

Energieversorgung à la pls

Leistungssteigerung von eigensicheren Rechteckquellen vergrößert Anwendungsbereiche für Zündschutzart „i“



Die so genannte „Wächtergruppe“ am Eingang der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt.

Für klassische eigensichere Quellen mit elektronischen Strombegrenzungen betragen die zulässigen Maximalströme nur etwa ein Viertel der Werte für linear begrenzte Quellen. Mit dem hier vorgestellten eigensicheren Energieversorgungskonzept pls sind für diese Rechteckquellen die gleichen Zündgrenzströme wie für lineare Quellen erreichbar. Die damit verbundene Vervierfachung der Wirkleistungsabgabe gegenüber konventionellen eigensicheren Rechteckquellen wird durch Ausnutzung bauteilspezifischer Effekte möglich. Somit lassen sich mit pls neue Anwendungsbereiche für die Zündschutzart Eigensicherheit „i“ erschließen.

■ Udo Gerlach, Thomas Uehlken

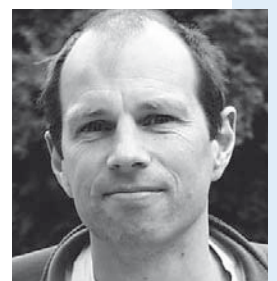
Zu den wesentlichen Vorteilen der Zündschutzart Eigensicherheit „i“ gegenüber anderen Zündschutzarten zählen die weltweite Akzeptanz, die Möglichkeit des Arbeitens unter Spannung (z.B. Parametrierung) und die geringen Anforderungen an Ge-

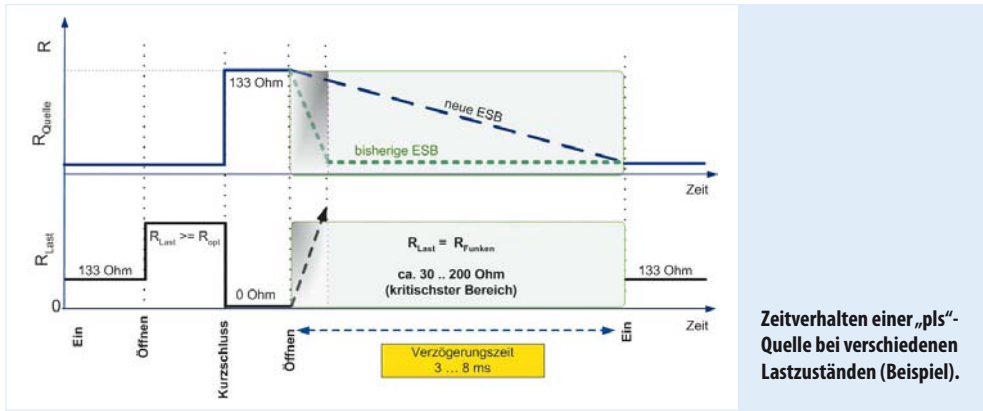
häuse- und Anschlusstechnik. Dem steht aber der Hauptnachteil der Eigensicherheit – der nur geringe zulässige Wirkleistungsumsatz von ca. 3 W – entgegen. Die Lösung genau dieses Problems bildete den Kern eines industriegeförderten Konsortialprojektes. Die Zielstellung >

Dr. Udo Gerlach
ist Arbeitsgruppenleiter
„Explosionengeschützte
Feldbus- und Speisesysteme“
bei der Physikalisch-Techni-
schen Bundesanstalt in
Braunschweig
T +49/531/592-3620
udo.gerlach@ptb.de



Thomas Uehlken
ist Mitarbeiter der Physika-
lisch-Technischen Bundes-
anstalt (PTB) im Fachbereich
„System- und Eigensicherheit“
T +49/531/592-3543
thomas.uehlken@ptb.de





bestand darin, auch für Rechteckquellen die höheren Zündgrenzwerte für linear begrenzte Quellen anwenden zu können (siehe Abbildung unten). Um eine breite industrielle Akzeptanz zu erzielen, wurde dabei eine einfache und kostengünstige Hardwarelösung angestrebt.

tion unumgänglich. Dazu gehört neben der plS-Quelle und der Anschlussleitung auch eine sicherheitstechnisch notwendige Vorschalteneinrichtung, nachfolgend als Black-Box bezeichnet. Diese muss der eigentlichen Last unmittelbar vorgeschaltet sein (siehe Abb. oben); Black-Box

