PROFIBUS

på svenska

Installationsguide

Open Solutions for the World of Automation

Innehåll

1. NÄTVERKSPLANERING 2

1.1 Antal deltagare 2
1.2 Nätverkstopologi 2
1.3 Redundans 2
1.4 Bussavstånd 2
1.5 Repeater 3
1.6 Link-moduler och kopplare 3
1.7 PROFIBUS i Ex-miljö 4

2. KABLAR 5

2.1 RS 485 och RS 485-IS 5
2.2 MBP 6
2.3 Fiberoptiska kablar 6

3. FÖRLÄGGNING AV KABLAR 7

3.1 Kabelkategorier 7
3.2 Kabelförläggning i elskåp 7
3.3 Kabelförläggning utanför elskåp 7
3.4 Kabelförläggning utanför byggnad 8

4. RS 485-FYSIK 9

4.1 Signaluppbyggnad 9
4.2 Signalspänning 9
4.3 Kontakter 9
4.3.1 IP 20 kontakter 9
4.3.2 IP 65 kontakter 10
4.4 Bussterminering 11
4.5 Skärmning och jordning 11
4.6 Potentialutjämning 11

5. RS 485-IS FYSIK 12

5.1 Spänning- och ström-begränsning 12
5.2 Bussterminering 13
5.3 Driftparametrar 13
5.4 Kontakter 13
5.5 Skärmning och jordning 13
5.6 Potentialutjämning 13
5.7 Bussutbyggnad 13

6. MBP FYSIK 14

6.1 FISCO modellen 14
6.2 Bussterminering 14
6.3 Busstopologi 14
6.4 Skärmning och jordning 14
6.5 Energibudget 15

Inledning

PROFIBUS är den enda heltäckande fältbussen för både verkstads- och processindustri. Den kan användas i alla branscher och i alla miljöer, över långa avstånd och i höga hastigheter.

PROFIBUS kan utnyttja olika överföringsmedia: kopparkabel med spänningsbaserad signalinformation, kopparkabel med strömbaserad signalinformation och energimatning över bussen, fiberoptisk överföring, infraröd överföring, radioöverföring mm.

PROFIBUS kan byggas i linje, träd och ring. Såväl bussfysik som mastrar och slavar kan vara redundanta.

PROFIBUS kan användas för snabb uppdatering av kritiska processignaler, synkronisering av snabba reglerkretsar med noggrannhet bättre än 1 μs, utbyte av stora informationsmängder mellan intelligenta deltagare, uppbyggnad av felsäkra system, energimata instrument i explosionsfarliga områden och mycket mer.

För att klara alla dessa uppgifter använder PROFIBUS standardiserad överföringsteknik av olika slag: RS 485; RS 485-IS; Fiberoptik; MBP. De olika överföringsteknikerna kan blandas i ett PROFIBUS-system och för att sammankoppla de olika delarna används repeatrar, link moduler och kopplare.

Liksom alla andra fältbussar och även Ethernet är PROFIBUS dataöverföring i höga hastigheter, och i PROFIBUS fall, över långa avstånd. Det sker med små spänningar och små strömmar i en omgivning där det inte sällan förekommer svåra EMC-störningar, höga spänningar, kablar med stora strömmar, stora potentialskillnader och därtill inte sällan mekanisk påfrestning och kemisk påverkan. För att PROFIBUS skall fungera på ett säkert och felfritt sätt under dessa förutsättningar krävs att installationen sker på ett riktigt sätt.

Denna broschyr vill på ett lättfattligt sätt vara en guide i hur PROFIBUS bör installeras. Detta utan att göra anspråk på att vara fullständig och utan att ersätta standard, profiler och guider som är PROFIBUS-organisationens officiella källor för hur PROFIBUS skall installeras. Denna guide kan ses som ett komplement och en anspråkslös sammanfattning av de officiella källorna.

Installationsguiden tar inte upp konfigurering, parametrering och drifttagning av PROFIBUS. Detta liksom diagnos och felsökning behandlas i annan PROFIBUS-litteratur.

1. Nätverksplanering

Vid planering av ett PROFIBUS-nätverk finns det ett antal faktorer man måste ta hänsyn till. Antal deltagare (såväl mastrar som slavar), nätverkets topologi och avstånd, eventuell redundans, behov av repeatrar, linkmoduler, kopplare, lämplig överföringsmetod: RS 485; RS 485-IS; Fiber; MBP.

Därtill kommer eventuellt behov av extra åtgärder på grund av omgivningen. Extra störskydd, mekanisk påverkan på kabeln (hängkabel, släpkedja, förläggning i jord), galvanisk skiljning, potentialutjämning, krav på kabeln i till exempel livsmedelstillverkning, explosionsfara (zon 0, zon 1 eller zon 2).

1.1 Antal deltagare

I ett PROFIBUS-nätverk skulle det kunna finnas upp till 128 deltagare men det finns maximalt 126. Adress 126 används som defaultadress och resetadress för slavar som stöder funktionen Set_Slave_Address (adressinställning över bussen) och adress 127 används för broadcasttelegram. Varje deltagare kan vara av typen master eller slav. Det kan alltså finnas upp till 126 mastrar men vanligast är monomastersystem eventuellt med en eller flera mastrar av klass 2.

Adressen anges med en omkopplare på deltagaren eller via bussen till ett EPROM. Adressen kan vara från 0 till 125.

Vissa tillverkare har utverkat en praxis som innebär att adress 0 och 1 brukar reserveras för mastrar av klass 2 (programmeringsverktyg och operatörspaneler), att adress 2 används för mastern i monomastersystem och att slavarna i ett monomastersystem adresseras från 3 till 125.

Beroende av vilken bussfysik som används är antalet deltagare per segment av nätverket begränsat. Till exempel kan det i ett RS 485-nätverk finnas maximalt 32 deltagare, repeatrar inräknade, per segment och i ett MBP-segment i egensäkert område kan det finnas maximalt 10 deltagare. Se kapitel RS 485 respektive MBP.

1.2 Nätverkstopologi

Linje
Den vanligaste nätverkstopologin är busskoppling i linje. För RS 485 till exempel går kabeln i normalfallet från kontakt till kontakt mellan deltagarna med en inkommande och en utgående kabeldel i varje kontakt.

I RS 485-teknik bör man undvika dropkablar då dessa tillför oönskad kapacitans som dämpar de snabba signalerna. För hastigheter över 1,5 Mbit/s är dropkablar helt förbjudna. Vill man ansluta ett konfigureringsverktyg, bussanalysator eller annan deltagare tillfälligt mitt på bussen måste detta göras över en aktiv anslutning (repeater eller aktiv busskabel).

I MBP-teknik är hastigheten 31,25 kbit/s och anslutning av deltagarna kan ske med dropkablar. Därför ansluts i allmänhet deltagarna med T-kopplingar och dropkablar med en längd av upp till 30m.

Träd
PROFIBUS kan byggas som träd av kopparkabel med hjälp av repeatrar och fiberoptiska träd med hjälp av OLM (Optical Link Module). Se respektive kapitel.

MBP kan också byggas som träd. Fördelningen i trädet sker i kopplingsboxar, JB (Junction Box). Se MBP-kapitlet.

Ring
PROFIBUS kan normalt inte byggas i ring utom med fiber som då bildar en redundant ring. I de OLM som ingår i den redundanta fiberoptiska ringen övervakas att signalerna går fram och brott i en riktning meddelas mastern och även över utgång i OLM:n. Trafiken dirigeras om och fortsätter.

Om man kopplar ett kopparnät i ring fungerar trafiken i allmänhet men samma telegram interfererar med sig själv från två riktningar varför många fel uppstår. Endast tack vare PROFIBUS förmåga att ta hand om fel gör att det kan fungera ibland.

1.3 Redundans

PROFIBUS kan byggas redundant på alla nivåer.

Redundanta mastrar
Två DP-mastrar med gemensam buss och enkel I/O. Till exempel för PROFIsafe.

Redundant bussfysik
Två typer av redundant bussfysik förekommer.

Med fiberoptik och OLM i ring blir bussen redundant utan att vare sig mastrar eller slavinterface är redundanta.

Med två mastrar och var sin buss kan en slav med två interface kopplas till båda kablarna och man får redundanta mastrar, redundant buss men enkel I/O.

Redundanta slavar
Med dubbla I/O och två separata interface kan slavar göras redundanta med ett koncept som heter Red-Connect. Dessa redundanta slavar kan kopplas till enkel buss med enkel eller redundant master. De kan också kopplas till redundant buss med redundanta mastrar varvid full redundans i alla tre leden uppnås.

1.4 Bussavstånd

Beroende av bussfysik kan olika avstånd överbryggas. Se respektive kapitel för detaljer.

RS 485
I ett segment med kopparkabel kan man nå upp till 1200 m (vid 9,6 till 96,75 kbit/s). Vid högre hastigheter (3, 6 och 12 Mbit/s) är maxavståndet 100 m per segment. I tabell 1.4.1 framgår maxavstånd för övriga hastigheter. Med repeatrar når man längre avstånd. Maximalt 10 gånger sträckan i tabell 2.1.1 (med 9 kaskadkopplade repeatrar). Som längst ca 10 km.

Fiber
Det maximala avstånd man kan nå definieras i PROFIBUS profil för fiberoptisk överföring som det avstånd där felfrekvensen (BER, biterror) understiger 10^{-9}

Med plastfiber är det maximala avståndet mellan två deltagare 44 m med förhöjd ljusstyrka och 24 m med normal ljusstyrka. Accepterar man samma felfrekvens som i nät med kopparkabel (BER = 10^{-5}), kan avståndet ökas till 80 m med förhöjd ljusstyrka.

