

Kabelbäume

Um eine reibungslose Energie- und Signalverteilung zu gewährleisten, benötigt jedes Fahrzeug einen Kabelbaum, der genau für die jeweiligen Anforderungen angepasst ist. Dabei haben die Kabel auch einen erheblichen Einfluss auf die Herstellungskosten und sind bei der Fahrzeugmasse nicht zu vernachlässigen. Ein aktuelles Fahrzeug besitzt ca. 750 verschiedene Kabel mit einer Gesamtlänge von ungefähr 1500 m. Dazu kommen die unzähligen Kontakte der verschiedenen Steckverbindungen. Bei der Entwicklung wird zwischen Motorraum- und Karosseriekabelbaum unterschieden. Im Motorraum bestehen höhere Anforderungen an die Temperaturbeständigkeit, die Schüttelfestigkeit und die Dichtheit. Damit die Kabelbäume die nötigen Qualitätsanforderungen erfüllen, gilt es folgende Punkte zu beachten:

- Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- Dichtheit
- Beschädigungsschutz
- Belüftung
- Auslegung der Leitungen
- Temperaturanforderungen

Dazu müssen in der Entwicklung die Leitungsquerschnitte entsprechend dimensioniert und die korrekte Werkstoffauswahl getroffen werden. Mit kleinen Kabelquerschnitten kann die Masse reduziert werden, dabei müssen aber immer die Vorgaben für die zulässigen Spannungsabfälle eingehalten werden. In der Regel wird darauf geachtet, dass normale Kabel nicht kleiner als 0,5 mm² sind. Kabel mit einem kleineren Querschnitt benötigen zusätzliche Schutzausrüstungen wie Abstützungen, Zugentlastungen oder Schutzrohre. Als Leiterwerkstoff kommt üblicherweise Kupfer zum Einsatz. Aus Kostengründen wird der Leiterwerkstoff heute häufig legiert und besteht nicht mehr aus reinem Kupfer. Bei der Isolation wird der Werkstoff den gewünschten Anforderungen angepasst. Er muss die nötige Temperaturbeständigkeit über die Zeit der Dauerbeanspruchung aufweisen. Dabei ist nicht nur die Umgebungstemperatur, sondern auch die Erwärmung durch den Stromfluss zu beachten. Um diese Anforderungen zu erfüllen, verwenden die Hersteller Thermoplaste (z. B. PE, PA, PVC) oder Elastomere (z. B. CSM, SIR). PVC ist nicht ganz unproblematisch, da bei einem Brand giftige Dämpfe entstehen. Beim Verlegen der Kabel müssen die Temperaturen, die Motorbewegungen, die EMV und die wirkenden Beschleunigungskräfte beachtet werden. Um EMV-Probleme zu reduzieren, werden entsprechend anfällige Kabel getrennt von den Leitungen verlegt, welche grössere Ströme führen. Müssen Kabel zusätzlich abgeschirmt werden, so wirkt sich das auf die Produktionskosten aus. Zudem müssen die Schirmungen zusätzlich geerdet werden. Eine einfachere

Variante stellt hier das Verdrillen der Kabel dar. Beim Befestigen der Kabel wird darauf geachtet, dass die Befestigung möglichst nahe an der Steckverbindung ist und auch auf gleicher Höhe, so wird die Schwingbewegung der Kabel reduziert. Dazu muss die Verlegung auch in den Herstellungsprozess integriert werden. Es muss darauf geachtet werden, dass beim Montageschritt keine Kabel im Weg sind und der entsprechende Kabelbaum problemlos verlegt werden kann. Um zu verhindern, dass die Leitungen scheuern, werden diese mit Tape fixiert und in Rillrohren verlegt. Vergleicht man spezielle HV-Leitungen mit den konventionellen Leitungen eines 12-V-Systems, unterscheiden sich diese in zwei Punkten. Die Kabel weisen als Schutz eine Abschirmung auf, dessen Isolation ständig überwacht wird und zur deutlichen Erkennung sind sie orange eingefärbt. Die Abschirmung dient zusätzlich der EMV und reduziert die elektromagnetische Abstrahlung. Zur sicheren Energieübertragung werden ein- oder mehradrige Kabel eingesetzt, der Querschnitt beträgt für hohe Ströme bis zu 70 mm². Die Isolationsschicht ist hingegen nicht viel dicker, da auch normale Leitungen mit 2000 V geprüft werden.

