

OPTOELEKTRONIK // SENSORNETZWERK

Was ein digitaler Sensor in einem Netzwerk leisten kann

Sensoren sollen künftig auch autark arbeiten können. In einem Verbund bilden sie dann virtuelle Geräte. Viele verschiedene Aufgabenbereiche lassen sich so abdecken.

JOHANNES KUNSCH UND KAMBIS ANSARI *



Digitale Photodioden: Die Geräteklasse MAJOR soll Netzwerke unterstützen und die Entwicklung bei Industrie 4.0 voranbringen.

Digitale Photodioden-Sensoren bieten einen großen Vorteil: mit ihnen lässt sich ein Netzwerk für Industrie 4.0 aufbauen. Die Sensoren schaffen die Basis für künftige autarke Systeme, welche dezentral definierte Aufgaben übernehmen können. Gleichzeitig schlagen sie die Brücke zur Integration in traditionelle Strukturen.



* Johannes Kunsch
... ist Gruppenleiter IR-Komponenten bei Laser Components



Kambis Ansari
... ist Geschäftsführer von ANSARI, das elektronische Module und Software als OEM-Produkte entwickelt.

Bei der Konzeption eines solchen Systems schwebte den Entwicklern aus der Optoelektronik ursprünglich ein universeller, rein digitaler InGaAs-Photodioden-Sensor vor, der folgende Eigenschaften haben sollte: Zuverlässige Funktionalität in zentralen Systemen, Ausgabe beweissicherer Daten, beispielsweise Daten versehen mit einem Zeitstempel, Kalibriermöglichkeit, interne Speicherkapazität und die Integration einer verbreiteten mechanischen Schnittstelle (M12-Gehäuse).

Von blau bis rot: panchromatischer Sensor

Gerade mittelständische Kunden sollen so ihre Entwicklungszeiten verkürzen und Serviceprozeduren vereinfachen können. Außerdem soll der Sensor panchromatisch sein:

vom blauen Spektralbereich bei einer Wellenlänge von 450 nm bis ins Nahe Infrarot mit rund 2 µm. Die Zielgruppe dieser speziellen digitalen Photodioden-Sensoren sind Laserhersteller, Hersteller laserbasierter Bearbeitungsmaschinen und NIR-basierter Mess- oder Überwachungstechnik.

Anforderungen an einen Photodioden-Sensor

Künftig sollen einzelne Sensoren nicht nur zweckgebunden in einem Gerät integriert sein, sondern als eigenständige, frei einsetzbare Module zur Verfügung stehen, die für verschiedene Aufgaben in einem speziellen Netzwerk verwendet werden können. Aufgaben werden durch virtuelle Geräte realisiert, welche sich durch den Verbund von solchen autarken Sensoren und Aktuatoren bilden lassen. Die Module lassen sich durch ein digitales Kommunikationsnetz miteinander verbinden. Es entstehen Gesamtprozesse durch virtuell kombinierte Teilaufgaben in verschiedenen Modulen. Somit können viele Aufgabenbereiche abgedeckt werden, ohne dass zentrale Steuerungseinheiten einge-

OPTOELEKTRONIK // SENSORNETZWERK

setzt werden müssten. Ein einzelnes Modul im Netz kann dabei prinzipiell mehrere Prozesse bedienen: zum Beispiel die Überwachung der Laserleistung und die Detektion von Funken. Die Anpassung an die konkrete Applikation erfolgt per Software.

Autarke und robuste Sensoren, gehäust in ein M12-Schaubgehäuse mit einer digitalen Schnittstelle: Das sind die grundlegenden Anforderungen an Sensorsysteme für die Industrie. Um ein autarkes System zu erreichen, müssen die Sensoren mit Micro-Controllern und Software ausgestattet werden. Aus diesem Grund ist eine Elektronikbaugruppe unvermeidlich. Diese soll einerseits möglichst kaum sichtbar sein, also wenig Energie und Platz verbrauchen. Zum anderen sollte sie leistungsstark sein, um künftig im Netzwerk eine Vielzahl von Kommunikationsprinzipien zu unterstützen.

Einheitliche Software sichert Kommunikation

Module mit verschiedenen Versionsständen sollen nebeneinander funktionieren können, um die Integrität über lange Zeiträume zu sichern. Demnach soll ein neuartiges Kommunikationsprotokoll geschaffen werden, welches die Integrität garantiert und eine sichere Schnittstelle zu PC, Datenbanken und Prozessleitstellen schafft. Damit unterschiedliche Module miteinander kommunizieren können, bedarf es einer einheitlichen Software.