Med PCF/HCL-kabel ökar maxavståndet till 300 m.

Med multimod glasfiber kan avståndet mellan två deltagare vara upp till 1,7 km (2,8 km vid BER = 10^{-5}).

Med singelmode glasfiber kan avståndet vara upp till 10 km (15 km med BER = 10^{-5}).

Räknar man med ljusets utbredningshastighet i en fiber, fördröjningen i varje OLM och vill garantera en svarstid för short acknowledge under 2 ms blir det teoretisk största avstånd som kan överbryggas ca 100 km.

MBP
För PROFIBUS PA gäller en annan bussfysik med en fast hastighet, 31,25 kbit/s. Detta ger en maximal kabellängd utan repeatrar på 1,9 km, inklusive dropkablar, med standard PROFIBUS MBP-kabel. Skall FISCO-bestämmelserna tillämpas är det maximala avståndet 1 km. Energimatning över bussen kan ytterligare begränsa avståndet.

1.5 Repeater

RS 485
För att kunna ansluta mer än 32 deltagare i ett RS 485-nätverk eller överbrygga längre avstånd behövs repeatrar.

En repeater kan vara en ren förstärkare som höjer spänningsnivåerna och förstärker alla signaler, data såväl som störningar. Maximalt 3-4 repeatrar av denna typ kan kopplas mellan två deltagare som skall kommunicera.

En bättre typ av repeater registrerar inkommande ettor och nollor och regenererar dessa med full spänning. Störningar undertrycks och därmed kan signalen repeteras genom många repeatrar utan att bli nämnvärt försämrad. Varje repeater tillför dock 1 BT (bittime) i fördröjning varför maximalt 9 repeatrar skall användas mellan två deltagare.

Diagnosrepeater
För RS 485 finns det en typ av repeatrar som även genomför diagnos av den fysiska bussen.

De mäter upp avstånden och topologin i de två segmentdelar som kopplas till sekundärsidan på repeatern. De registrerar reflektioner och gör statistik på konditionen. De meddelar om bussen går av eller kortsluts och kan då ange mellan vilka slavar det skett och avståndet i meter till skadan.

PROFIBUS kan kopplas som buss, träd eller stjärna

- ➲ Busstopologi är den vanligaste
- ➲ Början och slutet av ett segment måste termineras
- ➲ Ett segment kan bestå av upp till 32 enheter, repeatrar inräknade
- ➲ Normen säger max 3, guiden 4 och tillverkare säger max 9 repeatrar

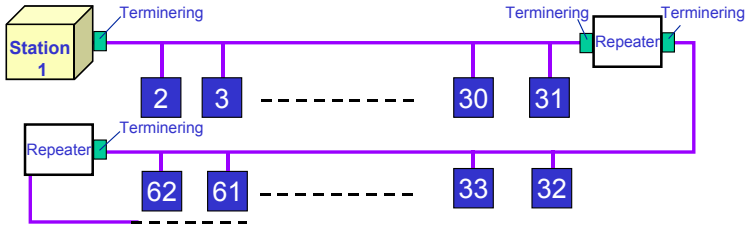


Bild 1.5.1 PROFIBUS med bussfysik RS 485

MBP
Repeatrar i PROFIBUS PA används för att åstadkomma galvanisk skiljning och för eventuell extra strömförsörjning. Enligt FISCO skall längden av de båda segmenten och alla dess dropkablar räknas samman så en repeater förlänger inte den maximala kabellängden.

1.6 Link-moduler och kopplare

PROFIBUS kan byggas med blandad bussfysik. Övergång till fiberoptik ger galvanisk skiljning och störokänslighet. Övergång till MBP ger möjlighet att fortsätta med bussen i explosionsfarligt område (Zon 0)

Fiber
Utgående från RS 485 kan övergång ske till fiberoptiskt nätverk och tillbaka. Detta sker med OLM (Optical Link Module).

Antingen med 2 kontakter för fiber (inkommande och utgående signal) eller 4 för att kunna bygga trädstruktur eller redundant ring.

Med OBT (Optical Bus Terminal) respektive deltagare med inbyggt plastfiberinterface kan en enkel ring med plastfiber byggas mellan upp till 10 deltagare. Via OBT eller en OLM i ringen sker övergång till RS 485.

MBP
Övergång till MBP sker med en DP/PA-kopplare som transparent översätter signalerna enligt RS 485 i DP-segmentet till MBP-signaler och omvänt. Hastigheten på DP-sidan är antingen 45,45 kbit/s eller 93,75 kbit/s.

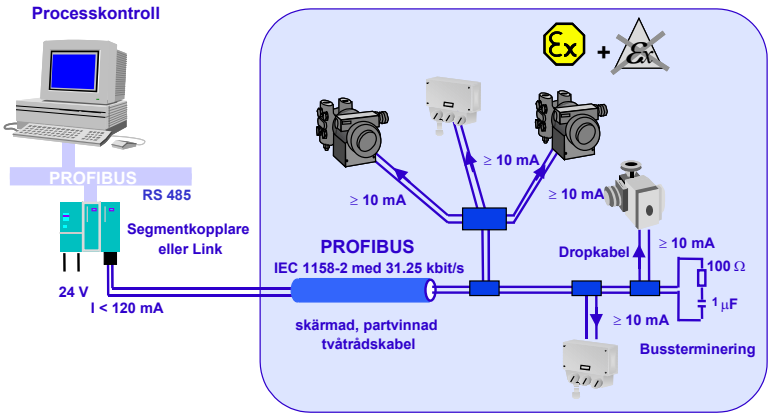


Bild 1.5.2 PROFIBUS med bussfysik MBP

För att inte begränsa hastigheten i DP-nätet finns även DP/PA-link med 45,45 kbit/s på sekundärsidan, för anslutning av upp till 4 DP/PA-kopplare, och med valfri hastighet på primärsidan upp till 12 Mbit/s. Se vidare kapitlet om MBP.

1.7 PROFIBUS i Ex-miljö

PROFIBUS kan användas i explosionsfarlig miljö med olika bussfysik.

RS 485
är för många PROFIBUS-produkter godkänd för Zon 2 utan extra åtgärder.

RS 485-IS
är standard RS 485 med vissa restriktioner vad gäller galvanisk skiljning, jordning, spänningsnivåer och strömbegränsning. Med dessa begränsningar, alla beskrivna i en PROFIBUS-profil, är PROFIBUS godkänd för Zon 1.

MBP
(Manchestercoded BusPowered) är bussfysiken för PROFIBUS PA. Den är godkänd för att användas i Zon 0 om man följer reglerna för spänning och ström mm. Enklast gör man det genom att tillämpa FISCO-modellen. Då behöver inte varje anläggning eller förändring klassas utan med produkter som alla är FISCO-godkända blir anläggningen automatiskt godkänd när FISCO-modellen följs.

2. Kablar

Eftersom PROFIBUS kan använda olika bussfysik gäller olika krav på de kablar som skall användas.

2.1 RS 485 och RS 485-IS

När PROFIBUS först standardiserades var den högsta hastigheten 500 kbit/s och kabelspecifikationen (kabel typ B) utgick från detta. När sedan PROFIBUS DP först tillät 1,5 Mbit/s och sedan upp till 12 Mbit/s ställdes högre krav på kabeln (kabel typ A). Idag är det endast kabel av typ A som är godkänd för PROFIBUS RS 485.

Bild 2.1.1 Kablar för RS 485.

Om man av olika skäl tvingas använda annan kabel, till exempel lediga kablar i befintliga kabelkanaler, måste max segmentlängd kraftigt reduceras. Vid höga hastigheter (>93,75 kbit/s) är det framförallt kapacitansen som begränsar. Redan vid 500 kbit/s är den maximalt tillåtna kapacitansen 12 nF vilket uppnås vid några 10-tal meter med till exempel en Ölflex-kabel. Tänk även på att övergången mellan två kabeltyper också dämpar signalen.

Kabel av typ A finns i flera olika utföranden. Förutom för olika kabeldragningar och miljöer som framgår av bild 2.1.1 så finns det kablar anpassade för snabb montering så kallade Fast Connect-kablar. Dessa har en mycket jämn diameter för att kunna passa skalverktyget Fast Connect.

Överförings-hastighet [KBit/s]	Max segmentlängd [m]
9.6	1200
19.2	1200
45.45	1200
93.75	1200
187.5	1000
500	400
1500	200
3000	100
6000	100
12000	100

Värdena refererar till kabeltyp A med följande egenskaper:

Impedans	135...165 Ω
Kapacitans	< 30 pf/m
Slingresistans	110 Ω/km
Tråddiameter	0.64 mm
Trådarea	> 0.34 mm^2

Tabell 2.1.1: Överföringshastighet och längd för kabeltyp A

Kabeln skall uppfylla kraven i tabell 2.1.1.

I tabellen framgår också hur stora avstånd per segment som kan överbryggas med denna kabel.

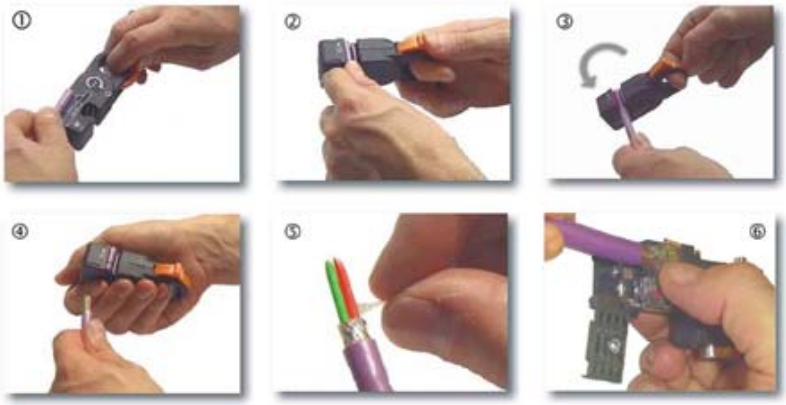


Bild 2.1.2: Skalning av en Fast Connect kabel. Efter skalning trycks den in i kontakten och kläms fast.

