



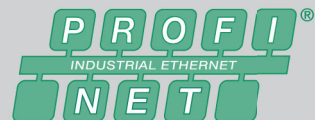
PROFIsafe

Systembeskrivning

Teknologi och Applikation



Open Solutions for the World of Automation





Mission Statement

We are and will remain the world's leading automation organization for communication solutions, serving our users, our members and the press with the best solutions, benefits and information.

Inledning

PROFIBUS är den enda heltäckande fältbussen för både fabriks och processautomation. PROFINET – baserad på standard ETHERNET – är dess kompletterande nätverk som efterfrågats alltmer de senaste åren. Båda protokollen finns specificerade i den 3:e familjen av kommunikationsprofiler i den internationella standarderna IEC 61158 och IEC 61784-1/-2.

En av de stora händelserna för PROFIBUS och PROFINET organisationen var när den första specifikationen för felsäker kommunikation kunde släppas 1999. Den betydde ett stort steg framåt för vad som är möjligt inom hela automationsvärlden.

Namnet på denna teknologi är **PROFIsafe** och dess logotyp visas här bredvid.

Sedan specifikationen först kom har PROFIsafe utvecklats till att bli den ledande och mest omfattande felsäkra kommunikationsteknologin i

världen. PROFIsafe är nu på väg att bli internationell standard inom **IEC 61784-3-3**.



Denna systembeskrivning avser att ge en grundlig genomgång av PROFIsafe teknologin och relaterade ämnen utan att drunkna i detaljer. Den kan inte ersätta standarder och officiella specifikationer samt guider, vilka nämns nedan. De är de fastlagda och bindande dokumenten.

PROFIsafe är godkänt av både BGIA och TÜV.



Felsäkerhet är ett känsligt område inom automation. Därför måste informationen om PROFIsafe, implementeringen och användningen av PROFIsafeteknologin skötas seriöst. Företagen och institutionerna som är inblandade förbinder sig att följa den så kallade **PROFIsafe Policyn**.

Denna kortbeskrivning tjänar som ett komplement och en enkel sammanfattning av de officiella källorna.

Förkortningen "F" i detta dokument betyder "felsäker", "funktionell felsäkerhet" eller helt enkelt "felsäkert relaterad".

Innehåll

INLEDNING	1	7.5.1 Förutsättningar	12
INNEHÅLL	2	7.5.2 Restriktioner	12
1. FELSÄKERHET INOM AUTOMATION ...	3	7.5.3 Kablage	12
1.1 Trender	3	7.5.4 Tillgänglighet	12
1.2 Pl:s arbete	3	7.5.5 Allmänna felsäkerhetsaspekter.....	13
1.3 Internationella standarder	4	7.6 Trådlös överföring.....	13
2. MÅLEN	5	7.7 Säkerhet.....	13
3. "BLACK CHANNEL" RESTRIKTIONER.	6	7.8 Reaktionsid	13
3.1 Grundläggande egenskaper	6	8. INTEGRERING	14
3.2 Nätverkskomponenter	6	8.1 Standarder och direktiv	14
3.3 Trådlöshet och säkerhet.....	6	8.2 Riskreduktionsstrategi	14
3.4 Datatyper.....	6	8.3 Applikationer enligt IEC 62061.....	14
4. PROFISAFE – LÖSNINGEN	6	8.4 Riskbedömning	14
4.1 Åtgärder för felsäkerhet.....	6	8.5 SIL bestämning	14
4.2 PROFIsafe format	7	8.6 Utformning av felsäkra funktioner.....	14
4.3 PROFIsafe tjänster	8	8.7 Uppfylla SIL	14
4.3.1 F-Host tjänster	8	8.8 Elektromekanik.....	15
4.3.2 F-Enhet tjänster.....	8	8.9 Icke-elektriska delar.....	15
4.4 F-Parametrar	8	8.10 Validering	15
5. HUR SKER IMPLEMENTERING?	9	9. F-PRODUKTFAMILJER	15
5.1 Felsäkerhetsklasser	9	9.1 Distribuerade I/O	15
5.2 F-Enheter	9	9.2 Optiska givare	15
5.2.1 Säkring av GSD-filen	9	9.3 Drivutrustningar.....	15
5.2.2 Säkring av konfigurationen	9	9.4 Robotar	15
5.2.3 iParameter.....	9	9.5 F-Gateway	15
5.2.4 PROFIdrive	10	9.6 PA produkter.....	15
5.2.5 PA Enheter.....	10	9.6.1 Nivågränslägen	16
5.2.6 I&M funktioner	10	9.6.2 ESD ventiler.....	16
5.2.7 Diagnos	10	9.6.3 Trycktransmitter	16
5.3 F-Host.....	10	9.6.4 Gas- och brandgivare.....	16
5.3.1 Möjliga strukturer.....	11	10. ANVÄNDARFÖRDELAR	17
5.3.2 Konformitetsklasser	11	10.1 Integratorer och slutanvändare	17
6. KONFORMITET & CERTIFIERING	11	10.2 Produkttillverkare	17
6.1 PROFIsafe testet.....	11	10.3 Framtida investeringar	17
6.2 Felsäker utvärdering.....	11	11. PI	18
7. PROFISAFE UTVECKLING	11	11.1 Pl:s förpliktelser.....	18
7.1 Elektrisk felsäkerhet.....	11	11.2 Teknologisk utbildning.....	18
7.2 Strömförsörjningar	12	11.3 Teknisk support.....	18
7.3 Utökad tålighet.....	12	11.4 Certifiering.....	18
7.4 Högtillgänglighet.....	12	11.5 Utbildning	18
7.5 Installationsguide	12	11.6 Informationsplattform – Internet.....	18
		INDEX	19

1.3 Internationella standarder

I de flesta länder reglerar nationella lagar hur människor och miljö skall skyddas. I Europa är "Lågspänningsdirektivet", "EMC-direktivet" och "Maskindirektivet" exempel på sådan reglering. Lagarna i sin tur hänvisar till Internationell Standard.

I bild 3 finns ett urval av IEC och ISO standarder som handlar om felsäkerhet och fältbussar och hur de förhåller sig till varandra.

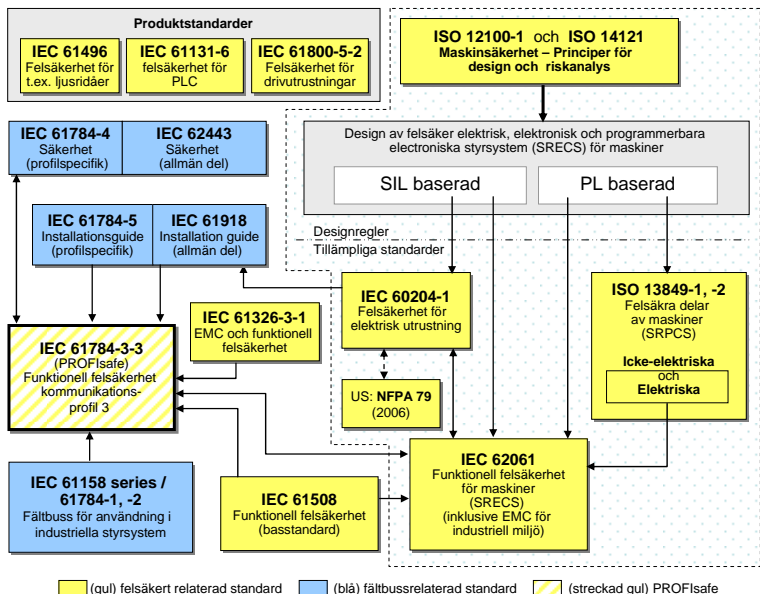


Bild 3 Internationella fältbuss- och felsäkerhetsstandarder för fabriksautomation

Den grundläggande standarden för funktionell felsäkerhet är IEC 61508 som täcker funktionell felsäkerhet för elektrisk utrustning och de grundläggande principerna och procedurerna. Den introducerar ett kvantitativt synsätt för att beräkna den kvarvarande sannolikheten för att så kallade felsäkra funktioner skall falla (Safety Integrity Levels - SIL). Den är i första hand användbar för utvecklare av felsäkra produkter. Standardsektorn IEC 62061 beskriver är de felsäkra aspekterna för maskinautomation inom fabriksautomation. Denna standard omfattar färdiga system, undersystem och delar och hur man hanterar felsäkerhetsfunktioner i speciella kombinationer av dessa. ISO 13849-1 är efterföljaren till EN 954-1 och har en liknande omfattning. Den introducerar emellertid en något annorlunda kalkylmodell (Performance Levels - PL) och omfattar även icke-elektriska produkter som hydrauliska ventiler mm. Den grundläggande terminologin och metodiken för maskinsäkerhet är definierad i ISO 12100-1. ISO 14121 visar principer-

na för riskanalys IEC 60204-1 specificerar allmänna krav och rekommendationer relaterade till elektriska utrustningar till maskiner. Exempel är strömförsörjning, skydd mot elektrisk chock, nödstopp, kablar och kontakter mm. Produktstandarder som IEC 61496, IEC 61800-5-2, och IEC 61131-6 till exempel, handlar om kraven för enskilda produktfamiljer.

I tillägget till det Europeiska Maskindirektivet finns en uppräknig av vilka maskiner och delar som enligt

svarande harmoniserad produktstandard (till exempel, IEC 61496), räcker det med en deklARATION från tillverkaren.

Kraven på F-Enheter och F-Hosts att ha förhöjd elektromagnetisk tålighet definieras i IEC 61326-3-1. Speciell funktionell säkerhets (FS) kapacitetskriterier tillåter felaktig funktion vid förhöjd elektromagnetisk störning över de normalt krävda nivåerna. I dessa fall skall dock utrustningen under test (EUT) åtminstone skifta till säkert läge.

Fältbussstandarderna finns i IEC 61158 och IEC 61784-1. Realtids Ethernet varianterna som PROFINET IO finns definierade i IEC 61784-2. Allmänna delar för installation guide finns summerade i IEC 61918, medan profilspecifika delar finns samlade i IEC 61784-5. Allmänna delar för säkerhetsguide finns summerade i IEC 62443, medan profilspecifika delar finns samlade i IEC 61784-4.

I bild 2 finns motsvarande urval av IEC och OSI standarder anpassade för kraven inom processautomation. Här behandlar IEC 61511 den speciella situationen med lång erfarenhet ("proven-in-use") för mycket känsliga processinstrument och definierade elektromagnetiska förutsättningar i detta område. IEC 61326-3-2 tar på samma sätt hänsyn till dessa EMC krav.

lag kräver certifiering av en "Notified Body" (BIA, TÜV, FM (Factory Mutual), osv...). Om det finns en mot-

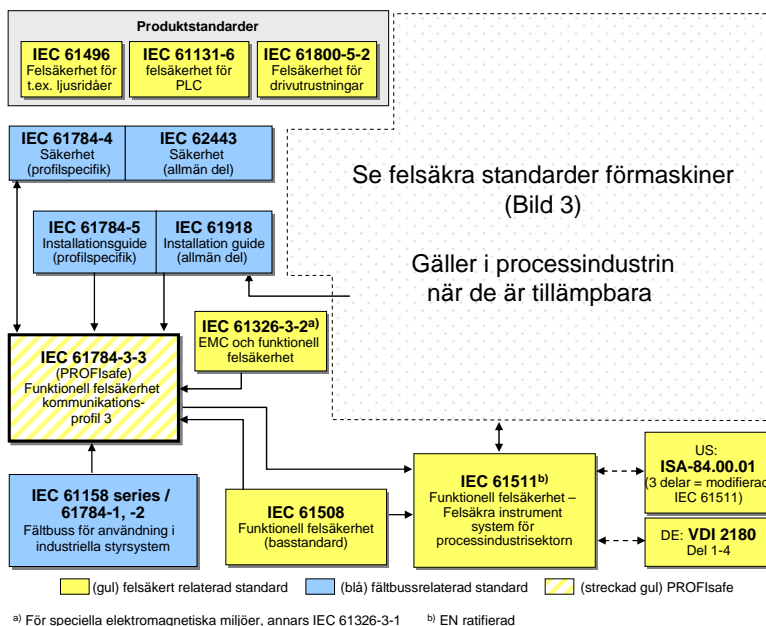


Bild 2 Internationella fältbuss- och felsäkerhetsstandarder för processautomation

2. Målen

Från allra första början var det PROFIsafes avsikt att ta fram en bred och effektiv lösning för både utvecklare och användare av felsäkra produkter.

