

Andreas Wagner

Passgenau konfiguriert

Auf dem Datenblatt passen Mainboard und Netzteil noch wunderbar zusammen. In der Praxis treten dann immer wieder kritische Situationen auf – obwohl es für Systementwickler detaillierte Design-Guides und Richtlinien gibt. Wie lassen sich die Fallstricke beizeiten eliminieren?

Als Systemplattform bieten Industrie-Mainboards Entwicklern eine flexible und individuell skalierbare Leistungsvielfalt auf Basis aktueller Prozessortechnologien. Sie verfügen on-board über eine umfangreiche Ausstattung an I/O-Schnittstellen, leistungsstarker HD-Grafik für mehrere Displays und Out-of-Band-Management für den Service- und Wartungsfall und bilden mit der entsprechenden Software die zentrale Intelligenz eines Systems.

Fehlt nur noch das Netzteil. Es fungiert sozusagen als „Herz“ des Industrie-PCs,

indem es für eine zuverlässige Stromversorgung sorgt. Doch obwohl die Verfügbarkeit des Gesamtsystems maßgeblich von dieser Komponente abhängt, wird der Auswahl des passenden Netzteils meist nur ein sehr kleines Zeitfenster beim Design-In zugestanden. So kommt es in der Praxis bei bestimmten Kombinationen immer wieder zu Problemen während des Systemstarts, unerklärlichen Systemabstürzen oder gar Komplettausfällen im rauen Industrieumfeld. Und das alles trotz detaillierter Design-Guides und Richtlinien für Netzteile und Mainboards.

An dieser Stelle setzt das „Power+Board“-Konzept des Stromversorgungs-Anbieters Bicker Elektronik an. Grundlage dessen sind langzeitverfügbare Industrie-Mainboards von Kontron und Fujitsu (FTS), die in Verbindung mit Medizin- und Industrie-Netzteilen von Bicker im hauseigenen Labor zahlreiche Tests durchlaufen.

Insgesamt sieben Industrie-Mainboards von Kontron absolvierten den ersten Testlauf des „Power+Board“-Konzepts: die zwei Mini-ITX-Boards KTGM45 und KTQM67 mit Mobile-



Intel-Chipsatz, die KTQ45- und KTQ67-Serie sowie die Modelle KTQM77/mITX und KTQ77/Flex für die dritte Generation der Intel-Core-Prozessoren. Bei den Industrie-Mainboards von Fujitsu standen die Geräte der D3003-S-Serie (S1, S2 und S3) sowie das D3071-S und D3076-S auf dem Prüfstand. Die geprüften Netzteil-Modelle von Bicker erstrecken sich vom 40-W-Open-Frame-Netzteil aus der BEO-Serie bis zum 860-W-Netzteil im PS/2-Format aus der BEA-H-Serie.

Die breite Netzteil-Auswahl für das „Power+Board“-Programm ist dem sehr unterschiedlichen Leistungsbedarf verschiedenster Applikationen geschuldet. Denn die benötigte Energie, die das Schaltnetzteil zuverlässig liefern muss, hängt neben Mainboard und Prozessor stark vom Leistungshunger der anderen Systemkomponenten ab – denn auch Hochleistungs-Grafikkarten, Massenspeicher sowie das Kühlsystem wollen sicher mit Strom versorgt sein. Darüber hinaus changiert der Betriebszustand eines Industrie- oder Embedded-PC-Systems vom Volllastbetrieb mit Peak-Strömen bis zum Energiesparmodus mit minimalem Stromverbrauch und stellt somit innerhalb der bestehenden Konfiguration höchst unterschiedliche Anforderungen an die Stromversorgung. Daher sollte die korrekte Dimensionierung des Netzteils in enger Zusammenarbeit mit dem Stromversorgungshersteller geschehen, um eine Unter- beziehungsweise Überdimensionierung zu vermeiden.

Obleich in primär getakteten Schaltnetzteilen verschiedene Topologien zum Einsatz kommen, ist das Grundprinzip – in sehr vereinfachter Form – immer das gleiche: Eine netzseitige Eingangsspannung wird im Primärschaltkreis zunächst gleichgerichtet. Mit Hilfe schnell schaltender Leistungshalbleiter wird diese Gleichspannung anschließend in eine Wechselspannung mit hoher Frequenz im kHz-Bereich umgewandelt und nach der Transformation im Sekundärschaltkreis wiederum gleichgerichtet und geglättet. In der Realität ist der leistungselektronische Aufbau solcher Wandler- und Regelkreise natürlich wesentlich komplexer.

