

Drehzahlveränderliche Stellantriebe in der Praxis

Variable-speed actuators in practice

Die Automatisierung hält zunehmend auch in den Stellantriebsbereich Einzug. Die damit steigenden technischen und wirtschaftlichen Anforderungen erfüllt die Sipos Aktorik mit einem durchgängig modularen und speziell software-basierten Konzept. Die praktisch freie Wahl der Abtriebsdrehzahl ist die Basis dieser Technologie. Dies wird durch Ansteuerung der eingesetzten Drehstromasynchronmotoren über einen Frequenzumrichter ermöglicht. Die Antriebs-Software, die Firmware, stellt die vielfältigen Funktionen, die die SIPOS 5 Flash-Reihe auszeichnen, zur Verfügung.

Automation is finding its way more and more into the field of actuator applications, and the relevant technical and economic requirements are therefore increasing. SIPOS Aktorik meets this challenge with a totally modular, software-based, concept. The practically free choice of output speed is the basis of this technology. It is achieved by controlling the integrated three-phase asynchronous motor with a frequency converter. The actuator software (firmware) supplies the various functions which characterize the SIPOS 5 Flash series.



Ottmar Kögel
SIPOS Aktorik GmbH,
Nürnberg,
Tel. 0911/63284-121,
ottmar.koegel@sipos.de

Ansteuern und Kommunizieren

An den Kommunikationsfähigkeiten moderner Automatisierungssysteme hängen praktisch alle Applikationsmöglichkeiten. Der Sipos 5 Flash ist daher entsprechend ausgestattet. ECOTRON und PROFITRON (Display, mehr Funktionen) sind die zwei lieferbaren Ausführungen der Stellantriebselektronik (Tabelle 1).

Unterstützte Feldbusse

Der SIPOS 5 ist mit PROFIBUS DP- und MODBUS RTU-Anschaltung lieferbar. Beide werden identisch angesteuert und verfügen über die volle Funktionalität (Parameter ändern, Diagnose). Optimal ist die Bauruppenredundanz, d. h. zwei separate Kanäle, mit frei einstellba-

ren Adressen. Bei Profibus sind die Leistungsstufen DP-V0 und DP-V1 (azyklisch) implementiert.

Leittechnik-Integration

Auch für die Integration des Sipos-Antriebes in diverse Leittechniken stehen mehrere Wege zur Auswahl:

- ▷ Funktionsbausteine und Faceplates u.a. für die SIEMENS-Leitsysteme PCS7 und Teleperm XP ermöglichen die einfache und schnelle Einbindung der Antriebe in den Prozessbetrieb. Auf Basis der SIPOS 5-EDD lässt sich der Antrieb z. B. mit SIMATIC PDM für das Engineering in Leittechniken einfügen.
- ▷ Mit dem SIPOS 5 Flash-DTM wird auch der neue Schnittstellenstandard

FDT unterstützt. Das erschließt dem Anwender eine Reihe weiterer Integrationsmöglichkeiten.

Nicht unerwähnt bleiben sollte die im Hause SIPOS entwickelte Parametrierungssoftware COM-SIPOS als autarkes Handwerkszeug vor Ort.

Funktionen

Elektronik statt Mechanik – Software statt Hardware

Dies hat Vorteile wie:

- ▷ Ohne Änderung der Gerätekonstruktion, der Hardware, stehen verschiedenste Funktionen zur Verfügung
- ▷ Einfaches Upgrade durch Freischaltung über PIN-Code auf Funktionen, die bei der Auslieferung noch nicht verfügbar waren
- ▷ Enorme Ersparnis bei Umrüstkosten und Ersatzteilhaltung

Drehzahl jederzeit änderbar

In vielen nicht nur industriellen Anlagen geschieht die Anpassung von Stellgliedern an unterschiedliche Prozessanforderungen über eine Regulierung der Drehzahl. Inzwischen ersetzt Elektronik bei nahezu allen Stellantrieben die vielfach aufwändigeren mechanischen Konstruktionen zur Umsetzung derartiger Forderungen. Aber nur beim SIPOS 5 mit einem integrierten Frequenzumrich-

