

### Geschichte

Ohne Steuergeräte geht heute im Automobilbau gar nichts mehr. In den frühen 70er-Jahren des letzten Jahrhunderts wurden die ersten elektronischen Helfer in Personenwagen eingebaut und kamen vorwiegend bei den Teilsystemen Einspritzung und Zündung zum Einsatz. Mit der Zeit wurde die Ausstattung der Fahrzeuge (ABS, ESP usw.) immer umfangreicher und somit nahm auch die Anzahl der Steuergeräte zu. Heute können bis zu 100 Stück eingebaut sein. Bei dieser Vielzahl liegt die grosse Herausforderung bei der Synchronisierung und der Auswahl der geeigneten Kommunikation zwischen den Geräten.

Beispiel: Damit ein perfektes Zusammenspiel von Verbrennungs- und Elektromotor beim Hybridfahrzeug möglich ist, muss die Zusammenarbeit der Steuergeräte bestens organisiert sein.

Dieser Aufwand bringt natürlich auch Vorteile wie sicheres und komfortableres Fahren und bei Verbrennungsmotoren einen geringeren Schadstoffausstoss.



Bild 2: Spannungsversorgung Steuergerät

### Steuergerät

Das Steuergerät arbeitet nach dem EVA-Prinzip. E steht für Eingabe, V für Verarbeitung und A für Ausgabe.

Die wichtigsten Komponenten eines Steuergerätes sind:

- Ein-/Ausgabeeinheiten
- Mikrocomputer
- Speicherbausteine

Bei den ersten Generationen der Steuergeräte waren die diskreten elektrischen

und elektronischen Bausteine noch erkennbar. Heute arbeitet die Elektronik digital und die Steuergeräte sind daher mit Mikrochips ausgerüstet. Steuergeräte können folgenden Belastungen ausgesetzt sein:

- Temperaturschwankungen von  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis über  $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Schwingungsbeschleunigungen bis  $20\text{ g}$
- verschiedenen Betriebsstoffen wie Öl, Treibstoffe und Bremsflüssigkeit
- elektromagnetischer Einstrahlung

Die Steuergeräte müssen zugleich busfähig sein, damit sie mit den anderen Steuergeräten vernetzt werden und kommunizieren können.

Die Spannungsversorgung der Steuergeräte (Bild 2) ist sehr wichtig. Die darin befindlichen elektronischen Komponenten arbeiten sehr häufig mit  $5\text{ V}$ . Einige Anwendungen benötigen andere Spannungswerte, z.B.  $3,3\text{ V}$ . Damit die Funktion der Komponenten gewährleistet ist, darf die Batteriespannung nicht unter  $6\text{ V}$  abfallen.

Bei der Eingabe (Bild 3) werden die von den Sensoren erzeugten physikalischen Kenngrößen wie z.B. die Drehzahl des



Bild 3: Steckverbinder für Eingangssignale

Elektromotors oder die Fahrzeuggeschwindigkeit aufgenommen. Diese Größen werden in Form einer elektrischen Spannung dargestellt. Deswegen sind die PIN bei der Steckverbindung mit einem kleinen Querschnitt ausgeführt, da nur ein sehr kleiner Strom fließt. Analoge Eingangssignale müssen mit einem Analog-Digital-Wandler in ein digitales Signal umgewandelt werden, sonst kann es nicht verarbeitet werden.

Dazu werden meistens Stufenumsetzer eingesetzt. Bei Analog-Digital-Wandler liegt die Auflösung in der Regel bei 10 Bit. Somit ergibt sich bei den vorhandenen 1024 Stufen eine Auflösung von nicht ganz  $5\text{ mV}$ , wenn die Betriebsspannung des Sensors  $5\text{ V}$  beträgt:

$$U = 5\text{ V} = 5000\text{ mV}$$
$$s = \frac{U}{n} = \frac{5000\text{ mV}}{2^{10}} = 4.88\text{ mV}$$

Letztlich wird aber dem Rechner ein Binärcode in Form von Nullen und Einsen mitgeteilt. So ein Binärcode könnte wie folgt aussehen: 10001110.

Digitale Eingangssignale können vom Rechner direkt ausgewertet werden.

Im Mikrocomputer findet die Verarbeitung der Eingangssignale statt. Dieser kann aus einem oder mehreren CPU (Central Processing Unit - Mikroprozessor) bestehen. Durch mehrere CPU kann die Rechenleistung vergrößert werden.

