Radiometrische und photometrische Sensoren für die industrielle Anwendung mit SPS-Schnittstelle

© ThisIsEngineering von Pexels

Die Messung optischer Strahlung gewinnt auch in industriellen Serienfertigungen immer mehr an Bedeutung. Beispiele hierfür sind die Prüfung von Lichtquellen bzw. optischen Strahlungsquellen in Bezug auf verschiedene optische Messgrößen. Beispiele sind die QS-Kontrolle von Auto-Scheinwerfern, die Vermessung der optischen Leistung W von Laserlichtquellen (z. B. VCSELs) in Bezug auf Laserschutzvorgaben gemäß der IEC / EN 60825-1 oder auch das Sicherstellen von Mindestbestrahlungsstärken W/m² in der Produktion von UV-Strahlenhärtungslampen.

Hier können sowohl photometrische Größen (Beleuchtungsstärke, Lichtstrom, Leuchtdichte) als auch radiometrische Messgrößen (Bestrahlungsstärke, Strahlungsleistung, Strahldichte…) die interessanten Maßeinheiten sein. Um eine vollständige Automatisierung des gesamten Prozesses zu ermöglichen, müssen die Signale der Detektoren bzw. Messgeräte in den Steuerungsprozess rückgekoppelt werden. Diese kann dann vollautomatisiert prüfen, ob die Werte innerhalb der vorher definierten Grenzwerte liegen und das Bauteil somit den Spezifikationen entspricht.

Häufig handelt es sich bei einer solchen Steuerung um eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Diese SPS bietet im industriellen Umfeld klassischerweise grundsätzliche zwei Arten der Signaleinspeisung bzw. Kopplung eines externen Sensors:

Analog:

Einspeisung über Life-Zero Signale, d. h. (4 - 20) mA Stromeingang oder (0 - 20) mA Stromeingang

Digital:

- Einspeisung der Messergebnisse über eine serielle Schnittstelle wie RS232 oder RS485
- Einspeisung mittels High/Low TTL-Signal

Beide Optionen bieten Vor- und Nachteile, auf die im Folgenden eingegangen wird.

Analog: Detektor mit Life-Zero Signal bzw. Stromeingang

Ein Sensor mit Life-Zero Signalausgang liefert dem SPS-System einen Stromausgang von (4 – 20) Milliampere (mA), linear zum optischen Signal, welches auf den Sensor wirkt. In selteneren Fällen wird auch ein Stromausgang von (0 – 20) mA genutzt.

Klassische Photodioden produzieren im linearen Fall nur einen Strom bis etwa 1 mA bei voller Aussteuerung, die aber nur selten bei normalen Beleuchtungssituationen erreicht wird. In Standardanwendungen wird sich das Diodensignal eher in der Größenordnung von Mikro- oder Nanoampere bewegen (µA oder nA). Daher muss dieses Signal noch mittels eines Stromverstärkers in den nötigen mA-Bereich verstärkt werden. Dafür muss bei der Auslegung und Produktion des Detektors die gewünschte Verstärkerstufe gewählt werden (in Ausgangsstrom gegen Eingangsstrom, A/mA). Diese ist fix und kann im Nachhinein nicht umgestellt werden. Der einstufige Verstärker selbst ist kompakt und kann dadurch im Detektorgehäuse verbaut werden, was eine kleine und mitunter in der Anwendung vorteilhafte Bauform ermöglicht. Es gibt spezielle Detektorserien (Bild 1), die perfekt für eine SPS-Integration (Bild 2) geeignet sind.

Vorteile:

- Kompakter Detektor mit integriertem Stromverstärker
- Verschiedene fixe Verstärkerstufen wählbar
- Kabeldefekt wird sofort erkannt, da das minimale Signal einem Strom von 4 mA entspricht (für (4 - 20) mA Life-Zero Systeme)
- Stromverbindung weniger anfällig gegen elektronmagnetische Störungen
- Preisattraktive Lösung die mit Standard SPS Analog/Digitalschnittstellen kompatibel ist

Nachteile:

- Limitierte Dynamik aufgrund nur einer Verstärkerstufe

Bild 1: PLCD Serie - Detektorserie für SPS-Anwendungen

Autor:
Sebastian Seuferling,
Leiter Business Development
Gigahertz Optik GmbH
www.gigahertz-optik.com

Bild 2: Die PLCD Serie ist perfekt zur SPS Integration geeignet

Bild 3: Vielseitiges Touchscreen-Optometer für die Messung von CW-, Einzelimpuls- und modulierter Strahlung in allen photometrischen und radiometrischen Anwendungen

- Verstärkerstufe muss bereits bei Produktion festgelegt werden und ist dann fix
- Komplexe Auswertung muss komplett in der SPS erfolgen
- Kalibrierfaktor zur Umrechnung des Detektorsignals in die optische Messgröße muss in der SPS hinterlegt werden

Digital: Messsystem mit digitaler Schnittstelle (RS232 bzw. RS485, Ethernet, etc.)