Tabelle 1: Merkmale der Ausführungen ECTRON und PROFITRON

Table 1: Characteristics of the ECOTRON type and the PROFITRON type

	EC	PR
Ansteuerung über		
- 0/4 ... 20 mA Analogeingang 1 (Stellungsregler, Schwellwert)		x
- 24 VDC (Dauer-/Impulskontakt, Ruhe-/Arbeitsstrom)	x	x
- Feldbusse (Stellungsregler/Dauerkontakt BUS)	x	x
- 0/4 ... 20 mA Analogeingang 2 (analoge Drehzahlvorgabe, Prozess-IST-Wert)		x
Rückmeldung über		
- binär	x	x
- 0/4 ... 20 mA analog, aktueller Stellungs-IST-Wert	x	x
- Feldbusse (Zustandswort, Stellungs-IST-Wert, Diagnosemeldungen u. v. m.)	x	x

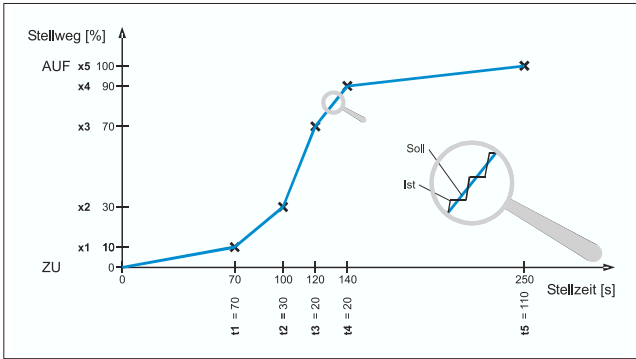


Bild 1: Neue Weg-Stellzeit-Funktion: Direkt in den jeweiligen Soll-Stellzeiten t_n werden die einzelnen Abschnitte des Stellweges parametrieren

Fig. 1: New Position/Actuation Time function: The individual segments of the positioning path are paramtered directly into the respective target Actuation Times t_n

ter gibt es bei der Drehzahlregelung keine Einschränkungen, was zahlreiche zum Teil anders nicht realisierbare Anwendungen ermöglicht.

Drehzahlreduktion in den Endlagen

Die Endlagen werden sanft angefahren – ohne jedes Überhöhungsmoment, auch bei Blockade. Stets gilt: Kippmoment = Abschaltmoment! Eine statische Momentenerhöhung ist definitiv ausgeschlossen. Während für den Stellweg beliebige Drehzahlen gewählt werden können, senkt der Antrieb die Geschwindigkeit in den Endlagen auf einen fixen kleinen Wert ab.

Anfahren – kraftvoll und sanft zugleich

Durch das Anfahren aus der Endlage mit reduzierter Motordrehzahl wird die Armatur geschont. Dank Frequenzrichter-Steuerung startet der SIPOS aber mit kräftigem Anzugsmoment.

Verschiedene Drehzahlen für AUF/ZU und Normalbetrieb/NOT-Betrieb

Aus insgesamt sieben verschiedenen Drehzahlen in passender Abstufung lassen sich unterschiedliche Geschwindigkeiten für die AUF- und ZU-Richtung parametrieren.

Die freie Drehzahl-Parametrierung hört freilich bei der NOT-Funktion nicht auf. Kombiniert mit den Aktionen bei anliegendem NOT-Signal hat man zahlreiche Spielmöglichkeiten zur Verfügung, mit denen nicht nur jede Notsituation beherrscht wird, sondern sich auch interessante Anwendungen ergeben.

Unterschiedliche Drehzahlen im Weg

Konventionelle Antriebe nutzen die Möglichkeit den Motor zu takten, um verschiedene Geschwindigkeiten zu erreichen. Die Spielräume sind hierbei aber beschränkt, die dynamischen Belastungen der Mechanik recht groß, das Takt-Geräusch darüber hinaus oftmals störend. All das entfällt beim SIPOS bzw. geht dort wesentlich flexibler und mit ganz anderen Einstellmöglichkeiten.

Mit der Drehzahlveränderbarkeit wird insbesondere die Proportionalität von Stellweg und Mediumsdurchfluss erreicht (Linearisierung von Ventilkennlinien). Statt teurer Spezialantriebe und -ventile genügen einfache Standardarmaturen.

Immer komplexere industrielle Fertigungsprozesse erfordern eine genaue, oft mit einer Regelung verbundene Kontrolle des Stellweges. Der SIPOS bietet dazu:

Weg-Stellzeit-Funktion

Durch Vorgabe von bis zu fünf Wertepaaren (Wegposition [%]; Stellzeit [s]) können die am Prozess angelehnten erforderlichen Stellzeiten eingestellt werden (**Bild 1**). Eine eingegebene Stellzeit t_n beschreibt dabei die Zeitspanne von der letzten Wegposition x_{n-1} (in % des Gesamtstellweges) bis zu der Wegposition x_n .

