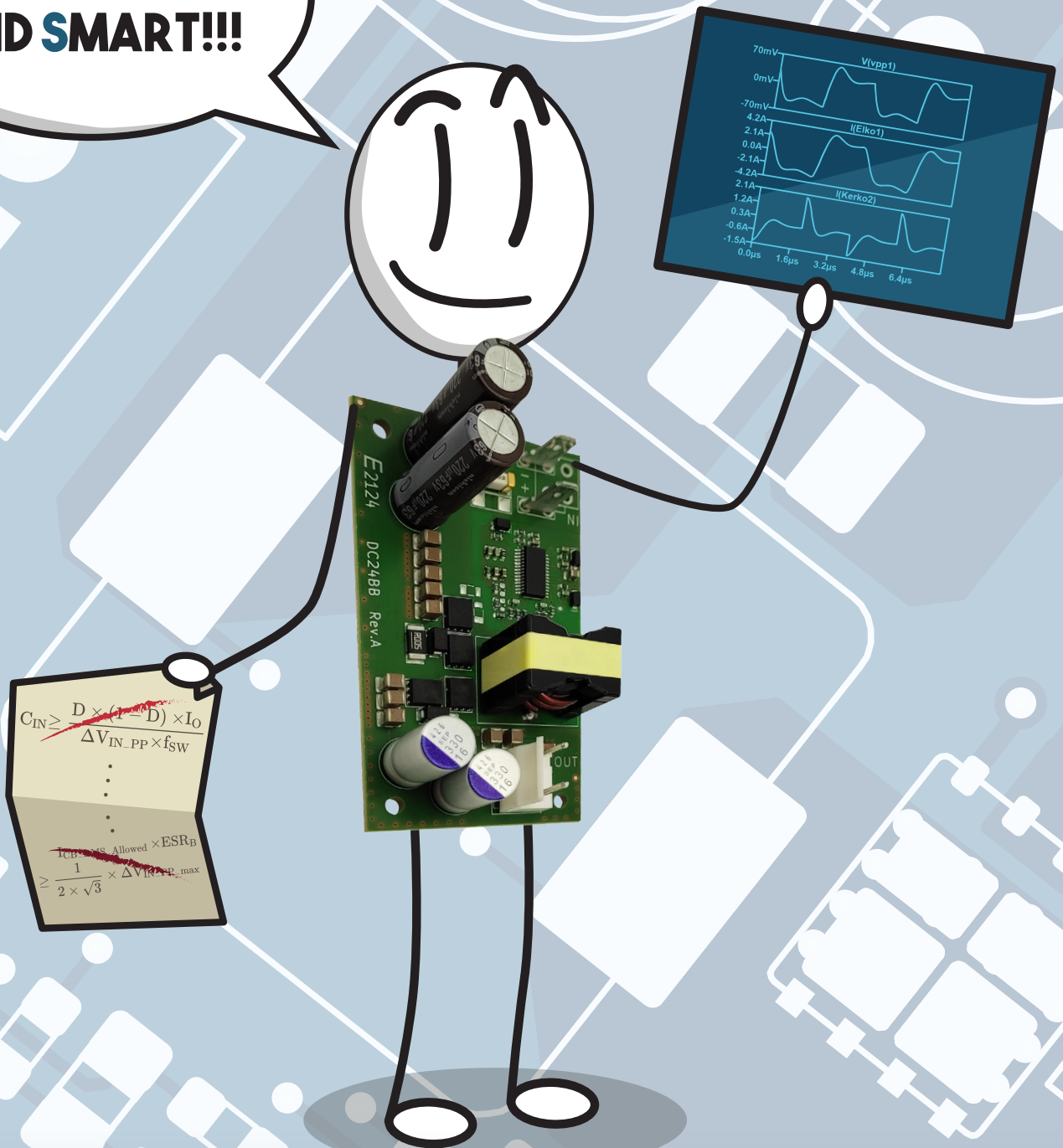


KEEP IT SIMPLE AND SMART!!!



SMARTER KONDENSATORAUSWAHL BEI SCHALTNETZTEILEN

MIT IMPEDANZMESSUNGEN UND SPICE-SIMULATIONEN KÖNNEN AUF EINE EINFACHE UND SMARTER WEISE DIE IDEALEN KONDENSATOREN FÜR DIE APPLIKATION AUSGEWÄHLT WERDEN.



Auswahl der Eingangs- und Ausgangskondensatoren von DCDC-Wandlern mit Impedanzmessungen und SPICE-Simulationen.

Im Rahmen der Masterarbeit „Entwurf, Simulation und Evaluation eines digital konfigurierbaren Four-Switch Buck-Boost Wandlers“ von Markus Böhmisch wurden die Eingangs- und Ausgangskondensatoren mit Impedanzmessungen und SPICE-Simulationen ausgewählt. Das Ziel dieser Methode ist es, bei der Dimensionierung eine zuverlässige Vorhersage über die zu erwartende Amplitude und Form der Restwelligkeit zu treffen sowie zur Stromaufteilung zwischen den Kondensatoren.

Am Eingang und Ausgang von DCDC-Wandlern werden üblicherweise mehrere Kondensatortechnologien verwendet. Als Stützkondensatoren werden häufig Aluminium-Elektrolytkondensatoren eingesetzt, da diese eine hohe spezifische Kapazität gegenüber Keramik- oder Folienkondensatoren besitzen. Da aber die Ripplestrombelastbarkeit der Aluminium- Elektrolytkondensatoren zu gering ist, werden zusätzlich noch Keramik Kondensatoren eingesetzt.

