

Safety equipment for pallet circulation systems A comparison of three different designs

Sicherheitstechnik für Palettenumlaufanlagen Ein Vergleich von drei Ausführungsvarianten

Address/Anschrift

Unitechnik
Cieplik & Poppek AG
Fritz-Kotz-Straße 14
51674 Wichl/Germany
Tel.: +49 2261 987 208
Fax: +49 2261 987 510
wolfgang.cieplik@unitechnik.com
www.unitechnik.com

• Pallets loaded with molds, reinforcing steel and concrete weighing several tons are moving through the extensive factory building. Case of emergency, all systems must come to a complete halt within a split second. This ultra-quick response can save human lives. In this article, Unitechnik Cieplik & Poppek AG compares various safety designs to outline strengths and weaknesses of each system.

Requirements on safety equipment

A precast plant imposes demanding requirements on safety technology. Such a production line includes fully automatic work areas, such as shuttering robots and curing chambers, semi-automatic units like the concrete spreader or the turning unit, and manual work stations, for example to insert embedded parts. High loads are transported, part of them suspended.

The automatic area is usually blocked off by a solid fence. Access doors must be scanned via a safety limit switch. If such a door is opened in automatic mode, the corresponding automatic area is switched off. Care must be taken to ensure that the conveying route of the pallets also prevents any access to the automatic work area. This is where light barriers are often used.

The manual area does not require any blocking-off. The operator must allow pallet movements by pressing a button. Emergency stop buttons enable the fast turn-off of the entire line.

In semi-automatic areas, such as the turning unit, the installation of a solid fence is often impracticable. Manual and automatic work steps alternate. One option to erect a temporary "fence" is to use a light curtain. This system can be activated prior to initiating an automatic work step.

The safety systems of such a production line must meet two key requirements:

1. Short response time: In the case of machinery that is moving quickly, a split second can make the difference between life and death.
2. Reliability: An electrical or mechanical fault must not result in a failure of the safety function.

The basic principle of redundancy

To meet this requirement, safety equipment must generally be designed in a redundant layout. For example, an emergency stop button always includes two normally closed contacts. It is very unlikely that both contacts remain closed at the same time. All safety devices always analyze both signals and compare them to each other. When a deviation occurs, the safety system is no longer "safe", which is why the unit or the entire line is switched off. Yet not only contacts and wiring are redundant – this principle is also applied to the evaluation units, which are always equipped with two relays or two processors that monitor each other. In a switch cabinet or control unit,

• Tonnenschwere Paletten mit Schalungen, Bewehrung und Beton bewegen sich durch die weitläufige Halle. Innerhalb von Sekundenbruchteilen muss im Notfall jede Bewegung einfrieren. Dies kann lebensentscheidend sein. Unitechnik Cieplik & Poppek AG vergleicht Stärken und Schwächen einzelner Sicherheitssysteme.

Anforderungen an die Sicherheitstechnik

Ein Betonfertigteilwerk stellt hohe Anforderungen an die Sicherheitstechnik. In einer solchen Anlage gibt es voll-automatische Arbeitsbereiche: Schalungsroboter oder Härtekammer, teilautomatische Bereiche: Betonverteiler oder Wendegerät und manuelle Arbeitsstationen. Es werden große Lasten bewegt, die teilweise schwebend sind.

Der Automatikbereich wird in der Regel mit einem festen Zaun versehen. Zugangstüren müssen über einen Sicherheitsendschalter abgefragt werden. Wird eine solche Tür im Automatikbetrieb geöffnet, wird der entsprechende Automatikbereich abgeschaltet. Auch über den Fahrweg der Paletten darf kein Zugang in den Automatikbereich möglich sein. Hier kommen oft Lichtschranken zum Einsatz.

Der manuelle Arbeitsbereich erfordert keine Absperzung. Fahrbewegungen der Paletten muss der Bediener durch Tastendruck freigeben. Not-Aus-Taster ermöglichen das schnelle Stoppen der gesamten Anlage.

Bei teilautomatischen Bereichen wechseln sich manuelle und automatische Arbeitsschritte ab. Ein „temporärer“ Zaun, z. B. aus einem Lichtgitter ist dabei einer festen Umzäunung vorzuziehen. Dieser kann aktiviert werden, bevor ein automatischer Schritt eingeleitet wird.