2.2 MBP

Kablar för PROFIBUS PA och MBP-teknik har andra egenskaper än RS 485-kablar. Hastigheten är inte så hög (31,25 kbit/s), men energimängderna små och tekniken kräver en balanserad kapacitans i kabeln.

Normen IEC 61158 anger inte exakta parametrar för kabeln men beskriver 4 typer. Se tabell 2.2.1.

Kabeltyp A är att rekommendera för nyinstallation och i undantagsfall kan även B användas. Kabeltyp C och D finns med för att visa vilka begränsningar som sker då man vid komplettering av äldre anläggningar tvingas använda befintliga kablar.

Dropkablar och förgreningar
I kabellängderna ingår dropkablar och förgreningar. En förgrening är en kort anslutning till stamkabeln (max 1m). En dropkabel är en anslutning med T-koppling till stamkabeln.

Dropkablar skall vara kortare än 30 m styck när man följer FISCO-modellen. Utanför egensäkert område kan dropkablarna vara upp till 120 m (max 12 st) men kortare om fler dropkablar används (30 m vid 24 dropkablar).

Sammanlagda längden av förgreningar får inte vara mer än 2% av kabellängden, dock max 8 m.

PROFIBUS PA
Kabeltyp A

2.3 Fiberoptiska kablar

Kablar för fiberoptisk överföring av PROFIBUS består till största delen av material som mekaniskt skall skydda fibern. Fibrerna kan kablas en och en, i par eller i knippen i en kabel. Man skiljer på fyra typer av fibrer:

Multimod glasfiber
Fiberns inner/ytterdiameter är 62,5/125 μm och ljusets våglängd är 790 – 910 Nm. Dämpningen är 3,5 dB/km och avståndet mellan två deltagare kan vara upp till 1,7 km med bibehållen bitfelsfrekvens (BER 10^{-9}). Med BER = 10^{-5}, som motsvarar kopparkabel kan avståndet ökas till 2,8 km.

Singelmod glasfiber
Fiberns inner/ytterdiameter är 9/125 μm och ljusets våglängd är 1260 – 1380 Nm. Dämpningen är 0,5 dB/km och avståndet mellan två deltagare kan vara upp till 10 km med bibehållen bitfelsfrekvens (BER 10^{-9}). Med BER = 10^{-5}, som motsvarar kopparkabel kan avståndet ökas till 15 km.

Singelmod glasfiber används för att överbrygga långa avstånd. Både kabeln och framförallt OLM är mycket dyrare än för multimod.

Plastfiber
Fiberns inner/ytterdiameter är 980/1000 μm och ljusets våglängd är 640 – 675 Nm.

Dämpningen är 0,25 dB/m och avståndet mellan två deltagare kan vara upp till 24 m med normal ljusstyrka och med förhöjd ljusstyrka 44 m, allt med bibehållen bitfelsfrekvens (BER 10^{-9}). Med BER = 10^{-5}, som motsvarar kopparkabel kan avståndet ökas till 80 m.

Plastfiberkabel är billig och enkel att förlägga men den stora dämpningen gör att den endast lämpar sig för korta avstånd.

PCF/HCL
Detta är en glasfiber men anpassad för samma våglängd och ljusstyrka som plastfibern och kan därför användas för att nå längre avstånd. Fiberns inner/ytterdiameter är 200/230 μm och ljusets våglängd är 640 – 675 Nm. Dämpningen är 10 dB/km och avståndet mellan två deltagare kan vara upp till 300 m.

	Typ A (referens)	Typ B	Typ C	Typ D
Beskrivning	Partvinnad, skärmad	Flera par, skärmad	Flera par, ej skärmad	Mångledare ej skärmad
Nominell trådarea	0,8 mm^2	0,32 mm^2	0,13 mm^2	1,25 mm^2
Max DC resistans	44 Ω/km	112 Ω/km	264 Ω/km	40 Ω/km
Impedans vid 31,25 kHz	100 Ω ±20%	100 Ω ±300%	Odefinierat	Odefinierat
Max dämpning vid 39 kHz	3 dB/km	5 dB/km	8 dB/km	8 dB/km
Kapacitans-obalans	2 nF/Km	2 nF/km	Odefinierat	Odefinierat
Maxlängd inkl. dropkablar	1900 m	1200 m	400 m	200 m

Tabell 2.2.1: Kabeltyper enligt IEC 61158-2, kapitel 11.7.2

Bild 2.3.1 Fiberoptisk kabel och kontakter (BFOC för glas, plast och PCF/HCL respektive simplexkontakt för plastfiber.

3. Förläggning av kablar

Ledning/kabel i en anläggning är avsedd för att leda spänning och ström. I kablar avsedda för spänningsförsörjning av t.ex. motordrifter kan spänningsamplitud och andra storheter bli större än signalspänningen i signalkabeln. In och urkoppling av motordrifter kan generera ”spikar” upp till kilovoltnivå. Är andra kablar t.ex. signalkablar förlagda parallellt och i närheten av sådant kablage, så störs datatrafiken genom kapacitiv eller induktiv överföring till signalkabeln. För att säkerställa en störningsfri kommunikation skall vid kabelförläggning hänsyn tas till den störpåverkan signalkablaget kan utsättas för. För erhållande av störningsfri drift är det nödvändigt att indela kablaget i olika störgrupper och att maskiner mm. i anläggningen uppfyller minst de krav som Europeiska EMC normen kräver. Avgörande för en felfri funktion är att signalledningar för analoga-, data- och process-signaler alltid är skärmade. Undantaget från ovan nämnda problemställning är signalöverföring via fiberoptiska ledare. Dessa påverkas inte av EMC. Fiberoptiska ledare kräver istället skydd mot mekanisk påverkan.

3.1 Kabelkategorier

Kategori I.

Bussledning för:

– PROFIBUS
– Andra fältbussar
– Industrial Ethernet
Industrial twisted pair,
Dropkablar,

Kategori II.

Skärmad och oskärmad ledning >60 VDC och <=400 VDC.

Skärmad och oskärmad ledning >25 VAC och <=400 VAC.

Kategori III.

Skärmad och oskärmad ledning >400V.

Kategori IV.

Av indirekta blixtnedslag utsatta ledningar enl. kategori I till III. (tex. mellan system i olika byggnader).

Endast ledningar inom samma kategori kan förläggas i samma bunt eller direkt intill varandra i samma kabelkanal.

3.2 Kabelförläggning i elskåp

Vid ledningsdragning i automatikskåp måste följande beaktas:

Avståndet mellan ledningar i skilda kategorier skall alltid vara så stort som möjligt, för att erhålla så låga störnivåer som möjligt.

Korsning av ledningar inom skilda kategorier skall utföras så rätvinkligt som möjligt. (Kortast möjliga parallella förläggning).

Finns inte tillräcklig plats för att erhålla minsta möjliga avstånd mellan olika ledningskategorier, så skall varje kategori för sig förläggas i separata metalliskt ledande kabelkanaler. Dessa kabelkanaler kan monteras intill varandra. Kabelkanalerna måste anslutas till montageplåten på varje 0,5 m, lågohmigt och låginduktivt.

Alla ledningsskärmar skall innan de lämnar kapslingen, så nära väggen som möjligt anslutas till jord med största möjliga anläggningsyta.

Var försiktig så att inte kabelskärmen skadas när den friläggs för anslutning till skärmskenan!

Parallell förläggning av skåpinterna kablar och utifrån kommande kablar, även av samma kategori, får inte ske mellan kabel genomföring och skärmskena i skåpet.

3.3 Kabelförläggning utanför elskåp

Vid kabelförläggning utanför skåp (kapsling) men inom samma byggnad gäller följande:

Mellan olika kabelkategorier skall vid förläggning på gemensam kabelstege minsta avstånd enligt bild 3.3.1 uppfyllas.

Förläggs kablar i metalliska kanaler så kan dessa placeras intill varandra. Kabelkategorierna bör placeras så att kategori IV ligger intill kategori III, osv. i fallande ordning. Står för alla kategorier endast en gemensam metallisk kanal till förfogande så skall endera avstånden i bild 3.3.1 uppfyllas, eller om detta inte är möjligt, avskilja kategorierna med metalliska skiljeväggar. Skiljeväggarna måste anslutas lågohmigt och låginduktivt till kabelkanalen.

Metalliskt ledande kabelkanaler/kabelstegar måste anslutas till potentialutjämningen för byggnaden. Kabelvägens enskilda segment måste förbindas lågohmigt och låg induktivt till varandra och om så är möjligt till byggnadens stomjord. Rörliga förbindningar måste överbryggas med flexibel jordledare. Mekanisk förbindning av segmenten skall korrosionsskyddas.

Korsande kabelkanaler / kabelstegar skall korsas rätvinkligt.

Vid genomgång till annan byggnadsdel (t.ex. genom rörlig byggnadsfog), med egen jordpunkt för byggnadsjordnätet, skall en potentialutjämningsledning dras parallellt med signalledningen. Potentialutjämningsledningen kan utgå, om metalliskt ledande kabelkanaler / kabelstegar installerats.

Behövs potentialutjämning, så skall denna utjämning inte ske genom kabelskärmar.