Die Vorteile dieses Vorgehens sind:

- ▷ Die Eingabe erfolgt ohne Umrechnungen in den bekannten Größen Wegposition/Wunsch-Stellzeit.
- ▷ Auch extreme Vorgaben wie die, dass die kleinste einstellbare Drehzahl noch zu schnell ist, können nun umgesetzt werden.

Weg-Drehzahl-Kurve

Mit dieser schon länger verfügbaren Funktion wird aus insgesamt sieben verschiedenen Drehzahlen der Verlauf der Antriebsgeschwindigkeit wegabhängig an bis zu zehn Stützpunkten festgelegt. Die NOT-Funktion bleibt davon unberührt. Es ist einstellbar, ob die parametrisierte Kurve gültig für Vor-Ort- und/oder Fern-Betrieb angewendet werden soll.

Analoge Drehzahlvorgabe

Über diese Funktion kann mit dem SIPOS 5 Flash PROFITRON ohne Umparametrierung im Betrieb mit unterschiedlichen Drehzahlen verfahren werden. Die Vorgabe erfolgt über ein 0/4 ... 20 mA-Signal am zweiten Analogeingang des Antriebs.

Adaptiver Stellungsregler

Der integrierte Stellungsregler des SIPOS 5 Flash ist ein adaptiver Dreipunkt-Regler bei dem die Totzone immer der Qualität von Soll- und Ist-Wertsignal angepasst wird (**Bild 2**). Vorteile:

- ▷ weniger Schaltspiele, da Überschwinger um den angesteuerten neuen Sollwert praktisch ausgeschlossen sind
- ▷ höhere Regelgenauigkeit, da in der Nähe des Sollwertes mit kleiner Drehzahl verfahren wird. Standard-Antriebe, die mit nur einer Drehzahl laufen, können feinste Positionsänderungen mitunter gar nicht ausregeln, da ihr Nachlauf (bei der hohen Drehzahl) schon größer als die Regeldifferenz ist.

Applikationen

Armaturensteuerung

Mittels Drehzahlreduzierung in den Endlagen kommt es nicht zu dynamischen Belastungsmomenten. Der Antrieb schließt „dicht“ ohne Überhöhungsmomente (**Bild 3**).

Die integrierte FU-Ansteuerung erlaubt, dass jederzeit bzw. bei jeder Drehzahl das Kippmoment dem Abschaltmoment der Armatur entspricht. Das bringt zum einen weniger Materialermüdung oder -verschleiß bei Armatur, Ventilsitz und Dichtungen. Zudem kann die Armatur (bei Regelanwendungen häufig die teuerste Komponente) auf das tatsächlich auftretende Moment hin optimiert ausgelegt werden.

Wasserschläge/Kavitation vermeiden

Über die Weg-Drehzahl-Kurve oder die aktuelle Weg-Stellzeit-Funktion ist folgendes möglich:

