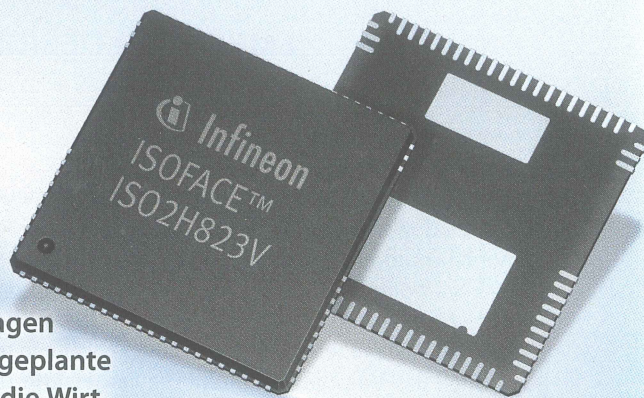


Intelligente Diagnose:

Betriebszeiten maximieren

Mit zunehmender Automatisierung von Industrieanlagen wächst die Bedeutung der Diagnose-Fähigkeiten. Ungeplante Stillstandzeiten können kardinale Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit haben. Für Fertigungsanlagen ohne intelligente Diagnose sind deshalb die Tage angezählt.



In Industrieanlagen sind immer mehr Lösungen erforderlich, die eine differenzierte und intelligente Rückmeldung über den Anlagenzustand geben, und dies nicht nur, wenn eine Störung vorliegt, sondern schon dann, wenn sich durch den Betrieb eine potenzielle Störung ankündigt. Letzteres erlaubt eine präventive Wartung.

Der ISO2H823V von Infineon ist ein 8-Kanal-High-Side-Schalter-IC mit integrierter galvanischer Isolation (2,5 kV_{rms}). Jeder der acht Kanäle kann bis zu fünf verschiedene Diagnosearten unterscheiden: Open Load bei „Ausgang ein“ und bei „Ausgang aus“, Short-to-V_{bb}, Over-Current, Over-Temperature. Zusätzlich werden auf Gesamt-IC-Ebene fünf weitere Diagnose-Typen unterstützt. An dem Baustein stehen an jedem Ausgang Lastströme von bis zu 600 mA (nom.) zur Verfügung. Zum Schutz des ICs gegen Überlast oder Kurzschlüsse sind die Ausgänge mit einer aktiven Strombegrenzung bei 1 A (typ.) ausgestattet. Durch Parallelschalten von Ausgängen kann auf Applikationsebene der Laststrom auf ein Mehrfaches erhöht werden.

Obwohl das IC für die in Industrie-Steuern üblichen 24 V (±20 %) Gleichspannung vorgesehen ist, kann es in einem größeren Einsatzbereich genutzt werden. Der zulässige ausgangsseitige Bereich (V_{bb} Operational Range) bemisst sich auf 11 bis 35 V. Darüber hinaus haben die Ausgänge eine integrierte aktive Zener-Klemmung. Für den Betrieb induktiver Lasten bedeutet dies für den Systemdesigner eine doppelte Ersparnis: Weder die Kosten noch die Platinenfläche für diskret implementierte Freilaufdioden sind erforderlich.

Integrierte galvanische Isolation

Wie bei allen Isoface-Bausteinen basiert auch beim ISO2H823V die galvanische Isolation auf einem im IC integrierten

Magnetkopplerprinzip [1], welches im Vergleich zu alternativen Isolations-technologien eine Reihe entscheidender Vorteile bietet:

- Das IC kann bis zu Betriebstemperaturen von 125 °C (T_{package}) betrieben werden: Ideal für Lösungen, bei denen nur wenig Einbauplatz zur Verfügung steht und gleichzeitig auch Betrieb unter hohen Umgebungstemperaturen gewährleistet sein muss.
- Nahezu keine Änderung im Betriebsverhalten durch Temperatur-Änderungen oder wegen hoher Betriebsstundenzahl: Längere Betriebsdauer und höhere Zuverlässigkeit.
- Integration von Mikrocontroller-Schnittstelle, Schalterfunktion und Diagnose-Funktionen in einem IC: Ermöglicht leistungsfähige und intelligente Lösungen bei gleichzeitig kleinerer Bauform und niedrigeren Herstellungskosten.

Das 3,3-V-Mikrocontroller-Interface (U_{CC}) des IC ist von der 24-V-Ausgangsseite (U_{bb}) galvanisch isoliert. Die integrierte galvanische Isolation ist für 2,5 kV_{rms} (U_{ISO}) ausgelegt. Damit übertrifft der Baustein die Anforderungen für verstärkte Isolation gemäß der Norm IEC 61131-2 für Systeme mit 24-V-Nennbetriebsspannung. Die 2,5 kV Isolation ist gemäß UL 508 und CSA C22.2 No. 14 zertifiziert.

