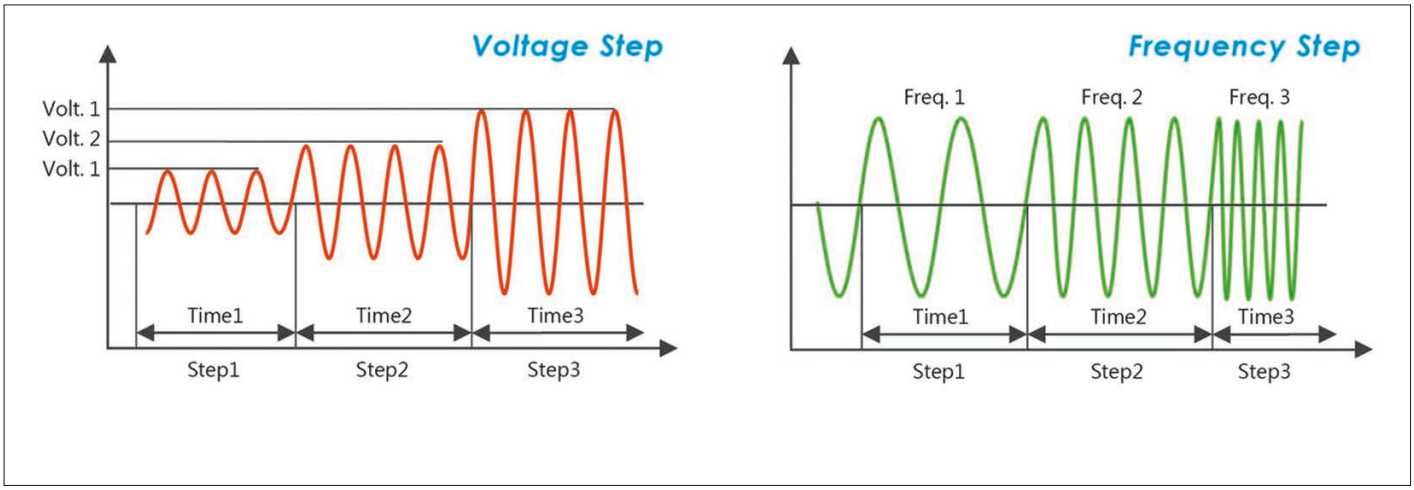
Warum ist Netzqualität für Entwickler relevant?

Dieser Artikel beschreibt häufig auftretende Probleme herkömmlicher Stromversorgungstechnologien und zeigt mögliche Lösungsansätze auf.



EN	DE
Voltage Step	Spannungsschritt
Frequency Step	Frequenzschritt
Time 1	Zeit 1
Step 1	Schritt 1
Volt. 1	Spannung 1
Freq. 1	Frequenz 1

Bild 1: Beispiel für softwaregesteuerte Kurvenformen, die mit der Preen-AFV-P-Serie passend zu den Normen konfiguriert und abgespielt werden können. Diese und andere Varianten, wie z.B. Aussetzer, können so programmiert werden, dass sie in gewünschten Sequenzen zur Prüfung und Analyse ablaufen

Dabei wird klar: Programmierbare Stromversorgungen sind unverzichtbar, um die hohen Anforderungen an elektronische Geräte sowie die Auflagen für saubere und zuverlässige Versorgungsnetze zu erfüllen.

Störungen lokalisieren

Heutige elektronische Geräte werden meist mit hochgenauem und geregeltem Gleichstrom (DC) betrieben. Sie sind jedoch zunächst auf Wechselstrom (AC) angewiesen, der meist aus dem öffentlichen Netz oder anderen Quellen wie Wandlern oder Generatoren bezogen wird. Die Umwandlung in Gleichstrom erfolgt im Netzteil des jeweiligen Gerätes.