PROFIsafe protokollet skall befria användarna från felsäkerhetsåtgärder för de olika bakplanskommunikationerna och andra överföringsled även utanför PROFINET och PROFIBUS nätverken. Det skall således säkra hela kedjan från det ställe där den felsäkra signalen uppstår (till exempel i en F-modul i en decentral

verktuget till IO Controller eller DP-Master och därifrån till F-Enhet. Det skall vara samma uppsättning PROFIsafe parametrar för alla F-Enheter och F-Moduler i en decentral I/O station för att det skall bli en enhetlig hantering.

Individuella felsäkra parametrar för en F-Enhet är teknologispecifika, till exempel drivutrustning med inbyggd felsäkerhet, laser scanner mm. Att hantera dessa parametrar i en GSD-fil skulle vara oerhört krävande och skapa onödigt beroende. Det skall därför vara möjligt för F-Enhet utvecklare att integrera deras olika konfiguration, parametring och diagnostikverktyg (CPD verktyg) via lämpliga interface in till styrsystemtillverkarnas olika utvecklingsmiljöer. Detta skulle underlätta navigeringen och kommunikationen med enskilda F-Enheter och F-Moduler.

För att snabbt kunna ersätta F-Enheter när de går sönder bör systemet stödja funktionen "lagra och återställa" enskilda felsäkerhetsparametrar (iPar-Server) på ett enhetligt sätt. Vanligtvis är det F-Host eller PLC:n som sköter busstart som även har denna funktion.

Kompletterande dokumentation bör definiera allt man bör tänka på vid drifttagning av PROFIsafe Enheter, som till exempel kraven på

- installation
- elektrisk säkerhet
- strömförsörjning
- elektromagnetisk kompatibilitet
- datasäkerhet

Slutligen bör det finnas bra support för utvecklare av PROFIsafe F-Enheter och F-Moduler i form av PROFIsafe utvecklingspaket, kompetenscentra och testlaboratorier.

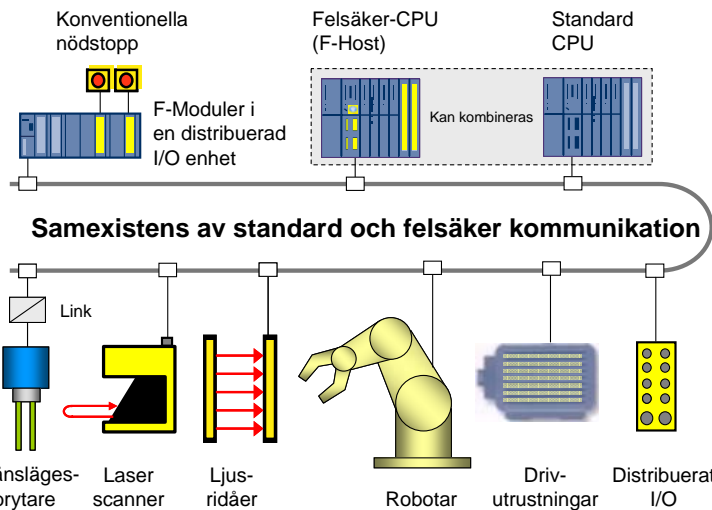


Bild 4 Modellen med "Singelkanal"

PROFIsafe protokollet skall kunna användas både för PROFIBUS och PROFINET nätverken utan att dessa existerande fältbussars standard måste ändras. Det skall vara möjligt att överföra felsäkra telegram på befintliga standard busskablar tillsammans med den vanliga trafiken (Bild 4).

Denna "enkanalslösning" medför också att man kan ha standard PLC:er med integrerat men logiskt separerat felsäker styrning. Därmed kan även överföringsredundans realiserar för att nå bättre tillgänglighet. För de användare som föredrar fysiskt separerade nätverk för standard och felsäker kommunikation fungerar PROFIsafe lika bra. I dessa fall har man nytta av att det är samma PROFIBUS och PROFINET teknologi i båda nätverken.

PROFIsafe protokollet skall inte påverka standard bussprotokollet. Det skall dessutom vara så oberoende som möjligt av vanliga överföringskanalen oberoende av om den är på koppar, fiber, trådlös eller bakplan. Varken överföringshastigheten eller felkontrollmekanismen skall ha någon betydelse. För PROFIsafe är de bara en "Black Channels" (Bild 5).

I/O-station) till det ställe där den skall processas (till exempel i F-PLC:ns program) och vice versa (Bild 6).

PROFIsafe skall kunna användas för felsäkerhet upp till SIL3 enligt IEC 61508 / IEC 62061, motsvarande kategori 4 enligt EN 954-1 och PL "e" enligt ISO 13849-1.

Parametrarna i PROFIsafe protokollet skall definieras, underhållas och programmeras med standardverktygen för PROFIBUS och PROFINET, till exempel GSD. Parametrarna måste emellertid vara säkrade under lagring, tolkning, parametring och överföring från konfigurerings-

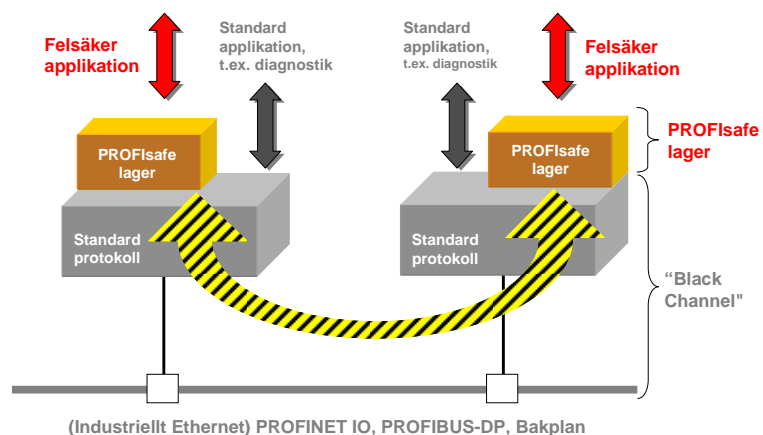


Bild 5 Principen "Black Channel"

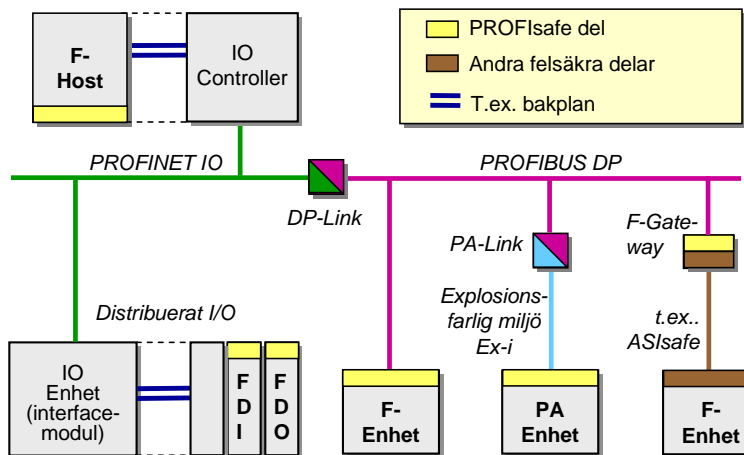


Bild 6 De kompletta felsäkra kommunikationsvägarna

I sin nuvarande version uppfyller PROFIsafe alla dessa önskemål. Det slutgiltiga konceptet är rättfram och lätt att förstå.

Innan vi lär oss mer detaljer om PROFIsafe låt oss ta en titt på några förutsättningar och restriktioner.

3. "Black Channel" restriktioner

Även om PROFIsafe använder "Black Channelprincipen" så finns det några grundläggande egenskaper hos PROFIBUS och PROFINET som vi måste beakta vid utformandet av PROFIsafe.

3.1 Grundläggande egenskaper

En sådan egenskap är den cykliska kommunikationen mellan en bussmaster/controller och dess tillhörande fältenheter (sända och mottaga principen). Denna pollande funktion kommer omedelbart att upptäcka en saknad enhet. PROFIsafe anammar denna princip och kan därför utesluta en separat mekanism för livstecken.

En annan egenskap är 1:1 kommunikationsrelationen mellan en bussmaster/controller och dess tillhörande fältenheter. PROFIsafe använder också denna princip för att tillförsäkra att ett telegram är äkta. Detta begränsar dock en F-modul eller en slot i en modulär fältenhet till att bara tillåta access från en F-Host.

3.2 Nätverkskomponenter

En "Black Channel" kan bestå av flera typer av transparenta nätverkskomponenter som switchar, router, länkar och trådlösa överföringskanaler. För PROFIsafe bety-

der det att det existerar smärre restriktioner när kraven för SIL3 skall uppfyllas.

Alla sorters switchar kan användas men maximalt 100 får anslutas i rad. F-adressutrymmet inom en PROFIsafe ö måste vara unik. Sammankopplade öar med samma adressutrymme måste separeras med multiportsrouterar. Det finns inga kända restriktioner för länkar som den från PROFINET till PROFIBUS och därifrån till den egensäkra versionen av MBP-IS (Bild 6).

3.3 Trådlöshet och säkerhet

Trådlös överföring är tillåten om bara tillräcklig tillgänglighet (inga onödiga avbrott och säkerhet kan garanteras).

PROFIsafe specificerar vissa säkerhetskrav för trådlös överföring och för trådbundna nätverk som är anslutna till industriellt Ethernet kontorsnät eller till Internet (öppna nätverk).

3.4 Datatyper

Fältbusskommunikation allmänt använder många olika datatyper för

Fel:	Åtgärd:	Löpande numrering (livstecken)	Time-out (med kvitto)	Kodnamn (för sändare och mottagare)	Dataintegritet (CRC)
Oavsiktlig repetition		X			
Telegramförlust		X	X		
Extratelegram		X	X	X	
Felaktig ordning		X			
Korrumperade data					X
Oacceptabel fördröjning			X		
Adressfel				X	
Standardtelegram som tolkas som felsäkra			X	X	X
Fel ordning p.g.a. minneslagring i switchar		X			

Bild 7 Feltyper för överföringen och dess motåtgärder

informationsöverföring (se litteraturförteckningen på sidan 9). För att minska komplexiteten har PROFIsafe en någorlunda stor delmängd av dessa.

4. PROFIsafe – lösningen

Felsäker kommunikation har till uppgift att mellan två parter förmedla

- Korrekta data
- Till rätt destination
- I rätt tid.

Olika fel kan uppkomma när telegram överförs i komplexa nätverkstopologier, antingen det beror på hårdvarufel, onormal elektromagnetisk störning eller andra orsaker. Ett telegram kan försvinna, uppträda mer än en gång, komma från fel källa, bli försenat eller komma i fel ordning och/eller ha korrupta data. Vid felsäker kommunikation kan det också förekomma felaktig adressering: ett standardtelegram kommer till en felsäker enhet och uppfattas som ett felsäkert telegram. Olika överföringshastigheter kan dessutom innebära att busskomponenter lagrar telegrammen under viss tid. Av alla de otaliga åtgärder som publicerats har PROFIsafe koncentrerat sig på de som presenteras i matrisen som visas i bild 7.

4.1 Åtgärder för felsäkerhet

Åtgärderna för felsäkerhet omfattar::

- Löpande numrering av PROFIsafe telegrammen ("livstecken")

- En förväntad tid med kvittering ("watchdog")
- Ett kodnamn mellan sändare och mottagare ("F-adress")
- Kontroll av att data är korrekta (CRC = cyclic redundancy check)

Genom att använda löpande numring kan mottagaren se att han fått alla telegram och i rätt ordning. När den sedan returnerar telegrammet med löpnumret som en kvittering får även sändaren en garanti. Normalt skulle en enkel toggelbit varit tillräckligt. Men på grund av buffring i vissa komponenter som switchar har man valt en 24-biträknare för PROFIsafe.

