG2, aparecía siempre en 15 grados. Siendo este valor inferior incluso a la temperatura ambiente.



| Parametro | Valor | Unidad |
|----------------------------|-----------|----------|
| G(MG1) Trq Exec Val | -4 | Nm |
| Regenerative Brake Torq | 0 | Nm |
| Rqst Regen Brake Torq | 0 | Nm |
| Rear Regen Brake Torq | 0 | Nm |
| R Rqst Regen Brk Torq | 0 | Nm |
| Inverter Temp-(MG1) | 22 | C |
| Inverter Temp-(MG2) | 15 | C |
| Rear Inverter Temp | 21 | C |
| Motor Temp MG1 | 23 | C |
| Motor Temp MG2 | 22 | C |
| Rear Motor Temp | 20 | C |
| Rear Torque Ratio | 0.0 | % |
| Converter Temperature | 22 | C |

| Parametro | Valor | Unidad |
|------------------------|-------|--------|
| Engine Coolant Temp | 23 | C |
| Engine Revolution | 0 | rpm |
| Vehicle Spd | 0 | km/h |
| Engine Run Time | 0 | s |
| +B | 11.36 | V |
| Accel Pedal Pos #1 | 16.0 | % |
| Accel Pedal Pos #2 | 31.7 | % |
| Ambient Temperature | 17 | C |
| Intake Air Temperature | 22 | C |
| DTC Clear Warm Up | 0 | |
| DTC Clear Run Distance | 0 | km |
| DTC Clear Min | 2 | Min |

Ahora si analizamos los problemas mostrados podemos deducir lo siguiente.

La tensión VL es medida por el mismo IPM mediante un sensor de voltaje. La temperatura del inversor en el sector de MG2 es medida por un sensor colocado en el modulo principal de MG1 y MG2.

Es decir las señales provienen de dos módulos diferentes, uno el IPM y otro el modulo principal.

Quien recibe en este modelo ambas señales es la ECU de los MG, dispuesta dentro del mismo inversor y es también quien mediante la orden de la ECU HV controla el booster.

Ante estas evidencias resultado para nosotros claro que el problema se encontraba en la ECU de los MG dado que por otra parte el procedimiento de Toyota indicaba el cambio del inversor completo y esta ECU es el punto común a todos los razonamientos.



Quedo entonces recurrir a la búsqueda de una ya que la misma no viene como parte...

Seguramente con el tiempo tendremos en nuestros talleres, baterías, inversores y no tendremos más remedio que recurrir a sus partes internas para reemplazos, Salvo que las partes en poco tiempo sean liberadas a la venta por el fabricante. Seguramente esto ocurra en la medida que los técnicos estén más capacitados para resolver los problemas que se presentan en estos vehículos híbridos.

Estas tecnologías ya son una realidad y son la base del auto eléctrico que es seguramente a donde apunta la industria en el corto plazo.

Dominar estas tecnologías nos dará una proyección de nuestras actividades importantísima por la complejidad que involucran.

Por: Fernando Augeri