

LINEAR GEREDELTE LEISTUNGSVERSTÄRKER

Testen und Qualifizieren von ECU-Bordnetzkomponenten

Die in den Prüfvorschriften vorgegebenen Testsignale werden üblicherweise von arbiträren Funktionsgeneratoren generiert, müssen aber verstärkt werden, um die Leistung für den Test von ECUs und Bordnetzkomponenten nach den vorgeschriebenen Normen und OEM-Anforderungen bereitzustellen. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit dem Einsatz schneller, linear geregelter Leistungsverstärker für diese Anwendungen.

Moderne Kraftfahrzeuge bestehen aus einer Vielzahl von elektrischen, elektronischen, hydraulischen und mechanischen Komponenten und Baugruppen, die auch unter extremen Bedingungen zuverlässig arbeiten müssen. Für die maximale Zuverlässigkeit sind neben einer gewissenhaften Entwicklung auch umfangreiche Erprobungen der Komponenten und Systeme durchzuführen, die in internationalen Normen sowie spezifischen Hersteller-Prüfvorschriften geregelt sind.

Für die 12-V-Bordnetzsysteme ist dies die LV124, für die 48-V-Bordnetze die LV148 und für die Hochvoltbordnetze die LV123 sowie die VW80000. Neben diesen weltweit angewendeten Prüfvorschriften gibt es noch die individuellen Prüfvorschriften der einzelnen

Automobilhersteller. Insbesondere sei auf die VW80000, Punkt 4.1, hingewiesen, die die Erfüllung der Spezifikationen am Prüfling fordert (Bild 1). Das bedeutet, dass insbesondere auch die Spannungsabfälle bis 200 kHz am Testobjekt, auch bei Laständerung, auszuregeln sind.

Testanforderungen

Die Testanforderungen unterliegen präzisen Vorgaben und erfordern genaue, reproduzierbare Messungen. Die Testvorschriften beschreiben Simulationen aller denkbaren Zustände. Die vorgegebenen Testsignale, dies sind überwiegend nicht-periodische Kurven, werden von speziellen arbiträren Funktionsgeneratoren erzeugt und über Leistungsverstärker zur Verfügung gestellt. Zu

Batteriesimulationen gehören zum Beispiel: Simulation der Startvorgänge, der Ladevorgänge (bei allen möglichen Umgebungstemperaturen, bei denen sich die Kapazität und der Innenwiderstand ändert), der Alterung in Abhängigkeit der Temperatureinflüsse, der Ladezyklen usw.

Als Verstärker kommen, je nach Anwendung, getaktete oder lineare Verstärker zum Einsatz, wie sie auch die Rohrer GmbH aus München für Komponententests anbietet.

Getaktete contra linear geregelte Leistungsverstärker

Zu den positiven Eigenschaften getakteter Verstärker zählen der hohe Wirkungsgrad und die geringe Verlustleistung. Negativ wirken sich aber unreine



Frontplatte mit den Bedienelementen des Leistungsverstärkers aus der PA-Serie von Rohrer. © Rohrer

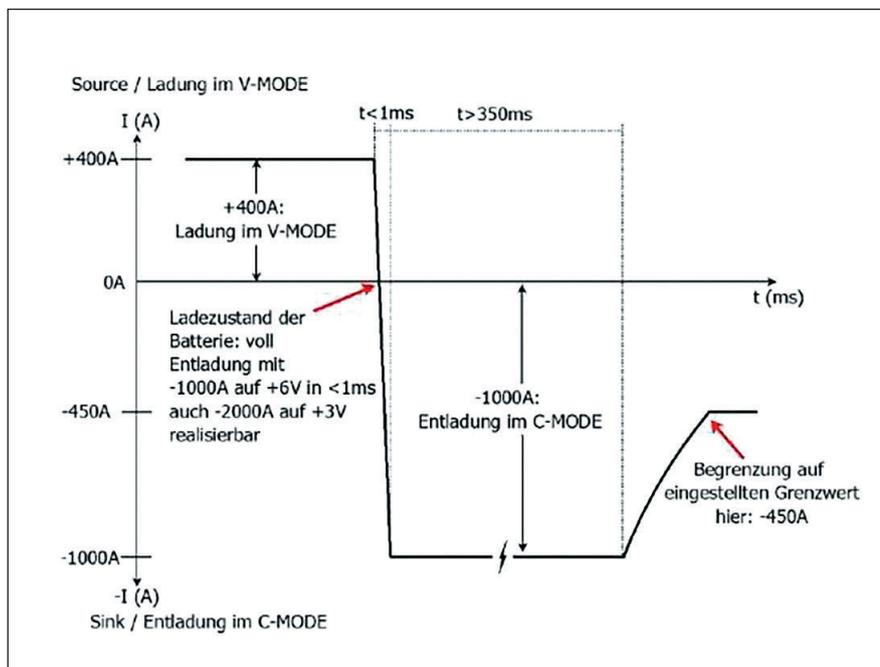


Bild 1: Batterietest z. B. 1500 A Entladung in < 1 ms (VW80000, Seite 9, Punkt 4.1). © Rohrer

Signale, Schaltspitzen, Verzerrungen im Nulldurchgang aus, insbesondere reicht der Frequenzbereich DC/AC nur bis in den kHz-Bereich. Deswegen beschränken sich deren Einsatzgebiete auf Anwendungen bei niedrigen Frequenzen, bei denen die Störungen unkritisch sind bzw. durch Filterung oder induktive Lasten tolerierbar werden.

