

Ausreichende Spannung trotz langer Leitung.

Autor: Michael Raspotnig

Anlagen wie zum Beispiel Druckmaschinen, Förderbänder, Walzwerke oder Abfüllanlagen benötigen aufgrund der großen Ausdehnung lange Verbindungsleitungen zwischen den einzelnen elektrischen Maschinen- und Anlagenteilen.



Daten können über solche Entfernungen problemlos übertragen werden. Bei der elektrischen Versorgung von 24V Verbrauchern sieht das jedoch anders aus. Es kann schnell zu hohen Spannungsabfällen kommen, wenn die Leitungen nicht ausreichend dimensioniert werden. Diese Spannungsabfälle werden oft unterschätzt und können Steuerungskomponenten zum Versagen bringen oder einen Reset auslösen. Verbraucher ziehen den Strom nur selten gleichmäßig. Wenn zum Beispiel ein Motor zuschaltet und einen hohen Startstrom zieht, kommt es temporär zu diesen Spannungseinbrüchen. Eine Ursachenana-

lyse für das Versagen fällt dann umso schwerer. Ähnliche Effekte treten auf, wenn Lasten zugeschaltet werden, die große Eingangskapazitäten besitzen. Hier hilft nur ein DC/DC-Wandler, der als „24V Refresher“ vor die Last geschaltet wird und aus der abgedrifteten wieder eine geregelte Spannung von 24V erzeugt. DC-USV's oder Puffermodule sind an dieser Stelle wirkungslos.

Dezentrale Stromversorgungen

Als Abhilfe könnte man das Netzteil in die Nähe der Verbraucher setzen. Die Spannungsabfälle auf der 230V oder 400V Seite sind aufgrund des

geringeren Stromes vernachlässigbar. Das würde auch dem allgemeinen Trend zur Dezentralisierung entgegenkommen.

24V Netzteile für Steuerstromkreise bleiben aber üblicherweise nach wie vor in einem zentralen Schaltschrank. Ein Grund dafür ist, dass man die berührgefährlichen 230V oder 400V nicht in den dezentralen Steuerschaltkästen oder Maschinenteilen haben will. Ein anderer Grund ist die Reduzierung der Anzahl der Netzteile. Mit einer einzigen zentralen und standardisierten 24V Stromversorgung kann je nach Land die Anpassung an die netzseitige Versorgungsspannung einfacher erfolgen.

Spannungsabfälle berechnen

Oft werden Leitungsquerschnitte nach Gefühl ausgewählt oder aus Tabellen entnommen, die entsprechend dem Amperewert einen Querschnitt empfehlen. Diese Tabellenwerte sind meistens auf die zulässige Kabelerwärmung optimiert, nicht aber auf Spannungsabfälle. Zu klein gewählte Querschnitte sind oft die Folge. Spannungsabfälle auf Leitungen zu berechnen ist zwar keine große Sache, erfordert aber ein wenig Überwindung um sich mit den ungeläufigen Werten für Materialkonstanten, Querschnitten, Leitungslängen und deren Einheiten auseinanderzusetzen.

Das nachfolgende Diagramm hilft hierbei: Versorgt man zum Beispiel eine in 30m entfernte (=60m Leitungslänge) Anzeigetafel, die Ströme bis zu 4A benötigt, wird man dafür vermutlich eine gängige Leitung mit 0,75mm² als ausreichend erachten.

Aus dem Diagramm kann man für einen 1mm² Leiter einen Spannungsabfall von 4,5V ablesen. Umgerechnet auf 0.75m² ergibt das einen Spannungsabfall von 6,75V. Das heißt, dass an der Anzeigetafel anstelle von 24V nur mehr 17,25V ankommen. Und das bei einem Strom von nur 4A! Solche Spannungsabfälle lassen sich auch nicht mehr durch Hochdrehen der Spannung am Netzteil kompensieren.