I felsäker teknik räcker det inte med att ett telegram överför de rätta processignalerna eller värdena utan de uppdaterade ärvärdena måste komma inom en feltoleranstid. Om inte måste respektive F-enhet automatiskt initiera lämpliga säkerhetsreaktioner på plats, till exempel stoppa en rörelse. För detta ändamål har F-enheten en övervakningstimer som återstartas varje gång ett nytt PROFIsafetelegram med uppräknat löpnummer anländer.

1:1-relationen mellan master och slav gör att missriktade telegram upptäcks. Sändare och mottagare måste helt enkelt ha identifikation (kodnamn) som är unika i nätverket och som kan användas för att verifiera att ett PROFIsafetelegram är äkta. PROFIsafe använder en "F-Adress" som kodnamn.

En CRC-kontroll (cyclic redundancy check) spelar en viktig roll för att upptäcka korrupta databitar. den nödvändiga sannolikhetsundersökningen använder sig av definitioner i IEC 61508 som behandlar sannolikheten för farliga feli säkerhetssystem. PROFIsafe följer detta

F-Ingångs-/Utgångsdata	Status / Control Byte	CRC signatur
		över F-I/O data, F-Parameter, och löpande numring
Maximalt 12 eller 123 byte	1 byte	3 eller 4 byte

Bild 8 PROFIsafe telegrammets format

synsätt (Bild 9).

Enligt dessa definitioner består en säkerhetskrets alla givare, aktorer, överförande komponenter och logiska processer som är involverade i en felsäker funktion. IEC 61508 fastslår övergripande värden för sannolikheten av fel för olika felsäkra nivåer. För SIL 3 till exempel gäller $10^{-7}/h$. Överföringen med PROFIsafe tillåts bara bidra med 1%, vilket betyder att den tillåtna sannolikheten för farliga fel är maximalt $10^{-9}/h$. Detta gör att lämpliga CRC polynom kan beräknas för den längd som PROFIsafe telegrammen skall ha. Den resulterande återstående felsannolikheten för oupptäckta felaktiga PROFIsafetelegram med en maximalt bitfelssannolikhet på 10^{-2} garanterar efterfrågad omfattning. PROFIsafe använder en 24-bits och en 32-bits CRC generators polynom för att kalkylera respektive 3- och 4-bytes signatur. Kvaliteten hos de utvalda CRC polynomen och den speciella kalkyleringsmetoden är sådan att PROFIsafe är helt oberoende av "Black Channels" alla feldetekteringsmekanismer.

4.2 PROFIsafe format

Ett PROFIsafe telegram som skickas mellan en F-Host och dess F-Enhet rymmer inom nyttodata av ett standard PROFIBUS eller PROFINET telegram. Om det gäller en

modulär F-Enhet med flera F-Moduler, består nyttodata av flera PROFIsafe telegram. Bild 8 visar formatet för ett PROFIsafe telegram.

Det börjar med F-Ingångs- eller F-Utgångsdata av den redan nämnda undergruppen av datatyper. Dessa datastrukturer för en speciell F-Enhet är normalt definierade i dess GSD-fil (General Station Description). Normalt har fabriksautomation och processautomation olika krav på ett säkerhetssystem. Det ena hanterar korta signaler (bitinformation) som kräver hög hastighet, det andra omfattar längre processvärden (flyttal) som kan tillåtas ta lite längre tid. PROFIsafe erbjuder därför två olika längder för datastrukturen. Ena längden är begränsad till maximalt 12 byte och klarar sig med en 3 byte CRC-signatur för att garantera dataintegriteten. Den andra längden är begränsad till 123 byte vilket kräver en 4 byte signatur.

Efter F-Ingångs- eller F-Utgångsdaten följer en Control Byte om meddelandet kommer från en F-Host respektive en Status Byte om det kommer från en F-Enhet. Denna information behövs för att synkronisera sändaren och mottagaren av PROFIsafe telegram.

PROFIsafe datan slutar med en CRC signatur beroende av längden av F-Ingångs- eller F-Utgångsdaten som nämnts ovan.

Den löpande numreringen överförs inte inom ett PROFIsafe telegram. Både sändare och mottagare använder egna räknare som synkroniseras via kontroll och statusbyten. Korrekt synkronisering tillförsäkras genom att räknevärden inkluderas i beräkningen av CRC signaturen.

"F-Address" säkras också genom att inkluderas i beräkningen av CRC signaturen.

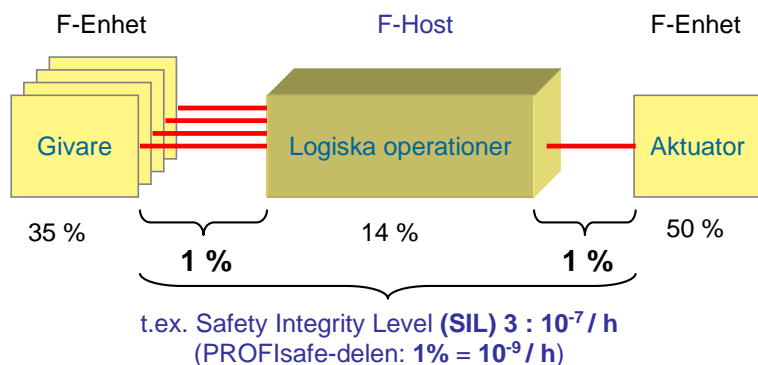


Bild 9 Kommunikationens andel av säkerhetsfelen och SIL

4.3 PROFIsafe tjänster

Sändare och mottagare av PROFIsafe telegram är protokollmässigt placerade ovanför kommunikationslagret för "Black Channel" (Bild 10). Normalt realiserar dessa PROFIsafe lager med mjukvara ("drivers"). Deras centrala funktion är en tillståndsmaskin (state machine) för att styra den vanliga cykliska hanteringen av PROFIsafe telegram och undantagen som uppstart, strömtill-

ingripande och kvittering krävs har PROFIsafe en extratjänst ("OA_Req"). PROFIsafe informerar en F-Enhet om en icke kvitterad begäran så att F-Enheten kan indikera det via en lysdiod (valfri funktion). Operatörskvitteringen kan skickas vidare från användarprogrammet till F-Host drivern via en motsvarande tjänst ("OA_C").

De teknologispécifika parametrarna hos en F-Enhet kallas iParametrar.

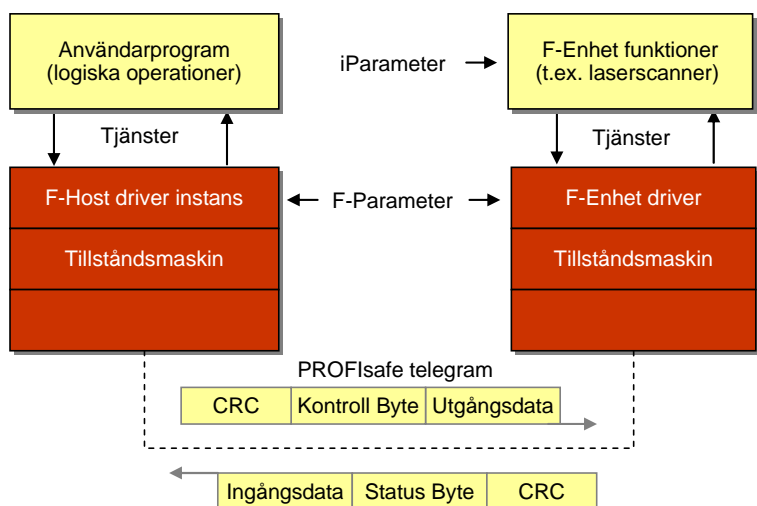


Bild 10 PROFIsafe kommunikationslager i F-Host och F-Device

/frånslag, CRC felhantering mm. Bild 10 visar hur PROFIsafe lagret interagerar med den teknologiska delen i F-Enheterna och med användarprogrammet i F-Host.

4.3.1 F-Host tjänster

Den huvudsakliga funktionen sköter utbytet av F-ingångs- och F-utgångsdata. Under uppstart och vid eventuella fel ersätts de aktuella processvärdena med initiala felsäkerhetsvärden. Dessa felsäkerhetsvärden skall alla vara "0" för att tvinga mottagaren till ett säkert tillstånd (energinneutralisering).

För F-Enheter där avstängning inte är det enda säkra tillståndet utan snarare låg hastighet är säkrare har PROFIsafe extra tjänster via en flagga i kontrollbyten ("activate_FV"). I gengäld kan en F-Enhet informera användarprogrammet att den har aktiverat säkert tillstånd via en flagga i statusbyten ("FV_activated").

Kommunikationsfel hos PROFIsafe gör att F-Hostdriver att gå över i säkert tillstånd. En säkerhetsfunktion får normalt inte automatiskt återgå till normal drift utan mänskligt ingripande. För att informera användarprogrammet att en operatörs-

Om en F-Enhet behöver ändrade iParametrar under drift finns en annan uppsättning tjänster. En tjänst gör att användarprogrammet kan skifta över F-Enheten till ett läge där den kan ta emot nya iParametrar ("iPar_EN"). En annan indikerar för användarprogrammet att F-Enheten är redo att återta normal felsäker drift ("iPar_OK").

4.3.2 F-Enhet tjänster

PROFIsafe tjänsterna för F-Enhetsteknologin omfattar motsvarande utbyte av F-utgångs- och F-ingångsdata, den extra möjligheten att aktivera och rapportera felsäkra värden, indikatorer för iParametrarnas hantering och för de redan nämnda operatörsbegäran.

Dessutom kan F-Enheter rapportera fel hos enheten till F-Host drivern via en flagga i statusbyten ("Device_Fault").

Begäran från en F-Enhet om en felsäker reaktion måste ha så lång varaktighet att den hinner överföras med PROFIsafe kommunikation (åtminstone under två ökning av den löpande numreringen). En speciell tjänst informerar om nya löpande nummer för att möjliggöra detta krav.

Diagnostikinformation från PROFIsafe lagret kan skickas vidare till teknologidelen via en speciell tjänst.

Sist men inte minst kan teknologin vidarebefordra F-Parametrar till . Vad är då uppgiften för dessa F-Parametrar?

4.4 F-Parametrar

F-Parametrarna innehåller information för PROFIsafe lagret för att anpassa dess funktion till speciella kundbehov och för att dubbelchecka att konfigurationen är korrekt. De viktigaste F-Parametrarna är:

- F_S/D_Address (kort F-Adress)
- F_WD_Time
- F_SIL
- F_iPar_CRC
- F_Par_CRC

F_S/D_Address är en unik adress för felsäkerhetsenheter inom en PROFIsafe ö. F-Enhetsteknologin jämför denna adress med en lokalt angiven adress i form av en dipswitch eller på annat sätt, för att förbindelsen är korrekt.

F_WD_Time anger ett antal millisekunder för en watchdog timer. Denna timer övervakar mottagandet av nästa godkända PROFIsafe telegram.

F_SIL anger den SIL-nivå som användaren vill uppnå med just den F-Enheten. Den jämförs med den lokalt lagrade informationen från tillverkaren.

F_iPar_CRC är en signatur för alla iParametrar inom F-Enhetens funktionsområde.

Slutligen är F_Par_CRC en signatur för alla F-Parametrar som används för att garantera korrekt överföring av F-Parametrarna.

Det var en översikt av PROFIsafe och nu skall vi gå in på detaljer. Är du redo? Låt se vad PI erbjuder.

5. Hur sker implementering?

Först av allt skall vi kontrollera att vi skaffat all nödvändig och underlättande litteratur för vårt arbete som vi kan få från PI (se litteraturlistan). Använd den angivna eller senare versionen. En tidigare version V1.30 finns för PROFIsafe specifikationen men den är för information endast och skall inte användas för utveckling av nya produkter.