Störungen auf der AC-Seite können zu Störungen auf der DC-Seite und damit zu Fehlern oder Ausfällen in der Geräteelektronik führen. Da moderne Geräte die Energie selten konstant aus dem Versorgungsnetz entnehmen, entstehen durch den Betrieb ebenfalls Störungen auf der AC-Seite des Versorgungsnetzes. Dieses Gegenspiel stellt eine hohe Herausforderung an das Design und die Prüfung von Stromversorgungen und damit an moderne elektronische Geräte dar.

Früher setzte man konventionelle Technik, bestehend aus Transformator, Gleichrichter und Längsregler, in Netzteilen ein. Diese waren aufgrund ihrer Bauart groß, schwer und besaßen einen schlechten Wirkungsgrad, welcher sich z.B. in starker Erwärmung zeigte.

Diese Netzgeräte wurden weitestgehend durch Schaltnetzteile ersetzt. Vereinfacht dargestellt, wird durch Ein- und Ausschalten der teils gleichgerichteten Netzspannung im kHz-Bereich der Transformator mit wesentlich höheren Frequenzen betrieben. Dadurch können anstatt Eisen leichtere Materialien im Übertrager eingesetzt und die Wirkungsgrade optimiert werden. Anschaulich wird das, wenn man einen 30 kg schweren Eisentransformator mit einem 500 g schweren Schaltnetzteil vergleicht. Durch das „Zerhacken" der Spannung entstehen jedoch hochfrequente Störungen und Oberschwingungen sowohl auf der Geräte- als auch auf der Netzseite.

Durch den Einsatz von Halbleiterschaltern und intelligenter digitaler Regelung können viele Parameter im Netzteil beeinflusst werden. Dies beeinflusst direkt die Aussendung von Störungen als auch deren Robustheit. Betrachtet man die Funktion eines elektrischen Gerätes als System, bestehend aus Versorgung, Netzteil und Gerätefunktion, so ist es essentiell, die jeweiligen Auswirkungen der Elemente aufeinander untersuchen und zuverlässig erproben zu können.

Autor:
Christian Korreng
Vertriebsleiter
LXinstruments GmbH
info@lxinstruments.com
www.lxinstruments.com

Notwendigkeit der Fehlererkennung

Netzbedingte Fehler sicher und genau erkennen und einordnen zu können, macht es möglich, die zu prüfenden Geräte in Übereinstimmung mit den eigenen Design-Spezifikationen sowie den zugehörigen Industriestandards und gültigen Normen zu bringen. Wenn Geräte auf Robustheit oder Störaussendung untersucht werden sollen, eignet sich folglich das Versorgungsnetz genau NICHT für die direkte Versorgung der Geräte, da es Schwankungen und unvorhersehbaren externen Störeinflüssen unterliegt. Aus diesem Grund werden in Entwicklungs- und Laborumgebungen programmierbare Stromversorgungen eingesetzt. Sie liefern die Energie zuverlässig und genau in der gewünschten Form (Spannung, Strom, Frequenz) und können gleichzeitig Störgrößen sowohl eingangs- als auch ausgangsseitig erkennen, messen und aufzeichnen.