Heutige Rechner arbeiten mit einer Taktfrequenz von  $270\text{ MHz}$  und mehr. Ein elektrischer Impuls verbreitet sich mit Lichtgeschwindigkeit, das sind  $300'000\text{ km/s}$ .

Das bedeutet, dass der Zeitaufwand für die Übertragung der Eingangs- und Ausgangssignale sehr gering ist. Angestrebt wird die Echtzeitfähigkeit der Systeme.

Somit liegt der grosse Zeitdruck bei der Verarbeitung. Schlussendlich werden im Rechner die ausgewerteten Eingangssignale (Istwert) mit dem vorgegebenen Sollwert verglichen. Gibt es Abweichungen, so steuert das Steuergerät den entsprechenden Aktor mit dem vorgegebenen Signal an. Dieses Signal muss eine definierte Spannung und Stromstärke aufweisen, damit die Komponenten mit genügend Leistung angesteuert werden.

Die Ausgabeeinheit steuert die Endstufen an, welche dann die Aktoren bestromen. Für die Endstufen werden bis ca.  $200\text{ V}$  meistens Feldeffekttransistoren eingesetzt, darüber IGBT.

Die Ausgabeeinheit steuert die Endstufen an, welche dann die Aktoren bestromen. Für die Endstufen werden bis ca.  $200\text{ V}$  meistens Feldeffekttransistoren eingesetzt, darüber IGBT.

Die Ausgabeeinheit steuert die Endstufen an, welche dann die Aktoren bestromen. Für die Endstufen werden bis ca.  $200\text{ V}$  meistens Feldeffekttransistoren eingesetzt, darüber IGBT.

Die Ausgabeeinheit steuert die Endstufen an, welche dann die Aktoren bestromen. Für die Endstufen werden bis ca.  $200\text{ V}$  meistens Feldeffekttransistoren eingesetzt, darüber IGBT.

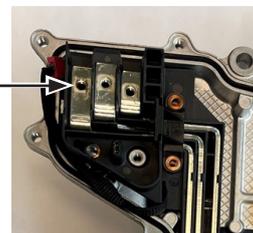


Bild 4: Anschluss ausgangseitig

Da bei den Aktoren der Hochvolteinrichtung grosse Ströme über längere Zeit fließen, werden die elektrischen Leitungen häufig mit Schraubverbindungen befestigt (1 in Bild 4). Dabei müssen die Schrauben mit einem bestimmten Drehmoment angezogen werden.

Auf diese Art werden die Übergangswiderstände klein gehalten. Die Festwert-Speicherbausteine (ROM) umfassen heute Speicherkapazitäten von  $4\text{ MByte}$  für Programme und  $128\text{ kByte}$  für Daten (z.B. Kennfelder).

Durch den Arbeitsspeicher (RAM) kann der Rechner schneller auf Istwerte z.B. Kennfelder zugreifen.

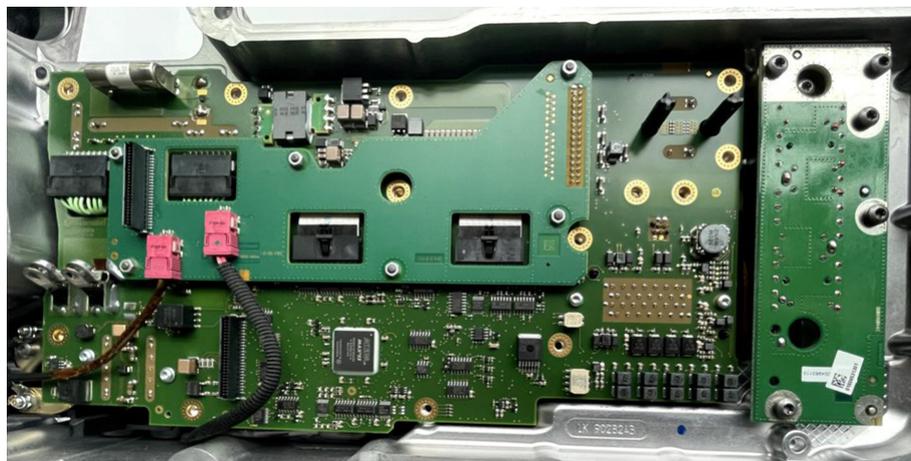


Bild 1: EME-Steuergerät (BMW 7-er ActivHybrid) EME: Elektromaschinen-Elektronik Dieses Steuergerät dient als Steuerelektronik für die permanenterregte elektrische Synchronmaschine im Antriebsstrang.