Sedan skal du studera åtminstone den grundläggande felsäkerhetsstandard IEC 61508 eller få hjälp med vad som behövs i ert utvecklingsarbete och i er organisation för att åstadkomma den nödvändiga säkerheten hos din produkt. I regel kan man inte göra en felsäker produkt av en standardprodukt bara genom att implementera PROFIsafe-protokollet. Arkitekturen för den felsäkra teknologin tillsammans med protokollet och hur de båda implementeras bestämmer den slutliga SIL-nivån för produkten.

5.1 Felsäkerhetsklasser

Även om PROFIsafe kan användas för felsäkerhet upp till SIL3, är det kanske inte nödvändigt att utforma och utveckla F-Enheter för SIL3. Den behövliga felsäkerhetsklassen beror av den slutliga kundapplikationen och hur säkerhetsfunktionerna är definierade. Det kan vara möjligt med redundans eller på annat sätt att nå till och med högre felsäkerhetsnivå, SIL, med F-Enheter som har lägre felsäkerhetsklass.

5.2 F-Enheter

Du har två alternativ för implementering av PROFIsafe driver mjukvaran. Antingen använder du specifikationen och gör det från grunden eller så använder du ett utvecklingspaket som finns på marknaden. Mera information finns i produktguiden på PI:s webbsida. Fördelen med att använda ett utvecklingspaket är uppenbar: redan certifierad driver, extra värdefull information och verktyg samt teknisk support.

Till PROFIBUS och PROFINET interfacet kan du välja mellan de på marknaden tillgängliga ASICs och protokollstackar och anpassa drivermjukvaran till PROFIsafe.

5.2.1 Säkring av GSD-filen

Varje PROFIBUS eller PROFINET produkt behöver en GSD fil (Gene-

- PROFIsafe Policy V1.3; Best.nr. 2.282
- PROFIsafe - Profile for Safety Technology on PROFIBUS DP and PROFINET IO, V2.4; Best.nr. 3.192b
- PROFIsafe – Environmental Requirements, V2.5; Best.nr. 2.232
- PROFIsafe – Test Specification for F-Slaves, F-Devices, and F-Hosts, V2.1; Best.nr. 2.242
- PROFIsafe for PA-Devices, V1.0 Best.nr. 3.042
- PROFIdrive on PROFIsafe, V1.0; Best.nr. 3.272
- Rapid way to PROFIBUS DP; Best.nr. 4.072
- Industrial Communications with PROFINET; Best.nr.. 4.182
- Specification for PROFIBUS Device Description and Device Integration, Volume 1: GSD, V5.04; Best.nr. 2.122
- GSDML Specification for PROFINET IO, V2.2; Best.nr. 2.352
- Profile Guideline, Part 1: Identification & Maintenance Functions, V1.1; Best.nr. 3.502
- Profile Guideline, Part 2: Data Types, Programming Languages, and Platforms, V1.0; Best.nr. 3.512
- Profile Guideline, Part 3: Diagnosis, Alarms and Time Stamping, V1.0; Best.nr. 3.522
- Communication Function Blocks on PROFIBUS DP and PROFINET IO, V2.0; Best.nr. 2.182

ral Station Description). När den allmänna delen av GSD-filen för en F-Enhet är klar behöver man koda F-Parametrarna. Denna sektion med F-Parametrarna måste skyddas med en speciell CRC signatur ("F_ParamDescCRC") mot datakorruption på lagringsmediet. Ett konfigureringsverktyg kan sedan kontrollera dataintegriteten för F-Parametersektionen med hjälp av denna speciella signatur som också är en del av GSD-filen.

5.2.2 Säkring av konfigurationen

GSD-filen innehåller även beskrivning av F-In- och F-Utgångarnas format. För att säkra denna del av GSD-filen används en annan CRC signatur. ("F_IO_StructureDescCRC").

5.2.3 iParameter

I den stora floran av felsäkra produkter finns en stor variation av de individuella felsäkerhetsparametrarna (iParameter).

Mängden iParametrar sträcker sig från några få byte för en F-modul upp till flera tiotals kbyte för till exempel en laserscanner. För de flesta felsäkra produkter finns det speciella parametrerings- och diagnostikverktyg (CPD-Tool). Därför var det inte meningsfullt att hantera iParametrar via GSD.

PROFIsafe rekommenderar därför en ny mekanism, den så kallade

iPar-Server. Det är tillverkarnas av F-Host ansvar att tillhandahålla denna förmåga antingen inom den icke felsäkra delen av en F-Host som den parametererande mastern eller i ett annat styrsystem som en icke felsäker PLC eller en industriPC i samma nätverk.

Bild 11 visar de principiella stegen för en iPar-Server mekanism med hjälp av ett exempel. Tillsammans med nätverkskommunikationen och F-parametereringen av en F-Enhet visas ett exempel på en iPar-Server funktion (1). F-Enhet kan byta till datautbytesmod när den befinner sig i ett säkert läge (FV). Ett tillhörande CPD-verktyg kan startas via ett lämpligt interface (2) som till exempel TCI (Tool Calling Interface) eller FDT (Field Device Tool) från konfigureringsverktyget med hjälp av minst den konfigurerade enhetens nodadress. Parametrering, drifttagning, test mm. kan utföras med CPD-verktyget (3). När CDP är klar beräknas iPar_CRC signaturen och visas i hexadecimal form och kan överföras till konfigureringsverktyget där det införs i inmatningsfältet för "F_iPar_CRC" (4). Det krävs en omstart av F-Enheten för att "F_iPar_CRC" parametern skall överföras till F-Enheten (5). Efter slutlig verifikation och frisläppning är F-Enheten redo att starta ett uppladdningsmeddelande (6) till sin iPar-Server. Den använder för detta sin standard diagnos mekanism. iPar-Server pollar diagnosinformationen (t.ex. RDIAG FB) för att tolka begäran (R) och öppna uppladd-

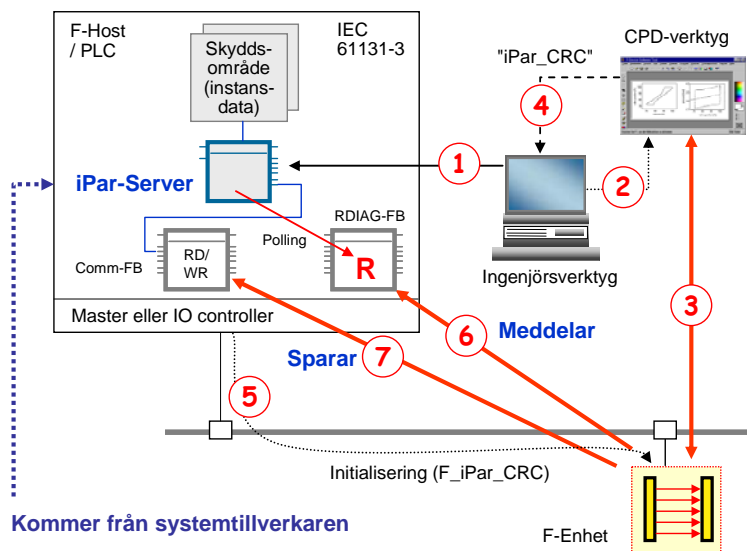


Bild 11 Konceptet med en iPar-Server

ningsprocessen (7), och lagra iParametrarna som instansdata i iPar-Servern med acykliska tjänster (Read Record).

När en trasig F-Enhet har bytts ut får den nya F-Enheten sina F-Parametrar, inklusive "F_iPar_CRC", vid uppstart. Eftersom iParametrarna normalt saknas i en ersättnings F-Enhet eller i en utan backup mot strömförlust noteras en skillnad mellan "F_iPar_CRC" och dess lagrade iParametrar och initierar en nedladdningsbegäran (6) till sin iPar-Server instans, även det med sin standard diagnosmekanism. iPar-Servern pollar diagnosinformationen för att tolka begäran (R) och åstadkomma nedladdningen (Write Record). Genom denna överföring kan F-Enheten få originalfunktionaliteten utan extra ingenjörarbete eller CPD verktyg.

5.2.4 PROFIdrive

IEC 61800-5-2 definierar felsäkra funktioner för drives med integrerad felsäkerhet. Dessa funktioner omfattar en grupp av stoppfunktioner:

- Säker avstängning av moment (energilöst)
- Säkert stopp 1
- Säkert stopp 2
- Säkert operatörsstopp

En grupp övervakningsfunktioner:

- Säker begränsad acceleration
- Säkert begränsad hastighet
- Säkert begränsat moment/effekt
- Säker begränsad (absolut) position
- Säker begränsad joggning
- Säker riktning
- Säkert begränsad motortemp.

Bild visar hur elektromekanik ersätts av elektroniskt felsäkert stopp och övervakningsfunktioner. Ett viktigt mål är att huvudsakligen övervaka drivutrustningens operation och bara göra energilöst vid fel. Arbetsgruppen för PROFIdrive inom PI specificerar delar av dessa funktioner i ett speciellt tillägg till deras PROFIdrive specifikation (se litteraturrutan).

5.2.5 PA Enheter

F-Enheter för processautomation följer sektorstandard IEC 61511, som tar hänsyn den speciella aspekten "proven-in-use". Under speciella omständigheter kan en PA-Enhet en bättre SIL om den är väl beprövad (proven-in-use). PA Enheter följer normalt designmodellen i IEC 61804. Electronic Device Description (EDD) spelar en viktig

roll här. Därför har även arbetsgruppen för PA inom PI i sitt tillägg till PA Device Specification angett hur man använder PROFIsafeplattformen för PA-Enheter och parameteringsmetoder (se litteraturrutan).

5.2.6 I&M funktioner

Sedan 2005 är de så kallade I&M funktionerna obligatoriska för alla PROFIBUS och PROFINET produkter som har acykliska tjänster. I&M står för Identification and Maintenance och ger information om produktens tillverkarkod, katalog- och serienummer och dess hårdvaru- och mjukvaruversion på ett standardiserat sätt. Via tillverkarkoden och extra information på PI:s hemsida kan användaren hitta fram till aktuell produktinformation på tillverkarens webbsida. (Se Profile Guideline i litteraturrutan).

5.2.7 Diagnos

En av de största fördelarna med PROFIBUS och PROFINET är möjligheten för Ethernet att rapportera diagnosinformation till operatören vid störningar och fel. Bra diagnosinformation hjälper till att reducera stilleståndstider och reparationskostnader. Konceptet täcker inte bara hur informationen skall tolkas utan också hur olika språk stöds och hur man åstadkommer onlinehjälp om vad som bör göras i olika situationer. (Se motsvarande Profile Guideline i litteraturrutan).

5.3 F-Host

F-Host med PROFIsafe kan vara olika utformade beroende på olika tillverkarens strategi: stand-alone F-CPU:er eller integrerade men logiskt

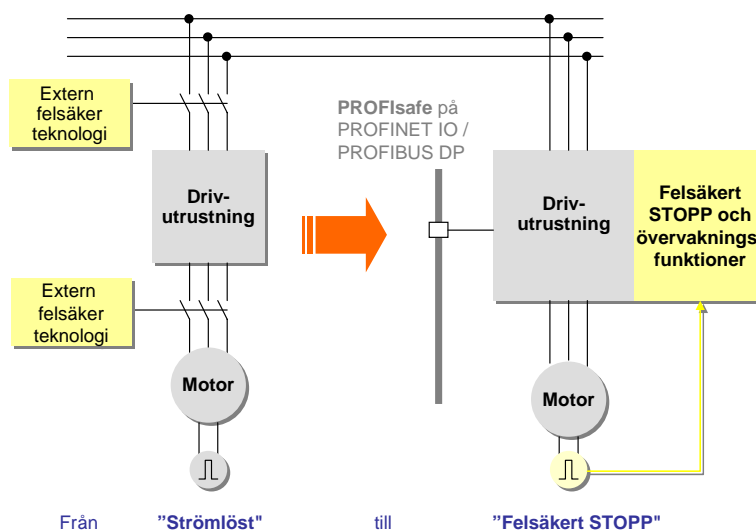


Bild 12 Drivstyrning med integrerat felsäkert STOPP och övervakningsfunktioner

Tack vare dessa normala lagliga krav kan man begränsa skyddsåtgärderna inuti en F-Enhet och F-Host.