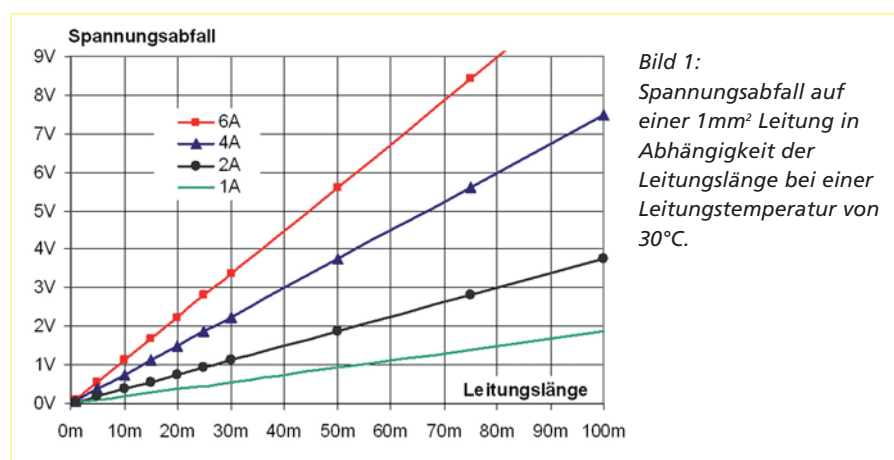


Bild 1: Spannungsabfall auf einer 1mm² Leitung in Abhängigkeit der Leitungslänge bei einer Leitungstemperatur von 30°C.

Nicht alle DC/DC-Wandler sind geeignet

Wichtig ist, dass der DC/DC-Wandler einen weiten Eingangsspannungsbereich spezifiziert hat und eingangsseitig erst bei niedrigen Eingangsspannungen abschaltet. Dadurch können transiente Vorgänge besser überbrückt werden. Der Wandler selbst darf keine unnötige Strombelastung auf der Zuleitung verursachen, die wieder einen hohen Spannungsabfall zur Folge hätte und das System stören könnte. Vielmehr sollte der DC/DC-Wandler den Spitzenstrom, der zum Beispiel beim Aufladen von Kondensatoren entsteht, aktiv begrenzen.

Alle diese Eigenschaften wurden bei der Entwicklung der neuen DC/DC-Wandler Familie von PULS berücksichtigt. Neben dem weiten Eingangsspannungsbereich besitzen die Geräte auch eine aktive Einschaltspitzenstrombegrenzung und zusätzlich noch eine Soft-Start-Funktion. Dank der Soft-Start-Funktion braucht man keine Angst vor zu hohen Eingangsströmen zu haben, wenn man für einen Laststrom von 1A ein 5A Gerät wählt. Der Eingangsstrom passt sich auch während der Einschaltphase immer dem Laststrom an.

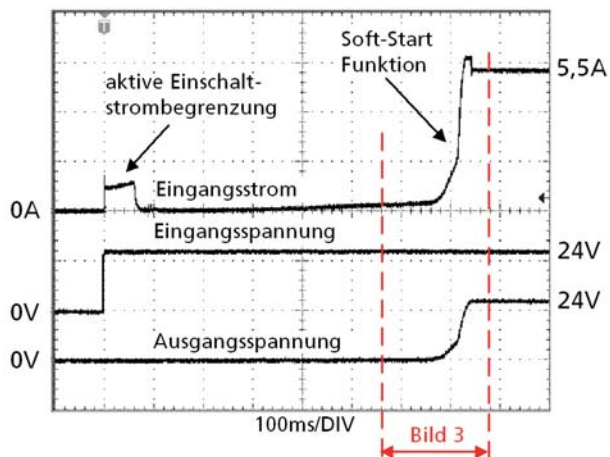


Bild 2: CD5.241: Sanftes Einschalten ohne merkliche Stromüberhöhung (24V, 5A Konstantstromlast)

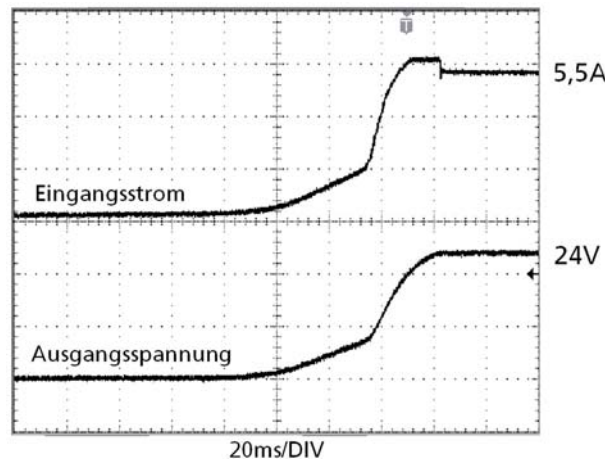


Bild 3: CD5.241: Soft-Start Funktion. Keine unnötigen hohen Eingangsströme während der Einschaltphase.

