



(Bild: Daimler)

Stromversorgung für Aktivantennen in Audiosystemen

Im Zeitalter der heutigen Vernetzung stellt der Verbraucher hohe Ansprüche an Fahrzeug-Infotainment-Systeme. Audiosysteme in Fahrzeugen verfügen beispielsweise über Aktivantennen, um das empfangene Rundfunksignal zu verstärken und die Audioqualität für die Fahrzeuginsassen zu verbessern. Damit sich ein einwandfreier Betrieb sicherstellen lässt, spielt die Stromversorgung eine wichtige Rolle.

Von Kieran McDonald

In der Vergangenheit bestand eine Radioantenne aus passiven Empfangsbauteilen, wobei das Signal direkt über die Verkabelung an die Audio-Head-Unit (AHU) geleitet wurde. In einigen Fällen befand sich diese Einheit nicht in unmittelbarer Antennen-nähe. Dadurch ergaben sich Signalverluste eines möglicherweise ohnehin schon schwachen Signals, das zusätzlich noch Störungen ausgesetzt war. Im Vergleich dazu benutzt eine Aktivantenne einen integrierten Verstärker in Kombination mit passiven Empfangselementen. Damit wird nicht nur das empfangene Signal verstärkt, sondern es steht darüber hinaus ein rauscharmes und verzerrungsfreies Ausgangssignal sowie eine Impedanz-Anpassung

zur Verfügung. Der Verstärker benötigt eine Energieversorgung, die in der Regel durch die AHU oder das Infotainment-System bereitgestellt wird. Das erfolgt entweder über eine eigene Stromversorgungsleitung oder über das HF-Antennenkabel selbst, auch Phantom-speisung genannt.

Bei dieser Stromversorgung kann es sich um eine geregelte Versorgung, um eine geschützte Batterieversorgung oder um eine reine Batterieversorgung handeln – je nach Anforderung des Aktivantennen-Verstärker-ICs. Bei dieser Versorgung können verschiedene Szenarien entstehen: Beispielsweise kann eine fehlerhafte Fahrzeugmontage oder -wartung zu einer Trennung der Last von der Versorgung oder zu

einem Kurzschluss gegen Masse oder gegen die Batterie führen. Aus diesem Grund muss die Stromversorgung den Lastzustand erkennen, damit das System entscheiden kann, ob es innerhalb der erforderlichen Parameter arbeitet oder ob ein Fehlerzustand vorliegt. Die meisten Fahrzeughersteller setzen diese Funktion voraus. Das System muss zwischen Fehlerarten unterscheiden können und einen Fehlerdiagnose-Code auf dem Audio-Display oder dem Multifunktions-Display (MFD) ausgeben, damit eine ordnungsgemäße Montage oder Wartung erfolgt.

Spannungsregler mit Strombegrenzung, wie sie On Semiconductors mit dem NCV47700 und dem NCV47701 im Portfolio hat, wurden für diese Anforderungen entwickelt: Sie messen den Strom am Ausgang und stellen einen gespiegelten Stromreferenz Ausgang sowie eine linear geregelte Ausgangsspannung bereit, wobei der Eingang von Seiten der Autobatterie erfolgen kann (Bild 1).

Stromspiegel integriert

Spannungsregler mit Strombegrenzung nutzen einen integrierten Stromspiegel, über den sich Fehlerzustände

in der Last diagnostizieren lassen. Das spielt vor allem bei der Fahrzeugmontage eine wichtige Rolle, weil hier das Risiko besteht, dass die AHU, die Aktivantenne oder die Verkabelung zwischen beiden fehlerhaft oder falsch angeschlossen ist. Damit besteht die Gefahr, dass der Ausgang des Spannungsreglers mit Strombegrenzung (U_{OUT}) gegen Masse kurzgeschlossen ist, sich im Leerlauf befindet oder mit der Batterie kurzgeschlossen ist. Der Stromspiegel weist über seinen Strommessausgang (IS) einen Spiegelstrom auf, der im festen Verhältnis – 1:100, ± 10 Prozent – zum Laststrom steht; als Spannung (U_{IS}) über einen Festwiderstand R_{IS} gegen Masse wird er überwacht, was über einen A/D-Wandler möglich ist. Der Widerstandswert R_{IS} gibt ebenfalls den Stromgrenzwert vor. Durch die Überwachung von I_S kann der Stromspiegel zwischen offenen Schaltkreisen, Kurzschlüssen gegen Masse und normalen Betriebsbedingungen unterscheiden.

Bei einem Kurzschluss gegen Masse fällt die Lastimpedanz auf Null oder geht nahe Null, wobei der Laststrom ansteigt, den extern eingestellten Stromgrenzwert überschreitet und die Ausgangsspannung entsprechend ab-

nicht überschreitet. Wird der TSD-Grenzwert überschritten, schaltet sich der Regler selbst ab, bis der Grenzwert wieder entsprechend gesunken ist.

Bei offener Last fällt der Laststrom auf Null oder tendiert gegen Null. U_{IS} sinkt dann ungefähr auf Massepotenzial, wobei garantiert ist, dass I_S nicht größer als 10 μA wird. Ein Kurzschluss gegen die Batterie kann über den U_{IS} -Ausgang nicht direkt diagnostiziert werden. Der Baustein ist aber gegen Zustände geschützt, bei denen U_{OUT} gegen die Batterie kurzgeschlossen ist – und zwar sowohl im Betriebs- als auch im Ruhezustand.