Zwei wesentliche Anforderungen werden an die Sicherheitstechnik einer solchen Anlage gestellt:

1. Kurze Reaktionszeit: Bei schnellen Bewegungen von Maschinen entscheiden Sekundenbruchteile über Leben und Tod.
2. Zuverlässigkeit: Ein elektrischer oder mechanischer Fehler darf nicht zum Ausfall der Sicherheitsfunktion führen.

Grundprinzip der Redundanz

Zur Erfüllung dieser Forderung ist es prinzipiell erforderlich die Sicherheitstechnik redundant auszulegen. So hat ein Not-Aus-Taster immer zwei Öffner-Kontakte. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass beide Kontakte gleichzeitig hängen bleiben. Sämtliche Sicherheitsgeräte werten immer beide Signale aus und vergleichen sie. Kommt es zu einer Abweichung ist das Sicherheitssystem nicht mehr „sicher“, der Anlagenteil, bzw. die gesamte Anlage wird abgeschaltet. Nicht nur Schaltkontakte und Verkabelung werden redundant ausgeführt, auch die Auswertegeräte verfügen über zwei Relais, bzw. zwei Prozessoren, die sich gegenseitig überwachen.

Konfiguration der Sicherheitstechnik

In komplexen Anlagen wird die Sicherheitstechnik in

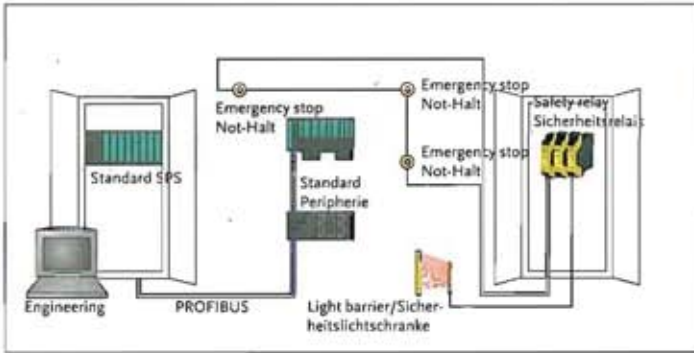


Fig. 1 Safety system with safety relays.
Abb.1 Sicherheitstechnik mit Sicherheitsrelais.

safety components can be identified by their glaring yellow color.

Configuration of safety systems

In complex production lines, safety systems are divided into several circuits. One of them is the emergency stop circuit including large, big red emergency stop buttons fitted over the system, which can be used to turn off the entire line in the case of an emergency.

Additional safety circuits are installed for each automatic and semi-automatic area. Each of these circuits includes the safety limit switches, light barriers and light curtains that prevent access to the respective area. When one of these switching elements is used, only the relevant part of the production line will be switched off. If, for example, an operator opens the door to the shuttering robot, there is no logical reason to stop the storage and retrieval unit in front of the curing chamber.

Design with safety relays

The requirements referred to above can be met by a wide range of technical options. The "classic" design includes the use of safety relays. Most of the production lines for which Unitechnik supplied the automation systems were designed in this way. By way of example, the emergency stop circuit has the following layout: The safety contacts of the emergency stop buttons are connected in series (see Fig. 1). Since each emergency stop button has two contacts, this arrangement results in two separate channels. In an ideal setting, these channels should run through different cables. The terminal ends of these two channels are connected to a safety relay, e.g. Moeller ESR4-NO. If one or both channels are interrupted by pushing an emergency stop button, a switching contact turns off the main contactor. This turn-off response is fed back to the safety relay via an auxiliary contact. Beyond its trigger feature, the safety relay also has a monitoring function. If the safety relay detects a different response time of both channels, or if only one channel is triggered, the system cannot be switched on again. The safety relay unit itself is composed of two relays that monitor each other.

Advantages

- » Low component cost
- » Easy to handle for maintenance
- » High degree of transparency for on-site troubleshooting.

