

X2Y-Breitbandfilter

Die „Noise-Killer“ für Gleichstrommotoren

Arnout Peters

Breitbandige elektronische Störungen wirken sich z.B. in Kraftfahrzeugen direkt auf die Sicherheit aus. Selbst strenge Entstöranforderungen zum Schutz empfindlicher elektronischer Bauteile sollen erfüllt werden, so die Forderung an die Bauteile-Zulieferer. Durch X2Y-Breitbandfilterungs-Technologie, die z.B. Yageo schon in ihre Filter-Serienprodukte eingebaut hat, kann der Entwicklern einen großen Schritt vorankommen.

Gleichstrommotoren sind eine Hauptquelle elektrischer Störsignale in einem Kraftfahrzeug. Elektrische Motoren sind perfekte Breitband-Störgeneratoren, die auf den Stromversorgungsleitungen sowohl Gleichtakt- als auch differentielle Störungen erzeugen. Das kann sich bis in den HF-Bereich ausdehnen und dann von den Stromversorgungsleitungen abgestrahlt werden, die dort wie Antennen wirken und den Betrieb empfindlicher Elektronikschaltungen, die reichlich in heutigen Kraftfahrzeugen zu finden sind, stört und beeinflusst. Das Problem wurde mit dem Trend zum Betrieb moderner Halbleiter-Bauteile mit kleinen Spannungen besonders akut. Die geringeren Signalpegel und somit die kleineren Signal/Stör-Verhältnisse bei diesen Bauelementen macht sie höchst empfindlich gegenüber Störungen aller Art.

Eine relativ einfache Entstörtechnik macht sich drei Kondensatoren zunutze – zwei Y-Kondensatoren abgehend von jeder Leitung zur Ableitung von Gleichtaktstörungen gegen Masse und einen X-Kondensator quer zu beiden Leitungen zur Unterdrückung von

differentiellen Störungen. Kompliziertere Filterungstechniken können auch unter Verwendung mehrerer Drosseln, Kondensatoren und Ferritelementen aufgebaut sein. Welche Lösung auch immer angewandt wird, die Gesamtzahl und besonders der Preis der Entstörbaulemente erhöht sich beträchtlich mit der Größe des Motors. Bei einem Billig-Gleichstrommotor kann eine effektive Filterlösung, die den neuesten Spezifikationen entspricht, soviel kosten wie der Motor selbst – eine wenig bekannte Tatsache in der hochgradig wettbewerbsorientierten Automobilindustrie. Einige Automobilhersteller wollten sogar vollkommen unentstörte Motoren einbauen, um diesem Problem aus dem Wege zu gehen, mit der Zunahme kritischer Elektronik jedoch kommt eine solche Möglichkeit immer weniger in Betracht. Außerdem bedeutet die außergewöhnlich Breitbandcharakteristik dieser Störungen, dass diese Lösungen, selbst wenn sie verwendet werden, insgesamt kaum zum Erfolg führen.

Die ersten Gedanken an X2Y als eine Filterlösung entstanden zu Beginn der 1990-er Jahre. Umgesetzt wurde sie dann in der Multilayer-Keramiktechnologie im Jahre 1997, man nahm die Standard-Multilayer-Technologie und setzte drei geerdete Abschluss Elektroden zwischen jede Platte (**Bild 1**). Dadurch entsteht eine interne Struktur von drei Kondensatoren in einem gemeinsamen Keramikgehäuse, mit dem Ergebnis zweier identisch geschirmter Kondensatoren gegen Masse (Y-Kondensatoren) und einem dritten geschirmten Kondensator (X-Kondensator).

Mit einem X2Y-Kondensator bekommt man daher ein einziges Bauelement, das in der Lage ist, gleichzeitig sowohl Gleichtakt- als auch differentielle Störungen zu unterdrücken. Im Gegensatz zu einer Lösung, die diskrete X- und Y-Kondensatoren verwendet, ist der X2Y-Kondensator zudem auch

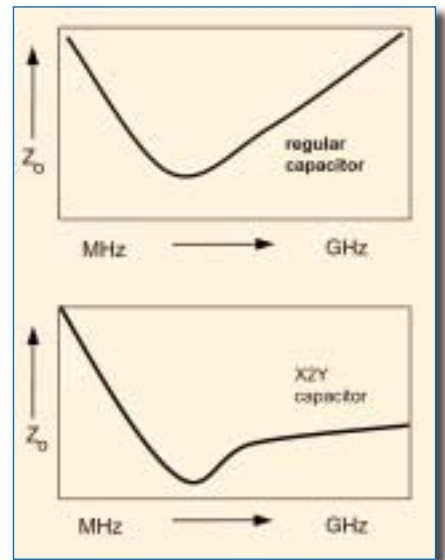


Bild 2: Niedrige Selbstinduktivität ist verantwortlich für die hervorragenden Breitbandfilterungscharakteristiken beim X2Y.

ein perfekt ausbalanciertes Bauteil. Beide Y-Kondensatoren sind identisch, um für ein Maximum an Gleichtaktstörungs-Unterdrückung zu sorgen.