Zu den besonderen Eigenschaften idealer linear-geregelter Verstärker zählen, dass nur sie für arbiträre, d. h. beliebige Kurvenformen, einsetzbar sind. Außerdem sind sie für alle erdenklichen Lasten anpassbar und bieten exakte Nulldurchgänge, die geringste Restwelligkeit und einen Frequenzbereich von DC bis in den MHz-Bereich.

Kriterien für die Auswahl eines linear geregelten Verstärkers

Je nach Testvorschrift stehen von Rohrer verschiedene Ausführungsvarianten zur Verfügung:

- Symmetrische 4-Quadrantenverstärker
- Asymmetrische 4-Quadrantenverstärker
- Unipolare 2-Quadrantenverstärker (z. B. für Batterietests)

Zur Leistungsanpassung sollte bei stark unterschiedlichen Leistungswerten ein Verstärker mit umschaltbaren Leistungsbereichen ausgewählt werden. Bei der Regelcharakteristik ist zu beachten:

- Soll die Ausgangsspannung des Verstärkers (UA-Betrieb) bei schwankender Last stabil bleiben?
- Soll der Ausgangsstrom (IA-Betrieb) eine Funktion der Steuerspannung sein?
- Soll die Regelcharakteristik umschaltbar sein?

Dynamik-/Frequenzbereich

Bezüglich Dynamik-/Frequenzbereich der Leistungsverstärker gibt es im Markt sehr unterschiedliche Angaben. Es gibt Hersteller, die als Grenzfrequenz praktisch den unbelasteten Betrieb angeben und berufen sich auf Definitionen aus der Übertragungstechnik, wo man bekannterweise mit Milliwatt arbeitet. Dies hat überhaupt nichts auf dem Gebiet der Leistungselektronik zu suchen. In der Regelungstechnik und der Leistungselektronik wird klar definiert: Nennlast sowie Aussteuergrad z. B.: 100% oder Teillast xx%. Hier wäre eine Angabe der Leistungsbandbreite – auf mW bezogen – reine Täuschung.

Prüfvorschriften LV124 / LV148 / LV123

Die Testanforderungen/Testkurven sind in den Prüfvorschriften LV124, LV148 spezifiziert. Für die Vorschriften LV124 und LV148 lassen sich die DC-Spannungen mit al-

len Schwankungen und Störspannungen direkt mit einem Leistungs-Verstärker erzeugen. Um die Verlustleistungen zu optimieren, sind diese mit umschaltbaren Bereichen realisiert. Je nach Spezifikation wird man eine symmetrische oder asymmetrische oder eine unipolare Verstärker-Typologie wählen, um optimale Voraussetzungen zu schaffen.

Eine spezielle Anforderung nach der relativ neuen Vorschrift LV148 E48-05 sei herausgegriffen, da sie sehr unterschiedlich interpretiert wird. Der Verfasser dieses Artikels geht davon aus, dass diese Anforderungen auch für den Betriebszustand gelten, also mit angeschlossener Last. Denn was würde es für einen Sinn ergeben, diese Vorschrift nur unbelastet zu interpretieren? Mit einer entsprechenden Sense-Line-Technik ist dies problemlos zu lösen, auch bei erhöhter Wobelfrequenz bis 200 kHz.

Spezielle Einsatzgebiete

Zu den speziellen Einsatzgebieten der linear geregelten Verstärker von Rohrer zählen die Netzsimulation, die Erprobung von Materialeigenschaften und eben der Test von Komponenten und Systemen. Im Automotive-Bereich sind dies Tests z. B. von Steuergeräten, Magnet- und Piezoventilen, 6-phasigen Lenksystemen, Linetests von 5-phasigen Gleichrichtern mit 1000 A, von der Resonanzermittlung an Antennen, von Übertragern mit $\cos\theta$ gegen Null sowie Dauerverlustleistungstests bis >100% der Nennleistung, von Sensoren, Batterien (Bild 1) usw.

Außerdem finden diese Verstärker Anwendung in Tests für Ablensysteme z. B. für Teilchenbeschleuniger wie Cosy II, Cooler Synchrotron-Bessy oder Desy. Oder auch in Magnet- und Piezosystemen z. B. zur Steuerung von Hilfsflaps von Rotorblättern. Hervorzuheben ist auch ihre Eignung für Stromwandler-Kalibrierungen wie z.B. $400 A_{eff} / 100 \text{ kHz} / 1 \times 10^{-4}$. ■ (oe)

www.rohrer-muenchen.de



Dipl.-Ing. Helmut Rohrer ist Inhaber der Rohrer GmbH, D-81457 München.