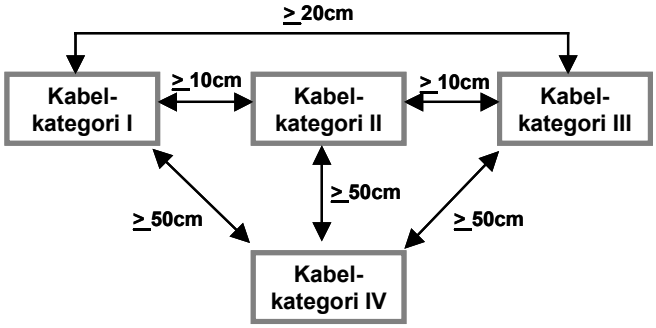


Bild 3.3.1: Förläggningsavstånd mellan kablar av olika kategori.

3.4 Kabelförläggning utanför byggnad

Vid kommunikation med utrustning placerad utanför byggnaden eller i en annan byggnad är det generellt bäst att kommunicera via fiber-optiska ledare.

Den optiska överföringen av data påverkas inte av elektromagnetiska fält. Behovet av potentialutjämning och överspänningsskydd faller bort då fiberoptiska ledare ej leder ström.

Vid förläggning av elektriska kommunikationsledare mellan byggnad och annan enhet utanför byggnaden, eller i annan byggnad, eller fristående konstruktion (tex. silos, kranar) skall generellt beaktas:

Ledningar/kablar skall tillfredsställande skyddas mot direkta åsknedslag, dvs. det måste säkerställas att ett blixtnedslag inte kan ske direkt i kabeln!

En potentialutjämningsledare med tillräcklig area skall förbinda de olika byggnaderna/externa anordningarna. Se elsäkerhetsföreskrifter.

Signalkablage skall förläggas nära och parallellt med potentialutjämningen.

Skärmar skall anslutas till jord så nära ingångspunkten i byggnaden som möjligt.

Signalledarna skall skyddas mot överspänning med avledare.

Jordförläggning av PROFIBUS-kabel
Vid direkt förläggning i jord skall följande villkor uppfyllas:

Kabeln skall förläggas i kabelgrav.

Kabeln skall förläggas 60 cm djupt.

Vid gemensam förläggning av olika kabelkategorier skall minimiavstånden beaktas och kategorierna avskiljas med tex. tegelsten.

Över kablarna måste ett mekaniskt skydd och en kabelvarningsmärkning placeras.

20cm ovanför signalkablar skall potentialutjämningsledare placeras. (T.ex. Förzinkat stålband eller kopparlina). Potentialutjämningen ansluts till resp. byggnads jordbock som skydd mot direkt blixtnedslag.

Avståndet mellan signalkablage och starkströmskablar skall vara minst 100 cm såvida inte andra föreskrifter anger större avstånd.

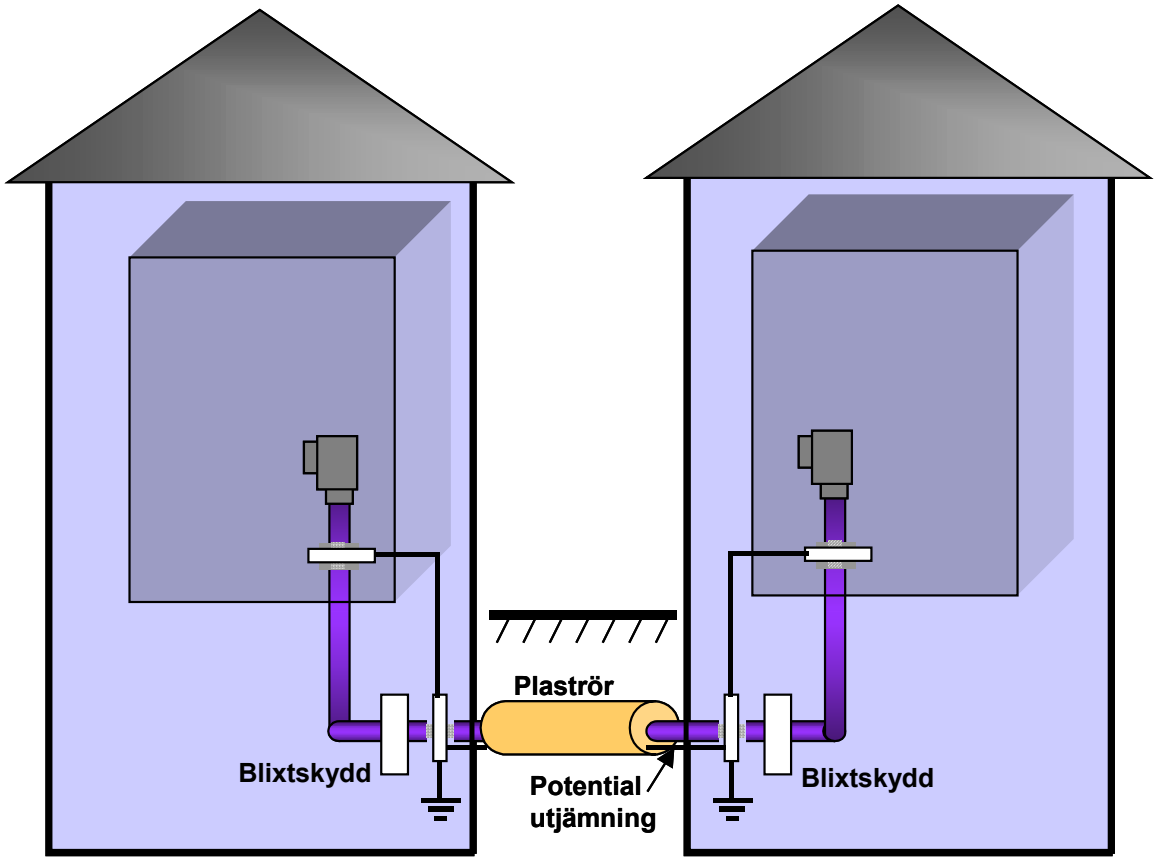


Bild 3.4.1 Sammankoppling av PROFIBUS nätverk mellan olika byggnader

4. RS 485-fysik

När PROFIBUS först skulle välja överföringsteknik valde man en redan befintlig standard som var väl beprövad i industrin. RS 485 är standardiserad enligt ISO 8482 och bygger på en tvåledarteknik där ledarna ej är förbundna med jord.

4.1 Signaluppbyggnad

En logisk ”etta” bildas med en spänningssänkning på ledare B (röd) och en spänningshöjning på ledare A (grön). E logisk ”nolla” bildas på omvänt sätt med en spänningshöjning på B och en spänningssänkning på A allt räknat från ett viloläge. Mottagaren bildar differentialen (B – A) och i ett idealt nät är differentialspänningen 5 V större för en ”nolla” jämfört med en ”etta”. Bild 4.1.1 visar en helt balanserad signal vid uppmätning med oscilloskop. En logisk ”nolla” ligger 2,5 V över mittlinjen (Zero-axel) och en logisk ”etta” ligger 2,5 V under mittlinjen. Normen ISO 8482 tillåter en obalans i förhållande till jord så länge den enskilda ledaren (B respektive A) håller sig inom gränserna –7 V till +12 V.

4.2 Signalspänning

En RS485-krets skall prestera 5V differentialspänning. Testspecifikationen för en DP-slav säger att RS485-kretsen skall ge 2 V för respektive B och A och 4 V i differentialspänning när kretsen är ansluten till max 200 m kabel vid högsta tillåtna hastighet för den anslutna längden. Med en längre kabel ansluten godkänns 1 V för B och A och 2V för differentialspänningen.

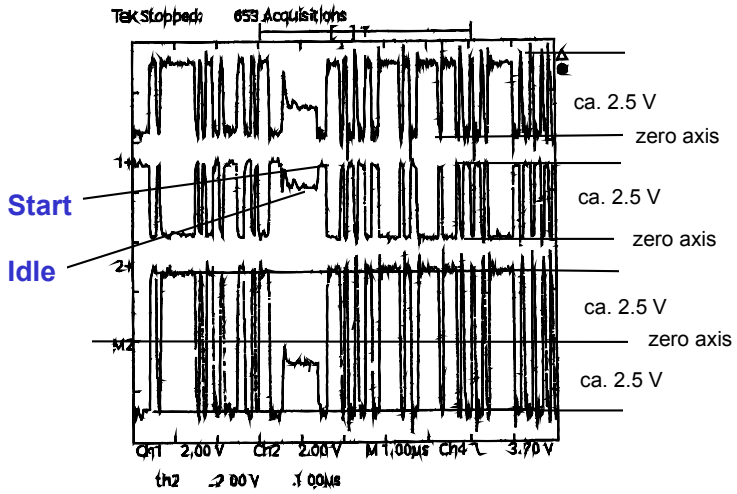


Bild 4.1.1: En PROFIBUS-signal med B överst, A därunder och (B – A) underst

Ett bra nätverk bör ha en differentialspänning av minst 2,5 V vilket också är lägsta godkända nivå när man mäter med en bussanalysator. Spänningen får inte bli för hög. Då kan mottagarkretsar skadas. Max 7 V differentialspänning godkänns av bussanalysatorerna.

4.3 Kontakter

EN 50170 respektive IEC 61158 föreskriver inte en speciell kontakt. En deltagare skall minst tillhandahålla signaler enligt tabell 4.3.1.

En PROFIBUS-kabel behöver bara förmedla RxD/TxD-signalerna i A respektive B. Den kan dock innehålla mer, både DGND (datajord) och ledare för 24 V (P och M).