Tabelle

UQuelle	Lineare Quelle : Zündgrenzstrom I _{Zünd} Klassisch	Rechteckquelle : Zündgrenzstrom I _{Zünd} Klassisch / plS	Rechteckquelle : Leistung P _{Zünd} Klassisch / plS
24 VDC	174 mA	≈ 45 mA / ≈ 174 mA	≈ 1 W / ≈ 4 W
18 VDC	440 mA	≈ 66 mA / ≈ 440 mA	≈ 2 W / ≈ 8 W

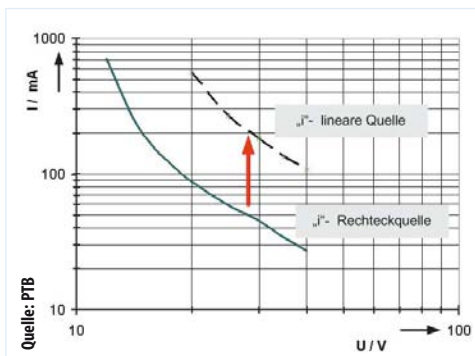
Mit dem plS (pseudo linear system)-Energieversorgungskonzept ist eine signifikante Leistungssteigerung um ca. Faktor 4 durch relativ einfache schaltungstechnische Maßnahmen erreichbar. Die Tabelle oben listet beispielhaft die mit dem Funkenprüfgerät nach EN 60079-11 bestätigten Zündwerte für die Zündschutzart II 2 G Ex ib IIC unter Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors 1,5 auf. Hierbei ergibt sich durch Anwendung von plS beispielsweise für 24 V eine Erhöhung des Zündgrenzstroms von 45 mA auf 174 mA.

Um ein möglichst breites Endverbraucherpektrum zu erfassen – so auch induktive Lasten und Stromsenken – ist eine Systembetrach-

und Verbraucher gemeinsam verkörpern den eigensicheren Verbraucher.

Aus zündphysikalischer Sicht galt es, das besonders kritische Verhalten im Übergangsbereich von einem Kurzschluss zu einer unmittelbar folgenden Öffnung sicherheitstechnisch zu analysieren. Klassische Rechteckquellen verhalten sich in diesem Bereich – das heißt vom Kurzschluss bis zum Erreichen des normalen Betriebszustandes (Knickpunkt mit maximalem Wirkleistungsumsatz) – wie echte Stromquellen. Tritt eine Stromkreisöffnung (Öffnungsfunken) noch vor dem Erreichen des Knickpunktes auf, kann dies zu konstantem Stromfluss während der gesamten Funkendauer und somit zu einer Zündung führen. Deshalb ist notwendigerweise bei klassischen eigensicheren Rechteckquellen eine Reduzierung des zulässigen Maximalstromes auf etwa ein Viertel des linear zulässigen Wertes nach EN 60079-11 erforderlich.

Im Rahmen des Projektes gelang es, durch schaltungstechnische Maßnahmen sämtliche zündfähigen Funken in allen kritischen Bereichen zu verhindern. Die Lösung basiert auf Gegen- und Mitkopplungsmaßnahmen, die eine zeitlich definierte Linearisierung der Quellenkennlinie bewirken. Diese neuartigen Quellen, die plS-Rechteckquellen, verhalten sich somit in kritischen Bereichen pseudolinear. Allerdings kann dieses Verhalten bei Anschluss von nichtohmschen Verbrauchern wegen des ver-



Eigensichere Zündgrenzkurven (Gasgruppe IIC) für lineare (oben) und rechteckförmige Quellen (unten).

änderten Einschaltverhaltens stark beeinträchtigt werden. Um auch derartige Verbraucher eigensicher versorgen zu können, erweist sich ein zeitverzögertes Hochfahren der Ausgangsleistung nach Anschluss eines Verbrauchers an die zuvor unbelastete Quelle – der so genannte Softstart – als zweckmäßig. Der Softstart bewirkt, dass bei jedem Anfahren sowohl Quellenstrom als auch -spannung für eine definierte Zeit (ca. 5 ms) auf dem linearen und somit sicherheitstechnisch unbedenklichen Teil der Ausgangskennlinie verbleiben. Erst danach erfolgt der Übergang in die rechteckige Ausgangskennlinie. Dadurch wird gewährleistet, dass der oben beschriebene kritische Zustand (kurzzeitig aufeinander folgendes Öffnen, Schließen und Öffnen) nicht zu Entzündungen führen kann.