Darüber hinaus jedoch schirmen die zusätzlich geerdeten Elektroden die energiegeladenen Elektroden des Kondensators ab, wodurch in der Tat ein Faradayscher Käfig entsteht, der die induktiven und kapazitiven parasitären Anteile innerhalb der Struktur festhält. Überdies vermindert die interne Architektur, welche die geerdeten Elektroden und die seitlichen Anschlüsse einschließt, erheblich die Abmessungen der Stromschleifen innerhalb des Dielektrikums und somit die Selbstinduktivität des Kondensators. Aus diesem Grund ergibt die X2Y-Struktur tatsächlich den 'perfekten Kondensator' praktisch ohne jede parasitäre Anteile und sehr niedriger Selbstinduktivität – wobei die letztere insbesondere die Resonanzfrequenz anhebt und dem Kondensator seine hervorragenden Breitbandfilterungscharakteristiken verleiht (**Bild 2**).

Die dadurch entstehenden Vorteile werden besonders bei Gleichtaktstörungen deutlich, bei denen der X2Y-Kondensator bei weitem alle anderen Filterlösungen übertrifft. Obwohl sich diese Vorteile nicht auf die differentielle Störungen auswirken, bietet selbst hier ein X2Y-Kondensator eine Filterlösung, die mindestens so gut ist, wie die beste Lösung unter Verwendung von MLCCs (Multilayer Ceramic Capacitor) mit geringer Induktivität.

Für die Hersteller von Elektromotoren dürfte sich das gut anhören, da es ihnen ermöglicht wird, ihren Kunden in der Automobilindustrie Gleichstrommotoren eine preiswerte Filterlösung anzubieten, die voll deren Spe-

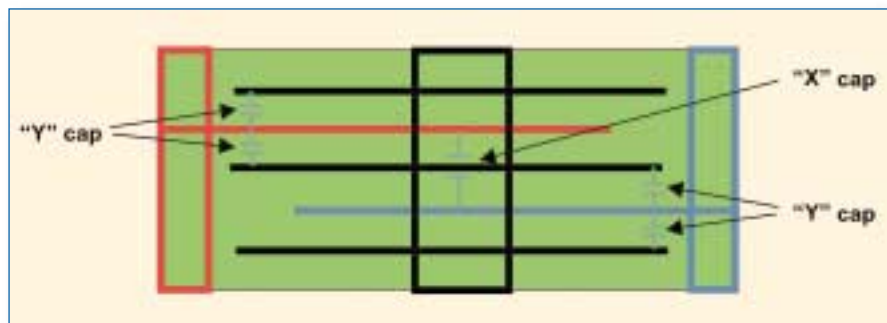


Bild 1: Ein X2Y-Kondensator bietet eine Kombination von X- und Y-Kondensatoren in einem gemeinsamen Gehäuse

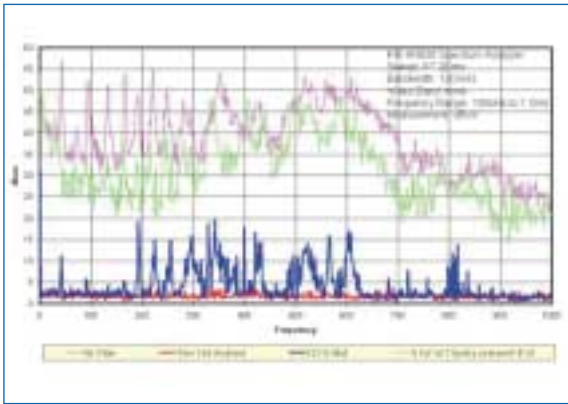


Bild 3: Scheibenwaschanlagen-Pumpe im Vergleichstest der Abstrahlungen – X2Y-Kondensator gegenüber mehreren Filterbauteilen.

zifikationen entspricht. Eine Lösung zudem, die eine beträchtliche Anzahl von Filterbauelementen überflüssig macht, darunter (Film-) Kondensatoren, Drosselspulen und selbst die relativ teuren Varistoren (**Bild 3** und **Bild 4**). Bei vielen der Großunternehmen der Automobilindustrie, darunter Firmen wie etwa Chrysler und General Motors, wird diese Technologie jetzt in einem positiven Licht gesehen, wobei man sogar soweit geht, diese den Zulieferern zu empfehlen. Es kann kaum Zweifel daran herrschen, dass dort, wo eine Breitbandfilterung in Betracht kommt, dieses die Technologie der Zukunft sein wird.