Kanalfeine Diagnosen

Bei jedem der acht Ausgänge können die Diagnosen individuell konfiguriert und bis zu fünf unterschiedliche Diagnose-Ereignisse signalisiert werden:

- Offene Verbindung zur Last bei „Ausgang ein“: OLA. Mechanische Belastungen oder Korrosion können dazu führen, dass die elektrische Verbindung zwischen dem Ausgang des IC und der zu schaltenden Last hochohmig wird oder nicht mehr besteht.

Der ISO2H823V kann derartige Drahtbruch-Situationen erkennen. Der IC verfügt über eine Ausgangsstromüberwachung, die nicht nur den maximalen Ausgangsstrom begrenzt. Immer dann, wenn ein Ausgangskanal eingeschalten wird und der Ausgangsstrom unter einem vom Designer wählbaren Grenzwert im Bereich zwischen 0,5 mA und 3 mA liegt, wird die „Open Load Active“- (OLA) Diagnose gemeldet.

- Offene Verbindung zur Last bei „Ausgang aus“: OLI. Nicht nur wenn ein Kanal eingeschalten wurde, kann Drahtbruch erkannt werden. Es ist auch möglich, dies bereits zu diagnostizieren, bevor eingeschaltet wird. Der Grund dafür ist, dass zusätzlich zur Ausgangsstrombewertung auch eine Überwachung der Spannung am Schalterausgang erfolgt. Wenn der Schalter „aus“ ist, wird ein geringer Überwachungsstrom von 25 µA durch die Last geleitet. Bei Lasten mit ohmschen Widerständen von weniger als 12 kΩ gilt: Wenn der Ausgang keine niederohmige Verbindung zur Last hat, dann wird in diesem Fall die Spannung am Schalterausgang 2 V oder mehr betragen. In einem solchen Fall wird das „Open Load Inactive“- (OLI) Diagnose-Signal gesetzt.

- Überlast: OCL. Überlast oder gar Kurzschluss zur Masse wird durch die aktive Strombegrenzung erkannt: Immer wenn ein Ausgang „ein“ ist, wird der Ausgangsstrom dieses Kanals überwacht. Bei Erreichen des Schwellwerts von 1 A (typ.) wird der Ausgangsstrom auf dieses Niveau begrenzt sowie das Aktivieren der Strombegrenzung durch das Diagnose-Signal Over Current Limitation (OCL) angezeigt.

- Kurzschluss zur 24-V-Versorgung (U_{bb}), wenn der Ausgang „aus“ ist: SCV. Es kommt vor, dass ein Ausgang fälsch-

licherweise direkt mit der 24-V-Versorgung verbunden ist. Zu den denkbaren Ursachen zählen: Verdrahtungsfehler während der Systeminstallation, Leitungskurzschluss oder Eindringen von Flüssigkeiten in Anlagenteile während des Betriebs. Diese Fehler können vom ISO2H823V erkannt werden. Auch dafür wird die Ausgangsspannungsüberwachung genutzt. Ist ein Ausgang „aus“ und liegt gleichzeitig eine niederohmige Verbindung zu U_{bb} vor, dann ist die Spannung an diesem Ausgang fast auf dem gleichen Niveau wie U_{bb} . In diesem Fall wird die „Short Circuit to V_{bb} “-Diagnose (SCV) ausgelöst.

- **Temperatur-Überwachung der Ausgänge:** OTA. Jeder Ausgang ist mit einem Temperatur-Sensor ausgestattet. Wird eine Chip-Temperatur von 150 °C erreicht, wird sicherheitshalber der betroffene Ausgang abgeschaltet und ein „Over-Temperature Active“- (OTA) Diagnose-Feedback (sticky) gesetzt. Nach Abkühlen des Ausgangs auf 135 °C wird dieser automatisch wieder eingeschaltet.

Fünf globale Diagnosen zur Erhöhung der Betriebssicherheit

1. **Übertemperatur des Moduls:** OTP. Zusätzlich zur Temperaturüberwachung in den einzelnen Kanälen bietet der ISO2H823V eine weitere Temperaturüberwachung, deren Schwelle bei 125 °C liegt. Sie wurde so gewählt, dass sich die Temperatur noch unterhalb der Verglasungstemperatur von Standard-FR4-Leiterplatten-Material befindet. Wird diese Temperatur-Überwachung (OTP) aktiviert, so ist dies ein Anzeichen für mögliche Probleme mit dem thermischen Management des Moduls, in dem der IC verbaut wurde. Denkbar ist auch, dass diese Diagnose zur Detektion von sich ankündigendem Verschleiß auf der Last-Seite genutzt wird.