Das bedeutet die Entwicklung eines neuen Micro-Controller-basierten Betriebssystems. Zusätzlich muss die Software fähig sein, individuelle Prozesse auszuführen. Für die einfache Nutzung wird darüber hinaus die

Anforderung gestellt, dass ein vernetztes System sich selbst adressieren bzw. die Kommunikation organisieren kann. Änderungen im Netz, wie das Hinzufügen oder Entfernen eines Moduls, sollen automatisch erkannt werden.

Der Sensor MAJOR-A ist für traditionelle Systeme mit zentralem Host konzipiert. Die vernetzbare Variante (MAJOR) wird derzeit entwickelt, wobei beide Varianten auf einer identischen Hard- und Softwareplattform aufbauen. Die typische Stromaufnahme des Prozessors liegt unter 5 mA. Hinzu kommt die Leistung zur digitalen Datenübertragung. Es ergibt sich eine typische Leistung von unter 50 mW bei einer Versorgungsspannung von 5 V.

Der Aufbau des Sensorelementes und seine Funktion

Als Sensorelement wurden InGaAs-Photodioden mit einem Detektionsbereich von 450 nm bis 2100 nm bei einer nahezu temperaturunabhängigen Empfindlichkeit integriert. Die panchromatische Photodiode IG22X-1000S4i von Laser Components arbeitet spannungsfrei als Stromquelle. Die Photodiode basiert auf wellenlängenerweitertem InGaAs. Der Spektralbereich dieser Diode ist in Bild 1 dargestellt. Bei Wellenlängen unterhalb von 2100 nm liegt der Temperaturkoeffizient der Empfindlichkeit bei $< 0,01\%/K$.

Neben dem Sensorelement umfasst die Hardware die Sensorschnittstelle, Micro-Controller mit integriertem 12-Bit A/D-Wandler, Temperatursensor, Spannungswandler, Permanentspeicher, digitale Kommunikationsschnittstelle, zusätzlichen analogen Ausgang und einen Eingang zur 5/3,3 V Span-

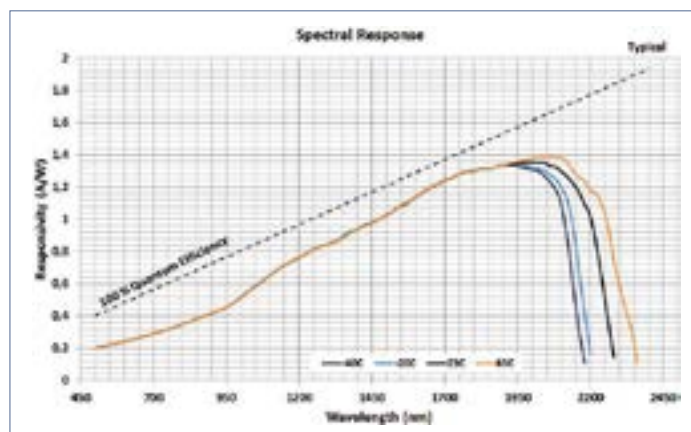


Bild 1: Eine typische spektrale Empfindlichkeitskurve der Photodiode IG22X1000.

OPTOELEKTRONIK // SENSORNETZWERK

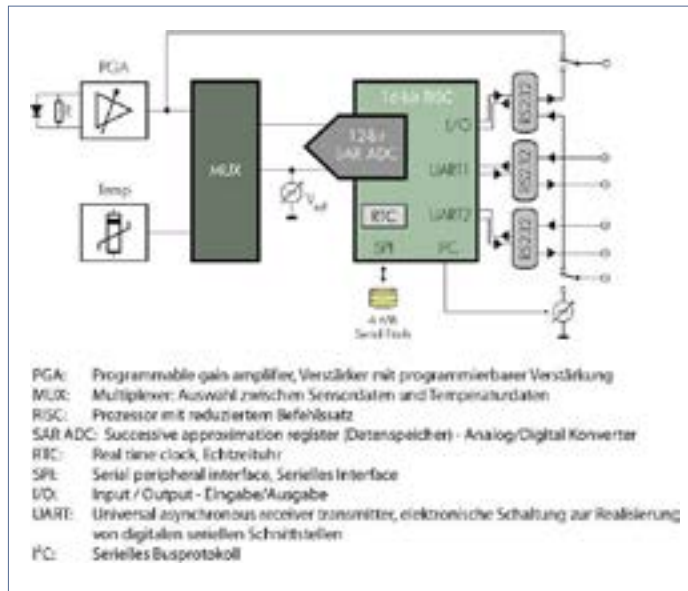


Bild 2: Blockschaltbild der Elektronik – neben dem Sensorelement bietet die Photodiode verschiedene Schnittstellen.

