


Schaltnetzteile – Simulation und Regelung mit LTSpice

Stabilitätsprobleme methodisch lösen

Beginn: 13.04.2027 - 09:30 Uhr	 Ostfildern	Veranstaltungsnr.: 33558.00.020	Präsenz EUR 1.440,00 (MwSt.-frei)
Ende: 15.04.2027 - 17:30 Uhr		Leitung <u>Dipl.-Ing. Horst Edel</u>	Mitgliederpreis ⓘ EUR 1.296,00 (MwSt.-frei)
Dauer: 3,0 Tage		Ingenieurbüro Edel	

in Zusammenarbeit mit:



BESCHREIBUNG

Stabilitätsprobleme sind bei Schaltnetzteilen keine Seltenheit. Wenn sie erst bei der Inbetriebnahme bemerkt werden, ist die Behebung sehr zeitaufwändig und teuer. Effektiver ist es, Stabilitätsbetrachtungen bereits bei den ersten Simulationen durchzuführen.

Ein Schaltnetzteil sollte jedoch nicht nur stabil arbeiten, sondern auch noch andere Eigenschaften, wie beispielsweise eine minimale Stördämpfung, besitzen. Um solche Forderungen zu erfüllen, sollten sie schon bei den ersten Simulationen berücksichtigt werden. Dafür werden Entwurfsmethoden vorgestellt, die es auf einfache Art erlauben, für eine gewünschte Wandlertopologie passende Regler zu entwerfen.

Zu praktisch jedem Schaltnetzteil gehört ein Eingangsfiler zur Sicherstellung der EMV. Bei neueren Schaltungstopologien werden häufig mehrere Wandler in Reihe geschaltet, um effizient kleine Ausgangsspannungen zu erhalten. Hierbei ergibt sich das Problem, dass Wandler, die für sich alleine stabil arbeiten, in diesen Anordnungen Stabilitätsprobleme haben können.

Das dreitägige Seminar zeigt, wie all diese Stabilitätsprobleme mit einer einzigen, anschaulichen Methode gelöst werden.

Ziel der Weiterbildung

Am ersten Tag wird an einem Beispiel gezeigt, wie man das Mittelwertmodell eines Schaltnetzteils erstellen kann. Zusätzlich vermittelt er viel praktisches Wissen zur erfolgreichen Simulation von Schaltnetzteilen. Darauf aufbauend wird am zweiten Tag etwas Theorie und sehr viel praktisches Wissen zur erfolgreichen Regelung von Schaltnetzteilen vermittelt. Am dritten Tag werden Lösungsmöglichkeiten zur

Stabilisierung von Reihenschaltungen gezeigt. Dafür wird ein spezielles Programm, der NYQUIST Tester, verwendet.

Methodik und Unterlagen

Das Seminar besteht zum großen Teil aus einem Praktikum am PC, bei dem die Teilnehmer Simulationen an einem Schaltnetzteil mit LTSpice unter Anleitung selbst durchführen. Die Teilnehmer erhalten nicht nur alle vorgestellten Modelle und Simulationen auf CD, sondern auch den auf jedem Windows® Rechner lauffähigen NYQUIST Stabilitätstester.

IMMER TOP!

Unser Qualitätsversprechen



Seit über 65 Jahren gehört die Technische Akademie Esslingen (TAE) mit Sitz in Ostfildern – nahe der Landeshauptstadt Stuttgart – zu Deutschlands größten Weiterbildungs-Anbietern für berufliche und berufsvorbereitende Qualifizierung im technischen Umfeld. Unser Ziel ist Ihr Erfolg. Egal ob Seminar, Zertifikatslehrgang oder Fachtagung, unsere Veranstaltungen sind stets abgestimmt auf die Bedürfnisse von Ingenieuren sowie Fach- und Führungskräften aus technisch geprägten Unternehmen. Dabei können Sie sich stets zu 100 Prozent auf die Qualität unserer Angebote verlassen. Warum das so ist?

PROGRAMM

Dienstag, 13. April 2027

9:30 bis 12:30 und 14:00 bis 17:30 Uhr

Effektive Simulation von Schaltnetzteilen mit LTSpice

Mit Hilfe einer einfach anzuwendenden Linearisierungsmethode wird gezeigt, wie man mit SPICE, bei vernünftigen Rechenzeiten, zu aussagekräftigen Ergebnissen im Zeit- und Frequenzbereich gelangen kann. Es werden Linearmodelle von Pulsweitenmodulatoren (PWMs) vorgestellt, die die Simulation eines Schaltnetzteils mit und ohne Stromschleife (current loop) ermöglichen.

LTSpice bietet die Möglichkeit, ohne Linearmodelle, direkt aus dem Zeitbereichsverhalten, Frequenzgänge zur Stabilitätsbeurteilung zu berechnen. Diese Methode, mit all ihren Vor- und Nachteilen, wird im Seminar ausführlich behandelt und diskutiert. Anhand eines Beispiels wird die Regelschleife eines Schaltnetzteils entworfen und simuliert. Hierbei wird gezeigt, wie man die offene Schleife, das Führungs- und Störverhalten und die Ausgangsimpedanz darstellen kann.

Abschließend wird ein Ausblick gegeben, wie diese Methode auch auf andere Topologien wie Sperrwandler, Aufwärtswandler mit sinusförmiger Stromaufnahme und LLC-Resonanzwandler angewendet werden kann.

