Operationsverstärker

EMI-Immunität reduziert HF-Störungen

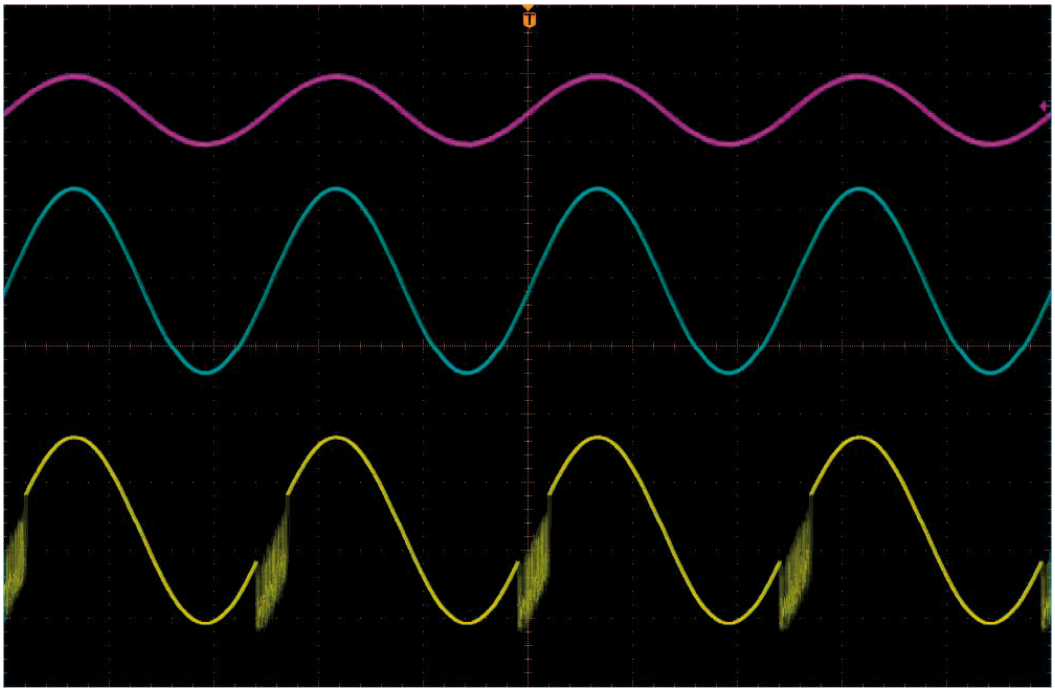

Bild 1: Bei 1,8 GHz zeigt der NJU7755X von NJR (blau) einen um 40 dB besseren EMIRR-Wert als vergleichbare Produkte (Quelle: NJR)

Operationsverstärker müssen auch in rauen Betriebsumgebungen beste Performance bieten und zuverlässig arbeiten.

Thomas Bolz
Product Sales Manager
Analog, Rutronik
www.rutronik.de

Also muss vagabundierende Hochfrequenz-Störstrahlung und z.B. der daraus resultierende DC-Offset in OpAmps reduziert bzw. vermieden werden. Da ist es am besten, gleich mit Produkten zu arbeiten, die von Hause aus auf hohe EMI-Immunität (Electromagnetic Interference) entwickelt wurden.

Die Störfestigkeit von Systemen für analoge Signalverarbeitung ist zu einem wichtigen Design-Kriterium geworden und inzwischen ebenso relevant wie der Versorgungsspannungsdurchgriff (PSRR, Power Supply Rejection Ratio), die Gleichtaktunterdrückung (CMRR, Common Mode Rejection Ratio), der Gesamtklirrfaktor plus Rauschen (THD+N, Total Harmonic Distortion plus Noise) und das Signal/Rausch-Verhältnis (SNR, Signal to Noise Ratio).

Problembewusstsein

Denn die Störstrahlungen nehmen weiter zu – um dies zu erkennen, genügt ein Blick auf die alltägliche Umgebung, in der Systeme und Geräte agieren: Bluetooth-Verbindungen ersetzen immer häufiger die seriellen Kabelverbindungen für Headsets und Mikrofone von Audiogeräten. WLAN, das mit dem IEEE 802.11b/g Protokoll arbeitet, ist in Laptops, Tablets und PCs standardmäßig integriert, weil das 2,4-GHz-Band in den meisten Ländern lizenzfrei genutzt werden kann. Eine populäre Variante ist die Spezifikation IEEE 802.11a mit Übertragungsraten bis zu 54 Mbit/s im 5-GHz-Band.

Damit steigen auch die Anforderungen der Entwickler an die HF-Störfestigkeit von OpAmp-Designs. Sie müssen in punkto EMI-Festigkeit mit exzellenten Werten aufwarten können. Im Wesentlichen geschieht das durch die Ausrüstung mit aktiven Filtern. Außerdem bekämpft eine effiziente Gleichtaktunterdrückung die an beiden Eingängen des Verstärkers gleichphasig anliegenden HF-Rauschspannungen. Dabei setzt jeder Hersteller auf seine eigenen Verfahren.