Signal	Förklaring
Skärm	Skärm eller PE
RxD/TxD - P	Receive/Transmit data –P, B (röd)
RxD/TxD - N	Receive/Transmit data –N, A (grön)
DGND	Datajord (referenspotential för VP)
VP	Termineringsspänning – plus 5 V

Tabell 4.3.1: Obligatoriska signaler hos varje PROFIBUS deltagare

4.3.1 IP 20 kontakter

Den vanligaste PROFIBUS-kontakten är en 9-polig D-subkontakt. En honkontakt i deltagaren och en hankontakt i busskontakten. Busskontakten har i allmänhet en inbyggd busster-minering som kan kopplas in eller ur. Busskontakten fungerar även som T-koppling genom att både inkommande och utgående kabel ansluts i kontakten och skärmen vidarekopplas med ett överfall med bred anliggningsyta.

Den 9-poliga D-subkontakten är i första hand använd för IP 20 men kan användas för högre skyddsklass om den är rätt utformad. Med rätt tätning används den till exempel för IP 65/67.

Kontakterna är oftast utformade i plast eller metalliserad plast men i områden med mycket EMC-störningar rekommenderas kontakter med metallkapsling.

En speciell utformning som tagits fram för snabb montageteknik är Fast Connectkontakten. Denna kontakt har en enda skruv som håller både hölje och skärmöverfall. Kabeln skalas med ett Fast Connect verktyg och monteras genom ett enkelt handgrepp. Se bild 4.4.1.

Pinkonfigurationen
Hos en 9-polig D-subkontakt för PROFIBUS-kabeln måste endast pin 3 och 8, för respektive B- och A-ledaren, vara ansluten. Normalt innehåller dock kontakten urkopplingsbara termineringsmotstånd och har därför pins för VP (pin 6) och DGND (pin 5). Dessutom har kontakten induktanser vid kabelanslutningarna för att motverka kapacitansen som uppkommer vid kontakterna. Även om endast 4 stift används så finns det dock en definition för alla 9 kontaktstiften. Se tabell 4.4.1.

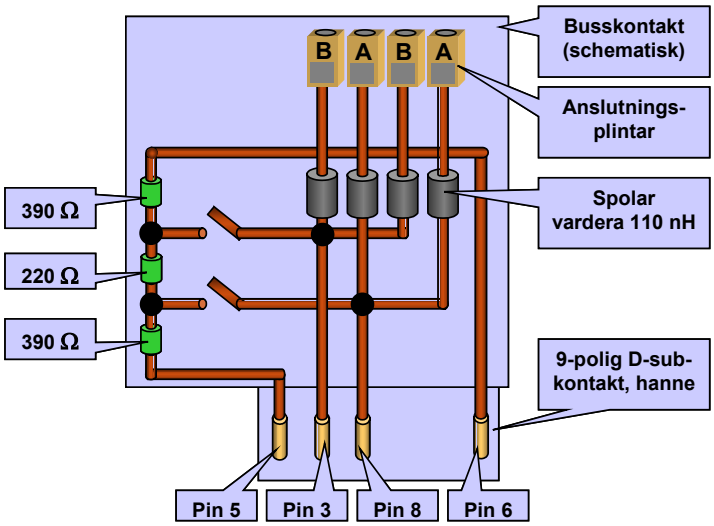


Bild 4.3.1.1: Busskontakt för RS 485 kabel..

Pin	Signal	Förklaring
1	Skärm	Skärm eller PE
2	M24	24 V nollreferens
3	**RxD/TxD - P**	Receive/Transmit data P, B röd
4	RTS, CNTR-P	RTS, används även av repeater för kontrollsignal (riktning)
5	**DGND**	Datajord (Referens för VP)
6	**VP**	5 V plus för terminering
7	P24	24 V plus matningsspänning
8	**RxD/TxD - N**	Receive/Transmit data N, A grön
9	CNTR-N	Kontrollsignal repeatrar (riktning

Tabell 4.3.1.1: Pinkonfiguration 9-polig D-subkontakt

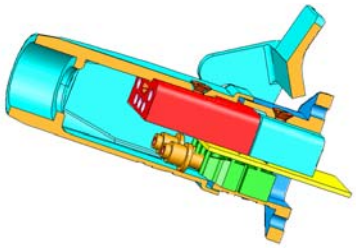


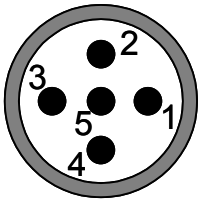
Bild 4.3.2.2 HAN-BRID kontakt

4.3.2 IP 65 kontakter

Ett försök att få fram en enhetlig standard för en IP 65 kontakt för PROFIBUS slutade med en beskrivning av tre kontakter.

Den vanligaste har blivit en 5-polig M12 kontakt enligt bild 4.5.1. Den ansluts oftast med ett T-stycke för att kabeln skall kunna fortsätta till nästa deltagare. Om det är den sista deltagaren ansluts en plugg med termineringsmotstånd i den sista lediga kontakten på T-stycket.

En kontakt som är mycket användbar är HAN_BRID kontakten. Dels kan den ansluta både 24 V matningsspänning och PROFIBUS i samma kontakt. Dels kan man byta kontaktstycket för PROFIBUS så att kopparkabel alternativt fiberkabel kan anslutas. HAN-BRID kontakten fungerar också för skarvning av PROFIBUS kabel. I kopplingskonceptet DESINA används HAN-BRID kontakter och med kontakter för väggmontage. Då kan kapslade PROFIBUS enheter och skåp med PROFIBUS produkter enkelt kopplas in och ur PROFIBUS nätet.



Pin	Signal	Förklaring
1	VP	5 V plus för terminering
2	RxD/ TxD - N	Receive/Transmit data N, A
3	DGND	Datajord (Referens för VP)
4	RxD/ TxD - P	Receive/Transmit data P, B röd
5	Skärm	Skärm eller PE

Bild 4.3.2.1 M12 kontakt för PROFIBUS skyddsklass IP 65/67

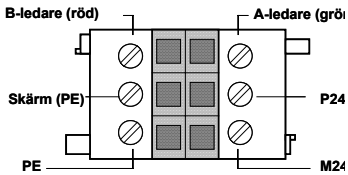


Bild 4.3.2.3 IP 65/67 kontakt för PROFIBUS från Siemens

Den tredje varianten kommer från Siemens och har även den anslutning för 24 V matning.

4.4 Bussterminering

PROFIBUS signaler i en RS 485-kabel breder ut sig med en hastighet av ungefär 1 m på 5 ns. När de når slutet på kabeln reflekteras de. Om ingen dämpning sker i kabelslutet kommer den reflekterade signalen att ha tillräckligt hög amplitud för att interferera med nyttosignalen. Likaså om kabeln är kortsluten i ändan.

Rätt bussterminering är viktig inte bara för att dämpa reflektioner. Den hjälper också till att balansera spänningen mellan A och B gentemot varandra och gentemot jord.

Bussterminering skall ske enligt bild 4.4. Vanligtvis är den inbyggd i de 9-poliga kontakter som används i IP 20-teknik. I IP 65 utförande är termineringen antingen inbyggd i fältenheten eller anslutes till T-stycket om M12-kontakter används.

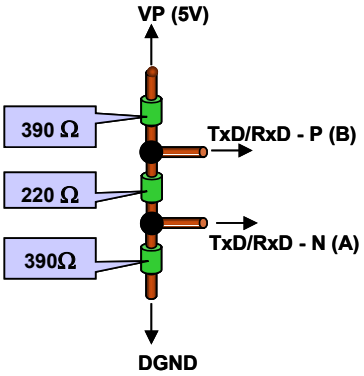


Bild 4.4 Bussterminering

4.5 Skärmning och jordning

Skärmad ledning används för att förhindra att störningar av magnetisk, elektrisk och elektromagnetisk art stör ut eller förvanskar signalen i den skärmade ledaren

Signalkabel skall vara partvinnad och skärmad. Partvinnad för att skydda mot lågfrekventa fält. Skärmen i en PROFIBUS kabel är dubbel. Folieskärm och skärmstrumpa kombinerat för att skydda mot både lågfrekventa och högfrekventa störningar.

Skärmen skall vara förlagd med obruten skärm från kontakt till kontakt. Kontakten skall vara av metall eller metalliserade och ansluten till kabelskärmen. Skärmen skall ej anslutas till något kontaktstift.

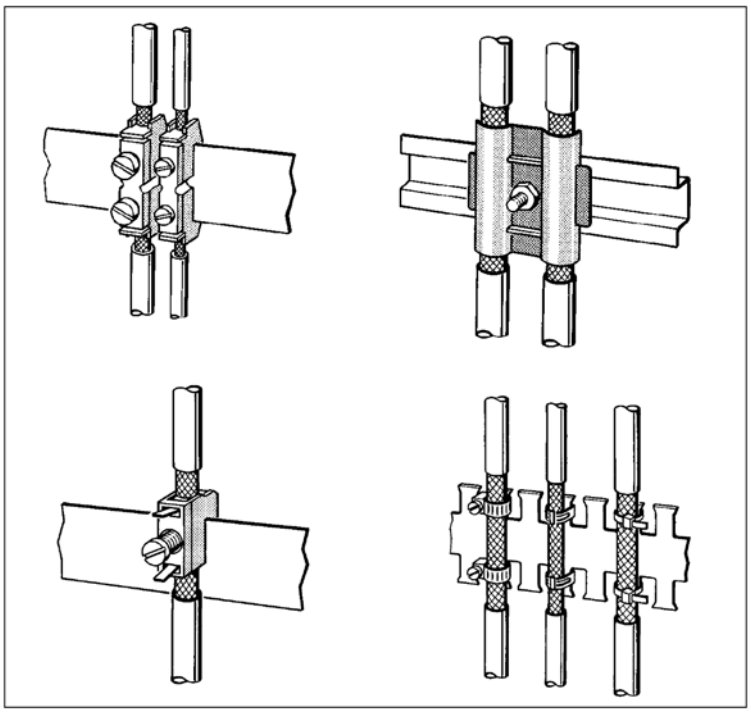


Bild 4.5.1 Anslutning av PROFIBUS kabelskärm till jordeskena

Jordning
Huvudregeln är att skärmen skall jordas i bägge ändarna för att få ett bra skydd mot höga frekvenser. Endast i undantagsfall kan skärmen anslutas enbart i den ena änden. Ensidig jordning skyddar bara mot lågfrekventa störningar.