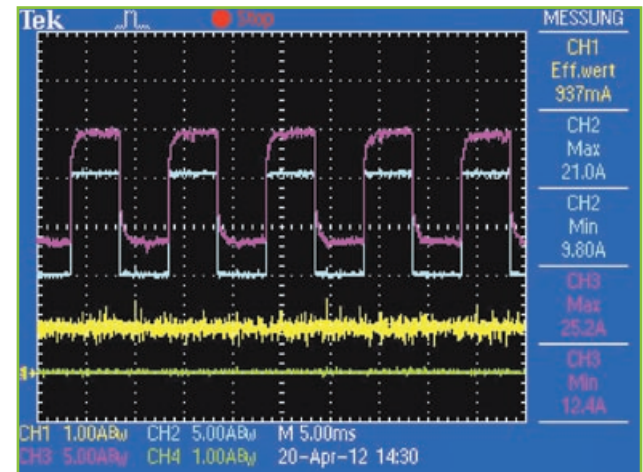
Mit Ausnahme von Mainboard-Serien, die direkt durch eine Single-Ausgangsspannung – zum Beispiel 24 V(DC) –

versorgt werden können, ist in der Regel ein ATX-konformes Set an DC-Ausgangsspannungen nötig, um Industrie-Mainboards und deren Peripherie betreiben zu können: Dies umfasst die Hauptspannungen +12 V, +5 V und +3,3 V sowie die Nebenspannungen –12 V und +5 V Standby. Letztere wird mit Hilfe eines separaten Transformators und Regelkreises innerhalb des Hauptnetzteils realisiert und agiert unabhängig von den Hauptausgangsspannungen.

Klassisch werden die drei Hauptspannungen aus einem Transformator durch entsprechende Abgriffe generiert, wobei die +3,3 V in der Regel von der +5 V abgeleitet wird. Derartige Abhängigkeiten einzelner Ausgangsspannungen zueinander müssen regelungstechnisch beim Netzteil-Design berücksichtigt werden (Kreuzregelung). Deshalb setzen aktuelle Netzteile zunehmend die DC-to-DC-Technik ein, bei der aus einer starken +12-V-Hauptspannung alle weiteren Ausgangsspannungen (außer +5 V Standby und –12 V) mit Hilfe separater DC/DC-Wandlermodule erzeugt und unabhängig voneinander geregelt werden. Dies hat neben einer höheren Energieeffizienz den Vorteil, dass sich Laständerungen an einer Ausgangsspannung unabhängig von den anderen Spannungen ausregeln lassen und hierdurch letztlich alle Ausgänge wesentlich stabiler sind.

Der „Power Supply Design Guide“

Eine zentrale Forderung des „Power Supply Design Guides“ ist die Einhaltung der Spannungstoleranzen an allen DC-Ausgängen. Die ATX-Norm spezifiziert eine Toleranz von $\pm 5\%$ für +12 V, +5 V, +3,3 V und +5 V Standby sowie $\pm 10\%$ für den –12-V-Ausgang. Dies bedeutet, dass beispielsweise die +12-V-Schiene unter keinen Umständen unter +11,4 V fallen beziehungsweise +12,6 V übersteigen darf. Kritisch werden diese Rahmenbedingungen für ein Schaltnetzteil immer dann, wenn es im Bereich seiner Minimal- beziehungsweise Maximallast arbeitet oder hochfre-



Netzteil-Test mit dynamischer Last (Stromverlauf): Zur Simulation dynamischer Lastsprünge werden an den +5-V- und +12-V-Netzteil-Ausgängen zusätzlich pulsierende elektronische Lasten (100 Hz) angeschlossen, um das Regelverhalten des Netzteils zu untersuchen.

quente Lastsprünge ausgleichen muss. Dynamische Laständerungen entstehen auf dem Mainboard, wenn die CPU vom Standby-Modus oder dem Leerlaufprozess (Idle-Mode) in einen rechenintensiven Zustand wechselt oder umgekehrt. Gleiches gilt für den teils stark schwankenden Leistungsbedarf von Grafikkarten und Peripheriegeräten. Dann ist die Regelung des Netzteils gefordert, die sprungartige Laständerung innerhalb von Sekundenbruchteilen ohne signifikanten Einbruch oder Überschwingen der Ausgangsspannung nachzuregulieren und somit innerhalb der definierten Grenzwerte zu bleiben. Anderenfalls kann es zu undefinierten Reaktionen oder gar Abstürzen des Rechnersystems kommen.