7.2 Strömförsörjningar

Det är möjligt att använda samma 24V strömförsörjning för standard och F-Enhet/F-Host. I båda fallen skall strömförsörjningen uppfylla PELV på grund av lagens krav.

7.3 Utökad tålighet

För varje felsäker applikation skall korresponderande SRS (Safety Requirements Specification) definiera de elektromagnetiska tålighetsgränserna (se IEC 61000-1-1) som krävs för att uppnå elektromagnetisk kompatibilitet. Dessa gränser skall beräknas med hänsyn till både de elektromagnetiska fenomenen (se IEC 61000-2-5) och de nödvändiga felsäkra integritetsnivåerna.

För allmänna industriapplikationer definierar IEC 61326-3-1 tålighetskrav för utrustning som utför eller är avsedda att utföra säkerhetsrelaterade funktioner.

Produktstandarder som IEC 61496-1 (t.ex. laserscanner) kan definiera högre tålighet mot vissa fenomen.

Miljön i processindustrin kan vara annorlunda än normal industrimiljö. Därför kan de speciella krav och prestanda som beskrivs i IEC 61326-3-2 användas för PA Enheter.

För PROFIsafe är en speciell EMC testrigg beskriven.

7.4 Högtillgänglighet

Uppgiften för *felsäkerhet* är att upprätthålla *felsäkra funktioner* för att hindra personal från att skadas, till exempel genom att göra farliga delar strömlösa. Ett karakteristiskt mått på en felsäker funktion är SIL (Safety Integrity Level). Det beskriver den felsäkra funktionens sannolikhet för farliga fel per timme, t.ex. $10^{-7}/h$ för SIL3.

Tvärtom är uppgiften för *högtillgänglighet (feltolerant)* att bibehålla *styrfunktionerna* även om ett fel uppstår. Ett karakteristiskt mått på hög tillgänglighet är kvoten mellan drifttid och den totala produktionstiden, till exempel 99.99%. Redundans är en metod som kan användas tillsammans med andra för att uppnå detta mål.

	PROFIsafe	Redundans	PROFIsafe och redundans
Applikation	Fabriks och process automation: Pressar, robotar, lägesgivare, avstängningsventiler, men även brännarstyrning och linbanor	Process automation; Infrastruktur för transport Kemisk- eller läkemedelsproduktion, raffinaderier, offshore, tunnlar	Process automation; Infrastruktur för transport Kemisk- eller läkemedelsproduktion, raffinaderier, offshore, tunnlar
Hög tillgänglighet	-	Som bäst inga stillstånd (feltolerant)	Som bäst inga stillstånd (feltolerant)
Felsäkerhet	Inga farliga fel (krav från myndigheter eller lag)	Redundans i sig ger inte felsäkerhet	Inga farliga fel (krav från myndigheter eller lag)

Bild 2 Felsäkert och högtillgängligt (feltolerant)

PROFIsafe är utformad så att den kan användas med eller utan redundans för feltolerans. Bild 14 visar möjliga kombinationer.

7.5 Installationsguide

Målet för PROFIsafe är att integrera felsäker kommunikation i standard PROFIBUS och PROFINET nätverk med minimal inverkan på de existerande installationsriktlinjerna. För att uppnå tillförlitliga prestanda och uppfylla lagens krav rekommenderar vi att man följer PROFIsafes specifikation och riktlinjer. Några av de viktigaste sakerna att ta hänsyn till nämns nedan.

7.5.1 Förutsättningar

Alla standard och F-Enheter i nätverket skall vara elektriskt säkra enligt beskrivningen i 7.1.

Alla F-Enheter skall vara certifierade enligt IEC 61508 och, för processautomation, enligt IEC 61511. De skall vara testade och godkända för PROFIsafe konformitet av ett PI testlaboratorium.

Alla andra standard enheter i ett PROFIsafe nätverk skall visa konformitet med PROFIBUS eller PROFINET via ett PI certifikat eller motsvarande bevis.

7.5.2 Restriktioner

För PROFIBUS DP, är inga dropkablar eller förgreningar tillåtna.

För PROFINET IO, gäller följande:

- Färre än 100 switchar i rad
- Endast en F-Host per submodul
- Alla nätverkskomponenter måste vara industrianpassade (t.ex. enligt IEC 61131-2)

- Inga singelport routers tillåts för att separera PROFIsafe öar (känns igen på unika F-adresser)

7.5.3 Kablage

PROFIBUS och PROFINET specificerar båda att kablarna skall vara skärmade och att skärmen skall vara ansluten till kontakterna i båda ändarna för bästa elektromagnetiska tålighet. Som en konsekvens behövs normalt potentialutjämning. Om det inte är möjligt kan fiberoptiska kablar användas.

Maskinbyggare får använda oskärmade kablar på egen risk om det gäller fall med specificerad elektromagnetisk kompatibilitet med mindre störningar från spänningsspikar och induktion.

7.5.4 Tillgänglighet

Även med skärmade kablar kan oacceptabla signalstörningar komma in på datakabeln till en enhet om till exempel DC-delen av en frekvensomformare inte är tillräckligt filtrerad. Andra källor till oacceptabel signalkvalité kan vara avsaknad av termineringsmotstånd och liknande. Detta är inte en felsäkerhetsfråga utan fråga om tillgänglighet. Tillräcklig tillgänglighet hos styrningen är en förutsättning för felsäkerhet. Felsäkra funktioner i utrustning utan tillräcklig tillgänglighet orsakar irriterande stopp och kan innebära att produktionsledningen tar bort dessa felsäkerhetsfunktioner ("Bhopal effekt").

PI företag tillhandahåller många verktyg, procedurer och checklistor för att undersöka överföringskvaliteten hos nätverken.

7.5.5 Allmänna felsäkerhetsaspekter

PROFIsafe teknologin har gjort flera nya produkter möjliga, speciellt drivutrustningar med integrerad felsäkerhet. Nuförtiden kan drives erbjuda säkert läge utan att göra motorn strömlös. Till exempel den nya felsäkra funktionen "SOS" (safe operating stop) håller motorn med reglering i en bestämd position. Denna nya möjlighet kräver ett paradigmskifte för användaren. Tidigare orsakade ett tryck på ett nödstoppsknapp att strömförsörjningskabellarna fysiskt skildes från motorn och därför var det ingen risk för en person att byta motorn.

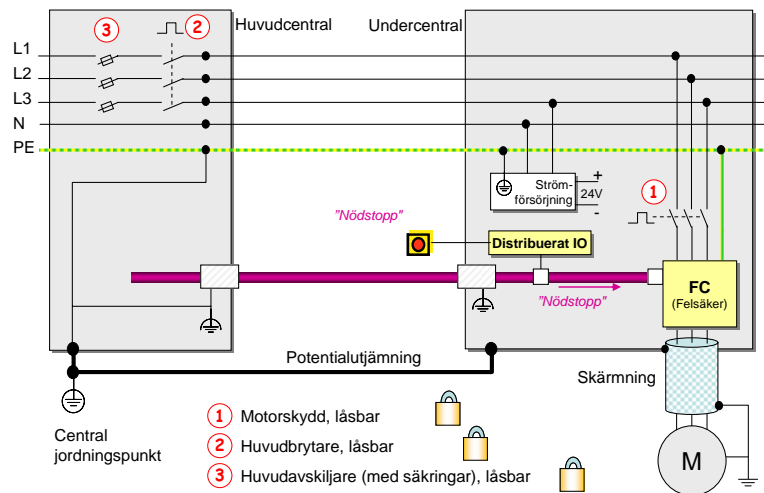


Bild 15 Nödstoppskoncept (IEC 60204-1)

Den nya IEC 60204-1 ger koncept för hur man skall skydda mot elektriska stötar (nödstopps) med läsbara motorskydd, huvudbrytare och huvudavskiljare med säkringar. Bild 7 visar detta koncept. Den visar också den rekommenderade 5-ledar kraftkabelanslutningen (TN-S) med separat N och PE ledare och den skärmade kabeln mellan motor och drive. IEC 60204-1 är en värdefull källa för många andra felsäkra åtgärder som komplement till PROFIsafeteknologin. Motsvarande nationell standard NFPA 79 tar upp några avvikelser för den nordamerikanska marknaden (Bild 3).

7.6 Trådlös överföring

Fler och fler applikationer som AGV (Automated Guided Vehicles), roterande maskiner, rörliga robotar och operatörspaneler använder trådlös överföring i PROFIBUS och PROFINET nätverk. PI kommer att specificera detaljer för både WLAN och Bluetooth. PROFIsafe, med sin feldetektering för sannolikhet för bitfel upp till 10^{-2} är godkänd för båda "Black Channels". Man måste

dock dessutom ta hänsyn till de extra säkerhetsfrågorna nedan.

7.7 Säkerhet

Med PROFINET baserat på Industriellt Ethernet som är ett öppet nätverk och med trådlös överföring har frågan om säkerhet rests.

PI förordar konceptet med att bygga så kallade säkerhetszoner som kan betraktas som stängda nätverk (Bild 16). Den enda möjligheten att passera öppna nätverk typ Industriellt Ethernet Stamnät från en säkerhetszon till en annan är via *Säkerhetsmoduler*. *Säkerhetsmodulerna* använder allmänt accepterad mekanismer som VPN (Virtual Private Network) och brandväggar för att skydda sig mot intrång. PROFIsafe nätverk skall alltid vara lokaliserade inuti säkerhetszonerna och skyddas av *Säkerhetsmoduler* om förbindelser med öppna nätverk inte kan undvikas.

För trådlös överföring ger IEEE 802.11i standarden tillräcklig säkerhet för PROFIsafe nätverk. Endast

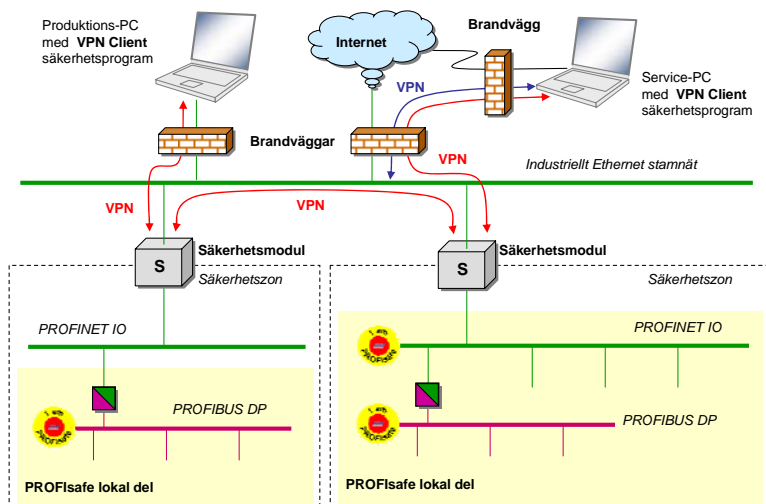


Bild 3 Säkerhetskoncept för "stängda" och "öppna" nätverk

Infrastructure Mode är tillåten; *Ad-hoc Mode* får inte användas. Fler detaljer finns i PROFIsafe specifikationen.

7.8 Reaktions tid

Normalt är reaktionstiden för normala styrfunktioner tillräckligt snabba även för felsäkra funktioner. Några tidskritiska felsäkra applikationer behöver dock att den felsäkra funktionens reaktionstid, SFRT (safety function response time) beräknas mer noggrant. Pressar som skyddas av ljusridåer är exempel på det. En maskinbyggare måste veta mycket tidigt på vilket minimiavstånd som ljusridån måste monteras från den farliga pressen. Det är allmänt accepterat att en hand rör sig maximalt 2 m/s. Minimiumavståndet som skall beräknas blir då $s = 2 \text{ m/s} \times \text{SFRT}$ om upplösningen hos ljusridån är tillräckligt hög för att upptäcka ett ensamt finger (EN 999). Annars måste en korrektion adderas.