- ▷ langsam Anfahren: Erst Druckdifferenzen ausgleichen

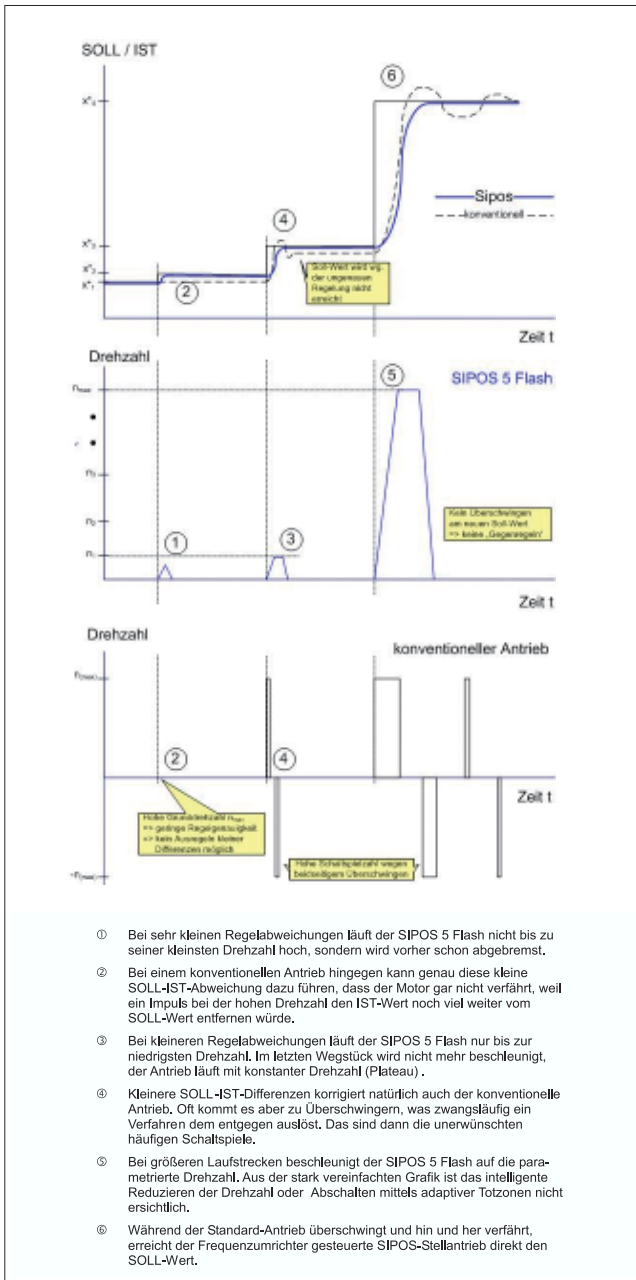


Bild 2: Wirkungsweise des adaptiven Stellungsreglers beim drehzahlgeregelten rampenförmigen Nachführen des Ist-Wertes

Fig. 2: Action of the adaptive actuator system in speed-controlled ramp-function adjustment of the Actual value



Bild 3: Schonung der Armatur – und in diesem Fall sicher auch der Ohren: Große Abfüllklappe einer Düngemittelfabrik mit SIPOS-Schwenkantrieb

Fig. 3: Preserving the valve – and, in this case, the ears of people in the vicinity: Large decanter valve in a fertilizer plant with a SIPOS part-turn actuation system

- ▷ dann mit hoher Drehzahl an die definierte Armaturenstellung: Vermeidung von Kavitation aufgrund der druckbedingten Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit
- ▷ schließlich wieder mit niedriger Drehzahl in die Endlage: Vermeidung von Wasserschlägen.

Diese Funktion gehört zur Standard-Anwendung in Kraftwerken oder Wasseranlagen (**Bild 4**).

Optimierung Dekanter-Prozess in Kläranlagen

Ablauf: Absenken der Dekanter-Vorrichtung im Belebtschlammbecken mit niedriger Geschwindigkeit, um die Saug-



Bild 4: SIPOS 5 Flash in einer Fernwärme-Verteilstation („Fortum district heating“, Upplands Väsby, Schweden)

Fig. 4: SIPOS 5 Flash in a transmitted-heat distribution station („Fortum district heating“, Upplands Väsby, Sweden)



Bild 5: Positionsgenaues Steuern des Dekanterarms mittels adaptivem Stellungsregler: Kläranlage in Charmouth/UK
Fig. 5: Spot-positioning control of the decanter arm by means of an adaptive actuator system: Sewage treatment plant in Charmouth, UK

vorrichtung in der Reinwasserzone knapp unter der Oberfläche zu halten (Bild 5).

Nachdem alles Reinwasser abgeseugt ist, wird zügig angehoben, um schnell ein erneutes Auffüllen mit verschmutztem Wasser zu ermöglichen. Ein rasches Herausziehen des Dekanters ist bspw. auch bei einem aufziehenden Gewitter notwendig, da sonst aufgewirbelter Schlamm das gesamte bereits abgesehpte Wasser verschmutzen würde.

Eine einfache Möglichkeit den gewünschten Bewegungsablauf zu erreichen sind unterschiedliche Drehzahlen für AUF-ZU. SIPOS hat etwa in Malaysia und Österreich zahlreiche derartige Anlagen ausgerüstet.