Die Abbildung Seite 71 unten zeigt das Prinzipschaltbild einer plS-Quelle mit Softstart. Zentrale Bedeutung kommt hierbei dem Regelement aufgrund seiner Stromsteuercharakteristik zu. Die Ausgangskennlinien dieser Regelemente weisen typischerweise Konstantstromverhalten auf. Dieses wird weitgehend von der Basis- bzw. Gateansteuerung vorgegeben.

Allerdings bewirkt diese besonders im Begrenzungsbereich üblicherweise ausgeprägte Stromquellencharakteristik bei klassischen elektronischen Strombegrenzungen eine deutliche Verbesserung des Zündvermögens gegenüber linearen Begrenzungen. Der Grund dafür liegt im Anliegen von zündwirksamem Konstantstrom während der gesamten Funkendauer. Dieser sicherheitstechnisch unerwünschte Effekt lässt sich durch Ausnutzung und Verstärkung bauelementspezifischer Effekte stark unterdrücken. Die Schaltung bewirkt ein Verlassen des Konstantstrombereiches im Moment des Einsetzens der Regelung, wobei der Ausgangsstrom durch eine pseudolineare Kennlinie sicher begrenzt wird. Praktische Aufbauten haben gezeigt, dass der Hardwareaufwand für die Realisierung des dargestellten Schaltungskonzeptes als relativ gering zu bewerten ist.

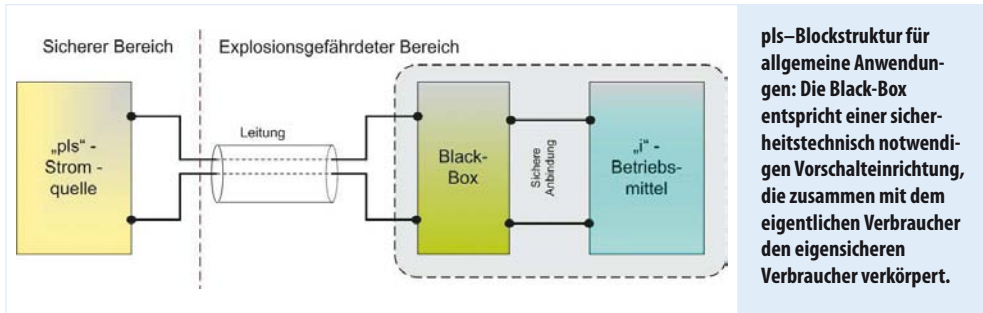
Allerdings weist die praktische Anwendung derartiger plS-Quellen für bestimmte Lasttypen sicherheitstechnische Risiken auf. Zu den kritischen Lasttypen zählen größere Induktivitäten (z.B. Magnetventile) und andere als Konstant-

Hintergrund

Die beteiligten Unternehmen

Die hier vorgestellten Ergebnisse sind das Resultat eines industriefinanzierten Projektes, an dem folgende Firmen beteiligt waren:

- Hima Paul Hildebrandt GmbH + Co. KG,
- R. Stahl Schaltgeräte GmbH,
- Pepperl + Fuchs GmbH,
- Hans Turck GmbH & Co. KG,
- Siemens AG, A&D ATS 34,
- Endress+Hauser GmbH + Co. KG



stromsenken wirkende Verbraucher. Die alleinige Anwendung der in Abbildung unten links dargestellten Quelle genügt hier nicht bzw. würde zu Zündungen führen. Erst durch Verwendung einer sicherheitstechnisch relevanten „Black-Box“ (Abbildung unten rechts), die unmittelbar vor diese Lasttypen geschaltet oder in diese integriert wird, kann die Zündschutzart Eigensicherheit „i“ gewährleistet werden.