Disadvantages

- » High amount of wiring
- » Lack of flexibility in terms of retrofitting safety equipment
- » Lack of flexibility when it comes to modifying

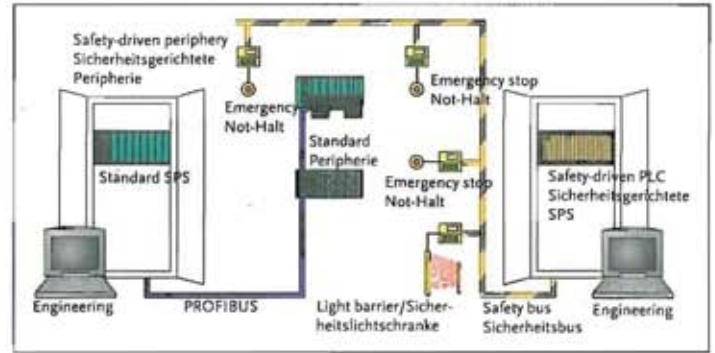


Fig. 2 Safety system with dedicated safety controller.
Abb. 2 Sicherheitstechnik mit dedizierter Sicherheitssteuerung.

mehrere Sicherheitskreise unterteilt. Einer davon ist der Not-Aus-Kreis. Dieser besteht aus über die Anlage verteilte große rote Not-Aus-Schalter und ermöglicht, die gesamte Anlage stillzusetzen.

Dazu kommen Sicherheitskreise für jeden Automatik- und Teilautomatikbereich. In diesen Sicherheitskreisen sind die Sicherheitsendschalter, Lichtschranken und Lichtvorhänge integriert, die diesen Bereich vor Zutritt schützen. Bei Betätigung eines dieser Schaltelemente, wird nur der betreffende Anlagenteil stillgesetzt.

Ausführung mit Sicherheitsrelais

Die klassische Umsetzung der o. g. Anforderungen ist die Verwendung von Sicherheitsrelais. Die meisten von Unitechnik automatisierten Anlagen wurden in dieser Weise ausgeführt. Am Beispiel des Not-Aus-Kreises sieht das wie folgt aus: Die Sicherheitskontakte der Not-Aus-Taster werden in Reihe geschaltet (s. Abb. 1). Da jeder Not-Aus-Taster über zwei Kontakte verfügt, ergeben sich zwei voneinander unabhängige Kanäle. Idealerweise sollten diese Kanäle in unterschiedlichen Kabeln geführt werden. Die Enden dieser beiden Kanäle werden auf ein Sicherheitsrelais gelegt, z. B. Moeller ESR4-NO. Wird einer oder beide Kanäle durch Betätigung eines Not-Aus-Tasters unterbrochen, wird über einen Schaltkontakt das Hauptschütz ab-

... professioneller wird's mit STRAKON

STRAKON [CAD]
Führend in der Planung von Betonfertigteilern
Vollständige Integration in die Prozesskette

STRAKON [CAD]
is leading in the planning of concrete precast elements and is totally integrated in the process chain

www.dicad.de

DICAD DICAD Systeme GmbH Fon +49 (0)2203 9313-0
Theodor-Heuss-Str. 92-100 Fax +49 (0)2203 9313-199
0-51149 Köln info@dicad.de
www.dicad.de

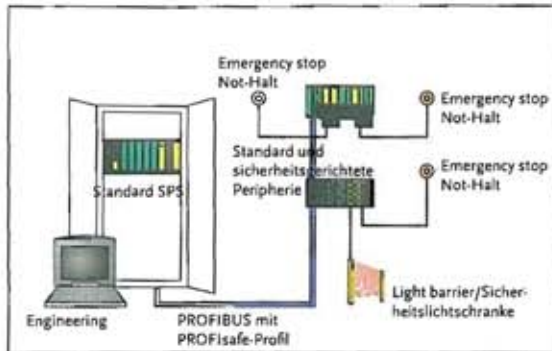


Fig. 3 Safety system with integrated safety controller.
Abb. 3 Sicherheitstechnik mit integrierter Sicherheitssteuerung.

- the layout of safety areas
- » No remote maintenance access.

Design with a dedicated programmable safety controller

In contrast to the conventional safety equipment described above, emergency stop buttons and safety switches are wired through a safe field bus system, such as the Pilz SafetyBUS p system. Safe input modules are arranged in a distributed pattern for the feed of input signals – again in a two-channel arrangement. The safe, multi-channel bus system serves to transmit the signals to the programmable safety controller, for example the PSS system supplied by Pilz (see Fig. 2). At this stage, all safety functions can be freely programmed using a statement list, ladder or logic diagram. Outputs can either be located directly at the controller or arranged in a distributed pattern. The safety system is continuously monitoring itself using redundant processors and a permanent diagnostic function. Both bus system and controller are completely separated from the remaining control system components.

Safety switches or similar components are very easy to retrofit. The only component to be added to the nearest terminal box or the nearest control point is a safe local input module. Additional wiring must be installed only between the input module and the switch. There are no implications on the other wiring arrangements. Unitechnik installed several of these systems already, and has always been very satisfied with both handling and functionality.