Störströmmar i kabelskärmen skall avledas till jord så nära kabelgenomföringen i apparatskåpet som möjligt respektive så nära fältenheten som möjligt om den inte är monterad i skåp. Skärmflätan får under inga omständigheter repas upp och därefter tvinnas ihop vid anslutningen. Vid anslutning av skärmjord skall isoleringen försiktigt friläggas utan att de enskilda trådarna i flätan skadas. Skärmen ansluts lågohmigt med stor anliggningsyta till skärmjordskena (se Bild 4.5.1). Skärmjordskenan ansluts i sin tur till apparatskåpets jordskena.

Skärmen skall vara förlagd med obruten skärm från kontakt till kontakt. Kontakten skall vara av metall eller metalliserad och ansluten till kabelskärmen. Skärmen skall ej anslutas till något kontaktstift.

4.6 Potentialutjämning

Ett jordat PROFIBUS nätverk sammanbinder galvaniskt olika anläggningsdelar. Anläggningsdelarna kan matas från olika håll och därmed ha olika jordreferens. De kan också ha olika jordpotential av andra orsaker, svetsning, dålig jordförbindelse, stor strömförbrukning. När PROFIBUS kabelns skärm anslutes till jord i båda ändarna kommer skärmen att fungera som potentialutjämningsledare. Vid små spänningsskillnader och rimliga energimängder är detta inget problem.

Skulle de sammankopplade anläggningsdelarna har stora skillnader i jordpotential eller stora energimängder skall utjämnas måste PROFIBUS kabelns skärm skyddas.

Bäst är att använda fiberoptisk PROFIBUS kabel i stället för RS 485-teknik.

En annan metod är att använda galvaniskt isolerande repeatrar.

Om man ändå vill sammankoppla anläggningsdelarna med normal RS 485-kabel måste en potentialutjämningskabel anslutas parallellt med PROFIBUS kabeln

5. RS 485-IS fysik

Många PROFIBUS produkter med vanlig RS 485-teknik är godkända för användning i Zon 2.

Med kapsling kan alla PROFIBUS produkter användas i Zon 1 och Zon 0 också.

PROFIBUS PA är speciellt anpassad för drift i Zon 1 och Zon 0 utan extra kapsling. Länge har det funnits ett önskemål att även kunna använda vanlig RS 485 åtminstone i Zon 1 utan extra kapsling.

Genom att ta fram vad som krävs för att uppnå egensäkerhet för RS 485 har PROFIBUS organisationen kunnat göra en specifikation som räcker för att PROFIBUS RS 485 skall kunna användas i Zon 1.

Specifikationen föreskriver för interfacen en begränsad spännings- och strömnivå. Dessa måste varje station iaktta för att uppnå säkerheten vid sammankoppling. En elektrisk krets tillåts en maximal ström för en specificerad spänning. När aktiva källor kopplas samman måste summan av alla strömmarna från stationerna inte överskrida den maximalt tillåtna strömmen.

En innovation för RS485-IS konceptet är att till skillnad från FISCO modellen, som endast har en egensäker källa, så representerar alla stationerna nu aktiva källor. Den fortsatta undersökningen i testinstituten indikerar att det kommer att vara möjligt att ansluta upp till 32 stationer på den egensäkra busskretsen.

5.1 Spänning- och strömbegränsning

Den till Ex-zonen ingående spänningen, U_i, och strömmen, I_i, måste hållas under nedanstående maximivärden. Detsamma gäller för spänningen och strömmen från varje deltagare i zonen: U_o och I_o.

De angivna spänningarna och strömmarna gäller under förutsättning att rätt kabel används. Framförallt är det induktans/resistanskvoten som ej får bli för stor.

Parameter	Beskrivning	Värde
Bussystem		
Max inmatningsspänning	U_i (V)	4,2 V
Max inmatningsström	I_i (A)	4,8 A
Max induktans/resistanskvot	L/R (μH/Ω)	15
PROFIBUS deltagare		
Max utmatningsspänning	U_o (V)	4,2 V
Max utmatningsström	I_o (mA)	149 mA
Max inmatningsspänning	U_i (V)	≥4,2 V
Max inre induktans	L (μH)	0
Extern aktiv bussterminering		
Max utmatningsspänning	U_o (V)	4,2 V
Max utmatningsström	I_o (mA)	16 mA
Max inmatningsspänning	U_i (V)	>4,2 V
Max inre induktans	L (μH)	0

Tabell 5.1.1 Begränsningar för PROFIBUS RS 485-IS i Ex-zon

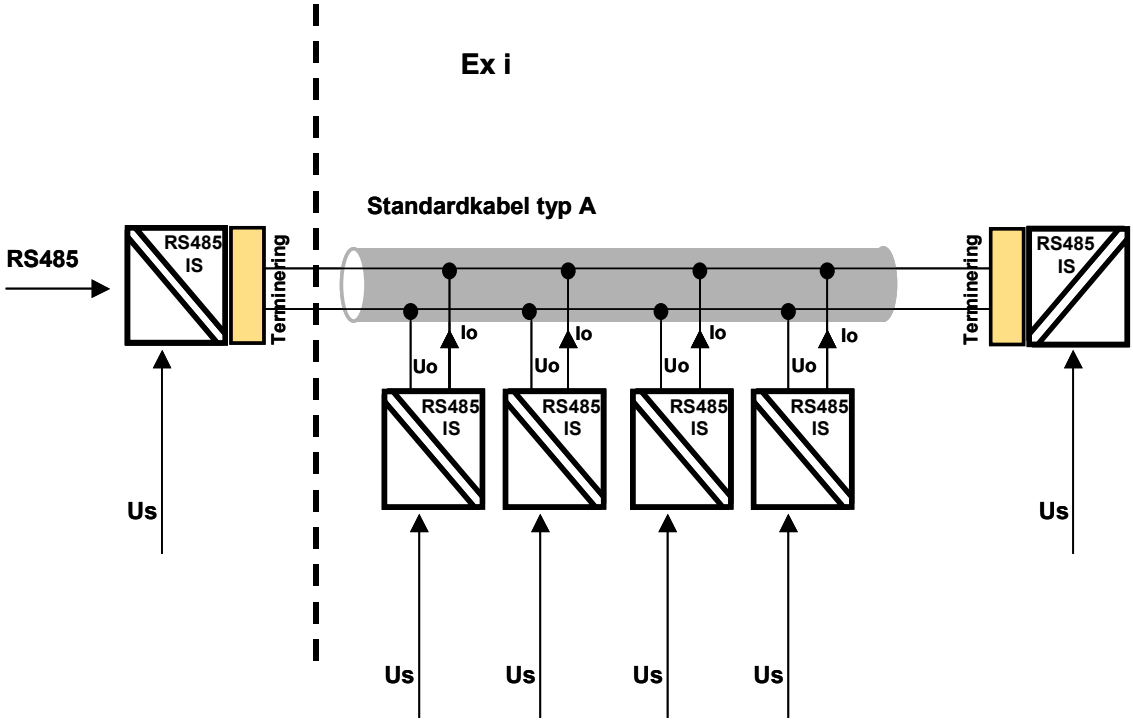


Bild 5.1 PROFIBUS RS 485-IS

5.2 Bussterminering

Bussterminering för RS 485-IS skiljer sig från värdena som gäller för RS 485. Se bild 5.2.1.

Termineringen kan vara inbyggd i en kontakt, i en fältenhet eller i en separat aktiv bussterminering, som i bild 5.2.1.

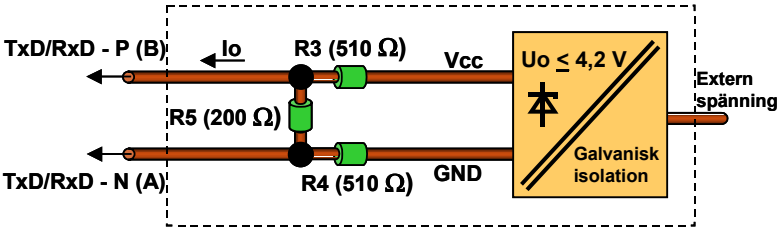


Bild 5.2.1 Separat aktiv bussterminering för RS 485-IS

5.3 Driftparametrar

Inte bara spänningsmatning och strömmar är begränsade i PROFIBUS RS 485-IS. Tabell 5.3.1 visar de parametrar som måste uppfyllas för att anläggningen skall vara godkänd.

Parameter	Beteckning	Värde	Kommentar
Min idle nivå	$U_{D\ idle}$ (V)	0,50	Gäller bara för enheter med inbyggd eller ansluten bussterminering
Sändningsspänning i bussanslutningen	$U_{O\ Dss}$ (V)	≥ 2,7	Worst case busskon-figuration och maxlast ansluten
Positiv och negativ sändningsspänning i bussanslutningen	$U_{O\ Dhigh}$ (V)	≥ 1,5	Worst case busskon-figuration och maxlast ansluten
	$U_{O\ Dlow}$ (V)	≤ - 1,1	
Signalnivå i mottagarens ingång	$U_{i\ Dhigh}$ (V)	≥ 0,8	Worst case busskon-figuration
	$U_{i\ Dlow}$ (V)	≤ - 0,4	
Överförings-hastighet	KBit/s	9,6 till 1500	En fältenhet kan ha begränsningar.
Ingångsimpedans	R_{in} (kOhm)	≥ 12	Enheten både förbrukar och levererar energi
	C_{in} (pF)	≤ 40	
	L_{in} (mH)	≈ 0	
Spänningsmatning till RS 485 driv-kretsar och buss-termineringar	U_S (V)	3,3 ±5%	

Tabell 5.3.1

5.4 Kontakter

För IP 20 kan normala 9-poliga D-subkontakter användas men de seriella induktanserna (100 mH) som normalt är inbyggda i kontakterna måste uteslutas. Likaså fungerar inte de normalt inbyggda termineringsmotstånden. Vidarekoppling av kabeln sker på normalt sätt i kontakten.