Eine noch besser abgestimmte Steuerung erzielt man mit einem Leitsystem, das via konventionellem Analogeingang

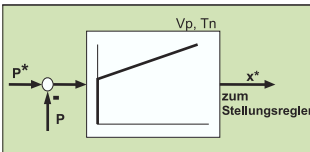


Bild 6: Schaltbild des SIPOS-PI-Processreglers: Soll- und Istwert werden zu einem neuen, anzufahrenden Positionswert verarbeitet
Fig. 6: Circuit diagram of the SIPOS-PI process controller: Target and Actual values are processed to generate a new target position value

oder Profibus den aktuellen Soll-Wert an den adaptiven Stellungsregler schickt.

Schnellschließen von Hauptventilen

Mit der Möglichkeit neben der Standard-Drehzahl für den Normalbetrieb eine in der Regel maximale Geschwindigkeit für den NOT-Fall zu parametrieren, erfüllt man zwei Forderungen: Präzise Regelung während des Normalbetriebs und mit maximaler Drehzahl in definierte NOT-Position. Einige Beispielanwendungen:

- ▷ Abwaspumpwerk: Schließen des Haupt-Wasserzulaufs bei Hochwasser und/oder Stromausfall (letzteres über Zweileiter-Ansteuerung und USV, angewendet in: Rioldagmaal/NL)
- ▷ Kühlsystem Chemieanlage: garantierter Minimalwasserstand bei Ausfall der Pumpen (über Zweileiter-Ansteuerung, Ansteuerung Sipos über ASI, angewendet in: Salpetersäureanlage Hydro Agri/NL)
- ▷ Lastabwurf in Kraftwerken, Standardanwendung

Prozesse beherrschen

Um verschiedenste Prozesse zu beherrschen, ist es oft erforderlich (und ausreichend), im Stellweg mit unterschiedlichen Drehzahlen zu verfahren. Bei vorhandener Leittechnik wird hierfür die Funktion Analoge Drehzahlvorgabe (s. oben) für Abweichungen von parametrisierten Auf-Zu-Drehzahlen genutzt, wie etwa beim

Reagieren auf Prozessänderungen

- ▷ Ausgleich von Druckschwankungen
- ▷ Überbrückung kritischer Ventilpositionen ohne Anregung von Resonanzen

Eine kostengünstige Alternative bietet hier der SIPOS 5 Flash mit integriertem PI-Regler (Bild 6). Alleine damit lassen sich viele Prozesse bei kleineren Projekten beherrschen. Beispiele:



Bild 7: SIPOS-Drehantrieb regelt den Dampfdruck bei Baekert Steel Wire, Steam Installation/BE
Fig. 7: SIPOS rotary actuator controlling steam pressure at Baekert Steel Wire, steam installation, Belgium

Klassische Zustandsgrößen regeln

T: Regelung der Kesseltemperatur Basierend auf eine Kondens-Temperatur-Messung regelt der Antrieb den Füllstand des Kondensats über das Regelventil (angewendet in: Slibver-werking/NL).

P: Druckregelung in Dampfleitungen Der gewünschte konstant zu haltende Druck wird am Antrieb eingegeben. Ein Druck-Messumformer liefert das 4-20-mA-Signal, das als SOLL-Wert für den PI-Regler dient (Bild 7).

• : Durchflussregelung: Zu- und Abfluss sollen konstant gehalten werden Der gewünschte Durchfluss wird am Antrieb eingegeben. Eine Durchflussmessung versorgt den Antrieb mit einem 4-20mA-Signal (Aquaflin/BE).

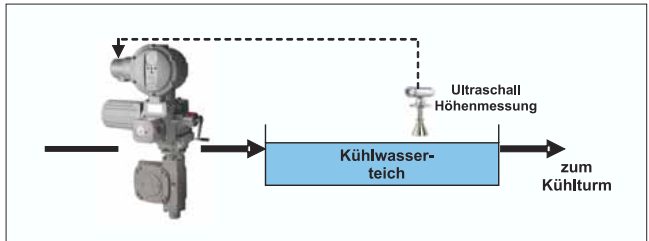


Bild 8: Zur Pegelkontrolle des Kühlwasserteiches wird das Signal einer Ultraschall-Höhenmessung an den SIPOS-PI-Regler gesendet (Kraftwerk Callide/AUS)

Fig. 8: The signal from an ultrasonic level measuring system is transmitted to the SIPOS-PI controller for control of level in the cooling-water pond (power generating plant in Callide, Australia)

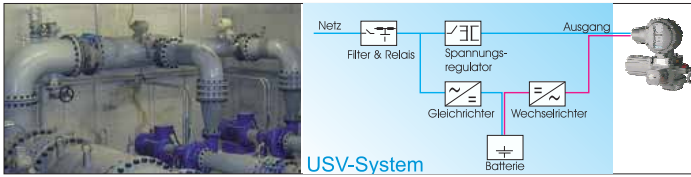


Bild 9: 230-V-SIPOS-Antriebe in der Wasseraufbereitung und -versorgung (Landeswasserversorgung Stuttgart); rechts: Darstellung der USV-Schaltung.