Vad är nu mysteriet bakom SFRT? Modellen i bild 17 används för att förklara definitionen. Modellen består av en ingångs-F-Enhet, en PROFIsafe bussöverföring, signalhantering i en F-Host, ytterligare en PROFIsafe bussöverföring och en utgångs-F-Enhet vardera med sin statistiska cykeltid. Maximitiden för en felsäker signal att passera denna kedja kallas TWCDT (Total Worst Case Delay Time) beräknat på att alla delar behöver deras maximala cykeltid. För felsäkerhet går man ännu längre. Signalen kan bli ytterligare fördröjd om en av delarna fallerar i just det ögonblicket. Därför måste en deltid adderas för den del som har den största differensen mellan sin watchdog tid och längsta fördröjning (man behöver inte ta

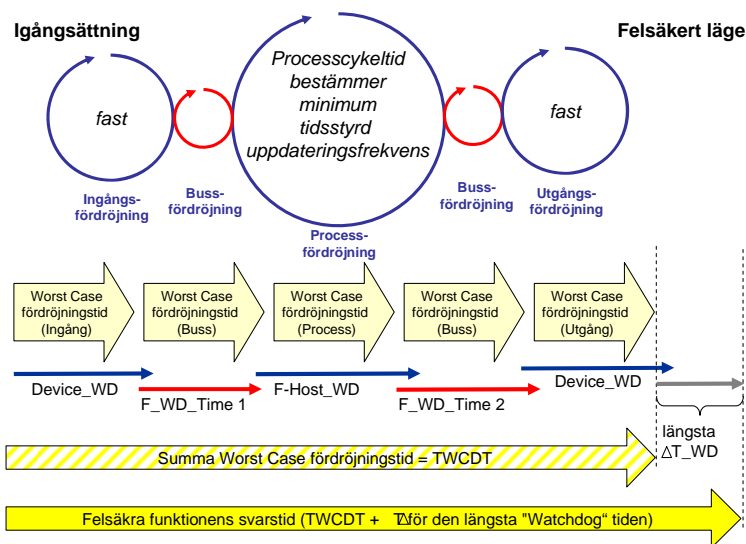


Bild 4 Felsäkra funktioners svarstid (SFRT)

hänsyn till mer än ett fel åt gången). Slutligen ger TWCDT plus denna differens tid SFRT.

Varje F-Enhet skall tillhandahålla information om sin längsta fördröjningstid, vilket krävs i PROFIsafe specifikationen, så att konfigureringsverktyget kan beräkna SFRT.

8. Integrering

Hittills har vi lärt oss en hel del om användningen av PROFIsafe. Men vad gäller för felsäkra applikationer och dessa felsäkra funktioner?

8.1 Standarder och direktiv

I många länder är säkerhetskraven för farliga maskiner reglerade i lag. Inom EU gäller Maskindirektivet 98/37/EC. Detta direktiv innehåller en lista på så kallade harmoniserade standarder. För en maskinbyggare förutses konformitet med direktivet om de relevanta standarderna uppfylls.

Relevanta standarder vad gäller PROFIsafe är till exempel IEC 62061, ISO 13849-1, ISO 12100-1, and ISO 14121 (se 1.3 och Bild).

8.2 Riskreduktionsstrategi

Det är alltid bättre att utforma en maskin med inbyggd säkerhet så att den undviker alla risker. I första delen av ISO 12100-1 räknas alla typer av möjliga risker upp. I sin andra del anger den en strategi för hur riskerna hos alla automatiserade utrustningar skall reduceras via en riskutredning. Denna riskutred-

ning består av en riskanalys och en riskbedömning:

- Specificera gränserna och den avsedda användningen av maskinen
- Identifiera farorna och tillhörande risksituationer för maskinens hela livstid
- Bedöm risken för varje identifierad fara och risksituation
- Bedöm risken och besluta om behovet av riskreduktion

Genom att använda "3-steps-metoden"

- bygg in säkerhetsåtgärder,
- skyddsåtgärder och möjliga kompletterande förebyggande åtgärder,
- information till användaren om de återstående riskerna,

kan maskinbyggaren eliminera farorna eller reducera riskerna med skyddsåtgärder.

Skyddsåtgärder och kompletterande förebyggande åtgärder kan vara att bygga in säkerhetsfunktioner som ljusridåer, tillhörande logisk styrning och ett nödstopp för att göra motorn strömlös.

8.3 Applikationer enligt IEC 62061

Både IEC 62061 och ISO 13849-1 har metoder för att ta hand om felsäkra funktioner. Medan IEC 62061 passar bra ihop med PROFIsafe teknologin och felsäkra styrningar (F-Hosts), fyller ISO 13849-1 gapet för hydrauliska, pneumatiska, elektriska och mekaniska komponenter.

IEC 62061 kräver en felsäkerhetsplan för maskinens hela livstid. Den skall täcka designstrategi, personalens roll och ansvar, montage, ändringar och underhåll fram till nedmontering.

8.4 Riskbedömning

Båda standarderna har liknande koncept för riskbedömningen av felsäkra funktioner baserade på ISO 14121:

Risk = hur allvarig är skadan och hur stor sannolikhet är det att den skall inträffa

Sannolikheten att det händer består av exponeringen för personalen, händelsen och möjligheten att undvika skada.

8.5 SIL bestämning

Båda standarderna har kalkylerad karakteristik. En är den behövliga SIL och den andra den önskade PL (se 1.3). Det är möjligt att översätta den ena till den andra. I långa lopet kan man förvänta sig att skillnaden försvinner för användaren när riskbedömningen görs i konfigureringsverktyget via ett frågeformulär.

8.6 Utformning av felsäkra funktioner

IEC 62061 definierar så kallade felsäkra styrsystem (SRECS för felsäkra funktioner med undersystem för avkänning, utvärdering och styrning. Undersystemen kan innefatta komponenter (t.ex. switchar).

Det enklaste sättet att utforma en felsäker funktion är att använda certifierade F-Enheter (givare, aktorer) och ett certifierat styrsystem (F-Host) anslutna via PROFIsafe.

8.7 Uppfylla SIL

F-Enheter ger den nödvändiga informationen i sin felsäkerhetsmanual för att bedöma SIL hos en enskild felsäker funktion. I första steget väljer man ut den enhet som har den minsta SIL_{CL} (claim limit) av alla F-Enheter och F-Host. Detta ger den högsta SIL man kan uppnå i hela den felsäkra funktionen. I vissa fall kan tillverkaren erbjuda systemsupport för att uppgradera till en högre SIL via redundanta F-Enheter och tillhörande systemmjukvara.

I det andra steget adderas PFH_d värdet och resultatet kontrolleras

mot de tillåtna värdeområdet för aktuell SIL.

Det minsta SIL-värdet från dessa båda steg bestämmer aktuell SIL.

I nästa sektion kan du se hur man i en station med distribuerat I/O kan kombinera F-moduler med klassisk elektromekanisk säkerhet. Enheter som nödstopp, dörrkontakter mm. som det visas i Bild .

8.8 Elektromekanik

IEC 62061 ger fyra förutbestämda utföranden A, B, C, och D hur undersystem kan anslutas till klassisk säkerhet. Formler för att beräkna felsannolikhet finns för dessa kretsar. Med hjälp av B_{10} värden för omkopplare, det skattade antalet omkopplingscykler, diagnostik omfattningen och en gemensam faktor kan sannolikheten för farliga fel beräknas med hjälp av formlerna och sedan adderas för att bestämma den totala SIL.

8.9 Icke-elektriska delar

ISO 13849-1 definierar så kallade SRP/CS (Safety-Related Parts of Control Systems), felsäkra delar av ett styrsystem, även för hydraulik, pneumatik, elektriska och mekaniska komponenter. Ett PL och ett PFH_d värde kan bestämmas för en sådan komponent med hjälp av denna standard och införs i SIL bedömningen för den felsäkra funktionen i enlighet med IEC 62061.

8.10 Validering

IEC 62061 kräver att en valideringsplan skall vara en del av den övergripande säkerhetsplanen. Maskinen skall testas, kontrolleras och dokumenteras enligt denna plan.

9. F-produktfamiljer

PROFIsafe är en teknologi som ger nya möjligheter för standard- och säkerhetsprodukter. Detta kapitel ger en översiktlig sammanställning av några viktiga F-produkter och typiska applikationer.

9.1 Distribuerade I/O

Standard distribuerade I/O kan nu inkludera felsäkra moduler utan att ändra interfacemodulen. Det finns F-moduler som digitala in-/utgångar, analoga in-/utgångar, spänningsmoduler, motorstarter och frekvensomformare med integrerad felsä-

kerhet. F-moduler kan grupperas och därmed stängas av i grupper

Nödstoppkontakter kräver mycket kostsam årlig översyn eftersom varje knapp måste testas. Den nya teknologin gör att alla aktiveringar under ett år kan sparas. Därmed behöver endast de återstående inte använda kontakterna testas, vilket sparar mycket pengar.

9.2 Optiska givare

Optiska säkerhetsbrytare som ljusridåer och laserscanner är standardiserade i IEC 61496. Optiska givare är lämpade för att skydda in-/utgångsportaler på ett flexibelt sätt. Exemplet i Bild 18 visar också hur PROFIsafe kompletterar säkerhetsfunktionen med laserscanner och drivutrustning med integrerad felsäkerhet. Se detaljer nedan.

9.3 Drivutrustningar

Felsäkerhet för drives är standardiserad i IEC 61800-5-2. Dess felsäkra funktioner behöver i allmänhet en felsäker positionsgivare. Värdet är tillgängligt för användaren via PROFIsafe och kan ersätta ändlägesgivarna eller fysiska lågfartsgivare. Som visas i Bild 18 påverkar motorns position skyddsfältet för laserscannern enligt profilen för bilkrossen vid in-/utgångsportal till en tillverkningscell.

Kapitel 5.2.4 räknar upp många fler möjliga felsäkra funktioner som kommer att ge revolutionerande applikationer inom kort.

9.4 Robotar

Felsäkerhet för robotar finns i ISO 10218. De nya felsäkerhetsfunktionerna för drives främjar robotar att integrera dessa funktioner och ge ny funktionalitet som "samarbetande robotar", där människor och robot arbetar hand i hand.

9.5 F-Gateway

Det finns en F-Gateway för PROFIsafe till AS-i Safety-at-work (ASIsafe). Denna produkt kombinerar fördelarna i båda världarna. Medan ASIsafe enkelt kan samla signalerna från många nödstopp i serie, kan PROFIsafe enkelt hantera sofistikerade F-Enheter som drivutrustningar med integrerad felsäkerhet.

9.6 PA produkter

Tidigare nämnde vi att processautomation följer sin egen sektorstandard IEC 61511. NAMUR, som standardiseringsinstans för kemisk och läkemedelsindustri publicerar den gemensamma standarden NE97 som specificerar hur felsäker kommunikation kan användas med felsäkra fältenheter. En väl beprövad, "proven in use", PA-produkt utrustad med en PROFIBUS MBP-IS interface, innehåller en PROFIsafe driver som kan konfigureras "Till" eller "Från". I det ena läget representerar den en standard PA-Enhet i det andra läget en F-Enhet (Bild 19).

NAMUR initierade en annan gemensam standard VDI 2180, som behandlar utveckling av felsäkra PA-produkter.

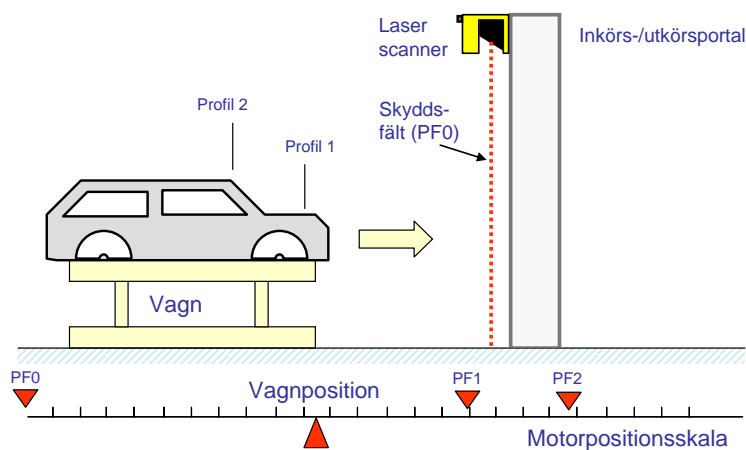


Bild 5 Programmersig "dämpningsgivare" för laserscanner

För närvarande utförs de flesta PROFIsafe applikationer i process automation med distribuerad I/O med F-modules för 4-20mA eller HART kommunikation. Bild 20 visar de två möjligheterna att använda PROFIsafe med "proven-in-use" PA Enheter. Detta är en bra kompromiss även om den saknar de direkta fältbussfördelarna som ett brett utbud av mätvärden, parametring och sofistikerad diagnostik.