För IP 65 kan de i PROFIBUS guiden rekommenderade M12 kontakterna användas. Vidarekoppling av kabeln sker med T-kontakter. Se kapitel 4.3.2.

5.5 Skärmning och jordning

Varje bussegment i RS 485-IS skall vara en galvaniskt isolerad ö. Inom ön skall det skärmas och jordas på samma sätt som i ett normalt RS 485-nätverk.

5.6 Potentialutjämning

Liksom för skärmning och jordning skall potentialutjämning ske inom varje segment separat i RS 485-IS.

Potentialutjämning är absolut nödvändig i Ex-zon och PROFIBUS kabeln förläggs längs med potentialutjämningskabeln.

5.7 Bussutbyggnad

Även RS 485-IS kan byggas ut med repeatrar. Repeatrarna skall vara godkända för zon 1 och skiljer segmenten galvaniskt. På så sätt bildas galvaniskt skilda öar som nämns i kapitel 5.5 och 5.6.

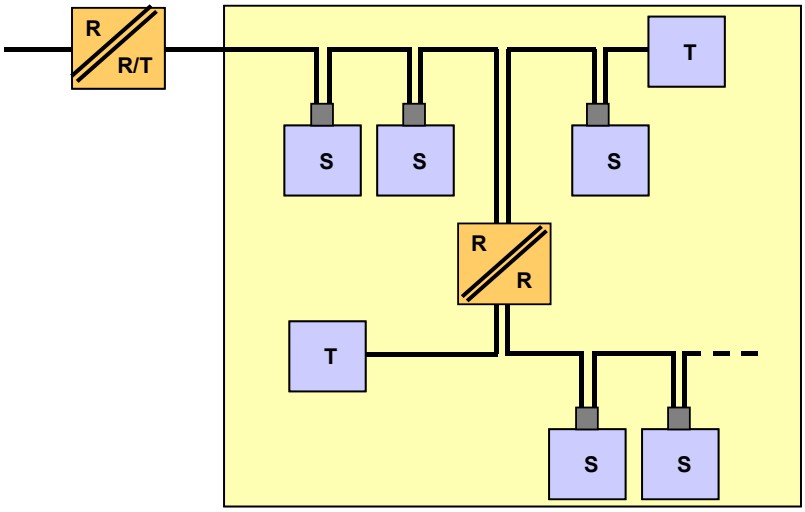


Bild 5.7 Utbyggnad av ett RS 485-IS-nätverk

6. MBP fysik

Manchestercoded BusPowered, MBP, signalteknik är speciellt framtagen för processindustrin. Den följer normen IEC 61158-2 S11.

Datasignalen kodas genom strömmodulation utgående från en grundström på 10 mA eller större. En etta bildas genom ström-sänkning och en nolla genom strömhöjning. Se bild 6.1.

De grundläggande karakteristika är följande:

- Digital bitsynkron dataöverföring
- Överföringshastighet 31,25 kBit/s
- Manchester II kodning
- Startsignal med anpassad kod
- Felsäker start- och sluttecken
- Sändnivå 0,75 V_{SS} till 1 V_{SS}
- Partvinnad skärmad kabel
- Energimatning via kabeln möjligt
- Egensäker drift möjligt
- Upp till 32 stationer per segment
- Kan expanderas med upp till 4 repeatrar

6.1 FISCO modellen

FISCO (**F**ieldbus **I**ntrinsically **S**afe **Co**nsept) är en modell för att implementera en egensäker fält-buss i explosionsfarligt område.

Grunden är att endast en aktiv enhet (spänningsförsörjningen) är ansluten till bussen. Alla de andra enheterna är passiva. De tillför inte bussen energi ens när de sänder.

Eftersom endast en begränsad ström för föras in i det explosionsfarliga området begränsas antalet deltagare kraftigt. I EEx IIC till exempel är strömmen begränsad till 128 mA vilket maximerar antalet deltagare till 10 PROFIBUS slavar (10 mA styck) plus terminering och repeater.

Karakteristika för FISCO-modellen är följande:

- Egensäker (kategori ib eller ia enligt EN 50020 S3
- Endast en aktiv deltagare. Ingen energitillförsel vid sändning
- Varje station förbrukar en basström som förblir konstant efter transientåterhämtning
- Stationerna (transmittrar, hand-terminal, bussmaster, repeatrar) är passiva strömförbrukare
- Stationernas inre induktans och kapacitans kan ur egensäker synpunkt bortses ifrån

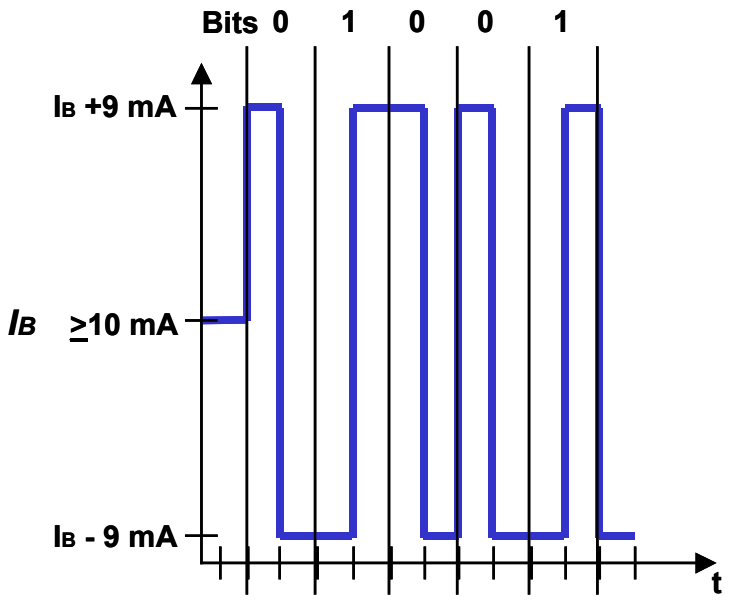


Bild 6.1 Strömmodulering Manchester II kod

- Olika kabeltyper kan användas. Vanligast är dock dubbelskärmad kabel typ A
- Stamkabeln måste termineras i båda ändarna. I ena ändan sker det i busskopplaren
- Strömförsörjningen ansluts till ena ändan av busskabeln

6.2 Bussterminering

MBP-teknik byggs upp med en stamkabel och T-kopplingar med dropkablar. Stamkabeln måste termineras i båda ändarna med ett motstånd och en kondensator i serie. Se bild 6.2.

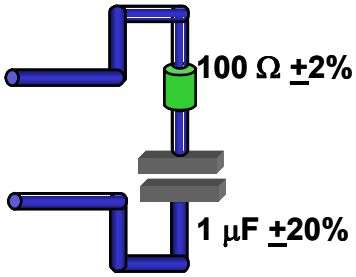


Bild 6.2 Bussterminering

6.3 Busstopologi

MBP kopplas som en förlängning till PROFIBUS DP via en busskopp-lare. På DP-sidan representeras varje byte av 8 databitar, en startbit, en stoppbit och en paritetsbit, tillsammans 11 bitar. På MBP-sidan representeras varje byte av 8 bitar. Vid översättning av DP-fysik till MBP-fysik motsvarar därför DP-hastigheten 45,45 kBit/s av MBP-hastigheten 31,25 kBit/s.

Med en DP/PA-link buffras meddelandena och MBP-nätverket med sin konstanta hastighet på 31,25 kBit/s kan anslutas till valfri DP-hastighet 9,6 till 12000 kBit/s.

MBP-nätverket byggs kring en stamkabel som fördelas till fältenheterna via T-kopplingar, fördelningsboxar och repeatrar. Se bild 1.5.2

6.4 Skärmning och jordning

Även om hastigheten i MBP-nätverket inte är mer än 31,25 kBit/s behöver signalledarna skyddas mot EMC-störningar av både låg och hög frekvens.

Den rekommenderade kabeln av typ A tillverkas i utförande för egensäkert område med dubbla skärmar.

I ett idealt nätverk skulle alla ingående metalldelar inklusive PROFIBUS kabelns skärm sammankopplas och jordas i många punkter. I praktiken är det oftast omöjligt att sammankoppla enheter utanför det explosionsfarliga området med MBP-nätverket. Därför låter man MBP-nätverket utgöra en galvaniskt skild ö och ansluter det kapacitivt till jord i säker zon. Se bild 6.4.