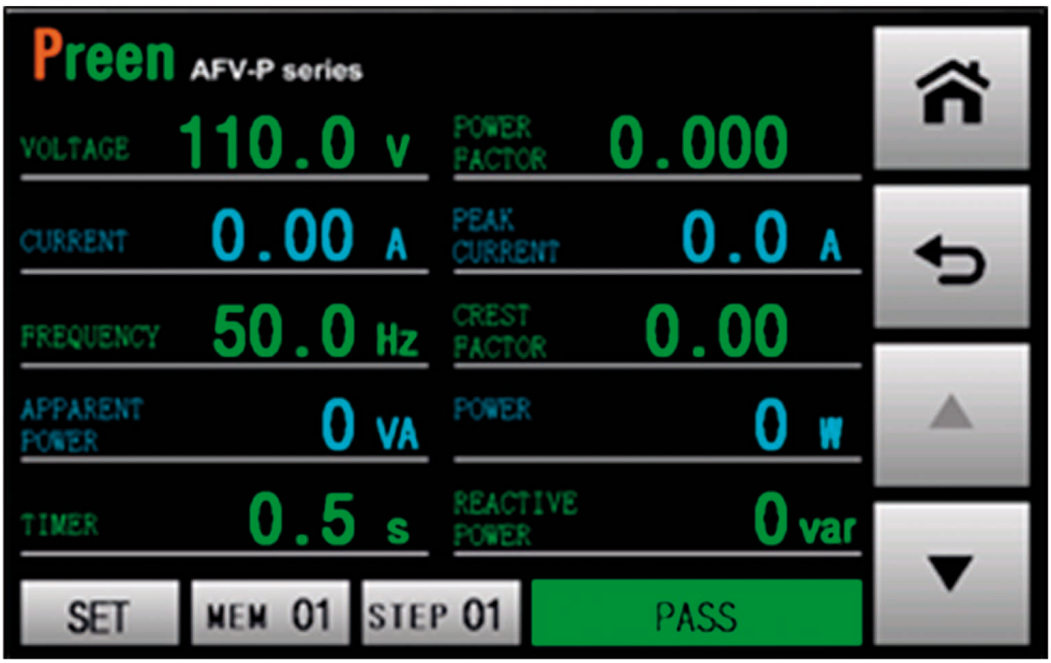


Bild 2: Die Baureihe AFV+ verfügt über einen 7-Zoll-Touchscreen für eine intuitive und einfach zu bedienende Steuerung und Anzeige. Benutzer können schnell auf Ausgangseinstellungen und Messungen zugreifen, einschließlich Spannung, Strom, Frequenz, Wirkleistung, Scheinleistung, Leistungsfaktor und Zusammenfassung der Parameter jeder Phase. Das Erstellen komplexer Sequenzen und Systemkonfigurationen können ebenfalls über den Touchscreen erfolgen

Probleme bei der Gleichrichtung

Mechanische Motorgeneratoren wurden traditionell zur Umwandlung von Spannung und Frequenz verwendet. Besonders klar wird die Notwendigkeit, wenn man Anwendungen betrachtet, die nicht der Spannung und Frequenz des Versorgungsnetzes entsprechen z.B. im Avionikbereich 400 Hz oder im Bahnbereich 16 2/3 Hz. Auch wenn mechanische Motorgeneratoren viele Jahre gute Dienste geleistet haben, sind sie nachteilig bezüglich Wartungsintensivität, Größe, Gewicht und Leistung. Viele der noch bestehenden Anlagen werden zunehmend durch programmierbare und geregelte Stromversorgungen basierend auf Leistungshalbleitern ersetzt.

Moderne programmierbare Stromversorgungen beinhalten normalerweise viele integrierte Zusatzfunktionen, die genutzt werden können, um typische aus Versorgungsnetzen stammende Störsignale gezielt in Richtung Prüfling auszugeben. Netzstörungen auf den Prüfling können auf diese Weise gezielt erprobt werden. Heutige Stromversorgungen bieten eine gute Trennung des tatsächlichen Versorgungsnetzes und ihres Ausgangs und ermöglichen so eine stabile, saubere Ausgangsspannung und Frequenz, die weitestgehend vor Netzfehlern geschützt ist. Netzseitig auftretende Störgrößen wie Spannungseinbrüche- oder Frequenzschwankungen, sowie das Verhalten auf der Ausgangsseite müssen aufgezeichnet werden können.

Schlussendlich muss es Entwicklern und Laboren ermöglicht werden, Geräte sowohl unter optimalen als auch unter genau festgelegten und wiederholbaren Fehlerzuständen zu betreiben, um die Auswirkungen der Fehler auf das Gerät wiederholbar zu untersuchen.

Zur Unterstützung solcher Tests und zur Verifizierung hat die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) eine Reihe von Standards zur Prüfung der Störfestigkeit veröffentlicht. Die in den Normen aufgeführten Störsignalformen können durch programmierbare Stromversorgungen individuell angepasst und ausgeführt werden.

Wichtige Normen im Überblick:

- IEC-Prüfnormen für den AC-Fehlerschutz

Die IEC 61000-4-11 ist die Norm „Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen“. Die hierin aufgeführten Störungen gelten als die häufigsten Ursachen für eine schlechte Netzversorgungsqualität.