9.6.1 Nivågränslagen

Gränslagen för tankar har mycket att vinna på PROFIsafe teknologin. PROFIBUS PA med MBP-IS och RS485-IS explosionssäker överföringsteknologi passar väl in på kraven på dessa F-Enheter. PROFIsafe ger felsäker överföring av passiviseringssignalerna medan standardkanalen, "black channel", ger information om givarens status.

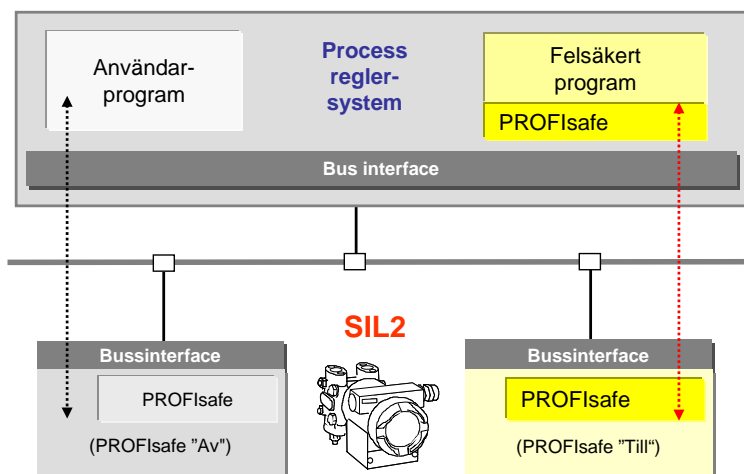


Bild 6 PROFIsafe och NE97 för PA-Enheter

9.6.2 ESD ventiler

Liknande förbättringar kan också uppnås för elektroniska avstängningsventiler, ESD (Electronic Shut-Down). Huvuduppgiften här är att periodiskt testa ventilfunktionen med "partiella ventilutslag" och trendövervakning av ändpositionerna

och av tiden det tar att nå dessa positioner. Detta kan ske automatiskt via det felsäkra styrsystemet och medger förebyggande underhåll på tider som användaren själv väljer. RS485-IS kommunikation tillsammans med barriärer medger snabb avstängning även i Ex-miljö.

9.6.3 Trycktransmitter

Felsäker trycktransmitter kombinerar funktionen att mäta tankens fyllnad och skydd mot överfyllning (gränsläge) genom att jämföra med ett börvärde.

9.6.4 Gas- och brandgivare

Dessa givare tjänstgör till exempel på obemannade oljeplattformar. Extra positionsinformation gör det möjligt att automatiskt skalka lämpliga luckor.

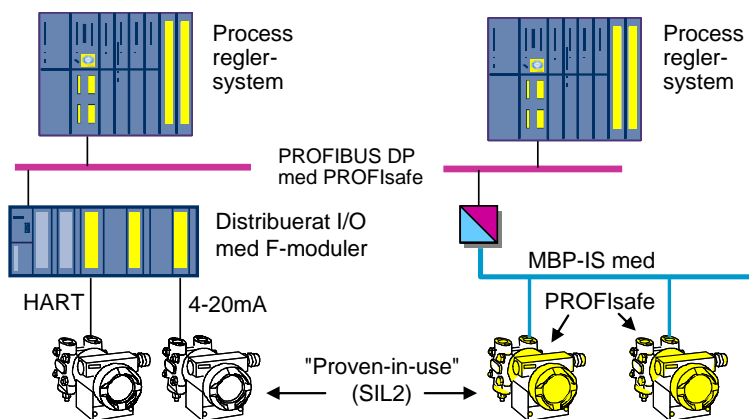


Bild 7 Två möjligheter för PROFIsafe och PA-Enheter

10. Användarfördelar

Mer än 22 miljoner PROFI-BUS noder har nu installerats. Därför har högsta prioritet för utvecklingen alltid varit och kommer att fortsätta att vara att tillförsäkra att systemet fortsätter att vara fullt kompatibelt med de noder som redan är installerade. Tack vare de autonoma funktionella felsäkra kommunikationsprotokollet för PROFIsafe och dess "Black Channel", är det till och med möjligt att överbygga från PROFINET till PROFIBUS utan större svårighet. Det identiska PROFIsafe driver mjukvaran kan användas i både PROFINET och PROFIBUS enheter.

Introduktionen av PROFIsafe har inneburit ett trestegs jättekliv:

- Från felsäker relälogik till felsäker programmerbar logik
- Från flertrådsteknik till funktionell felsäker kommunikation
- Från isolerad till samarbetande felsäkra enheter

Följande uttalande summerar perfekt fördelarna i flera aspekter.

10.1 Integratorer och slutanvändare

- Samma kostnadsbesparingar som med introduktionen av standard PROFI-BUS: reducerad kabeldragning, flexibel konfiguration, parametring och diagnos
- Enkel och kostnadseffektiv systemdesign med ett brett spektra av produkter från alla typer av tillverkare
- I allmänhet inga installationsrestriktioner
- Mycket innovativa felsäkerhetsapplikationer genom enkel kommunikation mellan F-Enheter
- Hög flexibilitet vid utbyte av befintlig reläteknik liksom vid utbyggnad och uppgradering av befintliga installationer
- Integrerad teknik för både fabriks- och processautomation
- Utbildning, dokumentation och underhåll begränsas till en buss-teknologi
- Programmeringen av standard och felsäkra applikationer kan göras med bara ett verktyg och certifierade funktionsblock
- Enkel dokumentation av den felsäkra konfigurationen och logiken
- Kostnadsbesparing för system acceptansen tack vare certifierade produkter
- Internationell acceptans genom IEC 61508-enhetlig teknologi
- Positivt godkännande av BGIA och TÜV

10.2 Produkttillverkare

- TÜV-certifierad mjukvara gör implementeringen av PROFIsafe lösningen enkel och kostnadseffektiv
- Olika sorters felsäkra programmerbara styrningar kan införa PROFIsafe kommunikation
- Banbrytare för nya innovativa produktfunktioner

10.3 Framtida investeringar

- Enorm bas av installationer av PROFIBUS och PROFINET produkter
- PROFIBUS/PROFINET organisationer och supportcentra finns över hela världen
- All existerande och framtida standard definierad av PI gäller också för
- PROFIsafe är en internationell standard IEC 61784-3-3
- Framtida mjukvara för att stödja felsäkra applikationer under hela dess livstid från design under uppbyggnad, validering och dokumentation, vilket ytterligare reducerar felsäkra applikationers nödvändiga ingenjörsarbete.

11.PI

Både för underhåll, fortlöpande utveckling och marknadsföring behöver en öppen teknologi en företagsoberoende institution som kan fungera som en arbetsplattform. Vad gäller PROFIBUS och PROFINET teknologierna uppnåddes detta genom bildandet av PNO (PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.) 1989 som en ideell intressegrupp för tillverkare, användare och institutioner. PNO är nu en av medlemmarna i PI (PROFIBUS & PROFINET International), en paraplyorganisation som bildades 1995. PI har nu 25 regionala användarorganisationer (RPA: Regional PI Associations) och ungefär 1,400 medlemmar, vilket betyder att den är representerad på alla kontinenter och är världens största intressegrupp för industriell kommunikation.

11.1 PI:s förpliktelser

Huvuduppgifterna för PI är:

- Underhåll och fortsatt utveckling av PROFIBUS och PROFINET
- Promotion av den världsomfattande etableringen av PROFIBUS och PROFINET
- Skydda användares och tillverkares investeringar genom att påverka standardiseringen
- Representera medlemmarnas intresse i standardiseringskommittéer och organisationer
- Världsomfattande teknisk support till företag genom PI Kompetenscentra (PICC)
- Kvalitetskontroll genom ett system för produktcertifiering vid PI Testlaboratorier (PITL) grundat på standard konformitetstest
- Etableringen av en världsomspännande utbildningsstandard genom PI Utbildningscentra (PITC)

11.2 Teknologisk utbildning

PI har lämnat ansvaret för den teknologiska utvecklingen till PNO Tyskland. PNO Tysklands rådgiv-

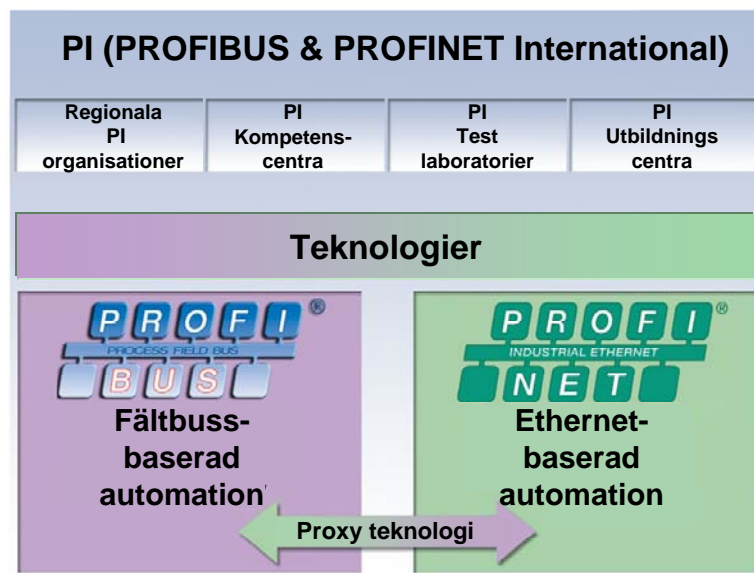


Bild 8 PROFIBUS & PROFINET International (PI)

vande församling övervakar utvecklingsaktiviteterna. Den teknologiska utvecklingen sker med hjälp av mer än 50 arbetsgrupper med över 500 deltagande experter.

11.3 Teknisk support

PI stöder mer än 35 ackrediterade PICCs över hela världen. Dessa centra ger användare och tillverkare all sorts rådgivning och support. Som PI institutioner är de oberoende serviceföretag som uppfyller gemensamt överenskomna regler och kvalitetskrav. PICCs kontrolleras regelbundet vad gäller lämplighet som en del av en individuellt utformad ackrediteringsprocess. Aktuella adresser finns på PI:s webbsida.

11.4 Certifiering

PI stöder 9 ackrediterade PITLs över hela världen, som hjälper till vid certifieringen av produkter med ett PROFIBUS/PROFINET interfacé. Som PI institutioner är de oberoende serviceföretag som uppfyller gemensamt överenskomna regler och kvalitetskrav. Testservicen som PITL tillhandahåller kontrolleras regelbundet i enlighet med en strikt-ackrediteringsprocess för att garan-

tera att de uppfyller de nödvändiga kvalitetskraven. Aktuella adresser finns på PI:s webbsida.

11.5 Utbildning

PITCs har bildats med det specifika målet att etablera en global utbildningsstandard för ingenjörer och installatörer. Det faktum att utbildningscentra och deras experter måste bli officiellt ackrediterade betyder att kvalitén är garanterad inte bara vad avser PROFIBUS och PROFINET utbildningsutbudet utan också tillhörande ingenjörs- och installationstjänsterna. Aktuella adresser finns på PI:s webbsida.

11.6 Informationsplattform – Internet

På www.profibus.com PI:s webbsida finns inte bara aktuell information om PI:s organisation och PROFIBUS och PROFINET teknologierna. Där finns även en online produktguide, en ordlista, diverse webbaserade utbildningar liksom en nedladdningssektion med specifikationer, applikationsprofiler, installationsguider och andra dokument.