Advantages

- » Low amount of wiring
- » Separate systems for safety and production line functions
- » High flexibility to implement changes.

Disadvantages

- » High component prices (compared to safety relays)
- » More complex due to two controller systems
- » Wiring of two bus systems.

Design with integrated safety controller

The conventional principle of separating safety equipment and production line controls has been overcome by the Safety Integrated System offered by Siemens. When selecting a fail-safe CPU, such as S7-400F, all safety and control functions can be integrated in one and the same PLC system. Siemens meets the safety requirements on the transmission of signals by offering the Profisafe profile. This profile makes it possible to use the ProfiBUS and Profinet systems for safety-driven functions. As a result, a single bus system can be used for both control and safety

geschaltet. Dem Sicherheitsrelais wird die vollzogene Abschaltung über einen Hilfskontakt zurückgemeldet. Neben der eigentlichen Auslösung hat das Sicherheitsrelais eine Überwachungsfunktion. Bemerkt das Sicherheitsrelais ein unterschiedliches Zeitverhalten der beiden Kanäle, oder löst gar nur ein Kanal aus, dann lässt sich die Anlage nicht wieder einschalten. Das Sicherheitsrelais selber ist mit zwei Relais aufgebaut, die sich gegenseitig überwachen.

Vorteile

- » Geringe Kosten für die Komponenten
- » Einfache Handhabung für die Instandhaltung
- » Hohe Transparenz bei Fehlersuche vor Ort

Nachteile

- » Hoher Verkabelungsaufwand
- » Unflexibel bei Nachrüstung Sicherheitseinrichtungen
- » Unflexibel bei Änderung der Sicherheitsbereiche
- » Kein Zugriff über Fernwartung

Ausführung mit dedizierter programmierbarer Sicherheitssteuerung

Im Gegensatz zu der oben geschilderten konventionellen Sicherheitstechnik erfolgt die Verkabelung der Not-Aus-Taster und Sicherheitsschalter durch ein sicheres Feldbussystem, z. B. SafetyBUS p von Pilz. Über sichere dezentrale Eingangsmodul werden die Eingangssignale aufgeschaltet, natürlich auch wieder zweikanalig. Über den sicheren mehrkanaligen Bus werden die Signale zur programmierbaren Sicherheitssteuerung, z.B. PSS von Pilz, übertragen (s. Abb. 2). Hier lassen sich alle Sicherheitsfunktionen mittels Anweisungsliste, Kontaktplan oder Funktionsplan frei programmieren. Ausgänge können direkt an der Steuerung oder dezentral ausgeführt sein. Über redundante Prozessoren und eine ständige Diagnose überwacht sich das Sicherheitssystem ständig selbst. Sowohl Bussystem, wie auch Steuerung sind vollständig vom restlichen Steuerungssystem getrennt.

Das Nachrüsten von Sicherheitsschaltern, o. ä. gestaltet sich sehr einfach. Es ist lediglich ein sicheres dezentrales Eingangsmodul im nächsten Klemmkasten, oder der nächsten Steuerstelle nachzurüsten. Die Verkabelung beschränkt sich auf die Strecke zwischen Eingangsmodul und Schalter. Auswirkungen auf die restliche Verkabelung gibt es nicht. Unitechnik hat solche Systeme bereits mehrfach eingesetzt und ist mit Handhabung und Funktion sehr zufrieden.

Vorteile

- » Geringer Verkabelungsaufwand
- » Getrennte Systeme für Sicherheit und Funktion
- » Hohe Flexibilität bei Änderungen

Nachteile

- » Hoher Preis für die Komponenten (im Vergleich zu Sicherheitsrelais)
- » Komplexer durch zwei Steuerungssysteme
- » Verlegung von zwei Bussystemen

Ausführung mit integrierter Sicherheitssteuerung

Die traditionelle Trennung von Sicherheitstechnik und Anlagensteuerung hat die Firma Siemens mit Ihrem Safety Integrated System aufgehoben. Bei Auswahl einer fehlersicheren CPU, z. B. S7-400F, lassen sich alle Steuerungs- und Sicherheitsfunktionen auf einer SPS realisieren. Die Sicherheitsanforderungen an die Signalübertragung gewährleistet Siemens mit Ihrem Profil Profisafe. Dieses ermöglicht die Verwendung von ProfiBUS und

equipment (see Fig. 3). Profisafe monitors the safety-driven data interchange via the standard bus in such a way that even the highest safety requirements for the process and manufacturing industry (up to category 4 according to the EN 954-1 standard) are met without having to resort to a multi-channel arrangement. In turn, safe input modules located at the periphery of the system ensure the safe two-channel connection of safety devices.