- IEC 61000-4-14 „Prüfung der Störfestigkeit von Geräten und Einrichtungen mit einem Eingangsstrom bis einschließlich 16 A je Leiter gegen Spannungsschwankungen“

Diese zielt darauf ab, die Auswirkungen von Störungen in der Netzversorgungsspannung zu erkennen. Zufällig variierende schwere Lasten in Industrieumgebungen wie z.B. Lichtbogenöfen, Walzwerke oder große Motoren mit wechselnden Lasten verursachen häufig Spannungsschwankungen im Netz. Ein häufiges Symptom ist transientes Flimmern in einer Beleuchtungsanlage.

- IEC 61000-4-28 „Prüfung der Störfestigkeit gegen Schwankungen der energietechnischen Frequenz (Netzfrequenz)“

Sie beschreibt grundlegende Tests, die zur Erfüllung von generischen Standards beitragen sollen. Da die Frequenz von Wechselstromquellen in der Regel 50...60 Hz beträgt, sind ihre Auswirkungen auf Geräte relativ einfach zu berechnen. Die Probleme, die sie verursachen können, sollten jedoch nicht unterschätzt werden.

Eine weitere wichtige Norm, die von einer programmierbaren Stromversorgung abgedeckt werden sollte, ist die „Norm für elektrische Eigenschaften von Fluggeräten, MIL-STD-704 Revision F“. Obwohl es sich um eine amerikanische Militärnorm handelt, wurde MIL-STD-704 von einer Reihe von Ländern übernommen.

Neuartige programmierbare Stromversorgungen wie z.B. vom Hersteller Preen eignen sich hervorragend zur Durchführung von Prüfungen aus den genannten Normen, indem Sie als Stromversorgungen für die zu prüfenden Geräte eingesetzt werden.

Wie kommt man zu „sauberen“ Verbrauchern und Netzen?

Durch den Einsatz von Leistungshalbleitern werden Transformatoren eliminiert. Oft werden hierzu Bipolartransistoren mit isoliertem Gate (IGBTs) eingesetzt. Die IGBTs wandeln den Wechselstrom zunächst in Gleichstrom um, der den sogenannten Zwischenkreis speist. Aus diesem Zwischenkreis wird dann wieder Wechselstrom erzeugt. Diese

Methode ermöglicht einen individuell einstellbaren AC-Ausgang, der die benötigte Spannung und Frequenz entsprechend generieren kann – frei von Störungen, die durch das Netz eingeschleppt werden.

Die Preen-AFC-Serien

bauen mit einer Vielzahl von Produktreihen auf der beschriebenen Leistungshalbleiterarchitektur auf und sind daher bestens für Normenprüfungen geeignet, egal ob sie in der Entwicklung zur Vorprüfung oder im jeweiligen Prüflabor eingesetzt werden. Darüber hinaus wird die AFC-Serie in der Produktion und Forschung & Entwicklung branchenübergreifend von Haushaltsgeräten, allgemeiner und Industrie-Elektronik, medizinischen Geräten und der Beleuchtungstechnik eingesetzt. Die Baureihe AFV+ ist eine programmierbare AC-Stromquelle mit hoher Leistung, die Energie mit THD ±0,5% und bis zu 2000 kVA liefert.

Programmierbar

Sie eignet sich ideal, um Spannungs- und Frequenzbedingungen verschiedener Länder und Regionen zu simulieren und verfügt über programmierbare Funktionen die einzelne oder kontinuierliche Ausgangsänderungen einfach simulieren können (Bild 2). Mit diesen und weiteren optionalen Funktionen eignet sie sich für die Designverifizierung in der Forschung und Entwicklung, für die Qualitätssicherung und für Produktionskontrollen. Verglichen mit konventionellen Stromversorgungen punkten die modernen Stromversorgungen ganz klar durch die Flexibilität, den hohen Wirkungsgrad und die dadurch geringen Wärmeverluste.