nungsversorgung (Bild 2). Die Elektronik kann insgesamt eine Verstärkung von bis zu $1,28 \cdot 10^8$ V/A realisieren. Diese Verstärkung bildet sich aus einem Transimpedance-Gain-Teil ausgedrückt in 10^m V/A mit $m = \{1 \text{ bis } 6\}$ und einem Voltage-Gain-Teil ausgedrückt durch 2^n mit $n = \{0 \text{ bis } 7\}$. Der Voltage-Gain-Anteil ist über die Software steuerbar. Der

Transimpedance-Gain-Anteil wird durch einen Widerstand in der Kombination mit dem verwendeten Sensortyp bei der Herstellung festgelegt.

Das analoge Photodiodensignal gelangt über einen Programmable-Gain-Amplifier (PGA) konditioniert an einem 12-Bit A/D-Wandler. Eine Offset-Spannung in Zusam-

menhang mit der eingestellten Verstärkung – der Voltage-Gain-Anteil der Gesamtverstärkung – ermöglichen die maximale Ausnutzung des dynamischen Eingangsbereiches des Wandlers und die Ausblendung des nicht benötigten Signal- oder Rauschbereiches.

Die analogen Spannungswerte werden nach der Konditionierung digitalisiert und weiterverarbeitet. Folgende Möglichkeiten sind standardmäßig implementiert:

- Messwerte lassen sich mit einem Zeit- und Temperaturstempel versehen
- Arithmetische Datenmittlung zwischen 2, 4, 8 oder 16 Messwerten möglich
- Nichtlinearitäten der Sensorkennlinien ließen sich durch Approximation korrigieren, jedoch ist dies in Kombination mit den Fotodioden der IG-Serie selten nötig.

Das Ergebnis wird als Digitalwert einem übergeordneten (de-)zentralen System zur Verfügung gestellt. Es kann zum Triggern von Prozessen verwendet werden oder aber lokal gespeichert werden. Mit dem internen Flash-Speicher lassen sich 500.000 Messwerte mit Zeit- und Temperaturstempel speichern. Bei einer Messung pro Minute bedeutet das einen Aufzeichnungszeitraum von etwa einem Jahr.

Sensormodul nutzt den Speicher optimal

Mit der sogenannten Measure-on-Demand-Funktion lässt sich dafür sorgen, dass das Sensormodul erst dann mit der Messung beginnt, sobald eine Veränderung eintritt. Im Monitoring-Mode des digitalen Sensorelementes MAJOR lässt sich ein Signalbereich definieren. Erst wenn die Signalstärke am Sensormodul den festgelegten Bereich über- oder unterschreitet, aktiviert sich das Sensormodul und zeichnet neue Werte auf – das garantiert die optimale Ausnutzung des Speichers.

Die Messgeschwindigkeit des Moduls findet ihre Grenzen durch die Hardware aber auch durch die in der Anwendung gewählten Konfigurationen. Die maximale Abtastrate des Wandlers beträgt 200 ksp/s. Die serielle Schnittstelle (Hardware) kann mit maximal 115.200 Baud jedoch nur 10 kByte in der Sekunde übertragen.

Trotz der Einschränkungen kann eine Applikation, gesteuert über ein internes oder externes Trigger-Ereignis, schnelle Signale bis zu 100 kHz verarbeiten. Die gewonnenen Signale werden aufgezeichnet, bearbeitet und zwischengespeichert und lassen sich später ausgelesen. // HEH

Laser Components
+49(0)8142 28640

PRAXIS WERT

Die Funktionen des MAJOR-A im Überblick

Digitale Photodioden-Sensoren sind Detektor-Elemente, die sich sofort einsetzen lassen und bei denen die Elektronik bereits integriert ist. Somit eignen sich die Photodioden-Sensoren für Netzwerke, die für künftige Industrie-4.0-Anwendungen sehr gut geeignet sind. Der panchromatische Sensor detektiert Strahlung im Wellenlängenbereich von 450 bis 2100 nm und ist kaum abhängig von der Temperatur. Der Sensor arbeitet in zentralen Systemen und kann Daten beweisicher ausgeben – sie können

beispielsweise mit einem Zeitstempel versehen werden.

- Panchromatischer Detektor mit einer Empfindlichkeit im Bereich von 450 nm bis über 2100 nm
- Reduzierte Temperaturabhängigkeit der Photodiode
- Funktional in (zentralen) Systemen
- Kalibriermöglichkeit
- Interne Speicherkapazität
- Integration einer verbreiteten mechanischen Schnittstelle (M12-Gehäuse)
- Digitaler und analoger Ausgang