Der Ersatzserienwiderstand (ESR) wird in den Datenblättern üblicherweise bei einer Frequenz von 120 Hz oder 100 kHz und einer Temperatur von 20° C angegeben. Da die Schaltfrequenz und die Temperatur bei DCDC-Wandlern deutlich höher sind, wurde eine Messung mit einem Impedanz-Analysator durchgeführt. Von den vorausgewählten Kondensatoren wurde der Ersatzserienwiderstand sowie die parasitäre Induktivität ermittelt. Hierbei wurde die Temperaturabhängigkeit der Aluminium-Elektrolytkondensatoren und die Spannungsabhängigkeit der Keramik Kondensatoren berücksichtigt. Mit den Messergebnissen wurde eine SPICE-Simulation der Kondensatorbank erstellt. Für die Simulation wurde der ideale Strom durch die Parallelschaltung bei der gegebenen Applikation mit einer Stromquelle simuliert.

Bei den eingesetzten Aluminium- Elektrolytkondensatoren (Becher mit $D = 10$ mm) lag die Resonanzfrequenz bei 170 kHz und somit 55 kHz unterhalb der Schaltfrequenz. Die parasitäre Induktivität lag im Bereich von 3 bis 5 nH. Der ESR lag bei den vermessenen Kondensatoren zwischen 6 und 120 m Ω . Bei einem hohen ESR kann eine vereinfachte Parallelschaltung aus dem ESR der Aluminium- Elektrolytkondensatoren und der Kapazität der Keramik Kondensatoren angenommen werden, da die Impedanz der parasitären Induktivität vernachlässigbar klein ist. Bei einem niedrigen ESR muss zusätzlich die parasitäre Induktivität der Aluminium- Elektrolytkondensatoren berücksichtigt werden.

Da die Resonanzfrequenz der verwendeten Aluminium-Elektrolytkondensatoren kleiner als die Schaltfrequenz des DCDC-Wandlers ist, haben die parasitären Eigenschaften einen signifikanten Einfluss auf die Impedanz des Kondensators. Durch die Simulation mit den realen Werten konnte die Amplitude der Restwelligkeit und die Stromaufteilung vorab simuliert werden. Mit den Simulationsergebnissen wurde die Temperaturentwicklung und Lebensdauer der Kondensatoren ermittelt. Des Weiteren wurden mit einer Fourier-Transformation Vorhersagen bezüglich der zu erwartenden EMV-Abstrahlung getroffen.

Die Masterarbeit wurde in Kooperation mit der Firma Elec-Con technology GmbH durchgeführt. Die Firma Elec-Con, mit Sitz in Passau ist ein europaweit anerkannter und etablierter Spezialist für die Entwicklung von kundenspezifischer Elektronik. Ihre Kompetenzen liegen vor allem im Bereich der Netzteiltechnik, Embedded Solutions, sowie allgemeiner Steuerungs- und Leistungselektronik.

An dieser Arbeit sind die folgenden Personen beteiligt:



Markus Böhmisich studierte Elektro- und Informationstechnik an der Technischen Hochschule Deggendorf, an welcher er anschließend in Kooperation mit der Firma Elec-Con technology GmbH den Masterstudiengang Applied Research in Engineering Sciences absolvierte. Seit Oktober 2021 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der THD und Entwicklungsingenieur bei der Firma Elec-Con technology GmbH.



Andreas Federl studierte Elektro- und Informationstechnik an der Technischen Hochschule Deggendorf, an welcher er den Masterstudiengang Applied Research in Engineering Sciences absolvierte. Seit 2018 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter und arbeitet an verschiedenen Forschungsprojekten der THD. Schwerpunktmäßig beschäftigt er sich mit Forschung- und Entwicklung im Bereich der Stromversorgungstechnik und des Energy Harvestings.



Martin Sulzinger studierte Elektro- und Informationstechnik an der Technischen Hochschule Deggendorf und ist seit 2012 bei der Firma Elec-Con technology GmbH als Hardwareentwickler beschäftigt. Er entwirft, designt und evaluiert dort kundenspezifische Lösungen sowie Eigenentwicklungen. Er betreut auch das dortige EMV Labor und unterstützt Kunden bei der Zertifizierung, sowie beim Übergang in die Serienfertigung in den Bereichen Design for Manufacturing und Testing.



Dieter Bauernfeind studierte Nachrichtentechnik an der Georg-Simon-Ohm Hochschule in Nürnberg. Nach unterschiedlichen Aufgaben in verantwortlichen Positionen in der Industrie- und Automobilelektronik gründete er 2005 die Elec-Con technology GmbH. Er arbeitet mit seinem Team im Rahmen von Industrie- und Forschungsprojekten fortwährend an Konzeption und Optimierung von Treibern und Stromversorgungsgeräten



Prof. Dr. Robert Bösnecker ist Leiter des „Projektlabor für hardwarenahe Digitalisierung“ der Fakultät EMT und ausgewiesener Spezialist u.a. für Schwingungsanalyse, Automatisierungstechnik, Signalverarbeitung und Realisierung komplexer eingebetteter Systeme.