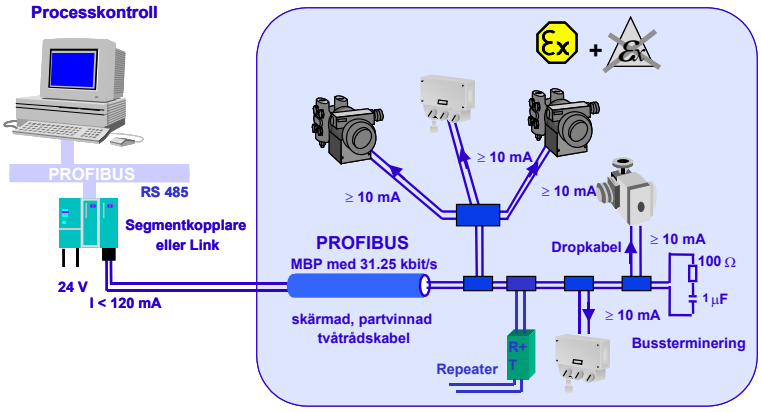


Bild 6.3 Nättopologi för MBP-fysik

6.5 Energibudget

I egensäkra nätverk är både den maximala spänningen och den maximala strömmen definierad inom snäva gränser. Dessutom sker stora energiförluster i kabeln. Därför kräver ett optimalt anpassat MBP-nätverk noga kalkylering av bland annat spänningssänkningen fram till slavarna. Slavarna behöver minst 9 V. Oftast räcker det dock med att man väljer en strömförsörjning från tabell 6.5.1 och beräknar kabellängden (stamkabel och alla dropkablar) efter tabell 6.5.2.

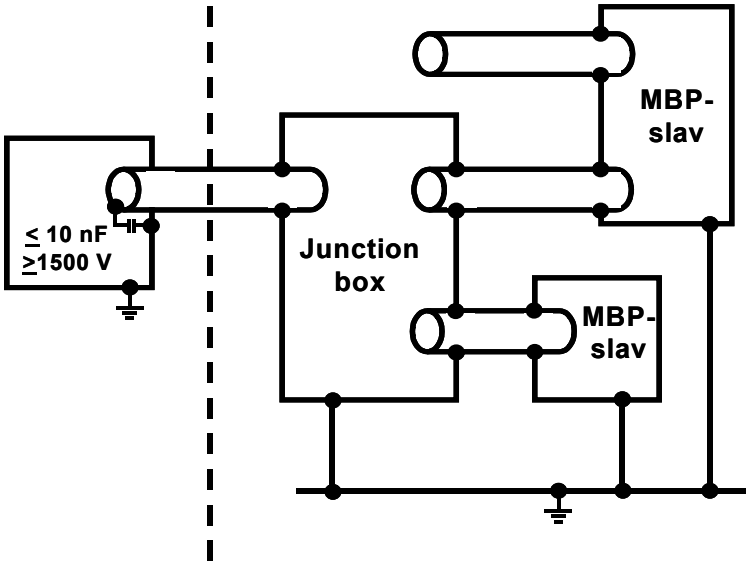


Bild 6.4 Skärmning och jordning av MBP-nätverk

TYP	Användningsområde	Spänning	Ström	Energi
I	EEx ia/ib IIC	13,5 V	110 mA	2,52 W
II	EEx ib IIC	13,5 V	110 mA	2,52 W
III	EEx ib IIB	13,5 V	250 mA	5,32 W
IV	Utanför zon	24 V	500 mA	12 W

Tabell 6.5.1 Standard strömförsörjningar för MBP-nätverk

Strömförsörjning		**Typ I**	**Typ II**	**Typ III**	**Typ IV**	**Typ IV**	**Typ IV**
Spänning	V	13,5 V	13,5 V	13,5 V	24 V	24 V	24 V
Summa strömbehov	MA	≤ 110	≤ 110	≤ 250	≤ 110	≤ 250	≤ 500
Max loopresistans	Ω	≤ 40	≤ 40	≤ 18	≤ 130	≤ 60	≤ 30
Max längd med 0,5 kvmm	M	≤ 500	≤ 500	≤ 250	≤ 1700	≤ 850	≤ 400
Max längd med 0,8 kvmm	M	≤ 900	≤ 900	≤ 400	≤ 1900	≤ 1300	≤ 650
Max längd med 1,5 kvmm	M	≤ 1000	≤ 1500	≤ 500	≤ 1900	≤ 1900	≤ 1900
Max längd med 2,5 kvmm	M	≤ 1000	≤ 1500	≤ 1200	≤ 1900	≤ 1900	≤ 1900

Tabell 6.5.2 Maximilängder för kablarna i ett MBP-nätverk

PROFIBUS

Installationsguide
Version April 2003

Utgivare
PROFIBUS i Sverige ekonomisk förening
Box 252
281 23 HÄSSLEHOLM
Sverige
Tel. : +46 (0) 451 / 49440
Fax : +49 (0) 451 / 89833
kansli@profibus.se

Förbehåll
PROFIBUS användarorganisation har tagit fram innehållet i denna broschyr så noggrannt som möjligt. Trots det kan inte fel uteslutas. Data kontrolleras dock regelbundet och fel rättas till i den version som finns på vår hemsida. Denna skrift ersätter inte standard IEC 61158 och ej heller IEC 61784 och de PROFIBUS riktlinjer och guider som följer standarden. I alla tveksamma fall hänvisas till standard och guider.

©Copyright by PROFIBUS i Sverige ekonomisk förening 2003. All rights reserved.

Australia and New Zealand
PROFIBUS User Group (ANZPA)
c/o OSItech Pty. Ltd.
P.O. Box 315
Kilsyth, Vic. 3137
Phone ++61 3 9761 5599
Fax ++61 3 9761 5525
australia@profibus.com

PROFIBUS Belgium
August Reyerslaan 80
1030 Brussels
Phone ++32 2 706 80 00
Fax ++32 2 706 80 09
belgium@profibus.com

Association PROFIBUS Brazil
c/o Siemens Ltda IND1 AS
R. Cel. Bento Bicudo, 111
05069-900 Sao Paolo, SP
Phone ++55 11 3833 4958
Fax ++55 11 3833 4183
brazil@profibus.com

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

PROFIBUS Association Czech Republic
Karlovo nam. 13
12135 Prague 2
Phone ++420 2 2435 76 10
Fax ++420 2 2435 76 10
czechrepublic@profibus.com

PROFIBUS Denmark
Maaloev Byvej 19-23
2760 Maaloev
Phone ++45 40 78 96 36
Fax ++45 44 65 96 36
denmark@profibus.com

PROFIBUS Finland
c/o AEL Automaatio
Kaarnatie 4
00410 Helsinki
Phone ++35 8 9 5307259
Fax ++35 8 9 5307360
finland@profibus.com

France PROFIBUS
4, rue des Colonels Renard
75017 Paris
Phone ++33 1 45 74 63 22
Fax ++33 1 45 74 03 33
france@profibus.com

PROFIBUS Nutzerorganisation
Haid-und-Neu-Straße 7
76131 Karlsruhe
Phone ++49 7 21 96 58 590
Fax ++49 7 21 96 58 589
germany@profibus.com

Irish PROFIBUS User Group
c/o Flomeaco Endress + Hauser
Clane Business Park
Kilcock Road, Clane, Co. Kildare
Phone ++353 45 868615
Fax ++353 45 868182
ireland@profibus.com

PROFIBUS Network Italia
Gall. Spagna, 28
35127 Padova
Phone ++39 049 870 5361
Fax ++39 049 870 3255
pni@profibus.com

Japanese PROFIBUS Organisation
TFT building West 9F
3-1 Ariake Koto-ku
Tokyo 135-8072
Phone ++81 3 3570 3034
Fax ++81 3 3570 3064
japan@profibus.com

Korea PROFIBUS Association
#306, Seoungduk Bldg.
1606-3, Seocho-dong, Seocho-gu
Seoul 137-070, Korea
Phone ++82 2 523 5143
Fax ++82 2 523 5149
korea@profibus.com

PROFIBUS Nederland
c/o FHI
P.O. Box 2099
3800 CB Amersfoort
Phone ++31 33 469 0507
Fax ++31 33 461 6638
netherlands@profibus.com

PROFIBUS User Organisation Norway
c/o AD Elektronikk AS
Haugenveien 2
1401 Ski
Phone ++47 909 88640
Fax ++47 904 05509
norway@profibus.com

PROFIBUS User Organisation Russia
c/o Vera + Association
Nikitinskaya str, 3
105037 Moscow, Russia
Phone ++7 0 95 742 68 28
Fax ++7 0 95 742 68 29
russia@profibus.com

PROFIBUS Slovakia
c/o Dept. of Automation KAR FEI STU
Slovak Technical University
Ilkovièova 3
812 19 Bratislava
Phone ++421 2 6029 1411
Fax ++421 2 6542 9051
slovakia@profibus.com

PROFIBUS Association South East Asia
c/o Endress + Hauser
1 Int. Bus. Park #01-11/12 The Synergy
609917 Singapore
Phone ++65 566 1332
Fax ++65 565 0789
southeastasia@profibus.com

PROFIBUS User Organisation Southern Africa
P.O. Box 26 260
East Rand
Phone ++27 11 397 2900
Fax ++27 11 397 4428
southernafrica@profibus.com

PROFIBUS i Sverige
Box 252
281 23 Hässleholm
Phone ++46 4 51 49 440
Fax ++46 4 51 89 833
kansli@profibus.se

PROFIBUS Nutzerorganisation Schweiz
Kreuzfeldweg 9
4562 Biberist
Phone ++41 32 672 03 25
Fax ++41 32 672 03 26
switzerland@profibus.com

The PROFIBUS Group U.K.
Unit 6 Oleander Close
Locks Heath, Southampton, Hants, SO31 6WG
Phone ++44 1489 589574
Fax ++44 1489 589574
uk@profibus.com

PROFIBUS Trade Organization, PTO
16101 N. 82nd Street, Suite 3B
Scottsdale, AZ 85260 USA
Phone ++1 480 483 2456
Fax ++1 480 483 7202
usa@profibus.com

PROFIBUS International
Support Center
Haid-und-Neu-Straße 7
76131 Karlsruhe
Phone ++49 721 96 58 590
Fax ++49 721 96 58 589
info@profibus.com
www.profibus.com

© Copyright by PiS 04/03
all rights reserved