Advantages

- » Very low amount of wiring
- » Easy handling and programming (single system)
- » High flexibility to implement changes
- » End-to-end remote access.

Disadvantage

- » Very expensive CPU (about three times the amount compared to a standard CPU).

Cost efficiency:

When considering the cost of the initial precast plant installation, the conventional system including safety relays is the solution with the highest cost efficiency. The installation cost savings achieved with the other systems do not outweigh the additional costs incurred by the electrical components. The larger the systems, and the higher their complexity, the smaller this difference becomes.

A different scenario might result if plant operation and future changes were also considered. New safety systems would be easier to retrofit if bus solutions were used. Safety zones can be modified more quickly when using programmable systems.

A quick glance at industrial practice – Unitechnik has automated almost 200 precast plants in the past 20 years – reveals that changes to safety systems and zones are usually implemented only if the plant or production line is extended. These modifications generally require the installation of new conveying systems, the addition of new control stations and the erection of protective fencing. Given this situation, changes to the safety equipment will hardly be noticeable.

Conclusion

Programmable safety systems that enable the link via a field bus are very flexible but still relatively expensive. With a view to the requirements of a precast plant, the design with safety relays will usually be the more economical solution.

Wolfgang Cieplik

Profinet für sicherheitsgerichtete Funktionen. Damit wird ein Bussystem für die Steuerungs- und die Sicherheitstechnik verwendet (siehe Abb. 3). Profisafe überwacht den sicherheitsgerichteten Datenverkehr über den Standardbus derart, dass auch ohne Mehrkanaligkeit die höchsten Sicherheitsanforderungen für die Prozess- und Fertigungsindustrie (bis Kategorie 4 nach EN 954-1) erfüllt werden. Sichere Eingangsmodule in der Peripherie gestatten wiederum die sichere zweikanalige Anschaltung der Sicherheitseinrichtungen.

Vorteile

- » Sehr geringer Verkabelungsaufwand
- » Einfache Handhabung und Programmierung (ein System)
- » Hohe Flexibilität bei Änderungen
- » Durchgängiger Fernzugriff

Nachteile

- » Sehr teure CPU (ca. dreifach gegenüber Standard CPU)

Wirtschaftlichkeit:

Betrachtet man die Kosten für die Erstinstallation in Betonfertigteilwerken, so stellt die klassische Sicherheitstechnik mit Sicherheitsrelais die kostengünstigste Lösung dar. Die Ersparnis beim Montageaufwand wiegt die Mehrkosten der elektrischen Komponenten nicht auf. Je größer und komplexer die Anlagen werden, desto kleiner wird diese Differenz.

Zieht man den Betrieb und die zukünftigen Veränderungen einer Anlage mit in die Überlegung ein, so könnte sich ein anderes Bild ergeben. Neue Sicherheitseinrichtungen können bei Verwendung von Buslösungen einfacher nachgerüstet werden. Sicherheitsbereiche lassen sich bei programmierbaren Systemen schneller ändern.

Betrachtet man die Praxis – Unitechnik hat in den letzten 20 Jahren fast 200 Betonfertigteilwerke automatisiert – so kommt es in der Regel nur dann zur Änderungen an Sicherheitsbereichen und -einrichtungen, wenn Anlagen erweitert werden. Dabei müssen in der Regel neue Förderanlagen errichtet, Steuerstellen ergänzt und Schutzzäune gebaut werden. Die Änderungen in der Sicherheitstechnik fallen da kaum ins Gewicht.

Fazit

Programmierbare Sicherheitssysteme, die die Anbindung über einen Feldbus ermöglichen, sind sehr flexibel aber derzeit noch recht teuer. Für die Anforderungen eines Betonfertigteilwerkes stellt die Ausführung mit Sicherheitsrelais in der Regel die wirtschaftlichere Lösung dar.

technology. diversity. turnkey. stationary concrete plants made by doubrava

www.concrete-plant.at

T: +43 7674 601 0

4800 ATTNANG / AUSTRIA



Industrial Plants