Der Vorteil lässt sich am besten an folgendem Beispiel erklären: Am Ende einer Leitung sitzt eine Steuerung mit einem relativ großem Pufferkondensator und einer mittleren Stromaufnahme von 1,5A. Aufgrund des geringen Stromes wählt man eine entsprechend dünne Leitung. Nun wird der Spannungsverlust auf der Leitung mit einem 5A Standard DC/DC-Wandler wieder angehoben. Schaltet man die 24V Stromversorgung ein, passiert folgendes: Der DC/DC-Wandler wird mit seinem max. möglichen Strom (typischerweise 6,5A) die Kondensatoren in der Steuerung aufladen wollen. Zusätzlich müssen die internen Eingangskondensatoren im DC/DC-Wandler auch noch aufgeladen werden. Das hat natürlich einen hohen Strom am Eingang des DC/DC-Wandlers zur Folge, der dann aufgrund der Spannungsabfälle auf der Leitung den DC/DC-Wandler in die Unterspannungsabschaltung zwingt. Das Ergebnis ist ein „stotterndes“

Anlaufen oder ein Nicht-Anlaufen des Systems. Man könnte in diesem Fall das Verhalten verbessern, wenn man ein 2A Gerät wählen würde. Leider hat man aber bei DC/DC-Wandlern keine besonders große Auswahl. Diesem unschönen Effekt wurde bei der neuen CD5 Serie vorgebeugt. Nach dem Anlegen der Eingangsspannung steigt der Vorgabewert für den maximalen Ausgangsstrom langsam auf den Nennwert an. Am Ausgang angeschlossene Lasten und Kondensatoren werden dadurch sanft aufgeladen. Der Startvorgang dauert dadurch zwar ein wenig länger, aber dafür wird ein hoher Eingangsstrom während der Hochlaufphase mit dieser Methode wirksam vermieden.

CD5: Die neue DC/DC-Wandler Familie von PULS

Neben der Möglichkeit, Spannungsverluste am Ende von langen Leitungen wieder aufzufrischen, gibt es für die neue DC/DC-Wandler Serie noch viele weitere Anwendungsmöglichkeiten:

- Erzeugung einer stabilisierten Steuerspannung bei batteriegespeisten Geräten
- Galvanische Trennung von Steuerstromkreisen zur Vermeidung von Erdschleifen
- Mobile Anwendungen wie in Schiffen, Gabelstaplern, ...



Neben dem hier beschriebenen 24V auf 24V „Refresher“, gibt es weitere Geräte mit Spannungskombinationen, die von 24V auf 12V wandeln oder von 48V auf 24V.

Alle DC/DC-Wandler haben einen galvanisch getrennten Ausgang und sind im Temperaturbereich von -25°C bis $+60^{\circ}\text{C}$ mit 120W (12V Version: 96W) spezifiziert. Höhere Ströme können durch Parallelschalten erreicht werden. Die Geräte besitzen zusätzlich eine Leistungsreserve von 20%, die unterhalb von $+45^{\circ}\text{C}$ sogar dauerhaft entnommen werden darf.

Die geringe Gerätetiefe erlaubt den Einbau in übliche dezentrale 120mm Vor-Ort-Schaltkästen und die Breite von nur 32mm spart eine Menge Platz auf der DIN-Schiene. Der integrierte Sanftanlauf, die elektronische Einschaltstrombegrenzung, der Verpolschutz am Eingang und das umfangreiche Zulassungspaket sorgen für einen einfachen und problemlosen Einsatz.

Ein nützliches Feature für batterieversorgte Anwendungen bietet das Gerät CD5.241-S1. Dieses hat zwei Relaiskontakte eingebaut. Mit dem „Input-Low-Kontakt“ kann man eine zur Neige gehende Batterie erkennen und der „DC-OK-Kontakt“ eignet sich zum Aufbau von redundanten Systemen. Außerdem sind bei diesem Gerät die Ein- und Ausgangsklemmen mit vibrations-sicheren Schnellanschluss-Federkraftklemmen ausgestattet. Alle anderen Geräte besitzen Schraubklemmen zum Anschluss der Leitungen.

Mit diesen DC/DC-Wandlern lassen sich nicht nur Spannungsanpassungen erreichen. Sie helfen auch die Systemzuverlässigkeit und das Durchhaltevermögen bei Spannungseinbrüchen zu erhöhen, insbesondere wenn bei bereits fertig verkabelten Anlagen ein Handlungsbedarf besteht. Eine Nachrüstung ist Dank der kompakten Bauform fast immer möglich.