2. **Überwachung der 24-V-Versorgung:** UV, MV und W4P. Bei einer Großzahl von Industrie-Steuerungen ist 24 V_{DC} die nominale Versorgungsspannung ($U_{bb, nom}$). Deren Toleranz beträgt üblicherweise ±20 %. Der IC verfügt über eine mehrstufige Überwachung dieser Spannung. Sollte diese Versorgungsspannung auf Werte unterhalb von 19,2 V (24 V – 20 %) absinken, dann könnte beispielsweise ein nicht ausreichend dimensioniertes Netzteil oder eine Erhöhung der Wider-

stände der Versorgungsleitungen die Ursache hierfür sein:

- Wenn die Versorgungsspannung unter den Wert von 16 V absinkt, dann wird eine Unterspannungs-Warnung (UV) abgesetzt. Dies ist eine Vorwarnung bzw. ein Hinweis auf eine Abnormität. Bei diesem Spannungsniveau arbeiten die Ausgänge nach wie vor uneingeschränkt.
- Sollte die Versorgungsspannung auf 13 V absinken, dann wird Spannungsfehler (MV) gemeldet. Auch bei diesem Spannungspegel arbeiten die Schalter noch. Um einer Zwangsabschaltung bei einem weiteren signifikanten Absinken der Spannung zuvorzukommen, empfiehlt es sich jedoch möglicherweise, ein kontrolliertes Herunterfahren des betreffenden Anlagenteils einzuleiten.
- Sinkt die Versorgungsspannung auf 9 V ab, dann werden alle Ausgänge automatisch ausgeschaltet und ein Wait-for-Power (W4P) Feedback angezeigt. Eine Versorgungsspannung unter 9 V ist zu niedrig, um einen sicheren Betrieb der Schalter zu gewährleisten.

3. **Glühlampen-Detektion:** LAMP. Obwohl der ISO2H823V vorwiegend in neu konzeptionierten Anlagen Einsatz finden dürfte, kann im Einzelfall durchaus auch die Notwendigkeit bestehen, existierende Systeme damit nachzurüsten. Aus diesem Grund verfügt der ISO2H823V über die Fähigkeit, das Einschalten von Glühlampen (24 V / 5 W; für Signalisierungszwecke genutzt) von Kurzschlüssen unterscheiden zu können. Kalte Glühlampen weisen beim Einschalten ein kapazitives Verhalten auf, d.h. führen zu kurzzeitigen Einschaltstromspitzen.

Hierbei wird die Möglichkeit genutzt, sowohl die Spannung als auch den Strom des eingeschalteten Ausgangs zu überwachen. Beim Einschalten einer kalten Glühlampe wird zunächst die 1-A-Strombegrenzung aktiviert. Anders als bei einem Kurzschluss befindet sich der Schalterausgang jedoch in diesem Fall auf einem Pegel von mindestens 5 V. Diese Strom-Spannungs-Kombination erlaubt es zu erkennen, dass eine kalte Glühlampe eingeschaltet wurde. Dies wird durch das Setzen des LAMP-Feedbacks quittiert.

4. **Sichere Kommunikation über die integrierte galvanische Isolationsschnittstelle:** TE. Die Robustheit der Kommunikation

über die integrierte galvanische Isolationsschnittstelle ist durch mehrere spezielle Maßnahmen abgesichert. Sollte dennoch eine Störung der Kommunikation auftreten, dann wird dies zum einen dem Mikrocontroller durch das TE-Flag (sticky) mitgeteilt, zum anderen werden sicherheitshalber alle Ausgänge ausgeschaltet.

Wird vom Mikrocontroller ein einmaliges Setzen des TE-Flags erkannt, so ist das ein Hinweis auf eine transiente Störung. Wird jedoch in zeitlich kurzen Abständen das TE-Flag wiederholt gesetzt, so kann dies ein Indiz für eine permanente und sehr starke EMV-Störung oder ein schwerwiegendes Problem auf der Platine, in dem der IC verbaut ist, sein.

5. **Sicherheit, dass alle Ausgänge aus sind:** ALLOFF. Um den System-Status zu verifizieren sowie aus Sicherheitsgründen kann es wertvoll sein, die Information darüber zu haben, dass alle Ausgänge wirklich aus sind. Das ALLOFF-Feedback zeigt dies an:

- während des initialen Hochfahrens des ICs, da dann alle Ausgänge aus sind
- wenn der Mikrocontroller alle Ausgänge ausgeschaltet hat
- wenn der fest verdrahtete Eingang ODIS, z.B. nutzbar für Notabschaltung, aktiviert wurde
- wenn alle Ausgänge aus sind wegen Übertemperaturabschaltung der individuellen Kanäle (d.h. alle acht OTA sind aktiv)
- wenn alle Ausgänge ausgeschaltet wurden wegen zu niedriger U_{bb} (W4P wurde aktiviert)
- wenn die Kommunikation über die integrierte galvanische Schnittstelle gestört ist (TE ist aktiv)

und alle Ausgänge in der Tat aus sind. Der ISO2H823V setzt einen neuen Standard hinsichtlich Diagnose-Möglichkeiten für industrielle Anwendungen. In kapitalintensiven Fertigungsanlagen oder in Anlagen, bei denen zeitgekoppelte chemische Prozesse ablaufen, ist die Echtzeit-Verfügbarkeit von Diagnose-Informationen von höchstem Nutzen. Dies gilt sowohl für die präventive Wartung als auch für die Lösung eines akuten Problems in kürzester Zeit.

Hubert Baierl, Infineon / ag

Literatur

- [1] Baierl, H.: Intelligenter Schutz für industrielle Steuerungen. *Elektronik* 19/2011, S. 40 ff.