EMI-Einwirkungen

Ein typisches Mobilfunkgerät als EMI-Verursacher kann im Bereich 1,8 bis 2 GHz eine Strahlung mit einer Feldstärke von bis zu 100 V/m (Spitzenwert), gemessen in diversen Entfernungen und Ausrichtungen, emittieren. Auch wenn diese Signale weit außerhalb der Bandbreite eines betroffenen Operationsverstärkers liegen, können sie in diesem Störungen induzieren. Denn die HF-Signale werden am Verstärkereingang über elektrostatische Entladungsdioden (ESD) und andere nichtlineare Schaltglieder gleichgerichtet. Diese in eine Offset-Spannung umgesetzten HF-Signale addieren sich zum Eingangs-Offset des OpAmps. Damit entsteht eine Verschiebung im DC-Offset auch am Ausgang des Verstärkers in Abhängigkeit von der Störeinstrahlung.

EMI-Störungen dringen als Strahlung oder leitungsgeführt in ein System ein. Hier breiten sie sich leitungsgeführt aus, und zwar über die Leiterbahnen auf den Platinen und die Anschlüsse der Komponenten – also auch der OpAmps. Die physische Länge dieser Leiterabschnitte kann sie zu effektiven Antennen für hochfrequente Störungen machen.

Als Beispiel sei eine 2,4-GHz-WLAN-Störquelle genannt: Bei dieser Frequenz entspricht eine Leiterlänge von 3 cm einem Viertel der zugehörigen Wellenlänge und bildet damit eine sehr effektive Antenne z.B. als Teil eines Dipols. Für andere Frequenzen lässt sich dies leicht umrechnen nach der Formel

$l = c / (4 \times f)$

l ... Länge in m

c ... Lichtgeschwindigkeit, rund $3 \times 10^{8\ m/s}$

f ... Frequenz in Hz

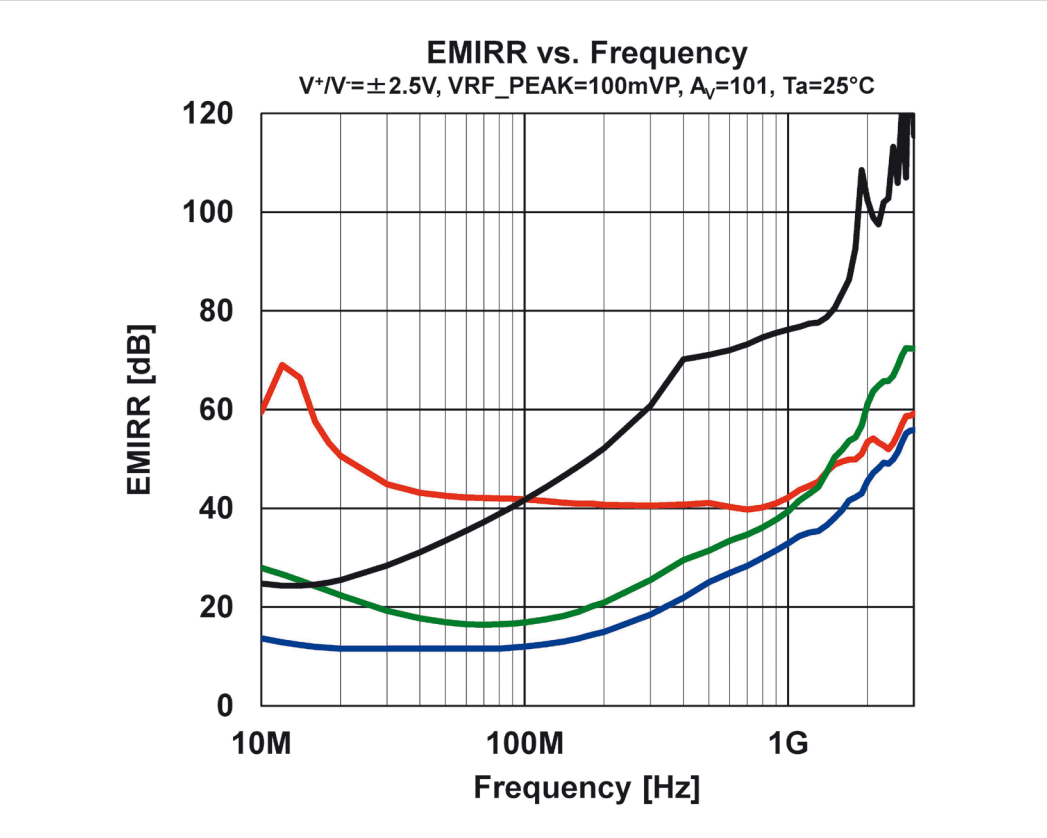

Bild 2: Anschlussbelegung des NJU7755X

Als praktischer Hinweis für die Auslegung von Datengeräten gilt somit: Die Leiterabschnitte für Ein- und Ausgänge, Vorspannungen und Stromversorgungen sollten kürzer als 1/4 der Wellenlänge der störenden HF-Signale sein.