Eine andere Möglichkeit ist die Kombination eines Verstärkers mit einem Handgerät/integrierbarem Gerät, das einen mehrstufigen Transimpedanzverstärker enthält (in der Lichtmesstechnik auch Optometer genannt). Das Gerät kann das Stromsignal der Diode bereits bei sehr niedrigen Strömen (< pA) bis in den mA Bereich messen, mittels verschiedener Verstärkerstufen eine große Dynamik abdecken und direkt das verrechnete Signal in einer optische Einheit (z. B. Bestrahlungsstärke) ausgeben, die dann angezeigt oder auch direkt weiterverarbeitet werden kann. Ein Optometer hat zudem auch eine eigene Prozessoreinheit, die direkt eine Umrechnung des Diodenstroms mittels des Kalibrierfaktors in die Messgröße oder auch Operationen wie eine Offsetmessung direkt vornehmen kann. D. h. es sind sehr vielfältige weitere Auswertungen und sogar kleine Programmabläufe möglich. Zwischen dem SPS-System und dem Optometer erfolgt die Kommunikation mittels einer einfach in die SPS zu integrierender serieller Schnittstelle wie beispielsweise RS232 oder RS485.

Touchscreen-Optometer

Ein Touchscreen-Optometer (Bild 3) ist sehr vielseitig und kann für die Messung von CW-, Einzelimpuls- und modulierter Strahlung in allen photometrischen und radiometrischen Anwendungen eingesetzt werden.

Vorteile:

- Optometer deckt durch den mehrstufige Transimpedanzverstärker eine sehr große Dynamik mit bis zu neun Größenordnungen ab
- Exzellente Linearität
- Ein Optometer kann bereits eine Vorverarbeitung der Signale übernehmen und die Ergebnisse zur SPS übermitteln
- Geringerer Integrationsaufwand in die Steuerung

Nachteile:

- Detektor und Optometer benötigen mehr Raum als ein Detektor alleine
- Etwas preisintensiver als reine Detektorlösung

Für spektralradiometrische Messungen mit großen Datenmengen, welche beispielsweise im LED Binning benötigt werden, wird meist auf die schnelle digitale Ethernet-Schnittstelle zurückgegriffen. Diese erlaubt Datenübertragungsgeschwindigkeiten im 5 ms Bereich bei 2048 Datenpunkten (Pixel pro spektraler Verteilung). Diese Messsysteme kommunizieren die Daten jedoch oftmals nicht mit einer SPS, sondern werden von dieser nur getriggert und die eigentliche Messauswertung erfolgt an geeigneten Industrie-PCs.

Digital: TTL I/O Mikrokontroller

Eine andere Lösung für einen digitalen Input ist die Ausgabe eines High oder Low-Signals (TTL). Das bedeutet, das Messgerät gleicht beispielsweise den Messwert bereits intern mit einem hinterlegten Grenzwert ab und gibt dann, entsprechend der definierten Weiterverarbeitung, ein TTL Signal aus, das von der SPS weiterverarbeitet werden kann.

Diese Lösung erlaubt eine sehr schnelle Datenverarbeitung, da nur der Wert des Spannungssignals (0 V oder 5 V) interpretiert werden muss. Eine weitere Auswertung der Daten oder auch ein genaueres Bestimmen der Messwerte sind damit allerdings nicht möglich.

Detektorkalibrierung, Rückführbarkeit, ISO 17025

Ein sehr wichtiges Thema, dem gerne zu wenig Beachtung geschenkt wird, ist die radiometrische oder photometrische Kalibrierung der Detektoren. Sowohl der Life-Zero-Ansatz als auch die Datenübermittelung mittels einer seriellen Schnittstelle benötigen grundsätzlich eine Kalibrierung des Detektors. Eine Kalibrierung bedeutet die Bestimmung des Kalibrierfaktors um den gelieferten Photostrom des Sensors auf die zu messende Einheit zu beziehen (z. B. W oder W/m²). D. h. dieser ermittelte Kalibrierfaktor stellt den Zusammenhang zwischen der lichtmesstechnischen Größe sowie dem von der Diode produzierten Strom dar. Er ist unverzichtbar, wenn ein Detektor in absoluten, d.h. radiometrischen oder photometrischen Größen messen soll.

Für eine korrekte Ermittlung dieses Kalibrierfaktors mit einer geringen Kalibrierunsicherheit sind hohe Präzision und Zuverlässigkeit sowie das Stichwort Akkreditierung wichtige Parameter. Ein entsprechender Standard, der die Abläufe sowie das Vorgehen in einem Kalibrierlabor exakt beschreibt, ist die ISO 17025 Standardisierung. Ein Detektor, der im Umfeld hochqualitativer industrieller Prozesse genutzt werden soll, sollte immer in einem ISO 17025 akkreditierten Kalibrierlabor kalibriert worden sein um den Qualitätsstandards zu genügen. ◄

Bild 4: PLCD-Detektor