Im Labor wird diese Situation mit dem jeweiligen Netzteil reproduzierbar getestet: Zusätzlich zur Stromversorgung des Testsystems mit Mainboard, CPU, Lüfter, RAM, SSD/HDD- und

(Bilder: Bicker)

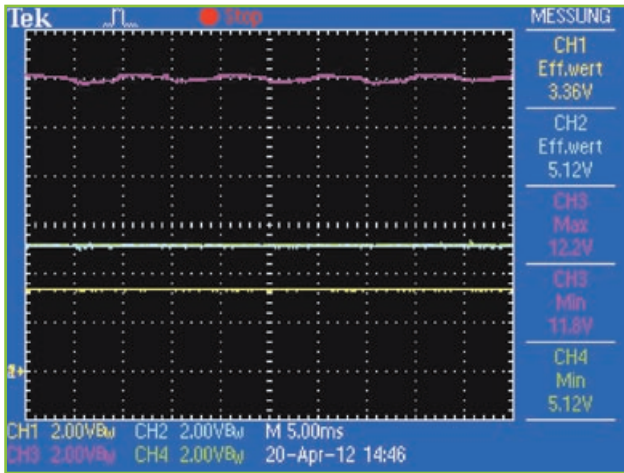
Industrie PC

vom Touchscreen Spezialisten

- » Made in Germany
- » lüfterlos passiv gekühlt
- » nach Kundenwunsch

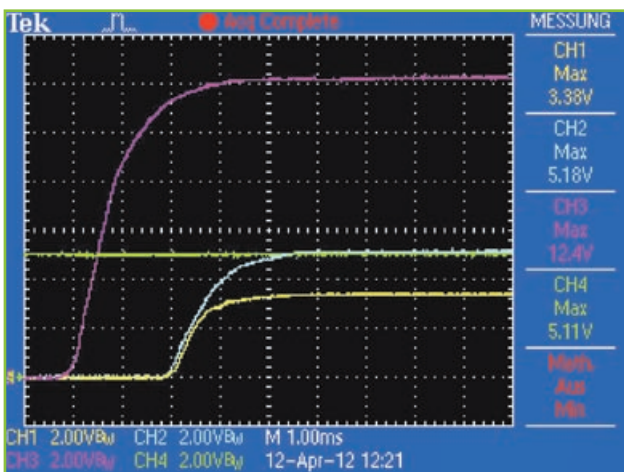



Display 2000 Electronic Systems GmbH
 Tel.: 08026-92862-0
 email: ipc@display2000.de
 web: www.display2000.de



Netzteil-Test mit dynamischer Last (Spannungsverlauf): Die dynamischen Lastsprünge verursachen Spannungsschwankungen an den Netzteil-Ausgängen, die das Schaltnetzteil innerhalb von Sekundenbruchteilen ausregeln muss. Hierbei dürfen die Spannungstoleranzgrenzen nicht unter- beziehungsweise überschritten werden.

CD-Laufwerk wird an den +5-V- und +12-V-Netzteil-Ausgängen jeweils eine mit 100 Hz pulsierende elektronische Last angeschlossen, die die zusätzliche Belastung bis hin zur Maximallast simuliert. Der gleiche Test wird mit statischen Zusatzlasten wiederholt. Während der Messungen läuft auf dem Testsystem eine definierte Burn-In-Testsoftware. Die Mess-Ergebnisse zeigen schließlich, in welchem Toleranzbereich sich die Ausgangsspannungen der jeweiligen Power+Board-Kombination



Der zeitliche Verlauf der Netzteil-Ausgangsspannungen beim Systemstart ist einer der kritischsten Punkte, wenn Mainboard und Netzteil perfekt zusammenarbeiten sollen. Die Abbildung zeigt exemplarisch das Start-up-Timing für +3,3 V (gelb), +5 V (blau) und +12 V (magenta). Die grüne Linie zeigt die +5-V-Standby-Spannung, die unabhängig von den Hauptausgangsspannungen anliegt.

bewegen und stellen die Einhaltung der Grenzwerte sicher – auch an den Belastungsgrenzen des Netzteils.