Mittwoch, 14. April 2027

9:30 bis 12:30 und 14:00 bis 17:30 Uhr

Effektive Regelung von Schaltnetzteilen mit LTSpice

Um bei einer Schaltnetzteilentwicklung entscheiden zu können, ob eine analoge oder digitale Regelung sinnvoll ist, muss man die Vor- und Nachteile beider Techniken kennen. Dazu werden analoge und digitale Spice-Modelle der drei Reglervarianten I, PI und PID zur Verfügung gestellt. Sie errechnen, bei Vorgabe von Verstärkung, Eckfrequenzen und Phasenhub, die zur Realisierung nötigen Widerstands- und Kondensatorwerte bzw. die Zeitkonstanten. Am Beispiel eines Sperrwandlers wird ausführlich gezeigt, wie man Regelschleifen für Schaltnetzteile dimensionieren kann und damit in die Lage versetzt wird, das vollständige dynamische Verhalten schon vor dem ersten Aufbau zu kennen und zu optimieren. Der Teilnehmer lernt, wie man geradlinig vorgeht, um Regelkreise mit und ohne Stromschleife systematisch auszulegen. Dazu wird gezeigt, wie man auch ohne Stromschleife ein System gezielt dämpfen kann. Abschließend wird noch eine Optimierung des Führungsverhaltens vorgestellt.

Donnerstag, 15. April 2027

9:30 bis 12:30 und 14:00 bis 17:30 Uhr

Lösung von Stabilitätsproblemen bei Schaltnetzteilen mit LTSpice

Regelkreisstabilität ist bei jedem Schaltnetzteil ein nicht zu unterschätzendes Problem. Nur wenn der Regler richtig ausgelegt ist, kann das Schaltnetzteil im gesamten Arbeitsbereich stabil arbeiten.

Moderne Stromversorgungen werden immer häufiger aus niedrigen Eingangsspannungen mit relativ hohen Strömen betrieben. Das hat zur Folge, dass die negative Eingangsimpedanz der Wandler klein wird. Es kommt deshalb häufig zu Stabilitätsproblemen, wenn diesen Wandlern ein Eingangsfilter vorgeschaltet ist. Bei konservativen Lösungen wird dafür gesorgt, dass die Ausgangsimpedanz des Filters im gesamten Frequenzbereich kleiner bleibt als die Eingangsimpedanz des Wandlers. Bei einigen Anwendungen, wie beispielsweise im Luftfahrtbereich, ist es aber nicht immer möglich, die Filterimpedanz niedrig genug zu halten, da beim 400Hz Bordnetz nur relativ kleine Kapazitäten verwendet werden dürfen.

Bei neuen Schaltungstopologien werden häufig mehrere Wandler in Reihe geschaltet, um kleine Ausgangsspannungen zu erhalten. Hierbei ergibt sich das Problem, dass Wandler, die für sich alleine stabil arbeiten, in dieser Anordnung Stabilitätsprobleme verursachen können.

Es hat sich gezeigt, dass die drei genannten Problematiken mit derselben Theorie

behandelt werden können. Das geeignete Hilfsmittel dazu ist der NYQUIST Stabilitätstester.

TEILNEHMER:INNENKREIS

Das Seminar richtet sich an Ingenieure und Techniker, die sich für fortschrittliche, rechnergestützte Entwürfe von Schaltnetzteilen und Regelkonzepten interessieren und die erforderlichen Grundkenntnisse in konzentrierter Form erwerben wollen.

REFERENT:INNEN



Dipl.-Ing. Horst Edel
Ingenieurbüro Edel

Weitere Veranstaltungen

[Effektive Entstörung von Schaltnetzteilen mit Abstrahlung](#)

VERANSTALTUNGSORT UND HOTEL

Technische Akademie Esslingen
An der Akademie 5
73760 Ostfildern



[Anfahrt](#)

Die TAE befindet sich im Südwesten Deutschlands im Bundesland Baden-Württemberg – in unmittelbarer Nähe zur Landeshauptstadt Stuttgart. Unser Schulungszentrum verfügt über eine hervorragende Anbindung und ist mit allen Verkehrsmitteln gut und schnell zu erreichen.

Hotelübernachtung benötigt?

Über den nachfolgenden Link finden Sie nahegelegene Hotels in direkter Umgebung zu TAE-Konditionen:

[Hotelbuchung](#)

GEBÜHREN UND FÖRDERMÖGLICHKEITEN

Die Teilnahme beinhaltet [Verpflegung](#) sowie ausführliche Unterlagen.

Preis:

Die Teilnahmegebühr beträgt:

1.440,00 € (MwSt.-frei)

Fördermöglichkeiten:

Bei einem Großteil unserer Veranstaltungen profitieren Sie von bis zu 70 % Zuschuss aus der [ESF-Fachkursförderung](#).

Bisher sind diese Mittel für den vorliegenden Kurs nicht bewilligt. Dies kann verschiedene Gründe haben. Wir empfehlen Ihnen daher, Kontakt mit unserer [Anmeldung](#) aufzunehmen. Diese gibt Ihnen gerne Auskunft über die Förderfähigkeit der Veranstaltung.

Weitere Bundesland-spezifische Fördermöglichkeiten finden Sie [hier](#).

Inhouse Durchführung:

Sie möchten diese Veranstaltung firmenintern bei Ihnen vor Ort durchführen? Dann fragen Sie jetzt ein individuelles [Inhouse-Training](#) an.