Höhere Wirtschaftlichkeit

Damit entfallen sowohl Wartungskosten als auch die früher notwendige Kühlung, was in der Summe zu höherer Wirtschaftlichkeit führt. Eine galvanische Trennung erreicht man durch integrierte Transformatoren. Hierzu folgend Vor- und Nachteile: Eine ohne Ausgangstransformator konzipierte programmierbare Stromversorgung bietet durch die höhere Dynamik einen breiteren Frequenzbereich und mehr Funktionen für die Prüfung von Netzstörungen (z.B. Transientenprüfung, Oberschwingungsanalyse oder DC-Offset-Prüfung usw.). Das Fehlen einer galvanischen Trennung am Ausgang kann jedoch zur Beschädigung der Geräte führen, wenn es zu einer Fehlfunktion am Prüfgerät kommt oder wenn Rückstrom in die Spannungsversorgungen zurückfließt. Designs mit einem integrierten Transformator sind robuster bezüglich induktiver Last. Der größte Vorteil einer programmierbaren Stromversorgung liegt jedoch in ihrer Programmierbarkeit.

Einrichten

Eine programmierbare Stromversorgung kann anhand der oben beschriebenen IEC-Prüfnormen eingerichtet werden. Einmal getan, kann die programmierbare Stromversorgung die in der Entwicklung befindlichen Geräte testen, Messdaten aufzeichnen und diagnostizieren. Außerdem kann die Stromversorgung zur Zertifizierung oder auch für Fehleranalysen genutzt werden. Ziel ist es, sicherzustellen, dass das zu prüfende Gerät im Feld zuverlässig und fehlerfrei arbeitet. Um dies zu erreichen, muss die programmierbare Stromversorgung selbst IEC-konform zertifiziert sein und über die Fähigkeit (vorzugsweise integriert) verfügen, Einstellungen gemäß den IEC-Normen vorzunehmen. In diesem Beispiel unterstützt die Baureihe AFV+ z.B. Anwendungen, die eine galvanische Trennung erfordern.

Die Baureihe AFV+ wurde entwickelt, um die Spannungs- und Frequenzbedingungen verschiedener Länder und Regionen zu simulieren und deckt Anwendungen für Haushaltsgeräte, Motoren, medizinische Geräte, Beleuchtung und EMV-Labore ab. Zu wichtigen Funktionsmerkmalen einer programmierbaren Stromversorgung gehören die programmierbaren Funktionen STEP und RAMP, um einzelne oder kontinuierliche Ausgangsänderungen zu simulieren.

Eine flexible und komfortable Steuerung, die verschiedenste Arten von Netzstörungen und Aussetzern simulieren kann, wird erreicht durch die folgenden Maßnahmen:

- unabhängige Einstellung aller drei Phasen
- Fähigkeit lastabhängige Spannungsabfälle der Anschlussleitungen durch sogenanntes Sensing zu kompensieren
- Einstellbarkeit des Phasenwinkels

Die Baureihe AFV+ verfügt über eine standardmäßige RS232/RS485/RS422-Schnittstellenkarte sowie eine Ethernet-Schnittstelle für die einfache Einrichtung, Programmierung und Fernsteuerung. Ein weiteres Plus ist ihre Vielseitigkeit: Die einstellbare Ausgangsspannung reicht von 5 bis 520 VL-L und Frequenzen von 45 bis 500 Hz.

Zusammenfassung

Häufig wird immer noch das öffentliche Versorgungsnetz zur Entwicklung und Prüfung elektronischer Geräte genutzt, das leider nicht immer eine stabile und saubere Wechselstromquelle darstellt. Um Fremdeinflüsse auszuschließen und gezielt Fehlersituationen zu simulieren, wird der Einsatz programmierbarer Stromquellen während der Entwicklungs- und Vorzertifizierungsphase empfohlen. Um in der führen Entwicklungsphase Schwachstellen im Design zu erkennen und zu verbessern ist es wichtig, die in den IEC Normen festgelegten Kurvenformen und Störfälle ausreichend zu berücksichtigen. ◄