Fehler beim Systemstart

Bevor ein Rechnersystem im Normalbetrieb seinen Dienst verrichten kann, muss es zunächst erfolgreich starten. Klingt trivial – ist aber oft der Grund für viele Stunden mühsamer Fehlersuche bei der Systementwicklung. Ein Grund dafür, dass der Rechner nur sporadisch oder gar nicht startet beziehungsweise beim Systemstart bestimmte Fehlermeldungen ausgegeben werden, kann das Einschalt- und Timingverhalten der verwendeten Netzteil-Mainboard-Kombination sein. Daher widmen sich gleich mehrere Einzeltests beim Power+Board-Programm diesem Themenfeld:

Versorgt durch die +5-V-Standby-Schiene wird beim Einschaltvorgang mit Hilfe des Startsignals (PS_ON#) vom Mainboard die Hauptstromversorgung aktiviert. Nun müssen sich die Spannungen an den verschiedenen Ausgängen in einer durch den Power Supply Design Guide definierten zeitlichen Abfolge zueinander aufbauen. Im Falle der ATX-Spezifikation ist es zunächst notwendig, dass jede einzelne Spannung innerhalb eines Zeitfensters von 0,1 ms bis 20 ms (Risetime) ihren nominalen Regelungstoleranzbereich erreicht hat. Bei $\pm 5\%$ Toleranz würde dies 95 % des Nominalwertes entsprechen, zum Beispiel +11,4 V am +12-V-Ausgang. Die ansteigende Spannungsflanke (Ramp) muss hierbei zu jedem Zeitpunkt gleichmäßig und ununterbrochen („smooth and continuous“) in positiver Richtung verlaufen. Hinsichtlich der drei Hauptspannungen gilt, dass die +3,3-V-Schiene ihren Regelungstoleranzbereich maximal 20 ms nach der +12-V- beziehungsweise +5-V-Schiene erreicht haben muss. Die Einhaltung dieses Zeitbereichs ist nicht nur für das perfekte Zusammenspiel von Netzteil und Mainboard entscheidend; ATX-konforme Erweiterungskarten wie etwa Framegrabber verzeihen eine Überschreitung der 20-ms-Grenze meist nicht und verweigern ihren Dienst respektive verhindern den erfolgreichen Systemstart.

Während der Spannungsanstiegszeit darf zudem die Ausgangsspannung an +12 V und +5 V zu keiner Zeit unter das

Spannungsniveau des +3,3-V-Ausganges fallen.

Liegen schließlich alle Haupt- und Nebenspannungen stabil an, übergibt das Netzteil ein High-Signal – +5 V(DC) – auf der Power-Good-Leitung (PWR_OK) an das Mainboard. Ein Low-Signal – 0 V(DC) – würde dem Mainboard einen Fehler signalisieren und einen Reset auslösen; das System würde nicht starten.

Die Einschaltverzögerung, also die Zeit zwischen dem Erreichen der Regelungstoleranzbereiche und dem Power-Good-Signal, muss sich ebenfalls in einem definierten Zeitfenster von 100 ms bis 500 ms (PWR_OK delay) bewegen.

Parallel zu den Spannungen werden im Testlabor die Einschaltströme in ihrem zeitlichen Verlauf gemessen und analysiert. Hierfür kommen Stromzangen zum Einsatz, die in Verbindung mit einem Oszilloskop die Ströme in den einzelnen Ausgangsleitungen des Netzteils ohne Unterbrechung des Stromkreises exakt messen (Hall-Effekt-Technologie).

Im Einschaltmoment werden durch kapazitive Lasten in Form von Kondensatoren und Schaltreglern auf Mainboard und Systemkomponenten sehr hohe Ströme verursacht. Die erfassten Daten geben Aufschluss darüber, welche Einschaltspitzenströme das Netzteil innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes sicher liefern muss. Neben den definierten kapazitiven Lasten in der ATX-Norm ist vor allem das geschulte Auge und die Erfahrung des Testingenieurs bei der Beurteilung der Oszillogramme gefragt, da es gilt, kritische Anstiegsflanken und mögliche Konflikte sicher zu erkennen und zu beurteilen. Im schlimmsten Falle würde das Netzteil respektive das Gesamtsystem den Systemstart verweigern. So manifestiert sich auch im Einschaltverhalten die Qualität der leistungselektronischen Ausstattung eines Schaltnetzteils und dessen Vermögen, derartige Extremsituationen zu meistern. *ik*



Andreas Wagner

ist Mitarbeiter im Bereich Marketing & Kommunikation bei Bicker Elektronik in Donauwörth.