Standards für EMI-Tests

Wie schwerwiegend die Performance-Einbußen von OpAmps durch Strahlung oder leitungsgeführte HF-Störungen sein können, zeigt die überaus detaillierte Spezifizierung der weltweit eingeführten Standards für Mess- und Prüfverfahren für die Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und die Störfestigkeit.

Die Messung leitungsgeführter EMI-Einflüsse ist hierzulande nach DIN EN 61000-4-6 (entsprechend dem gleich lautenden IEC-Standard) im Frequenzbereich 150 kHz bis 80 MHz festgelegt. Für eingestrahlte EMI-Felder zwischen 80 MHz und 6 GHz gilt DIN EN 61000-4-3. Im Nahbereich gelten für eingestrahlte Felder (über Entfernungen kleiner als 500 mm für Frequenzen <26 MHz bzw. 200 mm für Frequenzen >26 MHz) die Prüf- und Messverfahren nach DIN EN 61000-4-39. Sie betreffen die Störfestigkeit elektrischer und elektronischer Betriebsmittel, Geräte und Einrichtungen bei Frequenzen zwischen 9 kHz und 6 GHz. Das erfasst den Betrieb von Mobiltelefonen und von RFID-Systemen im Nahfeld der von Störstrahlungen betroffenen Geräte.

Die Bedeutung der EMIRR-Charakteristik

Zu den wichtigsten Parametern zur Kennzeichnung der EMI-Störfestigkeit eines OpAmps zählt der EMIRR-Wert (EMI Rejection Ratio), ausgedrückt in Dezibel:

EMIRR =
$20 \log (V_{RF\ PEAK}/|d\ V_{IO}|)$

$V_{RF\ PEAK}$ ... Spitzenwert der am Eingang anliegenden HF-Spannung

$d\ V_{IO}$ ... DC-Offset-Verschiebung im Ausgang durch die HF-Spannung

Wenn man auf beste EMI-Performance eines eingesetzten Operationsverstärkers abzielt, genügt ein Blick auf dessen EMIRR-Charakteristik. Ein Vergleich mit den EMIRR-Kurven anderer Produkte liefert den für die vorliegende Applikation am besten geeigneten OpAmp.

Der japanische Hersteller New Japan Radio (NJR) hat ein in dieser Hinsicht hochentwickeltes Produkt auf den Markt gebracht: Die breitbandigen Rail-to-Rail-Input/Output-Operationsverstärker der Serie NJU7755X weisen eine hohe Störfestigkeit gegenüber eingestrahlten HF-Signalen auf, die NJR mit drei Patenten abgesichert hat. Im Vergleich mit anderen marktgängigen OpAmps zeigt die NJU7755X-Serie bei 1,8 GHz einen um 40 dB besseren EMIRR-Wert und eine glatte Wellenform ohne Glitches, d.h. ohne transiente Spannungsspitzen. Dies demonstrieren das Aufmacherbild sowie Bild 1. Das Schaubild zeigt: Bei einer Einstrahlung von 1,8 GHz schwächt sich der hierbei verursachte Offset ab, ohne dass es zu Glitches (transiente Spannungsspitzen) kommt. oben (violett): Eingangssignal, Mitte (blau): Ausgangssignal des NJU7755X, unten (gelb): Industriestandard-Produkt zeigt Glitches (Quelle: NJR).

Features der NJU7755X-Serie

Der NJU7755X ist als High-Efficiency-OpAmp in vier Ausführungen mit einfachem, dualem oder vierfachem Ein-/Ausgang lieferbar (Bild 2). Mit einem Verstärkungs-Bandbreite-Produkt von 1,7 MHz bieten die neuen OpAmps eine ausreichend große Bandbreite für viele Anwendungen. Die Stromaufnahme liegt bei 50 µA pro Kanal. Damit eignen sich diese OpAmps hervorragend für batteriebetriebene Anwendungen. Hinzu kommen eine Spannungsanstiegsgeschwindigkeit (Slew Rate) von 0,8 V/µs und ein Rauschen von lediglich 24 nV/Hz.

Mit den Rail-to-Rail-Eigenschaften zielt der OP auf eine Vielzahl von Applikationen, darunter Audioverstärkung, Low-Side-Strommessung, aktive Filter und Pufferschaltungen. Dank geringem Eingangs-Biasstrom ist die NJU7755X-Serie auch optimal für Photodiodenverstärker, piezoelektrische Sensoren, Rauchdetektoren und andere Applikationen geeignet, bei denen hohe Eingangsimpedanzen gefordert sind.

Der Betriebsspannungsbereich überdeckt 1,8 bis 5,5 V, wobei der Überspannungsschutz Eingangsspannungen erlaubt, die die positive Versorgungsspannung überschreiten. Das macht sich in robusten Industrieapplikationen bezahlt. Diese Überspannungsfestigkeit von 5,5 V gilt auch bei einer 1,8-V-Single-Supply-Versorgung. Der Betriebstemperaturbereich reicht von -55 bis +125 °C, was Anwendungen in rauen Umgebungen mit großen Temperaturunterschieden ermöglicht. ◄