Serienproduktion

Mehrere Bauelementezulieferer arbeiten derzeit mit dieser Technologie unter Lizenz vom X2Y-Erfinder Attenuators LCC. Einer der jüngst hinzugekommenen und der erste Hersteller größerer Mengen ist als Lizenznehmer der Hersteller Diskreter Keramik Phycomp. Das Unternehmen stand mit mehreren führenden Kraftfahrzeugherstellern im Gespräch und hat bereits in großem Rahmen mit der Herstellung von X2Y-Kondensatoren begonnen.

Phycomp's Eintritt wird als eine wichtige Entwicklung für die X2Y-Produkte angesehen, welche bisher nur in begrenzten Stückzahlen durch Spezialfirmen hergestellt wurde. Die Massenfertigungskapazität des Unternehmens sichert die Verfügbarkeit dieses Produkts in großen industriellen Dimensionen. Phycomp fertigt die Produkte in der preiswerten Basismetall-Elektroden-(BME)-Technologie statt mit den kostspieligeren Edelmetall-Elektroden.

Phycomp fertigt seine X2Y-Produktpalette in seinen Fabriken in Roermond, Niederlande und in Szombatheley, Ungarn. Phycomp produziert sie sowohl in der firmeneigenen BME-Technologie, bietet aber auch eine Reihe von NP0-, X7R- und Y5V-Dielektrika und Größen von 0603 (1,6 x 0,8 mm) bis zu 1812 (4,5 x 3,2 mm) an.

Phycomp betrachtet die X2Y-Technologie als eine logische Erweiterung des umfang-

reichen Multilayer-Kondensator-Angebots, das derzeit sowohl Hochfrequenz-, Niedriginduktivitäts- und Mikrowellen-MLCCs als auch Hochkapazitäts- und Hochspannungs-MLCCs umfasst. Als Spezialist in der Multilayer-Keramik-Technologie, freut sich Phycomp uns sehr über X2Y. Zum jetzigen Zeitpunkt bietet die Firma den Kunden eine Lieferzeit zwischen zehn bis zwölf Wochen, man erwartet jedoch, Anfang nächsten Jahres diese Zeit auf sechs bis acht Wochen verkürzen zu können.

Der Eintritt eines Massenfertigers wie Phycomp in dieses Feld wird zweifellos dabei helfen, die schnelle Akzeptanz der X2Y-Technologie zu stimulieren, indem diese Produkte auf einer weltweiten Basis umgehend lieferbar gemacht werden. Es bleibt jetzt nur den Herstellern der Elektromotoren

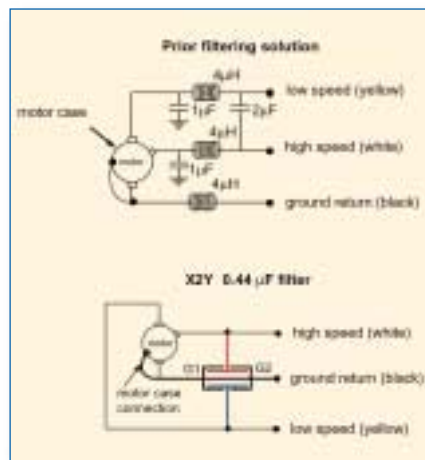


Bild 4: In einem Dreibürsten-Scheibenwischermotor sinkt durch die Verwendung eines X2Y-Kondensators die Bauteileanzahl zur Entstörung von 6 auf.

überlassen, speziell denen, welche die Automobilindustrie beliefern, die Vorteile zu erkennen, die diese Technologie zu bieten hat – einschließlich der höchst effektiven Breitband-Störunterdrückung, weniger benötigte Bauteile sowie leichtere, kompaktere und preiswerte Entstörlösungen. Vorteile, die ohne Zweifel den Motorherstellern einen wichtigen Vorsprung gegenüber dem Automobil-Zuliefererwettbewerb verleihen werden.