Steckverbindungen

Die Steckverbindungen sind das Bindeglied zwischen Bauteilen und Systemen, dadurch kommt ihnen eine grosse Bedeutung zu. Sie müssen nicht nur hohe Ströme übertragen, sondern auch Signale mit sehr geringen Strömen und Spannungen. Stecker werden nach Polzahl und den Einsatzbedingungen unterschieden. Hochpolige Steckverbindungen besitzen 10 - 150 Pole (Pins) und werden hauptsächlich bei Steuergeräten eingesetzt. Durch die hohe Polzahl benötigen diese Stecker Fügekraftunterstützungen wie Hebel oder Schieber. Zur Abdichtung werden häufig Dichtplatten aus Silikon verwendet, somit kann das Eindringen von Feuchtigkeit vermieden werden. Damit die einzelnen Pins gut abgedichtet sind, werden die Leitung und der

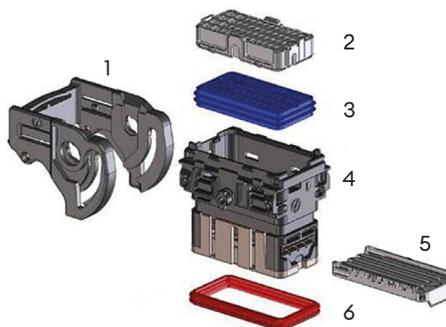


Bild 1: Hochpoliger Stecker

- 1 Hebel
- 2 Kontaktträger
- 3 Dichtmatte
- 4 Steckergehäuse
- 5 Sekundärverriegelung
- 6 Abdichtung Stecker

Kontakt durch eine Dichtmatte geschoben. Der Kontakt wird im Kunststoffgehäuse durch eine Rastfeder mit Hinterschliff eingerastet.

Niederpolige Stecker

Stecker dieser Kategorie besitzen 1 - 10 Pins und werden für diverse Sensoren und Aktoren verwendet. Sie werden meistens mit einer Radialdichtung abgedichtet. Diese Stecker kommen ohne Betätigungsübersetzung aus, da die Schliesskraft durch die geringe Polzahl nicht sehr hoch ist. Häufige Ursachen für einen Ausfall einer Steckverbindung sind Vibrationen und durch viele Temperaturwechsel verursachter Verschleiss durch Korrosion. Das führt dazu, dass der Übergangswiderstand des Kontaktes steigt. Somit steigt auch der Spannungsabfall am Stecker und führt zu fehlerhaften Signalen, zusätzlich entsteht eine höhere thermische Belastung. Das kann unter Umständen sogar dazu führen, dass der Schmelzpunkt der Kupferlegierung überschritten wird. Steckverbindungen für HV-Komponenten müssen aus Sicherheitsgründen noch weitere Anforderungen erfüllen. Da beim Herunterfahren des Systems einige Zeit vergeht, bis die Spannung unter einen ungenügenden Wert gefallen ist, werden solche Steckverbindungen mit einer Zeitverzögerung ausgestattet. Das Öffnen wird verunmöglicht, bis die Kondensatoren der Leistungselektronik ihre Spannung abgebaut haben. Dazu sind Hochvoltkontakte stärker belastet, da Ströme bis 200 A fließen können. Um hier 10'000 Schaltzyklen zu erreichen, sind zusätzliche Massnahmen notwendig. In Bild 2 ist ein solcher Schalter dargestellt. Für eine komplette galvanische Trennung werden auf der Plus- und Minusseite je ein Relais verwendet. Das Einschalten geschieht über eine kapazitive Last, das führt im Einschaltmoment zu einem Kurzschlusspeak. Damit dieser elimiert werden kann, wird beim Einschalten der Strom mit einem Vorladerelais über einen Vorwiderstand geführt. Das Ganze wird von einem Spannungssensor überwacht. Damit die Relais bei diesen Belastungen die nötige Lebensdauer aufweisen, werden sie gekapselt ausgeführt und mit Stickstoff gefüllt.

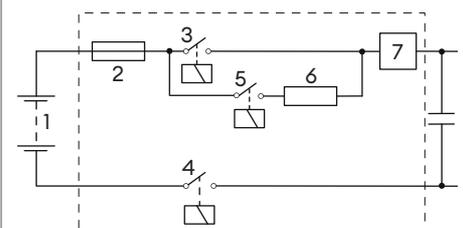


Bild 2: Hochvoltswitcher mit 3 Relais

- 1 Hochvoltbatterie
- 2 Sicherung
- 3 Trennrelais plusseitig
- 4 Trennrelais minusseitig
- 5 Vorladerelais
- 6 Vorwiderstand
- 7 Spannungssensor