Fig. 9: 230 V SIPOS actuator systems in the water preparation and supply system (state water supply utility, Stuttgart), right: View of the uninterruptible power supply circuitry

h: Niveauregelung

Der Kühlwasserteich eines Kraftwerkes hat eine wichtige Funktion. Zur Kontrolle seines Pegels wird heutzutage Regeltechnik eingesetzt. Mit dem 4-20mA-Signal einer Ultraschall-Höhenmessung kann der PI-Regler des Antriebs jedes eingestellte Wasserniveau konstant halten (**Bild 8**).

Regelung Ascheabzug in Kraftwerken

Die Regelung des Ascheabzugs in Kraftwerken läuft weltweit nach einem bestimmten Prinzip. Mit einem der beiden Markführer für Ascheräume arbeitet SIPOS eng zusammen und hat zahlreiche Ascheabzugs-Regelungen über den integrierten adaptiven Stellungsregler des Flash-Antriebs realisiert.

I_{Anlauf} H I_{Nenn} und 230-V-Variante

Quasi als „Spin-Offs“ des Einsatzes eines Frequenzumrichters ergeben sich weitere Vorteile:

I_{Anlauf} H I_{Nenn}: Kostengünstige Auslegung der Netzversorgung, da sich die Leitungsquerschnitte am niedrigen Nennstrom orientieren.

230 V: kostengünstiger 1-Phasen-Wech-

selrichter. Der Frequenzumrichter erzeugt die 3-Phasen-Spannung für den Motor.

Beides zusammen erlaubt zahlreiche neue Anwendungen des Stellantriebs wie:

USV mit 24-V-Batterieeinspeisung

SIPOS kann einphasige Antriebe für Regelanwendungen bis 80 Nm und Steueranwendungen bis 125 Nm liefern. Dies ermöglicht es, wo dies erforderlich ist, eine 230-V-Stromversorgung mit unterlagerter USV mit 24-V-Batterieeinspeisung einzusetzen (**Bild 9**).

24-V-Fotovoltaik-Akku-Einspeisung mit 24-/230-V-Wechselrichter

Beispiel: Bewässerungsanlagen befinden sich oft an entlegenen Orten. Um von der meist noch manuellen Bedienung weg zu kommen, hilft nur eine autarke Energieversorgung für Antriebe und Peripherie (Beleuchtung usw., ggf. SPS). Hier haben sich in den letzten Jahren Solar- und Windkraftanlagen durchgesetzt. Dazu steht mit der 230-V-Variante eine Lösung zur Verfügung, die bereits bei Projekten in Südtalien eingesetzt wurde.

Die oben angeführten Funktionen mit Anwendungen des SIPOS 5 Flash leiten sich unmittelbar aus der Drehzahlveränderbarkeit ab. Man könnte noch die so genannte Zwei-Motoren-Ersatzfunktion hinzunehmen. Darüber hinaus eröffnet das Softwarebasierte Konzept des SIPOS vielfältigste sonstige Betriebsarten und entsprechende Anwendungen, z. B.:

- ▷ „Proportional“-adaptiver Stellungsregler: der tatsächliche Regelbereich einer Armatur ist nur ein Ausschnitt (x1% bis x2%) des gesamten Hubes
- ▷ „Splitrange“-Funktion: Zwei (oder mehr) Stellantriebe werden mit einem 4...20 mA-Signal in Folge angesteuert („Bypass“-Anwendung)

Schlussbemerkung

Dass steigende technische Anforderungen und wirtschaftliche Notwendigkeiten nicht im Widerspruch stehen, zeigt der SIPOS 5 Flash auf eindrucksvoller Weise. Mit ihm lassen sich Ausfälle oder Störungen problemlos und nachhaltig vermeiden sowie dank seiner softwarebasierten Funktionsweise zahlreiche Applikationen wie die hier angesprochenen realisieren.