Index

1		
1:1-relationen	7	
3		
3-steps-metoden	14	
A		
ASISafe	15	
B		
B ₁₀ värden	15	
BGIA	1	
Bhopal effekt	12	
Bitfelssannolikhet	7	
Black Channel	6, 7	
Bluetooth	13	
C		
Certifiering	4, 11, 18	
Control Byte	7	
CPD verktyg	5, 10	
CPD-Tool	9	
CPD-verktyg	9	
CRC signatur	7, 8, 9	
D		
Datasäkerhet	5, 6, 13	
Datasäkerhet	3	
Datatyper	6, 7	
Diagnostikomfattningen	15	
Dropkablar	12	
E		
Egensäker	6	
Elektrisk säkerhet	5, 11	
Elektromagnetisk tålighet	3, 4, 12	
EN 954-1	4, 5	
Enkanalslösning	5	
Ex-i	16	
F		
F_S/D_Address	8	
Fabriksautomation	1, 3, 4, 7	
F-Address	7	
F-adress	6, 7, 12	
FDT (Field Device Tool)	9	
Felsäker funktion	14	
Felsäker utvärdering	11	
Felsäkerhetsmanual	14	
Felsäkerhetsåtgärder	5	
Felsäkra funktioner	4, 12, 13, 14, 15	
Felsäkra integritetsnivåer, SIL	12	
Felsäkra styrsystem (SRECS)	14	
Felsäkra värden	8	
Feltolerant	12	
F-Enhet	3, 11	
F-Host	3, 8, 9, 10	
F-modul	5, 6	
F-Moduler	5	
F-Parametrar	8, 9	
H		
Högtillgänglighet	3, 12	
I		
Icke-elektriska delar	15	
Icke-elektriska produkter	4	
IEC 61508	3, 4, 5, 7, 9, 11, 12	
IEC 61784-3-3	1, 17	
IEC 61784-4	4	
IEC 62061	4, 14	
Inbyggd säkerhet	14	
Infrastructure Mode	13	
Installation	4, 5, 12, 18	
iParameter	3, 9	
iParametrar	8, 10	
iPar-Server	3, 5, 9	
ISO 12100-1	4, 14	
ISO 13849-1	4, 5, 14, 15	
ISO 14121	4, 14	
K		
Kategori 4	5	
Kommunikationsfel	8	
Konformitetsklasser	11	
Kontrollbyte	7, 8	
L		
Livstecken	6	
Löpande numrering	7	
Löppnummer	8	
M		
Maskindirektivet	4, 14	
MBP-IS	15, 16	
N		
NAMUR	15	
NE97	15	
O		
Onödiga avbrott	6	
P		
PA-Enheter	10	
PA-produkt	15	
PELV (Protected Extra Low Voltage)	11	
Performance Level, PL	4, 5	
PFH _d (sannolikhet för farliga fel per timma)	11	
PI-certifiering	11	
PL (Performance Level)	14, 15	
Policy	1	
Portaler	15	
Prestandakrav	12	
Processautomation	1, 3, 4, 7, 12, 15	
PROFIBUS & PROFINET International	18	
PROFIdrive	10	
PROFIsafe protokolltestare	11	
PROFIsafe telegramformat	7	
PROFIsafe ö	8, 11, 12	
Proven in use	15	

Proven-in-use 4, 10

R

Resulterande återstående felsannolikheten 7
Riskanalys 4
Riskutredning 14
RS485-IS 16

S

Safeguarding 11
Safety Integrity Levels - **SIL** 4
Sannolikhet för bitfel 13
Sannolikhet för farliga fel 12
Sannolikheten för farliga fel 7, 15
SFRT (safety function response time) 13
SIL (Safety Integrity Level) 12
SIL_{CL} (kravnivå) 11
Skyddsåtgärder 14
Skärmning 12
Status Byte 7
Statusbyte 7, 8
Strömförsörjning 4, 5, 12
Switchar (Ethernet) 6, 7, 12
Säkerhetsfunktionerna 9
Säkerhetsmodul 13

Säkert tillstånd 8
Säkring av GSD-fil 9
Säkring av I/O konfiguration 9

T

TCI, Tool Calling Interface 9
Tillgänglighet 6, 12
Trådlös 3
Trådlös överföring 6
Trådlöst 6
TÜV 1

U

Utvecklingspaket 5, 9, 11

V,W

Varaktighet hos begäran 8
VDI 2180 15
WLAN 13

Å

Åtgärderna för felsäkerhet 6

PROFIsafe – Felsäker teknologi för PROFIBUS och PROFINET

Systembeskrivning

Version 20 Januari 2008

Utgivare

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. PNO
Haid und Neu-Str. 7
76313 Karlsruhe
Deutschland
Tel.: +49 (0)721 / 96 58 590
Fax: +49 (0)721 / 96 58 589
germany@profibus.com

PROFIBUS i Sverige, PiS
Box 252
281 23 HÄSSLEHOLM
Sweden
Tel.: +46 451 74 44 00
Fax: +46 451 898 33
kansli@profibus.se

Avsägning av ansvar

PNO/PiS har undersökt innehållet i denna broschyr noggrant. Trots det kan inte fel uteslutas. PNO/PiS avsäger sig allt ansvar oberoende av orsak. Data i denna broschyr kontrolleras emellertid periodiskt. Nödvändiga korrigeringar kommer att införas i kommande versioner. Vi tar tacksamt emot förslag till förbättringar.

Termer som används i denna broschyr kan vara varumärken och användning av tredje part oberoende av ändamålet kan strida mot ägarens rättigheter.

Denna broschyr är inte en ersättning av standard IEC 61784-3-3 och de tillhörande PROFIBUS och PROFINET guiderna och specifikationerna. I tveksamma fall har dessa dokument företräde.

© Copyright by PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. 2007. All rights reserved.

**Australia & New Zealand
PROFIBUS User Group**
Mr. John Immelman
PO Box 797
North Ryde Business Centre
NSW 1670 North Ryde
Phone: +61 2 88 77 70 07
Fax: +61 2 88 77 70 99
australia@profibus.com

PROFIBUS Belgium
Mr. Herman Looghe
August Reyerslaan 80
1030 Brussels
Phone: +32 27 06 80 00
Fax: +32 27 06 80 09
belgium@profibus.com

Ass. PROFIBUS Brazil
c/o SMAR Equip. Inds. Ltda.
Mr. Cesar Cassiolato
Av. Antonio Paschoal, 1945 Centro
14160-500 Sertãozinho - SP
Phone: +55 16 3946 3519
Fax: +55 16 3946 3595
brazil@profibus.com

Chinese PROFIBUS User Organisation
c/o China Ass. for Mechatronics Technology
and Applications
Mr. Tang Jiyang
1Jiaochangkou Street Deshengmenwai
100011 Beijing
Phone: +86 10 62 02 92 18
Fax: +86 10 62 01 78 73
china@profibus.com

PROFIBUS Association Czech Republic
Mr. Zdenek Hanzalek
Karlovo nám. 13
12135 Prague
Phone: +420 2 24 35 76 10
Fax: +420 2 24 35 76 10
czechrepublic@profibus.com

PROFIBUS Denmark
Mr. Kim Husmer
Jydebjergvej 12A
3230 Graested
Phone: +45 40 78 96 36
Fax: +45 44 97 77 36
denmark@profibus.com

PROFIBUS Finland
c/o AEL Automaatio
Mr. Taisto Kaijanen
Kaarnatie 4
00410 Helsinki
Phone: +35 8 95 30 72 59
Fax: +35 8 95 30 73 60
finland@profibus.com

France PROFIBUS
Mrs. Christiane Bigot
4, rue des Colonels Renard
75017 Paris
Phone: +33 1 42 83 79 13
Fax: +33 1 42 83 79 13
france@profibus.com

PROFIBUS Nutzerorganisation
Mr. Peter Wenzel
Haid-und-Neu-Str. 7
76131 Karlsruhe, Germany
Phone: +49 721 96 58 590
Fax: +49 721 96 58 589
germany@profibus.com

PROFIBUS Ireland
University of Limerick
Mr. Hassan Kaghazchi
Automation Research Centre
National Technology Park - Plassey
Limerick
Tel.: +353 61 20 21 07
Fax: +353 61 20 25 82
ireland@profibus.com

PROFIBUS Network Italia
Mr. Maurizio Ghizzoni
Via Branze, 38
25123 Brescia
Phone: +39 030 3 38 40 30
Fax: +39 030 39 69 99
pni@profibus.com

Japanese PROFIBUS Organisation
Mr. Shinichi Motoyoshi
Takanawa Park Tower
3-20-14 Higashi-Gotanda, Shinagawa-ku
Tokyo 141-8641
Phone: +81 3 54 23 86 28
Fax: +81 3 54 23 87 34
japan@profibus.com

Korea PROFIBUS Association
Mr. Cha Young-Sik
#812, Seocho Platinum
1445-13 Seocho-dong, Seocho-gu
Seoul 137-866, Korea
Phone: +82 25 23 51 43
Fax: +82 25 23 51 49
korea@profibus.com

PROFIBUS User Organisation U.A.E.
Mr. S.C. Sanu
P.O. Box. 123759
Unit No. 424, Al Diyafah Building
Al-Diyafah Street, Satwa
Dubai, United Arab Emirates
Tel.: +971 4 398 2760
Fax: +971 4 398 2761
middle.east@profibus.com

PROFIBUS Nederland
c/o FHI
Mr. Dolf van Eendenburg
P.O. Box 2099
3800 CB Amersfoort
Phone: +31 33 4 69 05 07
Fax: +31 33 4 61 66 38
netherlands@profibus.com

PROFIBUS User Organisation Norway
c/o Festo AB
Mr. Ivar Sorlie
Østensjøveien 27
0661 Oslo
NORWAY
Phone: +47 90 98 86 40
Fax: +47 90 40 55 09
norway@profibus.com

PROFIBUS Polska
Mr. Dariusz Germanek
ul. Konarskiego 18
44-100 Gliwice
Phone: +48 32 37 13 65
Fax: +48 32 37 26 80
poland@profibus.com

PROFIBUS User Org. Russia
c/o Vera + Association
Mrs. Olga Sinenko
Nikitinskaya str, 3
105037 Moscow, Russia
Phone: +7 09 57 42 68 28
Fax: +7 09 57 42 68 29
russia@profibus.com

PROFIBUS Slovakia
Mr. Igor Belai
Slovak Technical University
Dept. of Autom. KAR FEI STU
Ilkovičova 3
812 19 Bratislava
Phone: +421 2 60 29 14 11
Fax: +421 2 65 42 90 51
slovakia@profibus.com

PROFIBUS Association South East Asia
Mr. Volker Schulz
60 MacPherson Road, 4th Floor
Singapore 348615
Tel: +65 64 90 64 00
Fax: +65 64 90 64 01
southeastasia@profibus.com

PROFIBUS User Organisation Southern Africa
Mr. Dieter Dilchert
51 Brunton Circle
1645 Modderfontein
Phone: +27 11 2 01 32 03
Fax: +27 11 6 09 32 04
southernafrica@profibus.com

PROFIBUS i Sverige
Mr. Peter Bengtsson
Kommendörsgatan 3
28135 Hässleholm
Phone: +46 451 74 44 00
Fax: +46 451 898 33
info@profibus.se

PROFIBUS Schweiz
Mrs. Karin Beyeler
Kreuzfeldweg 9
4562 Biberist
Phone: +41 32 6 72 03 25
Fax: +41 32 6 72 03 26
switzerland@profibus.com

The PROFIBUS Group
Mr. Bob Squirrell
The New House
1 Grove Road
Epsom, Surrey, KT17 4DE
Phone: +44 20 78 71 74 13
Fax: +44 870 1 41 73 78
uk@profibus.com

PTO
Mr. Michael J. Bryant
16101 N. 82nd Street, Suite 3B
Scottsdale, AZ 85260 USA
Phone: +1 48 04 83 24 56
Fax: +1 48 04 83 72 02
usa@profibus.com

Mer information:

www.profibus.se
www.profinet.se

**PROFIBUS i Sverige
PROFIBUS & PROFINET**
Box 252, SE-281 23 Hässleholm
Tel +46 451 74 44 00, Fax +46 451 898 33
info@profibus.se