Durch die vorgeschaltete Black-Box kann sich die eigentliche Last zündphysikalisch nicht wie eine „echte“ Stromsenke verhalten. Der sicherheitstechnisch relevante Kondensator in der Black-Box bewirkt in Verbindung mit Dioden, dass für einen zündungsrelevanten Zeitraum die Konstantstromsenkencharakteristik (der Induktivität) nach außen hin unwirksam wird. Voraussetzung dafür ist eine sichere Verbindung der Black-Box mit dem Verbraucher. Zu beachten ist, dass der Verbraucher durch das geringfügig veränderte Zeitverhalten nicht funktionell beeinflusst wird. Black-Box und Verbraucher gemeinsam verkörpern dann einen eigensicheren Verbraucher. Die Black-Box lässt sich mit einer oder wenigen Konfigurationen in großen Stückzahlen fertigen. Damit kann eine sehr breite Verbraucherpalette eigensicher ausgeführt werden.

Für einen breiten industriellen Einsatz ist es von Bedeutung, welchen sicherheitstechnischen Einfluss Kabel und Leitungen im pls-Versorgungskonzept besitzen. Dazu wurden Experimente mit handelsüblichem AS-Interfacekabel

verschiedener Länge durchgeführt. Diese führten zu folgenden Ergebnissen: Bis zu 500 m Leitungslänge ließ sich eine Äquivalenz zu den in der ersten Abbildung dargestellten Zündgrenzwerten feststellen. Als Verbraucher fand hierbei die Nachbildung eines Magnetventils (24 V, 5 W) Verwendung. Mit vorgeschalteter Black-Box traten keine Zündungen auf. Ohne Black-Box hingegen lag die Zündwahrscheinlichkeit bei nahe 100 Prozent.

Fazit: Bis 500 m Leitungslänge geeignet

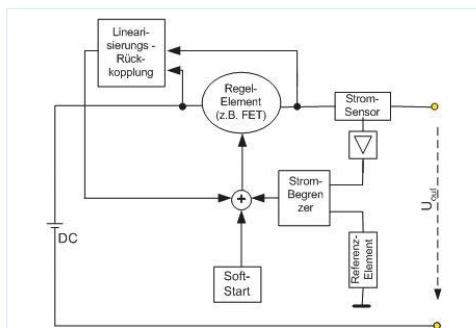
Mit einer eigensicheren PLS-Rechteckquelle ist eine Leistungssteigerung um ca. Faktor 4 durch relativ einfache schaltungstechnische Maßnahmen realisierbar. Um ein möglichst breites Endverbraucherspektrum zu erfassen ist eine sicherheitstechnische Systembetrachtung unumgänglich. Zu einem derartigen System gehören:

- die Quelle;
- die Anschlussleitung;
- die (universelle) Black-Box und
- der (eigentliche) Verbraucher.

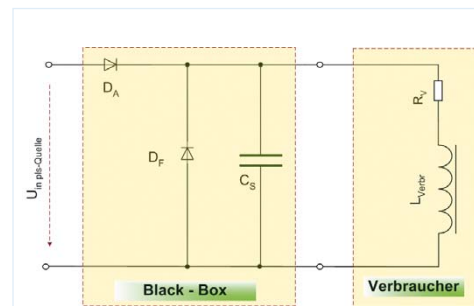
Die Wirkleistungsgrenze für die Anwendung dieses Systems liegt zurzeit bei ca. 8 W; die Leitungslänge sollte 500 m nicht überschreiten. ■

Weiterführende Infos auf www.PuA24.net

more @ click PA037202



Schaltungsprinzip einer „pls“-Quelle mit Softstart. Aufgrund seiner Stromsteuercharakteristik von zentraler Bedeutung ist das Regelement (FET).



Verbraucher mit Black-Box: Kondensator und Dioden machen die Konstantstromsenkencharakteristik für eine zündungsrelevante Zeit nach außen unwirksam.



DEHN + SÖHNE

mit RFID

Auf Blitz folgt LifeCheck®



Diagnose-System für Überspannungsschutz

- Prüfen im laufenden Betrieb.
- Mögliche Überlastung erkennen.
- Verfügbarkeit maximieren.

DEHN + SÖHNE
**Blitzschutz
 Überspannungsschutz
 Arbeitsschutz**

Infoservice 1575 · Postfach 1640
 92306 Neumarkt · Tel.: 09181 906-123
 Fax: 09181 906-478
www.dehn.de · info@dehn.de