Vorteile im Überblick

Der Strom-Limit-Linearregler stellt eine Alternative zu diskreten Schaltkreisen oder High-Side-Schaltern dar; er weist im Vergleich dazu erhebliche Vorteile auf. Ein herkömmlicher Diagnose- und Schutzschaltkreis kann aus über 20 diskreten Bauteilen bestehen, was auch die entsprechenden Montagekosten und Fehlermöglichkeiten mit sich bringt. Außerdem werden wertvolle Ressourcen des Mikrocontrollers in Anspruch genommen, was die Befehls- und Steuerungsebene betrifft. Der alternative Spannungsregler mit Strombegrenzung (Bild 2) ist ein einziges IC mit sieben externen Kleinsignalbauteilen. Weil es sich um ein IC handelt, wurden die Prozessparameter sorgfältig überprüft, beispielsweise die Strombegrenzungs-Genauigkeit und das Stromspiegel-Verhältnis, was die

Einführung einer Fehlerstrategie, Fehlererkennungs-Grenzwerte und Worst-Case-Analyse mit Hilfe des Stromabtaust-Ausgangs vereinfacht.

Eine genaue und justierbare Ausgangsspannungsregelung sowie gut definierte Grenzwerte für die Schleifenstabilität bedeuten, dass sich der voll geschützte Ausgang auf eine Ziel-Ausgangsspannung einstellen lässt. Diese bezieht sich auf die Eingangsbedingungen des Aktivantennen-Verstärkers – mit einer Regelschleife, die mit einem kosteneffizienten Ausgangskondensator mit Standard-ESR ausgestattet ist. Das steht im kompletten Gegensatz zu einer High-Side-Switch-Ausgangsspan-

nung, die sich nicht regeln lässt und proportional zur Eingangsquelle ansteigt und abfällt – hier als Beispiel die Autobatterie. Der NCV47700/1 verfügt über eine justierbare Ausgangsspannung, die sich über einen externen Widerstandsteiler zwischen 5 und 20 V einstellen lässt. Der NCV47700 hat dabei eine Ausgangsspannungstoleranz von $\pm 6\%$, der NCV477001 von $\pm 3\%$.

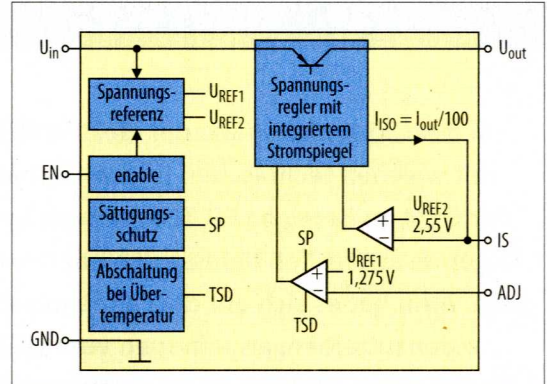


Bild 2. Blockschaltung des NCV47700/1, eines Spannungsreglers mit Strombegrenzung.

(Bilder: On Semiconductor)

Der Ausgang ist stabil mit einem 22- μF -Standard-ESR-Kondensator.

Die hohe Flexibilität in Hinsicht auf die Schaltkreis-Programmierung, wie sie in einem diskreten Design üblich ist, lässt sich durch den Spannungsregler mit Strombegrenzung erzielen, der über programmierbare Ausgangsspannungs- und -stromgrenzwerte sowie eine IC-Enable-Funktion verfügt. Der NCV47700/1 weist einen extern einstellbaren Stromgrenzwert auf, der zwischen 10 und 350 mA über einen Widerstand gegen Masse justierbar ist. Die Strombegrenzung ist zwischen 10 und 100 mA auf ± 10 Prozent genau, zwischen 100 und 350 mA ist sie auf $\pm 20\%$ genau.

Die Bausteine NCV47700 und NCV47701 sind im SOIC-8- und SOIC-8-EP-Gehäusen (Exposed Pad) untergebracht. Die Eingangs- und Enable-Pins können ISO-7637-2-Load-Dump-Pulsen (5b) bis zu 45 V (Spitze) widerstehen.

eck

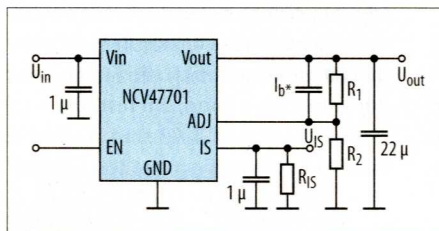


Bild 1. Implementierung des Spannungsreglers mit Strombegrenzung – NCV47701.

fällt. Dabei steigt U_{IS} auf die obere Grenze von 2,55 V. Der sekundäre Schutz lässt sich durch einen zweiten Stromgrenzwert erzielen, der auf einen internen Wert von 400 mA festgelegt ist. Dabei ergibt sich ein schnelleres Regelschleifenverhalten als beim programmierten Stromgrenzwert, was eine Strombegrenzung beim Einschalten garantiert. Ein weiterer Schutz umfasst den Temperatur-Grenzwert, der über ein Temperatur-Messbauteil (Thermal Sensing Device, TSD) überwacht wird. Dieses befindet sich neben dem linearen Stellelement des Reglers und stellt sicher, dass die maximale Sperrschichttemperatur $T_{J(max)}$ den Wert von 150 °C



Kieran McDonald

ist seit 11 Jahren als Staff-Field-Applications- und Systemingenieur bei On Semiconductor tätig. Er hat an der Universität Bolton (UK) studiert und mit dem M.Sc. im

Bereich Advanced Microelectronics abgeschlossen.